

# ***PLAN MAESTRO PARA EL SECTOR HÍDRICO DE LA PROVINCIA DE SAN JUAN***

## **Informe 6**

### **Evaluación de las alternativas de inversión**

**2025**

## Contenido

<b>1.</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>11</b>
<b>2.</b>	<b>CONTEXTO Y ALCANCE DEL ESTUDIO</b> .....	<b>12</b>
<b>3.</b>	<b>RESUMEN TÉCNICO</b> .....	<b>13</b>
<b>4.</b>	<b>REVISIÓN DE LA OFERTA HÍDRICA ACTUAL Y PROYECTADA</b> .....	<b>14</b>
4.1	INTRODUCCIÓN .....	14
4.2	AGUA SUPERFICIAL .....	14
4.2.1	<i>Situación Actual</i> .....	14
4.2.2	<i>Proyecciones</i> .....	15
4.3	AGUA TRATADA .....	17
4.3.1	<i>Situación Actual</i> .....	17
4.3.2	<i>Proyección a 2030, 2040 y 2050</i> .....	17
<b>5.</b>	<b>REVISIÓN DE LA OFERTA HÍDRICA SOSTENIBLE POR DÉCADA</b> .....	<b>19</b>
5.1	GENERALIDADES.....	19
5.2	OFERTA SOSTENIBLE RÍO SAN JUAN.....	19
5.3	OFERTA SOSTENIBLE RÍO JÁCHAL .....	22
<b>6.</b>	<b>REVISIÓN DE LA DEMANDA HÍDRICA ACTUAL Y PROYECTADA</b> .....	<b>24</b>
6.1	INTRODUCCIÓN A LA DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA HÍDRICA .....	24
6.2	DEMANDA POBLACIONAL.....	24
6.2.1	<i>Demanda potable residencial</i> .....	25
6.2.2	<i>Demanda de obras civiles</i> .....	26
6.2.3	<i>Demanda de industrias (abastecidas desde la red poblacional)</i> .....	27
6.2.4	<i>Demanda poblacional total</i> .....	29
6.3	DEMANDA AGRÍCOLA.....	30
6.3.1	<i>Evapotranspiración de los cultivos y proyecciones a futuro</i> .....	31
6.3.2	<i>La superficie cultivada por cuenca</i> .....	32
6.3.3	<i>Demanda bruta por cuenca. Actual y proyectada.</i> .....	33
6.4	DEMANDA INDUSTRIAL .....	35
6.5	DEMANDA MINERÍA .....	36
<b>7.</b>	<b>ALTERNATIVAS PROPUESTAS PARA LA IMPLEMENTACIÓN</b> .....	<b>38</b>
7.1	ESCENARIO TENDENCIAL. RIO SAN JUAN. ....	38
7.2	MEJORA EN EFICIENCIA DE APLICACIÓN. RIO SAN JUAN. ....	40
7.3	MEJORA EN EFICIENCIA DE APLICACIÓN Y CONDUCCIÓN. RIO SAN JUAN. ....	43
7.4	CONSIDERACIONES FINALES. ALTERNATIVAS EN EL RIO SAN JUAN .....	46

## Informe 6 - Evaluación de las alternativas de inversión

7.5	SITUACIÓN DEL RIO JÁCHAL .....	47
<b>.8</b>	<b>COMPONENTES DE LAS INVERSIONES</b> .....	<b>48</b>
8.1	INTRODUCCIÓN .....	48
8.2	DETERMINACIÓN DE COSTOS DE MEJORA CONDUCCIÓN .....	48
8.3	DETERMINACIÓN DE COSTOS RESERVORIOS EN LA RED DE RIEGO. ....	49
8.4	DETERMINACIÓN DE COSTOS ASOCIADOS A LA GESTIÓN .....	50
<b>8.4.1</b>	<i>Integración de los sistemas de gestión</i> .....	50
<b>8.4.2</b>	<i>Costos de caudalímetros</i> .....	52
8.5	DETERMINACIÓN DE COSTOS RIEGO POR MANGAS. ....	53
8.6	DETERMINACIÓN DEL COSTO DEL RIEGO POR GOTEO COMUNITARIO. ....	53
8.7	IMPLEMENTACIÓN ESCALONADA DE LAS INVERSIONES .....	55
<b>9.</b>	<b>ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS DE INVERSIÓN</b> .....	<b>56</b>
9.1	INTRODUCCIÓN AL ANÁLISIS DE LAS INVERSIONES .....	56
9.2	IMPLEMENTACIÓN DE LAS INVERSIONES .....	56
<b>9.2.1</b>	<i>Fase inicial 2020-2035: Tecnificación con mangas</i> .....	57
<b>9.2.2</b>	<i>Fase posterior 2035-2050: Transición al riego por goteo comunitario</i> .....	58
9.3	INVERSIONES EN EFICIENCIA DE CONDUCCIÓN .....	59
9.4	INVERSIONES EN EFICIENCIA DE APLICACIÓN A 2035. RIEGO POR MANGAS. ....	60
9.5	INVERSIONES EN EFICIENCIA DE APLICACIÓN A 2035 A 2050. RIEGO POR GOTEO. ....	62
9.6	INVERSIONES EN GESTIÓN.....	64
9.7	DESARROLLO DE LAS INVERSIONES .....	64
<b>10.</b>	<b>RELACIÓN PROYECTADA ENTRE LA RENTABILIDAD AGRÍCOLA Y DEMANDA HÍDRICA</b> .....	<b>67</b>
10.1	INTRODUCCIÓN .....	67
10.2	CULTIVOS CONSIDERADOS: SUPERFICIES, TIPOLOGÍA DE PRODUCTORES Y DESTINO DE LA PRODUCCIÓN .....	68
<b>10.2.1</b>	<i>Superficie cultivada de Vid</i> .....	68
<b>10.2.2</b>	<i>Superficie cultivada de Olivo</i> .....	69
<b>10.2.3</b>	<i>Superficie cultivada de pistacho:</i> .....	70
<b>10.2.4</b>	<i>Superficie cultivo hortícola:</i> .....	70
10.3	INDICADORES DE RENTABILIDAD Y DEMANDA DE AGUA .....	70
<b>10.3.1</b>	<i>Demanda hídrica relativa</i> .....	70
<b>10.3.2</b>	<i>Relaciones de rentabilidad entre cultivos</i> .....	71
<b>10.3.3</b>	<i>Indicador de rentabilidad relativa</i> .....	74
<b>10.3.4</b>	<i>Indicador de productividad del agua</i> .....	77
<b>11.</b>	<b>ALTERNATIVAS PARA LA MITIGACIÓN DEL DEFICIT HÍDRICO A 2050</b> .....	<b>81</b>

## Informe 6 - Evaluación de las alternativas de inversión

11.1	SITUACIÓN ACTUAL Y TENDENCIAS DE LA SUPERFICIE CULTIVADA .....	81
<b>11.1.1</b>	<i>Evolución de la superficie cultivada, destino de la producción y tipologías de productores en la viticultura .....</i>	81
<b>11.1.2</b>	<i>Evolución de la industria olivícola .....</i>	86
11.2	ESCENARIOS A 2050 .....	88
11.3	IMPACTO DEL COSTO DE INVERSIÓN EN LA RENTABILIDAD .....	92
<b>12.</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>94</b>
<b>13.</b>	<b>ANEXO: MODELOS DE RENTABILIDAD AGRÍCOLA.....</b>	<b>96</b>
13.1	ALCANCE Y COBERTURA .....	96
<b>13.1.1</b>	<i>Fuentes de información.....</i>	96
<b>13.1.2</b>	<i>Metodología de trabajo.....</i>	96
13.2	IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN ECONÓMICA DE LOS PRINCIPALES COMPONENTES DE LA CÉLULA DE CULTIVO 104	
<b>13.2.1</b>	<i>Participación en el valor de producción .....</i>	104
<b>13.2.2</b>	<i>Cálculo de rentabilidad económica .....</i>	104
<b>13.2.3</b>	<i>Escala de producción: efectos sobre la rentabilidad del tamaño de la propiedad.....</i>	106
<b>13.2.4</b>	<i>Sensibilidad de los modelos a otros parámetros clave (rendimientos, precios, costos operativos, etc.) .....</i>	107
13.3	IDENTIFICACIÓN/ESTIMACIÓN DE LA CAPACIDAD DE FINANCIAMIENTO DE INVERSIONES.....	109

## Índice de tablas

Tabla 4-1: Percentiles de la distribución actual (2020) y de la proyección de los caudales anuales en los ríos San Juan y Jáchal para 2030, 2040 y 2050.....	16
Tabla 4-2: Erogaciones actuales y proyectadas.....	17
Tabla 4-3: Suministro de agua potable (Hm <sup>3</sup> ).....	17
Tabla 5-1: Nivel de Abastecimiento, Abastecimiento Promedio y Déficit Promedio en la cuenca del Río San Juan para Niveles de confiabilidad del 90 y 80% (2020, 2030, 2040 y 2050). Capacidad de Almacenamiento, 1.358 Mm <sup>3</sup> .....	21
Tabla 5-2: Nivel de Abastecimiento, Abastecimiento Promedio y Déficit Promedio en la cuenca del Río Jáchal-Iglesia para Niveles de confiabilidad del 90 y 80% (2020, 2030, 2040 y 2050), 192 Mm <sup>3</sup> .....	23
Tabla 6-1: Poblacional Actual (2022) y proyectada. Provincia de San Juan. ....	25
Tabla 6-2: Demanda Potable residencial actual (2022) y proyectada en hm <sup>3</sup> /año .....	26
Tabla 6-3: Demanda Potable residencial actual (2022) y proyectada en hm <sup>3</sup> /año .....	26
Tabla 6-4: Demanda Obras Civiles actual (2022) y proyectada en hm <sup>3</sup> /año.....	27
Tabla 6-5: Demanda Obras Civiles actual (2022) y proyectada en hm <sup>3</sup> /año.....	27
Tabla 6-6: Demanda Industria (2022) y proyectada en hm <sup>3</sup> /año.....	28
Tabla 6-7: Demanda Industria (2022) y proyectada en hm <sup>3</sup> /año.....	28
Tabla 6-8: Pérdidas del sistema en hm <sup>3</sup> /año.....	29
Tabla 6-9: Pérdidas del sistema por cuenca en hm <sup>3</sup> /año.....	29
Tabla 6-10: Demanda Poblacional Total en hm <sup>3</sup> /año.....	30
Tabla 6-11: Demanda Poblacional Total en hm <sup>3</sup> /año.....	30
Tabla 6-12: Tendencias a futuro en el crecimiento de la evapotranspiración relativo a 2020 .....	31
Tabla 6-13: Evapotranspiración de los cultivos. Cuenca río San Juan.....	31
Tabla 6-14: Evapotranspiración de los cultivos. Cuenca río Jáchal .....	32
Tabla 6-15: Superficie cultivada cuenca Rio San Juan en hectáreas.....	32
Tabla 6-16: Superficie cultivada. Cuenca río Jáchal. ....	33
Tabla 6-17: Demanda neta. Cuenca Río San Juan.....	33
Tabla 6-18: Demanda Bruta en Finca. Cuenca Río San Juan.....	33
Tabla 6-19: Demanda Bruta total. Cuenca Rio San Juan. ....	34
Tabla 6-20: Demanda neta. Cuenca Río Jáchal.....	34
Tabla 6-21: Demanda Bruta en Finca. Cuenca Río Jáchal.....	34

## Informe 6 - Evaluación de las alternativas de inversión

Tabla 6-22: Demanda Bruta total. Cuenca Río Jáchal.....	35
Tabla 6-23: Demanda Industrial en hm <sup>3</sup> /año. Cuenca río San Juan y río Jáchal.....	35
Tabla 6-24: Demanda Industrial en hm <sup>3</sup> /año por cuenca. ....	36
Tabla 6-25: Proyección de consumo de agua 2023-2050 en proyectos mineros en producción o con probabilidad de entrar en producción .....	36
Tabla 6-26: Demanda Minera actual y proyectada en hm <sup>3</sup> /año.....	37
Tabla 6-27: Demanda Minera actual y proyectada en hm <sup>3</sup> /año por cuenca. ....	37
Tabla 7-1: Superficie cultivada por fuente y tipo de riego. Cuenca río San Juan. ....	39
Tabla 7-2: Balance hídrico. Situación actual y tendencial. Rio San Juan. ....	39
Tabla 7-3: Balance hídrico. Escenario de mejora de la eficiencia de aplicación, sin cambios en el abastecimiento poblacional. Rio San Juan. ....	42
Tabla 7-4: Balance hídrico. Escenario de mejora de la eficiencia de aplicación, con mejoras en el abastecimiento poblacional. Rio San Juan. ....	42
Tabla 7-5: Balance hídrico. Escenario de mejora de la eficiencia de aplicación y conducción, sin cambios en el abastecimiento poblacional. Rio San Juan. ....	45
Tabla 7-6: Balance hídrico. Escenario de mejora de la eficiencia de aplicación y conducción, con mejoras en el abastecimiento poblacional. Rio San Juan.....	45
Tabla 7-7: Balance hídrico. Cuenca Río Jáchal.....	47
Tabla 8-1: Determinación del costo de referencia de construcción de canales por metro lineal. ....	49
Tabla 8-2: Inversiones en construcción de canales por década. Cuenca río San Juan. ..	49
Tabla 8-3: Costos unitarios estimados de la implementación del sistema (en US\$/padrón). ....	51
Tabla 8-4: Costo estimado de implementación y mantenimiento en US\$ por departamento. ....	52
Tabla 8-5: Costos de caudalímetros para la cuenca del río San Juan.....	52
Tabla 8-6: Costos de materiales para un sistema de riego por mangas.....	53
Tabla 8-7: Inversiones necesarias para pasar un riego por gravedad y mangas a un riego por goteo comunitario.....	54
Tabla 8-8: Inversiones necesarias para pasar un riego por goteo individual a un riego por goteo comunitario. ....	54
Tabla 8-9: Desarrollo de la alternativa de mejora con las eficiencias pretendidas a futuro. Cuenca río San Juan. ....	55
Tabla 9-3: Costo de la implementación de un riego por mangas por hectárea.....	61

## Informe 6 - Evaluación de las alternativas de inversión

Tabla 9-4: Superficie a tecnificar hacia 2035 para cumplir con el 74% de eficiencia de aplicación media en la cuenca del río San Juan. ....	61
Tabla 9-5: Costo de inversiones en riego por mangas hacia 2035. Cuenca del río San Juan. ....	61
Tabla 9-6: Costo anual de total de implementar un riego por mangas hacia 2035. Cuenca río San Juan. ....	62
Tabla 9-7: Superficie a tecnificar con riego por goteo hacia 2050 para cumplir con el 85% de eficiencia de aplicación media en la cuenca del río San Juan. ....	62
Tabla 9-8: Costos de inversión para implementar un riego por goteo comunitario en la superficie irrigada con mangas de fuentes superficiales .....	63
Tabla 9-9: Costo total anual para implementar un riego por goteo comunitario en la superficie irrigada con mangas de fuentes superficiales .....	63
Tabla 9-10: Costos de inversión para implementar un riego por goteo comunitario en la superficie irrigada con riego por goteo individual, de fuentes subterráneas. ....	63
Tabla 9-11: Costo anual total para implementar un riego por goteo comunitario en la superficie irrigada con riego por goteo individual, de fuentes subterráneas. ....	64
Tabla 9-12: Costos de inversiones totales. Período 2025 a 2050. Cuenca río San Juan. ....	65
Tabla 9-13: Costos anuales de inversiones totales. Período 2025 a 2050. Cuenca río San Juan.....	65
Tabla 10-1: Viñedos y superficie cultivada, según escala de superficie. Año 2024. San Juan.....	68
Tabla 10-2: Evolución de la superficie cultivada, según aptitud de la uva. San Juan....	68
Tabla 10-3: Demanda de cultivos relativa en %. Cuenca río San Juan. ....	71
Tabla 10-4: Rentabilidad relativa en % entre los distintos cultivos. ....	73
Tabla 10-5: Tabla ejemplo del cálculo de los valores del índice de rentabilidad relativa y su relación a la demanda hídrica.....	75
Tabla 10-6: Equivalencia en superficie económica entre cultivos .....	79
Tabla 11-1: Evolución de la superficie cultivada, según aptitud de la uva. San Juan....	82
Tabla 11-2: Ranking en el indicador de rentabilidad / demanda.....	89
Tabla 13-1:Destino agrícola del agua: superficies en hectáreas.....	96
Tabla 13-2: Asignación de cultivos según participación relativa en la superficie cultivada .....	104
Tabla 13-3: Rentabilidad total y por ha según cultivo.....	105

## Informe 6 - Evaluación de las alternativas de inversión

Tabla 13-4: Análisis de sensibilidad de la rentabilidad (\$/ha) al precio promedio al productor y a los rendimientos por ha .....	108
Tabla 13-5: Análisis de sensibilidad de la rentabilidad (\$/ha) a las superficies promedios consideradas por tipo de productor (el modelo base considera 7 ha para productores tradicionales y 30 ha para tecnificados). Fuente: Elaboración propia .....	108
Tabla 13-6: Impacto sobre el excedente total (en millones de \$) por cuenca frente a incremento de costos operativos de 5%, 10%, 15% y 20%.....	109

## Índice de figuras

Figura 4-1: Derrames río San Juan, situación actual 2000 a 2020, situación proyectada 2020 a 2050 (2000 - 2050). .....	15
Figura 4-2: Volumen erogado Embalse Cuesta del Viento (2016 – 2022). .....	15
Figura 4-3: Derrames medios anuales, actuales 2020 y proyectados a 2050. Río San Juan y Río Jáchal .....	16
Figura 5-1: Proyección de caudales anuales en el río San Juan. ....	19
Figura 5-2: Río San Juan variación de, (a) Probabilidad de Abastecimiento, (b) Abastecimiento Promedio y (c) Déficit Promedio, para distintos Niveles de Abastecimiento y Capacidad de Almacenamiento Fija (1.358 Mm <sup>3</sup> ) para 2020, 2030, 2040 y 2050. ....	20
Figura 5-3: Río San Juan variación de, (a) Probabilidad de Abastecimiento y (b) Abastecimiento Promedio, para distintas Capacidades de Almacenamiento con Niveles de Abastecimiento Fijos para 2020, 2030, 2040 y 2050. ....	21
Figura 5-4: Río Jáchal-Iglesia variación de, (a) Probabilidad de Abastecimiento, (b) Abastecimiento Promedio y (c) Déficit Promedio, para distintos Niveles de Abastecimiento y Capacidad de Almacenamiento Fija (192 Mm <sup>3</sup> ) para 2020, 2030, 2040 y 2050. ....	22
Figura 5-5: Río Jáchal-Iglesia variación de, (a) Probabilidad de Abastecimiento y (b) Abastecimiento Promedio, para distintas Capacidades de Almacenamiento con Niveles de Abastecimiento Fijos para 2020, 2030, 2040 y 2050. ....	23
Figura 8-1: Costo de construcción de reservorios en función del volumen de abastecimiento. Fuente: Compañía de aguas de Israel. ....	50
Figura 9-1: Eficiencia de aplicación, conducción y global pretendida hacia 2050. Cuenca río San Juan .....	57
Figura 9-2: Superficie irrigada por riego tecnificado de baja inversión. Cuenca del Río San Juan.....	58
Figura 9-3: Superficie con riego tecnificado por goteo proyectada a 2050. Cuenca río San Juan.....	59
Figura 10-1: Indicador de rentabilidad y demanda de agua .....	76
Figura 10-2: Indicador de rentabilidad / demanda de agua, frente a la superficie irrigada por cultivo.....	77
Figura 10-3: Valor estimado de la productividad (US\$/ha / mm).....	78

## Informe 6 - Evaluación de las alternativas de inversión

Figura 11-1: Evolución de la superficie con Vid (ha y cantidad de viñedos). Fuente INV. .....	81
Figura 11-2: Evolución de la superficie con vid 2016 - 2024 y pronóstico a 2035.....	82
Figura 11-3: Evolución de la superficie de vid según aptitud. ....	83
Figura 11-4: Variación de la cantidad de viñedos según escala de superficie. ....	84
Figura 11-5: Evolución de superficie por sistema de conducción.....	84
Figura 11-6: Indicador de rentabilidad y demanda de agua .....	89
Figura 11-7: Indicador de rentabilidad / demanda de agua, frente a la superficie irrigada por cultivo.....	90
Figura 11-8: Valor estimado de la productividad.....	90
Figura 11-9: Impacto del costo de inversión en la rentabilidad .....	92
Figura 13-1: Esquema del valor total de la producción.....	97
Figura 13-2: Ejemplo – Estimación de costos de operación por ha de vid en parral para el caso de un productor tradicional y un productor tecnificado .....	99
Figura 13-3: Ejemplo – Estimación de costos de gestión y capital en el caso de productores de vid en parral. Productor tradicional .....	101
Figura 13-4: Ejemplo – Estimación de costos de gestión y capital en el caso de productores de vid en parral. Productor tecnificado.....	102
Figura 13-5: Ejemplo – Rentabilidad por ha (en USD/ha) .....	106
Figura 13-6: Rentabilidad por ha para productores tradicionales.....	106
Figura 13-7: Rentabilidad por ha para productores tecnificados.....	107

## 1. INTRODUCCIÓN

La provincia de San Juan, ubicada en el centro-oeste de Argentina, se encuentra inmersa en la "diagonal árida" del país, un entorno semiárido que limita las actividades socioeconómicas a oasis irrigados que representan menos del 3% de su superficie total. Este contexto impone desafíos estructurales en la gestión hídrica, principalmente caracterizados por una dependencia crítica de las aguas de los ríos San Juan y Jáchal, una crisis hídrica agravada por el cambio climático, y una importante extensión de sistemas de riego con baja eficiencia que generan elevados déficits hídricos perpetúan la sobreexplotación de acuíferos

Este informe presenta un análisis exploratorio del balance hídrico en la cuenca del río San Juan, partiendo de la oferta y demanda hídrica actual y proyectada hacia 2050, y propone inversiones para mitigar el déficit hídrico a futuro. La agricultura, que consume más del 90% del agua en la cuenca del río San Juan, domina la demanda, con 73.134 ha cultivadas. Para abordar estos desafíos, el informe evalúa alternativas de inversión centradas en mejorar la eficiencia de conducción y aplicación del agua. La transición progresiva hacia un riego por goteo comunitario, combinada con el revestimiento de canales para alcanzar elevadas eficiencias de conducción y de aplicación para 2050, también se exploran herramientas para la determinación de la relación entre rentabilidad de la producción, la demanda hídrica y las relaciones entre ellas.

El informe también analiza la rentabilidad agrícola en relación con la demanda hídrica, destacando que cultivos como el pistacho ofrecen mayor productividad por unidad de consumo de agua. Estas estrategias, junto con la modernización de la infraestructura y la gestión, buscan equilibrar la oferta y demanda hídrica, considerando las proyecciones en los demás usos del agua como ser el poblacional, industrial o minero.

## **2. CONTEXTO Y ALCANCE DEL ESTUDIO**

La dependencia de los ríos San Juan y Jáchal, junto con la sobreexplotación de acuíferos, la baja eficiencia de los sistemas de riego, propio de riegos por inundación, y los impactos del cambio climático, agravan la crisis hídrica.

Este informe se centra en un análisis exploratorio del balance hídrico en la cuenca del río San Juan, evaluando la oferta y demanda hídrica actual y proyectada hacia 2050, con énfasis en la demanda de riego, que representa más del 90% del consumo de agua, considerando los demás usos, tanto poblacional, industrial y minero, con sus proyecciones. El estudio abarca 76.664 hectáreas cultivadas, de las cuales 73.134 ha dependen del río San Juan y aguas subterráneas, y 3.530 ha de los ríos Jáchal y Valle Fértil.

El alcance incluye la revisión de la oferta hídrica superficial y tratada, la demanda por sectores (agrícola, poblacional, industrial y minero), y la propuesta de alternativas de inversión para mejorar la eficiencia de conducción y aplicación del agua, como el riego por goteo comunitario y el revestimiento de canales.

También se analiza la rentabilidad agrícola en relación con la demanda hídrica, destacando ciertos cultivos por su alta productividad por unidad de agua. El informe integra datos actualizados de la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Agroindustria, proyecciones climáticas, y simulaciones de abastecimiento sostenible, resúmenes de los reportes precedentes, buscando estrategias que equilibren la oferta y demanda hídrica a largo plazo, considerando las variabilidades climáticas y las necesidades de los distintos usos del agua.

### 3. RESUMEN TÉCNICO

El informe analiza el balance hídrico de la cuenca del río San Juan, que abastece 73.134 ha cultivadas, dominadas por vid (54%), olivo (23%) y pistacho (8%), con un consumo agrícola superior al 90% del agua disponible. La oferta hídrica sostenible actual es de 1.350 hm<sup>3</sup>/año (río San Juan con una confiabilidad del 80%) y 370 hm<sup>3</sup>/año (río Jáchal), pero se proyecta una reducción del 40% para 2050 debido al cambio climático, alcanzando 810 hm<sup>3</sup> y 220 hm<sup>3</sup>, respectivamente. La eficiencia global de riego es baja (42%), con 52% de la superficie bajo riego por manto (50% de eficiencia) y 48% tecnificado (70-85%).

Si bien para la cuenca del río Jáchal los excedentes persisten a futuro, considerando las proyecciones de crecimiento del sector minero, se presenta un balance hídrico para tomar magnitud de estos, y observar cómo disminuyen a futuro.

Para la cuenca del río San Juan la situación es crítica: la demanda agrícola bruta en 2020 es de 1.681 hm<sup>3</sup>/año, generando un déficit bruto de 532 hm<sup>3</sup>/año, proyectado a aumentar a 1.260 hm<sup>3</sup>/año en 2050 sin intervenciones.

Una vez identificado la magnitud del déficit hídrico proyectado, se realiza un análisis exploratorio de los niveles de eficiencia pretendidos y los costos de inversiones para el mantenimiento de las actividades de manera sostenible.

Finalmente se presenta un análisis de rentabilidad donde se destacan ciertos cultivos con una elevada rentabilidad y su relación con la demanda hídrica, presentando una serie de herramientas que sirvan de guía para la toma de decisiones por parte de las autoridades.

## **4. REVISIÓN DE LA OFERTA HÍDRICA ACTUAL Y PROYECTADA**

### **4.1 INTRODUCCIÓN**

El presente capítulo aborda una revisión del estado actual y proyectado de la oferta hídrica superficial y el potencial de las aguas tratadas.

Se realiza un análisis de la oferta sostenible por década hacia el año 2050, atendiendo las dinámicas de las cuencas de los ríos San Juan, Jáchal y la zona abastecida por el embalse San Agustín en Valle Fértil, que constituyen las principales fuentes de agua superficiales de la provincia.

La evaluación integra los resultados de los informes precedentes, incluyendo consideraciones sobre el impacto del cambio climático, las proyecciones de variación de caudales, y las perspectivas de gestión hídrica eficiente.

### **4.2 AGUA SUPERFICIAL**

La oferta de agua superficial en la provincia de San Juan está dominada por los aportes de origen nival provenientes de la Cordillera de los Andes, concentrados principalmente en las cuencas de los ríos San Juan y Jáchal. En Valle Fértil la principal fuente de disponibilidad proviene del embalse San Agustín, que regula las aguas del Río del Valle. Estas fuentes de agua abastecen tanto los usos poblacionales como productivos y son gestionadas a través de un sistema de embalses, derivaciones y redes de distribución.

#### **4.2.1 Situación Actual**

En el escenario actual, el caudal medio anual disponible en el río San Juan se ha estimado en aproximadamente 1.900 hm<sup>3</sup>, mientras que en el río Jáchal alcanza unos 192 hm<sup>3</sup>, considerando las condiciones hidrológicas promedio recientes. En Valle Fértil, las erogaciones del embalse San Agustín ascienden a 31,4 hm<sup>3</sup> para el período 2000 a 2022. Sin embargo, la marcada variabilidad interanual de los caudales, influenciada principalmente por las fluctuaciones en la acumulación de nieve y los cambios en la precipitación, genera escenarios de alta incertidumbre.

El sistema de embalses, compuesto principalmente por los diques Caracoles, Punta Negra y Ullum en la cuenca del río San Juan, y por el dique Cuesta del Viento en la cuenca del Jáchal, cumple un rol fundamental en la regulación de los caudales, permitiendo amortiguar los efectos de los períodos de escasez.

## Informe 6 - Evaluación de las alternativas de inversión

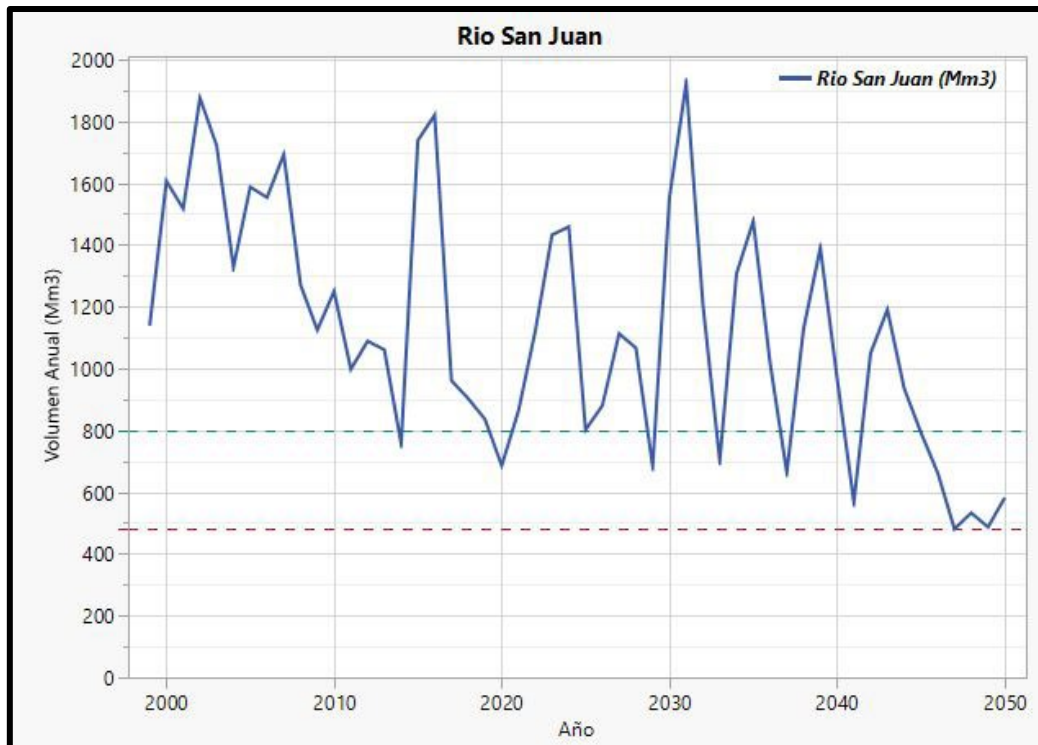


Figura 4-1: Derrames río San Juan, situación actual 2000 a 2020, situación proyectada 2020 a 2050 (2000 - 2050).

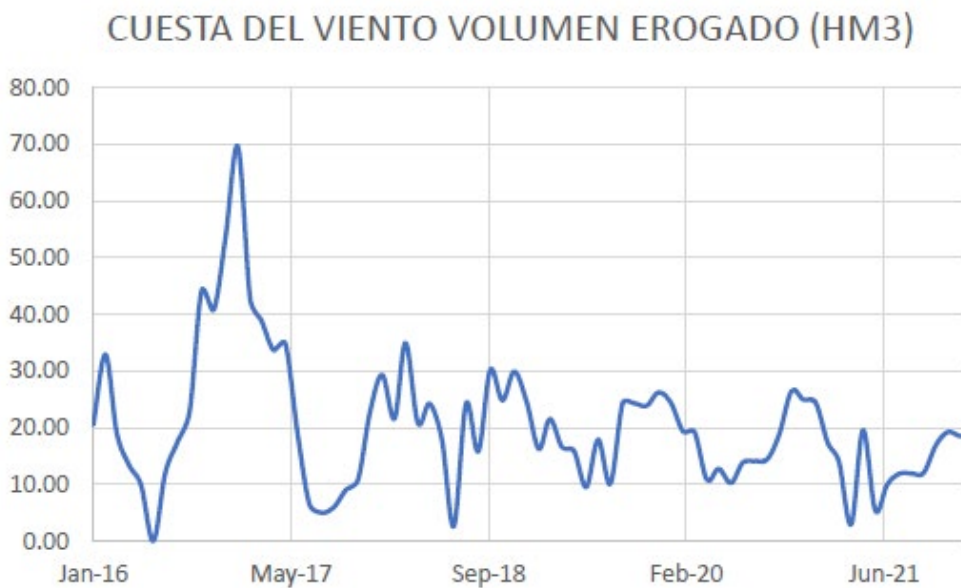


Figura 4-2: Volumen erogado Embalse Cuesta del Viento (2016 – 2022).

### 4.2.2 Proyecciones

El análisis prospectivo muestra una tendencia decreciente en la oferta superficial hacia mediados de siglo. De acuerdo con los escenarios de cambio climático evaluados, se proyecta una reducción del orden del 12% al 15% en los caudales medios para el año

## Informe 6 - Evaluación de las alternativas de inversión

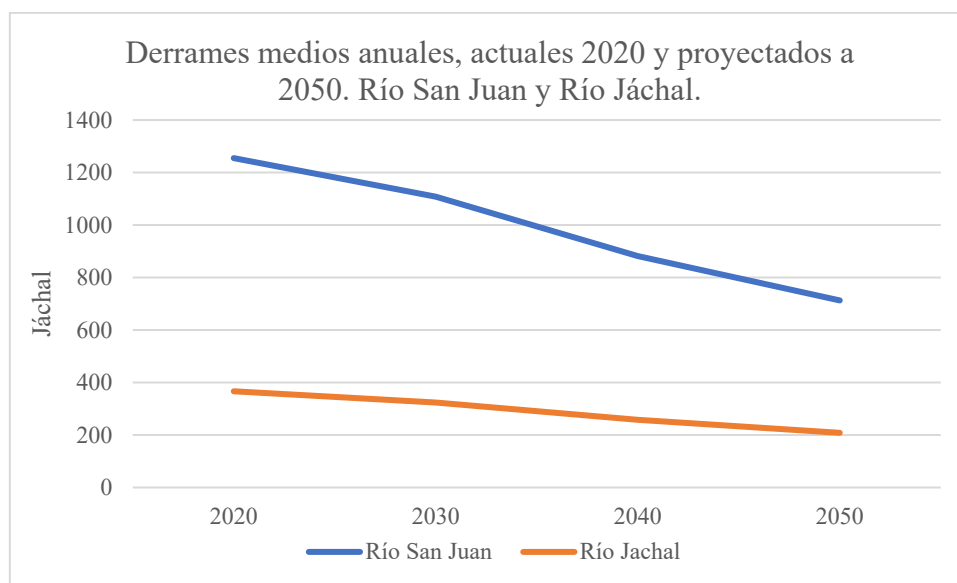
2050. Esta disminución está asociada al incremento de las temperaturas, la disminución de la precipitación sólida (nieve) y una mayor evapotranspiración.

En términos cuantitativos, para 2050 se estima un caudal medio anual de aproximadamente 969 hm<sup>3</sup> en el río San Juan y de unos 225 hm<sup>3</sup> en el río Jáchal.

*Tabla 4-1: Percentiles de la distribución actual (2020) y de la proyección de los caudales anuales en los ríos San Juan y Jáchal para 2030, 2040 y 2050.*

San Juan	5%	10%	25%	50%	75%	90%	95%
2000-2020 (Hm <sup>3</sup> )	795.5	874.5	1040.4	1254.9	1515.3	1784.7	1976.5
2030 (Hm <sup>3</sup> )	696.9	767.4	915.5	1107.7	1341.7	1584.5	1757.8
2040 (Hm <sup>3</sup> )	516.7	577.4	707.7	881.6	1099.6	1332	1501.3
2050 (Hm <sup>3</sup> )	421.1	469.7	574.0	712.7	886.0	1070.2	1204.0

Jáchal	5%	10%	25%	50%	75%	90%	95%
2000-2020 (Hm <sup>3</sup> )	230.0	255.4	303.0	366.6	443.9	528.3	587.8
2030 (Hm <sup>3</sup> )	201.5	224.1	266.7	323.6	393.1	469.2	523
2040 (Hm <sup>3</sup> )	149.2	168.7	206.2	257.7	322.5	395.4	448.2
2050 (Hm <sup>3</sup> )	121.6	137.3	167.2	208.3	259.8	317.6	359.3



*Figura 4-3: Derrames medios anuales, actuales 2020 y proyectados a 2050. Río San Juan y Río Jáchal*

## Informe 6 - Evaluación de las alternativas de inversión

En Valle Fértil, las tendencias marcan una disminución en la oferta, del orden del 10%, estimándose en 28,3 hm<sup>3</sup>/año hacia 2050.

Tabla 4-2: Erogaciones actuales y proyectadas.

Años	Caudal Anual (Hm <sup>3</sup> )	Tendencia (%)
Promedio 1980-2000	49.9	
Promedio 2000-2022	31.4	-37%
Proyectado 2050	28.3	-10%

### 4.3 AGUA TRATADA

La reutilización de aguas residuales tratadas representa una fuente alternativa y complementaria de recurso hídrico en San Juan, con un potencial creciente para usos agrícolas e industriales, en línea con las tendencias internacionales de gestión integrada del recurso.

#### 4.3.1 Situación Actual

Actualmente no existe ningún marco legal vigente en tema del reúso del agua. No hay regulación determinada y no hay ningún proyecto en la provincia donde se realice el reúso de los efluentes.

#### 4.3.2 Proyección a 2030, 2040 y 2050

Las proyecciones al 2050 estiman que los efluentes reutilizados podrían usarse para riego limitado. El volumen de suministro de agua potable que llega a los consumidores (sin las pérdidas) multiplicado por (2/3), es el potencial de agua tratada. La siguiente tabla presenta el potencial de agua tratada en la provincia:

Tabla 4-3: Suministro de agua potable (Hm<sup>3</sup>).

Año	2030	2040	2050
Agua potable (hm <sup>3</sup> )	155.58	169.74	182.26
Potencial de agua tratada (hm <sup>3</sup> )	98.27	103.72	113.16

## Informe 6 - Evaluación de las alternativas de inversión

Las proyecciones al 2050 estiman un aumento del volumen disponible de agua tratada, alcanzando potencialmente 50 Hm<sup>3</sup> anuales, en función de:

- El crecimiento poblacional proyectado.
- La ampliación y modernización de las plantas de tratamiento.
- La implementación de políticas de reutilización eficiente.

## 5. REVISIÓN DE LA OFERTA HÍDRICA SOSTENIBLE POR DÉCADA

### 5.1 GENERALIDADES

El concepto de oferta hídrica sostenible implica evaluar la cantidad de agua que puede ser utilizada en cada década futura (2030, 2040, 2050) bajo niveles de confiabilidad aceptables, considerando las variabilidades climáticas esperadas, las capacidades de infraestructura de almacenamiento, y las eficiencias de uso actuales y proyectadas. Por lo tanto, es esencial realizar una evaluación exhaustiva de las variaciones hidro-climáticas y las tendencias de cambio para comprender, mitigar y adaptarse a las mismas.

### 5.2 OFERTA SOSTENIBLE RÍO SAN JUAN

En el gráfico a continuación, se presentan las proyecciones realizadas para el río San Juan, para el escenario SSP5.85 del cambio climático. En la cuenca del Río San Juan la capacidad de almacenamiento es de  $1.358 \text{ Mm}^3$ , si esta cuenca no estuviera regulada, el derrame mínimo del río define el nivel de abastecimiento sostenible que es el que puede alcanzarse todos los años ( $481 \text{ Mm}^3$ ).

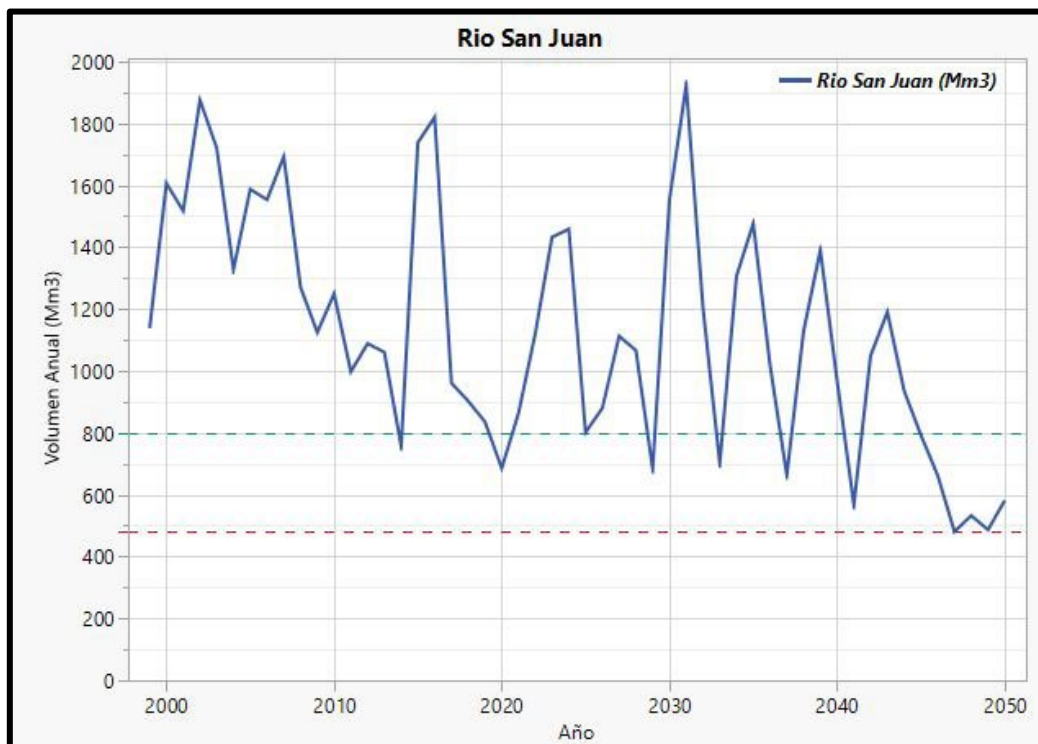


Figura 5-1: Proyección de caudales anuales en el río San Juan.

Como este valor representa un mínimo de abastecimiento, y en la realidad las demandas superan este valor, es que se realiza un estudio que permita evaluar distintos escenarios

## Informe 6 - Evaluación de las alternativas de inversión

futuros que contemplen niveles de abastecimiento seguros y las variabilidades climáticas posibles.

Por este motivo, se realizaron dos tipos de simulaciones:

- Capacidad de almacenamiento fijo, nivel de abastecimiento variable. Se analizan distintos niveles de abastecimiento considerando la capacidad de almacenamiento inalterable, en un principio, la capacidad existente actualmente.
- Nivel de abastecimiento fijo, capacidad de almacenamiento variable. Se analiza cómo cambia el nivel de abastecimiento en cuanto se varía la capacidad de almacenamiento.

Las primeras simulaciones se realizaron para la capacidad actual de almacenamiento,  $1.358 \text{ Mm}^3$ , cambiando el nivel de abastecimiento entre  $500$  y  $2.000 \text{ Mm}^3$  por año. Los resultados son presentados en la siguiente figura.

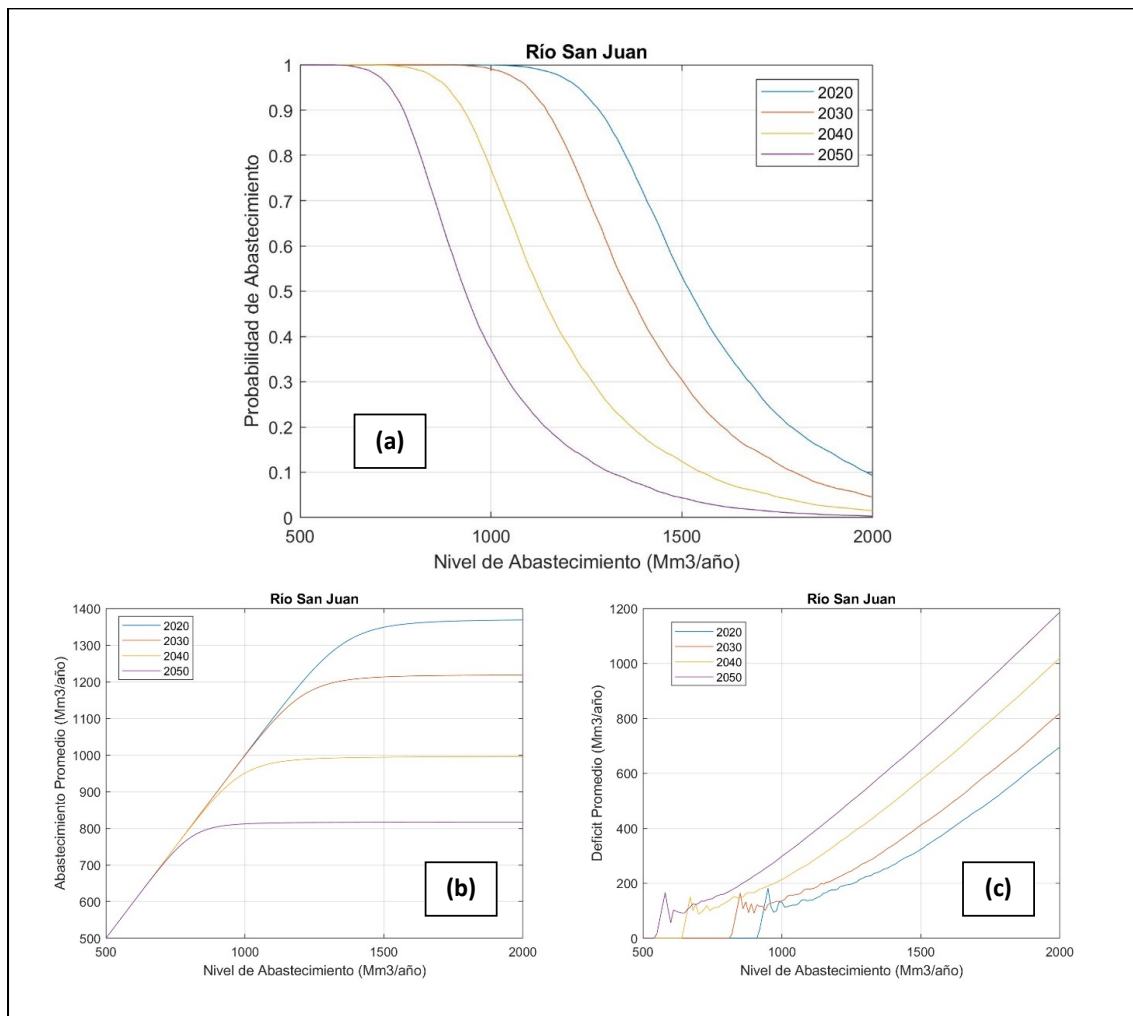


Figura 5-2: Río San Juan variación de, (a) Probabilidad de Abastecimiento, (b) Abastecimiento Promedio y (c) Déficit Promedio, para distintos Niveles de Abastecimiento y Capacidad de Almacenamiento Fija ( $1.358 \text{ Mm}^3$ ) para 2020, 2030, 2040 y 2050.

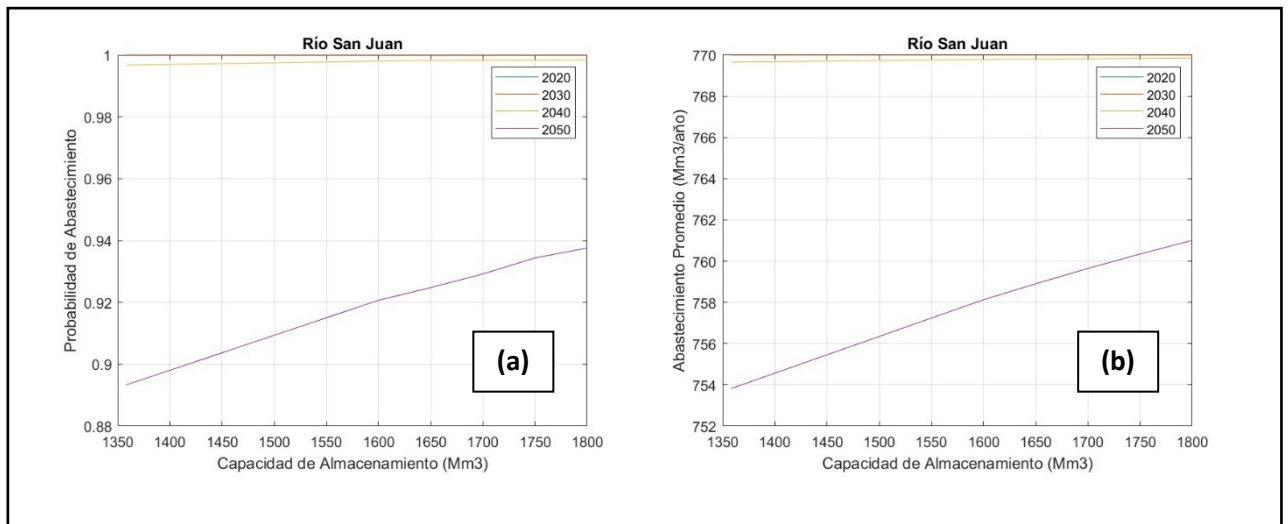
## Informe 6 - Evaluación de las alternativas de inversión

La siguiente tabla muestra los valores obtenidos para niveles de confiabilidad, de 90 y 80%.

*Tabla 5-1: Nivel de Abastecimiento, Abastecimiento Promedio y Déficit Promedio en la cuenca del Río San Juan para Niveles de confiabilidad del 90 y 80% (2020, 2030, 2040 y 2050). Capacidad de Almacenamiento, 1.358 Mm<sup>3</sup>.*

Nivel de Confiabilidad	90%				80%				
	Década	2020	2030	2040	2050	2020	2030	2040	2050
Nivel de Abastecimiento (Hm <sup>3</sup> )		1.280	1.150	930	770	1.350	1.210	990	810
Abastecimiento Promedio (Hm <sup>3</sup> )		1.259	1.129	911	755	1.303	1.164	946	778
Déficit Promedio (Hm <sup>3</sup> )		215	197	182	156	242	225	209	170

Luego se realizaron simulaciones tomando los valores obtenidos para un nivel de confiabilidad del 90 %, 1.280 (2020), 1.150 (2030), 930 (2040) y 770 (2050), realizando ajustes graduales de la capacidad de almacenamiento de 1.358 Mm<sup>3</sup> hasta 1.800 Mm<sup>3</sup>. Puede observarse que al aumentar el almacenamiento se aumenta la confiabilidad (más del 93% para 1.800 Mm<sup>3</sup>) pero esto trae consigo que el nivel de abastecimiento promedio no aumenta en forma considerable (menos de 10 Mm<sup>3</sup>).



*Figura 5-3: Río San Juan variación de, (a) Probabilidad de Abastecimiento y (b) Abastecimiento Promedio, para distintas Capacidades de Almacenamiento con Niveles de Abastecimiento Fijos para 2020, 2030, 2040 y 2050.*

### 5.3 OFERTA SOSTENIBLE RÍO JÁCHAL

El río Jáchal, aunque con menor volumen que el San Juan, reviste gran importancia para el abastecimiento del norte de la provincia y la actividad agrícola de Iglesia y Jáchal.

El embalse Cuesta del Viento desempeña un rol fundamental para el almacenamiento y la regulación de caudales de esta cuenca.

Las primeras simulaciones se realizaron para la capacidad actual de almacenamiento, 192 Mm<sup>3</sup>, cambiando el nivel de abastecimiento entre 100 y 600 Mm<sup>3</sup> por año. Los resultados son presentados en la Figura 5-8.

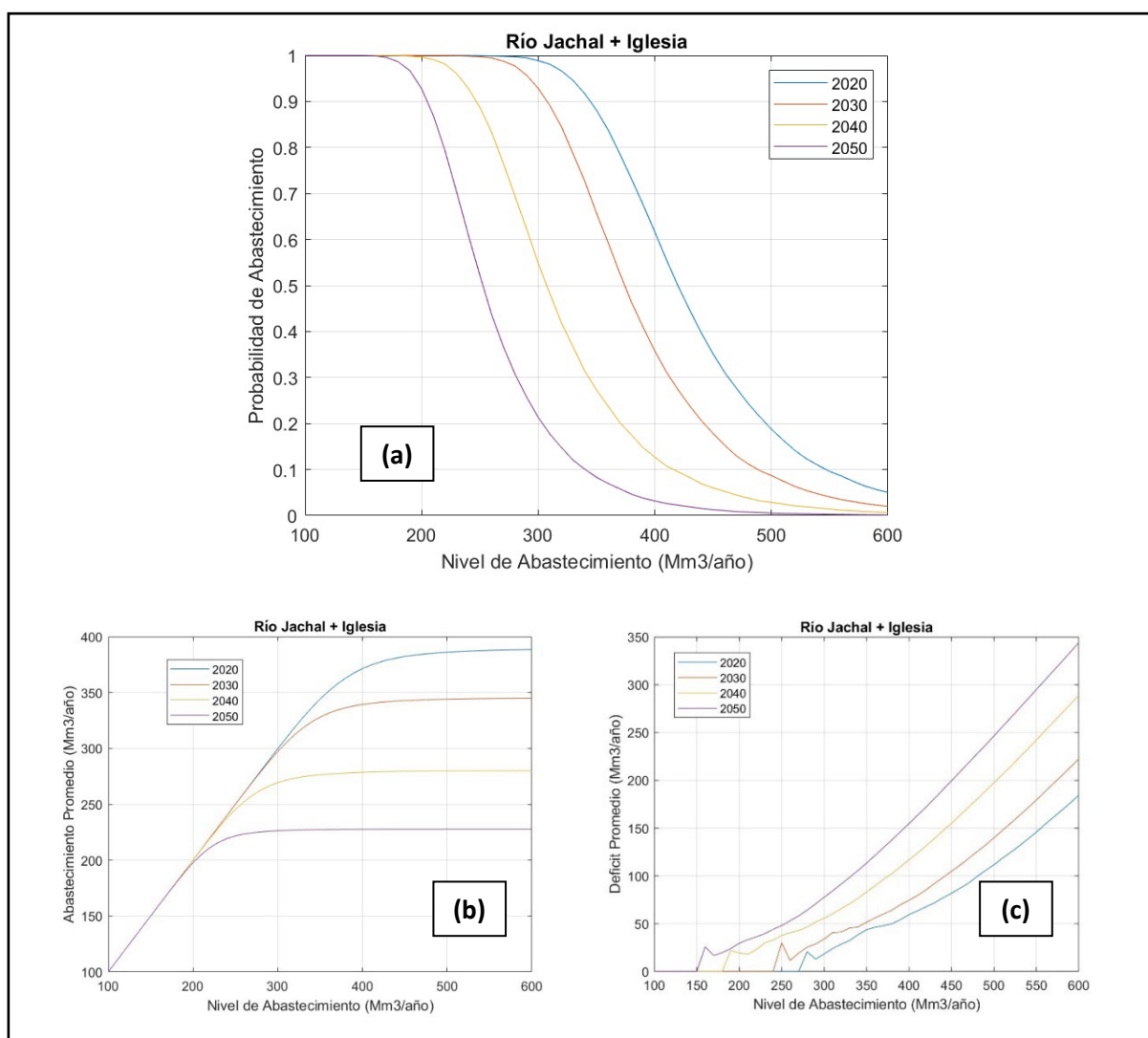


Figura 5-4: Río Jáchal-Iglesia variación de, (a) Probabilidad de Abastecimiento, (b) Abastecimiento Promedio y (c) Déficit Promedio, para distintos Niveles de Abastecimiento y Capacidad de Almacenamiento Fija (192 Mm<sup>3</sup>) para 2020, 2030, 2040 y 2050.

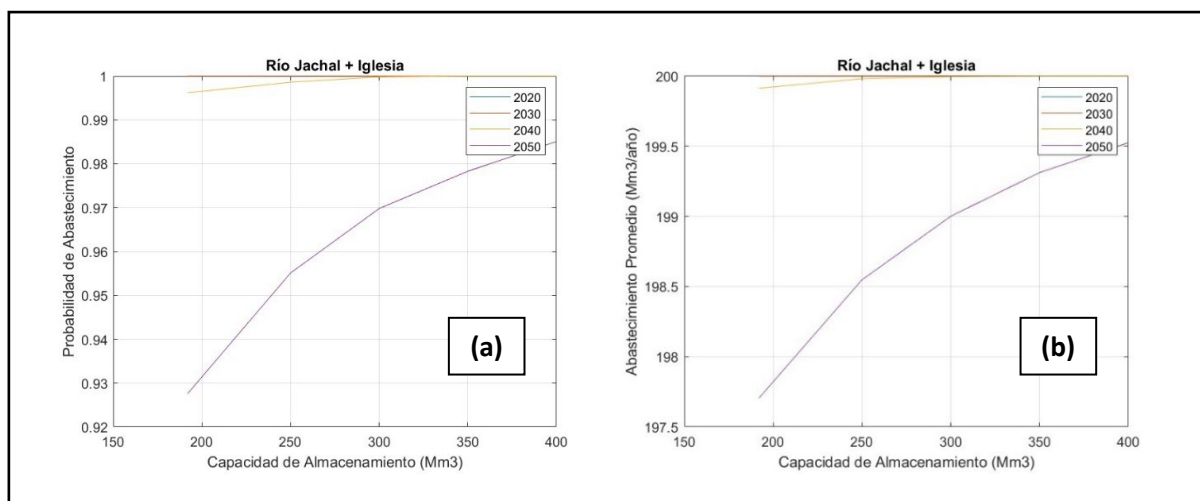
## Informe 6 - Evaluación de las alternativas de inversión

La tabla índice los diferentes valores de abastecimiento para dos niveles de confiabilidad.

*Tabla 5-2: Nivel de Abastecimiento, Abastecimiento Promedio y Déficit Promedio en la cuenca del Río Jáchal-Iglesia para Niveles de confiabilidad del 90 y 80% (2020, 2030, 2040 y 2050), 192 Mm<sup>3</sup>.*

Nivel de Confiabilidad	90%				80%			
Década	2020	2030	2040	2050	2020	2030	2040	2050
Nivel de Abastecimiento (Hm <sup>3</sup> )	340	310	250	200	370	330	260	220
Abastecimiento Promedio (Hm <sup>3</sup> )	336	305	245	198	357	318	252	211
Déficit Promedio (Hm <sup>3</sup> )	44	44	42	32	59	54	47	42

La segunda modelación se realizó tomando los valores obtenidos para un nivel de confiabilidad del 90 %, 340 (2020), 310 (2030), 250 (2040) y 200 (2050), variando gradualmente la capacidad de almacenamiento de 192 Mm<sup>3</sup> hasta 400 Mm<sup>3</sup> (Figura 5-9). Aumentando el almacenamiento se aumenta mucho la confiabilidad (más del 98% para 400 Mm<sup>3</sup>) pero el nivel de abastecimiento promedio no aumenta en forma considerable (menos de 5 Mm<sup>3</sup>).



*Figura 5-5: Río Jáchal-Iglesia variación de, (a) Probabilidad de Abastecimiento y (b) Abastecimiento Promedio, para distintas Capacidades de Almacenamiento con Niveles de Abastecimiento Fijos para 2020, 2030, 2040 y 2050.*

## 6. REVISIÓN DE LA DEMANDA HÍDRICA ACTUAL Y PROYECTADA

### 6.1 INTRODUCCIÓN A LA DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA HÍDRICA

La demanda hídrica en San Juan está dominada por el riego agrícola, que representa más del 90% de las demandas de agua en la cuenca del río San Juan, seguido por los usos poblacional, industrial y minero. Sin embargo, la eficiencia en el uso del agua es notablemente baja, según un análisis realizado por el CIGIAA (Centro de investigación, desarrollo e innovación para la gestión integral del agua en el árido) de diciembre del 2023: la eficiencia de aplicación y conducción de agua de riego se estima entre el 18% y el 42%, lo que implica que solo una fracción del agua derivada llega a los cultivos. Esto genera la necesidad de estimar las demandas netas y brutas y poder, al integrarlas con la oferta disponible, realizar los balances hídricos.

Este capítulo ofrece una revisión de la demanda hídrica proyectada para las principales cuencas hidrográficas de San Juan —con énfasis en las cuencas del río San Juan y del río Jáchal— para las décadas de 2020, 2030, 2040 y 2050. Se analizan las demandas de riego, calculadas a partir de la superficie cultivada informada en el informe “Superficie estimada de los principales cultivos de San Juan<sup>1</sup>” y los métodos de riego actuales, junto con las demandas poblacional, industrial y minera, considerando tendencias y escenarios futuros.

### 6.2 DEMANDA POBLACIONAL

La demanda poblacional total se compone de la demanda poblacional neta y las pérdidas del sistema. Estas últimas estimadas en un 37% de la demanda neta.

Los componentes de la demanda poblacional neta son:

- Demanda potable residencial
- Demanda de obras civiles
- Demanda de industrias (abastecidas desde la red poblacional)

---

<sup>1</sup> Secretaría de Agricultura, Ganadería y Agroindustria del Ministerio de Producción.

### 6.2.1 Demanda potable residencial

Se estima una demanda por personal por día de 250 litros, la población actual y proyectada se basa en datos del INDEC.

Tabla 6-1: Poblacional Actual (2022) y proyectada. Provincia de San Juan.

Cuenca	Departamento	Poblacional Actual (2022) y proyectada (habitantes)			
		2022	2030	2040	2050
Río San Juan	Albardón	31 229	35 774	40 673	46 126
	Angaco	10 149	11 322	12 553	13 890
	Capital	113 773	114 754	115 686	116 607
	Caucete	44 814	48 261	51 757	55 429
	Chimbas	105 181	115 242	125 620	136 699
	9 de Julio	12 092	13 813	15 662	17 715
	Pocito	74 478	88 759	104 766	123 252
	Rawson	136 177	147 956	160 005	172 767
	Rivadavia	99 373	108 582	118 055	128 141
	San Martín	14 910	17 303	19 915	22 857
	Santa Lucía	60 919	68 518	76 563	85 362
	Sarmiento	27 293	30 272	33 382	36 739
	Ullum	6 463	7 442	8 502	9 687
	25 de Mayo	20 842	22 945	25 123	27 460
	Zonda	6 508	7 553	8 693	9 978
Calingasta	10 985	12 407	13 918	15 577	
Río Jáchal	Iglesia	8 763	8 503	8 264	8 037
	Jáchal	25 462	27 408	29 380	31 451
Valle Fértil	Valle Fértil	8 823	9 720	10 649	11 647
<b>Total</b>		<b>818 234</b>	<b>896 531</b>	<b>979 168</b>	<b>1 069 423</b>

A continuación, se presentan los valores de demanda residencial actual y proyectada en volumen ( $\text{hm}^3$ ) por año.

## Informe 6 - Evaluación de las alternativas de inversión

Tabla 6-2: Demanda Potable residencial actual (2022) y proyectada en  $hm^3/año$

Cuenca	Departamento	Demanda Potable residencial actual (2022) y proyectada en $hm^3/Año$			
		2022	2030	2040	2050
Río San Juan	Albardón	2.85	3.26	3.71	4.21
	Angaco	0.93	1.03	1.15	1.27
	Capital	10.38	10.47	10.56	10.64
	Caucete	4.09	4.40	4.72	5.06
	Chimbas	9.60	10.52	11.46	12.47
	9 de Julio	1.10	1.26	1.43	1.62
	Pocito	6.80	8.10	9.56	11.25
	Rawson	12.43	13.50	14.60	15.76
	Rivadavia	9.07	9.91	10.77	11.69
	San Martín	1.36	1.58	1.82	2.09
	Santa Lucía	5.56	6.25	6.99	7.79
	Sarmiento	2.49	2.76	3.05	3.35
	Ullum	0.59	0.68	0.78	0.88
	25 de Mayo	1.90	2.09	2.29	2.51
	Zonda	0.59	0.69	0.79	0.91
Calingasta	1.00	1.13	1.27	1.42	
Río Jáchal	Iglesia	0.80	0.78	0.75	0.73
	Jáchal	2.32	2.50	2.68	2.87
Valle Fértil	Valle Fértil	0.81	0.89	0.97	1.06
<b>Total</b>		<b>74.66</b>	<b>81.81</b>	<b>89.35</b>	<b>97.58</b>

La demanda de agua potable residencial, sin pérdidas para cada cuenca es:

Tabla 6-3: Demanda Potable residencial actual (2022) y proyectada en  $hm^3/año$

Cuenca	Demanda Potable residencial actual (2022) y proyectada en $hm^3/año$			
	2022	2030	2040	2050
Río San Juan	70.74	77.64	84.94	92.92
Río Jáchal	3.12	3.28	3.44	3.60
Valle Fértil	0.81	0.89	0.97	1.06

### 6.2.2 Demanda de obras civiles

Este componente de la demanda poblacional se refiere a los usos comerciales, de edificios públicos, y demás consumos no vinculados a un consumo poblacional residencial. En el reporte 3 se calcula este consumo como 94 litros por habitante por día, dando como resultado:

Tabla 6-4: Demanda Obras Civiles actual (2022) y proyectada en  $hm^3/año$ .

Cuenca	Departamento	Demanda Obras Civiles actual (2022) y proyectada en $hm^3/Año$			
		2022	2030	2040	2050
Río San Juan	Albardón	1.07	1.23	1.40	1.58
	Angaco	0.35	0.39	0.43	0.48
	Capital	3.90	3.94	3.97	4.00
	Caucete	1.54	1.66	1.78	1.90
	Chimbas	3.61	3.95	4.31	4.69
	9 de Julio	0.41	0.47	0.54	0.61
	Pocito	2.56	3.05	3.59	4.23
	Rawson	4.67	5.08	5.49	5.93
	Rivadavia	3.41	3.73	4.05	4.40
	San Martín	0.51	0.59	0.68	0.78
	Santa Lucía	2.09	2.35	2.63	2.93
	Sarmiento	0.94	1.04	1.15	1.26
	Ullum	0.22	0.26	0.29	0.33
	25 de Mayo	0.72	0.79	0.86	0.94
	Zonda	0.22	0.26	0.30	0.34
Calingasta	0.38	0.43	0.48	0.53	
Río Jáchal	Iglesia	0.30	0.29	0.28	0.28
	Jáchal	0.87	0.94	1.01	1.08
Valle Fértil	Valle Fértil	0.30	0.33	0.37	0.40
<b>Total</b>		<b>28.07</b>	<b>30.76</b>	<b>33.60</b>	<b>36.69</b>

La Demanda de obras civiles por cuenca es:

Tabla 6-5: Demanda Obras Civiles actual (2022) y proyectada en  $hm^3/año$ 

Cuenca	Demanda Obras Civiles actual (2022) y proyectada en $hm^3/año$			
	2022	2030	2040	2050
Río San Juan	26.60	29.19	31.94	34.94
Río Jáchal	1.17	1.23	1.29	1.35
Valle Fértil	0.30	0.33	0.37	0.40

### 6.2.3 Demanda de industrias (abastecidas desde la red poblacional)

Para los componentes industriales, se utilizó el Índice de Producción Industrial Manufacturero (IPI), basado en datos históricos de producción manufacturera. Para los componentes poblacionales, se empleó el Indicador Sintético de la Actividad de la Construcción (ISAC), que refleja la actividad constructiva. La metodología se desarrolla en el reporte 3.

Informe 6 - Evaluación de las alternativas de inversión

Tabla 6-6: Demanda Industria (2022) y proyectada en hm<sup>3</sup>/año

Cuenca	Departamento	Demanda Industria (2022) y proyectada en hm <sup>3</sup> /año			
		2022	2030	2040	2050
Río San Juan	Albardón	1.73	1.84	1.96	2.09
	Angaco	0.56	0.58	0.61	0.63
	Capital	6.29	5.90	5.59	5.29
	Caucete	2.48	2.48	2.50	2.51
	Chimbas	5.82	5.93	6.07	6.20
	9 de Julio	0.67	0.71	0.76	0.80
	Pocito	4.12	4.57	5.06	5.59
	Rawson	7.53	7.61	7.73	7.84
	Rivadavia	5.49	5.59	5.70	5.81
	San Martín	0.82	0.89	0.96	1.04
	Santa Lucía	3.37	3.52	3.70	3.87
	Sarmiento	1.51	1.56	1.61	1.67
	Ullum	0.36	0.38	0.41	0.44
	25 de Mayo	1.15	1.18	1.21	1.25
	Zonda	0.36	0.39	0.42	0.45
Calingasta	0.61	0.64	0.67	0.71	
Río Jáchal	Iglesia	0.48	0.44	0.40	0.36
	Jáchal	1.41	1.41	1.42	1.43
Valle Fértil	Valle Fértil	0.49	0.50	0.51	0.53
<b>Total</b>		<b>45.24</b>	<b>46.12</b>	<b>47.29</b>	<b>48.51</b>

La Demanda de industrias por cuenca es:

Tabla 6-7: Demanda Industria (2022) y proyectada en hm<sup>3</sup>/año

Cuenca	Demanda Industria (2022) y proyectada en hm <sup>3</sup> /año			
	2022	2030	2040	2050
Río San Juan	42.86	43.78	44.96	46.19
Río Jáchal	1.89	1.85	1.82	1.79
Valle Fértil	0.49	0.50	0.51	0.53

### 6.2.4 Demanda poblacional total

Las pérdidas estimadas en el sistema se estiman en un 37% de la demanda:

Tabla 6-8: Pérdidas del sistema en hm<sup>3</sup>/año

Cuenca	Departamento	Pérdidas del sistema. Se estiman en un 37% en hm <sup>3</sup> /año			
		2022	2030	2040	2050
Río San Juan	Albardón	2.09	1.79	1.45	1.08
	Angaco	0.68	0.57	0.45	0.32
	Capital	7.61	5.73	4.12	2.72
	Caucete	3.00	2.41	1.84	1.29
	Chimbas	7.04	5.75	4.47	3.19
	9 de Julio	0.81	0.69	0.56	0.41
	Pocito	4.98	4.43	3.73	2.87
	Rawson	9.11	7.39	5.70	4.03
	Rivadavia	6.65	5.42	4.20	2.99
	San Martín	1.00	0.86	0.71	0.53
	Santa Lucía	4.07	3.42	2.73	1.99
	Sarmiento	1.83	1.51	1.19	0.86
	Ullum	0.43	0.37	0.30	0.23
	25 de Mayo	1.39	1.15	0.89	0.64
	Zonda	0.44	0.38	0.31	0.23
Calingasta	0.73	0.62	0.50	0.36	
Río Jáchal	Iglesia	0.59	0.42	0.29	0.19
	Jáchal	1.70	1.37	1.05	0.73
Valle Fértil	Valle Fértil	0.59	0.49	0.38	0.27
<b>Total</b>		<b>54.73</b>	<b>44.76</b>	<b>34.87</b>	<b>24.93</b>

Las pérdidas por cuenca son:

Tabla 6-9: Pérdidas del sistema por cuenca en hm<sup>3</sup>/año.

Cuenca	Pérdidas del sistema. Se estiman en un 37% en hm <sup>3</sup> /año			
	2022	2030	2040	2050
Río San Juan	51.85	42.48	33.15	23.73
Río Jáchal	2.29	1.79	1.34	0.92
Valle Fértil	0.59	0.49	0.38	0.27

## Informe 6 - Evaluación de las alternativas de inversión

La Demanda poblacional Total estimada, siendo esta la suma de las anteriores es:

*Tabla 6-10: Demanda Poblacional Total en hm<sup>3</sup>/año*

Cuenca	Departamento	Demanda Poblacional Total en hm <sup>3</sup> /año			
		2022	2030	2040	2050
Río San Juan	Albardón	7.74	8.67	9.69	10.80
	Angaco	2.51	2.75	2.99	3.25
	Capital	28.19	27.82	27.55	27.30
	Caucete	11.10	11.70	12.33	12.98
	Chimbas	26.06	27.94	29.92	32.01
	9 de Julio	3.00	3.35	3.73	4.15
	Pocito	18.45	21.52	24.95	28.86
	Rawson	33.74	35.88	38.11	40.45
	Rivadavia	24.62	26.33	28.12	30.00
	San Martín	3.69	4.20	4.74	5.35
	Santa Lucía	15.09	16.61	18.23	19.99
	Sarmiento	6.76	7.34	7.95	8.60
	Ullum	1.60	1.80	2.02	2.27
	25 de Mayo	5.16	5.56	5.98	6.43
	Zonda	1.61	1.83	2.07	2.34
Calingasta	2.72	3.01	3.31	3.65	
Río Jáchal	Iglesia	2.17	2.06	1.97	1.88
	Jáchal	6.31	6.65	7.00	7.36
Valle Fértil	Valle Fértil	2.19	2.36	2.54	2.73
<b>Total</b>		<b>202.71</b>	<b>217.39</b>	<b>233.20</b>	<b>250.39</b>

La Demanda poblacional total estimada por cuenca es:

*Tabla 6-11: Demanda Poblacional Total en hm<sup>3</sup>/año*

Cuenca	Demanda Poblacional Total en hm <sup>3</sup> /año			
	2022	2030	2040	2050
Río San Juan	192.05	206.32	221.69	238.42
Río Jáchal	8.48	8.71	8.97	9.25
Valle Fértil	2.19	2.36	2.54	2.73

### 6.3 DEMANDA AGRÍCOLA

La demanda agrícola proyectada hasta 2050 se estimó considerando las siguientes premisas:

- La superficie cultivada permanecerá constante (se utiliza la superficie actualizada, explicadas en el capítulo 4),

## Informe 6 - Evaluación de las alternativas de inversión

- Las técnicas de riego actuales (por goteo y gravedad, sea esta tecnificada o tradicional) se mantendrán sin cambios
- La distribución y tipo de cultivos no variarán respecto a la situación actual.
- El único factor que incrementa la demanda futura es el cambio en la evapotranspiración (ET), derivado del impacto del cambio climático.

Los incrementos porcentuales de la ET para los años 2030, 2040 y 2050, calculados con base en el período de referencia 2000-2020, se aplicaron para estimar la demanda agrícola futura en la cuenca del río San Juan y la cuenca del río Jáchal.

A continuación, se presenta un resumen de lo desarrollado en los reportes precedentes donde se exponen las demandas netas y brutas para cada cultivo por cuenca.

### 6.3.1 Evapotranspiración de los cultivos y proyecciones a futuro

Las proyecciones de crecimiento de la ETo a futuro para la cuenca del río San Juan y Jáchal es la siguiente:

*Tabla 6-12: Tendencias a futuro en el crecimiento de la evapotranspiración relativo a 2020*

Año	Rio San Juan	Rio Jáchal
2020	-	-
2030	5.00%	3.00%
2040	6.00%	3.50%
2050	7.00%	4.00%

Evapotranspiración de los cultivos, cuenca del rio San Juan:

*Tabla 6-13: Evapotranspiración de los cultivos. Cuenca río San Juan*

Cultivo	2022	2030	2040	2050
	Etc (mm)	Etc (mm)	Etc (mm)	Etc (mm)
Vid	1.033	1.085	1.095	1.105
Olivo	989	1.038	1.048	1.058
Pistacho	1.155	1.213	1.224	1.236
Tomate	485	509	514	519
Ajo y Cebolla	488	512	517	522
Semilla	821	863	871	879
Otros	800	840	848	856

## Informe 6 - Evaluación de las alternativas de inversión

### Evapotranspiración de los cultivos, cuenca del río Jáchal

Tabla 6-14: Evapotranspiración de los cultivos. Cuenca río Jáchal

Cultivo	2022	2030	2040	2050
	Etc (mm)	Etc (mm)	Etc (mm)	Etc (mm)
Vid	1033	1064	1069	1074
Membrillo	876	902	907	911
Semilla	821	846	850	854
Alfalfa	1206	1242	1248	1254
Ajo y Cebolla	488	503	505	508
Otros	800	824	828	832

Para determinar la demanda bruta de agua en la cuenca del río San Juan, se emplearon las siguientes eficiencias:

- Eficiencia de conducción: 66%
- Eficiencia de riego superficial tradicional: 50%
- Eficiencia de riego tecnificado con abastecimiento superficial: 70%
- Eficiencia de aplicación de riego tecnificado con fuente subterránea (riego por goteo): 85%

Estas eficiencias reflejan la desigual distribución de las pérdidas en cada sistema de riego, dependiente del nivel de inversión que se cuente.

### 6.3.2 La superficie cultivada por cuenca

Superficie cultivada cuenca Río San Juan. Valores en hectáreas.

Tabla 6-15: Superficie cultivada cuenca Río San Juan en hectáreas

Cultivo	Riego por Manto (Superficial tradicional)	Riego por mangas (Riego tecnificado superficial)	Riego por goteo (Riego tecnificado fuente subterránea)	Total Cultivado
Vid	30.954	7.730	1.000	<b>39.684</b>
Olivo	825	3.635	12.040	<b>16.500</b>
Pistacho	300	300	5.400	<b>6.000</b>
Tomate	60	2.940	0	<b>3.000</b>
Ajo y Cebolla	1.200	800	0	<b>2.000</b>
Semilla	435	1.015	0	<b>1.450</b>
Otros	4.050	450	0	<b>4.500</b>
<b>Total</b>	<b>37.824</b>	<b>16.870</b>	<b>18.440</b>	<b>73.134</b>

Informe 6 - Evaluación de las alternativas de inversión

Superficie cultivada cuenca rio Jáchal. Valores en hectáreas

Tabla 6-16: Superficie cultivada. Cuenca río Jáchal.

Cultivo	Riego por Manto (Superficial tradicional)
Vid	20
Membrillo	500
Semilla	550
Alfalfa	2.000
Ajo y Cebolla	60
Otros	400
<b>Total</b>	<b>3.530</b>

### 6.3.3 Demanda bruta por cuenca. Actual y proyectada.

#### Cuenca Rio San Juan

A continuación, se presentan los valores por cultivo que responde a la situación tendencial o de base sobre la que se trabajarán las alternativas de inversión.

Tabla 6-17: Demanda neta. Cuenca Río San Juan

Cultivo	2022	2030	2040	2050
	hm <sup>3</sup> /año	hm <sup>3</sup> /año	hm <sup>3</sup> /año	hm <sup>3</sup> /año
Vid	410	430	435	439
Olivo	163	171	173	175
Pistacho	69	73	73	74
Tomate	15	15	15	16
Ajo y Cebolla	10	10	10	10
Semilla	12	13	13	13
Otros	36	38	38	39
<b>Total</b>	<b>715</b>	<b>750</b>	<b>758</b>	<b>765</b>

Tabla 6-18: Demanda Bruta en Finca. Cuenca Río San Juan

Cultivo	2022	2030	2040	2050
	hm <sup>3</sup> /año	hm <sup>3</sup> /año	hm <sup>3</sup> /año	hm <sup>3</sup> /año
Vid	766	804	812	819
Olivo	208	218	220	222
Pistacho	85	90	90	91
Tomate	21	22	22	22
Ajo y Cebolla	17	18	18	18
Semilla	19	20	20	20
Otros	70	73	74	75
<b>Total</b>	<b>1 186</b>	<b>1 245</b>	<b>1 257</b>	<b>1 269</b>

## Informe 6 - Evaluación de las alternativas de inversión

*Tabla 6-19: Demanda Bruta total. Cuenca Rio San Juan.*

Cultivo	2022	2030	2040	2050
	hm <sup>3</sup> /año	hm <sup>3</sup> /año	hm <sup>3</sup> /año	hm <sup>3</sup> /año
Vid	1.154	1.212	1.223	1.235
Olivo	243	255	257	260
Pistacho	91	96	97	98
Tomate	32	33	34	34
Ajo y Cebolla	26	28	28	28
Semilla	29	30	31	31
Otros	106	111	112	113
<b>Total</b>	<b>1.681</b>	<b>1.765</b>	<b>1.782</b>	<b>1.798</b>

### Cuenca Rio Jáchal

Se presentan las demandas agrícolas neta, bruta en finca y bruta total, esta última se estima considerando la eficiencia de conducción, representando la demanda en cabecera del sistema.

*Tabla 6-20: Demanda neta. Cuenca Rio Jáchal.*

Cultivo	2022	2030	2040	2050
	hm <sup>3</sup> /año	hm <sup>3</sup> /año	hm <sup>3</sup> /año	hm <sup>3</sup> /año
Vid	0,21	0,21	0,21	0,21
Membrillo	4,38	4,51	4,53	4,56
Semilla	4,52	4,65	4,67	4,70
Alfalfa	24,12	24,84	24,96	25,08
Ajo y Cebolla	0,29	0,30	0,30	0,30
Otros	3,20	3,30	3,31	3,33
<b>Total</b>	<b>36,71</b>	<b>37,82</b>	<b>38,00</b>	<b>38,18</b>

*Tabla 6-21: Demanda Bruta en Finca. Cuenca Rio Jáchal.*

Cultivo	2022	2030	2040	2050
	hm <sup>3</sup> /año	hm <sup>3</sup> /año	hm <sup>3</sup> /año	hm <sup>3</sup> /año
Vid	0,41	0,43	0,43	0,43
Membrillo	8,76	9,02	9,07	9,11
Semilla	9,03	9,30	9,35	9,39
Alfalfa	48,24	49,69	49,93	50,17
Ajo y Cebolla	0,59	0,60	0,61	0,61
Otros	6,40	6,59	6,62	6,66
<b>Total</b>	<b>73,43</b>	<b>75,63</b>	<b>76,00</b>	<b>76,37</b>

Tabla 6-22: Demanda Bruta total. Cuenca Río Jáchal.

Cultivo	2022	2030	2040	2050
	hm <sup>3</sup> /año	hm <sup>3</sup> /año	hm <sup>3</sup> /año	hm <sup>3</sup> /año
Vid	0,63	0,64	0,65	0,65
Membrillo	13,27	13,67	13,74	13,80
Semilla	13,68	14,09	14,16	14,23
Alfalfa	73,09	75,28	75,65	76,01
Ajo y Cebolla	0,89	0,91	0,92	0,92
Otros	9,70	9,99	10,04	10,08
<b>Total</b>	<b>111,26</b>	<b>114,60</b>	<b>115,15</b>	<b>115,71</b>

#### 6.4 DEMANDA INDUSTRIAL

La estimación de la demanda industrial de agua se basó en el Índice de Producción Industrial Manufacturero (IPI), un indicador económico que mide mensualmente la actividad productiva del sector manufacturero. Se emplearon datos nacionales del IPI, promediando los valores de las principales industrias de San Juan entre 2016 y 2023.

La demanda industrial no abastecida con agua potable por OSSE, es la siguiente:

Tabla 6-23: Demanda Industrial en hm<sup>3</sup>/año. Cuenca río San Juan y río Jáchal.

Cuenca	Departamento	Demanda Industrial en hm <sup>3</sup> /año			
		2022	2030	2040	2050
Río San Juan	Sarmiento	0,17	0,17	0,18	0,19
	Pocito	0,41	0,41	0,41	0,41
	Rivadavia	0,55	0,55	0,55	0,55
	Rawson	0,19	0,19	0,19	0,19
	9 de Julio	0,22	0,22	0,22	0,22
	Capital	0,82	0,82	0,82	0,82
	Santa Lucia	1,76	1,76	1,76	1,76
	Chimbas	1,91	1,91	1,91	1,91
	Albardón	0,29	0,29	0,29	0,29
	San Martín	0,47	0,47	0,47	0,47
	Caucete	1,23	1,23	1,23	1,23
	25 de Mayo	0,72	0,72	0,72	0,72
	Ullum	0,30	0,30	0,30	0,30
Río Jáchal	Jáchal	0,02	0,02	0,02	0,02
	Iglesia	0,03	0,03	0,03	0,03
<b>Total provincial</b>		<b>9,09</b>	<b>9,09</b>	<b>9,10</b>	<b>9,11</b>

## Informe 6 - Evaluación de las alternativas de inversión

La demanda por cuenca es:

Tabla 6-24: Demanda Industrial en hm<sup>3</sup>/año por cuenca.

Cuenca	Demanda Industrial en hm <sup>3</sup> /año por cuenca.			
	2022	2030	2040	2050
Río San Juan	9.04	9.04	9.05	9.06
Río Jáchal	0.05	0.05	0.05	0.05

### 6.5 DEMANDA MINERÍA

Los datos se calculan en base a la actividad minera proyectada a futuro considerando el inicio de actividades:

Tabla 6-25: Proyección de consumo de agua 2023-2050 en proyectos mineros en producción o con probabilidad de entrar en producción

Proyección de consumo de agua 2023-2050 en proyectos mineros en producción o con probabilidad de entrar en producción.							
Proyecto	Proceso	Ubicación	Año estimado de inicio de actividades	Consumo de agua del proceso l/s	Año estimado de cierre de actividades	Cuenca	Observaciones
Casposo	Lixiviación de Au y Ag	Calingasta	2010	116.65		Río San Juan	Actividad Suspendida. Consumo actual 0,038 l/s
Los Azules	Lixiviación de Cu	Calingasta	2028	242.2	2056	Río San Juan	IIA de explotación en evaluación
Pachón	Flotación Cu, Mo	Calingasta	2030	1100		Río San Juan	Con Exploración avanzada- Probablemente inicie explotación antes de 2050
Altar - Río Cenicero	Cu, Au	Calingasta	2035	500		Río San Juan	Con Exploración avanzada- Probablemente inicie explotación antes de 2050
Veladero	Lixiviación de Au y Ag	Iglesia	2005	110	2030	Río Jáchal	
José María	Flotación Cu, Au, Ag	Iglesia	2026	1,500		Río Jáchal	Inició la construcción
Lama	Lixiviación de Au y Ag	Iglesia	2030	360		Río Jáchal	Etapas de construcción suspendida
Filo Del Sol	Cu, Au, Ag.	Iglesia	2035	500		Río Jáchal	Con Exploración avanzada- Probablemente inicie explotación antes de 2050
Hualilán	Au, Ag, Zn	Ullum	2026	100		Endorreica	IIA de explotación en evaluación
Guacamayo	Au, Ag	Jáchal	2009	116.65	2025	Río Vinchina-Bermejo	

Destacando que en los casos de yacimientos con exploración avanzada los datos de consumo de agua son estimados, sin tener datos concretos hasta que la empresa no realice su plan de explotación y tratamiento del mineral. Lo mismo para el año de inicio.

## Informe 6 - Evaluación de las alternativas de inversión

La demanda agregada por cuenca es:

*Tabla 6-26: Demanda Minera actual y proyectada en hm<sup>3</sup>/año.*

Cuenca	Departamento	Demanda Minera actual y proyectada en hm <sup>3</sup> /año			
		2022	2030	2040	2050
Río San Juan	Calingasta	0,16	19,76	23,70	23,70
	Ullum	0,00	0,79	0,79	0,79
Río Jáchal	Iglesia	1,45	28,68	31,17	31,17
	Jáchal	0,92	0,00	0,00	0,00
<b>Total provincial</b>		<b>2,53</b>	<b>49,23</b>	<b>55,66</b>	<b>55,66</b>

La demanda minera actual y proyectada por cuenca es:

*Tabla 6-27: Demanda Minera actual y proyectada en hm<sup>3</sup>/año por cuenca.*

Cuenca	Demanda Minera actual y proyectada en hm <sup>3</sup> /año por cuenca.			
	2022	2030	2040	2050
Río San Juan	0,16	20,55	24,49	24,49
Río Jáchal	2,37	28,68	31,17	31,17

## 7. ALTERNATIVAS PROPUESTAS PARA LA IMPLEMENTACIÓN

### 7.1 ESCENARIO TENDENCIAL. RIO SAN JUAN.

El año 2020 representa la situación actual a la que se enfrenta la cuenca del Río San Juan y su proyección hacia 2030, 2040 y 2050, representa el estado en que se encontraría la cuenca si no se implementan las alternativas de mejora propuestas suponiendo que se mantiene la superficie cultivada. Este análisis sirve como base para comparar los impactos de las intervenciones propuestas, permitiendo evaluar los beneficios de las mejoras en la eficiencia hídrica. A continuación, se describe la situación actual y su proyección hacia 2050:

La cuenca del Río San Juan enfrenta un déficit hídrico significativo y en aumento hacia mediados de siglo. Esto se debe a las elevadas demandas hídricas brutas, producto de la eficiencia global estimada en 42% y a la disminución en la oferta proyectada.

El escenario tendencial que comienza en la década de 2020 y su evolución hasta 2050, asume que no se realizan mejoras en la infraestructura ni en los métodos de riego, manteniendo una eficiencia global de 42% con la misma superficie cultivada actual. Se considera el aumento en la evapotranspiración de los cultivos producto del cambio climático. Los resultados son:

**Oferta Hídrica** (Oferta Sostenible al 80%): Representa la disponibilidad de agua con un 80% de probabilidad de excedencia, es decir, el volumen de agua que puede garantizarse en 8 de cada 10 años. La situación hacia 2020 es de 1.350 hm<sup>3</sup> disminuyendo hasta los 810 hm<sup>3</sup> hacia 2050.

**Demanda Hídrica:** Las demandas hídricas se dividen en varios sectores con diferente prioridad en su asignación. Su evolución refleja el crecimiento proyectado de la población y de las actividades industriales y mineras. El crecimiento en la demanda agrícola se debe al aumento de la evapotranspiración de los cultivos.

**Déficit hídrico proyectado:** Es la diferencia entre la demanda y oferta proyectada. Bajo un escenario donde la demanda es creciente y la oferta disminuye, los déficits a futuro se incrementan. Los valores se expresan como volumen bruto siendo este la diferencia entre la demanda agrícola bruta y la oferta disponible para el agro, el volumen neto, el cual se obtiene de la diferencia entre las demandas netas y la oferta (permite calcular la superficie

## Informe 6 - Evaluación de las alternativas de inversión

factible de regar con déficit cero) y los valores del déficit expresado como superficie cultivada.

**Eficiencias de riego y conducción:** Para la situación base se estiman eficiencias globales del 42% en toda la cuenca, discriminadas de la siguiente manera:

*Tabla 7-1: Superficie cultivada por fuente y tipo de riego. Cuenca río San Juan.*

Fuente de suministro	Superficie (ha)	Eficiencia de aplicación (%)	Eficiencia de conducción (%)
Agua superficial, riego por gravedad	37.824	50%	66%
Agua superficial, riego tecnificado	16.870	70%	66%
Agua subterránea riego tecnificado	18.440	85%	100%

*Tabla 7-2: Balance hídrico. Situación actual y tendencial. Río San Juan.*

Situación Actual y tendencial	2020	2030	2040	2050
Oferta Hídrica Sostenible 80% (Total)	1.350	1.210	990	810
Demanda Poblacional sin Cambio	192	206	222	238
Demanda Industrial	9,04	9,04	9,04	9,05
Demanda Minería	0,16	20,55	24,49	24,49
Oferta Hídrica Sostenible 80% (Descontando uso industrial, minero y poblacional)	1.149	974	735	538
Demanda Agrícola Bruta	1.681	1.765	1.782	1.798
Total Hectáreas Cultivadas	73.134	73.134	73.134	73.134
Demanda neta media de los cultivos mm/año	977	1.026	1.036	1.046
Déficit Bruto	532	791	1.047	1.260
Déficit Neto	226	336	445	536
Déficit expresado en superficie cultivada (ha)	23.148	32.766	42.971	51.254
Superficie a cultivar con déficit cero (ha)	49.986	40.368	30.163	21.880

La tabla de la Situación Actual y tendencial del Río San Juan muestra una tendencia preocupante hacia 2050: el déficit hídrico bruto se incrementa significativamente, pasando de 532 hm<sup>3</sup>/año en 2020 a 1.260 hm<sup>3</sup>/año en 2050, lo que refleja una creciente incapacidad para satisfacer las demandas hídricas debido a la disminución de la oferta hídrica sostenible y el aumento de las demandas.

## 7.2 MEJORA EN EFICIENCIA DE APLICACIÓN. RIO SAN JUAN.

La alternativa se centra en optimizar la eficiencia en la aplicación del agua de riego mediante la transición progresiva hacia un sistema de **riego por goteo comunitario** con distribución presurizada, alcanzando una eficiencia de aplicación del 85% para el año 2050 en las 73.134 hectáreas de cultivo. El análisis se realiza bajo dos supuestos, uno donde no se aumenta la eficiencia en el abastecimiento poblacional y otro donde las pérdidas se reducen gradualmente aumentando la cantidad de agua disponible para uno de riego.

### 1. Contexto y objetivos

- **Situación inicial:** La eficiencia de aplicación varía según el método de riego y la fuente de suministro: 50% en riego por gravedad con abastecimiento superficial (37.824 ha), 70% en riego tecnificado con abastecimiento superficial (16.870 ha) y 85% en riego tecnificado con abastecimiento subterráneo (18.440 ha). Esto implica una alta demanda bruta de agua, especialmente en sistemas menos eficientes como el riego por inundación.
- **Objetivo:** Reducir la demanda bruta de agua mediante la adopción de sistemas de riego por goteo comunitarios, incrementando de manera progresiva la eficiencia de aplicación hasta llegar al 85% en 2050 en la totalidad de la superficie cultivada.
- **Beneficio esperado:** Ahorro significativo de agua, la demanda agrícola bruta pasa de 1.681 hm<sup>3</sup>/año en 2020 a 1.239 hm<sup>3</sup>/año en 2050. El déficit hídrico disminuye de manera considerable, a unos 701 hm<sup>3</sup>/año para la situación sin mejora en el abastecimiento poblacional y a 660 hm<sup>3</sup>/año con la mejora en el abastecimiento poblacional.

### 2. Componentes de la implementación

La implementación se basa en una transición gradual hacia el riego por goteo comunitario con distribución presurizada, considerando mejoras en la infraestructura de riego, manteniendo las eficiencias de conducción actuales.

#### a) Infraestructura requerida

- **Red de distribución terciaria:** Se moderniza para incorporar sistemas colectivos de distribución presurizada, manteniendo la red secundaria existente. Incluye:
  - **Tuberías presurizadas:** Se calcula la longitud necesaria por década (2030, 2040, 2050) para cubrir las 54.694 ha de cultivos con suministro superficial.

## Informe 6 - Evaluación de las alternativas de inversión

- **Reservorios:** Para almacenamiento y regulación del agua.
- **Estaciones de filtrado y presurización:** Garantizan la calidad y presión del agua.
- **Red eléctrica:** Soporte para estaciones de bombeo y presurización.
- **Estructuras de derivación:** Facilitan la distribución eficiente.
- **Caudalímetros:** Elemento para la medición y registro de los volúmenes de agua entregado a cada usuario.
- **Mejoras intrafinca:** Se consideran sistemas tecnificados de aplicación del agua de riego.
- **Mantenimiento de infraestructura secundaria:** No se modifican los canales principales, solo se optimizan los sistemas terciarios.

### b) Escenarios propuestos

- **Sin mejora en la distribución agua potable:**
  - Mejora en la eficiencia de aplicación mediante riego por goteo
  - La red de agua potable permanece sin cambios, con un 27% de pérdidas.
- **Mejora de la distribución agua potable:**
  - Mejora en la eficiencia de aplicación mediante riego por goteo
  - La red de agua potable presenta una disminución en las pérdidas, considerando estas en un 12% a 2050.

## 3. Metodología de implementación

- **Etapas:**
  - **2030:** Alcanzar una eficiencia global del 48%, extendiendo el riego por goteo en 18.231 ha. La eficiencia de aplicación media del 68% en la cuenca.
  - **2040:** Lograr un 53% de eficiencia global, llegando a las 36.463 ha con riego presurizado. La eficiencia de aplicación media pretendida es del 74%
  - **2050:** Completar la transición con un 62% de eficiencia global en las 54.694 ha bajo riego por goteo. La eficiencia de aplicación no cambia, manteniéndose en los 66%.

## Informe 6 - Evaluación de las alternativas de inversión

*Tabla 7-3: Balance hídrico. Escenario de mejora de la eficiencia de aplicación, sin cambios en el abastecimiento poblacional. Rio San Juan.*

<b>Mejora de la eficiencia de Aplicación</b>	<b>2020</b>	<b>2030</b>	<b>2040</b>	<b>2050</b>
Oferta Hídrica Sostenible 80% (Total)	1.350	1.210	990	810
Demanda Poblacional sin Cambio	192	206	222	238
Demanda Industrial	9,04	9,04	9,04	9,05
Demanda Minería	0,16	20,55	24,49	24,49
Oferta Hídrica Sostenible 80% (Descontando uso industrial, minero y poblacional)	1.149	974	735	538
Demanda Agrícola Bruta	1.681	1.555	1.428	1.239
Total Hectáreas Cultivadas	73.134	73.134	73.134	73.134
Demanda neta media de los cultivos mm/año	977	1.026	1.036	1.046
Déficit Bruto	532	581	693	701
Déficit Neto	226	303	362	420
Déficit expresado en superficie cultivada (ha)	23.148	29.562	34.935	40.192
Superficie a cultivar con déficit cero (ha)	49.986	43.572	38.199	32.942

En 2020 la oferta hídrica asignada para riego es de 538 hm<sup>3</sup>/año, mientras que la demanda agrícola bruta alcanza 1.681 hm<sup>3</sup>/año, generando un déficit bruto de 532 hm<sup>3</sup>/año. Esto se traduce en un déficit bruto de 532 hm<sup>3</sup>/año y un déficit neto de 226 hm<sup>3</sup>/año. Para 2050, con la transición completa al riego por goteo, una demanda agrícola proyectada de 1.239 hm<sup>3</sup>/año y la oferta hídrica sostenible destinada para riego de 579 hm<sup>3</sup>/año. Si bien el déficit bruto disminuye en relación a la situación tendencial, el mismo se mantiene elevado en torno a los 701 hm<sup>3</sup>/año y el neto en 420 hm<sup>3</sup>/año.

*Tabla 7-4: Balance hídrico. Escenario de mejora de la eficiencia de aplicación, con mejoras en el abastecimiento poblacional. Rio San Juan.*

<b>Mejora de la eficiencia de Aplicación</b>	<b>2020</b>	<b>2030</b>	<b>2040</b>	<b>2050</b>
Oferta Hídrica Sostenible 80% (Total)	1.350	1.210	990	810
Demanda Poblacional eficiente	192	193	195	198
Demanda Industrial	9,04	9,04	9,04	9,05
Demanda Minería	0,16	20,55	24,49	24,49
Oferta Hídrica Sostenible 80% (Descontando uso industrial, minero y poblacional)	1.149	987	761	579
Demanda Agrícola Bruta	1.681	1.555	1.428	1.239
Total Hectáreas Cultivadas	73.134	73.134	73.134	73.134
Demanda neta media de los cultivos mm/año	977	1.026	1.036	1.046
Déficit Bruto	532	568	666	660
Déficit Neto	226	296	348	396
Déficit expresado en superficie cultivada (ha)	23.148	28.889	33.588	37.861
Superficie a cultivar (ha)	49.986	44.245	39.546	35.273

En esta variante del escenario, se combinan las mejoras en la eficiencia de aplicación descritas anteriormente con una reducción de pérdidas en el abastecimiento poblacional. En 2020, los valores iniciales son idénticos, sin embargo, para 2050 la oferta hídrica sostenible asignada al agro es ligeramente mayor (579 hm<sup>3</sup>/año), debido a la reducción en el volumen asignado para abastecimiento, por disminución de pérdidas en el sistema.

### 7.3 MEJORA EN EFICIENCIA DE APLICACIÓN Y CONDUCCIÓN. RIO SAN JUAN.

Esta alternativa combina mejoras en la eficiencia de conducción, revestimiento de canales para mejorar la eficiencia de conducción, y la mejora en la eficiencia de aplicación (transición a riego por goteo comunitario para optimizar la eficiencia de aplicación), buscando maximizar la eficiencia del sistema hídrico en la cuenca. Esta alternativa logra la **mayor disminución del déficit hídrico hacia 2050**, siendo la base para el análisis de rentabilidad tratado posteriormente. A continuación, se detalla la implementación considerando la implementación por etapas hasta 2050.

#### 1. Contexto y objetivos

- **Situación inicial:** Actualmente, la eficiencia depende del método de riego y la fuente de agua: el riego por gravedad con suministro superficial tiene una eficiencia de aplicación del 50% y el riego tecnificado con abastecimiento superficial, alcanza un 70% de aplicación; ambos con una eficiencia de conducción del 66%. El riego tecnificado con agua subterránea logra un 85% global.
- **Objetivo:** Reducir al máximo la demanda bruta de agua mediante el incremento de la eficiencia de riego y de conducción. Esto se prevé realizar de manera progresiva, alcanzando la totalidad de la superficie cultivada hacia 2050.
- **Beneficio esperado:** Minimización de pérdidas en conducción y aplicación, logrando un uso óptimo del recurso hídrico destinado para riego.

## 2. Componentes de la implementación

La implementación integra dos estrategias principales: el revestimiento de canales secundarios y la transición a un sistema de riego por goteo comunitario con distribución presurizada, evaluadas en dos escenarios:

### a) Infraestructura requerida

- **Mejora en la eficiencia de conducción:**
  - **Revestimiento de canales secundarios:** Se impermeabilizan los canales de tierra, que combinado con la mejora en la distribución terciaria (la misma se realiza con tuberías presurizadas), se alcanzaría una eficiencia de conducción del 95% en todo el sistema.
- **Mejora en la eficiencia de aplicación:**
  - **Red de distribución terciaria presurizada:** Modernización para incorporar sistemas colectivos de riego por goteo, incluyendo:
  - **Tuberías presurizadas:** Se estima un costo por hectárea necesario por década (2030, 2040, 2050) para cubrir la superficie bajo riego.
  - **Reservorios:** Para almacenamiento y regulación del agua.
  - **Estaciones de filtrado y presurización:** Garantizan la calidad y presión del agua.
  - **Red eléctrica:** Soporte para estaciones de bombeo y presurización.
  - **Estructuras de derivación:** Facilitan el control de la distribución.
  - **Caudalímetros:** Elemento para la medición y registro de los volúmenes de agua entregado a cada usuario.

### b) Escenarios propuestos

- **Sin mejora en la distribución agua potable:**
  - Mejora de la red de distribución secundaria de agua
  - Mejora en la eficiencia de aplicación mediante riego por goteo
  - La red de agua potable permanece sin cambios, con un 27% de pérdidas.
- **Mejora de la distribución agua potable:**
  - Combina las mejoras del escenario 3.A con una disminución en las pérdidas en el abastecimiento poblacional, pérdidas del 12% a 2050.

## 3. Metodología de implementación

- **Etapas temporales:**
  - **2030:** Alcanzar una eficiencia global del 54%, extendiendo el riego tecnificado y la eficiencia de conducción en las redes secundarias en 18.231 ha. La eficiencia de aplicación media es del 68% en la cuenca y la de conducción del 80%.
  - **2040:** Lograr un 65% de eficiencia global, llegando a las 36.463 ha con riego presurizado y su infraestructura de distribución secundaria modernizada. La eficiencia de aplicación media pretendida es del 74% y la de conducción del 88%.
  - **2050:** Completar la transición con un 81% de eficiencia global en las 54.694 ha bajo riego por goteo. La eficiencia de aplicación es del 85% y la de conducción del 95%.

Informe 6 - Evaluación de las alternativas de inversión

Tabla 7-5: Balance hídrico. Escenario de mejora de la eficiencia de aplicación y conducción, sin cambios en el abastecimiento poblacional. Rio San Juan.

Mejora de la eficiencia de Aplicación	2020	2030	2040	2050
Oferta Hídrica Sostenible 80% (Total)	1.350	1.210	990	810
Demanda Poblacional sin Cambio	192	206	222	238
Demanda Industrial	9,04	9,04	9,04	9,05
Demanda Minería	0,16	20,55	24,49	24,49
Oferta Hídrica Sostenible 80% (Descontando uso industrial, minero y poblacional)	1.149	974	735	538
Demanda Agrícola Bruta	1.681	1.381	1.162	934
Total Hectáreas Cultivadas	73.134	73.134	73.134	73.134
Demanda neta media de los cultivos mm/año	977	1.026	1.036	1.046
Déficit Bruto	532	407	427	396
Déficit Neto	226	221	279	324
Déficit expresado en superficie cultivada (ha)	23.148	21.567	26.889	31.015
Superficie a cultivar con déficit cero (ha)	49.986	51.567	46.245	42.119

Para el escenario sin mejora en el abastecimiento poblacional se pretende una transición completa al riego por goteo y la totalidad de la red de distribución secundaria impermeabilizada, esto genera una demanda agrícola bruta de 934 hm<sup>3</sup>/año y la oferta hídrica sostenible destinada a riego en 538 hm<sup>3</sup>/año, dando como resultado un déficit hídrico bruto de 396 hm<sup>3</sup>/año y 324 hm<sup>3</sup>/año de déficit hídrico neto.

Tabla 7-6: Balance hídrico. Escenario de mejora de la eficiencia de aplicación y conducción, con mejoras en el abastecimiento poblacional. Rio San Juan

Mejora de la eficiencia de Aplicación	2020	2030	2040	2050
Oferta Hídrica Sostenible 80% (Total)	1.350	1.210	990	810
Demanda Poblacional eficiente	192	193	195	198
Demanda Industrial	9,04	9,04	9,04	9,05
Demanda Minería	0,16	20,55	24,49	24,49
Oferta Hídrica Sostenible 80% (Descontando uso industrial, minero y poblacional)	1.149	987	761	579
Demanda Agrícola Bruta	1.681	1.381	1.162	934
Total Hectáreas Cultivadas	73.134	73.134	73.134	73.134
Demanda neta media de los cultivos mm/año	977	1.026	1.036	1.046
Déficit Bruto	532	394	401	356
Déficit Neto	226	214	261	291
Déficit expresado en superficie cultivada (ha)	23.148	20.867	25.208	27.833
Superficie a cultivar (ha)	49.986	52.267	47.926	45.301

En este último escenario, se combinan las mejoras en la eficiencia de aplicación y conducción descritas en el escenario anterior con una reducción de pérdidas en el abastecimiento poblacional, siendo este el escenario óptimo en temas de balance hídrico. Para 2050, la oferta hídrica sostenible asignada al agro es ligeramente mayor (579 hm<sup>3</sup>/año), dando como resultado un déficit bruto de 356 hm<sup>3</sup>/año y 291 hm<sup>3</sup>/año de déficit neto.

#### **7.4 CONSIDERACIONES FINALES. ALTERNATIVAS EN EL RIO SAN JUAN**

El análisis de la situación actual y tendencial de la cuenca del Río San Juan revela un panorama crítico hacia 2050, con un déficit hídrico bruto que se incrementa de 532 hm<sup>3</sup>/año en 2020 a 1.260 hm<sup>3</sup>/año, reflejando el impacto que tendría en la cuenca una disminución de la oferta hídrica sostenible (de 1.350 hm<sup>3</sup>/año a 810 hm<sup>3</sup>/año) y un aumento en las demandas, especialmente agrícolas, debido al cambio climático y la baja eficiencia global de riego (42%). Este escenario, que asume la ausencia de mejoras, resulta en una reducción significativa de la superficie cultivable sin déficit, pasando de 49.986 ha en 2020 a solo 21.880 ha en 2050.

Por su parte, en el escenario donde solo se mejora la eficiencia de aplicación se propone una transición progresiva hacia el riego por goteo comunitario, alcanzando una eficiencia de aplicación del 85% en 2050, manteniendo la eficiencia de conducción en los 66%. En la alternativa sin mejoras en el abastecimiento poblacional, la demanda agrícola bruta disminuye de 1.681 hm<sup>3</sup>/año en 2020 a 1.239 hm<sup>3</sup>/año en 2050, reduciendo el déficit bruto a 701 hm<sup>3</sup>/año, lo que significa cultivar 32.942 ha sin déficit. Con la alternativa que considera una reducción de pérdidas en el abastecimiento poblacional, el déficit bruto se reduce aún más, a 660 hm<sup>3</sup>/año, y la superficie cultivable sin déficit aumenta a 35.273 ha. El escenario que combina la mejora en la conducción en las redes de canales (eficiencia de conducción al 95%) con el riego por goteo (eficiencia de aplicación al 85%), ofrece los mejores resultados.

Este escenario de mejora en la eficiencia de aplicación y conducción, el déficit bruto en 2050 se reduce a 396 hm<sup>3</sup>/año, permitiendo cultivar 42.119 ha sin déficit. Al incluir mejoras en el abastecimiento poblacional, logra el menor déficit bruto (356 hm<sup>3</sup>/año) y la mayor superficie cultivable sin déficit (45.301 ha). Esta alternativa maximiza el uso eficiente del agua, minimizando pérdidas en conducción y aplicación, y representa la opción más sostenible a largo plazo.

## Informe 6 - Evaluación de las alternativas de inversión

En el capítulo 11 se desarrollan los costos estimados para la mejora en la eficiencia de conducción y aplicación, incorporando un hito intermedio en 2035, donde se aplica un riego tecnificado de baja inversión, como ser el riego por mangas, luego hacia 2050 se estiman los costos para la implementación de riegos por goteo comunitarios en la totalidad de la superficie.

### 7.5 SITUACIÓN DEL RIO JÁCHAL.

Las demandas de agua, tanto en la situación actual como en las proyecciones de crecimiento futuro, están satisfechas. En 2020, el balance es positivo con un excedente de 288 hm<sup>3</sup>, y considerando las proyecciones en la demanda poblacional, agrícola y usos en minería, la cuenca continúa presentando excedentes hacia 2050.

*Tabla 7-7: Balance hídrico. Cuenca Río Jáchal.*

<b>Mejora de la eficiencia de Aplicación</b>	<b>2020</b>	<b>2030</b>	<b>2040</b>	<b>2050</b>
Oferta Hídrica Sostenible 80% (Total)	410	370	300	250
Demanda Poblacional	8	9	9	9
Demanda Industrial	9,04	9,04	9,04	9,05
Demanda Minería	2,4	28,7	31,2	31,2
Oferta Hídrica Sostenible 80% (Descontando uso industrial, minero y poblacional)	402	361	291	241
Demanda Agrícola Bruta	111	115	115	116
Total hectáreas cultivadas	3.530	3.530	3.530	3.530
Demanda neta media de los cultivos mm/año	977	1.026	1.036	1.046
Excedentes en la cuenca	288	218	145	94

El balance hídrico hacia 2050 indica que, bajo un escenario de aumento en las demandas en especial del sector minero, la cuenca continúa reportando excedentes, bajo las condiciones presentadas. Una mejora adicional en la eficiencia del uso del agua es crucial para dotar a la cuenca de una seguridad hídrica considerable.

Una mejora en la eficiencia de uso del agua, como la implementación de sistemas de riego más eficientes (por ejemplo, riego por goteo o mangas) o la reducción de pérdidas en la conducción, permitiría no solo aumentar la seguridad hídrica al disminuir las demandas brutas, sino también disponer de un volumen de agua adicional para ser utilizado en otros usos dentro de la cuenca.

## **8. COMPONENTES DE LAS INVERSIONES**

### **8.1 INTRODUCCIÓN**

Este capítulo presenta el costo de los componentes de las inversiones necesarias para la implementación de las alternativas seleccionadas. Los costos se calculan de acuerdo con los costos unitarios estimados en el Informe N.º5. Se considera la aplicación de las alternativas de manera progresiva a lo largo del tiempo.

### **8.2 DETERMINACIÓN DE COSTOS DE MEJORA CONDUCCIÓN**

Uno de los componentes es la mejora en la eficiencia de conducción. La misma pretende alcanzar una eficiencia del 95% en toda la red mediante el revestimiento de canales de tierra, y construcción de tuberías presurizadas hacia 2050.

Según el Departamento de Hidráulica, la longitud total de los canales no revestidos es de 208 km para la cuenca del Río San Juan, valor extraído del Reporte 5.

Las inversiones propuestas se enfocan en mejorar la infraestructura secundaria y terciaria de la red de riego. Estas acciones deben considerarse dentro un plan integral que dimensione las inversiones necesarias y compare diferentes propuestas ya que cualquier mejora requiere de proyectos específicos que optimicen los recursos y se adapten a las particularidades de cada zona.

La metodología empleada calcula la longitud de canales de tierra a revestir para lograr el 95% de eficiencia. Se proyecta un incremento anual del 9,7%, alcanzando un 76% en 2030, 85% en 2040 y el 95% en 2050.

El costo de inversión por década incluye la construcción de canales de hormigón, considerando que el 70% de la red secundaria y terciaria (Acequias) tiene capacidades entre 50 l/s y 700 l/s, y el 30% restante entre 2 m<sup>3</sup>/s y 7 m<sup>3</sup>/s. Según lo informado en el reporte 5, el costo de revestimiento es de 148 USD por metro de canal. Se añade un 20% de contingencia sobre el costo total de inversión (canales y caudalímetros).

## Informe 6 - Evaluación de las alternativas de inversión

*Tabla 8-1: Determinación del lo costo de referencia de construcción de canales por metro lineal.*

Caudal	Talud	Ancho	Alto	Costo de construcción	Jerarquía de la red	Proporción estimada de la red*	Costo medio de construcción por jerarquía	Costo medio de construcción media por metro
m <sup>3</sup> /s	h/v	m	m	US\$/m				
0,05	0,5	0,2	0,4	48	Terciaria	70%	US\$ 79	US\$ 148
0,15	0,5	0,4	0,6	65	Terciaria			
0,50	0,5	0,6	0,8	85	Terciaria			
0,70	-	1,2	0,6	120	Terciaria			
2	-	1,8	0,9	203	Secundaria	30%	US\$ 309	
4	-	2,1	1,15	297	Secundaria			
7	-	2,7	1,4	428	Secundaria			
15	-	4,0	1,6	557	Primaria	-	-	-
30	1,5	2,6	2,0	604	Primaria	-	-	-

A continuación, se presenta el monto total de las inversiones requeridas, en el capítulo 11 se desarrollan los costos anuales de la implementación de la mejora.

*Tabla 8-2: Inversiones en construcción de canales por década. Cuenca río San Juan.*

Década	Longitud de canal km	Costos de impermeabilización	Contingencia 20%	Total
	km	US\$	US\$	US\$
2030	69	10.212.000	2.042.400	12.254.400
2040	69	10.212.000	2.042.400	12.254.400
2050	69	10.212.000	2.042.400	12.254.400
<b>Total</b>	<b>208</b>	<b>30.636.000</b>	<b>6.127.200</b>	<b>36.763.200</b>

### 8.3 DETERMINACIÓN DE COSTOS RESERVORIOS EN LA RED DE RIEGO.

Para alcanzar el nivel de eficiencia deseado mediante sistemas de riego de alta frecuencia, es fundamental disponer de un volumen de regulación en la red de riego que garantice la disponibilidad del agua necesaria para su aplicación. Con este propósito, se propone la construcción de reservorios en la red de distribución de agua, lo que implica un costo asociado destinado a cumplir con este objetivo.

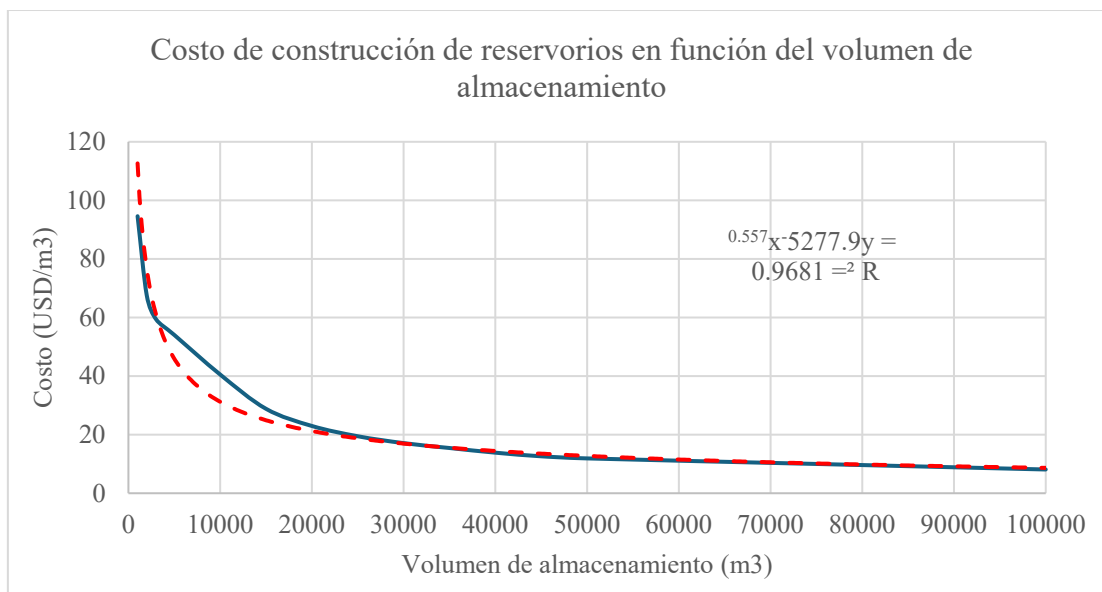


Figura 8-1: Costo de construcción de reservorios en función del volumen de abastecimiento.  
Fuente: Compañía de aguas de Israel.

Para determinar el volumen de agua requerido en los reservorios de la red de riego, se consideran factores como las láminas de riego necesarias, la eficiencia del sistema, el período durante el cual el reservorio debe cubrir la demanda y el área cultivada.

Se asume que los reservorios pueden regular el suministro de agua en un ciclo de 24 horas, para una lámina de 8mm por día. Valor que, aunque puede ajustarse según las particularidades de cada sistema, es apropiado para estimaciones generales.

## 8.4 DETERMINACIÓN DE COSTOS ASOCIADOS A LA GESTIÓN

En este apartado se detallan los costos estimados presentados en el Reporte 5, orientados a optimizar la gestión de las entregas de agua. Por un lado, se incluye la instalación y operación de caudalímetros, dispositivos destinados a medir y registrar los volúmenes de agua suministrados a cada propiedad. Por otro, se consideran los costos relacionados con la implementación de un sistema de gestión de turnos para las comunidades de usuarios.

### 8.4.1 Integración de los sistemas de gestión

Este apartado tiene como finalidad evaluar los costos asociados a la implementación de un sistema de gestión para la distribución de agua, aplicable tanto por el Departamento de Hidráulica como por las comunidades de regantes. Para estimar estos costos, se toma como referencia la experiencia y los datos del Plan Hídrico de la provincia de Mendoza, debido a las similitudes entre ambos sistemas hídricos.

La eficiencia en el uso del agua no solo depende de la inversión en infraestructura, sino también de la optimización de los procesos de gestión de la distribución. Esto permite un

## Informe 6 - Evaluación de las alternativas de inversión

registro preciso del agua asignada y entregada a cada usuario, la evaluación constante de la eficiencia en la distribución y la implementación de mejoras continuas.

La adopción de un sistema de gestión para la entrega de agua en las comunidades de usuarios mejora los canales de comunicación y facilita la administración del padrón de usuarios, así como su ubicación en la red de riego. Los costos estimados incluyen:

- Programación de entregas de agua o turnos: Ajustada a las necesidades de los cultivos de la región.
- Integración de reservorios en la red de riego.
- Registro del agua entregada a cada usuario.
- Asistencia técnica y capacitación para los operadores del sistema.

Los costos se calculan por padrón de riego y pueden variar según el tamaño y la información disponible en cada zona. La estructura de costos comprende:

- Asistencia técnica externa: Contratación de consultores y expertos en sistemas de gestión de agua.
- Mantenimiento anual del software: Costos recurrentes para garantizar el funcionamiento continuo del sistema.
- Contraparte del Departamento de Hidráulica: Profesionales locales que apoyen la implementación y operación del sistema.
- Mantenimiento de servidores externos: Para asegurar la disponibilidad y seguridad de los datos.

*Tabla 8-3: Costos unitarios estimados de la implementación del sistema (en US\$/padrón).*

<b>Componente</b>	<b>Costo Estimado (USD/padrón)</b>
Asistencia técnica externa	2,30
Mantenimiento Anual del Software (costo anual)	1,70
Contraparte del Departamento de Hidráulica	2,13
Mantenimiento de servidores (costo anual)	1,60
<b>Costo total de implementación (primer año)</b>	<b>4,43</b>
<b>Costo total de sostenimiento y mantenimiento (anual)</b>	<b>3,30</b>

Este modelo de costos sirve como base para la planificación y estimación de los recursos necesarios para el sistema de gestión de la distribución de agua en San Juan. Se considera que el sistema debe revisarse cada década, lo que implica la repetición de los costos de implementación en cada período. Los valores por departamento se detallan a continuación:

## Informe 6 - Evaluación de las alternativas de inversión

Tabla 8-4: Costo estimado de implementación y mantenimiento en US\$ por departamento.

Departamento	Cantidad de Padrones	Costo Implementación	Mantenimiento del software por año	Mantenimiento del servidor por año	Costo Total Primer año	Costo Total anual. A partir del segundo año.
Zonda	321	1.422	546	514	2.481	1.059
Rivadavia	450	1.994	765	720	3.479	1.485
Chimbas	676	2.995	1.149	1.082	5.225	2.231
Santa Lucia	1.131	5.010	1.923	1.810	8.743	3.732
9 de Julio	724	3.207	1.231	1.158	5.597	2.389
Rawson	2.187	9.688	3.718	3.499	16.906	7.217
Pocito	3.177	14.074	5.401	5.083	24.558	10.484
Sarmiento	1.578	6.991	2.683	2.525	12.198	5.207
Albardon	1.749	7.748	2.973	2.798	13.520	5.772
Ullum	288	1.276	490	461	2.226	950
Angaco	1.363	6.038	2.317	2.181	10.536	4.498
San Martin	1.168	5.174	1.986	1.869	9.029	3.854
Caucete	1.465	6.490	2.491	2.344	11.324	4.835
25 de Mayo	968	4.288	1.646	1.549	7.483	3.194
Calingasta	1.232	5.458	2.094	1.971	9.523	4.066
<b>Total</b>	<b>18.477</b>	<b>81.853</b>	<b>31.411</b>	<b>29.563</b>	<b>142.827</b>	<b>60.974</b>

### 8.4.2 Costos de caudalímetros

Se estima en 700 USD por unidad al costo del dispositivo y la instalación del elemento de medición y registro de los volúmenes entregados. Se prevén, además, 700 USD en costos asociados a la transmisión de los datos que estos dispositivos generan. Dando por resultado 1.400 US\$ por usuario.

Para calcular el costo total de inversión en caudalímetros para el sistema, se debe considerar el número de usuarios en la cuenca.

Tabla 8-5: Costos de caudalímetros para la cuenca del río San Juan

Implementación	Cantidad estimada de usuarios	Costos de caudalímetros en (US\$)
2030	6.159	8.622.600
2040	6.159	8.622.600
2050	6.159	8.622.600

## 8.5 DETERMINACIÓN DE COSTOS RIEGO POR MANGAS.

La tabla siguiente presenta el desglose de costos de los materiales necesarios para la implementación de un sistema de riego por mangas. En ella se detalla la cantidad requerida, el precio unitario y los subtotales en dólares estadounidenses (US\$) y pesos argentinos (ARS) para cada componente del sistema, considerando un tipo de cambio de referencia de 1 US\$ = 895 ARS. Entre los materiales incluidos se encuentran mangas, compuertas, salidas bridada, niples e insertores. El costo total estimado asciende a 845 US\$ o 756.624 ARS por hectárea.

Tabla 8-6: Costos de materiales para un sistema de riego por mangas.

Ítem	Cantidad	Precio Unitario	Sub Total US\$
Manga 12	3	131,5	394,6
Compuertas bg50	100	2,2	216,0
Salida bridada 12	6	26,7	160,2
Niple 12	2	22,3	44,6
Insertor bg50	1	30,0	30,0
<b>Total US\$/ha</b>			<b>845</b>

## 8.6 DETERMINACIÓN DEL COSTO DEL RIEGO POR GOTEO COMUNITARIO.

Para evaluar los costos asociados a la implementación de un sistema de riego por goteo comunitario, se considera una infraestructura capaz de captar agua desde canales primarios y secundarios, almacenarla con una regulación diaria, presurizarla, transportarla y distribuirla a los usuarios con el caudal y la presión adecuados para un riego tecnificado. Se utiliza el riego por goteo como referencia.

El propósito de esta iniciativa es pasar de los sistemas de riego por gravedad y mangas a sistemas colectivos de riego por goteo. También se prevé la integración de sistemas de riego por goteo individuales preexistentes en una red comunitaria.

Incluye los siguientes componentes:

- **Red Presurizada:** Tuberías diseñadas para la distribución de agua a presión.
- **Reservorio (80.000 m<sup>3</sup>):** Estructura para almacenar y regular el suministro de agua.
- **Telemetría, Automatización y Control:** Tecnología para la gestión remota y monitoreo del sistema de riego.
- **Estación de Filtrado:** Sistema para garantizar la calidad del agua en la red y en la entrega a usuarios.

## Informe 6 - Evaluación de las alternativas de inversión

- **Red eléctrica:** Infraestructura eléctrica en el sistema de presurización para el funcionamiento del sistema.
- **Operación y Puesta a Punto:** Actividades para la implementación y calibración del sistema.
- **Presurización:** Equipos para asegurar la presión y caudal necesarios para el riego por goteo.
- **Estructuras de derivación en red Secundaria:** Conexiones a la red principal de distribución.
- **Inversión Intrafinca:** Costos asociados a la instalación de sistemas de riego dentro de las parcelas.

*Tabla 8-7: Inversiones necesarias para pasar un riego por gravedad y mangas a un riego por goteo comunitario*

Ítem	Precio por ha (USD/ha)
Red Presurizada	5.389
Reservorio (80,000 m <sup>3</sup> )	720
Telemetría automatización y control	66
Estación de filtrado	159
Red eléctrica	60
Operación y puesta a punto	21
Estación de presurización	1.620
Costo de estructuras de derivación sobre Red Secundaria	254
Inversión Intrafinca	3.000
<b>Total</b>	<b>11.289</b>

Las inversiones requeridas para la transición de riego por goteo individual a riego por goteo comunitario contemplan componentes similares a los de la tabla anterior, pero con un reservorio de menor capacidad (40.000 m<sup>3</sup>) y sin necesidad de inversiones intraparcclarias, dado que la infraestructura ya está instalada en las parcelas.

*Tabla 8-8: Inversiones necesarias para pasar un riego por goteo individual a un riego por goteo comunitario.*

Ítem	Precio por ha (USD/ha)
Red Presurizada	5.389
Reservorio (40,000 m <sup>3</sup> )	529
Telemetría automatización y control	66
Estación de filtrado	159
Red eléctrica	60
Operación y puesta a punto	21
Estación de presurización	1.620
Costo de estructuras de derivación sobre Red Secundaria	254
<b>Total</b>	<b>8.098</b>

## 8.7 IMPLEMENTACIÓN ESCALONADA DE LAS INVERSIONES

Como se menciona en el capítulo 8, la alternativa a desarrollar prevé inversiones tanto en la conducción como en la aplicación del agua de riego. La implementación de esta alternativa conduce a la mayor reducción de las pérdidas y por lo tanto al menor déficit hacia 2050. Si bien, en el balance se consideran los siguientes hitos en relación a la eficiencia de aplicación media:

- 2030: 68%
- 2040: 74%
- 2040: 85%

A la hora de desarrollar los costos de esta alternativa, se considera un hito intermedio, a 2035 donde la totalidad de la superficie con riego superficial tradicional (eficiencia del 50%) es tecnificada con un riego por mangas.

*Tabla 8-9: Desarrollo de la alternativa de mejora con las eficiencias pretendidas a futuro. Cuenca río San Juan.*

Año	Oferta Disponible proyectada	Eficiencia Conducción	Eficiencia de aplicación mínima a cumplir	Superficie tecnificada con mangas	Superficie Tecnificada por goteo	Superficie sin tecnificar	Eficiencia Aplicación lograda
2020	1 350	66%	60%	16.870	18.440	37.824	63%
2025	-	71%	64%	29.478	18.440	25.216	67%
2030	1 210	76%	68%	42.086	18.440	12.608	70%
<b>2035</b>	-	<b>81%</b>	<b>71%</b>	<b>54.694</b>	<b>18.440</b>	<b>0</b>	<b>74%</b>
2040	990	85%	74%	36.463	36.671	0	78%
<b>2050</b>	<b>810</b>	<b>95%</b>	<b>85%</b>	<b>0</b>	<b>73.134</b>	<b>0</b>	<b>85%</b>

Esto permite establecer un nivel de eficiencia media de aplicación a 2035 del 74%. A partir del año 2035 y hasta 2050, la totalidad de la superficie pasa a irrigarse por riego por goteo con una elevada eficiencia de aplicación.

## **9. ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS DE INVERSIÓN**

### **9.1 INTRODUCCIÓN AL ANÁLISIS DE LAS INVERSIONES**

Este capítulo presenta un análisis preliminar y exploratorio de las inversiones necesarias para implementar las alternativas de mejora de la eficiencia del uso del agua para riego en la cuenca del Río San Juan. El objetivo principal es mitigar el déficit hídrico proyectado hacia 2050, aumentando la seguridad hídrica de la cuenca. Según la proyección tendencial, debido principalmente a la fuerte reducción en la oferta hídrica, se estima un déficit bruto de 1.260 hm<sup>3</sup>/año para 2050, lo que provocaría una disminución de la superficie cultivable sin déficit de 49.986 ha en 2020 a 21.880 ha en 2050.

Para revertir o mejorar esta tendencia, se establecen niveles de eficiencia a alcanzar de forma progresiva en cada década, con el objetivo de reducir el déficit a 356 hm<sup>3</sup>/año y permitir el cultivo de 45.301 ha sin déficit.

Las inversiones consideran una superficie cultivada actualizada de 73,134 ha, según la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Agroindustria, y se estructuran en etapas con hitos en 2030, 2035, 2040 y 2050. Los costos unitarios provienen del Capítulo 10, mientras que los balances hídricos del Capítulo 8 sustentan la decisión de explorar estas alternativas. Se pretende un aumento de la eficiencia global del uso del agua para riego del 42% actual a un 81% en 2050.

### **9.2 IMPLEMENTACIÓN DE LAS INVERSIONES**

La alternativa de mejora en la eficiencia de aplicación y conducción, descrita en el capítulo 8, se presenta como la de mayor reducción de pérdidas y el menor déficit hacia 2050. Se establecen hitos de eficiencia de aplicación media a lograr: 68% en 2030, 74% en 2040 y 85% en 2050. Además, a 2035 se pretende tecnificar con métodos de baja inversión toda la superficie que posee riego superficial tradicional (eficiencia del 50%) a riego por mangas (eficiencia del 70%), alcanzando un 74% de eficiencia media. Entre 2035 y 2050, se implementa riego por goteo en toda la superficie, logrando una alta eficiencia de aplicación.

Con respecto a las eficiencias de conducción, se supone que a lo largo de los 30 años que dura la implementación de las mejoras, la inversión es sostenida y persistente, que integrada con la mejora en la gestión y medición, permite la flexibilidad necesaria para lograr las eficiencias de aplicación pretendidas.

## Informe 6 - Evaluación de las alternativas de inversión

El siguiente gráfico muestra las proyecciones pretendidas de mejora en la eficiencia global, la eficiencia de aplicación y la eficiencia de conducción desde 2020 hasta 2050 bajo la alternativa a desarrollar. Las tres líneas representan:

- **Eficiencia Global (línea gris):** Comienza en 42% en 2020 y alcanza 81% en 2050, reflejando una mejora sustancial en el uso general del agua.
- **Eficiencia de Aplicación (línea naranja):** Inicia en torno al 60% en 2020 (valor medio que considera la superficie actual tecnificada) y llega a 85% en 2050, se supone un crecimiento constante.
- **Eficiencia de Conducción (línea azul):** Parte del 66% en 2020, llegando a los 95% en 2050.

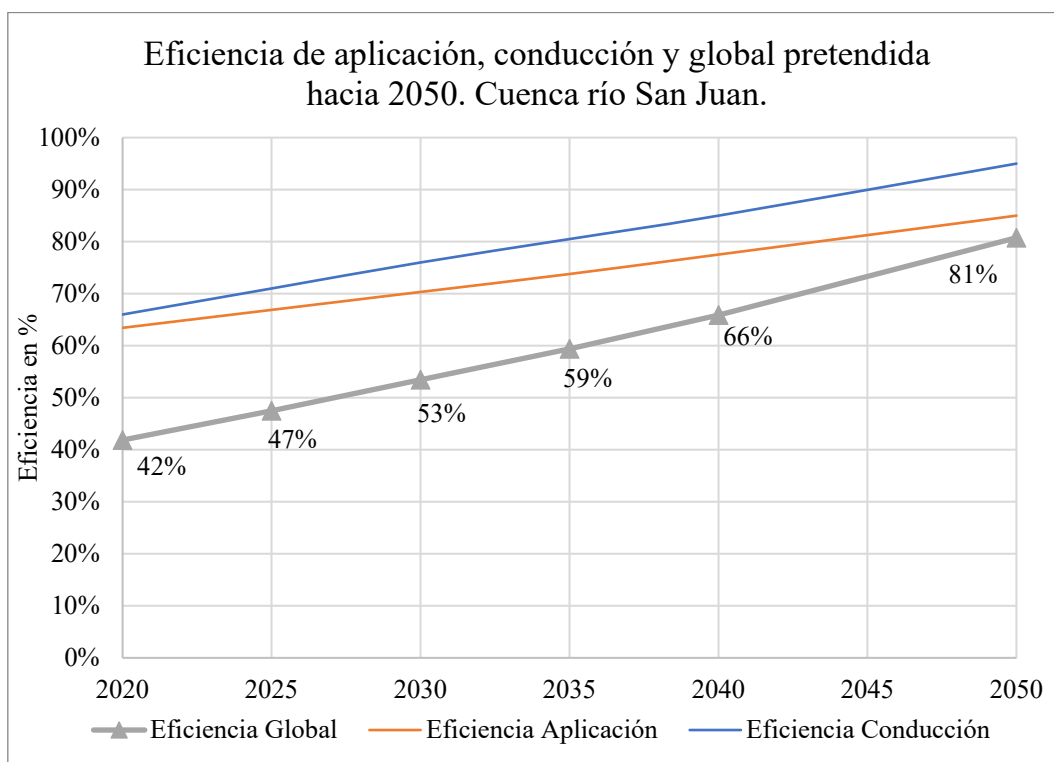


Figura 9-1: Eficiencia de aplicación, conducción y global pretendida hacia 2050. Cuenca río San Juan

### 9.2.1 Fase inicial 2020-2035: Tecnificación con mangas

La tecnificación con mangas es una opción de relativo bajo costo con un alto potencial de ganancia en eficiencia y rápida aplicación cuando se parte de un riego tradicional por inundación. Lo que la convierte en la mejor alternativa para el período inicial.

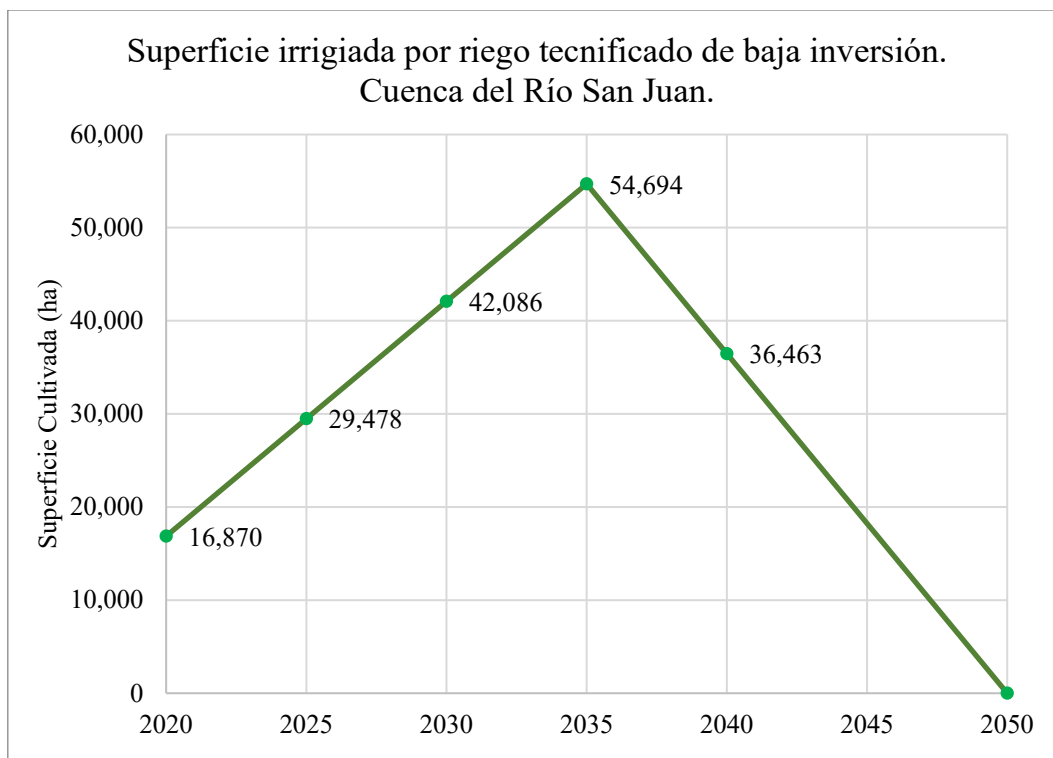


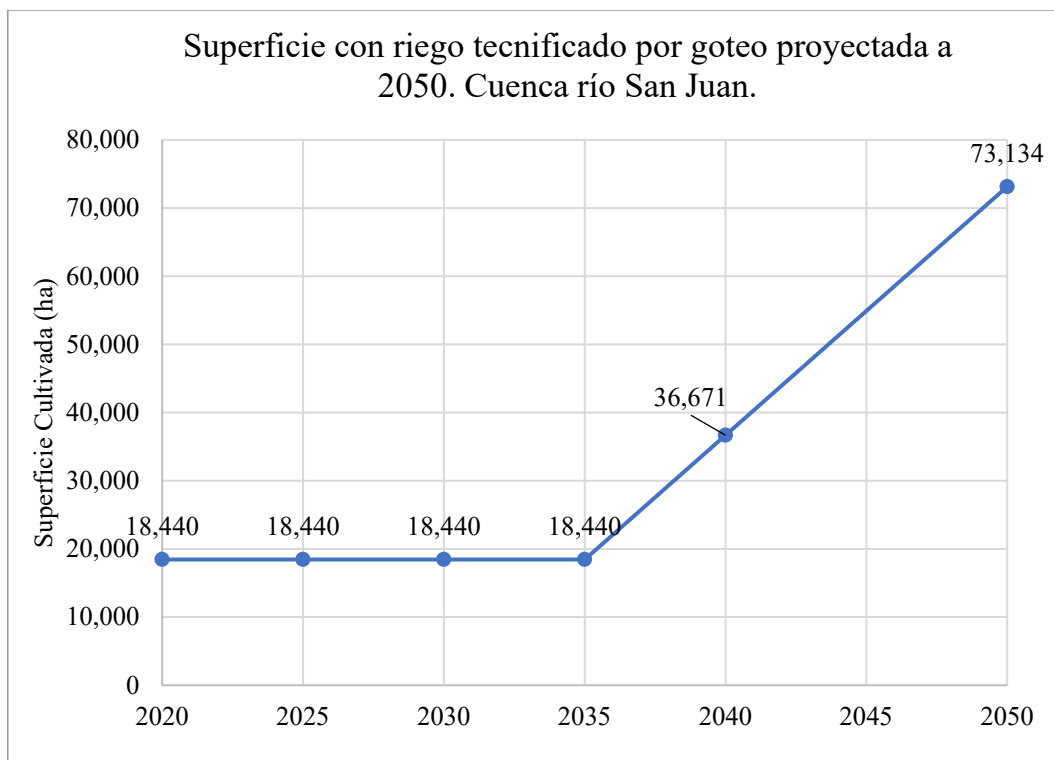
Figura 9-2: Superficie irrigada por riego tecnificado de baja inversión. Cuenca del Río San Juan

Hacia 2035, la eficiencia global llega a 59%, la eficiencia de conducción al 81% y la eficiencia de aplicación media al 74%. Estas mejoras significativas se logran sin incurrir en costos excesivos, abordando las necesidades inmediatas de reducción de pérdidas de agua. Cabe aclarar que se debe ir hacia sistemas flexibles de gestión de la distribución, donde se prioricen las demandas y necesidades de los agricultores.

La principal justificación de este hito intermedio es la priorización la relación costo-beneficio, permitiendo avances rápidos y accesibles en la eficiencia hídrica.

### 9.2.2 Fase posterior 2035-2050: Transición al riego por goteo comunitario.

A partir de 2035, se proyecta una aceleración significativa en la tecnificación del riego. Para el período comprendido entre 2035 y 2040, la superficie bajo riego por goteo alcanzaría las 36,671 hectáreas, prácticamente duplicando la extensión inicial, llegando las 73 134 hectáreas a 2050. Este incremento responde a la necesidad de mitigar el déficit hídrico creciente a partir de 2040 donde la tasa de disminución en la oferta crece del 10% por década entre 2020 y 2030 al 20% entre 2030 y 2050. La adopción masiva de esta tecnología durante esta etapa es necesaria para el aumento que se pretende en la eficiencia de riego para poder adaptarse a condiciones hídricas más restrictivas.



*Figura 9-3: Superficie con riego tecnificado por goteo proyectada a 2050. Cuenca río San Juan.*

El riego por goteo, aunque más costoso que el riego por mangas, permite alcanzar la máxima eficiencia en el largo plazo. Después de 2035, es necesaria una aceleración en las mejoras, con la eficiencia global alcanzando 81% y la eficiencia de conducción en torno al 95% para 2050. Esto refleja la optimización total del sistema de distribución y aplicación del agua.

Este objetivo es esencial para cumplir con la sostenibilidad a largo plazo, maximizando el ahorro de agua en un contexto de creciente demanda y fuerte reducción de la oferta.

### 9.3 INVERSIONES EN EFICIENCIA DE CONDUCCIÓN

El costo de las mejoras incluye la construcción de canales de hormigón, considerando las capacidades de los canales:

- **70% de la red secundaria y terciaria:** capacidades entre 50 l/s y 700 l/s.
- **30% restante:** capacidades entre 2 m<sup>3</sup>/s y 7 m<sup>3</sup>/s.

Y redes de tuberías para la distribución terciaria y cuaternaria, costo que está contemplado en las inversiones del riego por goteo comunitario, es por ello que en este apartado no se desarrollan.

## Informe 6 - Evaluación de las alternativas de inversión

El costo del revestimiento de canales con hormigón, desarrollado en el capítulo 10 se estima en 148 USD por metro lineal de canal. Sobre el costo total de la inversión (canales y caudalímetros), se añade un 20% de contingencia para imprevistos.

Los costos anuales abarcan:

- Pagos asociados a la inversión: calculados con una tasa de interés del 5% anual.
- Costos de energía: necesarios para la conducción en algunos casos.
- Mantenimiento anual de la infraestructura: para garantizar la sostenibilidad de las mejoras, se calculan como el 0,75% del monto de la inversión.

*Tabla 9-1: Total de inversiones. Mejora de la eficiencia de conducción.*

Década	Longitud de canal km	Costos de impermeabilización	Contingencia	Costos de la inversión
	km	US\$	US\$	US\$
2030	69	10.212.000	2.042.400	12.254.400
2040	69	10.212.000	2.042.400	12.254.400
2050	69	10.212.000	2.042.400	12.254.400
Total	208	30.636.000	6.127.200	36.763.200

*Tabla 9-2: Costo anual total. Mejora de la eficiencia de conducción*

Década	Costo inversiones	Pagos Anuales	Mantenimiento	Costo Anual Total	Costo Anual Total
	US\$	US\$	US\$	US\$	US\$/ha
2030	12.254.400	797.166	91.908	889.074	12
2040	12.254.400	1.594.333	91.908	1.686.241	23
2050	12.254.400	2.391.499	91.908	2.483.407	34

### **9.4 INVERSIONES EN EFICIENCIA DE APLICACIÓN A 2035. RIEGO POR MANGAS.**

Como hito intermedio se establece que a 2035 en las 37.824, hectáreas que no se encuentran tecnificadas, se implementa un sistema de riego por mangas.

La tabla detalla los costos de materiales para un sistema de riego por mangas, incluyendo mangas, compuertas, salidas bridada, niples e insertores, con cantidades, precios unitarios y subtotales en US\$ y ARS (tipo de cambio: 1 US\$ = 895 ARS):

Informe 6 - Evaluación de las alternativas de inversión

Tabla 9-1: Costo de la implementación de un riego por mangas por hectárea

Ítem	Cantidad	Precio Unitario	Sub Total US\$
Manga 12	3	131,5	394,6
Compuertas bg50	100	2,2	216,0
Salida bridada 12	6	26,7	160,2
Niple 12	2	22,3	44,6
Insertor bg50	1	30,0	30,0
<b>Total US\$/ha</b>			<b>845</b>

En 2020 se estima que la superficie irrigada por mangas asciende a 16 870 ha. La superficie bajo riego por métodos por inundación tradicionales (manto o surcos) es igual a 37.824 hectáreas. Esto significa que se requiere tecnificar 12.608 ha durante 15 años para lograr tener 54.694 ha bajo riego tecnificado por mangas hacia 2035.

Tabla 9-2: Superficie a tecnificar hacia 2035 para cumplir con el 74% de eficiencia de aplicación media en la cuenca del río San Juan.

Años	Oferta Disponible proyectada	Superficie tecnificada con mangas	Superficie a tecnificar con mangas	Superficie sin tecnificar	Eficiencia Aplicación Media en la cuenca
	hm <sup>3</sup> /año	ha	ha	ha	%
2020	1.350	16.870	0	37.824	63%
2025	-	29.478	12.608	25.216	67%
2030	1.210	42.086	12.608	12.608	70%
2035	-	54.694	12.608	0	74%

La siguiente tabla expone el valor del costo de las inversiones que se compone de los costos de implantar el riego por mangas y un valor del 20% sobre el total de las inversiones como contingencias:

Tabla 9-3: Costo de inversiones en riego por mangas hacia 2035. Cuenca del río San Juan.

Años	Superficie a tecnificar con mangas	Costo de implementación de riego por mangas	Contingencia 20%	Costo inversiones
	ha	US\$	US\$	US\$
2020	0	0	0	0
2025	12.608	10.653.760	2.130.752	12.784.512
2030	12.608	10.653.760	2.130.752	12.784.512
2035	12.608	10.653.760	2.130.752	12.784.512

## Informe 6 - Evaluación de las alternativas de inversión

Para anualizar los costos, se supone un interés del 5% anual y un periodo de retorno de la inversión de 30 años, los costos por hectárea se estiman sobre el total de superficie a modernizar con este tipo de riego, unas 37.824 hectáreas.

*Tabla 9-4: Costo anual de total de implementar un riego por mangas hacia 2035. Cuenca río San Juan.*

Años	Superficie a tecnificar con mangas	Pagos Anuales	Mantenimiento	Costo Anual Total	Costo Anual Total
	ha	US\$	US\$	US\$	US\$/ha
2020	0	0	0	0	0
2025	12.608	831.651	95.884	13.712.047	363
2030	12.608	1.663.302	95.884	14.543.698	385
2035	12.608	2.494.953	95.884	15.375.348	406

## 9.5 INVERSIONES EN EFICIENCIA DE APLICACIÓN A 2035 A 2050. RIEGO POR GOTEO.

Tal como se desarrolla en el capítulo 10, para evaluar los costos asociados a la implementación de un sistema de riego por goteo comunitario, se analizan dos escenarios: la transición de sistemas de riego por mangas a un sistema colectivo de riego por goteo, y la integración de sistemas de riego por goteo individuales preexistentes en una red comunitaria.

*Tabla 9-5: Superficie a tecnificar con riego por goteo hacia 2050 para cumplir con el 85% de eficiencia de aplicación media en la cuenca del río San Juan.*

Años	Oferta Disponible proyectada	Eficiencia Conducción	Eficiencia de aplicación mínima a cumplir	Superficie tecnificada con mangas	Superficie Tecnificada por goteo individual	Superficie Tecnificada por goteo comunitario	Eficiencia Aplicación
	hm <sup>3</sup> /año	ha	ha	ha	ha	ha	%
2035	-	81%	71%	54.694	18.440	0	74%
2040	990	85%	74%	36.463	12.293	24.378	78%
2045	-	90%	80%	18.231	6.147	48.756	81%
2050	810	95%	85%	0	0	73.134	85%

El primer escenario incluye una infraestructura completa con captación de agua desde canales primarios y secundarios, un reservorio de 80.000 m<sup>3</sup> para regulación diaria, presurización, transporte y distribución mediante una red presurizada, asegurando el caudal y presión adecuados. El segundo escenario, que integra sistemas individuales a

## Informe 6 - Evaluación de las alternativas de inversión

una red comunitaria, utiliza componentes similares, pero con un reservorio de menor capacidad (40.000 m<sup>3</sup>), se trabaja bajo el supuesto que las propiedades cuentan con un volumen de almacenamiento, y sin inversiones intraparcelarias, ya que la infraestructura dentro de las parcelas ya existe.

*Tabla 9-6: Costos de inversión para implementar un riego por goteo comunitario en la superficie irrigada con mangas de fuentes superficiales*

Años	Superficie con Riego por mangas	Superficie a tecnificar con Goteo Comunitario	Costo de implementación de riego por goteo comunitario	Contingencia 20%	Costo inversiones	Pagos Anuales
	ha	US\$	US\$	US\$	US\$	US\$
2035	54.694	18.231	205.813.522	41.162.704	246.976.226	16.066.158
2040	36.463	18.231	205.813.522	41.162.704	246.976.226	32.132.316
2045	18.231	18.231	205.813.522	41.162.704	246.976.226	48.198.474
2050	0	18.231	205.813.522	41.162.704	246.976.226	64.264.632

*Tabla 9-7: Costo total anual para implementar un riego por goteo comunitario en la superficie irrigada con mangas de fuentes superficiales*

Años	Superficie tecnificada con Riego por goteo comunitario	Pagos Anuales	Mantenimiento	Energía RPG	Costo Anual Total	Costo Anual Total
	ha	US\$	US\$	US\$	US\$	US\$/ha
2035	0	16.066.158	1.543.601	0	17.609.759	322
2040	18.231	32.132.316	1.543.601	2.438.579	36.114.496	660
2045	36.463	48.198.474	1.543.601	4.942.523	54.684.598	1000
2050	54.694	64.264.632	1.543.601	7.413.784	73.222.018	1339

*Tabla 9-8: Costos de inversión para implementar un riego por goteo comunitario en la superficie irrigada con riego por goteo individual, de fuentes subterráneas.*

Años	Superficie Tecnificada por goteo individual	Superficie a tecnificar con Goteo Comunitario	Costo de implementación de riego por goteo comunitario	Contingencia 20%	Costo inversiones	Pagos Anuales
	ha	US\$	US\$	US\$	US\$	US\$
2035	18.440	6.147	49.775.707	9.955.141	59.730.848	3.885.577
2040	12.293	6.147	49.775.707	9.955.141	59.730.848	7.771.155
2045	6.147	6.147	49.775.707	9.955.141	59.730.848	11.656.732
2050	0	6.147	49.775.707	9.955.141	59.730.848	15.542.310

*Tabla 9-9: Costo anual total para implementar un riego por goteo comunitario en la superficie irrigada con riego por goteo individual, de fuentes subterráneas.*

Años	Superficie tecnificada con Riego por goteo comunitario	Pagos Anuales	Mantenimiento	Energía RPG	Costo Anual Total	Costo Anual Total
	ha	US\$	US\$	US\$	US\$	US\$/ha
2035	0	3.885.577	373.318	0	4.258.895	231
2040	6.147	7.771.155	373.318	822.163	8.966.636	486
2045	12.293	11.656.732	373.318	1.666.364	13.696.414	743
2050	18.440	15.542.310	373.318	2.499.546	18.415.174	999

## 9.6 INVERSIONES EN GESTIÓN

La mejora en la gestión de la distribución del agua de riego es fundamental para alcanzar la eficiencia de aplicación que se busca con la inversión en infraestructura. Aunque los costos asociados a esta mejora son relativamente bajos en comparación con otras inversiones, resulta una condición necesaria para el éxito del sistema. Sin una programación que contemple los requerimientos de cada usuario y una medición precisa de los volúmenes entregados, será muy difícil lograr los niveles de eficiencia previstos. Los costos se dividen en costos asociados a la integración de los sistemas de gestión y los costos asociados a la instalación de caudalímetros. Los mismos se desarrollan en el capítulo 10.

## 9.7 DESARROLLO DE LAS INVERSIONES

Las inversiones correspondientes a la mejora en la conducción de canales secundarios y terciarios se suponen sostenidas a lo largo de los 30 años, con un costo estimado total de 36.763.200 US\$, este número no considera costos de financiación de las inversiones. Las inversiones en la eficiencia de aplicación se presentan en dos fases diferentes, la característica es que se espera una ganancia en eficiencia similares.

## Informe 6 - Evaluación de las alternativas de inversión

Tabla 9-10: Costos de inversiones totales. Período 2025 a 2050. Cuenca río San Juan.

Años	Superficie tecnificada con Riego por goteo comunitario	Superficie tecnificada con Riego Individual	Superficie tecnificada con Riego por mangas	Costos inversión Conducción	Costos inversión Tecnificación del riego Mangas	Costos inversión Tecnificación del riego Goteo
	ha	ha	ha	US\$	US\$	US\$
2020	0	18.440	16.870	0	0	0
2025	0	18.440	29.478	6.127.200	12.784.512	0
2030	0	18.440	42.086	6.127.200	12.784.512	0
2035	0	18.440	54.694	6.127.200	12.784.512	306.707.074
2040	24.378	12.293	36.463	6.127.200	0	306.707.074
2045	48.756	6.147	18.231	6.127.200	0	306.707.074
2050	73.134	0	0	6.127.200	0	306.707.074
<b>Total</b>	-	-	-	<b>36.763.200</b>	<b>38.353.536</b>	<b>1.226.828.298</b>

Tabla 9-11: Costos anuales de inversiones totales. Período 2025 a 2050. Cuenca río San Juan

Años	Superficie tecnificada con Riego por goteo comunitario	Superficie tecnificada con Riego Individual	Superficie tecnificada con Riego por mangas	Costo Anual Total Tecnificación del riego Goteo	Costo Anual Total Tecnificación del riego Mangas	Costo anual total inversión Conducción
	ha	ha	ha	US\$/año	US\$/año	US\$/año
2020	0	18.440	16.870	0	0	0
2025	0	18.440	29.478	0	831.651	444.537
2030	0	18.440	42.086	0	1.663.302	889.074
2035	0	18.440	54.694	21.868.655	2.494.953	1.287.657
2040	24.378	12.293	36.463	45.081.132	0	1.686.241
2045	48.756	6.147	18.231	68.381.012	0	2.084.824
2050	73.134	0	0	0	0	2.483.407

La primera fase comenzando en 2020 y finalizando en 2035, considera la implementación de un riego tecnificado por mangas, donde se afecta la superficie que posee riego tradicional por inundación con eficiencias reducidas. El costo total estimado es de 38.356.536 US\$. En una segunda fase, que comenzaría en 2035 y continua hasta 2050, considera la migración hacia sistemas presurizados de entrega, con un importante costo en infraestructura de reservorios, tuberías, riego por goteo, estaciones de presurización, entre otros costos. Esto significa que, una vez logrado los máximos niveles de eficiencia que pueden lograrse con riegos por gravedad, es necesaria la implementación de sistemas de riego por goteo para poder seguir aumentando la eficiencia al mismo ritmo. Los costos

## Informe 6 - Evaluación de las alternativas de inversión

en inversiones asociados a esta fase se estiman en 1.226.828.298 US\$, un número considerablemente mayor que el estimado para la primera fase.

## **10. RELACIÓN PROYECTADA ENTRE LA RENTABILIDAD AGRICOLA Y DEMANDA HIDRICA**

### **10.1 INTRODUCCIÓN**

El objetivo de esta sección es proveer criterios y herramientas de análisis que permitan orientar la toma de decisiones relacionada con la superficie agrícola que eventualmente en el futuro no contará con recursos hídricos para llevar adelante la producción.

Para ello se relacionará la rentabilidad por cultivo (presentada en el informe originalmente expuesto en septiembre y diciembre de 2024 y que en este reporte se adjunta como Anexo-Capítulo 14 en \$/ha) y su demanda de agua (actual y proyectada, neta y bruta) a fin de elaborar una metodología de análisis que, a partir de la consideración conjunta de ambos criterios, permita orientar la toma de decisiones.

En la sección 2 de este capítulo se plantea la célula de cultivo que servirá de base para el análisis, especificando los cultivos considerados, las tipologías de productores y destinos de la producción. En la siguiente se vinculan los valores de rentabilidad por ha y la demanda de agua, calculando dos indicadores útiles para el análisis: un indicador de rentabilidad relativa entre cultivos (comparando los indicadores de valor económico y demanda de agua) y uno de productividad (que para cada caso relaciona la creación de valor económico con su demanda bruta individual de agua).

Algunas aclaraciones sobre el cálculo de la rentabilidad:

- La información aportada sobre superficie irrigada y cultivos por parte de la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Agroindustria de San Juan permite asociar estructuras de costos y rentabilidades para 92% de la superficie total de la cuenca del Río San Juan. No se ha incluido “Semilla” (1.450 ha) ni “Otros” (4.500 ha), debido a la dificultad para asociar un cultivo determinando a las mismas.
- Con esta información sobre cultivos y superficies se ajustaron los modelos de valor bruto de producción, costos, rendimientos y rentabilidad por cultivo presentados anteriormente.

## 10.2 CULTIVOS CONSIDERADOS: SUPERFICIES, TIPOLOGÍA DE PRODUCTORES Y DESTINO DE LA PRODUCCIÓN

### 10.2.1 Superficie cultivada de Vid

La superficie cultivada de vid fue obtenida del Anuario 2024 del INV (al 31 de diciembre del 2024). Se registran 39.684 ha distribuidas en 4.241 viñedos.

El 53,9% de los viñedos existentes en la provincia son menores a 5 ha y concentran el 14,4% de la superficie cultivada. En el otro extremo se observa que el 7,8% de los viñedos son mayores a 25 ha y concentran el 40,6% de la superficie provincial.

Tabla 10-1: Viñedos y superficie cultivada, según escala de superficie. Año 2024. San Juan

Escala de superficie (ha)	Superficie		Viñedos	
	Hectáreas	% s/total	Cantidad	% s/total
0 a 0,5	46	0,1	129	3,0
0,5 a 1	252	0,6	305	7,2
1 a 2,5	1.463	3,7	802	18,9
2,5 a 5	3.952	10,0	1.052	24,8
5 a 10	6.451	16,3	889	21,0
10 a 15	4.829	12,2	394	9,3
15 a 20	3.866	9,7	220	5,2
20 a 25	2.697	6,8	120	2,8
25 a 50	8.079	20,4	232	5,5
50 a 100	5.598	14,1	82	1,9
más de 100	2.452	6,2	16	0,4
<b>Total San Juan</b>	<b>39.684</b>	<b>100,0</b>	<b>4.241</b>	<b>100,0</b>

Fuente: Instituto Nacional de Vitivinicultura

San Juan es la provincia que tiene mayor diversificación en cuanto a la aptitud de las variedades cultivadas. El 70,4% del total corresponde a variedades aptas para elaboración de vino y/o mosto y el 29,6% a uvas aptas para consumo en fresco y/o pasas. La tendencia indica que las variedades para elaboración van en disminución y las aptas para pasas van en aumento.

Tabla 10-2: Evolución de la superficie cultivada, según aptitud de la uva. San Juan.

APTITUD	1990	2000	2010	2015	2020	2023	2024	Var.% 15/24	Var.% 23/24	Dif sup (ha) 2023-2024	Participación % s/total 2024
Elaboración	42.065	35.630	33.970	33.724	31.960	28.894	27.924	-17,2	-3,4	-969	70,4
Consumo en fresco y/o pasas	4.032	9.463	12.680	13.507	12.953	12.185	11.736	-13,1	-3,7	-449	29,6
Sin determinar	53	192	578	164	9	39	24	-85,6	-39,8	-16	0,1
<b>Total San Juan</b>	<b>46.150</b>	<b>45.285</b>	<b>47.228</b>	<b>47.394</b>	<b>44.923</b>	<b>41.118</b>	<b>39.684</b>	<b>-16,3</b>	<b>-3,5</b>	<b>-1.434</b>	<b>100,0</b>

Fuente: Instituto Nacional de Vitivinicultura

Para caracterizar los tipos de productores y el destino de la uva se consideraron las estadísticas anteriores, quedando:

- **Productores tradicionales:** 8.939 ha (se incluyen los viñedos de superficie hasta 5 ha, más la mitad de los que están en el intervalo “5-10 ha”), procurando captar las superficies de explotación de hasta 7 ha; en cuanto al destino, se toma la proporcionalidad del cuadro anterior ( $11.736/39.684= 29,6\%$ ):
  - o Uva para vinificar: 6.293 ha ( $=8.939 \times 0.704$ )
  - o Uva para pasas y consumo en fresco: 2.646 ( $=8.939 \times 0.296$ )
- **Productores tecnificados:** 30.745 ha (se incluyen los viñedos de superficie mayor a 7,5 ha). En cuanto al destino, se toma la proporcionalidad del cuadro anterior ( $11.736/39.684= 29,6\%$ ):
  - o Uva para vinificar: 21.645 ha ( $=30.745 \times 0.704$ )
  - o Uva para pasas y consumo en fresco: 9.100 ( $=30.745 \times 0.296$ )

En este análisis se considera que las hectáreas que no tienen destino de vinificación son para consumo en fresco.

### 10.2.2 Superficie cultivada de Olivo

Partiendo de la información provista por la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Agroindustria, se ha considerado que las 16.500 ha corresponden a productores tecnificados, y se utiliza la estructura de costos presentada en el informe de septiembre de 2024.

En cuanto al destino de la producción, la publicación SAN JUAN. INFORME PRODUCTIVO PROVINCIAL<sup>2</sup> de la Secretaría de Política Económica del Ministerio de Hacienda de la Nación, reporta que “...Aproximadamente el 60% de la superficie olivícola de la provincia posee variedades aceiteras y el 20% variedades doble propósito (con destino aceite o conserva). Sin embargo, la Cámara Olivícola de San Juan informa 15.000 hectáreas productivas con una orientación aceitera del 90%.”

En este análisis se supondrá que 90% corresponde a variedades aceiteras.

A partir de la consulta de diversas publicaciones, se ha modificado el precio al productor del kg de aceituna a \$421/kg.<sup>3</sup>

---

<sup>2</sup> SAN JUAN. INFORME PRODUCTIVO PROVINCIAL. ISSN 2525-023X. AÑO 4 - Nº 29, junio 2019. Elaborado con información disponible a mayo 2019. [https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/sspmicro\\_informes\\_productivos\\_provinciales\\_san\\_juan\\_0.pdf](https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/sspmicro_informes_productivos_provinciales_san_juan_0.pdf)

<sup>3</sup> <https://cdi.mecon.gob.ar/bases/docelec/ml1231.pdf>

<https://www.revistachacra.com.ar/actualidad/en-2023-san-juan-lidero-la-produccion-y-exportacion-de-aceite-de-oliva-virgen/>

<https://www.revistainternos.com.ar/2021/09/san-juan-buenos-precios-para-el-aceite-de-oliva-y-las-aceitunas-de-mesa/>

### 10.2.3 Superficie cultivada de pistacho:

Se considera que la totalidad de la superficie informada por la SAGyA (6.000 ha) corresponde a productores tecnificados.

### 10.2.4 Superficie cultivo hortícola:

**Tomate:** a partir de la información provista por la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Agroindustria, se ha considerado que las 3.000 ha corresponden a productores tecnificados.

**Ajo y cebolla:** se considera que 60% corresponde a productores tradicionales y el resto a tecnificados, en partes iguales entre ajo y cebolla.

## 10.3 INDICADORES DE RENTABILIDAD Y DEMANDA DE AGUA

Se trabaja con una tabla de información que, para cada cultivo y tipología de productor considerados, contiene la siguiente información:

- Rentabilidad por ha (en \$/ha o en US\$/ha según el caso, a partir de las estimaciones presentadas en informes anteriores)
- Demanda neta de agua (en mm/ha/año), por décadas desde 2020 hasta 2050;
- Eficiencia y demanda bruta (coeficiente que ajusta la demanda neta y permite calcular la demanda bruta). En el escenario de base se ha considerado una eficiencia de 65% en productores tradicionales y 85% en productores tecnificados.
- Numerador, Denominador e Indicador (ver a continuación)
- Superficie SAGyA: asignación de la superficie del Río San Juan realizada por la SAGyA según criterios informados en secciones anteriores.

A fin de ilustrar las situaciones relativas tanto en términos de indicadores de rentabilidad como de uso del agua, a continuación, se presenta un conjunto de tablas comparativas de demanda de agua y rentabilidad entre los cultivos considerados.

### 10.3.1 Demanda hídrica relativa

Como parte del estudio sobre la productividad y el consumo de agua, se analiza el consumo relativo entre cinco cultivos principales: vid, hortalizas, olivo, forrajes y pistacho. Este análisis, busca determinar el rango de variación en los requerimientos hídricos entre estos cultivos y su relación con la productividad agrícola. La tabla compara el consumo de agua de cada cultivo respecto a los demás, expresado en valores porcentuales que indican cuánta agua usa un cultivo en relación con otro, utilizando la fórmula (*consumo del cultivo de la fila / consumo del cultivo de la columna*)  $\times 100\%$ . Además, emplea una escala de colores desde azul claro, para menor consumo, hasta rojo oscuro, para mayor consumo, lo que facilita la interpretación visual de las diferencias.

Tabla 10-3: Demanda de cultivos relativa en %. Cuenca río San Juan.

	Vid	Hortalizas	Olivo	Forrajes	Pistacho
Vid	-	90%	70%	70%	60%
Hortalizas	110%	-	80%	70%	70%
Olivo	140%	130%	-	100%	90%
Forrajes	150%	140%	100%	-	90%
Pistacho	170%	150%	110%	110%	-

Los resultados muestran que el consumo relativo de agua varía significativamente entre los cultivos. La vid, por ejemplo, es el cultivo menos demandante, consumiendo solo el 60% del agua requerida por el pistacho, el 70% en comparación con olivo y forrajes, y el 90% respecto a hortalizas. En contraste, el pistacho destaca como el más demandante de agua, con un consumo que alcanza el 170% en comparación con la vid, lo que equivale a 1.7 veces más agua. Olivo y forrajes presentan requerimientos intermedios, con consumos relativos cercanos al 100% entre sí, sugiriendo necesidades hídricas totales similares.

Este rango de variación, que va del 60% al 170%, representa una diferencia del 2.8 veces entre el cultivo más demandante y el menos.

El análisis se complementa con la productividad agrícola, evaluada a través de indicadores como la rentabilidad por hectárea.

Cultivos como el pistacho, con su alta demanda, necesitará una rentabilidad significativamente mayor que el resto para “justificar” su uso intensivo de agua. Como se verá a continuación, el rango de variación de las productividades es aun mayor que el rango de variación de los consumos.

### 10.3.2 Relaciones de rentabilidad entre cultivos

En esta sección, se analiza la rentabilidad relativa entre los principales cultivos de la cuenca del río San Juan: vid, hortalizas, olivo, forrajes y pistacho. La tabla presentada

## Informe 6 - Evaluación de las alternativas de inversión

compara la rentabilidad de cada cultivo respecto a los demás, utilizando valores porcentuales que indican la relación entre sus rentabilidades por hectárea.

Estos porcentajes se calculan como:  $(\text{rentabilidad del cultivo de la fila} / \text{rentabilidad del cultivo de la columna}) \times 100\%$ , lo que permite evaluar económicamente un cultivo frente a otro.

Los valores en la tabla son relativos y no absolutos, lo que significa que no reflejan montos monetarios específicos, sino la proporción en la que un cultivo es más o menos rentable que otro. Por ejemplo, un valor del 2% en la celda de “Vid vinificar parral TRAD” vs. “Pistacho TECN” indica que la rentabilidad de la vid es el 2% de la rentabilidad del Pistacho.

Este análisis es especialmente relevante para la toma de decisiones en un contexto de escasez hídrica, como el proyectado para la cuenca del río San Juan hacia 2050. Aunque cultivos como el pistacho requieren más agua, su alta rentabilidad puede justificar su cultivo desde una perspectiva económica, siempre que se gestionen adecuadamente los recursos hídricos. Por otro lado, cultivos como la vid, que son menos demandantes de agua pero también menos rentables, podrían ser menos atractivos en términos económicos, a pesar de su menor impacto hídrico.

Tabla 10-4: Rentabilidad relativa en % entre los distintos cultivos.

	Vid vinificar parral TRAD	Cebolla TRAD	Vid vinificar parral TECN	Ajo colorado TRAD	Olivo conserva TECN	Cebolla TECN	Olivo aceite TECN	Tomate industria TECN	Ajo colorado TECN	Vid mesa parral TRAD	Vid mesa parral TECN	Pistacho TECN
Vid vinificar parral TRAD		68%	40%	22%	21%	20%	19%	15%	14%	9%	6%	2%
Cebolla TRAD	148%		59%	32%	31%	29%	28%	22%	20%	13%	9%	3%
Vid vinificar parral TECN	249%	168%		55%	52%	49%	47%	36%	34%	21%	15%	5%
Ajo colorado TRAD	455%	308%	183%		95%	89%	86%	66%	63%	39%	28%	10%
Olivo conserva TECN	478%	324%	192%	105%		93%	90%	70%	66%	41%	29%	11%
Cebolla TECN	512%	347%	206%	113%	107%		97%	75%	71%	44%	31%	11%
Olivo aceite TECN	529%	358%	213%	116%	111%	103%		77%	73%	45%	32%	12%
Tomate industria TECN	686%	464%	276%	151%	143%	134%	130%		95%	59%	42%	15%
Ajo colorado TECN	726%	491%	292%	160%	152%	142%	137%	106%		62%	44%	16%
Vid mesa parral TRAD	1167%	790%	469%	257%	244%	228%	221%	170%	161%		71%	26%
Vid mesa parral TECN	1642%	1112%	660%	361%	343%	320%	310%	239%	226%	141%		36%
Pistacho TECN	4542%	3075%	1825%	999%	949%	887%	859%	662%	626%	389%	277%	

Es importante considerar que la rentabilidad no es el único factor a evaluar. La superficie cultivada y las eficiencias de riego también juegan un papel clave en el uso total del agua. Por ejemplo, si el pistacho ocupa una gran extensión de tierra, su alta demanda hídrica podría presionar los recursos disponibles, especialmente en un escenario de reducción de la oferta de agua. Sin embargo, su extraordinaria rentabilidad podría incentivar inversiones en tecnologías de riego más eficientes, como el riego por goteo, que optimizan el uso del agua y mitigan su impacto hídrico.

### 10.3.3 Indicador de rentabilidad relativa

Se ha construido un indicador que vincula la rentabilidad de cada cultivo con su demanda de agua (que, dependiendo del coeficiente de eficiencia que se elija, puede ser neta o bruta).

Para evitar condicionar los resultados obtenidos a las unidades consideradas (\$/ha, USD/ha, por ejemplo, para rentabilidad; m<sup>3</sup>/ha/año, hm<sup>3</sup>/ha/año en demanda) como primer ajuste se ha normalizado el valor de cada componente (rentabilidad o demanda hídrica) dividiendo el valor correspondiente al caso bajo análisis por un **patrón de referencia**. Se utilizaron los promedios simples de rentabilidad por ha y demanda de agua para los cultivos considerados<sup>4</sup>.

Aún habiendo normalizado los valores, es notoria la mayor dispersión que se observa para los cultivos considerados en los valores del numerador, que contempla la rentabilidad relativa (entre 0,16 para vid vinificar en productores tradicionales y 7,47 para pistacho) respecto del denominador, que mide la demanda hídrica relativa (entre 0,57 para los hortícolas tecnificados y 1,57 para los productores tradicionales de vid).

Teniendo valores calculados para cada componente -rentabilidad y demanda hídrica- la vinculación entre ellos se realiza a través del cociente entre ambos indicadores parciales, multiplicado por 100.

De esta forma, el valor del indicador para el promedio será de 100; indicadores por encima de este valor sugieren una combinación de rentabilidad y demanda de agua relativamente más conveniente a este caso de referencia, y lo contrario si el indicador arroja valores inferiores.

---

<sup>4</sup> En el cálculo del promedio se excluyó el caso del pistacho cuya rentabilidad por ha es notoriamente superior al del resto de los cultivos.

Informe 6 - Evaluación de las alternativas de inversión

Tabla 10-5: Tabla ejemplo del cálculo de los valores del índice de rentabilidad relativa y su relación a la demanda hídrica.

						Estándar rentabilidad =	\$ 2,987,804.57		
		2				Estándar demanda agua =	1,014		
		2,020							
Cultivo	Rent (\$/ha)	Dda neta (mm/año/ha)	Eficiencia	Dda bruta (mm/año/ha)	Numerador	Denominador	Indicador	Superficie (SAGyA)	
<b>PRODUCTORES TRADICIONALES</b>									
Vid vinificar parral	\$ 491,154.1	1,033	0.65	1,589	0.16	1.57	10.5	6,293	
Vid pasas parral	\$ 535,185.0								
Vid mesa parral	\$ 5,731,569.3	1,033	0.65	1,589	1.92	1.57	122.4	2,646	
Olivo aceite	\$ -156,468.6								
Olivo conserva	\$ -477,482.0								
Tomate industria	\$ 874,976.2								
Ajo colorado	\$ 2,233,610.0	488	0.65	751	0.75	0.74	101.0	600	
Cebolla	\$ 725,495.4	488	0.65	751	0.24	0.74	32.8	600	
Forrajes (alfalfa)	\$ 1,142,477.8								
Semilla (alfalfa)	\$ 793,682.6								
Pistacho	\$ 7,741,367.4								
<b>PRODUCTORES TECNIFICADOS</b>									
Vid vinificar parral	\$ 1,222,235.6	1,033	0.85	1,215	0.41	1.20	34.1	21,645	
Vid pasas parral	\$ 1,752,843.2								
Vid mesa parral	\$ 8,064,144.6	1,033	0.85	1,215	2.70	1.20	225.2	9,100	
Olivo aceite	\$ 2,597,674.0	989	0.85	1,163	0.87	1.15	75.8	14,850	
Olivo conserva	\$ 2,350,109.4	989	0.85	1,163	0.79	1.15	68.6	1,650	
Tomate industria	\$ 3,368,940.1	485	0.85	570	1.13	0.56	200.6	3,000	
Ajo colorado	\$ 3,564,557.2	488	0.85	574	1.19	0.57	210.7	400	
Cebolla	\$ 2,516,360.6	488	0.85	574	0.84	0.57	148.8	400	
Forrajes (alfalfa)	\$ 3,372,170.2								
Semilla (alfalfa)	\$ 2,729,820.6	488	0.85	574	0.91	0.57	161.4		
Pistacho	\$ 22,309,080.5	1,155	0.85	1,359	7.47	1.34	557.2	6,000	

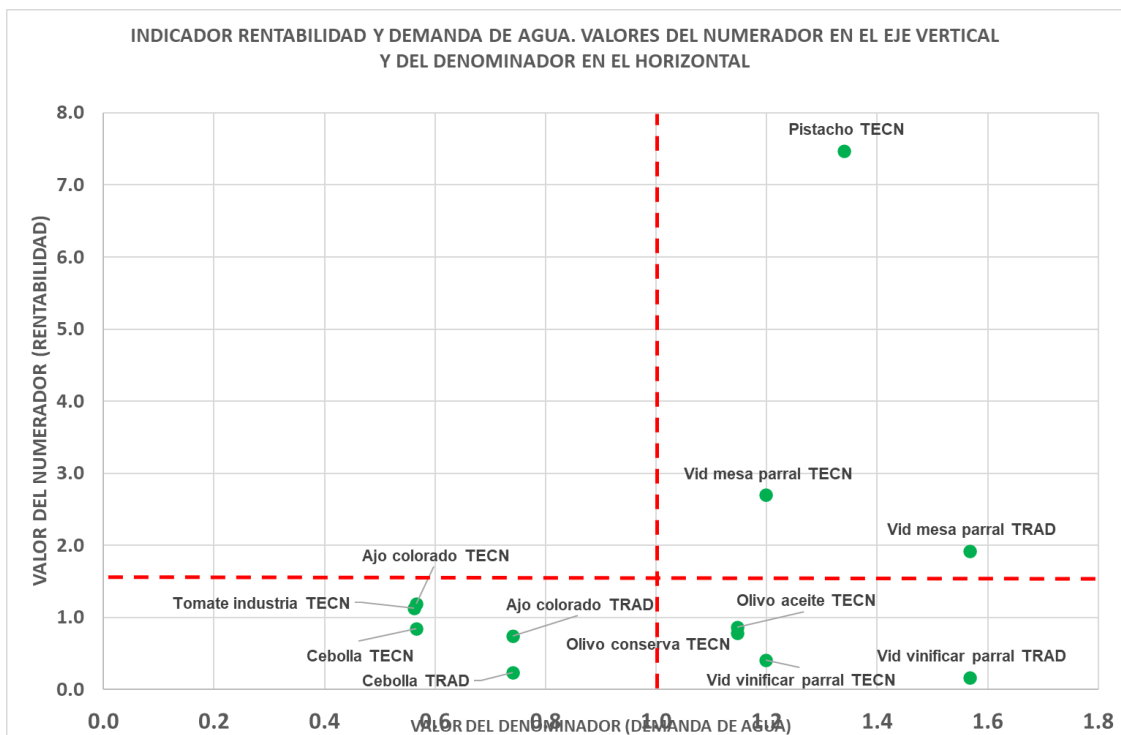


Figura 10-1: Indicador de rentabilidad y demanda de agua

El gráfico permite tomar el valor (0,99;1,49) que corresponde al promedio simple como referencia de todos los casos considerados. Así, los puntos hacia arriba y a la derecha reflejan situaciones de mayor rentabilidad y mayor demanda de agua; lo contrario para los casos por debajo y a la izquierda. Y valores por encima y a la izquierda muestran mayor rentabilidad y menor demanda de agua (lo contrario por debajo y a la derecha). Por ejemplo, en la situación de base (2020) se observa que los productores de uva para vinificar, olivo, ajo, cebolla y tomate poseen rentabilidades relativas inferiores al promedio, y los dos primeros además poseen una mayor demanda de agua por ha.

## Informe 6.1 - Evaluación de las alternativas de inversión

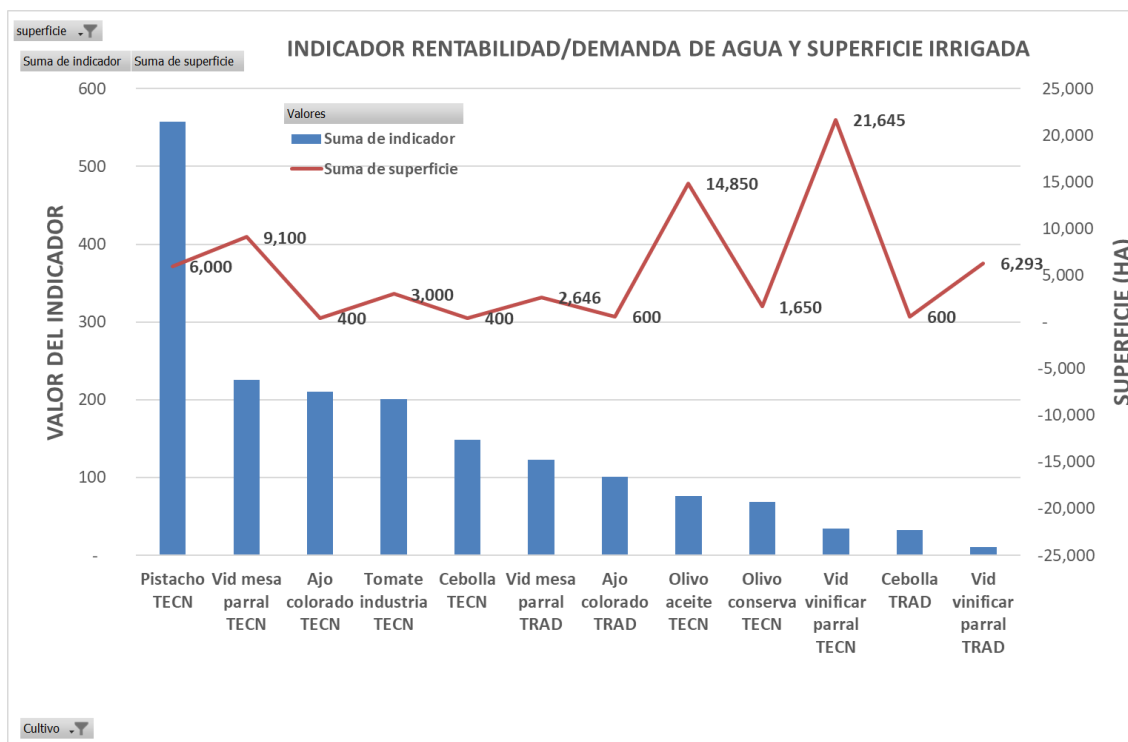


Figura 10-2: Indicador de rentabilidad / demanda de agua, frente a la superficie irrigada por cultivo.

El gráfico anterior muestra, en barras azules, los valores del indicador de rentabilidad relativa ordenados de mayor a menor. Y en línea roja la superficie irrigada para cada tipología de cultivo.

Se observa que las tipologías con indicadores menos favorables (barras de menor altura relativa) son las relativamente más frecuentes (vid para vinificar -tanto tradicional como tecnificada- y la cebolla tradicional; entre los tres suman alrededor de 28.500 ha).

### 10.3.4 Indicador de productividad del agua

A fin de aportar otra herramienta de análisis, a partir de la información disponible en las tablas anteriores se ha calculado un indicador de valor de la productividad del agua.

El objetivo es poner en perspectiva las rentabilidades relativas de los componentes de célula de cultivo en términos de su demanda hídrica, para así poder luego realizar análisis de impacto económico en caso de restricciones a la disponibilidad del recurso (escenarios 2050).

Este indicador se obtuvo simplemente dividiendo el valor obtenido de rentabilidad económica por ha (medido en US\$<sup>5</sup>) por la demanda bruta de agua (medida en mm/año). Ambos valores están expuestos en las tablas anteriores.

<sup>5</sup> Los valores en \$ de la tabla presentada más arriba se dividieron por el tipo de cambio vigente en el período de la obtención de información.

## Informe 6.1 - Evaluación de las alternativas de inversión

Para el escenario 2020 el resultado es el siguiente:



Figura 10-3: Valor estimado de la productividad (US\$/ha / mm)

Se observa claramente que cada unidad de agua aplicada genera muy diferentes excedentes económicos según el cultivo.

El caso del pistacho arroja un valor notoriamente superior al del resto (más que duplicando, incluso, al máximo de los valores restantes).

Es por ello que, al igual que en caso del indicador de rentabilidad relativa, en lo que sigue del análisis y aplicación de este indicador se tomará como referencia el promedio simple de valores, sin considerar el caso del pistacho.

Para el escenario 2020 el promedio simple (s/pistacho) arroja un valor de U\$3,4/mm.

Este indicador será diferente cuando se consideren cambios en los valores de rentabilidad y/o cambios en la eficiencia hídrica.

El indicador de productividad presentado permite hacer comparaciones de rentabilidad entre diferentes cultivos agrícolas habiendo ya tomado en consideración la mayor o menor demanda de agua de cada uno. Esto es, a partir de los supuestos y consideraciones realizados, este estadístico puede aplicarse en ejercicios de equivalencia económica entre diferentes cultivos: igual rentabilidad en diferentes superficies.

Por ejemplo, si un cultivo posee un valor de U\$1,7/mm, su comparación con el promedio simple presentado (U\$3,4/mm) permite conjeturar que en términos económicos

## Informe 6.1 - Evaluación de las alternativas de inversión

(rentabilidad) dos hectáreas de ese cultivo rinden económicamente lo mismo que una hectárea de un cultivo promedio (=3,4/1,7).

No obstante, a esta conclusión en términos económicos hay que complementarla con la situación respectiva en términos de demanda de agua: la del cultivo analizado puede diferir de la demanda de agua del cultivo promedio. Y si el cultivo analizado posee una demanda anual de agua superior a la del cultivo promedio no sólo habrá equivalencia económica sino también ahorro de agua.

Tabla 10-6: Equivalencia en superficie económica entre cultivos

Cultivo	Rentabilidad (U\$/ha)	Dda de agua (mm/ha)	U\$/mm (2020)	EQ 2020
Vid vinificar parral	USD 501.2	1,589.3	\$ 0.3	10.66
Cebolla	USD 740.3	750.8	\$ 1.0	3.41
Vid vinificar parral TECNIF	USD 1,247.2	1,215.3	\$ 1.0	3.28
Olivo conserva TECNIF	USD 2,398.1	1,163.3	\$ 2.1	1.63
Olivo aceite TECNIF	USD 2,650.7	1,163.3	\$ 2.3	1.48
Ajo colorado	USD 2,279.2	750.8	\$ 3.0	1.11
Vid mesa parral	USD 5,848.5	1,589.3	\$ 3.7	0.91
Cebolla TECNIF	USD 2,567.7	574.1	\$ 4.5	0.75
Tomate industria TECNIF	USD 3,437.7	570.2	\$ 6.0	0.56
Ajo colorado TECNIF	USD 3,637.3	574.1	\$ 6.3	0.53
Vid mesa parral TECNIF	USD 8,228.7	1,215.3	\$ 6.8	0.50
Pistacho TECNIF	USD 22,764.4	1,359.0	\$ 16.8	0.20
Promedio sin pistacho		1,014.2	\$ 3.4	
Desvest sin pistacho			\$ 2.3	

La última columna de la tabla anterior muestra el valor equivalente de rentabilidad de cada cultivo respecto del promedio estimado<sup>6</sup>.

Los impresos en verde corresponden al valor equivalente para cultivos cuyas productividades son inferiores al promedio. Los valores de equivalencia (columna 5) en este caso son superiores a 1: el indicador refleja que, económicamente, una ha promedio agrega mayor valor (rentabilidad) que cualquiera de ellos; lo contrario ocurre para el resto (cuyos valores de equivalencia se imprimen en negro, y alcanzan un indicador menor a 1 dado que son relativamente más rentables que el promedio).

Esta equivalencia económica permite tomar noción de las diferencias existentes en la productividad de los cultivos que componen la realidad provincial y hacer ejercicios de reconversión productiva, informando los resultados que podrían obtenerse al plantear reasignaciones para una misma área cultivada.

A modo de ejercicio se ha planteado la reconversión de la totalidad de los cultivos cuya equivalencia arroja valor mayor a 1 (valores en verde en columna 5): si su superficie actual se destinara a un cultivo promedio, podría obtenerse igual rentabilidad con el

<sup>6</sup> Se ha calculado como el cociente entre el promedio y el valor correspondiente al cultivo bajo análisis.

## Informe 6.1 - Evaluación de las alternativas de inversión

41,6% de la superficie<sup>7</sup>. Más aún, dado que en promedio estos cultivos poseen demandas de agua relativamente mayores al promedio, también se obtendrá un ahorro de agua neto equivalente a 2/3 de la demanda actual de sus áreas cultivadas. Este último resultado obedece a la menor superficie irrigada junto al cambio en la demanda de agua por la reconversión de los cultivos.

En el agregado, los resultados obtenidos para la situación de base (2020) indican que podría obtenerse el mismo valor agregado actual en el 60% de la superficie y utilizando el 55% del agua.

En términos de conducta individual un productor con 5 ha de explotación podría obtener igual rentabilidad con una superficie de 2,1 ha usando 1/3 del agua que antes necesitaba.

En secciones posteriores se aplicarán estos cálculos a los escenarios 2050.

Es un ejemplo de una herramienta de análisis a partir de la cual se pueden hacer múltiples ejercicios según escenarios de demanda neta en años futuros, distribución de superficie irrigada, sensibilidad de la rentabilidad agrícola, etc.

---

<sup>7</sup> Para recuperar el valor de rentabilidad se ha multiplicado superficie por valor de productividad por ha.

## 11. ALTERNATIVAS PARA LA MITIGACION DEL DEFICIT HIDRICO A 2050

### 11.1 SITUACIÓN ACTUAL Y TENDENCIAS DE LA SUPERFICIE CULTIVADA

#### 11.1.1 Evolución de la superficie cultivada, destino de la producción y tipologías de productores en la viticultura

A partir de la consulta a los anuarios publicados por el Instituto Nacional de Vitivinicultura (INV), así como otros antecedentes, se pueden realizar los siguientes aportes:

- En 2015 había cerca de 47.500 ha de vid en San Juan; en 2024 se reportan 39.684 ha, es decir cerca de 8.000 ha menos. A partir de la estimación de tendencias para los años venideros, los gráficos siguientes muestran la evolución y proyección de la superficie cultivada con vid<sup>8</sup>. Se verifican tendencias similares para la cantidad de viñedos.

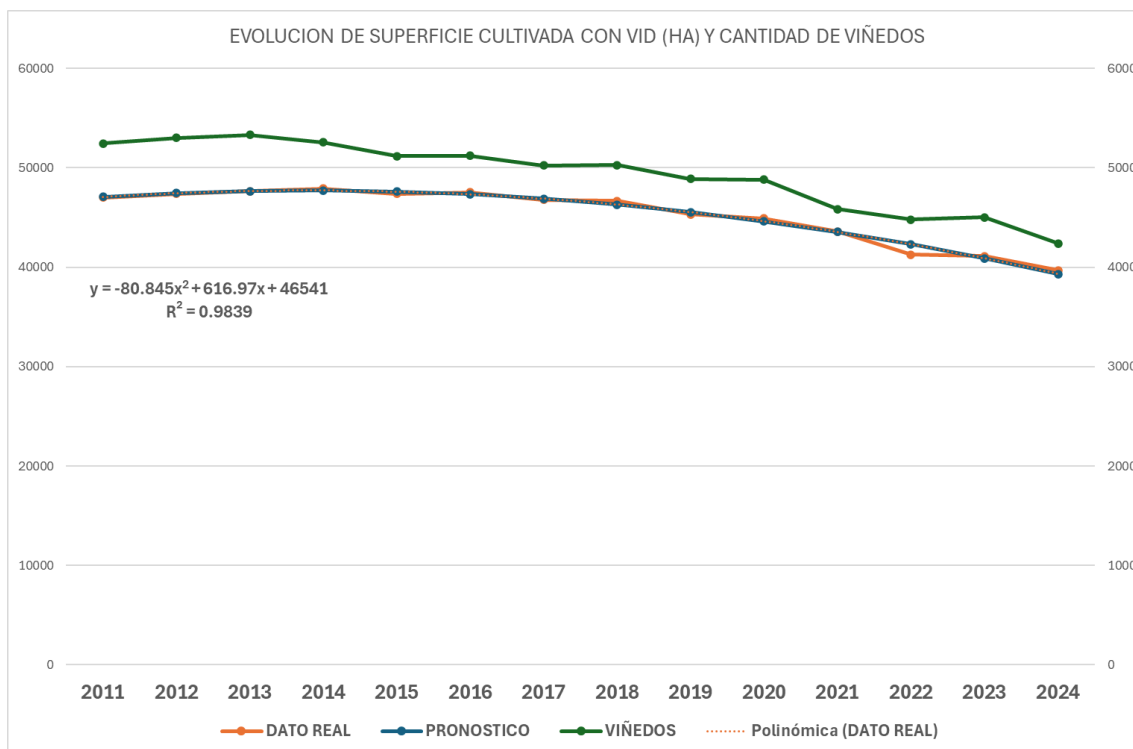


Figura 11-1: Evolución de la superficie con Vid (ha y cantidad de viñedos). Fuente INV.

<sup>8</sup> Se estimaron dos tipos de tendencia: para el período 2011-2024 se estimó una tendencia polinómica y para el período 2016-2024 se estimó una lineal, cuyas ecuaciones se presentan en los respectivos gráficos. Se optó por tomar la tendencia lineal, ya que la polinómica prevé una tasa de disminución de la superficie mucho mayor.

## Informe 6.1 - Evaluación de las alternativas de inversión

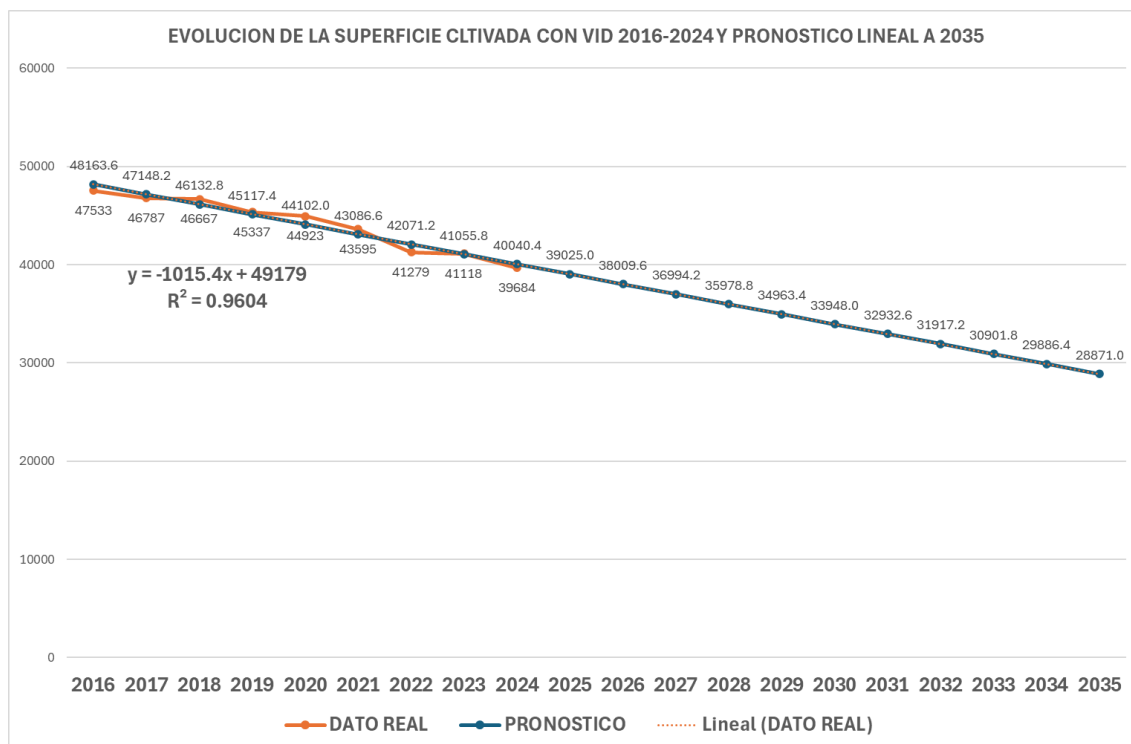


Figura 11-2: Evolución de la superficie con vid 2016 - 2024 y pronóstico a 2035

- La proyección lineal predice una superficie cultivada cercada a 28.900 ha en 2035, esto es, una disminución de 10.000 ha.

Tabla 11-1: Evolución de la superficie cultivada, según aptitud de la uva. San Juan.

APTITUD	1990	2000	2010	2015	2020	2023	2024	Var.% 15/24	Var.% 23/24	Dif sup (ha) 2023-2024	Participación % s/total 2024
Elaboración	42.065	35.630	33.970	<b>33.724</b>	31.960	28.894	27.924	-17,2	-3,4	-969	70,4
Consumo en fresco y/o pasas	4.032	9.463	12.680	<b>13.507</b>	12.953	12.185	11.736	-13,1	-3,7	-449	29,6
Sin determinar	53	192	578	164	9	39	24	-85,6	-39,8	-16	0,1
<b>Total San Juan</b>	<b>46.150</b>	<b>45.285</b>	<b>47.228</b>	<b>47.394</b>	<b>44.923</b>	<b>41.118</b>	<b>39.684</b>	<b>-16,3</b>	<b>-3,5</b>	<b>-1.434</b>	<b>100,0</b>

Fuente: Instituto Nacional de Vitivinicultura

Proporcionalmente, en los últimos diez años ha disminuido más la superficie destinada a elaboración (5.800 ha, 17,2%) que la destinada a pasas o consumo en fresco (1.800 ha, 13,1%)<sup>9</sup>. En el anuario 2024 se informa que en los últimos años disminuye la superficie para elaboración y aumenta la de pasas y mesa. En las tablas y gráficos considerados más arriba se observa que la uva para elaboración posee menor rentabilidad relativa, pudiendo ser ésta la razón para este comportamiento.

<sup>9</sup> El Anuario 2024 afirma “Si comparamos la actual situación con lo registrado hace 10 años, se observa que las uvas aptas para elaboración han disminuido un 17,2% su superficie, mientras que las aptas para consumo en fresco y/o pasas han reducido su superficie un 13,1%.”

## Informe 6.1 - Evaluación de las alternativas de inversión

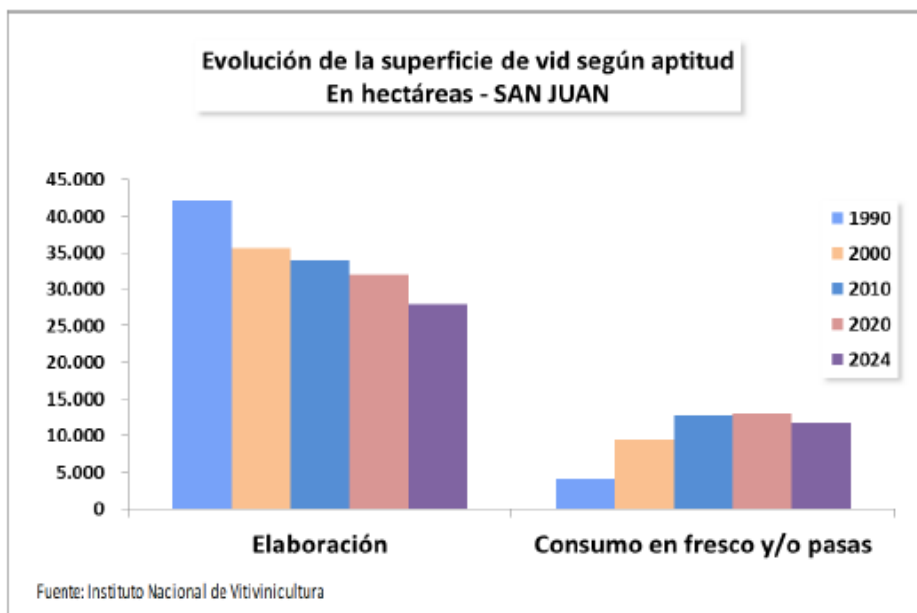


Figura 11-3: Evolución de la superficie de vid según aptitud.

- **La variedad de vid más cultivada** en San Juan es cereza destinada principalmente a la elaboración de mosto, la cual concentra el 24,6% del total de vid. Le siguen en importancia, Flame Seedless, apta para pasas (12,4%) y en tercer lugar Malbec (7,2%).
- **Las variedades que más han crecido** respecto al año 2015 son Flame Seedless (+1.080 ha) y Fiesta (+1.076 ha), ambas aptas para pasas. En tercer lugar se ubica Malbec (+775 ha), seguida por Aspirant Bouschet (+192 ha) y Pinot Gris (+86 ha). **Las variedades que más disminuyeron** en el período 2015-2024 fueron: Cereza (-1.605 ha), Superior Seedless (-1.513 ha), Syrah (-1.012 ha) y Moscatel de Alejandría (-741 ha).
- En el gráfico de abajo se puede observar que los viñedos que más se redujeron fueron los pequeños, lo cual podría indicar que la escala de producción está siendo limitante para la incorporación de tecnología<sup>10</sup>.

<sup>10</sup> También se refiere una situación social: si se asocia esta pequeña escala a la producción familiar, en muchos casos se presenta la situación del productor de edad avanzada que no encuentra continuidad familiar para el emprendimiento.

## Informe 6.1 - Evaluación de las alternativas de inversión

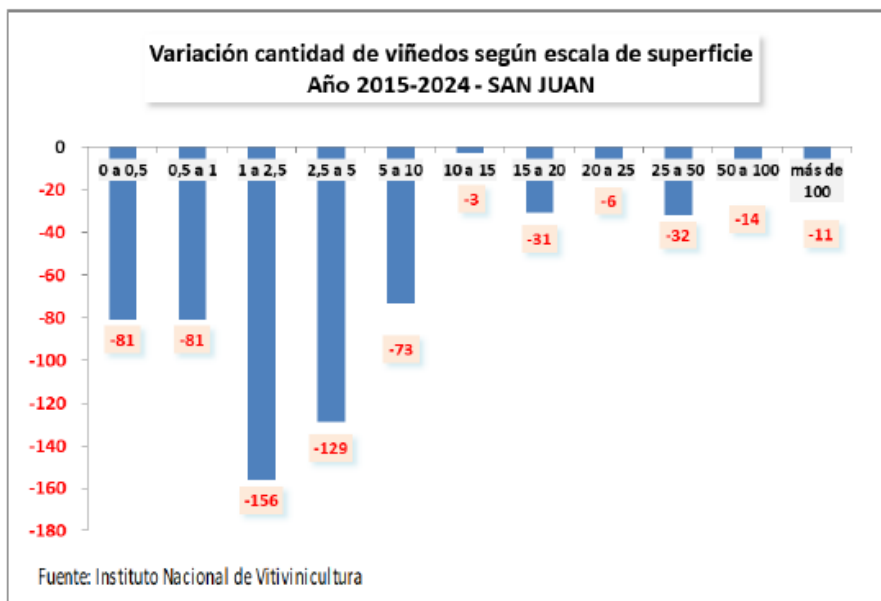


Figura 11-4: Variación de la cantidad de viñedos según escala de superficie.

- En 2023 el informe reporta que el 46,9% de los viñedos se implantó antes del año 2000; por su parte, en 2024, esa proporción es de 45,1%. Lógicamente van saliendo de producción los más antiguos.
- En cuanto a sistema de conducción, se reporta que ha disminuido proporcionalmente más el parral:

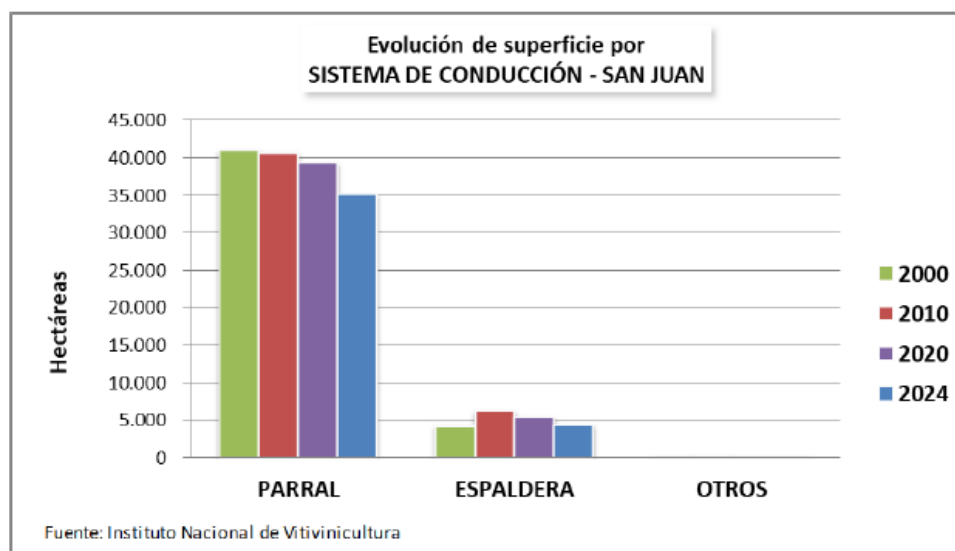


Figura 11-5: Evolución de superficie por sistema de conducción.

A modo de síntesis de estos resultados reportados por el INV así como los aportes de otras fuentes consultadas, de manera preliminar se puede concluir que la superficie cultivada con vid viene sufriendo un proceso de cambios que, a la luz de las estadísticas,

## Informe 6.1 - Evaluación de las alternativas de inversión

se ha traducido en la disminución de la superficie cultivada junto a la reorientación del destino de la producción desde la elaboración a la producción de uva de mesa y pasas.

En función de la historia reciente, pareciera que esta superficie seguirá disminuyendo al menos en el mediano plazo.

La posibilidad de realizar un análisis pormenorizado de las propias tendencias está fuera del alcance de este informe habida cuenta de la complejidad y diversidad de situaciones que deben analizarse (partiendo de las diferencias de tecnología de producción y manejo agrícola -productores tradicionales, productores tecnificados, el destino de la producción vitícola -vino a granel, mosto, vinos premium, destino del producto industrial -mercado interno, exportaciones, grado de integración vertical, etc. Pero, aunque el aporte sea muy general y técnicamente limitado, se puede arriesgar una síntesis acompañada de una breve caracterización.

En el análisis de esta sostenida disminución de superficie es importante poner de relieve una importante segmentación de la oferta de producción vitícola destinada a la vinificación, compuesta por:

- Un conjunto de productores tecnológicamente avanzados, integrados verticalmente a los otros eslabones de la cadena vitivinícola (bodegas fraccionadoras que producen vinos de calidad con mercados definidos), con viñedos implantados con especies de alta calidad enológica. En estos casos pueden hacer frente a las exigencias cada vez mayores de calidad relacionadas con sellos de certificación, normas de higiene y seguimiento de aplicaciones fitosanitarias en la finca. Este subsector de la producción vitícola no exhibe problemas de rentabilidad.
- Una gran cantidad de productores de pequeña escala de producción (más del 50% de los viñedos de la provincia poseen hasta 5 ha), que en muchos casos producen especies para vinificar de inferior calidad (criollas, cereza, Pedro Gimenez; los anuarios dan cuenta que estas variedades participan con más de 10.000 ha). En muchos de estos casos la producción es absorbida por el eslabón industrial para la elaboración de vinos básicos o mosto sulfitado, que es comercializado a granel. Este subsector posee una relativa concentración de bodegas medianas/grandes integradas a la concentración de mosto, pero en una alta proporción está compuesto por bodegas trasladistas pequeñas o medianas de baja capacidad instalada y baja tecnología (de manejo de temperatura, por ejemplo). El número de bodegas elaboradoras también ha ido en franco descenso

## Informe 6.1 - Evaluación de las alternativas de inversión

en los últimos años<sup>11</sup>. Esta demanda derivada industrial paga la materia prima con menores precios al productor, lo que además de impactar directamente en la rentabilidad y presumiblemente en el manejo financiero, suma incertidumbre acerca del precio que recibirá en cada campaña.

Adicionalmente, la actividad de este subsector también se ve influida por la situación en la que la industria coyunturalmente se encuentre en términos de stock vínicos y mostos: cuando la comercialización de estos productos no ha tenido a lo largo del año anterior la dinámica de ventas esperada, las bodegas se encuentran con existencias de producción elaboradas en periodos anteriores que limita la absorción de la nueva cosecha, ocasionando presiones adicionales que tienden a la disminución del precio al productor. Por ello es frecuente encontrar que en la época de vendimia los gobiernos de provincias vitivinícolas intervienen en el sector, por ejemplo, estableciendo precios mínimos al productor, ofreciendo mecanismos de ayuda financiera<sup>12</sup>, etc.

Por su parte, hay informes sobre la situación vitivinícola mundial que refieren que a pesar de las malas cosechas, hay excedentes de vino a nivel mundial por la caída del consumo<sup>13</sup>. A estas dinámicas se sumará en años venideros el impacto del déficit hídrico.

### 11.1.2 Evolución de la industria olivícola<sup>14</sup>

Como se adelantó en secciones anteriores, a partir de la información provista por la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Agroindustria se ha considerado que la superficie destinada a la olivicultura alcanza a 16.500 ha.

---

<sup>11</sup> El INV informa que en San Juan la cantidad de bodegas elaboradoras pasó desde 159 en 2011 a 108 en 2021 (-32%). A nivel país también se verificó una disminución, aunque sensiblemente inferior (-10,6%).

<sup>12</sup> En San Juan el gobierno provincial ha intervenido en la fijación de precios mínimos para la uva destinada a la vinificación y en operaciones de mosto, especialmente debido a los excedentes de producción vitícola. <https://sisanjuan.gob.ar/23-produccion/2025-02-14/60578-por-primer-vez-san-juan-y-mendoza-anuncian-un-operativo-conjunto-de-anticipo-de-cosecha-acarreo-y-elaboracion-de-uvas-con-aptitud-para-mosto>  
<https://www.diariodecuyo.com.ar/economia/gobierno-reforzara-el-precio-de-la-uva-con-creditos-que-se-podran-pagar-con-mosto-1704110.html>

<sup>13</sup> “Considerando la caída de la producción de vino (oferta) y la también caída del consumo (demanda), la OIV estima que habrá en esta temporada un excedente de unos 16,1 millones de hectolitros, aunque el vino puede ser utilizado en otras industrias como los vinagres o destilados.” Citado de: <https://uvasargentinas.com.ar/a-pesar-de-las-malas-cosechas-hay-excedentes-de-vino-a-nivel-mundial-por-la-caida-del-consumo/>

<sup>14</sup> Esta sección está fundamentalmente transcripta de Caputo, Ricardo, ESTUDIO I.EG. 104 PROGRAMA DE FORTALECIMIENTO DE LA CADENA PRODUCTIVA OLIVÍCOLA DE SAN JUAN. MINISTERIO DE ECONOMÍA Y PRODUCCION DE LA NACIÓN SECRETARÍA DE POLÍTICA ECONÓMICA UNIDAD DE PREINVERSIÓN (UNPRE) PROGRAMA MULTISECTORIAL DE PREINVERSIÓN II PRÉSTAMO BID 925 OC-AR, enero 2009. <https://cdi.mecon.gob.ar/bases/docelec/ml1231.pdf>

## Informe 6.1 - Evaluación de las alternativas de inversión

En cuanto al destino de la producción, aproximadamente el 60% de la superficie olivícola de la provincia posee variedades aceiteras y el 20% variedades doble propósito (con destino aceite o conserva). Sin embargo, la Cámara Olivícola de San Juan informa 15.000 hectáreas productivas con una orientación aceitera del 90%.

Siguiendo el trabajo de Caputo (2009), en la industria aceitera los últimos años han sido escenario de fuertes inversiones en nuevas plantas industriales con tecnología moderna, muchas veces asociadas a importantes emprendimientos agrícolas. Este segmento de nuevos industriales opera en los mercados internacionales ofreciendo calidades de alta gama (aceite extravirgen). También existe un sector de industriales tradicionales que no han innovado tecnológicamente su equipamiento industrial, lo que les limita posibilidades en los mercados internacionales.

Una de las características del mercado de la aceituna a granel es la gran dispersión de la oferta, con más de 1.000 productores con menos de 10 hectáreas, la cual viene acompañada de una fuerte concentración por el lado de la demanda. Esto lleva a que los compradores utilicen su condición oligopsónica para fijarle precios a la baja al productor con lo cual se ve seriamente perjudicada su situación.

En general el sector industrial se integra verticalmente - en el caso de los modernos es casi la situación excluyente- y comercializa el aceite en los mercados internacionales (a granel y envasados) y en el mercado doméstico.

El mercado está constituido por una oferta dispersa y una demanda concentrada y también concertada. Por ende, el precio lo establecen pocas firmas. Posteriormente, las otras empresas elaboradoras tienen como base el precio al cual compran las empresas principales.

Normalmente, como la demanda está concentrada en pocas empresas, las condiciones de pago están impuestas por ellas y el vendedor queda sujeto a las necesidades del comprador. Como puede verse la capacidad de negociación de los productores es escasa, como en todo mercado oligopólico.

A partir de lo reseñado y teniendo en cuenta que en las reuniones presenciales se ha informado de importantes inversiones (en escala y en grado de tecnificación) en el sector olivícola destinado a aceite, es razonable presumir que a través de este vector la superficie destinada a este cultivo todavía tiene margen de crecimiento en el mediano plazo. No obstante, según se pudo saber, existen algunas plantaciones olivícolas marginales de las primeras épocas de implementación de los diferimientos impositivos que utilizan agua subterránea y se ubicaron en zonas en las cuales las proyecciones de recarga de acuíferos

sugieren futuras limitaciones; esto, junto a los crecientes costos energéticos de extracción del agua (a lo que han contribuido los incrementos de tarifa eléctrica recientes) pueden implicar disminuciones significativas de rentabilidad para estos casos.

### 11.2 ESCENARIOS A 2050

Dado que en este trabajo no se han realizado proyecciones de rentabilidad agrícola a 2050 -debido a que ello requiere de un análisis pormenorizado de la evolución de cada cadena de valor, contemplando los eslabones industriales y comerciales de cada una<sup>15</sup>-, **como hipótesis de trabajo se ha considerado que la rentabilidad relativa por tipología de cultivo no se modifica<sup>16</sup> a lo largo del horizonte de análisis.** Sólo para la actividad vitivinícola y la olivícola, que son las de mayor participación relativa en la matriz agrícola actual, se han realizado comentarios y aportes a partir de algunos antecedentes consultados. En la tercera sección de este capítulo se realizan comentarios sobre el impacto de las inversiones en eficiencia hídrica sobre la rentabilidad de los cultivos.

Una primera observación al contemplar el análisis de la situación a 2050 es el efecto sobre la demanda neta de agua por ha, que se incrementa conforme a lo indicado en el informe principal debido al impacto de la mayor temperatura sobre la evapotranspiración de las plantas. No obstante, dado que el indicador de rentabilidad relativa aquí utilizado refleja la situación relativa y todas las demandas individuales se incrementan por mayor evapotranspiración en 2050 en la misma proporción (7%), el denominador del indicador de rentabilidad relativa no se verá afectado.

Esto indica que, respecto de las tablas y gráficos presentados anteriormente, no se observarán cambios, excepto que se modifique la eficiencia de riego intrafinca.

Y esto es justamente lo que se sugiere para 2050: la eficiencia intrafinca de los productores tradicionales aumenta al nivel de los tecnificados, esto es, al 85%.

Por eso en el gráfico a continuación se observa que un mismo cultivo - independientemente del nivel de tecnificación- se encuentra en la misma vertical del valor del denominador:

---

<sup>15</sup> Téngase en cuenta que, exceptuando el destino de la producción a consumo en fresco, la demanda de producción agrícola es una demanda derivada de la producción de otros bienes con mayor agregación de valor en etapas industriales y comerciales asociadas.

<sup>16</sup>Es decir que el numerador del indicador de rentabilidad relativa mantiene los mismos valores por tipología de cultivo. Este supuesto sugiere que el ordenamiento relativo o ranking entre tipologías se mantiene en el tiempo.

## Informe 6.1 - Evaluación de las alternativas de inversión

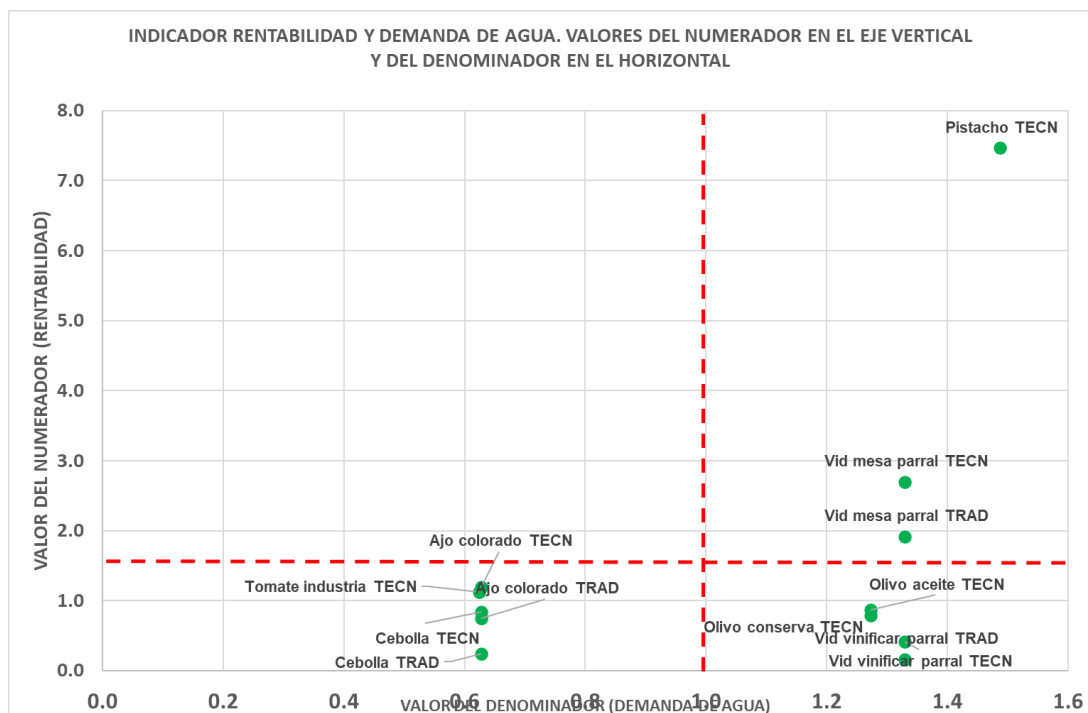


Figura 11-6: Indicador de rentabilidad y demanda de agua

Esto es: para un mismo cultivo, las diferencias en el indicador estarán originadas en la rentabilidad relativa, que se mide en la dimensión vertical del gráfico.

Asimismo, el ranking del indicador se modifica al volverse más eficientes en el uso del agua los productores tradicionales:

Tabla 11-2: Ranking en el indicador de rentabilidad / demanda

Cultivo	Valores	
	Suma de indicador	Suma de superficie
Pistacho TECN	502	6,000
Vid mesa parral TECN	203	9,100
Ajo colorado TECN	190	400
Tomate industria TECN	181	3,000
Vid mesa parral TRAD	144	2,646
Cebolla TECN	134	400
Ajo colorado TRAD	119	600
Olivo aceite TECN	68	14,850
Olivo conserva TECN	62	1,650
Cebolla TRAD	39	600
Vid vinificar parral TECN	31	21,645
Vid vinificar parral TRAD	12	6,293
<b>Total general</b>	<b>1,685</b>	<b>67,184</b>

Y el gráfico anterior exhibe ahora la nueva situación:

## Informe 6.1 - Evaluación de las alternativas de inversión

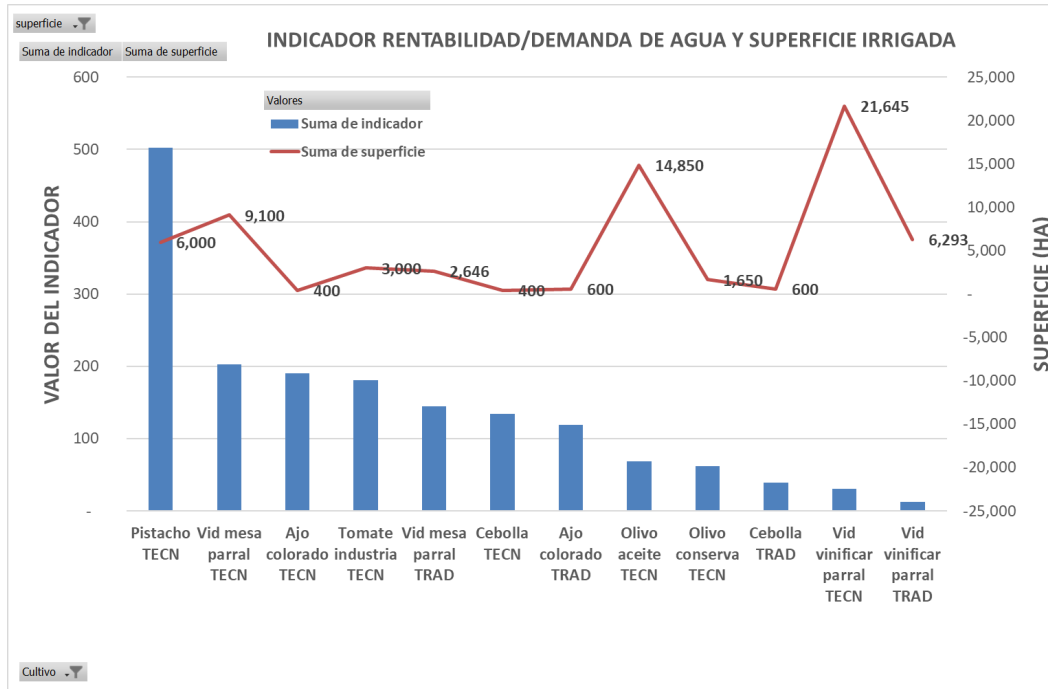


Figura 11-7: Indicador de rentabilidad / demanda de agua, frente a la superficie irrigada por cultivo.

El gráfico muestra que sólo ha habido dos cambios de orden: la vid de mesa de productores tradicionales se adelanta a la cebolla de productores tecnificados, y la cebolla de productores tradicionales se adelanta a los productores tecnificados de vid para vinificar.

El gráfico siguiente exhibe cómo se modifica el valor de la productividad del agua entre el escenario actual y los previstos para 2050:

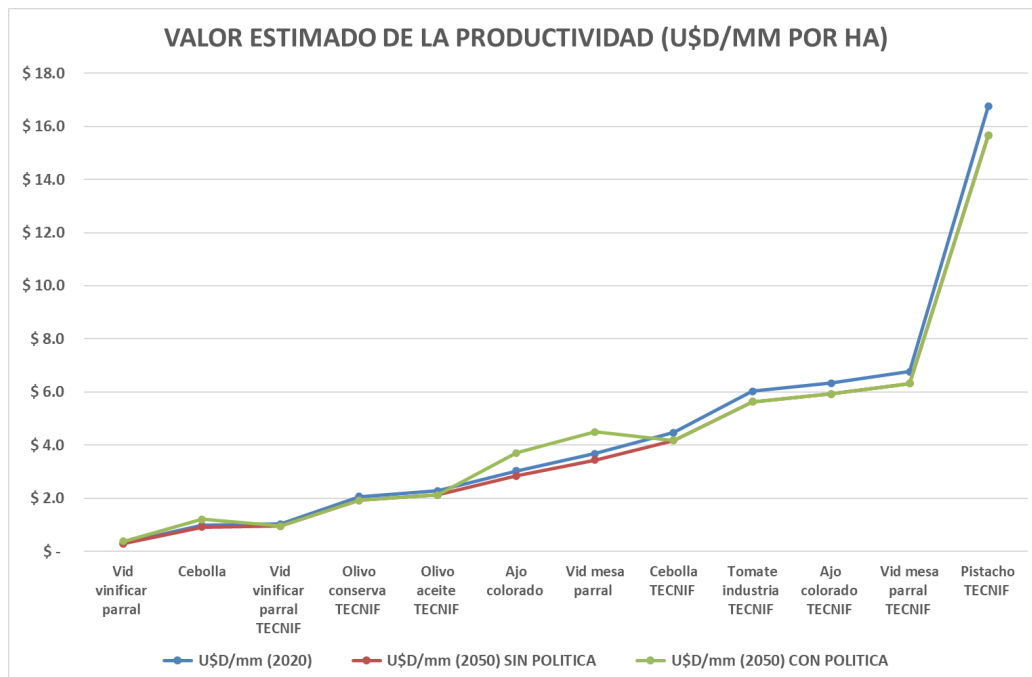


Figura 11-8: Valor estimado de la productividad.

## Informe 6.1 - Evaluación de las alternativas de inversión

- Se observa un empeoramiento relativo para todos los casos debido al aumento de la demanda neta de agua por mayor evapotranspiración,
- Excepto en el caso de mejora en eficiencia hídrica de los cultivos tradicionales como consecuencia de la intervención (aumento de la eficiencia intrafinca de los tradicionales).
- El valor promedio (simple) del indicador disminuye de U\$S3,36/mm a U\$S3,14/mm en el caso sin intervención (7% por incremento de la demanda bruta en 2050 por mayor evapotranspiración), y de U\$S3,36/mm a U\$S3,35/mm en el caso con intervención (mayor evapotranspiración que se compensa en parte con incremento de la eficiencia intrafinca)<sup>17</sup>.

Con respecto a los ejercicios de equivalencia, los resultados son los siguientes:

- En la situación sin intervención, el aumento de la demanda de agua por mayor temperatura en 2050 ocasiona que el valor promedio de productividad disminuya (en 7%, dadas las proyecciones). Esto ocasiona que la superficie equivalente que resulta del ejercicio de reconversión sea la misma dado que el indicador de equivalencia no se modifica<sup>18</sup>: sólo el valor económico total o agregado acusa una disminución de 7% en el valor promedio de la productividad, así como la demanda de agua aumenta en 7% respecto de la situación de reconversión presentada en secciones anteriores.
- En la situación con intervención, la mejora en la eficiencia intrafinca de los productores tradicionales origina que el valor de la productividad promedio sea muy parecido al de la situación de base (U\$S3,35/mm vs U\$S3,36/mm); dado que esa mayor eficiencia intrafinca se traduce en un incremento de la productividad por ha (ya que disminuye el denominador, la demanda bruta de agua) como resultado el coeficiente de equivalencia se reduce y la superficie reconvertida o equivalente es algo menor al caso anterior y al de base (en el ejercicio realizado, la superficie equivalente es 2% inferior).

En definitiva, si bien hay algunas diferencias con el escenario base, el parámetro que define fundamentalmente la situación a la que se llegue en 2050 es la productividad agrícola: los ejercicios analizados demuestran que la reconversión productiva puede

---

<sup>17</sup> Es importante tener en cuenta que para estos casos no se ha considerado el impacto de las inversiones en eficiencia hídrica en la rentabilidad.

<sup>18</sup> Aumenta la demanda bruta de agua para todos los cultivos en la misma proporción, por lo que al realizar el cociente del indicador de productividad de un cultivo con el promedio, el indicador resultante es el mismo. La diferencia estará en el valor \$ por mm, que ahora será menor (la misma rentabilidad dividida en una cantidad de agua 7% superior)

## Informe 6.1 - Evaluación de las alternativas de inversión

ser una herramienta muy eficaz para hacer frente a restricciones en la disponibilidad de recursos hídricos.

### 11.3 IMPACTO DEL COSTO DE INVERSIÓN EN LA RENTABILIDAD

El siguiente gráfico muestra el impacto proporcional de los costos anuales de inversión en mejoras de riego que se presentan en el Capítulo 10 de este informe<sup>19</sup> y cómo afectan la rentabilidad por hectárea para diferentes cultivos y tipologías de productores.

Tabla 11-3: Valores promedio de costos anuales de inversión (USD/ha)

Conduccion		Mangas		Goteo	
Tabla 10.2		Tabla 10.6		Tabla 10.9	
USD	23.0	USD	384.7	USD	830.3

Los cultivos analizados incluyen vid, cebolla, olivo, aceite, ajo, vid de mesa, tomate y pistacho, diferenciados entre productores tradicionales (TRAD) y tecnificados (TECNIF). Cada barra representa un cultivo y tipología de productor, con tres colores: gris para la mejora en la eficiencia de conducción (revestimiento de canales), celeste para la inversión en riego por mangas y verde para la mejora en la eficiencia de aplicación (riego por goteo). El eje vertical muestra el porcentaje de impacto en la rentabilidad por hectárea.

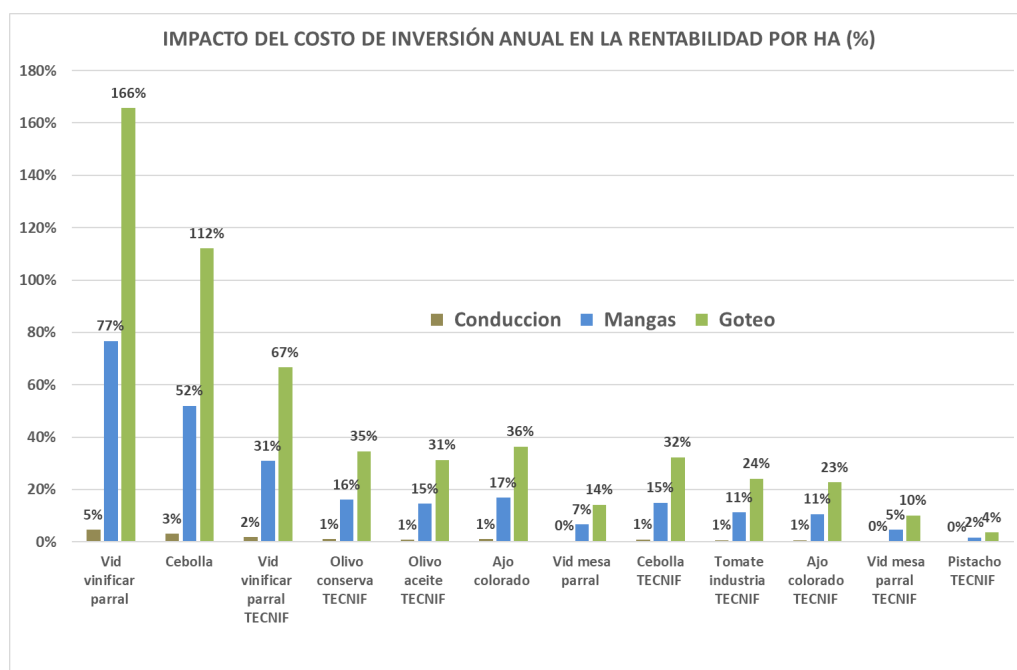


Figura 11-9: Impacto del costo de inversión en la rentabilidad

<sup>19</sup> Se tomaron los promedios simples de los costos anuales de inversión por ha de las Tablas 10.2, 10.6 y 10.9

## **Informe 6.1 - Evaluación de las alternativas de inversión**

Los cultivos con mayor rentabilidad por unidad de agua, como el pistacho, y los productores tecnificados en general, tienen una mayor capacidad para asumir los costos de inversión en mejoras de riego sin comprometer significativamente su rentabilidad: los impactos promedios para estos casos son 0,8% en eficiencia de conducción, 12,8% para mangas y 27,6% en goteo. En cambio, los productores tradicionales, especialmente en cultivos de baja rentabilidad como la vid vinificar, enfrentan un impacto desproporcionado, lo que puede dificultar de manera considerable su transición hacia sistemas de riego más eficientes sin apoyo externo.

## 12. CONCLUSIONES

### **Necesidad de inversión en eficiencia de riego para mitigar el impacto del creciente déficit hídrico**

El estudio demuestra que, sin intervención, el déficit hídrico en la cuenca del río San Juan se incrementará de 532 hm<sup>3</sup>/año en 2020 a 1.260 hm<sup>3</sup>/año en 2050. Las alternativas de inversión propuestas permiten reducir ese déficit a 356 hm<sup>3</sup>/año y sostener más del doble de la superficie cultivable sin restricciones de agua.

### **Inversión vinculada a rentabilidad agrícola**

La rentabilidad por hectárea varía significativamente entre cultivos. El pistacho, por ejemplo, muestra alta rentabilidad por unidad de agua, lo que justifica económicamente su tecnificación. Por el contrario, cultivos como la vid para vinificar en modelos de gestión no tecnificados tienen baja rentabilidad relativa, dificultando su transición sin apoyo financiero. Más aún: con independencia del déficit hídrico, la evidencia reciente indica que la superficie cultivada con vid viene sufriendo un proceso de cambios que se ha traducido en la disminución de la superficie cultivada junto a la reorientación del destino de la producción. En función de la historia reciente, pareciera que esta superficie seguirá disminuyendo al menos en el mediano plazo.

Por ello es importante enfatizar que el indicador que define fundamentalmente la situación a la que se llegue en 2050 es la productividad agrícola: los ejercicios analizados demuestran que la reconversión productiva puede ser una herramienta muy útil para hacer frente a restricciones en la disponibilidad de recursos hídricos sin perder capacidad de generación de valor económico agrícola.

### **Impacto del costo de inversión en la rentabilidad**

Los costos anuales de inversión en mejoras de riego afectan en forma desigual a los productores. Los tecnificados, tienen mayor capacidad para asumirlos en caso en que todavía no lo hayan hecho. En cambio, se presume que los productores tradicionales, con cultivos menos rentables, requerirán significativo apoyo externo para lograr implementar técnicas de riego más eficientes si deciden continuar con sus actuales células de cultivo.

### **Importancia de la escala de producción**

Se verifica que la rentabilidad es muy sensible al tamaño de explotación: superficies pequeñas, especialmente en el caso de productores tradicionales, tienden a ser no rentables. Esto subraya la necesidad de políticas diferenciadas según escala y cultivo.

### **Justificación económica de la reconversión en tecnología de riego**

Las mejoras en eficiencia, como el riego por goteo y el revestimiento de canales, permiten incrementar la productividad del agua. Esto es clave en un contexto de reducción de la oferta hídrica; pero aún con esta restricción, una adecuada reorientación hacia la tecnificación de los modelos de gestión agrícola permite proyectar un escenario futuro de crecimiento del valor agregado agrícola.

### **Otros aspectos a tener en cuenta**

Se deberán evaluar qué aspectos condicionan la rentabilidad de cada uno de los cultivos para implementar estrategias que permitan aumentar las rentabilidades actuales o ponerse a resguardo de cambios futuros (logística, energía, tributarias, acceso a mercados internacionales, certificaciones, etc.).

Si bien las medidas a implementar se proyectan conceptualmente iguales para todo el sector agrícola se deben diseñar estrategias de implementación específicas para sector y perfil productivo.

Desarrollar un plan de ordenamiento territorial que permitirá definir las áreas que se destinen a la agricultura, pudiendo establecerse limitaciones a los fraccionamientos. El objetivo de esto es preservar la inversión pública en las redes de distribución de agua ya sean pasadas o futuras y preservar las unidades productivas que tienen una escala (cantidad de hectáreas) económicamente viable.

Analizar que recursos humanos, financieros y técnicos se necesitan para implementar las reconversiones necesarias. Se debe analizar los requerimientos para contar con esos recursos en el futuro próximos para implementar las intervenciones necesarias.

En el caso de implementar una reconversión agrícola se deberá contar con la participación de los productores y de distintos actores públicos que deberán aportar su conocimiento y experiencia (INTA, INA, INV, etc.)

Implementar procesos de recopilación, integración y análisis de información relacionada con el sistema hídrico y el sector productivo de la provincia para hacer el seguimiento y ajuste de las acciones que se decida implementar.

## 13. ANEXO: MODELOS DE RENTABILIDAD AGRÍCOLA

### 13.1 ALCANCE Y COBERTURA

En esta sección se presentan los modelos de gestión agrícola que posteriormente serán utilizados para estimar el impacto de inversiones destinadas al mejoramiento del uso del agua sobre la rentabilidad económica.

#### 13.1.1 Fuentes de información

Las fuentes consultadas para integrar cada componente en los modelos económicos fueron:

- Superficie cultivada y participación relativa de cada destino agrícola por cuenca: Secretaría de Agricultura, Ganadería y Agroindustria de San Juan
- Distribución de tamaños de explotación agrícola: elaboración propia a partir de Secretaría de Agricultura, Ganadería y Agroindustria de San Juan.
- Rendimientos por ha y precios: Instituto de Desarrollo Rural (IDR)-Mendoza, INTA
- Costos operativos y de capital: modelos económicos desarrollados por IDR-Mendoza, INTA

#### 13.1.2 Metodología de trabajo

La metodología de trabajo consistió en vincular la superficie cultivada para cada destino agrícola o cadena productiva (vid, olivo, etc.) con modelos económicos que permiten estimar los costos de producción y los ingresos por ventas del productor (valor bruto de producción).

#### Superficies cultivadas:

Tabla 13-1: Destino agrícola del agua: superficies en hectáreas

Vid	39.684	54 %
Olivo	16.500	23 %
Pistacho	6.000	8 %
Tomate	3.000	4 %
Ajo y Cebolla	2.000	3 %
Semilla	1.450	2 %
Otros	4.500	6 %
<b>Total</b>	<b>73.134</b>	

Fuente: Secretaría de Agricultura, Ganadería y Agroindustria, año 2025.

## Componentes de ingresos y costos

### Obtención del valor bruto de producción

Metodológicamente se trabajó con los rendimientos por ha para cada tipo de cultivo, los cuales son multiplicados por la superficie cultivada para obtener la producción. Finalmente, para obtener el valor bruto de producción (VBP) ésta es valorizada a precios de productor:

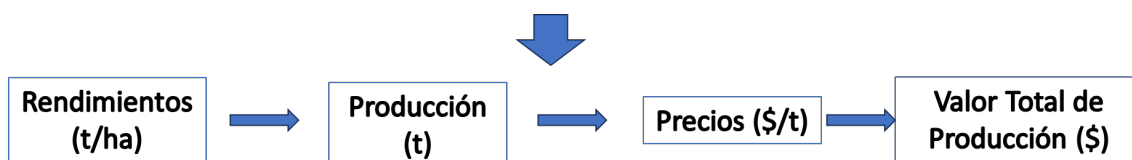


Figura 13-1: Esquema del valor total de la producción.

A partir de las células de cultivo de cada cuenca es posible obtener el valor de producción de cada una de ellas.

Dados los valores de rendimientos por ha y precios, estos cálculos permiten obtener el valor bruto de producción (VBP) para una determinada superficie agrícola valorizando la producción de las distintas especies dentro de la cadena. Este es el primer paso para poder estimar la rentabilidad de los destinos agrícolas; la etapa siguiente es la estimación de los costos de producción.

### Obtención de los costos de producción

A continuación, y utilizando información provista por el Instituto de Desarrollo Rural-Mendoza (IDR), se ajustaron modelos microeconómicos de gestión agrícola para diversos cultivos con el objeto de estimar su rentabilidad económica.

Características generales y componentes considerados para los modelos utilizados:

- 10 cultivos agrícolas: 2 modelos de vid (vinificar y mesa), 2 olivos (conserva y aceite), pistacho, 3 modelos hortícolas (tomate industria, ajo colorado, cebolla), 2 de alfalfa (semilla y forraje).
- Dos tipos de productores con las siguientes características:
  - Tradicional: el modelo de base considera un promedio de 7 ha., con riego superficial, baja tecnificación, y menores rendimientos relativos
  - Tecnificado o mediano: con un tamaño de explotación de 30 ha, riego con pozo, tecnificados o mecanizados, mayores rendimientos relativos
- Estimación de costos:
  - Costos de operación y gestión (por año o campaña),

## Informe 6.1 - Evaluación de las alternativas de inversión

- Costos de capital (costos anuales equivalentes) para 10 modelos: vid, olivo, tomate, ajo/cebolla y pistacho, cada uno considerando los dos tipos de productores -7 y 30 ha-

La unidad de análisis es la hectárea ya que permite obtener un indicador de rentabilidad comparable para distintos tamaños de explotación (modelo económico), y asociar esta producción al consumo de agua (modelo hídrico).

Es importante enfatizar que las rentabilidades así calculadas son estimaciones en base a promedios, y deben entenderse como un ejercicio del “deber ser” de la gestión agrícola (que puede no necesariamente reflejarse en comportamientos concretos). A partir de modificaciones de los parámetros de base pueden considerarse nuevos escenarios de trabajo que cuantifican y valoran el impacto de tales ejercicios (por ej. capacidad de pago del productor individual frente a inversiones en tecnologías más eficientes de riego).

### Modelos utilizados

#### Estructura y componentes de los costos operativos

Los modelos elaborados tienen una estructura significativamente detallada y desagregada. Considerando sus ítems principales se puede dar cuenta de los siguientes componentes:

1. Personal
  - 1.1. Permanente (encargado de finca en los casos del tradicional grande y tecnificado, tractorista, asesoramiento técnico, etc.)
  - 1.2. Transitorio (poda, raleo, fertilización, cosecha, etc.)
2. Agroquímicos (tratamiento fitosanitario, fertilización, etc.)
3. Energéticos (electricidad, combustibles)
4. Tareas de gestión (encargado/dueño)

Debe tenerse presente que el enfoque utilizado aquí corresponde al del análisis económico de proyectos. En ese sentido, se ha procurado que cada recurso identificado y cuantificado en la producción agrícola se valore a su costo de oportunidad. Es por ello que la rentabilidad calculada incorpora la totalidad de costos económicos<sup>20</sup>.

---

<sup>20</sup> Es importante tener en cuenta que, por ejemplo, en los casos de explotaciones pequeñas como las que se considerarán en secciones siguientes, los ingresos del productor pequeño han sido considerados al contemplar en los costos operativos las tareas de gestión. Es en este sentido que, dada la metodología aquí aplicada, una rentabilidad nula es una situación económicamente sustentable.

## Informe 6.1 - Evaluación de las alternativas de inversión

MES	TAREAS	M. DE OBRA		INSUMOS				GASTO MENS.	GASTO ACUMUL.
		Jornal/ha	\$/ha	Descripción	Unid.	Cant.	\$/ha		
MAY	TOTAL		\$ -				0	\$ -	\$ -
JUN	TOTAL		\$ -				0	\$ -	\$ -
JUL	Poda	15.00	\$ 341,225						
	Resto de poda	0.13	\$ 2,665	Tractor-acoplado de tiro	hs	1	8,465		
	Atar	6.00	\$ 136,490	Cinta plástica	rollo	3	4,820		
	Atar obreros	0.50	\$ 11,374						
	<b>TOTAL</b>		<b>\$ 491,755</b>				<b>13,285</b>	<b>\$ 505,039</b>	<b>\$ 505,039</b>
AGO	Riego	0.50	\$ 11,374						
	<b>TOTAL</b>		<b>\$ 11,374</b>				<b>0</b>	<b>\$ 11,374</b>	<b>\$ 516,414</b>
SEP	Riego	0.50	\$ 11,374						
	Sembrar vicia	0.38	\$ 8,531	Semilla vicia	kg	15	19,440		
	Preparación manual de riego	0.50	\$ 11,374						
	Preparación mecánica de riego	0.13	\$ 2,665						
	Control Hormigas	0.13	\$ 2,844	Sulfuramida GB 0,45%	kg	2	4,320		
	Tratamiento Fitosanitario	1.38	\$ 31,279	Tractor-pulverizadora	hs	3	25,395		
	Tratamiento Fitosanitario Obrero	0.90	\$ 20,474	Azufre Micronizado 80%	kg	2	3,888		
				Oxícloruro de Cobre WP 87%	kg	3	26,127		
				Methoxyfenozide 24%	lts	0	7,247		
	Fertilización Obrero	0.75	\$ 17,061	Tractor-acoplado de tiro	hs	3	25,395		
				Urea N 46 %	Kg.	150	153,480		
	Tratamiento con herbicidas	1.20	\$ 25,584	Tractor-pulverizadora	hs	3	25,395		
				Glifosato 48%	lts	3	20,720		
	<b>TOTAL</b>		<b>\$ 131,185</b>				<b>311,407</b>	<b>\$ 442,592</b>	<b>\$ 959,006</b>
OCT	Riego	0.50	\$ 11,374						
	Acomodar Brotes	3.50	\$ 74,620						
	Tratamiento Fitosanitario	1.38	\$ 31,279	Tractor-pulverizadora	hs	3	25,395		
	Tratamiento Fitosanitario Obrero	0.90	\$ 20,474	Azufre Micronizado 80%	kg	2	3,888		
				Oxícloruro de Cobre WP 87%	kg	4	34,836		
	<b>TOTAL</b>		<b>\$ 137,746</b>				<b>64,119</b>	<b>\$ 201,866</b>	<b>\$ 1,160,872</b>
NOV	Riego	1.00	\$ 22,748						
	Acomodar Brotes	3.50	\$ 74,620						
	Control Hormigas	0.13	\$ 2,844	Sulfuramida GB 0,45%	kg	2	4,320		
	Tratamiento con herbicidas	1.20	\$ 25,584	Tractor-pulverizadora	hs	3	25,395		
				Glifosato 48%	lts	3	20,720		
	<b>TOTAL</b>		<b>\$ 125,796</b>				<b>50,435</b>	<b>\$ 176,230</b>	<b>\$ 1,337,102</b>
DIC	Riego	1.00	\$ 22,748						
	Tratamiento Fitosanitario	1.38	\$ 31,279	Tractor-pulverizadora	hs	3	25,395		
	Tratamiento Fitosanitario Obrero	0.90	\$ 20,474	Azufre Micronizado 80%	kg	2	3,888		
				Oxícloruro de Cobre WP 87%	kg	4	34,836		
	<b>TOTAL</b>		<b>\$ 74,501</b>				<b>64,119</b>	<b>\$ 138,620</b>	<b>\$ 1,475,722</b>
ENE	Riego	0.50	\$ 11,374						
	Tratamiento Fitosanitario	1.38	\$ 31,279	Tractor-pulverizadora	hs	3	25,395		
	Tratamiento Fitosanitario Obrero	0.90	\$ 20,474	Azufre Micronizado 80%	kg	2	3,888		
				Mancozeb PM 80%	kg	2	15,578		
	Acomodar Brotes	2.00	\$ 42,640						
	<b>TOTAL</b>		<b>\$ 105,767</b>				<b>44,860</b>	<b>\$ 150,627</b>	<b>\$ 1,626,349</b>
FEB	Riego	0.50	\$ 11,374						
	<b>TOTAL</b>		<b>\$ 11,374</b>				<b>0</b>	<b>\$ 11,374</b>	<b>\$ 1,637,723</b>
MAR	Riego	0.50	\$ 11,374						
	Tratamiento con herbicidas	1.20	\$ 25,584	Tractor-pulverizadora	hs	3	25,395		
				Glifosato 48%	lts	1	7,459		
	Fertilización Obrero	0.30	\$ 6,825	Tractor-acoplado de tiro	hs	3	25,395		
	Cosecha obreros	1.278	\$ 44,722	Urea N 46 %	Kg.	90	92,088		
	Rastreada	0.50	\$ 10,660	Tractor- rastra	hs	4	33,860		
	Sembrar vicia	0.13	\$ 2,844	Semilla vicia	kg	15	19,440		
	Preparación manual de riego	0.50	\$ 11,374						
	Preparación mecánica de riego	0.13	\$ 2,665						
	<b>TOTAL</b>		<b>\$ 116,048</b>				<b>203,636</b>	<b>\$ 319,684</b>	<b>\$ 1,957,407</b>
ABR	Riego	0.50	\$ 11,374						
	Corresponsabilidad Gremial	23,000.00	\$ 5,980						
	<b>TOTAL</b>		<b>\$ 17,354</b>				<b>0</b>	<b>\$ 17,354</b>	<b>\$ 1,974,761</b>
								<b>PRODUCTOR TRADICIONAL</b>	<b>\$ 1,974,761</b>
								<b>PRODUCTOR TECNIFICADO</b>	<b>\$ 1,945,140</b>

Ahorro de mano de obra por mecanización →

*Figura 13-2: Ejemplo – Estimación de costos de operación por ha de vid en parral para el caso de un productor tradicional y un productor tecnificado*

En los modelos utilizados también se incluyeron otros costos complementarios de los costos operativos, como los costos de gestión (management), los de capital fundiario y los de capital de explotación.

En el primer caso, se incluyeron como costos de gestión los asociados al pago de impuestos, servicios<sup>21</sup>, seguros, el costo del asesoramiento contable y agronómico, y la

<sup>21</sup> En el caso del riego superficial se consideró el canon anual por ha promedio por cuenca. En el caso de los productores tecnificados se agregó el mayor canon (de todas las cuencas) del agua subterránea

## Informe 6.1 - Evaluación de las alternativas de inversión

remuneración del encargado de finca, etc. Estos se trabajaron como costos corrientes por ha.

En el capital fundiario se consideraron el terreno con derecho de riego, la infraestructura (vivienda, galpón, pozo – en el caso del productor tecnificado-), el capital implantado, etc.

Y para el capital de explotación se incluyó la maquinaria y equipo disponible.

Estos últimos dos casos -capital fundiario y capital de explotación- incluyen la valoración de activos a precios de mercado; a fin de contemplar sus servicios económicos se calculó para cada caso el costo anual equivalente. Para ello se consideraron los precios de mercado en dólares estadounidenses y, contemplando la vida útil del activo<sup>22</sup> y una rentabilidad anual del 10%, se calculó el costo anual equivalente (CAE) de cada uno.

---

correspondiente a un pozo de 9 pulgadas, que es aproximadamente el diámetro promedio de todas las cuencas. En este último caso también se consideró el costo de la energía eléctrica a partir del consumo por tipo de cultivo provisto por el IDR.

<sup>22</sup> Por ejemplo, se consideraron 20 años de vida útil para tractores y acoplados; entre 10 y 15 años para implementos, 50 años para viviendas, 30 años para galpones, etc. El valor del dólar fue el vigente al momento del cálculo (alrededor de \$870/US\$).

## Informe 6.1 - Evaluación de las alternativas de inversión

### TAREAS DE GESTION

Categorías	Factores	Cantidad periodos	Costo unitario del periodo	Costo total anual	Por ha
<b>Impuestos, Tasas, Servicios</b>	Impuesto Inmobiliario + Municipal	1		\$ 12,070	\$ 12,070
	Canón de Riego	1	\$ 31,719	\$ 31,719	\$ 31,719
	Canón Perforación	-	\$ 2,331	\$ -	\$ -
	Energía cargo fijo	-	\$ 188,880	\$ -	\$ -
	Uso red energía	-	\$ 23,508	\$ -	\$ -
<b>Seguros y patentes</b>	Seguro y patente Auto / camioneta	1	\$ 290,000	\$ 290,000	\$ 41,429
	Seguro Tractor	-	\$ 111,634	\$ -	\$ -
<b>Mantenimiento</b>	Mantenimiento Capital fundiario	1	\$ -	\$ 3,619,101	\$ 517,014
	Mantenimiento Capital de Explotación	1	\$ -	\$ 2,225,685	\$ 317,955
	Mantenimiento Equipo de riego	1	\$ -	\$ -	\$ -
<b>Comunicación</b>	Servicio de celular	1	\$ 4,500	\$ 4,500	\$ 643
<b>Asesoramiento</b>	Asesoramiento contable e impositivo	12	\$ 15,000	\$ 180,000	\$ 25,714
	Asesoramiento agronómico	12	\$ 40,000	\$ 480,000	\$ 68,571
<b>Trabajo de encargado</b>	Trabajo de encargado	12	\$ 250,232	\$ 3,002,784	\$ 428,969
<b>Subtotal Capital de Explotación</b>					<b>\$ 1,444,085</b>
					Capital \$ 834,969.4
					Gestión \$ 609,115.1

### CAPITAL FUNDIARIO

Categorías	Rubros	Componentes	Cantidad	Valor unitario	CAE
<b>Capital Fundiario</b>	<b>Terreno</b>	Terreno con derecho a riego FRUTAL	7	\$ 207,360	\$ 1,451,520
		Galpón 50 m2	1	\$ 242,879	\$ 242,879
		Vivienda 100 m2	-	\$ 1,154,636	\$ -
		Pozo	-	\$ 5,184,376	\$ -
		Malla frutal	-	\$ 1,249,527	\$ -
		Frutal sin Riego	-	\$ 293,288	\$ -
		Frutal con Riego	-	\$ 797,376	\$ -
		Malla antigranizo espaldero	-	\$ 61,870	\$ -
		Malla antigranizo parral	-	\$ 38,074	\$ -
		Viñedo espaldero	-	\$ 348,279	\$ -
		Viñedo parral	7	\$ 274,957	\$ 1,924,702
<b>Subtotal MEJORAS</b>					<b>\$ 2,167,581</b>
<b>CAE Capital Fundiario (Tierra + Mejoras)</b>				<b>\$ 3,619,101</b>	

### CAPITAL DE EXPLOTACION

Categorías	Componentes	Cantidad	Valor unitario	CAE
<b>Capital Explotación</b>	Tractor viñatero 40 HP (usado)	1.00	\$ 1,116,336	\$ 1,116,336
	Tractor frutal 65 HP (usado)	-	\$ 2,232,673	\$ -
	Acoplado 1 eje	1	\$ 224,774	\$ 224,774
	Rastra de discos	1	\$ 113,593	\$ 113,593
	Atomizadora - Pulverizadora	-	\$ 1,160,049	\$ -
	Pulverizadora de herbicida	1	\$ 386,683	\$ 386,683
	Niveleta	-	\$ 126,856	\$ -
	Bordeador	-	\$ 79,515	\$ -
	Desmalezadora	-	\$ 283,983	\$ -
	Pala tractor (guanera)	1	\$ 60,891	\$ 60,891
	Herramientas menores	1	\$ 323,408	\$ 323,408
	<b>CAE Capital de Explotación</b>			

Figura 13-3: Ejemplo – Estimación de costos de gestión y capital en el caso de productores de vid en parral. Productor tradicional

## Informe 6.1 - Evaluación de las alternativas de inversión

### TAREAS DE GESTION

Categorías	Factores	Cantidad periodos	Costo unitario del periodo	Costo total anual	Por ha
<b>Impuestos, Tasas, Servicios</b>	Impuesto Inmobiliario + Municipal	1	-	\$ 12,070	\$ 12,070
	Canón de Riego	1	31,719	\$ 31,719	\$ 31,719
	Canón Perforación	1	231,002	\$ 231,002	\$ 7,700
	Energía (cargo fijo y consumo)	1	5,163,675	\$ 5,163,675	\$ 172,123
	Uso red energía	1	23,508	\$ 23,508	\$ 784
<b>Seguros y patentes</b>	Seguro y patente Auto / camioneta	1	580,000	\$ 580,000	\$ 19,333
	Seguro Tractor	1	179,819	\$ 179,819	\$ 5,994
<b>Mantenimiento</b>	Mantenimiento Capital fundiario	1	-	\$ 22,193,636	\$ 739,788
	Mantenimiento Capital de Explotación	1	-	\$ 3,312,204	\$ 110,407
	Mantenimiento Equipo de riego	1	-	\$ -	\$ -
<b>Comunicación</b>	Servicio de celular	1	10,000	\$ 10,000	\$ 333
<b>Asesoramiento</b>	Asesoramiento contable e impositivo	12	40,000	\$ 480,000	\$ 16,000
	Asesoramiento agronómico	12	80,000	\$ 960,000	\$ 32,000
<b>Trabajo de encargado</b>	Trabajo de encargado	12	685,935	\$ 8,231,225	\$ 274,374
<b>Subtotal Capital de Explotación</b>					<b>\$ 1,422,624</b>
					Capital \$ 850,194.7
					Gestión \$ 572,429.8

### CAPITAL FUNDIARIO

Categorías	Rubros	Componentes	Cantidad	Valor unitario	CAE
<b>Capital Fundiario</b>	<b>Terreno</b>	Terreno con derecho a riego FRUTAL	30	\$ 207,360	\$ 6,220,800
		Galpón 50 m2	1	\$ 242,879	\$ 242,879
		Vivienda 100 m2	1	\$ 1,154,636	\$ 1,154,636
		Pozo	1	\$ 5,184,376	\$ 5,184,376
		Malla frutal	-	\$ 1,249,527	\$ -
		Frutal sin Riego	-	\$ 293,288	\$ -
		Frutal con Riego	-	\$ 797,376	\$ -
		Malla antigranizo espaldero	-	\$ 61,870	\$ -
		Malla antigranizo parral	30	\$ 38,074	\$ 1,142,223
		Viñedo espaldero	-	\$ 348,279	\$ -
		Viñedo parral	30	\$ 274,957	\$ 8,248,722
		<b>Subtotal MEJORAS</b>			
<b>CAE Capital Fundiario (Tierra + Mejoras)</b>				<b>\$</b>	<b>22,193,636</b>

### CAPITAL DE EXPLOTACION

Categorías	Componentes	Cantidad	Valor unitario	CAE
<b>Capital Explotación</b>	Tractor viñatero 45 HP (usado) 4x4	1.00	\$ 1,798,191	\$ 1,798,191
	Tractor frutal 65 HP (usado)	-	\$ 2,232,673	\$ -
	Acoplado 2 ejes	1	\$ 411,015	\$ 411,015
	Rastra de discos	1	\$ 113,593	\$ 113,593
	Atomizadora - Pulverizadora	-	\$ 1,160,049	\$ -
	Pulverizadora de herbicida	1	\$ 386,683	\$ 386,683
	Niveleta	-	\$ 126,856	\$ -
	Bordeador	1	\$ 79,515	\$ 79,515
	Desmalezadora	-	\$ 283,983	\$ -
	Cinzel	1	\$ 199,799	\$ 199,799
Herramientas menores	1	\$ 323,408	\$ 323,408	
<b>CAE Capital de Explotación</b>				<b>\$ 3,312,204</b>

*Figura 13-4: Ejemplo – Estimación de costos de gestión y capital en el caso de productores de vid en parral. Productor tecnificado*

### Descripción de indicadores económicos utilizados

Como se adelantó, se utilizaron diez modelos productivos, uno para cada variedad de cultivo, los que a su vez consideraron dos tipologías según paquete tecnológico y escala de producción.

Esto permitió realizar un cálculo de rentabilidad por ha para cada uno de ellos, lo que al agregar según superficie cultivada por cuenca, permitió estimar la rentabilidad por ha.

La secuencia seguida fue la siguiente:

- Cálculo de la rentabilidad por ha: para cada modelo considerado se estimó a través de la diferencia entre el ingreso por ventas: rendimiento (kg/ha) valorizado a precio de mercado, y los costos de producción por ha: tanto los costos de gestión, como los de capital fundiario y de explotación se trabajaron como costos medios, esto es, por ha. Téngase en cuenta que en este ejercicio de estimación se obtiene una **rentabilidad antes de impuestos** (en caso de corresponder, Monotributo/Ganancias, e Ingresos Brutos, por ejemplo)
- Cálculo de la rentabilidad de la explotación: a partir del cálculo de la rentabilidad por ha, se estimó la rentabilidad total considerando la superficie cultivada para ambos tipos de productores.

Una vez obtenida la rentabilidad de la explotación, se calcularon los indicadores agregados a nivel de cuenca utilizando las participaciones relativas de cada cultivo en cada destino del uso agrícola del agua según la célula de cultivo de la cuenca, y conforme a las participaciones relativas de productores tradicionales y tecnificados. Esto permitió calcular la rentabilidad promedio por ha, indicador que puede servir de base para hacer comparaciones entre cultivos acerca de rentabilidad relativa y productividad del agua.

## 13.2 IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN ECONÓMICA DE LOS PRINCIPALES COMPONENTES DE LA CÉLULA DE CULTIVO

### 13.2.1 Participación en el valor de producción

Aplicando la metodología descrita en secciones anteriores se ha estimado el valor bruto de producción (VBP) para cada cultivo<sup>23</sup>.

Tabla 13-2: Asignación de cultivos según participación relativa en la superficie cultivada

Cultivos	Valor bruto de producción (en millones \$)	Participación (%)
Vid vinificar parral	\$ 123,956.2	21.4%
Vid mesa parral	\$ 152,617.5	26.3%
Olivo aceite	\$ 81,235.4	14.0%
Olivo conserva	\$ 9,387.2	1.6%
Tomate industria	\$ 27,000.0	4.7%
Ajo colorado	\$ 9,600.0	1.7%
Cebolla	\$ 5,902.8	1.0%
Semilla (alfalfa)	\$ 8,700.0	1.5%
Pistacho	\$ 162,000.0	27.9%
<b>Total</b>	<b>\$ 580,399</b>	<b>100.0%</b>

Fuente: Elaboración propia.

Debido a sus mayores rendimientos por ha, el valor de producción total de cada variedad es mayor mientras mayor es la participación de los productores tecnificados.

Las participaciones relativas en el total del valor producido es la siguiente: la producción vitícola es la que mayor participación tiene en el total (47,7%) seguida del pistacho (27,9%); en el 24,4% restante se destacan el olivo (15,6% en ambos destinos, conserva e industrial) y el tomate (4,7%).

Se observa un panorama de relativa concentración: la superficie cultivada vitícola y la de pistacho ocupan el 62% del área total, y suman alrededor de  $\frac{3}{4}$  del valor total de producción de la cuenca.

### 13.2.2 Cálculo de rentabilidad económica

El valor promedio del excedente económico antes de impuestos alcanza a \$4,4 millones por ha; sin embargo, este promedio no es una representación de la situación general, dado que oculta una significativa variabilidad entre destinos productivos, tal como puede observarse en la tabla siguiente:

<sup>23</sup> Es menester aclarar que en la estimación del valor bruto de producción total de esta sección como en el de rentabilidad total de las siguientes no se han incluido los valores económicos correspondientes al ítem "Otros" de la Tabla 1-1 debido a que no se accedió a la desagregación de los componentes individuales de esa parte de la célula de cultivo.

## Informe 6.1 - Evaluación de las alternativas de inversión

Tabla 13-3: Rentabilidad total y por ha según cultivo

	<b>Rentabilidad (en millones \$)</b>	<b>Part. % en rentabilidad total</b>	<b>Rent por ha (\$/ha)</b>
Vid	\$ 118,095.6	37.8%	\$ 2,975,898.9
Olivo	\$ 42,453.1	13.6%	\$ 2,572,917.5
Hortícolas	\$ 14,314.7	4.6%	\$ 2,862,930.1
Alfalfa	\$ 3,958.2	1.3%	\$ 2,729,820.6
Pistacho	\$ 133,854.5	42.8%	\$ 22,309,080.5
<b>Total</b>	<b>\$ 312,676.1</b>	<b>100%</b>	<b>\$ 4,430,787.8</b>

Elaboración propia

Para facilitar el análisis se han agrupado las diferentes variedades en una única categoría por cultivo: vid, olivo, hortícolas, alfalfa y pistacho.

La producción vitícola y el pistacho siguen teniendo preeminencia también en el caso del excedente económico, alcanzando en conjunto cerca del 90% de la rentabilidad total de la cuenca.

El pistacho tiene mayor participación en la rentabilidad total que en el valor de producción de la cuenca (42,8% vs 27,9%); lo contrario ocurre con la producción vitícola (participa con el 47,7% del valor bruto de producción, pero en rentabilidad su share es de 37,8%).

La tabla anterior adelanta que la disponibilidad de recursos para inversiones en eficiencia hídrica a partir de excedentes económicos es muy heterogénea<sup>24</sup>: las estimaciones revelan fuertes diferencias entre ellos, como pone en evidencia el gráfico siguiente, en el que la rentabilidad por ha se expresa en USD del período de estudio (\$980/USD).

---

<sup>24</sup> El coeficiente de variación alcanza a 1,3. Por ejemplo, la relación en la rentabilidad por ha entre el pistacho y el olivo (los valores extremos de las estimaciones) es de casi 8,7.

## Informe 6.1 - Evaluación de las alternativas de inversión

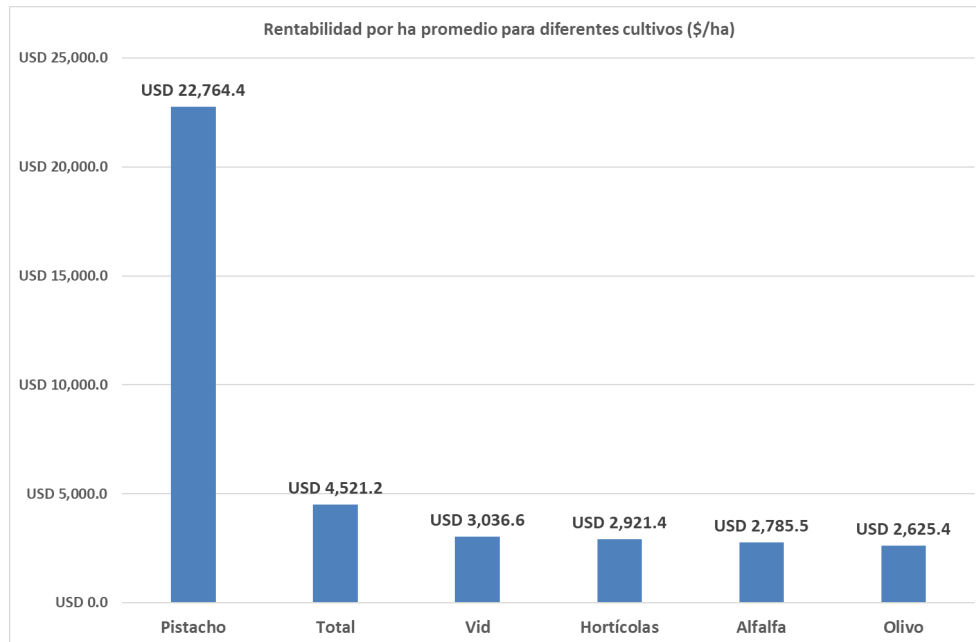
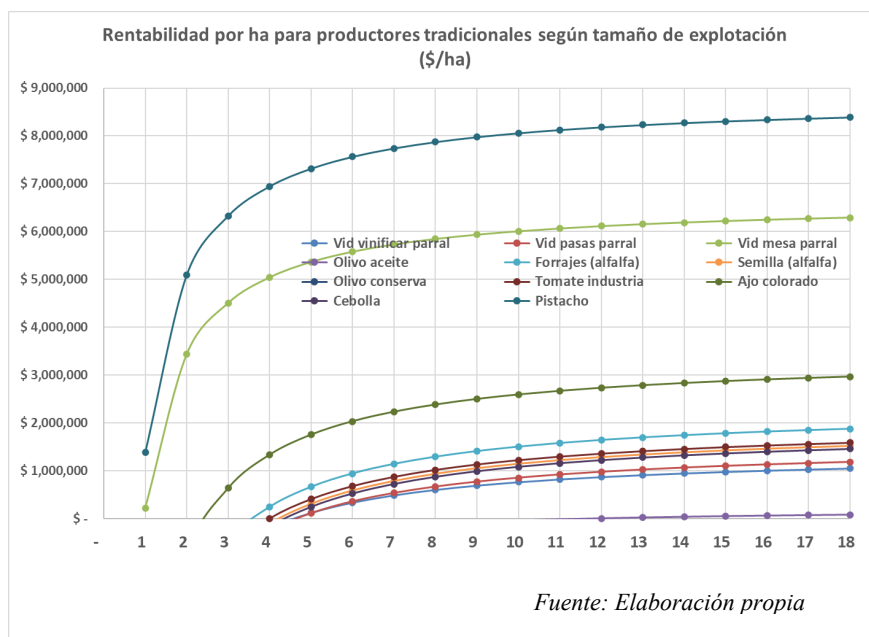


Figura 13-5: Ejemplo – Rentabilidad por ha (en USD/ha)

### 13.2.3 Escala de producción: efectos sobre la rentabilidad del tamaño de la propiedad

Como se adelantó, a partir de los modelos aplicados se concluye que la rentabilidad por ha es sensible al tamaño de explotación, aún considerando diferentes modelos estructurales de manejo agrícola (productores tradicionales y productores tecnificados). En los gráficos a continuación se analizará el impacto de la superficie cultivada de explotación sobre la rentabilidad promedio en el modelo base.



Fuente: Elaboración propia

Figura 13-6: Rentabilidad por ha para productores tradicionales

## Informe 6.1 - Evaluación de las alternativas de inversión

En el caso de los productores tradicionales se observa que, excepto para el olivo<sup>25</sup> cuya superficie mínima es significativamente superior, los tamaños de explotación relativamente bajos (inferiores a 5 ha) resultan ser no rentables económicamente.

La superficie límite crece para los productores tecnificados:

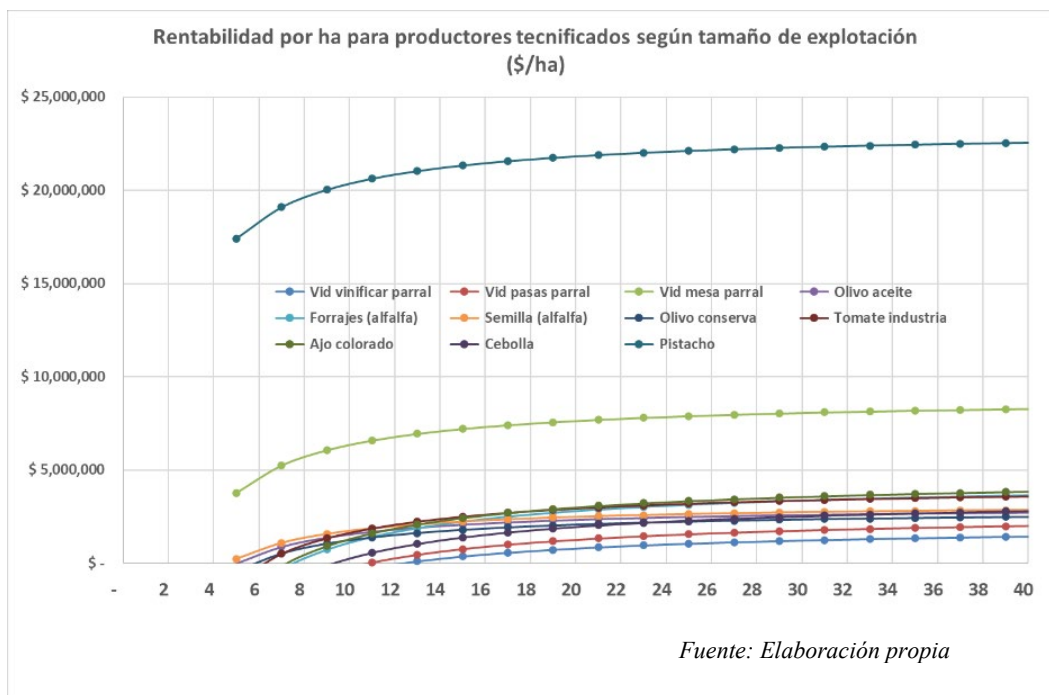


Figura 13-7: Rentabilidad por ha para productores tecnificados

### 13.2.4 Sensibilidad de los modelos a otros parámetros clave (rendimientos, precios, costos operativos, etc.)

En general la rentabilidad económica resulta muy sensible a cambios en los parámetros claves de la determinación de ingresos y costos, lo cual queda en evidencia en los siguientes ejercicios realizados sobre el modelo de base.

<sup>25</sup> La rentabilidad para el olivo con destino aceite es positiva para superficies cercanas a las 12 ha., mientras que en el caso de conserva no lo es para ninguna superficie del intervalo considerado en el gráfico.

## Informe 6.1 - Evaluación de las alternativas de inversión

*Tabla 13-4: Análisis de sensibilidad de la rentabilidad (\$/ha) al precio promedio al productor y a los rendimientos por ha*

<b>Vid</b>		<b>RENDIMIENTOS</b>		
		<b>-10%</b>	<b>BASE</b>	<b>+10%</b>
<b>PRECIOS</b>	<b>-10%</b>	\$ 1,651,712.8	\$ 2,278,958.8	\$ 2,906,204.9
	<b>BASE</b>	\$ 2,278,958.8	\$ 2,975,898.9	\$ 3,672,838.9
	<b>+10%</b>	\$ 2,906,204.9	\$ 3,672,838.9	\$ 4,439,472.9

<b>Pistacho</b>		<b>RENDIMIENTOS</b>		
		<b>-10%</b>	<b>BASE</b>	<b>+10%</b>
<b>PRECIOS</b>	<b>-10%</b>	\$ 17,179,080.5	\$ 19,609,080.5	\$ 22,039,080.5
	<b>BASE</b>	\$ 19,609,080.5	\$ 22,309,080.5	\$ 25,009,080.5
	<b>+10%</b>	\$ 22,039,080.5	\$ 25,009,080.5	\$ 27,979,080.5

<b>Olivo</b>		<b>RENDIMIENTOS</b>		
		<b>-10%</b>	<b>BASE</b>	<b>+10%</b>
<b>PRECIOS</b>	<b>-10%</b>	\$ 1,536,229.6	\$ 1,972,486.4	\$ 2,408,743.1
	<b>BASE</b>	\$ 2,076,617.6	\$ 2,572,917.5	\$ 3,069,217.4
	<b>+10%</b>	\$ 2,627,246.2	\$ 3,184,727.0	\$ 3,742,207.8

*Fuente: Elaboración propia*

Como puede observarse en las tablas anteriores, la rentabilidad agrícola es muy sensible a cambios en los parámetros tomados de base. Sin embargo, a mayor holgura económica, menor es la sensibilidad; por ejemplo, en el caso del pistacho, la elasticidad-precio y la elasticidad-rendimientos de la rentabilidad alcanzan a 1,2, y aumentan a valores entre 1,9 y 2,3 para el resto de los casos analizados.

*Tabla 13-5: Análisis de sensibilidad de la rentabilidad (\$/ha) a las superficies promedios consideradas por tipo de productor (el modelo base considera 7 ha para productores tradicionales y 30 ha para tecnificados). Fuente: Elaboración propia.*

<b>Vid</b>		<b>PROD. TRADICIONAL (SUP. EXPLOTACIÓN PROMEDIO)</b>		
		<b>5 ha</b>	<b>7 ha</b>	<b>9 ha</b>
<b>PROD. TECNIFICADO (SUP.EXP.PROM)</b>	<b>25 ha</b>	\$ 2,760,172.2	\$ 2,842,883.7	\$ 2,888,834.6
	<b>30 ha</b>	\$ 2,893,187.4	\$ 2,975,898.9	\$ 3,021,849.7
	<b>35 ha</b>	\$ 2,988,198.2	\$ 3,070,909.7	\$ 3,116,860.5
<b>Pistacho</b>		<b>\$/ha</b>		
<b>PROD. TECNIFICADO (SUP.EXP.PROM)</b>	<b>25 ha</b>	\$ 22,113,461.6		
	<b>30 ha</b>	\$ 22,309,080.5		
	<b>35 ha</b>	\$ 22,448,808.3		
<b>Olivo</b>		<b>\$/ha</b>		
<b>PROD. TECNIFICADO (SUP.EXP.PROM)</b>	<b>25 ha</b>	\$ 2,468,106.2		
	<b>30 ha</b>	\$ 2,572,917.5		
	<b>35 ha</b>	\$ 2,647,782.7		

## Informe 6.1 - Evaluación de las alternativas de inversión

En consonancia con los gráficos de secciones anteriores, los retornos por ha no cambian sustancialmente al modificar los tamaños de explotación en el entorno de los valores tomados de base para cada modelo.

### 13.3 IDENTIFICACIÓN/ESTIMACIÓN DE LA CAPACIDAD DE FINANCIAMIENTO DE INVERSIONES

En esta sección final se presenta un análisis de sensibilidad sobre el valor de rentabilidad total de la cuenca, procurando identificar el impacto de incrementos en los costos operativos de producción.

El objetivo es realizar un ejercicio de aplicación que sirva de referencia preliminar para evaluar la capacidad de pago del sector frente a inversiones en eficiencia hídrica.

El costo operativo promedio del modelo agrícola de base (productores tradicionales) alcanza a \$2,9 millones por ha. Si se consideran sucesivos incrementos equivalentes al 5% (aproximadamente \$145.000 adicionales en cada paso sucesivo, o U\$S 148) la rentabilidad del sistema -medida a través del excedente total por cultivo-, presenta los siguientes resultados:

Tabla 13-6: Impacto sobre el excedente total (en millones de \$) por cuenca frente a incremento de costos operativos de 5%, 10%, 15% y 20%

	0%	5%	10%	15%	20%
Vid	\$ 118,095.6	\$ 112,372.9	\$ 106,650.1	\$ 100,927.4	\$ 95,204.7
Olivo	\$ 42,453.1	\$ 40,026.1	\$ 37,599.1	\$ 35,172.1	\$ 32,745.1
Hortícolas	\$ 14,314.7	\$ 13,593.6	\$ 12,872.6	\$ 12,151.5	\$ 11,430.5
Alfalfa	\$ 3,958.2	\$ 3,749.1	\$ 3,540.0	\$ 3,330.9	\$ 3,121.8
Pistacho	\$ 133,854.5	\$ 132,989.2	\$ 132,124.0	\$ 131,258.8	\$ 130,393.5
Total	\$ 312,676.1	\$ 302,731.0	\$ 292,785.9	\$ 282,840.8	\$ 272,895.7
		-3%	-6%	-10%	-13%

Fuente: Elaboración propia

Aunque pareciera observarse una interesante capacidad del sector agrícola sanjuanino en conjunto para absorber aumentos de costos (o destinar los recursos equivalentes a inversiones), esta percepción puede ser errónea ocultando **importantes asimetrías que sólo son visibles al considerar cada emprendimiento agrícola de forma individual;** es necesario contemplar el impacto de las alternativas de inversión sobre las explotaciones individuales.