



**MÁS Y MEJOR
RIEGO PARA CHILE**

ESTUDIO BÁSICO
“DIAGNÓSTICO RIEGO PARA EL DESARROLLO AGRÍCOLA
CANAL IMPERIAL”

INFORME FINAL

RESUMEN EJECUTIVO

SANTIAGO, ABRIL DE 2020



Diagnóstico Riego para el Desarrollo Agrícola Canal Imperial

INFORME FINAL RESUMEN EJECUTIVO

■ Abril / 2020



TYPSA - TÉCNICA Y PROYECTOS, S.A. - Agencia en Chile
Calle Suecia 211, piso 12, Providencia, Santiago, Tel.: (+56-02) 3352289

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	8
1.1. ANTECEDENTES	8
1.2. OBJETIVOS Y ALCANCES ESPECÍFICOS DEL ESTUDIO	9
1.3. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO	10
2. ANTECEDENTES BÁSICOS PARA EL ESTUDIO	13
2.1. ANTECEDENTES DISPONIBLES.....	13
2.2. FUENTES DE INFORMACIÓN CONSULTADAS.....	13
2.3. CONCLUSIONES Y COMENTARIOS RESPECTO AL ANÁLISIS DE ANTECEDENTES.....	15
3. TRABAJOS DE TERRENO	16
3.1. CATASTRO DE INFRAESTRUCTURAS	16
3.2. CAMPAÑA DE AFORO	17
3.3. TRABAJOS TOPOGRÁFICOS.....	17
3.4. CAMPAÑA GEOTÉCNICA.....	18
3.5. ENCUESTAS AGROPECUARIAS	21
4. DERECHOS DE APROVECHAMIENTO DE AGUAS.....	22
4.1. ESTADO DE DERECHOS DE APROVECHAMIENTO DE AGUAS CANAL IMPERIAL.....	22
4.2. SINTESIS DE INTERFERENCIAS PARA TRASLADO DE DERECHOS DE APROVECHAMIENTO.....	24
5. CARACTERIZACIÓN AGROPECUARIA	25
5.1. CLIMA	25
5.2. SUELO.....	25
5.3. CALIDAD DE AGUA	26
5.4. SITUACIÓN AGROPECUARIA ACTUAL	29
5.5. SITUACIÓN AGROPECUARIA FUTURA	30
5.5.1. SITUACIÓN SIN PROYECTO.....	30
5.5.2. SITUACIÓN CON PROYECTO	31
5.6. DEMANDA Y OFERTA DE AGUA.....	33
5.6.1. SITUACIÓN ACTUAL.....	33
5.6.2. SITUACIÓN ACTUAL OPTIMIZADA	33
5.6.3. SITUACIÓN FUTURA CON PROYECTO	34

5.6.4.	ANÁLISIS Y CONCLUSIONES RESPECTO A OFERTA Y DEMANDA DE AGUAS	34
5.7.	PROGRAMA DE TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA Y ASISTENCIA TÉCNICA PREDIAL	35
5.7.1.	SITUACIÓN ACTUAL OPTIMIZADA (SITUACIÓN SIN PROYECTO)	35
5.7.2.	SITUACIÓN FUTURA CON PROYECTO	36
6.	ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS	38
6.1.	IDENTIFICACIÓN DE POSIBLES ALTERNATIVAS	38
6.2.	SELECCIÓN DE SOLUCIONES A DESARROLLAR	39
7.	EVALUACIÓN ECONÓMICA	44
7.1.	INDICADORES DE RENTABILIDAD	44
7.2.	COSTOS	44
7.2.1.	CUBICACIONES	44
7.2.2.	CONSIDERACIONES ECONÓMICAS	45
7.2.3.	RESUMEN DE COSTOS	45
7.3.	BENEFICIOS	46
7.4.	RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN ECONÓMICA	47
7.5.	ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD	48
7.6.	ANÁLISIS DE LA EVOLUCIÓN DE RENTABILIDAD EN FUNCIÓN DEL TAMAÑO DE PROYECTO	50
8.	PROGRAMA DE PARTICIPACIÓN CIUDADANA	53
9.	ESTUDIO AMBIENTAL	55
10.	CONCLUSIONES Y COMENTARIOS	56
11.	RECOMENDACIONES	59

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Figura 1-1: Mapa de ubicación de zona de estudio.....	9
Figura 1-2 Provincia de Cautín / Región de la Araucanía.....	10
Figura 3-1: Calicatas en Zona de Estudio.....	19
Figura 5-1: Puntos de Muestreo de Calidad de Agua.....	28
Figura 6-1: Bocatomas y Redes de Distribución Contempladas en Alternativa 01.....	40
Figura 6-2: Bocatomas y Redes de Distribución Contempladas en Alternativa 02.	41
Figura 6-3: Bocatomas y Redes de Distribución Contempladas en Alternativa 03.	42
Figura 6-4: Bocatomas y Redes de Distribución Contempladas en Alternativa 04.	43
Figura 7-1: Comportamiento VAN vs Superficie.....	51
Figura 7-2: Comportamiento TIR vs Superficie.	51
Figura 7-3: Comportamiento VAN/SUP vs Superficie.	52

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1: Características de la Población Comunas Zona de Estudio	11
Tabla 2-1: Principal información revisada.	13
Tabla 3-1: Resumen de resultados Prospecciones de Calicatas	20
Tabla 4-1: Situación Derechos de Aguas Canal Imperial	22
Tabla 4-2: Síntesis de análisis de DAA efectuados.	24
Tabla 5-1: Explotaciones Prediales y su Estratificación	29
Tabla 5-2: Resumen sobre la distribución de cultivos por estrato predial Situación Futura	32
Tabla 5-3: Balance Hídrico Situación Actual ALT 01 y 02.....	33
Tabla 5-4: Balance Hídrico Situación Actual ALT 03	33
Tabla 5-5: Balance Hídrico Situación Actual Optimizada ALT 01 y 02.....	33
Tabla 5-6: Balance Hídrico Situación Actual Optimizada ALT 03	33
Tabla 5-7: Balance Hídrico Situación Con Proyecto ALT 01 y 02	34
Tabla 5-8: Balance Hídrico Situación Con Proyecto ALT 03	34
Tabla 5-9: Componente de Honorarios Profesionales de la Asistencia Técnica.....	36
Tabla 5-10: Factores de incorporación a la asistencia técnica en situación sin proyecto	36
Tabla 6-1: Caudales Captados Alternativa 01.....	39
Tabla 6-2: Caudales Captados Alternativa 02.	40
Tabla 6-3: Caudales Captados Alternativa 03.	41
Tabla 6-4: Caudales Captados Alternativa 03.	42
Tabla 7-1: Resumen de Costos de Obras Civiles.	46
Tabla 7-2: Resumen de Costos de Expropiaciones.	46
Tabla 7-3: Resumen de Beneficios Agroeconómicos Alternativas de Proyecto	47
Tabla 7-4: Resultados de Evaluación ALT-01	47
Tabla 7-5: Resultados de Evaluación ALT-02	47
Tabla 7-6: Resultados de Evaluación ALT-03	48
Tabla 7-7: Resultados de Evaluación ALT-04.....	48

Tabla 7-8: Variables a Sensibilizar	48
Tabla 7-9: Análisis de Sensibilidad Alternativa 1.....	49
Tabla 7-10: Análisis de Sensibilidad Alternativa 2	49
Tabla 7-11: Análisis de Sensibilidad Alternativa 3	49
Tabla 7-12: Análisis de Sensibilidad Alternativa 4	50
Tabla 8-1: Resumen Actividades PAC.....	53
Tabla 10-1 Alternativas Priorizadas.....	57

1. INTRODUCCIÓN

1.1. ANTECEDENTES

El presente Estudio Básico del “DIAGNÓSTICO RIEGO PARA EL DESARROLLO AGRÍCOLA CANAL IMPERIAL REGIÓN DE LA ARAUCANÍA”, ha sido contratado por la Comisión Nacional de Riego (CNR) del Ministerio de Agricultura a la empresa consultora de ingeniería TYPASA-Agencia en Chile a través de Licitación Pública, con el fin de levantar y analizar la información actual para solucionar y/o mitigar las problemáticas de riego en la zona de estudio, mediante propuestas de perfiles de proyectos.

La zona de estudio se emplaza al norte del río Cautín, entre las ciudades de Temuco y Nueva Imperial en la provincia de Cautín, Región de La Araucanía, tanto los canales como la superficie potencialmente beneficiada están dentro de la cuenca del Río Imperial, acorde se aprecia en la Figura 1-1:

Actualmente, el canal Imperial tiene una captación conjunta con el canal Pillanlelbún, con bocatoma a la altura de la ciudad de Lautaro, recorriendo alrededor de 27 Km de trazado en tierra correspondientes al canal Pillanlelbún, para luego cruzar la ciudad de Temuco por la ladera del cerro Ñielol a través de infraestructura que forma parte del sistema de drenaje de aguas lluvias de la ciudad (canal Gibbs y Estero Gabriela Mistral), por una longitud de 9 Km aprox. para continuar mediante el Estero Botrolhue, desde donde nace, en el sector denominado Loncovaca, el canal Imperial, desarrollándose en una longitud de 24,5 Km de tierra hasta las proximidades de la ciudad de Nueva Imperial.

En particular las comunas presentes en el área de estudio, corresponden a Temuco por el oriente y Nueva Imperial por el poniente.

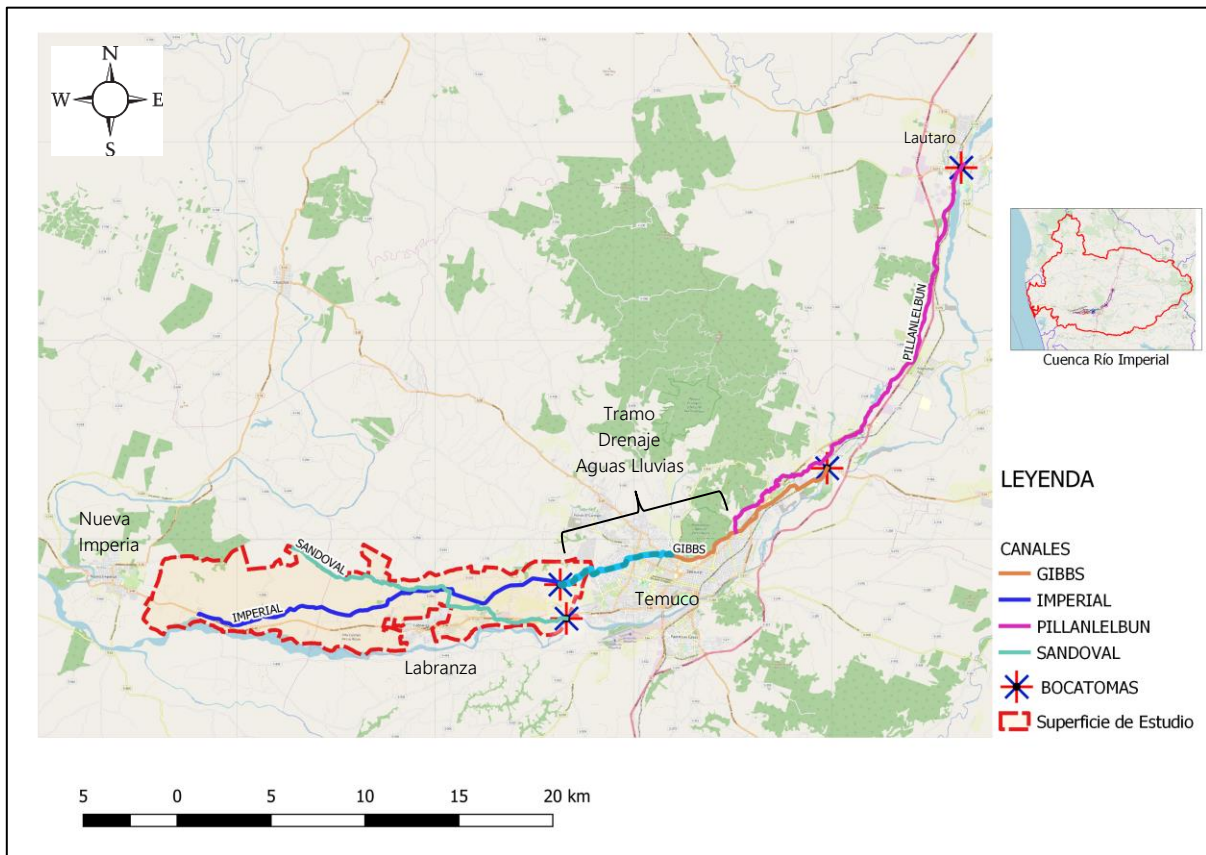


Figura 1-1: Mapa de ubicación de zona de estudio.
Elaboración propia TYPASA.

1.2. OBJETIVOS Y ALCANCES ESPECÍFICOS DEL ESTUDIO

El objetivo central del estudio es efectuar un diagnóstico del estado actual del riego en la zona agrícola ubicada al norte del río Cautín, entre las ciudades de Temuco y Nueva Imperial, proponiendo alternativas de solución que mejoren el riego y/o lo extiendan, con la máxima atención en las demandas de las comunidades indígenas que no cuenten con abastecimiento.

En particular, el estudio busca determinar la capacidad productiva de la zona junto con la disponibilidad de agua para riego, para luego evaluar distintas alternativas de proyectos de infraestructura de riego viables desde el punto de vista técnico, legal, ambiental, social y económico.

Los alcances específicos son los siguientes:

- Levantar antecedentes de la situación actual de la infraestructura de riego, obras anexas, canales, infraestructura de drenaje asociada a infraestructura de riego, servidumbre, además de recoger las necesidades de los agricultores y de las Organizaciones de Usuarios de Agua.

- Realizar un diagnóstico para identificar y definir la problemática en la zona del estudio relacionada al riego y la agro-producción.
- Levantar las necesidades de infraestructura de riego para Comunidades Indígenas.
- Realizar una propuesta general para resolver la problemática identificada, ya sea mejoramiento o rehabilitación de la infraestructura de riego, considerando las características técnicas, legales y los requerimientos de los agricultores beneficiados.
- Desarrollar a nivel de perfil al menos tres alternativas de infraestructura que solucionen la problemática planteada.
- Desarrollo de un SIG con información del estudio que sea compatible con el sistema de la CNR.

1.3. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

La zona de estudio, abarcó las comunas de Lautaro, Temuco y Nueva Imperial, todas pertenecientes a la provincia de Cautín, región de la Araucanía.

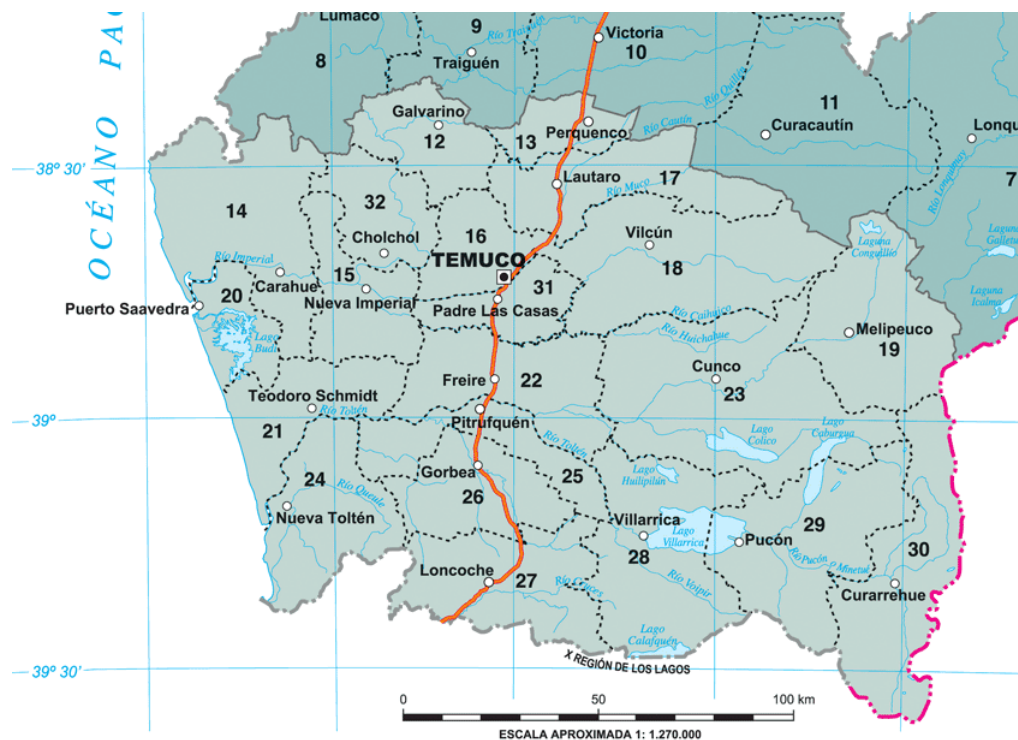


Figura 1-2 Provincia de Cautín / Región de la Araucanía

Fuente: Mapoteca Congreso Nacional

Respecto de las características de la población de las comunas presentes en el estudio, el siguiente cuadro compara la población según el CENSO del año 2002 con el realizado en el año 2017, con su correspondiente variación porcentual.

Tabla 1-1: Características de la Población Comunas Zona de Estudio

Unidad Territorial	Censo 2002	Censo 2017	Variación (%)
Comuna de Temuco	245.347	282.415	15,11
Comuna de Nueva Imperial	29.994	32.510	8,39
Comuna de Lautaro	32.218	38.013	17,99
Región de La Araucanía	869.535	957.224	10,08
País	15.116.435	17.574.003	16,26

Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas

Según los registros de la biblioteca del Congreso, la población comunal posee la siguiente distribución:

Tabla 1-2: Características población

Unidad Territorial	Mujeres	Hombres	Índice de Masculinidad	Pueblos Originarios
Comuna de Temuco	52,45%	47,55%	90,66	24,72%
Comuna de Nueva Imperial	51,18%	48,82%	95,37	42,97%
Comuna de Lautaro	51,47%	48,53%	94,29	39,36%
Región de La Araucanía	492.093	465.131	94,5	34,3%
País	8.972.014	8.601.989	95,9	13%

Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas
Censo 2017

En relación a la presencia de pueblos originarios, en todas las comunas el Mapuche el que posee mayor presencia.

En términos de Indicadores sociales, las tres comunas poseen una Tasa de Pobreza superior a la media nacional.

Tabla 1-3: Indicadores sociales

Unidad Territorial	Tasa de Pobreza	Actividades Económicas
Comuna de Temuco	14,44%	Comercio y venta de servicios, seguida de inmobiliarias y transporte y comunicaciones y construcción. La actividad agrícola queda relegada a un 5° lugar a nivel comunal.
Comuna de Nueva Imperial	31,81%	Orientación enfocada a la enseñanza, seguida de actividades dirigidas a agricultura y ganadería.
Comuna de Lautaro	30,22%	Actividad agrícola, seguida por construcción y actividades de servicios comunitarias

2. ANTECEDENTES BÁSICOS PARA EL ESTUDIO

2.1. ANTECEDENTES DISPONIBLES

Para el desarrollo del estudio, se ha realizado una completa revisión y análisis crítico de los antecedentes disponibles, recopilados durante la realización del estudio, los cuales abarcaron las siguientes áreas temáticas:

- Estadística Hidrométrica
- Agricultura de la zona
- Antecedentes Geológicos, Hidrológico e Hidrogeológico
- Antecedentes Geotécnicos
- Campañas de Terreno
- Calidad de Aguas subterráneas y superficiales
- Derechos de Agua
- Asociaciones de usuarios
- Infraestructura de riego existente
- Obras Hidráulicas proyectadas

Se consultan estudios y publicaciones existentes tanto de entidades públicas como CNR, DOH, DGA, INDAP, CIREN, SERNAGEOMIN, CBR de Lautaro y Temuco, así como información recopilada de organizaciones privadas, tales como Organización de Regantes de los Canales Imperial y Pillanlelbún, agricultores de la zona de estudio, además de actores relevantes.

El objetivo de esta revisión, se basa en obtener antecedentes referenciales, que permitan definir los programas de trabajo de terreno, establecer el grado de conocimiento que se tiene de la realidad agroeconómica de la zona, y establecer las brechas de información respecto a la infraestructura y otros temas relevantes para en el estudio.

2.2. FUENTES DE INFORMACIÓN CONSULTADAS

Se recopila información cuyas principales fuentes se presentan en la siguiente tabla. La última columna de la tabla presenta qué temas han sido consultados de cada estudio mencionado.

Tabla 2-1: Principal información revisada.

Estudio / Bibliografía	Ejecutor	Mandante	Año	Temática utilizada
Diagnóstico para Desarrollar Plan de Riego en la Región de la Araucanía	AMPHOS 21	CNR	2017	Calidad del Agua Subterránea Calidad del Agua Superficial Estudio de Suelos Infraestructura Extra Predial

Estudio / Bibliografía	Ejecutor	Mandante	Año	Temática utilizada
Transferencia para Constituir Junta de Vigilancia Río Cautín	INFRAECO	CNR	2016	Organizaciones de usuarios Derechos de aguas Estudio de Suelos Caracterización Agroproductiva Perfil de Productores Infraestructura Extra Predial Comunidades Mapuches Caracterización Ambiental
Estudio Perfectibilidad Mejoramiento del Riego en la Cuenca Río Cautín	ARCADIS	CNR	2012	Marco Hidrológico Marco Geológico
Diagnóstico Plan Maestro Río Cautín, Región de La Araucanía	SIGA	DOH	2015	Marco Hidrológico Marco Hidrogeológico Organizaciones de usuarios
Factibilidad Mejoramiento Estero Botrolhue y Habilitación de descargas al río Cautín, Temuco.	CONIC BF	DOH	2008	Red de drenaje Urbano Infraestructura Extra Predial
Documentos DGA Oficios de Derechos de Aguas	DGA	DGA		Organizaciones de usuarios Derechos de aguas
Información del Conservador de Bienes Raíces de Lautaro y Temuco	CBR	CBR	2018	Organizaciones de usuarios Derechos de aguas
Estudio integrado de los recursos naturales Cautín / Mapas de Roles Agrícolas	CIREN	CIREN	2018	Estudio de Suelo Perfil de Productores
Fichas Regionales	ODEPA	ODEPA	2016	Caracterización Agroproductiva
Catastro vitivinícola	SAG	SAG	2016	Caracterización Agroproductiva
Censo Nacional Agropecuario y Forestal	INE	INE	2007	Caracterización Agroproductiva
Sistema Nacional de Información Ambiental	Ministerio Medio Ambiente	Ministerio Medio Ambiente	2018	Caracterización Ambiental
Sistema de Información Territorial	CONAF	CONAF	2018	Flora y vegetación Terrestre
Sistema Integrado de Información Territorial	CONADI	CONADI	2018	Comunidades Indígenas en área del proyecto

Fuente: Elaboración propia TYPASA.

Tal como fue señalado anteriormente, en complemento a estas fuentes de información, se realizaron entrevistas a dirigentes y actores relevantes de la zona de estudio.

2.3. CONCLUSIONES Y COMENTARIOS RESPECTO AL ANÁLISIS DE ANTECEDENTES

En base a los antecedentes expuestos se puede concluir que:

- La información existente respecto de recursos superficiales es suficiente para ser utilizada como base para analizar la oferta hídrica en el río Cautín, utilizando las curvas de variación estacional de las estaciones Río Cautín en Cajón y Río Cautín en Almagro. Esto es contrastado con las demandas hídricas estimadas en el estudio agroeconómico desarrollado en el Tomo III, y con los derechos de aprovechamiento de agua otorgados a los usuarios de los canales Imperial y Pillanlelbún (detallado en el Tomo I).
- El análisis de recursos de aguas subterráneas permite validar la propuesta de pozos en la zona de estudio y los rendimientos de éstos, pues se visualiza que existe potencial de acuíferos explotables en la zona que da factibilidad a la propuesta de proyectos que contemplen el uso de aguas subterráneas. Lo anterior es tratado junto a la propuesta de alternativas presentado en el Tomo II de este estudio.
- La información relacionada con variables climáticas y agroclimáticas de la zona de interés permite realizar el cálculo de las demandas de agua de los cultivos, gracias a la validez que le otorga su reciente publicación. Además, en conjunto con los estudios de suelos y aguas, da las bases para la propuesta del patrón de desarrollo productivo a implementar en la zona de estudio. Dicho análisis es presentado en el Tomo III.
- La información y antecedentes disponibles de calidad de aguas señala que en la zona de interés no existen problemas que limite el desarrollo productivo. Adicionalmente, como parte del estudio, se realizan muestreos y análisis de calidad de agua que complementan la información existente.
- Los tipos de suelos presentes en el área de estudio son analizados en profundidad en el capítulo de Calidad de Suelos. La información recopilada ha permitido elaborar la propuesta de muestreos y horizontes de profundidad aproximados de exploración para los análisis de terreno realizados.
- La caracterización productiva realizada en base a los antecedentes consultados permitió, por una parte, definir los estratos de tamaño predial y muestreos a realizar en la encuesta agroproductiva a aplicarse en la zona. Por otra parte, definir en forma inicial los mercados de interés para la venta de productos, dar una mirada inicial a los sistemas y métodos de riego presentes en la zona y a utilizar en la propuesta de demandas hídricas.
- Además, la caracterización productiva realizada también permitió conocer el tipo de productor presente en la zona de estudio, que fue utilizado en la propuesta de Encuesta Simple.

3. TRABAJOS DE TERRENO

3.1. CATASTRO DE INFRAESTRUCTURAS

Uno de los principales trabajos en terreno realizados fue el Catastro de Infraestructura de los canales en estudio, desarrollado por TYPASA durante los meses de noviembre y diciembre de 2018, y de enero a abril de 2019. Los canales catastrados son los siguientes:

- i) Canal Pillanlelbún;
- ii) Red primaria de aguas lluvias de la ciudad de Temuco
- iii) Canal Imperial
- iv) Canal Sandoval
- v) Tramo Original Canal Gibbs.

Adicionalmente, fueron catastrados los pozos existentes en la zona según información recopilada del catastro de pozos de la DGA, así como del "Estudio Hidrológico región de la Araucanía, ARCADIS-DGA-2016", y chequeada por este Consultor (con información de las encuestas agrícolas). Se tienen 23 pozos, algunos profundos y semi-profundos en la zona del estudio.

Los catastros de los canales han sido clasificados según su estado, ya sea, en "Operación" o en "Desuso", quedando como sigue:

- Catastro de Infraestructura en Operación: canal Pillanlelbún; Red primaria de Aguas Lluvias de la ciudad de Temuco; Canal Imperial; Pozos existentes.
- Catastro de Infraestructura en Desuso: canal Sandoval (incluida su bocatoma en el río Cautín); tramo original del canal Gibbs (incluida su bocatoma en el río Cautín).

La metodología de trabajo consistió en:

- Realizar un recorrido completo con el apoyo de personal de la administración de la obra
- Elaborar cuadro con la definición del "estado" operativo y de conservación de las obras. Los estados se definen en Bueno, Regular y Malo. Con estos criterios de procedió a evaluar el estado de cada obra y tramo de canal.
- Enumerar cada obra o singularidad (OA) inspeccionada y elaborar una ficha con su respectivo set de fotografías y un archivo kmz.
- En base a los puntos anteriores, elaborar tablas con los resultados de la evaluación de los canales (obras de arte y tramos).
- Concluir y comentar respecto del diagnóstico del estado de cada canal, para su posterior análisis de propuestas de mejoramientos tanto en lo económico como social.

Se catastraron las interferencias que podrían verse involucradas con las obras a generarse en el Estudio, como transmisiones eléctricas, rutas viales, regadío o sanitarias entre otras, y que se ubiquen dentro de la faja del canal. Es decir, aquella obra, singularidad o servicio existente, que

cruce o se emplace en la faja del canal y que por tanto, requerirá de un proyecto de cambio de servicios a gestionar con el propietario de aquella infraestructura.

3.2. CAMPAÑA DE AFORO

Con la finalidad de estimar las pérdidas en la conducción de los canales Pillanlelbún e Imperial, ya sea ser por infiltración, derrames u otra razón, fueron realizadas campañas de aforo durante diciembre de 2018 (temporada de riego). Las extracciones o entregas de agua para riego también fueron aforadas.

La campaña de aforos consistió en la determinación, con apoyo de métodos de mediciones en terreno (de velocidades y alturas de agua), del caudal en diferentes secciones de los Canales Pillanlelbún y el Canal Imperial. Para la medición de las velocidades en cada sección se utilizó un Correntómetro Digital o Molinete Hidrográfico TECMES Modelo TS 1001.

En total fueron aforados 21 puntos, 15 en el canal Pillanlelbún y 6 en el canal Imperial. Para cada uno de éstos se elaboró una ficha con fotografías, información de mediciones y ubicación.

Para la definición de los puntos a aforar, se consideraron los siguientes criterios y lineamientos:

- 21 puntos, solicitados en las bases técnicas del contrato.
- De aquellos 21 puntos, se mantienen los 10 puntos aforados en el estudio CNR del 2016.
- Para los puntos restantes, se consideran como criterio medir puntos aguas abajo de alguna extracción importante o aguas abajo de algún aporte de agua al canal (aportes provenientes de quebradas, esteros, etc.).
- Juntos con los aforos en el canal propiamente tal, se midieron puntos, inmediatamente aguas abajo de cada descarga (extracciones de aguas para riego).
- Se escogieron secciones con características uniformes, donde la sección del canal fuese regular y con la menor presencia de vegetación posible.
- Factibilidad de accesos expeditos y sección adecuada de la sección del canal, que permita el aforo.

La metodología utilizada es la indicada en el capítulo "ITC 09 AFOROS Y MEDICIÓN DE PÉRDIDAS", del documento "Instructivos técnicos de Obras Civiles de los concursos de la Ley N°18.450 de Fomento a la Inversión Privada en Obras de Riego y Drenaje.

3.3. TRABAJOS TOPOGRÁFICOS

Los trabajos topográficos desarrollados fueron desarrollados en dos partes:

La primera consistió en la realización de una Restitución Aerofotogramétrica a escala 1:10.000, de toda la zona de riego del estudio, considerando una superficie aproximada de 10.000 ha.

Además, de desarrollar las respectivas poligonales y nivelaciones, para materializar una red Básica.

La segunda parte consistió en el levantamiento general de canales dentro de la zona de estudio, el levantamiento se realizó en escala 1/2.000, mediante perfiles transversales ubicados cada 20 m, esto con la finalidad de tener información suficiente para ejecutar los estudios y perfiles correspondientes a las alternativas de solución.

Los canales que se levantarán son los siguientes:

	Canal	Km
1.	Canal Imperial	21,45
2.1.	Canal Sandoval 1era Parte	8,38
2.2.	Canal Sandoval 2da Parte	9,42
3.	Canal Gibbs	5,08
4.	Canal Cusaco 1	1,94
5.	Canal Cusaco 2	1,50
6.	Canal Extensión Sandoval	4,40
7.	Aducción	3,14
8.	Ramal Nahuelfil	1,67
	Total	56,98

3.4. CAMPAÑA GEOTÉCNICA

Para el desarrollo de la campaña de investigación geotécnica de terreno, se realizaron un total de 12 calicatas distribuidas en diferentes áreas. Esta campaña fue dividida en dos fases, entre el 7 y 8 de mayo y entre el 29 y 30 de mayo. Su realización fue mediante retroexcavadora, intentando alcanzar en todos los casos entre 1,50 y 2,00 m de profundidad.

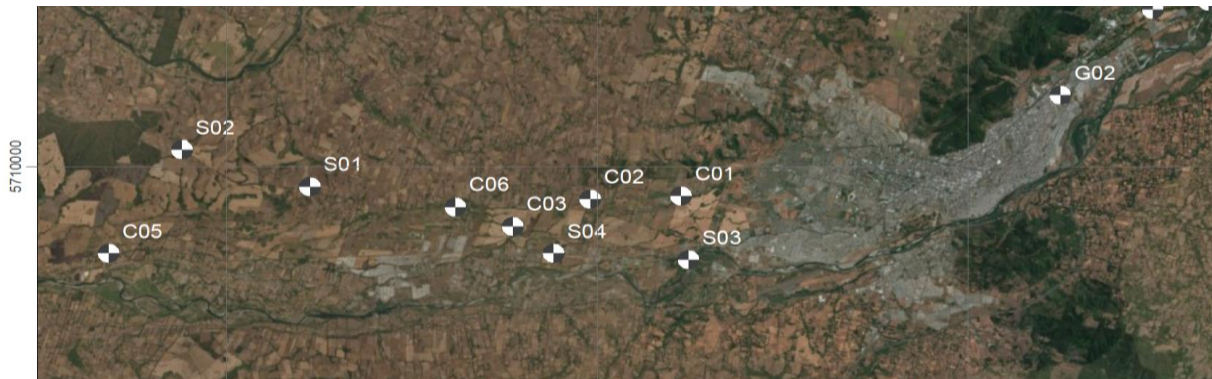
Se recogieron muestras en saco en todos los casos, según el plan de muestreo, para la caracterización de los materiales. La finalidad es determinar las propiedades y características geotécnicas de los suelos en el emplazamiento de los canales Gibbs (tramo en desuso), Imperial y el canal Zona Alta; canales a los cuales se aplicarían las mejoras respecto a cada alternativa de solución.

Los puntos levantados son los siguientes:

- 5 Calicatas en el Canal Imperial de entre 1,5 a 2 m (*)
- 4 Calicatas en el Canal Zona Alta de 1,5 a 2,5 m (*)
- 1 Calicatas en Sector Bocatoma Gibbs de 2 a 3,0 m
- 2 Calicatas en trazado del Canal Gibbs (**).

Esta distribución, otorga cobertura a las alternativas de solución diseñadas para la zona de estudio.

Figura 3-1: Calicatas en Zona de Estudio.



Fuente: Elaboración Propia TYPESA

Los ensayos que se realizaron a cada muestra son:

- Granulometría
- Límite líquido y plástico
- Densidades aparentes y de las partículas sólidas
- Humedad
- Clasificación de los materiales
- Coeficiente de Uniformidad y Concavidad (CU y Cc)
- Permeabilidad según ensayo in situ Porchet

Luego, con los resultados de los ensayos de laboratorio de las muestras extraídas y la estratigrafía de las calicatas, se obtuvieron modelos estratigráficos y las propiedades mecánicas de los suelos, a través de los cuales se puede determinar la estabilidad de taludes en caso de requerirse.

A continuación se presenta un resumen de los resultados de la campaña de prospecciones:

Tabla 3-1: Resumen de resultados Prospecciones de Calicatas

Calicata	Profundidad (m)	Granulometría			Límites		Clasificación USCS	Densidad partículas sólidas (g/cm³)	Densidad aparente húmeda (g/cm³)	Densidad aparente seca (g/cm³)	Humedad (%)	Cu	Cc
		Grava (%)	Arena (%)	Finos (%)	LL (%)	IP (%)							
G01	0.80-0.90	62,40	7,30	0,80	No obt.	No plast.	GP	2,775	2,100	2,046	2,64	18,82	7,11
G02	1.10-1.20	43,80	50,80	5,40	No obt.	No plast.	SP-SM	2,663	2,068	1,938	6,72	47,64	0,25
G03	1.10-1.20	0,10	10,40	89,50	74	32	MH	2,648	1,693	1,226	38,07	6,00	1,50
C01	1.80-2.00	0,20	34,00	65,80	39	13	ML	2,669	1,642	1,127	46,10	6,00	1,50
C02	0.90-1.10	0,50	32,30	67,20	49	17	ML	2,626	1,476	1,030	44,34	6,00	1,50
C03	1.30-1.50	2,30	84,50	13,20	No obt.	No plast.	SM	2,678	1,748	1,433	22,97	28,31	4,42
C05	0.60-0.80	6,80	36,20	57,00	59	13	MH	2,533	1,428	0,974	47,42	6,00	1,50
C06	1.70-1.90	0,00	25,60	74,40	49	15	ML	2,536	1,524	1,065	43,50	6,00	1,50
S01	1.20-1.40	0,00	8,20	91,80	84	40	MH	2,660	1,692	1,214	39,33	6,00	1,50
S02	1.20-1.40	4,70	23,70	71,60	36	22	CL	2,682	1,938	1,618	19,76	6,00	1,50
S03	0.80-1.00	25,20	10,00	2,50	No obt.	No plast.	GP	2,714	1,983	1,926	2,97	233,80	73,24
S04	0.80-1.00	49,00	29,60	7,10	No obt.	No plast.	GP-GM	2,770	2,155	1,934	11,40	200,76	0,59

Fuente: Elaboración Propia TYPASA

Los resultados de las prospecciones realizadas han sido utilizados para realizar el dimensionamiento de las obras. Para esto, se utilizará bibliografía especializada y la experiencia de este consultor. Los detalles de la aplicación del criterio y el dimensionamiento correspondiente, se puede revisar en el tomo correspondiente.

3.5. ENCUESTAS AGROPECUARIAS

Para determinar el perfil de productores a encuestar dentro del área de estudio, fue utilizada la distribución de la propiedad agrícola, considerando la cobertura de roles prediales de CIREN, la cual está conciliada con los antecedentes disponibles en el Servicio de Impuestos Internos (SII).

Con las encuestas se ha generado una caracterización agro-productiva que busca determinar el estado actual de la agricultura y las prácticas culturales que actualmente se llevan a cabo en la zona de estudio

De un universo predial de 900 queda en un valor de muestra ajustado de 259, correspondiendo 120 encuestas a TYPESA y 139 encuestas entregadas por la CNR. La aplicación de encuestas agropecuarias se realizó en los meses de diciembre de 2018 y enero de 2019.

El procesamiento de la información de las encuestas consistió, en primer lugar, en una revisión y verificación de la información incluida en ellas, en rangos válidos, legibles y con información consistente.

Cada una de las encuestas fue identificada con un número y en ella se encuentran también las coordenadas geográficas de tal manera de facilitar su ubicación en terreno y en archivos (Excel y kmz).

Posteriormente, se realizó la digitación de la información para el análisis de los datos, el cual fue orientado a la obtención de resultados por estratos de tamaño y total área.

El trabajo se realizó en base a 259 encuestas finales.

4. DERECHOS DE APROVECHAMIENTO DE AGUAS

4.1. ESTADO DE DERECHOS DE APROVECHAMIENTO DE AGUAS CANAL IMPERIAL.

Se presenta a continuación, una Tabla Resumen que indica el estado de la Situación Legal de los Derechos de Aprovechamiento de Aguas del Canal Imperial, los detalles de las conclusiones presentadas se presentan en el Tomo I del Informe Final.

Tabla 4-1: Situación Derechos de Aguas Canal Imperial

Situación 1. Derechos Susceptibles de ser Utilizados	
Situación Real	Situación Hipotética
Considerar, que los únicos DAA con validez legal para ser utilizados en el proyecto, serían aquellos constituidos por la Resolución DGA N°172/1991 (916,08 l/s equivalente a 832,8 acciones) y N°47/2000 (20,031 l/s equivalente a 18,21 acciones) y los que cuentan con inscripciones conservatorias vigentes en el CBR de Lautaro (42,28 acciones). Cabe señalar, que de las 42,28 acciones que están en el CBR de Lautaro y no figuran como provenientes de la Resolución DGA N°172/1991, tampoco corresponden a las acciones de la Resolución DGA N°47/2000. Este escenario, no considera los recursos remanentes (351,95 acciones) así como tampoco las reservas fiscales contempladas por los estatutos (3.393,05 acciones) ni tampoco los recursos asignados al canal (2.355 acciones).	En caso de tener la certeza del carácter definitivo de los recursos asignados (2.355 acciones), las reservas fiscales (3.393,05 acciones) y los remanentes asignados al canal Imperial (351,95 acciones), se podría considerar el uso de la totalidad de los recursos señalados en dichos estatutos del canal, lo cual, será sancionado al momento de tener a la vista los decretos Supremos MOP que sancionan el carácter definitivo o provisional de las obras, los cuales fueron solicitados a la DGA sin tener respuesta, además de la certeza jurídica de la reservas fiscales en relación a su vigencia y un pronunciamiento oficial de la DGA respecto a los recursos remanentes y los otros aspectos señalados (recursos asignados y reservas fiscales).
Situación 2. Derechos Existentes con Brechas a cubrir	
Antecedentes	Acciones a Seguir
Si los caudales asignados a los canales Pillanlelbún e Imperial son provisionales o definitivos, en virtud de la dictación o no de los Decretos que declaran vencido el plazo de explotación provisional de las obras, debido a que no se ha podido	Revisión de Decretos que agotan la explotación provisional de las obras. Así mismo se solicitará un pronunciamiento formal de la DGA.

Situación 2. Derechos Existentes con Brechas a cubrir	
Antecedentes	Acciones a Seguir
tener a la vista los Decretos Supremos MOP que sancionan estos temas.	
• Si la reserva fiscal está vigente o no y determinar su naturaleza jurídica, si es definitiva o provisional.	• Pronunciamiento Formal de la DGA
• Existencia de tres equivalencias unitarias de los caudales, debido a las diferencias entre los documentos analizados.	• Pronunciamiento Formal de la DGA
• Eventuales rebajas de caudales que pudieran haberse presentado con la Resolución DGA N°172/1991 y el Decreto MOP N°1266/1962.	• Pronunciamiento Formal de la DGA
• Situación legal de los recursos remanentes que no fueron asignados en el Decreto MOP N°1266/1962.	• Pronunciamiento Formal de la DGA

Fuente: Elaboración propia TYPASA

4.2. SINTESIS DE INTERFERENCIAS PARA TRASLADO DE DERECHOS DE APROVECHAMIENTO.

En la siguiente tabla se muestran las principales observaciones respecto del cambio de punto de captación.

Tabla 4-2: Síntesis de análisis de DAA efectuados.

Derecho de Agua	Bocatoma Canal Gibbs	Bocatoma Canal Sandoval	Principales Observaciones
Resolución DGA N°172/1991 y N°47/2000 y aquellos que cuentan con inscripciones conservatorias vigentes en el CBR de Lautaro	Factible de Trasladar	Factible de Trasladar	No se aprecian observaciones de relevancia, en lo administrativo y técnico para el traslado.
Decreto MOP N°1266/1962	Factible de Trasladar con observaciones	Factible de Trasladar	Respecto al traslado hacia la bocatoma Gibbs, bajo la hipótesis de que los DAA estén regularizados e inscritos en el CPA de la DGA, existiría la opción de realizar esta gestión administrativa, sin embargo, pueden existir eventuales oposiciones. Respecto al traslado hacia la bocatoma Sandoval, bajo la hipótesis de que los DAA estén regularizados e inscritos en el CPA de la DGA, no se aprecian observaciones de relevancia, en lo administrativo y técnico para el traslado.
Resolución DGA N°540/1998	No Factible de Trasladar	Factible de Trasladar con observaciones	Respecto al traslado hacia la bocatoma Gibbs, la existencia de DAA No Consuntivos, imposibilitaría el traslado de DAA hacia esta captación. Respecto al traslado hacia la bocatoma Sandoval, existiría la opción de realizar esta gestión administrativa, sin embargo, pueden existir eventuales oposiciones.

Fuente: Elaboración Propia TYPASA.

5. CARACTERIZACIÓN AGROPECUARIA

5.1. CLIMA

El tipo de clima es templado cálido mesotermal con régimen de humedad subhúmedo seco. La altitud media aproximada es de 158 [msnm], mientras que la superficie territorial aproximada es de 5.075 [km²].

Los parámetros agroclimáticos son óptimos para una gran gama de cultivos, especialmente frutales como el arándano, avellano europeo, cerezo, frambuesa, frutilla y manzano, entre otros.

En cuanto a cultivos anuales y hortalizas, en esta zona es posible el cultivo de una amplia gama de especies, tales como trigo, papa, arveja verde, avena, chacra, lechuga y lupino, entre otros.

5.2. SUELO

El análisis se apoya con la campaña de 18 toma de muestras representativas en el área de estudio, junto con su respectivo análisis Físico-Químico en el laboratorio del INIA-Chillán. Además, del procesamiento de datos obtenidos de las encuestas agronómicas, respecto de la utilización de la superficie, y sus características en cuanto a métodos de riego y rendimientos. La superficie productiva total en el área encuestada es de 1.601 ha.

Resulta evidente señalar que el mayor porcentaje de superficie de suelo productiva actual es de secano, predominando el cultivo de cereales y leguminosas. En tanto, bajo riego predomina el cultivo de hortalizas y cultivos anuales.

Para el estrato de 1 a 4,99 ha, la situación da cuenta de 358,95 ha productivas totales, de las cuales 76,6 se encuentran regadas, aunque en forma deficiente. El método de riego más utilizado es aspersión y las mayores superficies cultivadas bajo riego corresponden a papa, cilantro y zanahoria, en ese orden de prelación. Sin riego se producen tanto hortalizas como cultivos anuales y cereales, siendo los más representativos en superficie el trigo y el lupino.

Para el estrato de 5 a 11,99 ha, existen 153,87 ha productivas totales, de las cuales 16,205 se encuentran regadas, aunque en forma deficiente. La mayor superficie está representada por el cultivo de zanahoria con riego por aspersión. La producción sin riego esta mayormente representada por el cultivo de trigo y lupino.

En el estrato de 12 a 49,99 ha, el resultado es de 347,67 ha productivas totales, de las cuales 127,82 se encuentran regadas. La mayor superficie regada corresponde al cultivo de betarraga con riego por aspersión, que corresponde solo a una plantación de 51 hectáreas. Como cultivos sin riego se torna importante la avena, seguida de lupino y trigo.

En el estrato de predios de tamaño mayor a 50 ha, se constatan 741 ha productivas totales, de las cuales 178,5 se encuentran regadas. En este estrato el cultivo del trigo es el de mayor superficie cultivada, tanto con riego como sin riego. Le sigue el lupino sin riego.

Los suelos del área, pertenecen a las series Metrenco, Temuco y Nueva Imperial y son suelos del tipo franco arcillo limoso y franco limoso. Las necesidades de mejoramiento de estos suelos están relacionadas a corregir niveles de pH, así como niveles de los elementos P, K y S. Algunos problemas de saturación de Aluminio se dan en las 3 series, por condición intrínseca del área, lo que debe ser manejado mediante enmiendas calcáreas, lo que a su vez permitirá los ajustes de pH.

En resumen, se trata de suelos con buenas características productivas para gran parte de los cultivos de la Región, con restricciones inherentes a la zona desde sus orígenes (suelos derivados de cenizas volcánicas) que pueden solucionarse con prácticas de manejo adecuadas.

5.3. CALIDAD DE AGUA

Durante el desarrollo del estudio, se realizaron dos campañas de medición de calidad de aguas, 3 muestras fueron tomadas en el río Cautín (bocatomas), y otros 3 puntos en el sistema existente de riego. La primera campaña se llevó a cabo en diciembre del 2018 (verano), mientras que la segunda campaña se realizó en junio del 2019 (invierno).

El objetivo de este muestreo es presentar una evaluación de la calidad de los recursos hídricos utilizados para el riego en el área de estudio. Con este fin, se realizó una revisión de antecedentes bibliográficos relevantes, se analizaron los datos históricos de las estaciones DGA seleccionadas.

El análisis de la calidad del agua se realiza efectuando una revisión de los parámetros en los que se ha detectado que sobrepasan la NCh 1.333

Los 6 puntos de toma de muestras de agua, son los siguientes:

- 3 puntos solicitados en las bases, que corresponden a las bocatomas de las distintas alternativas. Estas son: Bocatoma Pillanlelbún, Gibbs, Sandoval. Puntos 1,2 y 3 respectivamente.
- 2 puntos, solicitados en las bases. Uno corresponde a la entrega del estero Botrolhue al canal Imperial (Punto 4); el segundo corresponde a la entrega del canal Pillanlelbún al canal Gibbs en el sector Ebema (Punto 5).
- 1 punto entre el canal Gibbs (sector Ebema) y la bocatoma del canal Pillanlelbún. Se elige un punto en el kilómetro 18 del Canal Pillanlelbún (Punto 6). En este sector

el canal atraviesa por completo los terrenos de una importante empresa maderera (Glover), así como también de la empresa agrícola Lobert.

En base a los resultados obtenidos se puede mencionar lo siguiente:

En lo relativo al pH, tiene valores tendientes a rangos neutros (dentro del rango 5,5-9,0 establecido en la NCh-1333), es decir las aguas muestreadas son aptas para riego.

La conductividad eléctrica del agua da una estimación acerca de la concentración aproximada de las sales minerales presentes, lo que es de utilidad en cultivos agrícolas. La NCh 1.333 sólo considera la conductividad para el uso de riego con un rango de 750 a 7.500 $\mu\text{mhos/cm}$. Las aguas analizadas, en todos los puntos, se encuentran dentro del límite establecido.

Cationes, aniones y relaciones no presentan valores fuera de Norma y, por lo tanto, no representan problemas con fines de utilización del agua para riego.

Los Puntos 1, 2, 5 y 6 muestreados, presentan las mejores calidades de agua registradas en ambas campañas, permitiendo su eventual uso en riego sin restricciones para un amplio patrón de cultivos.

Los puntos 3 y 4, son los que tienen mayores concentraciones de coliformes fecales, valores por sobre la norma. Esto es esperable, debido a que estos puntos de muestreo se encuentran aguas abajo de la ciudad de Temuco, donde posiblemente existan descargas ilegales de aguas residuales. Además, el Punto 4, es el que posee los mayores niveles de contaminación, superando la norma en otros 3 parámetros (Vanadio Total, Aluminio Total y Molibdeno), lo que lo hace poco recomendable para captar las aguas que alimenten el canal Imperial, estos niveles de contaminación, en una primera instancia no guardarían relación con el suelo, y se presume que poseen relación con las posibles contaminaciones difusas que puedan existir posterior al paso de la ciudad de Temuco.

Los valores por sobre la norma en los elementos Aluminio, Molibdeno y Vanadio, tienen su explicación en el arrastre de estos elementos desde los suelos. Los suelos del tipo Andisoles y Ultisoles, que son los suelos derivados de cenizas volcánicas que se encuentran presentes en la zona, son ricos en estos elementos dada su geogénesis y los transmiten al agua junto a los sedimentos.

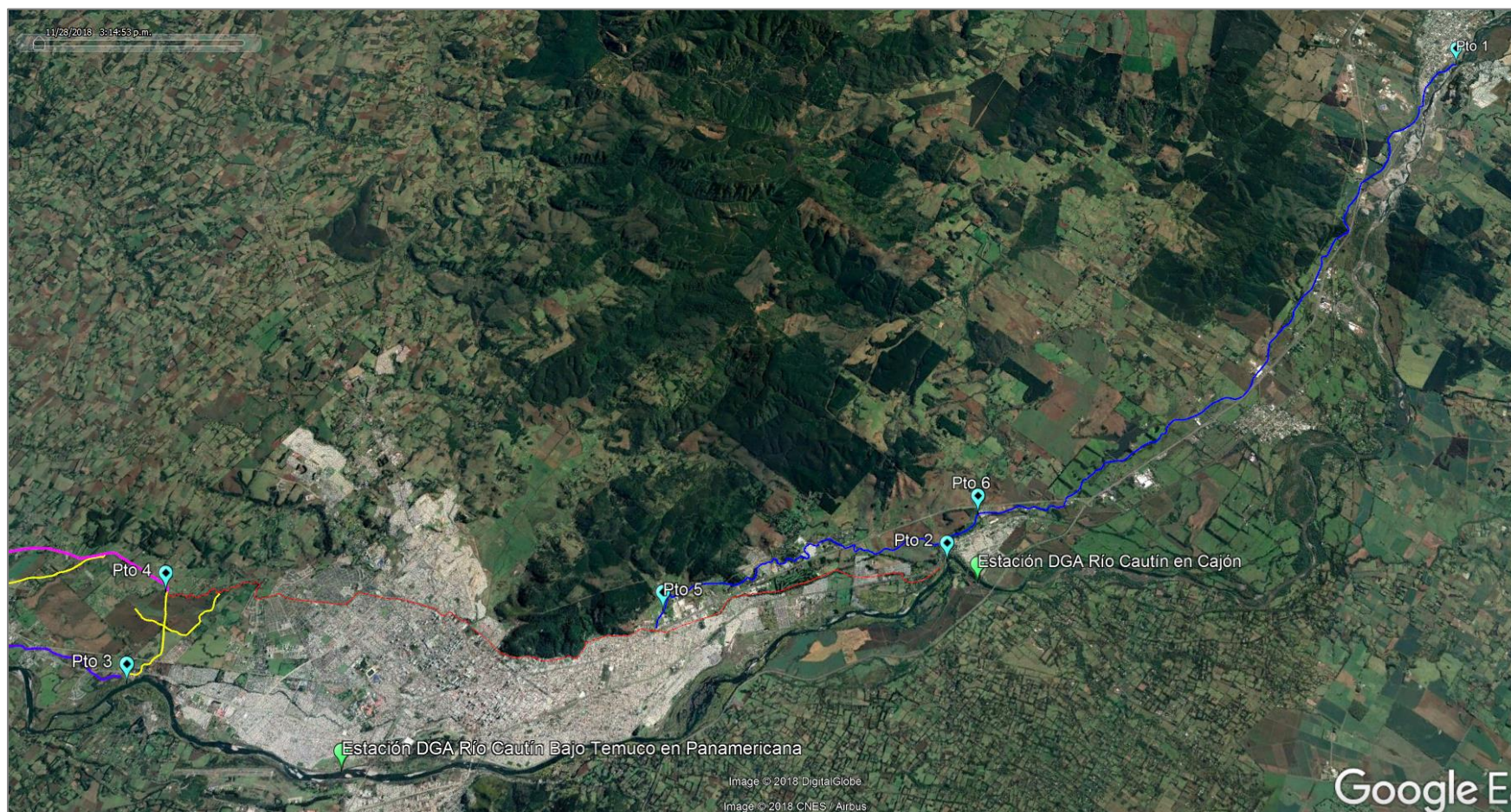


Figura 5-1: Puntos de Muestreo de Calidad de Agua.
Fuente: Elaboración propia de TYPASA.

5.4. SITUACIÓN AGROPECUARIA ACTUAL

En primera instancia se determinó el perfil de productores del área de estudio, para esto se utilizó la distribución de la propiedad agrícola, en donde se dividió el universo predial en 5 estratos. Para esto se consideró la cobertura de roles prediales de CIREN, la cual está conciliada con los antecedentes disponibles en el Servicio de Impuestos Internos.

Luego, se superpusieron estos predios, con el área envolvente original y los límites comunales y los límites de los planes reguladores comunales, para así dejar fuera las áreas urbanas, integrando en todos los casos las áreas en donde hay presencia de comunidades indígenas.

El número de explotaciones prediales identificadas y su estratificación es la siguiente:

Tabla 5-1: Explotaciones Prediales y su Estratificación

	TEMUCO		NUEVA IMPERIAL		TOTAL		%	
SUPERFICIE	N° predios	hectáreas	N° predios	hectáreas	N° predios	hectáreas	N° predios	hectáreas
0,00 a 0,49 ha	88	29,6	37	10,41	125	40,01	9,16%	0,55%
0,5 a 4,99 ha	799	1.425,06	160	331,38	959	1.756,44	70,26%	24,26%
5,0 a 11,99 ha	136	1.012,27	46	401,38	182	1.413,65	13,33%	19,53%
12,00 a 49,9 ha	42	829,86	33	849,88	75	1.679,74	5,49%	23,20%
50,00 ha y más	10	665,66	14	1.683,51	24	2.349,17	1,76%	32,45%
TOTAL	1.075	3.962,45	290	3.276,56	1365	7.239,01	100%	100%
%	78,75%	54,74%	21,25%	45,26%	100%	100%		

Fuente: Elaboración propia TYPISA

La situación actual recoge la información contenida en las encuestas prediales. Con ellas se realiza una caracterización general de la situación productiva del área encuestada, con diferenciación por estratos prediales. La información es complementada con datos recogidos en terreno con agricultores, profesionales y técnicos del área. En total se realizaron 259 encuestas prediales.

Los pequeños propietarios, que representan más de un 80% de los predios, se han visto severamente afectados por la sequía, con una población agrícola envejecida dado que los más jóvenes han migrado.

Los encuestados pertenecientes a la etnia mapuche, estarían dentro de la clasificación de pequeña agricultura y en la agricultura familiar campesina de INDAP y se estima necesario que, en lo que respecta a capacitación y asistencia técnica para la zona de estudio, proveniente de los servicios del estado, se deban considerar las características de estas comunidades como algo prioritario.

No hay gran variabilidad en la estructura de cultivos, siendo el trigo y otros cereales como la avena, más el lupino, los cultivos extensivos más frecuentes, aunque las extensiones individuales de estas superficie son menores a los de otros sectores de la provincia y de la región. Existen también superficies hortofrutícolas con cultivo de papas, arvejas, lechugas, zanahorias y otras especies,

incorporándose recientemente frutales menores como el arándano y mayores como el avellano europeo.

En el tema ganadero, un gran porcentaje de agricultores tiene animales para el autoconsumo (aves, cerdos, ovinos, bovinos y caballares) más que para la venta y las praderas representan solo el 10% del área productiva total.

En relación al riego actual, sólo un 18,74 % promedio de la superficie encuestada resultó estar regada. El riego es necesario fundamentalmente en el periodo de octubre a marzo, por la falta de precipitaciones en dichos meses. Al no haber agua de riego en los canales, ni canales en buen estado, se incide directamente en las norias que tradicionalmente han complementado el riego con aguas superficiales. Todo lo anterior hace que los rendimientos de los cultivos se vean afectados, no pudiendo expresar su potencial productivo. Lo anterior implica que el agricultor no ocupa ni la fertilización adecuada, ni los agroquímicos necesarios en cantidad y oportunidad, en vista de que la rentabilidad de la producción es menor a lo esperado, dando como resultado un nivel tecnológico medio y medio bajo en el área.

Es necesario destacar que, en una fracción de la superficie actualmente regada del área de estudio (399,12 ha de un total de 1.601,5 ha) que representa un 24,92%, existe riego tecnificado, según la información recogida en las encuestas. Lo anterior, permite concluir que la utilización de riego tecnificado en la zona es una práctica conocida en el territorio, la cual, es posible mejorar, pasando por ejemplo de riego por microaspersión a riego por goteo y cintas en el caso de hortalizas.

Los frutales menores y mayores, aun con poca representatividad en la zona se riegan con riego por goteo en un 100%. La excepción la constituyen los frutales tradicionales como Cerezo y Manzano, cuyas plantaciones son antiguas, del tipo huerta frutal, de baja producción y escaso riego.

5.5. SITUACIÓN AGROPECUARIA FUTURA

5.5.1. SITUACIÓN SIN PROYECTO

La Situación Actual Optimizada o situación sin proyecto, se ha definido como aquella resultante de un conjunto de acciones tendientes a efectuar cambios en la actividad agropecuaria del área, sin la realización de las obras planteadas en el proyecto de riego. Este proceso será planteado y desarrollado dentro de un Programa de Asistencia Técnica y Transferencia Tecnológica.

Corresponde a una situación mejorada respecto de la actual y que, en general, considerar inversiones a lo largo del periodo de no más de un 5% del costo de la obra que se proyecta construir. Estas inversiones no necesariamente deben ajustarse exactamente al 5% de las inversiones, sólo no deben superar dicho límite. Entre las inversiones consideradas podría contemplarse, por ejemplo, la conservación de algunos tramos canales de riego y obras de arte, así como la implementación de pozos noria y bombeo.

Los supuestos y modificaciones introducidas que permitirán dar una explicación al uso de la tierra y la rentabilidad en Situación Sin Proyecto son:

- La estructura productiva del suelo (cultivos presentes) no sufrirá cambios con respecto a la Situación Actual Agropecuaria.
- Se contemplará la introducción de prácticas de manejo productivo corregidas a las actuales (dosis normalizadas de fertilizantes y pesticidas y complementos al manejo) y un uso más eficiente de la mano de obra en cada una de las labores, en especial en control de malezas y riego. También en el uso de maquinaria cuando corresponda en preparación de suelos, e introducción de otras prácticas de manejo que en conjunto determinen un aumento de rendimiento asociado a menores, iguales o levemente superiores costos totales, resultando en un aumento de margen.
- Para los cultivos regados, se estimará un aumento en los rendimientos por hectárea, resultado de los cambios en el manejo productivo. Estos cambios variarán dependiendo del cultivo en cuestión y van desde priorizar el uso mano de obra, o cambiar estrategia de control de malezas, estrategia de fertilización, control de plagas y malezas, etc.
- Se considerarán los mismos precios unitarios de las jornadas laborales y los insumos que la Situación Actual.
- No se considerarán cambios en los mercados de destino y sus canales de comercialización. No obstante, se prevé un mayor acceso a información de precios y mercados, debido a la capacitación contemplada en el programa de asistencia técnica y transferencia tecnológica.

5.5.2. SITUACIÓN CON PROYECTO

La situación futura o con proyecto corresponde al mejoramiento de las condiciones actuales que enfrenta el área en estudio por medio de la ejecución y construcción de obras civiles, las cuales potencian una adecuada utilización de los recursos hídricos, mejorando la seguridad de riego y permitiendo de esta forma satisfacer los requerimientos hídricos de las diversas especies que se proponen desarrollar en el área de estudio.

Se aumenta la superficie con especies frutales. Estas especies serán las mismas que ya se encuentran en la actualidad y en zonas cercanas al área de estudio, tales como manzano, frutilla, frambuesa, arándano, avellano europeo, cerezo y vid vinífera.

En relación a hortalizas, se mantienen como rubros la huerta hortícola y otras hortalizas, dado que la zona está cercana a las ciudades de Temuco y Nueva Imperial, con una importante fuente de abastecimiento en feria. Los cambios estarán dados tanto en superficie como en el mejoramiento en el manejo del cultivo (estándares productivos) e incorporación al riego.

Cabe señalar que para el rubro frutales se ha considerado un 100% de riego tecnificado, ya que hoy en día el riego tecnificado es clave para alcanzar el potencial productivo de todas las especies. Lo anterior avalado por consulta a las fichas técnicas por Zona Homogéneas Agrícolas de la CNR y a fichas técnicas de Indap para la agricultura familiar campesina del área en los casos de frutilla y frambuesa, en las que los métodos de riego considerados son todos riegos tecnificados en frutales.

Por otra parte, esta situación fue observada en terreno, en plantaciones de frambuesa, frutilla, arándanos y avellanos, tanto en pequeñas como en medianas superficies.

En situación futura se ha planteado que un 78% de la superficie, sea superficie productiva. Es decir, se aumenta desde un 68,88% en SA y SAO a un 78% en SF.

La distribución del riego es de un 70% tecnificado y 30% tradicional en estratos pequeños 1 y 2, para el caso de cultivos anuales y hortalizas. 80% tecnificado y 20% tradicional en el estrato 3 y 100% tecnificado en el estrato 4, donde además los cultivos anuales y hortalizas son menos representativos.

100% tecnificado en frutales en todos los estratos.

En el caso de cereales el criterio de riego es 70% tradicional y 30% tecnificado en el estrato 1, 50% tradicional y 50% tecnificado en el estrato 2 y 3, 80% tecnificado y 20% tradicional en el estrato 4.

Junto al mejoramiento de la tecnología de riego se incorporan mejoramientos en el manejo del cultivo, en cuanto de fertilización y labores culturales, lo que permite aumentar los rendimientos.

Tabla 5-2: Resumen sobre la distribución de cultivos por estrato predial Situación Futura

Situación Futura / Estratos	E1	%	E2	%	E3	%	E4	%	Ha totales	%
Cult anuales y hortalizas	578,94	8,45%	460,17	6,72%	599,40	8,75%	759,67	11,09%	2398,18	35,01%
Frutales	213,18	3,11%	229,26	3,35%	544,58	7,95%	941,99	13,75%	1929,02	28,16%
Cereales	62,70	0,92%	275	4,02%	219,29	3,20%	319,06	4,66%	876,17	12,79%
Praderas regadas	20,90	0,31%	0,00	0,00%	-	0,00%	121,55	1,77%	142,45	2,08%
Superficie cultivada total	875,718	12,78%	964,55	14,08%	1.363,28	19,90%	2142,27	31,27%	5345,81	78,04%
Barbecho	40,17	0,59%	64,84	0,95%	96,83	1,41%	235,32	3,44%	437,19	6,38%
Superficie potencial riego	915,89		1029,39		1460,10		2377,59		5782,97	
Superficie total									6850,44	

Fuente: Elaboración Propia TYPESA

5.6. DEMANDA Y OFERTA DE AGUA

5.6.1. SITUACIÓN ACTUAL

Es importante mencionar que la demanda hídrica en situación actual no se satisface con los caudales de aguas superficiales que abastecen la zona. El caudal medio que disponen y utilizan actualmente los regantes durante la temporada de riego es de 100 lt/seg, inferior a los derechos de agua otorgados (936,11 lt/seg) y muy por debajo de la demanda para el desarrollo agrícola de la zona.

Los balances entre oferta y demanda de agua para la situación actual serían:

Tabla 5-3: Balance Hídrico Situación Actual ALT 01 y 02

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Qd o Demanda (l/s)	516	210	63	0	0	0	0	0	0	61	340	548
Oferta (l/s)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Déficit hídrico (l/s)	-416	-110	0	0	0	0	0	0	0	0	-240	-448

Fuente: Elaboración Propia TYPASA

Tabla 5-4: Balance Hídrico Situación Actual ALT 03

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Qd o Demanda (l/s)	536	221	66	0	0	0	0	0	0	62	351	565
Oferta (l/s)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Déficit hídrico (l/s)	-436	-121	0	0	0	0	0	0	0	0	-251	-465

Fuente: Elaboración Propia TYPASA

5.6.2. SITUACIÓN ACTUAL OPTIMIZADA

Los balances entre oferta y demanda de agua para la situación actual optimizada o futura sin proyecto, serían:

Tabla 5-5: Balance Hídrico Situación Actual Optimizada ALT 01 y 02

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Qd o Demanda (l/s)	516	211	67	0	0	0	0	0	0	60	337	547
Oferta (l/s)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Déficit hídrico (l/s)	-416	-111	0	0	0	0	0	0	0	0	-237	-447

Fuente: Elaboración Propia TYPASA

Tabla 5-6: Balance Hídrico Situación Actual Optimizada ALT 03

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Qd o Demanda (l/s)	538	222	70	0	0	0	0	0	0	62	348	565
Oferta (l/s)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Déficit hídrico (l/s)	-438	-122	0	0	0	0	0	0	0	0	-248	-465

Fuente: Elaboración Propia TYPASA

5.6.3. SITUACIÓN FUTURA CON PROYECTO

Para la estimación de la demanda hídrica se consideran los parámetros de evapotranspiración de referencia para el sector (ET_o), los coeficientes de cultivo (K_c) para los rubros identificados, la evapotranspiración de cultivo (ET_c) de estos, la demanda hídrica neta (DHN), la tasa de riego (TR), el módulo de riego (MR) y finalmente el caudal demandado (Q_d).

Los balances entre oferta y demanda de agua para la situación actual serían:

Tabla 5-7: Balance Hídrico Situación Con Proyecto ALT 01 y 02

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Qd o Demanda (l/s)	2,773	1,500	418	0	0	0	0	0	0	306	1,684	2,647
Oferta (l/s)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Déficit hídrico (l/s)	-2,773	-1,500	-418	0	0	0	0	0	0	-306	-1,684	-2,647

Fuente: Elaboración Propia TYPESA

En el caso de la Alternativa 3 la superficie productiva bajo riego es de 5.580.7 hectáreas y, realizando el mismo desarrollo anterior se obtiene lo siguiente:

Tabla 5-8: Balance Hídrico Situación Con Proyecto ALT 03

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Qd o Demanda (l/s)	2,904	1,568	435	0	0	0	0	0	0	321	1,765	2,774
Oferta (l/s)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Déficit hídrico (l/s)	-2,904	-1,568	-435	0	0	0	0	0	0	-321	-1,765	-2,774

Fuente: Elaboración Propia TYPESA

Estas demandas corresponden a la demanda agropecuaria, por lo tanto, se deben adicionar a ella las eficiencias de conducción y captación, lo que se aborda en el capítulo de cálculo de las obras civiles.

5.6.4. ANÁLISIS Y CONCLUSIONES RESPECTO A OFERTA Y DEMANDA DE AGUAS

Para el caso de la Situación Actual y Actual Optimizada, se puede señalar que los recursos provenientes desde el Canal Pillanlelbún son insuficientes para sostener una producción con garantía de abastecimiento de un 85% de seguridad, lo cual, permite concluir en forma inicial que se están presentando dos situaciones puntuales en la zona de estudio; la primera, guarda relación con una baja seguridad en el abastecimiento de agua, que merma los potenciales rendimientos de los cultivos en explotación, generando una baja en la productividad de la zona, situación catastrada y registrada en las encuestas realizadas. La segunda, es que para mitigar los efectos del abastecimiento de agua, los agricultores de la zona estarían utilizando sistemas complementarios, como pozos. Otro aspecto que se extrae de la Situación Actual, es la nula proyección de crecimiento productivo, sin la incorporación de nueva infraestructura de mejoramiento, captación y conducción de agua.

En relación a la Situación Con Proyecto, resulta evidente que las demandas de agua para la nueva superficie cultivada, no podrán sustentarse con los actuales derechos de los usuarios (cerca de 936,11 l/s), necesiéndose la incorporación de nuevas aguas, que para el caso de esta iniciativa, deben necesariamente provenir de los derechos que actualmente la Dirección de Obras Hidráulicas posee en el río Cautín (4.000 l/s). Estos derechos, por ser de ejercicio permanente, se asume que sólo poseen seguridad hidrológica, acorde a la curva de variación estacional del río en Cautín en la zona de Cajón, asociada a la probabilidad de excedencia del 85%. Según los análisis realizados, se pudo determinar en forma aproximada, que el río Cautín posee un caudal cercano a los 20 m³/s para altas probabilidades de excedencia, lo cual, permite concluir en forma preliminar, que las demandas en Situación Con Proyecto, debieran ser abastecidas sin mayores eventos de falla en la satisfacción de la demanda. Finalmente, la oferta a considerar deberá asociarse a la demanda superior, es decir, a la demanda de los cultivos en el mes más crítico, que es el de mayor evapotranspiración. La demanda superior se produce en el mes de enero. El caudal de oferta deberá ser cercano a los 3 m³/s.

5.7. PROGRAMA DE TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA Y ASISTENCIA TÉCNICA PREDIAL

5.7.1. SITUACIÓN ACTUAL OPTIMIZADA (SITUACIÓN SIN PROYECTO)

El Programa de Asistencia Técnica y Transferencia Tecnológico, permite el impulso y orientación a los agricultores para mejorar sus indicadores productivos, en la Situación Actual Optimizada o Situación Futura Sin Proyecto. Los incrementos productivos entre situación actual y optimizada serán conservadores para la realidad del área.

Entre los cambios que se considerarán producidos por efecto de la optimización de la situación actual, se deben mencionar los siguientes:

- Mejoría en el manejo de la explotación y de rubros productivos desarrollados, ya que esto producirá aumento en los rendimientos de los cultivos.
- Aumento en la eficiencia de uso del agua para riego.
- Mejoramiento en la capacidad empresarial de los agricultores
- Optimización en la oportunidad de ejecución de las labores requeridas
- Mejor uso de insumos
- Acceso a la información de precios y mercados

Respecto de la incorporación de asistencia técnica en Situación Actual Optimizada (SAO) se ha considerado un 60% de cobertura para todas las explotaciones agrícolas, considerando los planes de apoyo regional existente y el impulso que se intenta dar a la zona, tanto desde el nivel central como del gobierno regional.

El programa deberá contar con la participación de directa de dos Ingenieros Agrónomos de tiempo completo, uno de ellos como coordinador y otro de jefe de terreno, más dos técnicos agrícolas que cubrirán la totalidad de los sectores en estudio y una secretaria a media jornada.

El desglose de los honorarios se ha calculado según el siguiente detalle:

Tabla 5-9: Componente de Honorarios Profesionales de la Asistencia Técnica

Agrónomo Coordinador	12	975.000	11.700.000
Agrónomo Jefe terreno	12	925.000	11.100.000
Técnico 1	12	450.000	5.400.000
Técnico 2	12	450.000	5.400.000
Secretaria media jornada	12	200.000	2.400.000
Total Honorarios			36.000.000

Fuente: Elaboración propia TYPESA

El costo de la asistencia técnica por usuario es de 15 UF a la fecha de evaluación del proyecto (UF equivalente a \$28.309,94)

Por lo tanto, se espera que el Programa de Asistencia Técnica y Transferencia Tecnológica impulse y oriente a los agricultores a mejorar estos aspectos, principalmente por la vía de la organización de ellos para efectuar labores de acopio, transporte y venta de productos.

5.7.2. SITUACIÓN FUTURA CON PROYECTO

El desarrollo agropecuario de la situación futura deberá sustentarse en el tiempo, es por ello que la SF también se desarrollará dentro de un Programa de Asistencia Técnica y Transferencia Tecnológica que apoye a los agricultores para mejorar sus indicadores productivos.

El factor de incorporación de los agricultores a la asistencia técnica según estratos prediales se presenta a continuación:

Tabla 5-10: Factores de incorporación a la asistencia técnica en situación sin proyecto

Situación	Estrato	Año (%)	Año (%)	Año (%)	Año (%)	Año (%)	Año (%)	Año (%)	Año (%)	Año (%)	Año (%)	Año (%)
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
SF	1		10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%
	2		10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%
	3		5%	10%	15%	15%	15%	15%	15%	10%		
	4		10%	10%	15%	15%	25%	25%				

Fuente: Elaboración propia TYPESA

Las fichas productivas, así como los usos de suelo, márgenes netos, factores y costos utilizados para realizar la evaluación se presentan en planillas Excel de desarrollo del modelo de evaluación económica y archivos vinculados, en Anexo Digital del Tomo III.

En Situación Futura el impacto del proyecto en los márgenes económicos se medirá a través de los mayores ingresos, por sobre los actuales, debido al cambio en el uso de la tierra y rentabilidad.

6. ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS

6.1. IDENTIFICACIÓN DE POSIBLES ALTERNATIVAS

Luego de estudiar los antecedentes, se realizó un detallado catastro a la infraestructura existente de los canales en estudio, para proponer soluciones integrales y comunitarias a nivel de idea.

Dentro de estas propuestas de alternativas se consideraron como criterios: el estado actual de la infraestructura extra predial, el mejoramiento de ésta, la posibilidad de rehabilitar bocatomas fuera de uso, rehabilitación de tramos de canales que están en desuso, cambios de puntos de captación, entre otros.

En total, se identificaron 11 posibles alternativas, algunas con variantes en la superficie beneficiada. Algunas de las alternativas podrán ser sustitutas entre ellas y otras podrían ser complementarias.

- Alternativa 0: Situación actual optimizada - mejoramiento del canal Imperial- Sup 110,0 ha
- Alternativa 1A: Mejoramientos canales Pillanlelbún e Imperial - Sup 851,0 ha
- Alternativa 1B: Mejoramientos canales Pillanlelbún e Imperial - Sup 2.103,75 ha
- Alternativa 1C: Mejoramientos Canales Pillanlelbún E Imperial+ rehabilitación Canal Zona Alta desde cruce con Imperial - Sup 4.834,8 Ha
- Alternativa 2A: Rehabilitación Canal Gibbs (Toma En Río Cautín) + Mejoramiento Canal Imperial - Sup 2.103,75 Ha
- Alternativa 2B: Rehabilitación canal Gibbs (toma en río Cautín) + mejoramiento canal Imperial+ rehabilitación Canal Zona Alta desde cruce con Imperial - Sup 4.834,8 ha
- Alternativa 3A: Rehabilitación canal Zona Alta (toma en río Cautín) + Canal Imperial Sin Mejoramiento- Sup 2.731,05 ha
- Alternativa 3B: Rehabilitación canal Zona Alta (toma en río Cautín) + Mejoramiento canal – Imperial, Pillanlelbún y Red de Aguas Lluvias Sup 4.834,8 ha
- Alternativa 4: Pozos Comunitarios
- Alternativa 5: Elevaciones Mecánicas Desde Río Cautín
- Alternativa 6: Trasvase Desde Río Cholchol

Para cada una de las alternativas se desarrollaron los siguientes análisis:

- A) Análisis Técnico de las soluciones
- B) Análisis Legal – Administrativo (organizaciones de usuarios y derechos de agua)
- C) Análisis de Interferencias
- D) Análisis de Servidumbres y Expropiaciones
- E) Análisis Ambiental
- F) Análisis de Costos
- G) Evaluación Agroeconómica

Para compararlas se aplicó una matriz multicriterio que ponderó para cada alternativa de proyecto los aspectos mencionados anteriormente, lo que permitió obtener un ranking de priorización de alternativas para luego escoger a aquellas se estudiarían a nivel de perfil.

6.2. SELECCIÓN DE SOLUCIONES A DESARROLLAR

Una vez desarrollada la matriz multicriterio fue posible categorizar las alternativas, dando como énfasis principal que las alternativas a desarrollar a nivel de perfil logren abastecer la mayor cantidad posible de superficie de riego en la zona del estudio, además de satisfacer la demanda de agua para riego actual y futura en base al diagnóstico realizado,

Los resultados de la matriz multicriterio, indica que las tres mejores opciones son las de mejorar las obras existentes que extraen aguas del canal Gibbs (Alternativas 2-A y 2-B) tanto para una superficie bajo cota del canal Imperial, así como para toda el área de estudio, así como la opción de extraer aguas desde una Nueva Bocatoma el Río Cautín (antigua bocatoma del canal Zona Alta - Alternativa 3-A), sólo para la zona norte del área de estudio.

Luego se encuentran los pozos comunitarios (Alternativa 4), los cuales se contempla como una solución complementaria para aquellos casos en que no haya posibilidad de llegar con canales de riego. Posteriormente Alternativa 1-B, Alternativa 0 y Alternativa 1-A.

La alternativa (Alternativa 3-B), queda en séptimo lugar de la clasificación, por los altos costos de inversión. Las alternativas de impulsión de aguas (Alternativa 6 y 5) quedaron relegadas a los puestos 8 y 9 respectivamente debido a los altos costos de impulsión que hacen ineficiente el uso del recurso para el tipo de cultivo y la superficie a intervenir.

Tras el análisis comparativo efectuado, se proponen como mejores soluciones a desarrollar, la combinación de las alternativas 2A y 3A, además de incluir una impulsión desde el río Cautín que alimente al Canal Imperial.

Por lo tanto, las alternativas desarrolladas a nivel de perfil son las siguientes:

ALTERNATIVA 01: Habilitación de dos captaciones nuevas en el río Cautín (Bocatoma Gibbs y Sandoval), mejoramiento de canal Imperial en su totalidad, rehabilitación y proyección de nuevos canales derivados que logran abastecer en su totalidad la zona baja del área total de riego, habilitación de un nuevo canal adyacente al antiguo canal Sandoval, que captará sus aguas desde la nueva bocatoma Sandoval, llevando aguas hasta la zona alta del área de estudio, esta canal es renombrado como canal Zona Alta.

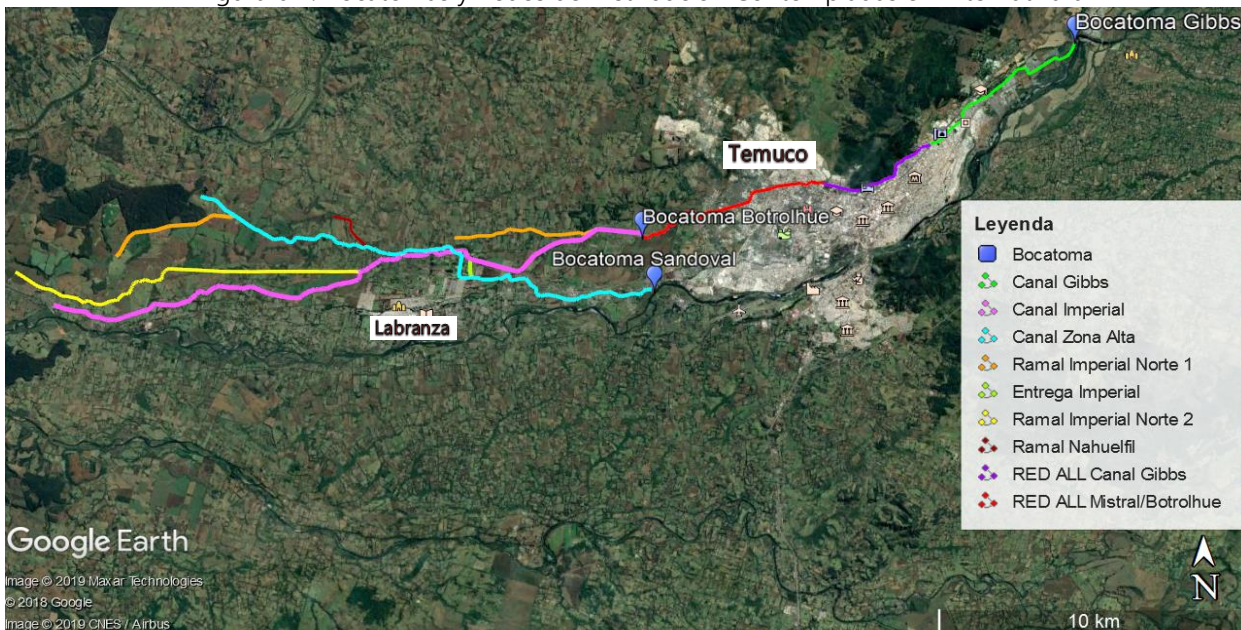
Tabla 6-1: Caudales Captados Alternativa 01.

CAPTACIÓN	CAUDAL l/s
BOCATOMA ZONA ALTA	2.574,27
BOCATOMA BOTROLHUE/GIBBS	774,16
TOTAL	3.348,43

Fuente: Elaboración Propia

La superficie total de la presente alternativa es de 6850,44 ha, de esta superficie el potencial de riego asciende a 5.782,98 ha (superficie cultivada + barbecho).

Figura 6-1: Bocatomas y Redes de Distribución Contempladas en Alternativa 01



Fuente: Elaboración Propia

ALTERNATIVA 02: Habilitación una captación unificada nueva en el río Cautín cercana a la antigua bocatoma del canal Sandoval, la cual, servirá para abastecer tanto al canal Zona Alta (Ex Sandoval), y para alimentar la impulsión que lleva sus aguas hasta la bocatoma Botrolhue para luego ser entregada al canal Imperial. Además, mejoramiento de canal Imperial en su totalidad, rehabilitación y proyección de nuevos canales derivados, habilitación del canal Zona Alta.

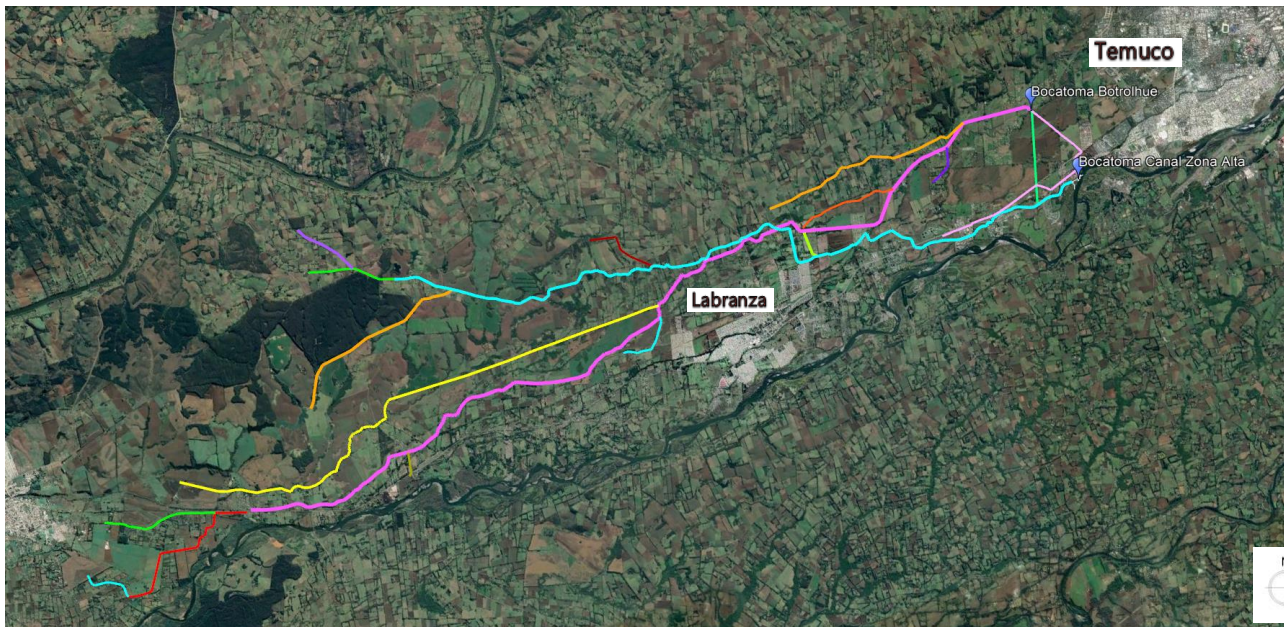
Tabla 6-2: Caudales Captados Alternativa 02.

CAPTACIÓN	CAUDAL l/s
BOCATOMA SANDOVAL	2.574,27
IMPULSIÓN/BOCATOMA BOTROLHUE	774,16
TOTAL	3.348,43

Fuente: Elaboración Propia

La superficie total de la presente alternativa es de 6850,44 ha, de esta superficie el potencial de riego asciende a 5.782,98 ha (superficie cultivada + barbecho).

Figura 6-2: Bocatomas y Redes de Distribución Contempladas en Alternativa 02.



Fuente: Elaboración Propia

ALTERNATIVA 03: Las obras de mejoramientos y habilitaciones son iguales a las de la Alternativa 01, difieren en el caudal captado en la bocatoma Gibbs, este caudal extra permite regar el sector de Cusaco por lo que el área beneficiada es mayor.

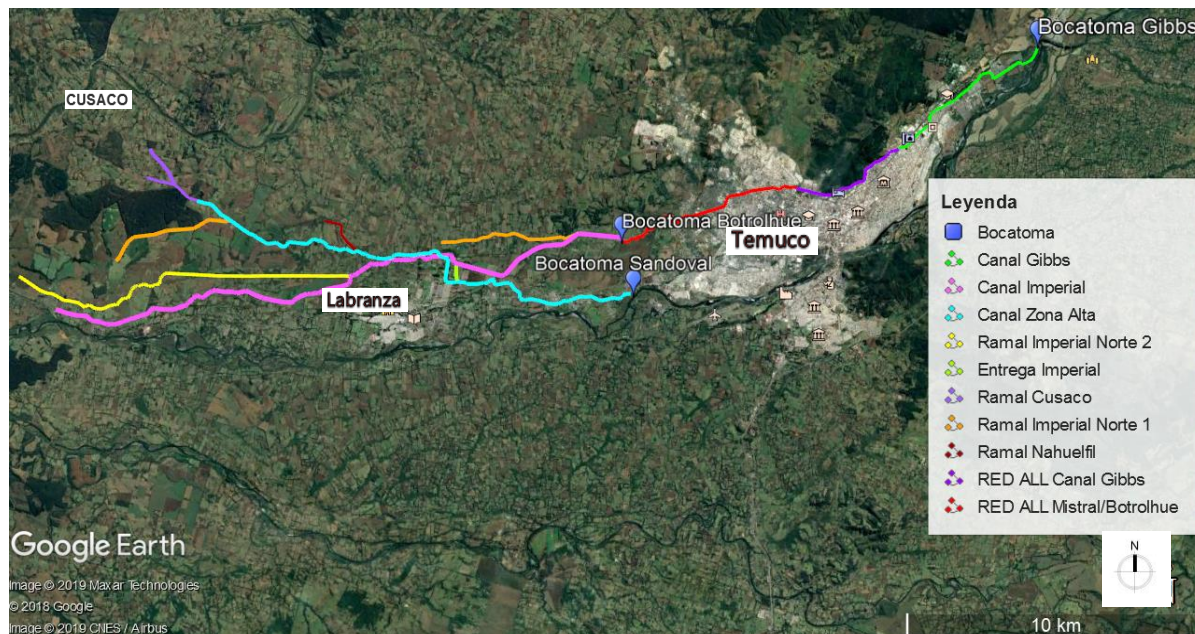
Tabla 6-3: Caudales Captados Alternativa 03.

CAPTACIÓN	CAUDAL l/s
BOCATOMA GIBBS/BOTROLHUE	936,11
BOCATOMA SANDOVAL	2.574,27
TOTAL	3510,38

Fuente: Elaboración Propia

La superficie total de la presente alternativa es de 7164,18 ha, de esta superficie el potencial de riego asciende a 6.032,20 ha considerado el riego de Cusaco. (Superficie cultivada + barbecho).

Figura 6-3: Bocatomas y Redes de Distribución Contempladas en Alternativa 03.



Fuente: Elaboración Propia

ALTERNATIVA 04: Alternativa desarrollada sólo para evaluar el impacto de una merma en la disponibilidad de traslado de DAA de la DOH al sector de la bocatoma del Canal Zona Alta.

Al disponer de menos caudal captado en Bocatoma Sandoval, el canal Zona Alta no logra abastecer a toda la zona alta, por lo que su extensión disminuye a 13,8 km. El canal Imperial es mejorado en su totalidad al igual que sus derivados (idéntico a Alternativa 01).

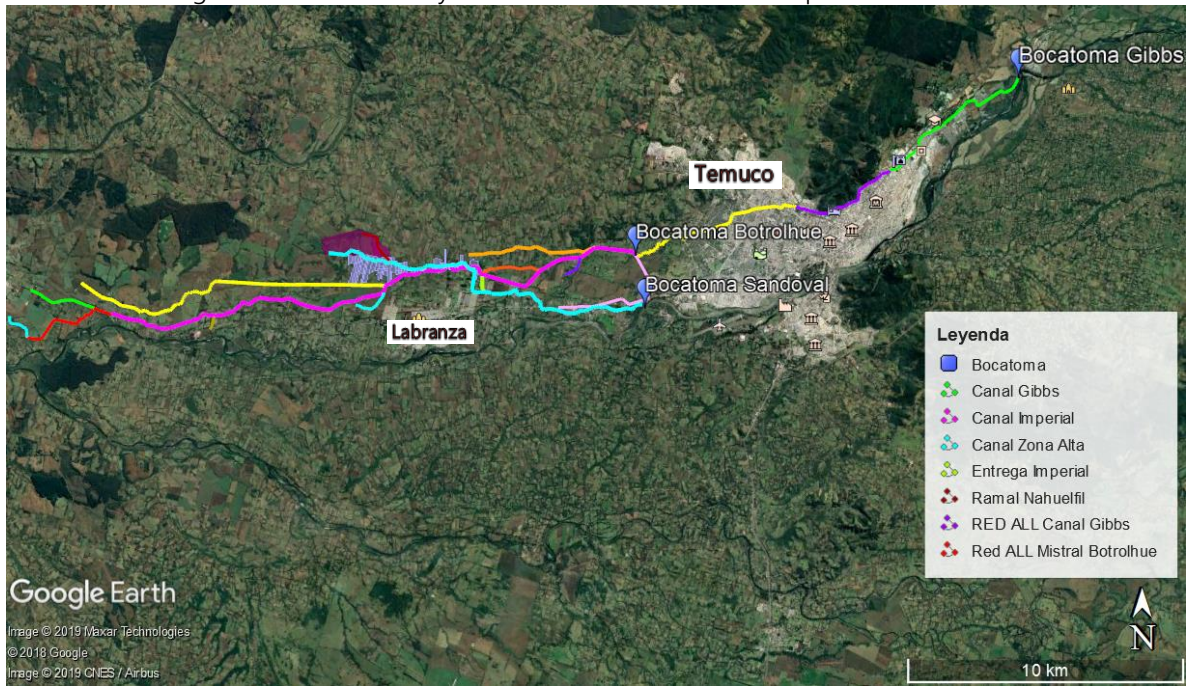
Tabla 6-4: Caudales Captados Alternativa 03.

CAPTACIÓN	CAUDAL l/s
BOCATOMA GIBBS/BOTROLHUE	774,16
BOCATOMA SANDOVAL	1.500
TOTAL	2.274,16

Fuente: Elaboración Propia

La superficie total de la presente alternativa es de 4.648,93 ha, de esta superficie el potencial de riego asciende a 3.848,71 ha (superficie cultivada + barbecho).

Figura 6-4: Bocatomas y Redes de Distribución Contempladas en Alternativa 04.



Fuente: Elaboración Propia

7. EVALUACIÓN ECONÓMICA

En este capítulo se presenta la evaluación económica de las alternativas de proyecto desarrolladas, considerándose los costos y beneficios.

El análisis incluye el cálculo de los indicadores para diferentes alternativas (en caso de existir). Las especificaciones y requerimientos de estos métodos se basan en los lineamientos definidos por MDSF.

7.1. INDICADORES DE RENTABILIDAD

El principal indicador de rentabilidad en la evaluación de proyectos corresponde al Valor Actual Neto (VAN), el que se priorizará al momento de seleccionar la alternativa óptima económica. Esto es debido a que es un indicador que permite comparar la rentabilidad en términos absolutos de proyectos con inversiones de distinta magnitud. Además, como complemento, se determinará la Tasa Interna de Retorno (TIR) y el indicador VAN/Inversión (VAN/I).

Los parámetros básicos para el cálculo de estos indicadores son los costos de inversión y mantenimiento, el beneficio anual esperado y las tasas de descuento, que corresponde a un 12% y 6% a precios privados y sociales respectivamente. Se considera un horizonte de evaluación igual a 30 años, y no se consideran impuestos ni subsidios de ningún tipo. Por último, los presupuestos están evaluados con moneda del 31/12/2019, cuyos valores son:

UF: 28.309,94
US\$ (Dólares de USA) : 744,62

7.2. COSTOS

7.2.1. CUBICACIONES

Las cubicaciones se realizaron en base a los siguientes criterios:

- Los volúmenes movimientos de tierra tanto para corte como para relleno en el canal Imperial, Canal Zona Alta y Canal Gibbs, se realizaron en base a la topografía desarrollada en Etapa 4 de perfiles transversales cada 20 m.
- Los volúmenes de hormigón para las obras lineales, fueron estimados en base a las secciones definidas en el dimensionamiento hidráulico.
- Los volúmenes de hormigón para las obras singulares, fueron estimados en base al catastro de infraestructura existente y las mejoras propuestas, según se indicó en el dimensionamiento hidráulico.
- Las armaduras se estimaron a partir de planos tipo del Manual de Carreteras del MOP y cuantías de 50 kg/m³.

7.2.2. CONSIDERACIONES ECONÓMICAS

A continuación, se definen las principales consideraciones económicas adoptadas durante el desarrollo del análisis de precios unitarios.

- Moneda: Se utilizó como moneda el Peso chileno en conjunto con la Unidad de Fomento. Todos los precios unitarios resultarán expresados en ambas monedas.
- Desgaste de Herramientas: Se asignó un coste de 10% sobre el costo de mano de obra (jornalero, ayudante, maestro).
- Leyes Sociales: Cada precio unitario fue trabajado con un factor de leyes sociales equivalente al 29% del costo de mano de obra.
- Costo Directo: Lo constituye todas las partidas para la ejecución de la obra.
- Gastos Generales y Utilidades: Se utilizó según la experiencia y base de datos de este consultor, un valor de 30% respecto del Costo Directo.
- Imprevistos: Se consideró un 15% respecto de la suma de Costo Directo, Gastos Generales y Utilidades.
- Costo Total: Suma de Costo Directo, Gastos Generales, Utilidades e Imprevistos.
- Precio Unitario: Para todas las partidas este será igual al Costo Total de cada caso.

7.2.3. RESUMEN DE COSTOS

Los costos considerados en el análisis económico son los siguientes:

- Obras Civiles
- Costos de operación y mantenimiento del sistema de riego.
- Costos relacionados con medidas de mitigación, manejo, monitoreo y compensación ambiental.
- Costos de Expropiaciones

7.2.3.1. COSTO DE OBRAS CIVILES

Los costos asociados a obras civiles para cada una de las alternativas en estudio son las siguientes:

Tabla 7-1: Resumen de Costos de Obras Civiles.

Alt	Precios de Mercado		Precios Sociales	
	SubTotal (\$)	SubTotal (UF)	SubTotal (\$)	SubTotal (UF)
Alternativa 1	\$ 24.290.106.183	858.034	\$ 20.968.999.112	740.722
Alternativa 2	\$ 21.818.454.824	770.720	\$ 18.434.084.468	651.173
Alternativa 3	\$ 28.214.284.808	996.644	\$ 21.770.531.708	769.030
Alternativa 4	\$ 20.065.095.263	708.793	\$ 17.751.284.154	627.061

Fuente: Elaboración Propia TYP SA.

7.2.3.2. COSTOS DE OPERACIÓN

El costo de operación anual se estimará como un 3% del monto de inversión de las obras. En el caso de la alternativa de impulsión, se considera un 15% del costo de las obras.

7.2.3.3. COSTO AMBIENTAL

Los costos ambientales se han estimado en un 5% del monto de inversión de las obras, con una distribución en los primeros 5 años.

7.2.3.4. COSTO DE EXPROPIACIONES

El resumen de los costos de expropiaciones para cada uno de los canales en estudio, se presentan a continuación:

Tabla 7-2: Resumen de Costos de Expropiaciones.

Canal	ALT-01	ALT-02	ALT-03	ALT-01
Imperial	\$ 294.450.000	\$ 294.450.000	\$ 294.450.000	\$ 294.450.000
Zona Alta	\$ 534.000.000	\$ 534.000.000	\$ 534.000.000	\$ 367.500.000
Gibbs	\$ 91.000.000		\$ 91.000.000	\$ 91.000.000
Impulsión		\$ 22,050,000		
TOTAL	\$ 919.450.000	\$ 850.500.000	\$ 919.450.000	\$ 752.950.000

Fuente: Elaboración Propia TYP SA.

7.3. BENEFICIOS

El beneficio más importante de este proyecto es el aumento en la seguridad de riego. Lo anterior, en Situación Con Proyecto, permite por una parte mejorar la expresión del potencial productivo de los cultivos, además de incorporar cultivos de mayor rentabilidad los que sin la seguridad de riego necesaria presentarían un alto riesgo a la inversión.

A continuación, se presenta un cuadro resumen con los beneficios agroeconómicos de cada alternativa de proyecto:

Tabla 7-3: Resumen de Beneficios Agroeconómicos Alternativas de Proyecto

Alternativa	VAN (MM\$)	Superficie Riego (ha)
Alternativa 01	102.089,50	5.782,98
Alternativa 02	102.089,50	5.782,98
Alternativa 03	114.615,54	6.032,20

Fuente: Elaboración Propia TYPISA.

El beneficio agroeconómico neto del proyecto se obtiene a partir de la sustracción entre los márgenes netos de las Situaciones Con y Sin Proyecto, los cuales se detallan en el Anexo Digital del Tomo III.

7.4. RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN ECONÓMICA

La evaluación económica se realiza con el Método del Presupuesto, el cual es el más tradicional. En este método el agua es considerada un insumo de la producción de otro bien, en este caso los cultivos regados. De esta forma, el beneficio del proyecto se traduce en las diferencias de la producción agrícola, en términos de los márgenes netos agroeconómicos, que se estiman a raíz de la utilización del agua en situaciones Con y Sin Proyecto.

Los resultados de la evaluación económica del proyecto se entregan en las Tablas 10-2 a 10-4 a precios privados y sociales.

Tabla 7-4: Resultados de Evaluación ALT-01

Precios	VAN (MM \$)	IVAN	VAN/Sup (MM \$/ha)	TIR (%)
Privados	7.671,64	0,29	1,33	13,97
Sociales	76.102,02	3,32	13,16	17,77

Fuente: Elaboración propia TYPISA

Tabla 7-5: Resultados de Evaluación ALT-02

Precios	VAN (MM \$)	IVAN	VAN/Sup (MM \$/ha)	TIR (%)
Privados	-6.291,04	-0,26	-1,09	10,34
Sociales	56.269,25	2,78	9,73	14,90

Fuente: Elaboración propia TYPISA

Tabla 7-6: Resultados de Evaluación ALT-03

Precios	VAN (MM \$)	IVAN	VAN/Sup (MM \$/ha)	TIR (%)
Privados	10.577,64	0,35	1,75	14,56
Sociales	88.187,27	3,71	14,62	19,65

Fuente: Elaboración propia TYPASA

Tabla 7-7: Resultados de Evaluación ALT-04

Precios	VAN (MM \$)	IVAN	VAN/Sup (MM \$/ha)	TIR (%)
Privados	4.732,73	0,22	1,25	13,65
Sociales	52.478,67	2,68	13,91	16,95

Fuente: Elaboración propia TYPASA

7.5. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

Al hacer cualquier evaluación económica, siempre hay un elemento de incertidumbre asociado a las variables y alternativas que se estudian, lo que dificulta una toma de decisiones con mayor seguridad. Una forma de disminuir o dimensionar esta incertidumbre es a través un análisis de sensibilidad, que busca identificar las variables que más afectan el resultado económico de un proyecto y la magnitud de su incidencia.

La Tabla 10-6 muestra las variables que serán analizadas y su magnitud de cambio respecto a los valores calculados

Tabla 7-8: Variables a Sensibilizar

Ítem Evaluación	Variación
VAN 0	
Ingresos Agrícolas	10.00%
Ingresos Agrícolas	-10.00%
Costos Obras	10.00%
Costo Obras	-10.00%
Aumento de Ingresos (+10%) + Disminución Costo de Obras (-10%)	10% / -10%
Disminución de Ingresos (-10%) + Aumento Costo de Obras (+10%)	-10% / +10%

Fuente: Elaboración propia TYPASA

Tabla 7-9: Análisis de Sensibilidad Alternativa 1

Ítem Evaluación	Variación %	VAN(0) MM\$	VAN(1) MM\$	VAR MM\$
Ingresos Agrícolas (+)	14,22%	76.102,0	86.923,5	10.821,5
Ingresos Agrícolas (-)	-14,22%	76.102,0	65.280,5	-10.821,5
Costos Obras (+)	-4,10%	76.102,0	72.982,7	-3.119,3
Costo Obras (-)	4,10%	76.102,0	79.221,4	3.119,3
Aumento de Ingresos (+10%) + Disminución Costo de Obras (-10%)	18,32%	76.102,0	90.042,9	13.940,8
Disminución de Ingresos (-10%) + Aumento Costo de Obras (+10%)	-18,32%	76.102,0	62.161,2	-13.940,8

Fuente: Elaboración propia TYPISA

Tabla 7-10: Análisis de Sensibilidad Alternativa 2

Ítem Evaluación	Variación	VAN(0) MM\$	VAN(1) MM\$	VAR MM\$
Ingresos Agrícolas (+)	20.829%	56.269,25	67.989.6	11,720.3
Ingresos Agrícolas (-)	-20.829%	56.269,25	44,548.9	-11,720.3
Costos Obras (+)	-10.678%	56.269,25	50,260.9	-6,008.4
Costo Obras (-)	10.678%	56.269,25	62,277.6	6,008.4
Aumento de Ingresos (+10%) + Disminución Costo de Obras (-10%)	31.507%	56.269,25	73,997.9	17,728.7
Disminución de Ingresos (-10%) + Aumento Costo de Obras (+10%)	-31.507%	56.269,25	38,540.6	-17,728.7

Fuente: Elaboración propia TYPISA

Tabla 7-11: Análisis de Sensibilidad Alternativa 3

Ítem Evaluación	Variación	VAN(0) MM\$	VAN(1) MM\$	VAR MM\$
Ingresos Agrícolas (+)	13.777%	88.187,27	100,336.5	12,149.2
Ingresos Agrícolas (-)	-13.777%	88.187,27	76,038.0	-12,149.2
Costos Obras (+)	-3.672%	88.187,27	84,948.7	-3,238.6
Costo Obras (-)	3.672%	88.187,27	91,425.8	3,238.6
Aumento de Ingresos (+10%) + Disminución Costo de Obras (-10%)	17.449%	88.187,27	103,575.1	15,387.8
Disminución de Ingresos (-10%) + Aumento Costo de Obras (+10%)	-17.449%	88.187,27	72,799.4	-15,387.8

Fuente: Elaboración propia TYPISA

Tabla 7-12: Análisis de Sensibilidad Alternativa 4

Ítem Evaluación	Variación	VAN(0) MM\$	VAN(1) MM\$	VAR MM\$
Ingresos Agrícolas (+)	15.207%	52.478,67	60.459,2	7.980,5
Ingresos Agrícolas (-)	-15.207%	52.478,67	44.498,2	-7.980,5
Costos Obras (+)	-5.032%	52.478,67	49.838,0	-2.640,7
Costo Obras (-)	5.032%	52.478,67	55.119,3	2.640,7
Aumento de Ingresos (+10%) + Disminución Costo de Obras (-10%)	20.239%	52.478,67	63.099,8	10.621,2
Disminución de Ingresos (-10%) + Aumento Costo de Obras (+10%)	-20.239%	52.478,67	41.857,5	-10.621,2

Fuente: Elaboración propia TYPISA

7.6. ANÁLISIS DE LA EVOLUCIÓN DE RENTABILIDAD EN FUNCIÓN DEL TAMAÑO DE PROYECTO

Con la finalidad de evaluar el comportamiento económico del proyecto, se presenta a continuación un análisis desarrollado en base a las siguientes variables económicas:

- VAN vs Superficie
- TIR vs Superficie
- VAN/SUP vs Superficie

Este análisis, se hace a partir de los resultados económicos a Precios Sociales de las alternativas ALT-01, ALT-03 y ALT-04, alternativas que poseen los mismos criterios para la determinación de los costos de operación (no requieren impulsión), y poseen las mismas obras de captación en el río Cautín.

En relación al indicador VAN, la gráfica que se presenta en la Figura 7-1, indica un sostenido crecimiento de la rentabilidad del proyecto en conjunto con el crecimiento de la superficie regada, no identificándose máximos en los tamaños de proyecto analizados. Sin perjuicio de lo señalado, se puede comentar que a partir de las 5.780 ha, la curva comienza una alza en la tasa de incremento de rentabilidad por hectárea, lo cual, sugiere que el proyecto en el rango de tamaños analizados, siempre busca el incremento de la superficie regada ya que a mayor cobertura del proyecto, se prorratan los costos de inversión obteniéndose alzas significativas en la rentabilidad.

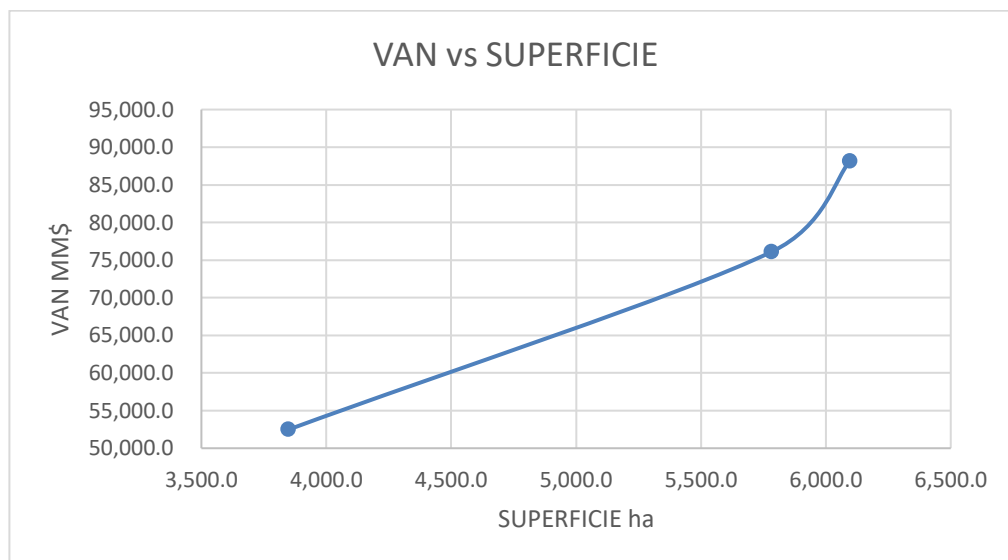


Figura 7-1: Comportamiento VAN vs Superficie.

Tomando ahora en consideración el comportamiento de la tasa TIR a medida que el proyecto aumenta en superficie, se puede apreciar con mayor claridad, que éste indicador económico presenta un cambio en su comportamiento en el horizonte de las 5.780 ha, donde se aprecia un marcado y sostenido aumento, en todo el rango de tamaños analizados.

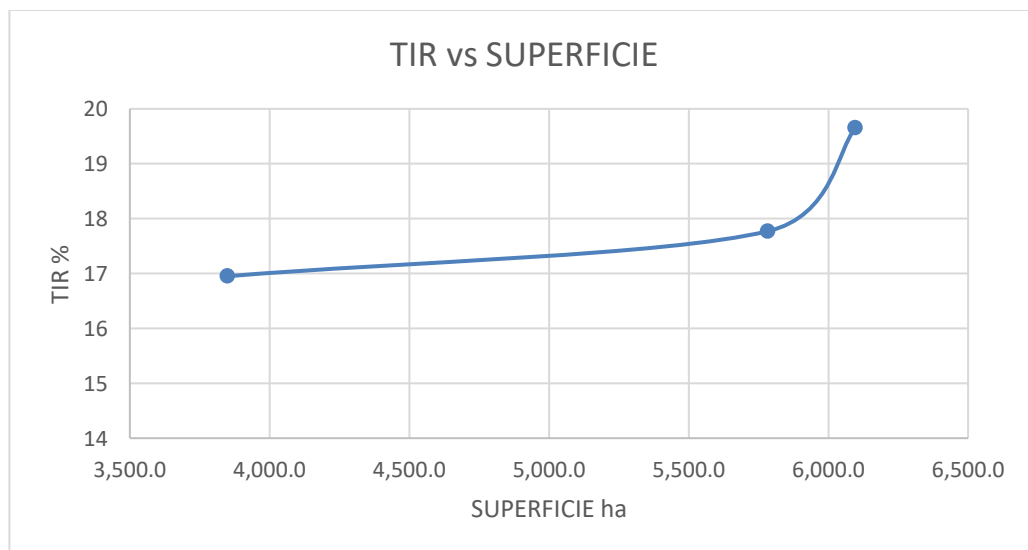


Figura 7-2: Comportamiento TIR vs Superficie.

Finalmente, ahora considerando el comportamiento del indicador VAN/SUP, se aprecia que el proyecto posee una disminución de rentabilidad en rangos de tamaños que van desde las 3.800 a las 5.780 ha, donde a partir de éste valor se retoma el incremento de esta variable económica. Lo anterior, se explicaría debido a que al aumentar superficie se deben realizar inversiones significativas para expandir ciertos umbrales de superficie, pero que a partir de las 5.780 ha los costos de habilitar una nueva hectárea de riego disminuyen en forma proporcional, lo que se correlaciona con el comportamiento del resto de los indicadores.

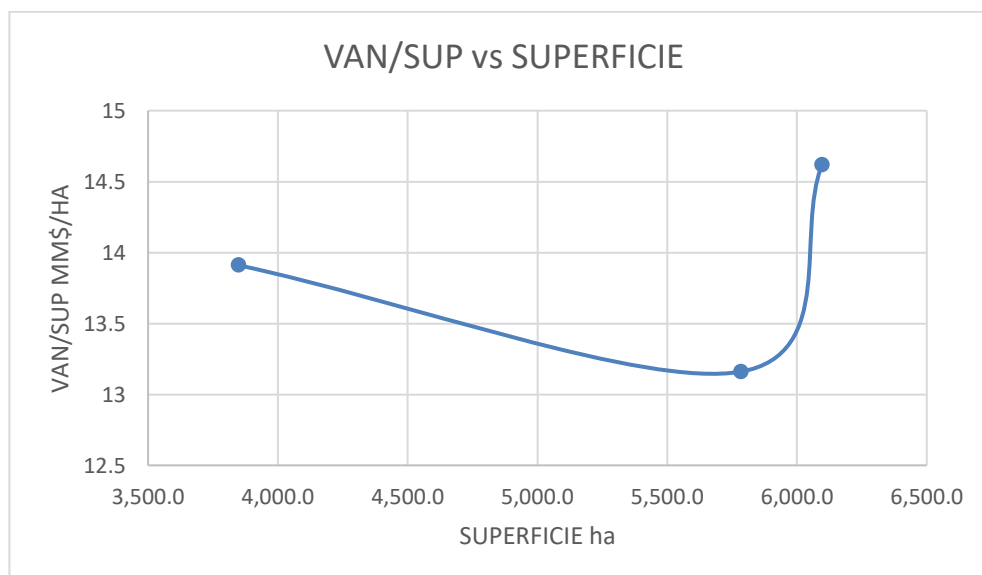


Figura 7-3: Comportamiento VAN/SUP vs Superficie.

Tomando en consideración los aspectos tratados previamente, se puede concluir:

1. El proyecto presenta un crecimiento sostenido de la rentabilidad (VAN) en todo el rango de tamaños de proyectos analizados, por lo que se debiera privilegiar el incorporar la mayor cantidad de superficie factible, al momento de definir el tamaño recomendado.
2. La tasa TIR al igual que el VAN, presenta un crecimiento sostenido para todos el rango de tamaños de proyectos analizados, llegando a un máximo cercano al 19,65% para una superficie que bordea las 6.100 ha.
3. Situación similar a lo explicado con la tasa TIR ocurre con el indicador VAN/SUP, llegando a su máximo para una superficie cercana a las 6.100 ha.
4. Finalmente, al momento de definir el tamaño de proyecto a recomendar, se debiera privilegiar una superficie cercana a las 6.100 ha, en la cual, se producen los máximos de rentabilidad por hectárea y tasa de descuento.

8. PROGRAMA DE PARTICIPACIÓN CIUDADANA

Un componente relevante, en toda iniciativa impulsada por el Estado de Chile, es la participación ciudadana, que consiste en el involucramiento activo de la ciudadanía en aquellos procesos de toma de decisiones públicas que tienen repercusión en sus vidas. Esto recibió reconocimiento legal en Chile con la entrada en vigencia de la Ley N° 20.500 sobre Asociaciones y Participación Ciudadana en la Gestión Pública, que incorporó en nuestra legislación la afirmación de que *"el Estado reconoce a las personas el derecho de participar en sus políticas, planes, programas y acciones"*.

En primera instancia se realizó la caracterización del entorno social del proyecto, en donde se identificó a las *comunidades y actores relevantes*, es decir a los beneficiarios y potenciales afectados con relación a sus características socioeconómicas y culturales, realizando con ellos las primeras reuniones (reuniones focales). Adicionalmente, se mantuvieron entrevistas con *informantes clave*, con el objeto de caracterizar el ámbito socioeconómico de los futuros usuarios e identificar los actores relevantes a convocar en las reuniones de PAC.

Durante la duración del estudio se desarrollaron una gran cantidad de actividades PAC (Ver tabla 8-1), cuya finalidad es la de difundir los objetivos y alcances del estudio. La primera reunión fue realizada el día 23 de octubre del 2018, se tuvo el primer contacto con los representantes de los canales Imperial y Pillanlelbún (Presidente y Administrador respectivamente), más 2 dirigentes de Comunidades Indígenas miembros del organización del Canal Imperial.

Posteriormente, el mes de noviembre del 2018, se realizaron dos reuniones específicamente para comunidades indígenas mapuches (10.11.18 y 30.11.18), una con instituciones (30.11.18), y otra específica con la CI Ignacio Elgueta (15.12.18)

Las actividades realizadas durante el transcurso del estudio se resumen a continuación:

Tabla 8-1: Resumen Actividades PAC

Actividad	N°	Fecha	Temática a tratar	Lugar	Cantidad de Asistentes (sin considerar al Consultor ni CNR)
Entrevistas	6	Permanente	Visión de la comuna y del proyecto	No aplica	6
Reunión Técnica	1	23.10.18	Presentación del Estudio y del Consultor	CNR Temuco	4
Reunión PAC	1	10.11.18	Presentación del Estudio, del Consultor y rescatar experiencia local	Sede CI Ignacio Elgueta, Sector Rengalil	37
Reunión Focalizada	1	30.11.18	Presentación del Estudio, del Consultor y rescatar experiencia de las instituciones públicas	Hotel Holliday Inn Express	9
Reunión PAC	1	30.11.18	Presentación del Estudio, del Consultor y rescatar experiencia local	Escuela Trayenco, Sector Cusaco	32

DIAGNÓSTICO RIEGO PARA EL DESARROLLO AGRÍCOLA CANAL IMPERIAL
REGIÓN DE LA ARAUCANÍA
RESUMEN EJECUTIVO

Actividad	N°	Fecha	Temática a tratar	Lugar	Cantidad de Asistentes (sin considerar al Consultor ni CNR)
Reunión Focalizada	1	15.12.18	Conocer la Cosmovisión Mapuche	Sede CI Ignacio Elgueta, Sector Rengalil	4
Reunión PAC	1	10.01.19	Presentación del avance del Estudio y rescatar experiencia local	Sede Club Deportivo Labranza	5
Reunión PAC	3	15.05.19	Presentar alternativas que se estaban estudiando e incorporar la experiencia local en cada una de ellas	Escuela Trayenco, Sector Cusaco	24
		16.05.19		Sede CI Ignacio Elgueta, Sector Rengalil	15
		16.05.19		Centro Comunitario Labranza	22

Fuente: Elaboración propia

9. ESTUDIO AMBIENTAL

Durante el desarrollo del estudio, se contempló la realización de un análisis de pertinencia de ingreso de las alternativas de proyecto antes descritas, o alguna de sus actividades, al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) en función de la tipología y características de cada obra analizada, lo que se realizó conforme a los artículos 10 y 11 de la Ley 19.300 modificada por la ley 20.417 y su reglamento.

El análisis realizado, se llevó a cabo revisando una por una todas las alternativas proyectadas susceptibles de causar impacto ambiental, y que deban someterse al sistema de evaluación de impacto ambiental.

En análisis señalado, se complementó con la revisión de los efectos, características y circunstancias enumeradas en el artículo 11 de la ley (y artículos del 5 al 10 del reglamento) y que condicionan la posible elaboración de un Estudio de Impacto Ambiental (EIA).

10. CONCLUSIONES Y COMENTARIOS

- En primer lugar se debe señalar que el estado de conservación y operación de la infraestructura del canal Imperial no permite adicionar nuevos caudales, que pudieran provenir a través del canal Pillanlelbún u otra fuente, debido a la insuficiente capacidad de porteo del canal, problemas de pérdidas por infiltración, lo que se ve acrecentado por la falta de infraestructura de control (compuertas y aforos). Por lo tanto, es necesario realizar una intervención mayor. Esta situación, se expande también al canal Sandoval y canal Gibbs en desuso, los cuales, se encuentran en malas condiciones, al punto de desaparecer en algunos tramos.
- En contraposición a lo citado en el párrafo anterior, los estudios edafológicos, agroclimáticos y de calidad de aguas establecen que la zona de estudio posee buenas condiciones y escasas restricciones para realizar una propuesta de patrones de cultivo de alta rentabilidad (frutales y hortalizas). Además, de lo extraído de las encuestas realizadas, que indican que existe conocimiento de la cultura de riego en una fracción de los agricultores de la zona (cercana al 25%), que ayudaría a disminuir los tiempos de incorporación y adopción de las técnicas de riego y de producción tan to en ellos como en los nuevos posibles beneficiados del proyecto.
- En lo relacionado con los posibles mercados de venta, del análisis de los mercados locales, regionales y nacionales, se ha establecido que en la zona de estudio existe poca superficie cultivada con frutales mayores, encontrando avellanos, manzanos y cerezos cuyo destino de la producción es autoconsumo o mercado interno al detalle. En relación a cultivos hortícolas, se contempla que estos se comercialicen en el mercado formal e informal. Dado lo anterior, el destino general de la producción es el mercado local y regional, ya sea para consumo fresco o para molinos en el caso del trigo y agroindustria como en el caso de la avena.
- En materia de Derechos de Aguas, el presente estudio demostró que existen recursos de los propios regantes (otorgados por los decretos DGA N°172/1991 y N°47/2000 además de otros inscritos en el CBR de Lautaro) que pueden ser utilizados con los fines de dar sustentabilidad hídrica y legal al proyecto. Sin embargo, dichos recursos no bastarían para los horizontes de superficie y producción posible de abarcar, siendo necesario utilizar los recursos que actualmente posee la DOH en el río Cautín.
- Dados los temas expuestos en los párrafos anteriores, se puede concluir que la zona de estudio posee condiciones edafoclimáticas, de producción y de mercado, para plantear un proyecto de riego que tenga por objetivo el mejorar y expandir la infraestructura existente, lo cual, permita aumentar la actual superficie regada con baja seguridad.
- Con base en lo señalado, se plantearon 3 alternativas de solución con la finalidad de evaluar su impacto agroeconómico y su factibilidad técnica y legal en la zona de estudio. Estas alternativas, se describen resumidamente en la siguiente tabla:

Tabla 10-1 Alternativas Priorizadas

Alternativa	Superficie de Riego (ha)	Tipo de Captación
Alternativa 01	5.782,98	Dos nuevas bocatomas en antigua captación canal Gibbs y antigua captación canal Sandoval, uso de canal Gibbs en desuso, mejora de Canal Imperial existente y nuevo canal Sandoval
Alternativa 02	5.782,98	Una nueva bocatomas en antigua captación canal Sandoval, mejora de Canal Imperial existente y nuevo canal Sandoval, elevación mecánica desde nuevo canal Sandoval
Alternativa 03	6.032,20	Dos nuevas bocatomas en antigua captación canal Gibbs y antigua captación canal Sandoval, uso de canal Gibbs en desuso, mejora de Canal Imperial existente y nuevo canal Sandoval con extensión hasta sector de Cusaco.

Fuente: Elaboración propia

Cabe indicar que el estudio contemplo una cuarta alternativa, la cual, sólo fue desarrollada a nivel de costos y beneficios, con la finalidad de establecer el comportamiento económico del proyecto para tamaños menores de superficie regada (3.484,71 ha). Las alternativas planteadas, acorde lo plantean los objetivos del presente estudio, buscan maximizar la potencial superficie de riego que posee el área de estudio, migrando la actual situación productiva con enfoque de secano a una que intensifique la producción de cultivos bajo riego como frutales y hortalizas.

- El presente estudio concluyó que todas las alternativas analizadas poseen solución técnica viable, que se ajusta a los criterios normales de diseño de obras de riego según los estándares de la Comisión Nacional de Riego y la Dirección de Obras Hidráulicas del MOP. En relación a la complejidad técnica de las obras, las captaciones en el río Cautín destacan dado su importante volumen y proceso constructivo, el cual, involucra fuertes inversiones y permisos de modificación de cauces. En los canales de riego, los análisis de suelos y de medición de aforos, concluyen que es necesario la incorporación de revestimientos en casi la totalidad de los canales, lo cual, fue añadido a los diseños.
- Junto a lo señalado, se puede agregar que todas las alternativas poseen viabilidad hídrica y legal de abastecer las demandas de agua estimadas en el presente estudio, a través del uso de la totalidad de los recursos otorgados por las Resoluciones DGA N°172/1991 y 47/2000 además de aquellos inscritos en el CBR y una fracción importante de los recursos otorgados a la Dirección de Obras Hidráulicas. Todos los recursos antes indicados, deberán ser trasladados desde su actual punto de ejercicio, hasta las nuevas captaciones definidas, lo cual, según se analizó en el Tomo I del presente estudio, posee viabilidad legal.

- En términos de los resultados económicos, todas las alternativas evaluadas a Precios Sociales, presentan indicadores de rentabilidad positivos. Sólo las alternativas AL-01, ALT-03 y ALT-04 evaluadas a Precios Privados, presentan indicadores de rentabilidad positivos, la alternativa ALT-02 entrega valores negativos.
- En relación a los indicadores VAN, TIR y VAN/SUP la alternativa ALT-03 presenta los mayores valores y la alternativa ALT-02 los más bajos.
- Según los análisis de realizados, el tamaño de proyecto donde se obtiene los mejores indicadores de rentabilidad, está cercano a las 6.100 ha. En esta línea, se debiera recomendar la alternativa ALT-03, la cual posee un tamaño cercano a este valor óptimo y dos de los tres mejores indicadores de rentabilidad, o bien, fijar el tamaño de proyecto a esta superficie.
- En relación al análisis de sensibilidad, se puede comentar que todas las alternativas siguen presentando indicadores de rentabilidad positivos, incluso en escenarios donde se produce un aumento del costo en un 10% y una disminución del beneficio en un 10%. Las mayores variaciones obtenidas en los indicadores de rentabilidad, se producen al aumentar o disminuir los ingresos agrícolas, los cuales para variaciones de un 10% generan mermas o aumentos del VAN superiores a un 15%, situación muy distinta a lo obtenido en al momento de variar las inversiones, donde para variaciones en torno al 10%, el impacto en el VAN se traduce en mermas o aumentos de la rentabilidad cercanas al 3% o 4% en las alternativas que no involucran impulsión. En atención a los resultados de la variación de costos y beneficios, si bien en rigor al aumentar o disminuir los valores de inversión o ingresos en un 10%, se obtienen mermas o aumentos de VAN similares, estos no son iguales, existiendo diferencias. Esto se puede explicar, en el hecho que los análisis están siendo poco influyentes en los flujos de VAN, es decir, son poco significativos. Con la finalidad de reafirmar esta aseveración, se realizaron cálculos de sensibilidad para porcentajes mayores de disminución de ingresos y aumentos de inversiones, logrando establecer que con una combinación de -50% y +50% se logra un VAN cercano a cero.

11. RECOMENDACIONES

A continuación, se entregan algunas recomendaciones basadas en los resultados señalados y la experiencia de este consultor:

- En primer lugar, se recomienda realizar en paralelo a un futuro estudio preinversional (prefactibilidad o factibilidad), una asistencia técnica, administrativa y legal en el proceso de regularización de Derechos de Aprovechamiento de Aguas, que permita perfeccionar aquellos recursos posibles de ser incorporados al proyecto y que en la actualidad se encuentran inscritos en acciones; además de realizar la inscripción de aquellos recursos que sólo se encuentran otorgados mediante acto administrativo.
- Junto con lo expuesto en el punto anterior, se recomienda insistir en realizar gestiones ante la Dirección General de Aguas, para determinar el estado administrativo y legal de las acciones otorgadas a través del Decreto MOP 1.266 de 1962.
- En términos de una comparación global de todas las alternativas estudiadas, a criterio de este consultor y basado en su experiencia, se debiera:
 - a. Descartar la ALT-02 por dos principales razones, la primera, debido a que esta obtuvo los peores resultados en la evaluación económica. La segunda razón, es el elevado costo de operación y mantención del sistema, lo cual, genera un factor de riesgo para un proyecto de riego.
 - b. En términos estrictos de la evaluación, recomendar a la etapa de prefactibilidad, la ALT-03 que si bien, no maximiza el total del potencial del área de estudio, dejando fuera a la localidad de Cusaco, entrega los mejores resultados económicos analizados todos en su conjunto.
 - c. En términos sociales y buscando el estricto apego a los objetivos del estudio definidos en las Bases Técnicas, se debiera recomendar la ALT-03, que incorpora la localidad de Cusaco, sector que activamente a participado de las asambleas realizadas en el estudio y ha mostrado su interés por contar con agua para riego y otros usos. Si bien, esta alternativa no presenta los mejores indicadores de rentabilidad, su diferencia con respecto a la ALT-01 no sobrepasa del 2,0%.

Finalmente, al momento de definir el tamaño de proyecto a recomendar, se debiera privilegiar una superficie cercana a las 6.100 ha, en la cual, se producen los máximos de rentabilidad por hectárea y tasa de descuento.