

GOBIERNO DE CHILE
MINISTERIO DE AGRICULTURA
COMISIÓN NACIONAL DE RIEGO

DIAGNÓSTICO DE FUENTES DE AGUA NO CONVENCIONALES EN EL REGADÍO INTER-REGIONAL

INFORME FINAL

TOMO VII

APENDICE 11

**RIEGO AGRÍCOLA CON AGUAS TRATADAS DE PTAS AGUAS ANDINAS
(MELIPILLA CUENCA DEL RIO MAIPO)**

BIBLIOTECA
COMISION NACIONAL DE RIEGO

REALIZADO POR

**DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS
FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA
UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN**

ENERO DE 2010

INDICE APENDICE 11 – TOMO VII

DIAGNÓSTICO DE FUENTES DE AGUA NO CONVENCIONALES EN EL REGADÍO INTER- REGIONAL

Informe Final

	<u>Pág.</u>
Riego agrícola con aguas tratadas de PTAs Aguas Andinas (Melipilla Cuenca del Río Maipo- Tercera Sección)	363
1 Descripción Básica del Proyecto.	368
2 Memoria de Cálculo.	370
2.1 Diseño Hidráulico.	370
2.2 Descripción general del sistema de conducción	381
2.2.1 Estación de Bombeo e impulsión.	381
2.2.2 Tranques de acumulación.	382
2.2.3 Canal de tierra.	382
2.2.4 Segunda estación de bombeo e impulsión.	383
2.2.5 Canal de tierra.	383
3 Planos	384
4 Análisis preliminar de expropiaciones y/o servidumbres	384
5 Presupuestos.	385
6 Calendario de inversiones de las obras.	388
7 Evaluación técnica del proyecto con otras fuentes de agua convencionales.	389
8 Evaluación económica	390
9 Evaluación ambiental	402

Continuación Índice Apéndice 11....

	9.1	Identificación de impactos ambientales	402
	9.2	Plan de Prevención de Riesgos	404
	9.3	Plan de Contingencias	407
	9.4	Estimación de los costos a nivel de prefactibilidad de estas medidas	409
10		Evaluación legal.	410
11		Análisis del impacto agroproductivo, legal y económico.	416
		Anexos (CD adjunto)	

INDICE APENDICE 11. CUADROS

DIAGNÓSTICO DE FUENTES DE AGUA NO CONVENCIONALES EN EL REGADÍO INTER- REGIONAL

Informe Final

<u>Cuadro</u>		<u>Pág.</u>
1	Coeficientes de pérdida de carga K para singularidades	372
2	Presión requerida por el sistema de impulsión 1.	373
3	Coeficientes de rugosidad recomendados para el cálculo del caudal mediante la ecuación de Manning.	375
4	Longitud y pendientes del canal a construir.	375
5	Características del canal a construir tramo 1.	376
6	Características del canal a construir tramo 2.	376
7	Características del canal a construir tramo 3.	377
8	Cálculos hidráulicos canal 1 en tramo alcantarilla	379
9	Presión requerida por el sistema de impulsión 2.	380
10	Características del canal a construir.	381
11	Presupuesto general del proyecto.	385
12	Presupuesto detallado por partidas.	386
13	Calendario ejecución de las obras	388
14	Caudal y superficies regadas actualmente.	391
15	Demanda extractiva de maíz y papa.	393
16	Concentración de nutrientes y niveles de suficiencia.	394
17	Demandas y dosis de nutrientes para Maíz y Papa.	394

Continuación Índice Apéndice 11. Cuadros...

18	Dosis de fertilización correctivas	395
19	Dosis de fertilización de mantención.	395
20	Resumen programa de fertilización papa y maíz	396
21	Análisis de arriendo de maquinaria agrícola.	396
22	Análisis de costo horario de arriendo de maquinaria agrícola.	397
23	Resumen costo maquinaria para 100 ha de maíz y papa	397
24	Demandas hídricas mensuales.	398
25	Costo de energía por sector y por temporada.	399
26	Desarrollo del flujo de caja.	401
27	Matriz de Leopold para proyecto PTAs Melipilla	403
28	Costos anuales a nivel de prefactibilidad de medidas de prevención y mantención	409

INDICE APENDICE 11. FIGURAS

DIAGNÓSTICO DE FUENTES DE AGUA NO CONVENCIONALES EN EL REGADÍO INTER- REGIONAL

Informe Final

<u>Figura</u>		<u>Pág.</u>
1	Cuencas hidrográficas del río Maipo y Estero Yali	366
2	Curva de variación estacional en río Maipo en el Manzano (DGA 2004)	366
3	Curva de variación estacional en río Maipo en Cabimbao (DGA 2004)	367
4	Ocurrencia de agua subterráneas en las cuencas del río Maipo y estero Yali	367
5	Ubicación del predio en estudio.	369
6	Esquema general de disposición de obras del proyecto.	371
7	Perfiles y cortes del eje hidráulico tramo canal con alcantarilla	378

Riego agrícola con aguas tratadas de PTAs Aguas ANDINAS (Melipilla Cuenca del Río Maipo-Tercera Sección)

Características físicas

La cuenca del río Maipo es de origen andino y drena una superficie de 15.274 km². En esta cuenca existe un importante número de glaciares porque la Cordillera de los Andes alcanza importantes alturas (Figura 1). El río Maipo tiene un largo de 250 km y sus principales afluentes son los ríos Volcán, Yeso, Colorado, Olivares, Angostura, Mapocho, San Francisco y Molina; y los esteros Yerba Loca, Arrayán, Colina, Polpaico y Puangue.

Régimen de precipitaciones

Las precipitaciones en la cuenca son originadas por sistemas frontales y se concentran entre los meses de abril a octubre. La precipitación anual que cae sobre la cuenca varía desde 500 a 1.500 mm al año (DGA, 1987).

Régimen de caudales

Como lo presenta la Figura 2, el río Maipo, la parte alta de la cuenca presenta un régimen predominantemente nival. Sin embargo en la parte media y baja el río recibe el aporte de esteros netamente fluviales como es el caso del Puangue y Angostura, transformando su régimen hídrico a nivo-pluvial (Figura 3).

Descripción hidrogeológica

Desde el punto de vista hidrogeológico, la parte alta de la cuenca está compuesta por rocas volcánicas de baja permeabilidad, en cambio la depresión intermedia está formada por rellenos de permeabilidad media alta (Figura 4) que conforman un sistema acuífero importante denominado acuífero de Santiago (DGA, 2004). Los rellenos que conforman los principales esteros afluentes en la parte baja de la cuenca conforman otros sistemas acuíferos de menor volumen, pero que también son importantes fuentes de agua.

Mecanismo de recarga de acuíferos

Los mecanismos de recarga de los acuíferos están asociados principalmente a la infiltración de aguas lluvias sobre la cuenca y a infiltración que se produzca en algunos sectores del cauce. En esta cuenca, no se espera que el efecto de eventos hidrológicos extremos sobre la recarga de los sistemas de agua subterránea sea relevante, producto del aumento de la precipitación.

Riego

La cuenca del río Maipo se desarrolla principalmente en la Región Metropolitana y según el Censo Agropecuario del 2007, la superficie regada en dicha región fue de 136.000 hectáreas.

Características generales

La principal obra de regulación existente en la cuenca del Maipo es el embalse El Yeso, que está ubicado a 2500 metros de altura y que tiene un volumen de regulación de 253 millones de m³. Otro embalse de menor tamaño es el embalse Rungue de 2.2 millones de m³.

Según antecedentes proporcionados por la Dirección General de Aguas, el mayor número de conflictos se relaciona con la asignación de derechos de agua subterránea e interferencia aguas superficiales y subterráneas. Los recursos superficiales se encuentran agotados y gran parte de los acuíferos de la cuenca están bajo zona de restricción. En la Región Metropolitana la competencia por los derechos de agua se originan en la importancia agrícola de la zona, la necesidad de abastecer de agua potable al Gran Santiago y otras ciudades, que incluyen el principal centro industrial del país y además la existencia de varios proyectos mineros en operación y en desarrollo.

La principal preocupación para los usuarios de agua de riego es la calidad de este recursos, pues ellos se encuentran amenazados por contaminaciones provenientes de fuentes tan diferentes como las descargas industriales, mineros, urbanos y últimamente de las autopistas, que evacúan las aguas lluvias a los canales.

En el caso de la Región Metropolitana, la agricultura no sólo debe competir por el uso del agua, sino que además por el uso de suelo. Cada día se pierden nuevas hectáreas ante el avance de la urbanización. En la región existen canales en los cuales se ha reducido la superficie agrícola hasta a un 20% del valor original. Esto produce que un gran porcentaje del agua captado en bocatoma, según los derechos originales, sea devuelta al río porque no son usadas en la agricultura.

Desde el punto de vista hidrológico, La cuenca del Maipo, es un sector deficitario donde la demanda de agua excede la escasa oferta existente. Sin embargo se estima que existe un gran número de derechos de uso asociados a la agricultura que no son ejercidos y que incluso existan derechos cuyos actuales titulares no conozcan que tienen ese patrimonio. Es importante realizar una actualización del catastro de usuarios de dicha cuenca.

Debido a la importante actividad económica existente en la Región Metropolitana y al hecho de que los derechos de agua están agotados, el uso de fuentes no convencionales se puede transformar en una atractiva fuente de negocios.

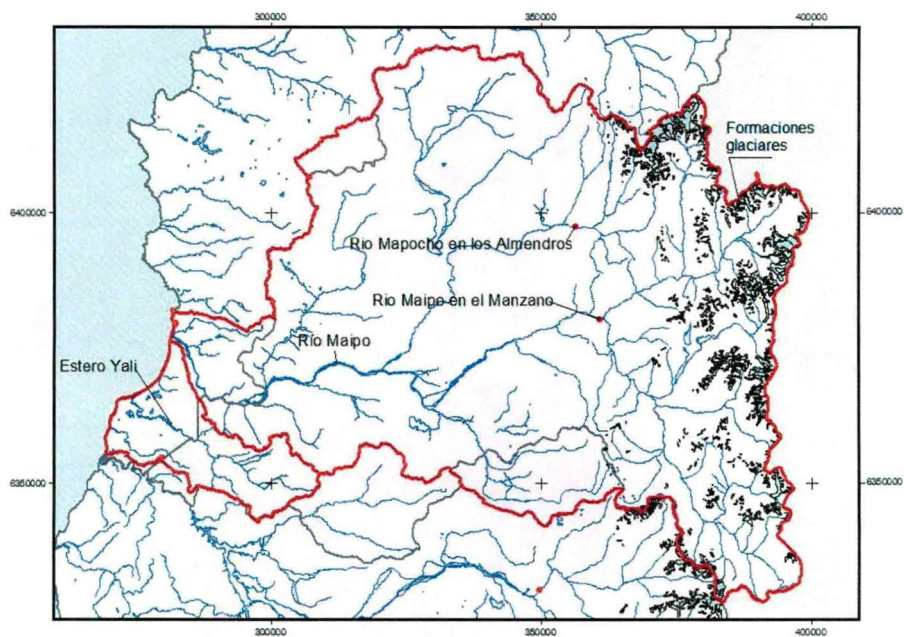


Figura 1: Cuencas hidrográficas del río Maipo y Estero Yali.

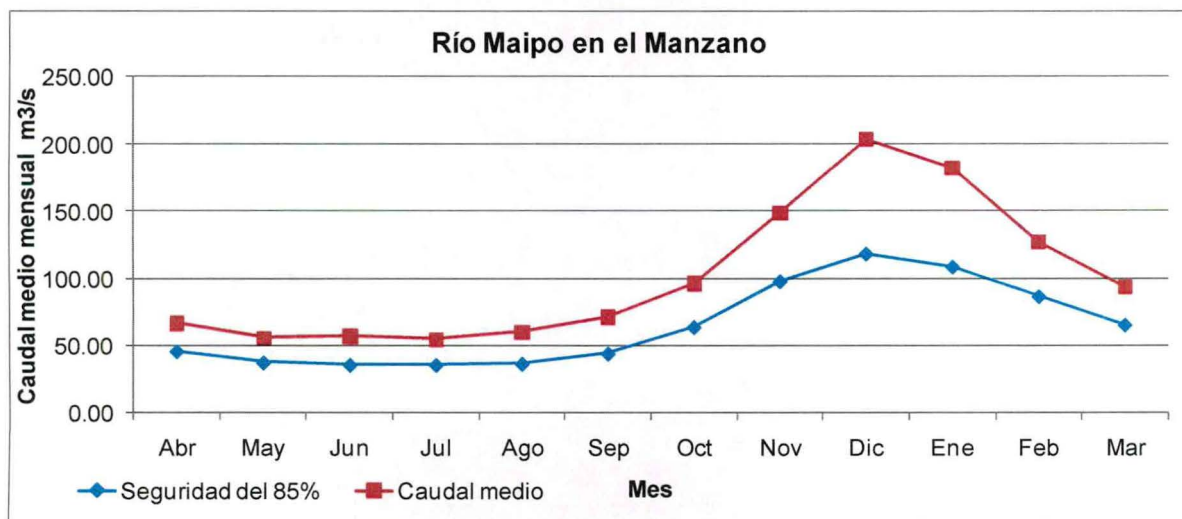


Figura 2: Curva de Variación Estacional en Río Maipo en el Manzano (DGA, 2004).

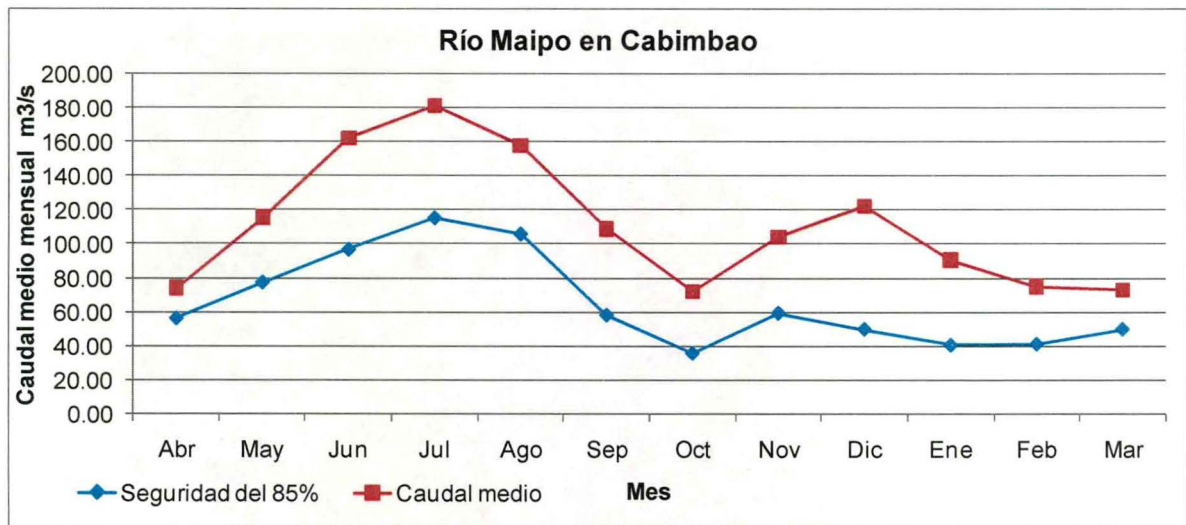


Figura 3: Curva de Variación Estacional en Río Maipo en Cabimbao (DGA, 2004).

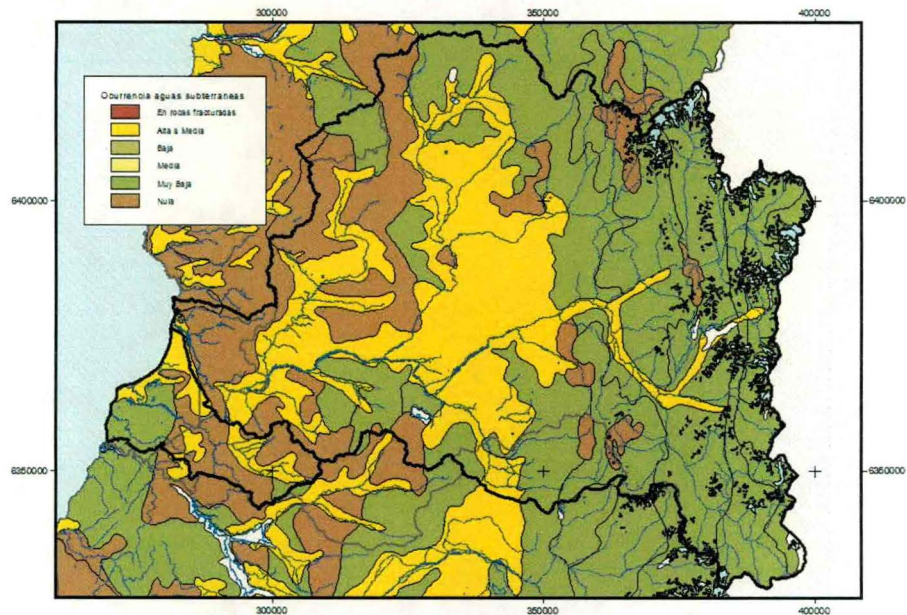


Figura 4: Ocurrencia de aguas subterráneas en las cuencas del río Maipo y estero Yali.

1 Descripción básica del proyecto

A continuación se presenta el desarrollo del proyecto “Uso de fuentes de agua no convencional en riego para el predio denominado Fundo Huechún de propiedad de Agrícola Ariztía Limitada”, correspondiente al estudio “Diagnóstico de fuentes de agua no convencionales en el regadío interregional”, que actualmente está realizando el Departamento de Recursos Hídricos de la Facultad de Ingeniería Agrícola, Universidad de Concepción, y encargado por la Comisión Nacional de Riego.

Este estudio a nivel de pre factibilidad se realizó en el predio denominado Fundo Huechún ubicado en las coordenadas 289.680 m E y 6.272.660 m S (elevación 169 m) pertenecientes a la comuna de Melipilla (Figura 5).

El proyecto contempla la impulsión de 100 L s^{-1} desde la descarga de la Planta de Tratamiento de Aguas Servidas Melipilla de la empresa Aguas Andinas S.A. hasta el predio denominado Fundo Huechún. La conducción tiene una longitud de 1220 m en tubería hidráulica PVC 315 mm. Una vez en el predio el agua será descargada en un tranque de acumulación donde se unirá con otros 100 L s^{-1} provenientes del canal Puangue. Agrícola Ariztía posee 5,37 acciones del canal Puangue equivalentes en promedio aproximadamente a $107,4 \text{ L s}^{-1}$ que actualmente son utilizados en el predio.

El proyecto contempla dos tranques de acumulación, uno para las aguas provenientes de la planta de tratamientos y otro para las aguas provenientes del canal. Los tranques estarán excavados en tierra y tendrá una capacidad de 4000 m^3 aprox. Desde el tranque, las aguas (200 L s^{-1} nominales totales) serán conducidas por un canal excavado en tierra hasta una estación de bombeo, la longitud de la conducción será de 690 m. Desde la estación de bombeo las aguas serán impulsadas hasta un canal recolector que conducirá las aguas hasta un tranque de acumulación existente del sistema de riego del predio. Desde este acumulador el agua es distribuida en el predio y alimentará 6 pivotes centrales.

El agua en el predio será utilizada para mejorar la seguridad de riego de 118 ha regadas por 6 pivotes centrales que riegan cultivos anuales de Maíz, Papas y otros de acuerdo al sistema de rotación del predio.

En resumen este proyecto contempla: a) El bombeo de 100 L s^{-1} desde la planta de tratamiento de aguas de Melipilla hasta el predio, b) La construcción de dos tranques de acumulación en tierra c) La conducción de 200 L s^{-1} por un canal intrapredial excavado en tierra de 535 m de longitud, d) El bombeo de 200 L s^{-1} desde una segunda estación de bombeo hasta un canal recolector y e) La conducción mediante un segundo canal intrapredial de 200 L s^{-1} construido en tierra que conducirá las aguas hasta un tranque de acumulación. Este acumulador entregará las aguas a la red de distribución existente del predio.

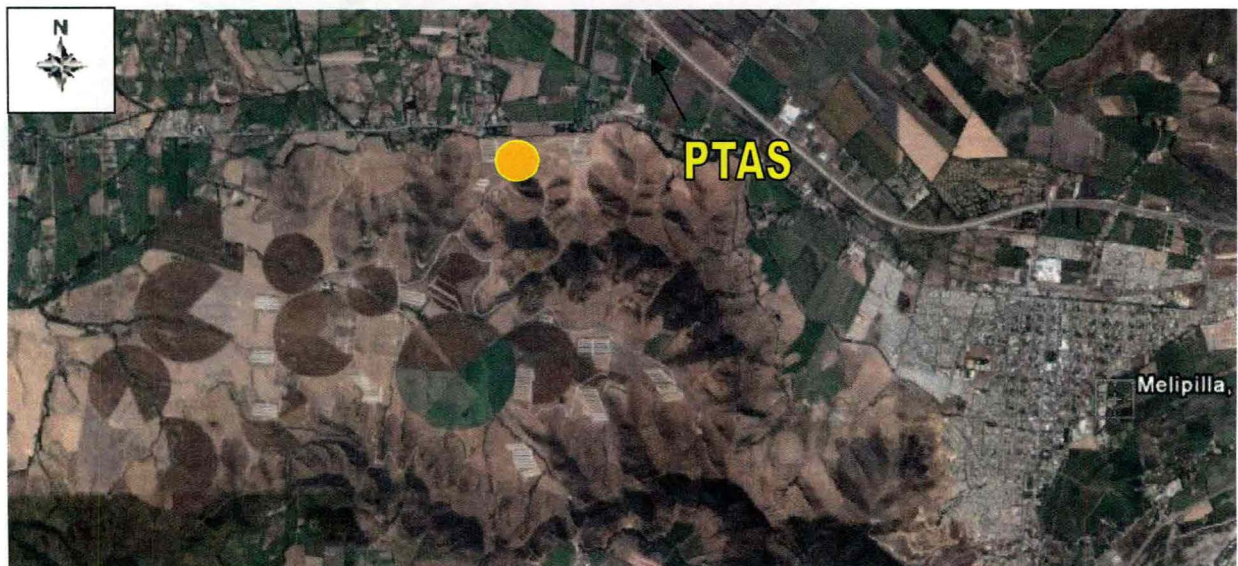


Figura 5: Ubicación del predio en estudio y Planta de Tratamiento de Aguas (PTAS)

2 Memoria de cálculo

2.1. Diseño hidráulico

En Figura 6 se muestra el esquema general de disposición de las obras del proyecto. La fuente de agua esta distante a aproximadamente 1.220 m del predio. En este punto, el diseño incluye la habilitación de una caseta de bombeo en la fuente de agua que permitirá la impulsión de estas aguas hasta el predio.

Caudal de Diseño. Para el diseño de esta obra se disponen de 100 L s^{-1} disponibles en la planta de tratamiento de aguas Melipilla. Este caudal será utilizado como base del diseño para una estación de bombeo (estación de bombeo 1).

Estación de Bombeo.

Diseño de red de conducción. La red de conducción corresponde a la red de tuberías que conducen el agua desde la fuente de agua al tranque de acumulación. Para el cálculo hidráulico se consideró las pérdidas de carga de la tubería para el flujo a transportar y las pérdidas generadas por los elementos presentes en la red (válvulas, fitting, etc.).

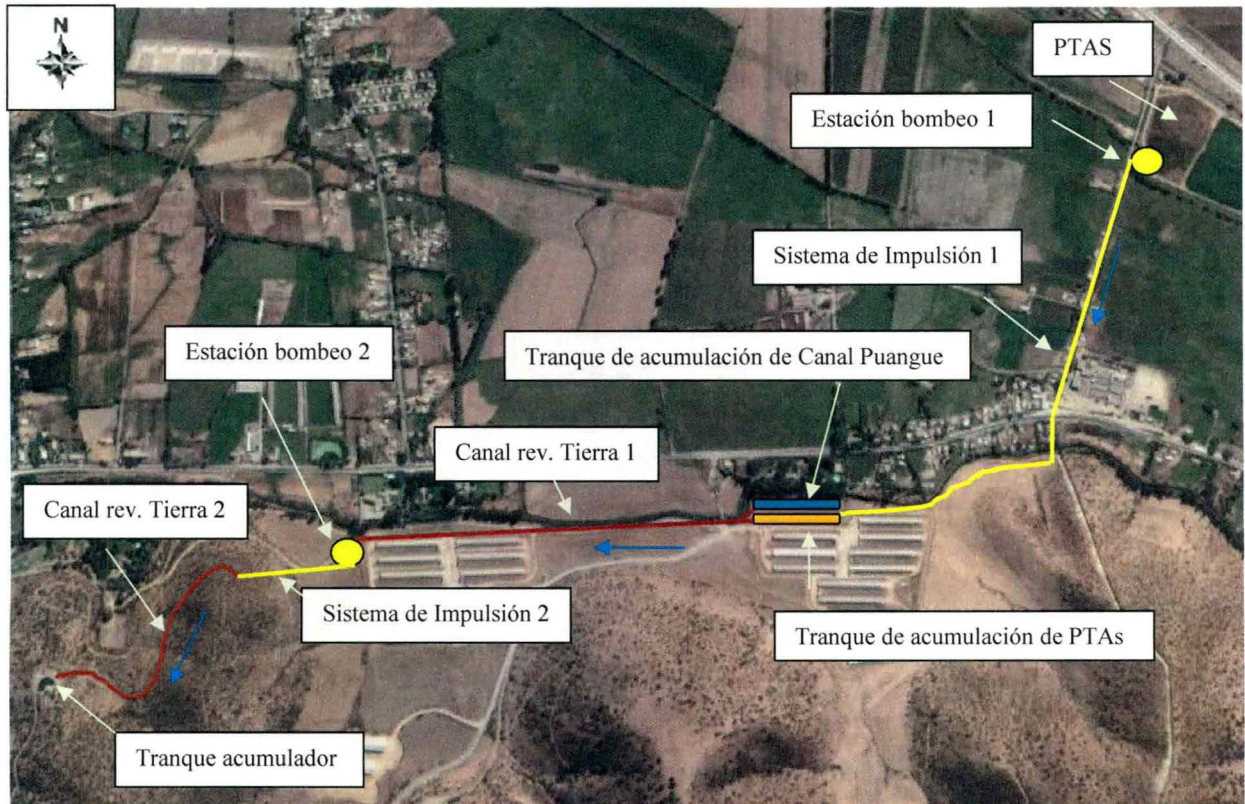


Figura 6: Esquema general de disposición de obras del proyecto.

Las pérdidas de carga de la tubería fueron calculadas con la fórmula Hazen-Williams:

$$H_f = 10,665 \cdot \frac{Q^{1.852}}{c^{1.852} \cdot D^{4.869}} \cdot L$$

Donde:

- Hf = Pérdida de carga en la tubería (mca)
- c = Coeficiente de rugosidad (polietileno, c=140)
- Q = Caudal transportado por la tubería (m³ s⁻¹)
- D = Diámetro interno de tubería (m)
- L = Longitud del tramo (m)

Las pérdidas de energía o cargas menores se producen cuando la tubería induce el agua a cambiar de dirección. Estas se pueden producir por codos, reducciones de diámetro, válvulas o llaves, o cualquier obstrucción que encuentre el agua que le impida seguir circulando en línea recta.

La ecuación para calcular estas pérdidas está dada por:

$$H_s = \sum \left(\frac{K V^2}{2g} \right)$$

Donde:

Hs = Pérdidas singulares o menores (m).

V = Velocidad de circulación del agua (m/s).

g = Aceleración de gravedad (9.8 m/s²).

K = Constante adimensional de coeficiente de resistencia que depende de los accesorios que se contemplan en el diseño. (Cuadro 1)

Cuadro 1: Coeficientes de pérdida de carga K para singularidades

Accesorio	Coeficiente K
Codo 90°	0.90
Válvula de pie	2.50
Llave de compuerta abierta 75%	1.15
Válvula de globo abierta	10.00
Válvula de no retorno	2.50
Tee	1.80
Codo 45°	0.42
Codo cuadrado	1.80

Requerimiento de potencia. El requerimiento de potencia estará dado por las necesidades del sistema, tanto de presión como de caudal. La impulsión considera la utilización de una tubería hidráulica de PVC 315 mm C4 de 1220 m de largo. El caudal y el cálculo de la presión requerida por el sistema para el óptimo funcionamiento de la conducción se muestran en el Cuadro 2.

Cuadro 2: Presión requerida por el sistema de impulsión 1.

Pérdida succión	3,0 mca
Pérdidas singulares	4,0 mca
Seguridad	4,0 mca
Subtotal	11,0 mca

Tramo	Diámetro exterior mm	Clase tubería	Diámetro interior mm	Caudal L/s	Velocidad m/s	Longitud m	Desnivel m	Pérdidas fricción mca	Pérdida carga total mca	Presion Total Requerida mca
Ebomb-CAB	315	4	302,6	100,00	1,39	1220	22,0	5,75	27,71	38,7

Con los datos aportados por el Cuadro 2, y con la ayuda de catálogo de equipos de bombeo, se concluye que el equipo de bombeo requerido corresponde a una electrobomba trifásica, marca Vogt N670/350 de 75 HP de potencia y diámetros de succión y descarga de 8" y 6", respectivamente.

Tranque de Acumulación

El proyecto contempla la construcción de un tranque para la acumulación, decantación y mezcla de las aguas consideradas en este proyecto más otros 100 L s⁻¹ nominales provenientes del canal Puangue. Estos 200 L s⁻¹ totales se conectarán a la red de riego existente en el predio. La obra de acumulación estará ubicada en el límite norte del predio cerca del canal donde se poseen los derechos de agua superficiales (ver plano en Anexo 6). El tranque posee dos áreas de acumulación que en total utilizan una superficie de 7756 m². Los volúmenes de acumulación son de 3819 m³ para el tranque 1 (tranque de acumulación de las aguas provenientes del canal Puangue) y 4053 m³ para el caudal proveniente de la planta de tratamiento. Las estructuras serán excavadas en tierra con taludes interiores iguales a 1,5. El Fondo del tranque tiene cota 109 m y posee dos compuertas metálicas que permiten la entrega y regulación del caudal que será conducido a través del predio por un nuevo canal de conducción. El detalle de las obras de acumulación (planos de planta y corte) y detalle de las compuertas se entrega en Anexo 6.

Canal de Conducción en Tierra

Luego de las obras de acumulación predial, el proyecto considera la conducción de aguas por un canal construido en tierra desde las obras de acumulación hasta una segunda estación de bombeo. El Canal tiene un largo de 690 m y estará diseñado para la conducción de 200 L s⁻¹.

Para el cálculo hidráulico de los canales de conducción se utilizó la relación de Manning donde:

$$Q = A \frac{\sqrt{S}}{n} \left(\frac{A}{P} \right)^{2/3}$$

Donde:

Q = Caudal del canal (m³ s)

S = Pendiente (m m⁻¹)

N = coeficiente de rugosidad (adimensional)

A = Área del canal (m²)

P = Perímetro Mojado

Las velocidades máximas que se produzcan en la conducción no sobrepasaran las velocidades máximas aceptables para este tipo de obras:

- Ripios bien conglomerados	2,0 m seg ⁻¹
- Arcillas	1,0 m seg ⁻¹
- Trumaos	0,7 m seg ⁻¹
- Arenas	0,5 m seg ⁻¹

Las velocidades mínimas en aguas con arrastre serán inferiores al 60% de las anteriores.

Se usarán los siguientes coeficientes de rugosidad según lo definido en la ecuación de Manning:

Cuadro 3: Coeficientes de rugosidad recomendados para el cálculo del caudal mediante la ecuación de Manning.

Material	n
Canales en madera	0,010
Canales en metal u hormigón	0,014
Canales en albañilería	0,018
Canales en tierra o mampostería sin emboquillar	0,033
Canales en roca	0,040

De acuerdo al perfil topográfico del terreno se seleccionaron tres pendientes para el canal con el propósito de optimizar el movimiento de tierra en la construcción. En Cuadro 4 se muestran las longitudes y pendientes de los tres tramos.

Cuadro 4: Longitud y pendientes del canal a construir.

Tramo	Longitud (m)	Pendiente (m m⁻¹)
1	180	0,003
2	240	0,0036
3	270	0,002

Considerando los criterios previos de diseño hidráulico y la topografía del terreno se determinaron las siguientes características geométricas e hidráulicas del canal para los tres tramos considerados (Cuadro 5, 6 y 7).

Cuadro 5: Características del canal a construir tramo 1.

Parámetro	Valor	Unidad
Caudal	200	L s ⁻¹
Ancho basal	0,55	m
Talud	0,5	
Rugosidad	0,033	
Tirante normal	0,4331	m
Perímetro mojado	1,5185	m
Área hidráulica	0,3320	m ²
Radio hidráulico	0,2186	m
Velocidad	0,6024	m s ⁻¹
Tipo de flujo	Sub crítico	

Cuadro 6: Características del canal a construir tramo 2.

Parámetro	Valor	Unidad
Caudal	200	L s ⁻¹
Ancho basal	0,55	m
Talud	0,5	
Rugosidad	0,033	
Tirante normal	0,4106	m
Perímetro mojado	1,468	m
Área hidráulica	0,3101	m ²
Radio hidráulico	0,2112	M
Velocidad	0,6449	m/s
Tipo de flujo	Sub crítico	

Cuadro 7: Características del canal a construir tramo 3.

Parámetro	Valor	Unidad
Caudal	200	L s ⁻¹
Ancho basal	0,55	m
Talud	0,5	
Rugosidad	0,033	
Tirante normal	0,4872	m
Perímetro mojado	1,6394	m
Área hidráulica	0,3866	m ²
Radio hidráulico	0,2358	m
Velocidad	0,5173	m s ⁻¹
Tipo de flujo	Sub crítico	

Los detalles del trazado del canal, perfiles longitudinales y perfiles transversales requeridos para el dimensionamiento del canal se presentan en Anexo 1 CD Adjunto.

En el primer tramo el canal atraviesa el camino de entrada principal del predio. En este punto el proyecto contempla la construcción de una alcantarilla de cajón simple construida en hormigón armado de 0,6 x 0,6 m y 8 m de longitud. Detalles y especificaciones se presentan en Anexo 6. En Figura 7 y cuadro 8 se adjunta perfil del eje hidráulico calculado usando HEC-RAS del tramo del canal con esta estructura y cortes del eje hidráulico a la entrada y salida de la alcantarilla.

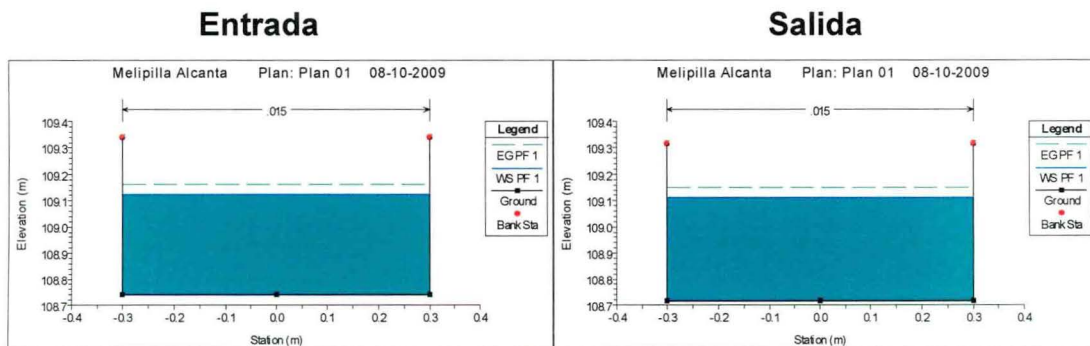
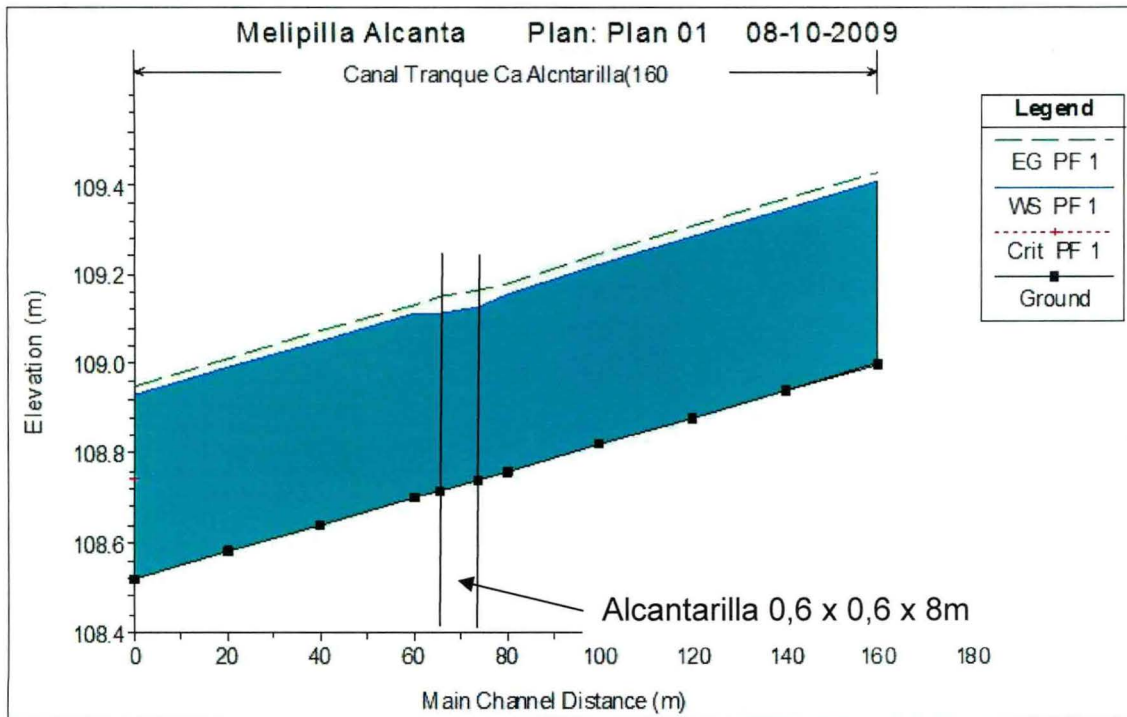


Figura 7. Perfiles y cortes del eje hidráulico tramo canal con alcantarilla.

Cuadro 8. Cálculos hidráulicos canal 1 en tramo alcantarilla.

Distancia	Q	Elev.	Elev. W.S.	Vel.	Área flujo	Ancho superior
	(m ³ /s)	(m)	(m)	(m/s)	(m ²)	(m)
160	0,2	109,0	109,41	0,65	0,31	0,96
140	0,2	108,94	109,35	0,65	0,31	0,96
120	0,2	108,88	109,29	0,65	0,31	0,96
100	0,2	108,82	109,22	0,66	0,30	0,95
80	0,2	108,76	109,16	0,67	0,30	0,95
73,6	0,2	108,74	109,13	0,87	0,23	0,6
65,6	0,2	108,72	109,11	0,84	0,24	0,6
60	0,2	108,70	109,11	0,65	0,31	0,96
40	0,2	108,64	109,05	0,65	0,31	0,96
20	0,2	108,58	108,99	0,65	0,31	0,96
0	0,2	108,52	108,93	0,65	0,31	0,96

Estación de Bombeo 2 (Intrapredial)

Luego de la conducción del agua por el canal construido en tierra, el caudal debe ser elevado 49 m por una longitud de 465 m hasta otro canal que conducirá las aguas hasta un tranque de acumulación existente del predio.

La impulsión considera la utilización de una tubería hidráulica de PVC 450 mm de clases y longitudes detalladas en el plano del proyecto. El caudal y el cálculo de la presión requerida por el sistema para el óptimo funcionamiento de la conducción se muestran en el Cuadro 9.

Cuadro 9: Presión requerida por el sistema de impulsión 2.

Presión requerida por el sistema de Impulsion 2

Pérdida succión	3,0 mca
Pérdidas singulares	4,0 mca
Seguridad	4,0 mca
Subtotal	11,0 mca

Tramo	Diámetro exterior mm	Clase tubería	Diámetro interior mm	Caudal L/s	Velocidad m/s	Longitud m	Desnivel m	Pérdidas fricción mca	Pérdida carga total mca	Presion Total Requerida mca
1	450	4	431,0	200,00	1,37	232	24,0	0,71	24,71	35,7
2	450	6	426,0	200,00	1,40	233	25,0	0,75	25,75	25,8
										61,5

Con los datos aportados por el Cuadro 9, y considerando que el predio cuenta con un sistema de bombeo dimensionado para 100 L s^{-1} se contempla la instalación de un equipo de bombeo paralelo que sea capaz de impulsar el caudal restante requerido por el sistema. El caudal requerido para este nuevo equipo de bombeo es de 100 L s^{-1} y 61,5 m de altura de elevación. Con la ayuda de catálogo de equipos de bombeo, se concluye que el equipo de bombeo requerido en esta estación corresponde a una electrobomba trifásica, marca Vogt P676/418 de 125 HP de potencia.

Canal de Conducción en Tierra II.

Un segundo canal es requerido para conducir las aguas hasta un tranque de acumulación existente del predio. Este acumulador está conectado a la extensa red de canales que alimentan el sistema de riego del predio. Desde esta red es posible abastecer directamente 6 pivotes centrales. El canal tiene un largo de 535 m y estará diseñado para la conducción de 200 L s^{-1} . Las características técnicas del canal a construir se presentan en la Cuadro siguiente.

Cuadro 10: Características del canal a construir.

Parámetro	Valor	Unidad
Caudal	200	L s ⁻¹
Ancho basal	0,55	m
Talud	0,5	
Pendiente media	0,002	m m ⁻¹
Rugosidad	0,033	
Tirante normal	0,4872	m
Perímetro mojado	1,6394	m
Área hidráulica	0,38	m ²
Radio hidráulico	0,2358	m
Velocidad	0,5008	m s ⁻¹
Tipo de flujo	Sub crítico	

Los detalles del trazado del canal, perfiles longitudinales y perfiles transversales requeridos para el dimensionamiento del canal se presentan en Anexo 6.

2.2 Descripción general del sistema de conducción

2.2.1 Estación de Bombeo e impulsión.

La estación de bombeo y el sistema de impulsión contará con:

- Caseta de bombeo 10 m² con cámara de succión.
- Electrobomba trifásica, marca Vogt, N670/350 de 75 HP de potencia y diámetros de succión y descarga de 8" y 6", respectivamente
- Tuberías de succión e impulsión en Fe en tramos aéreos en caseta.
- Tablero eléctrico trifásico 75 HP.
- Válvulas de pie, retención y regulación.
- Tubería de impulsión enterrada PVC 315 mm C4 en zanja de 1,4 m x 0,6 m.
- Incado de tubería FE 20" para el atraveso de camino comunal.

Para el trazado de la red de conducción, perfiles longitudinales y transversales ver Anexo 6 planos del proyecto.

2.2.2 Tranques de acumulación.

Los tranques de acumulación serán excavados en tierra con las siguientes características técnicas:

- Dos áreas de acumulación que en total utilizan una superficie de 7756 m^2 .
- Volúmenes de acumulación de 3819 m^3 para el tranque 1 (tranque de acumulación de las aguas provenientes del canal Puangue) y 4053 m^3 para el caudal proveniente de la planta de tratamiento.
- Tranques excavados en tierra con taludes interiores iguales a 1,5. volúmenes de excavación de 3819 m^3 tranque 1 y 7189 m^3 tranque 2.
- Cota fondo del tranque 109 m.
- Dos compuertas de $0,55\text{m} \times 1,32\text{m}$ y $0,55 \text{ m} \times 1,75 \text{ m}$ que permiten la entrega y regulación. Las compuertas serán metálicas empotradas en estructura de hormigón. Ver Anexo 6.

Detalles topográficos del emplazamiento de las obras, perfil transversal y detalle de compuertas en Anexo 6.

2.2.3 Canal de tierra.

El primer canal de conducción será construido en tierra con pendientes y especificaciones hidráulicas entregados en Cuadros 4, 5, 6, 7 y 8. El canal posee las siguientes características.

- Longitud del canal 690m.
- Base $b = 0,55$
- Talud $z = 0,5$

- Volúmenes de corte 1055 m³.
- Sin volúmenes de relleno
- Perfil longitudinal y pendientes detalladas en Anexo 6.
- Alcantarilla de Cajón simple 0,6 m x 0,6 m y 8 m de longitud construida en hormigón armado H30. Detalles de la obra en plano de detalles en Anexo 6.

2.2.4 Segunda estación de bombeo e impulsión.

La estación de bombeo y el sistema de impulsión contará con:

- Caseta de bombeo 20 m² con cámara de succión.
- Electrobomba trifásica, marca Vogt, P676/418 de 125 HP de potencia
- Tuberías de succión e impulsión en Fe en tramos aéreos en caseta.
- Tablero eléctrico trifásico 125 HP.
- Válvulas de pie, retención y regulación.
- Tubería de impulsión enterrada PVC 450 mm C4 y C6 en zanja de 1,4m x 0,6 m.

Para el trazado de la red de conducción, perfiles longitudinales y plano de detalle, Anexo 6.

2.2.5 Canal de tierra.

El segundo canal de conducción será construido en tierra con pendiente y especificaciones hidráulicas entregadas en Cuadro 147. El canal posee las siguientes características.

- Longitud del canal 535 m.
- Base $b = 0,55$
- Talud $z = 0,5$
- Volúmenes de corte 273 m³
- Volúmenes de relleno 267 m³
- Perfil longitudinal y pendientes detalladas en Anexo 6.

3 Planos

Se incluyen en CD adjunto Anexo 1 los siguientes planos del proyecto:

- Plano de planta del proyecto, incluye obras de captación, conducción y acumulación.
- Perfil longitudinal de la impulsión 1.
- Plano detalle atravieso de camino.
- Plano de planta y cortes transversales de las obras de acumulación.
- Perfiles longitudinales y perfiles transversales del canal de conducción en tierra 1.
- Perfil longitudinal de la impulsión 2.
- Perfiles longitudinales y perfiles transversales del canal de conducción en tierra 2.
- Plano de detalle de las obras. (casetas, alcantarilla, compuertas, etc.)

4 *Análisis preliminar de expropiaciones y/o servidumbres*

Para la construcción del proyecto se requieren servidumbres de tránsito desde la planta de tratamiento de aguas servidas Melipilla de la empresa Aguas Andinas S.A. hasta el predio denominado Fundo Huechún. El trazado de la conducción está proyectado por un costado de la ruta G-704 en una longitud de 670m aproximadamente, hasta la intersección con la ruta G-78. En la intersección se requiere cruzar la ruta G-78 hasta un predio vecino con una tubería subterránea de 20", la cual servirá de camisa para una tubería de agua de riego en PVC. Este cruce de carretera se realizara por medio de una tunelera, en un largo de 12 metros, en forma perpendicular al eje del mismo.

Por lo tanto se requerirá la autorización de la Dirección de Vialidad y del propietario vecino al fundo Huechún.

Adicionalmente se requiere la expropiación o compra de un área de al menos 100 m² para la instalación de una estación de bombeo ubicada en un

costado de la planta de tratamiento de aguas servidas Melipilla. El área requerida estará destinada a la construcción de una caseta de bombeo y una cámara de succión.

5 Presupuestos

El costo total del proyecto considerando los sistemas de impulsión, acumulación y conducción por canales se presenta en la siguiente Cuadro. Valores no incluyen IVA.

Cuadro 11: Presupuesto general del proyecto.

PRESUPUESTO GENERAL DE LAS OBRAS **Estudio Prefactibilidad Melipilla**

ITEM	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
Instalacion de Faenas	1	gl	364448	364448
Sistema de impulsión 1	1	gl	46200229	46200229
Tranque de acumulacion y mezcla	1	gl	9465291	9465291
Canal en Tierra 1	1	gl	4073388	4073388
Sistema de Impulsión 2	1	gl	45165598	45165598
Canal en Tierra 2	1	gl	2562425	2562425
SUBTOTAL				107831380
Estudio		10%		10783138
Imprevistos		3%		3234941
Gastos Generales		5%		5391569
Utilidades del Contratista		10%		10783138
Supervision y control	1	gl		800000
TOTAL				138824166

El valor de la UF correspondiente al 25 de agosto es de 2009 es de \$20.933,55 y el I.P.C del mes de Julio 2009 es de -0,40% (Var mensual).

El detalle de de las partidas y de los distintos componentes considerados en el sistema se muestra en Cuadro 12.

Cuadro 12: Presupuesto detallado por partidas.

SISTEMA DE IMPULSION 1

ITEM	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
REPLANTEO Y CONTROL TOPOGRAFICO	1	días	126.886	126886
PVC 315MM C4	203	tubos	103000	20909000
LUBRICANTE 250 CC	10	u	2000	20000
EXCAVACION CON MAQUINA DE ZANJA DE TUBERIA	1025	m3	1.427	1462166
RELLENO CON MAQUINA DE ZANJA DE TUBERIA	1025	m3	2.815	2885267
INCADO TUBERIA FE 20" CAMINO	12	m	180.000	2160000
HABILITACION LINEA TRIFASICA	1	GL	2500000	2500000
MANIFOLD SUCCION/ IMPULSION ACERO	1	gl	1400000	1400000
TABLERO ELECTRICO 75HP	1	u	4201680	4201680
BOMBA VOGT N670/360 75HP	1	u	5.273.230	5273230
INSTALACION ELECTRICA	1	GL	1.512.000	1512000
CASETA ESTACION DE BOMBEO 10 M2	1	gl	1500000	1500000
CAMARA SUCCION	1	gl	1200000	1200000
INSTALACION SISTEMA HIDRAULICO	1	gl	600000	600000
INSTALACION EQUIPO BOMBEO	1	gl	200000	200000
INSTALACION SISTEMA ELECTRICO	1	gl	250000	250000
SUBTOTAL				46200229

TRANQUES DE ACUMULACION Y MEZCLA

ITEM	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
REPLANTEO Y CONTROL TOPOGRAFICO	3	días	126.886	380658
EXCAVACION MATERIAL BLANDO (TRANQUE 1)	3819	m3	274	1047338
COMPUERTA METALICA	2	u	350000	700000
EXCAVACION MATERIAL BLANDO (TRANQUE 2)	7189	m3	971	6983104
HORMIGON H25	2	m3	74.376	149495
MOLDAJE PLACA	27	m2	4.607	124398
EXCAVACION A MANO OBRA DE ARTE	9	m3	2.674	23529
ENFIERRADURA MALLA ACMA C188	14	m2	4.055	56769
SUBTOTAL				9465291

CANAL DE CONDUCCION EN TIERRA 1

ITEM	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
REPLANTEO Y CONTROL TOPOGRAFICO	3	días	126.886	380658
EXCAVACION CUBETA DE CANAL	1006	m3	1.432	1440569
PERFILAMIENTO GENERAL DE CANAL A MANO	50	m3	4.061	201743
HORMIGON H30	8	m3	89.228	683489
MOLDAJE PLACA	46	m2	4.607	213412
EXCAVACION A MANO OBRA DE ARTE	7	m3	2.674	17914
ENFIERRADURA D=10 - 12 mm	800	kg	1.420	1135603
SUBTOTAL				4073388

Cuadro 12: Continuación...

SISTEMA DE IMPULSION 2

ITEM	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
REPLANTEO Y CONTROL TOPOGRAFICO	1	dias	126.886	126886
PVC 450 mm C6	39	tubos	204000	7956000
PVC 450 mm C4	39	tubos	144000	5616000
LUBRICANTE 250cc	20	u	2000	40000
EXCAVACION CON MAQUINA DE ZANJA DE TUBERIA	279	m3	1.427	398072
RELLENO CON MAQUINA DE ZANJA DE TUBERIA	279	m3	753	210224
HABILITACION LINEA TRIFASICA	1	GL	3000000	3000000
MANIFOLD SUCCION/ IMPULSION ACERO	1	gl	1000000	1000000
TABLERO ELECTRICO 125HP INCL. VAR. FREC.	1	u	10084400	10084400
BOMBA VOGT P676/418 125HP	1	u	9872016	9872016
INSTALACION ELECTRICA INCL. VAR. FREC.	1	u	1512000	1512000
CASETA ESTACION DE BOMBEO 20 M2	1	gl	2000000	2000000
CAMARA SUCCION	1	gl	2500000	2500000
INSTALACION SISTEMA HIDRAULICO	1	gl	400000	400000
INSTALACION EQUIPO BOMBEO	1	gl	200000	200000
INSTALACION SISTEMA ELECTRICO	1	gl	250000	250000
SUBTOTAL				45165598

CANAL DE CONDUCCION EN TIERRA 2

ITEM	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
REPLANTEO Y CONTROL TOPOGRAFICO	2	dias	126.886	253772
ROCE DESPEJE Y LIMPIEZA DE FAJA	0,55	KM	211.680	116424
PERFILAMIENTO GENERAL DE CANAL A MANO	273	m3	4.061	1107435
RELLENO	267	m3	4.069	1084794
SUBTOTAL				2562425

El detalle de movimiento de tierra considerado en el presupuesto, se detallan en CD adjunto Anexo 2.

6 **Calendario de inversiones de las obras**

Las obras contempladas en el presente proyecto podrán ser ejecutadas en un plazo de 4 meses. Los trabajos comenzarán contra un anticipo del 30% del total de la obra y avances mensuales de un 20% al término del mes 2, un 20% al término del mes 3 y un saldo final del 30% al término de la obra. Los pagos se harán contra entrega de avances que representen los porcentajes previamente establecidos.

El probable calendario de ejecución de las obras se muestra en la siguiente Cuadro, sin desmedro de otro tipo de acuerdo que pueda convenir la empresa constructora y el inversionista.

Cuadro 13: Calendario ejecución de las obras.

	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16
Instalación de faenas	x															
Sistema impulsión 1																
Replanteo topográfico	x															
Excavaciones	x	x														
Instalación hidráulica			x	x	x											
Instalación eléctrica						x	x	x								
Rellenos									x	x						
Obras (casetas y cámara succión)											x	x	x			
Tranque acumulación																
Replanteo topográfico		x														
Excavaciones			x	x	x	x										
Obras (compuertas)							x	x	x							
Canal de tierra 1																
Replanteo topográfico				x												
Excavaciones					x	x	x	x	x							
Obras (alcantarillado)										x						

Continuación Cuadro 13...

	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16
Sistema de impulsión 2																
Replanteo topográfico					x											
Excavaciones					x											
Instalación hidráulica						x	x									
Instalación eléctrica								x	x							
Rellenos										x						
Obras (casetas y cámara succión)											x	x	x			
Canal de tierra 2																
Replanteo topográfico					x											
Excavaciones						x	x	x	x	x						
Puesta en marcha y prueba														x	x	x

S: Semana (1 a 16, considerando un tiempo total de 112 días)

7 Evaluación técnica del proyecto con otras FC

Otras fuentes de agua convencionales que podrían utilizarse con este proyecto son aguas superficiales provenientes de un canal o la captación de aguas subterráneas mediante un pozo profundo.

Si el caudal considerado en este proyecto (100 L s^{-1}) proviniera desde el canal Puangue (del cual actualmente se tienen derechos de aprovechamiento), el proyecto sería considerablemente menor. Solamente se requeriría la implementación de un sistema de bombeo en la actual estación de bombeo y la instalación de una tubería de conducción hasta el tranque acumulador existente en el predio. Partidas consideradas en este proyecto como: impulsión desde la planta de tratamientos, tranques de acumulación y canales de conducción no serían requeridas. Técnicamente el proyecto para el aprovechamiento de 100 L s^{-1} provenientes del canal Puangue sería de mucha menor envergadura que el proyecto presentado y con un costo considerablemente menor.

En el caso de aguas subterráneas disponer de 100 L s^{-1} desde un solo pozo profundo es poco frecuente. Sería muy probable que para obtener dicho caudal sean necesarios más de un pozo o la construcción de un pozo a una gran profundidad. Características más específicas como distancia al o los pozos profundos, distancia del pozo a la fuente más cercana de energía eléctrica, caudal disponible y profundidad del acuífero son características necesarias para una evaluación más precisa. Si la distancia al pozo desde la red del sistema de riego del predio es desmedida o si la profundidad del acuífero es excesiva, la dimensión del equipo de bombeo requerido por el sistema puede implicar que esta alternativa resulte económicamente más desfavorable al compararla con la situación analizada en el presente proyecto. Además la utilización de aguas subterráneas requiere, tanto la disponibilidad técnica como la disponibilidad legal para la explotación de los recursos de aguas subterráneas en dicha área.

8 *Evaluación económica*

El canal Puangue considera un caudal de 20 L s^{-1} por acción de agua, y debido a que el postulante de este proyecto posee 5,37 acciones, el caudal nominal de éste corresponde $107,4 \text{ L s}^{-1}$. Sin embargo, existe una disminución del 30%, producto de suciedad, embanque y presencia de algas en el canal, por lo tanto, el caudal disponible real corresponde a $75,18 \text{ L s}^{-1}$.

El proyecto contempla la conducción de un caudal de 175 L s^{-1} , por lo tanto, se dispondrá de un caudal de 100 L s^{-1} adicionales al que se cuenta actualmente, el cual puede ser ocupado para aumentar la seguridad de riego o para incrementar la superficie cultivada.

Para evaluar el beneficio de disponer de un caudal adicional de 100 L s^{-1} , se considerará el criterio de incrementar la superficie cultivada, más que el criterio de mejorar en una determinada magnitud el porcentaje de seguridad de riego, ya que, éste último es más difícil de cuantificar.

El criterio seleccionado considerará que sólo se dispone de los recursos hídricos y de suelo, por lo tanto, para su evaluación se contemplará la inversión en sistemas de conducción (proyecto propiamente tal), en sistema de aplicación del

agua de riego (pivote central; en la contratación de personal a cargo de la prevención de riesgo y plan de contingencia sobre la contaminación del agua, como también, en la inversión de insumos para poder desarrollar una actividad productiva. En este caso, ésta última corresponde a los cultivos de papa y maíz.

Actualmente existen seis pivotes centrales que están regando una superficie de 109 hectáreas, superficie similar a la beneficiada por el proyecto. Para la evaluación económica se considerará la disposición actual de los pivotes centrales, para poder cuantificar de mejor forma algunos costos variables, tal como, el costo energético. Esta distribución se señala en la Cuadro siguiente:

Cuadro 14: Caudal y superficies regadas actualmente

Sector	Caudal (L s⁻¹) por Sector	Superficie sector (ha)
Hortensias	15	15
Parcela 42	16	16
Base 14	30	30
Maida	8	8
El Estero	20	20
La Cuesta	20	20
Total	109	109

Los supuestos que se consideraron para determinar el flujo de caja de la rotación señalada se mencionarán a medida que se detallan los ítems considerados en el flujo de caja:

Inversión:

Ésta corresponde a \$311.824.166, la cual, considera el valor del sistema de aplicación de cada sector (\$1.700.000/ha* 100 ha); el valor de la obra de conducción, que corresponde a \$138.824.166 y el costo de adquirir un terreno donde establecer el sistema de impulsión.

Debido a que no se disponen de valores comerciales de predios aledaños al sector de inversión, se consideró que el valor comercial corresponderá a 3 veces el valor fiscal. Considerando este criterio, y que el valor fiscal de una hectárea, en sectores aledaños al proyecto, tienen un valor de \$2.000.000, se estimó que el valor comercial de la hectárea asciende a \$6.000.000.

Sin embargo, la superficie requerida para instalar el primer sistema de impulsión es de 100 m², por lo que se considerará adquirir 0,5 hectáreas, ya que, no se puede comprar una superficie menor, a menos que se realice un cambio de uso de suelo. Por lo tanto, el valor de adquisición del terreno para instalar el sistema de impulsión ascenderá a \$3.000.000.

Ingresos:

Se considera una rotación papa / maíz (julio – abril) con una producción por hectárea para maíz y papa de 15.000 y 30.000 kg, respectivamente. Por otra parte, el precio por kilo estimado para maíz y papa es de \$115 y \$95, respectivamente.

Costos variables:

Fertilización:

La dosis de fertilización se determina con la siguiente expresión:

$$Dosis = \frac{Demanda - su\ min\ istro}{eficiencia}$$

Según la ecuación, el suministro del suelo se define con la cantidad del elemento que aporta el suelo sobre un nivel de suficiencia. Para el caso del nitrógeno se considera un nivel de suficiencia de 0 ppm. La demanda de macro nutrientes por parte de la papa y del maíz se presenta a continuación:

Cuadro 15: Demanda extractiva de maíz y papa.

Nutriente	Maíz		Papa	
	Kg /Ton Cosechada/ha	Kg/ha*	Kg /Ton Cosechada/ha	Kg/ha**
N	20	300	3,8	114
P205	6,87	103	1,03	31
K20	14	210	4	120
Mg0	2,22	33	0,86	26
Ca0	4,5	67	1,6	48

Fuente: Fertirrigación de cultivos y frutales, Iván Vidal.

Cabe destacar que la demanda de nutrientes, recién señalada, está en función del rendimiento de grano y/o tubérculo, sin embargo, considera la extracción de nutrientes de toda la parte aérea de la planta. En el caso del maíz, se estima que se incorporará el 30% de los rastrojos. Por lo tanto, la demanda extractiva corresponderá a un 70% de la demanda total (índice de cosecha de maíz equivale a 0,5).

Considerando un análisis de suelo donde la mayoría de los elementos se encuentran en déficit, la dosis de fertilizante contemplará la demanda de extracción del cultivo más el incremento en la concentración de nutrientes en el suelo, hasta que éstos lleguen a un nivel de suficiencia (excepto para el nitrógeno).

Una vez alcanzado el nivel de suficiencia, la fertilización será de mantención, es decir, sólo se repondrá la demanda extraída por el cultivo.

A continuación se presenta las concentraciones de los nutrientes y sus niveles de suficiencia:

Cuadro 16: Concentración de nutrientes y niveles de suficiencia.

Nutriente	Concentración en el suelo	Nivel de Suficiencia	Incremento anual	Años de corrección
Nitrógeno	15 ppm	-----	-----	-----
Fósforo	8 ppm	20 ppm	2 ppm	6 años
Potasio	0,15 cmol /kg	0,45 cmol/kg	0,05 cmol/kg	6 años
Magnesio	0,6 cmol/kg	0,6 cmol/kg	0 cmol/kg	0 años
Calcio	6 cmol/kg	6 cmol/kg	0 cmol/kg	0 años

Del cuadro anterior, se señala que durante los primeros 6 años se realizará una fertilización de corrección, incrementando los niveles de los diferentes elementos del suelo, hasta alcanzar el nivel de suficiencia. A partir del año 7 en adelante, la fertirrigación consistirá en una fertilización de mantención, donde sólo se repondrá los nutrientes que extrae cada cultivo.

Debido a que se regará por pivote central, lo lógico es fertirrigar, por tanto, se asume una eficiencia de fertilización de 70% para nitrógeno; 30% para fósforo y 80% para potasio (eficiencia muy superior a la fertilización convencional).

A continuación se presenta la demanda extractiva, suministro del suelo y dosis de cada elemento para los cultivos de maíz y papa:

Cuadro 17: Demandas y dosis de nutrientes para Maíz y Papa.

Cultivo	Elemento	Demanda Extractiva (kg ha ⁻¹)	Suministro Suelo (kg ha ⁻¹)	Eficiencia	Dosis (kg ha ⁻¹)
Maíz	Nitrógeno	210	(45)	0,7	236
	P2O5	72	13,5	0,3	285
	K2O	147	70	0,8	217
	CaO	47	0	0,9	52
	MgO	23	0	0,9	26
Papa	Nitrógeno	114	(45)	0,7	99
	P2O5	31	13,5	0,3	148
	K2O	120	70	0,8	190
	CaO	48	0	0,9	53
	MgO	26	0	0,9	29

La dosis de fertilización correctiva (desde el primer al sexto año) para maíz y papa se presenta en el siguiente cuadro:

Cuadro 18: Dosis de fertilización correctivas.

Fertilizante	Precio (\$ kg ⁻¹)	Maíz		Papa	
		Cantidad	Valor	Cantidad	Valor
Muriato de potasio (60%)	545	275	149.875	220	119.900
Nitrato de calcio (soluble)	435	200	87.000	204	88.740
Sulpomag	290	260	75.400	290	84.100
Súper fosfato triple	305	620	189.100	322	98.210
Urea perlada	225	448	100.800	149	33.525
Total			602.175		424.475

La dosis de fertilización de mantención (posterior al sexto año) se presenta en el siguiente cuadro:

Cuadro 19: Dosis de fertilización de mantención.

Fertilizante	Precio (\$ kg ⁻¹)	Maíz		Papa	
		Cantidad	Valor	Cantidad	Valor
Muriato de potasio (60%)	545	168	91.560	113	61.585
Nitrato de calcio (soluble)	435	181	78.735	185	80.475
Sulpomag	290	230	66.700	260	75.400
Súper fosfato triple	305	157	47.885	67	20.435
Urea perlada	225	398	89.550	188	42.300
Total			374.430		280.195

A continuación se presenta un cuadro resumen del programa de fertilización para papa y maíz:

Cuadro 20. Resumen programa de fertilización papa y maíz

Fertilizante	Precio (\$/kg)	Año 1 al 6				Año 7 al 30			
		Maíz		Papa		Maíz		Papa	
		Cantidad	Valor	Cantidad	Valor	Cantidad	Valor	Cantidad	Valor
Muriato de potasio (60%)	545	275	149.875	220	119.900	168	91.560	113	61.585
Nitrato de calcio (soluble)	435	200	87.000	204	88.740	181	78.735	185	80.475
Sulpomag	290	260	75.400	290	84.100	230	66.700	260	75.400
Súper fosfato triple	305	620	189.100	322	98.210	157	47.885	67	20.435
Urea perlada	225	448	100.800	149	33.525	398	89.550	188	42.300
Total		602.175		424.475			374.430		280.195

Maquinaria Agrícola:

Para determinar el costo de la jornada máquina se consideró que ésta se arrendará, por lo tanto, el costo financiero, depreciación y demás costos fijos y variables son asumidos por propietario. Para cuantificar el costo de arriendo de la maquinaria agrícola se consideraron los ítems más relevantes que inciden en el costo de arrendamiento, los cuales, se detallan a continuación:

Cuadro 21: Análisis de arriendo de maquinaria Agrícola.

Ítem	Tractor (80 HP)	Arado Cinzel	Sembradora	Rastra	Arado disco
Valor compra(M\$)	21.000	1.800	7.000	2.700	2.300
Petróleo (L h ⁻¹)	0,1667*HP	0	0	0	0
Lubricante (L h ⁻¹)	0,12	0	0	0	0
Vida útil (horas)	12.000	1.440	3.000	2.880	1.440
Uso anual (h)	800	120	300	240	120
Valor final (\$)	15% VI	20% VI	20% VI	20% VI	20% VI
Mantenimiento y reparación (\$ h ⁻¹)	6% VI	5% VI	10% VI	5% VI	5% VI
Seguro (\$ h ⁻¹)	2% VP	2% VP	2% VP	2% VP	2% VP
Interés capital (\$ h ⁻¹)	10% VP	10% VP	10% VP	10% VP	10% VP
Depreciación (\$ h⁻¹)	(VI-VF)/vida útil				
Margen utilidad	15%				

Fuente: Agro económico 2008

Donde VI; VF y VP corresponden a valor inicial, valor final y valor medio, respectivamente.

Considerando un precio (\$ L⁻¹) del petróleo y lubricante de 470 y 1500, respectivamente, y cuantificando el valor de cada ítem del cuadro anterior, se obtiene que el costo horario de la maquinaria es el siguiente:

Cuadro 22: Análisis de costo horario de arriendo de maquinaria agrícola.

Maquinaria	Costo variable + costo fijo (\$ h ⁻¹)	Margen de utilidad (\$ h ⁻¹)	Costo arriendo (\$ h ⁻¹)
Tractor	12.773	1.916	14.689
Arado cincel	2.688	403	3.091
Sembradora	5.717	857	6.574
Rastra off – set	2.016	302	2.318
Arado disco	3.434	515	3.949

A continuación se presenta el costo anual de maquinaria para cultivar 100 hectáreas de maíz y papa:

Cuadro 23. Resumen costo maquinaria para 100 ha de maíz y papa

Cultivo	Labor	Horas	Costo \$/hora	Valor (\$)
Maíz	Rastraje	400	17.007	6.802.800
	Cincelado	160	17.779	2.844.640
	Aplic. Herb.	500	14.689	7.344.500
	Siembra	200	21.263	4.252.600
Papa	Ardura	250	18.638	4.659.500
	Rastraje	250	17.007	4.251.750
	Aplic. Insecticid	500	14.689	7.344.500
	Mantenición	600	14.689	8.813.400
	Aporca	300	14.689	4.406.700
	Cosecha	500	14.689	7.344.500
	Acarreo bodega	400	14.689	5.875.600
TOTAL				63.940.490

Costo energético aplicación:

Para determinar el costo energético, es necesario determinar las horas anuales de uso del equipo de bombeo (temporada de riego) y la potencia ocupada en cada sector. Considerando la evapotranspiración de referencia mensual de Melipilla, obtenida desde E-SIIR de la Comisión Nacional de Riego, como también, los coeficientes de cultivo de papa y maíz, según sus estados fenológicos, se puede obtener los requerimientos hídricos mensuales para cada uno de ellos, tal como, se presenta en el siguiente cuadro:

Cuadro 24: Demandas hídricas mensuales.

Mes	ETr mensual (mm)	kc	mm mes ⁻¹	m ³ ha ⁻¹ mes ⁻¹
julio	29,00	0,51	14,79	148
agosto	39,60	0,85	33,66	337
septiembre	68,50	1,10	75,35	754
octubre	108,00	0,85	91,80	918
noviembre	147,50	0,70	103,25	1.033
diciembre	176,40	0,40	70,56	706
enero	187,00	0,80	149,60	1.496
febrero	176,40	1,20	211,68	2.117
marzo	147,50	0,85	125,38	1.254
abril	108,00	0,55	59,40	594
TOTAL DEMANDA				9.355

Del cuadro anterior, se observa que la demanda hídrica de la rotación papa/maíz equivale a 9.355 m³ ha⁻¹ temporada⁻¹, utilizando una eficiencia de riego de 100%. Sin embargo, considerando una eficiencia de riego de un 85%, el volumen requerido por hectárea correspondería a 11.006 m³ ha⁻¹ temporada⁻¹.

Cabe destacar que el costo energético no está asociado al costo de impulsión del agua de riego, sino que, al movimiento del pivote y a la bomba de fertirriego. Por otra parte, la energía para la aplicación del agua se obtiene por diferencia de cota entre los sectores de riego y los estanques de acumulación. Si se considera que para regar 1 hectárea se requiere suministrar 1 l s⁻¹ (3,6 m³ h⁻¹), las horas de riego por temporada corresponderán a 3.057 (11.006/3,6).

La potencia ocupada en cada sector; las horas de uso y el costo energético se presenta en el siguiente cuadro:

Cuadro 25: Costo de energía por sector y por temporada.

Sector	Bomba 1*	Bomba 2**	Horas Uso Bomba 1***	Horas Uso Bomba 2	kw-Bombas por Sector	Costo energía (\$ temporada ⁻¹)
Hortensia	4	3,2	1019	3057	13.858	983.946
Parcela 42	2,2	2,6	1019	3057	10.190	723.490
Base 14	4	3,36	1019	3057	14.348	1.018.674
Maida	2,2	1,67	1019	3057	7.347	521.636
El Estero	2,2	2,6	1019	3057	10.190	723.490
La Cuesta	2,2	3,2	1019	3057	12.024	853.718

Se consideró un precio de kW-h de \$71.

*Corresponde a la bomba de fertirriego.

**Corresponde a la bomba que mueve al pivote.

***Las horas de uso de la bomba de fertirriego corresponde al tercio medio del tiempo de riego.

Del cuadro anterior, se observa que el costo energético para la aplicación de agua es de \$4.824.955 por temporada, para una superficie de 109 hectáreas. Para una hectárea, el costo corresponde a \$44.266 temporada⁻¹. Debido a que la papa consume un 35% del agua consumida en la temporada, se asocia un costo energético de \$15.493 ha⁻¹. En el caso del maíz, este costo corresponde a \$28.773 ha⁻¹.

Costo energético distribución:

Para impulsar el agua desde su fuente a los acumuladores se requerirán dos bombas, con una potencia de 55 y 75 kW, respectivamente. Se considera un tiempo de uso igual al tiempo de uso del sistema de aplicación, es decir, 3.057 horas temporada⁻¹.

Por lo tanto, la energía requerida para poder abastecer de agua a los diferentes sectores corresponderá a 397.410 kW-h, lo que se traduce en un costo de \$28.126.110 por temporada.

Dentro de los costos variables, se considera la contratación de mano de obra para poder desarrollar los cultivos señalados, como también una serie de insumos, los cuales, se detallarán en las fichas técnicas presentes en el anexo 7.

Costos Fijos:

Para poder operar las 109 hectáreas se considera un personal mínimo de 1 administrador (\$800.000 mes^{-1}) y 3 técnicos agrícolas (\$450.000 mes^{-1} cada uno), no se considera personal administrativo, ya que, se asume que esta actividad la absorberá el personal administrativo con el que cuenta actualmente la empresa.

Además, se considera el costo de contratar a una persona que se preocupará mantener y certificar la calidad del agua (\$6.086.784 temporada⁻¹), estimando un costo fijo anual de \$31.886.784 temporada⁻¹.

Depreciación:

Se considera que la vida útil del sistema de conducción y distribución es de 50 años, y de 20 años para el sistema de aplicación. Además, se desprecia el valor residual de los activos.

Impuesto a la renta:

Para el sistema de renta efectiva, la tasa de impuesto corresponde a 17% sobre la utilidad antes de impuesto.

Flujo de caja:

En Cuadro 26 se presenta el desarrollo del flujo de caja para un horizonte de 30 años. En éste se resumen y consolidan los ítems ya señalados, como también, las fichas técnicas expuestas en el anexo 7.

De éste se obtiene que la tasa interna de retorno, TIR, corresponda a 14% y el valor actual neto con una tasa de descuento de 10%, VAN (10%), corresponde a \$136.268.321.

Cuadro 26: Desarrollo del flujo de caja

[illegible][illegible][illegible]

9 *Evaluación ambiental*

9.1 Identificación de impactos ambientales

Para la identificación de los impactos ambientales que se generarían por el proyecto, se utilizó la metodología de Matriz de Leopold. Esta metodología, permite identificar los distintos impactos que se generan en cada una de las etapas del proyecto sobre los diferentes receptores ambientales.

A partir de esta matriz, se pudo definir la pertinencia de ingreso del proyecto al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), en forma de una Declaración de Impacto Ambiental.

Los criterios que se consideran, están contenidos en el artículo 11 de la ley N° 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente, así como los criterios señalados en el Título II del Reglamento del SEIA.

En el Cuadro 27 se presenta la matriz de Leopold, en la cual se indica la magnitud y persistencia de los impactos (ej. Magnitud/Persistencia). Para el caso de la magnitud, se consideran tres niveles (1 = bajo, 2 = medio, 3= alto), los cuales pueden ser impactos positivos (+) o negativos (-). La persistencia de estos impactos es considerada en tres niveles: (1) cuando la persistencia del impacto se limita al tiempo de la actividad, (2) cuando la persistencia del impacto es mayor al tiempo de la actividad y menor al tiempo total de ejecución del proyecto, (3) cuando la persistencia del impacto es mayor al tiempo de ejecución del proyecto.

Cuadro 27: Matriz de Leopold para proyecto PTAs Melipilla.

Actividad	Aspecto	Receptor ambiental donde afecta el impacto						
		(Magnitud / Persistencia)						
		Aire	Agua	Suelo	Flora	Fauna	Paisaje	Comunidad
Planificación y definición del área del proyecto	Expropiación							
	Servidumbres							
Instalación de faenas	Despeje de área de instalación	-2 / 1			-2 / 3	-2 / 1	-2 / 2	-1 / 1
	Preparación de terreno	-2 / 1		-2 / 1	-1 / 1	-2 / 1	-2 / 1	-2 / 1
	Construcción de oficinas y bodega	-2 / 1		-1 / 1	-1 / 1	-1 / 1	-2 / 2	-1 / 1
	Uso de áreas de servicio (comedores y baños)	-1 / 2	-1 / 2				-1 / 2	-1 / 1
	Uso de maquinaria menor	-2 / 1		-1 / 1		-2 / 1	-1 / 1	-2 / 1
	Manejo de residuos generales	-1 / 1	-1 / 2			-1 / 1	-1 / 2	-2 / 2
Administración de personal	Trasporte de personal	-1 / 2				-1 / 2		+3 / 2
	Uso de equipos de seguridad						-1 / 2	+2 / 2
Construcción de aducción	Roce y despeje de la faja	-2 / 1		-2 / 1	-2 / 1	-2 / 1	-2 / 1	-2 / 1
	Trafico de maquinaria	-2 / 1		-2 / 1		-2 / 1	-2 / 1	-2 / 1
	Trazado y excavaciones	-2 / 1		-2 / 2	-1 / 1	-2 / 1	-2 / 2	-2 / 2
	Cruce subterráneo de matriz bajo camino pavimentado	-2 / 1		-2 / 1	-1 / 1	-1 / 1	-2 / 2	-2 / 1
	Instalación de equipos, tuberías y componentes.	-2 / 1		-1 / 1		-1 / 1	-2 / 1	-2 / 1
	Relleno de excavaciones	-2 / 1		-2 / 1		-2 / 1	-2 / 2	-2 / 2
Construcción de sistema de tratamiento	Roce y despeje de terreno	-2 / 1		-2 / 1	-2 / 1	-2 / 1	-2 / 1	-1 / 1
	Trafico de maquinaria	-2 / 1		-2 / 1		-2 / 1	-2 / 1	-2 / 1
	Trazado y excavaciones	-2 / 1		-2 / 2	-1 / 1	-2 / 1	-2 / 2	-1 / 1
	Construcción de obras (piscina de decantación)	-2 / 1		-2 / 2		-2 / 1	-2 / 2	-1 / 1
	Instalación de equipos, tuberías y componentes.	-2 / 1		-1 / 1		-1 / 1	-2 / 1	-1 / 1
	Relleno de excavaciones	-2 / 1		-2 / 1		-2 / 1	-2 / 2	-1 / 1
Construcción de sistema de abastecimiento del sistema de riego	Roce y despeje de terreno	-2 / 1		-2 / 1	-2 / 1	-2 / 1	-2 / 1	-1 / 1
	Trafico de maquinaria	-2 / 1		-2 / 1		-2 / 1	-2 / 1	-2 / 1
	Trazado y excavaciones	-2 / 1		-2 / 2	-1 / 1	-2 / 1	-2 / 2	-1 / 1
	Instalación de equipos, bombas, tuberías y componentes.	-1 / 1		-1 / 1		-1 / 1	-2 / 1	-1 / 1
	Relleno de excavaciones	-2 / 1		-2 / 1		-2 / 1	-2 / 2	-1 / 1
Operación del sistema	Riego con mezcla de agua	-1 / 3		+2 / 3	+1 / 3	+1 / 3	+2 / 3	-1 / 3
	Mantenimiento y operación del sistema	-1 / 2		+1 / 3	+1 / 3	+1 / 3	+1 / 3	-1 / 3

De la Matriz de Leopold, en la cual se consideran los criterios indicados por la Ley y el reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), en los cuales se establece la pertinencia de realizar un Estudio de Impacto Ambiental, se puede concluir que el Proyecto “ Riego agrícola con agua tratadas de PTAs de la empresa Aguas ANDINAS en Melipilla” no generará o presentará ninguno de los efectos, características o circunstancias contempladas en el Artículo 11 de la Ley N°19.300 ni en los artículos procedentes del Reglamento del SEIA que amerite la presentación de un Estudio de Impacto Ambiental. Por lo tanto, resulta plenamente procedente el ingreso al SEIA a través de una Declaración de Impacto Ambiental,

bajo la forma de una declaración jurada, en la cual se expresa que el proyecto cumple con la legislación ambiental vigente.

9.2 Plan de Prevención de Riesgos

Los riesgos ambientales son determinados principalmente por amenazas, definidas como eventos de posible ocurrencia con capacidad de afectar negativamente al medio ambiente y consecuentemente la imagen del proyecto.

El plan de prevención de riesgos tiene como objetivo evitar el desarrollo de estas amenazas, para lo cual se deben adoptar ciertos procedimientos en las distintas etapas del proceso.

Para el caso de riego con aguas tratadas de PTAS, se presenta el siguiente plan de prevención de riesgos:

Prevención de riesgos en piscina para succión:

- La prevención en el manejo de la piscina para la succión, evitará poner en riesgos la estructura del tanque y el correcto funcionamiento de este.
- Realizar una limpieza interior de la piscina (de carácter periódico) para eliminar sedimentos que disminuyen la capacidad de operación de este.
- Mantener y revisar periódicamente las estructuras de entrada y salida de agua (compuertas, tubería, etc.) para garantizar una adecuada operación.

Prevención de riesgos en la conducción del agua hacia el predio:

- Realizar chequeos periódicos de los sistemas de conducción para detectar posibles fugas de agua en las tuberías.

Prevención de riesgos en la piscina de decantación y mezcla de aguas:

- Delimitar la entrada a la piscina de decantación para evitar el ingreso de animales y/o personas no autorizadas. Con esto, se evitará originar posibles daños a la estructura y problemas de toxicidad con los animales que pudiesen consumir el agua.
- Mantener y revisar periódicamente las estructuras de entrada y salida de agua (compuertas, marcos partidores, etc.) para garantizar un adecuado abastecimiento.
- Realizar limpieza periódica de la piscina de decantación, para evitar el paso de material particulado y basura, al sistema de impulsión.
- Revisión periódica de las paredes de la piscina para identificar posibles fisuras que generen pérdidas por filtración.
- Realizar una mantención periódica del exterior de la piscina, eliminando las malezas que crecen alrededor, para evitar fallas estructurales por acción de las raíces.
- Realizar mantenciones periódicas de las componentes del sistema de mezcla de agua, para garantizar la correcta dilución.

Prevención de riesgos en tranques de acumulación y derivación:

- La prevención en el manejo de los tranques de acumulación, evitará poner en riesgos la estructura de los tranques y el correcto funcionamiento de estos, tanto en la acumulación como en la entrega de agua.
- Delimitar la entrada a los tranques para evitar el ingreso de animales y/o personas no autorizadas. Con esto, se evitará originar posibles daños a la estructura.
- Realizar una limpieza interior de los tranques (de carácter periódico) para eliminar sedimentos y vegetación que disminuya la capacidad de operación de estos.

- Revisión periódica de las paredes de los tranques para evitar deslizamientos de tierra, lo que podría afectar la estabilidad de estos.
- Realizar una mantención periódica del exterior del tranque, eliminando las malezas que crecen alrededor, para evitar la disminución de agua acumulada por la absorción por plantas no deseadas.
- Mantener y revisar periódicamente las estructuras de entrada y salida de agua (compuertas, marcos partidores, etc.) para garantizar un adecuado funcionamiento.
- Monitoreo permanente de la situación de capacidad de los tranques en situaciones de lluvias torrenciales, con el objetivo de evitar un posible colapso.

Prevención de riesgos en el área de riego:

- Para sistemas de riego tecnificados, realizar un chequeo continuo de cada uno de sus componentes: Pivotes, cañerías de distribución, emisores. Con el objetivo de asegurar la disposición adecuada de agua en la superficie de riego.
- Reemplazar, en riego tecnificado, aquellos elementos que se encuentran dañados o no realizan su función correctamente.
- Capacitar continuamente al personal encargado de la operación del sistema de tratamiento y riego.
- Realizar análisis mensuales de calidad de agua después de la dilución de las aguas, para comprobar el cumplimiento de la NCh 1.333.
- Observación sintomatológica del suelo y de los cultivos para detectar posibles contaminaciones por elementos que contienen las aguas de la PTAs.

9.3 Plan de Contingencias

Un Plan de Contingencia es un plan esencialmente organizativo que proporciona las respuestas necesarias ante situaciones de emergencia. Los objetivos de éste son establecer las líneas básicas de actuación en el caso de un episodio de emergencia ambiental y coordinar los medios técnicos y humanos para contrarrestarlo.

A continuación se presentan una serie de situaciones de emergencia que pueden ocurrir en el área de operación del sistema de riego con agua de la PTAs, recomendándose ciertas medidas a adoptar para atenuar o evitar los efectos negativos que pueden sobrevenir.

Ocurrencia de temblores de gran magnitud o terremotos:

- Suspensión de en la operación del sistema de aducción, para evitar derrames ante posibles daños en el sistema.
- Suspensión del riego para evitar derrames de volúmenes excesivos ante posibles daños en el sistema.
- Chequeo de del sistema de aducción (piscina, bombas, tuberías, etc.) para verificar sus estados.
- Chequeo de las estructuras de riego (tranques, canales, compuertas, tuberías, etc.) para verificar sus estados.
- Reparación o reemplazo de estructuras dañadas.
- Ante inevitables derrames de agua, dar aviso inmediato a las autoridades pertinentes.

Lluvias torrentosas:

- Evaluar condición de los tranques de acumulación.
- Si es necesario, evacuar el agua de los tranques para evitar un rebalse con los consiguientes daños a las estructuras de estos. Antes de proceder se debe dar aviso a la autoridad pertinente.

Muerte de plantas:

- Reposición de plantas.
- Realizar análisis de calidad de agua en la succión del sistema de aducción y posterior a la dilución de las aguas (NCh1.333).
- Análisis de posibles causas de muerte.
- Adopción de medidas para evitar nuevas muertes, en base a la causa detectada.

Discontinuidad en el aporte de agua desde la PTAs:

- Reformulación de la programación de riego ante nuevo escenario de menor disponibilidad de agua.
- Adoptar medidas de máximo aprovechamiento de agua.
- Si estas existen, utilizar otras fuentes de agua, con el objetivo de evitar la muerte de plantas por déficit hídrico.

Detección de pérdida de suelo superficial:

- Revisión de programación de riego para evitar caudales erosivos. Esto puede conllevar a la disminución de caudales y tiempos de riego.

Fugas o roturas en tranques de acumulación y derivación:

- Elaborar un Plan de Emergencia ante situaciones que afecten la integridad del tranque (lluvias tormentosas, terremotos, etc.).
- Detección de la ubicación de la fuga y su causa.
- Reparación del daño.
- Adoptar medidas de mejoramiento de mantención del tranque.

Taponamiento de emisores en riego tecnificado:

- Limpieza completa del sistema.

Rotura de tuberías:

- Suspensión del riego.
- Detección de la causa que originó la rotura, para evitar nuevos daños.
- Cambio o reparación de la(s) tubería(s) dañada(s).

9.4 Estimación de los costos a nivel de prefactibilidad de estas medidas

Para el cumplimiento de las medidas de prevención y mantención de los proyectos de riego con agua de la PTAs, se consideran los siguientes ítems y costos.

Cuadro 28: Costos anuales a nivel de prefactibilidad de medidas de prevención y mantención.

Ítem	Cantidad	Unid.	Costo Unid.	Costo Total
Personal de mantención y prevención (permanente)	1	pers.	\$ 3.000.000	\$ 3.000.000
Personal de mantención y reparación (eventual)	28	J/H	\$ 7.000	\$ 196.000
Arriendo de maquinaria para movimiento de tierra	40	horas	\$ 14.000	\$ 560.000
Análisis de calidad de agua (DBO5 y nitrógeno total)	14	unid.	\$ 22.505	\$ 315.070
Análisis de calidad de agua (NCh 1.333)	14	unid.	\$ 132.636	\$ 1.856.904
Análisis de suelo (N, P, K disponibles)	10	unid.	\$ 15.881	\$ 158.810
			Total	\$ 6.086.784

10 Evaluación legal

También este es un caso de Aguas Servidas que se encuentran Tratadas, por lo que es conveniente precisar que tanto AGUAS ANDINAS como la AGRICOLA ARIZTIA LTDA son propietarios de Derechos de Aguas, con lo cual parece adecuado plantearse las siguientes situaciones:

1. En el caso de que Empresa Sanitaria con el Agricultor celebren un contrato de compraventa sobre los volúmenes de las aguas servidas que se encuentran tratadas, pueden suscitarse los siguientes escenarios:
 - El agricultor va poder postular al financiamiento del Estado, en virtud de lo que se establece en la ley 18.450 sobre riego agrícola.
 - La Empresa va tener que cumplir con lo pactado, siempre teniendo como base lo establecido en el Decreto Supremo N ° 90, viéndose expuesta si no cumple a la aplicación de multas decretadas por la autoridad respectiva y acciones entabladas en su contra por el agricultor, que buscan la resolución o el cumplimiento del contrato más indemnización de perjuicios, según lo establecen las normas civiles.
 - Pactar en el contrato que los volúmenes de agua se deben entregar por temporada de riego, en razón a los meses en que se necesita y usa de este bien.
 - A su vez, la fuente podría resguardarse del posible incumplimiento oportuno del agricultor de pagar el precio, estableciendo una cláusula penal en su favor, que es una institución que regula nuestra legislación civil y que consiste en una evaluación anticipada y convencional de los perjuicios en caso que llegue a pagarse el precio con retardo, quedando la indemnización fijada con anticipación y sin necesidad de entrar a probar los perjuicios en juicio posterior.(Artículo 1535 y sges Código Civil).

- En cuanto a los plazos de duración del contrato suscrito entre la Empresa Sanitaria y el agricultor, es importante dejar constancia que la duración de dicho contrato será aquella que fijen en las Bases de los Concursos para optar al fondo respectivo. En otras palabras, en materia de plazos debe existir necesariamente una concordancia entre el contrato a suscribir y la resolución de la adjudicación por parte de la Comisión de Riego, en conformidad a la Ley 18.450. Dichos plazos tienen un mínimo fijado por ley, el cual depende del tipo de negocio jurídico que se suscriba.
- El agricultor tendría que constituir una Servidumbre de Acueducto con el propósito de conducir dichas aguas hasta su predio. Siempre teniendo en consideración que los predios sirvientes deben ser indemnizados por el terreno que fuere ocupado y las mejoras afectadas por la construcción de dicho acueducto. Agregando a lo planteado las indemnizaciones correspondientes en caso de perjuicios ocasionados por construcción del acueducto, filtraciones, derrames y desbordes que puedan imputarse a defectos de construcción o mal manejo del mismo.(Libro I título VII n °1 c) de las servidumbres, artículo 76 y sgtes. Código de Aguas.)
- Concordante con lo anterior, si el acueducto llegase a producir algún daño a los predios colindantes, por ejemplo, contamina sus campos impidiendo el normal cultivo, se vería expuesto el agricultor como titular del acueducto a ser demandado de indemnizaciones de perjuicios por concepto de responsabilidad extracontractual. (Artículo 2314 y sgtes del Código Civil.)
- La Empresa podría resguardarse en caso de que el precio se pague en cuotas, constituyendo una hipoteca en su favor sobre el predio que es titular el agricultor, esto dependerá del grado de confianza que exista entre las partes involucradas y la situación económica del beneficiario. Siempre tomando en consideración la cantidad de hectáreas del

agricultor, ya que de esta manera le sería conveniente desde el punto de vista comercial la constitución de dicha institución jurídica.

- La Sanitaria con el agricultor podrían pactar que no se comercien los volúmenes de agua con terceros, en virtud del principio de la autonomía de la voluntad.
- También podrían considerarse otras cauciones a favor de la Empresa, por ejemplo una boleta bancaria de garantía, póliza de seguro o pagaré notarial.
- Desde el punto de vista tributario, la Sanitaria en caso que venda volúmenes de aguas servidas no solo al beneficiario si no también a terceros, podría estar afecta al pago del impuesto al valor agregado, ya que estaría adoptando la calidad de vendedor, debido a su habitualidad en las ventas de dichos volúmenes de agua según la calificación que haga el Servicio de Impuestos Internos. (Artículo 2 n ° 3 del Decreto Ley n ° 825, artículos 2 letra l) y 4 del Decreto supremo n ° 55.)
- Hay que señalar que el arrendamiento de volúmenes de agua no tiene cabida, ya que en este tipo de contrato la regla es que pueden arrendarse todas cosas corporales e incorporeales; muebles e inmuebles salvo las cosas consumibles debido a que el arrendatario tiene la obligación de restituir la cosa arrendada al término del contrato, pero si se consumió con su uso, no podrá restituirla. Artículo 1916 Código Civil. Otra cosa distinta sería que el agricultor le arrendara maquinaria a la Sanitaria con el fin de transportar el agua. Ahora no hay que perder de vista que bajo los supuestos dados, sí procede el arrendamiento del Derecho de Aprovechamiento de Aguas, ya que es un derecho real, y el titular puede disponer de él libremente, pudiendo venderse, arrendarse, etc.

2. En atención al Principio de la autonomía de la voluntad que prima en nuestro derecho privado, se le faculta a las partes la posibilidad de celebrar cualquier tipo de contrato, determinando ellas mismas su contenido, efectos y duración, siempre teniendo en consideración el respeto a la ley, el orden público y las buenas costumbres. Dicho esto, la Empresa con el agricultor podrían celebrar un contrato innominado donde podrían tomar en consideración los siguientes aspectos.

- En caso de que se estipule pagar el precio en cuotas por los volúmenes de agua, se podría pactar una cláusula de aceleración, bajo el supuesto de que si no se cumple con una de las cuotas de varias en el tiempo oportuno, se haga exigible la totalidad de la obligación.
- Se podría pactar cláusula penal.
- Se podría pactar una cláusula que modifique la responsabilidad contractual de la Empresa. En virtud de la cual, la culpa de la Sanitaria se vería atenuada o aumentada en caso que no cumpla el contrato, ya que no entregó la calidad de agua exigida por el Decreto Supremo N ° 90, pero siempre teniendo en consideración de verse expuesta a las multas que irroge dicho incumplimiento frente a la autoridad respectiva.

3. También en este sentido se podrían transferir los derechos de aguas pertenecientes a la empresa AGUAS ANDINAS sobre el derrame mediante el contrato de cesión de derechos. En el caso que planteamos se presentan las siguientes particularidades que paso a describir:

- El agricultor en este escenario a su vez también podría comercializar sus derechos con terceros, a menos que se pacte lo contrario.

comunidad, el beneficiario podría crear más puesto de trabajo, ofrecer mejores condiciones a sus trabajadores, etc.

6. En relación a lo que debe entenderse por servidumbre de acueducto, la podemos definir como el derecho que tiene el dueño de un predio o de un establecimiento industrial o que tiene un pueblo de conducir aguas que le son necesarias a través de un predio ajeno. Se encuentra dentro de la clasificación de servidumbres legales de utilidad privada y se deben demandar judicialmente a través del procedimiento sumario, es decir no operan de pleno derecho, requiriendo de una sentencia judicial. (Artículos 841, 861 Código Civil, 76 Código de Aguas, 680 Código de Procedimiento Civil.). Los requisitos para su constitución son los siguientes:

- Necesidad de conducir aguas.
- El dueño del predio dominante debe tener un derecho de disponer de las aguas que se pretendan conducir, para eso debe probar que puede disponer del agua que desea conducir.
- El interesado debe el pago de las indemnizaciones que corresponden al dueño del predio sirviente y las expensas que requiera su constitución, como el precio de todo el terreno que fuere ocupado.

11 *Análisis del impacto agroproductivo, legal y económico*

La Región Metropolitana dispone de buenas vías de acceso nacional e internacional y una alta densidad poblacional, que es su principal mercado consumidor. Además tiene acceso a materias primas y mano de obra calificada, lo que ha generado que tenga el mayor número de industrias del país.

En términos provinciales es en Melipilla donde se dedica la mayor cantidad de superficie de la región al cultivo, con más del 37,4%. En cuanto a las comunas, es Melipilla la con mayor superficie sembrada con más de 29 mil hectáreas.

Como consecuencia de la expansión agroproductiva en nuestro país, se ha incrementado notablemente el uso de los suelos. La introducción de sistemas de riego tecnificado (especialmente zona central), ha aumentado la eficiencia en el uso de los recursos hídricos e incorporado nuevos espacios a la producción

Los cultivos tradicionales como papa y maíz mantienen su importancia en la zona; con la integración del riego tecnificado se han incrementado considerablemente las producciones por hectárea. Con esto, la superficie cultivada de estas dos especies no ha aumentado, pero sí, se ha intensificado manteniendo estándares para competir con otros mercados gracias a las buenas prácticas agrícolas. Durante los últimos años se han estancado los precios para ambos mercados, producto de las menores expectativas de exportación de los principales abastecedores del comercio mundial.

Chile es más bien un importador de productos derivados de la papa, siendo los bastones pre-fritos congelados (papas preparadas congeladas) el principal producto importado, proveniente principalmente de la Argentina. En términos de valor los siguen las importaciones de papas Snack (preparadas sin congelar), el puré de papas y las papas para consumo frescas. No obstante, las exportaciones chilenas de derivados de papa tuvieron un importante crecimiento durante los últimos años (2007-2008), dando al agricultor oportunidades para competir en este nuevo nicho.

Para el cultivo del maíz existen diversas alternativas de comercialización, como por ejemplo, industria alimenticia (granos, aceites vegetales, etc.) e industria forrajera, otro potencial y emergente mercado destinar el cultivo a la

producción de alcohol y biodisel. Además, se utiliza el almidón de maíz en reemplazo del petróleo para producir butanol, empresas de plastificados, resinas, adhesivos, lacas, saborizantes, fluido de frenos, plásticos biodegradables, dextina y dextosa (alimentación y drogas farmacéuticas). En síntesis, el agricultor debe pensar en trabajar para crear demanda y darle usos diversos con valor agregado a un cultivo que es altamente productivo.

Con la seguridad de riego, el agricultor puede planificar sus producciones, ganancias y mercados objetivos, brindándole una sustancial oportunidad de competencia. Para el caso particular de Agrícola Ariztía Ltda., se mantienen compromisos con la empresa Everscips para la comercialización de sus producciones de papa. . Por otro lado, si el precio del maíz no satisface las expectativas del productor, puede comercializar sus productos tanto para industria alimenticia como para la elaboración de subproductos más sofisticados como lo es el biodisel, o la amplia gama de derivados.