

**REPUBLICA DE CHILE
COMISION NACIONAL DE RIEGO
DIRECCION DE RIEGO**

**ESTUDIO A NIVEL DE DIAGNOSTICO
DEL PROYECTO ACONCAGUA
V REGION**

INFORME EJECUTIVO

NOVIEMBRE 1995

INFORME EJECUTIVO

INDICE

	PAGINA
1. ANTECEDENTES GENERALES	1
1.1. OBJETIVOS GENERALES DEL ESTUDIO	1
1.2. DESCRIPCION DE LAS FASES DEL ESTUDIO REALIZADO	1
2. SITUACION ACTUAL	3
3. DESARROLLO AGROPECUARIO	6
4. DESARROLLO DEL RIEGO	8
5. BALANCE HIDRICO	12
6. EVALUACION ECONOMICA	15
7. ANALISIS GENERAL DE LOS RESULTADOS DEL ESTUDIO Y DIAGNOSTICO	16
7.1 ANTECEDENTES CONCEPTUALES	16
7.2 ANALISIS DE LOS RESULTADOS DE LA EVALUACION ECONOMICA	18
7.3 ANALISIS DE SENSIBILIDAD	20
7.4 ANALISIS DEL REGADIO DE LA CUENCAS CONSIDERANDOLAS EN FORMA SEPARADA	24
7.5 CONCLUSIONES FINALES DEL ANALISIS DE DIAGNOSTICO	28
7.6 RECOMENDACION FINAL	31

1. ANTECEDENTES GENERALES

1.1. OBJETIVOS GENERALES DEL ESTUDIO

El objetivo del estudio se refiere a formular a nivel de diagnóstico un Programa de Desarrollo Integral de los Recursos Naturales Disponibles en las cuencas de los ríos Aconcagua, Putaendo, Ligua y Petorca, como también en el sector costero que se desarrolla entre el estero Huaquén y Concón.

El área de estudio (ver plano al final del informe) se encuentra localizada geográficamente entre los paralelos 32°02' y 33°11' de latitud sur y los meridianos 69°59' y 71°33' de longitud oeste, aproximadamente.

La superficie potencialmente regable asciende a unas 105.000 ha., de las cuales sólo 55.907 ha. se regarían actualmente con una seguridad estimada de 85%. La superficie bajo canal del área de estudio alcanza a cifras del orden de las 86.720 ha.

En general, la zona agrícola se caracteriza por una ausencia casi total de obras de regulación, puesto que las existentes, que satisfacen zonas locales, son de poca relevancia frente al potencial regable.

1.2. DESCRIPCION DE LAS FASES DEL ESTUDIO REALIZADO

El estudio realizado se inició con un análisis de los antecedentes existentes, los que se concentraban de preferencia en el "Estudio Integral de Riego de los Valles Aconcagua, Putaendo, Ligua y Petorca" de la CNR preparado por CICA, BINNIE and PARTNERS y HUNTING TECHNICAL SERVICES LTDA., en el "Estudio de Factibilidad Física del Embalse Puntilla del Viento" de la Dirección de Riego preparado por Electrowatt y en el estudio de "Factibilidad Física del embalse Los Angeles y Túnel Veta del Agua" también preparado para la Dirección de Riego por Guillermo Noguera y Asoc.

Posteriormente se realizó un análisis crítico y actualización de los recursos de clima, suelo e hídricos. A continuación se efectuó la caracterización económica y productiva de la situación agropecuaria actual la que representa la condición "Sin Proyecto". En esta fase del estudio se establecieron las características del área en relación a la infraestructura agrícola, el uso de la tierra, la producción y rendimientos agrícolas y posibilidades de cultivos. El análisis anterior

permitió finalmente preparar fichas de costos directos y resultados económicos, antecedentes básicos para el desarrollo de la evaluación económica.

En forma concordante se formularon el desarrollo agropecuario y el de riego, definiéndose la adecuación predial necesaria, las áreas del nuevo riego y las necesidades hídricas de la situación con proyecto, es decir las demandas que a través de recursos superficiales, de las obras de regulación posibles y el aprovechamiento del acuífero, podrían satisfacerse con seguridad 85%.

Considerando el Desarrollo Agropecuario y consecuentemente el Desarrollo del Riego, se hizo una investigación sobre las posibilidades y alternativa de sistemas de obras necesarias para cubrir las situaciones deficitarias del regadío.

Este estudio de identificación y reconocimiento de posibles sistemas de riego se refirió a las obras de regulación, aprovechamiento de acuíferos y análisis de posibilidades de trasvases de recursos. En relación a las obras de regulación se consideraron como factibles sólo los embalses Puntilla del Viento, en el río Aconcagua, Los Angeles (en la hoya del río Ligua) y Rocín en el Valle de Putaendo, ya que de acuerdo a los antecedentes disponibles y a los numerosos estudios efectuados con anterioridad no existen otras posibilidades de importancia que sean de interés técnica y económicamente.

A base de estas obras se identificaron así 8 sistemas, 7 de los cuales consideraban embalses de regulación y el otro hacía uso sólo de los acuíferos o embalses subterráneos. En los proyectos analizados se estudiaron casos con embalse Puntilla del Viento o los Angeles trabajando solos y también operando juntos, todos estos casos se estudiaron con y sin embalse Rocín. Los embalses Puntilla del Viento y Los Angeles fueron estudiados y considerados para dos y tres alturas de muro respectivamente o lo que es lo mismo para dos y tres volúmenes embalsados, de manera que finalmente, a través del Balance Hídrico realizado, se analizaron 16 casos derivados de los 8 sistemas de riego indicados.

Se analizaron también los aspectos legales relacionados con estas obras.

Finalmente, el estudio en una de sus últimas etapas se refirió a la evaluación económica y financiera de las distintas alternativas consideradas para el regadío del área incluyendo en ella un análisis de sensibilidad de los distintos indicadores.

2. SITUACION ACTUAL

En la producción silvoagropecuaria y en especial en la producción frutícola, el clima es un factor de gran importancia, aunque el suelo también es un elemento básico que debe ser considerado en toda su significación pese a que en la actualidad existen tecnologías productivas, económicamente factibles, que permiten corregir o superar las muchas de las limitantes del suelo, y que se están ya aplicando en el área del proyecto.

En general la zona dispone de buen clima para el desarrollo agrícola, permitiendo éste la mayoría de los cultivos de alta rentabilidad. En el estudio se han distinguido 3 zonas agroclimáticas, que se han denominado litoral, interior y central. La litoral que comprende la plataforma costera hasta los lomajes al pie de la vertiente occidental de la cordillera de la costa, bajo el nivel 125 m.s.n.m., es especialmente apta para cultivos de las leguminosas y los cereales de invierno. La zona agroclimática interior, que abarca los terrenos ubicados entre las cotas 125 y 250 m.s.n.m., es especialmente apta para frutales de hoja perenne y cultivos de verano exigentes en temperatura. La zona agroclimática central, que abarca los terrenos sobre la cota 250 m.s.n.m., es especialmente apta para los frutales de hoja caduca, los cultivos de verano exigentes en temperatura como son las chacras y los cultivos de temporada.

El 60% de los terrenos que están actualmente bajo canal son de suelos de buena calidad (I,II y III) que no requieren de tecnologías agronómicas especiales para el desarrollo de cultivos altamente productivos, el 40% restante podría destinarse a la producción frutal si las condiciones microclimáticas y la rentabilidad lo aconsejan, pero con una inversión en tecnología de monto variable, ya sea en sistemas de riego o construcción de camellones, lo que ya se ha comenzado a hacer. Cabe hacer presente que los suelos I y II presentan características de excelente calidad, comparables a las de los del valle del Maipo y otros de los mejores del territorio.

En los últimos años se ha comenzado a hacer uso de los suelos que están sobre canal, plantando frutales en laderas de cerro, usando técnicas avanzadas de riego y obteniendo buenos resultados técnicos como económicos. Este hecho que en gran medida se debe al clima de la zona, hace que el área de estudio presente extensas zonas de laderas que están sobre cota de canal que podrían usarse en las plantaciones de frutales de alta rentabilidad. Una estimación preliminar de las

superficies de laderas susceptibles de plantarse llevó a una área de 50.000 has., la que por razones de tipo topográfico, de exposición solar, de mercado y capacidad empresarial de sus dueños, se recomendó llevarlas no más allá de 15.000 has.

La agricultura de la región es importante en producción de frutales, hortalizas y flores, y en bastante menor medida en cultivos anuales y ganadería. En términos de superficie, la región concentra aproximadamente un 20% de las plantaciones frutales del país y algo similar sucede con el rubro hortalizas y flores.

En términos productivos y tecnológicos, la agricultura regional se caracteriza por un nivel alto en los cultivos frutícolas y hortícolas y niveles medios para los cultivos anuales. La casi totalidad de las nuevas plantaciones están incorporando el riego tecnificado que permite un mejor manejo del agua y los nutrientes de la planta.

En la tabla siguiente se indican las superficies actualmente regadas en el área del proyecto y el uso de ellas.

SUPERFICIE ACTUAL BAJO CANAL, REGADA CON SEGURIDAD INSUFICIENTE		
Cultivos anuales	11.082	hectáreas
Frutales	28.613	hectáreas
Hortalizas y Flores	14.158	hectáreas
Praderas	32.870	hectáreas
Total superficie riego	86.723	hectáreas

Una importante proporción de la producción regional está orientada hoy día a los mercados externos, especialmente en frutas y flores.

Los excedentes netos totales que se estarían obteniendo anualmente en un año promedio en la actividad agrícola, en el área del proyecto, alcanzarían a nivel de productor a una cifra del orden de los US\$ 94.000.000. según la determinación realizada en este estudio.

En relación al área del proyecto cabe indicar que según el censo de 1992, la participación de la V región en la población nacional es del orden del 10.4% (1.300.000 habitantes) y un 40% de la cifra anterior se ubica en la zona del proyecto, distribuida un 80% en zonas urbanas y un 20% en áreas rurales.

En nivel de desarrollo de la Región en general, es claramente superior al promedio nacional y de modo que su PGB sólo es superado por el de la Región Metropolitana, como así también el producto per cápita, reflejándose lo anterior en niveles educacionales y de ocupación favorables.

Otra característica del área del estudio es que las organizaciones de productores, regantes, empresas de apoyo al desarrollo agrícola son fuertes y eficientes.

En relación a los problemas de indigencia y extrema pobreza, sin embargo, la situación es similar a la del promedio nacional, aunque en los últimos años se ha registrado una disminución franca de estos problemas.

En relación al recurso hídrico superficial, la situación puede resumirse en líneas generales de la manera siguiente:

CAUDALES PROMEDIOS EN LAS HOYAS PRINCIPALES DEL ESTUDIO			
Río	Estación Fluviométrica	Caudal promedio anual a la entrada del valle. m^3/s	Caudal promedio en el mes de marzo entrada del valle. m^3/s
Aconcagua	(Chacabucuito)	33,23	25,56
Putendo	(Resguardo Los Patos)	8,52	4,40
Ligua	(Alicahue en Colliguay)	1,44	0,57
Petorca	(Sobrante en Piñadero + Pedernal en Tejada)	1,33	0,45

Del análisis de estas cifras se desprende que los recursos importantes se concentran principalmente en el río Aconcagua y que en general los ríos del área presentan una variación estacional que conduce a estiajes desfavorables para el riego.

Respecto a los acuíferos existentes posibles de utilizar, el estudio realizado permitió definir que éste es un recurso importante y seguro especialmente en el valle del Aconcagua.

En efecto, el volumen de regulación anual es de varios cientos de millones de m^3 en los acuíferos del Aconcagua y de algunas decenas de millones de m^3 en los valles de Ligua y Petorca, cifras que se consideran muy significativas y pueden pasar a constituir una apoyo muy interesante para el regadío basado en

embalses de recursos superficiales, e incluso ellos por si sólo podrían constituirse en una fuente segura de alimentación de agua para regadío, sin necesidad de recurrir a embalses de recursos superficiales, si ello resultare económico considerando los costos de habilitación, operación y mantención de los pozos.

La ausencia de obras de regulación y la variación estacional y anual que presentan los caudales de los ríos, que se traducen en caudales pequeños en los meses de Febrero, Marzo y Abril, han hecho que el recurso agua sea relativamente escaso, lo que se ha traducido en que todos los ríos de la zona: Aconcagua, Putaendo, Ligua y Petorca, están con sus derechos de aprovechamiento permanentes declarados agotados desde hace más de un siglo con excepción de la segunda sección del río Aconcagua, la que en la actualidad está en vías de declararse oficialmente agotada, aunque en la práctica así ya lo está, por lo tanto, sólo es posible la obtención de derechos de carácter eventual. Vastas zonas del área de estudio, que actualmente están bajo canal, presentan una baja seguridad de riego, lo que no permite dedicarlas a cultivos intensivos de alta rentabilidad a pesar de presentar condiciones climáticas muy favorables. Estas situaciones se manifiestan de preferencia en los valles de Ligua, Petorca y Putaendo y en partes de las tercera y cuarta sección, del río Aconcagua.

La remoción de este factor limitante principal, lo que puede conseguirse mediante la regulación de cuencas con obras hidráulicas o con la utilización de los recursos subterráneos, puede producir un gran impacto favorable en la intensificación en el uso de los recursos naturales y en la rentabilidad de la agricultura en el área del proyecto.

Si se acumulan sobrantes de Invierno o Deshielo que se pierden actualmente en el mar al no existir obras de regulación, se generarán nuevos recursos utilizables durante la época de escasez para el riego, lo que originará posibilidades adicionales de derechos de tipo permanente incorporables al nuevo regadío.

3. DESARROLLO AGROPECUARIO

Como consecuencia del proceso de desarrollo económico observado en la última década, queda claro que las posibilidades de crecimiento futuro de la región en el aspecto agropecuario están enmarcadas mayoritariamente en las potencialidades que ofrecen los mercados de exportación. Es así como todo el desarrollo que pudiera plantearse a partir del mejoramiento del

riego o del aumento de la superficie regada en el área de interés, debe necesariamente concentrarse en rubros para los cuales haya un mercado externo actual o potencial. Este es el caso específico del desarrollo de especies frutales subtropicales.

En este sentido cobra especial importancia la forma como las autoridades de gobierno en conjunto con las organizaciones de productores, realicen las negociaciones y tratativas de manera que en los mercados como el Mercosur, Apec, Nafta, el país no sólo conserve sino que amplíe sus posibilidades.

Se ha supuesto que las zonas actualmente regadas con mayor seguridad de riego, que corresponden a la primera y segunda sección el río Aconcagua (zona 1 y 3 del Estudio), se mantendrían sin alteración, ya que en ellas hay una proporción adecuada de cultivos intensivos (frutales y hortalizas). En las zonas de riego actual en las cuales podría aumentarse la seguridad de riego (Valles de Putaendo, Ligua y Petorca y 3ª y 4ª secciones del río Aconcagua) se ha estimado un reemplazo de cultivos anuales por cultivos más intensivos, los que se sustentarían en la mayor seguridad de agua.

En las superficies ubicadas sobre cota de canal que se incorporarían al riego, se ha estimado que se plantarían preferentemente frutales de hoja perenne.

En el cuadro siguiente se entrega una estimación del uso futuro del suelo en todo el área del proyecto en el que se ha incluido, también para los fines de comparación el uso actual del suelo.

ESTIMACION DEL USO DEL SUELO (HECTAREAS FISICAS)				
	Actual	Futuro		Total
		Bajo canal	Sobre canal	
Cultivos Anuales	1.082	10.827	-----	10.827
Frutales	28.613	30.402	13.029	43.431
Hortalizas	11.630	12.236	300	12.536
Flores	2.528	2.638	120	2.758
Praderas	32.870	35.186	280	35.466
Superficie riego neta	86.723	91.289	13.729	105.018

En relación a este cuadro, cabe mencionar que en la actualidad, existen una superficie, por el momento, relativamente menor de cultivos de frutales sobre canal, ya incorporados al proceso productivo.

Un análisis de este cuadro permite apreciar una disminución en la superficie de cultivos anuales, un fuerte aumento en las plantaciones de frutales el que se manifiesta de preferencia en los frutales de hoja perenne, y un ligero aumento de las superficies dedicadas a hortalizas y flores. En las praderas también se observa un pequeño aumento, sin embargo debe señalarse que éste es muy fuerte en las praderas artificiales en desmedro de la superficie dedicada a praderas mejoradas.

La inversión intrapredial necesaria para poner en riego las nuevas superficies se ha considerado igual a US\$ 2.800 has. apoyándose en consultas con los productores locales.

Los excedentes agropecuarios que podrían alcanzarse a nivel de productor, en el área de estudio, anualmente podrían llegar a cifras del orden de los US\$ 128.000.000 cantidad que es aproximadamente US\$ 34.000.000 mayor que la indicada anteriormente para la situación actual.

4. DESARROLLO DEL RIEGO

La necesidad de mejorar la seguridad del riego de vastas zonas del área de estudio, como también la conveniencia de aumentar la superficie de riego bajo canal de 86.723 has. a 91.290 has. y de las cuales hoy día se riegan 55.906 ha con seguridad aceptable e incorporar al riego 13.729 has. sobre cota canal, unido al hecho de que los recursos superficiales de aguas son muy variables a través de los años y con un marcado estiaje, llevó a estudiar los siguientes embalses que permiten almacenar los excedentes, normalmente de invierno, de los ríos Aconcagua y Putaendo:

Excedentes río Aconcagua:

- Embalse Puntilla del Viento
- Embalse Los Angeles con canal alimentador el Paico.

Excedentes río Putaendo:

- Embalse Rocín

Cabe hacer presente que los embalses Puntilla del Viento, Los Angeles y Rocín son las obras de regulación del área del

estudio para fines de riego de cierta importancia que ofrecen posibilidades de ser factibles técnica y económicamente. Estos proyectos han sido analizados desde hace muchos años por las Instituciones Públicas relacionadas con el regadío, existiendo gran cantidad de antecedentes y estudios que los avalan como las posibilidades relevantes para los fines indicados.

En relación a los ríos Ligua y Petorca tanto sus caudales en años secos como los lugares para ubicar posibles presas, han conducido a formular como alternativa posible el embalse Los Angeles ubicado en un afluente del río Ligua, el que para tener una seguridad hidrológica razonable debe ser alimentado con excedentes del río Aconcagua.

Como el río Aconcagua no puede abastecer con sus recursos de régimen natural las necesidades de riego, sólo queda la posibilidad de regular recursos eventuales sobrantes que normalmente se producen en los meses de invierno y algunas veces en los meses de Noviembre a Enero como producto de grandes deshielos. Estos recursos sobrantes que requieren ser embalsados para su posterior uso en los meses de riego, pueden ser retenidos tanto en el embalse Puntilla del Viento que se dispondría en el río Aconcagua, como en el embalse Los Angeles que se dispondría en el estero Los Angeles afluente del río Ligua.

Independientemente del embalse que se construya, para garantizar el riego integral de las áreas incluidas en el estudio, dándoles una seguridad 85%, resulta indispensable recurrir adicionalmente al bombeo desde los diferentes acuíferos que existen en el área.

El desarrollo del riego se ha analizado considerando las demandas de los Programas Agrícolas posibles en el futuro en el área del estudio. En concordancia con estos programas de desarrollo agropecuario ha sido posible formular una gama de sistemas de obras, cuya evaluación técnica y económica debe permitir formular el diagnóstico solicitado en los Términos de Referencia.

Apoyándose en todo lo anterior, se analizaron los siguientes sistemas alternativos de riego para la superficie, aproximada de 105.000 ha (91.290 bajo canal y 13.729 sobre canal).

Sistema de Riego Integral	Obras del Sistema		
	Embalse	Capacidad	Canal
1. Puntilla del Viento	P. del Viento	155	Jahuel
2. Puntilla del Viento	P. del Viento	180	Jahuel
3. Puntilla del Viento	P. del Viento	155	El Paico
4. Puntilla del Viento	P. del Viento	180	El Paico
5. Puntilla del Viento	P. del Viento Rocín	155 42	El Paico
6. Puntilla del Viento	P. del Viento Rocín	180 42	El Paico
7. Los Angeles	Los Angeles	140	El Paico
8. Los Angeles	Los Angeles	190	El Paico
9. Los Angeles	Los Angeles	260	El Paico
10. Los Angeles	Los Angeles Rocín	140 42	El Paico
11. Los Angeles	Los Angeles Rocín	190 42	El Paico
12. Los Angeles	Los Angeles Rocín	260 42	El Paico
13. Puntilla del Viento Los Angeles	P. del Viento Los Angeles	155 140	El Paico
14. Puntilla del Viento Los Angeles	P. del Viento Los Angeles	180 140	El Paico
15. Puntilla del Viento Los Angeles	P. del Viento Los Angeles Rocín	155 140 42	El Paico
16. Bombeo	-----	-----	El Paico

Todos estos sistemas de riego consideran además las siguientes obras:

- Aducción Norte: Canal que lleva las aguas del Estero o Embalse Los Angeles al Valle del Petorca.
- Aducción Cabildo: Canal que lleva las aguas del río Ligua a los sectores de Catapilco, Quebradilla y Papudo.

- Mejoramiento y ampliación canal Waddington.
- Construcción y peraltes canales de Putaendo.

En relación a estos Sistemas de Riego, los seis primeros casos se refieren a un análisis de la potencialidad de un embalse en el Aconcagua, ya que en este río se concentran en forma claramente mayoritaria los excedentes posibles de regular. A través de este estudio se ha tratado de definir cual sería el Sistema de Obras superficiales y el bombeo necesario como para visualizar, en esta etapa de diagnóstico, si es posible satisfacer con esta sola obra de regulación y un complemento del bombeo la solución a los problemas que hoy se plantean en relación a las zonas de mayor déficit de abastecimiento hídrico.

Los casos siguientes 7 al 12 corresponden a sistemas fundamentados en embalse Los Angeles, alimentados desde el río Aconcagua, y 13 al 15 se refieren a sistemas basados fundamentalmente en Puntilla del Viento y Los Angeles, los que actuando en conjunto, podrían abastecer en forma más eficiente las demandas de riego, reduciendo así las necesidades de bombeo desde el acuífero.

Para completar la gama de posibilidades se analizó una alternativa que excluye a los embalses y la situación se trata de resolver mediante una solución fundamentada sólo en el aprovechamiento del acuífero. Asimismo también, finalmente se analizaron distintas situaciones en cuanto a capacidades de embalse para Puntilla del Viento y Los Angeles.

Las capacidades de los embalses de los distintos casos considerados se determinaron a través del modelo de simulación el que permitió definir curvas volumen embalsado - volumen de bombeo complementario. De estas curvas se obtuvieron los rangos de capacidad de los distintos embalses considerando que las capacidades máximas eran aquellas a partir de las cuales el bombeo complementario se mantenía relativamente constante en función del aumento del volumen embalsado, y las mínimas aquellas en que el bombeo complementario se incrementaba muy rápidamente. Este análisis permitió definir para Los Angeles un rango entre 140 Hm³ y 260 Hm³, para Puntilla del Viento entre 155 Hm³ y 180 Hm³. Para el embalse Rocín se pudo verificar que la capacidad adecuada era de 42 Hm³.

Los muros de presa considerados en los tres embalses han sido del tipo de rellenos permeables con pantalla de hormigón por aguas arriba, alternativa que se ha adoptado por razones económicas después de efectuar un estudio con diferentes tipos de presa.

Los túneles de las aducciones se han proyectado con radier de hormigón pero con paredes y bóvedas sin revestir. Los canales matrices se han considerado revestidos, pero no así los canales menores que se han considerado sin revestir, salvo aquellos ubicados en zonas altamente permeables, como son las del valle de Putaendo.

5. BALANCE HIDRICO

El análisis de los recursos hídricos disponibles y de las demandas de agua de los Programas de Desarrollo previstos se abordó mediante un balance del agua, el que se desarrolló a nivel mensual por cuanto el objetivo del estudio es determinar las zonas con excedentes estacionales, los que podrían ser conducidos a otras zonas que aparezcan deficitarias. Para efectuar este balance se desarrolló un Modelo de Simulación Operacional Computacional.

Para el estudio de la situación actual se consideró la infraestructura existente en la zona de interés. Como resultado de este estudio se obtuvieron las superficies cuyas demandas actualmente pueden ser satisfechas con seguridad 85% en las diferentes zonas del área en estudio, las que se resumen en la tabla siguiente:

SITUACION ACTUAL AREA BAJO CANAL			
ZONA	SUPERFICIE TOTAL (ha)	SUPERF. REG. CON 85% DE SEGURIDAD (ha)	% DE LA SUPERF. TOTAL REGADA CON 85% DE SEGURIDAD
1	22.459	21.198	94,4
2	6.186	2.399	38,8
3	12.838	12.168	94,9
4	32.940	17.329	52,6
6	8.437	1.463	17,3
7	6.100	1.332	21,8
TOTAL	88.960	55.907	62,8

Nota: La superficie total incluye 2237 hás de doble cultivo.

Un análisis de esta tabla indica que hay una gran seguridad de riego en las zonas 1 y 3 y una bastante más reducida en el resto de las zonas, siendo bastante críticas las situaciones de las zonas 6 y 7 (Valle de los ríos Ligua y Petorca respectivamente).

Respecto a la situación futura, que se ha definido de manera que se rieguen un total de 105.000 ha, su abastecimiento anual en cada uno de los sistemas de riego analizados se resume en los cuadros que van a continuación.

SISTEMAS DE RIEGO RELACIONADOS CON PUNTILLA DEL VIENTO						
EMBALSES	CAPACIDAD MAXIMA Hm ³	ADUCCION		SUPERFICIES ha		BOMBEO COMPLEMENTARIO Hm ³ /AÑO
		CANAL	CAPACIDAD m ³ /s	TOTAL	NUEVO RIEGO	
Puntilla del Viento	155	Canal Jahuel	14	104.392	48.485	146
Puntilla del Viento	180	Canal Jahuel	14	104.281	48.374	140
Puntilla del Viento	155	Canal El Paico	12	105.459	49.552	160
Puntilla del Viento	180	Canal El Paico	12	105.459	49.552	156
Puntilla del Viento y Rocín	155 42	Canal El Paico	12	105.992	50.085	132
Puntilla del Viento y Rocín	180 42	Canal El Paico	12	105.992	50.085	128

SISTEMAS DE RIEGO RELACIONADOS CON LOS ANGELES						
EMBALSES	CAPACIDAD MAXIMA Hm ³	ADUCCION		SUPERFICIES ha		BOMBEO COMPLEMENTARIO Hm ³ /AÑO
		CANAL	CAPACIDAD m ³ /s	TOTAL	NUEVO RIEGO	
Los Angeles	140	Canal El Paico	20	105.478	49.572	130
Los Angeles	190	Canal El Paico	20	105.368	49.461	122
Los Angeles	260	Canal El Paico	20	105.493	49.586	120
Los Angeles y Rocín	140 42	Canal El Paico	20	105.992	50.085	102
Los Angeles y Rocín	190 42	Canal El Paico	20	105.867	49.960	93
Los Angeles y Rocín	260 42	Canal El Paico	20	105.992	50.085	92

SISTEMA DE RIEGO RELACIONADOS CON PUNTILLA DEL VIENTO Y LOS ANGELES						
EMBALSES	CAPACIDAD MAXIMA Hm ³	ADUCCION		SUPERFICIES ha		BOMBEO COMPLEMENTARIO Hm ³ /AÑO
		CANAL	CAPACIDAD m ³ /s	TOTAL	NUEVO RIEGO	
Puntilla del Viento y Los Angeles	155 140	Canal El Paico	20	105.047	49.140	103
Puntilla del Viento y Los Angeles	180 140	Canal El Paico	20	105.104	49.197	97
Puntilla del Viento, Los Angeles y Rocín	155 140 42	Canal El Paico	20	105.376	49.469	76

SISTEMAS DE RIEGO CONSIDERANDO SOLAMENTE BOMBEO						
EMBALSES	CAPACIDAD MAXIMA Hm ³	ADUCCION		SUPERFICIES ha		BOMBEO COMPLEMENTARIO Hm ³ /AÑO
		CANAL	CAPACIDAD m ³ /s	TOTAL	NUEVO RIEGO	
NO se consideran	---	Canal El Paico	12	105.350	49.443	196

Es importante hacer notar que el Balance Hídrico realizado tuvo por objeto identificar los posibles Sistemas de Obras de Regulación de Aguas Superficiales y Aprovechamiento del Acuífero, capaces de satisfacer las demandas determinadas por los Programas de Desarrollo Agrícola de la Situación Futura. Estas demandas corresponden a las de los actuales regantes con derechos permanentes y derechos eventuales, y también a la de los futuros regantes que hoy día poseen predios de secano, de manera que finalmente se sirve a una superficie aproximada de 105.000 há.

Es decir, el estudio, hasta esta Etapa, tiene por objeto investigar si existen soluciones de oferta de agua capaces de entregar las demandas que permitan utilizar en forma integral los recursos naturales existentes en el área.

6. EVALUACION ECONOMICA

Considerando los 16 casos descritos en el punto anterior, los que fueron costeados y analizados a través del modelo de simulación, se realizó un análisis de tipo general de sus costos y beneficios de modo de definir aquellos más favorables para su evaluación económica más detallada.

En relación a los Sistemas de Riego basados en el embalse Puntilla del Viento se pudo determinar por medio de dicho análisis que el caso más favorable correspondía a una presa de capacidad de 155 Hm³ y una obra de conducción a través del Canal El Paico de 12 m³/s.

En relación a los Sistemas de Riego basados en el embalse Los Angeles se determinó que el caso más favorable era una presa en Los Angeles de 140 Hm³ y canal El Paico de 20 m³/s. En este caso se consideró la conveniencia de analizar el embalse Rocín de 42 Hm³.

Respecto a combinaciones de Puntilla del Viento y Los Angeles se determinó que lo más favorable era: Puntilla del Viento 155 Hm³, Los Angeles 140 Hm³ y El Paico de 20 m³/s.

En consecuencia, se evaluaron los casos que se indican a continuación:

CASO	OBRAS INTEGRANTES
1	Embalse Puntilla del Viento de 155 Hm ³ , Canal El Paico de 12 m ³ /s.
2	Embalse Los Angeles de 140 Hm ³ , Canal El Paico de 20 m ³ /s.
3	Embalse Los Angeles de 140 Hm ³ , Embalse Rocín de 42 Hm ³ , Canal El Paico de 20 m ³ /s.
4	Embalse Puntilla del Viento de 155 Hm ³ , Embalse Los Angeles de 140 Hm ³ , Canal El Paico de 20 m ³ /s.
5	Bombeo Sólo.

Los ingresos netos de cada uno de los proyectos se calcularon a partir de la información que se posee de las superficies de riego, rendimientos, costos de los insumos y precios de los productos. Los costos de inversiones se obtuvieron de los presupuestos que se prepararon para cada una de las obras.

El período de evaluación se consideró igual a 50 años, considerando niveles de precios de enero de 1994 y una tasa de cambio de 430 \$/US\$. La tasa de descuento supuesta fue de un 12%.

7. ANALISIS GENERAL DE LOS RESULTADOS DEL ESTUDIO Y DIAGNOSTICO

7.1 ANTECEDENTES CONCEPTUALES

El balance hídrico realizado ha permitido obtener una visión bastante completa de la problemática que corresponde al desarrollo integral de los recursos de las cuencas del estudio.

Del balance correspondiente a la situación actual se pudo concluir que se están regando con seguridad suficiente del orden de 56.000 has de un total de 86.723 ha que están hoy día

bajo canal. Los problemas mayores de regadío se presentan en las zonas de Putaendo, Ligua y Petorca. En el Aconcagua en los sectores alto e intermedio la situación de riego es satisfactoria, pero en la zona más cercana a la desembocadura del río, la seguridad es baja.

Considerando la posibilidad de darle seguridad al riego del total de la superficie bajo canal en uso en la actualidad y adicionalmente incorporando 18.295 ha, de las cuales 13.729 ha corresponden al riego sobre canal y el resto a superficie bajo canal, el total del área susceptible de beneficiarse con el proyecto de regadío alcanza aproximadamente a 105.000 ha.

El balance hídrico realizado permitió establecer que los recursos existentes, superficiales y subterráneos, permiten regar con 85% de seguridad el total del área del proyecto (105.000 há).

Para cumplir con el objetivo anterior que corresponde al concepto del Desarrollo Integral de recursos disponibles del Área del Estudio, pudo verificarse que en todos los casos analizados, aún en aquellos en que el Sistema de Obras estaba constituido por los tres embalses (Puntilla del Viento, Los Angeles y Rocín) y con las capacidades mayores de cada uno de ellos, necesariamente los recursos superficiales deberían complementarse con bombeo desde el acuífero para regar en forma integral 105.000 há aproximadamente. Esta situación se origina debido a que los recursos superficiales en años secos disminuyen en forma tan severa que no es posible evitar las fallas del sistema, si ellos no operan con un apoyo independiente que provenga del acuífero.

Posteriormente en estudios de optimización de algunas de las soluciones viables técnica y económicamente, probablemente se concluya que parte de los sectores de riego no sea conveniente incorporarlos al sistema de regadío por su lejanía, posibilidades agrícolas menos favorables... etc. En estas circunstancias la superficie total sería menor que 105.000 há y el bombeo disminuiría consecuentemente.

Finalmente, como ya se ha indicado, los recursos superficiales se concentran en forma muy mayoritaria en el río Aconcagua y naturalmente su aprovechamiento constituye la clave para resolver la situación de falta de agua en las zonas del estudio. En efecto, los caudales disponibles en la época de estiaje en los valles de Ligua y Petorca son del orden de un 4% de los del Aconcagua y sus cuantías resultan absolutamente insuficientes para desarrollar con recursos propios el regadío de estas hoyas.

7.2

ANALISIS DE LOS RESULTADOS DE LA EVALUACION ECONOMICA

En los cuadros siguientes se resumen los resultados obtenidos de la evaluación económica:

EVALUACION ECONOMICA (PRECIOS SOCIALES)					
Valores en millones de \$ actualizados a precios de Enero de 1994				Tasa Descuento 12%	
Item	Caso 1 P. de V. 155 Hm ³	Caso 2 Los Ang. 140 Hm ³	Caso 3 Los Ang. 140 Hm ³ Rocín 42 Hm ³	Caso 4 Los Ang. 140 Hm ³ P. del V. 155 Hm ³	Caso 5 Bombeo Solo
Costos de Inversión (Incluye rep. de pozos)	58.017,2	54.678,1	66.546,6	78.162,1	28.488,2
Costos de Mant. y Operac. (embalses, canales, pozos)	4.968,6	5.304,2	4.192,6	4.099,7	8.043,2
Ingresos netos del Proy.	324.564,2	324.610,4	324.669,4	324.548,1	284.732,6
Ingresos Situación actual	243.599,6	243.599,6	243.599,6	243.599,6	243.599,6
VAN	17.978,8	21.028,6	10.330,5	(1.313,3)	4.609,6
TIR	14,21%	14,65%	13,14%	11,87%	12,94%

EVALUACION ECONOMICA (PRECIOS PRIVADOS)					
Valores en millones de \$ actualizados a precios de Enero de 1994				Tasa Descuento 12%	
Item	Caso 1 P. de V. 155 Hm ³	Caso 2 Los Ang. 140 Hm ³	Caso 3 Los Ang. 140 Hm ³ Rocín 42 Hm ³	Caso 4 Los Ang. 140 Hm ³ P. del V. 155 Hm ³	Caso 5 Bombeo Solo
Costos de Inversión (Incluye rep. de pozos)	60.073,2	56.514,6	68.753,4	80.719,9	29.588,4
Costos de Mant. y Operac. (embalses, canales, pozos)	4.968,5	5.304,2	4.192,6	4.099,7	8.043,3
Ingresos netos del Proy.	299.988,7	294.027,9	294.074,8	293.974,9	261.475,2
Ingresos Situación actual	232.512,1	232.512,1	232.512,1	232.512,1	232.512,1
VAN	(3.565,1)	(303,0)	(11.383,4)	(23.356,8)	(8.668,6)
TIR	11,57%	11,96%	10,75%	9,68%	10.19%

En estos cuadros es posible visualizar que la alternativa que presenta mejores indicadores económicos para los Sistemas de Riego basados en embalses, corresponde al caso 2: Embalse Los Angeles de 140 Hm³ complementado con un bombeo de 130 Hm³ de promedio anual. En este caso a precios sociales la TIR alcanza a un 14,65% y el VAN a Millones \$ 21.028,6.

Para la misma situación (Los Angeles 140 Hm³ y bombeo complementario de 130 Hm³), pero considerando precios privados, la TIR resulta de 11,96% y el VAN de Millones de (\$ 303,0).

En esta alternativa el embalse ubicado en la hoya del estero Los Angeles, afluente del río Ligua, se llena con recursos de invierno y deshielo que exceden de las demandas de los regantes futuros del Aconcagua.

Los recursos acumulados en el embalse Los Angeles sólo sirven a los regantes de Ligua y Petorca, debiendo en este caso resolverse los problemas del Aconcagua necesariamente con recursos del acuífero u otras soluciones. En este caso, por lo tanto, la obra de regulación constituye una solución que no posee el carácter de integral, pues su utilización resulta aplicable sólo a Ligua-Petorca.

Para la realización de esta alternativa que resulta técnica y económicamente viable, la Dirección de Riego posee un derecho de aprovechamiento de carácter eventual del río Aconcagua que si se destina para estos efectos permitiría trasvasar recursos hacia la cuenca de los ríos Ligua y Petorca. Este derecho es de 20 m³/s, cifra que cumple sobradamente con lo requerido para el llenado del embalse de 140 Hm³.

En relación a las otras posibilidades analizadas con regulación de recursos superficiales, el Caso 1 (sistema basado en un embalse Puntilla del Viento de 155 Hm³ en el Aconcagua, complementado con un bombeo de 160 Hm³ de promedio anual) también presenta indicadores favorables: TIR de 14,21% a precios sociales y de 11,57% a precios privados; VAN de Millones \$ 17.978,8 a precios sociales y de Millones (\$ 3.565,1) a precios privados.

En esta alternativa, el embalse Puntilla del Viento se ubica en la cuenca del Aconcagua y sirve en forma conjunta tanto a los regantes de este valle como a los de Ligua y Petorca.

El abastecimiento de estas últimas cuencas implica tener que trasvasar recursos desde la hoya del Aconcagua en la temporada de riego provenientes del embalse, teniendo en este caso que intensificar el bombeo del Aconcagua para poder satisfacer adecuadamente los requerimientos de Ligua y Petorca.

En relación a esta alternativa, que ofrece la característica clara de ser una solución integral, cabe hacer presente que ella esta afectada por el derecho de aprovechamiento concedido a la Hidroeléctrica Guardia Vieja de 21 m³/s no consuntivos (18 m³/s permanentes y 3 m³/s eventuales), lo que implica no disponer de este caudal para llenar el embalse. Este hecho, en la medida que no se pueda llegar a un acuerdo favorable con la hidroeléctrica haría que la presa no tuviera sentido pues ella no podría llenarse en una parte importante de los años y en los años secos sencillamente se produciría una situación catastrófica.

Cabe hacer presente, sin embargo, que existe también una reserva a favor del Fisco, Dirección de Riego, de un volumen de 400 Hm³/año de ejercicio eventual y continuo de las aguas superficiales del río Aconcagua (1ª sección), presentándose, por lo tanto, una situación legal que debe ser aclarada lo antes posible.

Respecto al embalse Rocín su incorporación a los Sistemas de Riego significa un encarecimiento de ellos y dado que este embalse no es suficiente para satisfacer su hoya propia (Putando) se estima que debe ser excluido del conjunto y que el problema de este valle debe analizarse independizándolo de la cuencas de Ligua-Petorca y del resto del Aconcagua.

Se estima también que el aprovechamiento del acuífero no debe ser rechazado totalmente, por una parte porque todos los proyectos con embalse necesitan un complemento de bombeo y, por otra, porque su implantación puede ser gradual y progresiva. Esto haría aconsejable apoyar e incentivar este tipo de regadío en aquellas zonas que presenta costos más reducidos para su instalación y operación, de manera que cuando se ponga en servicio el embalse exista una proporción importante de regadío mecánico como complemento de la regulación de recursos superficiales.

7.3 ANALISIS DE SENSIBILIDAD

A continuación se presenta un resumen del análisis de sensibilidad del caso 2, el que corresponde a la alternativa que ofrece los mejores indicadores económicos. Cabe hacer presente, sin embargo, que las conclusiones que más adelante se incluyen deben considerarse aplicables a todos los casos, dado que el análisis de sensibilización tiene por objeto detectar los factores que pudieran afectar los indicadores económicos al producirse variaciones relativas respecto a tasas de interés, costos y beneficios.

SENSIBILIZACION RESPECTO A LA TASA DE DESCUENTO

CASO 2 : EMBALSE LOS ANGELES Y CANAL EL PAICO

PRECIOS PRIVADOS Y SOCIALES

Valores actualizados en millones de \$ de Enero 1994

TASA DE DESCUENTO	PRIVADO			SOCIAL		
	10%	12%	14%	10%	12%	14%
Inversión	59.464,1	56.514,6	53.963,0	57.552,7	54.678,1	52.196,8
Operación y Mantenición	6.763,6	5.304,2	4.256,1	6.763,6	5.304,2	4.256,1
Ingresos Netos	377.178,2	294.027,9	234.560,4	415.491,6	324.610,4	259.564,9
Situación Actual	291.596,0	232.512,1	189.774,2	305.410,6	243.599,6	198.880,7
VAN PROYECTO	19.354,5	(303,0)	(13.432,8)	45.764,7	21.028,6	4.231,2
TIR	11,96%	11,96%	11,96%	14,65%	14,65%	14,65%

SENSIBILIZACION RESPECTO A LOS COSTOS Y BENEFICIOS

CASO 2 : EMBALSE LOS ANGELES Y CANAL EL PAICO

PRECIOS SOCIALES

Valores en millones de \$ de Enero 1994

TASA DE DESCUENTO	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%
-------------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

FACTORES DE SENSIBILIZACION	VARIACION DE LOS FACTORES							
Inversión	1,0	1,1	1,0	1,0	1,0	0,9	0,9	1,1
Operación y Mantenición	1,0	1,1	1,0	1,0	1,0	0,9	0,9	1,1
Ingresos Netos	1,0	1,0	1,1	1,0	0,9	1,0	1,1	0,9
Situación Actual	1,0	1,0	1,0	1,1	1,0	1,0	0,9	1,1

VALORES ACTUALIZADOS								
Inversión	54.678,1	60.145,9	54.678,1	54.678,1	54.678,1	49.210,2	49.210,2	60.145,9
Operación y Mantenición	5.304,2	5.834,6	5.304,2	5.304,2	5.304,2	4.773,8	4.773,8	5.834,6
Ingresos Netos	324.610,4	324.610,4	357.071,5	324.610,4	292.149,4	324.610,4	357.071,5	292.149,4
Situación Actual	243.599,6	243.599,6	243.599,6	267.959,6	243.599,6	243.599,6	219.239,6	267.959,6
VAN PROYECTO	21.028,6	15.030,4	53.489,6	(3.331,4)	(11.432,5)	27.026,8	83.847,8	(41.790,6)
TIR	14,65%	13,79%	18,47%	11,57%	10,46%	15,61%	22,90%	6,36%

SENSIBILIZACION RESPECTO A LOS COSTOS Y BENEFICIOS

CASO 2 : EMBALSE LOS ANGELES Y CANAL EL PAICO

PRECIOS PRIVADOS

Valores en millones de \$ de Enero 1994

TASA DE DESCUENTO	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%
--------------------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

FACTORES DE SENSIBILIZACION	VARIACION DE LOS FACTORES							
Inversión	1,0	1,1	1,0	1,0	1,0	0,9	0,9	1,1
Operación y Mantenición	1,0	1,1	1,0	1,0	1,0	0,9	0,9	1,1
Ingresos Netos	1,0	1,0	1,1	1,0	0,9	1,0	1,1	0,9
Situación Actual	1,0	1,0	1,0	1,1	1,0	1,0	0,9	1,1

VALORES ACTUALIZADOS								
Inversión	56.514,6	62.166,0	56.514,6	56.514,6	56.514,6	50.863,1	50.863,1	62.166,0
Operación y Mantenición	5.304,2	5.834,6	5.304,2	5.304,2	5.304,2	4.773,8	4.773,8	5.834,6
Ingresos Netos	294.027,9	294.027,9	323.430,6	294.027,9	264.625,1	294.027,9	323.430,6	264.625,1
Situación Actual	232.512,1	232.512,1	232.512,1	255.763,3	232.512,1	232.512,1	209.260,9	255.763,3
VAN PROYECTO	(303,0)	(6.484,9)	29.099,8	(23.554,2)	(29.705,8)	5.878,9	58.532,9	(59.138,9)
TIR	11,96%	11,23%	15,45%	8,97%	7,95%	12,78%	19,38%	3,52%

La sensibilización respecto a la tasa de descuento indica que a precios sociales el VAN del proyecto es positivo para las tres tasas consideradas (10, 12 y 14%), lo que revela que el proyecto desde este punto de vista presenta una alta seguridad. En el caso de precios privados, su VAN para un 12% es prácticamente nulo, lo que refleja que ésta es la tasa de equilibrio. En el caso del 10% su VAN es significativo.

La sensibilización respecto a costos y beneficios revela que tanto a precios sociales como privados el factor determinante en la rentabilidad del proyecto corresponde a los ingresos o beneficios. En efecto a precios sociales, si se supone que el ingreso del caso base se reduce en un 10% y se mantienen los costos y la situación actual, el VAN pasa de un valor positivo de \$ 21.028,6 millones a una cifra negativa de (\$ 11.432,5) millones y la TIR baja de 14,65% a 10,46%. En relación a los costos (Inversión, Operación y Mantenición) su efecto es mucho menos significativo.

7.4 ANALISIS DEL REGADIO DE LAS CUENCAS CONSIDERANDOLAS EN FORMA SEPARADA

Aunque el concepto del estudio de diagnóstico se basó en la búsqueda del Sistema de Riego más favorable para satisfacer el Desarrollo Integral de los recursos de las cuencas de Aconcagua, Putaendo, Ligua y Petorca de manera que el Estado pudiera apoyar un proyecto conjunto que resolviera en forma global el problema, el Balance Hídrico realizado y la valorización de las obras que se hizo, permiten obtener valores para el análisis de soluciones independientes para cada cuenca.

En este sentido el caso que considera conjuntamente Puntilla del Viento 155 Hm³, Los Angeles 140 Hm³ y Rocín 42 Hm³ permite obtener de su simulación las cifras necesarias para realizar un análisis comparativo.

En efecto, en cada uno de estos casos se conocen los costos y beneficios asociados y como cada embalse sirve a su hoyo independientemente, es posible obtener la información necesaria para el análisis de soluciones independientes entre sí, para Aconcagua-Putaendo y Ligua-Petorca.

Cabe hacer presente que los costos incluyen por una parte las inversiones necesarias, como así también el valor presente de los gastos anuales de operación y mantención de los sistemas de riego correspondientes.

Al respecto se hizo un primer análisis de tipo general que se resume en el cuadro siguiente. En este cuadro se incluye en la primera línea horizontal el caso del Sistema de Riego que incluye Puntilla del Viento 155 Hm³, Los Angeles 140 Hm³ y Rocín 42 Hm³, que como se ha dicho, permite obtener los costos del regadío (costo/ha) para las tres soluciones de embalse anteriores sirviendo sólo a sus respectivas hoyas en forma independiente entre si (líneas horizontales 2, 3 y 4).

Finalmente, en el cuadro se han agregado los casos de Puntilla del Viento 155 Hm³ y Los Angeles 140 Hm³, pero ellos sirviendo con su respectivo bombeo complementario a 105.000 ha. Ellos se han indicado sólo a título referencial y para que puedan visualizarse las posibles diferencias en relación a las soluciones independientes.

Alternativa	Inversión, Operación y Mantenimiento Miles \$	Nuevo Riego ha	costo/ha Miles \$	Exced. Neto nuevo Riego Miles \$/año	Exced. Neto nuevo Riego Miles \$/año/ha	Años necesarios para cubrir costo del Riego
Sistema de Riego Puntilla del Viento 155 Hm ³ Los Angeles 140 Hm ³ Rocín 42 Hm ³	122.931.107	49.469	2.485	16.634.830	336	7,4
Puntilla del Viento 155 Hm ³ (Solución independiente)	47.670.459	25.805	1.847	9.133.420	354	5,2
Los Angeles 140 Hm ³ (Solución independiente)	53.686.544	18.877	2.844	6.745.584	357	8,0
Rocín 42 Hm ³ (Solución independiente)	21.574.104	4.787	4.507	764.826	160	28,1
Sistema de Riego Puntilla del Viento 155 Hm ³	86.360.027	49.552	1.742	16.643.830	336	5,2
Sistema de Riego Los Angeles 140 Hm ³	81.099.547	49.572	1.636	16.643.830	336	4,9

De las cifras de este cuadro es posible visualizar que una solución con Puntilla del Viento que sólo se destina al Aconcagua es muy similar en cuanto al costo/ha y excedente neto anual/ha que la alternativa Puntilla del Viento suministrando recursos para el total del área del estudio. Esto revela que desde el punto de vista de rentabilidad del proyecto las cifras son muy semejantes, pero en cuanto a creación de riqueza o valor actualizado de la producción, su efecto es mucho más limitado pues al abastecer sólo un sector del proyecto, el excedente neto total es muy inferior al que se obtiene con una solución de tipo global. En este sentido, parecería conveniente que si se continua en el proyecto Puntilla del Viento ello se efectúe manteniendo su carácter de integral y no de solución limitada solamente al Aconcagua.

Respecto a la Solución del Embalse Los Angeles actuando separado del Sistema de Riego Global, ella es más desfavorable que la alternativa que lo integra a dicho sistema. Ella sería una solución de tipo parcial que dejaría al Aconcagua en la misma situación existente y adicionalmente el excedente neto total sería sólo una parte de lo posible de obtener con una solución global. En otras palabras, en la medida que se acometa el proyecto tratando de maximizar el área beneficiada, el conjunto resolverá sus problemas a menores costos que si se consideran soluciones separadas entre sí.

Finalmente, el embalse Rocín resulta una solución ineficiente, cuyo efecto se refiere a encarecer al conjunto de obras o en otras palabras, en el Sistema de Riego que lo incluyera significaría que se le estaría subsidiando a través de Puntilla del Viento o de Los Angeles (encareciendo artificialmente estos proyectos).

El análisis realizado se ha complementado con la determinación de la TIR y del VAN para las soluciones de Puntilla del Viento 155 Hm³, Los Angeles 140 Hm³ y Rocín 42 Hm³ regando en cada caso sólo sus respectivos valles.

EVALUACION ECONOMICA (PRECIOS SOCIALES)			
Valores en millones de \$ actualizados a precios de Enero de 1994			Tasa Descuento 12%
Proyecto Puntilla del Viento 155 Hm ³ , Los Angeles 140 Hm ³ , Rocín 42 Hm ³			
Item	Aconcagua	Ligua - Petorca	Putando
Costos de Inversión (Incluye rep. de pozos)	33.356	40.404	15.668
Costos de Mant. y Operac. (embalses, canales, pozos)	2.671	1.058	783
Ingresos netos del Proy.	254.747	58.263	11.649
Ingresos Situación actual	208.463	26.718	8.367
VAN	10.257	(9.917)	(13.169)
TIR	14.2%	10.0%	1.7%

EVALUACION ECONOMICA (PRECIOS PRIVADOS)			
Valores en millones de \$ actualizados a precios de Enero de 1994			Tasa Descuento 12%
Proyecto Puntilla del Viento 155 Hm ³ , Los Angeles 140 Hm ³ , Rocín 42 Hm ³			
Item	Aconcagua	Ligua - Petorca	Putando
Costos de Inversión (Incluye rep. de pozos)	34.418	41.737	16.217
Costos de Mant. y Operac. (embalses, canales, pozos)	2.671	1.058	783
Ingresos netos del Proy.	229.193	53.959	10.914
Ingresos Situación actual	199.017	25.507	7.988
VAN	(6.913)	(14.343)	(14.074)
TIR	10.5%	9.2%	1.0%

Las cifras sobre indicadores económicos reflejan que Puntilla del Viento, como solución destinada exclusivamente al Aconcagua, es más favorable que Los Angeles, también sólo para Ligua - Petorca. Esto permite visualizar el interés y conveniencia de continuar con el proyecto Puntilla del Viento.

7.5 CONCLUSIONES FINALES DEL ANALISIS DE DIAGNOSTICO

La conclusión final de este análisis de diagnóstico puede resumirse de la manera siguiente:

- a) El Desarrollo Integral de los recursos de las hoyas de Aconcagua, Ligua-Petorca y secano costero es factible técnica y económicamente.
- b) Las alternativas más favorables son:
 - Embalse Los Angeles de 140 Hm³ y complemento de bombeo de 130 Hm³.
 - Embalse Puntilla del Viento 155 Hm³ y complemento de bombeo de 160 Hm³.
- c) El caso que corresponde a Los Angeles de 140 Hm³, presenta indicadores favorables, técnicamente no tiene dificultades de realización y existe un derecho de aprovechamiento de aguas que si se destina para este proyecto permite llenar el embalse.

Se estima que en una etapa más avanzada es posible mejorar los indicadores económicos de este proyecto en lo que se refiere a su rentabilidad, ya que un estudio focalizado respecto al regadío de Ligua-Petorca podría conducir a una optimización de la capacidad del embalse en función de aquellas áreas que por su mayor productividad sería conveniente regar, excluyendo aquellas de menor rentabilidad o que no mejoren en forma significativa los márgenes netos actuales. Así también debería definirse más exhaustivamente el complemento de bombeo en cuanto a magnitud, características finales, etc.

En relación a la Central Hidroeléctrica que se estudió en el embalse Los Angeles sus indicadores económicos son similares al proyecto sin ella y por lo tanto, no existe un interés especial respecto a su realización.

En todo caso, en el análisis de optimización del embalse convendrá incluirla pues si se mejora el aprovechamiento del embalse ella podría resultar más favorable.

Cabe hacer presente que esta alternativa sirve solamente a Ligua - Petorca y no tiene mayor efecto sobre Aconcagua, es decir representa una solución con recursos del Aconcagua en la que ellos no se destinan a esa cuenca sino que a las citadas.

- d) En la alternativa basada en Puntilla del Viento, el embalse que se ubica en el Aconcagua presenta la ventaja de servir tanto al Aconcagua como a Ligua-Petorca, es decir la utilización de las aguas superficiales tiene un carácter más integral que en el caso de Los Angeles, siendo ésta una ventaja de mucha significación pues los recursos del Aconcagua se distribuirían entre los distintos sectores del proyecto cubriendo de ese modo gran parte del área del estudio.

En una etapa más avanzada del estudio, es decir en el análisis de optimización que posiblemente se seguiría a este diagnóstico, es probable que los indicadores económicos puedan mejorarse pues al seleccionar áreas de mayor productividad o con menores obras de conducción, se conseguirían mayores rentabilidades que las que resultaron en este estudio.

En este sentido, cabe mencionar que el análisis agronómico ha sido de tipo conservador y realista, tratando de incorporar en los conceptos de desarrollo las opiniones de los productores, tendencias limitantes de los mercados actuales y considerando precios y rendimientos de los productos agrícolas que a la fecha del estudio podrían considerarse ajustados y que no corresponden a consideraciones optimistas.

- e) Como aspectos que podrían iniciarse en forma independiente de un futuro sistema de Riego que gravite en forma importante en el área del estudio, cabe mencionar las soluciones de tipo parcial y focalizado que se indican a continuación.
- Se estima conveniente incentivar el regadío mecánico pues tendría la ventaja de ir incorporando en forma gradual e inmediata un recurso como el acuífero, el que se visualiza como elemento complementario necesario, pudiendo para estos efectos acogerse a la ley N° 18.450, lo que permitiría rebajar costos de inversión.

- En el caso de Ligua-Petorca, el estudio relacionado con Laguna Chepical demostró su conveniencia económica, y aunque sirve a un área limitada de alrededor de 1.500 ha, se estima conveniente su realización. Cabe hacer presente que ella no interfiere con los Sistemas de Riego estudiados pues está sobre las cotas de las zonas servidas por ellos y, por lo tanto, puede considerarse como una solución totalmente independiente.
- Adicionalmente, en estas cuencas se considera del más alto interés analizar el efecto de realizar trabajos en los ríos que permitan una mayor infiltración del escurrimiento invernal propio o de excedentes hídricos trasvasables desde el río Aconcagua de modo de incorporar al acuífero recursos utilizables posteriormente en la época de estiajes.
- Respecto a Putaendo su problemática mayor se refiere a la gran infiltración que se produce en el río y los canales existentes lo que unido a su escasez de agua en la época de verano crea dificultades importantes en el riego. Al respecto, ya se está avanzando en el mejoramiento de las obras de conducción para solucionar este problema. En todo caso, la solución del riego de Putaendo es una materia propia de su hoya y debe ser abordada en forma independiente de los sistemas estudiados, los que como se pudo demostrar se encarecen si incorporan esta cuenca al conjunto.
- En relación al Aconcagua, el mejoramiento del canal Waddington presenta muy buenos indicadores y por lo tanto, se estima que debe ser considerado en los próximos planos de regadío.
- Otro aspecto en el que se podría avanzar se refiere al drenaje de las zonas 3 y 4 del Aconcagua, ya que el estudio de tipo general realizado permite establecer costos que varían según el caso entre \$200.000/ha y \$3.000.000/ha. Estas cifras indican que existen sectores en que éste, desde el punto de vista agrícola, se podría justificar plenamente, generando adicionalmente, recursos de agua aprovechables en los balnearios del litoral.

De acuerdo a lo expuesto, el desarrollo integral de los recursos de las hoyas de Aconcagua, Ligua-Petorca y secano costero es factible técnica y económicamente y por lo tanto, es conveniente avanzar en los estudios de su desarrollo, respecto a esta etapa de diagnóstico.

En ese sentido el Consultor estima que es necesario resolver en primer término la situación de derechos de aprovechamiento relacionados en el Embalse Puntilla del Viento, obra cuyo efecto se extiende a toda el área del Proyecto y es, por lo tanto, de carácter integral.

Asimismo, también el embalse Los Angeles es una solución viable desde el punto de vista técnico y de indicadores económicos, pero ella se limita a Ligua-Petorca, debiendo resolverse en este caso mediante bombeo la situación del Aconcagua.

Finalmente cabe indicar que en etapas más avanzadas, respecto a esta de diagnóstico, es probable que se mejoren los indicadores económicos resultantes en este estudio, al considerar en la próxima etapa el concepto de optimización, lo cual haría aún más clara la conveniencia de proseguir los estudios correspondientes.

En este sentido, cabe la posibilidad de analizar una puesta en servicio de las distintas obras del Regadío Integral incorporándolas en etapas sucesivas y de modo que se inicien aquellas que teniendo inversiones de menor envergadura pudieran constituir un aporte a la incorporación de nuevas ha regadas de alguna significación.

Otro aspecto, en el mismo contexto de optimización, se refiere al análisis de posibles acuerdos con otros usuarios, como los hidroeléctricos, de manera de obtener aprovechamiento conjunto de las obras.

Finalmente es importante señalar que, debido a la existencia de otros proyectos similares que en cierto modo compiten en la asignación de recursos, se requiere que los usuarios y potenciales beneficiarios manifiesten en forma clara su interés y voluntad de participación de modo que las autoridades perciban en el mayor grado posible las aspiraciones y afán de superación de los problemas de un área rica en recursos pero con una limitación muy significativa debido a la escasez de agua.

