

PROYECTO DE MODERNIZACION DE INFRAESTRUCTURA Y TECNOLOGIAS PARA LA GESTION DEL SISTEMA DE RIEGO LUJAN OESTE. PROVINCIA DE MENDOZA. ARGENTINA

Mario Salomón (1), Luis Loyola (2), Carlos Martini (2) y Carlos Sánchez (1)

(1) Asociación de Inspecciones de Cauces 1° Zona Río Mendoza. Ricardo Videla 8325, Luján de Cuyo. Mendoza. República Argentina. Telefax 54-0261- 4391092. asicprimerazona@asicprimerazona.com.ar

(2) Departamento General de Irrigación. Barcala y España (M5500GPD). Mendoza. República Argentina Telefax 54-261-4295455. lloyola@irrigacion.gov.ar.

RESUMEN

Al suroeste de la Aglomeración del Gran Mendoza, existe una zona con excelentes condiciones agroecológicas para implantación de vides finas y frutihorticultura, cuya demanda de agua de riego es vital para su desarrollo. En la misma coexisten numerosos fraccionamientos y loteos, que también requieren sostenidamente agua para mantención de parqueizaciones. En ambos casos es necesario mejorar la actual gestión en riego, ya que es deficiente la cantidad y calidad del recurso hídrico distribuido.

Los cauces de riego son tradicionales y en tierra; de conducción a pelo libre, con gran tiempo de respuesta frente a la variabilidad de caudales derivados y regulación. Hay alta infiltración, falta de cuantificación de caudales y seguridad en las entregas con bajísimas eficiencias globales. Se detecta aumento en la subdivisión parcelaria con una red colapsada y deteriorada, no acorde a los cambios territoriales en el uso del suelo y transformaciones productivas parcelarias. Además los efectos de la contaminación y agua torrencial causan graves perjuicios y externalidades negativas en el sistema hídrico actual.

La situación actual generó la necesidad de diseñar un proyecto integral de modernización¹, cuyo objeto es optimizar la administración y gestión del recurso hídrico superficial, mediante la implementación de distintas alternativas de infraestructura colectiva (por gravedad, baja presión y presurizada) y la aplicación de tecnologías adecuadas para lograr un mejor manejo y gestión. El proyecto tiene el propósito de resolver a corto plazo la inversión en infraestructura de riego necesaria para llevar a cabo estas nuevas tecnologías y en el mediano plazo ejecutar una estrategia autosostenida de fortalecimiento de las organizaciones de usuarios, para lograr que dicho proceso de modernización sea completo. Para esto es necesaria la implementación de subcomponentes de desarrollo institucional, capacitación, extensión o información de los actores involucrados para llevar a cabo las transformaciones productivas que inducen estos emprendimientos.

El área beneficiada es de 3.518 ha y cuenta con 4.429 usuarios, en tanto la longitud total de cauces es de 113.494 m. Los usos actuales del agua superficial se dividen en agrícola con un 69%, Recreativo 26% y Público e Industrial 5%.

Las metas planteadas son el aumento de la eficiencia actual global del sistema del 30 al 54%, y a medida que los usuarios adecuen y transformen sus sistemas parcelarios de aplicación, ya sea con la mejora de tecnologías de riego existentes y/o aplicación de nuevas modalidades, se espera llegar a una eficiencia global del 81%.

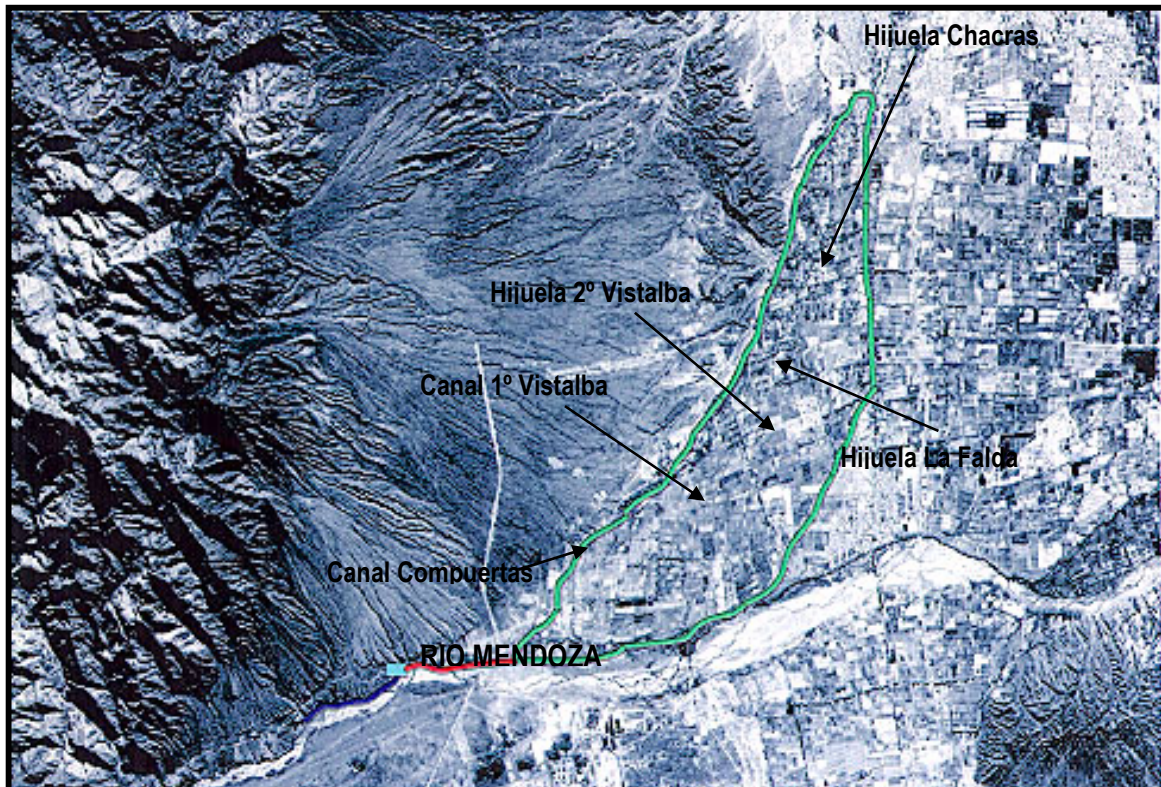
Palabras claves: Sistemas de riego, Infraestructura, Eficiencia, Capacitación, Gestión

¹ El Departamento General de Irrigación (DGI) junto con la Organización de Estados Iberoamericanos (OEI), está ejecutando el proyecto de modernización, con la colaboración y aval institucional de la Asociación Primera Zona Río Mendoza (ASIC)

ORGANIZACIÓN HÍDRICA

El área del proyecto se localiza sobre la margen izquierda del río Mendoza, en la Sección Superior de la cuenca irrigada del Río Mendoza conocida como Tramo Superior. Esta área denominada Luján Oeste comprende la zona de influencia de los Canales Compuertas, 1° Vistalba, Hijueta 2° Vistalba, Chacras de Coria y La Falda, con una superficie empadronada de 3.518 ha (Figura 1)

FIGURA 1 MARGEN IZQUIERDA AREA IRRIGADA RÍO MENDOZA – TRAMO SUPERIOR



Los usuarios de agua superficial en el área de trabajo, están organizados en dos comunidades autárquicas, que eligen sus propias autoridades y manejan sus respectivas rentas, de acuerdo a facultades establecidas por la Constitución Provincial. Estas comunidades de primer orden o básicas se denominan Inspección Compuertas y Luján Oeste que cuentan con diversos cauces, número de usuarios y superficie (Tabla 1)

TABLA 1 ORGANIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE LAS COMUNIDADES DE USUARIOS

INSPECCIÓN	CODIGOS	CAUCES	Nº DE PADRONES	SUPERFICIE REAL
Compuertas	1104-01	Canal Compuertas	461 Padrones	964 ha
Luján Oeste	1106-01	Canal 1° Vistalba	843 Padrones	841 ha
	1010-01	Hijuela 2° Vistalba	932 Padrones	623 ha
	1016-03	Hijuela La Falda	762 Padrones	194 ha
	1012-1015	Hijuela Chacras	2268 Padrones	896 ha
TOTALES			5266 Padrones	3518 ha

Fuente: Departamento General de Irrigación, 2006

USOS DEL SUELO

En el área irrigada predomina el uso agrícola por sobre los otros usos, si tenemos en cuenta la totalidad del área proyecto y por superficie bajo riego. Sin embargo existe un gradiente de menor superficie agrícola y mayor número de usuarios recreativos a medida que nos acercamos a la Aglomeración del Gran Mendoza, sobre todo en el área de influencia de las hijuelas Chacras-La Falda (Tabla 2)

TABLA 2 USOS, SUPERFICIES Y CANTIDAD DE USUARIOS POR CAUCE

USOS	SUPERFICIE EMPADRONADA (ha)					
	COMPUERTAS	1º VISTALBA	2º VISTALBA	CHACRAS	LA FALDA	TOTALES
Agrícola	826	635	473	443	43	2420
Industrial	46	0	0	4	0	51
Recreativo	91	199	133	355	124	903
Arbolado Publico	0	6	17	93	27	144
Superficie Total	964	841	623	896	194	3518
Cantidad Padrones	461	843	932	2268	762	5266
Superficie promedio por padrón	2.09	1.00	0.67	0.40	0.25	0.67

Fuente: Departamento General de Irrigación, 2006

Los usos del agua presentan gran variabilidad en el área de proyecto, ya que hay dos sectores bien diferenciados y con una clara vocación de uso. El sector suroeste presenta una fuerte presencia agrícola en los canales Compuertas y 1º Vistalba, en tanto el sector Noreste constituido por el resto de los canales cuenta con predominio de uso recreativo y arbolado público, con mayor presencia en hijuela La Falda. En tanto la hijuela 2º Vistalba se constituye como un sector de transición entre usos agrícolas y recreativos, aunque se detecta en este cauce un sostenido cambio al uso recreativo por la importante cantidad de Loteos y Fraccionamientos en la zona que se ejecutan progresivamente.

Usos agrícolas

A la fecha existe un retroceso en la superficie cultivada; ya que si la explotación no es eficiente o no se cuenta con la unidad productiva mínima los terrenos se venden para loteos o fraccionamientos. Se produce por ende especulación inmobiliaria dado los altos valores de los terrenos. Actualmente las superficies cultivadas se discriminan por cauce es variada pero predominan la vid, hortalizas y frutales (Tabla 3)

TABLA 3 TIPO DE CULTIVOS POR CAUCES

CAUCES	VID	OLIVO	FRUTALES	HORTALIZAS	OTROS	SUPERFICIE TOTAL CULTIVADA
COMPUERTAS	387,41	25,40	82,56	222,28	63,10	780,59
1º VISTALBA	187,56	88,26	231,69	248,24	9,36	755,77
2º VISTALBA	100,55	26,07	148,97	178,76	60,40	514,75
LA FALDA	3,99	3,99	8,00	8,00	8,52	32,50
CHACRAS	143,97	30,39	30,31	7,57	114,65	336,39
SUPERFICIES	823,48 ha	174,11 ha	501,53 ha	664,85 ha	256,03 ha	2.420 ha
PORCENTAJES	34,02 %	7,19 %	20,74 %	27,47 %	10,58 %	100%

Fuente: Asociación Primera Zona Río Mendoza, 2006

Es necesario indicar que el valor del suelo con fines productivos influenciados por el auge de la industria vitivinícola de especies varietales (iniciada en la década del 90), el tamaño de los terrenos disponibles como unidades productivas, las demandas y especulaciones inmobiliarias especulativas y la falta de una ley que reglamente el uso del suelo se han constituido como los procesos que han dado lugar a la actual estructura territorial del área del proyecto, por cierto bastante compleja.

A continuación se detallan las principales condiciones agrícolas y tecnologías de aplicación²:

- La superficie agrícola real sobre el total del área de proyecto es del 63,58%
- Del total de la superficie con derecho de riego y sistematizada para cultivo, el 89,89 % está cultivado y el 10,11% se encuentra inculco.
- El cultivo predominante es la vid, siguen los cultivos hortícolas, continúan los frutales y por último los olivos, aclarando que estos últimos más que formar montes homogéneos, acompañan a los cultivos de la vid.
- El 88,12 % de las propiedades pertenece a productores que son independientes, un 9,79% son empresariales y un 2,09% están integradas en cooperativas.
- En el 14 % de las propiedades relevadas la tecnología de riego que se aplica es mala, en el 39,43% es regular, en un 38,02% es buena, en un 7,04% es muy buena y en un 1,40% excelente. La determinación del grado de tecnología aplicada al riego está ligada a la eficiencia con que se aplica el agua, razón por la cual se hizo esta determinación.
- Un 54,92% de los productores manifestaron que les alcanzaba el agua durante todo el ciclo de cultivo, para un 45,07% el agua no les alcanza, pero esto sólo para la época primaveral que resulta ser la de mayor importancia en la necesidad de la planta.
- El 47% de los productores si recibe asesoramiento técnico y el 53% restante no.
- Un 61,97% de los productores conoce el riego presurizado y un 38,03% no lo conoce. De los que lo conocen, el 22,53% presurizaría, un 36,61% no lo haría y un 40,84% no sabe.

Usos no agrícolas

Los usos no agrícolas están representados por usos recreativos que comprenden espacios parquizados privados o públicos, de loteos o fraccionamientos, inclusive pequeñas huertas (sin producción agrícola comercial), arbolado público (calles y rutas), abastecimiento de agua cruda para potabilización y uso de agua industrial (refrigeración de bodegas y demás tipos de establecimientos). Estos dos últimos usos se empadronan por volumen y solamente a los efectos del cobro tienen equivalencia superficial

Estos usos, presentan las siguientes características:

- Los usos de agua no agrícolas superficiales representan el 36,42 % del total, discriminándose un 10,67 % para arbolado público y 89,33 parques, jardines y baldíos
- Los loteos con una superficie de lotes menor a 1000 m², representa el 23,95%, entre 1000 y 1500 m² el 54,16%, entre 1500 y 2000m² el 11,45% y más de 2000m² el 10,40%.
- Los lotes menores a 1000 m² tienen un 27,95% de terreno ocupado por construcciones, los lotes entre 1000-1500m² tienen un 24,97% del lote ocupado por construcciones, entre 1500-2000m² tienen un 19,13% de ocupación y los mayores a 2000m² tienen en promedio un 11,45% de terreno ocupado por sus construcciones.

² Resultados obtenidos a partir de encuestas de campo efectuadas por la Secretaría de Gestión y Desarrollo del DGI, con la colaboración de la Asociación Primera Zona Río Mendoza, durante 2001-2003

- El 21,3% de los loteos posee cauces municipales en su interior tanto para conducción como para aducción, el 57,3% posee sistema de distribución independiente de acequias municipales, el 21,3% restante no posee sistematización de riego de ningún tipo.
- El 32% de todos los loteos posee tomas individuales en sus lotes, el 19% de los loteos tienen parcialmente ejecutadas algunas tomas y en el 48% de los loteos restantes, ningún lote tiene toma para riego.
- En el 25% de los loteos se encontró organización interna para distribuir el riego a cada parcela, el 68,3% no tienen ningún tipo de organización y en el 6,7 % es posible encontrar algún tipo de organización.
- El 75% de los loteos no tiene encargados internos para riego, el 23% si lo posee y un 2% de los loteos prevé la contratación de los mismos.
- El 93,3% de los loteos se encuentran interesados en la posibilidad de ejecución de proyecto de riego colectivo presurizado y sólo un 6,7% prefieren mantener el sistema tradicional ya que la falta de infraestructura e impedimentos actuales no les permiten hacer uso del agua de riego.

Valor de los terrenos

En la zona del proyecto, los terrenos con derecho de riego tienen significativo valor inmobiliario. Existe un umbral entre valor del suelo para uso residencial y valor del suelo destinado a producción agropecuaria, que condiciona los actuales y futuros usos de la tierra. Los terrenos cuentan con los más altos valores inmobiliarios de la cuenca del río Mendoza, dado las siguientes características:

- Declaración de zona franca en el departamento de Luján.
- Nodo del Mercosur y del corredor Andino.
- Denominación de origen de vides, produciéndose el mejor malbec del mundo como así de otras especies varietales en lo que respecta a calidad, dado las condiciones agroecológicas y altitud sobre el nivel del mar únicas que presenta la zona.
- Excelentes e insuperables condiciones para fruticultura.
- Equipamientos, infraestructura, seguridad y servicios de muy buen nivel
- Altas inversiones en uso residencial, loteos y viviendas
- Inversiones de empresas extranjeras en la zona
- Bellos paisajes, microclima
- Derechos de riego definitivos por río Mendoza en su totalidad.

Esta situación implica que exista fincas con viñedos o frutales que se estén vendiendo en promedio a \$ 100.000 la hectárea, produciéndose concentración de algunas fincas manejadas empresarialmente que compran unidades menores y que son improductivas. Considerando los valores de los terrenos podemos establecer que las zonas más requeridas para urbanización son las correspondientes al Chacras de Coria y La Falda, seguidas por la zona de Vistalba y por último la zona del Canal Compuertas (Tabla 4)

TABLA 4 VALOR DE LOS TERRENOS POR SECTORES

Sector	Valor promedio m2
Compuertas	\$29.72
1º Vistalba	\$68.90
2º Vistalba	\$ 65.29
La Falda	\$119.50
Chacras de Coria	\$151.47

Fuente: Cámara Inmobiliaria de Mendoza

INFRAESTRUCTURA DE CONDUCCIÓN

En cuanto a las características internas de la red de riego existente se detecta que la red secundaria de conducción presenta revestimientos parciales de sólo el 7,06% en tanto la red terciaria es de tierra en su totalidad, lo que lleva a importantes pérdidas por infiltración (Tabla 5). De acuerdo a estudios de campo realizados por la Asociación 1° Zona Río Mendoza, en este sector de la cuenca se producen pérdidas de caudal de hasta el 20,1% en el Canal Compuestas, Hijueta La Reta (INA, 2002)

TABLA 5 EXTENSION Y CARACTERISTICAS RED SECUNDARIA Y TERCARIA

Cauces	Red Secundaria					Red terciaria	Extensión
	Longitud total	Sin Revestir		Revestido		Longitud Total	
Compuestas	5.460 m	5.000 m	91,58%	460 m	8,42%	9.300 m	14.760 m
1° Vistalba	7.860 m	7.319 m	93,12%	541 m	6,88%	16.224 m	24.084 m
2° Vistalba	6.472 m	6.241 m	96,43%	231 m	3,57%	11.410 m	17.882 m
La Falda	5.710 m	4.990 m	87,39%	720 m	12,61%	16.650 m	22.360 m
Chacras	11.298 m	11.240 m	94,23%	688 m	5,77%	22.480 m	34.408 m
Totales	37.430 m	34.790 m	92,94%	2.640	7,06%	76,064	113,494

Fuente: Asociación 1° Zona Río Mendoza, 2003

Además de las pérdidas de caudales por infiltración se produce un manejo muy precario de la distribución de caudales, no pudiendo cuantificarse las entregas parcelarias por falta de obras de derivación y medición, insuficiente cantidad de operarios y también falta de capacitación. Esto sumado a los cambios en el uso de la tierra que no ha se ha acompañado de las transformaciones necesarias en el sistema de regadío, a pesar de que las organizaciones han intentado modificar y adecuar su estructura ya que el grado de supervivencia del servicio en estas condiciones es incierto (Salomón y Ruiz Freites, 2003).

Por otra parte el aumento explosivo de la subdivisión de la tierra implica mayor complejidad en la distribución; al aumentar el número de usuarios, longitud de cauces, extensión de la red y mayor densidad de tomas. Esta situación genera mayores pérdidas de eficiencia al mantenerse únicamente el sistema de riego tradicional colectivo (Tabla 6).

Respecto a la subdivisión de la tierra en la última década se ha estimado un crecimiento anual del número de usuarios del 9,45%, que agrava la situación de distribución con las actuales tecnologías (Salomón, *et. al*, 2000)

TABLA 6 CARACTERÍSTICAS DE LOS CAUCES DERIVADORES

Cauces	Longitud	Densidad	Tomas	Densidad tomas
Compuestas	14.760 m	15,03 m/ha	210	0,21 T / ha
1ro Vistalba	24.084 m	30,59 m/ha	176	0,22 T / ha
2da Vistalba	17.882 m	26,35 m/ha	286	0,42 T / ha
La Falda	22.360 m	100,53 m/ha	420	1,88 T / ha
Chacras Coria	34.408 m	34,92 m/ha	432	0,43 T / ha
Totales	113.494 m	31,05 m/ha	1524	0,41 T / ha

Fuente: Asociación 1° Zona Río Mendoza, 2004

EFICIENCIAS Y PRODUCTIVIDAD HÍDRICA

La eficiencia de aplicación es un parámetro de utilidad para conocer con exactitud la cantidad de agua aprovechada por los cultivos. Bajos valores de eficiencia de aplicación, son indicadores específicos de desconocimiento básico por parte del agricultor acerca de:

- Selección de un adecuado aporte del riego en función del tipo de suelo, clima y cultivo.
- Cantidad de agua a aplicar en cada uno de los riegos a lo largo de todo el ciclo de cultivo.
- Problemas en la conducción y distribución del sistema

Se define a la eficiencia de riego *“como la relación entre el agua consumida por los cultivos agrícolas en el predio o sistema de riego y el agua derivada de la fuente natural hacia el predio o canales del sistema o laterales”*. Es en esencia una relación entre el volumen de agua consumida o neto, V_c , y el volumen derivado o bruto V_d (Israelsen, 1950 citado en Grassi, 1990)

El término eficiencia se aplica igualmente para todo un sistema de riego, para unidades, secciones o predios del mismo, o bien para áreas parciales o lotes de un predio, ello depende de lo que se esté evaluando en un momento determinado. Varía según la magnitud del proyecto y puede comprender independientemente segmentos del mismo, como lo es presa de almacenamiento, la red de canales, la sección de riego o la parcela. Dado que la gran infraestructura en un predio del mismo, los conceptos aquí usados para una parcela se aplican igualmente en el caso de un sector o para todo el sistema. Se requiere, sin embargo, identificar el período que comprende la evaluación o el número de riegos involucrados (Grassi, 1990)

El concepto de eficiencia, tal como ha sido planteado para diferentes segmentos o partes de un sistema, permite evaluar cuán eficaz es la regulación que se produce en la presa de embalse, la conducción de agua en la red de canales, - pasando por el principal, secundario y terciario- y cuán eficaz es la práctica de riego a nivel de predio. Los valores de la eficiencia tienen significado para determinar si es necesario reparar reemplazar, mejorar, e intervenir en la operación para mejorar la situación del sistema. Inicialmente la eficiencia permitía relacionar las cantidades derivadas con el agua no consumida o perdida, sin embargo con el tiempo se incorpora el concepto de uniformidad y niveles de producción, por lo que la eficiencia se torna esencialmente en un indicador de gestión y de potencial ahorro de agua (Santos Pereira, 2003)

Basándonos en determinaciones a campo en el área del proyecto, podemos inferir una eficiencia de aplicación actual para la vid conducida en espaldero y regada por gravedad (mejorada) del 62% para la vid en iguales características pero con riego por gravedad convencional es del 29% para los frutales del 70% y para los hortícolas del 37%. Una fuente de variación que afecta la eficiencia de aplicación es la superficie de las propiedades, del relevamiento podremos establecer cual es el porcentaje de fincas con determinadas superficie y en función de esto corregir las eficiencias. Así a medida que aumenta el tamaño de la propiedad, aumenta la eficiencia de aplicación: por debajo de 5 ha es del 29%, entre 5 y 10 ha un 36% y más de 10 ha del 57 %. Las eficiencias actuales también deberán ser afectadas por un coeficiente que involucre el efecto de la época del año, ya que los caudales de manejo varían y en forma paralela varían las eficiencias, haciendo una ponderación obtenemos un valor de eficiencia del 59,75% (Antonietti, 1998).

En términos generales, puede considerarse entre el 40-70 %, como una eficiencia razonablemente buena para sistemas de riego tradicionales por gravedad y surcos; del 65-85% para riego por aspersión y entre 70-90 % en riegos por goteo (Santos Pereira, 2003),

Las eficiencias esperadas para los sistemas de riego por gravedad mejorada, las podemos enmarcar entre dos valores , 69% para las propiedades con mejoras en la eficiencia de distribución y 62 % como valor mínimo que es el correspondiente a la máxima eficiencia obtenida a campo. De ambos valores obtenemos una eficiencia ponderada del 67 % (Asociación 1° Zona Río Mendoza, 2003)

OBJETIVOS

Objetivo general

El proyecto tiene por objeto optimizar la administración y gestión del recurso hídrico superficial, mediante la implementación de distintas alternativas de infraestructura colectiva (por gravedad, baja presión y presurizada) y la aplicación de tecnologías adecuadas, acompañado de planes de capacitación y comunicación a los actores sociales directamente involucrados.

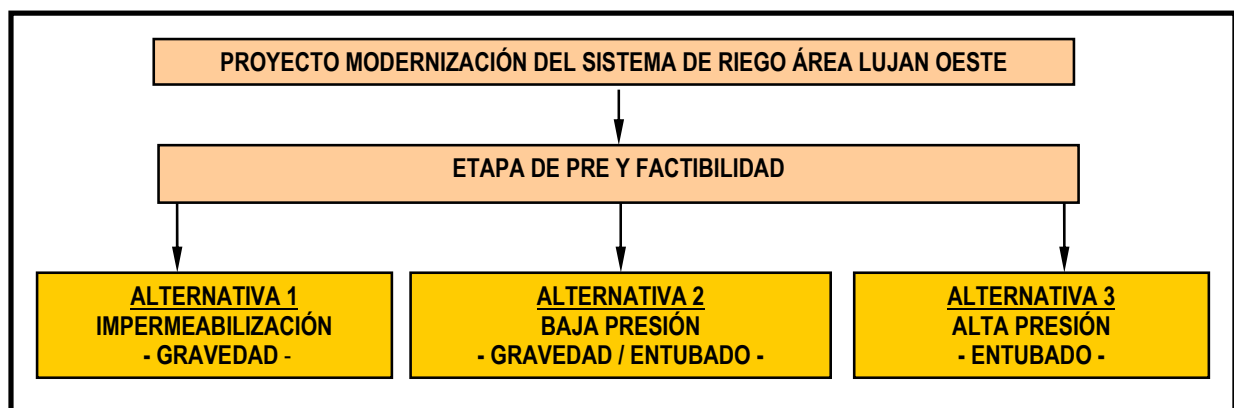
Objetivos específicos

- Asegurar el abastecimiento de agua en cantidad, calidad y tiempo
- Aumentar la eficiencia de conducción y distribución hasta la red terciaria
- Incrementar la seguridad y oportunidad de riego
- Aplicar, adecuar y modernizar las técnicas de aplicación del agua
- Disminuir costos de operación y mantenimiento
- Aumento y mejora de la calidad productiva
- Inducir a la incorporación de tecnologías de riego adecuadas y nuevas modalidades
- Posibilitar un sistema de entrega volumétrica y lograr un sistema de tarifación más equitativo
- Elaborar un sistema de capacitación en manejo de agua para los operadores y usuarios
- Plantear mejoras de la infraestructura primaria para abastecimiento poblacional

ALTERNATIVAS DE INFRAESTRUCTURAS DE CONDUCCIÓN

Analizando las distintas condiciones físicas y socioeconómicas del área de trabajo, se plantearon durante la etapa de pre-factibilidad y factibilidad, distintas alternativas de infraestructura de conducción que pueden implementarse en forma separada y conjunta (Figura 2)

FIGURA 2 ALTERNATIVAS DE INFRAESTRUCTURA DE CONDUCCION SISTEMA DE RIEGO AREA LUJAN OESTE



Alternativa 1

Consiste en el revestimiento a cielo abierto y con sección rectangular de toda la red primaria, secundaria y terciaria. El diseño de las redes es jerárquico y se basa módulos de caudales de riego actuales, con coeficientes promedios según superficie empadronada al día. Esta alternativa contempla la instalación de obras de derivaciones tradicionales (tomas y compuertas de regulación) y la conducción es a pelo libre.

En tabla 7 se detallan las principales características de esta alternativa, en las que puede advertirse la variación morfológica y morfométrica de las áreas servidas por los cauces del proyecto, que inciden en las longitudes de las redes derivadas. De acuerdo a los datos recabados surge que de los cauces descriptos no hay grandes variaciones de las longitudes de las redes primarias, sin embargo hay una importante diferencia en cuanto a la red secundaria y terciaria, en especial en el área irrigada de Hijueta Chacras.

TABLA 7 CARACTERISTICAS TECNICAS REVESTIMIENTO RED PRIMARIA, SECUNDARIA Y TERCIARIA

REDES	Cauces	Longitud (m)	Caudal (l/seg)	Base (m)	Altura (m)
Primaria	Compuertas	5922	1165	1.2	1.0
	1º Vistalba	8187	1039	1.2	0.9
	2ª Vistalba	4185	762	1.0	0.8
	La Falda	5430	236	0.7	0.7
	Chacras	7264	1069	1.2	0.9
Secundaria	Compuertas	7756	243	0.7	0.6
	1º Vistalba	7981	217	0.7	0.6
	2ª Vistalba	5843	159	0.7	0.5
	La Falda	1195	42	0.5	0.5
	Chacras	11849	134	0.5	0.5
Terciaria	Compuertas	18039	61	0.5	0.5
	1º Vistalba	11752	72	0.5	0.5
	2ª Vistalba	10211	79	0.5	0.5
	La Falda	9817	21	0.4	0.4
	Chacras	26496	45	0.4	0.4

Considerando la relación entre superficie de cada área irrigada y las longitudes de las redes, se detecta importantes variaciones, que permiten agrupar dos áreas con similares densidades por un lado las que incluyen Compuertas, 1ª Vistalba y 2º Vistalba y por otro la correspondiente a La Falda y Chacras (Tabla 8).

TABLA 8 COSTOS UNITARIOS Y TOTALES DE REVESTIMIENTO

REDES	CAUCES	Padrones	Sup (ha)	Longitud (m)	m/ha	Costo ³ (\$ por m)	Costo (\$ por ha)	Costo Total (\$)
Subtotales	Compuertas	461	964	18.039	33	398	12.991	12.614.699
	1º Vistalba	843	841	11.752	32	441	14.206	12.302.076
	2ª Vistalba	932	623	10.211	32	392	12.481	7.925.570
	La Falda	762	194	9.817	83	372	31.029	6.112.643
	Chacras	2268	896	26.496	51	356	18.228	16.241.292
Totales y Promedios		5266	3518	141.927	40	389	15.505	55.196.279

³ Al mes de abril de 2006, la conversión de 1 dólar estadounidense es de \$ 3.08

En cuanto a los costos unitarios por metro y por ha entre las áreas mencionadas, se detecta un equilibrio en la relación de costos por metro. Sin embargo hay grandes diferencias de costos por ha, destacándose la hijuela La Falda con altos montos dado la exigua superficie y cantidad de longitudes por superficie.

Alternativa 2

Esta alternativa presenta como modalidad el revestimiento y conducción a pelo libre de la red primaria. En tanto la red secundaria se reviste parcialmente en los principales ramales y en los que tienen limitaciones para llevarse a cielo abierto, se efectúa entubamiento a baja presión. La red terciaria es entubada en toda su extensión y la conducción se realiza a baja presión.

La longitud de las secciones hidráulicas de los revestimientos y diámetros de cañerías para las distintas redes son variadas y en la red secundaria se prevé una combinación entre ambos métodos (Tabla 9).

TABLA 9 CARACTERISTICAS TECNICAS REVESTIMIENTO Y ENTUBADO BAJA PRESION

REDES	Cauces	Longitud (m)	Caudal (l/seg)	Base (m)	Altura (m)	Diámetro (mm)
Primaria	Compuertas	5922	1165	1.2	1.0	
	1º Vistalba	8187	1039	1.2	0.9	
	2ª Vistalba	4185	762	1.0	0.8	
	La Falda	5430	236	1.2	0.7	
	Chacras	7264	1069	0.7	0.9	
Secundaria	Compuertas	7756	243	0.7	0.6	600
	1º Vistalba	7981	217	0.7	0.6	500
	2ª Vistalba	5843	191	0.7	0.5	500
	La Falda	1195	42	0.5	0.5	250
	Chacras	11849	134			400
Terciaria	Compuertas	18039	49			300
	1º Vistalba	11752	72			300
	2ª Vistalba	10211	95			350
	La Falda	9817	21			160
	Chacras	26496	33			200

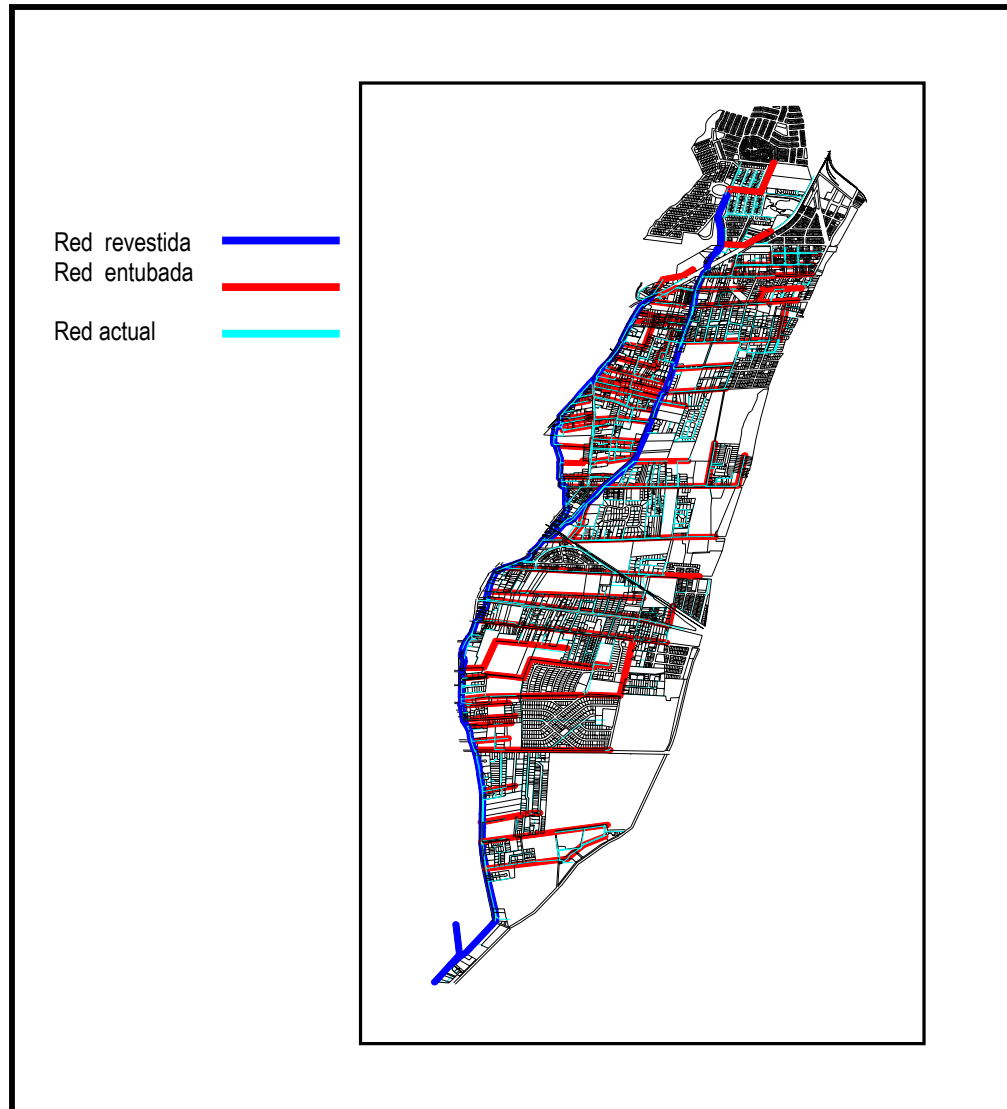
Si se tiene en cuenta las relaciones entre longitud y densidad de conducciones por unidad de superficie, surge un mayor costo por ha en hijuela La Falda, que disminuye abruptamente en hijuela 2ª Vistalba por existir un mayor equilibrio de longitudes de conducciones por ha. Aunque se detecta una cierta homogeneidad en la densidad de la red entre el área Compuertas, 1º Vistalba y 2º Vistalba, con relación a la Hijuela La Falda y Chacras (Tabla 10). En el primer caso estas densidades responden a una estructura territorial fuertemente influenciada por los usos agrícolas que en el segundo caso se encuentran afectadas por una constante subdivisión de la tierra por procesos de urbanización.

TABLA 10 COSTOS UNITARIOS Y TOTALES DE REVESTIMIENTO Y ENTUBADO BAJA PRESION

REDES	CAUCES	Padrones	Sup (ha)	Longitud (m)	m/ha	Costo (\$ por m)	Costo (\$ por ha)	Costo Total (\$)
Subtotales	Compuertas	461	964	27.693	29	538	15.350	14.905.244
	1º Vistalba	843	841	27.920	32	408	13.144	11.382.765
	2ª Vistalba	932	623	19.939	31	342	10.752	6.827.406
	La Falda	762	194	16.442	83	392	32.750	6.451.674
	Chacras	2268	896	45.609	51	323	16.532	14.729.891
Totales y promedios		5266	3518	137.603	39	395	15.252	54.296.980

Para el caso de Higuera Chacras de Coria se describen ejemplos de trazado de la alternativa 2 en áreas de mayor complejidad para la distribución hídrica (Figura 3).

FIGURA 3 ALTERNATIVA 2 EJEMPLOS DE TRAZADOS COMBINADOS HIJUELA CHACRAS DE CORIA



Alternativa 3

Se trata del entubamiento de toda la red primaria, secundaria y terciaria. El diseño de las redes es jerárquico y su capacidad de conducción se ha calculado en base a los caudales de riego actuales, con coeficientes promedios según superficie empadronada al día.

La red diseñada para el entubamiento de alta presión cuenta con menores longitudes que las restantes alternativas, ya que es factible rectificar tramos que se abastecen por cauces tradicionales. A nivel primario y terciario la higuera Chacras de Coria se destaca por su longitud en relación a los otros cauces ya que las duplica, en tanto la higuera La Falda es la de menor extensión junto con la Higuera 2° Vistalba (Tabla 11)

TABLA 11 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS ALTERNATIVA 3 ENTUBADO ALTA PRESION

REDES	Cauces	Longitud (m)	Caudal (l/seg)	Diámetro (mm)
Primaria	Compuertas	5894	1165	1000
	1º Vistalba	4122	1039	1000
	2ª Vistalba	3918	762	800
	La Falda	5553	236	500
	Chacras	8212	1069	1000
Secundaria	Compuertas	9737	146	400
	1º Vistalba	8159	148	400
	2ª Vistalba	4950	191	500
	La Falda	4372	59	250
	Chacras	9670	119	400
Terciaria	Compuertas	11289	49	250
	1º Vistalba	9663	49	250
	2ª Vistalba	14876	48	250
	La Falda	7946	15	160
	Chacras	25880	20	160

Para esta alternativa es importante destacar que se han proyectado nuevas obras de cabecera del sistema, que mejoran ostensiblemente la situación actual no solo del área del proyecto sino que posibilitan garantizar nuevos escenarios de demanda poblacional, que con las otras alternativas no se pueden efectivizar.

Actualmente el sistema de derivación de agua cruda a las Plantas Potabilizadoras del Gran Mendoza que abastecen a más de 1.000.000 de habitantes tiene limitada capacidad para su conducción por el Canal Aductor- Sifón Río Mendoza - Canal Matriz Vistalba. A la fecha se entrega 5,9 m³/seg y con los pedidos inminentes de ampliación este pasará a 7,5 m³/seg, siendo necesario prever nuevas obras de cabecera como las previstas en este proyecto.

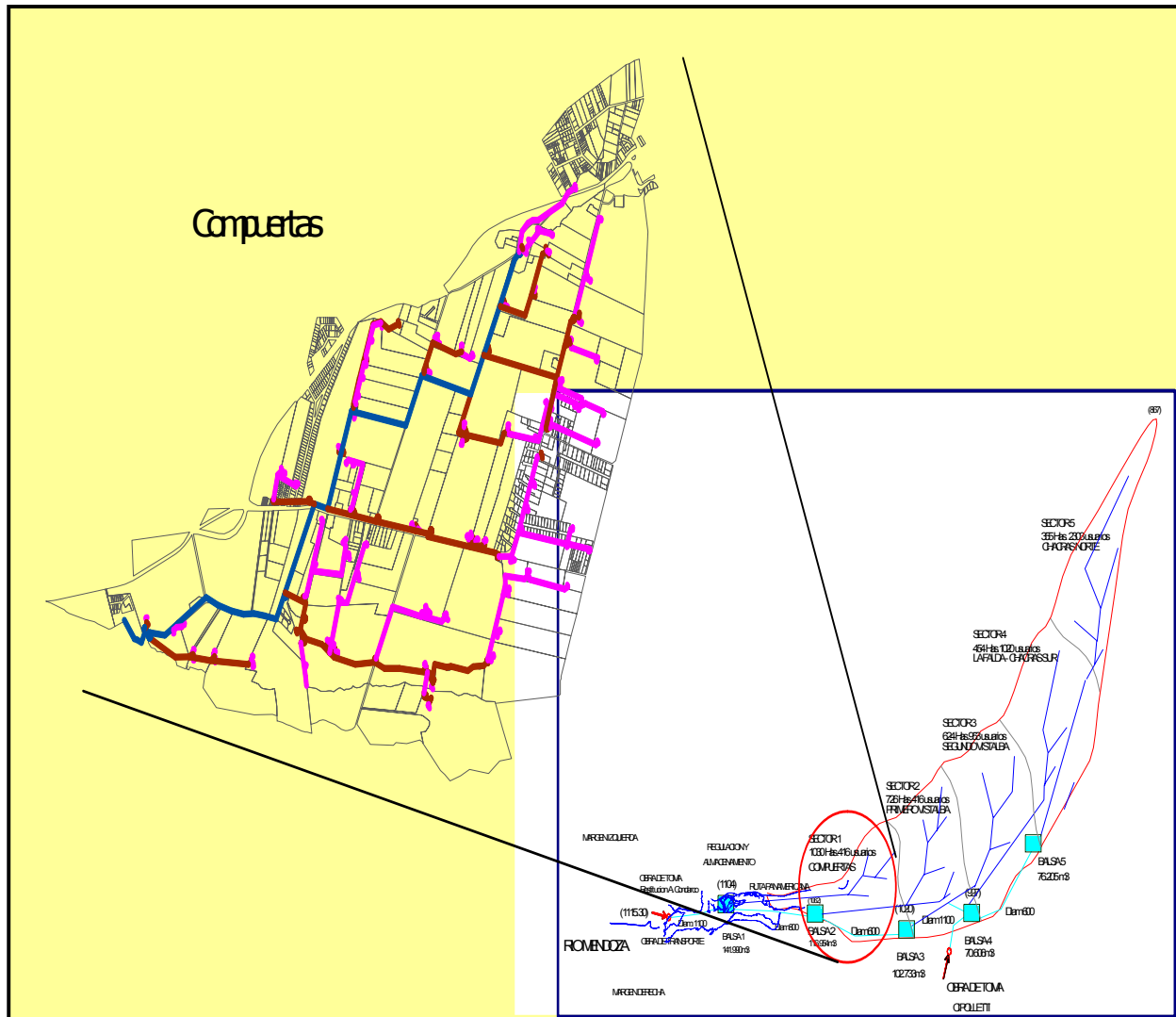
En tabla 12 se detallan los montos y costos presupuestados por superficie para la alternativa 3, incluido las obras de cabecera para reabastecimiento de las Plantas Potabilizadoras.

TABLA 12 COSTOS SECTORIALES DE ENTUBADO ALTA PRESION

Sector	Montos presupuestados			Costo por ha	
	Red de distribución	Obras de Cabecera	Total	Superficie real	Fracción por entero
Compuertas	\$ 11.562.388	\$ 6.429.654	\$ 17.992.042	\$ 18.671	\$ 13.958
1º Vistalba	\$ 11.017.084	\$ 4.388.896	\$ 15.405.980	\$ 18.329	\$ 5.224
2ª Vistalba	\$ 7.012.260	\$ 3.726.012	\$ 10.738.272	\$ 17.237	\$ 7.725
La Falda	\$ 8.106.762	\$ 1.635.063	\$ 9.741.824	\$ 15.954	\$ 11.737
Chacras Sur	\$ 7.733.891	\$ 1.337.778	\$ 9.071.669	\$ 8.908	\$ 3.277
Chacras Norte					
Nuevo Sifón 1º Vistalba		\$ 2.784.914	\$ 2.784.914		
Totales	\$ 45.432.384	20.302.317	\$ 65.734.701	\$ 17.820	\$ 8.384

Esta alternativa contempla además la instalación de balsas y reservorios a ubicar en el sector distal de la cuenca aprovechando los fuertes desniveles relativos entre el sector de cabecera y el área a irrigar, con lo cual se obtendrían conducciones con alta presión por gravedad para instalar sistemas presurizados: goteo y aspersión (Figura 4)

FIGURA 4 ALTERNATIVA 3 RED DE DISTRIBUCION PRESURIZADA .EJEMPLO CANAL COMPUERTAS



Comparación de alternativas

Las alternativas de infraestructura de conducción presentan diversos montos presupuestados con modalidades diferenciales de reembolso, según se trate de superficie real o fracción por entero⁴ (Tabla 13)

⁴ La modalidad de cobro según la reglamentación vigente en Mendoza (Argentina) prevé que cualquier fracción con superficie menor a 1ha real, paga el equivalente a 1 ha por entero

TABLA 13 COMPARACION COSTOS DE INVERSION EN INFRAESTRUCTURA PROYECTO MODERNIZACION LUJAN OESTE

SECTOR	ALTERNATIVA 1			ALTERNATIVA 2			ALTERNATIVA 3		
	Presup	S/ha Emp	S/ha F.E.	Presup	S/ha Emp	S/ha F.E.	Presup	S/ha Emp	S/ha F.E.
Compuertas	\$12.614.699	\$13.091	\$9.786	\$14.905.244	\$15.468	\$11.563	\$17.992.042	\$18.671	\$13.958
1° Vistalba	\$12.302.076	\$14.636	\$4.172	\$11.382.765	\$13.543	\$3.860	\$15.405.980	\$18.329	\$5.224
2° Vistalba	\$7.925.570	\$12.272	\$5.702	\$6.827.406	\$10.959	\$4.912	\$10.738.072	\$17.237	\$7.725
La Falda	\$6.112.643	\$31.464	\$7.365	\$6.451.674	\$33.209	\$7.773	\$9.741.824	\$15.954	\$11.737
Chacras	\$16.241.292	\$18.124	\$5.868	\$14.729.891	\$16.437	\$5.231	\$9.071.669	\$18.908	\$3.277
Sifón 1° Vistal.							\$2.784.914		
Total/Promedio	\$55.196.279	\$18.007	\$6.578	\$54.296.980	\$17.923	\$6.686	\$65.743.701	\$18.608	\$ 8.755

En relación a los montos totales de las tres alternativas surge que no existen grandes diferencias de costo entre sí, inclusive la alternativa 3 que incluye obras de cabecera para el abastecimiento de población y genera externalidades positivas a toda la cuenca del Río Mendoza al preverse nuevo sistema de abastecimiento.

Son notables las importantes diferencias de costos por superficie real empadronada y que afecta más a los usos agrícolas, al reducirse la cantidad de hectáreas para el reembolso. Sucede lo contrario si se adopta la modalidad de cobro fracción por entero, que permite contar con más hectáreas por número de usuarios y equilibrar más la cantidad de padrones no agrícolas con superficie real, en especial en sectores con alta densidad de parcelas por sector y que requieren de mayor longitud de infraestructura de conducción.

A similares costos y reembolso se estima más conveniente para todo el sistema Luján Oeste el cobro fracción por entero, dado el predominio de padrones con usos no agrícolas sobre el padrón total.

En la elección de las alternativas ya sean individuales o combinadas, es conveniente considerar una posible sectorización del *Canal Compuertas - 1° Vistalba* que cuenta con clara y fuerte vocación de uso agrícola y de *Hijuela 2° Vistalba-La Falda y Chacras* con uso no agrícola y recreativo consolidado. Para el primer sector la alternativa 2 presenta mejor relación entre costos y beneficios; siendo más equilibrado el reembolso propuesto. En el segundo sector la alternativa 3 es la que más se adapta a las necesidades del minifundio y parvifundio existente, presentando además los mejores beneficios e infraestructura de conducción para la operación que las otras dos alternativas.

COMPONENTES DEL PROYECTO

La zona del proyecto presenta características favorables para el desarrollo de modernas tecnologías y nuevos métodos que permitan a los usuarios acceder al recurso hídrico en tiempo y forma. Pero dado que hasta ahora se ha tenido un enfoque tradicional de neto corte rural en el manejo del agua, la introducción de modernos sistemas de riego debe ir acompañada de un cambio perceptual en la actitud de los usuarios para garantizar el éxito de este emprendimiento y que permita sectorizar adecuadamente estas iniciativas.

El proyecto tiene el propósito de resolver en el corto plazo la inversión en infraestructura necesaria para implementar esta nueva tecnología de riego, pero prestando cuidadosa atención al diseño de una estrategia de largo plazo para lograr que la modernización sea completa. Es por ello que esta componente de inversión debe ir acompañada de una componente de desarrollo institucional, que asegure la capacitación e intercomunicación de los actores responsables de llevar a cabo las transformaciones hacia las cuales apuntan proyectos de esta envergadura.

Componente de Inversión del Sistema de Riego

Es inminente la necesidad de mejorar el sistema de conducción actual, para lo cual existen varios métodos y alternativas de distribución colectiva combinadas o no para lograr éste propósito, y que han sido detalladas precedentemente. El aprovechamiento de los desniveles para generar presión por gravedad es una ventaja comparativa que influye en el tipo de proyecto propuesto y montos, ya que no se producen costos energéticos de bombeo. Sin embargo existen sectores irrigados del proyecto en los que existen restricciones técnicas y económicas para implementar sistemas presurizados dentro de la parcela y requieren otros métodos.

Componente de Fortalecimiento Institucional

Las necesidades actuales de la agricultura irrigada imponen un alto nivel de competitividad, que dista mucho de la realidad a la que nos enfrentamos actualmente. La inserción en los mercados internos y externos sólo se hará posible mediante el cambio profundo, continuado y progresivo de la actitud de los usuarios que apunte al rol empresarial de los mismos mediante la capacitación y entrenamiento constante, incorporación y desarrollo tecnológico de nuevos métodos de manejo.

Se propone la implementación de una componente de Fortalecimiento Institucional que justifique y potencie el impacto que estas obras de modernización lograrán en el área de proyecto y se transforme en un núcleo de seguimiento permanente del proyecto y de capacitación e información continua al usuario. La implementación de esta componente se debe realizar en forma paralela a la ejecución del proyecto y apunta mayormente a las organizaciones de usuarios y a su autogestión técnica-administrativa.

Subcomponente de Desarrollo Institucional

Esta subcomponente articulará y supervisará las actividades generales de la componente de Fortalecimiento Institucional, asegurando la complementariedad, coherencia e integración de las mismas. Estará a cargo de una Coordinación Técnica, siendo vital su funcionamiento para el éxito del proyecto. La supervisión y seguimiento del desarrollo de esta la componente es vital para asegurar el desenvolvimiento y eficaz aplicación de las modernas tecnologías y el cumplimiento de las pautas de trabajo.

Subcomponente de Capacitación

Debe involucrar a todos los responsables del proyecto, entre los cuales se destacan los usuarios, Inspecciones de Cauce, Asociación de Inspecciones 1º Zona Río Mendoza y área técnica del Departamento General de Irrigación. Es de vital importancia transmitir los conocimientos específicos de funcionamiento del sistema de riego y concientizar a los usuarios de la importancia de la implementación de nuevas tecnologías de riego parcelarias que permitan aumentar la eficiencia a valores tales que garanticen altos niveles de productividad. El conocimiento del modo de operación del sistema *know-how* se transmitirá de la manera más adecuada según el beneficiario del proyecto al que vaya dirigido. Esto quiere decir que la transferencia de este conocimiento se puede realizar mediante la realización de cursos de capacitación o mediante la utilización de los medios masivos de comunicación y deberá realizarse con un enfoque participativo e integrador. Las actividades de esta subcomponente serán ejecutadas por personal técnico contratado para cada evento específico. La programación de los eventos y la coordinación de los instructores y/o capacitadores, será realizada por un asesor técnico especialista en capacitación y comunicación, quien responderá al Coordinador Técnico de la Componente de Fortalecimiento Institucional.

Subcomponente de Extensión o Información

Como se ha expresado, el desafío de este proyecto es hacer frente a una tecnología de distribución de aguas que implica un profundo replanteo de la administración. Las innovaciones no estructurales a encarar, son tan complicadas como los problemas técnicos a resolver en la distribución a presión de agua para riego. Con posterioridad a la ejecución de la obra física y durante por los menos el término de dos años, cumplidas las etapas de desarrollo institucional y capacitación de esta componente, se debe proseguir con la extensión, información y monitoreo en forma permanente. Esto con el objeto de asegurar el éxito y la sustentabilidad de la innovación tecnológica y administrativa.

Esta subcomponente consistirá en la programación, organización y realización de diferentes eventos y medios de difusión, tendientes a conocer en forma permanente la demanda de los beneficiarios, satisfacer requerimientos, desarrollar habilidades, transmitir conocimientos y comunicar informaciones, en aspectos relacionados con los objetivos y alcances del proyecto. Se deben establecer mecanismos de seguimiento, estudio y evaluación de los resultados planteados con vista a desarrollos futuros del sistema e incorporación de nuevas áreas a esta moderna tecnología. El cumplimiento de esta subcomponente deberá transformarse en un servicio continuo que se preste al usuario más allá del término de ejecución del proyecto.

BENEFICIOS Y METAS PREVISTAS

Los beneficios del proyecto se generan al aumentar la seguridad de riego para las tierras beneficiadas, permitiendo una entrega a la demanda de los usuarios y no según la oferta del río. Esto implica un aumento de producción, ya sea por incremento de la superficie regada o por posibilidad de cambio a cultivos más rentables al disminuir el riesgo del abastecimiento de agua. La conducción por cauces revestidos y cañerías elimina las pérdidas, por lo que el agua infiltrada que ahora se está recuperando se incorporará al sistema productivo. Estas pérdidas actualmente que son del 22,2% en la red primaria se eliminarán y permiten el aumento de la eficiencia de conducción y distribución. También se genera mayor productividad al existir agua en tiempo y forma según desarrollo del cultivo y menores de gastos de bombeo de agua subterránea, simplificación de la operación y disminución de los costos de mantenimiento

Las metas planteadas son el aumento de la eficiencia global del sistema del 30% al 54% modernizando y transformando la red de conducción y distribución interparcelaria con sistema presurizado e induciendo a las mejoras de la actual aplicación en predios. A su vez los usuarios transformando progresivamente sus sistemas parcelarios de aplicación de riego permitirán que se llegue a una eficiencia global óptima del 81% (Tabla 14)

TABLA N° 14 EFICIENCIAS

Eficiencias	Situación Actual	Situación 1 Interparcelaria	Situación 2 Interparcelaria e Intraparcelaria
Parcelaria	0,54	0,54	0,90
Interparcelaria	0,76	0,95	0,95
Conducción	0,72	0,95	0,95
Global	0,30	0,49	0,81

Fuente: Loyola, 1999

Otras metas previstas que se obtendrán con el proyecto, son:

- Recuperación de pérdidas en el río Mendoza entre el 16-18% del caudal promedio
- Restablecimiento del 22 % de caudales en el Sistema Luján Oeste, equivalente a 7.2 Hm³/año
- Incorporación de áreas incultas, mediante el recurso generado Obtención de 1 m³/seg adicional para Abastecimiento Poblacional sin generación y desembalse
- Liberación de servidumbres de riego para cauces aluvionales
- Mayor disponibilidad hídrica por aumento de la garantía hídrica de un 81% a 95%
- Disminución de costos de operación y mantenimiento hasta un 50 %
- Incorporar al servicio 30 % de usuarios residenciales que por impedimento físico no pueden dotarse
- Posibilidad de riego diurno para sectores no agrícolas
- Reducción de costos operativos en riego tecnificado entre 20 y 45 %
- Aumento de la productividad agrícola en calidad y cantidad de hasta un 40 % de mayor rentabilidad

BIBLIOGRAFIA

ANTONETTI, G. Informe sobre mediciones de eficiencias en Luján Oeste. Año hidrológico 1998 (Inédito)

ARRILLAGA, H., 1997. Una síntesis de la evolución de la oferta técnica de métodos evaluativos de proyectos de inversión. Hacia la identificación de sus principales limitantes. En: Evaluación de Proyectos de Inversión. Universidad Nacional del Litoral. Santa Fe.15-77.

ASOCIACION PRIMERA ZONA RIO MENDOZA, 2003. Campaña anual de mediciones de caudales 1º Zona Río Mendoza. (Inédito)

CHAIN, N. y S. CHAIN, 1995. Preparación y evaluación de proyectos. Mc Graw - Hill. Colombia. 402 p.

DEPARTAMENTO GENERAL DE IRRIGACION, 1996. Descripción preliminar de la Cuenca del Río Mendoza. Mendoza, 120 p

DEPARTAMENTO GENERAL DE IRRIGACION, 1997. Programa de Inversiones prioritarias en el sistema de Riego del Río Mendoza. Evaluación de las Áreas de Manejo. Mendoza, 150 p

GRASSI, C, 1990. Fundamentos del riego. Mérida Venezuela, CIDIAT, 409 p.

GUERRA, E., N. SORIA, M. LAZARO, R. VALENZUELA Y M. SALOMON, 1999. Aplicación del sistema digital. Información Territorial en un Área Bajo Riego. Mendoza. En: Revista Territorio. Asociación de Agrimensores de Mendoza. A.M.A. : 18-22.

INA, 2002., Estimación de la infiltración en canales derivados del Río Mendoza. IT N° 22 CRA. Mendoza

LOYOLA, L., 1999. Anteproyecto sistematización de riego Hijuela 2º Vistalba (Inédito).

MERCAU, R y G. PASCUCI, 1995. Escenarios futuros: La evolución de las hectáreas cultivadas en la Cuenca del Río Mendoza. Ministerio de Ambiente y Obras Públicas. Gobierno de Mendoza

PICCONE, L. y SALOMON, M., 1994. El manejo del agua de riego en la Provincia de Mendoza. Ejemplo de usos y aprovechamiento de aguas en el Gran Mendoza. En: Mendoza en el 2000. Capítulo 12: 97-103. Centro Coordinador de Ediciones Académicas. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Cuyo.

SALOMON, M., PITHOD, P. y E. ABRAHAM, 2001. Proceso Metodológico de Evaluación de Impacto Ambiental de la Presa Potrerillos. Río Mendoza. Irrigation Symposium. International Society for Horticultural Science. Mendoza. Argentina. Sustainability 8:10.

SANCHEZ, C., DE BLASSIS J. y M.SALOMÓN, 2.000. Aporte Metodológico a la Distribución Hídrica. Estudio de caso Canal Primero Vistalba. Congreso Internacional de Eficiencia del Agua. Mendoza. República Argentina. Universidad Nacional de Cuyo - Departamento General de Irrigación.13:9

SALOMON, M. y S. RUIZ FREITES, 2003. Proceso de descentralización en la administración del recurso hídrico. Asociación de Inspecciones de cauces cuenca del Río Mendoza (Argentina). En: III Curso Latinoamericano de Cuencas Hidrográficas. FAO. REDLACH. INARENA. Arequipa. Perú.12p.

SALOMÓN, M., R. THOMÉ, J. LÓPEZ, H. ALBRIEU y S. RUIZ FREITES, 2005. Problemática de las áreas bajo riego y organizaciones de usuarios marginales a la Aglomeración del Gran Mendoza. En: XX Congreso Nacional del Agua. Mendoza. Argentina. 2.3.24:17.

SALOMON, M. y S. RUIZ FREITES, 2005. La descentralización en la administración del agua. Ley 6405. Mendoza (Argentina). En: XX Congreso Nacional del Agua. Mendoza. Argentina. 2.8.13:11.

SANTOS PEREIRA, 2003. Indicadores del uso del agua. CYTED, Agua en Iberoamérica. Indicadores del uso del agua en las tierras secas de Iberoamérica, Cooperación Iberoamericana, Subprograma XVII Aprovechamiento y Gestión de los Recursos Hídricos, Buenos Aires, Argentina. Volumen VI

SATLARI, J., G. ANTONETTI y J. MOLINA, 1997. Análisis de los usos hortícolas en la zona irrigada del oasis Norte de Mendoza. DGI.20 pp.

SCIARA, A., 1997. Los proyectos de inversión en el presupuesto público. Conceptos y metodologías. En: Evaluación de Proyectos de Inversión. Universidad Nacional del Litoral. Santa Fe.137-148.