



## **Convenio UTF – PROSAP**

*Proyecto de Desarrollo Institucional para la Inversión*

### **ANEXO I: AREAS EXISTENTES**

### **APÉNDICE 2: DETALLE METODOLOGÍA INVERSIÓN PARCELAR**

**Diciembre 2015**

## CONTENIDO

<b>I.</b>	<b>MODELOS DE RIEGO INTRAFINCA.....</b>	<b>3</b>
A.	SITUACIÓN SIN PROYECTO .....	3
B.	SITUACIÓN CON PROYECTO, CON RIEGO POR SUPERFICIE CON MEJORAS .....	3
C.	SITUACIÓN CON PROYECTO, CON RIEGO POR SUPERFICIE CON MEJORA DE CONDUCCIÓN INTERNA .....	3
D.	SITUACIÓN CON PROYECTO, CON RIEGO PRESURIZADO .....	3
<b>II.</b>	<b>COSTEO DE MODELOS INTRAFINCA .....</b>	<b>4</b>
A.	CONSIDERACIONES POR MODELO PROPUESTO .....	4
1.	<i>Riego por superficie con mejoras .....</i>	<i>4</i>
2.	<i>Riego por superficie con mejoras más acueducto .....</i>	<i>4</i>
3.	<i>Riego Presurizado.....</i>	<i>5</i>
B.	ETAPAS DE DISEÑO.....	5
1.	<i>Diseño Agronómico:.....</i>	<i>5</i>
2.	<i>Diseño hidráulico:.....</i>	<i>5</i>

## **I. MODELOS DE RIEGO INTRAFINCA**

1. El concepto de eficiencia en este caso, hace referencia a la cantidad de agua utilizable por el cultivo respecto a la cantidad de agua disponible para el riego en la finca (Au/Ad); considerándose como principales pérdidas, la infiltración durante el transporte interno, las fugas del sistema, los desagües (no aprovechable), la percolación profunda por debajo de la zona de exploración radicular y la evaporación. En este caso, fueron considerados cuatro situaciones generales:

### **A. SITUACIÓN SIN PROYECTO**

2. Riego por superficie (surco o melga) con distribución interna en finca sin mejoras (impermeabilizaciones, marcos derivadores, etc.). Donde se considera en base a la información más frecuente expresada en los distintos proyectos PROSAP, una eficiencia del 50%. DESTINATARIOS: agricultores sin capacidad de absorción de nuevas tecnologías, cultivos añosos o envejecidos, no rentables.

### **B. SITUACIÓN CON PROYECTO, CON RIEGO POR SUPERFICIE CON MEJORAS**

3. Las mejoras abarcan pequeños movimientos de suelos (retoques de niveles) y laboreos de suelo, que acompañados por la incorporación de mejores y más adecuadas técnicas de manejo del riego, (mayor y mejor control de caudales, tiempos y oportunidad de riego), lleva aparejada una mejora en la eficiencia de uso del agua. Se estima que ésta mejora puede ser del 15%, llegándose a una eficiencia del 65% DESTINATARIOS: agricultores con baja capacidad de absorción de nuevas tecnologías, o con cultivos implantados, añosos, poco rentables.

### **C. SITUACIÓN CON PROYECTO, CON RIEGO POR SUPERFICIE CON MEJORA DE CONDUCCIÓN INTERNA**

4. La misma se realiza por intermedio de un entubado con bocas de salidas progresivas tipo "bornas" en cada cuadro de riego. La mejora obtenida al eliminar las pérdidas por conducción del orden de 10%, llegándose a una eficiencia combinada del 75%. DESTINATARIOS: usuarios que poseen baja eficiencia de conducción interna con pérdidas del orden del 10%, ocasionadas por presencia de condiciones: suelos arenosos, trayectos largos de transporte, caudales reducidos, aguas subterráneas).

### **D. SITUACIÓN CON PROYECTO, CON RIEGO PRESURIZADO**

5. Estos sistemas de riego poseen las ventajas de poder realizar la labor en forma sencilla e inmediata, con una notable reducción de pérdidas, y un alto grado de precisión, valorada ésta como uniformidad, la cual si bien se relaciona con nuestro concepto de eficiencia desarrollado para el presente documento, no adquieren valores idénticos, ya que para un valor de uniformidad dado, la eficiencia puede ser igual o mayor, debido a que difícilmente el agua aplicada quedará no disponible para las plantas, solo en casos groseros de percolación profunda por debajo del

horizonte explorado por las raíces del cultivo, lo cual usualmente está más ligado a un mal plan de riego, que a las habilidades del sistema. DESTINATARIOS: agricultores con media a alta capacidad de absorción de nuevas tecnología, en el marco de cultivos nuevos, o añosos pero con buen estado vegetativo, rentabilidad aceptable.

- Goteo: Uniformidad 90%, Eficiencia 95%, a ser aplicado en cultivos frutales, viñedos, olivos e industriales. Se ha tomado el caso de goteros no-compensados, que son quienes dominan el mercado y presentan menor costo, en el caso de goteros compensados se puede considerar una uniformidad del orden del 95% y una eficiencia consecuentemente mayor.
- Cinta: Uniformidad 90%, Eficiencia 95%, a ser aplicado en cultivos hortícolas.
- Aspersión: Uniformidad 80%, Eficiencia 85%, a ser aplicado en cultivos forrajeros, granos, oleaginosas. Se ha considerado el sistema más extendido en su uso, el Pivot Central. Las diferencias de eficiencias están dadas por las mayores pérdidas por evaporación, y por una mayor facilidad a generar pérdidas por percolación debido a que es un sistema de alto volumen.

## **II. COSTEO DE MODELOS INTRAFINCA**

6. Para la determinación de los costos de los distintos modelos se utilizó una metodología basada en el costo unitario (expresado en dólares) de cada componente por el volumen requerido en cada caso, como por ejemplo costo en dólares por m<sup>3</sup> bombeado, m<sup>3</sup> filtrado, m<sup>3</sup> conducido, m<sup>3</sup> derivado, costo de emisores por m<sup>2</sup>, etc. En ninguno de los casos se ha contemplado el costo de las componentes blandas, asesoramiento, relevamientos, diseños, etc. Los valores finales fueron testeados con valores de mercado de productos de similares características.

### **A. CONSIDERACIONES POR MODELO PROPUESTO**

#### **1. Riego por superficie con mejoras**

7. Se consideró un costo equivalente a realizar movimientos livianos de suelo en cultivos implantados o no, a fin de mejorar los niveles de terreno, mejorar bordos y acequias, evitar fugas y de contar con un terreno mejor sistematizado para regadío.

#### **2. Riego por superficie con mejoras más acueducto**

8. Las mismas consideraciones anteriores más el costeo de un acueducto de conducción de muy baja presión, con bornas progresivas, no telescópico. Se calculó

en base a conducción de agua de pozo con toma directa desde éste a una conducción desde un reservorio con una elevación mínima de 3 m. Cálculo.

### **3. Riego Presurizado**

9. Un equipo de riego presurizado está compuesto por una cantidad elevada (cientos) de componentes y piezas las que en su conjunto conforman el costo del equipamiento. En condiciones típicas el detalle de ésta lista de componentes surge luego de haber realizado un diseño para un caso en particular al que se asocia el costo correspondiente, para dicha situación. Por lo tanto, el primer desafío fue desarrollar una metodología que pudiera arrojar valores de costos con suficiente precisión y sin la confección de diseños particulares para cada uno de los casos.

## **B. ETAPAS DE DISEÑO**

### **1. Diseño Agronómico:**

10. Incluye introducir los parámetros que tienen que ver con el cultivo y el clima, tales como, lámina de reposición diaria, distancia entre hileras, cantidad de laterales por hilera, distancia entre emisores, tasa de precipitación etc. Esta etapa se realiza tanto para conducir un diseño particular final como para un sistema genérico abreviado como el propuesto en la metodología presente.

### **2. Diseño hidráulico:**

11. Responde a parámetros tales como, superficie, planialtimetría del terreno, forma de las parcelas, tiempo máximo de riego, selección de emisores, cantidad de operaciones de riego, caudal a conducir, caudales a derivar. Es aquí donde se expresa la metodología a fin de calcular los costos relativos a cada aspecto técnico de diseño. Además no se realiza un cálculo hidráulico específico y un listado de materiales asociado a éste sino que se trabaja desde el punto de vista del costo unitario por componente (expresado en dólares), tales como:

- Bombeo ( $\$/m^3$ )
- Filtrado ( $\$/m^3$ )
- Tubería principal ( $\$/m^3/m$ )
- Tubería secundaria ( $\$/m^3/m$ )
- Válvulas ( $\$/m^3$ )
- Laterales-Emisores ( $\$/m$ )
- Instalación ( $\$/ha$ )

12. La metodología contempla 4 etapas:

- a. Confección de una "Base de datos de costos de componentes" (que permite ser actualizada): la base de datos está integrada por precios de costos a

redistribuidores de los distintos elementos que componen un equipo, desde bombas, tableros eléctricos, filtros, tuberías PVC (también para acueductos), accesorios, válvulas, laterales de goteo, cinta, zanjeo, instalación.

b. Cálculo del costo unitario por componente:

- Bombeo ( $\$/m^3$ ): en base a precios de distintos modelos de bombas y sus rendimientos a una presión de 40 m.c.a., se establece un valor promedio por  $m^3$  bombeado. Se toma esa presión de referencia por ser la más usual y por corresponder a una potencia instalada cercana a 1 HP/ha, parámetro aconsejable en los diseños.
- Filtrado ( $\$/m^3$ ): se considera filtrar agua desde un reservorio, se tomaron como referencia dos situaciones distintas, una para caudales menores a  $60 m^3/hs$ , donde se solucionan con filtros de malla o anillas de limpieza manual, y otra situación para caudales mayores a  $60 m^3/hs$  donde se solucionan con filtros de malla de limpieza automática. Se toman los valores de los distintos modelos por tamaños y se divide por el caudal máximo admisible al 75%.
- Tubería principal ( $\$/m^3/m$ ): tomando en cuenta una serie de diámetros de tuberías y sus caudales máximos admisibles en función de las velocidades máximas establecidas, se calcula el costo por  $m^3$  conducido en cada una de ellas. Dado el caudal establecido para cada sistema propuesto y un factor de telescopicidad y otro de distribución espacial asociados de acuerdo al tamaño de proyecto, se proponen los costos equivalentes de  $\$/m^3/m$ .
- Tubería secundaria ( $\$/m^3/m$ ): ídem anterior pero en vez de considerarse como limitante la velocidad en la tubería la limitante es la pérdida de carga. El factor de telescopicidad es diferente.
- Válvulas ( $\$/m^3$ ): dados distintos modelos para distintos rangos de caudal se calcula su costo en  $\$/m^3$  derivado.
- Laterales-Emisores ( $\$/m$ ): la cantidad de metros de laterales por unidad de superficie están en relación a la densidad de ellos (distancia entre hileras y cantidad de laterales por hilera).
- Instalación ( $\$/ha$ ): se compone por metros de zanjeo por hectárea más mano de obra por hectárea.

c. Diseño Agronómico abreviado: se completan en los casilleros correspondientes los datos de: cultivo, tipo de riego, eficiencia, lámina de reposición, distancia entre hileras, cantidad de laterales por hilera, caudal del emisor, cantidad de sectores de riego, calculándose entonces, tiempo

máximo de riego, tasa de precipitación, caudal de bombeo, superficie por sector, etc.

- d. Costeo de Diseño hidráulico ficticio: en función del caudal de bombeo, se calculan los costos de bombeo, filtrado, de la red principal de tuberías teniendo en cuenta un factor empírico de ajuste que se relaciona con el tamaño del proyecto tomando valores de 4 a 0,8 decreciendo conforme se incrementa la superficie; y en el caso de la red secundaria se considera a razón de 10 m/ha y en derivaciones de 30 m<sup>3</sup>/hs promedio; este último valor es considerado para el cálculo del costo de válvulas. En el caso de los laterales de riego se calculan en metros de laterales por unidad de superficie que están en relación a la densidad de los mismos (distancia entre hileras y cantidad de laterales por hilera); la instalación se compone por metros de zanjeo y la mano de obra por hectárea. Sobre el final del cálculo se adiciona un margen de ganancia de intermediario, ya que la base de datos utilizada es en base a precios mayoristas.

13. Para el caso de aspersión por Pivot Central, se partió del valor de mercado de una unidad armada de 50 has de superficie irrigada, respondiendo al equipo más solicitado en el mercado, lo cual no conlleva mayores cálculos para su costeo, salvo la incorporación de los costos de bombeo y conducción hasta el centro del mismo, suponiendo que se toma agua de un canal de aducción lateral ubicado en uno de los extremos del sistema.

14. A los efectos del presente trabajo no se han tenido en cuenta los costos de ingeniería o asesoramiento, instalaciones para aprovisionamiento eléctrico y de reservorios de agua.

Figura Nº 1: XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

CULTIVO		VID-FRUT	VID-FRUT	VID-FRUT	PASTURA-HORT	HORTICOLA	HORTICOLA	OLIVO-NOGAL	CITRUS	HORTICOLA	BANANO	CAÑA
SUPERFICIE TOTAL	ha	5	15	50	50	2,5	90	15	15	5	15	50
MÉTODO DE RIEGO		GOTEO	GOTEO	GOTEO	PIVOT	CINTA	CINTA	GOTEO	GOTEO	CINTA	GOTEO auto	GOTEO auto c
EFICIENCIA	%	95	95	95	87	95	100	95	95	95	95	95
LÁMINA DE REPOSICIÓN	mm/día	7	6,5	6,5	8	6	6	7	4	4	4	4
LÁMINA BRUTA	mm/día	7,37	6,84	6,84	9,20	6,32	6,00	7,37	4,21	4,21	4,21	4,21
DISTANCIA ENTRE HILERAS	m	2,5	2,5	2,5		1,2	1,2	7,5	6	1,2	4	1,6
DISTANCIA ENTRE EMISORES	m	0,75	0,75	0,75		0,2	0,25	0,75	0,85	0,25	0,75	0,75
CAUDAL EMISOR	l/hs	2,2	2,2	2,2		1	0,9	2,2	1,5	1	1,8	1,8
LATERALES POR HILERA	nº	1	1	1		1	1	2	2	1	1	1
TASA DE PRECIPITACIÓN	mm/hs	1,17	1,17	1,17		4,17	3,00	0,78	0,59	3,33	0,60	1,50
TIEMPO MÁXIMO DE RIEGO	hs	12,56	17,49	17,49	24,00	7,58	20,00	18,84	14,32	12,63	14,04	16,84
TIEMPO DE RIEGO POR SECTOR	hs	6,28	5,83	5,83		1,52	2,00	9,42	7,16	1,26	7,02	2,81
SECTORES DE RIEGO	nº	2,0	3,0	3,0		5,0	10,0	2,0	2,0	10,0	2,0	6,0
SUPERFICIE SECTOR	ha	2,5	5,0	16,7		0,5	9,0	7,5	7,5	0,5	7,5	8,3
FACTOR CORRECCIÓN BOMBEO	%	1,1	1,1	1,05		1,05	1,1	1,1	1,1	1,05	1,1	1,1
CAUDAL DE BOMBEO	m3/hs	32,3	64,5	205,3	200,0	21,9	297,0	64,5	48,5	17,5	49,5	137,5
FACTOR DE ESCALA MAIN		3,5	2,5	1		4	0,8	2,5	2,5	3,5	2,5	1
BOMBEO		1.147,22 \$	2.294,44 \$	7.300,50 \$	7.110,87 \$	777,75 \$	10.559,65 \$	2.294,44 \$	1.725,43 \$	622,20 \$	1.759,94 \$	4.888,73 \$
CABEZAL DE FILTRADO		942,89 \$	4.110,67 \$	13.079,40 \$		639,23 \$	18.918,42 \$	4.110,67 \$	3.091,25 \$	- \$	3.153,07 \$	8.758,53 \$
PRINCIPAL		478,96 \$	2.052,70 \$	8.708,43 \$	6.414,52 \$	185,55 \$	18.138,42 \$	2.052,70 \$	1.543,64 \$	259,77 \$	1.574,52 \$	5.831,54 \$
SECUNDARIA		858,23 \$	2.574,70 \$	8.582,34 \$		429,12 \$	15.448,21 \$	2.574,70 \$	2.574,70 \$	858,23 \$	2.574,70 \$	8.582,34 \$
VALVULA		461,57 \$	1.384,71 \$	4.405,90 \$		782,30 \$	21.242,72 \$	923,14 \$	694,21 \$	1.251,68 \$	708,09 \$	5.900,76 \$
LATERALES		3.520,00 \$	10.560,00 \$	35.200,00 \$	80.000,00 \$	1.867,28 \$	67.222,22 \$	3.520,00 \$	4.400,00 \$	3.734,57 \$	9.900,00 \$	82.500,00 \$
INSTALACION		2.254,63 \$	6.763,89 \$	22.546,30 \$		1.127,31 \$	40.583,33 \$	6.763,89 \$	6.763,89 \$	2.254,63 \$	6.763,89 \$	22.546,30 \$
		9.663,51 \$	29.741,11 \$	99.822,86 \$	93.525,40 \$	5.808,54 \$	192.112,97 \$	22.239,54 \$	20.793,12 \$	8.981,08 \$	26.434,21 \$	139.008,18 \$
VALOR POR HA u\$s		\$ 1.932,70	\$ 1.982,74	\$ 1.996,46	\$ 1.870,51	\$ 2.323,42	\$ 2.134,59	\$ 1.482,64	\$ 1.386,21	\$ 1.796,22	\$ 1.762,28	\$ 2.780,16
VALOR CON MARGEN	0,35	\$ 2.609,15	\$ 2.676,70	\$ 2.695,22	\$ 2.525,19	\$ 3.136,61	\$ 2.881,69	\$ 2.001,56	\$ 1.871,38	\$ 2.424,89	\$ 2.379,08	\$ 3.753,22
IVA	10,5%	273,96 \$	281,05 \$	283,00 \$	265,14 \$	329,34 \$	302,58 \$	210,16 \$	196,49 \$	254,61 \$	249,80 \$	394,09 \$
COSTO TOTAL u\$s/ha		\$ 2.883,11	\$ 2.957,75	\$ 2.978,22	\$ 2.790,33	\$ 3.465,96	\$ 3.184,27	\$ 2.211,72	\$ 2.067,88	\$ 2.679,50	\$ 2.628,88	\$ 4.147,31

15. Se referencian las celdas de las variables que se van a simular. En el caso que nos ocupa se han establecido las siguientes variables:

Cuadro N° 1: XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

Variable	Detalle
Has Cultivadas	Corresponde a las hectáreas relevadas por los consultores FAO y que se encuentran bajo riego superficial.
Demanda	Se refiere a los m <sup>3</sup> por ha que demanda la célula de cultivo del sistema considerado.
Eficiencia con proyecto	Es la eficiencia global del sistema que considera las eficiencias de transporte, distribución e intraparcularia.
CCC %Δ riego	Es el cambio en los requerimientos de riego debido al cambio climático.
CCC % variacion de caudal	Es el cambio en las variaciones de caudal en cada sistema debido al cambio climático.
Costo Inversión Captación y Distribución (Colectivo/Privada) \$/ha	Es el costo promedio por hectárea de las inversiones de captación y distribución)
Costo Inversión Parcelar \$/ha	Es el costo promedio por hectárea de las inversiones al interior de las parcelas, generalmente referidas a técnicas y tecnologías de riego.
Incremento de Producción	Corresponde al aumento en los rendimientos de los cultivos de la célula productiva del sistema fruto de las inversiones realizadas
VBP/ha (U\$S/ha)	Es el Valor bruto de producción promedio por hectárea correspondiente a la célula de cultivo del sistema.
Costos producción/ha (U\$S/ha)	Es el costo de producción promedio por hectárea correspondiente a la célula de cultivo del sistema.
Costos de Mantenimiento CP (% s/Inversión con proyecto)	Corresponde a los costos de mantenimiento de la infraestructura, como porcentaje del valor de la misma.