



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SUR

TESIS MAGISTER EN ECONOMÍA AGRARIA Y ADMINISTRACIÓN RURAL

**IMPACTO ECONÓMICO DEL RIEGO COMPLEMENTARIO
EN EL SUDOESTE BONAERENSE**

Ing. Agr. Angel N. Marinissen

BAHÍA BLANCA

ARGENTINA

2008

PREFACIO

Esta tesis es presentada como parte de los requisitos para optar al grado Académico de Magister en Economía Agraria y Administración Rural, de la Universidad Nacional del Sur y no ha sido presentada previamente para la obtención de otro título en esta Universidad u otras. La misma contiene los resultados económicos y financieros obtenidos a partir de un sistema real de producción secano - riego y su comparativo, un sistema mejorado, optimizando el manejo del riego. Los datos recopilados durante el período 1995 - 2005, provienen de establecimientos del partido de Coronel Suárez, provincia de Buenos Aires. Este trabajo se realizó bajo la dirección del Dr. Hernán Pedro Vigier, Profesor Asociado del Departamento de Economía.

Agradecimientos

Dr. Hernán P. Vigier. Director de Tesis. UNS. Dpto de Economía.

Ing. Agr. MSc. Eduardo de Sa Pereira. INTA Bordenave.

Ing. Agr. MSc. Josefina Marinissen. INTA H. Ascasubi.

Ing. Agr. MSc. Oscar Bravo. Dpto Agronomía, UNS.

Lic. Adm. Rural Alejandro Bernabé. Asesor privado.

Ing. Agr. Eduardo Campi. INTA Bordenave

Ing. Agr. Ricardo López. INTA Bordenave.

Ing. Agr. MSc. Tomás Loevy. INTA Bordenave

Sra. M. Fernanda Vergara. INTA Bordenave.

Noviembre de 2008

Ing. Agr. Ángel N. Marinissen

Departamento de Economía

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SUR

En el sudoeste bonaerense, y en especial en el partido de Coronel Suárez, por el incipiente uso del riego complementario en cultivos extensivos y el escaso número de usuarios, no existen estudios específicos sobre el tema, que contengan un análisis económico de esta tecnología. A raíz de ello, este trabajo tiene como objetivo conocer el beneficio marginal del riego respecto al secano en situaciones reales de producción y con un manejo mejorado del mismo, ante distintos escenarios climáticos y productivos en el período 1995/05. El manejo mejorado, es similar al manejo real en cuanto a la superficie de los cultivos; pero supone rendimientos máximos estabilizados mediante ajustes de las láminas de riego totales, por medio de un programa de computación específico (AGROAGUA) y de las dosis de fertilización y densidades de siembra. Para obtener la información, se realizó una encuesta, relevando el manejo agrícola y la infraestructura de riego en empresas de la región. A partir de esta información, se determinaron flujos de fondos marginales comparando situaciones con y sin riego, tanto representando el sistema real como uno mejorado. Con estos flujos de fondos se determinaron indicadores de eficiencia (TIR y VAN), con el objeto de llevar a cabo conclusiones sobre la viabilidad económica de estos sistemas de riego. En general, se concluye que, salvo en condiciones particulares, el riego mejorado no ha sido una alternativa que aumente el valor de las explotaciones agropecuarias de la región. No obstante, hay que resaltar que, la utilización de esta tecnología, en condiciones de gestión apropiadas (manejo profesionalizado, diseño apropiado, uso de la capacidad instalada, correcta selección del cultivo a regar, etc.), puede implicar alcanzar indicadores de eficiencia positivos debido a una mejora en el valor de la empresa agropecuaria.

In the southwest of Buenos Aires province, especially in the district of Coronel Suarez, due to the incipient use of complementary irrigation in extensive crops and the limited number of users, there are not specific researches focused on this subject including an economic analysis of this technology. As a result of the existing lack of information, the main objective of this work is to compare the marginal benefit of irrigated versus dry land cropping systems, considering real production scenarios and an improved handling, and analysing different climatic and productive scenes for the period 1995 - 2005.

The improved handling is similar to the real handling regarding the surface of the crops; but it supposes high stable returns by means of adjustments of the total irrigation application depth, using specific software (AGROAGUA), and doses of fertilization and sowing densities.

In order to gather relevant information about the agricultural handling and the irrigation infrastructure in companies of the region, a survey was done. On the basis of this information, marginal cash flows were determined, comparing scenarios with and without irrigation, representing both, the real and the improved system. Considering the cash flows results, efficiency indicators were calculated (IRR and NPV), with the intention of drawing conclusions regarding the economic viability of irrigation systems.

It is common to conclude, excluding particular conditions, that the improved irrigation system has not been an alternative to increase the value of farming operations in the region. However, it is worth highlighting that, the implementation of this technology, in appropriate management conditions (professionalized management, fitting design, efficient use of installed capacity, and accurate decision on which crops to irrigate, among others), can lead to obtaining positive economic indicators meaning this, that there was an improvement in the value of farming operations.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	Página
.....	
Índice de contenidos.....	I
Índice de anexos.....	III
Resumen.....	VI
Summary.....	VII
1. Introducción.....	1
2. El riego, evolución, importancia y consideraciones técnicas.....	4
2.1. Evolución del Riego. Infraestructura disponible.....	5
2.2. Importancia del agua en la agricultura.....	6
2.3. Complejo agua – suelo.....	6
2.3.1. Textura y estructura.....	6
2.3.2. Almacenamiento de agua en el suelo.....	7
2.3.2.1. Constantes hídricas, agua útil y lámina de riego.....	8
2.3.3. Movimiento de agua en el suelo.....	9
2.3.4. Circulación de agua a través de la planta.....	10
2.3.5. Necesidad de agua de los cultivos.....	10
2.3.6. Medición de agua en el suelo.....	12
2.3.7. Requerimiento de riego. Balance hídrico.....	12
2.3.8. Calidad de agua y criterios de clasificación.....	13
2.3.9. Sistemas de riego. Riego por aspersión.....	14
2.3.9.1. Tipos de riego por aspersión. Pívor central.....	15
3. Caracterización de la zona de estudio.....	16
3.1. Caracterización edáfica.....	16
3.2. Estimación de la superficie apta para riego complementario.....	18
3.3. Caracterización climática.....	19
3.4. Superficie agrícola y zonas de producción.....	21
3.5. Infraestructura y superficie de riego.....	22
3.6. Provisión de agua y manejo de riego.....	23
4. Evaluación técnico-económica del riego complementario.....	25
4.1. Selección de los establecimientos.....	25
4.2. Análisis económico.....	26

4.3. Supuestos y consideraciones.....	28
4.3.1. Generalidades de los establecimientos.....	28
4.3.1.1. Caso 1.....	28
4.3.1.2. Casos 2 y 3.....	29
4.3.1.3. Caso 4.....	30
4.3.2. Esquema productivo y rendimientos promedio.....	31
4.3.3. Características de los suelos.....	33
4.3.4. Demanda hídrica de los cultivos.....	33
4.3.5. Necesidades de riego complementario. Software AGROAGUA....	34
4.3.6. Inversiones.....	37
4.3.7. Amortizaciones.....	39
4.3.8. Consideraciones impositivas.....	40
4.3.9. Costos de administración y estructura.....	40
4.4. Resultado Bruto Agrícola.....	41
4.4.1. Ingresos anuales.....	42
4.4.2. Costos anuales.....	44
4.5. Estado de resultados. Medidas de eficiencia financiera.....	48
5. Resultados	58
6. Conclusiones	63
7. Bibliografía	66

ANEXOS INTRODUCCIÓN

	Página
1. Anexo 1. Triángulo de textura.....	1
2. Anexo 2. Cálculo de lámina de riego. Valores de referencia, constantes hídricas.....	1
3. Anexo 3. Requerimientos netos de riego (RNR).....	2
4. Anexo 4. Componentes estructurales del pivot central.....	3
5. Anexo 5. Unidades cartográficas.....	6
6. Anexo 6. Mapas.....	7
7. Anexo 7. Precipitaciones. Coronel Suárez.....	12
8. Anexo 8. Datos de producción y rendimiento en seco.....	13

**ANEXOS EVALUACIÓN TÉCNICO - ECONÓMICA DEL RIEGO
COMPLEMENTARIO**

	Página
1. Anexo 1. Encuesta de riego.....	1
2. Anexo 2. Resultados brutos agrícolas.....	15
3. Anexo 3. Índice IPIM.....	27
4. Anexo 4. Características de los equipos de riegos. Croquis.....	28
5. Anexo 5. Infraestructura de riego.....	34
6. Anexo 6. Consumo de combustible.....	35
7. Anexo 7. Necesidades de agua. Coeficientes Kc.....	36
8. Anexo 8. Datos de suelo. Constantes hídricas.....	43
9. Anexo 9. Manejo de riego.....	44
10. Anexo 10. Detalle de costos de administración y estructura.....	51
11. Anexo 11. Dosis de fertilización.....	59
12. Anexo 12. Precio de granos.....	60
13. Anexo 13. Precio de insumos.....	61
14. Anexo 14. Precio de gasoil.....	63
15. Anexo 15. Costos de riego (SR – SM).....	64
16. Anexo 16. Flujos de fondo. TIR y VAN.....	88
17. Anexo 17. Mantenimiento y reparaciones de los equipos de riego.....	100
18. Anexo 18. Salario peón general.....	101

ANEXOS RESULTADOS

	Página
1. Anexo 1. Precios de granos.....	1
2. Anexo 2. Precio gas oil, insumos y UTA.....	3
3. Anexo 3. Movimiento de los equipos de riego.....	6
4. Anexo 4. Costo de riego.....	7
5. Anexo 5. Costo de implantación de los cultivos, riego y precipitaciones anuales.....	11
6. Anexo 6. Indicadores resultado bruto.....	14

1. INTRODUCCIÓN.

Según estimaciones de la ONU (1997), la población mundial tendería a estabilizarse en 9400 millones de personas para 2050 (ONU, 1997). Actualmente la mayor parte de la población se encuentra en los países menos desarrollados. En ellos la población tiende a estabilizarse e incluso a disminuir. Frente a esta proyección para satisfacer la demanda de alimentos en el año 2050, África debería cuadruplicar su producción agrícola, Asia tendría que duplicarla, América del Sur requeriría un incremento del 70 %, América del Norte 50 %, Oceanía 60 % y Europa no necesitaría ningún aumento. Para el mundo en su conjunto se requeriría duplicar la producción agrícola (Quattrocchio, 2002). Si se tiene en cuenta, una mejora en el poder adquisitivo de la población que genere una mejora en la calidad de la dieta, se requeriría entonces triplicar la producción en los próximos 50 años (Avery, 1997).

El aumento de la producción agrícola mundial para sustentar el crecimiento de la población, podría lograrse a través de dos componentes principales; la superficie de tierra bajo cultivo (solo se aprovechan 15 millones de un total de 33 millones de km²), y el rendimiento por unidad de superficie cultivada. El incremento en los rendimientos por unidad de superficie que comenzó en los años 60, con la revolución verde, se logró a través de la incorporación de genética, avance en la mecanización, incorporación de nuevas técnicas e insumos y el riego complementario en cultivos extensivos. La biotecnología es una herramienta actual que contribuye a aumentar el potencial de rendimiento y la estabilidad de los cultivos, disminuyendo la dependencia de agroquímicos peligrosos para el ambiente, mejorando y diversificando la calidad alimenticia.

La intensificación de la producción en las zonas más aptas para la agricultura sería en el mundo, la mejor solución para satisfacer la creciente demanda de alimentos, manteniendo los ecosistemas naturales y la biodiversidad (Avery, 1997; Solbrig, 1999). De acuerdo con esto, Avery y Solbrig, consideran la necesidad de triplicar o cuadruplicar la producción de la Región Pampeana Argentina en los próximos 50 años, argumentando que esta zona es una de las cuatro regiones más aptas y seguras del mundo para la producción de alimentos agrícolas (Quattrocchio, 2002).

La superficie regada en el mundo es de aproximadamente 224 millones de hectáreas. Asia es el continente que mayor cantidad de superficie dedica al riego cubriendo 137 millones de hectáreas, América del Norte y Central 24,7 millones de

hectáreas, Europa y América del Sur 19,5 y 8 millones de hectáreas respectivamente. Los cinco países con mayor superficie regada son; China, India, EEUU, Pakistán y Rusia con 33, 17, 9, 5 y 5 % respectivamente (Suero, 1995).

En América Latina el 75 % de la superficie regada se concentra en México, Brasil, Argentina y Perú llegando al 90 % con Chile, Venezuela, Ecuador y Colombia. El mayor porcentaje le corresponde a Perú (33 %), le siguen México (30 %), Chile y Ecuador (20-28 %), Colombia (10 %), Argentina y Brasil (4 y 3 %). Estos dos últimos países pueden incrementar aún más la superficie total cultivada y el área regada (Suero, 1995).

La superficie regada en la Argentina ha tenido una evolución muy discontinua (Rebella, 2007). Datos del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INDEC, 2002), a partir del Censo Nacional Agropecuario del año 2002, revelan que la superficie de riego era de 1.355.241 hectáreas correspondiendo 70 % del área a riego por gravedad, 21 % a aspersión y 9 % a riego localizado. Las regiones con mayor superficie de riego son el NOA, la Pampeana y Cuyo correspondiéndoles el 87 % del área. Las provincias con mayor superficie regada son Mendoza, Buenos Aires, Salta, Córdoba y Jujuy, sumando entre ellas más de 738.000 hectáreas, con lo que superan el 54 % del área regada en todo el país.

En las regiones áridas y semiáridas del país, donde la actividad agropecuaria necesita del riego para su desarrollo, la superficie ha permanecido constante e incluso ha disminuido, mientras que en las húmedas y subhúmedas donde se lleva a cabo riego complementario, especialmente destinado a cereales y oleaginosas, se ha producido un incremento que comenzó a gestarse a fines del primer quinquenio del "Plan de Convertibilidad". Esto surgió, como consecuencia de la mejora en los precios agrícolas internacionales de los cereales y oleaginosas, la eliminación de las retenciones a la exportación, el impuesto al gas oil y una campaña de promoción del riego con aguas subterráneas impulsada por la Secretaría de Agricultura Ganadería y Pesca de la Nación (SAGPyA).

En la región pampeana y dentro de la provincia de Buenos Aires según datos de la SAGPyA, (1995), las principales zonas bajo riego se agrupan en el norte de la misma con una superficie de 10 a 12.000 ha. En el centro y sudeste de las 49.000 ha regadas el 95 % corresponde al área mixta papera (Balcarce, Gral. Alvarado, Gral. Pueyrredón, Lobería y Necochea) y el 5 % restante al área mixta cerealera (Tres Arroyos, San Cayetano, González Chaves y Cnel. Dorrego). Datos del Censo

Nacional Agropecuario del año 2002, revelan que la superficie de riego por aspersión en la provincia de Buenos Aires era de 89.000 hectáreas.

En el sudoeste bonaerense (Adolfo Alsina, Bahía Blanca, Cnel. Rosales, Cnel. Pringles, Cnel. Suárez, Guaminí, Puan, Saavedra y Tornquist), se observó a partir de 1995, un importante incremento en el uso de riego complementario de cereales, principalmente trigo y maíz con equipos de aspersión mecanizados. Para la campaña 1996/97 y según datos surgidos de un estudio de situación, la capacidad instalada de superficie bajo riego fue de aproximadamente 12.000 ha. Coronel Suárez resultó el partido con mayor superficie bajo riego 55 % del área citada (Marinissen, 1998). Esta situación, respondía básicamente a una tendencia favorable en el precio de los granos, que determinó la mayor cosecha de la historia en el país en 1996/97, perspectivas de aumento y diversificación de la demanda agrícola mundial con precios tonificados y en el caso de riego, una campaña de promoción con aguas subterráneas, impulsada en aquel momento por la SAGPyA para aumentar los saldos exportables. Este tipo de riego, consiste en cubrir los requerimientos hídricos de los cultivos en los momentos de máxima demanda, conforme la ocurrencia de precipitaciones y disponibilidad de agua en el suelo.

En este marco y considerando la importancia que cobra la intensificación de la producción en un mundo en creciente demanda alimenticia, en la región pampeana, principal generadora de alimentos del país, el riego complementario ocupa un rol clave; permitiendo incrementar los rindes, producto de la genética de alto potencial, aprovechar los fertilizantes dada la mejor condición hídrica de los suelos, y la estabilidad de los rendimientos a través de los años.

Actualmente en la pampa húmeda, hay información y trabajos sobre riego complementario por aspersión de cultivos extensivos, especialmente en relación a manejo, información económica sobre costos y márgenes de rentabilidad y estudios de factibilidad para la incorporación del mismo. En la región semiárida y especialmente en el sudoeste bonaerense la información es escasa o inexistente desconociéndose en el largo plazo, el resultado económico de sistemas reales de producción que aplican esta tecnología, ante distintos escenarios de precios y rendimientos.

En el partido de Coronel Suárez, si bien la aplicación del riego complementario en cultivos extensivos permite disminuir el riesgo climático mejorando y estabilizando los rindes, surgen algunos interrogantes respecto al

posible deterioro de las condiciones físico químicas del suelo por uso de agua inapropiada e interrogantes respecto al beneficio o retorno económico a largo plazo, de las explotaciones que lo han adoptado.

A partir de lo expuesto, el objetivo de este trabajo es conocer el impacto económico financiero que genera la aplicación del riego complementario en sistemas reales de producción extensivos del partido de Coronel Suárez y su comparación con la producción en seco durante el período 1995 - 2005. Paralelamente se realizará la misma comparación, pero con sistemas de riego mejorado, en los cuales se estimaron rendimientos máximos posibles en base a ajuste en el manejo del riego y dosis de fertilización, pero respetando los rendimientos inferiores o superiores a los máximos posibles obtenidos en el sistema de riego real, para validar posibles efectos climáticos o de manejo. A partir de estas evaluaciones, se pretende efectuar un aporte sobre la factibilidad de las inversiones en riego complementario de cultivos extensivos, en la región analizada.

El trabajo se desarrolla en cinco etapas; en la primera de ellas, se hace una descripción de la evolución del riego, su importancia en la agricultura y consideraciones técnicas del mismo, con una somera clasificación de los sistemas de aspersión. En la segunda, se realiza una caracterización edáfica y climática de la zona de estudio, identificando las zonas productivas, infraestructura, superficie de riego y fuente de provisión de agua, en la tercera, una evaluación técnica y económica, analizando el impacto que genera la aplicación del riego complementario en sistemas agrícolas, en la cuarta se exponen los resultados y finalmente en la quinta etapa, las conclusiones.

2. EL RIEGO, EVOLUCIÓN, IMPORTANCIA Y CONSIDERACIONES TÉCNICAS.

En éste capítulo, se hace una breve revisión de la evolución del riego y en especial de complementario por aspersión, de la importancia del agua como elemento dinamizador de la agricultura en los próximos años y de consideraciones técnicas sobre temas inherentes a la práctica del riego, con una breve descripción del pívot central, equipo mayoritariamente en uso en la zona y en el presente trabajo.

2.1. Evolución del riego. Infraestructura disponible.

La etapa de racionalización del uso del agua en Argentina comenzó a finales del siglo XIX con la construcción de nuevos diques y obras de derivación en la provincia de Mendoza y posteriormente en San Juan, Tucumán y el Alto Valle del Río Negro, obras en su mayoría diseñadas y construidas a partir del año 1898.

En 1909, el Gobierno Nacional dictó la Ley Nacional de Irrigación, que impulsó la realización en el país de un gran número de obras hidráulicas de derivación y la creación de nuevos sistemas de riego. La entrada en el mercado nacional de los equipos de bombeo, en la década de los años 50, introdujo importantes cambios en el riego argentino. Estos consistieron en la ampliación en la superficie bajo riego, la mejora en la sistematización de la tierra y la posibilidad de diversificación en los cultivos. Posteriormente, debido a la necesidad de hacer un uso más eficiente del agua, es que fue necesario el mejoramiento de los sistemas de riego. Esto provocó la introducción de técnicas de aspersión y riego localizado. En 2005, la infraestructura disponible de riego cubría 1,68 millones de hectáreas, representando esto un aumento del 25 % aproximadamente con respecto al año 1995. Contribuyeron a este aumento, las forrajeras (124.651 ha. en 1988 y 290.000 ha. en 2005), los granos (242.200 ha. en 1988 y 450.000 ha. en 2005), y en menor medida, los frutales y cultivos industriales (Fiorentino, 2007).

A diferencia del riego suplementario gravitacional, utilizado tradicionalmente en las regiones áridas y semiáridas del país, en las húmedas y subhúmedas, se utiliza riego complementario por aspersión. Este comenzó a difundirse en la región pampeana, fundamentalmente en la zona norte de la provincia de Buenos Aires y centro sur de Santa Fe, a principios de la década del noventa. Los argumentos para la difusión de esta tecnología, se basaron en el aumento y estabilidad de los rendimientos físicos, la disminución del riesgo, los precios ventajosos de los commodities, la intensificación del manejo, y las posibilidades de amortización del equipamiento en cortos períodos de tiempo (SAGPyA, 1995).

En el sudoeste bonaerense, la incorporación del riego complementario con equipos de aspersión mecanizados fue notorio a partir de 1995 (Marinissen, 1998). Actualmente, la superficie regada en dicho partido asciende a 4.950 hectáreas correspondiendo más del 50 % de la misma a cultivos de verano como; maíz, sorgo, girasol (RIAN, 2007). La mayoría de los equipos de riego se localizan en la zona norte del partido, reconocida como la de mejor aptitud para la agricultura.

2.2. Importancia del agua en la agricultura.

El agua es un recurso esencial y limitado. Aunque cubra tres cuartas partes de la superficie de la tierra solo una pequeña porción el 2.8%, corresponde a agua dulce. De ese total, sólo 0.98% esta disponible (agua subterránea, ríos y lagos), el resto corresponde hielos permanentes y vapor de agua. De esa limitada cantidad, el 69% se utiliza en la producción de alimentos es decir que a nivel mundial, el sector agrícola, es el mayor consumidor del recurso agua. La industria representa el 23 % y el consumo humano el 8 % aproximadamente (World Water Assessment Programme, 2003).

La creciente producción de alimentos para satisfacer la demanda mundial prevista para los próximos años, procederá de la intensificación de la agricultura de regadío. Se prevé que para el año 2030, las áreas de riego de los países en desarrollo podrían aumentar un 34 % y se necesitaría un 14 % más de agua para lograrlo (FAO, 2002). Esto implica entre otras cosas, el cambio en la dieta básica en amplias y pobladas zonas del mundo hacia cultivos de menor consumo de agua y la mejora en la eficiencia global del riego. En nuestro país se observa una tendencia creciente a la mejora de la eficiencia de los sistemas y métodos de riego, en especial en las regiones áridas y semiáridas. A partir de 1991, se ha venido manifestando una tendencia creciente en el uso de sistemas presurizados, principalmente riego por aspersión, orientado hacia cultivos de cereales en principio en las áreas más húmedas.

2.3. Complejo agua – suelo.

El suelo tiene como función principal almacenar agua, además de dar soporte a las plantas y actuar como reservorio de nutrientes. Es por ello, que tanto en el diseño como en la operación de riego, se hace indispensable conocer las características que afectan su capacidad de almacenamiento, transmisión y entrega del agua a las plantas.

2.3.1. Textura y estructura.

El suelo es una mezcla de partículas de distinto tamaño (arena, arcilla y limo) que tiene entre sus poros agua y aire ocluido y que generalmente contiene un pequeño porcentaje de materia orgánica que será más o menos variable conforme

la fertilidad del mismo. Las partículas y la cantidad relativa de una respecto de las otras, son las que determinan la textura.

La estructura del suelo por su parte, está dada por el grado de agregación, tamaño y forma en que se ordenan dichas partículas. A diferencia de la textura, la estructura puede variar por cambios en la densidad aparente parámetro que relaciona el peso con el volumen del suelo. En todo sistema poroso se definen dos densidades, la densidad real, volumen de la fracción sólida prácticamente independiente del tamaño de las partículas (2,6 g/cm³, valor constante) y la densidad aparente que es el volumen total de sólidos y poros (1 - 1,8 g/cm³ según textura del suelo). Esta última es de suma importancia en riego, ya que esta relacionada directamente con la porosidad y la capacidad de almacenaje de agua del suelo. En este sentido, decimos que un suelo arenoso (textura liviano, baja porosidad o poros grandes) presenta una menor capacidad de retención o almacenaje de agua, que un suelo franco o arcilloso (textura media a pesada, alta porosidad o poros pequeños). (Anexo 1. Triángulo de textura).

2.3.2. Almacenamiento de agua en el suelo.

La propiedad de contener el agua en su seno se denomina almacenamiento de agua. El agua ocupa los poros del suelo con mayor o menor adherencia según el tipo de partículas que lo formen (arena, arcilla o limo). La fuerza que se debe realizar para extraer el agua del interior de estos poros, estará influida por el grado de adherencia y la tensión superficial del agua. Es más sencillo secar un balde de arena, que un balde con tierra arcillosa o limosa. A la planta le ocurre lo mismo, se encuentra con terrenos que son más sencillos de extraer el agua que otros y por lo tanto la fuerza necesaria para la extracción será proporcional a la cantidad de agua que tiene el suelo. Esto se puede medir y se llama tensión de agua del suelo.

Cuando virtualmente quedan todos los poros o intersticios llenos de agua, el suelo colma su capacidad de almacenamiento, a este valor se lo llama punto de saturación. Este no necesariamente representa la máxima cantidad de agua que puede retener el suelo, dado que parte de ella drenará hacia zonas más profundas o más secas y en consecuencia no estará disponible para su aprovechamiento por parte de las plantas.

La circulación del agua, depende de la acción de diversas fuerzas. En términos generales se cumple que; a) La retención del agua en un medio es tanto

más intensa cuanto más seco está el medio. b) La circulación del agua tiene lugar desde el medio más húmedo (de menor potencial) hacia el medio más seco (de mayor potencial), con el fin de establecer un equilibrio de humedad en ambos medios.

El potencial de agua hace referencia a la intensidad de las fuerzas que tienden a retener el agua en el suelo y, en consecuencia, a la magnitud del trabajo que es preciso realizar para extraer el agua de ese medio. Cuando el suelo está saturado de agua, el potencial es de cero atmósferas incrementándose a medida que el suelo se deseca. Cuando el potencial del agua en el suelo es de 15 atmósferas, la mayoría de las plantas cultivadas no pueden absorber el agua necesaria para cubrir sus necesidades y se marchitan irreversiblemente.

2.3.2.1. Constantes hídricas, agua útil y lámina de riego.

No toda la humedad de suelo esta disponible para las plantas; es por ello que se han definido tres tipos de agua: higroscópica, capilar y gravitacional (Prieto et. al., 1996)

- Agua higroscópica: es el agua fuertemente adsorbida por la superficie sólida de las partículas del suelo y que no puede ser removida por las plantas.
- Agua capilar: es el agua retenida en los poros pequeños. Esta agua es removida por fuerzas mayores que la de la gravedad, es por ello que constituye la fuente de agua de las plantas.
- Agua gravitacional: es aquella que ocupa temporalmente el volumen de los poros de mayor tamaño. En condiciones normales, es decir ausencia de horizontes compactados o capa freática a poca profundidad, desaparece rápidamente del perfil del suelo no incluyéndose normalmente en el agua disponible para la planta.

Existen contenidos hídricos, normalmente denominadas “constantes hídricas”, que han sido definidos con la finalidad de caracterizar el agua disponible para las plantas y que tienen importante utilidad para el diseño y la operación del riego. Estas constantes se denominan;

- Capacidad de campo (CC): es la cantidad de agua retenida en el suelo después que éste ha sido mojado abundantemente y drenado o escurrido libremente, hasta que la intensidad de drenaje sea despreciable.
- Punto de marchitez permanente (PMP): es el contenido de humedad en el suelo en el cual la planta se marchita, y no recobra la turgencia al colocarla en una atmósfera saturada durante 12 horas.
- Agua Útil (AU): Es el agua almacenada en el suelo, entre el punto de CC y el PMP. El valor de AU será variable en función del tipo de textura que tenga el suelo. En un suelo arenoso (textura liviana, baja porosidad o poros grandes) el contenido de AU será menor que en uno franco o arcilloso (textura media a pesada, alta porosidad o poros pequeños).
- Lámina de riego (LR): Corresponde a una porción del AU. Esta lámina, se calcula en milímetros en una determinada profundidad de suelos y su magnitud depende de la profundidad del sistema radicular del cultivo a regar.

El riego y la programación correcta del mismo, tiene por objeto no dejar descender el contenido de humedad del suelo por debajo de un valor que afecte el crecimiento del cultivo. Normalmente se establece un umbral de riego (UR) ó separación entre el agua de fácil y de lenta disponibilidad, aceptándose como fracción disponible entre $1/2$ y $2/3$ de la lámina de AU ó lo que es lo mismo un coeficiente (0.5 ó 0.6) de dicho valor. (Anexo 2. Cálculo lámina de riego. Valores de constantes hídricas).

2.3.3. Movimiento de agua en el suelo.

El contenido de agua en el suelo cambia continuamente como consecuencia de los movimientos de agua que ocurren en él. Las causas de estos movimientos son; la gravedad mediante la cual el agua drena o escurre hacia las capas inferiores del suelo; la capilaridad por la cual el agua tiende a desplazarse por los poros del suelo en distintas direcciones, la distinta concentración de sales, la evaporación desde la superficie del suelo y la absorción de la planta.

El movimiento de agua desde la superficie del suelo hacia abajo que tiene lugar después de una lluvia o de un riego se denomina infiltración y la facultad del

suelo para permitir el paso del agua recibe el nombre de permeabilidad. Este último depende del número de poros, así como de su tamaño y de su continuidad.

Al principio de la lluvia o de riego el agua penetra con rapidez, pero la permeabilidad disminuye progresivamente hasta su estabilización. Esta permeabilidad estabilizada, es un dato importante en riego, dado que una pluviometría o milímetros por hora superior a dicha permeabilidad, daría lugar a encharcamiento y escorrentía. En riego con pivó central, por el modo de aplicación de agua del equipo (en círculo) el valor de la pluviometría máxima es importante para la determinación del tiempo máximo empleado por el sistema en pasar por un punto del extremo para que no haya escorrentía (Tarjuelo, 1995).

2.3.4. Circulación del agua a través de la planta.

Los procesos que regulan la circulación del agua a través de la planta son la transpiración y la absorción. La transpiración es la evaporación del agua desde la superficie de las hojas hacia la atmósfera. Los factores climáticos que intervienen en la transpiración son la humedad relativa del aire, la temperatura y el viento. La misma será más intensa cuanto menor sea la humedad relativa y mayor la temperatura y el viento. La absorción, es el paso del agua desde el suelo hacia la planta. Se produce como consecuencia de la diferencia de potencial existente entre el agua del suelo y el de la planta, y tiene lugar fundamentalmente a través de los pelos absorbentes de las raíces.

2.3.5. Necesidad de agua de los cultivos

En riego, el cálculo de la evapotranspiración (ET) es especialmente importante, ya que sirve para determinar las necesidades de agua de los cultivos, diseño de los sistemas de riego y embalses, valoración de los costos de energía, de la mano de obra necesaria, determinación del costo del agua en proyectos y establecimientos de calendarios de riego adecuados. Para medirla deben determinarse claramente las características ambientales de la región y de la planta. Se establecen así los conceptos de evaporación de referencia ó potencial (Eto ó Etp), de evapotranspiración máxima de una comunidad vegetal (Etm) y evapotranspiración real de la misma (ETa ó ETr) (Faci González, 1997).

- ETo ó ETp: Evaporación que se produce desde una superficie extendida, completamente cubierta de hierba corta y sin déficit hídrico. Es un indicador de la demanda climática.
- ETm: Es la máxima evaporación que se puede producir desde una superficie más o menos cubierta por una especie cualquiera, que se encuentre bien provista de agua.
- ETa ó ETr: Es la evaporación que se produce desde una superficie cubierta por una especie cualquiera, en una situación meteorológica dada y con un nivel dado de disponibilidad hídrica sea éste óptimo o no.

En general $ETo > ETm > ETa$, aunque en pleno período de desarrollo de los cultivos, debido a su elevada tasa de consumo de agua, puede ocurrir que Etm supera a ETo . A mayor superficie foliar por unidad de superficie cultivada ($> IAF$ - Índice de Área Foliar), mayor es la superficie evapotranspirante. La relación entre la demanda evapotranspirativa de un cultivo en particular y la ETo , es el coeficiente de cultivo Kc , que se utiliza para calcular el uso consuntivo o necesidad de agua de un cultivo durante los distintos períodos o fases de desarrollo. Este coeficiente representa la evapotranspiración de un cultivo en condiciones óptimas de humedad y para que produzca rendimientos máximos. Los factores determinantes del mismo son las características del cultivo, las fechas de siembra o plantación, el ritmo de desarrollo, la duración del período vegetativo y especialmente durante la primera fase de crecimiento la frecuencia de lluvias o el riego. Este método de predicción no tiene en cuenta otros factores que deben monitorearse durante el desarrollo del cultivo tales como, la variación del clima, la humedad del suelo y la altitud entre otros.

Existen varios procedimientos, basados en distintos principios para estimar la ET de una cubierta vegetal. En la práctica del riego, es común el uso de métodos empíricos basados en ecuaciones que para calcularla emplean directamente datos meteorológicos basados en; temperatura (Thornthwaite, Blaney y Criddle, Hargraves), radiación solar (Makkink), evaporación de una lámina de agua (Tanque Evaporímetro clase "A") y la combinación de un término energético y otro aerodinámico (Penman y Penman - Monteith) (Faci González, 1997). La utilización de un método u otro va a depender de la información disponible, de la zona y del nivel de precisión deseado. Cuando se dispone de suficiente información climática,

el método de Pennam-Monteith es el más aconsejado debido a que integra todas las componentes climáticas.

2.3.6. Medición de agua en el suelo.

La determinación del contenido de agua del suelo es un dato indispensable para el cálculo de los aportes o láminas de riego y la frecuencia del mismo. Hay métodos directos e indirectos para determinar el contenido hídrico y el potencial de agua en el suelo.

El método directo para medir el contenido hídrico es el gravimétrico y los indirectos son el de dispersión de neutrones, reflectometría en el tiempo y atenuación de rayos gama. Por su parte los métodos directos, para medir el potencial agua son los tensiómetros y las placas y membranas de presión (empleadas en laboratorio), y los indirectos los psicrómetros, los bloques de resistencia eléctrica y los sensores de salinidad. Normalmente en el campo se utilizan tensiómetros y bloques de resistencia eléctrica y en algunos casos el método gravimétrico, que es más confiable pero requiere más trabajo ya que debe realizarse un muestreo por horizontes edáficos hasta una profundidad determinada por la longitud del sistema radicular del cultivo o la profundidad efectiva del perfil de suelo.

2.3.7. Requerimientos de riego. Balance Hídrico.

La diferencia entre las necesidades y los aportes naturales (precipitaciones, rocío, nieve, etc.) se denomina requerimientos netos de riego (RNR) y se calcula en base a un balance hídrico. (Anexo 3. Requerimientos netos de riego - RNR).

En el caso de la precipitación efectiva, es decir la lluvia realmente incorporada al suelo, hay varios métodos para estimarla, todos son empíricos y deberían hallarse coeficientes locales para corregir los registros de lluvia (P_p) por efectividad. El Servicio de Conservación de Suelos del USDA (EEUU), provee tablas para calcularla en condiciones de secano, con correcciones para distintas capacidades de almacenaje (Faci González, 1997). Otro tipo de aporte al balance hídrico, son los de tipo subsuperficiales que dependen de la ubicación de la capa de agua. Cuando ésta se encuentra por debajo del metro de profundidad, el aporte es insignificante. Cuando se ubica entre 50 cm a 1 m por debajo de las raíces, se le da generalmente un valor de 2 a 4 mm/día.

Finalmente el balance hídrico nos permite establecer la diferencia existente entre el agua almacenada en el suelo al comienzo del ciclo del cultivo, y al agua remanente a cosecha. Asimismo, el balance hídrico permite el monitoreo de la disponibilidad de agua en el suelo durante el ciclo del cultivo. Cabe mencionar que en el caso de aguas de riego salinas, según la concentración de sales de las mismas, se prevé un aporte extra de agua de riego para mantener el suelo en condiciones apropiadas.

2.3.8. Calidad de agua y criterios de clasificación.

Si bien es conocida la incidencia que puede tener una baja calidad del agua sobre las propiedades del suelo y la reducción de producción de los cultivos en zonas áridas, donde el aporte del agua suplementaria es esencial, no hay que dejar de lado el impacto que la calidad de la misma provocaría en zonas húmedas y subhúmedas. En estas últimas, el riego es complementario del régimen de precipitaciones, sin embargo una mala calidad de agua podría asimismo provocar un efecto perjudicial en el suelo y la planta. Trabajos llevados a cabo en la zona norte de la provincia de Buenos Aires (Andriulo, et. al. 1998) y en el sudeste bonaerense, en donde se realiza riego complementario desde hace años, han demostrado por un lado la posibilidad de incrementar y estabilizar los rendimientos, pero han detectado alteraciones sobre algunas propiedades físicas y químicas de los suelos, producto de aguas de calidad deficiente. Es importante tener en cuenta que la decisión de aplicar cualquier agua de riego, necesita ser evaluada en las condiciones en que va ser utilizada, es decir considerando el cultivo a regar, propiedades del suelo, prácticas culturales y características climáticas imperantes (Rhoades, 1972).

Los criterios más utilizados para calificar las aguas de riego y el peligro potencial de su uso son la salinidad, sodicidad y toxicidad. La salinidad es la acumulación de sales solubles en la zona radical de los cultivos que reduce la disponibilidad de agua para el cultivo (incremento del potencial total de agua) en el suelo provocando pérdidas de rendimiento. La sodicidad, producto de la acumulación de sodio en el suelo, provoca deterioro de la permeabilidad y estructura de suelo reduciendo la infiltración del mismo. Finalmente la toxicidad ocurre cuando algunos iones son absorbidos por las plantas y causan un perjuicio

sobre la producción, por ejercer efectos negativos sobre su metabolismo o por la disminución de su área foliar (Rhoades, 1972).

Hay varias propuestas de clasificación de aguas con fines de riego. En nuestra zona se utiliza con frecuencia la propuesta por Richard (1951) - Laboratorio de Salinidad de Riverside (EEUU), que establece cuatro categorías de salinidad (C_1 , C_2 , C_3 , C_4) y cuatro de sodicidad (S_1 , S_2 , S_3 y S_4), resultando de mejor calidad la combinación de ambas categorías en sus grados menores (pe. C_1S_1). La propuesta de Ayers y Wescott, (1987), que es menos restrictiva en cuanto al contenido salino, incorpora el concepto de interacción entre el RAS (relación de absorción de sodio) y la salinidad expresada a través de la CE (conductividad eléctrica) e incorpora la evaluación de los problemas de toxicidad en aquellos iones que pueden ser absorbidos por las plantas. Otra clasificación propuesta por el INTA en el año 1999 (Samato et. al., 2006), utiliza como variables principales de calidad, la CE y el RAS y como variables complementarias, la CIC (capacidad de intercambio catiónico), el contenido de materia orgánica (M.O) y la textura del suelo.

2.3.9. Sistemas de riego. Riego por aspersión

Los sistemas de riego pueden clasificarse según la forma de aplicación del agua en: riego gravitacional o por superficie, riego por aspersión, riego localizado y riego subterráneo. Teniendo en cuenta que en este trabajo se emplea el riego por aspersión, solo haremos una breve descripción del mismo.

Este método de riego mucho más moderno que el riego por superficie, tuvo sus inicios a fines del siglo XX. Su nacimiento y posterior desarrollo están ligados a la intensificación de la agricultura y al desarrollo de la industria. Este método de riego implica una lluvia más o menos intensa y uniforme sobre la parcela, con el objetivo de que el agua infiltre en el mismo punto donde cae. Una instalación de riego por aspersión consta, por lo general, de los siguientes elementos: un equipo de bombeo encargado de suministrar agua a presión, una red de tuberías primarias, secundarias y terciarias que conducen el agua por la parcela a regar hasta los dispositivos de aspersión, los aspersores, elementos encargados de distribuir el agua en forma de lluvia girando alrededor de su eje e impulsados por la presión del agua y finalmente un conjunto de accesorios (válvulas, manómetros, etc.), encargados del buen funcionamiento del riego.

Las características más importantes a conocer para el correcto de funcionamiento de un equipo de aspersión son; la pluviometría, la distribución del agua y el grado de pulverización.

2.3.9.1. Tipos de riego por aspersión. Pívorot central.

En el sistema de riego por aspersión según como se desplace el ala regadora ú órgano de riego podemos dividirlo en; manual, semimecanizado y mecanizado. Lo más común en el sudoeste bonaerense es el riego mecanizado y particularmente con equipos de pívorot central. En este tipo de riego, los equipos se desplazan mientras riegan. La mano de obra no tiene tanta incidencia como en los casos anteriores. A su vez dentro del riego por aspersión mecanizado, se diferencian tres grupos; los cañones con los modelos autoenrollables y los de manguera plana, que riegan franjas yuxtapuestas, alas regadoras, pívorot central, avance lateral y avance frontal. Los equipos de avance frontal y lateral, son estructuralmente similares a los pivotes, sólo que a diferencia de ellos, se desplazan en forma lineal o longitudinal sobre la parcela, distribuyendo el agua uniformemente y permitiendo el riego total de la misma. La diferencia entre ambos es que el equipo de avance frontal se alimenta por el centro de su estructura y de avance lateral por un costado. A continuación se describe el pívorot central, por ser el más utilizado en la región y el empleado en el presente trabajo.

El pívorot central como lo dice la palabra, se desplaza en forma circular. No riega la totalidad del lote. Es un ramal de riego con un extremo fijo, por el que recibe agua a presión y la energía para movilizarse, y otro móvil que describe un círculo girando sobre el primero mientras riega. El equipo esta conformado por una estructura de acero de una o más torres separadas entre sí a distancias variables según modelo, marca y tamaño del equipo. La parte superior de la estructura es una tubería porta aspersores o emisores que va sustentada sobre torres automotrices, dotadas de un motor eléctrico o hidráulico y dos ruedas neumáticas. La tubería, que normalmente es de acero galvanizado junto con barras o cables entre las torres, sirve de elemento portante al equipo. Desde la tubería al suelo hay una distancia de aproximadamente 3 a 4m. Cada tramo va unido a una torre soporte y articulado con el tramo anterior, permitiendo giros según un eje vertical y otro horizontal. Los pívorot pueden a su vez ser fijos o trasladarse de una posición de riego a otra remolcados con un tractor o en forma autónoma (equipos autotransportados). Por su diseño de

riego circular, no coinciden con la geometría de las parcelas quedando esquineros sin regar. Para resolver este inconveniente, algunos modelos tienen incorporado un “sistema de esquina”, que es un brazo articulado que se extiende al llegar a las esquinas de la parcela (Anexo 4. Componentes estructurales del pivot central).

3. CARACTERIZACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO. CORONEL SUÁREZ

3.1. Caracterización edáfica

El partido de Coronel Suárez se ubica en el SO de la Provincia de Buenos Aires, en una de las regiones más productivas, con alrededor de 700mm de precipitación anual, disminuyendo del NE al SO de la región. Su superficie es de 598.500ha, presentando tres relieves claramente diferenciados: el sistema serrano al sur, con picos de más de 900m de altura (Cerros Guanaco y La Providencia) y valles interserranos; el sector de llanura, que corresponde a un plano elevado con pendientes suaves y red de drenaje definida y finalmente el sector de llanura plano cóncava, área elevada con escaso gradiente en la cual se eliminan dificultosamente los excesos hídricos hacia la depresión de Laprida. (Anexo 5. Unidades cartográficas. Cnel. Suárez).

Los suelos del partido corresponden a los dominios edáficos 1, 2, 3 y 23 (SAGPyA - INTA, 1989), bajo un régimen de humedad údico y régimen de temperatura térmico (Soil Survey Staff, 1999). En el sector serrano (dominio 1) la mayor parte de los mismos se desarrollan sobre materiales loésicos, que cubren las rocas del pedemonte y los valles interserranos. Cuando la profundidad a la roca es escasa predominan los Argiudoles o Hapludoles líticos. Cuando el espesor del loess es mayor a los 150cm, alcanzan a desarrollarse Argiudoles o Hapludoles típicos, con fases por pendiente en valles angostos y empinados (Anexo 6. Taxonomía)

Adyacentes al sistema serrano (dominio 2) se desarrollan suelos a partir de materiales loessicos que suprayacen a un horizonte petrocálcico relíctico (tosca). El espesor de este sedimento es variable, presentando comúnmente valores entre 80 a más de 150cm. La granulometría del sedimento loessico es homogénea. En algunos sectores los suelos evolucionaron sobre sedimentos eólicos franco arenosos modernos, también apoyados sobre tosca. La inclinación de los terrenos y la profundidad efectiva al horizonte petrocálcico son las principales características que definen a este dominio. Los suelos más comunes son los Paleudoles petrocálcicos y

Argiudoles típicos, franco finos, con fases por pendiente en los sectores adyacentes a las sierras. En las partes distales del pedemonte, donde el relieve se atenúa, se hallan Paludoles petrocálcicos, Argiudoles típicos y Argiudoles ácuicos. En las vías de escurrimiento que nacen en los faldeos y luego ingresan otras unidades geomorfológicas, se hallan Argialboles argiácuicos, Natracualfes típicos y Natracuoles típicos. Dichas vías se conectan con áreas planas en las cuales se desarrollan suelos poco profundos y alcalinos (dominio 23), teniendo como materiales originales limos y arcillas depositados por derrames de magnitud regional, retrabajados por acción eólica, así como sedimentos loésicos y arenas finas recientes. Todos estos depósitos yacen sobre costra calcárea. En las lomas se ubican los mejores suelos, clasificados como Paleudoles petrocálcicos (en algunos casos con horizonte argílico) o, en contados casos, Argiudoles típicos (profundidad superior a los 150cm). En los sectores que han sufrido acción hídrica y posterior depositación de materiales gruesos se observan Hapludoles thapto-árgicos y thapto-nátricos. En los sectores bajos donde el drenaje es deficiente se presentan natracuoles y natralboles típicos, así como natrudalfes típicos.

Finalmente, hacia el este del partido (dominio 3) se observa un paisaje constituido por planicies elevadas que han sido recortadas por la acción hídrica, con dos tipos de materiales originarios: una capa loessica de poco espesor (40-80 cm) depositada sobre la tosca y otro material más reciente, de textura franco arenosa a arenosa franca, sobre el que se han generando suelos de poca evolución. En la cima de las mesetas la costra calcárea esta muy próxima a la superficie, desarrollando Paleudoles petrocálcicos, familia somera. En materiales recientes se desarrollan Paleustoles petrocálcicos y en algunos casos Ustipsammentes típicos. (Anexo 6. Mapa relieve).

La textura dominante en el partido es franco limosa, correspondiendo la misma a un porcentaje del 75 %. Al SO y en el extremo NE del partido hay presencia de roca que representa aproximadamente el 8 % (Anexo 6. Mapa textura). Respecto a la fertilidad, el nutriente más deficitario es el fósforo, con valores medios que oscilan entre 8 y 12 ppm. El porcentaje de materia orgánica (MO), oscila normalmente entre 3,5 y 4 % con valores máximos de 4,5 y 7 %.

3.2. Estimación de superficie apta para riego complementario

En el presente trabajo se analizan las posibilidades de realizar riego complementario en agricultura en los suelos del partido, estableciendo a escala regional, sectores con mayores posibilidades de amortización del uso de dicha tecnología. La implementación final de un proyecto de riego a escala de parcela, necesita de un estudio de suelos a escala de detalle.

Para realizar la zonificación del partido se utilizó la cartografía edafológica a escala 1:500.000 publicada para la provincia de Buenos Aires (INTA, 1989). En ella los suelos se clasifican a nivel taxonómico de familia, brindando información del paisaje, morfología, características físicas y químicas de los suelos, así como principales atributos y limitaciones de la tierra para su utilización en la producción agropecuaria (Soil Survey Staff, 1999).

Los criterios utilizados para la estimación de superficie regable fueron los siguientes:

- El riego complementario se realiza con aguas de adecuada calidad y disponibilidad.
- El tipo de riego complementario es por sistemas de aspersión, sin nivelación previa, dejando de tener gravitación la pendiente.
- El retorno de la inversión se producirá en el mediano plazo, con el aumento de rindes de los cultivos de cosecha.
- Son adecuados para riego suelos de al menos 1m de profundidad.
- Se descartaron los suelos que presentan problemas de drenaje, salinidad, sodicidad o limitados en su profundidad (Anexo 6. Mapa limitaciones).
- A fin de no sobreestimar la superficie utilizable, se descartó el 25 % de los suelos de cada unidad cartográfica pura (consociación), considerado a los mismos como inclusiones no adecuadas para regadío.

Los suelos fueron clasificados como de baja, moderada o alta aptitud para riego complementario en agricultura en función; de las características de las unidades cartográficas, índice de productividad de las mismas (IP) y clasificación según el Sistema de Evaluación de las Tierras para fines Agrarios (SETFA), considerando solamente los niveles de manejo medio y alto (INTA, 1989). Las limitaciones por déficit hídrico no fueron tenidas en cuenta, debido a que son cubiertas por el riego complementario (Anexo 6. Mapa aptitud para riego)

La superficie estimada apta para riego sin limitaciones es de 186.200 ha., lo cual representa el 31,1 % del total de la superficie del partido y el 18,2 % (109.000 ha.), sería regable previo estudio de aptitud. En consecuencia la superficie potencial de riego del partido es de aproximadamente 295.000 ha lo cual representa el 49,3 % de la superficie del partido.

3.3. Caracterización climática

De acuerdo a la clasificación climática de Thornthwaite, (1948), el clima es subhúmedo a seco con poco o nada de exceso de agua (Burgos y Vidal, 1951). La precipitación media anual promedio de 60 años es de 778,6 mm. Más del 65 % de lluvias se distribuyen durante la primavera, verano e inicio del otoño.

El balance hídrico seriado mensualizado (BHSM) (Pascale, et. al., 1977) calculado según el método de Thornthwaite para una lámina de 250 mm ⁽¹⁾ en el período 1995 - 2005, revela fuertes variaciones interanuales y en los períodos de ocupación por los cultivos de cosecha fina (junio/diciembre) y cosecha gruesa (octubre/marzo) respectivamente.

Este balance considera la temperatura y la precipitación pero no considera factores tales como la energía necesaria para el proceso de evapotranspiración, velocidad del viento y humedad relativa, entre otros; razón por la cual subestima la evapotranspiración cuando se produce la mayor recepción de radiación anual. El mismo, compara la marcha estacional de las precipitaciones con la marcha de la evapotranspiración, el almacenaje de agua, el escurrimiento, el exceso y la deficiencia de agua. En el cuadro 1, se observan déficit y excesos mensuales y anuales registrados en el período de referencia.

Cuadro 1. Déficit y excesos del Balance Hídrico Mensual Seriado (1995 – 2005).

AÑO	MESES												DÉFICIT/EXCESOS		
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Anual	Jun/Dic*	Oct/Mar**
1995	0	-13	0	0	0	0	-1	-3	-8	-2	0	-83	-110	-97	***
1996	-18	0	0	0	-3	0	14	-1	-1	26	6	53	76	97	-103
1997	-3	-2	28	-2	-4	47	20	0	0	45	-1	-18	110	46	108
1998	0	72	-5	45	-2	0	-3	0	0	-5	0	-45	57	-53	93
1999	-22	-26	0	0	0	0	0	0	0	-16	-4	-10	-78	-30	-98
2000	-15	0	0	-6	9	0	-1	1	12	118	-5	-14	99	111	-45
2001	0	-3	0	10	-1	0	-4	3	70	109	4	-6	182	176	96
2002	0	26	47	15	34	0	40	71	21	48	0	-1	301	179	180
2003	-21	0	-23	-4	0	0	0	-4	-1	0	-7	0	-60	-12	3
2004	-4	-11	0	0	0	0	90	19	1	60	-1	0	154	169	-22
2005	0	0	0	-3	-1	-4	-3	-8	0	0	-74	-24	-117	-109	59

* Cultivos cosecha fina.

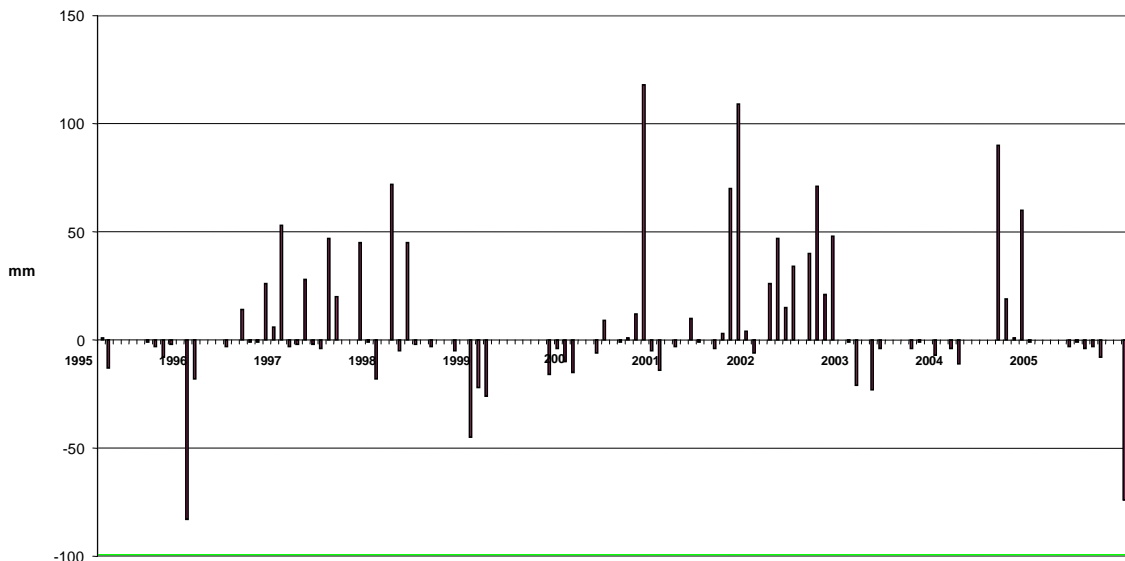
** Cultivos cosecha gruesa.

*** Sin dato, ya que corresponde al ciclo anterior (octubre 1994/ marzo 1995)

⁽¹⁾ La capacidad de retención de agua esta referida a un suelo franco arcilloso (referente del partido de Coronel Suárez), con una profundidad de 1,80m y con una retención de humedad de 250mm para cultivos con raíces profundas o de moderada profundidad.

En el gráfico 1, se observa el movimiento de agua en el perfil a través de los meses con sus momentos de exceso y de déficit desde 1995-2005. Observándose una oscilación a lo largo de este periodo con dos momentos marcados de exceso solamente entre la primavera de 1996 y el otoño de 1998, y otro entre la primavera de 2001 y la primavera de 2002.

Gráfico 1. Balance Hídrico Seriado. Coronel Suárez. Lámina 250 mm



La temperatura media oscila entre 21,4 y 6,7 °C para el mes más caluroso (enero) y el más frío (julio) respectivamente. El sistema orográfico de Ventania influye marcadamente sobre el régimen térmico de la zona; de ahí que el período libre de heladas sea corto, entre 160 a 170 días entre los meses de abril a octubre. Las fechas medias de heladas tempranas y tardías son el 30 de abril y el 15 de octubre respectivamente. La humedad relativa promedio es de 73 % con valor medio mínimo y máximo de 69 y 77 % respectivamente. Los vientos dominantes son del SO y O, con una intensidad promedio de 14.2 km/h y valores promedio mínimo y máximo de 13,3 y 15,3 km/h respectivamente.

3.4. Superficie agrícola y zonas de producción

Coronel Suárez es uno de los partidos más relevantes del área del sudoeste bonaerense, en cuanto a la fertilidad de sus suelos y al clima propicio para el cultivo de cereales y oleaginosas. De las 577.610 hectáreas de la superficie agropecuaria del partido, el 56 % está dedicado a la producción agrícola, siendo los cultivos principales el trigo, soja, girasol, maíz (SAGyP, 2000 - 2005). La soja ha tenido un aumento importante pasando de sólo 1500 hectáreas en el ciclo 89/90, menos del 1 % del área sembrada en esa campaña, a 47.500 hectáreas promedio en el período 2003 - 2006 con un 20,4 % de la superficie agrícola total. Los rendimientos promedios en seco para el período 1995 - 2006 para trigo, girasol, soja y maíz fueron de 24, 17, 20 y 49 qq respectivamente, con valores que oscilaron entre 18 y 28 qq en trigo, 14 y 19 qq en girasol, 16 y 27 qq en soja y 30 y 73 qq en maíz. (Anexo 8. Datos de producción y rendimiento en seco).

Actualmente el partido cuenta con unas 986 explotaciones agropecuarias, de las cuales el 44,5 % son de menos de 200 ha, de 200 a 500 ha un 23,4%, de 500 a 1000 ha, 15,7 % y más de 1000 ha 16,5 %. En general los equipos de riego se encuentran ubicados en las explotaciones de mayor superficie (INDEC, 2002). En un estudio de situación llevado a cabo en el S.O Bonaerense, de veinticuatro empresas con riego complementario encuestadas en 1997, el 54 % superaba las 1000 hectáreas. En términos generales predomina el sistema de producción mixto de agricultura de invierno y de verano combinada con ganadería de ciclo completo. Teniendo en cuenta la aptitud de los suelos podemos definir distintas zonas productivas; Pie de Sierras, Pasman - Cascada, Piñeiro - La Colina y Primavera - Zentena. De todas ellas, la zona más agrícola es Primavera - Zentena con valores

de productividad más elevados y donde se localizan la mayor cantidad de emprendimientos de riego. En esta hay una mayor tendencia a la invernada así como una mayor proporción de cultivos de verano especialmente maíz y soja. La labranza directa es importante.

Gráfico 2. Zonas productivas. Coronel Suárez.



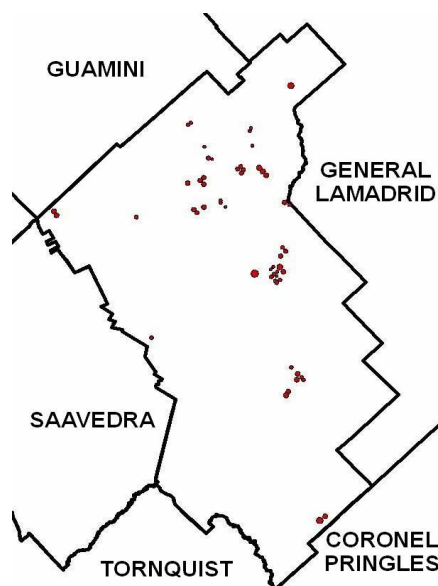
3.5. Infraestructura y superficie de riego

En lo que respecta a la infraestructura para riego, según datos de la campaña 96/97, en el S.O Bonaerense, se regaban incluyendo algunos emprendimientos de riego por gravedad y de acuerdo a la disponibilidad de equipos y rotación de cultivos unas 11.700 hectáreas con una población estimada de setenta regantes. El equipo más utilizado en el sudoeste era pívot central (67 %). En Coronel Suárez, dicha cifra superaba el 80 % y era el partido con mayor superficie regada (6560 ha), distribuida en 27 regantes (40 % de los casos), siguiendo en orden decreciente Coronel Pringles y Tornquist con 1580 y 1360 hectáreas distribuidas en 9 y 13 regantes (13 y 19 % de los casos respectivamente). Los cultivos más regados en ese momento, eran trigo y maíz con el 51 y 48 % respectivamente y en menor medida la soja con el 5 %. (Marinissen, 1998)

En la campaña 2007/08 según datos satelitales, la superficie total regada de cultivos extensivos con pívot central en Coronel Suárez se estimó en 4945

hectáreas, correspondiendo a cosecha fina, gruesa y mixta (fina y gruesa), 725, 2800 y 1420 hectáreas respectivamente (RIAN, 2007).

Gráfico 3. Ubicación equipos de riego de Pívo Central.



3.6. Provisión de agua y manejo del riego.

La fuente de provisión de agua mayoritariamente subterránea, proviene de la Cuenca de Ventania (Pigué, Cnel. Pringles, Gral. Lamadrid, Laprida, Adolfo Alsina, Guaminí, Cnel. Suárez, Saavedra, Púan, Tornquist, Gonzales Chaves, Cnel. Dorrego, Tres Arroyos y Bahía Blanca), zona comprendida desde el piedemonte del sistema serrano Ventania, hasta los límites de la provincia de Buenos Aires con La Pampa (Rizzolo, 1997). Los acuíferos subterráneos, están constituidos por materiales detríticos aportados por la sierra a través de los numerosos caudales fluviales que nacen en ella y circulan a través de los conos de deyección, generando importante acuíferos en zonas localizadas. Hacia el oeste se registra un aumento del sedimento cementado por material calcáreo, lo que conspira contra la permeabilidad, disminuyendo las descargas. Los acuíferos de la cuenca, son en general importantes en calidad y caudal con valores bajos de la relación de absorción de sodio (Rizzolo, 1998).

La calidad de agua en Coronel Suárez en la mayoría de los casos, de acuerdo a la clasificación del Laboratorio de Salinidad de Riverside (EEUU), es de tipo C_2S_1 y C_3S_1 la cual la ubica como de mediana a alta peligrosidad en sales y baja

en sodio. Los caudales oscilan entre 120 a 180 m³/h y las profundidades de los pozos de exploración oscilan entre 80 a 100 m, con diámetros entre 12 y 14 pulgadas. Los pozos son en general sin encamisar (“tipo papero”). En algunos casos se encadenan (dos pozos unidos a una tubería común), para disponer de mayor caudal y abastecer equipos de mayor capacidad operativa (Marinissen, 1998).

El manejo del riego se hace en la mayoría de los casos en base a una estimación de la humedad del suelo por tacto y visual del cultivo, centrando los aportes de agua en momentos previos y posteriores a la floración y durante el llenado del grano. Otros hacen un seguimiento a través de la determinación del potencial hídrico utilizando sensores o bloques instalados en el suelo, para determinar los momentos óptimos de riego. Los más tecnificados, emplean datos de estaciones meteorológicas portátiles, para estimar el balance hídrico a través del cálculo de la evapotranspiración potencial (ET_o) y posteriores ajustes con coeficientes de cultivo K_c, para calcular el uso consuntivo o necesidad de agua durante los distintos períodos o fases de desarrollo.

En general, la época de siembra de los cultivos con riego son similares al seco, sólo se ajustan las densidades de siembra y las dosis de fertilización, fundamentalmente nitrogenada, conforme en este último caso a los rendimientos previstos. En algunos casos hay aplicaciones extras de funguicidas en trigo.

4. EVALUACIÓN TÉCNICO-ECONÓMICA DEL RIEGO COMPLEMENTARIO

4.1. Selección de los establecimientos.

En la etapa preparatoria del presente estudio, se intentó llevar a cabo un relevamiento que incluía doce establecimientos localizados en la zona Primavera - Zentena. Este número de establecimientos totalizaba 2.360 hectáreas regadas, lo que representaba un 48 % del total estimado de la zona de riego, mediante equipos de pivot central en el Partido de Coronel Suárez. Este indicador muestra que los datos pretendidos eran más que representativos de la región bajo estudio. Sin embargo, luego de una importante labor de relevamiento inicial, la realidad mostró que el acceso y disponibilidad de información resultaron totalmente escasos para obtener datos de la cantidad de establecimientos previstos. Por un lado, puede afirmarse que la mayoría de los mismos, no llevan registros confiables de las operaciones llevadas a cabo a través de los años (vale la pena aclarar que el análisis corresponde al período 1995-2005). No sólo no es factible recabar información específica y confiable sobre las operaciones de riego, tampoco lo es sobre superficies involucradas en las rotaciones de cultivos, rendimientos obtenidos, capacidad operativa e intensidad de uso de los equipos y niveles de inversión. Por otro lado, algunos de los establecimientos que llevan registros, muestran reparos en compartir la información con terceros. De esta manera, solo se pudo disponer de información completa y confiable para cuatro establecimientos de la zona estudiada. Estos establecimientos totalizan en promedio para los diez años, 900 hectáreas regadas (igualmente, en el último año sumaban 968 has). Si bien no puede afirmarse que la muestra sea representativa estadísticamente, vale la pena mencionar que representa casi el 18 % del total de las hectáreas actualmente regadas del Partido, disponiéndose de resultados relevantes para evaluar con criterios razonables, la viabilidad de la aplicación de esta tecnología en la zona bajo estudio.

La metodología empleada para relevar la información fue una encuesta. La misma consta de datos del propietario, sistema de producción, características del establecimiento, infraestructura de riego, producción en seco y riego, datos climáticos, calidad de agua, gastos de administración y estructura (Anexo 1. Encuesta de riego). El análisis se realizó sobre el sistema real de producción contra un sistema mejorado. Este último implica obtener un rendimiento superior y estable optimizando el riego y ajustando las dosis de fertilización. No obstante, se

respetaron los rendimientos menores y mayores producto de situaciones climáticas, agronómicas o de manejo ocurridas durante el período mencionado.

4. 2. Análisis económico.

El valor bruto de producción no informa sobre los resultados netos de una empresa. El logro económico, es la creación de valor por encima de los recursos consumidos en el proceso productivo, que se calcula deduciendo del valor bruto de producción los costos respectivos (Ballesteros, 1991 citado por Antonelli, 2003).

Para el análisis técnico económico, es preciso determinar medidas de eficiencia global para la empresa en su conjunto y medidas de eficiencia de las actividades. La medida de eficiencia global más importante en la empresa, es la rentabilidad, que es la relación entre el resultado económico obtenido y el capital total puesto en juego. Esta eficiencia puede ser evaluada comparándola con otras alternativas de inversión, o bien con la obtenida en otros establecimientos agropecuarios.

En este trabajo se analiza el resultado económico de determinadas actividades agrícolas a través de la contribución de un producto (grano) para pagar sus costos y obtener utilidades. Una forma común de expresar esa contribución, es el Resultado Bruto que es el la diferencia entre el ingreso neto y los costos directos, de una determinada actividad.

Para estimar el ingreso de una actividad agropecuaria, usualmente expresado por unidad superficie, se multiplica el precio del producto por la producción física correspondiente. El precio neto, surge de restar al precio de venta (precio bruto), los gastos de comercialización (comisión acopio, fletes, etc.). Por lo tanto:

$$\text{Ingreso Neto (\$/ha)} = \text{Rinde (tn/ha)} * \text{Precio Neto (\$/ha)}$$

En la agricultura, este ingreso esta muy influenciado por los cambios de precios que suelen tener los precios de los granos entre el momento de siembra y cosecha.

Respecto a los costos, es la expresión en dinero de todos los insumos que intervienen en la realización de una actividad determinada. Según su función se clasifican en: costo de producción, de comercialización, de administración y de financiación.

Los costos de producción, son los que permiten obtener determinados bienes a partir de otros, mediante el empleo de un proceso de transformación. En este caso, la obtención de un producto final a cosecha requiere de una serie de insumos para su realización. Por insumos, se entiende el conjunto de bienes y servicios requeridos para la realización de una actividad en un proceso productivo. Los bienes y servicios, son los factores de producción que intervienen en el proceso productivo (tierra, capital, trabajo y organización empresarial).

Según su **grado de variabilidad**, los costos pueden ser:

Costos Variables: son los que varían en forma proporcional de acuerdo al nivel de producción o actividad de la empresa. En agricultura podemos citar a las labranzas, agroquímicos, semilla, etc.

Costos Fijos: son los que permanecen constantes independientemente del volumen de producción o actividad. Se los puede identificar como costos de “mantener la empresa abierta”. Existen dos categorías, los costos fijos de la actividad que existen cuando el establecimiento funciona (amortización, e interés de la maquinaria, movilidad, personal, etc.) y los costos fijos de estructura, los cuales están presentes aunque la actividad sea nula.

Según la forma en que **se asignan**

Costos Directos: están relacionados directamente con un producto o proceso en particular. Es un insumo específico directamente imputable a una determinada actividad. Por lo general se asimilan a los costos variables.

Costos Indirectos: son aquellos que no pueden asignarse directamente a una determinada actividad o producto. Sino que se distribuyen en la empresa mediante algún criterio de reparto (prorrato). En la mayoría de los casos, los costos indirectos son costos fijos.

En el presente estudio, se realizó el cálculo del Resultado Bruto (\$/ha) descontando de los Ingresos Netos (Ing. Bruto - Gastos de comercialización), los costos variables. Este cálculo se realizó para las modalidades secano y riego en el sistema real (SR) y sistema mejorado (SM) en los cuatro establecimientos seleccionados y en los cultivos respectivos para cada uno de los años del periodo 1995/05 (Anexo 2. Resultado bruto agrícola).

Los cálculos realizados se determinaron a moneda constante, actualizando los valores en dólares de los granos, insumos, combustibles, labores y mano de obra a pesos de mayo del 2008 con el factor de corrección del índice de precios al

por mayor - IPIM (Anexo 3. Índice IPIM). A partir del fin de la convertibilidad (Ciclo 2001/02), se corrigieron los valores a pesos y se actualizaron con los factores de corrección respectivos.

4.3 Supuestos y consideraciones

4.3.1. Generalidades de los establecimientos

4.3.1.1. Caso 1

La superficie total es de 670 ha. El sistema de producción es mixto agrícola - ganadero con ganadería de ciclo completo. La superficie con riego es de 82 ha. La rotación habitual en riego en el sistema real (SR) y sistema mejorado (SM) es Maíz / Cebada Cervecera - Soja 2^{da}, con dos años consecutivos de maíz. Eventualmente hace soja de 1^{ra}. Los suelos bajo riego son mayoritariamente Argiudoles típicos fase somera con una profundidad efectiva que oscila entre 70 a 100 cm. El contenido de fósforo y materia orgánica es de 10 a 12 ppm y 3 a 4 %, valores considerados medios y moderados respectivamente (Vernet, 1995). El equipo de pívot central marca Lockwood de 6 tramos e impulsión eléctrica, tiene una longitud total de 300 metros y un cañón final que riega un largo extra de 25 m, totalizando 325 metros de radio. La superficie efectiva de riego es de 82 ha. La misma esta distribuida en un circulo central de 33,2 ha y dos $\frac{3}{4}$ partes de circulo de 24,9 ha cada uno. (Anexo 4. Características de los equipos de riego. Croquis de riego).

El agua de riego se obtiene de una perforación sin encamisar (pozo tipo papero). El caudal de uso es de 180 m³/hora, con una precipitación promedio de 13.0 mm/h. Utiliza una bomba centrífuga de eje vertical con 6 cámaras o impulsores de 10 pulgadas de espesor ubicada a 35 m de profundidad. El motor que impulsa la bomba tiene una potencia de 100 Hp. Un generador de 15 KVA, abastece de energía eléctrica al equipo. La distribución de agua desde la perforación al equipo en sus tres posiciones, es a través de una tubería enterrada de PVC de 800 m de longitud y otros accesorios (Anexo 5. Infraestructura de riego). De acuerdo al caudal de uso, al diseño del sistema (largo y diámetro de las tuberías y accesorios), desnivel del terreno, altura de succión y presión de servicio a la entrada del equipo, la altura manométrica necesaria es de aproximadamente 63 m. Considerando un 80 % de rendimiento en la bomba, el consumo de combustible es de 10,5 l, sumado esto al consumo del generador (4,6 l), que funciona aparte, el consumo total de gasoil del equipo asciende a 15,1 l. (Anexo 6. Consumo de combustible).

4.3.1.2. Casos 2 y 3

La superficie total involucrada en ambos casos es de 1880 ha, de las cuales 1256 ha corresponden al establecimiento denominado Caso 2 y 624 ha al denominado Caso 3. Ambas fracciones de una misma explotación, se encuentran separadas por otra no propia. El sistema de producción es mixto agrícola-ganadero con ganadería de ciclo completo. En los mejores suelos de ambos campos, aproximadamente 1150 ha, se planteó un esquema de agricultura permanente en siembra directa. La superficie de riego total durante el ciclo 95/96 fue de 483 ha, desde 96/97 a 2001/02 de 563 y a partir de 2002/03 de 676 ha. Los suelos bajo riego son mayoritariamente Argiudoles típicos con una profundidad efectiva superior a 100 cm. El contenido de fósforo y materia orgánica es de 8 a 10 ppm y 3 a 4 %, valores considerados medios y buenos respectivamente (Vernet, 1995). El riego se lleva a cabo en ambos establecimientos sobre la rotación Trigo / Soja ^{1ra} - Maíz / Trigo para el Sistema Real (SR) y Sistema Mejorado (SM) respectivamente.

El Caso 2, destina la parte norte del campo en una superficie de aproximadamente 720 ha a la invernada con una rotación basada en 4 años de agricultura y 4 años de pradera. El equipo de riego es un pivó central, marca Lindsay Zimmatic de 11 tramos e impulsión eléctrica tiene una longitud total incluyendo voladizo de 628 metros. La superficie de riego es de 124 ha. El equipo riega en tres posiciones cubriendo actualmente una superficie efectiva de 357 ha (119 ha/posición). (Anexo 4). El agua de riego se obtiene de dos perforaciones encamisadas. Ambas perforaciones están encadenadas lográndose un caudal de uso de 273.5 m³/hora y una precipitación promedio de 5.29 mm/h. El bombeo se realiza con bombas centrífugas de eje vertical de 9 cámaras o impulsores de 10 pulgadas de espesor ubicadas a 40 m de profundidad. Los motores que impulsan las bombas, tienen una potencia de 100 Hp con generadores de 15 KVA que abastecen de energía eléctrica al equipo. La distribución de agua desde las perforaciones al equipo en sus tres posiciones es a través de una tubería enterrada de PVC de 8 y 10 pulgadas de 1260 m de longitud y otros accesorios. (Anexo 5).

De acuerdo al caudal de uso, al diseño del sistema (largo y diámetro de las tuberías y accesorios), desnivel del terreno, altura de succión y presión de servicio a la entrada del equipo, la altura manométrica necesaria es de aproximadamente 65 m. Considerando un 80 % de rendimiento en la bomba, el consumo de combustible de cada equipo de bombeo es de 8.2 l, incluido el consumo del generador que

funciona acoplado al motor, totalizando para ambos equipos un consumo total promedio de 16.4 l/h. (Anexo 6).

En el Caso 3, el equipo de pívot central es marca Lindsay Zimmatic de 9 tramos e impulsión eléctrica tiene una longitud total incluyendo voladizo de 519 metros. La superficie de riego es de 84.6 ha. El equipo riega actualmente en cuatro posiciones cubriendo actualmente una superficie efectiva de 319 ha (79.75 ha / posición) (Anexo 4). El agua de riego se obtiene de dos perforaciones encamisadas. Ambas perforaciones están encadenadas lográndose un caudal de uso de 196.5 m³/hora y una precipitación promedio de 5.79 mm/h. El bombeo se realiza con bombas centrífugas de eje vertical de 7 cámaras o impulsores de 10 pulgadas de espesor ubicadas a 40m de profundidad. Los motores que impulsan las bombas tienen una potencia de 100Hp con generadores de 15 KVA que abastecen de energía eléctrica al equipo. La distribución de agua desde las perforaciones al equipo en sus cuatro posiciones es a través de una tubería enterrada de PVC de 8 pulgadas de diámetro, 2040 m de longitud total y otros accesorios (Anexo 5).

De acuerdo al caudal de uso, al diseño del sistema (largo y diámetro de las tuberías y accesorios), desnivel del terreno, altura de succión y presión de servicio a la entrada del equipo, la altura manométrica necesaria es de aproximadamente 57 m. Considerando un 80 % de rendimiento en la bomba, el consumo de combustible de cada equipo de bombeo es de 5,2 l, sumado a esto el consumo del generador (2,7 l) que funciona aparte, el consumo total del gasoil asciende a 7,9 l/h, totalizando para ambos equipos un consumo total promedio de 15.8 l/h. (Anexo 6).

4.3.1.3. Caso 4

La superficie total es de 320 ha. El sistema de producción es netamente agrícola. La rotación es Trigo / Soja ^{1ra} - Maíz / Trigo . La superficie de riego durante el ciclo 95/96 fue de 157 ha y desde 96/97 a 2004/05 de 210 ha. Los suelos con riego son mayoritariamente Hapludoles típicos con una profundidad efectiva superior a 100 cm. El contenido de fósforo y materia orgánica es de 10 ppm y 3 a 4 %, valores considerados medios y buenos respectivamente (Vernet, 1995). El equipo de riego es un pívot central marca Lindsay Zimmatic de 10 tramos e impulsión eléctrica con una longitud de riego total incluyendo voladizo y cañón final de 589 metros. La superficie de riego por posición es de 108,8 ha. El equipo riega

actualmente en dos posiciones, cubriendo una superficie efectiva de 210 ha (Anexo 4).

El agua de riego se obtiene de dos perforaciones (una por posición de riego) sin encamisar de 90 y 100 metros de profundidad. El caudal de uso es de 200 m³/hora con una precipitación de 4.41 mm/h. El bombeo se realiza con bombas centrífugas de eje vertical de 6 cámaras o impulsores de 10 pulgadas de espesor, ubicadas a 38 m de profundidad. El motor que impulsa las bombas y se traslada a cada posición de riego, tiene una potencia de 115 Hp con un generador acoplado de 15 KVA que abastece de energía eléctrica al equipo. La distribución de agua desde las perforaciones al equipo en sus dos posiciones es a través de una tubería área de aluminio de 27 m de longitud (3 caños de 9 m c/u) complementada con otros accesorios (Anexo 5).

De acuerdo al caudal de uso, al diseño del sistema (largo y diámetro de las tuberías y accesorios), desnivel del terreno, altura de succión y presión de servicio a la entrada del equipo, la altura manométrica necesaria es de aproximadamente 61 m. Considerando un 80 % de rendimiento en la bomba, el consumo de combustible es de 14 l, incluido el consumo del generador (Anexo 6).

4.3.2. Esquema productivo y rendimientos promedios.

Los módulos de producción son inminentemente agrícolas, con secuencia de cultivos de cosecha fina y gruesa. Los cuadros que se presentan a continuación, reflejan los cultivos realizados en cada establecimiento en un período de 10 años y los rendimientos promedios obtenidos en cada caso. Los valores de rendimiento para cada uno de los manejos (secano y riego) son promedio de los lotes involucrados. Los rendimientos en el sistema mejorado son asumidos conforme a datos suministrados por los propios regantes y a datos locales que avalan dicho potencial.

Cuadro 1. Secuencia de cultivos. Rendimientos en secano y riego (SR y SM) para los casos analizados.

Caso 1.

Ciclo	95/96	96/97	97/98		98/99	99/00	00/01	01/02	02/03		03/04	04/05	
CULTIVO	Maíz	Maíz	C. C*	Sj 2 ^a **	Maíz	Sj 1 ^a **	Maíz	Maíz	C. C*	Sj 2 ^a **	Maíz	C. C*	Sj 2 ^a **
Secano ⁽¹⁾	4.95	3.9	4.3	0.96	3.7	2.2	4.1	4.2	3.0	1.67	5.2	1.65	3.78
Riego SR ⁽¹⁾	9.3	9.1	4.9	1.28	7.4	4.1	9.3	8.9	3.86	2.45	10.36	2.3	4.1
Riego SM ⁽¹⁾	11.5	11.5	5.5	1.28	7.4	3.8	11.5	8.9	5.5	2.8	11.5	2.8	5.5

* Cebada cervecera; ** Soja 1^a y 2^a.⁽¹⁾ Rendimientos en q/ha para secano y riego (SR y SM).**Caso 2 y 3.**

Ciclo	95/96	96/97	97/98	98/99	99/00	00/01	01/02	02/03	03/04	04/05
CULTIVO	Tr/Mz*	Tr/Mz	Tr/Mz	Tr/Mz/Sj**	Tr/Mz/Sj	Tr/Mz/Sj	Tr/Mz/Sj	Tr/Mz/Sj	Tr/Mz/Sj	Tr/Mz/Sj
Secano ⁽¹⁾	3.8/5.5	3.9/5.4	4.9/9.4	3.6/6.0/3.1	3.8/5.7/2.8	4.20/6.1/3.3	4.4/6.8/2.6	3.4/7.3/2.9	3.6/6.4/2.4	3.6/7.3/3.1
Riego SR ⁽¹⁾	4.9/9.7	5.0/8.7	6.2/10.3	5.1/8.4/3.4	5.2/9.7/3.2	5.2/10.0/3.1	5.0/8.4/3.2	3.9/10.1/3.4	5.5/11.9/4.0	6.0/11.3/3.4
Riego SM ⁽¹⁾	5.5/10.9	5.5/10.3	6.2/12.0	5.5/11.1/3.6	5.5/12.0/3.6	5.5/11.0/3.6	5.0/12.0/3.6	3.9/12.0/3.6	5.5/12.0/3.6	5.5/12.0/3.6

* Trigo / Maíz; ** Trigo / Maíz / Soja.

⁽¹⁾ Rendimientos promedios (q/ha) para secano y riego (SR y SM).**Caso 4.**

Ciclo	95/96	96/97	97/98	98/99	99/00	00/01	01/02	02/03	03/04	04/05
CULTIVO	Tr/Mz*	Tr/Mz/Sj**	Tr/Mz/Sj	Tr/Mz/Sj	Tr/Mz/Sj	Tr/Mz/Sj	Tr/Mz/Sj	Tr/Mz/Sj	Tr/Mz/Sj	Tr/Mz/Sj
Secano ⁽¹⁾	3.2/6.4	1.25/2.0/2.1	3.4/6.1/2.4	2.5/5.5/1.9	2.6/8.3/1.8	3.0/6.7/1.6	3.0/8.7/1.7	3.7/5.5/2.3	2.6/5.3/1.8	2.4/5.0/2.4
Riego SR ⁽¹⁾	4.3/12.1	2.75/7.0/3.0	4.5/11.8/3.2	4.1/11.1/2.8	4.4/13.7/2.6	4.8/13.0/2.3	3.6/11.5/2.6	4.9/8.8/3.4	4.2/11.0/2.2	4.5/9.8/3.2
Riego SM ⁽¹⁾	5.5/12.0	2.75/7.0/3.4	5.5/12.0/3.4	5.5/12.0/3.4	5.5/13.7/3.4	5.5/12/3.4	3.6/12.0/3.4	5.5/12/3.4	5.5/12/3.4	5.5/12/3.4

* Trigo / Maíz; ** Trigo / Maíz / Soja.

⁽¹⁾ Rendimientos promedios (q/ha) para secano y riego (SR y SM).

4.3.3. Características de los suelos.

De acuerdo al mapa de suelos de INTA (1989), los suelos más representativos de los establecimientos seleccionados que se han tomado como referencia para estimar el cálculo de las láminas de aplicación en el sistema denominado “mejorado” son:

- **Caso 1:** Suelo Argiudol típico, fase somera, ubicado sobre pequeñas lomadas bien drenadas con tosca entre 50-100 cm. Su ubicación corresponde al Dominio Edáfico 23 e (INTA, 1989). La capacidad de almacenaje de agua del suelo es de 108.5 mm., con una profundidad efectiva de 75 cm. La capacidad de almacenaje real es de 14.47 mm / dm (108.5 mm / 7.5 dm), lo cual lo ubica como un suelo de textura media (12/14 mm / dm). (Adaptado de Luque y Paoloni, 1994).
- **Caso 2 y 3:** Suelo Argiudol típico, paisaje de planos extendidos, algo más elevados que áreas de derrame. Su ubicación corresponde al Dominio Edáfico 23 f (INTA, 1989). La capacidad de almacenaje de agua del suelo es de 146.1 mm., con una profundidad efectiva de 115 cm. La capacidad de almacenaje real es de 12.71 mm / dm (146.1 mm / 11.5 dm), lo cual lo ubica como un suelo de textura media (12/14 mm / dm). (Adaptado de Luque y Paoloni, 1994).
- **Caso 4:** Suelo Hapludol típico, ocupando lomadas suavemente onduladas con tosca muy profunda. Su ubicación corresponde al Dominio Edáfico 23 f (INTA, 1989). La capacidad de almacenaje de agua del suelo es de 93.5 mm., con una profundidad efectiva de 110 cm. La capacidad de almacenaje real es de 8.5 mm / dm (93.5 mm / 11.0 dm), lo cual lo ubica como un suelo de textura liviana (6/8 mm / dm). (Adaptado de Luque y Paoloni, 1994).

4.3.4. Demanda hídrica de los cultivos.

Para el cálculo de la demanda hídrica de los cultivos (láminas de riego mensuales y totales) en el sistema mejorado, se empleó un software denominado AGROAGUA (AGROAGUA, 1995), modificando la base de datos climática (precipitaciones) e incorporando coeficientes K_c de los cultivos en base a la metodología propuesta por FAO (Doorenbos et. al., 1976). Para ello se utilizaron datos climáticos de Coronel Suárez y se asumieron ciclos de cultivos adaptados a

dicho partido (Anexo 7. Necesidades de agua de los cultivos. Coeficientes Kc). Para la determinación teórica de los mismos, se precisaron las fechas de siembra de los distintos cultivos y la duración de los períodos vegetativos respectivos y las etapas o fases de desarrollo de cultivos conforme las características climáticas locales. Los consumos de agua estimados por dichos coeficientes Kc para el ciclo de producción y condiciones ambientales del partido de Coronel Suárez fueron: Trigo, 425,7 mm; Cebada Cervecera, 360,6 mm; Maíz 590, mm, Soja 1^a 492,0 mm, y soja 2^a 384,5 mm.

4.3.5. Necesidades de riego complementario. Programa Agroagua.

Se utilizó un software denominado Agroagua. Este software orientado a la agricultura, permite entre otras cosas, crear, grabar y actualizar archivos propios de precipitación diaria e incorporar datos de suelos y de cultivo, que son la base fundamental para el cálculo del balance hidrológico del suelo, necesario para un seguimiento continuo de la humedad del suelo y la estimación de necesidades de riego complementario.

En este trabajo se ha utilizado, la versión (4.0) que agrega a la anterior (versión 3.2), un programa que realiza un balance hídrico diario que simula la aplicación artificial de láminas de agua en el suelo, permitiendo el cálculo de las necesidades de riego complementario para cualquier período del año. El uso de esta herramienta, permitió la utilización de datos de precipitación diaria de los establecimientos seleccionados y datos de Kc de cultivos elaborados con información local, que son la base fundamental para la obtención de las láminas de aplicación que se utilizaron en el sistema mejorado con riego complementario para el partido de Coronel Suárez.

Para operar el programa se incorporó previamente la siguiente información:

Datos de precipitación diaria de los establecimientos seleccionados para el periodo 1994-2005. La información fue grabada en el Programa ARPLUDIA y en los archivos pluviométricos Suárez 1 (Casos 2 y 3), Suárez 2 (Caso 1) y Suárez 4 (Caso 4).

Para ajustar el balance hidrológico, se incorporaron al software AGROAGUA los coeficientes Kc de los cultivos involucrados (maíz, trigo, cebada cervecera, soja 1^{ra} y soja 2^{da}) (Anexo 7). Para el cálculo de la Etp climática diaria, el programa usa el método de Penman. Los doce (12) valores mensuales utilizados en el programa

para el cálculo del balance hidrológico (Programa BALDIA), han sido obtenidos a partir de valores obtenidos por Damario y Cattáneo (1982), citado AGROAGUA (1995) y calculados para estaciones del INTA (AGROAGUA, 1995). Por lo tanto los 365 o 366 valores obtenidos para un año se repiten para las mismas fechas de los distintos años.

Para el cálculo del almacenaje de agua, se tomaron en cuenta los suelos más representativos de los campos seleccionados (Anexo 8. Datos de suelos. Constantes hídricas). Se consignaron los valores de CC (Capacidad de Campo), PMP (Punto de Marchitez Permanente) y AU (Agua Útil). El programa solicita el valor de CC, nivel de almacenaje al inicio del riego, y nivel de almacenaje al final del riego. En todos los casos los valores son en milímetros.

Finalmente con el Programa RIEGOCOM, teniendo en cuenta el ciclo del cultivo seleccionado, se calculó el balance hidrológico diario con simulación de riegos utilizando los datos de Kc calculados previamente y conforme la Capacidad de Campo (CC) seleccionada y el nivel de inicio y final del riego elegidos. El inicio del riego corresponde a una lámina en milímetros igual a el valor de PMP más la mitad del Agua Útil ($PMP + \frac{1}{2} AU$) y el fin del riego es un valor próximo a CC para evitar excesos en caso de lluvias. Finalmente la lámina de aplicación empleada en cada riego, es la diferencia entre nivel de inicio y final de riego. En una pantalla de salida, el programa indica de acuerdo a ella, el número de riegos por mes. La suma de dicha láminas mensuales es la lámina total del ciclo estimada en el sistema mejorado (SM).

Para los casos seleccionados se emplearon los siguientes valores:

Cuadro 2. Constantes hídricas, niveles de riego y láminas de aplicación (mm).

CASOS	CC ¹	PMP ²	AU ³	NAIR ⁴	NAFR ⁵	LA ⁶
CASO 1	238	129	109	184	224	40
CASOS 2 y 3	321	179	141	249	299	50
CASO 4	257	163	94	210	244	34

¹ Capacidad de campo; ² Punto de marchitez permanente. ³ Agua útil ⁴ Nivel agua inicial de riego. ⁵ Nivel de agua fin de riego. ⁶

⁶ Lámina aplicación

A continuación para cada Caso y cultivo, se indican los valores promedios (1995-2005) de la cantidad de riegos mensuales del SM en los meses de máxima demanda hídrica, la cantidad de riegos, láminas de aplicación por riego y láminas

totales anuales utilizadas en el software AGROAGUA y aplicadas en los SR y SM. Las láminas totales expresadas en milímetros y en números enteros, surgen de multiplicar la lámina de aplicación unitaria, por la cantidad de riegos promedio del ciclo anual. La cantidad de riegos mensuales calculados por el AGROAGUA, es inferior al de los SR y SM, dado que las láminas de aplicación requeridas (diferencia entre el nivel de inicio y final de riego), son mayores a las realmente aplicadas por los equipos. Esta situación podría crear también un corrimiento de algunos riegos a otros meses no contemplados en este análisis. En Anexo 9 (Manejo de riego), se explicita con mayor detalle, el valor de las láminas utilizadas, tiempos de giro de los equipos, números de riego por posición, horas y láminas de riego parciales y totales por cultivo y ciclo, número de veces en que el equipo se traslada entre posiciones de riego, y el detalle de las láminas totales calculadas con el software AGROAGUA para los cultivos y ciclos respectivos.

Cuadro 3. Riegos mensuales, totales, láminas de aplicación y totales promedios.

Caso 1.

Cultivo	Riegos (SM)					Cantidad riegos			Lámina aplicación			Lámina total		
	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	AG ¹	SR ²	SM ³	PAG ¹	SR ²	SM ³	PAG ¹	SR ²	SM ³
Maíz														
Promedio		2	3	2	1	6	8	7	40	31	33	227	249	229
Soja 1 ^a														
99/00			2	1		2	5	3	40	22	33	80	101	87
Soja 2 ^a														
Promedio			1	2	1	2	6	4	40	22	33	80	130	98
C. C *														
Promedio	1	1				1	2	2	40	33	33	53	54	58

* Cebada cervecera.

¹ AGROAGUA; ² Sistema real; ³ Sistema mejorado.

Caso 2.

Cultivo	Riegos (SM)							Cantidad riegos			Lámina aplicación			Lámina total		
	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	AG ¹	SR ²	SM ³	AG ¹	SR ²	SM ³	AG ¹	SR ²	SM ³
Maíz																
Promedio			1	2	2	1		3	5	6	50	24	27	155	124	158
Trigo																
Promedio		2	2					1	2	4	50	22	22	70	48	74
Soja 1 ^a																
Promedio			1	2	1	1		2	2	5	50	24	25	114	61	120

¹ AGROAGUA; ² Sistema real; ³ Sistema mejorado.

Caso 3.

Cultivo	Riegos (SM)							Cantidad riegos			Lámina aplicación			Lámina total		
	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	AG ¹	SR ²	SM ³	AG ¹	SR ²	SM ³	AG ¹	SR ²	SM ³
Maíz			1	2	2	1		3	5	6	50	24	26	155	126	159
Promedio			1	2	2	1		3	5	6	50	24	26	155	126	159
Trigo																
Promedio		2	2					1	3	4	50	20	20	70	60	74
Soja 1ª																
Promedio			1	2	1	1		2	3	5	50	26	26	114	66	117

¹ AGROAGUA; ² Sistema real; ³ Sistema mejorado.

Caso 4.

Cultivo	Riegos (SM)							Cantidad riegos			Lámina aplicación			Lámina total		
	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	AG ¹	SR ²	SM ³	AG ¹	SR ²	SM ³	AG ¹	SR ²	SM ³
Maíz				2	3	2		7	6	7	34	34	34	221	189	219
Promedio				2	3	2		7	6	7	34	34	34	221	189	219
Trigo																
Promedio			2	1				3	2	3	34	29	34	102	69	101
Soja 1ª																
Promedio					2	2		4	6	4	34	17	34	151	93	150

¹ AGROAGUA; ² Sistema real; ³ Sistema mejorado.

4.3.6. Inversiones en riego.

Corresponden al equipo de riego y la infraestructura de apoyo. Los valores por hectárea son distintos conforme a la superficie regada y diseño del proyecto. Para el cálculo de las amortizaciones se ha tomado entre 10 a 20 años, no recambiándose ningún componente del sistema de riego durante el periodo analizado (10 años). En el caso del equipo de riego, motor/es, bomba/s y tuberías se considera un valor de recupero al final de la vida útil del proyecto (equipo: 40 %, motor y bomba: 30 %, tuberías: 10 %). La inversión en perforaciones, se considera una mejora del campo, no recuperable al final del proyecto.

Cuadro 4. Infraestructura de riego para los casos analizados.

Caso 1.

Detalle del equipo	VN ¹	VR ²	Obsolescencia (años)	V. Útil (hs)	Punto Igualación (hs)	Amortización	
						(\$/año)	(\$/h)
Equipo	157.905	63.162	20	40.000	2.000	7.895	3,95
Armado	6.380	0	20	40.000	2.000	0	0,00
Tubería y accesorios	40.810	4.081	20	40.000	2.000	2.041	1,02
Bombas	33.495	10.049	12	10.000	833	2.791	3,35
Motor, generador e inst. eléctrica	47.405	14.221	15	15.000	1.000	3.160	3,16
Fletes	5742	0	20	40.000	2.000	0	0,00
Total \$	291.737	91.513					
Perforaciones	7.178						

¹ Valor actualizado en pesos según IPIM; ² Valor residual en pesos.

EVALUACIÓN TÉCNICO-ECONÓMICA DEL RIEGO COMPLEMENTARIO

Del cuadro se deduce que la inversión total incluyendo la perforación es de 298.915 \$. De ese valor, aproximadamente el 53.0 % corresponde al equipo, 13.6 % a tuberías y accesorios, 11.2 % a bomba de riego, 15.8 % motor y generador y 4 % a fletes y armado del equipo y 2.4 % a perforaciones. La inversión por hectárea considerando la superficie total promedio regada en los diez años de análisis (107 ha), es de 2.794 \$.

Caso 2.

Detalle del equipo	VN ¹	VR ²	Obsolescencia (años)	V. Útil (hs)	Punto Igualación (hs)	Amortización	
						(\$/año)	(\$/h)
Equipo	299.142	119.657	20	40.000	2.000	14.957	7,48
Armado	12.760	0	20	40.000	2.000	0	0,00
Tubería y accesorios	106.655	10.665,5	20	40.000	2.000	5.333	2,67
Bombas	97.614	29.284,2	12	10.000	833	8.135	9,76
Motores, generadores e inst. eléctrica	95.955	28.787	15	15.000	1.000	6.397	6,40
Fletes	13.398	0	20	40.000	2.000	0	0,00
Total	625.525	188.393					
Perforaciones	95.987						

¹ Valor actualizado en pesos según IPIM ² Valor residual en pesos.

Del cuadro se deduce que la inversión total es de 721.512 \$. De este valor, el 41.5 % corresponde al equipo, 14.8 % a tuberías y accesorios, 13.5 % a bombas de riego, 13.3 % a motor y generador, 3.6 % a fletes y armado del equipo y 13.3 % a perforaciones. La inversión por hectárea considerando la superficie total promedio regada en los diez años de análisis (278 ha), es de 2.596 \$.

Caso 3.

Detalle	VN ¹	VR ²	Obsolescencia (años)	V. Útil (hs)	Punto Igualación (hs)	Amortización	
						(\$/año)	(\$/h)
Equipo	244.753	97.901,1	20	40.000	2.000	12.237,6	6,12
Armado	10.208	0	20	40.000	2.000	0,00	0,00
Tubería y Accesorios	78.885	7.888,54	20	40.000	2.000	3.944,3	1,97
Bombas	130.152	39.045,6	12	10.000	833	10.846,0	13,02
Motores, generadores e inst. eléctrica	86.599	25.980	15	15.000	1.000	5.773,3	5,77
Fletes	11.803	0	20	0	0	0,00	0,00
Total	562.400	170.815					
Perforaciones	99.241						

¹ Valor actualizado en Pesos según IPIM ² Valor residual en pesos.

Del cuadro se deduce que la inversión promedio total es de 661.641 \$. De este valor, aproximadamente al 37.0 % corresponde al equipo, 12.0 % a tuberías y accesorios, 19.8 % a bombas de riego, 13.1 % motor y generador y 3.1 % a fletes y

armado del equipo y 15.0 % a perforaciones. La inversión por hectárea considerando la superficie total promedio regada en los diez años de análisis (310 ha), es de 2.134 \$.

Caso 4.

Detalle	VN ¹	VR ²	Obsolescencia (años)	V. Útil (hs)	Punto Igualación (hs)	Amortización	
						(\$/año)	(\$/h)
Equipo	279.795	111.918	20	40.000	2.000	13.989,7	6,99
Armado	11.484	0	20	40.000	2.000	0,00	0,00
Tubería y Accesorios	12.859	1.285,9	20	40.000	2.000	642,9	0,32
Bombas	66.990	20.097	12	10.000	833	5.582,5	6,70
Motor, generador e inst. eléctrica	43.583	13.075	15	15.000	1.000	2.905,5	2,91
Fletes	12.601	0	20	40.000	2.000	0,00	0,00
Total	427.311	146.376					
Perforaciones	14.355						

¹ Valor actualizado en Pesos según IPIM; ² Valor residual en pesos.

Del cuadro se deduce que la inversión promedio total es de 441.666 \$. De este valor, aproximadamente al 63.3 % corresponde al equipo, 2.9 % a tuberías y accesorios, 15.2 % a bombas de riego, 9.9 % motor y generador y 5.5 % a fletes y armado del equipo y 3.2 % a perforaciones. La inversión por hectárea considerando la superficie total promedio regada en los diez años de análisis (205 ha), es de 2.154 \$.

4.3.7. Amortizaciones

Los equipos de riego que son utilizados en los establecimientos, tienen la particularidad de que su vida útil esta especificada en horas de uso. Esta situación, implica que su amortización puede estar especificada en función del nivel de utilización de los mismos. No obstante, lo habitual es que la amortización sea considerada un componente fijo. En este caso, se ha adoptado para el cálculo ambos criterios, correspondiendo amortización fija cuando las horas de uso son inferiores al punto de igualación o variable cuando lo supera. Independientemente de la clasificación adoptada, las amortizaciones no son consideradas en la obtención del flujo de fondos, por no representar una salida efectiva de dinero. Desde el punto de vista tributario, se ha considerado su incidencia por permitirse su deducción de la base imponible del impuesto a las ganancias. No se han considerado las amortizaciones de maquinaria agrícola, ya que las labores de

labranza, implantación, protección y cosecha de los cultivos, se realizan en todos los casos con contratista.

A continuación se indican los valores de amortización total en riego por ciclo en el SR y SM para cada uno de los casos analizados.

Cuadro 5. Amortizaciones anuales en riego (SR y SM) para los casos analizados.

Caso	Sistema	95/96	96/97	97/98	98/99	99/00	00/01	01/02	02/03	03/04	04/05
1	SR ¹	12.211	11.913	8.838	13.403	5.395	11.913	7.231	10.513	11.391	9.526
	SM ²	11.391	10.594	6.714	12.435	4.476	11.466	10.594	10.472	10.594	6.714
2	SR ¹	15.829	15.829	18.468	14.510	14.510	13.191	18.468	27.418	20.664	29.793
	SM ²	24.707	21.106	21.106	27.757	25.554	20.664	26.910	35.896	22.511	31.489
3	SR ¹	26.010	27.351	27.351	30.926	27.349	25.114	26.455	31.820	26.007	30.924
	SM ²	29.360	27.796	27.796	32.801	32.267	27.796	32.801	32.801	28.689	32.712
4	SR ¹	17.871	13.175	16.530	19.546	16.865	17.535	15.414	17.200	16.865	17.871
	SM ²	21.892	16.530	19.211	23.232	19.211	19.211	19.211	21.892	18.541	20.551

¹ Sistema real; ² Sistema mejorado.

4.3.8. Consideraciones impositivas.

Se supone que las explotaciones son sociedades comerciales y que tributan impuesto a las ganancias de acuerdo al beneficio obtenido en cada ciclo anual. Se reconoce el apalancamiento positivo que logran las amortizaciones de las inversiones en riego, al descontarlas al momento de tributar el impuesto a las ganancias. Sin embargo, en la construcción del flujo de fondos, no se considera el gasto en intereses (con lo cual no hay apalancamiento financiero). El impuesto a las ganancias considerado, es del 35 % ya que las empresas seleccionadas son sociedades de capital constituidas. Respecto al IVA se lo supone neutro.

4.3.9. Costos de administración y estructura.

Incluyen los honorarios del administrador y/o asesor técnico, contador, sueldos del personal, gastos de movilidad y servicios (teléfono, electricidad, gas), impuestos fijos (inmobiliario, tasa vial). En cada caso, los valores resultantes responden a superficies similares en secano y en riego, conforme a la asignación por ciclo. En el caso del riego, se incluye para el sistema mejorado, un gasto extra en personal de apoyo, que colabora con el asesor en tareas específicas de muestreo de suelos para el seguimiento de la humedad edáfica. Los costos de administración y estructura promedio 1995/2005, se incrementaron para el SR y SM

respecto a seco en los siguientes valores: Caso 1: 8,5 y 16,5 %, Caso 2: 7,0 y 13,2 %, Caso 3: 12,7 y 20,7 % y Caso 4: 10,9 y 26,4 % respectivamente.

A continuación se indican los costos de administración y estructura totales por ciclo en seco y riego (SR y SM) para cada uno de los casos analizados. (Anexo 10. Detalle de costos de administración y estructura).

Cuadro 6. Resumen de los costos de administración y estructura en seco y riego (SR y SM) en los casos analizados.

Caso	Sistema	95/96	96/97	97/98	98/99	99/00	00/01	01/02	02/03	03/04	04/05
1	Secano	10.242	9.775	9.785	10.357	10.372	10.303	10.781	9.042	8.799	8.459
	SR ¹	11.156	10.309	10.262	10.842	10.895	10.910	11.968	10.467	9.923	9.488
	SM ²	12.572	11.105	11.002	11.600	11.627	11.704	12.622	10.946	10.652	10.196
2	Secano	41.975	40.014	40.315	37.874	38.481	37.990	37.820	44.102	45.757	45.054
	SR ¹	43.824	41.425	41.545	39.198	39.971	39.581	40.897	49.773	52.349	49.651
	SM ²	46.552	43.676	43.956	41.789	42.487	41.978	43.228	51.743	55.442	52.582
3	Secano	34.821	44.341	45.382	38.311	39.433	39.555	43.782	36.097	37.117	35.429
	SR ¹	37.650	47.197	52.851	40.406	41.811	46.656	52.827	41.761	43.168	40.206
	SM ²	40.895	51.214	56.299	43.970	45.159	49.930	56.431	43.261	45.857	42.804
4	Secano	22.431	27.165	27.887	27.093	27.516	27.165	29.069	24.817	23.113	22.163
	SR ¹	24.440	29.462	29.903	29.242	29.699	29.580	32.538	29.088	27.052	25.685
	SM ²	27.810	33.398	34.094	33.876	34.154	33.820	36.396	31.697	31.796	29.586

¹ Sistema real; ² Sistema mejorado.

4.4. Resultado Bruto Agrícola.

Se calcularon los resultados brutos, precios de indiferencia y retorno por peso gastado, para seco y riego de los cultivos realizados en el período 1995-2005 (Anexo 2. Resultado bruto agrícola). Los valores están expresados en pesos constantes de mayo de 2008. Para el cálculo se consideraron los siguientes supuestos:

- Las labores e insumos se corresponden con el manejo realizado. Para el cálculo de las labores, se tomo como referencia el Valor UTA (Unidad de Trabajo Agrícola), ajustando el mismo con coeficientes de acuerdo a la labor realizada. Los coeficientes corresponden a valores promedios utilizados por los contratistas locales. El precio de las labores, insumos y gasoil corresponden a datos de AACREA para el periodo considerado (1995-2005) (Anexo 13. Precio de insumos) y (Anexo 14. Precio del gasoil).

- Para la administración del nitrógeno (N) en el modelo mejorado, se tomó como referencia el criterio de balance simplificado (Echeverría, 2002). Este contempla a partir de un rendimiento objetivo el consumo total, desglosado en aportes del suelo y del fertilizante. En el caso del trigo se asume que la mineralización neta durante el ciclo del cultivo, se compensa con las pérdidas (lixiviación-volatilización) del N aplicado y nativo. Para ajustar las dosis de fertilización nitrogenada, se consideraron en el suelo 60 y 80 kg/N/ha para los antecesores maíz y soja respectivamente. Se estimó para trigo, un consumo de 30 kg de N/tn. Para el caso de la producción de maíz el consumo de N se estima en 22 kg ha⁻¹. Por tratarse del periodo estival, se pondera una mineralización neta del orden de los 50-60 kg ha⁻¹ (Anexo 11. Dosis de fertilización).
- Los valores de flete largo corresponden a datos de la (CATAC, 1995 -2005). La venta se hace por acopios locales (gastos comisión: 3 %). Se incluyen impuestos a los ingresos brutos (1 %), al sellado (0,1 %) y gasto en secado para el maíz.
- Si bien no es una práctica habitual, se asumió en secano y riego durante todo el período, seguro agrícola contra granizo, helada e incendio para cosecha fina y granizo e incendio para cosecha gruesa. Los valores de las primas y recargos promedios asumidos fueron de 4 % para maíz, 5 % para soja y 6 % para trigo, sobre el precio por tonelada del cereal a cosecha. Los valores asegurados oscilaron para secano y riego entre 3 a 5 tn/ha. para maíz, 1.5 a 2 tn/ha. para soja y 2 a 3 tn/ha para trigo.
- Para la venta, se tomaron los precios pizarra promedio en los mismos meses para todos los años del período considerado. Trigo: Enero-Febrero-Marzo, Cebada Cervecera: Diciembre, Enero y Febrero (se considera el 90 % del valor de trigo en el puerto de Bahía Blanca), Soja y Maíz: Mayo y Junio. (Puerto Buenos Aires) (Anexo 12. Precio de granos).

4.4.1 Ingresos anuales

Se contabilizan para secano y riego en el sistema real (SR) y sistema mejorado (SM), los ingresos brutos totales y por hectárea de cada establecimiento. (Anexo 15. Costos de riego SR - SM).

EVALUACIÓN TÉCNICO-ECONÓMICA DEL RIEGO COMPLEMENTARIO

Cuadro 7. Ingresos Anuales en Secano y Riego para el SR y SM.

Caso 1.

Ingresos Anuales	Ciclos									
	95/96	96/97	97/98	98/99	99/00	00/01	01/02	02/03	03/04	04/05
Sup. Total Anual (ha)	82	82	164	82	82	82	82	164	82	164
Ing. Anual secano (\$)	222.514	105.246	85.888	93.447	101.601	82.537	153.878	124.978	165.998	111.801
Ing. Anual secano (\$/ha)	2.714	1.283	524	1.140	1.239	1.007	1.877	762	2.024	682
Ing. anual riego (\$)*	418.057	245.574	196.560	186.894	189.348	187.218	326.075	307.916	330.718	231.762
Ing. anual riego. (\$/ha)*	5.098,3	2.994,8	1.198,5	2.279,2	2.309,1	2.283,2	3.976,5	1.877,5	4.033,1	1.413,2
Ing. anual riego (\$) **	516.953	310.341	212.673	186.894	175.493	231.507	326.075	397.455	367.110	295.835
Ing. Anual riego. (\$/ha)**	6.304,3	3.784,7	1.296,8	2.279,2	2.140,2	2.823,3	3.976,5	2.423,5	4.477,0	1.803,9

* Sistema Real; ** Sistema Mejorado

Caso 2.

Ingresos Anuales	Ciclos									
	95/96	96/97	97/98	98/99	99/00	00/01	01/02	02/03	03/04	04/05
Sup. Total Anual (ha)	244	244	244	244	244	244	244	357	357	357
Ing. anual secano (\$)	699.733	421.120	550.729	352.027	333.882	378.135	625.336	799.959	682.104	633.772
Ing. Anual secano (\$/ha)	2.868	1.726	2.257	1.443	1.368	1.550	2.563	2.241	1.911	1.775
Ing. anual riego (\$) *	1.076.705	600.603	639.531	470.745	466.162	473.569	734.433	973.343	1.199.502	895.526
Ing. anual riego. (\$/ha)*	4.412,7	2.461,5	2.621,0	1.929,3	1.910,5	1.940,9	3.010,0	2.726,5	3.360,0	2.508,5
Ing. anual riego (\$) **	1.282.934	600.763	700.610	557.821	528.822	504.540	854.083	1.069.877	1.178.882	908.829
Ing. Anual riego. (\$/ha)**	5.257,9	2.462,1	2.871,4	2.286,2	2.167,3	2.067,8	3.500,3	2.996,9	3.302,2	2.545,7

* Sistema Real; ** Sistema Mejorado

Caso 3.

Ingresos Anuales	Ciclos									
	95/96	96/97	97/98	98/99	99/00	00/01	01/02	02/03	03/04	04/05
Sup. Total Anual (ha)	239	319	319	319	319	319	319	319	319	319
Ing. anual secano (\$)	697.035	550.613	719.499	460.456	436.301	494.343	817.074	698.115	684.145	537.845
Ing. Anual secano (\$/ha)	2.916,5	1.726,1	2.255,5	1.443,4	1.367,7	1.549,7	2.561,4	2.188,4	2.144,7	1.686,0
Ing. anual riego (\$) *	1.126.122	819.752	835.695	611.809	609.558	619.127	959.438	833.423	1.136.132	786.955
Ing. anual riego. (\$/ha)*	4.711,8	2.569,8	2.619,7	1.917,9	1.910,8	1.940,8	3.007,6	2.612,6	3.561,5	2.466,9
Ing. anual riego (\$) **	1.160.485	1.007.382	915.299	685.355	691.510	698.913	1.114.748	890.321	1.109.467	781.243
Ing. Anual riego. (\$/ha)**	4.855,6	3.157,9	2.869,3	2.148,4	2.167,7	2.190,9	3.494,5	2.791,0	3.478,0	2.449,0

* Sistema Real; ** Sistema Mejorado

Caso 4.

Ingresos Anuales	Ciclos									
	95/96	96/97	97/98	98/99	99/00	00/01	01/02	02/03	03/04	04/05
Sup. Total Anual (ha)	158	210	210	210	210	210	210	210	210	210
Ing. anual secano (\$)	424.499	188.342	299.507	225.595	254.913	243.899	454.231	406.394	342.479	249.051
Ing. Anual secano (\$/ha)	2.695	897	1.426	1.074	1.214	1.161	2.163	1.935	1.631	1.186
Ing. anual riego (\$) *	671.152	384.116	454.787	395.655	413.343	413.183	595.887	580.057	568.059	428.972
Ing. anual riego. (\$/ha)*	4.261,3	1.829,1	2.165,7	1.884,1	1.968,3	1.967,5	2.837,6	2.762,2	2.705,0	2.042,7
Ing. anual riego (\$) **	758.388	402.674	501.790	475.057	473.068	455.057	644.680	674.792	720.419	507.335
Ing. Anual riego. (\$/ha)**	4.815,2	1.917,5	2.389,5	2.262,2	2.252,7	2.166,9	3.069,9	3.213,3	3.430,6	2.415,9

* Sistema Real; ** Sistema Mejorado

4.4.2. Gastos anuales.

Se contabilizan para secano y riego en el sistema real (SR) y sistema mejorado (SM), los gastos anuales totales y por hectárea en cada establecimiento en concepto de labores, aplicación de agroquímicos, insumos, gasto de cosecha, comercialización y riego. (Anexo 15)

Cuadro 8. Gastos Anuales en Secano y Riego para el SR y SM.

Caso 1.

Gastos Anuales	Ciclos									
	95/96	96/97	97/98	98/99	99/00	00/01	01/02	02/03	03/04	04/05
Sup. Total Anual (ha)	82	82	164	82	82	82	82	164	82	164
Gto. anual secano (\$)	106.863	81.147	76.135	86.862	64.514	84.259	97.586	91.209	115.311	82.344
Gto. anual secano (\$/ha)	1.303	990	464	1.059	787	1.028	1.190	556	1.406	502
Gto. anual riego (\$)*	184.583	169.081	142.736	153.789	100.505	171.266	176.394	194.091	206.817	162.357
Gto. anual riego. (\$/ha)*	2.251,0	2.062,0	870,3	1.875,5	1.225,7	2.088,6	2.151,2	1.183,5	2.522,2	990,0
Gto. anual riego (\$) **	213.487	182.828	171.510	135.888	102.430	190.420	186.006	233.656	212.156	208.178
Gto. anual riego. (\$/ha)**	2.603,5	2.229,6	2.091,6	1.657,2	1.249,1	2.322,2	2.268,4	2.849,5	2.587,3	2.538,8

* Sistema Real; ** Sistema Mejorado

Caso 2.

Gastos Anuales	Ciclos									
	95/96	96/97	97/98	98/99	99/00	00/01	01/02	02/03	03/04	04/05
Sup. Total Anual (ha)	244	244	244	244	244	244	244	357	357	357
Gto. anual secano (\$)	285.643	275.828	304.724	246.880	224.387	239.218	271.690	470.281	404.279	444.675
Gto. anual secano (\$/ha)	1.171	1.130	1.249	1.012	920	980	1.113	1.317	1.132	1.246
Gto. anual riego (\$) *	436.234	379.819	388.723	335.034	317.506	322.051	355.922	596.040	1.093.559	607.790
Gto. anual riego. (\$/ha)*	1.787,8	1.556,6	1.593,1	1.373,1	1.301,3	1.319,9	1.458,7	1.669,6	3.063,2	1.702,5
Gto. anual riego (\$) **	499.047	380.236	416.450	384.474	355.762	339.815	400.418	664.338	592.518	628.997
Gto. anual riego. (\$/ha)**	2.045,3	1.558,3	1.706,8	1.575,7	1.458,0	1.392,7	1.641,1	1.860,9	1.659,7	1.761,9

* Sistema Real; ** Sistema Mejorado

Caso 3.

Gastos Anuales	Ciclos									
	95/96	96/97	97/98	98/99	99/00	00/01	01/02	02/03	03/04	04/05
Sup. Total Anual (ha)	239	319	319	319	319	319	319	319	319	319
Gto. anual secano (\$)	288.814	354.388	397.009	318.973	293.054	321.720	350.785	408.814	386.484	393.235
Gto. anual secano (\$/ha)	1.208	1.111	1.245	1.000	919	1.009	1.100	1.282	1.212	1.233
Gto. anual riego (\$) *	471.908	533.936	518.620	466.160	432.548	436.602	479.590	542.513	557.900	553.445
Gto. anual riego. (\$/ha)*	1.974,5	1.673,8	1.625,8	1.461,3	1.355,9	1.368,7	1.503,4	1.700,7	1.748,9	1.734,9
Gto. anual riego (\$) **	494.737	596.728	553.663	515.076	484.160	474.108	542.646	584.136	565.053	562.287
Gto. anual riego. (\$/ha)**	2.070,0	1.870,6	1.735,6	1.614,7	1.517,7	1.486,2	1.701,1	1.831,1	1.771,3	1.762,7

* Sistema Real; ** Sistema Mejorado

Caso 4.

Gastos Anuales	Ciclos									
	95/96	96/97	97/98	98/99	99/00	00/01	01/02	02/03	03/04	04/05
Sup. Total Anual (ha)	158	210	210	210	210	210	210	210	210	210
Gto. anual secano (\$)	185.111	173.362	202.667	175.109	180.588	181.440	223.930	249.608	220.744	204.795
Gto. anual secano (\$/ha)	1.175	826	965	834	860	864	1.066	1.189	1.051	975
Gto. anual riego (\$)*	274933	277570	313400	300327	298945	311532	321145	360238	359238	330264
Gto. anual riego. (\$/ha)*	1745,6	1321,8	1492,4	1430,1	1423,5	1483,5	1529,3	1715,4	1710,7	1572,7
Gto. anual riego (\$) **	344924	297593	345355	363374	330127	345363	370402	546901	409453	387060
Gto. anual riego. (\$/ha)**	2190,0	1417,1	1644,5	1730,4	1572,0	1644,6	1763,8	2604,3	1949,8	1843,1

* Sistema Real; ** Sistema Mejorado

En riego, se calculó el costo operativo y fijo de cada uno de los equipos de riego.

El **costo operativo** incluye:

- Consumo de combustible (l/h): El dato de consumo de combustible (gasoil) brindado por los usuarios, fue corroborado por una serie de cálculos, para tener información confiable de un insumo importante en la determinación del costo. (Anexo 6).
- Costo del lubricante y filtros (\$/h): Para el Caso 1 se consideró un 10 % del valor del consumo de combustible. En los restantes el 15 %.
- Mantenimiento y reparaciones (\$/h):
 - Equipo: se consideró un valor del 1 % del VN dividido por las horas de uso anual.
 - Motor y generador: se consideró el valor de reparación completa de los motores sobre un total de 12000 horas de uso. (Anexo 17: Mantenimiento y reparaciones)
 - Bomba: se consideró un valor del 20 % del VN dividido por las horas anuales de uso.
- Movimiento del Equipo: considera el costo por la cantidad de veces que el equipo se mueve durante el ciclo de riego.

El **costo fijo** incluye:

- Mano de obra: considera la ocupación del peón general, encargado de la atención del equipo con un 50 % de dedicación. No se considera sueldo

EVALUACIÓN TÉCNICO-ECONÓMICA DEL RIEGO COMPLEMENTARIO

anual complementario (SAC) ni comida (la provee el campo) (Anexo 18 Salario peón general).

- Amortizaciones: se consideran el motor/es, la bomba/s, tuberías y accesorios. La forma de calculo es: (Valor Nuevo / Vida Útil) / Total horas de uso.

A continuación, se presentan un cuadro resumen de los costos totales por ciclo, por hora y por milímetro, y las horas y milímetros totales durante cada ciclo de producción respectivamente de cada uno de los establecimientos.

Cuadro 9. Costos totales de riego en SR y SM para los casos analizados.

Caso 1. SR

CULTIVOS	Maíz	Maíz	C.C*	Sj. 2ª	Maíz	Sj. 1ª	Maíz	Maíz	C.C*	Sj. 2ª	Maíz	C.C*	Sj. 2ª
Ciclo	95/96	96/97	97/98		98/99	99/00	00/01	01/02	02/03		03/04	04/05	
Total Riego (h).	1.260	1.200	300	470	1.500	470	1.200	630	150	800	1.095	300	530
Total Milímetros.	22.208	21.320	5.330	8.304	26.650	8.304	21.320	11.270	2.665	14.235	19.543	5.330	9.490
COSTO TOTAL													
(\$)	27.544	33.742	8.952	14.325	41.352	15.897	40.648	18.989	3.690	20.790	28.529	7.963	14.268
(\$/h)	21,86	28,12	29,84	16,98	27,57	33,82	33,87	30,14	24,60	13,91	26,05	26,54	13,69
(\$/mm)	1,24	1,58	1,68	1,73	1,55	1,91	1,91	1,68	1,38	1,46	1,46	1,49	1,50

* Cebada cervecera

Caso 1. SM.

CULTIVOS	Maíz	Maíz	C. C*	Sj. 2ª	Maíz	Sj. 1ª	Maíz	Maíz	C. C*	Sj. 2ª	Maíz	C. C*	Sj. 2ª
Ciclo	95/96	96/97	97/98		98/99	99/00	00/01	01/02	02/03		03/04	04/05	
Total Riego (h)	1.095	960	390	195	1.305	390	1.110	960	195	750	960	195	390
Total Milímetros (mm)	19.543	16.878	7.107	3.553	23.097	7.107	19.543	16.878	3.553	13.325	16.878	3.553	7.107
COSTO TOTAL	95/96	96/97	97/98		98/99	99/00	00/01	01/02	02/03		03/04	04/05	
(\$)	24.721	28.042	11.685	5.816	36.787	13.050	37.997	28.113	4.764	19.205	25.602	5.139	10.415
(\$/h)	22,58	29,21	29,96	16,33	28,19	33,46	34,23	29,28	24,43	13,51	26,67	26,35	13,48
(\$/mm)	1,26	1,66	1,64	1,64	1,59	1,84	1,94	1,67	1,34	1,44	1,52	1,45	1,47

* Cebada cervecera

Caso 2. SR.

CULTIVOS	Tr/Mz*	Tr/Mz	Tr/Mz	Tr/Mz/Sj**	Tr/Mz/Sj	Tr/Mz/Sj	Tr/Mz/Sj	Tr/Mz/Sj	Tr/Mz/Sj	Tr/Mz/Sj
Ciclo	95/96	96/97	97/98	98/99	99/00	00/01	01/02	02/03	03/04	04/05
Total Riego (h)	602	602	702	552	552	502	702	1.270	786	1.504
Total Milímetros.	16.442	16.442	19.183	15.072	15.072	13.702	19.183	34.745	21.477	41.131
COSTO TOTAL										
(\$)	24.926	30.489	35.902	28.755	29.888	28.615	39.657	56.832	39.125	64.072
(\$/h)	41,42	50,66	51,14	52,13	54,18	57,06	56,48	44,74	49,80	42,59
(\$/mm)	1,52	1,85	1,87	1,91	1,98	2,09	2,07	1,64	1,82	1,56

* Trigo / Maíz; ** Trigo / Maíz / Soja

EVALUACIÓN TÉCNICO-ECONÓMICA DEL RIEGO COMPLEMENTARIO

Caso 2. SM.

CULTIVOS	Tr/Mz*	Tr/Mz	Tr/Mz	Tr/Mz/Sj**	Tr/Mz/Sj	Tr/Mz/Sj	Tr/Mz/Sj	Tr/Mz/Sj	Tr/Mz/Sj	Tr/Mz/Sj
Ciclo	95/96	96/97	97/98	98/99	99/00	00/01	01/02	02/03	03/04	04/05
Total Riego (h)	1.003	802	802	1.304	1.087	786	1.220	2.106	869	1.672
Total Milímetros.	27.404	21.923	21.923	35.650	29.698	21.477	33.356	57.598	23.771	45.694
COSTO TOTAL										
(\$)	39.937	40.748	41.005	61.417	56.159	44.913	63.851	84.070	42.919	69.533
(\$/h)	39,82	50,78	51,10	47,11	51,69	57,17	52,33	39,92	49,38	41,60
(\$/mm)	1,46	1,86	1,87	1,72	1,89	2,09	1,91	1,46	1,81	1,52

* Trigo / Maíz; ** Trigo / Maíz / Soja

Caso 3. SR.

CULTIVOS	Tr/Mz*	Tr/Mz	Tr/Mz	Tr/Mz/Sj**	Tr/Mz/Sj	Tr/Mz/Sj	Tr/Mz/Sj	Tr/Mz/Sj	Tr/Mz/Sj	Tr/Mz/Sj
Ciclo	95/96	96/97	97/98	98/99	99/00	00/01	01/02	02/03	03/04	04/05
Total Riego (h)	1.161	1.326	1.326	1.768	1.326	1.050	1.216	1.879	1.160	1.768
Total Milímetros (mm)	22.579	25.805	25.805	34.490	25.855	20.471	23.722	36.649	22.655	34.541
COSTO TOTAL										
(\$)	44.040	58.210	59.692	75.752	63.712	56.877	62.561	73.937	53.397	70.298
(\$/h)	37,95	43,89	45,00	42,84	48,04	54,17	51,46	39,36	46,02	39,76
(\$/mm)	1,95	2,26	2,31	2,20	2,46	2,78	2,64	2,02	2,36	2,04

* Trigo / Maíz; ** Trigo / Maíz / Soja

Caso 3. SM.

CULTIVOS	Tr/Mz*	Tr/Mz	Tr/Mz	Tr/Mz/Sj**	Tr/Mz/Sj	Tr/Mz/Sj	Tr/Mz/Sj	Tr/Mz/Sj	Tr/Mz/Sj	Tr/Mz/Sj
Ciclo	95/96	96/97	97/98	98/99	99/00	00/01	01/02	02/03	03/04	04/05
Total Riego (h)	1.575	1.381	1.381	2.376	1.934	1.381	2.155	2.376	1.492	1.989
Total Milímetros (mm)	30.744	26.947	26.947	46.351	37.716	26.947	42.034	46.351	29.131	38.858
COSTO TOTAL										
(\$)	54.567	60.738	62.234	94.314	86.524	70.313	94.624	73.543	57.543	68.817
(\$/h)	34,65	43,97	45,05	39,69	44,74	50,90	43,91	30,95	38,57	34,60
(\$/mm)	1,77	2,25	2,31	2,03	2,29	2,61	2,25	1,59	1,98	1,77

* Trigo / Maíz; ** Trigo / Maíz / Soja

Caso 4. SR.

CULTIVO	Tr/Mz*	Tr/Mz/Sj**	Tr/Mz/Sj	Tr/Mz/Sj	Tr/Mz/Sj	Tr/Mz/Sj	Tr/Mz/Sj	Tr/Mz/Sj	Tr/Mz/Sj	Tr/Mz/Sj
Ciclo	95/96	96/97	97/98	98/99	99/00	00/01	01/02	02/03	03/04	04/05
Total Riego (h)	1.282	779	1.099	1.511	1.145	1.237	962	1.191	1.145	1.282
Total Milímetros.	25.666	15.558	21.983	30.230	22.908	24.719	19.225	23.816	22.897	25.650
COSTO TOTAL										
(\$)	33483	28498	39133	51813	43574	49409	39495	38792	38916	41284
(\$/h)	26,11	36,60	35,60	34,28	38,06	39,96	41,06	32,58	33,99	32,19
(\$/mm)	1,30	1,83	1,78	1,71	1,90	2,00	2,05	1,63	1,70	1,61

* Trigo / Maíz; ** Trigo / Maíz / Soja

Caso 4. SM

CULTIVO	Tr/Mz*	Tr/Mz/Sj**	Tr/Mz/Sj	Tr/Mz/Sj	Tr/Mz/Sj	Tr/Mz/Sj	Tr/Mz/Sj	Tr/Mz/Sj	Tr/Mz/Sj	Tr/Mz/Sj
Ciclo	95/96	96/97	97/98	98/99	99/00	00/01	01/02	02/03	03/04	04/05
Total Riego (h)	1.832	1.099	1.466	2.015	1.466	1.466	1.466	1.832	1.374	1.649
Total Milímetros.	36.666	21.999	29.332	40.332	29.332	29.332	29.332	36.666	27.499	32.999
COSTO TOTAL										
(\$)	44254	38229	49547	66338	53489	57087	56095	55171	45113	50616
(\$/h)	24,16	34,78	33,81	32,92	36,50	38,95	38,27	30,12	32,83	30,70
(\$/mm)	1,21	1,74	1,69	1,64	1,82	1,95	1,91	1,50	1,64	1,53

* Trigo / Maíz; ** Trigo / Maíz / Soja

4.5. Estado de Resultados. Medidas de Eficiencia Financiera.

El Estado de Resultados (ER), es un estado contable que suministra información de las ganancias obtenidas por la empresa. Conformar, conjuntamente con el Estado Patrimonial, los dos estados principales del Balance de una empresa. A través del ER, se incorpora la totalidad de ingresos y egresos del establecimiento, y se determinan las ganancias o pérdidas de la empresa.

En este trabajo, se analizó el resultado económico en seco y riego apropiable a la inversión (Beneficios antes de intereses e impuestos, BAII), que se obtiene descontando de los ingresos, los costos variables (CV) y costos fijos (CF), la amortización del equipo e infraestructura de riego y los gastos de estructura. A este resultado económico, se descontó el impuesto a las ganancias (35 %) correspondiente a las sociedades de capital, obteniéndose el Resultado Neto o Financiero. Posteriormente, se consideraron las amortizaciones y se obtuvo el Flujo de Fondos Anual para cada uno de los años del período considerado. Dado que en esta investigación, se pretende medir resultados de índole económica, se dejaron de lado los resultados financieros que se originan en el pago de intereses por utilización de capital ajeno. La formulación de los Beneficios antes de Intereses e Impuestos (BAII), se describe a continuación:

BAll = Ingresos - (CV + CF) – Amortización.

RESULTADO NETO = BAll - Impuesto a las Ganancias.

FLUJO DE FONDOS = Resultado Neto + Amortizaciones.

El supuesto planteado es estimar la conveniencia del riego en su forma habitual (SR) y con un manejo ajustado (SM), sobre un sistema en seco con los rendimientos obtenidos bajo esa práctica, durante el período de análisis.

El Flujo de Fondos (FF) o de caja, es una herramienta financiera que refleja los ingresos (ingresos, ahorros) y egresos de dinero (costos, gastos e inversiones) que efectivamente se producen a lo largo de un determinado período (mensual, bimensual o anual). El Flujo de Fondos neto, utiliza el criterio de lo percibido en oposición a lo devengado que es habitual en la práctica contable. En este trabajo además, se calculan los Flujos Netos Incrementales o Marginales (FFM) que se calculan restando los Flujos Netos de la alternativa Secano a las alternativas Riego Actual (SR) y Riego Mejorado (SM).

Para evaluar la eficiencia financiera de una inversión antes de efectuarla, se cuantifican anticipadamente sus ventajas y desventajas. Las técnicas de evaluación de proyectos de inversión comprenden desde el punto de vista financiero los siguientes puntos.

- Estimaciones del flujo de fondo relevante: se refiere a flujos financieros en efectivo en el momento en que ocurren. Es decir en donde la diferencia entre ingresos y egresos vinculados directamente al proyecto, contribuyen al Patrimonio Neto. Cabe mencionar que, en este caso, no se consideró la variación del capital de trabajo debido a que existe poca variación en la capacidad instalada y porque en la estimación del flujo de fondos marginal, las diferencias entre la variación del capital de trabajo es insignificante.
- Consideraciones del factor tiempo: una cantidad de dinero hoy, es más valiosa que la misma cantidad disponible en un futuro, es por ello que se aceptaría esperar cierto tiempo si se compensara con una suma mayor dentro de ese período de tiempo. El monto de ese premio por la espera, es lo que se llama interés y se cuantifica con una tasa para actualizar los flujos.
- Cuantificación de los resultados: los indicadores más usados para evaluar los resultados obtenidos productos de la inversión realizada son el Valor Actual

Neto (VAN), Tasa Interna de Retorno (TIR) y período de recuperación del capital.

- **Valor actual neto (VAN):** mide la contribución del proyecto al Patrimonio Neto, teniendo en cuenta el costo de la oportunidad del capital. Tomando como base el flujo de fondos, se transforma el saldo de cada ciclo o año, en un monto equivalente al momento de tomar la decisión (momento 0). Se usa la siguiente fórmula de actualización:

$$VAN = \sum_{t=0}^n \frac{Fn}{(1+i)^t}$$

Fn= flujo neto.

t= 0, 1, 2,..., n.

i= Costo oportunidad del capital.

n= número de períodos.

- **Tasa interna de retorno (TIR):** es un indicador de la rentabilidad promedio por período del proyecto. Representa la tasa media de interés a la que un proyecto reembolsa la inversión durante el período de vida útil. Un proyecto es conveniente, cuando su TIR es superior al costo de oportunidad del capital invertido. Se calcula aplicando a los saldos del flujo de fondos de cada año o ciclo, una tasa de descuento tal que se igualen el valor actualizado de los saldos positivos con el valor actualizado de los saldos negativos, de modo que el VAN del proyecto sea igual a cero. Un proyecto es favorable, cuando el costo de oportunidad del capital esta por debajo del valor de la TIR.
- No obstante, cabe mencionar que el indicador adecuado para tomar una decisión de inversión es el VAN, y el análisis se puede complementar utilizando la TIR.

$$0 = \sum_{t=0}^n \frac{Fn}{(1+TIR)^t}$$

Fn= flujo neto.

$t = 0, 1, 2, \dots, n$.

TIR= tasa interna de retorno.

n= número de períodos.

Como ya fue explicado, en este trabajo se analizan cuatro explotaciones bajo tres circunstancias específicas para cada uno de ellas. La situación de secano, sistema real (SR) y sistema mejorado (SM). La pregunta que se pretende responder es, hasta que punto las inversiones en equipos de riego en los SR y SM, han significado una mejora de capital para las explotaciones analizadas. Por un lado, esta pregunta se responde a partir de evaluar la TIR resultante del flujo de fondos marginal, entre la situación de secano y el sistema real. Por otro lado, y a sabiendas, que el SR recupera las prácticas llevadas a cabo por cada explotación, cabe preguntarse cual hubiera sido este resultado si las explotaciones hubieran aplicado “las mejores” reglas del arte en la práctica del riego. Esta óptica es la que se describe en el SM, en el cual se incorpora la idea de los niveles óptimos de humedad y ajustes en las siembras y niveles de fertilización, rubros con mayor incidencia en los costos de cultivos con riego en comparación al secano. De esta manera, esta alternativa, se analiza a partir de determinar la TIR resultante del flujo de fondos marginal entre el secano y el SM. Esta TIR determinada con Flujos de fondos marginales se denominará TIR Marginal (TIRM).

Sin embargo, hay que mencionar que para evaluar la TIRM, hace falta definir un costo de capital, comúnmente definido como WACC¹. La definición de esta tasa, es necesaria para analizar si la TIR de cada alternativa es superior o inferior a la misma.

La medición del costo de oportunidad del capital para la empresa agropecuaria no es una tarea simple, mucho más, en contextos de fragilidad como los que se viven en Argentina. Como se sabe, el costo de oportunidad del capital es el promedio ponderado de todas las fuentes de financiamiento, las propias y las ajenas. El costo de las fuentes de financiamiento ajenas, puede ser más objetivamente definido a partir de la utilización de una tasa de interés relevante del sector financiero para el sector agropecuario. Sin embargo, la selección de una tasa de costo de oportunidad del capital propio, posee una importante dosis de

¹ WACC: Weighted Average Cost of Capital ó Costo Promedio Ponderado del Capital

subjetividad, más aún cuando, la utilización de modelos objetivos (como por ejemplo, el CAPM¹), no resulta totalmente aplicable para casos de pequeñas y medianas empresas.

De esta manera, para evitar entrar en la discusión de la definición de una tasa WACC apropiada, en este trabajo se compara la TIR marginal ponderada (TIRMP) de los casos planteados, con una tasa activa para préstamos del Sector Agropecuario a mediano y largo plazo, provista por el Banco de la Nación Argentina. Para que esta comparación tenga cierta independencia con los procesos de inestabilidad en Argentina, se tomó el promedio en dólares para esta tasa en los últimos 10 años, compatible con el período de análisis de este trabajo. Desde 2003 a 2005, como la mencionada entidad financiera no otorgaba más préstamos fijados a tasas en dólares, se deflacionó la tasa anual en pesos para poder tener tasas reales equivalentes al dólar. El valor resultante de la TIRMP es del 14.97%.

Cuadro 10: Tasa en pesos real deflacionada con el IPC ⁽¹⁾

EN DÓLARES		EN PESOS		Tasa en Pesos Real Deflacionada con IPC Consumidor	
Año	Promedio	Año	Promedio	IPC Consumidor	Tasa Real
1995	18,77	1995	23,61		18,77
1996	15,50	1996	15,57		15,50
1997	12,00	1997	14,11		12,00
1998	13,50	1998	16,18		13,50
1999	14,50	1999	17,15		14,50
2000	14,50	2000	17,15		14,50
2001	15,50	2001	16,73		15,50
2002	16,50	2002	52,31		16,50
2003	No Existe	2003	30,74	3,66%	26,12
2004	No Existe	2004	18,85	6,10%	12,02
2005	No Existe	2005	18,85	12,33%	5,81
				Tasa Promedio	14,97

(1) Índice de precios al consumidor

Cabe mencionar que, como criterio de decisión adicional, se estimó para cada alternativa el periodo de recuperación del capital invertido.

A continuación se presentan los flujos de fondo (FF) de los distintos establecimientos para los manejos en secano y riego en sus dos sistema (SR y SM), los flujos de fondos marginales (FFM) respectivos, los valores de las TIR de los sistemas real, mejorado y las TIRM respectivas, los períodos de repago

¹ CAPM: Capital Asset Pricing Model ó Modelo de Valuación de Activos de capital

correspondientes y el VAN estimado a una tasa de costo de capital del 14,97% (Anexo 16. Flujos de fondos, TIR y VAN).

Cuadro 11. Flujo de fondo seco y riego (SR y SM) para los casos analizados.

Caso 1.

Flujo Fondos Secano

Ciclos	Inversión	95/96	96/97	97/98	98/99	99/00	00/01	01/02	02/03	03/04	04/05
Flujo Fondos (\$)	0	68.516	9.311	-21	-3.772	17.365	-12.025	29.582	16.073	27.227	13.649

Flujo Fondos Riego (SR)

Ciclos	Inversión	95/96	96/97	97/98	98/99	99/00	00/01	01/02	02/03	03/04	04/05
F. Fdos. (\$)	-298.914	156.718	54.933	37.153	35.667	56.060	15.191	96.744	77.696	85.477	139.985
TIR Riego (%)	22,2										
VAN Riego (\$)	68.922										

Flujo Fondos Marginal (SR)

Ciclos	Inversión	95/96	96/97	97/98	98/99	99/00	00/01	01/02	02/03	03/04	04/05
SalDOS (\$)	-298.914	88.202	45.622	37.174	39.438	38.695	27.215	67.162	61.623	58.250	126.336
S. Acum. (\$)		-210.712	-165.090	-127.916	-88.478	-49.783	-22.568	44.594	106.217	164.467	290.803
TIR Marginal (%)	13,6										
VAN Marginal (\$)	-14.101										
Pdo. Repago	6 Años										

Flujo Fondos Riego (SM)

Ciclos	Inversión	95/96	96/97	97/98	98/99	99/00	00/01	01/02	02/03	03/04	04/05
Flujo Fondos (\$)	-298.914	200.875	84.897	30.099	32.425	51.008	30.565	95.219	110.238	104.391	152.293
TIR Riego (%)	30,1										
VAN Riego (\$)	136.111										

Flujo Fondos Marginal (SM)

Ciclos	Inversión										
SalDOS (\$)	-298.914	132.360	75.586	30.119	36.197	33.643	42.589	65.637	94.165	77.163	138.644
S. Acum. (\$)		-166.555	-90.968	-60.849	-24.652	8.991	51.580	117.217	211.382	288.545	427.189
TIR Marginal (%)	20.4										
VAN Marginal (\$)	53.088										
P. Repago	4 Años										

Caso 2

Flujo Fondos Secano

Ciclos	Inversión	95/96	96/97	97/98	98/99	99/00	00/01	01/02	02/03	03/04	04/05
Flujo Fondos (\$)	0	241.875	68.430	133.699	43.727	46.160	65.603	205.286	185.625	150.844	93.628

Flujo Fondos Riego (SR)

Ciclos	Inversión	95/96	96/97	97/98	98/99	99/00	00/01	01/02	02/03	03/04	04/05
Flujo Fondos (\$)	-721.512	409.190	137.953	160.952	82.322	90.234	90.567	244.380	249.908	395.067	383.368
TIR Riego (%)	27,47										
VAN Riego (\$)	310.875										

Flujo Fondos Marginal (SR)

Ciclos	Inversión	95/96	96/97	97/98	98/99	99/00	00/01	01/02	02/03	03/04	04/05
SalDOS (\$)	-721.512	167.315	69.523	27.253	38.595	44.074	24.965	39.094	64.284	244.222	289.740
S. Acum. (\$)		-554.197	-484.674	-457.421	-418.826	-374.751	-349.787	-310.693	-246.409	-2.186	287.554
TIR Marg. (%)	5,4 %										
VAN Marg. (\$)	-237.833										
P. Repago	9 Años										

Flujo Fondos Riego (SM)

Ciclos	Inversión	95/96	96/97	97/98	98/99	99/00	00/01	01/02	02/03	03/04	04/05
Flujo Fondos (\$)	-721.512	512.622	143.446	184.625	122.985	119.371	107.681	303.114	278.427	370.692	378.616
TIR Riego (%)	34,96										
VAN Riego (\$)	384.281										

Flujo Fondos Marginal (SM)

Ciclos	Inversión	95/96	96/97	97/98	98/99	99/00	00/01	01/02	02/03	03/04	04/05
SalDOS (\$)	-721.512	270.747	75.016	50.927	79.259	73.211	42.079	97.827	92.803	219.848	284.988
S. Acum. (\$)		-450.765	-375.749	-324.822	-245.563	-172.352	-130.274	-32.446	60.356	280.204	565.192
TIR Marginal (%)	11,4										
VAN Marginal (\$)	-82.812										
P. Repago	7 Años										

Caso 3

Flujo Fondos Secano

Ciclos	Inversión	95/96	96/97	97/98	98/99	99/00	00/01	01/02	02/03	03/04	04/05
Flujo Fondos (\$)	0	242.710	98.725	180.120	65.837	67.480	86.494	274.630	164.582	169.353	70.968

Flujo Fondos Riego (SR)

Ciclos	Inversión	95/96	96/97	97/98	98/99	99/00	00/01	01/02	02/03	03/04	04/05
Flujo Fondos (\$)	-661.641	435.879	192.027	208.669	108.813	124.802	122.219	313.277	204.903	382.901	338.210
TIR Riego (%)	37,2										
VAN Riego (\$)	483.109										

Flujo Fondos Marginal (SR)

Ciclos	Inversión	95/96	96/97	97/98	98/99	99/00	00/01	01/02	02/03	03/04	04/05
SalDOS (\$)	-661.641	193.169	93.302	28.549	42.976	57.322	35.725	38.647	40.321	213.548	267.242
S. Acum. (\$)		-468.471	-375.170	-346.621	-303.644	-246.323	-210.598	-171.950	-131.629	81.919	349.161
TIR Marg. (%)	7,6										
VAN Marg. (\$)	-157.265										
P. Repago	8 Años										

Flujo Fondos Riego (SM)

Ciclos	Inversión	95/96	96/97	97/98	98/99	99/00	00/01	01/02	02/03	03/04	04/05
Flujo Fondos (\$)	-661.641	445.791	271.161	235.993	124.959	148.985	151.193	379.467	215.182	362.792	329.475
TIR Riego (%)	43,2										
VAN Riego (\$)	605.486										

Flujo Fondos Marginal (SM)

Ciclos	Inversión	95/96	96/97	97/98	98/99	99/00	00/01	01/02	02/03	03/04	04/05
SalDOS (\$)	-661.641	203.081	172.437	55.873	59.122	81.505	64.699	104.837	50.600	193.439	258.507
S. Acum. (\$)		-458.560	-286.123	-230.251	-171.128	-89.623	-24.924	79.913	130.513	323.952	582.459
TIR Marginal (%)	13,3										
VAN Marginal (\$)	-34.888										
P. Repago	6 Años										

Caso 4**Flujo Fondos Secano**

Ciclos	Inversión	95/96	96/97	97/98	98/99	99/00	00/01	01/02	02/03	03/04	04/05
Flujo Fondos (\$)	0	141.022	-7.920	44.819	15.205	30.426	22.941	130.800	85.780	64.104	14.360

Flujo Fondos Riego (SR)

Ciclos	Inversión	95/96	96/97	97/98	98/99	99/00	00/01	01/02	02/03	03/04	04/05
Flujo Fondos (\$)	-441.666	265.782	67.891	94.780	69.343	77.822	70.518	178.241	147.196	140.918	217.966
TIR Riego (%)	28,3										
VAN Riego (\$)	192.853										

Flujo Fondos Marginal (SR)

Ciclos	Inversión	95/96	96/97	97/98	98/99	99/00	00/01	01/02	02/03	03/04	04/05
SalDOS (\$)	-441.666	124.760	75.811	49.961	54.138	47.397	47.577	47.441	61.896	76.814	203.606
S. Acum. (\$)		-316.907	-241.096	-191.135	-136.997	-89.601	-42.023	5.418	67.313	144.127	347.734
TIR Marginal (%)	11,5										
VAN Marginal (\$)	-49.795										
P. Repago	6 Años										

Flujo Fondos Riego (SM)

Ciclos	Inversión	95/96	96/97	97/98	98/99	99/00	00/01	01/02	02/03	03/04	04/05
Flujo Fondos (\$)	-441.666	280.229	68.910	105.457	81.937	96.646	75.253	180.558	92.080	206.490	233.068
TIR Riego (%)	30,9										
VAN Riego (\$)	127.316										

Flujo Fondos Marginal (SM)

Ciclos	Inversión	95/96	96/97	97/98	98/99	99/00	00/01	01/02	02/03	03/04	04/05
SalDOS (\$)	-441.666	139.207	76.830	60.637	66.732	66.220	52.312	49.758	6.780	142.386	218.708
S. Acum. (\$)		-302.460	-225.630	-164.992	-98.261	-32.040	20.272	70.029	76.809	219.195	437.903
TIR Marginal (%)	14,2										
VAN Marginal (\$)	-11.320										
P. Repago	5										

Dada la disparidad de resultados en cuanto al valor de las TIR y los períodos de repago obtenidos en el SR y SM, se calculó para tener una visión mas integral del “negocio del riego”, una TIR Marginal Ponderada (TIRMP) de cada uno de los Casos en ambos sistemas de manejo (SR y SM). Para la ponderación se tuvo en cuenta el valor de la TIRM y la superficie de riego promedio de cada establecimiento Para el período de repago, se procedió de la misma manera, obteniéndose el periodo de repago marginal ponderado (PRMP).

Cuadro 12. TIR y Períodos de Repago Ponderados - SR y SM.

CASO	RIEGO (ha)	TIRM (SR)	TIRMP(SR) (¹)	TIRM (SM)	TIRMP (SM) (¹)	PRM (SR)	PRMP (SR) (²)	PRM (SM)	PRMP (SM) (²)
1	107	13.6	1.61	20.4	2.43	6	0.71	4	0.48
2	278	5.4	1.67	11.4	3.52	11	3.40	7	2.16
3	310	7.6	2.62	13.3	4.58	8	2.75	6	2.01
4	205	11.5	2.62	14.2	3.23	6	1.37	5	1.14
Total	900		8.52		13.73		8.23		5.79

(1) Superficie promedio regada por caso * TIRM / Superficie total regada.

(2) Superficie promedio regada por caso * PRM / Superficie total regada.

5. RESULTADOS

A continuación se presentan algunas consideraciones producto del análisis de los datos del trabajo.

- En este trabajo en particular, en donde se analiza la conveniencia del riego complementario sobre seco en el Partido de Coronel Suárez, asumiendo que ambos son proyectos mutuamente excluyentes, la TIR marginal ponderada (TIRMP), resultó una herramienta apropiada para reflejar con un solo valor, las distintas situaciones que pueden presentarse en varios ciclos de producción, con distintas inversiones, condiciones operativas y de manejo, al compararla con la tasa activa de crédito para inversiones agropecuarias del Banco Nación, estimada en un 14.97 % y adoptada como parámetro representativo del costo de capital.
- Para el sistema real (SR), el valor de la TIRMP fue de 8,52 %. Como puede apreciarse, esta tasa es menor al costo de capital seleccionado (14,97 %), lo que indica que desde este punto de vista, el riego complementario no ha sido una alternativa rentable para los establecimientos considerados.
- En el caso del sistema mejorado (SM), la TIRMP estimada fue del 13.73 %. Comparando esta tasa con la tasa de costo de capital considerada (14,97 %), puede afirmarse que, aun en caso de que en los establecimientos analizados se hubieran aplicado las “reglas del arte” en manejo de riego, la inversión realizada no habría resultado rentable. O por lo menos, podría afirmarse que habría resultado indiferente.
- En el SM en el Caso 1, la TIR marginal superó la tasa de referencia con un VAN positivo, indicando que en situaciones de manejo profesionalizado, el riego complementario podría ser una alternativa favorable en el período analizado.
- El incremento de los milímetros de aplicación por riego más notorio respecto a seco, fue en todos los casos en el cultivo de maíz, con un valor superior al 100 % en el Caso 1. Hay diferencias entre las láminas de aplicación totales anuales utilizadas, con los valores promedios estimados utilizados en el Sistema Mejorado (SM), lo que supone un manejo de riego más especulativo que en respuesta a las reales demandas del cultivo. Las láminas de riego totales aplicadas tanto en el SR como en el SM, calculadas con el software

- AGROAGUA en base a registros diarios de los establecimientos seleccionados, fueron mayores en el Caso 1, ya que las lluvias registradas durante el período 1995/2005 fueron menores que en los otros casos (Anexo 5. Precipitaciones anuales). En el Caso 1, las láminas totales aplicadas en maíz en el SR son superiores al estimado en el SM según el software AGROAGUA, similares en el caso de soja de 2^{da}, e inferiores en cebada cervecera y soja de 1^{ra}. En el Caso 2, 3 y 4, las láminas totales aplicadas en el SR, son inferiores a las estimadas en el sistema mejorado (SM).
- Este trabajo, se realizó en un período con escenarios distintos que afectaron los flujos de fondos, más allá de las situaciones de manejo y asignación de superficies y cultivos involucrados en cada caso. Hasta el año 2001 inclusive, estaban vigentes las reglas de la convertibilidad (1 \$ = 1 U\$S), luego a partir del 2002, se inicia la etapa de post devaluación que produjo cambios en la economía nacional. En el sector agropecuario, y a moneda constante (\$ de mayo de 2008), hubo un mejoramiento de los precios relativos de los granos y una disminución en el precio de los combustibles (Anexo 1. Precios de granos) y (Anexo 2. Precio gasoil, insumos y UTA).
 - Considerando la capacidad instalada de los equipos y el diseño de riego, la superficie efectivamente regada durante el período 1995/2005 fue variable, dado que en algunos casos no se utilizaron todas las posiciones de riego previstas y en otros hay desperdicios por superposición o solape de los círculos de riego. En el Caso 1 (2.5 posiciones: 83 ha), se utilizó el 130 % de la capacidad instalada, dado que en tres ciclos se realizó doble cultivo (cebada / soja 2^{da}). En los Casos 3 y 4 sobre una capacidad instalada de 338 ha (4 posiciones) y 218 ha (2 posiciones), se regó efectivamente en el ciclo (1995/96) 239 y 157.5 ha de la misma y desde el 1995/96 el total de las posiciones, con 319 y 210 ha efectivas respectivamente, resultando en el período analizado una ocupación porcentual del 92 y 94 % de la misma. En el Caso 2, sobre un total de 372 ha (3 posiciones) se regaron efectivamente desde 1995/96 a 2001/02, 2 posiciones (244 ha) y a partir del ciclo 2002/03, 357 ha. resultando una superficie efectiva de riego del 75 % en el período.
 - La proporción de cultivos durante el período 1995/2005 fue en el Caso 4, 3 y 2 mayor en trigo con valores cercanos al 50 %. Maíz y soja fluctuaron entre 25 y 34 % y 18 y 22.5 % respectivamente. En el Caso 1, el porcentaje mayor

fue para maíz con el 54 %. Soja y cebada cervecera participaron con el 25 y 15 % respectivamente.

- El mejor resultado apreciado en el Caso 1, encuentra fundamento en la alta proporción de cultivo de maíz (con alta eficiencia de conversión de milímetros de riego a rendimiento), elevado uso de capacidad instalada y menor cantidad de horas de riego en relación a los milímetros totales aplicados (17.8 h/mm). La relación más desfavorable, fue el Caso 2 con 27.3 h/mm.
- Durante el período analizado en el trabajo (1995/96 - 2004/05) se observó una relación ingreso-gasto, mayor en el ciclo 1995/96, coincidente con precios favorables en los granos, una relación menor en el período 1996/97- 2000/01 y una mejora en el periodo 2001/02-2003/04 que se diluye en el ciclo 2004/05. Esta situación también es acompañada por cambios similares en el precio del gasoil, principal componente del costo del riego y de otros insumos como los agroquímicos y semillas. (Anexo 2).
- La inversión por hectárea promedio en infraestructura de riego considerando la superficie total promedio regada en el período analizado en todos los establecimientos es de 2420 \$/ha (moneda constante - pesos de 2008). El Caso 1 es el establecimiento con menor superficie de riego y mayor inversión (Caso 1: 107 ha / 2794 \$ /ha). La proporción del equipo de riego en el monto de las inversiones, depende del diseño de riego y del tamaño del equipo. La incidencia es mayor en el Caso 4 y en el Caso 1 con el 63 y 53 %, respectivamente y menor en el Caso 2 y Caso 3 con el 41.5 y 37 % respectivamente, producto de mayor inversión en infraestructura de apoyo (tuberías, perforaciones, y equipo de bombeo).
- Existen desajustes entre las demandas hídricas estimadas según el Software AGROAGUA y los aportes realizados por el riego en el SR de los establecimientos analizados, que seguramente afectan los rendimientos. Estos desajustes se deben entre otros motivos, a los movimientos extras que deben hacerse fundamentalmente en los equipos de riego de menor capacidad operativa, cuando se atienden más de dos posiciones de riego (Anexo 3. Movimiento de los equipos de riego).
- En el Caso 2, el costo fijo supera en promedio el 50 % del costo de riego. La amortización es el costo de mayor incidencia. Los combustibles y lubricantes

tienen un participación de hasta el 80 % de los costos variables en los sistemas con mayor consumo (Caso 1 y 4) (Anexo 4. Costo de riego). El aumento del costo del gasoil elevó los costos del milímetro a partir del ciclo 1996/97 (Anexo 2). El fertilizante nitrogenado es el insumo más demandado en los sistemas de riego real (SR) y mejorado (SM), principalmente en el cultivo de maíz, con incrementos respecto a secano del 230 y 250 % en el SR y 250 a 290 % en el SM. En el caso del Trigo hay un incremento en el fertilizante fosforado del orden del 25 % en tres casos y el aporte del fertilizante nitrogenado oscila entre el 130 y 150 % en el SR y entre el 140 y 180 % en el SM. Los incrementos de semilla de los SR y SM respecto a secano son 30 % en el caso del maíz y 17% en trigo y cebada cervecera. En la soja no hay cambios en el aporte de fertilizante fosforado respecto a secano, sólo un incremento del orden del 12.5 % en semilla para ambos sistemas de riego.

- Las labores y semilla son los ítems con mayor incidencia en el costo de implantación de los cultivos. En soja, la participación porcentual es mayor, con un valor promedio de 53.3 % y en maíz y trigo - cebada cervecera, dicho valor oscila entre 38.2 y 37.2 % respectivamente. En el SM, en algunos casos el gasto en fertilizantes es superior al de labores y semilla. Los costos de riego de maíz y soja, son los que inciden con un porcentaje mayor en el costo de implantación respecto a trigo y cebada cervecera, debido a la mayor demanda hídrica. En el SR y el SM, el porcentaje promedio en maíz fue de 23.7 y 25.8 % y en soja del 23.4 y 29.1 % respectivamente. (Anexo 5. Costo de implantación de los cultivos, riego).
- En el Caso 1 y 4, los flujos de fondo del SR para el período 1995-2005 son menos variables que los obtenidos en secano, demostrando que el riego complementario es un elemento clave en dicha estabilización ante situaciones climáticas o de manejo poco favorables en secano. En los Casos 2 y 3, esta situación no se evidencia, debido a que no es tan notoria la diferencia de rendimientos de los cultivos en cada uno de los ciclos y en el promedio del período. Esta situación, podría estar vinculada al mayor aporte de precipitaciones durante el período de análisis (Anexo 5. Precipitaciones anuales).

- Las menores diferencias de rendimientos entre secano y riego en el SR, y la mayor proporción de trigo en la rotación de cultivos durante el período 1995/2005 en el Caso 3 y 2, condicionaron la tasa de rentabilidad y el período de repago fundamentalmente en este último caso. Por otro lado el mayor incremento de rendimientos en riego respecto a secano en el Caso 4 y 1, y la mayor proporción de maíz en este último caso mejoraron la tasa de rentabilidad y disminuyeron el período de repago.
- Para los cuatro casos analizados, el retorno por peso gastado (Ingreso Neto / costos de implantación, comercialización, seguro, costo operativo del riego y cosecha) en el período 1995/05, resultó indiferente para trigo al comparar las modalidades riego SR y riego SM, respecto a secano. Para el maíz y la soja, se observó un incremento en riego SR y riego SM del 6.4 y 11 % y del 6.7 y 6.5 % respectivamente. La soja 1^{ra}, resultó el cultivo con mayor retorno por peso gastado, superando al trigo en 22.8, 31.6 y 34.1 % y al maíz en 16.8, 17.4 y 10.1 % en secano, riego SR y riego SM respectivamente. (Anexo 6. Indicadores resultado bruto).
- Los rendimientos de indiferencia, es decir la cantidad de grano necesaria valuada al momento de venta para pagar los costos de implantación, comercialización, seguro, riego y cosecha, son mayores en el caso del riego y especialmente en el cultivo de maíz, por el mayor uso de fertilizante nitrogenado y del riego para lograr los rendimientos previstos. (Anexo 6).

6. CONCLUSIONES

El objetivo del presente trabajo fue evaluar la factibilidad económica-financiera de la instalación de equipos de riego complementario en el Partido de Coronel Suarez. Para llevar a cabo esta evaluación, se construyó un flujo de fondo marginal, que consistió en estimar la diferencia de los flujos con riego complementario Sistema Real (SR) y sin el que se denominó secano. El SR involucra reproducir en el flujo de fondos toda la información relevada. De igual manera, y teniendo en cuenta las “reglas del arte” en el manejo de riego, se consideró un sistema mejorado (SM), el que incorpora una gestión profesionalizada del riego, que permite aumentar las diferencias entre el riego complementario (ahora con SM) y la situación de secano.

Para llevar a cabo consideraciones de tipo general sobre los resultados hallados, se estimó una Tasa Interna de Retorno Marginal Ponderada (TIRMP), que pondera de acuerdo al total de hectáreas regadas, cada una de la TIRM encontradas para los casos analizados. Esta TIRMP fue determinada en dos situaciones, el denominado Sistema Real (SR) y el Sistema Mejorado (SM). Estas tasas ponderadas de rendimiento, fueron comparadas con una tasa de interés relevante, la tasa activa de crédito para inversiones agropecuarias del Banco Nación, estimada en un 14,97%. De la evaluación realizada a través de la investigación realizada, pueden llevarse a cabo las siguientes conclusiones.

- Tanto la TIR marginal ponderada del SR (8,52%) como la obtenida en el caso del SM (13.73%) resultaron inferiores a la tasa de costo de capital considerada en el presente trabajo (14,97%), lo que indica que el riego complementario de cultivos extensivos en el período 1995/2005, no mejora el valor de la empresa en ninguno de los casos evaluados.
- No obstante, a pesar de este último comentario, puede afirmarse que en el caso del SM, la diferencia entre la TIRMP y la tasa de costo de capital, no hace que esta conclusión sea determinante. En el caso de SM, se puede observar, que la diferencia entre ambas tasas (1.24%), permite suponer, que existe un margen para considerar un resultado nulo en función de la mejora del

valor de la empresa al aplicar riego complementario. Este comentario tendría sustento en función a la baja representatividad de la muestra utilizada.

- Tomando en cuenta las condiciones extremadamente anormales que caracterizan a la economía Argentina durante 2002 y parte de 2003, y considerando en base a ello dos subperíodos: Convertibilidad (1995/2001) y Poscrisis (2004/05), los promedios de las tasas de interés para dichos períodos son 14,9 % y 8,9 % respectivamente. En estas circunstancias, el proyecto en su alternativa SM, resulta claramente rentable en 2004/05 y se aproxima al umbral de rentabilidad en 1995/2001. En cambio la alternativa SR, sólo se aproxima al nivel de rentabilidad sin alcanzarlo en 2004/05, y es claramente no rentable en 1995/2001.
- Cuando se observan los resultados en cada uno de los casos evaluados, el Caso 1, es aquel que proporciona más información en el sentido de orientar niveles de rentabilidad que viabilicen la utilización de riego complementario. Como puede observarse en el desarrollo del trabajo, la TIR marginal del sistema mejorado en este caso, es superior a la tasa de interés de referencia, lo cual indica que en algunos casos es posible mejorar el valor de la empresa.
- Los factores que, aparentemente condicionan en mayor grado el éxito de la aplicación de riego complementario son; la falta de manejo profesionalizado en cuanto al momento, frecuencia y dosis de riego, fertilización inapropiada, y un diseño que no permita láminas de aplicación acordes a las demandas hídricas de los cultivos, en momentos claves de definición de rendimientos. Los factores que lo potencian, se asocian a un elevado uso de capacidad instalada de los equipos de riego y una selección de cultivos, donde la conversión de agua en rendimiento sea elevada.
- En particular puede afirmarse que la aplicación del riego bajo un manejo profesionalizado (sistema mejorado), en conjunto con otras tecnologías, contribuye a incrementar la tasa de recupero

del capital obtenida en los sistemas reales de producción. Esta afirmación puede apreciarse en el sentido que en todos los casos evaluados, la TIRM del sistema mejorado fue siempre superior a la TIRM del sistema real.

- Un elevado uso de la capacidad instalada, revela un resultado indiscutible en el ámbito de la evaluación de proyectos. Esta situación, observada en el Caso 1, explica en parte el mayor rendimiento estimado en este caso.
- Al analizarse el impacto final del riego en los rendimientos de los distintos cultivos, se observa que en aquellos sistemas donde el maíz ocupa parte importante de la rotación durante el ciclo, mejora la tasa de retorno del capital invertido (Caso 1). Este comportamiento en riego, es común en este cultivo, debido a que es una especie con alta eficiencia de conversión de radiación interceptada en biomasa, que se potencia con la aplicación de riego.

Finalmente, puede afirmarse que en general, la aplicación del riego complementario permite disminuir el riesgo climático mejorando y estabilizando los resultados productivos. No obstante, en el sudoeste bonaerense, y en particular en el partido de Coronel Suárez, donde las condiciones de suelo y clima son favorables y los rendimientos bastante estables, la utilización de tecnologías de riego como las evaluadas en este trabajo, deberían llevarse a cabo bajo situaciones especiales, para que produzcan impacto positivo. Estas situaciones especiales se resumen en un correcto diseño de la infraestructura de riego, adecuada elección de los cultivos que se pretenden regar, una gestión profesionalizada del riego y una elevada utilización de la capacidad instalada.

7. BIBLIOGRAFÍA

*AGROAGUA, 1995. Software Agroagua. Autores: Aiello, José Luis; Kuba, José, Forte Lay, Juan Alberto. CONAE (Comisión Nacional de Actividades Espaciales) y CIBION-CONICET (Centro Argentino de Información Científica y Tecnológica). Bs. Aires, Argentina.

*Andriulo, A.; Galetto, M. L.; Ferreyra, C.; Cordone, C.; Sasal, C.; Abrego, F.; Galina, J.; Rimatori, F. 1998. "Efecto de once años de riego complementario sobre un Argiudol Típico Pampeano". Ciencia del Suelo. Revista de la Asociación Argentina de la Ciencia del Suelo. Volumen 16, Nº 2. Diciembre 1998. pp. 125-127.

*Avery, D. T. 1997. "Saving the planet with higher Argentine farms yields". Actas "V Congreso de la Asociación Argentina de Siembra Directa". Mar del Plata, Bs. Aires, Argentina. Pp. 41-54

*Ayers, A. D. y Wescott, D. W. 1987. "Water quality for agriculture". FAO, Irrigation and Drainage. Paper Nº 29. Roma, Italia.

*Baéz, A.; Ford, D.; Olano, B.; Martínez, N. 1996. "Características del riego suplementario en cultivos extensivos en los Partidos de A. G. Cháves, Cnel. Dorrego, San Cayetano y Tres Arroyos, Prov. de Bs. Aires". Chacra Experimental Integrada Barrow (Convenio MAA- INTA). Tres Arroyos, Bs. Aires, Argentina. Diciembre de 1996.

*Ballesteros, E. 1991. "Economía de la empresa agraria y alimentaria". Ediciones Mundi Prensa. Madrid, España. pp. 323 p. Citado por Antonelli, M. A. "Un modelo de eficiencia productiva para mejorar la situación financiera del productor del Sudoeste Bonaerense. Tesis Magíster en Economía Agraria y Administración Rural, Departamento de Economía, UNS. 2003.

*Burgos, J. J.; Vidal, A. L. 1951. "Los climas de la República Argentina según la nueva clasificación de Thornthwaite". Meteoros I (1). Bs. Aires, Argentina. Pp. 3-32.

*Brealey, R. y Myers, S. C. 1993. "Fundamentos de la Financiación Empresarial". Mc. Graw - Hill. Madrid, España.

*Copeland, T.; Weston, J. F. 1993. "Financial Theory and Corporate Policy". Addison - Wesley Publishing Company. Massachusetts. USA.

*Damodaran, A. 1997. "Corporate Finance". John Wiley & Sons. Inc. New York. USA.

*Diez de Castro, L.; Mascareñas, J. 1996. "Ingeniería Financiera". Mc. Graw - Hill. Madrid, España.

*Doorenbos, J.; Pruitt, W. O. 1976. "Las necesidades de agua de los cultivos". FAO. Riego y Drenaje N° 24. Roma, Italia. 194 p.

*Echeverría, H. E. 2002. "Estrategias de fertilización nitrogenada en trigo". Campaña agrícola 2002. Unidad Integrada INTA-FCA. Balcarce, Bs. Aires, Argentina. Abril de 2003.

*Faci González, J. 1997. Medida y cálculo de la evapotranspiración de los cultivos. Instituto Canario de Investigaciones Agrarias. Gobierno de Canarias. España. Pp. 43-106.

*FAO. 2003. Jornada Mundial del Agua 2002. FAO.: "Más producción agrícola con menos agua". Comunicados de prensa de la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). Página Web: www.waternunc.com/esp/fao28sp_2002.htm.

*Florentino, R. 2007. "El riego crece junto al agro". Diario Clarín Rural. Bs. Aires, Argentina. 30 de Junio de 2007.

*INDEC. 2002. "Riego en Argentina al año 2002". Distribución del área regada a escala provincial y departamental. SAGPyA, Subsecretaría de Agricultura, Ganadería y Forestación. Dirección de Agricultura, Argentina, 2002.

*Luque, J. A.; Paoloni, J D. 1994. "Altos rendimientos de maíz y soja con riego complementario". Bs. Aires, Argentina. Editorial Hemisferio Sur. Pp. 17:22.

*Mao, J. 1980. "Análisis Financiero". Editorial Ateneo. Bs. Aires, Argentina.

*Marinissen, A. N. 1998. "Estudio de Situación del Riego Complementario en el Área de la EEA INTA Bordenave". Plan de trabajo N° 5029. Programa 10, Agua y Clima. EEA INTA Bordenave, B. Blanca. CERBAS, INTA, Argentina. 32 p.

*ONU. 1997. El ritmo de crecimiento de la población mundial empieza a desacelerarse. Diario El País, Edición empresa. Madrid, España 02/06/1997.

*Pascale, A. J. Damario, E. A. 1977. "El balance hídrico seriado y su utilización en estudios agroclimáticos". Revista de la Facultad de Agronomía. La Plata, Bs. Aires, Argentina. LIII (1-2). Pp. 15-34.

*Prieto, D.; Yañez, C. 1996. Relación Agua-Suelo-Cultivo. Curso a distancia de "Métodos de Riego", Módulo I. INTA PROCADIS, Programa Clima y Agua. Pp. 29-51.

*Quattrocchio, A. 2002. "Efectos del riego complementario de los cultivos agrícolas". Página Web: [www. INTA.gov.ar/Balcarce/ Resumenes PG/PGPV2002/resuquattro.htm](http://www.INTA.gov.ar/Balcarce/ResumenesPG/PGPV2002/resuquattro.htm).15k

*Rebella, C. M. 2007. IICA 65 Aniversario Simposio Agua y Energía. "Los Recursos Hídricos y la Agricultura Argentina". Instituto de Clima y Agua. INTA. Bs. Aires, Argentina. 8 de noviembre de 2007.

*Rhoades, J. D. 1972. "Quality of water for irrigation". Soil Science 113. Pp. 277-284.

*RIAN. 2007. "Red de Información Agroeconómica para la Región Pampeana". Bs. Aires. Argentina.

*Richards, L. A. 1954. "Diagnóstico y rehabilitación de suelos salinos sódicos". Manual de Agricultura N° 60. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América. Editorial Limusa, México. 171 p.

*Rizzolo, J. E. 1998. "Mapas de Aguas Subterráneas en la Región Pampeana Bonaerense". Revista Agromercado N° XXVIII, Bs. Aires, Argentina. 30 de noviembre de 1998.

*SAGyP-INTA, 1989. "Mapa de Suelos de la Provincia de Buenos Aires" (escala 1:500.000). 525 p.

*SAGPyA. 1995. "Manual de riego del productor pampeano". Ministerio de Economía, Obras y Servicios Públicos. Bs. Aires, Argentina. Diciembre 1995. 64 p.

*Samato C. M.; Galindo G.; Heredia O. S. 2006. "Agua Subterránea. Exploración y utilización agropecuaria". 1^{ra} Edición. Editorial Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Bs. Aires, Argentina. Pp. 75-112.

*Soil Survey Staff, 1999. Soil Taxonomy. "A Basis System of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Surveys". Second Edition. Agricultural Handbook N° 436. USDA. 869 p.

*Solbrig, O. T. 1997. "Observaciones sobre tecnología y desarrollo agrícola". Actas "VII Congreso de la Asociación Argentina de Siembra Directa". Mar del Plata, Bs. Aires, Argentina. Pp. 41-51

*Suárez Suárez, A. 1993. "Decisiones óptimas de inversión y financiación en la empresa". Mc.Graw Hill. Madrid, España.

*Suero, E. E. 1995. "Consideraciones generales del riego suplementario". 2^{do} Seminario de Actualidad Técnica en riego. 109 Exposición de Agricultura, Ganadería e Industria. 8, 9 y 10 de Agosto de 1995. Bs. Aires, Argentina. Pp. 17-24.

*Tarjuelo M. B. 1995. El Riego por Aspersión y su tecnología. Ediciones Mundi Prensa. Madrid, España 1995. Pp. 183-244.

*Thornthwaite, 1948. "An approach toward a racional classification of climate". Geographic Review 38. Pp. 55-94.

*Vernet, E. 1995. "Manual de Consulta Agropecuaria. Gráfica y Diseños S.A. Bs. Aires, Argentina. Mayo 1995. Pp. 93-98.

*Word Water Assessment Progamme. Hechos y cifras: "Usos del Agua".
Página Web: www.wateryear2003.org/es/ev.php.vrl.

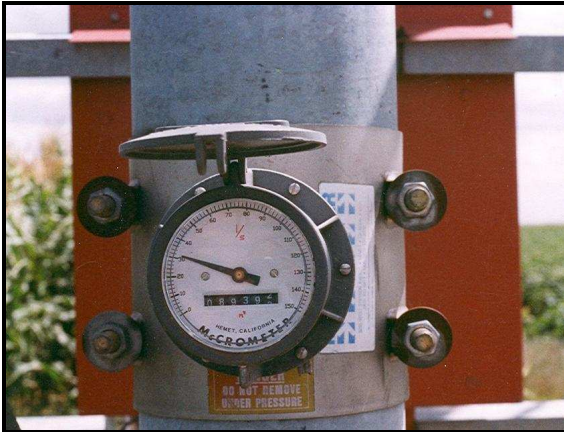
FOTOS



Estación meteorológica.



Sistema de propulsión



Caudalímetro



Bomba, perforación y tuberías.



Equipo de riego. Pívo Central. Torre y comando de control.



Equipo de riego. Pívo central. Torre tubería, comando de control y ala regadora