

ESTIMACION DEL BALANCE HÍDRICO MEDIANTE APLICACIÓN DEL MODELO ISAREG EN EL CANAL SEGUNDO VISTALBA LUJAN DE CUYO. MENDOZA (ARGENTINA)

Mario Alberto Salomón ⁽¹⁾, Carlos Mario Sánchez ⁽¹⁾ y Luis Santos Pereira ⁽²⁾

(1) Asociación Primera Zona Río Mendoza (ASIC), Ricardo Videla 8325 Luján de Cuyo Mendoza Argentina: asicprimerazona@asicprimerazona.com.ar

(2) Departamento de Engenharia Rural, Instituto Superior de Agronomia Tapada da Ajuda,1349-017 Lisbon, Portugal: lspereira@isa.utl.pt

RESUMEN

El Canal 2° Vistalba se localiza en el tramo superior del Río Mendoza en el departamento de Luján de Cuyo de la provincia de Mendoza y se abastece desde el Canal Gran Matriz de Dique Cipolletti. Se encuentra comprendido dentro de la Inspección de Cauce Luján Oeste Unificada y pertenece a la Asociación de Inspecciones de Cauce Primera Zona Río Mendoza (ASIC), formando parte integral del Proyecto de Modernización del Área Luján Oeste (Salomón *et. al.*,2006). El cauce abastece 618 ha empadronadas con uso agrícola, recreativo y arbolado público; cuenta con 17.882 m de red de canales secundarios y terciarios y 957 usuarios. A la fecha existen 466 ha con uso agrícola y se detecta un creciente uso recreativo generado por un avance de la urbanización y loteos privados sobre un área netamente agrícola con especulación inmobiliaria (Sánchez, *et. al.*, 2000). Los cultivos predominantes en el espectro productivo de la zona son la vid, hortalizas de ciclo anual (ajo, tomate, papa, cebolla), y frutales.

El objeto del presente trabajo consiste en evaluar el desempeño de la distribución hídrica mediante una aplicación metodológica del cálculo de necesidades de riego y desarrollo del software ISAREG (Santos Pereira, 2004), a fin de comparar esta información con la oferta hídrica existente. Cabe destacar que en el ciclo hidrológico 2005-2006 la disponibilidad hídrica fue de 17.305 m³/ha en cabecera (Montagna, 2006), la cuál es entregada por el Departamento General de Irrigación para el área bajo riego y administrada por la Inspección de Cauce.

Para la estimación de la demanda se partió de datos de la Estación Agrometeorológica de Chacras de Coria (UNC) en Lujan de Cuyo Mendoza; de información de suelos de la zona (Salomón *et. al.*, 2002) y de relevamientos de cultivos realizados por la ASIC 1ª Zona de Riego. Se han efectuado también mediciones de caudales, elaboración de curvas de gasto y ajuste de altura-caudal en las estructuras de medición de la red secundaria y terciaria que abastece las áreas cultivadas de estudio. Estos datos fueron procesados con el software ISAREG (Instituto Superior de Agronomía, Universidad Técnica de Lisboa) y contrastados con información alfanumérica y grafica de la Subgerencia de Gestión Hídrica y Área Catastro-SIG de la Asociación de Inspecciones de Cauces Primera Zona del Río Mendoza.

Palabras clave: Distribución, Gestión Hídrica, ISAREG, Necesidad de riego, Oferta Hídrica.

I. INTRODUCCION

I.1 Caracterización general

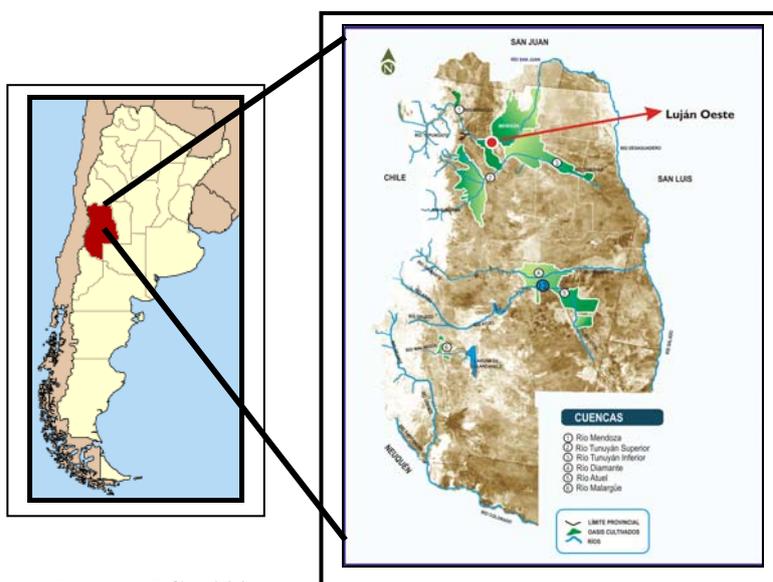
La provincia de Mendoza (República Argentina), cuenta con 1.675.309 habitantes (INDEC, 2002), ocupa una superficie de 148.827 km² (11,26 hab/km²) representando algo más del 5 % de la población nacional y el 3,6 % del Producto Bruto Interno (PBI). Tiene una precipitación media anual de 204 mm, por lo cual la única opción para el desarrollo de la producción primaria es a través de la agricultura bajo riego. Las potencialidades de la agricultura bajo riego han sido exploradas con éxito en esta provincia, sin embargo las limitaciones originadas en factores climáticos, institucionales, legales y tecnológicos son de magnitud para lograr un pleno aprovechamiento (S.A.G.P.y A.- Gobierno de Mendoza-D.G.I., 2007).

Con el notable esfuerzo de los mendocinos se ha alcanzado un alto grado de realización social, en oasis enclavados en áreas desérticas. El poblamiento y el desarrollo de todas las actividades humanas dependen estrechamente de la presencia y disponibilidad de agua, surtida por los ríos originados por el derretimiento de las nieves y hielos de la cordillera, como asimismo por las reservas de agua subterránea de los acuíferos. Su perspectiva de futuro depende directamente de la cantidad disponible de agua, tanto para el desarrollo de su producción agrícola como para el conjunto de sus actividades urbanas, mineras e industriales (D.G.I., 1999).

El modelo discontinuo de ocupación del territorio presenta espacios que concentran a la población, sus actividades económicas y las infraestructuras, dejando extensos territorios casi vacíos. En los oasis la actividad humana se afirma en el riego sistematizado aprovechando los ríos alóctonos y en menor medida el agua subterránea (Abraham, *et al*, 2007).

Mendoza presenta dos regiones nítidamente diferenciadas: la de los oasis y la de las regiones desérticas y semidesérticas. De las casi 15.000.000 de hectáreas de superficie total, aproximadamente el 3 % corresponde a los oasis y el 97 % es desértico. Superponiendo a esta situación la del aspecto demográfico, se observa que las proporciones se invierten: casi el 97 % de la población vive en los oasis y sólo el 3 % en las zonas desérticas. Esto determina una alta densidad de población en la región irrigada: más de 300 habitantes/km² en promedio, lo que supera la densidad de muchos países europeos. La ocupación del árido espacio es fragmentada, el aprovechamiento de los ríos genera cinco cuencas hidrográficas, siendo éstas las pertenecientes a los ríos Mendoza, Tunuyán, Diamante, Atuel y Malargüe (Figura 1).

Figura 1 Mendoza: Cuencas y áreas irrigadas

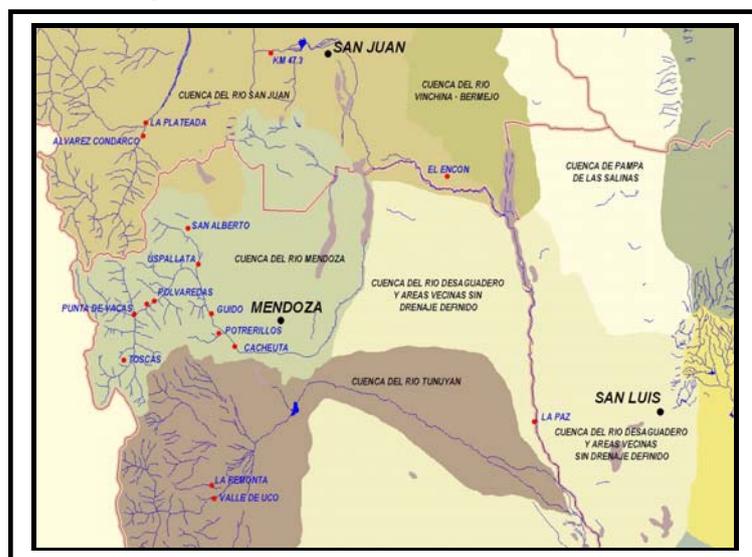


Fuente: DGI, 2007

Los cursos de agua en la provincia de Mendoza tienen régimen nival, vale decir que presentan mayores caudales en verano en concordancia con el aumento de las temperaturas y por lo tanto con la fusión de la nieve y de los glaciares, con menores caudales en invierno. Las precipitaciones en forma de lluvia que se producen en las partes altas de las cuencas tienen poca influencia sobre los caudales de los ríos (Torres, *et al*, 2003).

La cuenca del Río Mendoza ocupa una superficie total de 19.553 Km², incluido el oasis de riego. De ésta extensión 9.040 km² pertenecen a la cuenca imbrífera del río, siendo su área de recolección activa de 5.600 Km² y con un frente cordillerano de 90 km, que tiene gran influencia en el potencial hídrico de derretimiento y deshielo (Vitale, 1941). La cuenca, está ubicada en el norte de la Provincia de Mendoza. Limita al sur con la cuenca del río Tunuyán, al oeste con la divisoria de la Cordillera de Los Andes, donde tiene sus nacientes el río. El límite este lo constituye la llanura desértica y al norte la cuenca del Río San Juan (Figura 2).

Figura 2 Cuenca del Río Mendoza



Fuente: Unidad SIG y Teledetección. LaDyOT-IADIZA-Mendoza, 2006

El clima de la zona central de la cuenca del río Mendoza -donde se encuentran los principales asentamientos humanos y productivos- de acuerdo con la clasificación de Köppen es desértico, con variaciones entre el Norte y el Sur. El viento sopla principalmente desde el cuadrante Suroeste a velocidades promedio de 5 a 7 km/h en la zona. Presenta un régimen del tipo monzónico y un promedio anual de precipitaciones próximo a 200 mm, por lo que escasamente el agua de lluvia puede ser usada como complemento de riego agrícola por su ocurrencia e intensidad, si se compara esta cifra con los 700 a 800 mm/año que se necesita para desarrollar el principal cultivo de la región que es la vid (Torres, *et al*, 2005).

Para caracterizar los principales parámetros climáticos se tuvo en cuenta los registros de la Estación meteorológica de Chacras de Coria (Tabla 1).

Tabla 1. Parámetros Climáticos (1998-2002)

| Parámetro | Valor |
|--------------------------------|-------|
| T° máxima media anual (°C) | 22,5 |
| T° mínima media anual (°C) | 7,7 |
| T° media anual (°C) | 14,9 |
| HR media anual (%) | 54,8 |
| Precipitación media anual (mm) | 204 |

Fuente: FCA., 2006

En la cuenca mencionada predominan los suelos entisoles, que corresponden al orden taxonómico de suelos jóvenes débilmente desarrollados sobre materiales de acarreo ya sea coluviales y aluviales (Soil Survey Staff, 1951). Estos suelos no evidencian o tienen escaso desarrollo de horizontes pedogenéticos. La mayoría de ellos solamente tienen un horizonte superficial claro, de poco espesor y generalmente pobre en materia orgánica (epipedón ócrico). Normalmente no se presentan otros horizontes, se debe en gran parte al escaso tiempo transcurrido desde la acumulación de los materiales parentales. Los Entisoles se han desarrollado en distintos regímenes de humedad, temperatura, vegetación, materiales parentales y edad. Los únicos rasgos comunes son la ausencia virtual de horizontes y su naturaleza mineral. También pueden incluir horizontes enterrados siempre que se encuentren a más de 50 cm de profundidad (Regairaz, 2000).

La oferta hídrica, de acuerdo al módulo de derrame anual medio de la cuenca, alcanza a 49,04 m³/s, es decir equivale a 1542 hm³/año (Tabla 2).

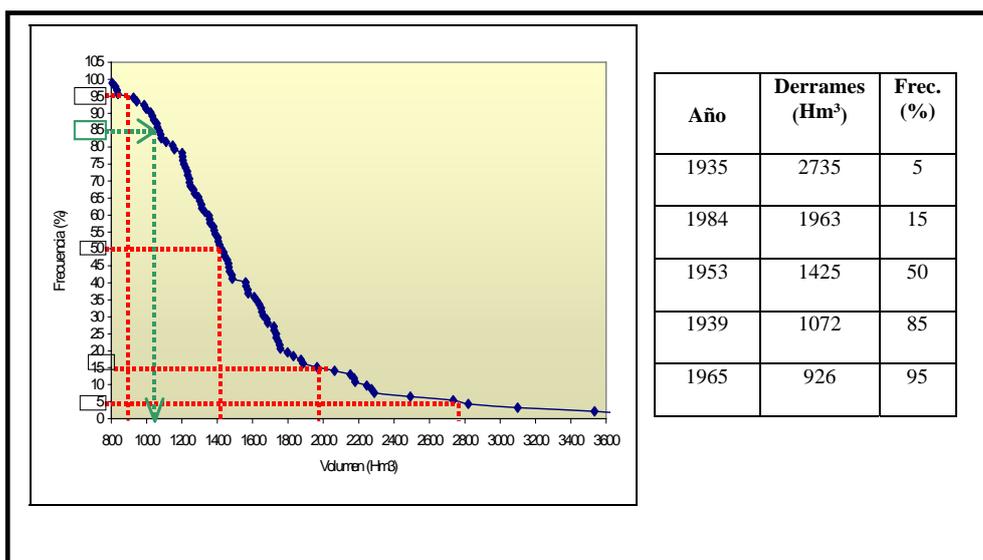
Tabla 2: Caudales y Volúmenes del Río Mendoza

| Características | Valores | Unidad de medida |
|---------------------|---------|-------------------|
| Caudal medio anual | 49,04 | m ³ /s |
| Caudal medio máximo | 115,1 | m ³ /s |
| Caudal medio mínimo | 25,6 | m ³ /s |
| Derrame medio anual | 1.542 | hm ³ |

Fuente: DGI, A y E - EVARSA. Proyecto FAO/ARG 00/008 (2004)

Del mismo modo, para una probabilidad del 85 %, el módulo anual es de 34,01 m³/s y su derrame corresponde a 1072 hm³/año (Figura 3).

Figura 3 Módulos y derrames Río Mendoza. Frecuencias



Fuente: D.G.I., 1999

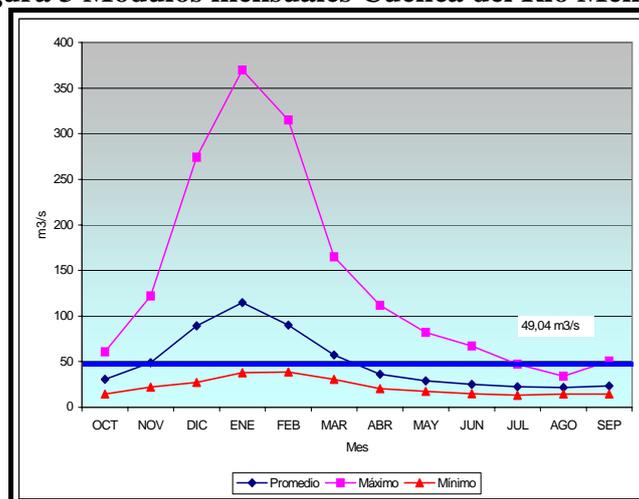
En cuanto a los caudales medios y derrames mensuales se detecta un variado comportamiento estacional con valores máximos en verano y mínimos en invierno (Tabla 3 y Figura 3).

Tabla 3 Caudales medios y derrames mensuales Río Mendoza

| | Caudales Medios Mensuales (m ³ /s) | | | | | | | | | | | |
|-----------------|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|
| | Oct | Nov | Dic | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Sep |
| Promedio | 30,47 | 48,96 | 89,37 | 114,56 | 90,07 | 57,38 | 36,17 | 28,91 | 24,93 | 22,43 | 21,74 | 23,58 |
| Máximo | 60,80 | 122,00 | 274,00 | 370,00 | 315,00 | 165,00 | 112,00 | 82,20 | 67,30 | 47,00 | 33,90 | 50,60 |
| Mínimo | 14,30 | 21,95 | 27,20 | 37,90 | 38,60 | 30,80 | 20,40 | 17,60 | 14,90 | 13,20 | 14,40 | 14,60 |
| | Derrame mensual (hm ³) | | | | | | | | | | | |
| | Oct | Nov | Dic | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Sep |
| Promedio | 81,60 | 126,91 | 239,38 | 306,84 | 217,90 | 153,68 | 93,75 | 77,42 | 64,61 | 60,07 | 58,24 | 61,11 |
| Máximo | 157,59 | 316,22 | 710,21 | 959,04 | 816,48 | 427,68 | 290,30 | 213,06 | 174,44 | 125,88 | 90,80 | 131,16 |
| Mínimo | 37,07 | 56,90 | 70,50 | 98,24 | 100,05 | 79,83 | 52,88 | 45,62 | 38,62 | 35,35 | 38,57 | 37,84 |

Fuente: S.A.G.P.y A.- Gobierno de Mendoza-D.G.I., 2007

Figura 3 Módulos mensuales Cuenca del Río Mendoza



Fuente: S.A.G.P.y A.- Gobierno de Mendoza-D.G.I., 2007

El cambio constante en el uso del suelo generado por el crecimiento y concentración poblacional ha producido la transformación y diversificación de la matriz productiva interna por especulación inmobiliaria y repetidas crisis agrícolas que afectaron al territorio provincial y por ende el manejo del recurso hídrico (Piccone y Salomón, 1994). En el Río Mendoza predomina el uso agrícola bajo riego (85,88%) dentro de los usos consuntivos, predominando la vid y frutales con más de las 2/3 partes de todos los cultivos, aunque es muy importante el aumento de los usos recreativos y el abastecimiento de población que en los últimos 20 años se han duplicado (Salomón, *et al.*, 2005).

En el caso del Río Mendoza, la disponibilidad hídrica superficial por habitante se reduce a casi cinco veces al promedio mundial que es de 7.400 m³/hab ya que la misma es de 1.600 m³/habitante/año, inferior al nivel considerado crítico de 1.700 m³/habitante. Existe entonces un marcado déficit estacional durante los meses primaverales en que la demanda es superior a la oferta. Para el año 2.020, la escasez se acentuará con el crecimiento poblacional, contando esa área con 1.150 m³/año/habitante (D.G.I., 1999).

Las principales demandas por usos tienen la siguiente participación (Tabla 4)

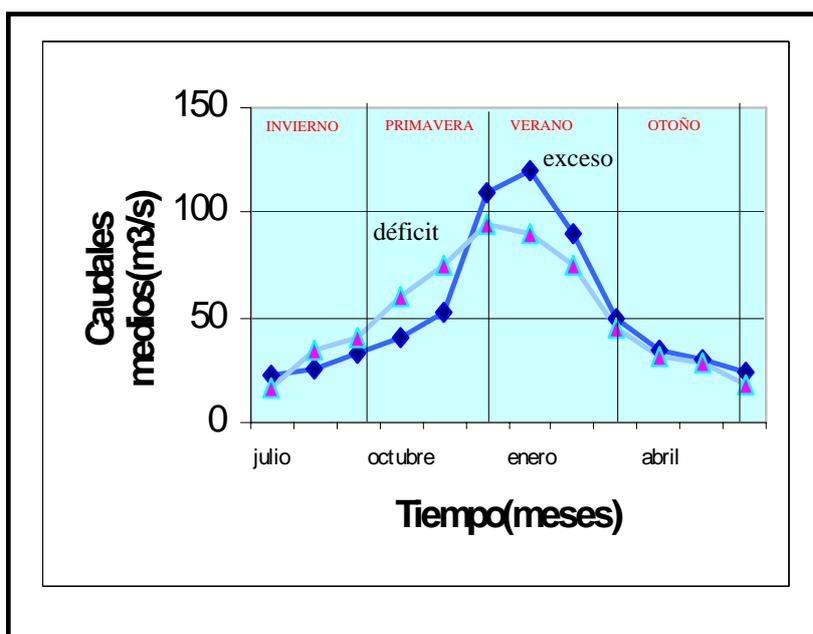
Tabla 4 Principales Usos y Demandas Cuenca Río Mendoza

| USOS | DEMANDAS BRUTAS (Hm 3/año) | |
|----------------------------|----------------------------|----------------|
| | CONSUNTIVOS | NO CONSUNTIVOS |
| Consumo Humano | 196,47 | |
| Industrial | 22,40 | |
| Refrigeración y Uso Motriz | | 329,10 |
| Riego Agrícola | 1.331,00 | |
| Totales | 1549,87 | 329,10 |

Fuente: FAO, 2004

El sistema del Río Mendoza cuenta con marcado déficit de infraestructura para lograr un aprovechamiento integral de los recursos hídricos, ya que solo hace dos años se cuenta con un solo dique regulador-Potrerillos- que únicamente permite controlar y operar menos de una tercera parte del volumen anual promedio escurrido (450 hm³). Esta situación si bien posibilita aumentar la garantía y efectuar una regulación intranual y mitigar el déficit estacional en años con moderado escurrimiento (Figura 4), no permite contar con disponibilidad hídrica en años secos siendo limitada su capacidad operativa si no se ejecutan los embalses complementarios en la cuenca para un manejo plurianual.

Figura 4 Deficits y excesos hídricos cuenca Río Mendoza



Fuente: Montagna, 2006

Actualmente se produce una alta tasa de crecimiento urbano en las zonas productivas de la Cuenca del Río Mendoza que demandan importantes consumos hídricos de 450 ls/ habitante, estimándose con un crecimiento anual del 1,8 % que la demanda llegará a 12 m³/seg, lo que reducirá aún más el caudal disponible para otros usos. En el año hidrológico 2004-2005 una hectárea de terreno con derecho de riego en el Río Mendoza consumió anualmente 11.046 m³ (Montagna, 2006) contra 37.800 m³ de una hectárea urbanizada, considerando en ambos casos las ineficiencias de conducción existentes (Abraham, *et al*, 2007).

A nivel global y durante el período 2004-2005 se han registrado las siguientes entradas y salidas del sistema de distribución en el Río Mendoza, Embalse Potrerillos y Diques Derivador Cipolletti, dejando constancia que la entrega es por derechos de riego al día (Tabla 5).

Tabla 5 Balance Global Río Mendoza Marzo 2004-Febrero 2005

| DETALLE | VOLÚMENES Y CAUDALES | | DIFERENCIAS |
|---|----------------------|--------------|-------------|
| | MARZO 2004 | FEBRERO 2005 | |
| Ingreso Embalse Potrerillos | 1156,81 Hm3 | 1190,04 Hm3 | + 2,79 % |
| Evaporación e infiltración | 23,14 Hm3 | | |
| Retenido en Embalse | -8,92 Hm3 | | |
| Erogación anual | 1173,5 Hm3 | 1175,83 Hm3 | + 0,2% |
| Infiltración tramo Río Embalse-Derivación | 185,58 Hm3 | | |
| Total ingreso Derivador Cipolletti | 983,00 Hm3 | 987,92 Hm3 | + 0,50% |
| Uso Industrial y humano | 216,08 Hm3 | | |
| Pasante por el río | 9,22 Hm3 | | |
| Distribuido para riego | 737,07 Hm3 | 744,07 Hm3 | + 0,94% |
| Refuerzos de verano | 13,62 Hm3 | | |
| Consumo Medio s/sup. al día | 11.679,13 m3/ha | | |

Fuente: Montagna, 2006

Del análisis de este primer balance global surge que hay una importante disminución del caudal superficial por infiltración en el río Mendoza desde el pie de la presa al sistema de derivación en Cipolletti, siendo la misma de un 15,8% respecto al total del caudal disponible.

A los efectos de considerar estas pérdidas propias del sistema hídrico y de las actividades privadas de los regantes, se calcula la eficiencia global en la cuenca del Río Mendoza, como el producto de las eficiencias de conducción, distribución y aplicación observadas¹. Los porcentajes de eficiencia son detallados en Tabla 6.

Tabla 6 Eficiencia Global del Sistema Río Mendoza

| Concepto | Porcentaje |
|--------------------------|--------------|
| Eficiencia Conducción | 87,5% |
| Eficiencia Distribución | 80,2% |
| Eficiencia Aplicación | 55,7% |
| Eficiencia Global | 39,0% |

¹ Plan Director de Ordenamiento de Recursos Hídricos, Informe Principal. Volumen II: Cuenca del Río Mendoza, Anexo N° 3: Demanda Hídrica. DGI-Proyecto PNUD/FAO/ARG/00/008.

En este contexto se ha creído oportuno evaluar el desempeño de la distribución hídrica de un área representativa de la cuenca del Río Mendoza, mediante aplicación metodológica del cálculo de necesidades de riego de cultivos hortícolas referenciales y desarrollo del software ISAREG (Pereira, *et al.*, 2003), a fin de comparar esta información obtenida con la oferta hídrica del sistema de derivación superficial.

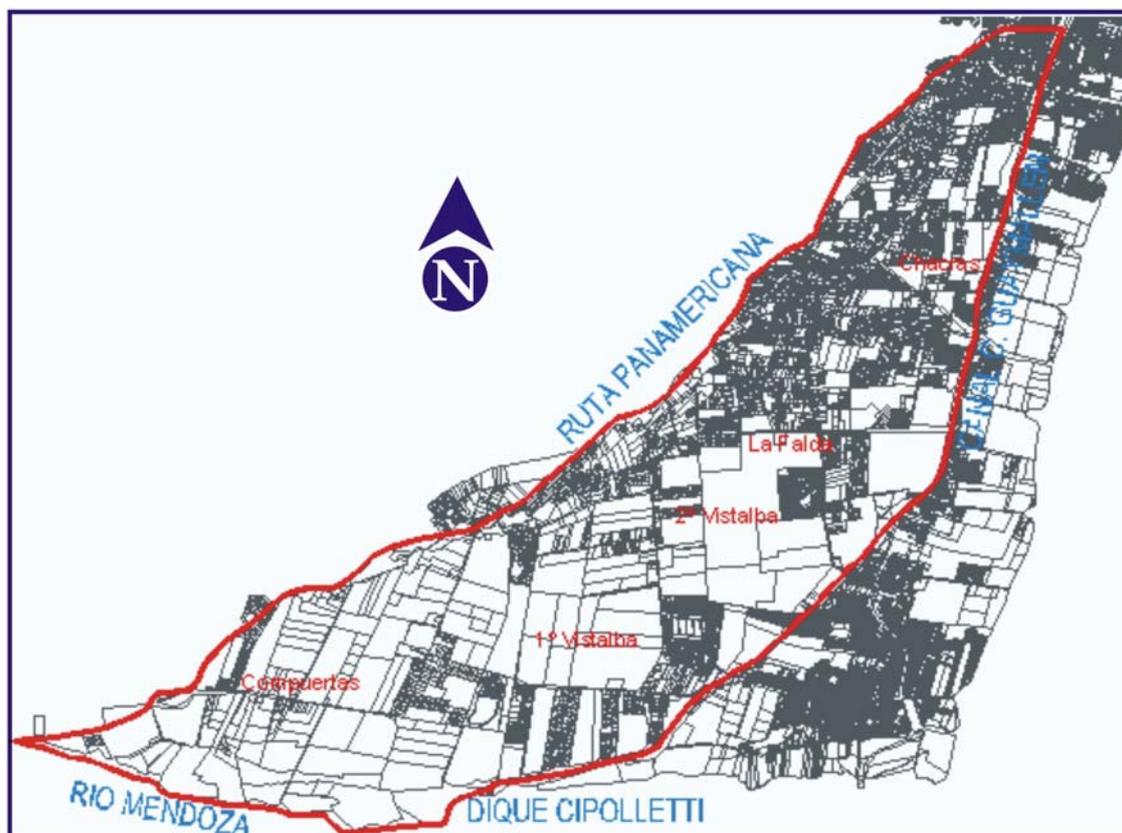
Para realizar el trabajo se ha seleccionado un sector irrigado del Tramo Superior y Medio del Río Mendoza, denominado Inspección Luján Oeste, en el que se encuentra el Canal 2° Vistalba y del que se posee datos requeridos para correr el modelo de necesidades de agua en parcelas con los principales usos agrícolas hortícolas del oasis.

I.2 Caracterización del área de trabajo

I.2.1 Condiciones territoriales

El área irrigada de trabajo se localiza entre los 32° 56' de latitud sur y 68° 50' de longitud oeste y se encuentra en promedio a 900 m s.m. en la zona de contacto entre el piedemonte precordillerano y planicie aluvial, con suave pendiente del 1% (Figura 5). Presenta clima árido mesotermal medio, suelos predominantemente francos y con clase II en aptitud de riego no existiendo revenición, siendo el acuífero libre (Regairaz, 1997). En esta zona los principales usos son agrícolas, recreativos, arbolados e industriales y se entrega agua cruda para abastecimiento humano y potable al 40% de la población de la Aglomeración del Gran Mendoza (Piccone y Salomón, 1994).

Figura 5: Área bajo riego Lujan Oeste. Mendoza (Argentina)



Fuente: S.A.G.P.y A.- Gobierno de Mendoza-D.G.I., 2007

El sector irrigado por la hijuela 2º Vistalba se constituye como un sector de transición entre usos agrícolas y recreativos, aunque se detecta en este cauce un sostenido cambio al uso recreativo por la importante cantidad de Loteos y Fraccionamientos en la zona que se ejecutan progresivamente (Salomón, *et al*, 2001a).

En la actualidad los cauces de riego involucrados en el área de trabajo, que abastecen a los usuarios con derecho inscripto en las comunidades de usuarios denominada Inspecciones de Cauces de Luján Oeste, tienen un sistema de distribución tradicional de conducción a pelo libre con los inconvenientes propios que esto implica. Los canales presentan un gran tiempo de respuesta frente a la variabilidad de caudales derivados y distribuidos, lo que hace que la regulación del canal se torne difícil. El conjunto de operaciones que se debe realizar en los canales para que su explotación resulte eficiente implica altos costos debido al equipo humano necesario y no siempre se garantiza a los regantes el suministro del caudal en tiempo y forma según sus necesidades (Salomón, *et al.*, 2006). Debe destacarse que es muy limitada la explotación de agua subterránea por los costos de extracción, aunque las mismas permiten complementar el recurso superficial en el caso de cultivos hortícolas que tienen una demanda con menor frecuencia que los cultivos permanentes.

Actualmente desde la ciudad se produce un gradiente de urbanización en aumento hacia la periferia, que se refleja en la invasión de terrenos que antes eran destinados a la agricultura. La especulación inmobiliaria conduce el proceso de tal modo, que en la franja rural - urbana solo existen propiedades destinadas a casas de fin de semana con huertas familiares y parques, o bien Fincas muy bien administradas con altos rendimientos y explotaciones intensivas. No existe estructura rural campesina, predominando la explotación indirecta (Sánchez, *et al.*, 2000).

I.2.2 Organización de manejo hídrico

La administración de los recursos hídricos superficiales se efectúa a través de siete comunidades de usuarios denominadas Inspecciones de Cauces (IC), cada una de ellas autónoma del resto y con propias pautas de manejo. Estas a su vez se agrupan voluntariamente en una Asociación de 2º grado, denominada Asociación de Inspecciones de Cauces 1º Zona Río Mendoza (ASIC) que tiene por objeto la planificación zonal de los recursos en forma participativa y la realización de tareas que superan la capacidad operativa de las IC. La estructura de la ASIC está compuesta por un Directorio con representantes de IC y una Gerencia General y de Gestión Hídrica de apoyo para la ejecución de las tareas de planificación y administración. El ámbito de actuación es la zona abastecida por la red hídrica 2º, 3º y 4º ya que por Ley el Departamento General de Irrigación maneja el recurso a nivel primario, diques y ríos (Salomón y Ruiz Freites, 2005).

I.2.3 Cultivos predominantes²

Especies, variedades y sistemas de conducción

La zona cuenta con una producción agrícola de primer nivel, especialmente en cultivos de vid, olivos, frutales de carozo y hortalizas.

Los agricultores tienen una tradición agrícola heredada en muchos casos de sus abuelos de origen europeo. Sin embargo, diversos factores están provocando la disminución de la

² Extraído de Proyecto de Modernización Luján Oeste. Organización de Estados Iberoamericanos OEI.- Departamento General de Irrigación. DGI (2006-2007)

agricultura, el abandono de tierras y la migración de los productores, entre ellos: i) la creciente urbanización; ii) la falta de rentabilidad de las explotaciones pequeñas, y; iii) la inseguridad.

Desde el punto de vista **vitícola** se enmarca en la denominada “Primera Zona”, existiendo para el varietal Malbec la denominación de origen “Luján de Cuyo”. La zona cuenta, además, con un importante número de bodegas de primera línea.

En relación a los sistemas de conducción se nota un predominio de los espalderos sobre el Parral, ya que se ha priorizado las ventajas en cuanto a las posibilidades de mecanización, cobertura con tela antigranizo con menor costo, el objetivo de la calidad sobre la productividad y la menor inversión.

La estructura de espaldero bajo, conducido predominantemente como Guyot, sigue teniendo una fuerte presencia en la zona, muchos de ellos estuvieron abandonados en la década de los '80 y fueron reconvertidos a partir de los '90 cuando se revalorizó el precio de las uvas finas. La reconversión estuvo marcada sobre el manejo del cultivo, especialmente en las labranzas y la gestión del follaje. En las últimas temporadas se nota también una mejor gestión hídrica con utilización del déficit hídrico controlado para aumentar la calidad de la uva.

El espaldero alto, sistema predominante, tiene fuerte presencia en los viñedos jóvenes y de mediana edad. La fuerte adopción de este sistema se basa en el mejor aprovechamiento de los factores energéticos (temperatura y luz), permitiendo una mejor eficiencia fotosintética y un mejor microclima de la canopia de la planta

En relación a la **olivicultura**, se informa que es significativa su superficie implantada, siendo en la mayoría de los casos, de montes envejecidos, consociados con vid.

En cuanto a la **fruticultura** hay un amplio predominio de los frutales de carozo. La especie mas cultivada es el cerezo, le siguen en orden de importancia ciruelo y durazno para consumo en fresco. Los frutales de pepita y secos están representados por una muy pequeña proporción.

La zona de estudio concentra características agro-climáticas muy buenas para el cultivo de cereza, caracterizada por montes de plantas jóvenes de alta densidad (4x4 m) o (5x5 m), conducidas en vaso. Los riegos son superficiales, mayoritariamente por surcos.

En el caso de los durazneros, la mayor parte son con destino en fresco. En cuanto a los estratos por edades se refleja que el mayor porcentaje está en los de mediana edad, habiendo una buena cantidad de plantaciones jóvenes. En relación al sistema de conducción predomina el sistema en vaso con un 90 % sobre el total

En cuanto a la **horticultura** el ajo es el cultivo predominante en su variedad “ajo chino y ajo colorado”, seguido por la cebolla, el tomate, papa, zanahoria y poroto. Para la implantación de estas especies anuales se cultivan las mismas de acuerdo a la disponibilidad hídrica, condiciones edáficas y comportamiento del mercado.

De acuerdo a verificaciones de campo y entrevistas con productores de la zona se verifica que en general en el mes de marzo se comienza con la siembra del ajo chino y colorado, se prosigue con el tomate en el mes de noviembre y la papa en el mes de diciembre, existiendo una secuencia en el ciclo agrícola con algunas superposiciones y contactos entre algunas etapas de siembra y cosecha.

La modalidad local consiste en la rotación de cultivos anuales, siendo el ajo, en sus distintas variedades, el que ocupa el mayor tiempo del ciclo agrícola y luego de su cosecha se utiliza la tierra para los otros cultivos como tomate y papa. En tanto la cebolla se complementa con el ajo en la ocupación de la tierra, no pudiendo cultivarse simultáneamente ambas especies.

Rendimientos

Se han considerado rendimientos medios, de acuerdo a los datos recogidos mediante entrevistas a productores de la zona (Tabla 7).

Tabla 7: Beneficio Neto por Hectárea³

| Cultivo | Rendimiento (Kg/ha) | Precio (\$/Kg) | Ingreso (\$/ha) | Costo Producción (\$/ha) | Beneficio Neto (\$/ha) | Margen Ponderado (\$/ha) |
|----------------|----------------------------|-----------------------|------------------------|---------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|
| Vid fina | 15.000 | 0.55 | 8.250 | 2.925 | 5.325 | 1.377 |
| Vid mezcla | 25.000 | 0.25 | 6.250 | 3.497 | 2.573 | 1.067 |
| Olivo | 6.500 | 0.65 | 4.225 | 3.505 | 720 | 88 |
| Ajo | 9.500 | 0.75 | 7.125 | 6.615 | 510 | 34 |
| Tomate | 35.000 | 0.16 | 5.600 | 4.868 | 732 | 40 |
| Ciruelo | 12.000 | 0.59 | 7.080 | 3.210 | 3.870 | 172 |
| Cebolla | 20.000 | 0.25 | 5.000 | 4.573 | 427 | 15 |
| Durazno | 14.000 | 0.42 | 5.880 | 4.910 | 970 | 29 |

Fuente: S.A.G.P.y A.- Gobierno de Mendoza-D.G.I., 2007

I.2.4 Situación hídrica actual: A continuación se describen una serie de factores y limitaciones que influyen en la distribución hídrica:

Alta variabilidad de caudales: Debido a la variabilidad en los caudales derivados y distribuidos, los canales tienen un gran tiempo de respuesta desde que se introduce una variación de caudal en su comienzo, hasta que está disponible en su lugar de destino. Ello hace que la regulación de un canal sea difícil, entendiéndose por regulación al conjunto de operaciones que hay que hacer en sus mandos para disponer de los caudales deseados en cada momento y en cada toma derivada del canal.

Las grandes variaciones que se registran en los caudales exigen la modificación del grado de apertura de alguna compuerta, operación que arrastra la variación de niveles aguas arriba y aguas abajo de la misma y por supuesto la de los caudales circulantes. Esta modificación afecta a tomas situadas aguas abajo y también a tomas próximas ubicadas aguas arriba. Unas y otras sufren modificación en los caudales que suministran, por lo que para mantener un buen servicio hace falta actuar sobre su grado de apertura, con lo que se vuelven a modificar los caudales y niveles frente a nuevas compuertas.

Existen además algunos sectores, en tramos situados aguas arriba, que debido a la elevada pendiente la conducción y distribución se dificulta. Por lo anterior, resulta que la operación del sistema con las condiciones actuales de la red exige un reajuste reiterado de gran número de compuertas, para tratar de lograr una distribución adecuada.

³ 1 (un) dólar estadounidense = \$3,12 (Julio 2007)

Subdivisión de la tierra: La subdivisión de la tierra suma una restricción más en la distribución de agua. Los problemas de operación de los canales antes mencionados se ven agravados por la cantidad de cauces de orden menor que tiene la red, dado la gran cantidad de parcelas pequeñas. Los caudales y los tiempos de manejo en fincas pequeñas hacen muy difícil una distribución ordenada y eficiente.

El sistema de distribución, en su origen, atendía a pocas y grandes fincas. Debido a la subdivisión o incremento del parcelamiento, las mejoras que hasta el momento se han realizado en la red de distribución con el sistema tradicional de acequias deben enfocarse a la medición.

La regulación del sistema se complica al contar el canal con numerosas tomas derivadas y más aún si se tiene en cuenta que la red de riego en su conjunto está formada por canales secundarios, derivados del principal, que a su vez alimentan a otros de menor orden y así sucesivamente hasta llegar a las tomas de cada parcela.

Uno de los problemas más graves generados por la subdivisión de la tierra es la dificultad en disponer de las servidumbres de acueducto reglamentarias para tránsito. Esto se debe en general porque los propietarios, ya sea por falta de compromiso y respeto en el sistema, por desconfianza generada por la inseguridad creciente o por desinterés, no permiten el acceso a través de sus propiedades con lo cual no es factible garantizar el servicio adecuadamente.

Problemas por residuos y contaminación: Un inconveniente importante en la distribución, que afecta las entregas de dotación, son las originadas por obstrucciones de los pequeños canales con residuos sólidos urbanos. Hoy luego de estudios preliminares realizados por las Inspecciones de Cauces del Río Mendoza (2005-2006), surge que los cauces urbanos del Gran Mendoza recolectan y transportan por arrastre y saltación: 140 Kg de basura por metro lineal al año. De esa cantidad, el 89 % de la misma corresponde a envases plásticos descartables (Salomón, 2007).

De acuerdo a estudios efectuados por la Asociación Primera Zona Río Mendoza en 2006, se registra una afectación en la distribución y regulación de caudales por taponamientos de obras de conducción, medición y regulación como compuertas, compartos, módulos de mascararas, sifones que producen alteraciones entre el 32 y 55% de los volúmenes distribuidos.

Pérdidas por infiltración: Debido a las características de los suelos de la zona -en general con estructura granular- existen problemas de pérdidas de agua por infiltración, agravadas por la continua dotación de aguas claras de la Presa Potrerillos. De acuerdo a estudios efectuados por en la Asociación 1º Zona Río Mendoza en la Higuera 2º Vistalba, se estimó una pérdida por infiltración entre el 1 y 1,5% por Km de cauce en tierra.

La eficiencia de conducción estimada en el área de trabajo es de 90%, mientras que la de distribución no supera el 85%. Esto lleva a que la eficiencia de conducción-distribución sea del 76,5% (S.A.G.P.y A.- Gobierno de Mendoza-D.G.I., 2007).

Infraestructura: Los sistemas de riego agrícolas son tradicionales en su mayoría a cielo abierto y por gravedad. La infraestructura que se opera es una red jerárquica de cauces muy densa, con alto número de obras de derivación debido a la gran cantidad de minifundios y parvifundios que exigen paulatinamente la ampliación en la red hídrica de derivación. La red de riego es precaria, con una fuerte pendiente que produce socavones y una alta infiltración de agua, cuando el canal discurre en tierra natural.

Actualmente la red secundaria y terciaria que es atendida por las Inspecciones de Cauces, presenta un pequeño porcentaje impermeabilizado, siendo necesaria una conservación periódica de los mismos, que se agrava en las zonas urbanas, por contaminación de residuos sólidos y efluentes industriales.

No existe red de aducción y conducción aluvional independiente de la red de riego, lo que ocasiona graves inconvenientes y generación de externalidades que afectan a los usuarios de nuestro sistema. El agua para arbolado público y espacios verdes se conduce por acequias municipales.

La Hijuela 2° Vistalba, nace en el Gran Comparto, donde se subdivide el sistema en el Canal Cacique Guaymallen y el Canal San Martín. En dicho punto existe una toma independiente de derivación con compuerta de regulación y aforador con curva de gasto que posibilita conducir los caudales y volúmenes correspondientes. Aguas abajo existen compartos derivados con sus respectivas estructuras de medición calibradas periódicamente por personal de la Asociación 1° Zona Río Mendoza (Figura 6).

Figura 6 Aforador red secundaria y calibración curvas de gastos



Asociación 1° Zona Río Mendoza, 2003

Operación: A nivel operativo los escenarios de distribución que se prevén en el Río Mendoza y que inciden en el Canal 2° Vistalba, dependen de los siguientes factores:

- Caudal disponible del río y embalse
- Coeficiente de entrega (litros/segundo por hectárea)
- Superficie empadronadas al día reducida para distribución
- Tiempo disponible de turno
- Seccionado del río (Sección: agrupación dinámica de la superficie total a irrigar del Río en subcuencas de distribución homogéneas en base a la disponibilidad hídrica)
- Hora de inicio del turno ya que afecta los horarios de entrada y salida en las secciones.
- Topografía del canal y de los sectores a dotar, velocidades de conducción, volúmenes manejables, pérdidas por infiltración, estado operativo de la red, infraestructura

Para el área de trabajo se presentan, por lo general, estos sistemas de entrega: a) sistema de “agua extendida” con coeficiente mayor a 1 litro/seg por hectárea y hasta 1,30 litros/seg por hectárea al día con 5 días de agua y dos días sin agua y, b) sistema en “dos secciones” con coeficiente entre 0,8 y 1 litro/segundo por hectárea al día con 4 días con agua y 4 días sin agua y, c) sistema en “tres secciones” con coeficiente menor a 0,8 litro/segundo en los que se recibe 2 días con un receso de 4 días. Debe aclararse que después del funcionamiento del Dique Potrerillos en el año 2004 este último seccionado no se ha realizado a la fecha. De todos modos debe aclararse que en cualquiera de estos escenarios dentro de la Higuera 2° Vistalba, el agua se entrega simultáneamente a todas las derivaciones del cauce mayor desde la cabecera hasta la última toma.

II. MATERIALES

Para determinar las condiciones climáticas del área de estudio se contó con datos de la Estación Agrometeorológica Chacras de Coria, dependiente de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cuyo. Los datos disponibles corresponden a la serie 1997-2006 que se publican en el Boletín Agrometeorológico de la Facultad de Ciencias Agrarias.

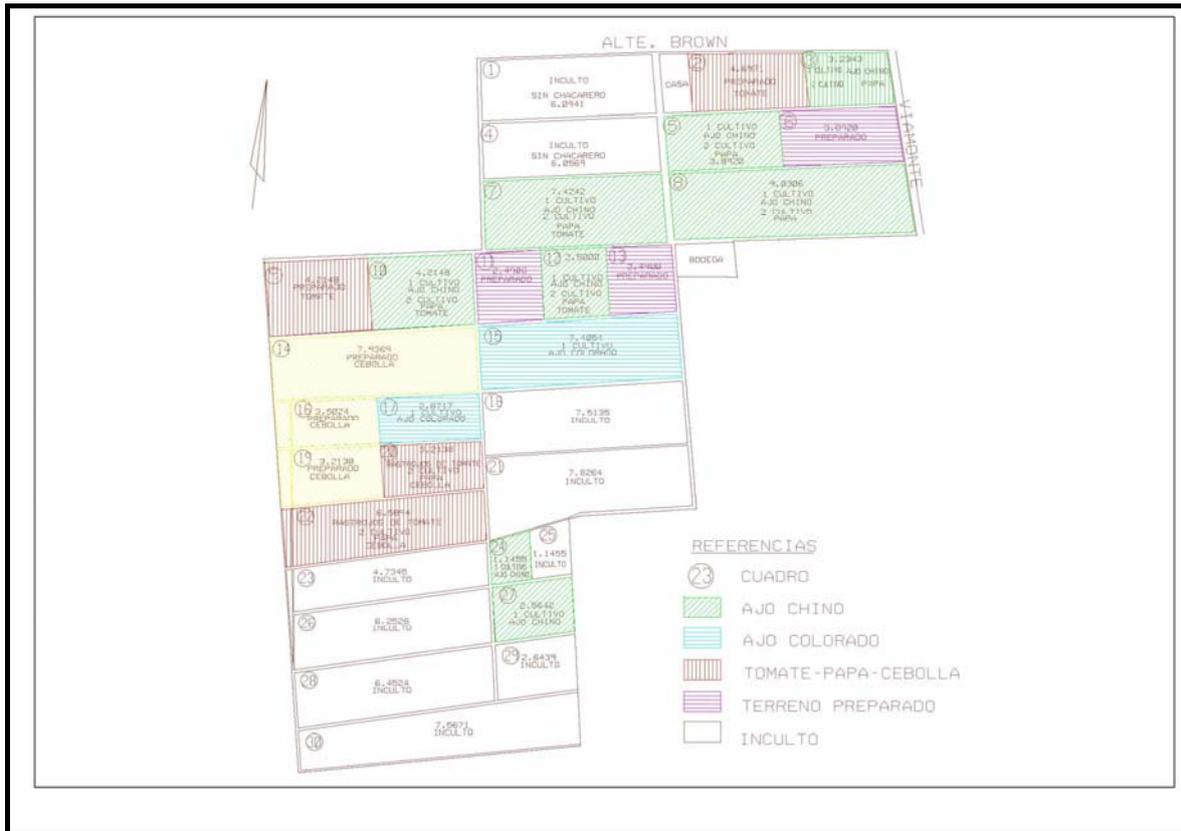
Para obtener información de cultivos, se contó con bases de datos especializadas y relevamientos de la Subgerencia de Gestión Hídrica y Área Catastro-SIG de la Asociación de Inspecciones de Cauces Primera Zona del Río Mendoza del período 2005-2006. En este caso se seleccionó un área representativa de la Higuera 2° Vistalba, irrigada mayormente con agua superficial con distintas parcelas cultivadas (Figura 7) con ajo chino, ajo colorado, tomate, papa y cebolla (Figura 8).

Figura 7 Finca Videla. Higuera 2° Vistalba



Fuente: ASIC; 2006

Figura 8 Área modelada Hijuela 2º Vistalba



Fuente: ASIC, 2006

Para la estimación de los requerimientos de irrigación de los cultivos, se tuvo en cuenta valores referenciales obtenidos a través de Boletín N° 56 de FAO (FAO, 2006), Necesidades de Agua e Métodos de Rega (Pereira 2004), Fundamentos del Riego (Grassi, 1990), Políticas de asignación, Riego y Drenaje (Chambouleyron, 1995), Proyecto de Modernización Lujan Oeste (OEI-DGI, 2005) y Políticas de asignación y distribución del agua en Mendoza Distribución del Agua (Vargas, 1995).

El conocimiento de los factores externos e internos de los suelos se realizó a través de estudios de campo (calicatas) y laboratorio realizados en el área de trabajo, en la que se determinaron los principales parámetros edáficos (Salomón *et. al.*, 2002). En tabla 8 se detallan las principales características edáficas.

Tabla 8. Perfiles y clases texturales área de trabajo

| PERFILES | prof. (cm.) | ar. | L | A | CLASE |
|------------------------------|-------------|------|------|------|--------------------|
| Finca de Cruz (perfil 9) | 0-20 | 37,4 | 48,8 | 13,8 | franca (F) |
| | 20-50 | 46,9 | 45,6 | 7,5 | franca (F) |
| Finca Videla (perfil 10) | 0-30 | 35,9 | 46,3 | 17,8 | franca (F) |
| | 30-45 | 48,9 | 39,1 | 12,0 | franca (F) |
| Finca Granata (perfil 11) | 0-24 | 21,7 | 53,5 | 24,8 | franco-limosa (FL) |
| | 24-50 | 21,2 | 56,5 | 22,3 | franco-limosa (FL) |
| | 50-67 | 10,4 | 71,3 | 18,3 | franco-limosa (FL) |
| | 67-+85 | 27,6 | 47,7 | 34,7 | franco-limosa (FL) |
| | | | | | franca (F) |

Fuente: Salomón, *et al.* 2002

La oferta hídrica primaria se obtuvo de Balances Hídricos del área irrigada del Río Mendoza para el período 2005-2007 (Montagna, 2006), Base de datos, cuadro de turnados y programa de erogaciones de la Subdelegación del Río Mendoza (Dean, Hugo: Comunicación Verbal). Cabe mencionar que el Departamento General de Irrigación realiza la entrega mayorista de agua en la cabecera de la red secundaria, mediante la distribución de las correspondientes alícuotas en volúmenes de acuerdo al seccionado proporcional que se efectúa del Río. Para ello existe una programación consensuada del recurso a través del Departamento de Gestión Hídrica y las correspondientes Gerencias de Asociaciones, de acuerdo al programa de desembalse anual y pronóstico de escurrimiento. En este caso se entrega el agua reducida según la categoría del derecho y en base a la superficie al día, que se transforma en volúmenes y láminas de riego a cada derivación.

El agua ingresada en la red secundaria y terciaria se mide en tiempo real y diferido en las distintas estructuras de medición existentes⁴ en los nodos de distribución de los cauces por la Subgerencia de Gestión Hídrica de la Asociación 1° Zona Río Mendoza, en forma conjunta con la Inspección Luján Oeste. Para ello se realizan campañas de aforos instantáneos y curvas de gastos que permiten calibrar y validar los caudales de entregas interparcelarias. Estas mediciones se efectúan con velocímetro electromagnético y micromolinetes calibrados en laboratorio del Instituto de Hidráulica de la Universidad Nacional de San Juan.

Con los datos de calibración, validación y medición se confeccionan planillas de distribución para ajustar las entregas de acuerdo a la superficies empadronadas y al día (Sánchez, *et al*, 2000), dejando aclarado que a la fecha la distribución mayorista y minorista del agua superficial se efectúa en base a la oferta hídrica, sin tener en cuenta la demanda real de los cultivos y otros usos, a excepción del agua de abastecimiento de población.

II. METODOS

Para la realización del presente trabajo se adoptaron métodos de evaluación de la demanda de riego, que posibilitaran medir la relación suelo-agua-plantas y de la oferta de la fuente hídrica, teniendo en cuenta la distribución y conducción hídrica hasta la parcela.

Para medir necesidad de riego de los cultivos hortícolas seleccionados se aplicó el modelo ISAREG, (Software Model win ISAREG, 2004/2007 Kcisa, Evap 56 versión 1.1) (Pereira, 2004).

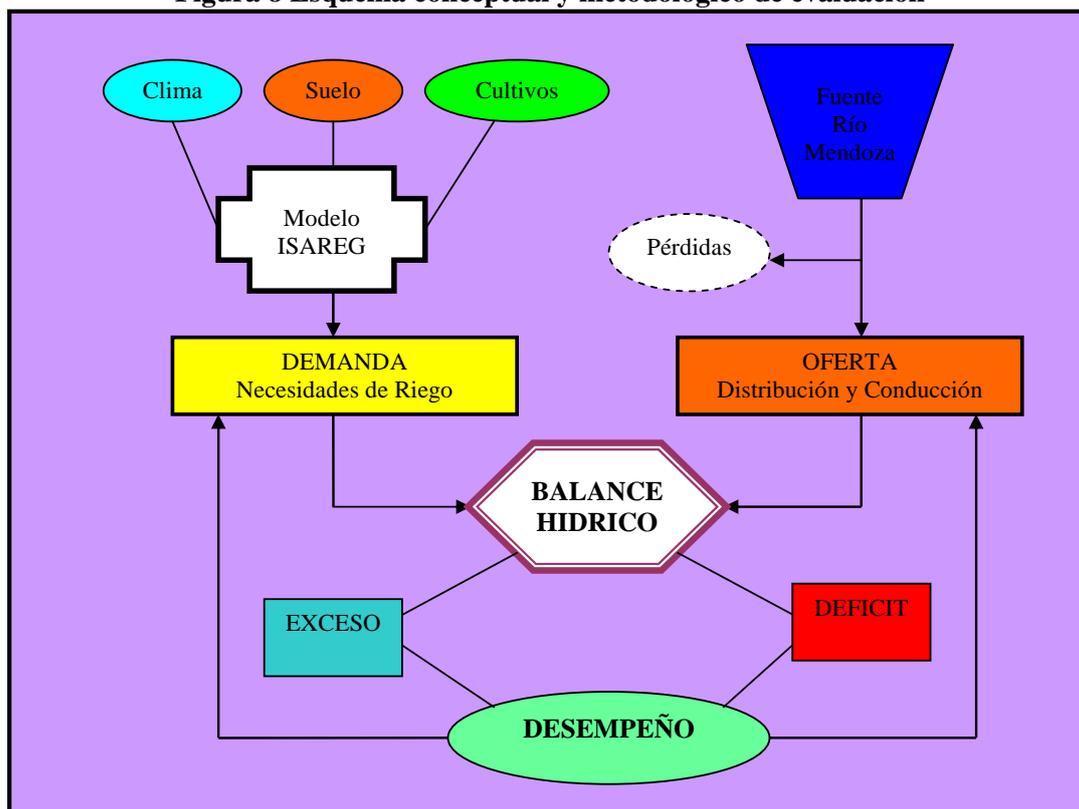
La cuantificación de la oferta hídrica se realizó a través de mediciones y cálculos de las entregas de caudales, y volúmenes desde la Presa Potrerillos y el Dique Derivador Cipolletti hasta los cauces derivados en cabecera correspondiente a los años hidrológicos 2004-2005 y 2005-2006, basados en balance global de la Subdelegación del Río Mendoza. En tanto se midió el agua disponible para riego en la Higuera 2° Vistalba que llega hasta las parcelas con cultivos seleccionados, para corroborar la oferta real deduciendo las pérdidas. Estas tareas se realizaron mediante campañas mensuales de la Subgerencia de Gestión Hídrica de la ASIC.

Una vez determinada la demanda o necesidades de riego y calculada la oferta hídrica superficial a lo largo del calendario agrícola de los años hidrológicos 2005 y 2006, se confrontaron ambas y se obtuvieron los déficits o excesos hídricos que permiten conocer el desempeño de la gestión hídrica.

El marco conceptual y metodológico adoptado, se describe en la figura 8.

⁴ Se cuenta con aforadores “parshall” y “de garganta ancha”.

Figura 8 Esquema conceptual y metodológico de evaluación

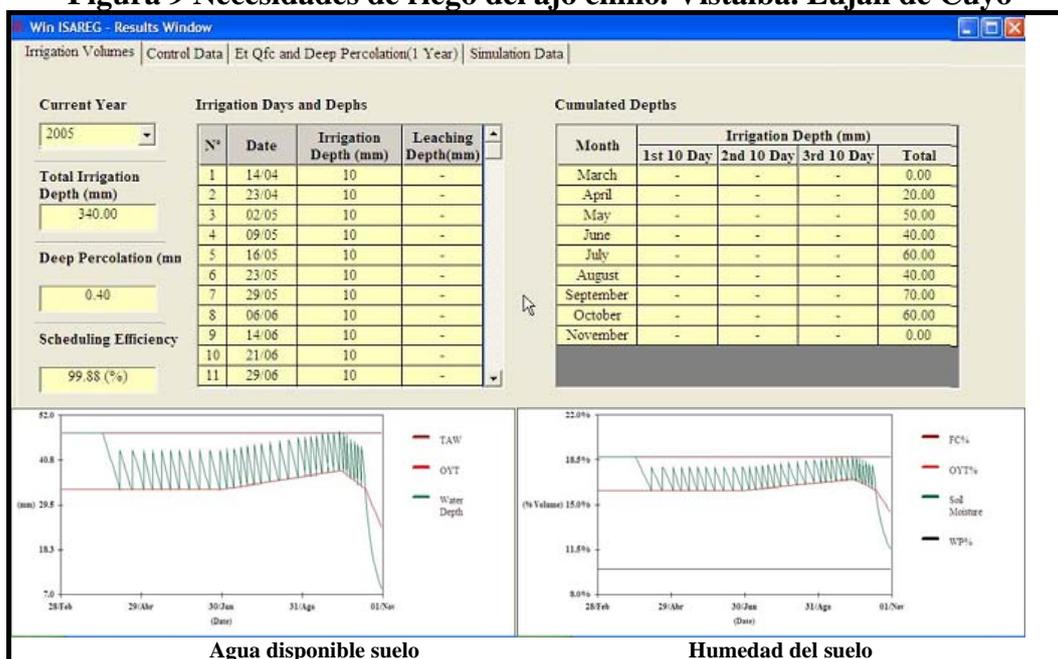


III. RESULTADOS

Se obtuvieron datos de las necesidades de riego del ajo chino, ajo colorado, tomate y papa, durante los ciclos 2005 y 2006, con detalle de las láminas de riego requeridas mensualmente por dichos cultivos.

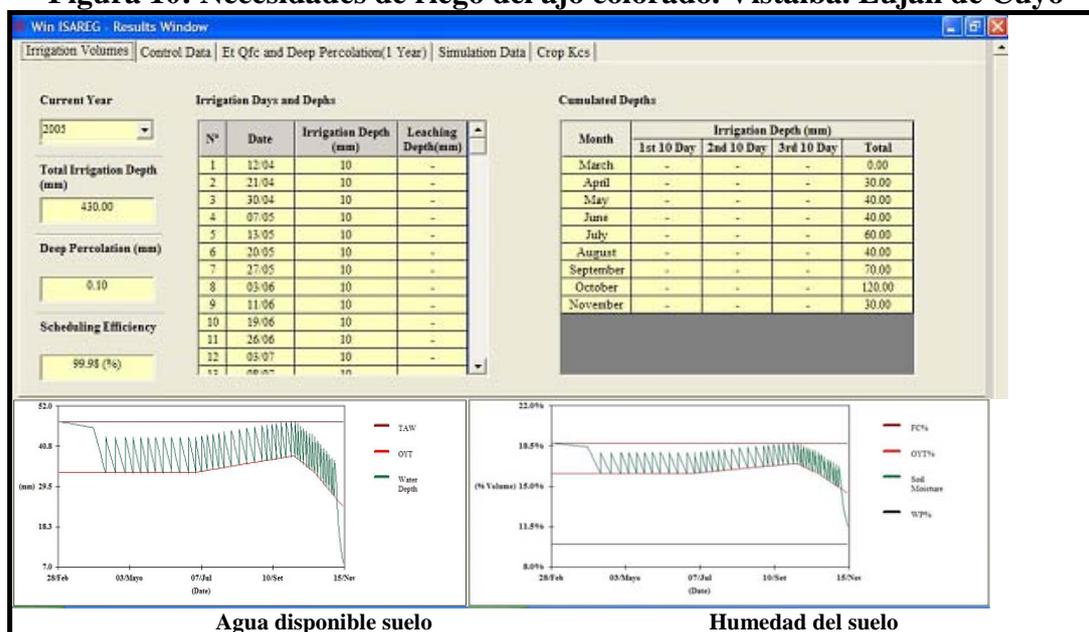
En el caso del ajo chino la lámina total requerida en todo el ciclo, que comienza en el mes de marzo y concluye en noviembre, es de 340 mm, siendo el mes de setiembre el que requiere mayor necesidad de riego con 70 mm (Figura 9).

Figura 9 Necesidades de riego del ajo chino. Vistalba. Luján de Cuyo



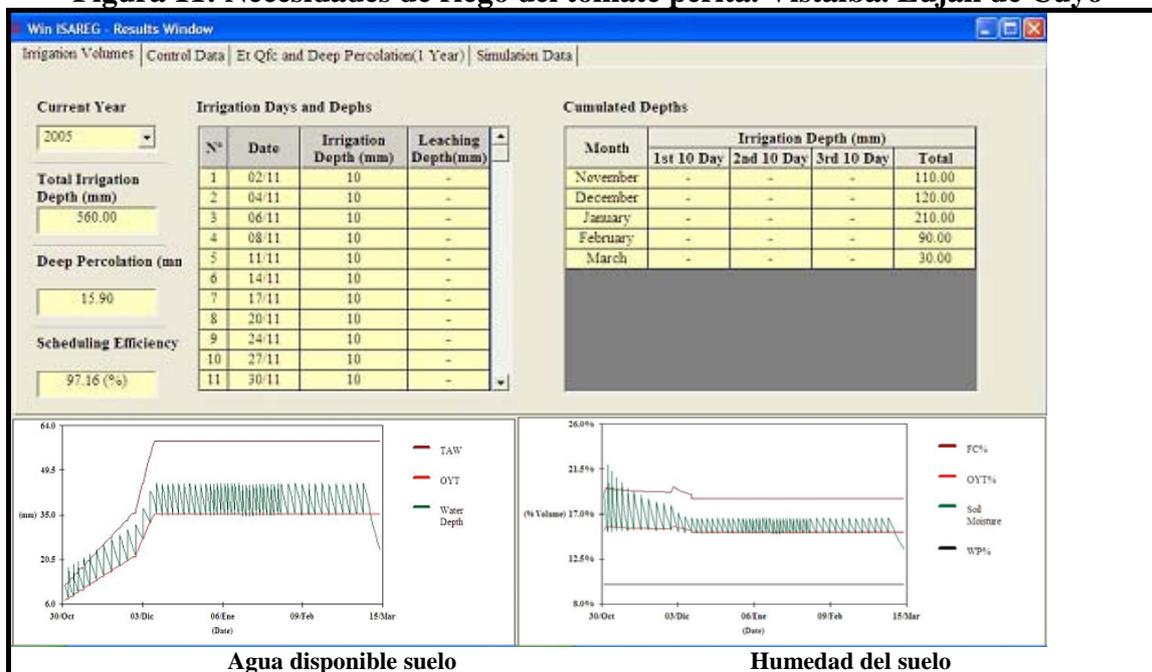
El ajo colorado requiere una lámina total de 430 mm para todo su ciclo, con inicio en el mes de marzo y finalización en el mes de noviembre. Su mayor demanda corresponde al mes de octubre con 120 mm (Figura 10).

Figura 10: Necesidades de riego del ajo colorado. Vistalba. Luján de Cuyo



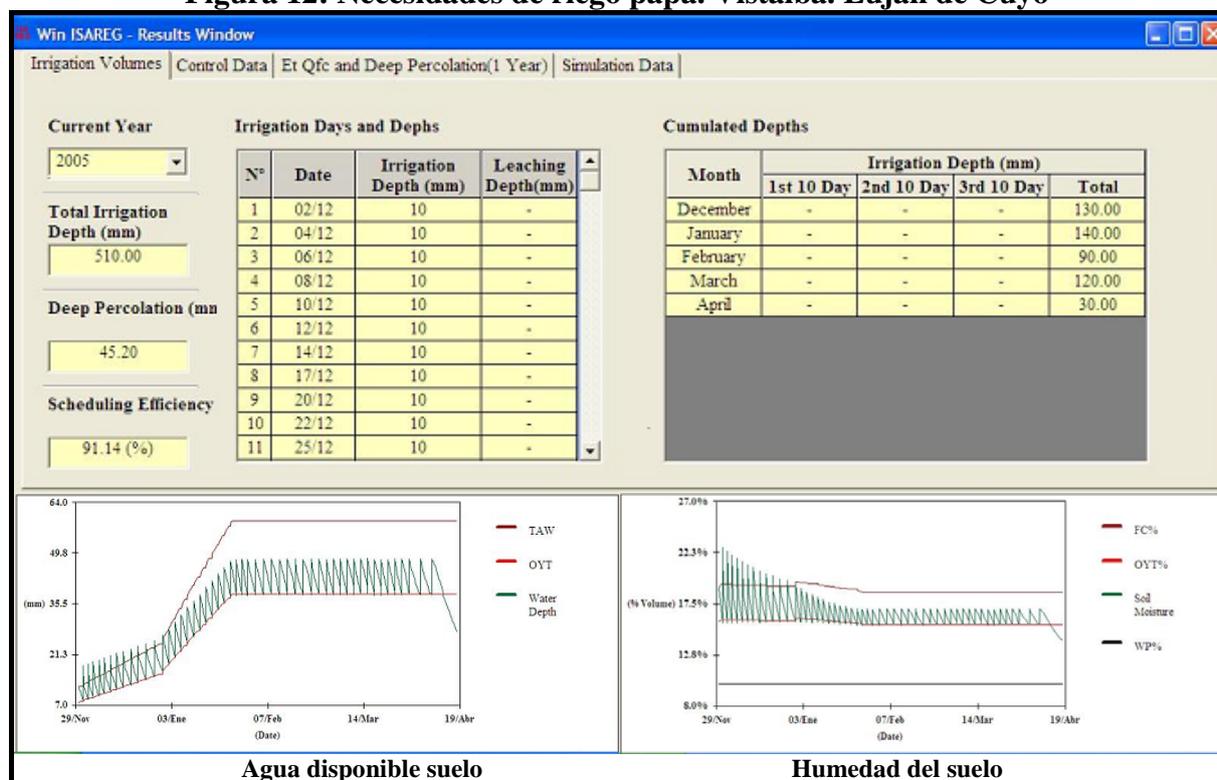
En relación al tomate perita para su cultivo, se necesita de una lámina total de 560 mm para todo el ciclo agrícola, que arranca en el mes de noviembre a marzo. El mes con mayor demanda corresponde a enero con una lámina de 210 mm (Figura 11).

Figura 11: Necesidades de riego del tomate perita. Vistalba. Luján de Cuyo



La papa demanda para todo su ciclo agrícola una lámina total de 510 mm entre diciembre y abril. En tanto el mayor requerimiento hídrico corresponde al mes de enero con 140 mm (Figura 12).

Figura 12: Necesidades de riego papa. Vistalba. Luján de Cuyo



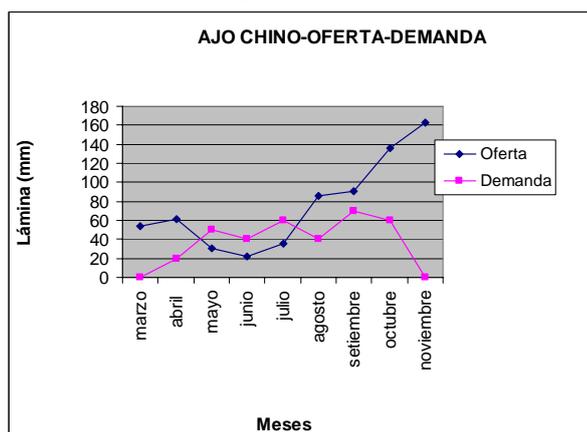
Se confrontaron las necesidades de riego de cada cultivo seleccionado con la oferta hídrica disponible superficial en la cabecera de la parcela, determinándose a lo largo del ciclo agrícola los déficits y excesos hídricos por especie.

El ajo chino presenta un déficit en los meses de mayo, junio y julio con una lámina de 62 mm y un exceso hídrico en los meses de marzo y abril de 95 mm y durante agosto a noviembre de 305 mm (Tabla 9 y Figura 13).

Tabla 9 Confrontación demanda de riego ajo chino y oferta hídrica superficial

| Año | Mes | Has p/riego | Coefficiente de dotacion (l/s*ha) | Consumo (m3/ha mes) | lámina (mm) en cabecera mensual | lámina (mm) en cabecera diaria | Perdidas (Ef. cond:0,90-Ef. distr:0,85) | Lamina en toma de finca(mm) | Lamina de riego(mm) ISAREG-Necesidad de riego | DEFICIT-EXCESO DE RIEGO (mm) | |
|-------|-----------|-------------|-----------------------------------|---------------------|---------------------------------|--------------------------------|---|-----------------------------|---|------------------------------|--|
| 2005 | marzo | 568 | 0.77 | 701 | 70 | 2.3 | 16 | 54 | 0 | 54 | |
| 2005 | abril | 561 | 0.76 | 794 | 79 | 2.6 | 19 | 61 | 20 | 41 | |
| 2005 | mayo | 529 | 0.71 | 396 | 40 | 1.3 | 9 | 30 | 50 | -20 | |
| 2005 | junio | 528 | 0.70 | 282 | 28 | 0.9 | 7 | 22 | 40 | -18 | |
| 2005 | julio | 559 | 0.75 | 465 | 47 | 1.5 | 11 | 36 | 60 | -24 | |
| 2005 | agosto | 559 | 0.75 | 1127 | 113 | 3.6 | 26 | 86 | 40 | 46 | |
| 2005 | setiembre | 559 | 1.03 | 1181 | 118 | 3.9 | 28 | 90 | 70 | 20 | |
| 2005 | octubre | 557 | 1.05 | 1777 | 178 | 5.7 | 42 | 136 | 60 | 76 | |
| 2005 | noviembre | 558 | 0.98 | 2133 | 213 | 7.1 | 50 | 163 | 0 | 163 | |
| TOTAL | | | | 8856 | 886 | | 208 | 678 | 340 | | |

Figura 13

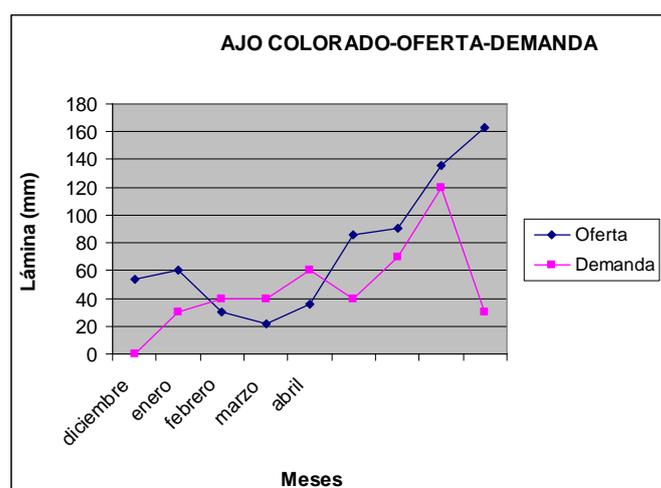


El ajo colorado presenta un déficit hídrico en los meses de mayo, junio y julio, equivalente a una lámina de 52 mm. En cambio presenta exceso hídrico en los meses de marzo y abril con 85 mm y en agosto a noviembre llega a 215 mm (Tabla 10 y Figura 14).

Tabla 10 Confrontación demanda de riego ajo colorado y oferta hídrica superficial

| Año | Mes | Has p/riego | Coefficiente de dotacion (l/s*ha) | Consumo (m3/ha mes) | lámina (mm) en cabecera mensual | lámina (mm) en cabecera diaria | Perdidas (Ef. cond:0,90-Ef. distr:0,85) | Lamina en toma de finca(mm) | Lamina de riego(mm) ISAREG-Necesidad de riego | DEFICIT-EXCESO DE RIEGO (mm) |
|-------|-----------|-------------|-----------------------------------|---------------------|---------------------------------|--------------------------------|---|-----------------------------|---|------------------------------|
| 2005 | marzo | 568 | 0.77 | 701 | 70 | 2.3 | 16 | 54 | 0 | 54 |
| 2005 | abril | 561 | 0.76 | 794 | 79 | 2.6 | 19 | 61 | 30 | 31 |
| 2005 | mayo | 529 | 0.71 | 396 | 40 | 1.3 | 9 | 30 | 40 | -10 |
| 2005 | junio | 528 | 0.70 | 282 | 28 | 0.9 | 7 | 22 | 40 | -18 |
| 2005 | julio | 559 | 0.75 | 465 | 47 | 1.5 | 11 | 36 | 60 | -24 |
| 2005 | agosto | 559 | 0.75 | 1127 | 113 | 3.6 | 26 | 86 | 40 | 46 |
| 2005 | setiembre | 559 | 1.03 | 1181 | 118 | 3.9 | 28 | 90 | 70 | 20 |
| 2005 | octubre | 557 | 1.05 | 1777 | 178 | 5.7 | 42 | 136 | 120 | 16 |
| 2005 | noviembre | 558 | 0.98 | 2133 | 213 | 7.1 | 50 | 163 | 30 | 133 |
| TOTAL | | | | 8856 | 886 | | 208 | 678 | 430 | |

Figura 14

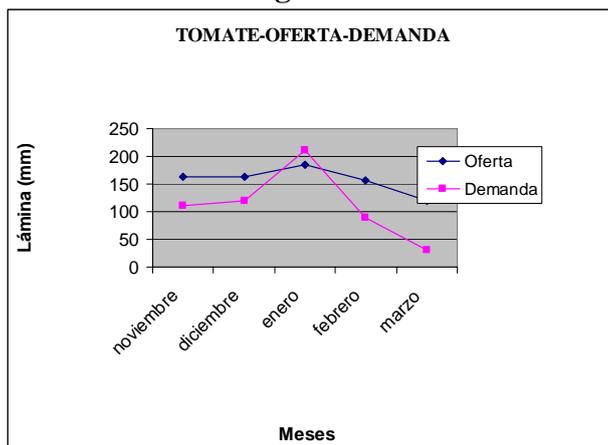


El tomate presenta déficit durante el mes de enero, correspondiéndole una lámina de 26 mm y exceso hídrico en los meses de noviembre y diciembre con 95 mm y 156 mm de febrero a marzo (Tabla 11 y Figura 15).

Tabla 11 Confrontación demanda de riego tomate (perita) y oferta hídrica superficial

| Año | Mes | Has p/riego | Coficiente de dotacion (l/s*ha) | Consumo (m3/ha mes) | lámina (mm) en cabecera mensual | lámina (mm) en cabecera diaria | Perdidas (Ef. cond:0,90- Ef. distr:0,85) | Lamina en toma de finca(mm) | Lamina de riego(mm) ISAREG- Necesidad de riego | DEFICIT- EXCESO DE RIEGO (mm) |
|-------|-----------|-------------|---------------------------------|---------------------|---------------------------------|--------------------------------|--|-----------------------------|--|-------------------------------|
| 2005 | noviembre | 558 | 0.98 | 2133 | 213 | 7.1 | 50 | 163 | 110 | 53 |
| 2005 | diciembre | 562 | 1.10 | 2117 | 212 | 6.8 | 50 | 162 | 120 | 42 |
| 2006 | enero | 557 | 1.2 | 2406 | 241 | 7.8 | 57 | 184 | 210 | -26 |
| 2006 | febrero | 557 | 1.2 | 2047 | 205 | 7.3 | 48 | 157 | 90 | 67 |
| 2006 | marzo | 557 | 1.13 | 1562 | 156 | 5.0 | 37 | 119 | 30 | 89 |
| TOTAL | | | | 10264 | 1026 | | 241 | 785 | 560 | |

Figura 15

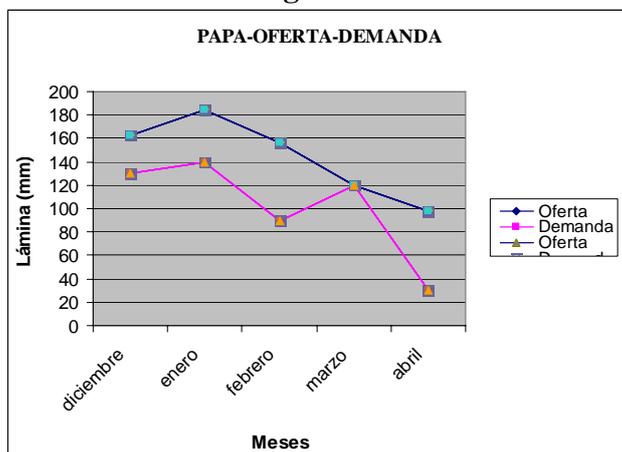


El cultivo de papa presenta ínfimo déficit en el mes de marzo de 1 mm y exceso hídrico en los meses de diciembre a febrero con 143 mm y 68 mm en marzo (Tabla 12 y Figura 16).

Tabla 12 Confrontación demanda de papa y oferta hídrica superficial

| Año | Mes | Has p/riego | Coficiente de dotacion (l/s*ha) | Consumo (m3/ha mes) | lámina (mm) en cabecera mensual | lámina (mm) en cabecera diaria | Perdidas (Ef. cond:0,90- Ef. distr:0,85) | Lamina en toma de finca(mm) | Lamina de riego(mm) ISAREG- Necesidad de riego | DEFICIT- EXCESO DE RIEGO (mm) |
|-------|-----------|-------------|---------------------------------|---------------------|---------------------------------|--------------------------------|--|-----------------------------|--|-------------------------------|
| 2005 | diciembre | 562 | 1.10 | 2117 | 212 | 6.8 | 50 | 162 | 130 | 32 |
| 2006 | enero | 557 | 1.2 | 2406 | 241 | 7.8 | 57 | 184 | 140 | 44 |
| 2006 | febrero | 557 | 1.2 | 2047 | 205 | 7.3 | 48 | 157 | 90 | 67 |
| 2006 | marzo | 557 | 1.13 | 1562 | 156 | 5.0 | 37 | 119 | 120 | -1 |
| 2006 | abril | 571 | 0.96 | 1278 | 128 | 4.3 | 30 | 98 | 30 | 68 |
| TOTAL | | | | 9410 | 941 | | 221 | 720 | 510 | |

Figura 16



IV. CONCLUSIONES

De los cultivos hortícolas seleccionados y su modalidad local de implantación, surge que en las condiciones actuales el ajo chino es la especie que mayor déficit hídrico presenta, en cambio la papa prácticamente tiene cubiertas sus necesidades de riego a lo largo de todo su ciclo productivo.

En la mayoría de los cultivos hortícolas de referencia, la oferta hídrica no acompaña a la demanda hídrica durante su desarrollo vegetativo, existiendo un fuerte desfasaje con los requerimientos e importantes excesos hídricos a la finalización de los ciclos agrícolas. Esta situación genera efectos sobre el rendimiento y calidad de los productos, como así también la necesidad de suplementar la oferta hídrica superficial a “turno” o con “cortas”, con agua proveniente de bombeo subterráneo; para lograr mayor garantía y evitar el estrés hídrico. También se produce un derroche energético al tener que emplearse otras fuentes hídricas no gravitacionales, en una zona con pozos muy profundos y limitados.

La gran variedad registrada entre excesos y déficits hídricos mensuales para los cultivos ensayados, es un importante indicador de gestión hídrica; ya que permite medir el desempeño en el manejo del agua para la irrigación. En este aspecto al encontrarse condicionada la oferta hídrica a la conducción y distribución, es imprescindible mejorar la productividad en el manejo del agua para evitar las variaciones extremas registradas.

Para contar con mayor garantía en la disponibilidad del recurso hídrico, deben mitigarse las pérdidas detectadas en la conducción desde la fuente del río a las parcelas

El agua superficial debe ser distribuida en función de las necesidades de los cultivos y la relación equilibrada agua-suelo-planta y no por equivalencia a superficie empadronada.

La aplicación metodológica realizada para obtener las necesidades de los cultivos hortícolas, ensayadas a través del modelo ISAREG, se convierte en un método de evaluación superior y eficiente para la región y se constituye como un instrumento necesario para la planificación y gestión hídrica. A tal efecto, es importante seguir avanzando en sus aplicaciones y desarrollos, como así también en la vinculación espacial y temporal de los datos a través de SIG, con fines operativos.

V. AGRADECIMIENTOS

Para la elaboración del presente trabajo, se quiere destacar la importante y destacada colaboración de las siguientes personas:

Técnico Mauricio Molina (ASIC Primera Zona Río Mendoza)

Tomero Eduardo Alonzo (Hijuela 2° Vistalba)

Enol. Alejandro Diez (Inspector de Cauce Luján Oeste)

Ing. Roberto Montagna (Subdelegación Río Mendoza)

Ing. Hugo Dean (Subdelegación Río Mendoza)

Ing. Cicero e Ing. Caretta (Cátedra de Meteorología Agrícola-Facultad de Agronomía Universidad Nacional de Cuyo)

Productores y Contratistas de Finca Videla (Vistalba, Luján de Cuyo)

VI. BIBLIOGRAFIA

ABRAHAM, E. (2000): **Geomorfología de la Provincia de Mendoza**. En: Abraham, E. y F. Martinez (editores) Argentina. Recursos y problemas Ambientales de las Zonas Áridas. Primera Parte: Provincias de Mendoza, San Juan y La Rioja. Tomo I: Caracterización Ambiental. GTZ, IDR (Universidad de Granada), IADIZA, SDSyPA. Argentina, 29:48, 144p.ISBN 987-20906-2-9.

ABRAHAM, E., ABAD, J. LORA BORRERO, B., SALOMON, M., SANCHEZ, C. y SORIA, D. (2007): **Caracterización y valoración hidrológica de la cuenca del Río Mendoza mediante elaboración de modelo conceptual de evaluación**. XXI Congreso nacional del Agua, Tucumán. Argentina. 011:247

ALBRIEU H., C. SÁNCHEZ y M. SALOMÓN (2006): **Problemática Actual del Sistema Hídrico -Canal Cacique Guaymallen**. Consejo de Asociaciones e Inspecciones de Cauce del Río Mendoza.Mendoza.Argentina http://www.asicprimerazona.com.ar/asic/publicaciones/Documento_Canal_Cacique_Guaymallen.pdf

ALLEN, R., SMITH, M., PEREIRA, L., RAES, D., WRIGH J. (2000): **Revised FAO Procedures for Calculating Evapotranspiration: Irrigation and Drainage Paper No. 56 with Testing in Idaho**. In: M. Flug, D. Frevert, D.W. Watkins (Eds.) Watershed Management 2000. ASCE Conf.Proc. 105, 125 CD-ROM.

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

ASOCIACION PRIMERA ZONA RIO MENDOZA (2006): **Campaña anual de mediciones de caudales de cauces 1º Zona de riego Río Mendoza**. (Inédito)

CHAMBOULEYRÓN, J. (1995): **Riego y Drenaje**. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Cuyo. Mendoza. Argentina. Tomo 1 y 2.

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

DEPARTAMENTO GENERAL DE IRRIGACIÓN (1999): **Plan Hídrico para la provincia de Mendoza. Bases y Propuestas para el Consenso de una Política de Estado**. Gobierno de Mendoza. Argentina.

DEPARTAMENTO GENERAL DE IRRIGACIÓN (2005): **Pronóstico de escurrimiento temporada 2005**. Gobierno de Mendoza. Argentina.

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS (2006): **Boletín Agrometeorológico. Estación Agrometeorológica Chacras de Coria**. Mendoza. Argentina. Universidad Nacional de Cuyo
DEPARTAMENTO GENERAL DE IRRIGACION (1996): **Descripción preliminar de la Cuenca del Río Mendoza**. Mendoza, 120 p

FAO (2004): **Plan Director de la Cuenca del Río Mendoza. Proyecto FAO/ARG 00/008**. Gobierno de Mendoza. Departamento General de Irrigación.

FORTES P., PEREIRA L., CAMPOS A. (2004): **GISAREG, a GIS based irrigation scheduling simulation model**. In: M. Kuiper et al. (Ed.) *Modernisation de l'Agriculture Irriguée* (Semin. Wademed, Rabat, Maroc, Apr. 2004), IAV Hassan II, Rabat et IRD, Montpellier (in press) (<http://www.wademed.net/Articles/205Campos.pdf>).

FORTES P., TEODORO P. , CAMPOS A. , MATEUS P. , PEREIRA L. (2005): **Model tools for irrigation scheduling simulation: WINISAREG and GISAREG** (this issue).

GRASSI, C. (1990): **Fundamentos del riego**. Mérida Venezuela, CIDIAT, 409 p.

INDEC (2002): **Censo Nacional de Población y Vivienda**, Dirección Nacional de Estadísticas y Censos, Argentina.

MONTAGNA, R. (2006): **Balance Hídrico Global para el Río Mendoza 2005-2007**. Departamento General de Irrigación. Subdelegación de Aguas del Río Mendoza. (Inédito)

PEREIRA, L.S. (2003): **Indicadores de desempenho de sistemas hídricos e de sistemas de rega**. En: AF Cirelli e E.M. Abraham (Eds.) *El Agua en Iberoamérica. Aspectos de la problemática de las tierras secas*. CYTED XVII, CYTED, Buenos Aires, pp. 131-140.

PEREIRA, L.S. (2003): **Indicadores de uso da água**. En: AF Cirelli e E.M. Abraham (Eds.) *Uso y Gestión del Agua en tierras Secas*. Vol. XI *El Agua en Iberoamérica*. CYTED Área IV. 13 : 207-214. ISBN 987-43-8181-7

PEREIRA, L.S. (2004): **Necesidades de Água e Métodos de Rega**. Publ. Europa-América, Lisboa, 313 p.

PEREIRA, L. S.; TEODORO, P. R.; RODRIGUES, P. N.; TEIXEIRA J. L. (2003): **Irrigation scheduling simulation: the model ISAREG**. In: *Tools for Drought Mitigation in editerranean Regions* (Rossi G; Cancelliere A; Pereira L S; Oweis T; hatanawi M; Zairi A, Eds) pp 161–180. Kluwer, Dordrecht

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

REGAIRAZ, M. (1997): **Evaluación de Suelos. Cuencas Precordilleranas y Terrazas del Río Mendoza**. Asociación Primera Zona Río Mendoza. Inédito. 35 p.

REGAIRAZ, C. (2000): **Suelos de Mendoza**. En: ABRAHAM, E.M. y RODRÍGUEZ MARTINEZ (eds.) (2000). *Argentina: recursos y problemas ambientales de la zona árida*. Provincias de Mendoza, San Juan y La Rioja. Junta de Gobierno de Andalucía, Universidades y Centros de Investigación de la Región Andina Argentina, Mendoza

SALOMÓN, M. (2007): **Mendoza, la ex - ciudad más limpia del país y con cauces colectores de residuos**. Fundación OIKOS. Mendoza. Argentina.

SALOMÓN, M., LOYOLA, L., C. MARTÍN y C. SÁNCHEZ (2001a): **Modernización del sistema de distribución hídrica en el área Luján Oeste. Provincia de Mendoza. Argentina**. Irrigation Symposium. International Society for Horticultural Science. Mendoza. Argentina. Management 8:10.

SALOMON, M., PITHOD, P. y E. ABRAHAM (2001b). **Proceso Metodológico de Evaluación de Impacto Ambiental de la Presa Potrerillos. Río Mendoza.** Irrigation Symposium. International Society for Horticultural Science. Mendoza. Argentina. Sustainability8:10 [http://www.asicprimerazona.com.ar/asic/publicaciones/proceso Metodologico potrerillos.pdf](http://www.asicprimerazona.com.ar/asic/publicaciones/proceso%20Metodologico%20potrerillos.pdf)

SALOMON, M., ABRAHAM, E., REGAIRAZ, M., y N. SORIA (2002): **Evaluación de Tierras en las cuencas del C° Pelota, C° Petaca, El Peral, Chacras de Coria y El Manzano. Mendoza (Argentina).** En: IX Jornadas Cuyanas de Geografía. Programa-Resúmenes. 1:39

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

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

SALOMÓN, M., LOYOLA, L., C. MARTÍN y C. SÁNCHEZ (2006): **Proyecto de Modernización de Infraestructura y Tecnologías para la Gestión del Sistema de Riego Lujan Oeste. Provincia de Mendoza. Argentina.** En: I Congreso Iberoamericano de Riego y Drenaje. Lima. Perú. 1:18

SATLARI, J., G. ANTONETTI y J. MOLINA (1997): **Análisis de los usos hortícolas en la zona irrigada del oasis Norte de Mendoza.** Departamento General de Irrigación.20 p.

SANCHEZ, C., DE BLASSIS J. y M. SALOMÓN (2000): **Aporte Metodológico a la Distribución Hídrica. Estudio de caso Canal Primero Vistalba.** Congreso Internacional de Eficiencia del Agua. Mendoza. República Argentina. Universidad Nacional de Cuyo - Departamento General de Irrigación.13:9

SECRETARÍA DE AGRICULTURA GANADERÍA PESCA Y ALIMENTACIÓN-GOBIERNO DE MENDOZA-DEPARTAMENTO GENERAL DE IRRIGACIÓN (2005): **Modernización Área de Riego Luján Oeste.** Proyecto Convenio OEI-DGI Acta N° 6 - Estudio de Factibilidad - -Anexo 1: Infraestructura de Riego - Apéndice 1: Oferta Hídrica, Demanda y Caudales. Mendoza. Argentina.

SOIL CONSERVATION SERVICE (1968): **A method for estimating volume and rate of runoff in small watersheds.** SCS-TP-149. EE.UU. 19 p.

SOIL SURVEY STAFF (1951): **Soil Survey Manual,** United States Department of Agriculture, Handbook 18. 503 p.

TORRES, E., E. ABRAHAM, E. MONTAÑA, M. SALOMON, L. TORRES, S. URBINA y M. FUSARI (2003): **Mendoza y el uso del Agua.** CYTED, El Agua en Iberoamérica. Aspectos de la problemática de las tierras secas. Editores Alicia Fernández Cirelli y Elena María Abraham Subprograma XVII Aprovechamiento y Gestión de los Recursos Hídricos, Buenos Aires, Argentina. Volumen VI 17:33. ISBN 987-43-6507-2

TORRES, E., MONTAÑA, E., ABRAHAM, E. y L. TORRES (2005): **Problemas del uso del agua en tierras secas: Oasis y desierto en el norte de Mendoza (Argentina)** CYTED, En: AF Cirelli e E.M. Abraham (Eds.) Uso y Gestión del Agua en tierras Secas. Vol. XI El Agua en Iberoamérica. CYTED. Área IV.1: 11-25. ISBN 987-43-8181-7

USDA, SOIL CONSERVATION SERVICE (1983): **National Soils Handbook**. Superint.of Doc. Washington DC

VARGAS, C. (1995): **Políticas de asignación y distribución del agua en Mendoza**. S.A.G.y P.- S.S.E.A-P.R.O.S.A.P. Mendoza. Argentina.

VITALE, G. (1941): **Hidrología Mendocina. Contribución a su conocimiento**. Mendoza. Argentina. Editorial Talleres Daccurzio. 245 p.