

# Estudios de Retornos en las Areas Bajo Riego del Río Colorado







# COMITÉ INTERJURISDICCIONAL DEL RÍO COLORADO

## Consejo de Gobierno

Presidente

MINISTRO DEL INTERIOR:

Dr. Aníbal Fernández

Integrantes

GOBERNADOR DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES

Ing. Felipe Solá

GOBERNADOR DE LA PROVINCIA DE LA PAMPA

Dr. Rubén Marín

GOBERNADOR DE LA PROVINCIA DE MENDOZA

Ing. Roberto Iglesias

GOBERNADOR DE LA PROVINCIA DEL NEUQUÉN

Don Jorge Sobisch

GOBERNADOR DE LA PROVINCIA DE RÍO NEGRO

Dr. Pablo Verani

## Comité Ejecutivo

Presidente

REPRESENTANTE DE LA NACIÓN:

Dr. Juan J. Pico

Integrantes

REPRESENTANTES PROVINCIALES TITULARES Y ALTERNOS

BUENOS AIRES

Ing. Horacio P. Boland

LA PAMPA

Ing. Jaime L. Sterin, Ing. Raúl Gatto Cáceres

MENDOZA

Ing. Néstor E. Arias, Ing. Carlos A. Santilli

NEUQUÉN

Ing. Eduardo Vidal, Inga Marcela González

RÍO NEGRO

Ing. Horacio R. Collado, Ing. Daniel A. Petri

GERENTE TÉCNICO:

Ing. Juan E. Perl

GERENTE ADMINISTRATIVO:

Cr. Bautista A. Pérez



# ESTUDIO DE RETORNOS EN LAS ÁREAS BAJO RIEGO DEL RÍO COLORADO

## INFORME FINAL ETAPA II

## ANÁLISIS COMPARATIVO ETAPAS I Y II

Ing. Juan Enrique Perl

Dr. Norman Peinemann

Ing. Ing. Ricardo Coppo

Ing. Fernando Oscar Andrés

Aprobado por el Comité Ejecutivo del COIRCO en su reunión del 31 de octubre de 2003.  
Se autoriza la utilización de la información que contiene, siempre que se cite la fuente.



Adhesión al Año Internacional del Agua Dulce - 2003



# Tabla de Contenidos

ANTECEDENTES .....	9
<b>2 MODELO CONCEPTUAL .....</b>	<b>11</b>
2.1 Introducción .....	11
2.2 Área de estudio .....	12
2.3 Ubicación geográfica .....	14
2.4 Esquema del modelo .....	16
2.5 Modelo matemático .....	18
2.5.1 Modelo hídrico .....	18
2.5.2 Modelo de sales .....	21
<b>3 ANÁLISIS HIDROLÓGICO .....</b>	<b>23</b>
3.1 Volúmenes de agua, precipitación y evaporación .....	23
3.2 Infiltración profunda .....	24
3.3 Retornos calculados y medidos .....	26
3.3.1 Respuesta característica .....	26
3.3.2 Volumen de retorno (calculado) .....	27
<b>4 ANÁLISIS QUÍMICOS .....</b>	<b>31</b>
4.1 Ingresos y egresos .....	31
4.2 Análisis temporal .....	32
4.3 Análisis comparativo de las dos etapas .....	33
4.4 Modelo de comportamiento .....	34
4.5 Comparación cualitativa .....	36
<b>5 RESULTADOS Y CONCLUSIONES .....</b>	<b>39</b>
5.1 Velocidad de infiltración y de retorno .....	39
5.2 Relación entre riego y drenaje .....	40
5.3 Calidad del agua retornada al río .....	41
5.4 Aplicación a áreas futuras .....	43
<b>6 BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>45</b>
<b>7 APÉNDICES .....</b>	<b>47</b>
Apéndice A Volúmenes de agua, precipitación y evaporación .....	49
Apéndice B Infiltración profunda .....	57
Apéndice C Análisis químicos .....	65



A principios de 1984 el Instituto Nacional de Ciencia y Técnica Hídricas (INCYTH) y el Comité Interjurisdiccional del Río Colorado (COIRCO) firmaron un contrato de Asistencia Técnica con el propósito de estudiar los procesos de retorno de drenaje y la salinización de la cuenca del río Colorado, aspectos contemplados en el Programa Único Acordado [COIRCO, 1976].

En su primera etapa, finalizada en Julio de 1984, se desarrolló la formulación conceptual y el diseño experimental [INCYTH, 1984]. En la misma se planteó el modelo matemático para ser aplicado a los datos de campo que serían medidos posteriormente durante un período de tres años, entre agosto de 1985 y julio de 1988. En el mes de noviembre de 1991 se publicaron los resultados de esta etapa del estudio [INCYTH, 1991].

El estudio consideró tres situaciones, de acuerdo a las diferencias geomorfológicas presentes en la cuenca, denominadas de Valle, de Costa y de Planicie. En cada zona se aplicó un modelo matemático para los escurrimientos subterráneos, planteando la condición de continuidad hídrica en el acuífero.

Por su representatividad en la cuenca, la zona de Valle resultó de especial interés, considerándose oportuno realizar una segunda etapa de medición de tres años entre 1996 y 1999. Por diversos problemas técnicos no fue posible iniciar el ciclo de medición hasta noviembre de 1996, por lo que las mismas se extendieron hasta julio de 2000 para poder así contar con tres ciclos hídricos completos.

En este informe se presentan los resultados del procesamiento de datos obtenidos en la segunda etapa empleando el modelo desarrollado por el INCYTH. Además se incluyen algunos cuadros comparativos a fin de poder evaluar las variaciones de calidad, cantidad y retardo que sufrió el agua de retorno entre las dos etapas.



## II MODELO CONCEPTUAL

### 2.1 Introducción

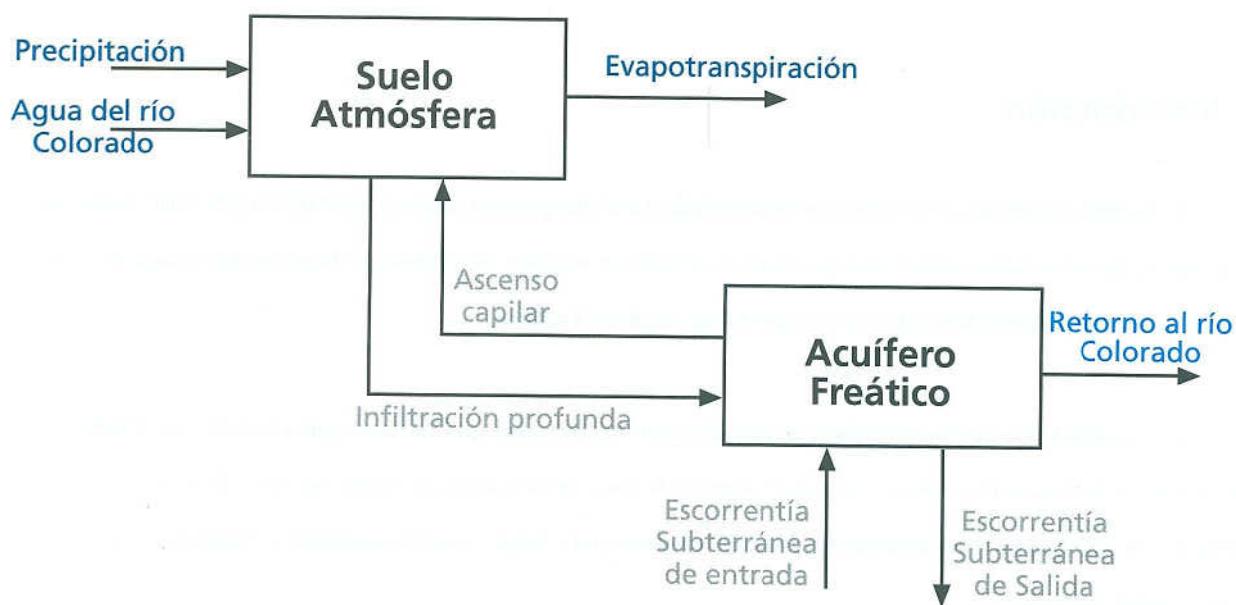
El modelo matemático de base fue desarrollado en el documento original del INCYTH [INCYTH, 1984]. En este caso, partiendo de los estudios realizados por Dupuit se creó un modelo de sistema de flujo de agua basado en dos subsistemas: el subsistema Suelo-Atmósfera y el subsistema Acuífero-Freático.

En el subsistema Suelo-Atmósfera se consideraron los procesos que tienen lugar en la capa atmosférica relevante para la actividad agrícola y los que se desarrollan en la zona de aireación del suelo. Se identificaron como variables de entrada a este subsistema la precipitación y las derivaciones para riego, y como variables de salida la evapotranspiración y la infiltración profunda.

El subsistema Acuífero-Freático recibe como variables de entrada la infiltración profunda y la escorrentía subterránea (compuesta por los flujos hidráulicos provenientes de las regiones circundantes), y como variables de salida, el agua recolectada por los drenes de retorno y la escorrentía subterránea.

Este modelo conceptual es una descripción simplificada de los procesos hidrológicos que ocurren en el suelo y en el subsuelo, teniendo en cuenta las complejidades y variaciones que existen en la naturaleza. Es importante recordar que este modelo es una herramienta útil para comprender y prever los cambios en el sistema hidrológico, pero no es una descripción completa ni precisa de todos los procesos que ocurren en la tierra.

Este modelo conceptual es una descripción simplificada de los procesos hidrológicos que ocurren en el suelo y en el subsuelo, teniendo en cuenta las complejidades y variaciones que existen en la naturaleza. Es importante recordar que este modelo es una herramienta útil para comprender y prever los cambios en el sistema hidrológico, pero no es una descripción completa ni precisa de todos los procesos que ocurren en la tierra.



En el estudio original se descartó el efecto de un posible flujo ascendente por capilaridad desde el subsistema del acuífero hacia el subsistema Suelo-Atmósfera basándose en las características de la vegetación predominante, las condiciones climáticas de la región y el comportamiento de la capa freática durante el ciclo de riego.

Además, una vez evaluada la evolución de los niveles freáticos en sus diversas líneas durante la primera etapa [INCYTH, 1991], y habiéndose comprobado que éstos no variaron significativamente al cabo de cada ciclo anual, pudo asumirse que la escorrentía subterránea neta era despreciable. Esto motivó que no se hicieran las mediciones freáticas en la segunda etapa del estudio.

## 2.2 Área de estudio

El área de estudio se encuentra al norte y al este de la localidad de Colonia 25 de Mayo y corresponde a las áreas de riego conocidas como El Sauzal y la Ampliación de El Sauzal. La misma fue descripta en el "Estudio de Revisión y Actualización del Sistema de Aprovechamiento Múltiple del Río Colorado en Colonia 25 de Mayo – La Pampa" [CFI, 1982]. En este estudio se documenta que:

Debido a las condiciones climáticas, caracterizadas por aridez, vientos fuertes, balance hídrico deficitario, el proceso de formación de los suelos en la zona estudiada se caracteriza por ser incipiente, la lixiviación es prácticamente nula y el perfil no presenta casi ningún desarrollo.

Las condiciones de formación y evolución de los suelos así como los materiales originarios son esencialmente los mismos, por lo que los suelos reconocidos presentan una gran homogeneidad, con algunas diferencias determinadas por detalles de relieve y microrelieve, profundidad del material eólico, profundidad hasta el manto de ripio, contenido de sales solubles, y condiciones de drenaje.

Se puede decir que los suelos existentes en la zona de estudio son suelos formados en concordancia con las condiciones climáticas actuales, y por consiguiente son suelos con muy poco o ningún desarrollo morfológico, manifestando la marcada influencia determinante de las características y las propiedades originarias de los materiales primarios. Desde el punto de vista taxonómico pertenecen a las órdenes Arisdisoles (Calciortids) y Entisoles (Torripsamments).

Se puede observar que con excepción de las lomas ripiosas remanentes (más altas), los perfiles de suelos de las demás formas geomorfológicas presentan una sucesión de arena eólica, un material aluvional de textura moderadamente fina, el manto de ripio y la capa impermeable subyacente al ripio.

El material eólico arenoso es no carbonatado y no salino. El contenido alto de sales aparece en forma abrupta con la transición a la capa aluvial intermedia, entre el material arenoso de origen eólico y el manto de ripio.

Esta capa aluvial es de textura moderadamente fina hasta moderadamente gruesa (franco arcillo-arenosa hasta franco arenosa), de color muy característico pardo rojizo claro, muy carbonatado, siempre con cierto contenido de sales solubles en los paleocauces y generalmente sin contenido de sales en las formas positivas de relieve. Se remarca que tanto el color como las acumulaciones salinas, no se consideran como el resultado de la pedogénesis *in situ*, actual o pasada, sino características semejantes y heredadas de los sedimentos que transporta el río Colorado.

El origen de las sales en los suelos afectados por procesos de acumulación en la zona estudiada es primario, con presencia de importantes cantidades de sales de calcio y magnesio, y con la acumulación salina que muestra una curva ascendente con la profundidad, con los valores máximos en los primeros centímetros superiores de la matriz del manto de ripio.

En lo que se refiere a la evolución de la salinidad bajo riego, por un lado, la alta permeabilidad del suelo y subsuelo ofrecen buenas condiciones para el lavado de las sales, y por otro lado de las altas cantidades de calcio en forma de carbonatos y yeso, eliminan el peligro de sodificación futura que podría sobrevenir como resultado del lavado de sales.

En el área de estudio el manto impermeable se encuentra a relativamente poca profundidad (promedio 5-6 metros) y constituye un factor limitante importante para el manejo del riego.

## 2.3 Ubicación geográfica

Las parcelas bajo riego se encuentran rodeando el ejido de la ciudad de 25 de Mayo, (provincia de La Pampa) y fueron divididos en circunscripciones enumeradas de la siguiente manera:

**Circunscripción IV:** Situada al norte de la ciudad, limitada al norte por el sector industrial y el Canal Matriz y al oeste por el dren recolector del oeste y el río Colorado.

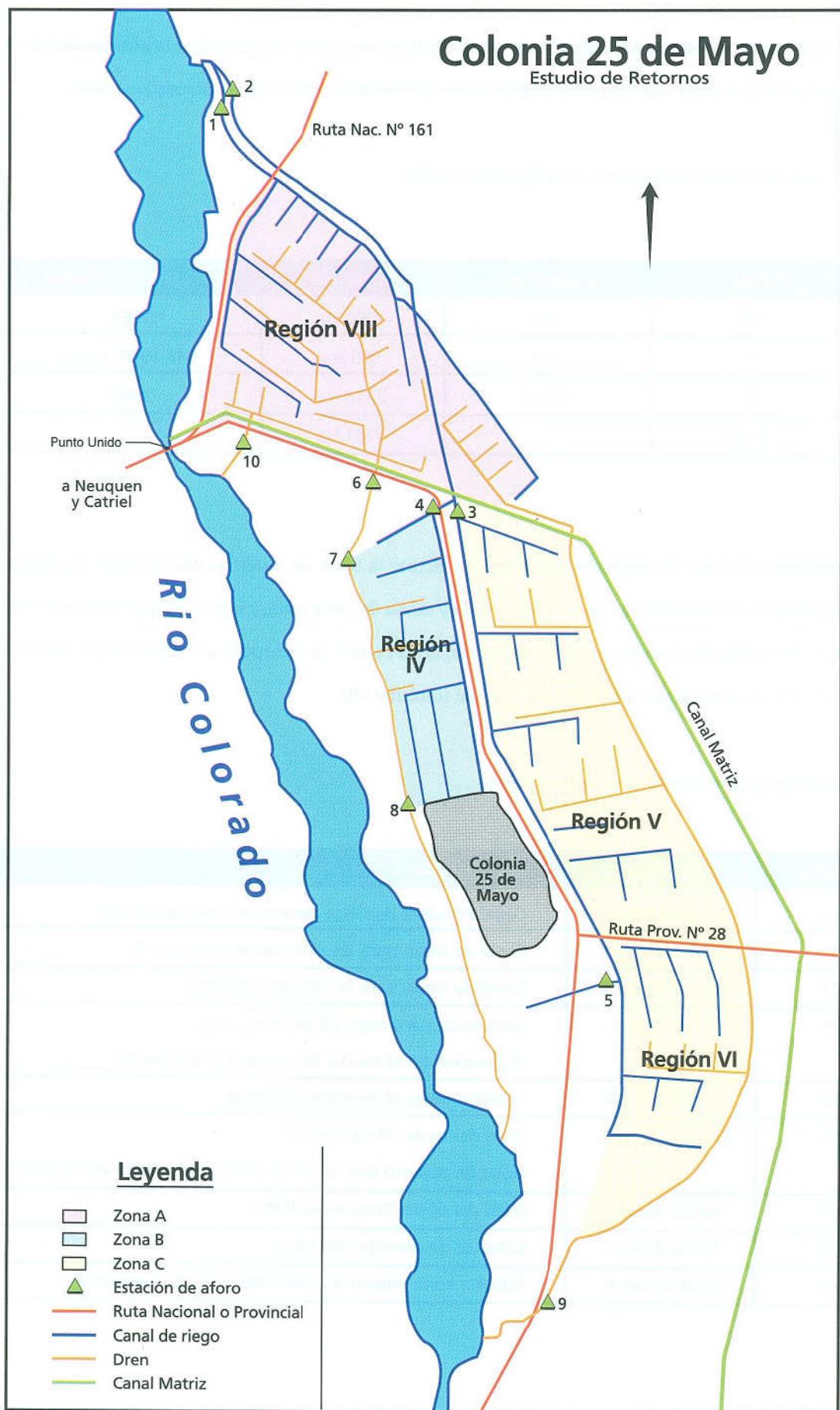
**Circunscripciones V y VI:** Se encuentran al este de la ciudad, delimitadas por el Canal Matriz y el dren recolector del este.

**Circunscripción VIII:** Región emplazada al norte de la región IV y del Canal Matriz, lindando al oeste con el río Colorado y la Ruta Nacional Nro. 151.



Vista áerea obra derivación Aprovechamiento Múltiple 25 de Mayo (La Pampa). Río Colorado: Puente Dique - Punto Unido

Las áreas previamente descriptas se encuentran representadas en el siguiente mapa:



## 2.4 Esquema del modelo

Para el presente estudio la superficie total fue dividida en tres zonas de acuerdo a la antigüedad de la puesta en explotación agrícola bajo riego, agrupándose cuando fuese conveniente una o varias circunscripciones.

Las zonas de estudio se resumen en el siguiente cuadro

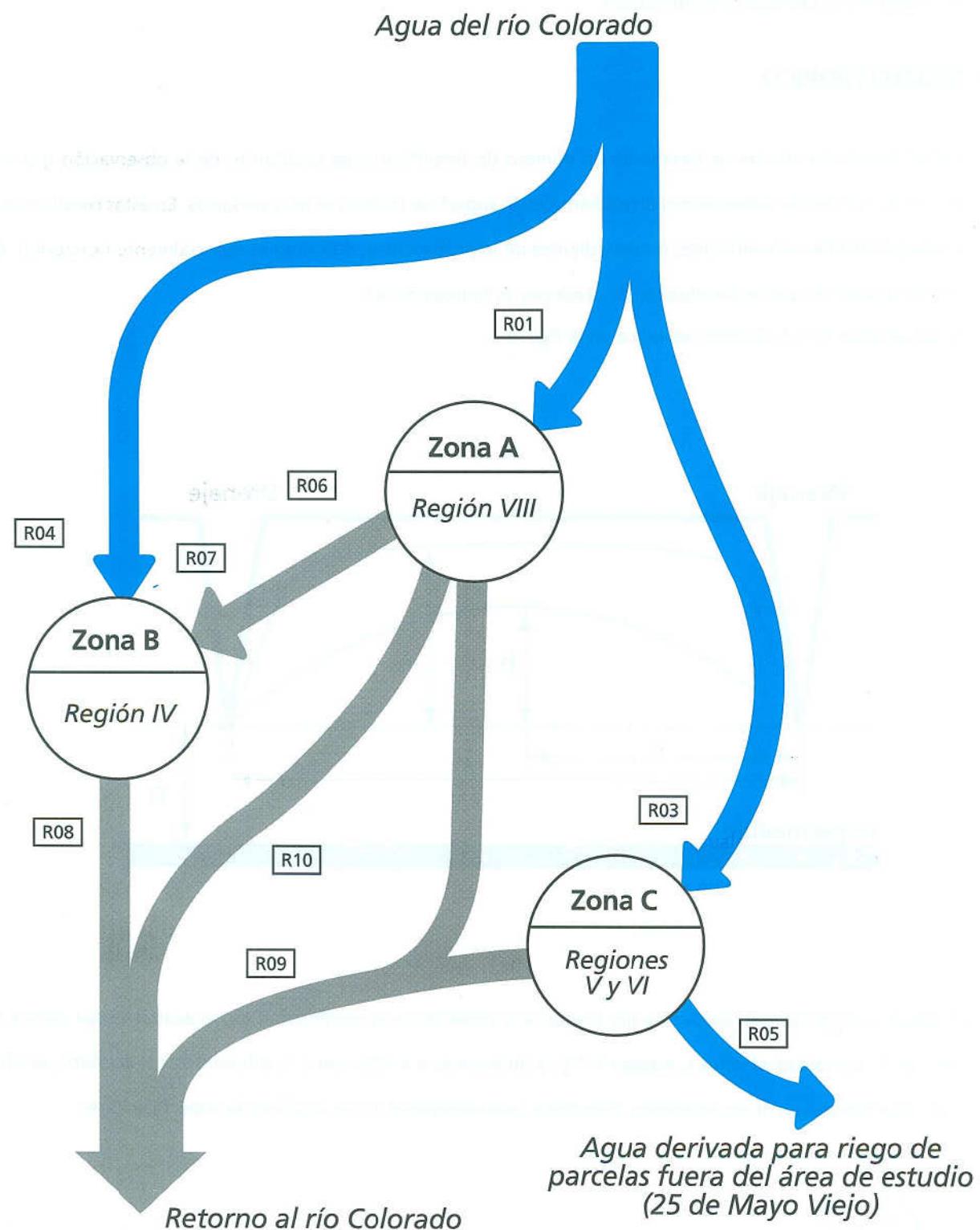
Zona	Circunscripción	Superficie	Inicio de la actividad
A	VIII	1060 Ha	1965
B	IV	505 Ha	1968-1984 (1975)
C	V y VI	2218 Ha	1980
Total		3783 Ha	

A los efectos de hacer la medición del caudal y efectuar la toma de muestras para realizar las determinaciones químicas se establecieron estaciones de aforo a la entrada y salida de cada zona, y que corresponden a las estaciones empleadas en la primer campaña. Como una única diferencia, en la zona A se incorporó un nuevo punto adicional de salida de agua de retorno no considerado en el estudio original (estación 10).

El siguiente cuadro identifica a cada estación:

Estación	Ubicación	Identificación
R01	Entrada Zona A	Canal Principal de riego para la circunscripción VIII
R03	Entrada Zona C	Canal de riego para las circunscripciones V y VI
R04	Entrada Zona B	Canal de riego para la circunscripción IV
R05	Salida Zona C	Derivación para riego 25 de Mayo viejo. (Reducción en el caudal de entrada a la zona C)
R06	Salida Zona A	Colector general drenajes El Sauzal.
R07	Entrada Zona B	Dren del oeste. Progresiva 0. Agua de retorno que recibe el dren proveniente de la zona A
R08	Salida Zona B	Dren del oeste. Progresiva 4000.
R09	Salida Zona C	Colector de drenajes del oeste
R10	Salida Zona A	Salida a zona industrial. Habilitada en 2da Campaña

En cada estación fueron efectuadas mediciones limnigráficas, aforos mensuales de caudal y extracción de muestras para análisis químicos. El siguiente esquema ilustra cada zona e identifica las estaciones que conforman sus entradas y salidas:



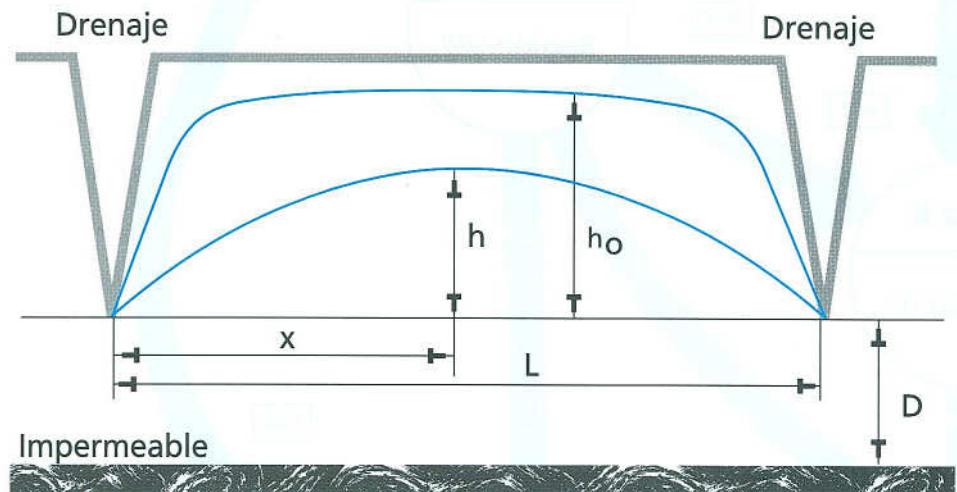
## 2.5 Modelo matemático

El desarrollo matemático de base fue realizado en el documento original del INCYTH [INCYTH, 1984] cuyos conceptos más relevantes se expresan a continuación.

### 2.5.1 MODELO HÍDRICO

Dupuit desarrolló una teoría basada en un número de simplificaciones resultantes de la observación que en la mayoría de los escurrimientos subterráneos el gradiente de la superficie freática es muy pequeño. En estas condiciones las superficies equipotenciales son verticales, independientes de la profundidad, y el flujo es esencialmente horizontal. (Hecho equivalente a suponer que la distribución de presiones es hidrostática.)

Se definen las variables  $h$ ,  $x$ ,  $L$ ,  $D$  como se indica en la figura



Al aplicar la simplificación propuesta por Dupuit a la ecuación de la continuidad de un acuífero cuya conductividad hidráulica es  $K$ , porosidad efectiva  $s$ , espesor  $h \approx D$ , y definiendo  $a = KD/s$  como la difusividad del acuífero, se obtiene la ecuación que representa el escurrimiento transitorio unidimensional en un acuífero de superficie libre:

$$\alpha \frac{\partial^2 h}{\partial x^2} = \frac{\partial h}{\partial t}$$

A partir de las condiciones de contorno iniciales del problema, esta ecuación diferencial a derivadas parciales puede ser resuelta para obtener el flujo del acuífero entre drenes paralelos [GLOVER, 1966], y cuya solución es de la forma:

$$h(x,t) = h(x,0) \frac{192}{\pi^5} \sum_{n=1,3,5,\dots}^{\infty} \frac{n^2\pi^2 - 8}{n^5} e^{-\frac{n^2\pi^2\alpha t}{L^2}} \operatorname{sen}\left(\frac{n\pi}{L}x\right)$$

donde  $h(x,0)$  representa las condiciones iniciales del acuífero. En este estudio se adopta un polinomio de orden cuatro cuya expresión es:

$$h(x,0) = 8 h\left(\frac{L}{2}, 0\right) \left(\frac{x}{L} - \frac{3x^2}{L^2} + \frac{4x^3}{L^3} - \frac{2x^4}{L^4}\right)$$

Una vez establecida la ecuación espacial y temporal de la altura del acuífero se puede derivar la fracción  $f$  de agua que permanece dentro del mismo en un intervalo  $t$ :

$$f(t) = \frac{480}{\pi^6} \sum_{n=1,3,5,\dots}^{\infty} \frac{n^2\pi^2 - 8}{n^6} e^{-\frac{n^2\pi^2\alpha t}{L^2}}$$

La función  $f(t)$  representa la ecuación característica del sistema Acuífero-Freático cuya entrada es la infiltración profunda  $I(t)$  y cuya salida es  $V_{Ret}(t)$ . El modelo planteado en el estudio original considera un sistema de comportamiento lineal entre estas dos variables, y por ende  $V_{Ret}$  puede ser obtenida por la convolución entre  $f(t)$  e  $I(t)$ , es decir,

$$V_{Ret}(t) = \int_{-\infty}^{\infty} f(t-\tau) I(\tau) d\tau$$

No disponiéndose de valores continuos en las mediciones de las variables de entrada la ecuación anterior debe digitalizarse reduciendo la integral a una sumatoria de  $M$  términos muestreados con un período  $T$ .

Los valores de T=15 días y el valor de M=12 fueron fijados en la segunda parte del estudio del INCYTH [INCYTH, 1991]. Si se define n como el número de quincena y a los los coeficientes f(nT) como

$$\Delta f(nT) = f[(n-1)T] - f[nT]$$

la integral discreta queda transformada a:

$$V_{\text{Ref}}(nT) = \sum_{k=0}^{12} \Delta f(nT - kT) I(kT) \quad n = 1, 2, \dots$$

La infiltración profunda I(nT) se obtiene de un balance hídrico del subsistema Suelo-Atmósfera. Se han tomado como entradas el agua usada para riego y la lluvia registrada, y como salida la evapotranspiración real, que representa la pérdida de agua debido al estado vegetativo de los cultivos.

$$I(nT) = V_{\text{entrada}}(nT) + V_{\text{precipitación}}(nT) - V_{\text{EVT}}(nT)$$

Como la evapotranspiración real EVT es de difícil medición en forma directa la misma fue estimada para este estudio a través de la medición de la evaporación real de agua registrada en un tanque tipo A, que se instaló en proximidades de la estación meteorológica. El valor obtenido fue ajustado por un factor FTanque que se obtiene del balance hídrico de cada ciclo y un factor Ctemp que toma en cuenta la variabilidad de la evapotranspiración real de los cultivos por efectos de la temperatura media mensual [EAGLE]. La fórmula empleada fue:

$$V_{\text{EVT}}(nT) = C_{\text{temp}} * F_{\text{Tanque}} * V_{\text{Evaporación}}(nT)$$

con

$$C_{\text{temp}} = 0.2 + 0.0132 * T_{\text{mediaMensual}}$$

y

$$F_{\text{Tanque}} = \text{Promedio de los tres ciclos} \left( \frac{V_{\text{entrada}} + V_{\text{precipitación}} - V_{\text{salida}}}{V_{\text{Evaporación}}} \right)$$

Estos cálculos se realizaron para el total del área de estudio y luego se repitieron para cada subárea como se indicará más adelante.

## 2.5.2 MODELO DE SALES

El objetivo original fue estudiar el deterioro de la calidad del agua de río como consecuencia de su concentración por el retorno de los drenajes. Se planteó como hipótesis que, aunque en el suelo tienen lugar procesos fisico-químicos complejos, en las áreas estabilizadas no tenía lugar una disolución adicional de sales totales por lo que las variaciones en las concentraciones sólo serían consecuencia de fenómenos fisico-químicos de adsorción e intercambio iónico sobre los minerales del suelo.

Se desarrolló así un modelo para el análisis del flujo de agua y sales en el suelo, basado en la conservación de la masa de agua y en el concepto de que la salinidad también es una magnitud conservativa en lo que respecta a los sólidos totales disueltos.

Esta conservación permitiría la evaluación de sales en el agua de infiltración profunda sin tener en cuenta su distribución en el perfil del suelo. La salinidad del agua de drenaje se obtendría asociando su propagación en el acuífero al modelo de drenaje, utilizando el mismo cómputo del modelo hídrico, reemplazando la infiltración profunda por la masa de sales.

Los resultados de la primera etapa mostraron que la masa de sales medida a la salida excede fuertemente a la simulada donde la respuesta temporal no correlaciona adecuadamente con lo observado.

Ensayos provisorios con los datos obtenidos en la segunda etapa desalentaron la repetición formal de este modelo, optándose por la definición de un modelo de parámetros concentrados a partir de la información de campo recolectada.



#### 3.1 Volúmenes de agua, precipitación y evaporación

De los registros continuos de altura de escala obtenidos en las distintas estaciones de aforo indicadas en el modelo esquemático, se calculó el caudal diario en cada sección.

En forma simultánea se realizaron mediciones de evaporación en un tanque tipo A y de precipitación en la estación meteorológica, que fueron convertidos a volumen evaporado ( $V_{evaporación}$ ) y precipitado ( $V_{precipitación}$ ) asumiendo una superficie de 3783 Ha.

Los volúmenes diarios fueron sumados para obtener valores quincenales, mensuales y anuales y así poder compararlos con los datos de la primera etapa del estudio.

A partir de los volúmenes anuales medidos en cada estación  $V_i$ , se calcularon los volúmenes de entrada, salida y evapotranspiración para cada ciclo de acuerdo a las siguientes expresiones:

$$V_{\text{entrada}} = V_1 + V_3 + V_4 - V_5$$

$$V_{\text{salida}} = V_6 + V_8 + V_9 + V_{10} - V_7$$

$$V_{EVT} = V_{\text{entrada}} + V_{\text{precipitación}} - V_{\text{salida}}$$

El factor de tanque se obtuvo como:

$$F_{\text{Tanque}} = \frac{V_{EVT}}{V_{\text{evaporación}}}$$

Los resultados son presentados en el Apéndice A y se resumen en la siguiente tabla:

Etapa	Ciclo	Ventrada	Vsalida	VPrecipitación	VEVT
I	1985-1986	54.436	31.412	11.058	34.083
	1986-1987	55.309	32.528	6.484	29.265
	1987-1988	53.379	30.847	5.047	27.579
	Promedio	54.375	31.596	7.530	30.309
<hr/>					
II	1997-1998	45.067	25.950	10.555	29.671
	1998-1999	53.695	26.517	10.857	38.036
	1999-2000	45.831	28.382	16.267	33.717
	Promedio	48.198	26.950	12.560	33.808

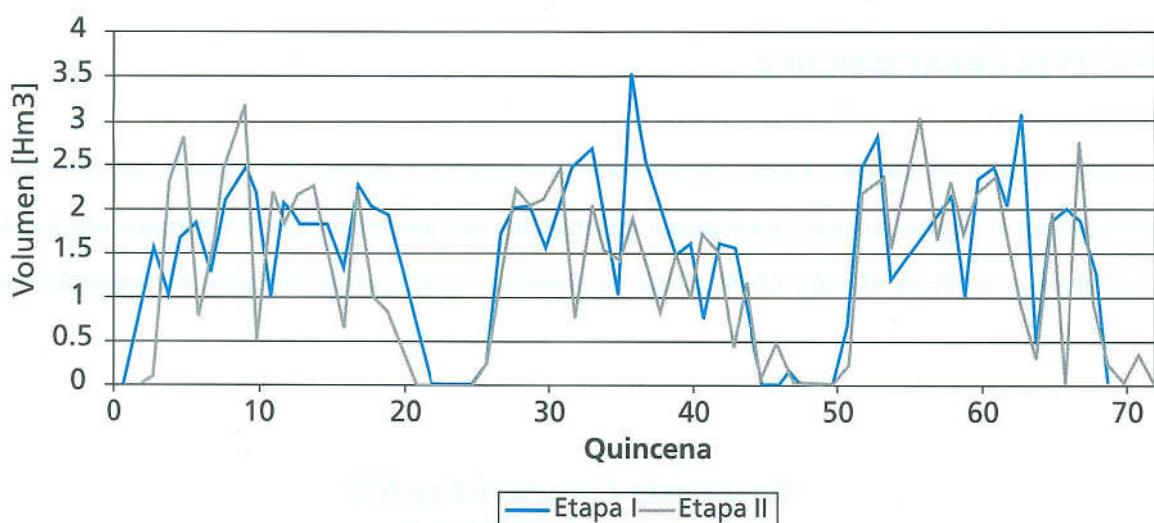
Del análisis de la tabla anterior se observa una reducción de aproximadamente el 10% en el agua de riego aportado al sistema y una reducción del 20% en el volumen de agua retornado al río durante la segunda campaña por un incremento en el volumen evapotranspirado. El ciclo 1998-1999 fue extremadamente seco (con la excepción de algunas lluvias torrenciales en noviembre de 1998) por lo cual debió suministrarse más cantidad de agua, lo que ocasionó una mayor evapotranspiración.

### 3.2 Infiltración profunda

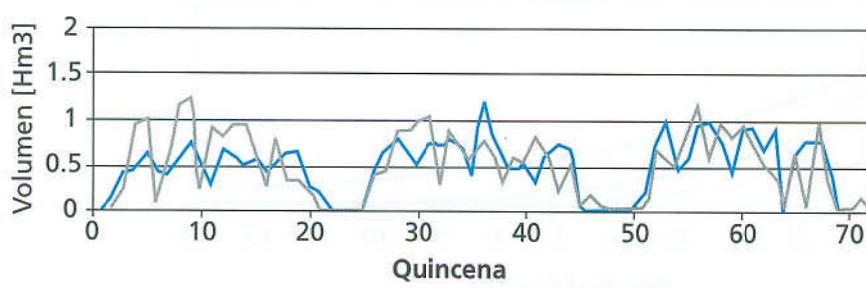
La infiltración profunda que se produjo en cada quincena se obtuvo del balance hídrico de la región utilizando la fórmula con la que fue estimada la evapotranspiración real de los factores ya mencionados. Los valores obtenidos se encuentran detallados en el Apéndice B, y se grafican a continuación.

$$I(nT) = V_{\text{entrada}}(nT) + V_{\text{precipitación}}(nT) - F_{\text{tanque}} * C_{\text{temp}} * V_{\text{evaporación}}(nT)$$

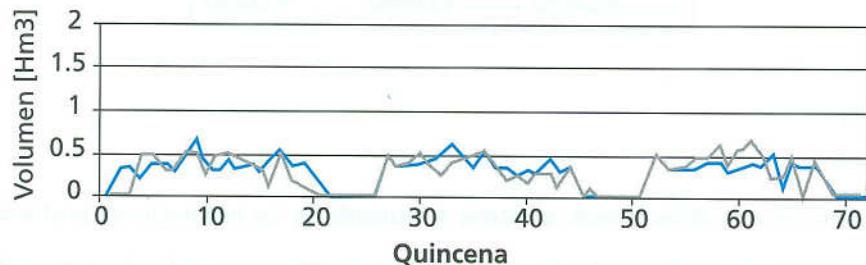
## Infiltración Profunda Area total



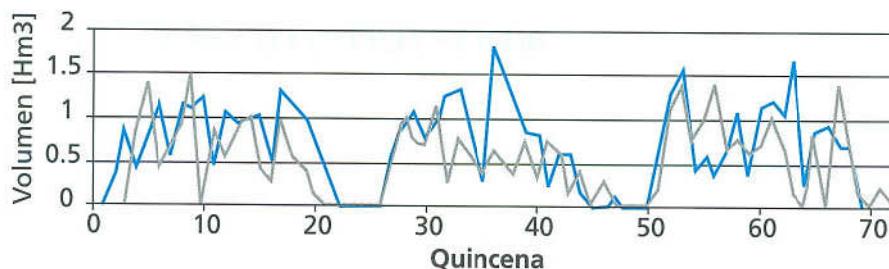
Zona A



Zona B



Zona C

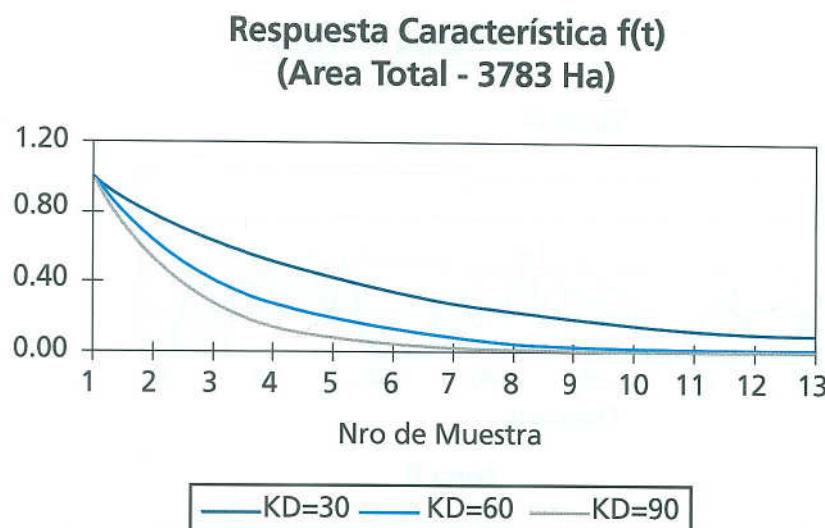


### 3.3 Retornos calculados y medidos

Una vez obtenida la infiltración, se calcularon los volúmenes drenados mediante las ecuaciones del modelo y se compararon con los volúmenes efectivamente medidos.

#### 3.3.1 RESPUESTA CARACTERÍSTICA

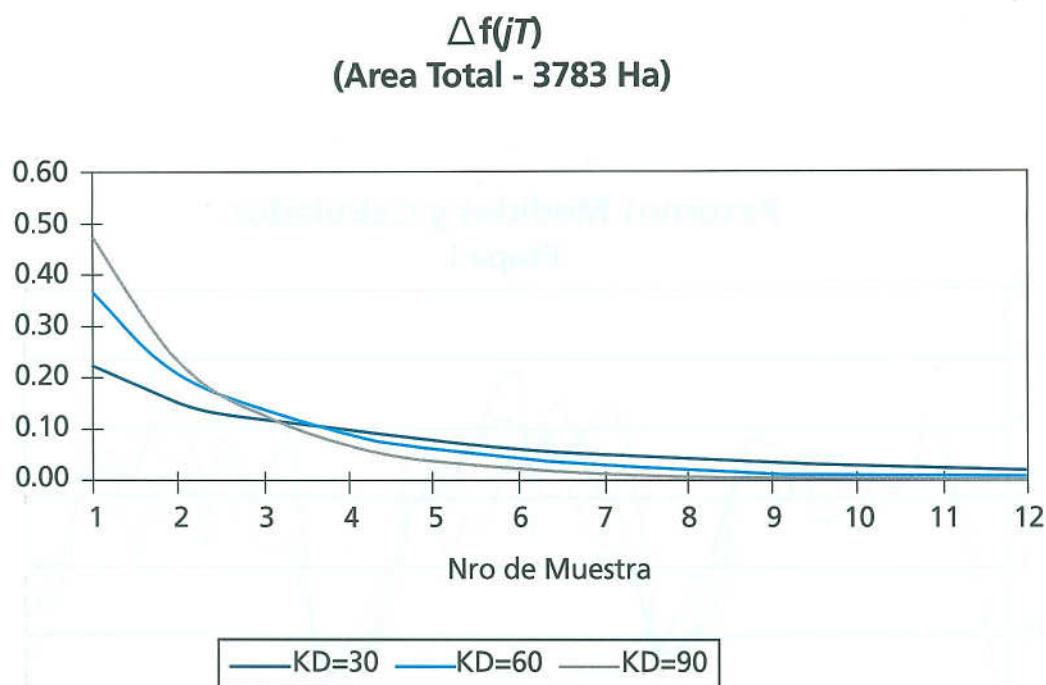
El modelo se basa en una convolución discreta entre la infiltración profunda y la ecuación característica del terreno determinado en el estudio original. Esta ecuación característica está parametrizada en KD (transmisividad del acuífero) y fue calculada para KD=30, KD=60 y KD=90 m<sup>2</sup>/día. Se presentan a continuación las curvas correspondientes.



El volumen drenado en una determinada quincena  $j$  depende de las infiltraciones profundas producidas en  $j$  quincenas anteriores. El coeficiente que determina la proporción de la infiltración profunda, producida en una quincena anterior  $j$ , que drena la quincena considerada, está dado por la función  $\Delta f(jT)$  de la forma:

$$\Delta f(jT) = f(jT) - f((j+1)T)$$

Esta función se encuentra graficada a continuación para los tres valores del parámetro KD considerado:



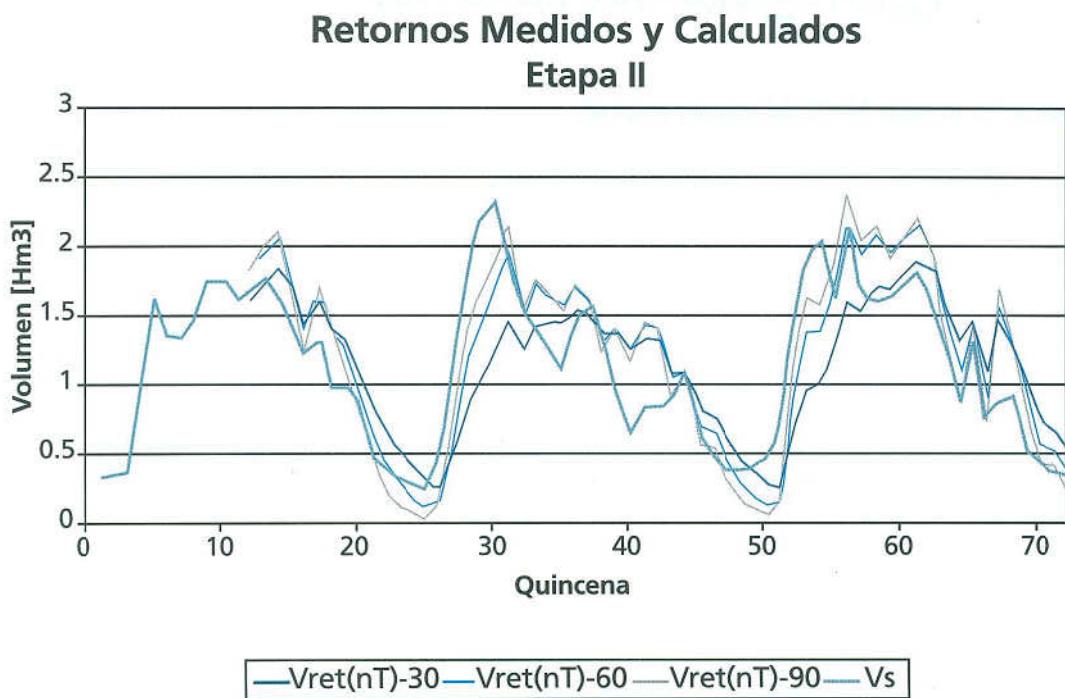
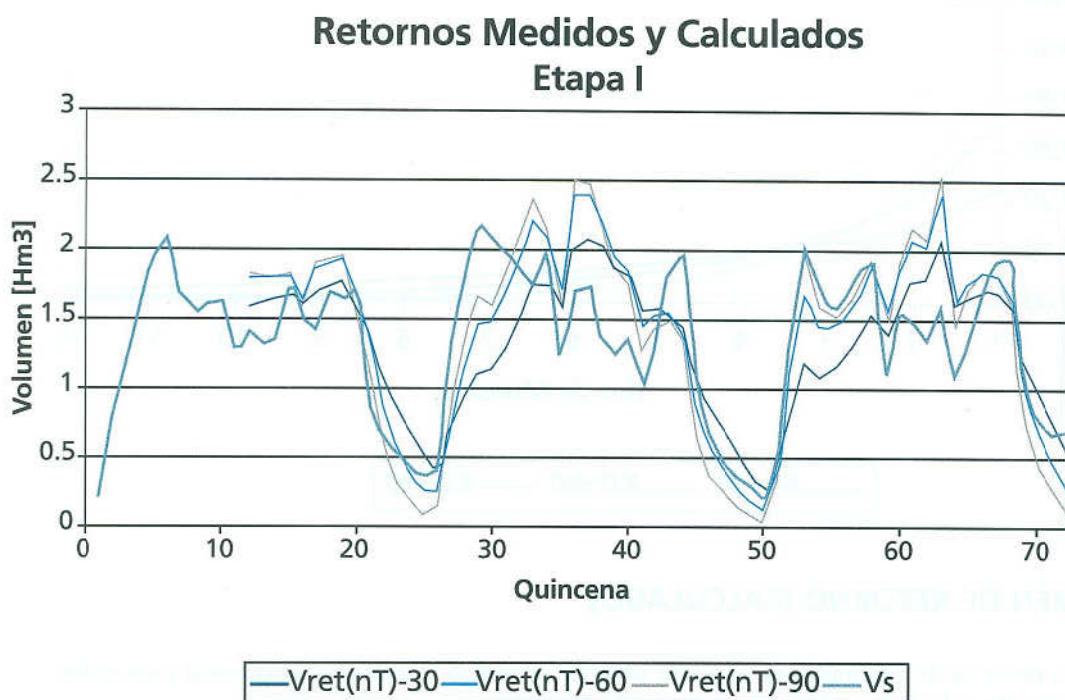
### 3.3.2 VOLUMEN DE RETORNO (CALCULADO)

Con los valores de Df obtenidos en el punto anterior se realizó la convolución discreta para obtener los valores del volumen de retorno calculado empleando la siguiente ecuación:

$$V_{RET}(nT) = \sum_{j=1}^M \Delta f((M-j)T) * I((n-M+j)T)$$

Ecuación en la que se ha tomado M=12 del estudio original.

Los siguientes gráficos ilustran el volumen de retorno estimado por la fórmula anterior y el efectivamente medido en las estaciones de aforo de salida del sistema.

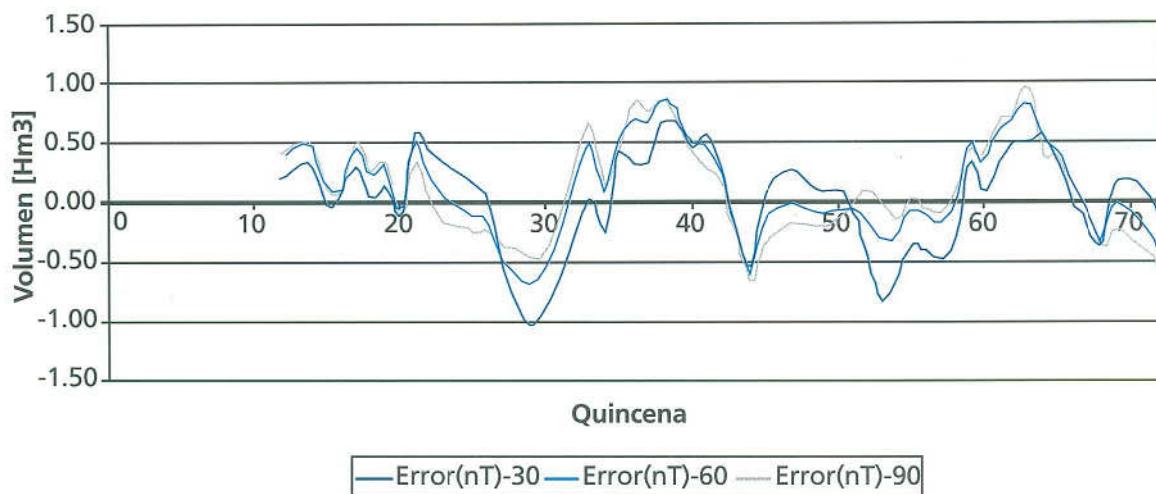


Con el objeto de evaluar la exactitud del modelo se decidió graficar el error absoluto de cada curva determinado por:

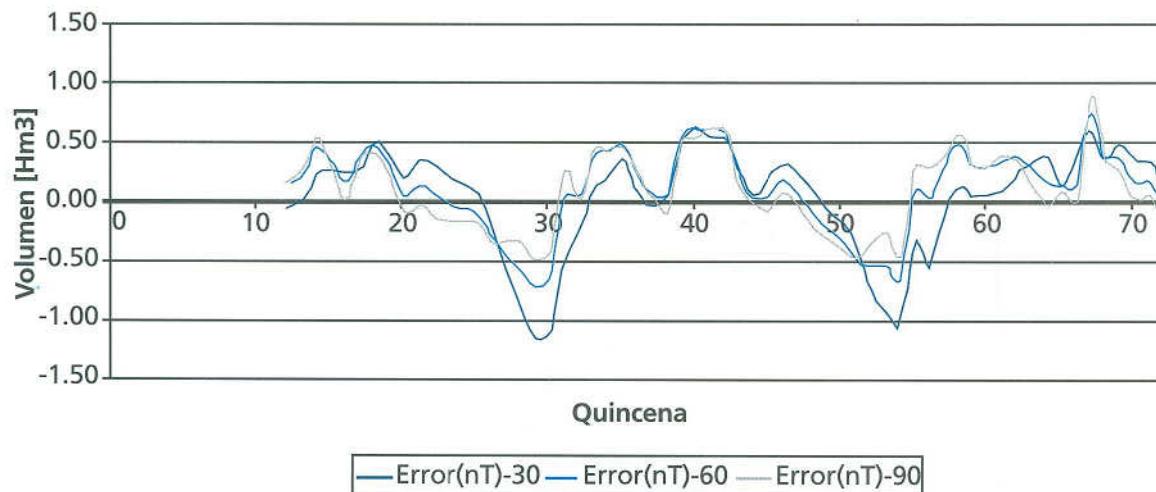
$$\text{error} = V_{\text{ret\_calculado}} - V_{\text{ret\_medido}}$$

El error es positivo cuando la estimación es mayor que lo medido y negativo en caso contrario.

### Error Absoluto Volumen Retorno Calculado Etapa I



### Error Absoluto Volumen Retorno Calculado Etapa II



La figura anterior confirma los resultados del estudio original. El modelo predice en exceso el agua de retorno durante el período de riego y en deficiencia para los meses de corte de suministro de agua.

El parámetro de transmisividad KD=30 produce el mayor error de predicción, mientras que los valores obtenidos con KD=60 y KD=90 son comparables entre sí.



## IV ANÁLISIS QUÍMICOS

El objetivo de esta parte del estudio fue determinar el efecto sobre la calidad del agua de río al agregarse el agua proveniente de los retornos de drenaje de las áreas bajo riego. Se determinaron los parámetros para verificar el comportamiento de la salinidad adoptados en el estudio realizado por el Massachussets Institute of Technology [MIT, 1972], en lo que corresponde a la disponibilidad de áreas de riego potenciales y su impacto río abajo en cuanto a los límites de salinidad propuestos.

### 4.1 Ingresos y egresos

De los análisis químicos realizados en laboratorio, sobre las muestras obtenidas en los canales de retorno con una frecuencia mensual, pudieron determinarse los respectivos contenidos salinos. Asociados a los mismos se registraron los caudales escurridos, en base a los cuales pudieron calcularse las masas de sal aportadas al río.

Las masas totales de sales aportadas y drenadas en cada región son presentadas en el siguiente cuadro:

Etapa	Ciclo	A		B		C		Total	
		Entrada	Salida	Entrada	Salida	Entrada	Salida	Entrada	Salida
I	1985-1986	8874	10363	5540	11228	17031	77632	31445	99223
	1986-1987	7730	10411	4178	10221	11821	71642	23729	92274
	1987-1988	8456	13354	4100	8666	13179	62626	25735	84646
I Total		25060	34128	13818	30115	42031	211900	80909	276143
II	1997-1998	7593	8378	3472	4053	9529	39947	20594	52378
	1998-1999	13149	9026	6152	5092	17066	30334	36367	44452
	1999-2000	9462	7074	4814	7883	12624	31647	26900	46604
II Total		30204	24478	14438	17028	39219	101928	83861	14343

Valores expresados en toneladas.

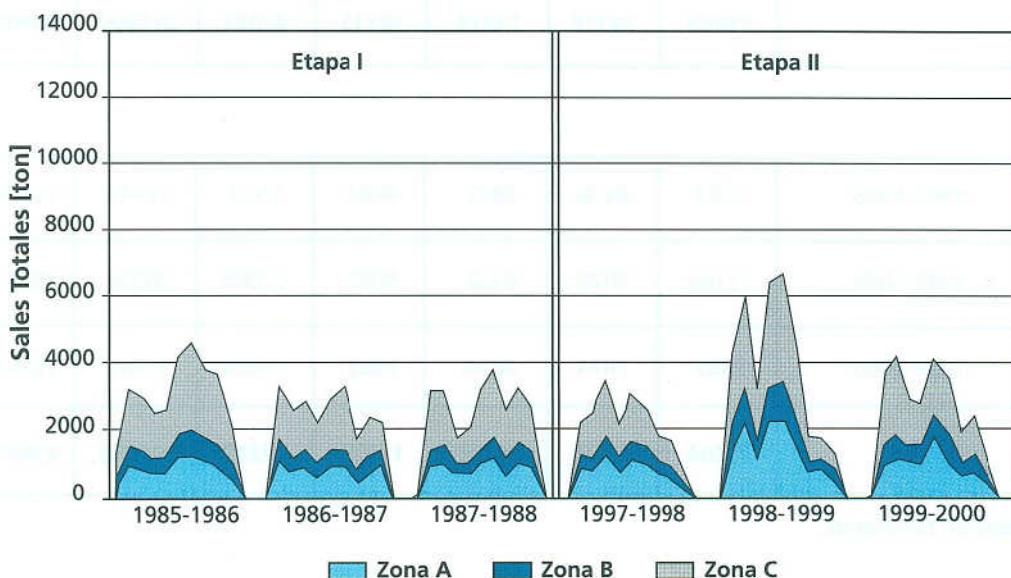
El análisis del cuadro anterior permite obtener las siguientes conclusiones:

- La región A, con mayor tiempo de explotación agrícola bajo riego, presenta un comportamiento estable, en especial en la segunda etapa. La masa de sal ingresada y salida de la región es prácticamente la misma para el primer y tercer ciclo de la etapa II. El ciclo 98-99 fue un ciclo hidrológico muy pobre y se produjeron dos fenómenos: primero se incrementó la cantidad de agua de riego para cubrir el déficit por falta de lluvia; y segundo se observó un incremento en la salinidad del agua de río que es característico cuando su caudal baja. Esto hizo que la región exhibiera un comportamiento de acumulación de sales durante este ciclo. Otro punto a considerar es la habilitación de un nuevo dren de salida de agua de retorno de la región a partir del segundo ciclo de la etapa II (estación 10). Esto presupone una modificación de los caminos de tránsito del agua subterránea y una variación en el proceso de lavado de sales en la región.
- La región B muestra que el proceso de desalinización disminuye a lo largo del tiempo tendiéndose a estabilizarse. En la primera etapa se observa un proceso de lavado donde más del 54% de la masa salina de salida proviene de la disolución de las sales contenidas en los suelos. En la segunda etapa esto solamente representa el 15%
- La región C es el área de más reciente incorporación al riego y la más grande. En ambas etapas la masa salina proveniente del río ingresada al área fue prácticamente la misma. Se observa una fuerte caída en el volumen de sal que egresa de la región en la segunda etapa. Este hecho en particular es el que confirma la teoría de que el proceso de solubilización de las sales contenidas en los suelos es más intenso en los primeros ciclos de riego y que luego tiende a estabilizarse a medida que transcurren los años.

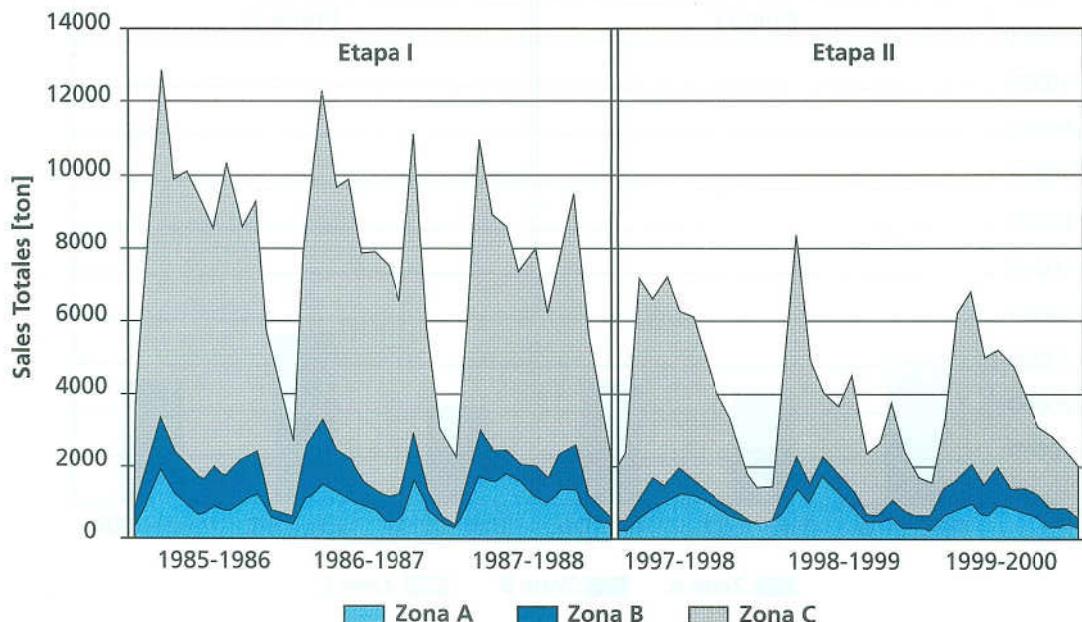
## 4.2 Análisis temporal

El proceso de riego es cíclico con frecuencia anual. Los siguientes gráficos ilustran la masa de sal ingresada y egresada de las tres regiones para los 36 períodos mensuales que fueron considerados en cada etapa.

**Sales Totales Ingresadas al Sistema  
(Valores Acumulados)**



## Sales Totales Egresadas del Sistema (Valores Acumulados)



Se observa claramente que el retorno al río es muy significativo al inicio de cada período de riego, luego de un corte de aproximadamente 2 meses en el invierno. Una vez en operación, la concentración y la masa de sal que ingresa al río Colorado es cada vez menor durante el resto del año agrícola (ciclo de riego).

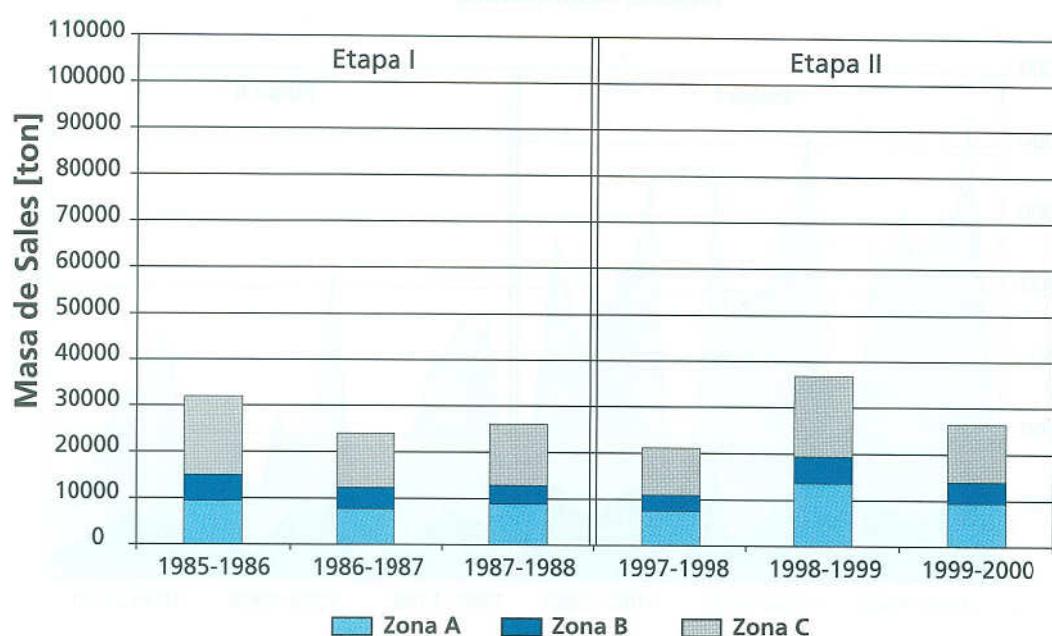
### 4.3 Análisis comparativo de las dos etapas

Al existir una diferencia de 12 años entre las dos etapas del estudio es posible comparar las condiciones de operación del sistema de riego para tratar de obtener un modelo de comportamiento de cada región a través del tiempo en cuanto al proceso de lavado de sales.

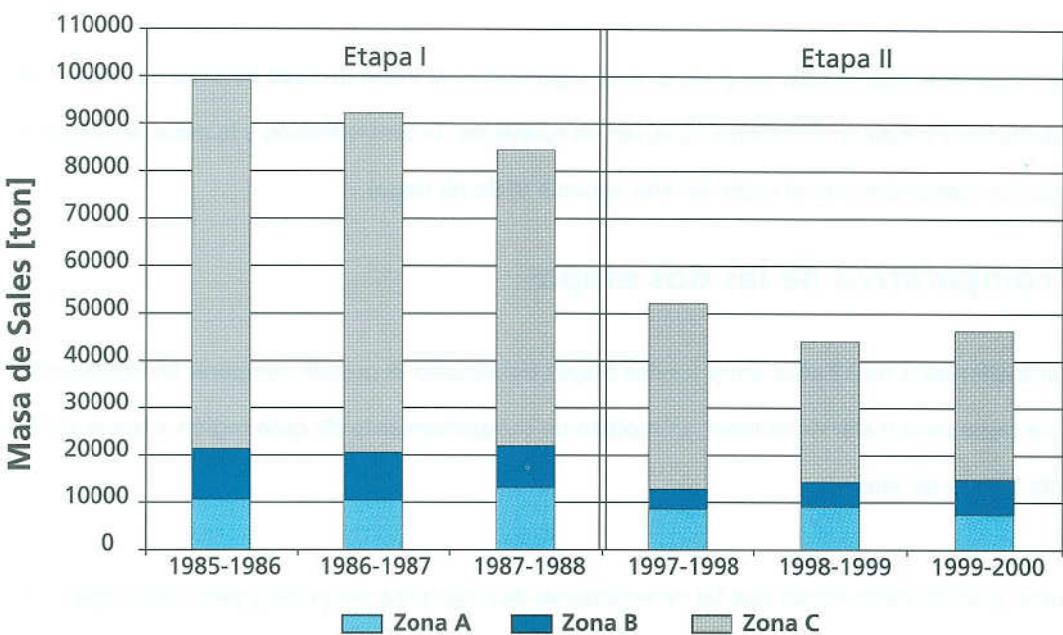
Los siguientes gráficos demuestran que las características de riego para cada ciclo y para cada región no variaron significativamente. El incremento excepcional que se observa de la cantidad de sal ingresada al sistema en el ciclo 98-99 se debe a las condiciones de sequía intensa que predominó durante este período y que por ende requirió de la aplicación de mayor cantidad de agua para riego de los cultivos.

La variación significativa de la masa de sal egresada del sistema, indica una clara reducción de la cantidad de sal retornada al río luego de varios años de explotación de las parcelas; hecho que confirma la hipótesis inicial que sostenía que las regiones tienden a sufrir un proceso de lavado por efecto de infiltración del agua de riego hacia los drenes de retorno, llegando finalmente a una situación de equilibrio entre el ingreso y egreso de sales.

## Masas de Sales Ingresadas al Sistema



## Masas de Sales Egresadas del Sistema

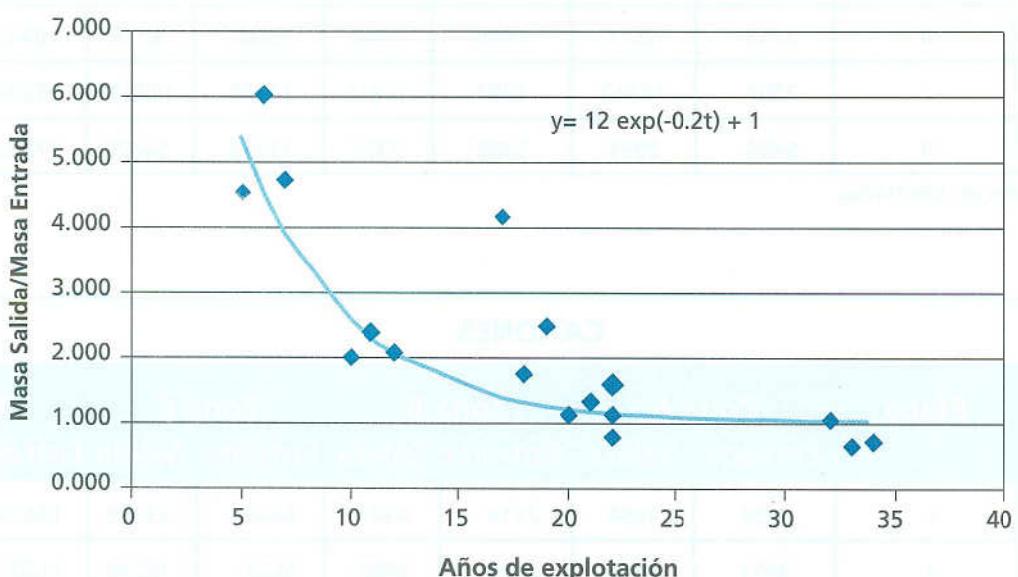


## 4.4 Modelo de comportamiento

En un intento de analizar matemáticamente el comportamiento del efecto de lavado de los suelos se determinó una curva de regresión logarítmica para caracterizar al proceso. Para ello se consideró la relación Msalida/Mentrada vs tiempo (expresado en años de habilitación de la región). Los resultados se encuentran presentados en la siguiente tabla y fueron graficados a continuación.

Etapa	Ciclo	A Msa/Mea	B Msb/Meb	C Msc/Mec	Total Ms/Me
I	1985-1986	1.168	2.027	4.558	3.155
	1986-1987	1.347	2.446	6.061	3.889
	1987-1988	1.579	2.113	4.752	3.289
Promedio		1.365	2.196	5.124	3.444
II	1997-1998	1.103	1.167	4.192	2.543
	1998-1999	0.686	0.828	1.777	1.222
	1999-2000	0.748	1.637	2.507	1.732
Promedio		0.846	1.211	2.826	1.833

### Sales Totales Relación Masa Salida/Masa Entrada vs. Tiempo



La ecuación

$$\frac{\text{Masa salida}}{\text{Masa entrada}} = 12 e^{-0.2t} + 1$$

indica que durante los primeros 5 años después de haber habilitado la región para el cultivo bajo riego, la masa de sal retornada al río es aún 5 veces mayor que la masa de sal que ingresa al sistema a través del agua de riego.

A los 12 años ya se observa una fuerte tendencia a la estabilización con un retorno de solamente el doble de la masa ingresada.

Para los 30 años de explotación la masa de sal que egresa es aproximadamente igual a la masa de sal que aporta el agua de riego proveniente del río.

## 4.5 Comparación cualitativa

No solo resulta de interés la masa total de sal que ingresa y egresa de la región de riego, sino que también es de importancia la variación en la calidad de agua. En el siguiente cuadro se presenta la masa salina aportada por cada ion analizado.

ANIONES									
Elemento	Etapa	Zona A		Zona B		Zona C		TOTAL	
		Entrada	Salida	Entrada	Salida	Entrada	Salida	Entrada	Salida
Cloruros	I	5580	5145	3073	4431	9328	25762	17981	35338
	II	6134	4635	3125	2866	8480	15388	17739	22889
Bicarbonatos	I	4463	5630	2443	4315	7415	14672	14321	24617
	II	3763	3577	1449	2746	5230	8778	10442	15101
Sulfatos	I	7802	13342	4287	12218	13145	102031	25234	127591
	II	9454	9991	5286	7371	13213	54427	27953	71789

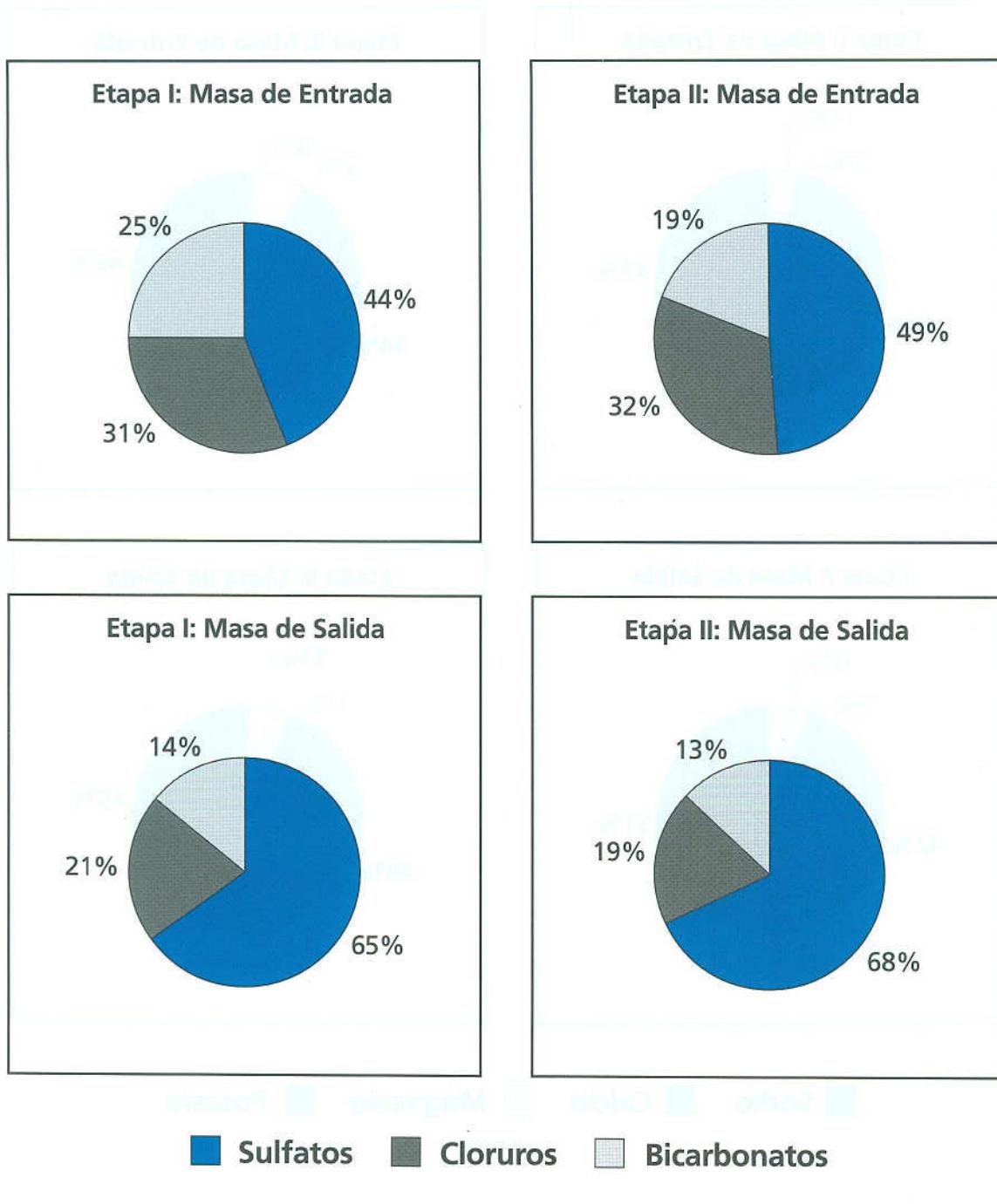
Valores expresados en toneladas

CATIONES									
Elemento	Etapa	Zona A		Zona B		Zona C		TOTAL	
		Entrada	Salida	Entrada	Salida	Entrada	Salida	Entrada	Salida
Sodio	I	3856	4984	2118	4547	6440	33755	12414	43286
	II	3951	3673	2100	2560	5554	16239	11605	22472
Calcio	I	3794	4669	2090	4221	6381	26682	12265	35572
	II	3989	3717	2022	2798	5330	17299	11342	23814
Potasio	I	142	104	79	79	241	423	462	606
	II	206	127	115	63	305	295	626	485
Magnesio	I	388	787	211	549	640	3868	1239	5204
	II	654	602	327	336	976	2001	1957	2939

Valores expresados en toneladas

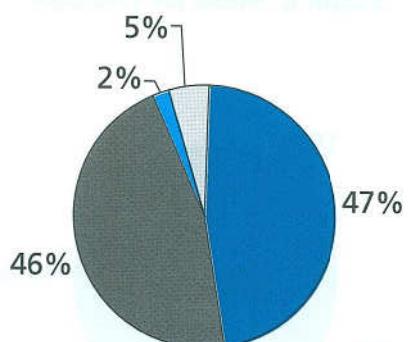
Los valores de las tablas anteriores pueden ser empleados para obtener gráficos porcentuales que indiquen la variación de los parámetros de entrada y salida en cada etapa.

## ANIONES

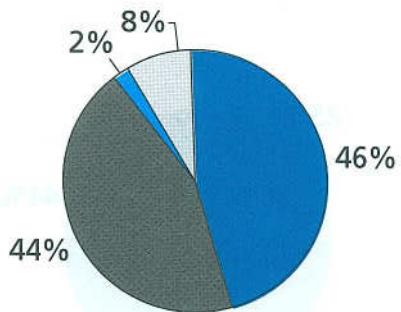


## CATIONES

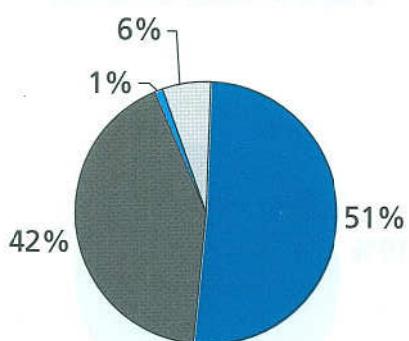
Etapa I: Masa de Entrada



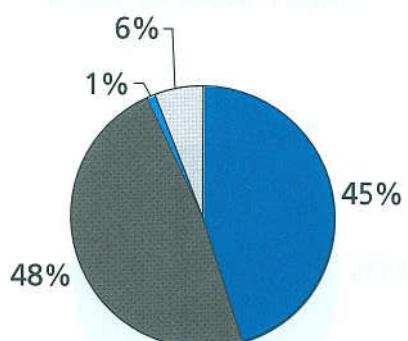
Etapa II: Masa de Entrada



Etapa I: Masa de Salida



Etapa II: Masa de Salida



■ Sodio ■ Calcio ■ Magnesio ■ Potasio

Los diagramas de composición no muestran variaciones significativas entre las dos etapas del estudio.

# V RESULTADOS Y CONCLUSIONES

## 5.1 Velocidad de infiltración y de retorno

En el estudio de la influencia de la transmisividad fue desechado el menor valor ( $KD=30$ ), debido a que produce el mayor error en la predicción del volumen returnedo, limitándose el análisis a las restantes magnitudes.

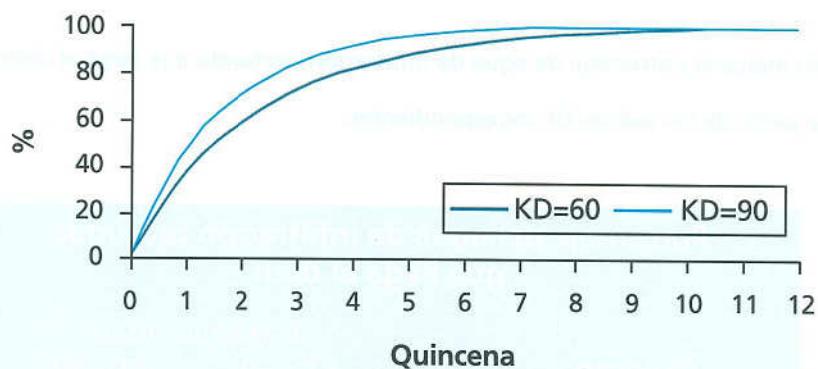
La siguiente tabla indica el porcentaje de agua de infiltración profunda que llega al dren en cada quincena, valores que se obtuvieron a partir de los valores Df correspondientes.

**Porcentaje del agua de infiltración profunda que llega al dren**

Quincena	Transmisividad	
	KD=60 [ % ]	KD=90 [ % ]
1	38	48
2	21	24
3	14	13
4	9	7
5	6	4
6	4	2
7	3	1
8	2	1
9	1	0
10	1	0
11	1	0
12	0	0

De la tabla anterior se puede inferir el tiempo de tránsito del agua a través del área de riego, observándose que la mayor parte de la misma percola en las primeras quincenas. Se aprecia que entre un 75% y un 85% del agua de infiltración profunda llega al dren de retorno en menos de tres quincenas. Se comprobó que luego de 8 quincenas (4 meses) prácticamente el 100% del agua de infiltración profunda ha llegado al río.

### % Agua de Retornada al río



## 5.2 Relación entre riego y drenaje

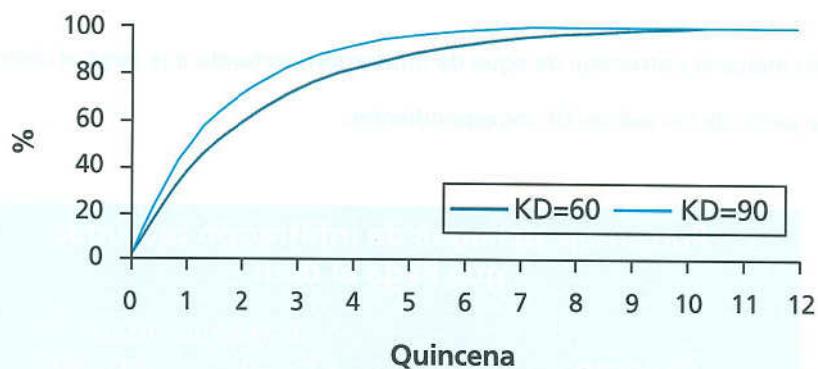
A través de las mediciones volumétricas de entradas y salidas del sistema es posible determinar la cantidad del agua de riego que es empleado en el proceso vegetativo de las plantas y cuánto efectivamente retorna al río.

Los resultados de las determinaciones se expresan en forma porcentual en la siguiente tabla y se grafican a continuación:

Etapa	Ciclo	Ventrada	Vsalida	Relación Porcentual
I	1985-1986	54.436	31.412	58 %
	1986-1987	55.309	32.528	59 %
	1987-1988	53.379	30.847	58 %
Promedio		54.375	31.596	58 %
<hr/>				
II	1997-1998	45.067	25.950	58 %
	1998-1999	53.695	26.517	49 %
	1999-2000	45.831	28.382	62 %
Promedio		48.198	26.950	56 %

De la tabla anterior se puede inferir el tiempo de tránsito del agua a través del área de riego, observándose que la mayor parte de la misma percola en las primeras quincenas. Se aprecia que entre un 75% y un 85% del agua de infiltración profunda llega al dren de retorno en menos de tres quincenas. Se comprobó que luego de 8 quincenas (4 meses) prácticamente el 100% del agua de infiltración profunda ha llegado al río.

### % Agua de Retornada al río



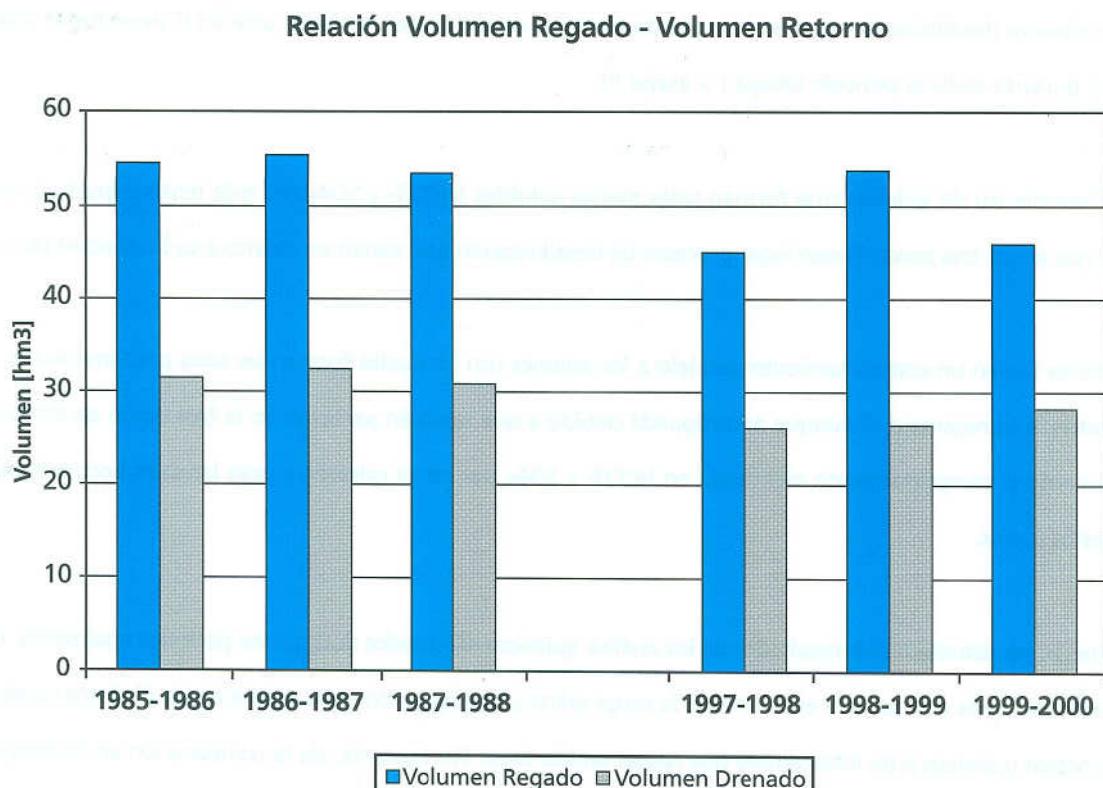
## 5.2 Relación entre riego y drenaje

A través de las mediciones volumétricas de entradas y salidas del sistema es posible determinar la cantidad del agua de riego que es empleado en el proceso vegetativo de las plantas y cuánto efectivamente retorna al río.

Los resultados de las determinaciones se expresan en forma porcentual en la siguiente tabla y se grafican a continuación:

Etapa	Ciclo	Ventrada	Vsalida	Relación Porcentual
I	1985-1986	54.436	31.412	58 %
	1986-1987	55.309	32.528	59 %
	1987-1988	53.379	30.847	58 %
Promedio		54.375	31.596	58 %
<hr/>				
II	1997-1998	45.067	25.950	58 %
	1998-1999	53.695	26.517	49 %
	1999-2000	45.831	28.382	62 %
Promedio		48.198	26.950	56 %

Se observa que los volúmenes de retorno determinados coinciden con las premisas adoptadas por el MIT en el modelo utilizado para la distribución de caudales entre las jurisdicciones ribereñas en la cuenca del río Colorado.



### 5.3 Calidad del agua retornada al río

La comparación de la carga salina total del agua de entrada y salida durante el primer trienio analizado nos indica que mientras en la zona con mayor tiempo de explotación bajo riego (A) se parte de una situación de equilibrio (egresos similares a ingresos), en las zonas de incorporación más reciente (B, C) se produce una intensa desalinización como consecuencia del lavado de las sales contenidas en los suelos.

Durante el segundo trienio de mediciones, luego de transcurrida más de una década desde el anterior período de estudio, se observa que en la zona con mayor antigüedad de explotación (A) tiene lugar un menor egreso de sales que la masa que ingresa, lo que indica que parte de esta queda acumulada por alguna razón dentro de esta zona (salinización). En la zona con tiempo de explotación intermedio (B) aunque aún se aprecia una leve desalinización, se observa una tendencia a lograr el equilibrio, mientras que en la zona de más reciente incorporación al riego (C) si bien continúa activo el proceso de desalinización la intensidad del mismo ha disminuido a menos de la mitad comparado con el anterior período de estudio. En todas las zonas el cociente entre masa salida e ingresada disminuye, lo que indica que la desalinización fue menor durante esta segunda etapa.

Haciendo el análisis de la evolución de los distintos iones en ingresos y egresos, se observa que aquellos aniones que forman sales más solubles ( $\text{Cl}^-$ ) reflejan bien la evolución de las sales totales y presentan un diferente comportamiento en estas áreas. En la zona A sale menos de lo que ingresa debido a que ya estaba previamente desalinizada; en B en la primer etapa se observa desalinización que en la segunda tiende a estabilizarse, mientras que en C tiene lugar una fuerte desalinización durante todo el período (etapa I > etapa II).

El desplazamiento de aniones que forman sales menos solubles ( $\text{HCO}_3^-$  y  $\text{SO}_4^{2-}$ ) es más lento y gradual, pudiendo comprobarse que en las tres zonas tienen lugar procesos de desalinización que varían en cuanto a su intensidad ( $A < B < C$ ).

Los cationes tienen un comportamiento paralelo a los aniones con los cuales forman las sales predominantes, así  $\text{Na}^+$  muestra una tendencia semejante a  $\text{Cl}^-$  aunque amortiguada debido a que también participa en la formación de otras sales, y  $\text{Ca}^{2+}$  refleja nuevamente el comportamiento observado en  $\text{HCO}_3^-$  y  $\text{SO}_4^{2-}$  por ser el calcáreo y yeso las sales poco solubles más abundantes en estos suelos.

En las tres zonas estudiadas los resultados de los análisis químicos efectuados durante los períodos analizados, no permiten hacer inferencias claras en base a la evolución de la carga salina y la proporción en la misma de los distintos constituyentes a distintos procesos químicos o de intercambio que hayan tenido lugar. No obstante, de la comparación en la composición de los efluentes de cada zona con el agua ingresada a las mismas, surge que tiene lugar un fuerte aporte de sulfatos cuya proporción disminuye a medida que avanza el proceso de desalinización.

El análisis hasta aquí planteado se refiere al aporte de sales que efectúan las distintas zonas estudiadas, el cual como queda demostrado se minimiza en relación directa al tiempo de explotación por el hecho que la masa de sales salida de cada zona tiende a igualar o ser menor a la masa de sales ingresada con el agua de riego. De todos modos, al comparar la concentración de los efluentes de cada zona se observa que esta es dos a tres veces mayor que la de las aguas de riego ingresantes, por lo que producirán un aumento en la concentración de las aguas del río.

La evolución de las tres zonas estudiadas, indica que en pocas décadas de su incorporación al riego se produce el lavado de las sales acumuladas en los suelos con una tendencia a lograr la estabilidad del régimen salino, a partir de lo cual la carga salina incorporada al río como consecuencia del retorno de la masa hídrica excedente tendría baja significación sobre su masa total.

## 5.4 Aplicación a áreas futuras

En la cuenca del río Colorado existen áreas significativas aptas para el riego que aún no han sido puestas en producción. Se estima que la incorporación de estas áreas sin una política de desarrollo sustentable podría producir modificaciones transitorias y permanentes en la calidad del agua del río que podrían ser excesivas o perjudiciales.

Además, el modelo propuesto por el MIT [MIT, 1972] admite la posibilidad de trasvase de aguas de la cuenca del río Colorado al del río Atuel, y del río Negro a la del río Colorado, que de producirse, también modificarán sustancialmente la cantidad y calidad del agua disponible para el riego.

Si bien las características geomorfológicas de la cuenca son heterogéneas, las técnicas de riego y sus eficiencias han variado sustancialmente a lo largo de los años, y se encuentran obras de regulación hidráulica construidas o previstas que pueden alterar significativa los resultados, el presente estudio brinda información de base que podría emplearse para desarrollar un modelo inicial del efecto de salinización de las aguas del río que produce la habilitación de estas áreas.

La información proveniente de otras fuentes y de otros estudios, disponible en las jurisdicciones y en el COIRCO, también podría incorporarse al modelo a los fines de perfeccionar y validar las premisas del mismo.

La ejecución del modelo permitiría corroborar los resultados presentados por el MIT y asesorar en la selección de un plan de crecimiento sustentable en cuánto a la habilitación de áreas de riego en la cuenca.



## VI BIBLIOGRAFÍA

- COIRCO, 1976 Programa Unico de Habilitación de Areas de Riego y Distribución de Caudales del Río Colorado.  
Acto de la Sexta Conferencia de Gobernadores de las Provincias (26 de Octubre 1976)
- INCYTH, 1984 INCYTH-COIRCO, "Retorno de Drenajes en la Cuenca del Río Colorado – I Formulación Conceptual y  
Diseño Experimental", COIRCO, 1984
- INCYTH, 1991 INCYTH-COIRCO, "Retorno de Drenajes en la Cuenca del Río Colorado – Informe Final", COIRCO, 1991.
- GLOVER, 1966 Glover, R.E., "Ground-Water Movement", A Water Resources Technical Publication Engineering  
Monograph N°31, Washington, 1966, (Citada en INCYTH, 1984.)
- EAGLE Eagleman, Joe R, "Pan Evaporation, Potential and Actual Evapotranspiration", Journal of Applied  
Meteorology Vol VI, Kansas University,(Citada en INCYTH, 1984.)
- CFI, 1982 Consejo Federal de Inversiones, "Estudio de Revisión y Actualización del Sistema de Aprovechamiento  
Múltiple del Río Colorado en Colonia 25 de Mayo – La Pampa, Informe Final", vol 1, 1982.
- MIT, 1972 Massachusetts Institute of Technology MIT, "Planes para el desarrollo integrado del Río Colorado",  
Ralph Parson Laboratory, Department of Civil Engineering, Massachusetts, Nov, 1972.



**Apéndice A - Volúmenes de agua, precipitación y evaporación**

**Apéndice B – Infiltración profunda**

**Apéndice C – Análisis químicos**



## APÉNDICE A

### Volúmenes de Agua, Precipitación y Evaporación





## Volúmenes de Agua, Precipitación y Evaporación

### Ciclo 1985-1986

Fecha	Quincena	Vq01	Vq02	Vq03	Vq04	Vq05	Vq06	Vq07	Vq08	Vq09	Vq10	Precip.	Evapo.
08 - 1985	1	0.0745	0.0000	0.0596	0.0372	0.0121	0.0207	0.0847	0.0829	0.1676	0.0000	0.0000	1.0895
08 - 1985	2	0.3853	0.0000	1.0714	0.4337	0.1633	0.0613	0.2238	0.4303	0.5322	0.0000	0.0000	1.9407
09 - 1985	1	0.6350	0.0000	1.4999	0.4380	0.1400	0.1382	0.2601	0.5357	0.7828	0.0000	0.4767	2.7086
09 - 1985	2	0.8172	0.0000	1.3833	0.3707	0.1503	0.2609	0.2523	0.5806	0.9616	0.0000	0.0000	2.7086
10 - 1985	1	1.0331	0.0000	1.9466	0.5357	0.2402	0.4130	0.2998	0.6921	1.1310	0.0000	0.0567	3.1399
10 - 1985	2	0.5556	0.0000	1.5993	0.4009	0.2238	0.3240	0.2868	0.6350	1.4092	0.0000	0.8701	2.6065
11 - 1985	1	0.8001	0.0000	1.5975	0.4985	0.1590	0.2851	0.2592	0.5504	1.0930	0.0000	0.5485	3.9948
11 - 1985	2	0.7232	0.0000	1.6191	0.5124	0.1140	0.2091	0.2514	0.5314	1.0524	0.0000	1.7024	4.6871
12 - 1985	1	1.0488	0.0000	1.9189	0.7664	0.1961	0.2030	0.2212	0.5391	1.0740	0.0000	1.1765	4.5056
12 - 1985	2	0.7666	0.0000	1.7928	0.4787	0.1624	0.1642	0.2169	0.4804	1.1655	0.0000	2.0239	5.3605
01 - 1986	1	0.9461	0.0000	1.9129	0.5927	0.0734	0.1296	0.2100	0.3879	0.9357	0.0000	0.3329	5.2962
01 - 1986	2	1.0930	0.0000	2.1600	0.5789	0.2324	0.1659	0.2143	0.4605	0.9850	0.0000	1.2787	5.5383
02 - 1986	1	1.2131	0.0000	2.4866	0.6143	0.2462	0.1780	0.2212	0.4571	0.9167	0.0000	0.1324	4.6985
02 - 1986	2	0.9717	0.0000	2.2213	0.6316	0.2048	0.1650	0.2004	0.4769	0.9063	0.0000	0.1059	3.756
03 - 1986	1	0.8613	0.0000	1.8576	0.4467	0.1823	0.1702	0.2350	0.4804	1.2934	0.0000	0.4048	3.0415
03 - 1986	2	0.8723	0.0000	1.7029	0.6229	0.1806	0.1503	0.2307	0.4830	1.0930	0.0000	0.0151	3.3555
04 - 1986	1	0.7155	0.0000	1.9725	0.6212	0.1780	0.1538	0.2376	0.5296	0.9694	0.0000	0.0454	1.7894
04 - 1986	2	0.7030	0.0000	1.4939	0.3542	0.2359	0.2428	0.2739	0.5728	1.1457	0.0000	0.3253	1.2068
05 - 1986	1	0.7429	0.0000	1.3651	0.4095	0.1953	0.2989	0.3110	0.6143	1.0247	0.0000	0.2648	1.1916
05 - 1986	2	0.4064	0.0000	1.2053	0.2894	0.1382	0.2566	0.3076	0.5867	1.1906	0.0000	0.0416	1.2219
06 - 1986	1	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.1080	0.2117	0.2601	0.6178	0.0000	0.9533	0.6961
06 - 1986	2	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0890	0.1979	0.2566	0.4596	0.0000	0.3026	0.7453
07 - 1986	1	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0691	0.1780	0.2506	0.3707	0.0000	0.0000	0.8285
07 - 1986	2	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0527	0.1935	0.2238	0.3050	0.0000	0.0000	1.1879
Suma [Hm3]		15.365	0.000	32.867	9.634	3.428	4.310	5.579	11.098	21.583	0.000	11.058	67.296

$$Ve = \text{Volumen de entrada} = V1 + V3 + V4 - V5 = 54.436 \text{ Hm}^3$$

$$Vp = \text{Volumen de precipitación} = 11.058 \text{ Hm}^3$$

$$Vs = \text{Volumen de salida} = V6 + V8 + V9 + V10 - V7 = 31.412 \text{ Hm}^3$$

$$VEVT = \text{Volumen evapotranspirado} = Ve + Vp - Vs = 34.083 \text{ Hm}^3$$

$$F = \text{Factor de tanque} = VEVT / VEVapo = 0.506$$

## Volúmenes de Agua, Precipitación y Evaporación

### Ciclo 1986-1987

Fecha	Quincena	Vq01	Vq02	Vq03	Vq04	Vq05	Vq06	Vq07	Vq08	Vq09	Vq10	Precip.	Evapo.
08 - 1986	1	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0406	0.1745	0.2169	0.2592	0.0000	0.0303	1.0895	
08 - 1986	2	0.5744	0.0000	0.3076	0.0536	0.0415	0.0683	0.2203	0.2661	0.2946	0.0000	0.1702	1.9407
09 - 1986	1	0.8187	0.0000	1.1413	0.5296	0.1408	0.1901	0.2929	0.5720	0.7854	0.0000	0.2459	2.0996
09 - 1986	2	1.0820	0.0000	1.7980	0.4873	0.1400	0.3231	0.3845	0.7759	1.1085	0.0000	0.0000	2.7275
10 - 1986	1	0.9005	0.0000	1.8196	0.4795	0.1642	0.3473	0.4078	0.8104	1.4049	0.0000	0.0303	2.4438
10 - 1986	2	0.9838	0.0000	1.8144	0.5979	0.0873	0.2955	0.3784	0.8640	1.2442	0.0000	0.0000	4.0100
11 - 1986	1	1.1494	0.0000	2.0434	0.6126	0.2151	0.3171	0.3776	0.7785	1.2303	0.0000	0.3594	4.3126
11 - 1986	2	1.1093	0.0000	2.2887	0.6998	0.1763	0.2868	0.3223	0.6385	1.2226	0.0000	0.1438	3.7338
12 - 1986	1	1.1832	0.0000	2.4123	0.7836	0.1961	0.2255	0.2860	0.6074	1.1742	0.0000	0.5296	4.7136
12 - 1986	2	1.1486	0.0000	1.8464	0.6558	0.1590	0.2644	0.3370	0.7638	1.2848	0.0000	0.6469	5.2092
01 - 1987	1	1.0401	0.0000	1.8395	0.6515	0.1555	0.1650	0.2713	0.4320	0.8355	0.0000	0.0189	5.5648
01 - 1987	2	1.5229	0.0000	2.7251	0.7033	0.1979	0.2765	0.3266	0.6108	1.1267	0.0000	1.1122	5.4437
02 - 1987	1	1.4388	0.0000	2.8901	0.6195	0.1512	0.2756	0.3145	0.5357	1.2528	0.0000	0.0000	5.2054
02 - 1987	2	0.9426	0.0000	2.0961	0.5115	0.1158	0.1953	0.2359	0.3983	1.0169	0.0000	0.1513	3.7452
03 - 1987	1	0.3985	0.0000	0.8804	0.2307	0.1322	0.1572	0.2575	0.4285	0.8856	0.0000	1.5321	3.3328
03 - 1987	2	0.5536	0.0000	1.2355	0.3171	0.3007	0.1184	0.2817	0.5262	0.9945	0.0000	0.7112	2.0390
04 - 1987	1	0.5650	0.0000	1.0117	0.3862	0.2082	0.1089	0.2825	0.5167	0.6411	0.0000	0.0000	2.3341
04 - 1987	2	0.7935	0.0000	1.2234	0.5003	0.1987	0.1287	0.3888	0.6100	0.9418	0.0000	0.1438	1.9936
05 - 1987	1	0.8977	0.0000	1.1102	0.3551	0.1633	0.2454	0.3516	0.7180	1.1750	0.0000	0.0000	1.4375
05 - 1987	2	0.7341	0.0000	0.4121	0.3542	0.1071	0.4182	0.4372	0.7560	1.2493	0.0000	0.0378	0.6809
06 - 1987	1	0.0988	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.2316	0.3119	0.4493	0.6627	0.0000	0.1702	0.8096
06 - 1987	2	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.1149	0.2488	0.3326	0.4329	0.0000	0.0000	1.3770
07 - 1987	1	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0829	0.2220	0.3033	0.2756	0.0000	0.4502	0.7566
07 - 1987	2	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0484	0.2151	0.2808	0.2385	0.0000	0.0000	0.8928
Suma [Hm3]		17.935	0.000	30.896	9.529	3.051	4.926	7.327	13.192	21.737	0.000	6.484	67.894

$$Ve = \text{Volumen de entrada} = V1 + V3 + V4 - V5 = 55.309 \text{ Hm}^3$$

$$Vp = \text{Volumen de precipitación} = 6.484 \text{ Hm}^3$$

$$Vs = \text{Volumen de salida} = V6 + V8 + V9 + V10 - V7 = 32.528 \text{ Hm}^3$$

$$VEVT = \text{Volumen evapotranspirado} = Ve + Vp - Vs = 29.265 \text{ Hm}^3$$

$$F = \text{Factor de tanque} = VEV / VEVapo = 0.431$$

## Volúmenes de Agua, Precipitación y Evaporación

### Ciclo 1987-1988

Fecha	Quincena	Vq01	Vq02	Vq03	Vq04	Vq05	Vq06	Vq07	Vq08	Vq09	Vq10	Precip.	Evapo.
08 - 1987	1	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0475	0.2004	0.2540	0.1840	0.0000	0.2005	1.1425
08 - 1987	2	0.1230	0.0000	0.0596	0.0000	0.0000	0.0639	0.2074	0.1668	0.1693	0.0000	0.3405	2.3265
09 - 1987	1	0.3937	0.0000	1.0575	0.1227	0.1184	0.0786	0.2255	0.2817	0.2652	0.0000	0.0984	2.4854
09 - 1987	2	1.0571	0.0000	1.9924	0.5797	0.1875	0.2506	0.3473	0.6074	0.7482	0.0000	0.0151	2.9659
10 - 1987	1	1.1344	0.0000	2.0719	0.4311	0.2039	0.4864	0.5460	0.8234	1.2407	0.0000	0.4464	3.0680
10 - 1987	2	0.7989	0.0000	1.4109	0.4700	0.2307	0.2964	0.3776	0.7387	1.0817	0.0000	0.1627	4.1651
11 - 1987	1	0.7509	0.0000	1.1431	0.4069	0.2048	0.2825	0.3456	0.6048	0.9703	0.0000	0.7074	3.941
11 - 1987	2	1.3658	0.0000	1.4230	0.5694	0.1244	0.3594	0.4000	0.6886	0.9832	0.0000	0.0000	4.6834
12 - 1987	1	1.4687	0.0000	1.7893	0.6117	0.1443	0.3888	0.4510	0.7119	1.1820	0.0000	0.1362	5.6896
12 - 1987	2	1.1396	0.0000	2.1021	0.5815	0.2039	0.4545	0.5279	0.7603	1.1854	0.0000	0.4918	5.6215
01 - 1988	1	1.1774	0.0000	2.1928	0.6411	0.2229	0.2557	0.3637	0.4432	0.7292	0.0000	0.0000	7.9859
01 - 1988	2	1.5301	0.0000	2.6611	0.6117	0.1832	0.3931	0.3715	0.5028	1.0057	0.0000	0.1135	6.9683
02 - 1988	1	1.3760	0.0000	2.4201	0.6005	0.2324	0.3136	0.3275	0.5236	0.9599	0.0000	0.0870	5.2130
02 - 1988	2	1.0178	0.0000	2.0105	0.5383	0.2203	0.2385	0.2773	0.4769	0.8830	0.0000	0.2572	4.7363
03 - 1988	1	0.7524	0.0000	1.5276	0.4277	0.1400	0.2186	0.2903	0.6204	1.0161	0.0000	1.7969	3.8662
03 - 1988	2	0.3940	0.0000	1.2122	0.2860	0.1538	0.1512	0.2791	0.4648	0.7197	0.0000	0.0000	4.1159
04 - 1988	1	0.8433	0.0000	1.5526	0.5348	0.1979	0.2246	0.2860	0.5409	0.8493	0.0000	0.0605	2.5724
04 - 1988	2	0.9346	0.0000	1.4714	0.4182	0.2324	0.2886	0.3136	0.6299	1.1025	0.0000	0.0076	1.6834
05 - 1988	1	0.9101	0.0000	1.2588	0.4199	0.2065	0.3370	0.3283	0.6394	1.2580	0.0000	0.0000	1.6153
05 - 1988	2	0.5944	0.0000	0.9634	0.2773	0.0639	0.3828	0.3663	0.6731	1.2813	0.0000	0.0000	1.2673
06 - 1988	1	0.0000	0.0000	0.0432	0.0000	0.0043	0.1339	0.2817	0.4113	0.7932	0.0000	0.0113	0.8663
06 - 1988	2	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0873	0.2488	0.3724	0.5642	0.0000	0.0000	1.4148
07 - 1988	1	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0622	0.2868	0.3560	0.5305	0.0000	0.1135	0.6128
07 - 1988	2	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0613	0.2678	0.3542	0.5581	0.0000	0.0000	1.4186
Suma [Hm3]		17.762	0.000	30.364	8.529	3.275	5.857	7.918	12.646	20.261	0.000	5.047	80.427

$$Ve = \text{Volumen de entrada} = V1 + V3 + V4 - V5 = 53.379 \text{ Hm}^3$$

$$Vp = \text{Volumen de precipitación} = 5.047 \text{ Hm}^3$$

$$Vs = \text{Volumen de salida} = V6 + V8 + V9 + V10 - V7 = 30.847 \text{ Hm}^3$$

$$VEVT = \text{Volumen evapotranspirado} = Ve + Vp - Vs = 27.579 \text{ Hm}^3$$

$$F = \text{Factor de tanque} = VEV / VEV = 0.343$$

## Volúmenes de Agua, Precipitación y Evaporación

### Ciclo 1997-1998

Fecha	Quincena	Vq01	Vq02	Vq03	Vq04	Vq05	Vq06	Vq07	Vq08	Vq09	Vq10	Precip.	Evapo.
08 - 1997	1	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0294	0.0207	0.0588	0.2514	0.0000	0.0378	0.9079
08 - 1997	2	0.0571	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0916	0.0251	0.0553	0.2385	0.0000	0.0000	1.8537
09 - 1997	1	0.5147	1.2951	0.5676	0.1201	0.0000	0.0674	0.0276	0.0596	0.2411	0.0156	0.0000	2.2698
09 - 1997	2	1.2526	3.1000	1.6105	0.6065	0.0147	0.0795	0.0346	0.1737	0.6679	0.0000	0.0000	2.4968
10 - 1997	1	1.0718	2.9186	1.6762	0.4856	0.1184	0.1624	0.0380	0.2385	1.2096	0.0225	1.1727	2.9886
10 - 1997	2	0.4265	2.3881	1.2554	0.4545	0.0294	0.0994	0.0397	0.1780	1.0973	0.0000	0.1892	3.1399
11 - 1997	1	0.5830	1.9198	0.9124	0.3067	0.0380	0.1261	0.0363	0.2203	1.0230	0.0000	1.8537	4.3505
11 - 1997	2	1.5994	3.0378	1.9388	0.6800	0.1071	0.2264	0.0397	0.2652	1.0238	0.0000	0.2270	3.6695
12 - 1997	1	1.3003	3.0119	1.6926	0.5227	0.1106	0.2929	0.0406	0.2497	1.2182	0.0164	2.0428	4.6909
12 - 1997	2	0.9134	2.6300	1.5146	0.5780	0.0847	0.2065	0.0372	0.2566	1.0912	0.2091	0.1892	5.4097
01 - 1998	1	1.4661	3.0439	2.0382	0.6852	0.1192	0.2264	0.0389	0.2635	0.9763	0.1884	0.4161	4.6909
01 - 1998	2	1.5320	3.5484	2.2231	0.8078	0.1521	0.2393	0.0449	0.3084	0.9530	0.2290	0.0757	5.4475
02 - 1998	1	1.4115	3.2590	2.0269	0.6506	0.2134	0.2575	0.0432	0.2981	1.0005	0.2428	0.0757	3.6317
02 - 1998	2	1.0173	2.6965	1.3781	0.4225	0.1901	0.2160	0.0423	0.2627	1.0083	0.1598	0.7566	2.3076
03 - 1998	1	1.1493	2.4494	1.5466	0.5219	0.1866	0.1858	0.0613	0.2393	0.7932	0.3110	0.0000	3.4425
03 - 1998	2	0.3551	1.4619	0.5003	0.1607	0.0449	0.2411	0.0544	0.2030	0.7163	0.1028	0.5675	1.8915
04 - 1998	1	0.8063	2.4339	1.1673	0.4640	0.1400	0.2264	0.0380	0.2609	0.7128	0.1763	0.8323	1.8915
04 - 1998	2	0.1319	0.9936	0.2851	0.0527	0.1054	0.2039	0.0449	0.1884	0.5918	0.0156	1.2862	1.3241
05 - 1998	1	0.2805	1.4291	0.4838	0.0795	0.1477	0.2169	0.0276	0.1443	0.5953	0.0337	0.7188	1.1349
05 - 1998	2	0.2415	1.0074	0.3499	0.0821	0.0899	0.1961	0.0276	0.1270	0.5685	0.0216	0.0000	0.4161
06 - 1998	1	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.1166	0.0259	0.0631	0.2972	0.0000	0.1135	0.3405
06 - 1998	2	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0907	0.0354	0.0613	0.2367	0.0000	0.0000	0.6809
07 - 1998	1	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0743	0.0389	0.0605	0.2022	0.0000	0.0000	1.0592
07 - 1998	2	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0518	0.0406	0.0691	0.1659	0.0000	0.0000	0.9836
Suma [Hm3]		16.110	42.625	23.167	7.681	1.892	3.924	0.904	4.305	16.880	1.744	10.555	61.020

$$Ve = \text{Volumen de entrada} = V1 + V3 + V4 - V5 = 45.067 \text{ Hm}^3$$

$$Vp = \text{Volumen de precipitación} = 10.555 \text{ Hm}^3$$

$$Vs = \text{Volumen de salida} = V6 + V8 + V9 + V10 - V7 = 25.950 \text{ Hm}^3$$

$$VEVT = \text{Volumen evapotranspirado} = Ve + Vp - Vs = 29.671 \text{ Hm}^3$$

$$F = \text{Factor de tanque} = VEV / VEV = 0.486$$

## Volúmenes de Agua, Precipitación y Evaporación

### Ciclo 1998-1999

Fecha	Quincena	Vq01	Vq02	Vq03	Vq04	Vq05	Vq06	Vq07	Vq08	Vq09	Vq10	Precip.	Evapo.
08 - 1998	1	0.2621	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0588	0.0372	0.0562	0.1365	0.0104	0.0000	1.4754
08 - 1998	2	0.7185	1.4394	0.6601	0.1909	0.0475	0.0959	0.0311	0.1002	0.3050	0.0207	0.0000	2.0807
09 - 1998	1	0.8245	2.8391	1.5898	0.6480	0.1158	0.1063	0.0225	0.2436	0.7007	0.0916	0.0000	2.3833
09 - 1998	2	1.2963	3.6547	1.9820	0.5443	0.1192	0.1763	0.0259	0.2436	1.1612	0.2212	0.0000	2.4590
10 - 1998	1	1.4233	3.9701	1.9984	0.6523	0.1210	0.2220	0.0259	0.3240	1.4351	0.2255	0.0000	3.2156
10 - 1998	2	1.6279	4.6492	2.1790	0.7888	0.1097	0.2696	0.0406	0.3681	1.5543	0.1659	0.0000	3.7830
11 - 1998	1	0.9311	2.0468	1.0230	0.2834	0.0924	0.2765	0.0380	0.2860	1.2830	0.1071	3.0264	4.3505
11 - 1998	2	0.9767	2.6844	1.8256	0.5607	0.1106	0.2955	0.0363	0.2506	0.7897	0.2065	0.0000	4.0100
12 - 1998	1	1.5801	3.4007	2.3613	0.7223	0.1210	0.3266	0.0354	0.2471	0.5581	0.2480	0.0000	4.0478
12 - 1998	2	1.6039	3.8534	2.6024	0.8389	0.1287	0.3188	0.0415	0.2566	0.4743	0.2350	0.0000	5.4097
01 - 1999	1	1.4458	3.6780	2.3604	0.8450	0.1313	0.1996	0.0492	0.2393	0.4035	0.2972	0.0000	5.0692
01 - 1999	2	1.5178	3.7809	2.3613	0.8899	0.1460	0.1788	0.0562	0.2739	0.6981	0.3974	0.2270	4.7666
02 - 1999	1	1.3025	3.3445	2.1989	0.6765	0.1693	0.1348	0.0536	0.2782	0.9253	0.2765	0.0000	4.1235
02 - 1999	2	0.7083	2.0019	1.3141	0.3594	0.1253	0.1097	0.0492	0.1823	0.8312	0.2497	0.3026	2.7994
03 - 1999	1	0.4631	1.2321	0.6247	0.1996	0.1296	0.1115	0.0449	0.1521	0.5149	0.1417	1.7780	2.307
03 - 1999	2	0.5596	1.5293	0.6463	0.1918	0.1253	0.0847	0.0415	0.1382	0.4458	0.0000	0.9079	2.0050
04 - 1999	1	0.6091	1.5267	0.4622	0.1477	0.1365	0.1020	0.0432	0.1763	0.5322	0.0708	1.4375	1.2484
04 - 1999	2	0.5009	1.4913	0.5314	0.1944	0.1106	0.0804	0.0510	0.1650	0.5556	0.0734	1.5889	2.0428
05 - 1999	1	0.3309	1.3694	0.4363	0.1132	0.0950	0.0950	0.0518	0.1642	0.5815	0.0708	0.3026	1.0971
05 - 1999	2	0.4661	0.8787	0.4666	0.2773	0.0665	0.0976	0.0449	0.2497	0.6843	0.0976	0.3026	0.4918
06 - 1999	1	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0674	0.0207	0.1547	0.4294	0.0000	0.0378	0.6053
06 - 1999	2	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0518	0.0130	0.1158	0.2955	0.0000	0.7566	0.4161
07 - 1999	1	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0510	0.0130	0.0968	0.2350	0.0000	0.1892	0.2270
07 - 1999	2	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0458	0.0138	0.0968	0.2445	0.0000	0.0000	1.2862
Suma [Hm3]		19.148	49.371	27.624	9.125	2.201	3.556	0.880	4.859	15.775	3.207	10.857	61.701

$$Ve = \text{Volumen de entrada} = V1 + V3 + V4 - V5 = 53.695 \text{ Hm}^3$$

$$Vp = \text{Volumen de precipitación} = 10.857 \text{ Hm}^3$$

$$Vs = \text{Volumen de salida} = V6 + V8 + V9 + V10 - V7 = 26.517 \text{ Hm}^3$$

$$VEVT = \text{Volumen evapotranspirado} = Ve + Vp - Vs = 38.036 \text{ Hm}^3$$

$$F = \text{Factor de tanque} = VEV / VEV = 0.616$$

## Volúmenes de Agua, Precipitación y Evaporación

### Ciclo 1999-2000

Fecha	Quincena	Vq01	Vq02	Vq03	Vq04	Vq05	Vq06	Vq07	Vq08	Vq09	Vq10	Precip.	Evapo.
08 - 1999	1	0.0362	0.0596	0.0000	0.0000	0.0000	0.0711	0.0100	0.1001	0.2430	0.0152	0.0757	1.9293
08 - 1999	2	0.0898	0.2191	0.0375	0.0000	0.0000	0.0724	0.0091	0.1304	0.2384	0.0187	0.1513	1.626
09 - 1999	1	0.2710	1.3734	0.7302	0.1477	0.0403	0.0781	0.0078	0.1216	0.3364	0.1236	0.1513	2.0428
09 - 1999	2	1.0553	2.7810	1.9785	0.6057	0.0979	0.1507	0.0121	0.2678	0.7646	0.2720	0.0000	2.7994
10 - 1999	1	0.7542	2.9748	1.8508	0.5035	0.0925	0.1604	0.0327	0.3361	1.2966	0.1488	0.6809	2.7238
10 - 1999	2	0.9507	3.3693	1.8641	0.5383	0.1620	0.1591	0.0276	0.3344	1.2436	0.3519	0.3783	4.0478
11 - 1999	1	0.9463	1.9763	1.1070	0.3508	0.0804	0.2070	0.0219	0.2997	1.0920	0.0479	2.2320	4.501
11 - 1999	2	1.3773	3.8053	1.9580	0.5706	0.0939	0.2101	0.0245	0.3421	1.2703	0.3492	1.1349	3.8965
12 - 1999	1	0.8266	1.9882	1.2730	0.5498	0.1286	0.1279	0.0216	0.2825	0.9140	0.3317	1.0214	3.7830
12 - 1999	2	1.5696	3.3269	2.2988	0.8986	0.2066	0.1560	0.0182	0.2929	0.9999	0.1572	0.0000	4.5018
01 - 2000	1	1.3834	2.9385	2.2177	0.6426	0.2786	0.1672	0.0141	0.2906	0.8088	0.3929	0.0378	4.5774
01 - 2000	2	1.4020	3.2274	2.1425	0.7829	0.4825	0.1720	0.0198	0.3229	0.9239	0.3473	1.2106	5.7123
02 - 2000	1	0.9962	3.3800	2.0299	0.7757	0.4851	0.2307	0.0339	0.3006	1.2785	0.0384	0.7566	3.4047
02 - 2000	2	0.6881	2.2667	1.2462	0.5708	0.1350	0.1514	0.0393	0.2382	0.9089	0.3441	1.5132	4.3505
03 - 2000	1	0.4441	1.5593	0.3529	0.2325	0.1032	0.1048	0.0376	0.2424	0.7572	0.2046	1.4754	3.2534
03 - 2000	2	0.5558	1.6644	1.1013	0.4437	0.1356	0.0422	0.0382	0.2417	0.4436	0.2436	0.0000	3.3290
04 - 2000	1	0.9565	2.7650	1.6014	0.5880	0.1332	0.1540	0.1559	0.3477	0.6214	0.3390	0.0757	2.3076
04 - 2000	2	0.1573	0.6370	0.2233	0.0772	0.0618	0.1102	0.1058	0.2650	0.4379	0.0299	0.7566	2.3833
05 - 2000	1	0.6739	2.0389	0.9035	0.3035	0.1118	0.1053	0.1446	0.2899	0.5170	0.0905	1.9672	1.9293
05 - 2000	2	0.0000	0.2196	0.0583	0.0181	0.0485	0.1068	0.1242	0.3101	0.6052	0.0000	1.5510	1.4375
06 - 2000	1	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0737	0.0758	0.2073	0.2987	0.0000	0.4540	0.5296
06 - 2000	2	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0621	0.0726	0.1691	0.2610	0.0000	0.0000	0.4918
07 - 2000	1	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0550	0.0685	0.1477	0.2218	0.0000	0.6431	0.5296
07 - 2000	2	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0437	0.0683	0.1547	0.2291	0.0000	0.0000	0.9458
Suma [Hm3]		15.134	42.571	24.975	8.600	2.878	2.972	1.184	6.035	16.712	3.847	16.267	67.035

$$Ve = \text{Volumen de entrada} = V1 + V3 + V4 - V5 = 45.831 \text{ Hm}^3$$

$$Vp = \text{Volumen de precipitación} = 16.267 \text{ Hm}^3$$

$$Vs = \text{Volumen de salida} = V6 + V8 + V9 + V10 - V7 = 28.382 \text{ Hm}^3$$

$$VEVT = \text{Volumen evapotranspirado} = Ve + Vp - Vs = 33.717 \text{ Hm}^3$$

$$F = \text{Factor de tanque} = VEV\!T / VEV\!o = 0.503$$

## APÉNDICE B

### Infiltración Profunda





## Retornos - Infiltración Profunda

Ciclo 1985-1986

Fecha	Quincena	I(nT)	Ia(nT)	Ib(nT)	Ic(nT)
08-1985	1	0.000	0.000	0.000	0.000
08-1985	2	0.744	0.110	0.306	0.328
09-1985	3	1.538	0.384	0.322	0.832
09-1985	4	1.049	0.433	0.192	0.424
10-1985	5	1.742	0.604	0.336	0.802
10-1985	6	1.882	0.430	0.342	1.110
11-1985	7	1.263	0.387	0.307	0.568
11-1985	8	2.069	0.535	0.425	1.109
12-1985	9	2.433	0.739	0.623	1.071
12-1985	10	2.185	0.573	0.389	1.223
01-1986	11	1.029	0.288	0.287	0.453
01-1986	12	2.073	0.666	0.380	1.027
02-1986	13	1.821	0.584	0.322	0.915
02-1986	14	1.823	0.469	0.398	0.957
03-1986	15	1.848	0.543	0.299	1.005
03-1986	16	1.333	0.401	0.404	0.529
04-1986	17	2.270	0.474	0.509	1.287
04-1986	18	2.029	0.623	0.317	1.089
05-1986	19	1.984	0.648	0.366	0.970
05-1986	20	1.186	0.245	0.214	0.726
06-1986	21	0.601	0.168	0.078	0.354
06-1986	22	0.000	0.000	0.000	0.000
07-1986	23	0.000	0.000	0.000	0.000
07-1986	24	0.000	0.000	0.000	0.000
	Suma	32.900	9.305	6.817	16.778
	Promedio	1.371	0.388	0.284	0.699
	Mínimo	0.000	0.000	0.000	0.000
	Máximo	2.433	0.739	0.623	1.287



## Retornos - Infiltración Profunda

### Ciclo 1987-1988

Fecha	Quincena	I(nT)	Ia(nT)	Ib(nT)	Ic(nT)
08-1987	49	0.000	0.000	0.000	0.000
08-1987	50	0.000	0.000	0.000	0.000
09-1987	51	0.702	0.183	0.025	0.494
09-1987	52	2.440	0.777	0.449	1.214
10-1987	53	2.828	0.965	0.352	1.511
10-1987	54	1.184	0.445	0.305	0.434
11-1987	55	1.452	0.571	0.323	0.558
11-1987	56	1.628	0.916	0.361	0.351
12-1987	57	1.911	0.961	0.376	0.574
12-1987	58	2.183	0.738	0.395	1.051
01-1988	59	1.050	0.411	0.285	0.354
01-1988	60	2.344	0.893	0.316	1.135
02-1988	61	2.464	0.900	0.379	1.184
02-1988	62	1.979	0.635	0.361	0.984
03-1988	63	3.039	0.884	0.489	1.666
03-1988	64	0.327	0.000	0.103	0.226
04-1988	65	1.911	0.613	0.428	0.870
04-1988	66	2.022	0.775	0.344	0.903
05-1988	67	1.828	0.755	0.348	0.726
05-1988	68	1.337	0.473	0.221	0.643
06-1988	69	0.000	0.000	0.000	0.000
06-1988	70	0.000	0.000	0.000	0.000
07-1988	71	0.000	0.000	0.000	0.000
07-1988	72	0.000	0.000	0.000	0.000
	<b>Suma</b>	32.628	11.892	5.860	14.877
	<b>Promedio</b>	1.359	0.496	0.244	0.620
	<b>Mínimo</b>	0.000	0.000	0.000	0.000
	<b>Máximo</b>	3.039	0.965	0.489	1.666

## Retornos - Infiltración Profunda

**Ciclo 1997-1998**

Fecha	Quincena	I(nT)	Ia(nT)	Ib(nT)	Ic(nT)
08-1997	1	0.000	0.000	0.000	0.000
08-1997	2	0.000	0.000	0.000	0.000
09-1997	3	0.099	0.206	0.000	0.000
09-1997	4	2.241	0.913	0.449	0.880
10-1997	5	2.835	0.993	0.449	1.392
10-1997	6	0.769	0.052	0.281	0.437
11-1997	7	1.502	0.510	0.273	0.720
11-1997	8	2.554	1.163	0.478	0.913
12-1997	9	3.167	1.234	0.492	1.441
12-1997	10	0.480	0.230	0.261	0.000
01-1998	11	2.205	0.944	0.443	0.819
01-1998	12	1.838	0.812	0.473	0.553
02-1998	13	2.185	0.938	0.431	0.816
02-1998	14	2.262	0.915	0.375	0.972
03-1998	15	1.357	0.681	0.304	0.372
03-1998	16	0.619	0.256	0.115	0.247
04-1998	17	2.210	0.782	0.453	0.976
04-1998	18	1.007	0.312	0.136	0.559
05-1998	19	0.863	0.327	0.101	0.435
05-1998	20	0.381	0.185	0.056	0.141
06-1998	21	0.000	0.000	0.000	0.000
06-1998	22	0.000	0.000	0.000	0.000
07-1998	23	0.000	0.000	0.000	0.000
07-1998	24	0.000	0.000	0.000	0.000
	<b>Suma</b>	28.575	11.452	5.568	11.673
	<b>Promedio</b>	1.191	0.477	0.232	0.486
	<b>Mínimo</b>	0.000	0.000	0.000	0.000
	<b>Máximo</b>	3.167	1.234	0.492	1.441

## Retornos - Infiltración Profunda

### Ciclo 1998-1999

Fecha	Quincena	I(nT)	la(nT)	lb(nT)	lc(nT)
08-1998	25	0.000	0.007	0.000	0.000
08-1998	26	0.239	0.359	0.024	0.000
09-1998	27	1.477	0.413	0.457	0.607
09-1998	28	2.188	0.872	0.347	0.968
10-1998	29	1.971	0.868	0.395	0.708
10-1998	30	2.154	0.975	0.486	0.693
11-1998	31	2.490	1.028	0.328	1.134
11-1998	32	0.781	0.285	0.239	0.257
12-1998	33	2.048	0.881	0.398	0.768
12-1998	34	1.582	0.670	0.405	0.506
01-1999	35	1.395	0.571	0.439	0.385
01-1999	36	1.912	0.759	0.537	0.616
02-1999	37	1.467	0.591	0.346	0.530
02-1999	38	0.833	0.310	0.174	0.349
03-1999	39	1.513	0.563	0.246	0.705
03-1999	40	0.944	0.468	0.149	0.327
04-1999	41	1.751	0.796	0.235	0.720
04-1999	42	1.446	0.593	0.237	0.615
05-1999	43	0.412	0.226	0.065	0.121
05-1999	44	1.143	0.466	0.277	0.400
06-1999	45	0.000	0.000	0.000	0.000
06-1999	46	0.500	0.140	0.065	0.295
07-1999	47	0.049	0.014	0.006	0.029
07-1999	48	0.000	0.000	0.000	0.000
	<b>Suma</b>	28.293	11.854	5.856	10.733
	<b>Promedio</b>	1.179	0.494	0.244	0.447
	<b>Mínimo</b>	0.000	0.000	0.000	0.000
	<b>Máximo</b>	2.490	1.028	0.537	1.134

## Retornos - Infiltración Profunda

### Ciclo 1999-2000

Fecha	Quincena	I(nT)	Ia(nT)	Ib(nT)	Ic(nT)
08-1999	49	0.000	0.000	0.000	0.000
08-1999	50	0.000	0.000	0.000	0.000
09-1999	51	0.232	0.026	0.034	0.173
09-1999	52	2.134	0.661	0.423	1.050
10-1999	53	2.327	0.561	0.414	1.352
10-1999	54	1.533	0.487	0.323	0.724
11-1999	55	2.291	0.937	0.347	1.008
11-1999	56	2.987	1.146	0.463	1.377
12-1999	57	1.639	0.580	0.435	0.624
12-1999	58	2.296	0.936	0.604	0.756
01-2000	59	1.701	0.749	0.348	0.603
01-2000	60	2.182	0.936	0.567	0.679
02-2000	61	2.361	0.729	0.651	0.981
02-2000	62	1.695	0.499	0.483	0.713
03-2000	63	0.765	0.399	0.212	0.155
03-2000	64	0.291	0.087	0.226	0.000
04-2000	65	1.928	0.653	0.447	0.828
04-2000	66	0.000	0.034	0.020	0.000
05-2000	67	2.766	0.953	0.433	1.380
05-2000	68	0.856	0.232	0.126	0.498
06-2000	69	0.188	0.053	0.024	0.111
06-2000	70	0.000	0.000	0.000	0.000
07-2000	71	0.377	0.105	0.049	0.222
07-2000	72	0.000	0.000	0.000	0.000
	<b>Suma</b>	30.549	10.762	6.628	13.234
	<b>Promedio</b>	1.273	0.448	0.276	0.551
	<b>Mínimo</b>	0.000	0.000	0.000	0.000
	<b>Máximo</b>	2.987	1.146	0.651	1.380

# APÉNDICE C

## Análisis Químicos





## Retornos - Análisis Químicos

Promedio mensual del trienio

### Estación R01

Mes	Conductividad [μmhos/cm]	Sales Totales [ppm]	pH	Bicarbonatos [meq/l]	Cloruros [meq/l]	Sulfatos [meq/l]	Sodio [meq/l]	Potasio [meq/l]	Calcio [meq/l]	Magnesio [meq/l]
<b>Etapa I</b>										
1	651	452	--	1.262	2.308	3.312	2.593	0.068	3.653	0.547
2	762	502	--	1.302	3.005	3.835	3.297	0.082	4.087	0.673
3	859	600	--	1.472	3.742	3.945	3.952	0.083	4.387	0.737
4	930	623	--	1.637	4.368	3.885	4.510	0.090	4.247	0.903
5	989	605	--	1.613	4.192	3.552	4.355	0.085	4.265	0.657
6	960	570	--	1.580	4.050	3.470	4.160	0.070	4.060	0.540
7	-	-	--	--	--	--	--	--	--	--
8	1037	620	--	1.630	4.390	3.435	4.275	0.070	4.455	0.605
9	968	635	--	1.660	4.555	3.357	4.477	0.083	4.083	0.893
10	749	502	--	1.747	3.267	2.995	3.535	0.077	3.753	0.587
11	568	395	--	1.387	2.242	2.485	2.502	0.058	3.063	0.473
12	542	328	--	1.223	1.900	2.310	2.118	0.047	3.065	0.33
<b>Promedio</b>	820	530	--	1.501	3.456	3.325	3.616	0.074	3.920	0.631
<b>Etapa II</b>										
1	723	594	7.6	1.027	2.708	3.300	2.501	0.067	3.979	0.507
2	749	612	7.8	1.158	3.498	4.483	3.640	0.087	4.122	1.064
3	819	654	7.9	1.158	4.005	4.693	4.252	0.158	4.884	0.707
4	979	737	8.0	1.267	4.588	5.082	5.003	0.199	5.110	0.960
5	975	726	7.6	1.573	4.739	5.145	5.336	0.100	4.844	1.360
6	-	-	--	--	--	--	--	--	--	--
7	-	-	--	--	--	--	--	--	--	--
8	931	745	8.2	1.311	5.528	4.262	4.502	0.100	5.389	1.640
9	783	657	7.9	1.355	4.325	4.533	4.335	0.091	3.506	2.276
10	787	649	7.9	1.486	4.250	4.382	4.002	0.087	4.218	1.480
11	667	568	7.7	1.246	2.896	3.267	2.501	0.116	4.125	0.560
12	622	496	7.8	1.202	2.557	3.200	2.668	0.133	2.978	1.200
<b>Promedio</b>	804	644	7.8	1.278	3.909	4.235	3.874	0.114	4.316	1.175

## Retornos - Análisis Químicos

Promedio mensual del trienio

### Estación R02

	Mes	Conductividad [µmhos/cm]	Sales Totales [ppm]	pH	Bicarbonatos [meq/l]	Cloruros [meq/l]	Sulfatos [meq/l]	Sodio [meq/l]	Potasio [meq/l]	Calcio [meq/l]	Magnesio [meq/l]
tapa	II										
	1	638	515	7.7	1.049	2.557	3.533	2.501	0.084	4.025	0.527
	2	723	587	7.8	1.114	3.535	4.464	3.668	0.103	4.155	1.037
	3	803	632	8.0	1.158	4.005	4.628	4.152	0.118	4.764	0.760
	4	957	726	7.9	1.267	4.588	5.111	4.802	0.103	5.093	0.923
	5	955	711	7.7	1.595	4.739	4.945	5.336	0.100	4.977	0.958
	6	-	-	-.-	-.-	-.-	-.-	-.-	-.-	-.-	-.-
	7	-	-	-.-	-.-	-.-	-.-	-.-	-.-	-.-	-.-
	8	931	745	8.0	1.311	5.528	4.287	4.502	0.100	4.871	1.120
	9	896	716	8.0	1.409	5.246	4.559	5.002	0.100	3.668	2.644
	10	759	615	7.9	1.442	4.024	4.388	4.335	0.087	3.966	1.413
	11	640	512	7.6	1.267	2.933	3.200	2.501	0.116	4.179	0.587
	12	581	458	7.7	1.114	2.557	3.233	2.668	0.133	2.928	1.200
Promedio		788	622	7.8	1.273	3.971	4.235	3.947	0.104	4.263	1.117

## Retornos - Análisis Químicos

Promedio mensual del trienio

Estación R03

	Mes	Conductividad [μmhos/cm]	Sales Totales [ppm]	pH	Bicarbonatos [meq/l]	Cloruros [meq/l]	Sulfatos [meq/l]	Sodio [meq/l]	Potasio [meq/l]	Calcio [meq/l]	Magnesio [meq/l]
Etapa I											
	1	651	452	--	1.262	2.308	3.312	2.593	0.068	3.653	0.547
	2	762	502	--	1.302	3.005	3.835	3.297	0.082	4.087	0.673
	3	859	600	--	1.472	3.742	3.945	3.952	0.083	4.387	0.737
	4	930	623	--	1.637	4.368	3.885	4.510	0.090	4.247	0.903
	5	989	605	--	1.613	4.192	3.552	4.355	0.085	4.265	0.657
	6	960	570	--	1.580	4.050	3.470	4.160	0.070	4.060	0.540
	7	-	-	--	--	--	--	--	--	--	--
	8	1037	620	--	1.630	4.390	3.435	4.275	0.070	4.455	0.605
	9	968	636	--	1.660	4.555	3.357	4.477	0.083	4.083	0.893
	10	749	502	--	1.747	3.267	2.995	3.535	0.077	3.753	0.587
	11	568	395	--	1.387	2.242	2.485	2.502	0.058	3.063	0.473
	12	542	328	--	1.223	1.900	2.310	2.118	0.047	3.065	0.330
Promedio		820	530	--	1.501	3.456	3.325	3.616	0.074	3.920	0.631
Etapa II											
	1	621	507	7.6	1.071	2.557	3.633	2.501	0.084	3.813	0.860
	2	727	575	7.8	1.114	3.535	4.618	3.671	0.106	4.075	1.170
	3	800	615	8.0	1.158	4.005	4.641	4.169	0.133	4.821	0.720
	4	946	715	8.0	1.202	4.551	5.144	4.835	0.133	5.103	0.887
	5	954	711	7.7	1.289	4.701	5.077	5.336	0.100	5.057	0.852
	6	-	-	--	--	--	--	--	--	--	--
	7	-	-	--	--	--	--	--	--	--	--
	8	-	-	--	--	--	--	--	--	--	--
	9	853	632	8.0	1.575	4.364	4.112	4.288	0.086	3.602	1.793
	10	760	612	7.9	1.442	4.137	3.894	4.002	0.108	3.726	1.598
	11	656	545	7.6	1.289	2.896	3.333	2.501	0.116	4.252	0.640
	12	580	466	7.7	1.158	2.557	3.600	3.001	0.166	2.874	1.253
Promedio		766	598	7.8	1.255	3.700	4.228	3.812	0.115	4.147	1.086

## Retornos - Análisis Químicos

Promedio mensual del trienio

Estación R04

	Mes	Conductividad [µmhos/cm]	Sales Totales [ppm]	pH	Bicarbonatos [meq/l]	Cloruros [meq/l]	Sulfatos [meq/l]	Sodio [meq/l]	Potasio [meq/l]	Calcio [meq/l]	Magnesio [meq/l]
<b>Etapa I</b>											
	1	651	452	--	1.262	2.308	3.312	2.593	0.068	3.653	0.547
	2	762	502	--	1.302	3.005	3.835	3.297	0.082	4.087	0.673
	3	859	600	--	1.472	3.742	3.945	3.952	0.083	4.387	0.737
	4	930	623	--	1.637	4.368	3.885	4.510	0.090	4.247	0.903
	5	989	605	--	1.613	4.192	3.552	4.355	0.085	4.265	0.657
	6	960	570	--	1.580	4.050	3.470	4.160	0.070	4.060	0.540
	7	-	-	--	--	--	--	--	--	--	--
	8	1037	620	--	1.630	4.390	3.435	4.275	0.070	4.455	0.605
	9	968	635	--	1.660	4.555	3.357	4.477	0.083	4.083	0.893
	10	749	502	--	1.747	3.267	2.995	3.535	0.077	3.753	0.587
	11	568	395	--	1.387	2.242	2.485	2.502	0.058	3.063	0.473
	12	542	328	--	1.223	1.900	2.310	2.118	0.047	3.065	0.330
Promedio		820	530	--	1.501	3.456	3.325	3.616	0.074	3.920	0.631
<b>Etapa II</b>											
	1	614	501	7.6	0.770	2.595	3.833	2.501	0.084	3.826	0.753
	2	717	577	7.8	0.727	3.498	4.546	3.829	0.088	4.045	1.094
	3	788	617	7.9	0.814	3.987	4.876	4.169	0.116	4.871	0.520
	4	951	726	7.9	0.903	4.551	5.539	4.835	0.100	5.097	0.936
	5	957	704	7.7	0.859	4.852	5.663	5.336	0.100	5.110	0.799
	6	-	-	--	--	--	--	--	--	--	--
	7	-	-	--	--	--	--	--	--	--	--
	8	-	-	--	--	--	--	--	--	--	--
	9	851	631	8.0	1.597	4.364	4.234	4.288	0.086	3.599	1.983
	10	758	601	7.9	0.991	4.062	4.921	4.335	0.192	3.966	1.440
	11	662	544	7.6	0.838	2.933	3.733	2.501	0.116	4.285	0.613
	12	595	471	7.6	0.836	2.633	3.833	3.001	0.166	2.954	1.200
Promedio		766	597	7.8	0.926	3.719	4.575	3.866	0.116	4.195	1.038

## Retornos - Análisis Químicos

Promedio mensual del trienio

Estación R05

	Mes	Conductividad [µmhos/cm]	Sales Totales [ppm]	pH	Bicarbonatos [meq/l]	Cloruros [meq/l]	Sulfatos [meq/l]	Sodio [meq/l]	Potasio [meq/l]	Calcio [meq/l]	Magnesio [meq/l]
<b>Etapa I</b>											
	1	651	452	--	1.262	2.308	3.312	2.593	0.068	3.653	0.547
	2	762	502	--	1.302	3.005	3.835	3.297	0.082	4.087	0.673
	3	859	600	--	1.472	3.742	3.945	3.952	0.083	4.387	0.737
	4	930	623	--	1.637	4.368	3.885	4.510	0.090	4.247	0.903
	5	989	605	--	1.613	4.192	3.552	4.355	0.085	4.265	0.657
	6	960	570	--	1.580	4.050	3.470	4.160	0.070	4.060	0.540
	7	-	-	--	--	--	--	--	--	--	--
	8	1037	620	--	1.630	4.390	3.435	4.275	0.070	4.455	0.605
	9	968	635	--	1.660	4.555	3.357	4.477	0.083	4.083	0.893
	10	749	502	--	1.747	3.267	2.995	3.535	0.077	3.753	0.587
	11	568	395	--	1.387	2.242	2.485	2.502	0.058	3.063	0.473
	12	542	328	--	1.223	1.900	2.310	2.118	0.047	3.065	0.330
Promedio		820	530	--	1.501	3.456	3.325	3.616	0.074	3.920	0.631
<b>Etapa II</b>											
	1	602	486	7.6	1.049	2.557	3.433	2.501	0.084	3.613	0.833
	2	716	589	7.7	1.158	3.535	4.644	3.903	0.108	4.312	1.012
	3	797	638	7.9	1.158	3.987	4.699	4.169	0.133	4.884	0.733
	4	962	724	8.0	1.158	4.551	4.986	4.669	0.133	5.170	0.820
	5	950	708	7.9	1.289	4.701	6.339	6.003	0.100	5.030	1.227
	6	-	-	--	--	--	--	--	--	--	--
	7	-	-	--	--	--	--	--	--	--	--
	8	-	-	--	--	--	--	--	--	--	--
	9	894	715	8.0	1.541	5.246	4.570	5.002	0.100	3.508	2.764
	10	757	611	7.9	1.464	4.062	3.588	3.668	0.108	3.806	1.571
	11	646	532	7.7	1.224	2.933	3.533	2.918	0.125	4.019	0.613
	12	593	474	7.7	1.114	2.670	3.700	3.001	0.166	2.928	1.389
Promedio		768	609	7.8	1.239	3.805	4.388	3.982	0.117	4.141	1.218

## Retornos - Análisis Químicos

Promedio mensual del trienio

### Estación R06

Periodo de análisis: 1999-2001

	Mes	Conductividad [µmhos/cm]	Sales Totales [ppm]	pH	Bicarbonatos [meq/l]	Cloruros [meq/l]	Sulfatos [meq/l]	Sodio [meq/l]	Potasio [meq/l]	Calcio [meq/l]	Magnesio [meq/l]
Etapa I											
	1	2237	1698	--	4.501	7.219	13.095	10.884	0.137	10.227	3.659
	2	1896	1620	--	4.005	6.583	14.158	10.820	0.132	11.087	3.290
	3	2011	1672	--	4.043	7.192	13.792	11.405	0.130	10.337	3.523
	4	2191	1860	--	5.080	7.983	14.685	12.353	0.145	11.853	3.520
	5	2336	1642	--	5.090	7.283	12.502	9.983	0.150	12.377	2.583
	6	2795	2107	--	5.188	8.658	18.020	13.287	0.145	14.880	3.380
	7	3371	2518	--	5.620	9.942	21.917	16.147	0.157	17.987	3.420
	8	2853	2203	--	5.102	9.155	19.208	14.270	0.140	15.316	4.037
	9	2380	1767	--	5.008	7.821	14.497	11.146	0.141	12.589	3.623
	10	2026	1798	--	5.015	7.717	13.837	11.005	0.133	12.947	2.667
	11	2065	1773	--	5.038	7.350	14.787	10.843	0.143	11.403	5.043
	12	2120	1665	--	3.832	7.028	14.310	10.703	0.128	11.250	2.692
Promedio		2357	1860	--	4.794	7.828	15.401	11.904	0.140	12.688	3.453
Etapa II											
	1	1787	1518	7.5	4.196	7.559	12.422	10.671	0.100	11.311	2.599
	2	1786	1448	7.5	3.627	7.277	12.984	10.338	0.266	10.912	2.999
	3	1831	1492	7.7	3.387	6.788	13.637	8.778	0.146	11.810	3.053
	4	1432	1106	7.8	2.360	5.754	8.626	7.670	0.199	8.327	1.970
	5	1671	1259	7.6	2.884	6.770	11.014	8.337	0.100	10.114	2.893
	6	2436	1908	7.8	4.283	9.026	18.840	12.339	0.117	13.540	6.631
	7	2698	2122	8.0	4.316	9.543	20.145	13.839	0.092	16.634	4.698
	8	1840	1608	7.9	3.190	8.349	14.994	9.936	0.110	13.826	2.831
	9	1435	1164	8.0	2.731	6.168	10.953	7.670	0.158	9.548	2.067
	10	1926	1539	7.7	3.999	8.462	13.519	9.671	0.204	13.773	2.464
	11	1692	1432	7.7	3.300	7.296	11.729	7.337	0.166	12.093	2.599
	12	1824	1440	7.5	4.305	7.804	13.216	10.671	0.199	10.899	3.186
Promedio		1863	1503	7.7	3.548	7.566	13.507	9.771	0.155	11.899	3.166

## Retornos - Análisis Químicos

Promedio mensual del trienio

Estación R07

	Mes	Conductividad [µmhos/cm]	Sales Totales [ppm]	pH	Bicarbonatos [meq/l]	Cloruros [meq/l]	Sulfatos [meq/l]	Sodio [meq/l]	Potasio [meq/l]	Calcio [meq/l]	Magnesio [meq/l]
<b>Etapa I</b>											
	1	1922	1459	--	4.435	6.547	9.831	9.631	0.128	8.314	2.851
	2	1760	1415	--	3.647	6.258	11.820	9.218	0.133	9.840	2.740
	3	1784	1438	--	4.477	6.267	10.767	9.330	0.123	9.583	2.580
	4	1830	1507	--	4.863	6.817	11.725	9.843	0.130	10.097	3.197
	5	2076	1443	--	4.980	6.558	10.367	8.707	0.130	10.558	2.583
	6	2059	1517	--	4.807	6.842	11.515	9.483	0.122	10.813	2.648
	7	2142	1517	--	4.502	6.742	11.910	9.535	0.127	10.893	2.663
	8	2040	1513	--	4.626	6.668	12.008	9.204	0.136	10.724	3.198
	9	2017	1457	--	4.778	6.744	10.908	9.231	0.128	10.438	2.909
	10	1860	1532	--	5.135	6.950	11.313	9.440	0.122	11.177	2.600
	11	1795	1457	--	4.835	6.725	10.638	9.165	0.147	9.497	3.587
	12	1865	1442	--	4.113	6.432	11.632	9.233	0.133	10.213	2.660
<b>Promedio</b>		1929	1475	--	4.600	6.629	11.203	9.335	0.130	10.179	2.851
<b>Etapa II</b>											
	1	3474	2967	7.2	4.327	20.628	21.382	21.676	0.150	19.495	4.932
	2	3921	3348	7.5	4.654	20.704	24.956	20.342	0.266	22.556	6.852
	3	3972	3345	7.4	4.501	23.505	26.434	27.345	0.264	21.824	6.132
	4	3493	2730	7.4	4.043	18.710	20.785	20.676	0.199	19.229	4.066
	5	3424	2512	7.2	4.130	18.052	21.062	21.009	0.166	18.431	7.065
	6	3704	2964	7.6	4.589	20.403	24.518	20.342	0.166	17.050	9.383
	7	4257	3368	7.5	4.622	22.800	25.619	26.011	0.133	24.153	6.799
	8	4478	3841	7.5	3.649	29.335	29.836	26.800	0.220	27.413	8.535
	9	3943	3429	7.5	4.589	25.085	25.670	24.011	0.223	25.151	7.463
	10	3335	2779	7.3	4.436	21.531	21.833	21.343	0.258	21.758	5.799
	11	3757	2990	7.2	4.501	22.998	23.309	21.009	0.166	22.489	5.732
	12	3877	3199	7.1	4.436	24.540	25.087	26.679	0.299	23.488	6.199
<b>Promedio</b>		3803	3123	7.4	4.373	22.358	24.208	23.104	0.209	21.920	6.580

## Retornos - Análisis Químicos

Promedio mensual del trienio

Estación R08

	Mes	Conductividad [μmhos/cm]	Sales Totales [ppm]	pH	Bicarbonatos [meq/l]	Cloruros [meq/l]	Sulfatos [meq/l]	Sodio [meq/l]	Potasio [meq/l]	Calcio [meq/l]	Magnesio [meq/l]
<b>Etapa I</b>											
	1	2080	1628	.-.	3.592	7.030	13.133	10.642	0.127	11.058	2.150
	2	1921	1588	.-.	3.910	6.658	13.673	10.310	0.127	10.903	2.800
	3	1830	1503	.-.	4.420	6.608	11.922	10.090	0.120	10.333	2.420
	4	1960	1653	.-.	4.765	7.017	12.900	10.913	0.130	11.560	2.397
	5	2412	1715	.-.	5.430	7.342	13.033	10.868	0.133	11.458	3.597
	6	2351	1705	.-.	4.917	7.308	13.407	10.728	0.122	11.650	3.157
	7	2251	1638	.-.	4.388	7.233	12.973	10.438	0.130	10.590	3.497
	8	2220	1624	.-.	4.518	6.986	13.131	10.248	0.129	10.919	3.458
	9	2289	1723	.-.	4.704	7.408	14.027	10.900	0.130	11.450	3.975
	10	2106	1770	.-.	4.893	7.558	14.163	11.250	0.122	12.703	2.787
	11	1940	1618	.-.	4.457	7.278	12.802	10.663	0.137	11.667	2.393
	12	1964	1555	.-.	3.818	6.898	13.030	10.007	0.128	11.455	2.322
Promedio		2110	1644	.-.	4.484	7.111	13.183	10.588	0.128	11.312	2.913
<b>Etapa II</b>											
	1	1951	1656	7.6	3.584	8.312	13.994	11.338	0.100	11.378	2.133
	2	1889	1480	7.7	3.540	8.612	13.219	11.404	0.287	11.528	1.890
	3	2091	1741	7.8	3.474	9.684	14.258	12.005	0.166	12.442	3.133
	4	2039	1453	7.9	3.518	8.650	12.883	10.838	0.166	12.509	2.933
	5	2195	1650	7.7	3.802	9.308	14.449	12.339	0.100	13.174	2.999
	6	2471	1935	7.6	4.414	10.530	17.023	12.672	0.100	13.008	5.966
	7	2687	2114	8.0	4.491	13.539	16.543	14.173	0.084	15.769	3.900
	8	2539	2135	7.9	4.370	12.862	18.169	14.605	0.099	16.701	4.331
	9	2529	2164	8.0	4.611	12.580	18.863	13.673	0.124	17.033	5.667
	10	1933	1592	7.8	3.890	8.368	14.263	10.338	0.092	14.172	2.533
	11	1961	1672	7.7	3.693	8.330	13.528	8.837	0.116	13.307	2.586
	12	1742	1410	7.6	3.256	7.465	11.614	10.004	0.199	11.162	1.733
Promedio		2169	1750	7.8	3.887	9.853	14.901	11.852	0.136	13.515	3.317

## Retornos - Análisis Químicos

Promedio mensual del trienio

### Estación R09

	Mes	Conductividad [µmhos/cm]	Sales Totales [ppm]	pH	Bicarbonatos [meq/l]	Cloruros [meq/l]	Sulfatos [meq/l]	Sodio [meq/l]	Potasio [meq/l]	Calcio [meq/l]	Magnesio [meq/l]
<b>Etapa I</b>											
1	3960	3558	-.-	3.573	11.700	35.992	23.678	0.182	22.840	4.837	
2	3570	3395	-.-	4.107	10.400	36.008	22.845	0.172	22.443	5.493	
3	3530	3282	-.-	3.377	11.142	32.170	21.562	0.160	20.793	5.277	
4	3461	3175	-.-	4.278	10.658	31.970	21.422	0.172	21.177	3.873	
5	4174	3202	-.-	4.707	10.508	32.038	20.853	0.202	21.667	4.953	
6	4908	3937	-.-	4.853	14.425	37.820	27.938	0.188	23.820	5.497	
7	5236	4038	-.-	4.487	17.258	40.355	31.325	0.200	23.467	7.280	
8	5349	4295	-.-	4.295	19.030	40.951	33.882	0.170	24.261	6.561	
9	4605	3696	-.-	4.286	14.286	35.460	26.198	0.180	23.415	4.681	
10	3880	3683	-.-	4.433	12.483	36.650	26.018	0.178	22.517	5.763	
11	3666	3407	-.-	4.393	11.742	33.678	24.023	0.182	21.213	5.370	
12	3644	3257	-.-	3.260	11.125	32.572	22.947	0.173	19.343	5.603	
<b>Promedio</b>		4165	3577	-.-	4.171	12.896	35.472	25.224	0.180	22.246	5.432
<b>Etapa II</b>											
1	2406	2069	7.5	3.016	8.048	23.992	13.339	0.100	17.765	2.999	
2	2194	1933	7.7	2.797	7.428	21.407	11.493	0.189	16.621	4.319	
3	2475	2150	7.8	2.731	8.274	24.295	14.340	0.199	18.231	3.266	
4	2557	2010	7.8	2.600	7.973	22.603	14.173	0.166	17.167	3.120	
5	2723	2039	7.7	3.103	8.612	23.630	16.007	0.100	16.834	3.933	
6	3238	2548	7.8	3.453	10.530	31.687	20.009	0.133	22.024	4.067	
7	3621	2844	8.0	2.983	11.424	32.187	24.344	0.100	21.724	4.966	
8	2778	2456	8.0	3.300	11.339	27.058	19.206	0.118	18.098	4.406	
9	2580	2032	8.0	3.212	9.628	24.743	16.674	0.166	13.873	6.138	
10	2573	2209	7.8	3.606	12.166	21.418	14.173	0.192	20.044	2.890	
11	2457	2118	7.7	3.212	8.199	22.263	12.339	0.183	17.932	3.358	
12	2580	2205	7.5	3.125	8.650	24.892	16.007	0.199	18.963	2.133	
<b>Promedio</b>		2682	2218	7.8	3.095	9.356	25.015	16.009	0.154	18.273	3.800

## Retornos - Análisis Químicos

Promedio mensual del trienio

Estación R10

	Mes	Conductividad [µmhos/cm]	Sales Totales [ppm]	pH	Bicarbonatos [meq/l]	Cloruros [meq/l]	Sulfatos [meq/l]	Sodio [meq/l]	Potasio [meq/l]	Calcio [meq/l]	Magnesio [meq/l]
Etapa II											
1	604	482	7.6	1.049	2.595	3.333	2.501	0.067	3.653	0.767	
2	718	585	7.7	1.202	3.535	4.573	3.967	0.092	4.102	1.144	
3	831	655	8.0	1.114	4.175	4.906	4.335	0.166	4.994	0.720	
4	953	707	7.9	1.267	4.588	5.267	4.669	0.100	4.967	1.395	
5	1000	721	7.5	1.409	4.795	5.950	5.502	0.100	5.030	1.520	
6	-	-	-.-	-.-	-.-	-.-	-.-	-.-	-.-	-.-	
7	-	-	-.-	-.-	-.-	-.-	-.-	-.-	-.-	-.-	
8	945	756	8.0	1.377	5.416	4.424	4.502	0.100	4.950	0.719	
9	785	636	8.0	1.420	4.363	4.286	4.169	0.101	4.408	0.905	
10	761	605	7.8	1.508	4.062	4.627	4.669	0.121	4.232	1.065	
11	656	524	7.7	1.114	3.103	3.750	3.502	0.150	3.872	0.440	
12	572	472	7.6	1.049	2.557	3.633	3.001	0.166	2.342	1.758	
Promedio		782	614	7.8	1.251	3.919	4.475	4.082	0.116	4.255	1.043



Diseño: Ravens Sociedad de Publicidad  
Impreso en Bahía Blanca  
Noviembre de 2003



Sede operativa: Belgrano 366 • Bahía Blanca • Pcia. de Bs. As. (88000IJH) • Argentina  
TelFax (0291) 455-1054/3054  
E-mail: [coirco@bblanca.com.ar](mailto:coirco@bblanca.com.ar) • Web: [www.coirco.com.ar](http://www.coirco.com.ar)