

Estudio Zonal de Drenaje del Río Tunuyán Medio.

Diez Años de Control Freatimétrico,

Mendoza, Argentina.

INA - CRA.

***Carlos Mirabile**

* Investigador. Instituto Nacional del Agua y el Ambiente - Centro Regional Andino.

INDICE

RESUMEN

1. INTRODUCCION

2. OBJETIVOS

3. DESCRIPCION Y ANTECEDENTES DEL AREA

4. DESARROLLO

4.1- ELECCION DE LA UBICACIÓN, CONSTRUCCION Y ACOTAMIENTO DE LA RED FREATIMETRICA

4.2- ESTUDIO DE DRENAJE. DESCRIPCION

5. RESULTADOS

6. CONCLUSIONES

7. BIBLIOGRAFIA

ESTUDIO ZONAL DE DRENAJE DEL OASIS IRRIGADO DEL RIO TUNUYAN MEDIO. DIEZ AÑOS DE CONTROL FREATIMETRICO. MENDOZA, ARGENTINA

Carlos Mirábile

Instituto Nacional del Agua y del Ambiente - Centro Regional Andino

RESUMEN

Todo cultivo necesita un ambiente edáfico adecuado en la zona de exploración radicular, el que depende de diversos factores, entre ellos: régimen hídrico, aireación, nivel de salinidad, etc. En zonas áridas en condiciones naturales excepcionalmente se presentan problemas de drenaje ya que la precipitación es menor que la evapotranspiración, pero cuando dichas zonas se ponen bajo riego, varia el régimen de humedad edáfica debido a que los volúmenes aportados generalmente son mayores que los consumidos por las plantas. Este exceso (pérdida) escurre a profundidad y en los sectores con estrato impermeable causan problemas de elevación freática.

El objetivo del estudio fue estudiar dicha problemática en un importante oasis cultivado de 90.00 hectáreas; conocer el mecanismo de recarga de la zona; determinar y cuantificar las áreas afectadas de acuerdo a distintos rangos de profundidad freática; establecer la dirección del flujo; localizar zonas de carga y descarga; determinar épocas de máxima y mínima; como así analizar las causas que dan origen al problema y determinar dirección y ubicación de colectores necesarios.

Para ello, en base a mapas existentes de salinidad de suelo y a información relevada "in situ" se colocaron diez líneas de freatímetros (115 en total) tratando de establecer una cuadrícula de 2,5 x 2,5 km, los cuales se acotaron con respecto al nivel del mar. Posteriormente se realizaron lecturas mensuales de profundidad freática durante el primer año, luego se continuó con lecturas bimensuales. Con respecto a la conductividad eléctrica de la freática durante el primer año se determinó en forma mensual, para continuarlo posteriormente una vez por año a causa de la escasa variabilidad estacional.

El producto obtenido fueron mapas temáticos mensuales en el primer año y bimensuales durante el resto del estudio de: isobatas, isohipsas, isoincrementos, líneas de flujo, isosalinidad freática. También se obtuvieron mapas de onda de crecida, isohipsas de máxima y mínima, zonas de máxima salinidad freática, hidrogramas anuales, gráficos área-tiempo y numerosos cuadros con valores y promedios de distintos parámetros que hacen al estudio de esta problemática.

Entre las conclusiones se destacan: que el área en estudio presenta dos zonas bien definidas donde la salinidad de la freática es mayor de 10 dsm-1 ; la promedio es de 6,8 dsm-1 y no presenta variaciones estacionales significativas ; las zonas con freática salina se corresponden con suelos salinos ; la freática en la zona actúa produciendo asfixia radicular e intoxicación salina; la zona de recarga se encuentra en el sur-oeste del área , mientras las de descarga se ubican en el norte y en el este ; los meses de mayo y septiembre registran los máximos niveles y febrero los mínimos ; el área tiene buen drenaje natural pero la red de colectores tiene un deficiente estado de conservación. Se ha determinado que en la época más crítica del periodo de estudio el 50% de la superficie estuvo afectada , mientras que en la más favorable solamente el 10 %.

1. INTRODUCCION

Todo cultivo para su desarrollo necesita un ambiente edáfico adecuado en la zona de exploración radicular, el mismo depende de diversos factores como: régimen hídrico, aireación, nivel de salinidad, etc. En zonas áridas en condiciones naturales excepcionalmente se presentan problemas de drenaje, ya que la precipitación es menor que la evapotranspiración, pero cuando dichas zonas se ponen bajo riego varía entonces el régimen de humedad edáfica debido a que los volúmenes aportados generalmente son mayores que los consumidos por las plantas. Este exceso, escurre a profundidad y en los sectores con estrato impermeable causa problemas de elevación freática que induce al aumento de salinidad y disminución de aire en el suelo.

Es sabido que en el mundo, zonas operadas cuidadosamente con riego superficial, rara vez alcanzan eficiencias mayores al 60%, lo que indica que en el mejor de los casos el 40% del agua para riego no es utilizada por las plantas, y es este agua el que causa los problemas de revenición antes mencionados.

Si se tiene en cuenta que la zona en estudio tiene la red de canales de distribución, en su mayoría sin impermeabilizar, se tendrá que las pérdidas son mayores y los problemas de revenición más graves.

2. OBJETIVOS

El objetivo del estudio fue analizar dicha problemática en un importante oasis irrigado de 90.000 hectáreas para conocer las causas y el mecanismo de la recarga, determinar el cuantificar las áreas afectadas a distintos rangos de profundidad freática, establecer la dirección del flujo localizando zonas de recarga y descarga, determinar épocas de máximas y mínimas elevaciones y definir la dirección y ubicación de colectores necesarios.

3. DESCRIPCION Y ANTECEDENTES DEL AREA

El área de estudio es el oasis este de Mendoza, regado por el río Tunuyán Medio e Inferior, que comprende las áreas bajo riego de los departamentos San Martín, Junín y Rivadavia.

En este área se encuentra el dique Carrizal con una capacidad de 360 hm³, un derivador Gobernador Benegas con capacidad de regulación de 60 m³/s que abastece a una amplia red de canales de aproximadamente 1300 km de longitud, de esta red sólo unos 80 km están impermeabilizados. El total de la superficie bajo riego es de aproximadamente 90.000 ha, de las cuales 62.914 son regadas con recurso superficial y el resto con recurso subterráneo aportado por unas 1700 perforaciones. El área está cultivada fundamentalmente con viñedos, siguiendo en importancia frutales de carozo (durazno, ciruelo, damasco), hortalizas (tomate, ajo) y forrajeras. Cuenta con una extensa red vial y es importante por la infraestructura agroindustrial allí localizada.

La zona de Barreales-Palmira siempre tuvo problemas freáticos, agravados desde 1982 debido a una conjunción de factores entre los cuales se pueden citar años hidrológicos ricos, red de distribución de riego no impermeabilizada, bajas eficiencias de uso del recurso como

consecuencia de la abundante oferta, agua sin sedimentos, etc., lo cual agravó el problema apareciendo nuevas zonas afectadas.

4. DESARROLLO

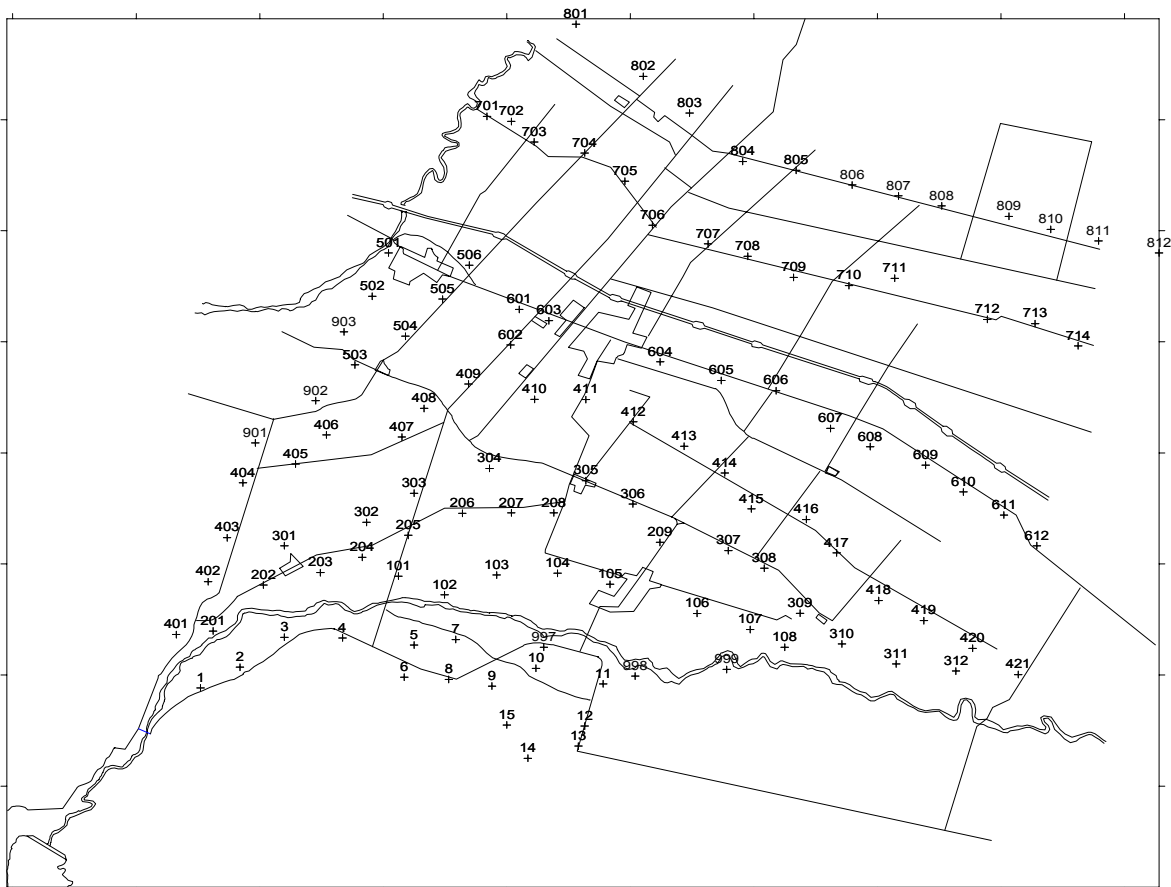
4.1. Elección de la ubicación, construcción y acotamiento de la red freaticométrica

En base a mapas existentes de salinidad de suelos (Miráble, 1984), de textura (Salatino, 1984) y a información relevada “in situ” sobre zonas con problemas de drenaje, se determinó la ubicación y trazado de líneas de freaticómetros, tratando de establecer una cuadrícula de aproximadamente 2,5 x 2,5 km en la medida de las posibilidades, teniendo en cuenta la red vial existente.

Se establecieron 10 líneas que en su conjunto contienen a 115 freaticómetros, como se observa en el mapa n°1.

Mapa n°1.

**Area Irrigada por el Río Tunuyán Medio e Inferior
Red freaticométrica,**



la construcción estuvo a cargo del Departamento General de Irrigación (DGI) habiéndose perforado hasta los 3 m y colocándose un tubo de PVC de 63 mm de diámetro con

tapa en la base, ranurado a partir del metro y envuelto en lámina geotextil que actúa como elemento filtrante. Posteriormente se instaló un cabezal de cemento con tapa de protección.

El acotamiento fue ejecutado por el Centro Regional de Agua Subterránea (CRAS) y se realizó con respecto al nivel del mar.

4.2. Estudio de drenaje. Descripción

Se realizó lecturas mensuales del nivel freático durante el primer año (marzo 85-86), posteriormente se elaboró el hidrograma anual del área y se seleccionaron los meses en que la curva de nivel freático (NF) sufría una inflexión que fueron marzo, mayo, julio y setiembre, se optó por continuar el estudio haciendo lecturas bimensuales a partir de enero.

La calidad del agua freática fue analizada el primer año en forma mensual, extrayendo muestras de cada uno de los freatómetros y determinando su salinidad a partir de la conductividad eléctrica (CE). Al comprobarse una escasa variabilidad estacional se optó por continuar el control una vez por año. En el mes de noviembre del primer año (1985) se realizó un análisis de los principales aniones y cationes.

La cantidad de datos medidos permitió la confección de numerosos planos temáticos como: isobatas mensuales entre 0-3 m de profundidad, trazándose curvas con una equidistancia de 0,5 m; isobatas máximas y mínimas anuales; niveles máximos y mínimos en los 10 años; planos de isohipsas mensuales que permitieron el trazado de las líneas de flujo; isohipsas anuales máximas y mínimas que posibilitaron la confección de planos de isoincrementos mensuales, los que muestran las localizaciones de las acumulaciones de agua y la manera en que se difunden y planos de ondas de ascenso o crecida.

Se realizaron gráficos de áreas-tiempo que muestran los cambios de superficie afectada a distintos niveles de profundidad freática a través del tiempo; hidrogramas medios anuales y el continuo de los 10 años de estudio.

Se confeccionó una base de datos con los parámetros o variables chequeados mensualmente. Así se obtuvieron dos tipos de planillas: **la general** por año que contiene todos los freatómetros y da los valores de NF de los meses chequeados, media anual, valor máximo y mínimo, desvío, número de meses en que se midió NF, número de freatómetros con NF mensual. **Las particulares** que corresponden a cada freatómetro y contienen todos los años de estudio y dan los NF de cada mes chequeado, valores medios, máximos y mínimos (mensuales, anuales y para los 10 años de estudio).

5. RESULTADOS

De los 115 freatómetros instalados, 58 nunca arrojaron lecturas en los 10 años de estudio, éstos se encuentran en los bordes del oasis. De los 55 restantes, 13 siempre acusaron nivel en forma ininterrumpida durante el lapso estudiado. En el cuadro n°1 se da un detalle por año de los freatómetros que siempre acusaron lecturas.

Cuadro n°1.

Año	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95
Freat.	43	39	38	39	18	19	*	*	*	*	34

* no se coloca valor por no tener lectura de datos de los meses correspondientes

Se destaca que los problemas freáticos se encuentran en el centro del oasis, produciéndose un área de borde sin problemas, sobre todo en el norte y el este que se corresponden con una escasa red de canales, uso intenso del agua subterránea para riego y suelos arenosos.

Todas las mediciones efectuadas fueron volcadas en numerosas planillas, gráficos y planos temáticos y del análisis de estos elementos como así de la superposición de planos de salinidad del agua freática y de isobatas con planos existentes de salinidad de suelos, se obtuvieron una serie de resultados, que se detallan a continuación.

La salinidad de la freática (promedio anual) es de $6,82 \text{ dsm}^{-1}$ y no presenta variaciones estacionales significativas durante el período estudiado.

De los freáticos que acusan nivel freático, el 53% posee promedio de CE entre $1,5$ y $5,5 \text{ dsm}^{-1}$, el 26% entre $5,51$ y $10,5 \text{ dsm}^{-1}$ y el 21% más de $10,5 \text{ dsm}^{-1}$.

Se han detectado dos zonas donde se produce la concentración de todos los freáticos con freática superior a $10,5 \text{ dsm}^{-1}$ de CE, los cuales concuerdan con suelos salinos. La mayor de ellas se encuentra en el oeste del área de estudio y sus límites norte y sur son respectivamente, el carril Chivilcoy (calle Las Piedritas) y la calle Los Sauces, teniendo al carril Chimbas hasta Palmira y el carril San Pedro como límite oeste y al carril Costa Canal Montecaseros como límite este. La otra zona es más pequeña y tiene su centro en el pueblo de Alto Verde y abarca desde la ex ruta 7 hasta el carril Viejo Retamo.

De la superposición de planos de isobatas con los de calidad de agua freática se observa que las zonas con freática elevada se corresponden con freática salina.

Se pueden apreciar valores de ClNa ($21,7 \text{ meq/l}$) y de $\text{SO}_4 \text{ Ca}$ ($24,2 \text{ meq/l}$) en el agua freática, lo que hace evidente que este tenor alto de ClNa es muy superior a 5 meq/l , límite sobre el cual esta sal actúa negativamente sobre los vegetales. Por lo cual se infiere que la freática actúa sobre los cultivos provocando asfixia radicular e intoxicación salina.

La presencia de $\text{SO}_4 \text{ Ca}$ en dosis elevada implica que el agua freática no presenta un riesgo a la sodificación de los suelos del área.

Las líneas de isohipsas no varían sino que se producen desplazamientos según las épocas de ascenso o descenso del NF; cuando el nivel asciende el desplazamiento es hacia el este y cuando desciende hacia el oeste, a su vez la equidistancia entre las líneas es constante por lo que el gradiente hidráulico del área es homogéneo. El valor de las isohipsas disminuye del oeste hacia el este y norte por lo que determina que la zona de recarga (la de mayor isohipsa) es la suroeste y la de descarga la noreste y este.

Claramente se nota que el lecho del río produce una modificación hacia el oeste de las isohipsas, que al trazar las líneas de flujo demuestran que el río Tunuyán actúa como colector.

La confección de planos de isohipsas mínimas permitió visualizar la representación hipotética del estado que tendría la freática con posterioridad a la construcción de obras de drenaje, y el trazado de las líneas de flujo indicó la dirección y recorrido del agua freática, el cual es en general del suroeste al noreste.

Las líneas de flujo se abren como un abanico abarcando todo el área, teniendo su eje en la zona de Medrano ubicada al suroeste del área de estudio. Un análisis más minucioso

permite distinguir cuatro tipos de líneas de flujo. La primera tiene una dirección casi sur-norte y se encuentra en la zona comprendida entre el carril San Pedro y el Costa Canal Montecaseros; la segunda tiene dirección suroeste-noreste y abarca la mayor parte del área, sus límites son: al oeste el carril Costa Canal Montecaseros y al este una línea curva imaginaria que une la ciudad de Junín con el carril Santos Lugares. La tercera tiene una dirección oeste-este que involucra la zona demarcada por el carril Centro al norte y al sur la calle Avellaneda en Rivadavia. La dirección de la cuarta es hacia el río ocupando la zona periférica del mismo, comienza en la calle Avellaneda con dirección hacia el sur.

Las líneas de flujo corroboran lo detectado por las isohipsas en lo referente a que la principal zona de recarga se ubica en el sur-oeste del área (zonas de difusión de líneas de flujo), zona en la que se produce el nacimiento de la red de riego; se detectó otra zona de recarga más pequeña en el sector Barreal-Palmira, entre los carriles Chimbos y Míguez a la altura de la rama Cruz Bodega, lo que indica un régimen de pérdida elevado de dicha rama que afecta la zona centro oeste y noroeste del área.

Es de destacar que el río Mendoza, a la altura de Barreales, cambia de dirección y constituye el límite oeste del área de estudio, actuando como desagüe y en algunos casos recogiendo el agua de colectores del área, pero a su vez recargando en profundidad debido a sus pérdidas.

Con respecto al nivel freático y a la superficie afectada con distintos niveles freáticos, durante el estudio se han obtenido resultados anuales (que muestran el comportamiento estacional) y plurianuales (que involucran los 10 años de estudio).

Del comportamiento anual de la freática y la evolución de la superficie afectada en igual período, se puede expresar que: los meses con freática más elevada durante el año son mayo (fines de otoño y de la época de riego) y setiembre (principio de la primavera y del ciclo de riego), ambos meses manifiestan un nivel freático semejante.

En la mayoría de los casos, los meses con freática más profunda son fundamentalmente febrero y marzo ; en los años en que no se producen las típicas lluvias de enero, sería este mes el que siga a febrero.

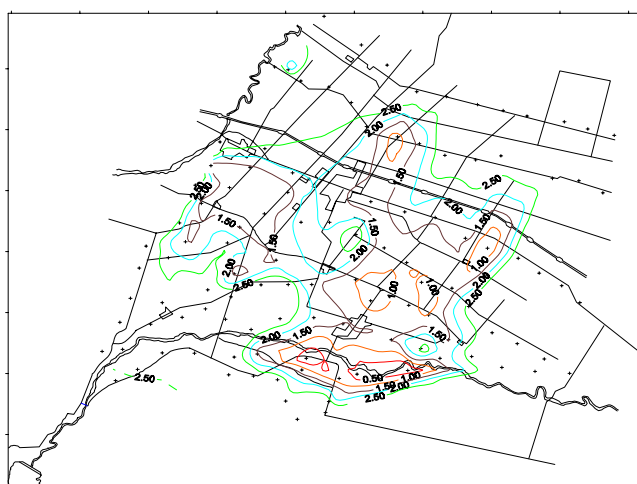
El NF opera en junio un brusco descenso el cual se hace sentir en parte del mes de julio, mes en que se produce la corta de los turnados.

Las zonas donde la red de riego es escasa o donde el riego es exclusivamente por bombeo, es muy difícil que sean afectadas por la presencia de niveles freáticos elevados.

La confección de los planos de isobatas permitió delimitar perfectamente una gran área afectada dentro de la cual se encuentran varias zonas, con distintos problemas de freática.

Los límites de la misma se ven reflejados en el mapa n°2 que corresponde a las isobatas del mes de mayo de 1985

ISOBATAS - MES: MAYO '85



Si bien el detalle de las distintas zonas, dentro de este gran área, y su evolución durante el año se ve reflejada en los planos de isobatas elaborados, es importante destacar la gravedad del problemas de las siguiente zonas: la comprendida entre Junín y Phillips, entre la ruta 7 y el canal Sta. Rosa-La Paz, dado que los NF en las épocas críticas se ubicaron en el orden del 1-1,5 m. Otra zona es la comprendida entre los carriles Costa Canal Montecaseros, Medrano, Anzorena y autopista, con NF de 1 m en período críticos; por último la zona de Barreales-Palmira con valores de 1,5-2 m de profundidad.

Si bien se ha mencionado cuales son los dos meses mas críticos y los dos más favorables, es importante analizar más en detalle el comportamiento anual de la freática. Febrero, marzo o enero (cuando no llueve) son los meses en que se producen los NF más profundos; esto debido a que en el área los cultivos se encuentran con su máximo desarrollo foliar y en plena actividad vegetativa, por lo cual la evapotranspiración es elevada. Además, a partir de mediados de febrero el agricultor comienza a disminuir los riegos en vid - principal cultivo en el área - ante la proximidad de la cosecha, período en que no se riega, lo cual implica una menor recarga y un descenso de los NF.

A mediados de abril y mayo, al terminar la cosecha, el agricultor se encuentra con un cultivo bastante defoliado, que hace tiempo no riega y con temperaturas frescas. Ante la cercanía del corte del turnado, para limpieza de canales, aplica riegos pesados con el objeto de acumular humedad en el suelo, lo que hace que los NF se eleven debido a que los cultivos tienen muy bajo requerimiento hídrico y las pérdidas (recarga por infiltración profunda) son elevadas.

Entre junio y julio se produce un importante descenso, comparable a veces con los valores de diciembre, estos meses son los de corta de turnado y por lo tanto no existe recarga por pérdidas de la red de canales ni por influencias del riego. En agosto se opera un ascenso que alcanza su máximo en setiembre, durante este período los cultivos perennes están terminando su receso vegetativo o iniciando su brotación, por lo que sus exigencias hídricas son bajas, sin embargo el agricultor aplica riegos frecuentes con el objeto de preparar los suelos para las labores mecánicas correspondientes al inicio del ciclo, para combatir posibles heladas tardías y para sembrar cultivo hortícolas de estación. Esta situación provoca una gran recarga en el área que se traduce en un brusco ascenso.

A partir de octubre hasta diciembre se produce un moderado pero continuo descenso del NF ya que mes a mes la masa foliar de los cultivos y las temperaturas son mayores, lo que

implica una fuerte evapotranspiración y en el caso de cultivos hortícolas, la necesidad de bombear agua para satisfacer el intervalo de riego, el cual es menor que el de turnado. Entre enero y febrero se acentúa este descenso por las causas explicadas.

Con respecto a los planos de isoincrementos, producto de la superposición de los planos de isohipsas mínimas e isohipsas mensuales, se puede inferir que demuestran claramente que la recarga producida en el área propiamente dicha se debe a factores permanentes y no permanentes. El primero producido por las pérdidas de la red de riego y el segundo por la ineficiencias de riego. Esta afirmación corrobora lo expresado por Mirábile, 1983 en su trabajo “Balance hídrico salino mensual” realizada para el mismo área.

La superficie afectada está directamente relacionada con los ascensos y descensos de NF y su comportamiento es similar; de los gráficos áreas-tiempo se desprende que la cantidad de hectáreas afectadas en el rango de NF 0-0,5 m no sufre variaciones importantes; de 0,5-1 m variaciones leves y entre 1-1,5, 1,5-2 y 2-2,5 m variaciones importantes.

Esto se puede observar en el cuadro n°2, en el que se ha tomado al año más crítico (1985) y al más favorable (1990) del período estudiado.

Cuadro n°2.

**Superficie afectada por rango de profundidad freática
(hectáreas)**

Año	Mes de :	Rango de profundidad freática				
		0 - 0.5 m	0.5 - 1 m	1 - 1.5 m	1.5 - 2 m	2 - 2.5 m
1985	Máxima	1325	3950	12050	14350	12300
	Mínima	1000	1125	4425	13050	17675
1990	Máxima	107	513	900	4721	10900
	Mínima	77	434	765	1204	5041

Del mismo se desprende que durante el año, en la época de crítica, el mayor porcentaje de superficie afectada soporta NF entre 1 - 1.5 m, 1.5 - 2 m, y 2 - 2.5 m de profundidad ; y que en la mas favorable se produce una reducción importante de la hectáreas afectadas quedando el mayor porcentaje de ellas en rango de 2 - 2.5 m.

Con respecto al análisis del comportamiento de los NF en los diez años de estudio, se desprende que el mismo comenzó en una época sumamente crítica, la cual duró hasta fines de octubre de 1998. Durante ese lapso el año más crítico fue 1985, produciéndose un descenso en 1986, para luego ascender en 1987 y 1988 se alcanza una situación casi tan crítica como la de 1985.

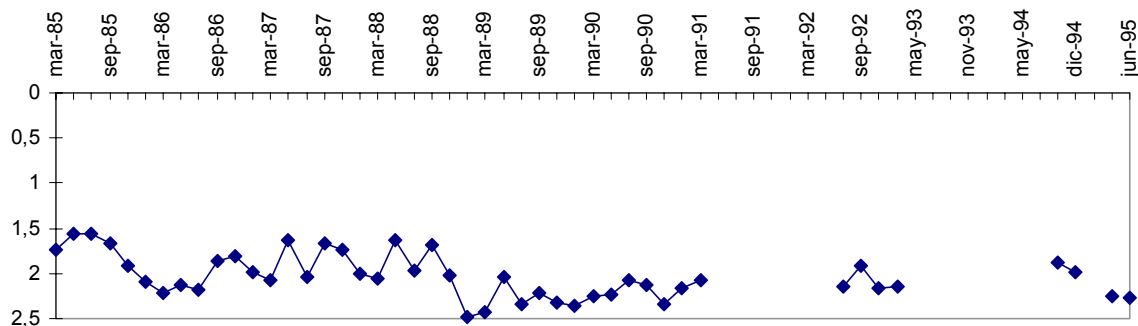
A partir de fines de 1988, se opera un brusco descenso de los NF y las hectáreas afectadas, hasta fines de 1990 principios de 1991 ; a partir de allí comienza un leve a moderado ascenso hasta el final de 1994, aunque el mismo no alcanza para equilibrar el

descenso operado en el período fines de 88 - 90. En 1995, comienza nuevamente un ciclo de baja.

En el gráfico n°1, se puede observar claramente y con más detalle lo expresado.

Gráfico n°1.

**VARIACIÓN DE LOS NIVELES FREÁTICOS EN LOS AÑOS DE ESTUDIOS
HIDROGRAMA**



El comportamiento de la superficie afectada durante el período de estudio fue similar al de los NF, variando las has. totales afectadas de 0 - 2.5 m de profundidad freática entre 44000 has. (50% del área) en mayo de 1995, a 5312 has. (6%)en enero de 1991.

En el cuadro n°3, se observa con mayor detalle las variaciones operadas.

Cuadro n°3.

Variaciones de la superficie afectada por año (en has.).

AÑO	ENERO	MARZO	MAYO	JUNIO	JULIO	SETIEMB	NOVIEMB	MAX	MIN	VARAIC
85		39025	44000	39675	40200	43700	39920	44000	37275	6725
86	33775	26475	26742		25852	35689	38239	38239	25852	12387
87	32695	27576	41137		28339	41668		41668	27576	14092
88	32281		37201		30013	35605	30797	37201	30013	7188
89	11738	10857	14659		12667	16766	13957	16766	10857	5909
90	8581	13018	16002		14180	16421	7527	16421	7527	8894
91	5312	5809						*	5312	*
92				21361		33500	24881	33500	*	*
93		28562						*	*	*
94				25492		30774		30774	*	*
95		22411		21552				*	*	*

* no se coloca valor, por no tener lecturas completas del año.

6. CONCLUSIONES

El área posee un buen drenaje natural, ya que al disminuir la recarga reacciona con una adecuada disminución de los niveles freáticos y superficie afectada.

Si bien existe una vasta red de colectores generales, la mayoría no se encuentra en buen estado de funcionamiento debido a que las tareas de mantenimiento se hacen con un

intervalo excesivo, por lo que se priva al área de un medio eficaz de evacuación, lo que ha quedado demostrado con la limpieza efectuada a fines de 1985 que motivó descensos importantes del NF en el 86, a pesar de estar este año comprendido dentro del período más crítico de todo el ciclo de estudio.

Es por ello que se aconseja que la periodicidad de las tareas de limpieza y mantenimiento no superen los dos años, siendo lo más conveniente realizarlas año por medio.

En el sector este del área se tendría que construir colectores secundarios que intercepten en forma perpendicular a las líneas de circulación de flujo, debido a que en la zona los únicos colectores existentes tienen una traza paralela a la dirección del flujo, no actuando como interceptares. Estos últimos quedarían como colectores generales o primarios y recibirían el agua de los secundarios para sacarla del área.

Es necesaria la construcción de colectores secundarios en otras dos zonas críticas, loteo Independencia (en San Martín) y Junin-Phillips, sobre todo en esta última por estar cultivada con durazneros, que son muy sensibles a la asfixia radicular y a la salinidad de los suelos, como por la poca adaptabilidad de su sistema radicular a las variaciones periódicas de NF.

Una tarea muy conveniente y que se ha comenzado a realizar en los últimos tres años, es la impermeabilización de aquellos canales o tramos que poseen un régimen de pérdidas elevado, debido a la textura del terreno por la que atraviesan.

Más aún cuando, la creciente instalación de sistemas de riego presurizado, requiere de aguas claras para alcanzar el objetivo de aumentar la eficiencia de riego y asegurar la sustentabilidad de un recurso cada vez más escaso.

7. BIBLIOGRAFIA

Chambouleyron, J. "Evaluación y optimización del uso del agua en grandes redes de riego".

INCYTH-CRA. Mendoza, 1982

Mirabile, C. "Mapas y balance salino del área de influencia del río Tunuyán Medio e Inferior". INCYTH-CRA. Mendoza, 1985

Salatino, S.E. "Determinación del plano de parámetros hídricos del suelo con fines de diseño, en el área de influencia del río Tunuyán Medio e Inferior".

INCYTH-CRA. Mendoza, 1984