

VERSION PRELIMINAR
SUJETA A CORRECCION
DETERMINACION DE LOS PARAMETROS METEOROLOGICOS

Y BALANCE HIDRICO

Area: RIO SALADO

(Provincia de Santiago del Estero)

1214

PROYECTO NOA HIDRICO
SEGUNDA FASE

Realizado por: Wilfredo Bernal
Ingeniero Agrónomo

Rodolfo De Felippi
Lic. en Ciencias Geológicas

H. 1112

X. 15

X. 12

Sgo. del Estero

Con el asesoramiento del Dr. Zeev Shiftan
Asesor Principal de Naciones Unidas

AÑO : 1980

I N D I C E

	<u>Pág.</u>
1. <u>Introducción</u>	1
2. <u>Objetivo</u>	1
3. <u>Ubicación y características de la cuenca</u>	1
4. <u>Caracterización climática</u>	3
4.1. Información meteorológica	4
4.1.1. Información existente	4
4.1.2. Información registrada por el Proyecto	4
4.2. Régimen Térmico	6
4.3. Precipitaciones	8
4.4. Evaporación	10
4.5. Régimen de vientos	11
4.6. Nubosidad	12
4.7. Régimen de heladas	12
5. <u>Antecedentes utilizados en el balance hídrico</u>	12
5.1. Información climática	12
5.2. Información agronómica	13
5.3. Información hidrométrica	14
6. <u>Agua subterránea en la zona del Bañado de Copo</u>	15

ENTREGADO



	<u>Pág.</u>
7. <u>Modelo Conceptual</u>	16
8. <u>El Balance Hídrico</u>	17
9. <u>Conclusiones y Recomendaciones</u>	21
10. <u>Bibliografía</u>	25

INDICE DE ANEXOS

- ANEXO I - Gráfico de temperaturas medias mensuales
- ANEXO II - Precipitaciones mensuales J.V. González (1935-1980)
- ANEXO III - Cuadro de volúmenes requeridos
- ANEXO IV - Tabla caudales medios mensuales estación de aforo El Tunal
(1942-1978)
- ANEXO V - Tabla caudales medios mensuales estación de aforos El Arenal
(1928-1978)
- ANEXO VI - Ramas descendentes de hidrogramas seleccionados estación
El Arenal

1. Introducción

Al entrar en territorio santiagueño, el Río Salado se torna divagante y desborda su cauce inundando grandes extensiones de terreno, conocidos como el Bañado de Copo.

2. Objetivo

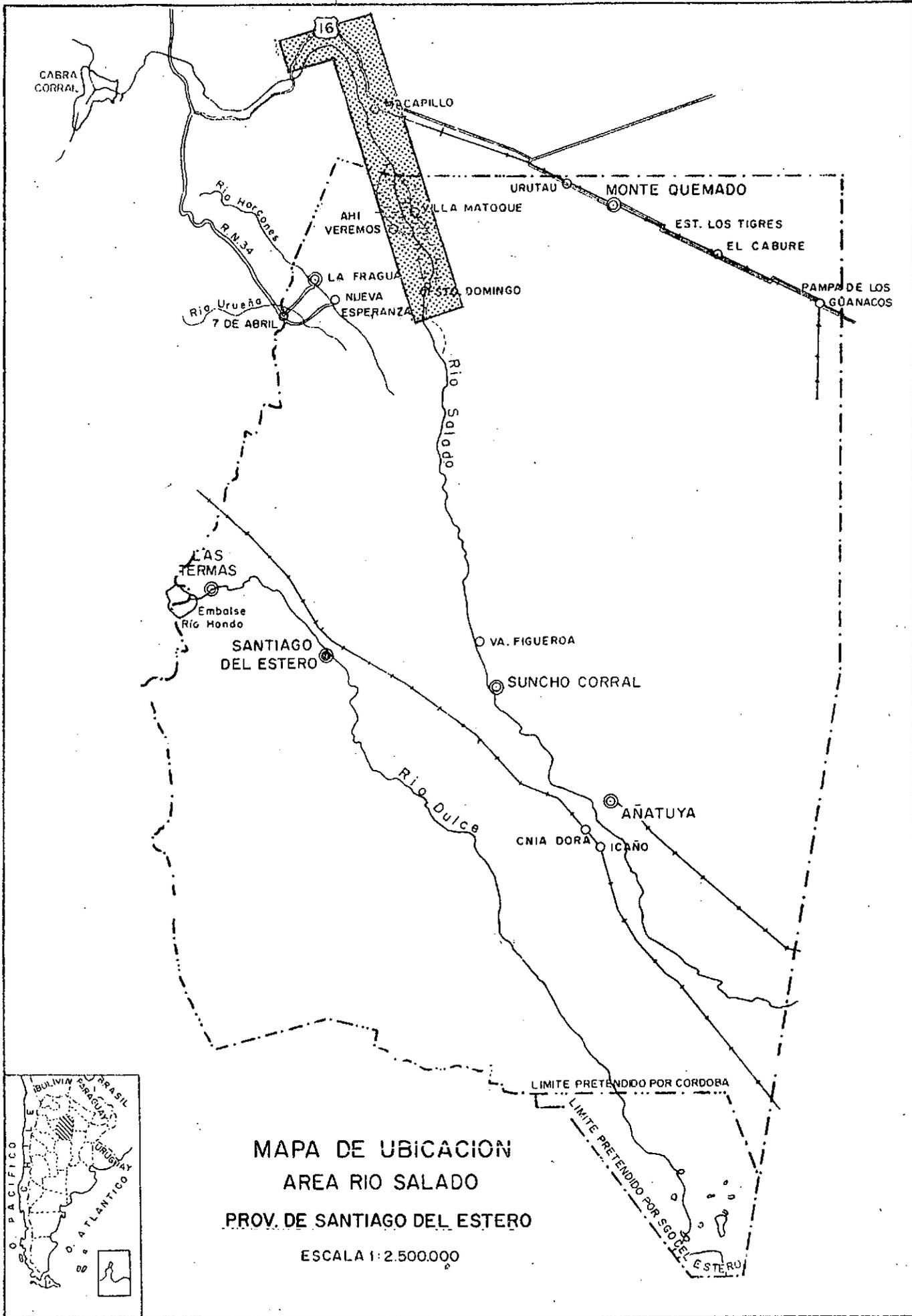
La finalidad del presente informe es llegar a una primera aproximación de las pérdidas producidas en el Bañado de Copo. Para el logro de este objetivo se han determinado los distintos parámetros Meteorológicos, Agronómicos e Hidrométricos y se ha realizado un balance hídrico del área. Se consideró oportuno, además, incluir un amplio rango de información climática que podría ser utilizada en un balance hídrico de detalle.

3. Ubicación y características de la cuenca

La zona de estudio se encuentra ubicada en las provincias de Salta y Santiago del Estero según el mapa que se adjunta.

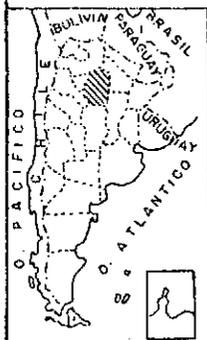
Las características generales de la cuenca fueron incluidas en el "Estudio Geomorfológico de la Zona del Bañado de Copo" y en "Fotointerpretación de Imágenes Satelitarias", publicados por este Proyecto en el mes de Diciembre de 1979 y en Octubre de 1980, respectivamente. No obstante se hace una breve reseña de las principales características.

El Río Pasaje-Juramento-Salado al abandonar el área montañosa en la localidad de El Tunal ha construido un gigantesco abanico aluvial cuyo vértice está cercano a la localidad de J.V. González; desde esta localidad y



MAPA DE UBICACION
AREA RIO SALADO
PROV. DE SANTIAGO DEL ESTERO

ESCALA 1:2.500.000



a través de su historia ha tomado distintas posiciones desde una dirección NE hacia el Río Bermejo hasta su posición actual S-SE. En este divagar ha dejado una cantidad innumerable de paleocauces que representan antiguas direcciones del río.

Actualmente el área representa una llanura ondulada con suave pendiente hacia el S-SE; sin embargo, cabe mencionar que en la margen derecha las pendientes son hacia el río, en todo su recorrido; en cambio, en la margen izquierda y según los perfiles incluidos en el "Informe preliminar para el aprovechamiento de los recursos hídricos de la cuenca del Río Pasaje-Juramento-Salado" CFI 1977, las pendientes desde El Tunal hasta J.V. González son hacia el río, pero a partir de esta localidad el relieve se invierte y las pendientes en margen izquierda son hacia el Este. Estando el Río Salado en una posición elevada respecto a los terrenos.

Debemos mencionar, además, que el área se presenta cubierta por una vegetación compuesta por quebrachos (blanco y colorado), algarrobo, mistol y guayacán y se presentan comunidades edáficas como vinalares y bosques de bañaderos.

4. Caracterización climática

El área de estudio se encuentra ubicada en el borde occidental de la llanura chaqueña. De acuerdo a su clima fue clasificada según el Segundo Sistema de Thornthwaite, dentro del tipo DA' da' que se describe como clima semiárido (D), mega termal (A'), con poco o ningún exceso de agua (d) y concentración de verano inferior al 48% (a') (Galmarini y Raffo del Campo - 1964).

4.1. Información meteorológica

4.1.1. Información existente

Existen localidades próximas al bañado, como por ejemplo las ubicadas en la línea del ferrocarril a Resistencia, que poseen información pluviométrica, lo mismo que las ubicadas en el ramal que pasa por las localidades de 7 de Abril, Rapelli, etc. La citada información fue facilitada por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), pero la fuente original es el Servicio Meteorológico Nacional; en cuanto al origen de la información termométrica es el proveniente del ex-Instituto de Agro-
tecnia y Suelos del INTA, quien procesó esta información.

También se tuvo en cuenta la información de algunas estaciones de aforo de Agua y Energía Eléctrica, que poseen datos de temperatura y precipitación.

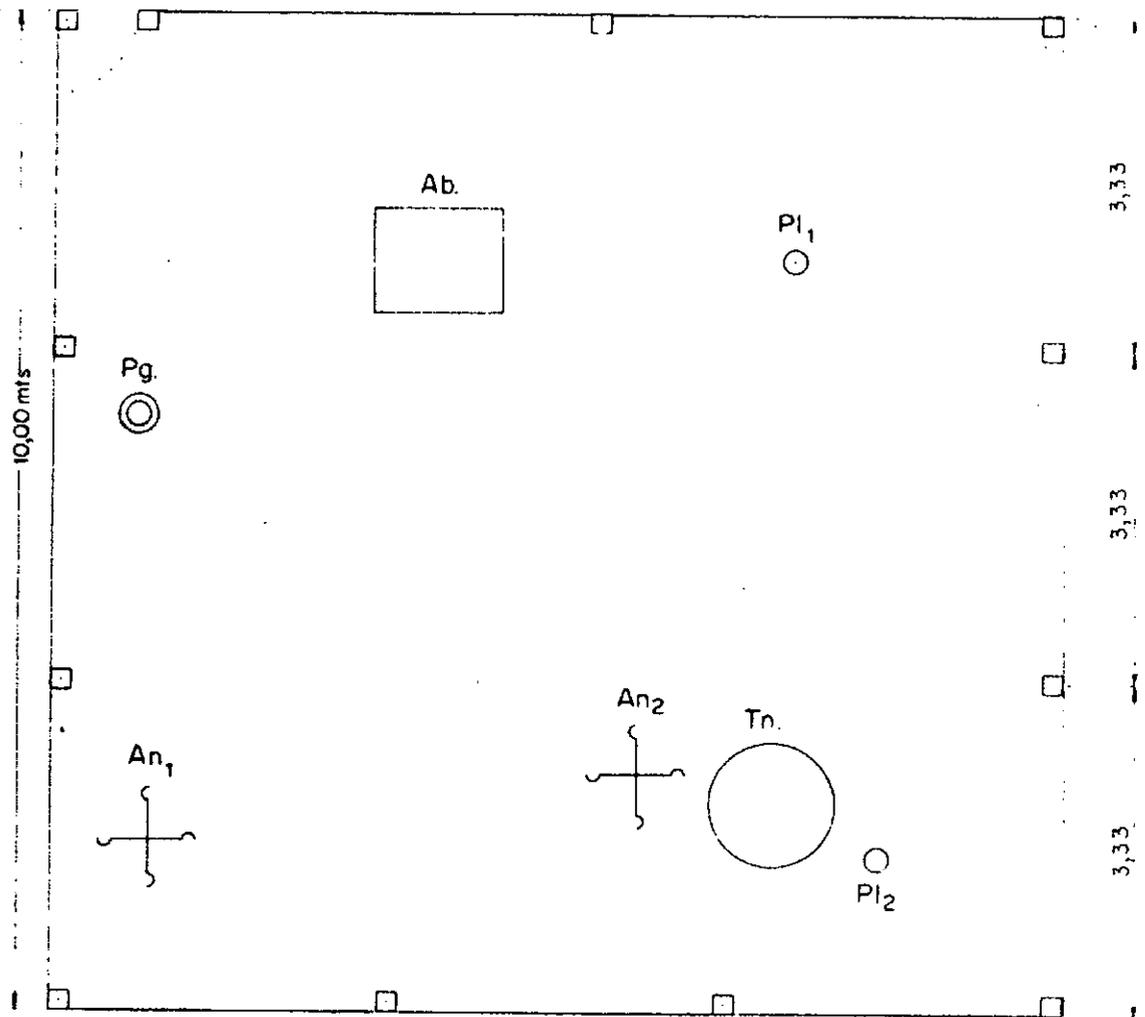
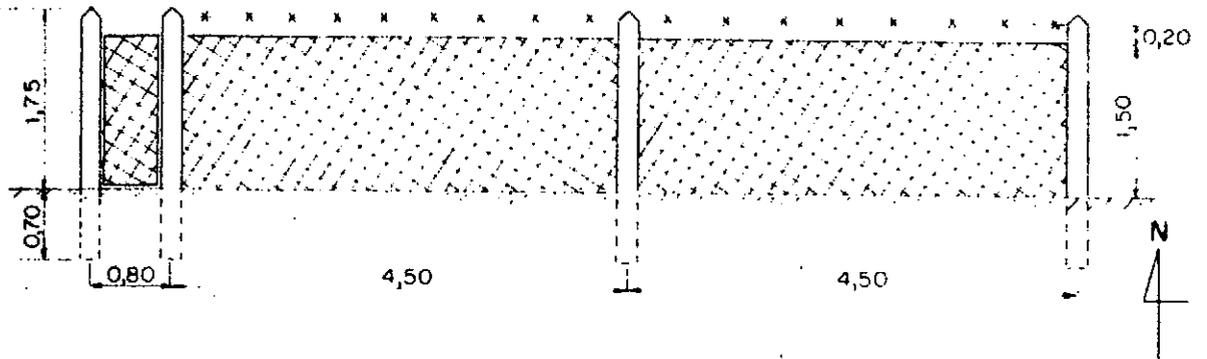
4.1.2. Información registrada por el Proyecto

Como se vió en la propia zona del Bañado de Copo, no existe ninguna estación meteorológica ni instrumento registrador de algún parámetro, pero sí en localidades próximas al área, tanto en la margen izquierda como en la derecha. Por este motivo se instaló una estación meteorológica en el paraje denominado La Nueva Esperanza (17 Km. al Oeste de Ahí Veremos), con el fin de tener un punto de referencia de las magnitudes de los elementos climáticos del lugar con respecto a los registros de estaciones vecinas que poseen series con suficiente número de años.

ESTACION METEOROLOGICA "ESTANCIA LA NUEVA ESPERANZA"

PROVINCIA DE SANTIAGO DEL ESTERO

ESCALA 1:75



- Ab = Abrigo meteorológico
- An₁ = Anemómetro 2,00 mts
- Tn = Tanque
- Pl₂ = Pluviómetro

- An₂ = Anemómetro 0,50
- Pl₁ = Pluviómetro 1,50
- Pg = Pluviógrafo

Se instalaron los siguientes instrumentos:

- Termómetro de máxima
- Termómetro de mínima
- Psicrómetro
- Planta de evaporación
- Anemómetro 2 m.
- Pluviómetro
- Fluviógrafo

Dicha estación comenzó a funcionar desde el mes de Marzo de 1979 hasta la actualidad. Los valores mensuales no son muy satisfactorios, sobre todo en los meses del verano, posiblemente se deba a la poca experiencia del observador y al escaso control de inspección que se realizó, motivado por la intransitabilidad de los caminos en esa época. En cambio, los valores globales del período son aceptables, teniendo en cuenta el escaso tiempo de registro.

Se adjunta el croquis de la estación meteorológica La Nueva Esperanza, con la ubicación de los instrumentos.

4.2. Régimen Térmico

Analizadas las temperaturas medias mensuales de las localidades de Copo Quile y Campo Gallo, ubicadas en el sentido NE-SW, a ambos márgenes del Bañado de Copo (200 Km. entre sí), se visualizaron pequeñas diferencias en los mencionados valores, atribuible fundamentalmente al gradiente térmico-altitudinal realizado para la región ($0,6^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$). Más adelante, se transcriben valores de temperatura media mensual de las localidades mencionadas para el período 1941/50. En cuanto a la informa-

ción registrada por el Proyecto HOA Hídrico en la estancia La Nueva Esperanza, se obtuvieron valores correspondientes al período Marzo de 1979-Mayo de 1980.

Se graficaron los valores térmicos correspondientes a las localidades mencionadas (anexo I). También se analizaron dos estaciones con sentido NW-SE, El Tunal (Provincia de Salta) ubicada aguas arriba, y El Arenal (Provincia de Santiago del Estero) aguas abajo del Bañado de Copo, distanciadas 130 Km. entre sí. También en este caso se comprueba la variación anual de la temperatura que es similar en ambas localidades, con la escasa diferencia debido al pequeño gradiente térmico imperante para la zona. Ambas son operadas por Agua y Energía Eléctrica de la Nación y corresponden al período 1971-72/1974-75.

A continuación se transcriben las temperaturas medias mensuales de todas las localidades mencionadas.

Temperaturas medias mensuales (°C):

Copo Quile (634 m.s.n.m.)

E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Año
25,5	24,4	21,9	19,5	16,1	12,9	12,5	15,2	18,3	21,4	23,3	25,4	19,7

Campo Gallo (190 m.s.n.m.)

E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Año
28,5	27,1	24,5	21,7	18,7	15,8	15,5	18,2	21,4	23,7	25,9	24,4	22,4

Estación de aforos El Tunal (Prov. de Salta) (425 m.s.n.m.)

E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Año
27,0	24,6	22,6	18,8	16,3	13,9	12,2	13,9	17,2	21,8	24,2	24,8	19,8

Estación de aforos El Arenal (Prov. de S. del Estero) (185 m.s.n.m.)

E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Año
29,2	26,5	24,5	20,3	17,8	14,3	13,2	14,9	18,5	23,2	25,7	26,5	21,2

La amplitud térmica de las localidades antes mencionadas es la siguiente:

Localidad	(Enero) Mes más caliente	(Julio) Mes más frío	Amplitud anual	Temperatura Media anual
Copo Quile	25,5	12,5	13,0	19,7
Campo Gallo	28,5	15,5	13,0	22,4
El Tunal	27,0	12,2	14,8	19,8
El Arenal	29,2	13,2	16,0	21,2
La Nueva Esp.	23,1	11,7	11,4	18,2

En cuanto a la temperatura media anual se visualiza que tampoco existe gran diferencia entre las cuatro localidades analizadas.

También se adjuntan los valores medios de temperatura de J.V. González, que sirvieran para realizar el balance hídrico; se utilizan estos datos porque son los más representativos, debido a su ubicación que es interna al área delimitada.

Joaquín V. González (378 m.s.n.m., Lat. 25° 05' S Long. 64° 10' W)
(1941-50)

E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Año
27,3	26,3	23,5	20,8	17,8	14,8	14,5	17,5	20,8	23,7	25,5	27,6	21,7

Estos valores fueron estimados por el método "cálculo de temperaturas de localidades en zona montañosa, carentes de registros" (A. Defina).

4.3. Precipitaciones

La información pluviométrica existente en la zona pertenece al Servicio Meteorológico Nacional que tiene instalados pluviómetros a lo largo de las líneas de ferrocarril, además, se recopiló información de las estaciones de aforo operadas por Agua y Energía Eléctrica

de la Nación, los períodos considerados son suficientemente largos (1934/79) como para realizar un análisis valedero del área. El mismo se realizó para cuatro estaciones: dos en el sentido SW-NE y dos en sentido NW-SE aproximadamente.

En el primer caso se tuvieron en cuenta las estaciones de Tolloche y Antilla situadas a margen izquierda y derecha del Bañado de Copo, respectivamente, y a una distancia aproximada entre ellas de 130 Km.

En el segundo caso se analizaron los valores mensuales de precipitaciones de las siguientes localidades:

El Tunal (Provincia de Salta) y El Arenal (Provincia de Santiago del Estero) distanciadas a 130 Km. aproximadamente y ubicadas aguas arriba y aguas abajo del mencionado bañado. Los valores de precipitación analizados son los siguientes:

Antilla (1934/79)

E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Año
127	115	101	26	6	3	2	2	5	23	58	101	570

Tolloche (1934/78)

112	94	78	42	7	6	3	1	4	28	46	91	512
-----	----	----	----	---	---	---	---	---	----	----	----	-----

El Tunal (1934/78)

132	117	120	30	9	3	2	3	6	38	60	111	631
-----	-----	-----	----	---	---	---	---	---	----	----	-----	-----

El Tunal (1972/74)

130	135	140	49	2	4	2	-	1	14	30	91	598
-----	-----	-----	----	---	---	---	---	---	----	----	----	-----

El Arenal (1972/74)

138	183	130	54	22	19	6	13	13	47	27	63	715
-----	-----	-----	----	----	----	---	----	----	----	----	----	-----

La Nueva Esperanza (1979/80)

50	119	46	47	-	-	2	9	3	115	118	200	712
----	-----	----	----	---	---	---	---	---	-----	-----	-----	-----

El régimen de precipitaciones en toda la zona es monzónico con-



centrándose el mayor porcentaje de las mismas en los meses estivales. Analizada la variación en valores anuales en cuanto a cantidad se observó que la misma en sentidos SE-NW (Tollocho-Antilla) es pequeña.

Para el análisis de la variación en el sentido NE-SW (El Tunal - El Arenal) en el área del bañado no hay grandes diferencias y las que existen responden, entre otras, a causas orográficas.

Para la realización del balance hídrico, más adelante, se utilizará la información perteneciente a la localidad de J.V. González que se transcribe en el anexo II.

Los valores mensuales de precipitación promedios de los años correspondientes al período 1935/79 es el siguiente:

Joaquín V. González (378 m.s.n.m. Lat. 25° 05', Long. 64° 10' W)

E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Año
113	106	79	29	6	3	2	4	3	23	48	94	510

Se utilizó la citada información porque la localidad de J.V. González está ubicada dentro del área de riego siendo sus valores representativos de la precipitación ocurrida en la zona.

4.4. Evaporación

Dentro de la información meteorológica existente se cuenta con valores de evaporación medida por Agua y Energía en la planta de evaporación ubicada en la estación de aforos de El Tunal, durante el período comprendido entre los años 1972/74, los mismos son:

E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Año
185,9	125,4	113,9	76,5	75,4	59,8	50,6	104,9	121,5	171,5	137,0	181,2	
												1.471,6

La variación a lo largo del año depende fundamentalmente de la marcha de la temperatura, del almacenamiento en el suelo y a la vege-

tación, registrándose valores altos de evaporación en el período de año con temperaturas elevadas. Se observó que el aumento de evaporación, desde la época de la mínima (julio) hacia la máxima (enero) es rápido; esto se debe a que durante los meses que anteceden al período lluvioso el pasaje de agua hacia la atmósfera. En cambio, la disminución de los valores de evaporación desde el máximo es suave, debido a que sigue a la época de lluvias, un período con humedad relativa alta, lo que regula la evaporación.

Los valores de evapotranspiración potencial calculados son los siguientes: (en mm.) (Método Thornthwaite).

E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Año
165	113	107	75	48	29	28	48	78	112	136	170	1.109

Estas cantidades serán utilizadas en la confección del balance hídrico, la elección de esta localidad responde al motivo enunciado para los demás parámetros.

4.5 Régimen de vientos

Las velocidades medias de los vientos son relativamente bajas en la mayor parte de la llanura chaqueña, con tendencia de disminución hacia el oeste, registrándose las más altas velocidades entre los meses de Julio y Diciembre, especialmente de agosto a octubre.

Durante las estaciones de verano y otoño, tienen velocidades menores que contribuyen a disminuir las elevadas temperaturas dominantes.

Característica importante en la región es la baja frecuencia de vientos del cuadrante oeste y la dominancia de los provenientes del cuadrante noroeste (Campo Gallo, Provincia de Santiago del Estero) y sureste (vientos alizos e incursiones de aire polar y tropical).

(Fuente: Galmarini-Raffo del Campo - 1964).

A continuación se transcriben los valores de velocidad media del viento para la localidad de Campo Gallo durante el período 1941-50, obtenidos por el Servicio Meteorológico Nacional (en Km/hora):

E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Año
7	7	8	8	7	7	8	8	9	9	8	8	8

4.6. Nubosidad

La nubosidad media de la región varía entre 4,6 y 4,8. Las frecuencias de días con cielo cubierto oscilan entre 68,2 a 98,4 (Fuente: Galmarini - Raffo del Campo - 1964).

4.7. Régimen de heladas

En el área se producen heladas durante todos los años durante los meses del período invernal; se registra en J.V. González como fecha media de primeras heladas el 29 de junio, correspondiendo al 3 de septiembre la fecha media de últimas heladas. El período medio libre de heladas es de 312 días.

5. Antecedentes utilizados en el balance hídrico

5.1. Información climática

Los valores empleados corresponden a la localidad de J.V. González, que como ya se mencionó, son los más representativos de las características climáticas del área analizada.

Tanto la temperatura, como la evapotranspiración, calculada en base a la primera, corresponden al período 1941/50 y se utilizaron como constantes para realizar los balances de las distintas situaciones. En cambio, la precipitación estudiada corresponde a cada situación en particular, a saber:

Precipitación años: 1951/52
1973/74
1947/48
1948/49

cuyos valores figuran en los cuadros Nos. 1, 2, 3 y 4 del Balance.

5.2. Información agronómica

El área regada aguas abajo de El Tunal fue obtenida del catastro que el Consejo Federal de Inversiones realizara para la Provincia de Salta en el año 1979, resultando en forma global 30.000 Has., en ambas márgenes del Río Juramento.

Para fijar los valores de caudales derivados para riego, en la mencionada área, fue necesario realizar el cálculo de uso consuntivo de los cultivos; la relación de los mismos, fue obtenida del Informe Preliminar "Propuesta de dimensionamiento y alternativas de proyecto" realizada para la zona de El Galpón por la Jefatura de Riego y Drenaje de Agua y Energía Eléctrica; la consulta a técnicos de otros organismos, el conocimiento de la zona y del informe catastral mencionado en el párrafo anterior.

La relación establecida se compone de: cereales de invierno (cebada-centeno) 50%; cereales de verano (sorgo-maíz) 30%; alfalfa 15% y soja 5%.

Mediante el método de Blaney y Criddle, para zonas áridas se calculó el uso consuntivo en mm. de lámina, considerando como precipitación efectiva al 80% de la registrada y a una eficiencia de aplicación del 60%. También se realizó el mismo cálculo para años con precipitación muy inferior al valor medio considerando como precipitación efectiva al 50% de la precipitación efectiva normal.

En ambos casos se ponderaron los valores calculados de acuerdo a la relación establecida de cultivos y se obtuvieron los volúmenes men-

suales consumidos por hectárea y los volúmenes mensuales para el total de la superficie regada. Cuadro de volúmenes requeridos Anexo III y cuyo resumen es el siguiente:

	VOLUMEN DE DOTACION PONDERANDO EN HM ³ (30.000 Ha)												TOTAL
	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	
Años de precipitaciones normales	32	32	14	17	8	10	9	18	20	22	23	28	233
Años de precipitaciones inferiores	33	38	21	28	25	25	21	21	22	23	23	29	309

5.3. Información hidrométrica

Los antecedentes utilizados para la elaboración de este balance, son los provenientes de Agua y Energía Eléctrica, según el siguiente detalle:

Estación de aforo	Cuenca	Superficie de la cuenca	Provincia	Long.	Lat.	Alt.	Registro
El Tunal	Río Salado	38.000 Km ²	Salta	64°28'	25°14'	425	1942-43 1977-78
El Arenal	Río Salado	40.000 Km ²	Sgo.del Estero	63°45'	26°13'	185	1928-29 1977-78

Con los valores que figuran en el Anexo IV y V se realizó el promedio para todo el registro y para los años anteriores y posteriores a la puesta en funcionamiento del dique Cabra Corral. También se utilizaron los valores de años con caudal mínimo y con caudal máximo, todos referidos a la estación de aforo El Tunal. Los años son los siguientes:

1951/52: como representativo de los volúmenes medios del período 1942/78.

1973/74: representando a la situación existente después de la puesta en funcionamiento del dique Cabra Corral (1971/72 - 1977/78).

1947/48: que registra los caudales mínimos en El Tunal.

1948/49: registra los caudales máximos escurridos en El Tunal para la serie existente.

6. Agua Subterránea en la zona del Bañado de Copo

Con motivo de averiguar si el Bañado de Copo está en conexión con un acuífero de magnitud significativa, se investigaron las ramas descendentes de los hidrogramas de la estación El Arenal, correspondiente al flujo base en la temporada seca (Anexo VI).

Con este fin se tomaron los caudales mensuales medios como caudales correspondientes al día 15 de cada mes, y se graficaron las ramas descendentes de los hidrogramas (meses Marzo a Agosto o Septiembre) en papel semilogarítmico.

Los hidrogramas conducen a las siguientes conclusiones:

El flujo del Río Salado, aguas abajo del Bañado de Copo, se agota rápidamente a partir del mes de Marzo. Los gráficos de agotamiento en escala semilogarítmica pueden considerarse como lineales y corresponden a la fórmula frecuentemente aplicada:

$$Q_t = Q_o \cdot e^{-\frac{t}{t_o}}$$

en la cual: Q_t = caudal al tiempo t (m^3/seg)

Q_o = caudal inicial (m^3/seg)

t_o = coeficiente de agotamiento (dimensión : tiempo)

Un valor promedio de t_o para 4 años de distinto carácter hidrológico (altos y bajos caudales, año con altos caudales después de un año con bajos caudales, año de bajos caudales después de uno con altos) es de 26 días. Este promedio corresponde al período anterior al comienzo del funcionamiento del dique Cabra Corral. Un valor tan bajo, que bien se nota en

el agotamiento rápido del flujo, comprueba sin duda que no existe ningún aparato regulatorio en el subsuelo del Bañado o en los alrededores del mismo, lo cual se debe interpretar como ausencia de un acuífero de capacidad significativa de almacenamiento.

Una comparación de los valores de t_0 que corresponden al tiempo anterior a la puesta en servicio del dique de Cabra Corral con los que corresponden a 5 años del período posterior al año 1972/73, cuando ya funcionó el embalse, demuestra un ligero aumento en el valor de t_0 , de los 26 días antes mencionados a 31 días.

El sentido práctico de este cambio es que el agotamiento del flujo en la estación seca, aguas abajo del Bañado de Copo, es algo más lento que antes de que el dique de Cabra Corral entrara en funcionamiento.

7. Modelo conceptual

El sistema hídrico del Río Salado, entre las estaciones de aforo de El Tunal y de El Arenal se compone de los siguientes elementos:

- a) El cauce del río en la Provincia de Salta de aproximadamente 100 Km. de longitud.
- b) El cauce del río en la Provincia de Santiago del Estero de aproximadamente 90 Km. de longitud.
- c) Una subcuenca de 2.000 Km^2 ubicada a lo largo de ambas márgenes del río, que incluye en la Provincia de Salta un área bajo riego de 30.000 Has. y en la Provincia de Santiago del Estero al Bañado de Copo.

El río Salado en esta subcuenca recibe algunos afluentes compuestos por cursos de agua de funcionamiento esporádico. Existiendo además cauces bien definidos como el Río Muerto de dirección O-E, cercano a la localidad de El Guobrachal (Provincia de Salta), que funciona como afluente de esta subcuenca transportando cantidades significativas de agua en las crecientes del Río Salado.

De la observación de la fotografía aérea se visualizan antiguos cauces, hoy abandonados, que recorren la llanura desde J.V. González hacia el noroeste y el sureste. Además, el Río Salado recibe el aporte (solamente en crecientes excepcionales) del Río Horcones cuya desembocadura se halla aproximadamente a 10 Km. aguas arriba de la estación de aforos El Arenal en la Provincia de Santiago del Estero.

Los insumos del sistema son:

- a) El caudal entrante en la estación El Tunal, proveniente de las cuencas superiores del sistema Juramento-Salado de 38.000 Km.² de superficie (VT).
- b) Las precipitaciones en la subcuenca (Pp).

Las salidas se componen de:

- a) El caudal que sale del área en la estación El Arenal (VA).
- b) Las derivaciones para el área de riego (D).
- c) La evapotranspiración en el cauce del río, en los no irrigados, en superficies inundables y en el Bañado de Copo (Ep).
- d) Las pérdidas por un posible flujo subterráneo que se dirige afuera de la cuenca (I).

A manera de resumen se adjunta un esquema del balance hídrico en el que figuran las principales componentes del mismo y se incluye una estación de aforos imaginaria (VX).

8. El Balance Hídrico

En la presente etapa del estudio se realizó a través de un balance hídrico simplificado, una primera tentativa para el cálculo del volumen neto de agua que se pierde en el Bañado.

Se han considerado distintas situaciones:

- 1) Un año (1951-52) con volúmenes similares al promedio de todo el registro (1942-78) en la estación de aforo de El Tunal. Por coincidencia del número de años registrados, este balance es similar al que resulta del promedio de los años anteriores a la puesta en funcionamiento del dique Cabra Corral.
- 2) Un año (1973-74) que representa la situación media de los volúmenes escurridos en El Tunal (1973-74 / 1977-78) después de la puesta en servicio del dique Cabra Corral.
- 3) Un año (1947-48) con volúmenes mínimos escurridos en El Tunal coincidente con una baja precipitación en la subcuenca que nos ocupa.
- 4) Un año (1948-49) con volúmenes máximos de escurrimiento en El Tunal coincidente con bajos valores de precipitación en nuestra subcuenca y altos en la subcuenca superior.

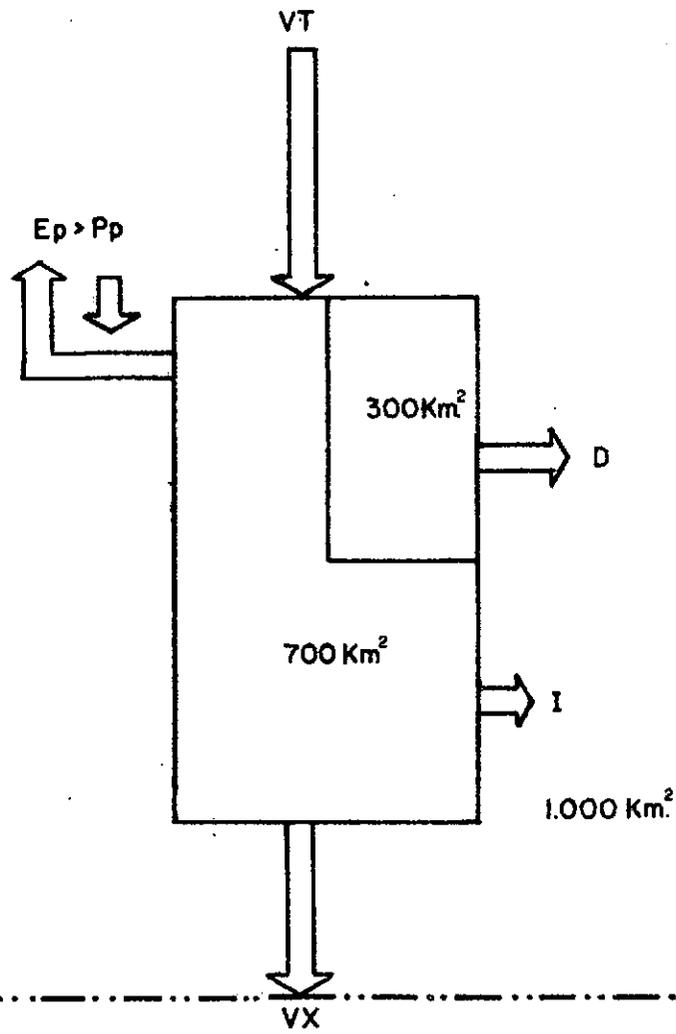
Además de estos cuatro balances se han analizado otros años en particular; obteniéndose resultados similares y/o intermedios a los que se presentan.

Para la confección del presente balance se han fijado algunos parámetros y se han supuesto otros.

- a) Se incluyó al promedio de la evapotranspiración mensual del período 1941-50, como constante en todas las situaciones consideradas.
- b) Debido a que las precipitaciones son menores a la evapotranspiración potencial en la zona no irrigada, ambas no son contabilizadas en este balance, considerándose que provocan escurrimientos de poca significación.
- c) Las pérdidas de la subcuenca, en territorio salteño, comprenden a: la evaporación en el cauce del río, la evapotranspiración de áreas inundables y la posible infiltración fuera de la cuenca; a todos estos parámetros se les asignó un valor equivalente al 10% del caudal del Río Salado en El Tunal durante un año (1951-52) representativo de todo

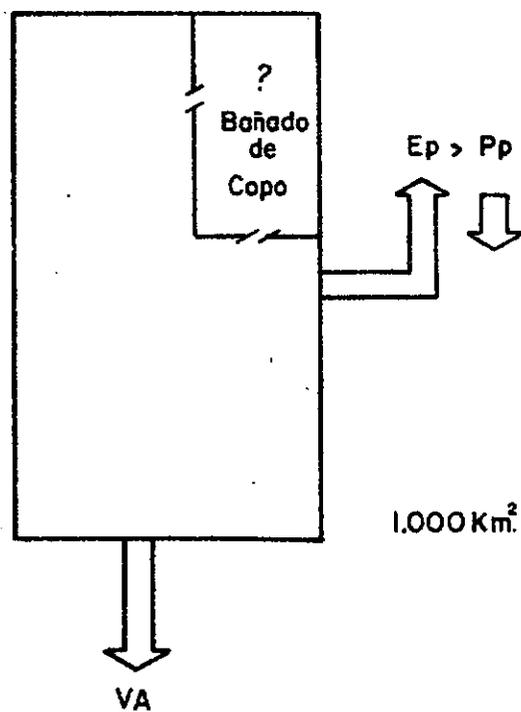
ESQUEMA DEL BALANCE HIDRICO

PROYECTO NOA HIDRICO
SEGUNDA FASE



SALTA

SGO. DEL ESTERO



el registro.

- d) A pesar de que la superficie bajo riego fue variando a través del tiempo, se consideró a la máxima como constante para todas las situaciones.
- e) A los valores de precipitación de J.V. González, se los toma como representativos de lo ocurrido en la subcuenca y son incluidos en el cálculo del uso consuntivo.
- f) La relación de cultivos adoptada, es considerada como representativa de la situación actual media, a pesar de los cambios que realmente pudieran producirse en el área.
- g) El sistema contiene, además de los elementos y procesos anteriormente mencionados, un almacenamiento en las riberas del cauce del río, en los suelos irrigados y en el bañado; sin embargo, a propósito de esta primera evaluación aproximativa, la capacidad de almacenamiento no se considera.

Como se expuso anteriormente, los caudales del río se aforan desde hace muchos años en las estaciones El Tunal y El Arrenal. Con el propósito de determinar las pérdidas que se producen en el Bañado de Copo, se supuso una tercera estación de aforo imaginaria, ubicada aguas arriba del Bañado, cerca de la desembocadura del río en el mismo (Estación X), próxima al límite interprovincial entre Salta y Santiago del Estero.

A continuación, se presentan los cuadros Nos. 1, 2, 3 y 4, correspondientes a los balances de las situaciones descritas y un resumen (cuadro Nº 5) con los valores anuales en donde se agregan los porcentajes de los volúmenes de posibles pérdidas en el Bañado de Copo con respecto a los volúmenes escurridos en El Tunal.

Año con valores de escurrimientos
medios de "El Tundí"
PERIODO: (1942-43/77-78)

BALANCE HIDRICO

Caudales est. aforos "El Tundí" (1951-52)
Caudales est. aforos "El Arenal" (1951-52)

	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR.	MAY.	JUN	JUL	AGOS	TOTAL
(1) VOLUMEN ESCURRIDO EN "EL TUNAL" Hm ³	21	19	52	86	193	312	169	124	46	41	40	37	1.140
(2) VOLUMEN ESCURRIDO EN "EL ARENAL" Hm ³	0	0	0	20	106	245	92	70	14	4	1	0	552
(3) DIFERENCIAS = VT - VA (1) (2) Hm ³	21	19	52	66	87	67	77	54	32	37	39	37	588
(4) PERDIDAS POR INFILTRACION, EVAPORACION EN EL CAUCE Y EN SUPERFICIE IRUNDABLE EN SALTA. Hm ³	8	8	8	11	11	11	11	11	11	8	8	8	114
(5) DOTACION PARA LOS TERRENOS IRRIGADOS EN LA PROVINCIA DE SALTA (300Km ²) Hm ³	32*	32*	14	17	8	10	9	16	20	22	23	28	233
(6) VOLUMEN ESCURRIDO EN LIMITE SALTA-SCO. DEL ESTERO Est. Imaginaria VX VX = VT - I - D (1)-(4)-(5) Hm ³	0 (-19)	0 (-21)	30	58	174	291	149	95	15	11	9	1	793
(7) POSIBLES PERDIDAS EN EL BAÑADO PB = VX - VA (6) - (2) Hm ³	0 (-19)	0 (-21)	30	38	68	46	57	25	1	7	6	1	241
* OBSERVACIONES	Los valores léxicos de consumo exceden el volumen de agua disponible en el río, los déficits en dichos meses son cubiertos por el almacenamiento de agua en el suelo.												
PRECIPITACIONES J.V. GONZALEZ (1951-52) mm.	0	17	24	192	65	140	13	11	0	0	0	0	482
EVAPOTRANSPIRACION J.V. GONZALEZ (1941-50) mm.	78	112	136	170	165	113	107	75	48	29	28	48	1.109

Año con valor de escurrimiento medios
posteriores a Cabra Corral.
PERIODO (1973-74 / 77-78)

BALANCE HIDRICO

Caudales est. afaros "El Tunal" (73-74)
Caudales est. afaros "El Arenal" (73-74)

	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR.	MAY	JUN	JUL	AGOS	TOTAL
(1) VOLUMEN ESCURRIDO EN "EL TUNAL" Hm. ³	31	27	21	23	83	371	243	108	58	43	36	23	1.067
(2) VOLUMEN ESCURRIDO EN "EL ARENAL" Hm. ³	0	0	0	0	0	163	270	116	42	14	6	1	612
(3) DIFERENCIAS = VT - VA (1) (2) Hm. ³	31	27	21	23	83	208	-27	-8	16	29	30	22	455
(4) PERDIDAS POR INFILTRACION, EVAPORACION EN EL CAUCE Y EN SUPERFICIE INUNDABLE EN SALTA. Hm. ³	8	8	8	11	11	11	11	11	11	8	8	8	114
(5) DOTACION PARA LOS TERRENOS IRRIGADOS EN LA PROVINCIA DE SALTA (300Km. ²) Hm. ³	32*	32*	14	17	8	10	9	18	20	22	23	28	233
(6) VOLUMEN ESCURRIDO EN LIMITE SALTA-SGO DEL ESTERO Est. imaginaria VX VX = VT - 1 - D (1) - (4) - (5) Hm. ³	0 (-9)	0 (-13)	0 (-1)	0 (-5)	64	350	220	79	27	13	5	0 (-13)	720
(7) POSIBLES PERDIDAS EN EL BAÑADO PB = VX - VA (6) - (2) Hm. ³	0 (-9)	0 (-13)	0 (-1)	0 (-5)	64	187	0 (-50)	0 (-37)	0 (-15)	0 (-1)	0 (-1)	0 (-1)	108
* OBSERVACIONES	Los valores leóricos de consumo exceden el volumen de agua disponible en el río, las deficiencias en dichos meses son cubiertas por el almacenamiento de agua en el suelo.												
PRECIPITACIONES J.V. GONZALEZ (1973-74) m.m.	6	17	62	61	157	409	200	53	2	0	0	0	967
EVAPOTRANSPIRACION J.V. GONZALEZ (1941-50) m.m.	78	112	136	170	165	113	107	75	48	29	28	48	1.109

Año con valores de escurrimientos mínimos y de precipitación baja.

BALANCE HIDRICO

Caudales est. aforos "El Tunal" (1947-48)
Caudales est. aforos "El Arenal" (1947-48)

	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR.	MAY	JUN	JUL	AGOS	TOTAL
(1) VOLUMEN ESCURRIDO EN "EL TUNAL" Hm. ³	27	19	23	11	54	135	238	54	35	26	27	27	676
(2) VOLUMEN ESCURRIDO EN "EL ARENAL" Hm. ³	0	0	0	0	0	44	142	20	0	0	0	0	206
(3) DIFERENCIAS = VT - VA (1) (2) Hm. ³	27	19	23	11	54	91	96	34	35	26	27	27	470
(4) PERDIDAS POR INFILTRACION, EVAPORACION EN EL CAUCE Y EN SUPERFICIE INUNDABLE EN SALTA. Hm. ³	8	8	8	11	11	11	11	11	11	8	8	8	114
(5) DOTACION PARA LOS TERRENOS IRRIGADOS EN LA PROVINCIA DE SALTA (300Km ²) Hm. ³	* 33	* 38	21	* 28	25	25	21	21	22	23	23	29	309
(6) VOLUMEN ESCURRIDO EN LIMITE SALTA-SGO. DEL ESTERO Est. imaginaria VX Hm. ³	0 (-14)	0 (-27)	0 (-6)	0 (-28)	18	99	206	22	2	0 (-5)	0 (-4)	0 (-10)	253
(7) POSIBLES PERDIDAS EN EL BAÑADO P8 = VX - VA Hm. ³	0 (-14)	0 (-27)	0 (-6)	0 (-28)	18	55	64	2	2	0 (-5)	0 (-4)	0 (-10)	47
* OBSERVACIONES	Los valores leóricos de consumo exceden el volumen de agua disponible en el río, las deficiencias en dichos meses son cubiertas por el almacenaje de agua en el suelo.												

PRECIPITACIONES J.V. GONZALEZ (1947-48) mm.	3	60	35	69	13	93	40	0	0	0	0	0	313
EVAPOTRANSPIRACION J.V. GONZALEZ (1941-50) mm.	78	112	136	170	165	113	107	75	48	29	28	48	1.109

Año con valores de escurrimiento máximo en "El Tundi"

BALANCE HIDRICO

Caudales estimados "El Tundi" (1948-49)
Caudales estimados "El Arenal" (1948-49)

	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR.	MAY	JUN	JUL	AGOS	TOTAL
(1) VOLUMEN ESCURRIDO EN "EL TUNDAL" Hm. ³	21	11	36	131	573	711	814	231	94	70	62	48	2.802
(2) VOLUMEN ESCURRIDO EN "EL ARENAL" Hm. ³	0	0	0	21	308	392	343	184	55	26	16	3	1.348
(3) DIFERENCIAS = VT - VA (1) (2)	21	11	36	110	265	319	471	47	39	44	46	45	1.454
PERDIDAS POR INFILTRACION, EVAPORACION EN EL CAUCE Y EN SUPERFICIE INUNDABLE EN SALTA. Hm. ³	8	8	8	11	11	11	11	11	11	8	8	8	114
(5) DOTACION PARA LOS TERRENS IRRIGADOS EN LA PROVINCIA DE SALTA (300Km ²) Hm. ³	#	#	14	17	8	10	9	18	20	22	23	28	235
VOLUMEN ESCURRIDO EN LIMITE SALTA-SGO DEL ESTERO (6) Est. Imaginaria VX = VT - I - D (1) - (4) - (5)	0 (-19)	0 (-29)	14	103	554	690	794	202	63	40	31	12	2.455
(7) POSIBLES PERDIDAS EN EL BAÑADO PB = VX - VA (6) - (2)	0 (-19)	0 (-29)	14	82	246	298	451	18	8	14	15	9	1.107
* OBSERVACIONES	Los valores leóricos de consumo exceden el volumen de agua disponible en el río, las deficiencias en dichos meses son cubiertas por el almacenamiento de agua en el suelo.												
PRECIPITACIONES J.V. GONZALEZ (1948-49) m.m.	0	0	22	60	50	15	154	8	0	0	0	0	309
EVAPOTRANSPIRACION J.V. GONZALEZ (1941-50) m.m.	78	112	136	170	165	113	107	75	48	29	28	48	1.109

CUADRO RESUMEN

	VT Hm ³	consumo Hm ³	I Hm ³	VX Hm ³	PB Hm ³	VA Hm ³	VT-VA Hm ³	P _p m. m.	%
AÑO CON VALORES DE ESCURRIMIENTOS MEDIOS (CUADRO N° 1)	1.140	233	114	793	241	552	588	482	21
AÑO CON VALORES DE ESCURRIMIENTOS MEDIOS, POSTERIORES A CABRA CORRAL. (CUADRO N° 2)	1.067	233	114	720	108	612	455	967	10
AÑO CON VALORES DE ESCURR. MINIMO AÑO CON VALORES DE PRECIPITAC. BAJAS (CUADRO N° 3)	676	309	114	273	47	206	470	313	7
AÑO CON VALORES DE ESCURRIMIENTOS MAXIMOS (CUADRO N° 4)	2.802	233	114	2455	1.107	1.348	1.454	309	40

- VT = Volumen escurrido en El Tunal
Consumo = Requerimientos para el riego de 30.000 Hs.
I = Perdidas en el tramo de la Pcia. de Salta, infiltración fuera de la cuenca, evaporación en el cauce del río y en áreas inundables (Se estimó 10% del caudal escurrido en El Tunal para los años medios.)
VX = Volumen escurrido en estación imaginaria límite Salta - Santiago del Estero.
PB = Posibles perdidas ocurridas en El Bañado.
VA = Volumen escurrido en El Arenal.
VT-VA = Diferencia de volúmenes escurridas entre ambas estaciones.
P_p = Precipitaciones medias para los años considerados
% = Porcentaje de las posibles perdidas respecto a El Tunal.

9. Conclusiones y Recomendaciones

Las principales conclusiones del primer balance hídrico aproximativo de la cuenca del Río Salado, entre El Tunal y El Arenal, son:

1. Las pérdidas en el Bañado de Copo, para el año con valores similares al promedio de todo el registro, son del orden de los 241 Hm³/año, valor que representa el 21% del volumen escurrido en El Tunal en el mismo período.
2. Las pérdidas correspondientes al año con valores similares al promedio de los registros posteriores a la puesta en funcionamiento de Cabra Corral, es de 108 Hm³ anuales, coincidiendo este período, a años con valores de precipitación superior a lo normal en la cuenca intermedia y con una reducción en la superficie del Bañado. En términos de porcentaje, respecto a El Tunal para este período, las pérdidas alcanzan el 10%.
3. Las mínimas pérdidas en el Bañado de Copo, corresponden al año de mínimo volumen escurrido en la estación de aforo El Tunal y bajos valores de precipitación, su valor es de 47 Hm³/año, representando el 7% del volumen escurrido en la citada estación.
4. Teniendo en cuenta los volúmenes de pérdidas en el Bañado, de acuerdo a la evapotranspiración calculada (1.109 mm/año) y descontando la precipitación ocurrida en los años considerados, el área evapotranspirante del Bañado alcanzaría las siguientes superficies:

	Volumen posibles pérdidas	Ep mm	Pp mm	Superficie Evapotranspirante
Para los años medios (1951-52)	241 Hm ³	1.109	482	38.000 Has.
Para los años posteriores Cabra Corral (1973-74)	108 Hm ³	1.109	967	76.000 Has.
Para los años con escurrimiento mínimo (1947-48)	47 Hm ³	1.109	313	15.000 Has.

Como vemos, la superficie evapotranspirante para los años posteriores a Cabra Corral arroja un valor de 76.000 Has., dicho valor aparentemente alto, se debe a que para el mencionado período se consideró como representativo, en lo referente a caudales medidos en El Tunal, al año 1973/74, correspondiendo al mismo valores de precipitación mucho más elevados que la media de dicho período, (54% mayor); además, se observó que en este caso la diferencia entre EP y Pp fue pequeña (142 mm); por estas consideraciones se supone que la superficie evapotranspirante formada por suelos con distinto grado de saturación, haya alcanzado dicho valor para ese año.

No conociendo exactamente la superficie evaporante del Bañado, ni los cambios estacionales de la misma, se ha calculado la pérdida neta en el tramo entre la Estación X y El Arenal ($V_X - V_A$). Las pérdidas por infiltración en el Bañado deben ser mínimas, ya que el nivel freático se mantiene muy cercano a la superficie. En el tramo inferior del río, las condiciones de permeabilidad de los materiales del cauce tampoco sugieren la posibilidad de pérdidas significativas. En consecuencia, las pérdidas entre la estación X y El Arenal se pueden considerar como causadas casi en su totalidad como pérdidas netas ocurridas por evapotranspiración en el Bañado.

Los resultados muestran que las pérdidas en el Bañado de Copo varían en el período estudiado, entre un mínimo de 47 Hm³ anuales y un máximo de 1.107 Hm³. El mínimo corresponde a un año de bajos caudales en El Tunal y bajas precipitaciones en la subcuenca. El máximo que es un valor sorprendentemente alto "corresponde al año de máximo caudal registrado en El Tunal, se debe aclarar que en este volumen de pérdidas, en el bañado, no se consideraron probables derrames ocurridos a través de algunos cauces (Río Muerto y otros) hacia áreas vecinas, fuera de la cuenca, los cuales se suponen de gran significación, y consecuentemente, disminuirían dicho valor máximo. Al

no tener elementos de juicio respecto a los derrames que se pudieran haber producido, es conveniente no incluir ese valor como significativo.

El balance de un año representativo de los volúmenes medios de todo el registro (balance similar al del período anterior a Cabra Corral) nos muestra una pérdida en el Bañado de Copo de 241 Hm³ anuales.

El balance correspondiente al año representativo de la situación media ocurrida después de la puesta en funcionamiento de Cabra Corral, arroja un valor de 108 Hm³ anuales de posibles pérdidas en el Bañado.

5. El agotamiento rápido del flujo estacional aguas abajo del Bañado, demuestra la ausencia de acuíferos freáticos en las cercanías del mismo e indica que el mayor porcentaje de pérdidas es debido a la evapotranspiración, por esta razón no se ha considerado a la infiltración en el tramo de la Provincia de Santiago del Estero.
6. Se enfatiza que los resultados logrados se basan en balances mensuales de algunos años representativos y sólo deben considerarse como una evaluación aproximada, ya que muchos parámetros no se conocieron a ciencia cierta y tuvieron que ser asumidos, mientras que otros parámetros, de carácter variable, se consideraron como fijos.

Para el caso de ser deseable, una evaluación más ajustada, aunque siempre dentro de los valores que es dable esperar de un balance hídrico, hidrometeorológico, donde los parámetros son estimados y no medidos, sería necesario confeccionar balances de tipo "contaduría" (book-keeping) para años seleccionados en base diaria, utilizando métodos de cálculo de la evapotranspiración actual y con debida atención a los elementos de alma-

conamiento. Tal balance exige trabajar sobre la base de la información que surja de las siguientes acciones:

- a) Reforzar la base de datos, sobre todo de las derivaciones, dotaciones y eficiencia de riego, por encuestas más detalladas y profundizadas en el campo.
- b) Instalar una estación hidrométrica en un sitio cercano al Bañado de Copo, aguas arriba del mismo (Estación X).
- c) Iniciar un muestreo mensual del agua del río, aguas arriba y aguas abajo del Bañado para formar una base de datos para un eventual balance de salinidad. Tal balance puede servir de comprobación independiente de balances hídricos.
- d) Realizar una investigación hidrogeológica para averiguar la cantidad de agua que se escurre subterráneamente afuera de la cuenca.

Sin embargo, aunque la cuantificación de las pérdidas en el bañado no llegue a precisarse, no existen dudas acerca del perjuicio que ocasionara la inundación de las áreas aldeañas por su carácter incontrolable y que aún el valor mínimo de pérdidas obtenido por este procedimiento ($47 \text{ Hm}^3/\text{año}$), constituye un valor significativo dentro de la economía del recurso hídrico.

Si se toma en cuenta el mínimo de pérdida ocurrida en el Bañado de Copo ($47 \text{ Hm}^3/\text{año}$), equivale a un caudal anual de $1,49 \text{ m}^3/\text{seg}$. Tomando el mes de máximo uso consuntivo para la relación presentada en este balance ($0,41 \text{ l}/\text{seg}$. setiembre), el caudal mencionado serviría para el riego de 3.600 Has. Con igual criterio la pérdida para los años medios (241 Hm^3) podría ser utilizada para el riego de 18.600 hectáreas. Por lo tanto, se justifican plenamente aquellas obras que tiendan al uso controlado de este recurso ya sea en el mismo lugar o en otro tramo del curso a fin de revertir la actual situación de carácter perjudicial a otra que posibilite el racional aprovechamiento del agua perdida.

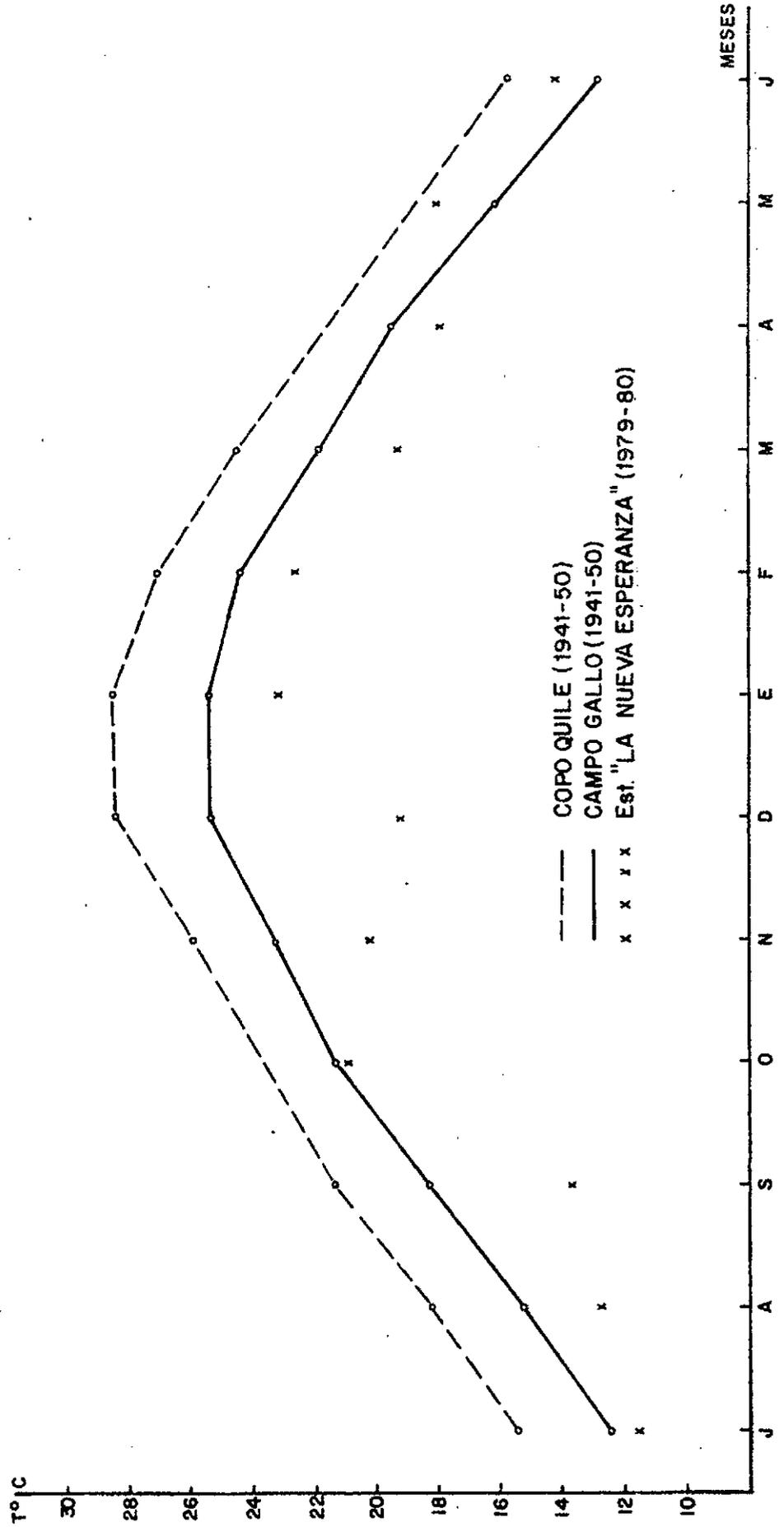
10. Bibliografía

- Consejo Federal de Inversiones - Evaluación de los Recursos Naturales de la República Argentina (Primera Etapa), Tomo IV; Vol 1; Buenos Aires, 1962.
- Consejo Federal de Inversiones, Comité de Cuenca - Estudio Preliminar para el aprovechamiento de los recursos hídricos de la cuenca del río Pasajo-Juramento-Salado, Tomo I, Buenos Aires, 1977.
- Servicio Meteorológico Nacional, Estadísticas Climatológicas, 1941-50, Buenos Aires, 1958.
- Agua y Energía Eléctrica, Jefatura de Estudios y Proyectos Zona Norte - Anuarios hidrológicos, 1928-78, Buenos Aires.
- Consejo Federal de Inversiones, Prov. de Salta, Conso catastral del área de riego de J.V. González.

A N E X O S

TEMPERATURAS MEDIAS MENSUALES (1941-50)

PROYECTO NOA HIDRICO
SEGUNDA FASE



Altura: 378 m.m.
 Latitud: 25 05 S
 Longitud: 64 10 W

PRECIPITACION MENSUAL (m.m.)
 JOAQUIN V. GONZALEZ (Provincia de Salta)

ANEXO II

AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL AÑO
1935	191	51	112	50	0	38	0	2	0	0	0	238	682
1936	125	101	61	10	0	0	0	0	0	14	28	148	487
1937	86	29	35	66	9	0	0	0	0	10	5	88	328
1938	214	104	17	23	2	0	0	0	0	9	13	78	460
1939	55	167	126	15	0	0	0	0	0	72	74	108	617
1940	172	31	63	0	8	0	26	0	1	6	86	137	529
1941	92	89	76	0	12	4	0	0	0	15	28	23	339
1942	11	61	46	85	13	0	0	0	0	12	97	131	456
1943	78	158	116	64	9	0	0	0	0	0	0	40	465
1944	277	138	28	11	0	0	0	0	0	33	94	58	639
1945	122	105	55	12	0	0	0	0	0	0	57	110	461
1946	15	120	76	1	25	0	5	0	1	4	62	42	351
1947	35	39	30	40*	16	15	12	0	3	60*	35	69	354
1948	13	93	40	0	0*	0	0	0	0	0*	22	60*	228
1949	50	15	154	8	0	0	0	0	3	39	109	52	430
1950	168	145	92	0	11	0	0	0	22	11	31	38	518
1951	58	98	28	34	0	0	0	8	0	17	24	192	459
1952	85	140	13	11	0	0	0	6	6	57	53	109	480
1953	90*	73	49	7	5	6	0	0	0	24	85	126	465
1954	80	81	53	0	0	0	0	0	0	20	20	23	277
1955	59	96	66	0	0	0	0	0	0	7	0	40	268
1956	133	124	75	9	0	10	0	44	0	105	96	49	645
1957	46	61	85	4	0	0	0	22	11	45	100	326	720
1958	82	133	6	0	0	0	14	0	0	0	32	243	516
1959	188	152	103	7	0	9	12	0	10	0	167	50	704
1960	109	37	186	0	0	0	0	0	0	3	44	159	538
1961	213	253	119	97	26	0	0	0	0	38	0	47	793
1962	173	46	107	42	9	0	0	0	0	0	9	50*	436
1963	91	46	87	15	0	0	12	0	0	0	35	97	383
1964	13	140	62	28	28	0	0	0	0	63	0	60*	394
1965	29	15	0	5	3	0	3	6	0	0	58	148	267
1966	281	136	23	4	15	0	0	0	4	11	87	44	605
1967	75	27	0	0	0	4	0	0	30	73	89	38	336
1968	126	43	61	22	5	3	11	3	13	26	80	6	399
1969	170	216	22	42	21	5	0	0	0	25	35	52	588
1970	150	151	133	133	24	11	0	0	11	34	17	109	773
1971	85	399	105	21	0	0	0	0	0	0	84	41	735
1972	135	22	36	40	0	0	0	0	0	9	20	41	403
1973	120	68	260	116	0	20	0	0	6	17	62	61	730
1974	157	409	200	53	2	0	0	0	0	20	0	11	852
1975	40	75	15	93	15	0	0	0	10	0	45	140	433
1976	226	36	147	0	0	0	0	9	15	8	28	160	629
1977	67	80	198	100	5	0	0	30	7	40	13	73	618
1978	239	94	127	8	0	0	0	0	0	93	98	35	699
1979	75	74	88	83	0	0	0	28	7	5	47	184	591
1980	62	43	205	37	8	0	0	0	0	0	0	0	0
35/79 X	113	106	79	29	6	3	2	4	3	23	48	94	510
35/72 X	109	96	71	24	6	3	1	2	2	22	48	90	474
73/79 X	141	127	158	62	4	3	0	6	6	16	28	75	626
Media Rel.	22	22	15	6	1	1	0	1	1	4	9	18	
Máxima	281	409	260	133	28	38	26	44	30	105	167	326	852
Mínima	11	15	no	0	0	0	0	0	0	0	0	6	228
Cuartil Inferior	58	46	31	2	0	0	0	0	0	1	18	43	395
Mediana	92	94	65	12	0	0	0	0	0	13	35	65	473
Cuartil Superior	170	140	115	42	11	2	0	0	6	37	85	136	637
Desviac. Estandar	72	84	59	36	8	7	6	9	7	27	39	68	159
Coefic. Variac.	63	70	75	123	141	247	249	290	188	116	81	73	31

CUADRO DE VOLUMENES REQUERIDOS

PROYECTO NOA HIDRICO
SEGUNDA FASE

Cultivos	Meses	%	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	AÑO
CEREALES DE INVIERNO Trigo, cebada, centeno	50						38,3	55,3	76,3	85,0	90,6	66,6			412,1
							41,4	57,0	76,7	85,9	92,2	77,8			431,0
CEREALES DE VERANO Sorgo, maiz	30		14,8	15,0	13,2	29,9						18,7	25,4	32,4	149,4
			49,5	48,0	36,9	37,2						25,5	40,8	54,9	292,8
ALFALFA	15		12,9	13,5	14,0	25,0	24,5	18,1		9,2	17,3	21,7	21,4	22,9	200,5
			30,4	30,0	25,8	28,8	25,4	18,6		9,5	17,8	25,0	29,1	34,1	274,5
SOJA	5		-	0,4	2,4	6,6	5,6							-	15,0
			4,7	5,9	6,3	7,8	6,0							3,0	33,7
PROMEDIO PONDERADO en mm. / lamina			27,7	28,9	29,6	61,5	68,4	73,4	76,3	94,2	107,9	107,0	46,8	55,3	777,0
			84,6	83,9	69,0	73,8	72,8	75,6	76,7	95,4	110,0	128,3	69,9	92,0	1.032,0
VOLUMENES REQUERIDOS en m ³ / Ha.			277	289	296	615	684	734	763	942	1.079	1.070	468	553	7.770
			846	839	690	738	728	756	767	954	1.100	1.283	699	920	10.320
Hm ³ para 30.000 Ha.			8,2	9,6	8,9	18,5	20,5	22,0	22,8	28,3	32,4	32,1	14,0	16,6	234
			25,3	25,0	20,7	21,2	21,8	22,6	23,0	28,0	33,0	38,4	20,9	27,6	308

La cifras superiores indican años con precipitaciones normales; las inferiores a precipitaciones escasas.

PROYECTO NOA HIDRICO
SEGUNDA FASE

RIO SALADO LUGAR: EL TUNAL LONG. 64° 22' LATITUD 25° 16'
CUENCA JURAMENTO-SALADO PROVINCIA SALTA ALT. 425m SUP. CUENCA 38.000 Km²

ANEXO IV

AÑO	CAUDALES MEDIOS MENSUALES EN m ³ /s												Defensa usual Km ²	q 1/2 m ³ /seg
	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO		
42-43	9,00	7,00	12,00	17,00	40,00	87,00	91,00	90,00	40,00	15,00	12,00	11,00	1120,00	35,00
43-44	9,00	5,00	8,00	32,00	257,00	336,00	93,00	26,00	16,00	13,00	11,00	7,00	2420,00	67,00
44-45	8,00	9,00	11,00	10,00	50,00	37,00	91,00	89,00	17,00	15,00	14,00	10,00	820,00	26,00
45-46	6,00	5,00	6,00	27,00	31,00	61,00	59,00	17,00	13,00	13,00	13,00	13,00	692,00	22,00
46-47	9,00	7,00	15,00	14,00	90,00	87,00	53,00	40,00	18,00	14,00	13,00	13,00	969,00	31,00
47-48	10,00	7,00	9,00	4,00	20,00	56,00	89,00	21,00	13,00	10,00	10,00	10,00	680,00	21,00
48-49	8,00	4,00	14,00	49,00	214,00	294,00	304,00	89,00	35,00	27,00	23,00	18,00	2803,00	89,00
49-50	18,00	17,00	39,00	70,00	81,00	147,00	96,00	48,00	28,00	22,00	18,00	15,00	1554,00	49,00
50-51	11,00	6,00	9,00	8,00	55,00	123,00	52,00	47,00	24,00	20,00	15,00	12,00	987,00	31,00
51-52	8,00	7,00	20,00	32,00	72,00	129,00	63,00	48,00	17,00	16,00	15,00	14,00	1151,00	36,00
52-53	11,00	10,00	19,00	26,00	54,00	181,00	126,00	37,00	24,00	18,00	17,00	12,00	1378,00	41,00
53-54	7,00	5,00	7,00	19,00	36,00	205,00	85,00	39,00	27,00	20,00	18,00	12,00	1229,00	39,00
54-55	8,00	6,00	15,00	12,00	37,00	166,00	109,00	34,00	22,00	21,00	18,00	14,00	1166,00	38,00
55-56	10,00	5,00	5,00	9,00	37,00	77,00	29,00	16,00	10,00	11,00	11,00	13,00	609,00	19,00
56-57	9,00	16,00	16,00	22,00	36,00	76,00	77,00	25,00	19,00	16,00	15,00	12,00	684,00	28,00
57-58	11,00	9,00	11,00	39,00	113,00	93,00	56,00	27,00	20,00	15,00	12,00	12,00	1044,00	33,00
58-59	9,00	10,00	10,00	32,00	67,00	148,00	113,00	37,00	21,00	18,00	15,00	13,00	1278,00	41,00
59-60	10,00	10,00	9,00	44,00	194,00	113,00	80,00	60,00	31,00	20,00	17,00	14,00	1582,00	50,00
60-61	11,00	10,00	10,00	22,00	68,00	162,00	101,00	72,00	36,00	23,00	15,00	13,00	1403,00	45,00
61-62	10,00	18,00	10,00	12,00	40,00	68,00	56,00	36,00	22,00	18,00	18,00	14,00	840,00	27,00
62-63	9,00	9,00	7,00	32,00	61,00	299,00	339,00	66,00	34,00	29,00	22,00	24,00	2402,00	76,00
63-64	10,00	9,00	11,00	27,00	56,00	72,00	96,00	40,00	30,00	21,00	18,00	15,00	1069,00	34,00
64-65	12,00	9,00	15,00	11,00	130,00	143,00	56,00	29,00	21,00	19,00	18,00	14,00	1234,00	39,00
65-66	12,00	10,00	10,00	20,00	30,00	70,00	36,00	23,00	18,00	14,00	14,00	12,00	692,00	22,00
66-67	10,00	10,00	13,00	48,00	24,00	44,00	65,00	31,00	17,00	14,00	13,00	12,00	788,00	25,00
67-68	9,25	8,46	14,59	21,79	50,03	169,81	49,82	32,59	20,24	27,01	12,38	9,76	1090,90	34,50
68-69	9,72	9,42	11,32	24,83	47,19	88,71	59,29	23,29	17,85	15,30	11,69	12,59	859,16	26,24
69-70	10,78	9,84	8,50	16,50	44,10	56,10	71,89	63,20	21,04	17,32	13,88	11,93	901,12	28,50
70-71	10,56	9,34	8,49	11,33	57,17	105,81	68,17	42,58	23,51	15,78	13,79	11,63	978,72	31,03
71-72	9,80	11,91	28,49	22,16	68,69	72,77	44,36	25,59	15,36	11,22	11,01	9,29	866,50	27,40
72-73	7,42	7,47	4,94	19,11	36,78	37,93	45,95	18,57	12,00	30,59	32,89	20,94	719,15	22,80
73-74	11,83	10,15	8,09	8,69	30,87	153,28	90,78	41,66	21,62	16,40	13,55	8,68	1065,60	33,82
74-75	19,24	19,94	17,28	19,13	42,02	75,36	74,46	43,90	22,60	16,75	17,30	21,50	1014,94	32,18
75-76	26,73	18,23	15,33	16,27	54,20	67,16	89,59	65,07	31,01	22,93	14,33	18,10	1152,94	36,45
76-77	24,29	15,26	16,88	26,54	21,18	48,34	53,73	46,10	25,37	11,75	8,75	11,91	809,46	25,67
77-78	13,13	13,91	24,35	44,86	85,11	85,83	85,46	57,53	35,89	29,82	34,99	37,25	1437,78	45,50
PROMEDIO 42-43 77-78	11,0	9,9	13,1	24,0	67,5	117,6	87,4	41,6	22,8	18,1	15,8	13,3	1140,3	
PROMEDIO 42-43 72-73	10	9	13	24	69	123	89	40	22	18	15	13		
PROMEDIO 73-74 77-78	19,1	15,4	16,3	23,0	46,6	86,0	78,8	50,8	27,3	19,5	17,8	19,5	1094	

FUENTE: Ay E. E. - JEPZN

PROYECTO NOA HIDRICO

SEGUNDA FASE

RIO SALADO

LUGAR: EL ARENAL LONG. 63° 45' LATITUD 26° 13'

CUENCA JURAMENTO-SALADO PROV. SGO. DEL ESTERO ALT. 185m SUP CUENCA 40.000 Km²

Año	CAUDALES MEDIOS MENSUALES EN m ³ /s												Derrame anual Hm ³	Q 1/2 m ³ /seg.
	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO		
28-29	—	—	—	—	93,81	77,96	71,64	46,33	22,74	14,60	10,82	6,56	—	—
29-30	2,63	0,73	0,03	3,52	30,82	142,62	95,58	41,93	27,90	14,21	9,92	8,55	974	30,9
30-31	2,29	1,30	6,11	4,26	112,53	181,46	99,13	33,40	18,27	16,03	11,50	7,66	1274	40,4
31-32	4,51	6,23	6,92	28,26	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
32-33	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
33-34	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
34-35	1,32	0,33	0,00	0,79	49,81	32,00	89,65	40,80	15,87	15,52	8,81	5,31	684	21,7
35-36	0,47	0,00	0,00	10,27	51,58	143,59	43,45	12,87	8,66	5,90	6,22	3,08	740	23,4
36-37	0,47	0,00	0,00	12,63	93,69	97,45	24,57	9,53	7,20	2,65	1,58	0,32	644	20,4
37-38	0,00	0,00	0,00	3,89	38,55	112,46	48,43	26,85	7,13	1,93	0,21	0,00	610	19,3
38-39	0,00	0,00	0,00	0,00	25,89	82,83	83,78	69,15	16,47	5,30	1,45	0,12	735	23,3
39-40	0,00	3,92	1,37	3,84	35,77	11,33	21,36	12,60	7,15	3,68	1,31	1,46	274	8,7
40-41	0,04	0,00	3,35	18,77	25,19	31,79	39,30	14,99	9,55	6,70	7,16	1,27	413	13,1
41-42	0,00	0,00	0,00	0,00	11,82	13,04	5,05	7,94	6,16	2,89	1,70	0,04	126	4,0
42-43	0,00	0,00	0,00	0,19	6,98	52,38	53,39	55,19	21,25	6,89	2,59	0,22	514	16,3
43-44	0,0	0,00	0,00	4,03	99,95	218,48	114,76	30,28	16,11	7,93	3,79	0,80	1287	40,7
44-45	0,00	0,00	0,00	0,13	21,92	21,55	65,73	32,42	12,66	4,43	1,71	0,14	422	13,4
45-46	0,00	0,00	0,00	11,34	12,77	26,36	44,21	12,22	2,40	0,13	0,00	0,00	285	9,0
46-47	0,00	0,00	1,93	1,40	26,08	52,29	36,32	29,27	7,02	0,32	0,00	0,00	398	12,6
47-48	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18,19	53,19	7,78	0,14	0,00	0,00	0,00	209	6,6
48-49	0,00	0,00	0,00	8,08	115,45	161,96	127,79	70,60	20,47	9,65	5,79	1,38	1347	42,7
49-50	0,00	1,27	7,96	50,44	54,61	106,68	85,15	37,30	11,02	4,42	2,23	0,26	936	29,7
50-51	0,00	0,00	0,00	0,00	13,63	84,54	27,53	22,27	7,44	1,72	0,55	0,00	398	12,6
51-52	0,00	0,00	0,00	7,40	39,65	101,45	34,44	26,90	5,16	1,57	0,23	0,00	561	17,7
52-53	0,00	0,00	1,32	8,60	20,00	133,66	92,03	28,88	10,18	3,95	3,50	0,82	774	24,5
53-54	0,00	0,00	0,00	3,13	3,32	120,60	77,48	33,13	9,44	3,52	2,63	0,18	644	20,4
54-55	0,00	0,00	0,32	0,00	6,44	115,82	99,37	25,27	5,98	3,08	0,86	0,00	656	20,8
55-56	0,00	0,00	0,00	0,00	1,295	55,12	18,73	4,37	0,14	0,00	0,00	0,00	235	7,4
56-57	0,00	0,00	3,42	4,10	10,89	47,23	58,76	17,25	4,56	0,00	0,00	0,00	378	12,0
57-58	0,00	0,00	0,00	7,38	92,90	78,05	43,55	18,15	6,82	2,63	1,47	0,76	652	20,7
58-59	0,00	0,00	0,00	0,00	52,74	105,25	98,66	35,47	11,21	5,78	5,55	4,03	823	26,1
59-60	0,17	0,00	0,00	17,90	131,77	96,60	61,68	57,47	20,60	7,78	6,13	1,58	1.054	33,3
60-61	0,00	0,00	0,00	0,00	28,34	99,95	67,10	51,45	19,94	9,05	6,37	2,35	731	23,1
61-62	0,03	4,04	0,03	0,00	15,93	36,89	32,31	21,81	12,58	5,59	2,85	0,96	344	10,9
62-63	0,00	0,00	0,00	0,63	17,14	92,66	164,82	46,59	18,05	10,16	5,31	10,21	924	29,3
63-64	0,01	0,00	0,00	3,37	27,09	47,02	73,33	37,74	24,21	8,62	2,47	0,00	587	18,6
64-65	0,00	0,00	0,70	0,00	18,09	79,09	32,85	8,12	1,17	0,00	0,00	0,00	352	11,2
65-66	0,00	0,00	0,00	0,00	2,70	20,48	12,09	6,57	2,32	0,18	0,00	0,00	113	3,6
66-67	0,00	0,00	0,00	6,88	5,24	4,09	31,24	7,82	1,04	0,03	0,00	0,00	149	4,7
67-68	0,00	0,00	0,00	0,00	5,65	101,49	42,93	15,73	2,55	0,06	0,00	0,00	4320	13,7
68-69	0,00	0,00	0,00	2,67	10,10	43,26	41,31	9,40	1,62	0,12	0,00	0,00	278,47	8,8
69-70	0,00	0,00	0,00	0,00	9,36	23,15	34,86	36,25	5,48	0,70	0,00	0,00	284,92	9,0
70-71	0,00	0,00	0,00	0,00	3,54	64,4	54,15	26,64	5,84	0,08	0,00	0,00	395,23	12,5
71-72	0,00	0,00	3,12	9,13	9,66	49,34	22,36	9,63	1,43	0,00	0,00	0,00	270,78	8,5
72-73	0,00	0,00	0,00	0,09	1,58	8,81	16,29	14,40	0,44	2,33	13,02	10,33	176,47	5,6
73-74	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	67,22	100,63	44,93	15,54	5,42	2,19	0,48	611,39	19,4
74-75	0,00	0,48	2,37	2,10	12,04	51,63	54,92	48,17	17,03	5,96	3,58	2,80	520,34	16,5
75-76	4,64	2,96	0,22	0,26	8,91	59,98	82,09	54,48	45,04	20,89	7,62	2,74	758,99	24,0
76-77	6,93	2,99	0,88	2,17	11,62	20,33	57,26	56,70	29,27	5,77	1,23	0,13	511,77	16,2
77-78	0,09	0,05	2,27	8,42	47,97	80,27	82,30	43,43	18,99	11,16	13,07	17,33	845,94	26,8
Promedio 28-29 77-78	0,52	0,54	0,94	5,46	32,48	73,89	59,94	29,29	11,53	5,09	3,30	1,95	552,1	
Promedio 28-29 72-73	0,28	0,42	0,87	5,55	34,43	76,03	58,10	27,44	10,03	4,53	3,04	1,62		
Promedio 73-74 77-78	2,3	1,3	1,1	2,5	16,1	55,8	75,4	49,5	25,1	9,8	5,5	4,6		

FUENTE : A. y E. E. - JEPZN

RAMAS DESCENDENTES DE HIDROGRAMAS SELECCIONADOS - EST. EL ARENAL

3 SEMILOGARITMICO
m³/seg

