



Administración General de Aguas
de Salta

DIRECCION GENERAL HIDRAULICA
DPTO. ESTUDIOS Y PROYECTOS
SAN LUIS N° 52

C. F. I.
INGRESO
28 DIC 1988
Nº 7275

SALTA, 07 de Diciembre de 1.988.-

Al Señor
Cdor. PAITIVI
FONDO FEDERAL DE INVERSIONES
del C.F.I.

Por la presente remito a Ud., Informe Final-
del Proyecto "CANAL EL TUNAL-FIGUEROA", que oportunamente fuera financiado
por ese Consejo.

Sirva la presente nota de elevación.-

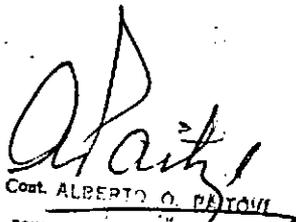
eep.-


Ing. CIV. NESTOR A. ILVENTO
JEFE DPTO. ESTUDIOS Y PROYECTOS - D. H.
A. G. A. S.

Señor Secretario General:

Se estima que puede ser de interés de las áreas técnicas
el estudio "Canal El Tunal-Dique Figueroa" realizado por la Pro-
vincia de Salta con aporte financiero de este Fondo, motivo por
el que se sugiere su remisión a la biblioteca del CFI.

Atte.


Cont. ALBERTO O. PAITIVI
FONDO FEDERAL DE INVERSIONES
CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

SECRETARIA
RECEBIDA
30/12/88



Administración General de Aguas
de Salta

DIRECCION GENERAL HIDRAULICA
DPTO. ESTUDIOS Y PROYECTOS
SAN LUIS N° 52

-0-



PROYECTO : CANAL TUNAL - FIGUEROA (1ra. ETAPA)

UBICACION : DEPARTAMENTOS DE ANTA Y METAN (Pcia. de Salta).-

CONTENIDO



- * IMPORTANCIA DE LA OBRA.
- * DESCRIPCION GENERAL DEL PROYECTO.
- I.- RECOPIACION Y EVALUACION DE ANTECEDENTES.

I-a. CLIMA.

1. Ubicación Geográfica.
2. Pluviometría.
 - 2.1. Análisis Estadístico.
 - 2.2. Días con Precipitación.
 - 2.3. Tipos de Precipitaciones.
3. Régimen Térmico.
 - 3.1. Temperaturas Medias Mensuales.
 - 3.2. Registros Extremos.
 - 3.3. Amplitud Térmica.
4. Humedad Atmosférica.
5. Circulación Atmosférica-Vientos.
6. Evaporación.
7. Conclusiones.
 - 7.1. Índice de Martone.
 - 7.2. Índice de Thornthwaite.
 - 7.3. Gráfica de Gausen (Diagrama Ombrotérmico).

///...



*Administración General de Aguas
de Salta*

DIRECCION GENERAL HIDRAULICA
DPTO. ESTUDIOS Y PROYECTOS
SAN LUIS N° 52

-0-

///....

I-b. HIDROLOGIA: Estudio de los escurrimientos superficiales del Río Juramento en el Sistema Cabra Corral - El Tunal.

1. Introducción.
2. Datos Existentes.
3. Tratamiento y Relleno de Datos Faltantes.
4. Caudales Cronológicos.
5. Parámetros Estadísticos.
6. Ajustes Estadísticos.
7. Correlación Serial.
 - 7.1. Correlogramas de Cabra Corral, Miraflores y El Tunal.
 - 7.1.1. Caudales Medios Mensuales.
 - 7.1.2. Caudales Medios Anuales.
 - 7.1.3. Correlación entre Períodos.
8. Modelos Hidrológicos Estocásticos.
9. Verificación de la Generación de Series.

I-c. CARTOGRAFIA BASICA.

I-d. SUELOS.

1. Antecedentes.
2. Aptitud para Riego y Constantes Hídricas.

I-e. CATASTRO DE RIEGO Y CONCESIONES.

I-f. TOPOGRAFIA.

I-g. RED DE RIEGO EXISTENTE.

I-h. RED FREATIMETRICA - REINSTALACION DE FREATIMETROS.

///...



*Administración General de Aguas
de Salta*

DIRECCION GENERAL HIDRAULICA
DPTO. ESTUDIOS Y PROYECTOS
SAN LUIS N° 52.

-e-

///....

II .- ALTERNATIVA DE LAS DISTINTAS TRAZAS.

II.a. ANTEPROYECTO DE REESTRUCTURACION DE LA RED DE RIEGO ACTUAL.

1. Parámetros Agronómicos para Dimensionamiento del Canal.
 - 1.1. Factores Climáticos.
 - 1.1.1. Temperatura Media Mensual.
 - 1.2. Lluvia Media Mensual.
2. Necesidad de Riego de los Cultivos.
 - 2.1. Evapotranspiración Potencial.
 - 2.2. Uso Consumtivo.
 - 2.3. Cultivos Posibles.
 - 2.4. Coeficiente "K" de Cultivo.
 - 2.5. Uso Consuntivo.
 - 2.6. Precipitación Efectiva.
 - 2.7. Necesidad de Riego Neta.
 - 2.8. Necesidad de Riego Neta Ponderada.
3. Parámetros para el Dimensionamiento a Nivel Parcelario.
 - 3.1. Caudal y Tiempos de Entrega en Finca. //
 - 3.2. Secciones a Regar con Caudales de Entrega.
 - 3.3. Intervalo entre Riegos.
 - 3.4. Estimación de Eficiencias.
 - 3.5. Número de Días de Lluvias en el Mes.
 - 3.6. Capacidad de Conducción Bruta.
 - 3.7. Sistema de Distribución Seleccionado.
 - 3.8. Superficie Bajo Riego Futura.
 - 3.9. Diseño Geométrico de la Red.

NI/cep.-

DPTO. ESTUDIOS Y PROYECTOS (D.H.), Junio de 1.987.-



Administración General de Aguas
de Salta

DIRECCION GENERAL HIDRAULICA
DPTO. ESTUDIOS Y PROYECTOS
SAN LUIS N° 52

-3-

PROYECTO: " CANAL TUNAL - FIGUEROA (1RA. ETAPA)"

UBICACION: DPTOS. ANTA Y METAN (PCIA. DE SALTA).-

- IMPORTANCIA DE LA OBRA PARA EL APROVECHAMIENTO INTEGRAL DEL RIO PASAJE,
JURAMENTO O SALADO.-

a.- Preliminares.

El sistema hidrográfico del Río Pasaje, Juramento o Salado es uno de los más importantes del Noroeste Argentino. La amplitud de su cuenca como así también los derrames aportados, lo colocan en el tercer lugar en la región, superado sólo por la de los ríos Bermejo y Dulce.

Nace en las altas cuencas de los nevados de Cachi y Acay en la Cordillera Oriental. Su cuenca imbrífera es, en Cabra Corral 31920 Km², Miraflores 34.940 km²., en El Tunal 38.240 Km²., en el límite Salta-Santiago del Estero 42.790 Km²., y en su Suncho Corral 52.420 Km².

Dan origen a este río dos colectores; el Guachipas y el Arias. El primero recoge las aguas de los valles Calchaquíes y el Segundo las del Valle de Lerma.

Con el nombre de Pasaje o Juramento, su curso es variable, corriendo encajonado con rumbo Este, en una quebrada de unos 60 Km. de longitud hasta llegar a la llanura, donde a poco andar, en Miraflores, se le une el río Piedras. Ya en la planicie y luego de la confluencia del río Medina, pasa por El Tunal donde la pendiente es más suave.

En la zona de Joaquín V. González, describiendo una amplia curva, se dirige al Sur, para entrar en Santiago del Estero con el nombre de río Salado.

En esta Provincia, a la que cruza de Noroeste a Sudeste, la superficie plana de la región, da lugar a ensanches en su cauce que en los lugares bajos puede desbordar y formar extensos bañados y lagunas; tal suce

eep.-

///...

///....

de en Copo, Figueroa y Añatuya. La evacuación de las aguas, tiene lugar por el Sud, por un zanjón que se prolonga hasta la Provincia de Santa Fe, donde desemboca luego de atravesarla tras un recorrido total aproximado de 1500 Km. en el Río Paraná.

Las aguas del Río Pasaje, Juramento o Salado, han sido utilizadas desde antigua para el regadío, mediante tomas libres de las tierras adyacentes al mismo en la Provincia de Salta, y por inundación en los grandes bañados de Añatuya, Figueroa y Copo en la Provincia de Santiago del Estero.

Este esquema primitivo de riego se ha visto alterado por la habilitación al cultivo de nuevas áreas en Salta, y en general por el mal uso de las aguas, en cuanto a cantidad y distribución se refiere.

La situación creada de hecho en lo referente a riego, y, por otra parte el interés en la utilización de las grandes posibilidades energéticas del sistema, han llevado a las Autoridades, tanto provinciales como nacionales, a buscar el ordenamiento del recurso hídrico, a fin de satisfacer las necesidades y derechos sobre el uso de las aguas, dentro de las posibilidades de la fuente.

A los fines del ordenamiento de los trabajos, se ha considerado a la cuenca del Río Pasaje, Salado o Juramento, dividida en tres sub-cuencas:

- a) La cuenca superior, que incluye las altas cuencas de los ríos Arias, Guachipas, Medina, Piedras, etc.
- b) La cuenca media, es responsable de los aportes aforados en Cabra Corral y de los volúmenes entre El Tunal y Cabra Corral.
- c) La cuenca inferior, desarrollada principalmente en la Provincia de Santa Fe, que restituye nuevamente los caudales con que el río Salado en este caso desemboca en el río Paraná.

Jurisdicción sobre las cuencas.

El aprovechamiento y regulación de la cuenca superior, se en

eep.-

///....

///...

cuentra en manos de las Provincias donde ésta se desarrolla. Los nuevos estudios y las obras a encararse quedan dentro del ámbito Provincial siempre y cuando no alteran los caudales aportados actualmente por el río Juramento.

La utilización actual de la cuenca superior beneficia unas 60.000 ha. en el Valle de Lerma, en el departamento Metán y en zonas aisladas de los valles Calchaquíes en las Provincias de Salta, Catamarca y Tucumán.

La cuenca inferior se considera dentro de la jurisdicción / de la Provincia de Santa Fe, dado que se desarrolla exclusivamente en su territorio. Cualquier uso que se dé a las aguas, no afectará los derechos de las Provincias copartícipes de la cuenca general del río Pasaje, Juramento o Salado.

La Provincia de Salta, ha encarado el aprovechamiento integral de la cuenca media, Este complejo significa la puesta en marcha de un esquema en etapas, que deben ir entrando en funcionamiento cuando las necesidades lo requieran, y cuyo fin en definitiva, es la regulación y utilización de las aguas con fines de riego y la producción de energía.-

Esquema de las obras de la cuenca media.

Se consideran dos etapas significativas, a los fines de la confección de los proyectos y ejecución de las diversas obras que los integran. Detallaremos a continuación las partes esenciales:

- PRIMERA ETAPA

- Una obra de embalse, cabecera del sistema, ubicada en la confluencia de los ríos Guachipas y Arias en el lugar denominado Cabra Corral. Regula en forma plurianual 31.920 Km². de cuenca, con un derrame medio de 928 Hm³. anuales (concluida).
- Central Hidroeléctrica de Cabra Corral, ubicada a pié de presa del dique del mismo nombre, con una potencia instalada de 100.000 KW (concluida).

///...

Las aguas reguladas son devueltas al río luego de su turbinado, para su posterior utilización en el riego.

Las aguas de riego se encuentran dispersas en lugares distantes entre sí. Se las agrupa en cinco centros principales.

a) En Salta.

Aproximadamente a 80 Km. aguas abajo de Cabra Corral, se encuentra la zona de riego de El Galpón que alcanza las 11.500 Ha. Se ha previsto en este sitio una obra de derivación (Miraflores), para una capacidad máxima de 8 m³/seg. y 95,6 Hm³. al año.

Dique Derivador Miraflores, terminado, se encuentran en ejecución los canales de riego.

En la inmediaciones de El Tunal, a unos 120 Km. del punto de referencia (Cabra Corral), comienza la zona principal de riego para la Provincia de Salta. Se extiende a ambas márgenes del Río en una extensión de 80 Km. En este punto se ubica la presa de embalse "El Tunal", que compensa las erogaciones del dique madre de Cabra Corral, regula la cuenca entre ambos puntos (6.320 Km²) y deriva hacia un canal alimentador de 280 Km. de longitud, los caudales necesarios para el riego del sistema aguas abajo de El Tunal. La entrega para el riego se efectúa desde tomas laterales del canal de conducción.-

b) En Santiago del Estero.

A 250 Km. de Cabra Corral, siempre aguas abajo, se rehabilita una zona de riego de 5.000 Ha., en las proximidades de Villa Matoque, en el antiguo bañado de Copo, Su alimentación se hace desde el canal de conducción.

En el departamento Figueroa a 400 Km. de Cabra Corral se desarrolla el riego principal en Santiago del Estero, corresponde al bañado de Figueroa y zonas aledañas.

El canal alimentador termina en este punto en el dique de embalse compensador de Figueroa de 50 Hm³. de capacidad, ya existente, que mejora el sistema de riego.

eep.-

///...

///...

El riego en Añatuya, que corresponde a la cuenca media del río Salado, ya ha sido solucionado en parte con la habilitación del canal de Jume Esquina. Se prevé la solución final con la construcción de un dique de embalse en Jume Esquina. Las aguas necesarias son transferidas desde el río Dulce, mediante un trasbase de cuenca .-

Necesidad de la Obra.

Las condiciones naturales de escurrimiento del río, a partir del lugar de emplazamiento de la presa "El Tunal", se tornan desfavorables, La pendiente va disminuyendo apreciablemente, reduciéndose desde el 2 o/oo hasta el 0,25 o/oo en la zona de Figueroa, con una pendiente general estimada del 0,75 o/oo. El cauce del río se hace divagante, alcanzando en algunas partes hasta 2.000 m. de ancho. En Santiago del Estero es característica la presencia de amplios meandros propios de los ríos de llanura.

En general, el río en el curso de los años, ha ido cambiando su recorrido, dejando numerosos cauces abandonados que en la actualidad son denominados ríos muertos. Estos lechos que en algunos casos se encuentran a varios kilómetros del actual, están ya cubiertos del monte propio de la zona, con árboles de varias décadas o centurias a veces, que indican que el río decididamente ha abandonado ese derrotero.

El cauce atraviesa terrenos sumamente cambiantes. Es frecuente la presencia de suelos limo arcillosos alternados con mantos de arenas uniforme. Las zonas de baja densidad original, han sido mejoradas en general por la presencia del agua aportada por el río; sin embargo la falta de carga, no las ha densificado totalmente manteniendo sus características colapsibles y sobre todo de gran permeabilidad.

La existencia de grandes zonas de muy baja pendiente que atraviesa el río, dá lugar a la formación de amplios bañados, (Copo y Figueroa), donde en este caso la intensa evaporación, favorecida por las elevadas temperaturas, resta volúmenes de agua aprovechadas.

En general la excesiva permeabilidad de los suelos a la que

eep.-

///...

///...

se suma la baja velocidad de escurrimiento, dan lugar a una gran pérdida de caudales. Puede afirmarse que debido a la infiltración más de un 50% de los aportes aforados en "El Tunal" no alcanza la zona de Figueroa a 280 Km. del punto anterior.

A la incertidumbre en la garantía de disponibilidad del agua en cuanto a cantidad y desfase en tiempo, entre la entrega en "El Tunal" y la recepción en "Figueroa", debido a las condiciones mencionadas, deben sumarse las tomas en el río para la alimentación de las redes de riego para cada zona.

Estas tomas deben en todos los casos, y bajo cualquier condición permitir la derivación necesarias. Esto significa contar con obras seguras y estables, aún para las mayores crecidas del proyecto, 2.000 m³ /seg., que evidentemente encarecen cualquier sistema de riego.

Es indudable que se hace necesaria una obra que, subsanando todos los inconvenientes citados, garantice máxima eficiencia de conducción.

Finalidad del Proyecto.

El proyecto que aquí se presente es parte integrante de la primera etapa, del aprovechamiento integral de la cuenca media del río Pasaje, Juramento o Salado.

El fin perseguido con esta obra, es la alimentación de las redes de riego existente, a emplearse o a crearse, en las adyacencias del río en las Provincias de Salta y Santiago del Estero y que deberán ser alimentadas por las erogaciones de la presa de embalse "El Tunal".

Las ventajas fundamentales de este canal de conducción pueden resumirse en los siguientes puntos:

- Aprovechamiento del 100% del recursos hídrico regulado por la presa de / embalse "El Tunal".
- Supresión de las pérdidas por infiltración, al adoptarse un revestimiento del tipo impermeable.

///...

- Virtual desaparición del problema de evaporación al eliminarse las áreas de bañados.
- Concentración de las obras de toma, en una sola, (presa El Tunal), con la consiguiente menor inversión inicial, de explotación y mantenimiento.
- Mayor control en el manejo de las aguas mediante derivaciones desde el / canal controladas con aforadores de registro automático.
- Control de erosiones en el cauce del río.
- Ampliación en 20.000 Has. la superficie de riego en Salta.
- Generación de energía hidroeléctrica.-

Necesidades de riego.

Las erogaciones de los volúmenes disponibles en la presa de embalse "El Tunal", se realizan de acuerdo a las necesidades del riego.

La dotación adoptada fue propuesta por la Provincia de Salta y aceptada por la Provincia de Santiago del Estero, resultando ser de / 11.860 m³. por año y por hectárea.-

eep.-

DPTO. ESTUDIOS Y PROYECTOS (D.H.), Junio de 1.987.- //



*Administración General de Aguas
de Salta*

DIRECCION GENERAL HIDRAULICA
DPTO. ESTUDIOS Y PROYECTOS
SAN LUIS N° 52

-0-

DESCRIPCION GENERAL

DEL PROYECTO TUNAL - FIGUEROA

El canal de conducción El Tunal-Figueroa se desarrolla en casi todo su recorrido por margen izquierda del Río Pasaje-Juramento ó Sa lado, a una distancia variable, que en algunos casos alcanza los 10 Km.

Nace en el dique de embalse "El Tunal" y tiene una longitud de 277.000 metros. Luego de cinco entregas laterales en territorio de la Provincia de Salta y una en la Provincia de Santiago del Estero, el ca nal termina en una obra de entrega en el Dique de Figueroa, en la última provincia citada.

La traza del canal no presenta complicaciones topográficas. La pendiente general del terreno es del 1 o/oo, sin embargo varía desde al gunos tramos con el 3,5 % hasta otro en Santiago donde solo alcanza 0,25 o/oo.

No existen accidentes importantes y por lo general la pen diente transversal del terreno asegura el desagüe.

La valoración de las características sumamente variables de los suelos que atraviesa el canal, la gran permeabilidad de numerosos tra mos, la pendiente del terreno, que es lo suficientemente grande como para permitir velocidades de escurrimiento compatibles con la pendiente del te rreno sin peligro de socavaciones, han volcado el criterio hacia el reves timiento del canal con hormigón.

Se ha decidido en una primera etapa preparar el Proyecto E

cep.-

///...

///...

jecutivo de los primeros 6.950 m. del canal considerado como el tramo de mayor dificultad técnica por las modificaciones a realizar en zonas de piletas de aquietamiento de el Dique El Tunal, y por la construcción de un sifón invertido por abajo del lecho del Río Juramento.

En resumen, las obras previstas en esta primera etapa, son las siguientes:

- 1) Demolición de un sector de los muros de margen izquierda y margen derecha, de la pileta de amortiguamiento del vertedero del Dique El Tunal.
- 2) Construcción de un vertedero circular en la cámara de aquietamiento de la central. Este vertedero tiene como función controlar la cota mínima prevista para la central hidráulica.
- 3) Construcción de una alcantarilla con sus sistemas de compuertas y ataguías por abajo de la pileta de aquietamiento del vertedero.
- 4) Construcción de antecanal y canal revestido con una capacidad de 43 m³/seg. por margen derecha del Río Juramento, en una longitud de 5350 m.
- 5) Construcción de un partidor automático de caudales. Este partidor tiene como función prever las necesidades de riego de margen derecha del Río Juramento.
- 6) Construcción de un sifón de 306 metros de largo que cruza desde margen derecha hacia margen izquierda del Río Juramento, con una capacidad de 36 m³/seg.
- 7) Construcción de un canal revestido sobre margen izquierda de 1375 metros.

eep.-



*Administración General de Aguas
de Salta*

DIRECCION GENERAL HIDRAULICA
DPTO. ESTUDIOS Y PROYECTOS
SAN LUIS N° 52

-e-

"CANAL TUNAL - FIGUEROA" (1° Etapa)

Dptos.: ANTA y METAN

Prov.: SALTA

El presente trabajo constituye una nueva etapa hacia el desarrollo del área de riego del Río Juramento.

La revisión del Proyecto del Canal Tunal-Figueroa confeccionado por Agua y Energía Eléctrica de la Nación en el año 1972, permitió vislumbrar la posibilidad de realizar un ajuste al Proyecto original a fin de / responder a las necesidades de desarrollo que demandan las Provincias co-participantes en el uso del agua.

. La factibilidad de modificación de la traza en algunos tramos / de canal del Proyecto Original, el proyecto de nuevas obras de arte, como así también la posibilidad de generar energía aprovechando un importante / desnivel de terreno, son precisamente algunos de los elementos que incidieron en la formulación del ajuste del Proyecto.

Paralelamente al estudio y definición del Proyecto de la obra / hidráulica se analizaron los estudios básicos disponibles, el estudio de suelo realizado por TECNOAGRO S.R.L., el Relevamiento Topográfico realizado por TOPONOA y Estudio Catastral llevado a cabo por el C.F.I.

Asimismo fue necesario elaborar los trabajos complementarios al Proyecto de obra hidráulica; el estudio de los factores Climáticos e Hidrológicos, Parámetros Agronómicos para el dimensionamiento de la red de Canales.

leb.

//..

A partir de la elaboración de estos trabajos surge el Anteproyecto alternativo de Restructuración de la red de riego actual cuya ejecución apunta a conocer la Capacidad de los canales a diferentes niveles de la red de riego.

leb.

I. RECOPIACION Y EVALUACION DE ANTECEDENTES

Se efectuó una recopilación de los antecedentes disponibles en / los temas referentes a Clima, Hidrología, Suelos, Catastro, Topografía, Proyectos de A. y E.E., Riego y Drenaje; a partir de los cuales se elaboró una serie de estudios tendientes a evaluar las características de/ los parámetros intervinientes en el Proyecto:

I - a.- Clima

1. Ubicación Geográfica

Las regiones en las cuales se ha planificado regar se/ encuentran ubicados en los alrededores de El Galpón y en las margenes izquierda y derecha del Río Juramento aguas abajo de El Tunal.

Para poder caracterizar la zona bajo riego se incremen-
tó el área en estudio sobre ambas margenes del Río Juramen-
to desde Miraflores hasta el límite con Santiago del Estero.

En el cuadro siguiente se consignan algunos datos^{geo-}
gráficos de las estaciones analizadas.

leb.

ESTACION	ALTURA SOBRE EL NIVEL DEL MAR (mts.)	LATITUD SUR	LONGITUD OESTE	PROPIEDAD
ESTEGO	689	25° 26'	64° 51'	Ferrocarril Gral. Belgrano.-
RIO. PIEDRAS.	723	25° 17'	64° 55'	" "
MIRAFLORES (Río).	610	25° 22'	64° 50'	Direcc. de Hidráulica
MEDINA	470	25° 20'	64° 30'	" "
EL TUNAL	454	25° 15'	64° 25'	Ferrocarril Gral. Belgrano.-
EL TUNAL (Río)	425	25° 16'	64° 22'	Direc. Hidráulica (Salta)
CHORROARIN	413	25° 08'	64° 21'	Ferrocarril Gral. Belgrano.-
CNEL. OLLEROS	403	25° 04'	64° 16'	" "
J. V. GONZALEZ	378	25° 05'	64° 10'	Ferrocarril Gral. Belgrano y Servicio Meteorológico Nacional
GAONA	353	25° 12'	64° 05'	Ferrocarril Gral. Belgrano.-
EL QUEBRACHAL	339	25° 18'	64° 04'	" "
MACAPILLO	326	25° 22'	64° 01'	" "
NSTRA. SRA. TALAVERA	303	25° 26'	63° 48'	" "
TOLLOCHE	276	25° 31'	63° 33'	Ferrocarril Gral. Belgrano y Dirección Agropecuaria.-

2. Pluviometría

Para analizar la variable precipitación se contó con datos provistos por:

- INTA en el libro "Precipitaciones en el N.O. Argentino" - Prof. Alberto Bianchi
- Dirección Gral. Agropecuaria
- Propios.

Se calculó para cada estación la precipitación media anual, se busco los valores máximos y mínimos obteniéndose los siguientes resultados:

	Nº de años con datos	Prec. Media (mm)	Prec. Max. (mm.)		Prec. Min. (mm.)	
Miraflores	40	870	1984	1548	1947	274
El Tunal (R. Juramento)	41	658	1984	1096	1947	400
Medina	38	722	1984	1179	1967	395
Tolloche	52	544	1980	893	1934	219
Río Piedrás	45	754	1978	1349	1947	356
Esteco	45	691	1939	1138	1967	329
El Galpón *	41	493	1978	791	1972	214
El Tunal	45	550	1974	897	1947	286
Chorroarín	52	618	1984	1042	1967	319
Cnel. Olleros	52	594	1984	1015	1972	214
Cnel. Vidt.	30	572	1976	1024	1935	307
Gaona	52	529	1976	932	1967	152
El Quebrachal	51	546	1957	1028	1946	303
Macapillo	52	490	1957	1130	1950	155

	Nº de años c/ datos	Prec. Media (mm)	Prec. Max. (mm)		Prec. Min. (mm)	
Nstra.Sra.de Talavera	52	554	1974	1132	1935	273
J.V.Gonzalez	51	535	1974	852	1948	228

*Nota: Fueron desechados los datos de esta estación ya que se encontró una fuerte inconsistencia de los mismos.

En el plano N^o 1.2.1 denominado "Precipitaciones Medias Anuales" se trazaron las curvas Isohietas a los efectos de tener una idea clara de la distribución de las precipitaciones. Además / se trazaron las Isohietas para años denominados secos (1947 y / 1967) N^o 1.2.2 y N^o 1.2.3 respectivamente, pudiéndose apreciar la variabilidad de los registros entre las estaciones, la marcada / tendencia de disminución hacia el límite con Santiago del Estero y de Aumento hacia la estación Miraflores o sea la zona de serranías.

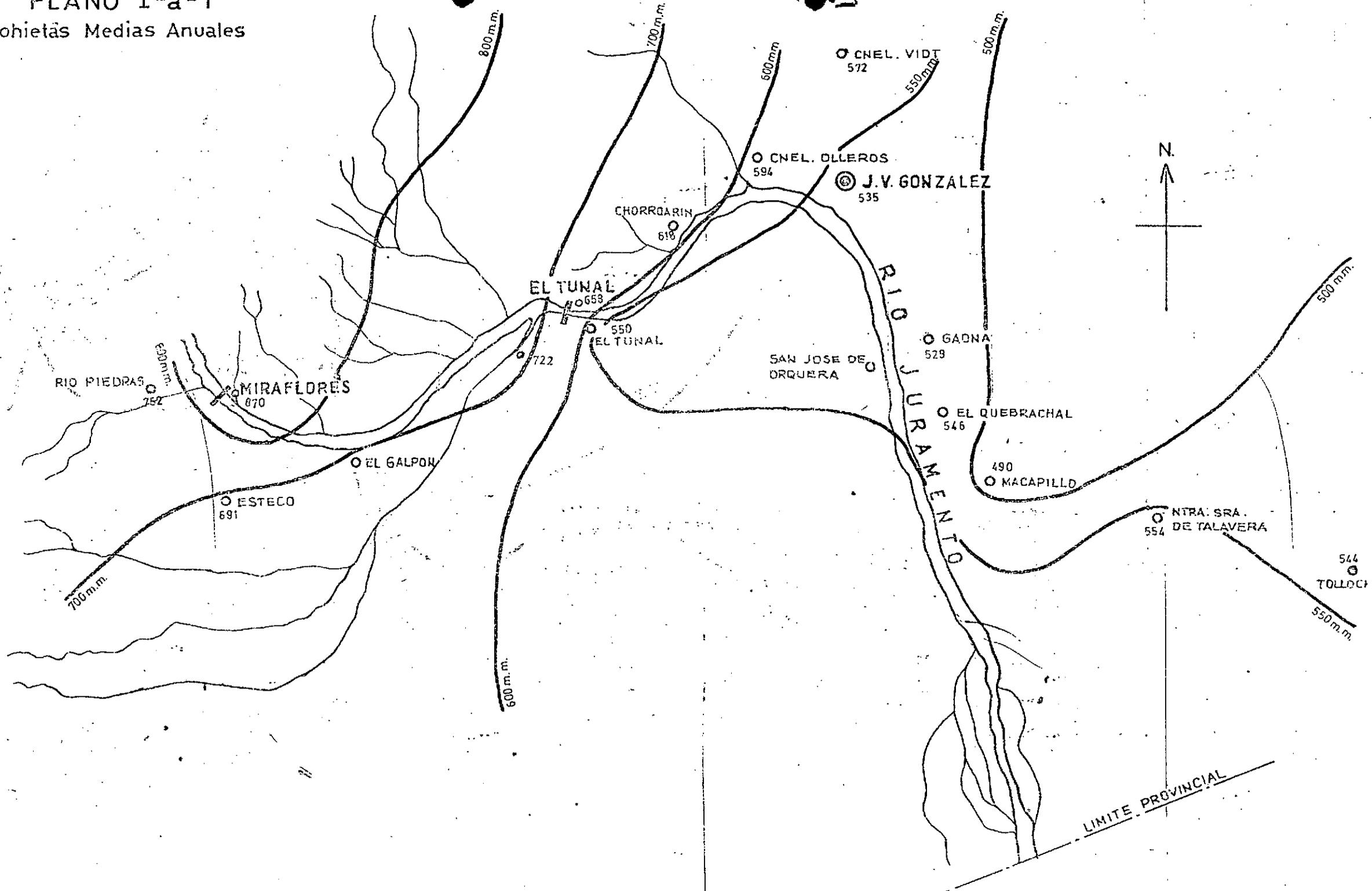
2.1. Análisis Estadístico

Para definir las precipitaciones mensuales disponibles y así satisfacer parte del uso consuntivo de los cultivos se siguió la siguiente metodología:

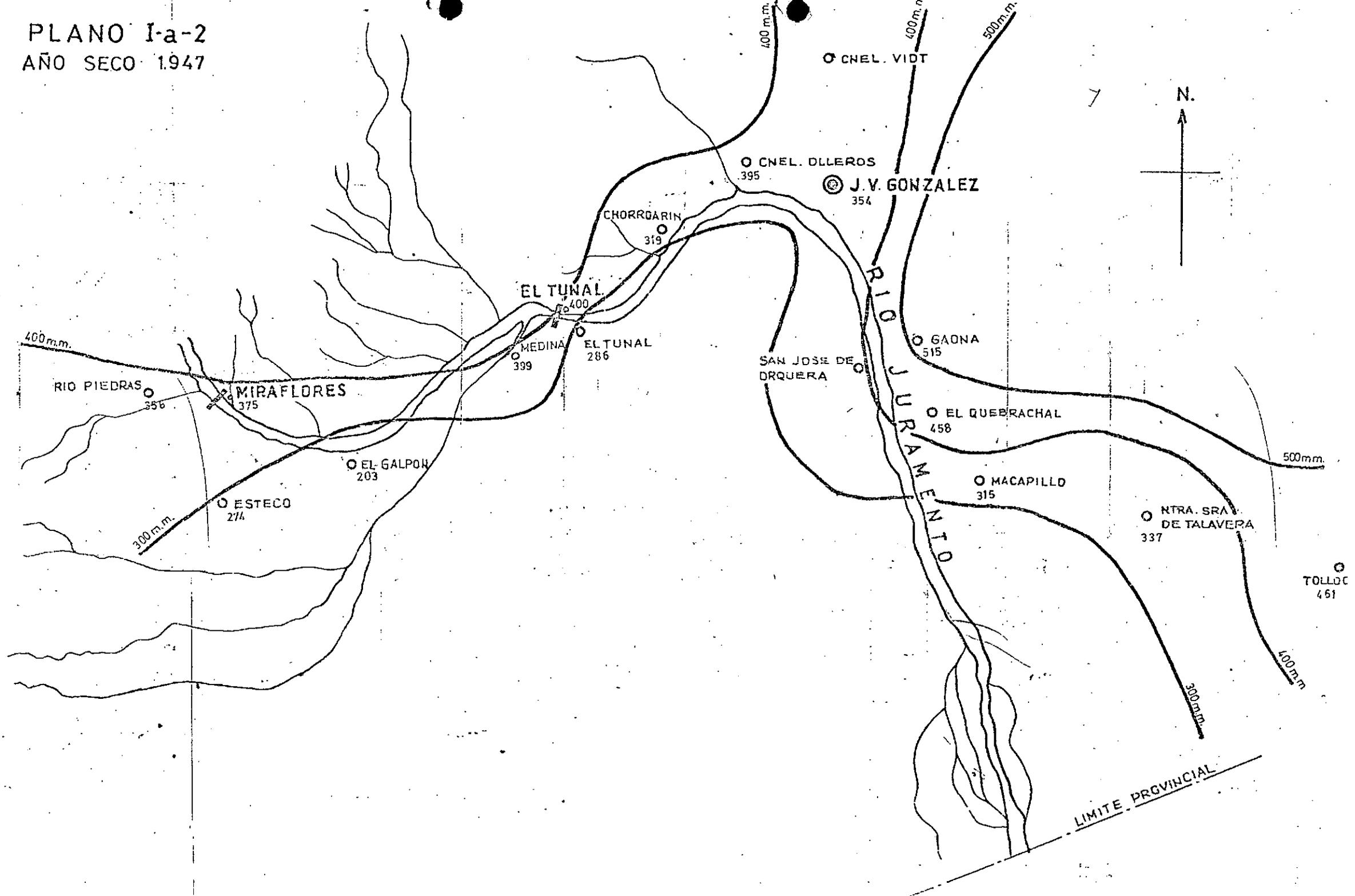
Tomando las estaciones ubicadas en las zonas aledañas a la futura red de riego, se efectuó un ajuste del tipo estadístico de las precipitaciones anuales y así determinar la precipitación anual que tenga una probabilidad del 70 % de ser superado. Con estos valores se distribuyeron, de acuerdo y proporcionalmente a las medias mensuales para cada estación.

PLANO I-a-1

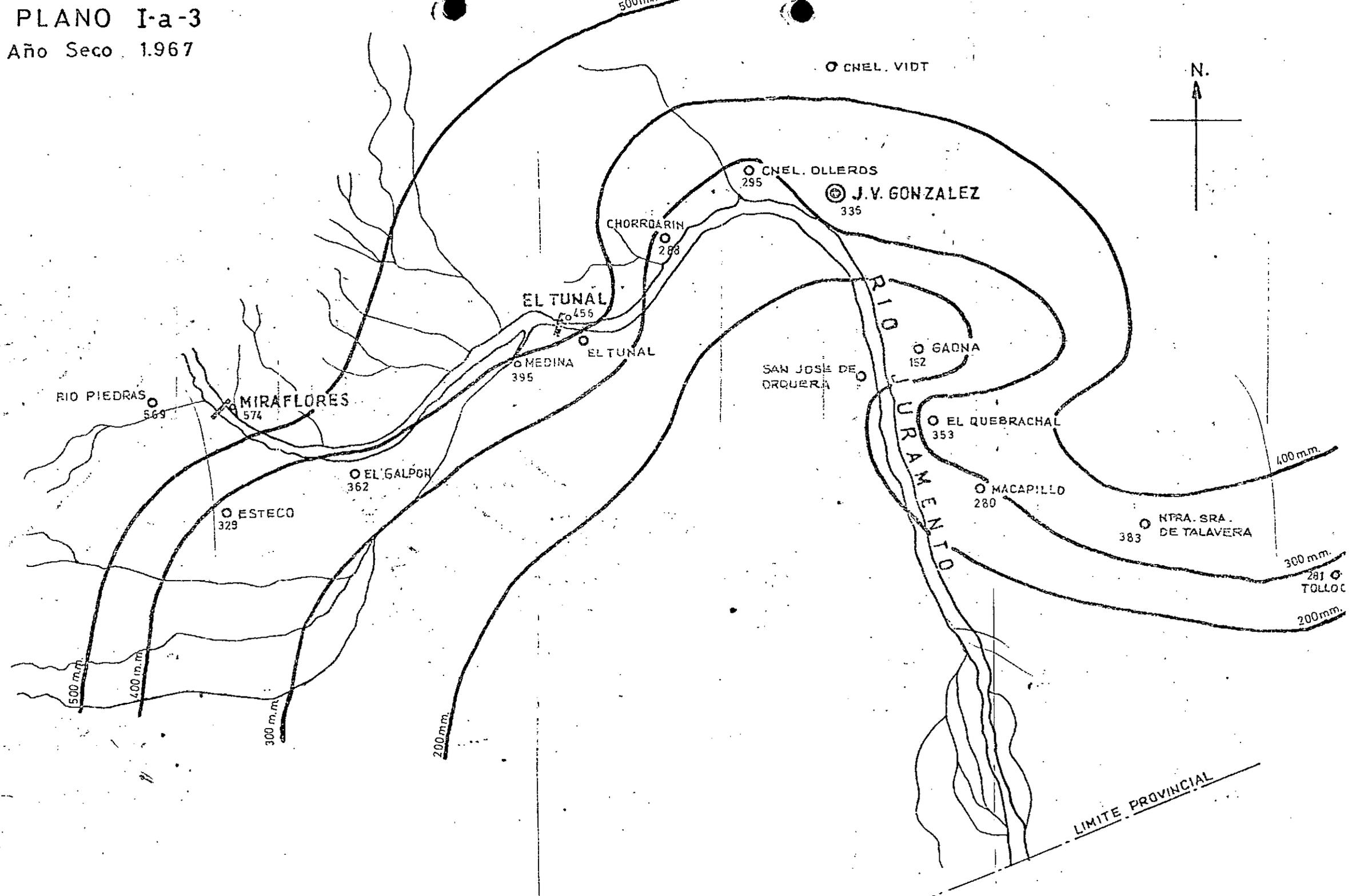
Isohietas Medias Anuales



PLANO I-a-2
AÑO SECO 1947



PLANO I-a-3
Año Seco 1.967



Otro criterio hubiera sido: para cada estación y cada mes efectuar un ajuste estadístico y así determinar precipitaciones mensuales con un 70 % de ser superadas, estos valores resultan inferiores a los anteriores.

Se adoptó el primer criterio principalmente por que es más factible la ocurrencia en la historia de una distribución mensual similar a la de la medida que una distribución dada por las precipitaciones que tengan un 70 % de probabilidad de ser superadas o sea que se repitan los 12 meses de peores condiciones pluviométricas. Este último criterio puede tenerse en cuenta en caso de tomas directa sobre ríos donde no hay regulación o almacenamiento como en el estudio presente.

En todos los casos analizados se pudo apreciar la similitud existente en cuanto a la función de mejor ajuste, y esta resulta ser la función de Goodrich, la misma es del siguiente tipo

$$F(p) = 1 - e^{-a(p - x_1)^{1/n}}$$

para

$$n = F(\emptyset n) \quad \emptyset n = \frac{\sum x_i^3}{N} - 3\bar{x} s^2 + \bar{x}^3$$

$$a = \left[\frac{1}{s^2} \left[\Gamma^2(2n - 1) - \Gamma^2(n + 1) \right] \right]^{1/2n}$$

$$x_1 = \bar{x} - \frac{\Gamma(n + 1)}{a^n}$$

donde:

p = precipitación

leb.

$F_{(p)}$ = probabilidad de ocurrencia de una precipitación menor o igual a "p"

e = base de logaritmos naturales

Γ = función Gamma

N = número de datos de la serie

La posición de ploteo o muestral utilizado fue:

$$F_{(p)}^* = \frac{i}{N + 1}$$

donde i es el número de orden de cada elemento de la serie, ordenada de menor a mayor.

En las hojas siguientes se puede apreciar, el ajuste para cada estación, con la correspondiente posición muestral (cruz), los valores de a, x_1 , n y el resultado del Test de Kolmogorof.

Este test permite aceptar el ajuste cuando

$$Z_{\text{calculado}} < Z_{\text{tabulado}}$$

Una precipitación que tiene el 70 % de probabilidad de ser superado o un 30 % de probabilidad de que se presenten valores menores o tiene una recurrencia $T = 3.33$ años.

Esta es la recurrencia que se utilizo en el siguiente proceso, donde se despeja $p = f(F_{(p)})$

$$p = x_1 + \left[\frac{\ln(1 - F_{(p)})}{-a} \right]^n$$

se reemplazo $F_{(p)} = 0.3$

Se obtuvo como resultado la siguiente tabla:

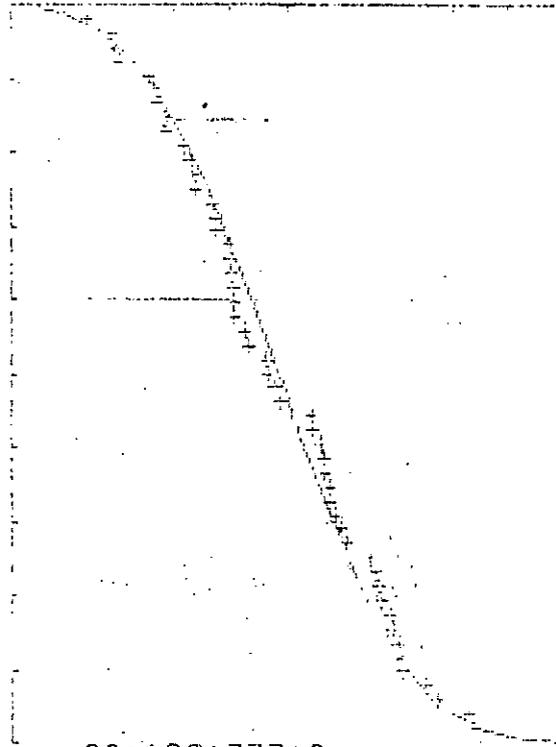
J V GONZALEZ

MEDIA= 535 058823529
DESVIO = 162 045353129
C VARIAC= .302855211433
C ASIMET= 5 74217386671E-2

MIN ORDENADAS= 100
VARIABLE= PREC ANUAL
UNID ESCALA= 90

ABSCISAS= FRECUENCIA C-100%

GRF GOODRICH----



n= .291988173712
a= 3.87473645824E-16
X1= 31.897362725

TEST KOLMOGOROF
Zcalculado= .083
Ztab 05= .195

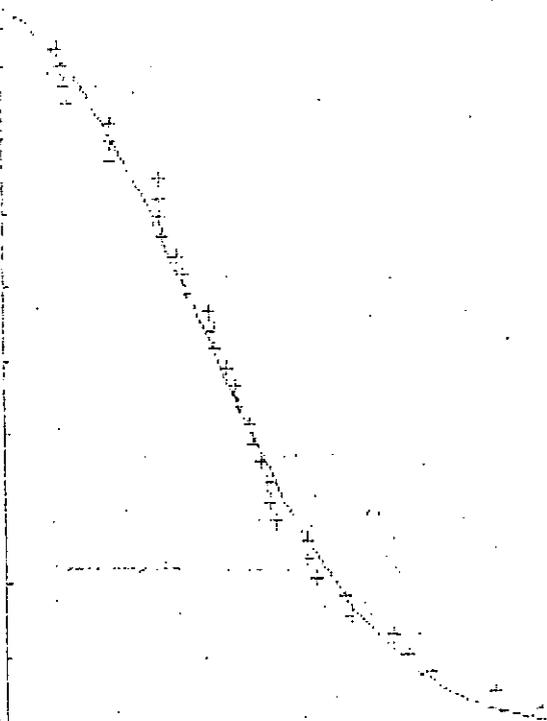
MESDINA

MEDIA= 725.263157895
DESVIO. = 184.847297709
C.VARIAC= 254869278409
C.ASIMET= .388551795596

MIN ORDENADAS= 400
VARIABLE= PREC. ANUAL
UNID. ESCALA= 80

ABSCISAS: FRECUENCIA: 0-100%

GRAF. GOODRICH----



n= 413748011409
a= 3.41167868092E-7
xi= 305 115545985

TEST KOLMOGOROF
Zcalculado= 072
Ztab 05= .225



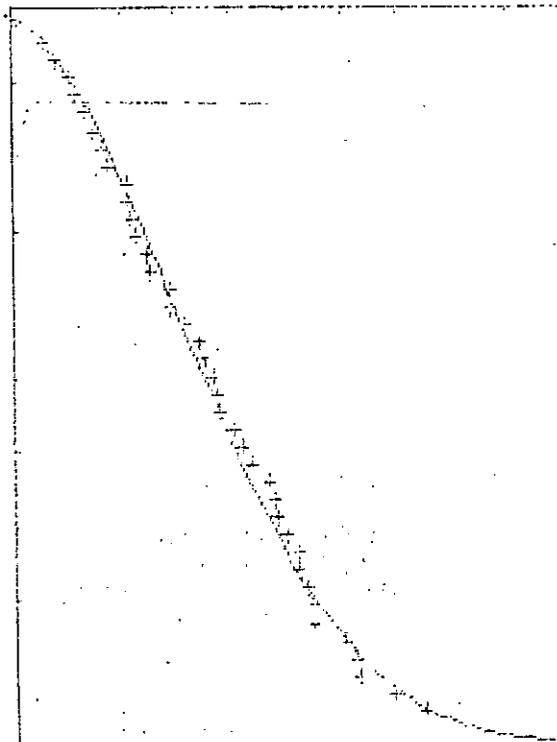
EL TUNEL-RIO

MEDIA = 658 505363854
DESVIO = 148 272886195
C. VARIAC = .225138446559
C ASIMET = .565400708616

MIN. ORDENADAS = 400
VARIABLE = FREQ ANUAL
UNID. ESCALA = 70

ABSCISAS FRECUENCIA = 0-100%

GRAF. GOODRICH----



n = 478720735687
a = 5.33214879298E-6
x1 = 367 356162226

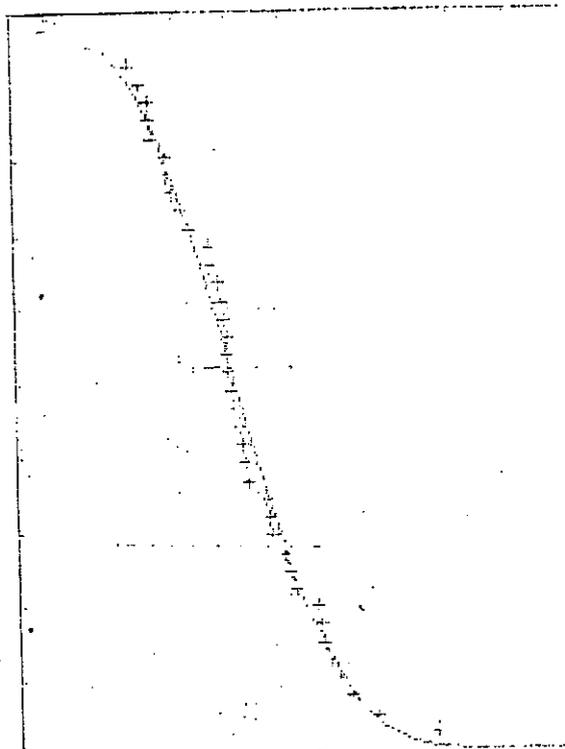
MIRAFLORES

MEDIA= 869 35
DESUIO 270 155752797
C. VARIAC= 310756027833
C. ASIMET= 4 41986065391E-2

MIN. ORDENADAS 100
VARIABLE PR.C ANUALES
UNID ESCALA= 190

DESCRISAS FRECUENCIA 10-100%

GRAF GOODRICE----



n= 287127353565
a= 1.27055459715E-11
x1= 15 042498167

TEST KOLMOGOROF
Zcalculado= 067
Ztab.05= 220

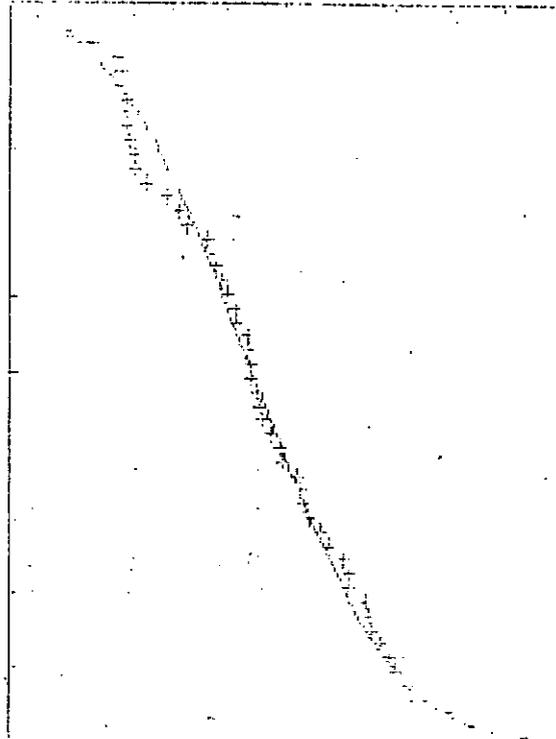
One! OLLEROS

MEDIA = 597.846153816
DESVIO = 175.897183049
C.VAR1AC = 28431.138428
C.COEF1NET = 7.1954787301E-2

MIN. OPERACIONES = 206
VARIABLE = PREC. ANUAL
UNID. ESCALA = 90

ABSCISAS: FRECUENCIA = 0-100%

GRAF. GOODRICH----



n = 297330762026
a = 4.6031536167E-10
X1 = 61.576176963

TEST KOLMOGOROF
Z calculado = .080
Z tab.05 = .193



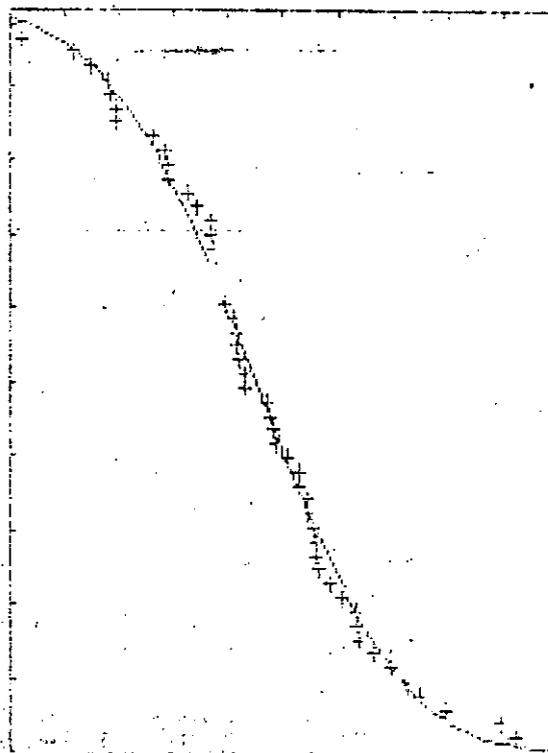
GOODNA

MEDIA= 531.096153846
DESVIO = 172.255767384
C.VARIAC= 324340076908
C.ASIMET= 3.34537160014E-2

MIN ORDENADAS= 150
VARIABLE PR-C ANUAL
UNID ESCALA= 85

ABSCISAS: FRECUENCIA: 0-100%

GRAF. GOODRI. ---



n= 283177552548
a= 1.44912149137E-10
X1=-19.069243378

TEST KOLMOGOROF
Zcalculado= 062
Ztab.05= 193

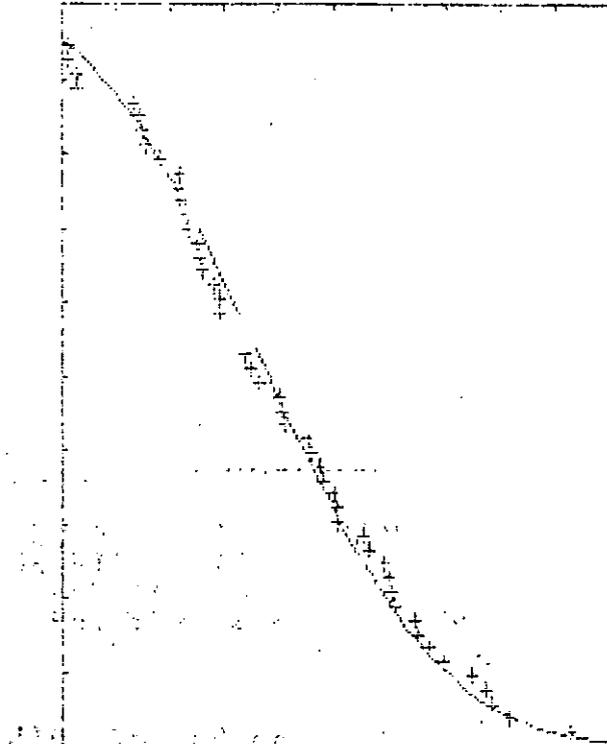
CHORROARIN

MEDIA= 613.019238769
DESVIO = 189.047093456
C.VARIAC= .388386888971
C.ASIMET= .218743152854

MIN. ORDENADAS= 310
VARIABLE= PRED ANUAL
UNID. ESCALA= 79

ABSCISAS= FRECUENCIA: 0-100%

GR. F. GOODRICH----



n= 348348972246
s= 27874612672E-8
X1= 112.160886565

TEST KOLMOGOROF
Zcalculado= 050
Ztab.05= 193

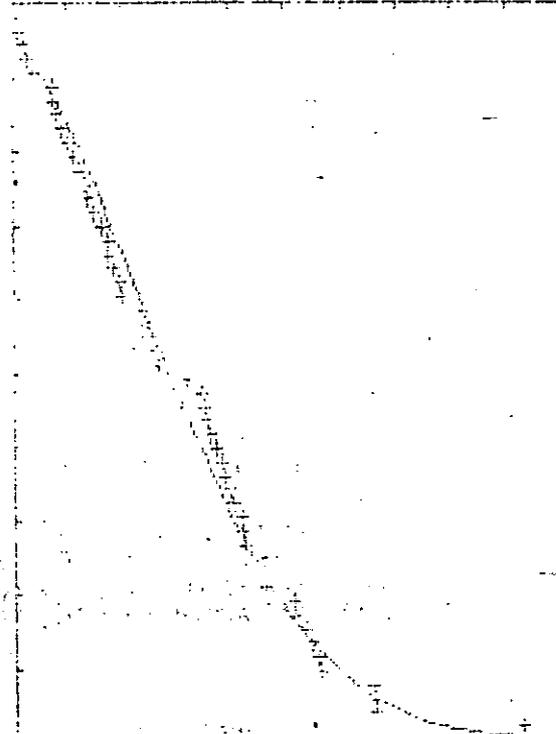
TALVERA

ME DIA= 555.153846154
DESVIO = 191.475937629
C.VARIAC= .34496608136
C.COEFIMET= .56991709138

MIN ORDENADAS= 270
VARIABLE= PREC ANUAL
UNID ESCALA= 93

ABSCISAS= FRECUENCIA= 0-1000

PARA GOODRICH----



n= 488380952874
a= 3.31068002499E-6
xi= 175.105760042

TEST KOI MOGORO
Zcalculado= 080
Ztab.05= .193

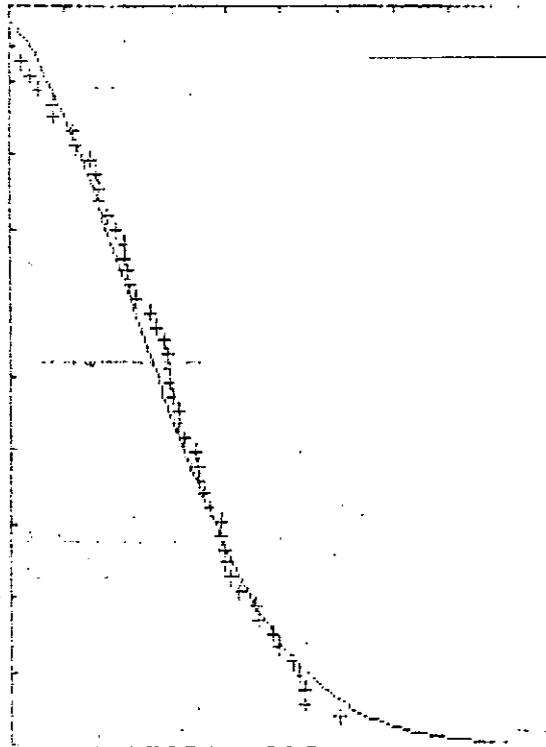
MACAPJILLO

MEDIA= 490 480769231
DESVIO. = 183 286820167
C.VARIAC= 373888085528
CLASIMET= 651871636341

MIN. ORDENADAS= 200
VARIABLE= FREQ ANUAL
UNID. ESCALA= 100

RESCISAS: FRECUEN R: 0-100%

GRAF. GOODRICH----



D= 510507141088
S= 0.50388548528E-6
X1= 146.75261264

TEST KOLMOGOROF
Zcalculado= 074
Ztab.05= 193

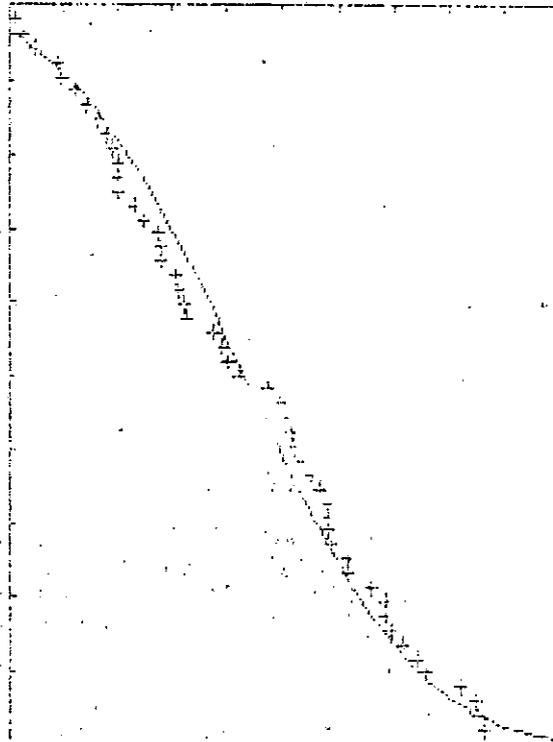
1. COLLEGE

MEDIA= 547.784313725
DESVIO = 198.850235917
C.VARIAC= .348463981522
C.COEFMET= .076287459291

NIN ORDENADAS= 210
VARIABLE= FREQ ANUAL
UNID. ESCALA= 79

ABSCISAS: FRECUENCIA: 0-100%

GRAF. GOODRICH---



a= 298923193248
b= 3.98646610393E-10
X1=-31.29578923

TEST KOLMOGOROF
Zcalculado= .083
Ztah 05= .195

LUGAR	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
J.V. Gonzalez	100	94	69	25	5	3	2	3	3	20	42	80	446
Medina	139	116	106	30	6	4	2	3	5	35	63	105	614
El Tunal (R. Juramento)	118	106	108	27	8	3	2	2	5	35	53	99	566
Miraflores	156	152	124	37	14	7	4	3	9	37	68	110	721
Cnel. Olleros	106	102	87	28	7	2	2	1	3	27	53	83	501
Gaona	93	82	73	29	8	2	2	1	5	31	44	69	437
Chorroarín	108	99	86	29	8	2	1	2	3	23	53	90	504
El Quebrachal	100	85	73	27	5	4	2	1	3	26	44	82	452
Tolloche	98	82	68	37	6	5	2	0	3	25	40	76	442
Macapillo	76	70	59	25	5	2	1	1	3	20	39	75	376
Ntra. Sra. Talavera	85	84	68	28	6	4	3	2	4	23	47	82	437

2.2. Días con Precipitación

Otra de las variables de importancia dentro de precipitaciones y que tiene marcada importancia en riego, es / el número de días con precipitaciones por mes, y esta importancia esta dada por la determinación de la distribución de la precipitación mensual.

Para considerar este aspecto no se pudo contar con / la totalidad de las estaciones y tampoco con una serie / extensa de datos.

A continuación se resume toda la información disponible.

ESTACION	Nº AÑOS	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGOS.	SET.	OCT.	NOV.	DICIEM.	
El Tunal	10	max	17	14	16	16	4	4	1	4	4	7	11	13
		med	10	10	10	7	2	1	0	1	2	4	7	9
		min	6	7	8	0	0	0	0	0	1	1	2	3
Medina	11	max	14	17	18	10	5	6	3	4	5	6	13	13
		med	10	11	11	6	2	1	1	1	2	4	8	9
		min	6	6	2	0	0	0	0	0	0	0	2	6
Miraflores	10	max	19	21	20	17	10	4	5	6	9	10	12	15
		med	13	13	14	10	4	3	3	3	4	5	9	11
		min	11	7	9	3	0	0	0	0	1	1	5	4
J.V. González	7	max	11	9	13	10	3	3	2	3	2	8	10	11
		med	7	7	6	5	1	1	1	1	1	4	6	7
		min	4	6	2	2	0	0	0	0	0	2	3	4
Tolloche	7	max	13	15	17	15	12	7	4	3	4	7	13	10
		med	8	10	9	9	5	3	2	2	3	5	8	8
		min	4	7	4	5	0	0	0	0	0	2	3	6

Se puede decir que los meses de más días de precipitación son Noviembre, Diciembre, Enero, Febrero y Marzo y los que presentan menos días son los meses de Junio, Julio, Agosto y Setiembre. Además se encuentran los meses de Abril, Mayo y Octubre que tiene una gran variabilidad ya que hay años sin días de precipitación o muy pocos y años con una cantidad de días equivalente a los meses / húmedos.

2.3. Tipos de Precipitaciones

En todo el área en estudio se presentan dos regímenes distintos de precipitación:

Régimen tropical, que afecta la cuenca intermedia hasta El Tunal, y el Régimen subtropical continental, que afecta toda la región aguas abajo y al Este de El Tunal.

En ambos regímenes las lluvias se presentan en el período estival, mientras que los inviernos son marcadamente secos. Los valores estivales disminuyen hacia el Este, siendo el régimen Subtropical continental muy seco con / bajos registros anuales.

Las precipitaciones son producto de desplazamiento de masas de aire húmedo hacia el centro del continente en el período estival. La diferencia entre las dos regiones es principalmente debido al ascenso orográfico de las masas de aire lo que incrementa el nivel de lluvias, geográficamente estas dos regiones se denominan umbral al Chaco y Chaco semiárido.

3. Régimen Térmico

La información disponible, relacionada con la variable/temperatura es escasa, no solo en cuanto a estaciones de medición, sino también por la longitud de registros existentes.

Se presenta un resumen de estaciones-registros con los que se trabajó:

a = temperatura media mensual

b = máxima absoluta

c = mínima absoluta

Estación	Variable	Long. Serie
El Tunal	a, b, c	Set. 1970 a Ago. 1986
Medina	"	"
Miraflores	"	"
Tolloche	"	Abr. 1979 a Feb. 1986
J.V. Gonzalez	"	1941 a 1950
Chorroarín	a	"
Cnel. Olleros	"	"
Gaona	"	"
El Quebrachal	"	"
Macapillo	"	"

Fuente: Dirección Gral. Agropecuaria (Salta), A. y E.E., Servicio Meteorológico Nacional y propios.

3.1. Temperaturas Medias Mensuales

En el cuadro siguiente se indican las temperaturas medias mensuales para las distintas estaciones.

No se han trazado planos de Isotermas porque no coinciden los períodos en que se calcularon las medias entre las estaciones; al ser períodos distintos, se puede llegar a comparar ciclos cálidos con fríos, cuyo efecto / sería distorcionar la forma de las curvas.

Se calcularon también los desvíos con respecto a las medias (cuadro anterior) de las medias mensuales de cada año para las estaciones que maneja la A.G.A.S.

		SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO
El Tunal	Max.	21.9	25	26.2	28.4	27.8	26.2	24.3	21.9	19.7	15.5	15.7	18.3
	Mín.	17.1	21.1	23.3	23.9	24.9	23	20.6	17.3	15.4	10.8	10.5	12.4
	Desvío	1.83	1.30	0.96	1.39	0.76	0.85	0.95	1.31	1.5	1.61	1.59	2.11
	Coef.Var.	0.10	0.06	0.04	0.05	0.03	0.03	0.04	0.07	0.09	0.12	0.12	0.14
Miraflores	Máx.	19.8	24.4	24.6	26.3	26.3	24.8	23.5	20.4	18.5	15.5	16.1	17
	Mín.	15.7	19.1	21.7	21	23.1	22.2	19.5	16.7	14.9	10.1	10.6	12.9
	Desvío	1.39	1.46	0.73	1.51	1.02	0.77	1.09	1.19	1.32	1.68	1.79	1.42
	Coef.Var.	0.08	0.07	0.03	0.06	0.04	0.03	0.05	0.06	0.08	0.13	0.13	0.10
Medina	Máx.	20.5	24.8	25.6	28	27.5	26.1	24.1	20.9	19.3	14.9	15.7	17.4
	Mín.	16.3	19.1	22.4	23.7	23.9	23.5	21.1	16.6	14.2	10.2	11.4	12.2
	Desvío	1.31	1.45	0.94	1.17	0.94	0.82	1.20	1.32	1.31	1.64	1.31	1.62
	Coef.Var.	0.07	0.07	0.04	0.05	0.04	0.03	0.05	0.07	0.08	0.13	0.10	0.4

Se puede apreciar que los desvíos y coeficientes de / variación son sumamente bajos, hay una mayor variabilidad en invierno del orden del 10 %, mientras que en el período estival los registros son muy parecidos año a /

año.

Estos coeficientes de variación bajos se tienen que repetir en el resto del área en estudio, principalmente por ser una región más baja y llana que la de las tres estaciones del cuadro superior.

En general, y por lo expuesto en los párrafos anteriores se puede definir:

Una pequeña tendencia de gradiente se manifiesta de Oeste hacia el Este hasta El Tunal, coincidiendo con la disminución del nivel del terreno a pie de monte, a partir de allí se manifiesta una uniformidad de temperaturas bien marcada.

Para cálculos agrohidrológicos, donde la variable temperatura media mensual es de uso normal y continuo, se pueden tomar los registros de la Estación de J.V. / Gonzalez como representativo de todo el área para riego aguas abajo del "El Tunal".

3.2. Registros Extremos

Los máximos absolutos tienen poca importancia de por sí, valores excesivamente altos (superior a los 50° C) limitan el desarrollo de plantas y animales, pero no es el caso de la región en estudio, donde se han presentado en algunos casos más de 46° C pero en forma aislada, no continua y persistente como en zonas desérticas. En general oscilan entre 42° C y 46° C, /

mientras que las medias máximas en el período estival varían de 34° C a 38° C.

Las temperaturas mínimas, son más importantes, ya que valores por debajo de 0° C condicionan la actividad agrícola, por lo que se requiere un análisis más detallado. En la siguiente tabla se resumen los registros máximos absolutos existentes.

		SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO
Miraflores	Min. Abs.	-5	-1	6	8	10	9	7.5	2	0	-5	-8	-6
El Tunal	Min. Abs.	-2.0	1	5	9	11	11	8	0	-3	-5	-8	-7
Medina	Min. Abs.	-4	0	7	7	9	10.5	8	0	-4	-4	-8	-7
J.V. Gonzalez	Min. Abs.	-4	4.4	6.8	8	11	11.1	10.4	4.2	3.5	-6.0	-4	-4.6
Tolloche	Min. Abs.	-4.1	2.8	6.9	9	13.6	14.9	7.2	3.8	-2.4	-5.5	-6.9	-6

Con respecto a las temperaturas medias mínimas, en el período más crítico, tiene la siguiente distribución:

Mayo	11° C
Junio	8° C
Julio	7° C
Agosto	9° C
Setiembre	12° C

Los registros por debajo de 0° C son un limitante de gran importancia en lo que respecta al desarrollo agrí-

cola en el período invernal. La frecuencia de días / con heladas marcan el nivel de daños que pueden recibir los cultivos, siendo las más letales las que ocurren en otoño (primeras) o primavera (tardías)

Promedio de Días
con heladas.

Mayo	0.1
Junio	2.2
Julio	2.9
Agosto	1.6
Setiembre	0.6

J.V. Gonzalez

En general hay un promedio de 320 días libres de / heladas al año, la primera helada aparece entre el / 21 de Junio y el 1º de Julio, mientras que la última helada se presenta a mediados de Agosto, los casos / excepcionales son Mayo y Setiembre (Fuente: Atlas A groclimático).

leb.

TEMPERATURAS MEDIAS MENSUALES

ESTACION	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	
El Tunal	18.9	22.5	24.6	26.2	26.3	24.8	22.9	19.5	16.9	13.3	13.4	15.1	20.4
Miraflores	18	21.3	23.2	24.4	24.9	23.5	21.9	18.7	16.5	12.9	13.6	14.6	19.5
Chorroarín	20.5	23.5	25.3	27.3	27.3	26.1	23.6	20.8	17.7	14.5	14.2	17.2	21.5
Medina	18.5	22	24	25.8	25.8	24.4	22.6	19.3	16.7	13.1	13.4	14.8	20
J.V. Gonzalez	20.8	23.7	25.5	27.6	27.4	26.3	23.5	20.8	17.8	14.7	14.5	17.5	21.7
Tolloche	19.2	23.8	24.5	26.3	26.6	25.6	24	20.5	18.5	13.6	14	17.1	21.1
Cnel. Ollereros	20.6	23.5	25.4	27.4	27.3	26.2	23.5	20.8	17.7	14.6	14.3	17.3	21.6
Gaona	20.6	23.5	25.4	27.4	27.3	26.2	23.5	20.8	17.7	14.6	14.3	17.3	21.6
El Quebrachal	20.9	23.6	25.5	27.7	27.6	26.4	23.5	21	18	14.9	14.6	17.6	21.8
Macapillo	21	23	25.8	27.9	27.8	26.4	23.6	21.2	18.2	14.9	14.6	17.6	21.8

3.3. Amplitud Térmica

Este es el último concepto que resta analizar para ca racterizar el régimen térmico, se obtiene al calcular/ la media entre las diferencias de las máximas y mínimas diarias.

Se presenta un comportamiento uniforme en toda la / cuenca, altas amplitudes en el período invernal con disminución en el período verano otoño.

En Joaquín V. Gonzalez se tienen las siguientes amplitudes medias diarias.

SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO
17.2	17.1	16	16.4	15.6	14.2	13.1	12.9	13.3	14	16	17.7

Estos valores de amplitud sufren una pequeña disminución en dirección de Miraflores, del orden de 1° C., / pero en realidad es despreciable con respecto al comportamiento global de la cuenca.

4. Humedad Atmosférica.

Normalmente se denomina "Humedad" al contenido de vapor de agua que posee una masa de aire. Esta variable incide directamente en la capacidad que tiene dicha masa para incórpore agua en su seno, y por lo tanto competir con la vegetación por el consumo del líquido elemento.

A continuación se indican las humedades relativas mie--

días mensuales en cinco estaciones del área en estudio ;

	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO
Miraflores	69	69	74	76	81	84	85	86	83	82	76	72
Medina	57	57	61	67	74	74	75	77	74	68	65	60
J.V.Gonzalez	50	63	57	57	61	68	72	72	71	71	63	53
El Tunal	56	58	64	69	71	74	78	78	73	70	64	59
Tolloche	55	58	65	67	71	75	79	81	78	72	66	60

El record utilizado fue el siguiente:

- Miraflores, Medina y El Tunal de 1970 a 1986 con apreciables lagunas en la información.
- Joaquín V. Gonzalez de 1941 a 1950
- Tolloche de 1979 a 1986 con algunos meses sin registros.

Como se puede apreciar la longitud de registros es corta pero se pueden efectuar comparaciones entre las distintas estaciones, con excepción a Joaquín V. Gonzalez por no coincidir con las demás en el período de medición.

Geográficamente se observa una disminución de humedad a medida que se sale del área pedemontaña (de Oeste a Este) para quedar prácticamente uniforme e invariante en zona llana.

Por lo general la humedad tiene un comportamiento inverso al de la temperatura, es máxima con temperaturas bajas, / pero el otro condicionante es la precipitación ya que ésta / determina la disponibilidad de agua en el ambiente.

Los meses picos son Marzo y Abril, mientras que los valles son Agosto y Setiembre por lo que la tendencia de la relación humedad-temperatura se ve desplazada por la gran in--fluencia que ejerce la concentración de precipitaciones en / el período estival con el aporte de agua, y la escases de la misma durante el invierno, el Cuadro N°1. a. se puede apreciar la variación de la temperatura, humedad, y precipitación en El Tunal para el período 1983 - 1984. //

En cuanto a las variaciones diarias de la humedad, la / temperatura marca las oscilaciones, las horas con mayor temperatura indican el menor índice de humedad del día.

Las mayores amplitudes diarias se tienen en invierno y/ primavera, llegando en algunos casos a una diferencia del // 40 %, normalmente es del 20 %. Durante el verano y el otoño la variación diaria promedio es del 5 %, siendo los máximos/ del 12 %.

leb.

CUADRO N° 1 a 1

VARIACIONES MENSUALES DE TEMPERATURA - HUMEDAD Y PRECIPITACION

RIO JURAMENTO

Lugar: El Tunal

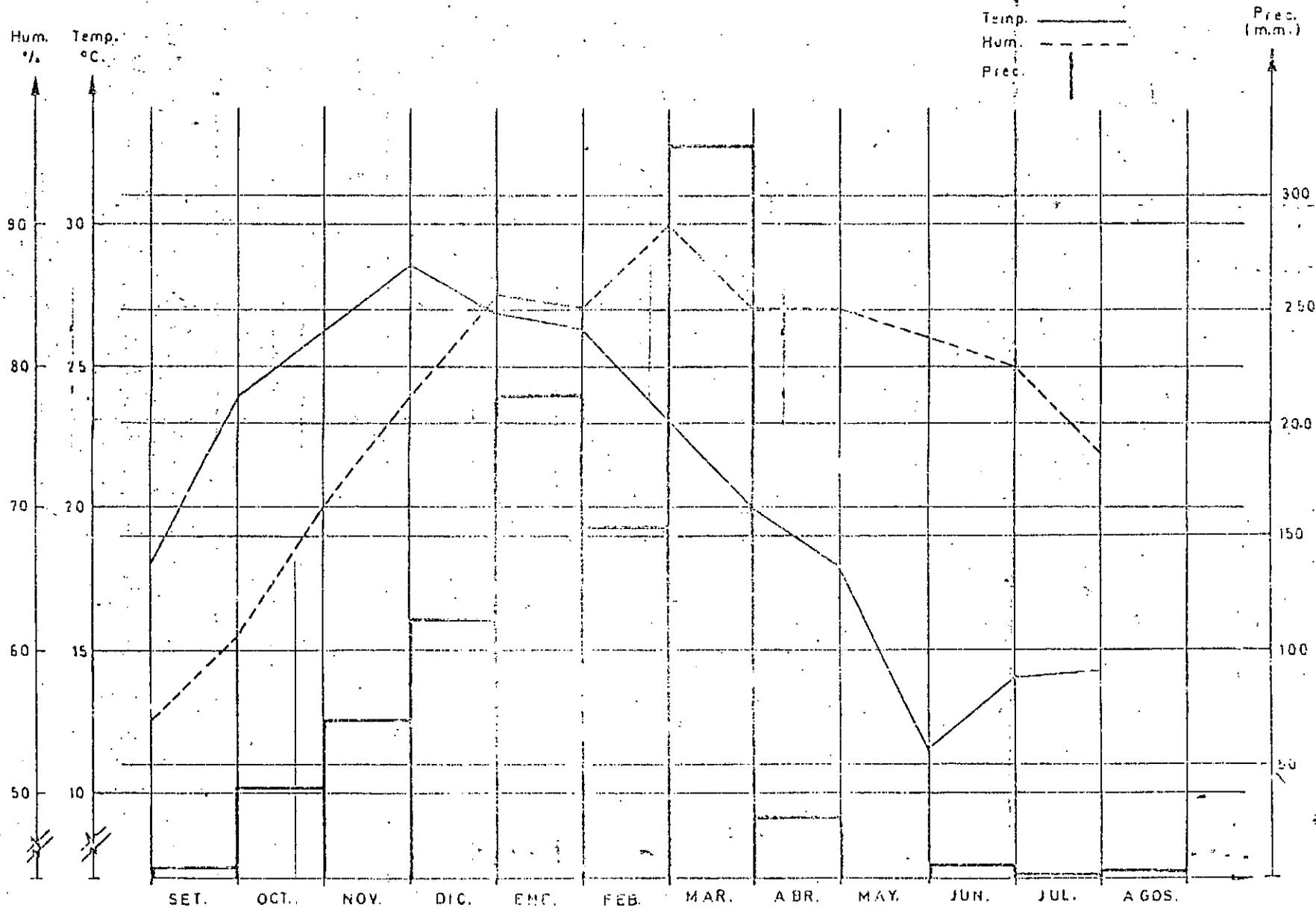
Periodo: 1.983-1984

REFERENCIAS

Temp. ———

Hum. - - - - -

Prec. |



5. Circulación Atmosférica - Vientos

Las masas de aire en movimiento influyen y caracterizan las condiciones climáticas por la facilidad que tienen de incorporar el calor y humedad de una región para luego llevarla a otra.

El profesor Bianchi en su publicación "Las Precipitaciones en el Noroeste Argentino" (I.N.T.A.) cita a Lessman/ que caracteriza las masas de aire que influyen en el Noroeste y en consecuencia en el área en cuestión, las mismas son:

. Masa Ecuatorial Continental: aire húmedo y caliente/ que conforman una masa muy inestable, se origina en el Amazonas (Brasil) ingresando al país por el Norte hasta la latitud 40° Sur.

. Masa Tropical Marítimo: aire que ingresa al país luego de originarse en el Océano Atlántico y descarga parte de la humedad en el Brasil, se estaciona en el Norte durante el invierno, formando típicas nieblas y nubosidad estratificada.

. Masa Tropical Continental: aire seco y muy cálido que se origina en la llanura chaqueña por la ubicación de un centro de baja presión en el noroeste durante el período estival.

. Masa Polar: se originan en los Océanos Pacífico o Atlántico, conformado por aire muy frío, bajo contenido de / humedad y muy inestable por tener el gradiente de tempera-

tura vertical muy próximo al adiabático.

Estas masas de aire y su circulación definen las características climáticas (precipitaciones, temperaturas, humedad) anteriormente tratadas.

La instalación de un centro de Baja Presión en el Noroeste durante el verano y parte del otoño hace que la masa de aire polar suba y baje periódicamente como frente frío y caliente respectivamente definiendo un clima lluvioso, / cálido y muy húmedo, con eventual disminución de temperatura al pasar el frente frío.

Durante el invierno ese centro de baja presión desaparece quedando la zona rodeada por dos anticiclones (centros de alta presión), el del Pacífico y el del Atlántico, que hacen que la masa polar adquiera estabilidad, aire muy frío y seco que ingresa a la zona quedando más tiempo que en verano.

En general los vientos son de una velocidad relativamente baja, presentando medias mensuales desde 7 Km/h en / Octubre hasta 3 Km/h. de Enero a Junio. Las calmas superan el 65 % del tiempo mientras que los vientos con mayor frecuencia son los provenientes del sector Sur con un 11 % / del tiempo, los de frecuencia media provienen del Norte y Noreste con un 7 y 6,2% respectivamente. Estos registros provienen de las estaciones: Joaquín V. Gonzalez, El Tunal, Medina y Miraflores.

leb.

6. Evaporación

La determinación del poder evaporante de la atmósfera es, al igual que la precipitación efectiva, un elemento que define el déficit o disponibilidad de agua y la necesidad de riego.

El área en estudio presenta un marcado déficit de agua por lo tanto la evaporación y el consumo por parte de los cultivos requieren un tratamiento muy especial que se lleva a cabo en el estudio agrohidrológico realizado por el Ing. Héctor P. Paoli.

En los cuadros siguientes se indican las evaporaciones mensuales correspondientes a las estaciones: Miraflores, Medina, El Tunal y Tolloche, tomadas de tanques tipo "A" aplicando un coeficiente corrector de 0.7

Evaporación Media de Periodos Coincidentes

	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO
Tolloché	137.3	168.5	161.1	171.8	179.7	131.6	115.8	77.5	73.3	57.2	78.9	109.3
El Tunal	122.0	145.5	125.1	149.0	133	96.4	99.7	69.5	78	54.6	69.7	98

leb.

EVAPORACION

Río Juramento. Lugar: Miraflores

PERIODO	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO
1970 - 71		121,5				120,7		115,5	76,2		111,6	
1971 - 72	161,8	110,6			164,1	129,1	87,4	60,3	61,2	44,2	56,0	82,7
1972 - 73	122,1	150,3	135,2	104,1	131,0	86,4	68,6	41,0	37,1	35,5	29,9	72,1
1973 - 74	99,6	149,4	134,9	134,2	121,2	47,3	65,5	44,1	44,8	39,1	43,1	70,4
1974 - 75	67,8	85,1	85,5	93,7	109,9	81,6	63,3	60,2	46,2	46,1	60,1	38,3
1975 - 76	114,6	142,9	135,6	177,4	101,2	72,2	52,8	63,6	42,3	44,8	51,6	72,3
1976 - 77												
1977 - 78												
1978 - 79	127,0		121,8	124,5	90,4	81,5	51,7	45,5	50,9	28,5	58,8	79,8
1979 - 80												
1980 - 81					47,0	50,4	57,2	25,1	49,1	33,2	46,8	69,1
1981 - 82	90,2	100,7	72,8	108,8	75,1	56,8	55,4	38,1	50,4	29,7	38,7	78,6
1982 - 83	81,1	127,8	107,7	91,1	90,2	73,8	65,3	37,2	32,1	26,7	33,7	58,5
1983 - 84	94,0	142,0	109,1	123,3	86,3	64,0	35,9	42,1	36,7	23,2	42,7	55,2
1984 - 85	93,9	91,1	78,4	71,1	99,2	51,4	73,2	50,4	48,9	33,9	45,1	63,4
1985 - 86	85,4	92,7	106,0	83,0	118,8	86,6	65,7	58,8	53,9	41,7	57,0	63,2
1986 - 87												
PROM. 1eb.	103,4	120,4	108,7	111,1	103,9	77,1	61,8	52,5	48	35,6	51,9	71,2

EVAPORACION

Lugar: El Tunal

PERIODO	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO
1970 - 71						168,3	135,1	99,4	110,6	79,2	129,8	129,9
1971 - 72	187,8	165,4	160,9	187,7	206,4	151,4	129,9	89,9	86,2	60,6	78,0	114,0
1972 - 73	124,3	160,8	173,3	178,2	171,6	144,6	110,6	65,4	68,1	62,2	60,7	95,8
1973 - 74	125,5	174,6	175,0	192,8	179,8	80,2	101,1	74,1	71,8	56,7	67,2	105,7
1974 - 75	114,8	174,0	212,8	172,6	173,1	135,9	111,6	85,0	68,0	60,9	74,1	104,5
1975 - 76	144,1	184,4	177,4	217,7	158,8	122,7	90,7	88,4	62,7	60,7	82,6	98,9
1976 - 77												
1977 - 78												
1978 - 79	172,8	161,0	176,9	184,3	163,8	129,8	99,1	67,0	72,6	63,2	90,3	117,1
1979 - 80												
1980 - 81					112,4	109,6	106,8	64,4	71,1	56,7	77,7	107,1
1981 - 82	119,6	181,7	149,0	172,8	155,2	125,7	98,8	75,5	92,3	51,0	61,8	114,4
1982 - 83	123,2	174,3	141,2			109,6	114,3	65,8	54,0	57,3	67,1	98,2
1983 - 84											60,3	78,8
1984 - 85	133,2	141,3	102,1	128,2	140,6	83,7	85,1	67,1	63,7	51,8	73,6	91,3
1985 - 86	113,3	120,8	132,1	146,1	165,6	132,2	103,1	75,7	77,2	57,1	78,8	91,3
1986 - 87												
PROM.	135,9	163,8	160	176,7	162,3	155,8	107,2	76,5	74,9	60,6	77,1	103,6

Feb.

EVAPORACION

Lugar: Tolloche

AÑOS	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO
1980	s/d	171,2	144,3	198,3	204,5	s/d	s/d	111,2	72,0	66,2	109,1	120,8
1981	174,1	s/d	s/d	200,2	144,2	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	101,3	130,4
1982	s/d	172,5	184,2	186,7	s/d	s/d	s/d	85,8	80,5	s/d	s/d	130,6
1983	131,1	196,0	177,0	213,1	s/d	136,4	135,1	76,2	s/d	57,2	59,9	99,5
1984	119,9	181,4	120,7	144,0	164,7	168,4	96,4	93,9	67,2	37,3	78,5	97,5
1985	117,8	151,7	178,5	171,2	183,1	94,8	96,4	70,5	66,1	52,7	75,9	88,4
1986					211,7	s/d						
PROMEDIO	135,7	174,6	160,9	185,0	181,6	133,2	109,3	87,5	71,5	53,4	84,9	11,2

EVAPORACION

Lugar: Medina

PERIODO	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO
1970 - 71												
1971 - 72												
1972 - 73												
1973 - 74												
1974 - 75												
1975 - 76	136,1	173,8	162,0	107,2	132,5	103,1	70,6	80,2	60,2	60,5	72,2	93,3
1976 - 77												
1977 - 78												
1978 - 79	168,6	155,7	144,8	175,8	132,6	114,9	126,0	94,9	111,0	65,2	88,0	109,1
1979 - 80												
1980 - 81						97,8	98,5	53,2	68,7	56,4		
1981 - 82	124,3	149,8	117,9	165,8	128,3	107,4	80,3	57,8	70,6	39,5	49,8	98,0
1982 - 83	108,1	153,6	149,3	128,1	134,7	106,3	104,1	56,6	45,7	44,0	55,8	84,8
1983 - 84	125,6	178,1	164,2	173,2	132,2	116,0	62,0	65,4	53,6	30,0	32,6	53,2
1984 - 85	116,2	122,2	103,4	103,9	129,9	76,5	87,5	64,9	61,8	50,3	67,1	83,0
1985 - 86	114,5	122,7	134,5	134,0	151,7	116,5	99,8	73,4	75,3	58,5	77,6	86,8
1986 - 87												
PROM. leb.	127,6	150,8	139,4	155,4	134,5	104,8	91,1	68,3	68,4	50,6	63,3	86,9

Los factores que influyen en forma más directa sobre la evaporación son:

- Temperatura del aire
- Humedad
- Vientos
- Radiación solar

Los tres primeros factores fueron tratados en los apartados anteriores, destacándose una uniformidad de fenómenos en la región pero la evaporación medida aumenta considerablemente de Oeste a Este quedando la radiación solar para explicar la diferencia.

La evaporación al igual que la radiación varían con la latitud, hora del día, época del año y condiciones de nubosidad, siendo esta última la que se presenta muy variable en la región, aumenta considerablemente la cobertura de Este a Oeste implicando una disminución de la evaporación en ese sentido.

En Joaquín V. Gonzalez los registros medios de nubosidad de 1941 a 1950 en escala de 0 a 10 son los siguientes.

SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO
4.2	4.5	4.8	4.4	4.8	5.4	5.4	5.6	5	5.1	4.2	3.3

Hacia el Oeste la insolación relativa es máxima en invierno registrándose los picos en Julio y Agosto mientras que el mes de máxima nubosidad (mínima insolación) es Febrero; en diciembre.

rección Sureste los meses de máxima insolación se trasladan más hacia Agosto y la mínima insolación en Abril pero disminuyendo las diferencias absolutas entre máximas y / mínimas.

Los días con cielo claro aumentan de Miraflores hacia el Este llegando a una diferencia de 20 días por año entre un extremo y el otro del área en estudio por la disminución de procesos convectivos en la formación de nubes.

La radiación solar, representada por la frecuencia/ de días nublados, es el único de todos los factores que/ influyen en la evaporación, que presenta variaciones geográficas y por lo tanto no es uniforme, haciendo variar la / evaporación, incrementándose de Oeste a Este como indican los cuadros:

7. Conclusiones

Para completar el análisis climatológico se calcularon una serie de índices que cuantifican las condiciones del área en estudio y a la vez sirvan como conclusión ya / que relacionan empíricamente las variables tratadas en forma independiente. Además se demuestra lo tratado anteriormente con respecto a la uniformidad de comportamiento climático en la zona llana.

Se tomaron como base, para el tratamiento de este apartado, tres estaciones, geográficamente, extremas como ser: El Tunal, Joaquín V. González y Tolloche.

7.1. Indice de Martone

Es un índice de aridez que permite expresar numéricamente la relación entre la temperatura y humedad con la aptitud para agricultura y condiciones de escorrenfia; tiene la siguiente expresión:

$$I = \frac{M}{T + 10}$$

M : lluvia anual (mm)

T : temperatura media (° C)

	P (mm)	T (° C)	I
El Tunal	550	20.4	17
J.V.Gonzalez	535	21.7	17.5
Tolloche	544	21.7	17

De acuerdo a Martone-Conti para

$10 < I < 20$: áreas llanas o con moderada pendiente, con posibilidades de pasturas, se presentan escorrenfias temporales y la agricultura es posible únicamente bajo riego.

7.2. Indice de Thornthwaite

Es un índice que obtuvo el Dr. Thornthwaite luego de correlacionar la precipitación y la temperatura

$$i = 1.64 \left[\frac{F}{t + 12.2} \right]^{10/9}$$

F = precipitación mensual (mm)

t = temperatura media mensual (°C)

$$I = \sum_{i=1}^{12} f_i$$

	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	I
El Tunal	0.26	1.81	2.82	5.33	6.45	5.89	6.43	1.54	0.45	0.15	0.04	0.14	31
J.V.Gonzalez	0.11	0.99	2.15	4.16	5.31	5.11	3.96	1.42	0.27	0.14	0.09	0.13	24
Tolloche	0.17	1.29	2.16	4.11	5.43	4.62	3.9	2.22	0.32	0.32	0.14	0.05	24

Para

$16 < I \leq 31$: región semiarida con vegetación típica de estepa (pastisales)

Hay una diferencia en estos valores, lo mismo la marca El Tunal que se encuentra en límite superior del intervalo hacia el clima Sub-húmedo.

La eficiencia de la temperatura se tomó por la siguiente relación

$$I_T = \sum_{i=1}^{12} i' = \frac{9}{20} \sum_{i=1}^{12} t_i$$

t_i = temperatura media mensual del mes i

	I_T
El Tunal	110
J.V.Gonzalez	117
Tolloche	116

estos índices implican un clima semicálido seco que indican aridez marcada.

7.3. Gráfica de Gausson (Diagrama Ombrotérmico)

Es un gráfico cartesiano que tiene como abscisas, / los meses del año como ordenadas, las precipitaciones, temperaturas medias mensuales pero de manera que 20 mm. de lluvia coincidan con 10° C en la escala.

Permite definir el período de sequía durante el año de acuerdo con el siguiente criterio:

$$P \text{ (mm)} \leq 2 t \text{ (}^\circ \text{C)} \Rightarrow \text{aridez}$$

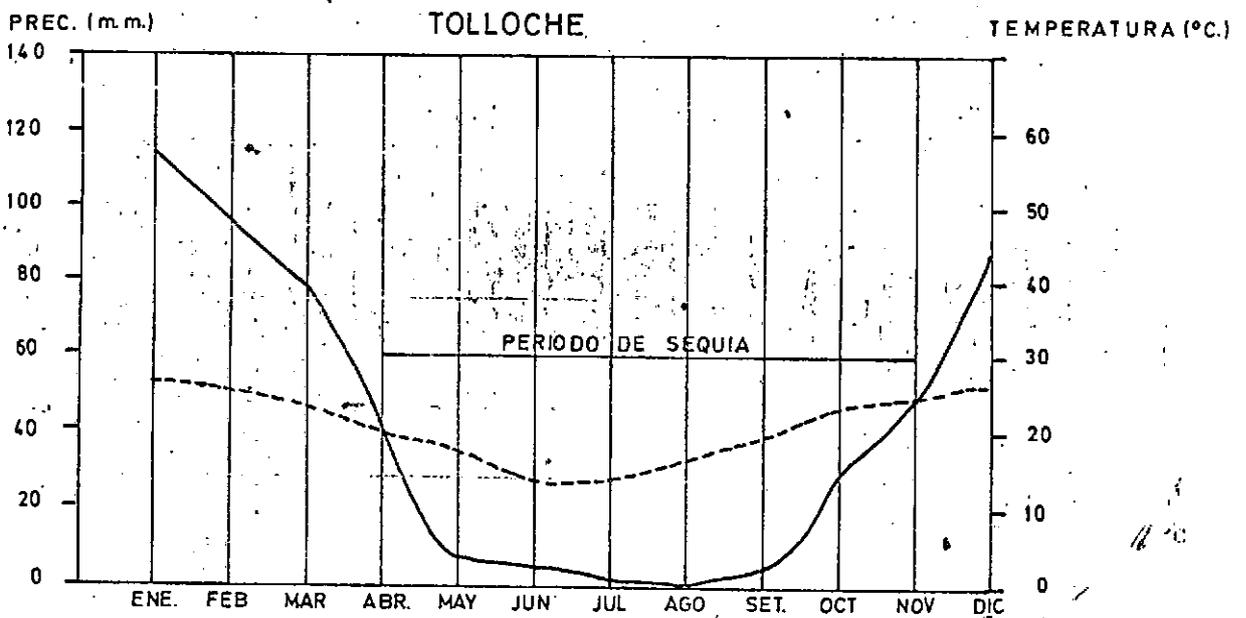
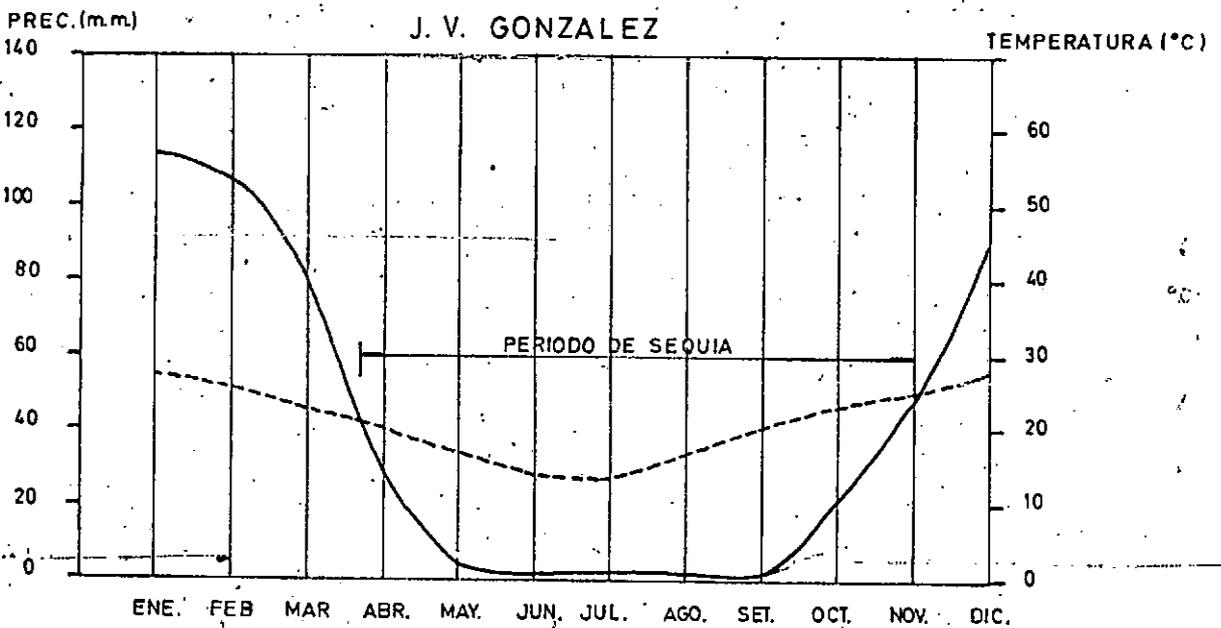
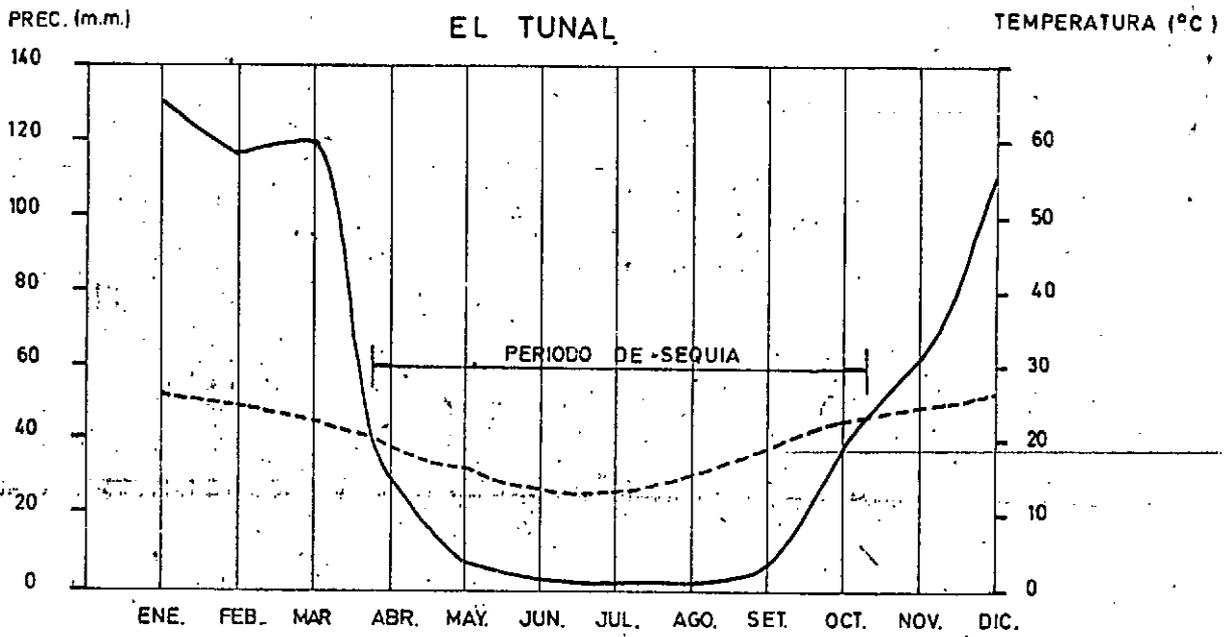
En el Gráfico N° I.a.2. se puede apreciar que las características de sequía se presentan durante el invierno y parte de la primavera, comienzan en Abril y terminan en Noviembre, en El Tunal termina en Octubre; en general se puede definir que el período de sequía es de muy larga duración, principalmente en la zona llana encerrado por Joaquín V. Gonzalez y Tolloche

leb.

CUADRO
I-a-2

DIAGRAMA OMBROTERMICO
DE GAUSSEN

— PREC. MEDIAS MENSUALES
- - - TEMP. MEDIAS MENSUALES



I - b.- Hidrología: Estudio de los escurrimientos superficiales del río Juramento en el sistema Cabra Corral - El Tunal.

1. Introducción

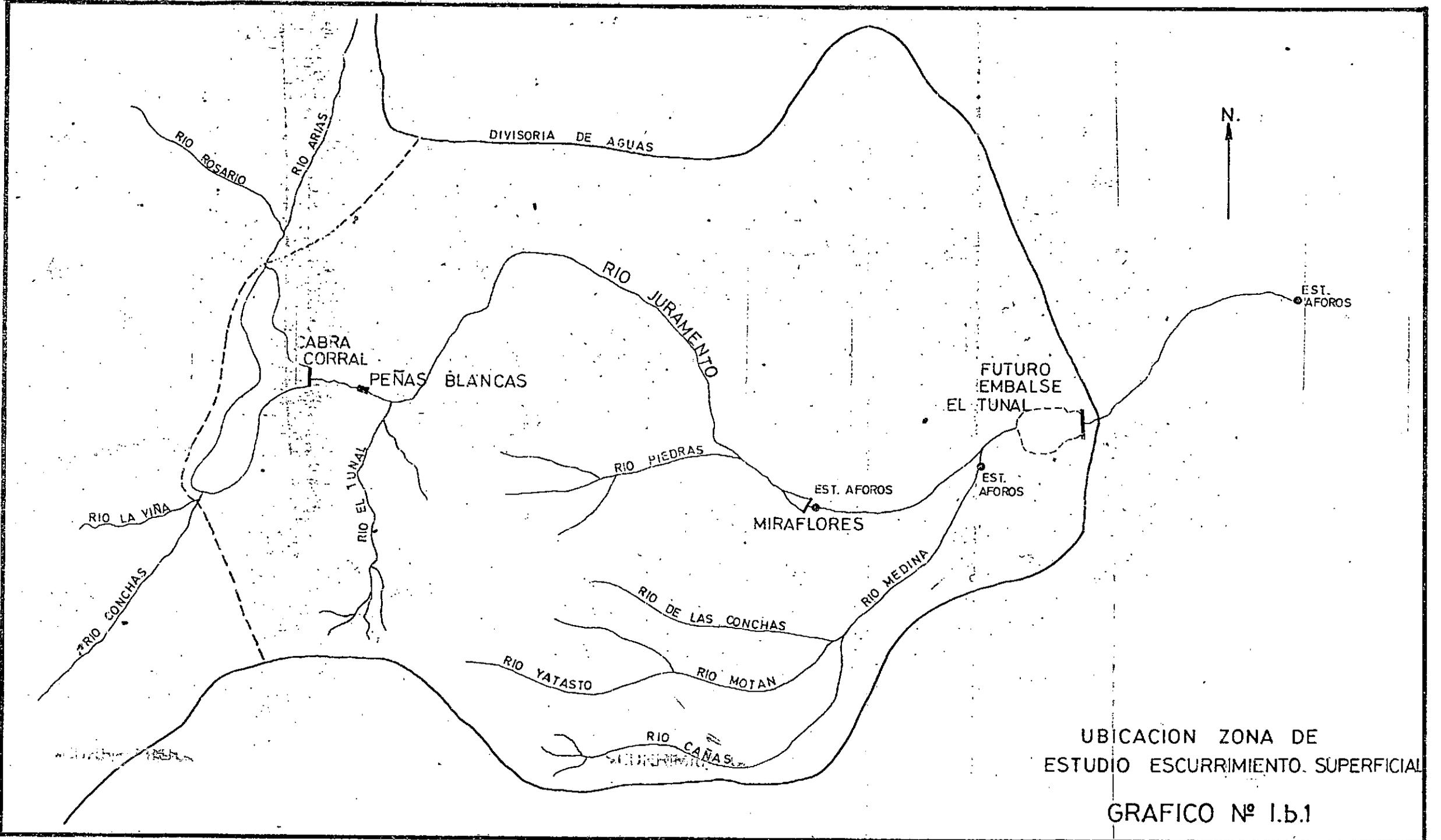
La cuenca de aporte del río Juramento, hasta el paraje denominado El Tunal, ocupa una superficie de 38.000 Km², situada principalmente en el centro y sud-oeste de la Provincia de Salta, incluyendo pequeñas porciones de Catamarca (Valle de Santa María) y Tucumán.

El área en estudio abarca 6.100 Km² pertenecientes a la franja central de la Provincia de Salta; en la misma, como se puede apreciar en el Gráfico n° 1.b.1, se encuentran incluidas las presas de embalse Cabra Corral y El Tunal, el dique compensador Peñas Blancas y el derivador Miraflores. Los principales afluentes al río son: Río El Tunal, Río Piedras, y Río Medina, que desembocan en el río Juramento en la margen derecha.

El presente trabajo tiene por objeto caracterizar el régimen de escurrimiento, analizar estadísticamente la serie de caudales medios mensuales y generar series sintéticas de los mismos partiendo de modelos estocásticos, para luego emplear las series generadas en un modelo sencillo de simulación, y así definir futuras áreas bajo riego.

2. Datos existentes

Se cuenta con caudales medios mensuales de los siguientes ríos



UBICACION ZONA DE ESTUDIO ESCURRIMIENTO SUPERFICIAL

GRAFICO Nº 1.b.1

- Juramento: en las estaciones de aforo de: Cabra Corral (La puerta), Miraflores (aguas abajo del derivador) y El Tunal (aguas abajo de la presa que actualmente está en construcción.

- Medina en la estación de aforo ubicada en el paraje De sembocadura.

Estos datos fueron obtenidos y publicados en Anuarios Hidrológicos por Agua y Energía Eléctrica y A.G.A.S.

Se tuvo en cuenta que el llenado del embalse de la / presa Cabra Corral comenzó en el mes de abril de 1973, por consiguiente los caudales medidos aguas abajo, en el río / Juramento, a partir de esa fecha se ven alterados considerablemente con respecto a la tendencia histórica del escurrimiento.

El Gráfico n° I.b.2 indica la longitud de cada serie de caudales medios mensuales, libres de la influencia del llenado y operación de Cabra Corral. Se tomaron los caudales libres de la influencia del embalse para definir la política de desembalse en función de la demanda de agua para riego.

3. Tratamiento y relleno de datos faltantes.

Como se puede observar en el Gráfico n° I.b.2 hay lagunas en la información, por lo tanto se buscó rellenar y completar las series por el método de correlaciones entre estaciones.

GRAFICO Nº I-b-2

DATOS LIBRES DE LA INFLUENCIA DE LOS EMBALSES



CABRA CORRAL
SET. 34 - AGO. 68
ENE. 73 - AGO. 85



MIRAFLORES
SET. 34 - FEB. 73



EL TUNAL
SET. 41 - FEB. 73



MEDINA
FEB. 42 - AGO. 85



AÑO HIDROLOGICO: Septiembre a Agosto

GRAFICO N°31b Correlación CC-MF

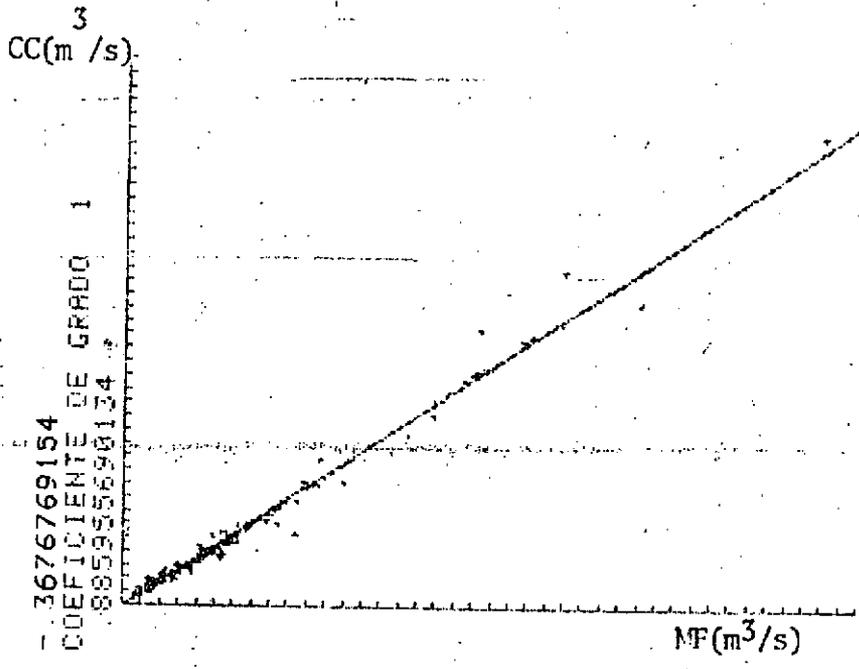
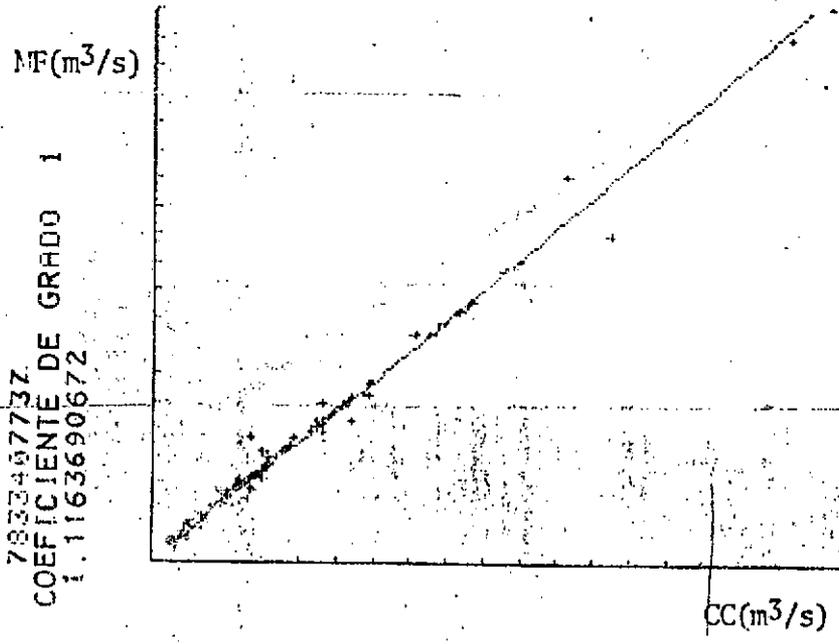


GRAFICO N°41b Correlación MF-CC



Por razones simplificativas cuando se haga una referencia a Cabra Corral la misma se indicara con CC, para/ El Tunal con ET y Miraflores con MF.

Recta de regresión de MF en CC: En el Gráfico n° 3.I.b se puede observar el grado de ajuste, la ecuación de la recta resultante es:

$$CC = 0.885956 \times MF - 0.367677 \quad (1)$$

Recta de regresión de CC en MF: En el Gráfico n° 4.I.b se puede apreciar el grado de ajuste, la ecuación de la recta es:

$$MF = 0.783341 + 1.116369 \times CC \quad (2)$$

Se aplico el método de mínimos cuadrados, obteniéndose en ambos casos un coeficiente de correlación de 0.996, lo que significa una buena correlación entre ambas estaciones, permitiendo calcular los datos faltantes aplicando las ecuaciones (1) y (2). De esta forma se pudieron obtener dos series de 51 años cada una o lo que es lo mismo 612 caudales medios mensuales.

Haciendo la diferencia entre MF y CC se obtiene el aporte de la cuenta intermedia entre estas dos estaciones (caudales ingresados por los ríos El Tunal y Piedras). Se pudo observar con este procedimiento que hay meses en que dicho aporte es negativo lo que es físicamente imposible, esto se dió/ en periodos de crecidas, asumiéndose la existencia de errores de aforos, dada la dificultad de realizarlos con altas /

velocidades, por lo que se incrementaron los caudales de/ MF aplicando la ecuación (2) con los correspondientes de/ CC.

Se intentó correlacionar los caudales correspondientes a ET con otra estación, pero no se llegó a alguna expresión por causa de la gran dispersión de pares de valores existentes.

Aguas arriba de ET existen derivaciones para proveer / de agua a cultivos de arroz, que de acuerdo al Ing. J. Litwin en la publicación "Caracterización de los escurrimientos en El Tunal" - C.F.I. - las superficies sembradas fueron disminuyendo en el tiempo siguiendo la siguiente relación:

1945 al 55	1000 Ha.
1970	500 Ha.
1973	250 Ha.

teniendo en cuenta las dotaciones en litros por segundo por hectarea se confeccionó el siguiente cuadro de derivaciones.

Meses	SET	OCT.	NOV.	DIC.	ENE.	FEB.	MAR.
Dot. (l/s.Ha)	2	16	12	12	10	6	4

Dichos valores fueron utilizados para calcular los volúmenes de agua extraídos, para luego sumar a los caudales aforados en ET, haciendo la siguiente simplificación:

de 1955 a 1970 las Ha. sembradas fueron decreciendo a razón de 3 Ha. por año.

leb.

de 1970 a 1973 a razón de 50 Ha. por año.

4. Caudales Cronológicos

Se graficaron los caudales medios mensuales y su variación en el tiempo, Gráfico n° 51b para las tres estaciones / antes mencionadas, estas curvas presentaron una media estable, como así también se observó la no existencia de saltos o de tendencias; las series presentan valores con marcada / aleatoriedad, con períodos bien definidos de crecidas y estiajes.

5. Parámetros Estadísticos

En las Tablas n°s 1,3,4 (1.b) se puede apreciar los valores característicos de las muestras de caudales, como son: media, desvío standard, coeficiente de variación y asimetría. Estos indican mes a mes una baja dispersión con respecto a la media y marcada diferencia entre los caudales / medios del estiaje y los de crecidas.

Se uso indistintamente \bar{X} o \bar{Q} , como caudal medio de la serie. Los parámetros calculados resultan de las siguientes expresiones:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n Q_i}{n}$$

$$\sigma = \left[\frac{\sum_{i=1}^n (Q_i - \bar{Q})^2}{n} \right]^{1/2}$$

Desvío Standard

$$Cv = \frac{\sigma}{\bar{Q}}$$

Coficiente de Variación

TABLA N° 2.1b

ESTADÍSTICOS DE C. CORRAL

SET

MEDIA \bar{x} = 10.2435093137
 DESVIO σ = 1.6944178189
 C. VAR. Cv = .165413801756
 ASIM. λ = -.191887518168

#####

OCT

MEDIA \bar{x} = 9.95358860784
 DESVIO σ = 2.29673719478
 C. VAR. Cv = .230744637464
 ASIM. λ = 1.56184682151

#####

NOV

MEDIA \bar{x} = 11.5542057059
 DESVIO σ = 3.36153633165
 C. VAR. Cv = .290936167939
 ASIM. λ = 1.5838513017

#####

DIC

MEDIA \bar{x} = 21.4260944902
 DESVIO σ = 9.04411357232
 C. VAR. Cv = .422107424965
 ASIM. λ = 1.23330225682

#####

ENE

MEDIA \bar{x} = 65.4657911373
 DESVIO σ = 47.1275267465
 C. VAR. Cv = .719880198922
 ASIM. λ = 1.86462070045

#####

FEB

MEDIA \bar{x} = 105.32426298
 DESVIO σ = 67.3177745703
 C. VAR. Cv = .63914783418
 ASIM. λ = 1.37467841212

#####

MAR

MEDIA \bar{x} = 71.1704061176
 DESVIO σ = 43.8845682204
 C. VAR. Cv = .644714154709
 ASIM. λ = 1.99672387787

ABR

MEDIA \bar{x} = 32.029415451
 DESVIO σ = 15.6394305021
 C. VAR. Cv = .488283357092
 ASIM. λ = 1.18273380366

#####

MAY

MEDIA \bar{x} = 17.2877313725
 DESVIO σ = 5.10433204974
 C. VAR. Cv = .295257482879
 ASIM. λ = 1.06664887259

#####

JUN

MEDIA \bar{x} = 13.6638602353
 DESVIO σ = 2.64184383585
 C. VAR. Cv = .19334534973
 ASIM. λ = 1.19609634177

#####

JUL

MEDIA \bar{x} = 12.1630009412
 DESVIO σ = 1.73435762719
 C. VAR. Cv = .142592904134
 ASIM. λ = .524143498576

#####

AGO

MEDIA \bar{x} = 11.3842941961
 DESVIO σ = 1.64267394543
 C. VAR. Cv = .144292998506
 ASIM. λ = .489477742109

#####

TABLA Nº 31b

ESTADISTICOS DE MIRAFLORES

SET

MEDIA \bar{x} = 11.9917929902
 DESVIO σ = 2.14730505518
 C.VAR.Cv = .17906455331
 ASIM. λ = .219137869279

#####

OCT

MEDIA \bar{x} = 11.7822287412
 DESVIO σ = 2.67760173812
 C.VAR.Cv = .227257660408
 ASIM. λ = 1.5008523689

#####

NOV

MEDIA \bar{x} = 13.4299701333
 DESVIO σ = 3.73344545775
 C.VAR.Cv = .277993578593
 ASIM. λ = 1.54538665752

#####

DIC

MEDIA \bar{x} = 24.9396780588
 DESVIO σ = 11.0398736392
 C.VAR.Cv = .442663037316
 ASIM. λ = 1.25357737928

#####

ENE

MEDIA \bar{x} = 75.5560361176
 DESVIO σ = 52.101984856
 C.VAR.Cv = .689575413603
 ASIM. λ = 1.82282595298

#####

FEB

MEDIA \bar{x} = 120.49919769
 DESVIO σ = 74.8184161113
 C.VAR.Cv = .620903852852
 ASIM. λ = 1.36297749543

#####

MAR

MEDIA \bar{x} = 82.3002416784
 DESVIO σ = 50.8889878342
 C.VAR.Cv = .618296942955
 ASIM. λ = 1.93340714421

ABR

MEDIA \bar{x} = 37.3781194471
 DESVIO σ = 18.060343559
 C.VAR.Cv = .483179566713
 ASIM. λ = 1.00573443794

#####

MAY

MEDIA \bar{x} = 19.9872517647
 DESVIO σ = 6.06712552474
 C.VAR.Cv = .303549762427
 ASIM. λ = .957729908109

#####

JUN

MEDIA \bar{x} = 15.9142355
 DESVIO σ = 4.05505158759
 C.VAR.Cv = .254806559045
 ASIM. λ = 1.91477272202

#####

JUL

MEDIA \bar{x} = 14.2984361824
 DESVIO σ = 3.31095610255
 C.VAR.Cv = .231560714774
 ASIM. λ = 3.06402962064

#####

AGO

MEDIA \bar{x} = 13.3837916137
 DESVIO σ = 2.9635554778
 C.VAR.Cv = .221428692506
 ASIM. λ = 3.41161289235

#####

TABLA N° 41b

ESTADISTICOS DE EL TUNAL

SET

MEDIA \bar{x} = 13.3215578387
 DESVIO σ = 2.21864124252
 C.VAR.Cv = .166545179579
 ASIM. λ = .889610766741

#####

OCT

MEDIA \bar{x} = 13.4955496968
 DESVIO σ = 2.44270217061
 C.VAR.Cv = .181371061246
 ASIM. λ = 1.85440872373

#####

NOV

MEDIA \bar{x} = 19.4592694194
 DESVIO σ = 8.21432618691
 C.VAR.Cv = .422129218208
 ASIM. λ = 1.9354013703

#####

DIC

MEDIA \bar{x} = 29.3217855484
 DESVIO σ = 15.0387525857
 C.VAR.Cv = .512886657631
 ASIM. λ = 1.66579510451

#####

ENE

MEDIA \bar{x} = 75.7171028387
 DESVIO σ = 57.2452524427
 C.VAR.Cv = .756041241629
 ASIM. λ = 2.12362869948

#####

FEB

MEDIA \bar{x} = 121.519444194
 DESVIO σ = 81.4930003989
 C.VAR.Cv = .670534669899
 ASIM. λ = 1.56311123365

#####

MAR

MEDIA \bar{x} = 84.4358136129
 DESVIO σ = 61.8198107327
 C.VAR.Cv = .732151537215
 ASIM. λ = 3.41372727075

ABR

MEDIA \bar{x} = 41.330464871
 DESVIO σ = 19.3705308159
 C.VAR.Cv = .468674399777
 ASIM. λ = .988218905787

#####

MAY

MEDIA \bar{x} = 22.7299756452
 DESVIO σ = 6.75874984032
 C.VAR.Cv = .297349629662
 ASIM. λ = .884587771252

#####

JUN

MEDIA \bar{x} = 17.9032258065
 DESVIO σ = 3.94604611162
 C.VAR.Cv = .220409782811
 ASIM. λ = .957147596194

#####

JUL

MEDIA \bar{x} = 15.8226873226
 DESVIO σ = 2.70912355791
 C.VAR.Cv = .171217663768
 ASIM. λ = 1.06421832138

#####

AGO

MEDIA \bar{x} = 14.3405066774
 DESVIO σ = 2.50781873089
 C.VAR.Cv = .174876577746
 ASIM. λ = 1.70006325808

#####

$$\lambda = \frac{\sum_{i=1}^n (Q_i - Q)^3}{n} / \sigma^{3/2} \quad \text{Coeficiente de Asimetría}$$

Comparando los valores obtenidos, se puede distinguir un gran desvío y por supuesto un coeficiente de variación alto en los meses de crecida o sea superiores a la media anual.

6. Ajustes Estadísticos

Tomando la serie de caudales medios mensuales, para cada estación, se procuro hacer un ajuste del tipo "curva experimental - curva teórica", por lo que se ordenó cada serie, teniendo en cuenta la magnitud de los valores, de menor a mayor y asignó a cada uno de los datos una frecuencia experimental o de aparición del tipo:

$$\text{Probabilidad Exp. (\%)} = \frac{i}{N + 1} * 100$$

i : N° de orden de los caudales de la serie previamente ordenada, asignando al menor caudal el orden 1

N : Long. de la serie.

Luego de analizar el alto grado de dispersión y la asimetría positiva, con las estadísticas calculadas, se buscó un modelo teórico del tipo extremo, siendo el que mejor ajustó en los tres casos la distribución Log. Gumbel o Frechet.

$$F(x_L) = e^{-e^{\alpha_L (x_L - x_{OL})}}$$

donde $x_{Li} = \ln Q_i$

Q_i = Variable aleatorio caudal

$F(x_{Li})$ = probabilidad de ocurrencia de valores mayores a x_{Li}

$$\alpha_L = \frac{\pi}{\sqrt{6} \sigma_L}$$

$$x_{OL} = \bar{x}_L - \frac{0.57772}{\alpha_L}$$

\bar{x}_L = es la media de los log. naturales de Q_i

σ_L = desvío de x_{Li} con respecto a \bar{x}_L

$$\bar{x}_L = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \ln Q_i$$

$$\sigma_L = \left[\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_{Li} - \bar{x}_L)^2 \right]^{1/2}$$

Se graficaron los ajustes obtenidos en CC y ET, los mismos están en el Grafico n° 6.1.b

Mediante la utilización del test de Kolmogorof se comprobó la bondad de los ajustes

$$\text{Máx.} \left| \text{Frec. experimental} - \text{Frec. teórica} \right| \leq \frac{Z}{N} = K$$

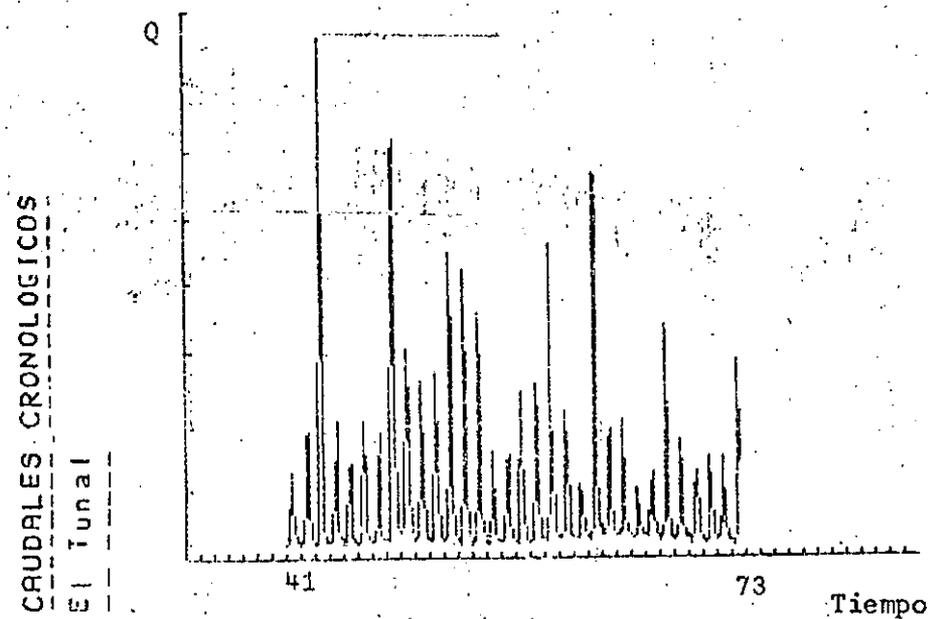
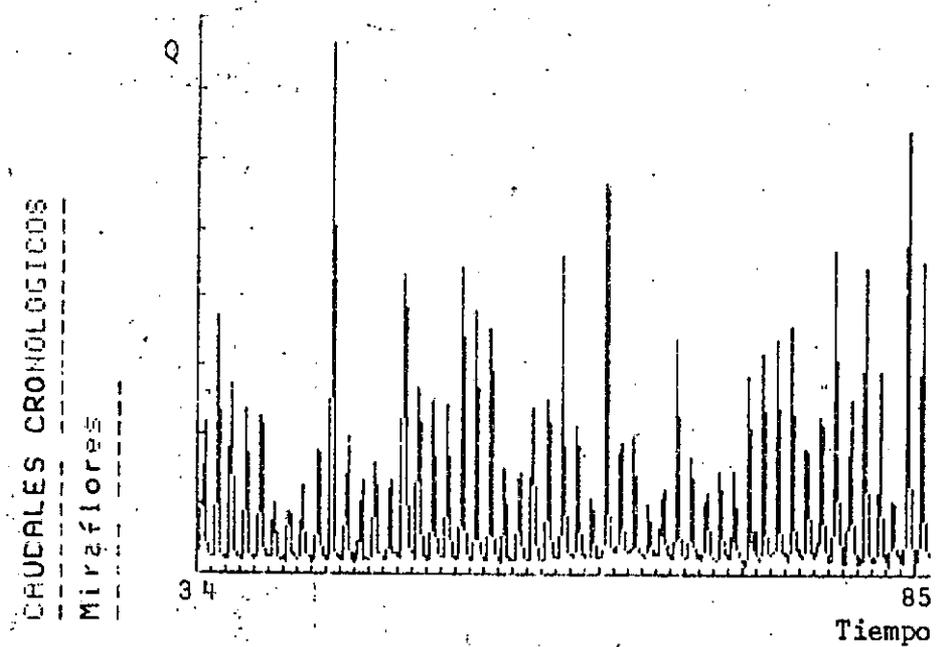
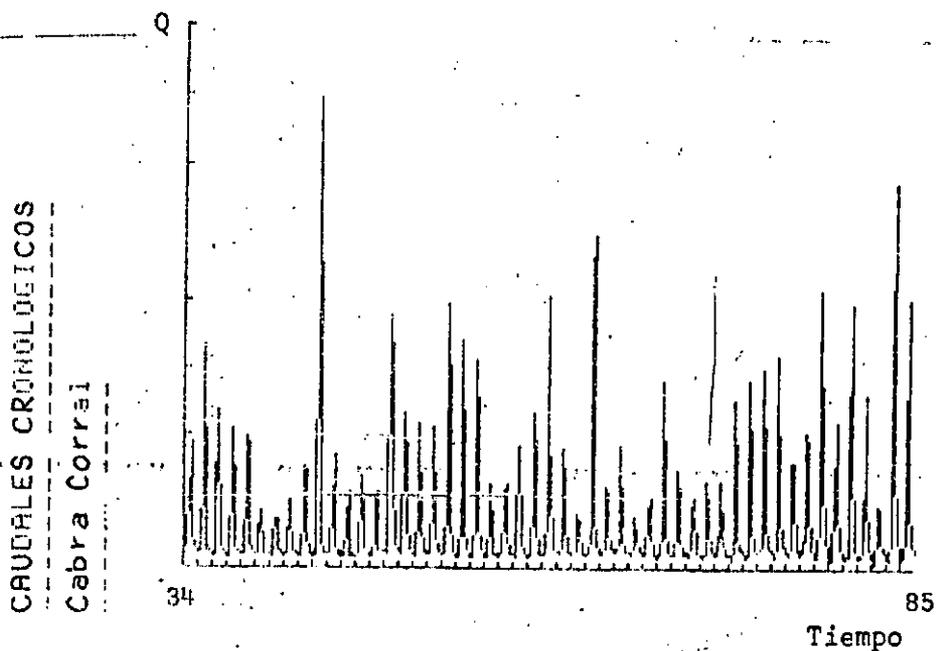
Z = Valor de la variable de Kolmogorof tabulado para un grado de significación α_0

para $\alpha_0 = 0.05$ $Z = 1.96$

α_0 = Grado de significación, $1 - \alpha = 0.95$ significa tener un 95 % de confianza de haber escogido un ajuste correcto.

GRAFICO N°53b Caudales Cronológicos

abscisas: tiempo. unidad= 1 año Ordenadas: caudal. unidad=50m³/s



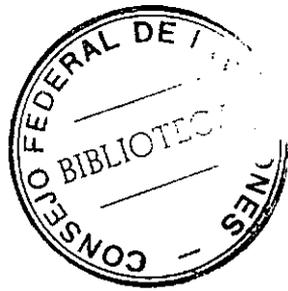


GRAFICO No 6 I.b

DISTRIBUCION ESTADISTICA DE LOS CAUDALES
MEDIOS MENSUALES

CABRA CORRAL:

EL TUNAL

CAUDALES

EL TUNAL

MEDIA= 31.8055133791
DESVIO = 40.9941921929
C. VARIAC= 1.28890207507
C. ASIMET= 3.30827064252

MEDIA= 39.2625017625
DESVIO = 48.6459324344
C. VARIAC= 1.23899217448
C. ASIMET= 3.56405671908

MIN. ORDENADAS= 0
VARIABLE: CAUD. MED. MENS.
UNID. ESCALA= 40

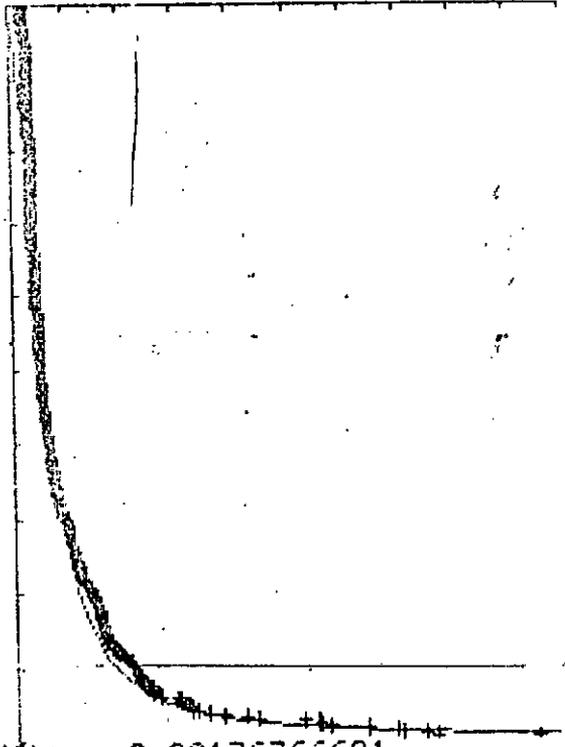
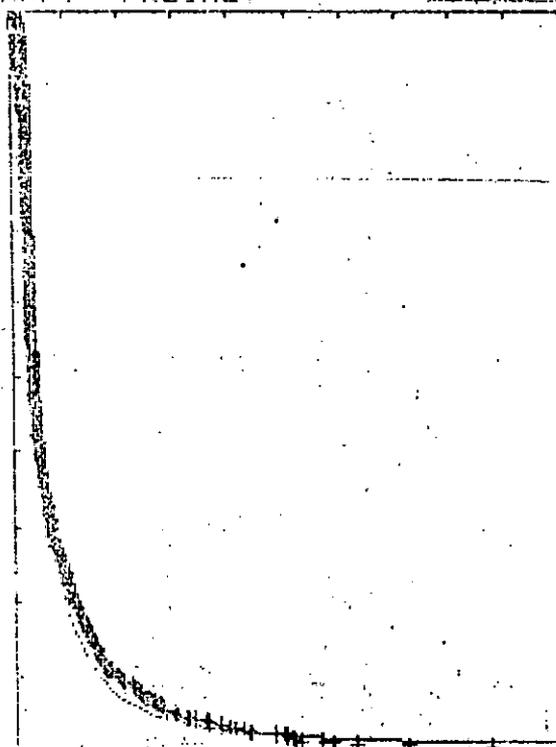
MIN. ORDENADAS= 0
VARIABLE: CAUD. MED. MENS.
UNID. ESCALA= 40

ABSCISAS: FRECUENCIA: 0-100%

ABSCISAS: FRECUENCIA: 0-100%

GRAF. FRECHET

GRAF. FRECHET



X0L = 2.64341456632
ALFA = 1.53892943082

X0L = 2.92136766681
ALFA = 1.62493110717

TEST KOLMOGOROF
Zcalculado= .0290
Ztab.05= .055

TEST KOLMOGOROF
Zcalculado= .097
Ztab.05= .071

$| \quad |$ = Valor absoluto

N = Long. de la muestra

Un estudio de similares características se efectuó / para CC y ET tomando series mes a mes. Las funciones que ajustaron son:

1 - Normal

$$F(x) = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} e^{-\frac{1}{2} \left(\frac{Q_i - \bar{Q}}{\sigma} \right)^2} dQ_i$$

2 - Gumbel

Conserva las mismas características que la función / Log. Gumbel (Frechet) ya explicado en este estudio, en lugar de \bar{X}_L se trabaja con \bar{X} o \bar{Q} que es lo mismo, y en lugar de σ_L se usa σ

Los resultados son los siguientes:

Cabra Corral K = admisible = 0.195

Mes	Función	\bar{Q}	σ	$X\bar{\sigma}$	α	$K_{CALC.}$
Set	Normal	10.2435	1.7113	-	-	0.109
Oct.	"	9.9536	2.3196	-	-	0.105
Nov	"	11.5542	3.3615	-	-	0.130
Dic	Gumbel	-	-	17.3152	0.1404	0.08
Ene	Frechet	-	-	3.3744	2.2135	0.07
Feb	Gumbel	-	-	74.7258	0.01886	0.068
Mar	"	-	-	50.3141	0.02765	0.08
Abr	"	-	-	24.9207	0.08117	0.10

1eb.

Mes	Función	\bar{Q}	σ	$X\bar{0}$	α	K_{CALC}
May	Normal	17.2877	5.1043	-	-	0.12
Jun	Gumbel	-	-	12.4630	0.4805	0.15
Jul	"	-	-	11.3747	0.7319	0.103
Ago	Normal	11.3843	1.6427	-	-	0.15

El Tunal K = admisible = 0.246

Mes	Función	\bar{Q}	σ	$X\bar{0}$	α	K_{CALC}
Set	Gumbel	-	-	12.2762	0.5747	0.12
Oct	"	-	-	12.2982	0.5155	0.08
Nov	"	-	-	15.2935	0.1515	0.091
Dic	"	-	-	22.2216	0.0847	0.092
Ene	Frechet	-	-	3.8891	2.2873	0.09
Feb	"	-	-	4.3652	2.1892	0.08
Mar	Gumbel	-	-	56.0818	0.0207	0.15
Abr	Frechet	-	-	3.4125	2.7950	0.09
May	"	-	-	2.9531	4.4543	0.07
Jun	Gumbel	-	-	16.0979	0.3196	0.144
Jul	Frechet	-	-	2.6737	7.7811	0.10
Ago	Gumbel	-	-	13.1932	0.5029	0.107

7. Correlación Serial

Es común poder apreciar que en una serie de tiempo, en este caso caudales medios mensuales, la observación de un período determinado esta correlacionada con la observación del período precedente. Una muestra muy correlacionada pro-

porciona menos información que una serie completamente aleatoria.

La relación puede existir entre una observación en un instante y la observación K instantes después donde $K = 1, 2, 3, \dots$; para el caso considerado entiéndase $K = 1$ mes, 2 meses, \dots

Para poder determinar la correlación serial, las observaciones deben estar igualmente espaciadas en el tiempo y principalmente el proceso deberá ser "estacionario", o sea que las propiedades estadísticas no cambian en el tiempo.

Se llama $\Gamma(k)$ = coeficiente de correlación serial o autocorrelación, donde K es el retardo (Lag.) o número de intervalos de tiempo entre las observaciones consideradas.

Si la muestra es de tamaño n y, además, se llama Q_i al caudal medio del mes i, se tiene:

$$\Gamma(k) = \frac{\sum_{i=1}^{n-k} Q_i \cdot Q_{i+k} - \sum_{i=1}^{n-k} Q_i \cdot \sum_{i=1}^{n-k} Q_{i+k} / (n-k)}{\left[\sum_{i=1}^{n-k} Q_i^2 - \left(\sum_{i=1}^{n-k} Q_i \right)^2 / (n-k) \right]^{1/2} \cdot \left[\sum_{i=1}^{n-k} Q_{i+k}^2 - \left(\sum_{i=1}^{n-k} Q_{i+k} \right)^2 / (n-k) \right]^{1/2}}$$

por lógica $\Gamma(0) = 1$ ya que se estaría correlacionando valores iguales.

Si $\Gamma(k) = 0$ para todo $K \neq 0$, el proceso se aleatorio puro, o sea que las observaciones son independientes / entre sí.

Graficando $\Gamma(k)$ en función de K se obtiene un correlograma.

7.1. Correlogramas de Cabra Corral, Miraflores y El Tunal

7.1.1. Caudales medios mensuales (totalidad de cada serie): como es lógico en los tres casos aparece una componente cíclica cada 12 meses, dada la marcada diferencia entre caudales en estiaje y crecidas, principalmente a causa del bajo desvío que presentan las series mensuales con respecto a sus valores medios. Ver Gráfico n° 7.1b

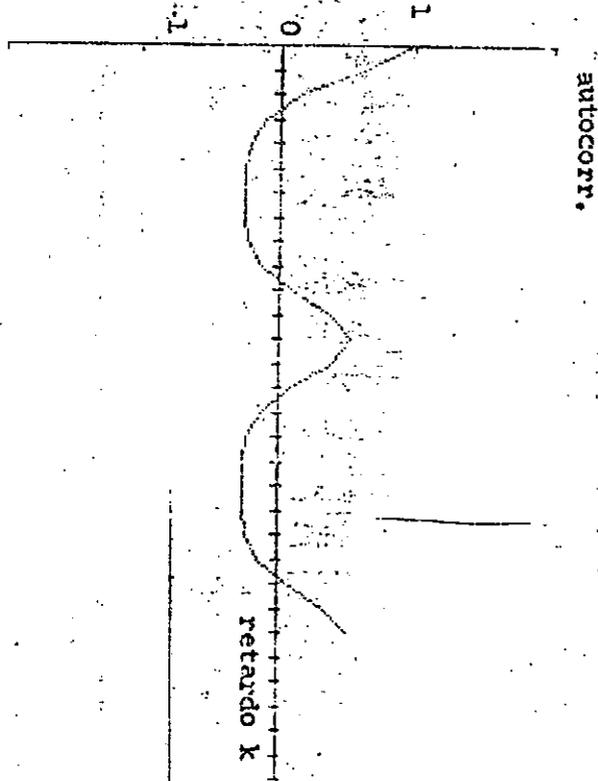
El coeficiente de autocorrelación de mayor importancia es el correspondiente a $K = 1$ o lag. 1 y este es mayor de 0,5 en los tres casos, indica cierta memoria del proceso en términos mensuales.

7.1.2. Caudales medios anuales: se presentan picos a los 5 y 7 años pero los mismo son de muy baja intensidad, por lo que no se los considera como componentes cíclicas-determinísticas, en las tres estaciones se repite el mismo fenómeno, ver Gráfico n° 8.1b. Para poder efectuar un análisis completo a fin de determinar la existencia de componentes cíclicas es necesario una mayor cantidad de años.

El $\Gamma(1)$ es del orden de 0.01 por lo que se puede considerar a los escurrimientos como

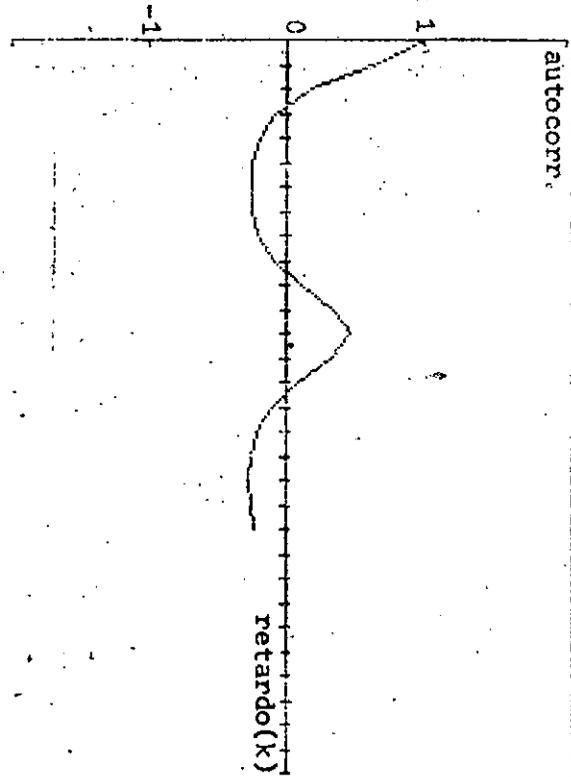
CORRELOGRAMA CABRA CORRAL
datos corregidos

ABSCISAS=RETARDE(K)
ORDENADAS=AUTOCORRELACION(C)



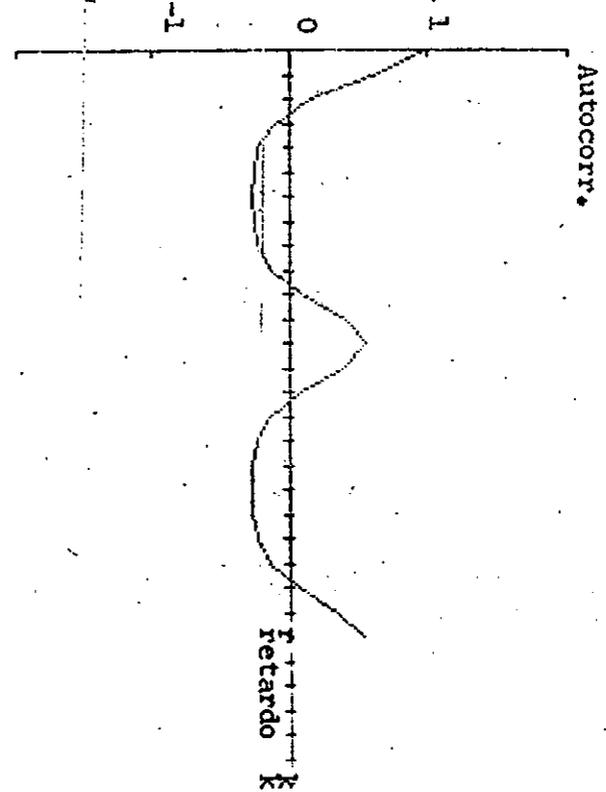
CORRELOGRAMA EL TUNAL
datos corregidos

ABSCISAS=RETARDE(K)
ORDENADAS=AUTOCORRELACION(C)



CORRELOGRAMA MIRAFLORES
datos corregidos

ABSCISAS=RETARDE(K)
ORDENADAS=AUTOCORRELACION(C)



independientes entre sí, año a año, con una/ pequeña memoria cada 5 años, que si se despre- cia, no altera en gran medida la cronología / histórica.

7.1.3. Correlación entre períodos: el coeficiente de correlación define la relación existente en- tre los valores de dos variables aleatorias.

Tiene la siguiente expresión:

$$r = \frac{S_{xy}}{S_x \cdot S_y} \quad -1 \leq r \leq 1$$

cuando $|r| = 1$ existe correlación total entre las variables

donde:

S_{xy} = covarianza de las variables aleatorias

x e y , tiene la siguiente expresión:

$$S_{xy} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}) \cdot (y_i - \bar{y})$$

S_x = desvío de la variable x con respecto a su valor medio.

S_y = desvío de la variable y con respecto a su valor medio.

$$S_x = \left(\frac{1}{n} \left(\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \right) \right)^{1/2}$$

$$S_y = \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 \right)^{1/2}$$

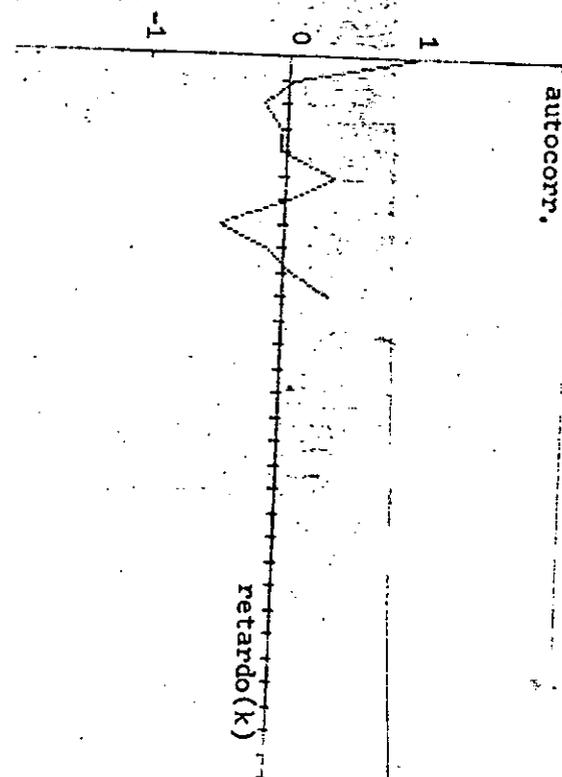
\bar{x} = media aritmética de x

\bar{y} = media aritmética de y

CORRELOGRAMA EL TUNAL
datos corregidos

- $\Gamma(1) = 4.31036168295E-2$
- $\Gamma(2) = -1.67296458323$
- $\Gamma(3) = -3.66019350349E-2$
- $\Gamma(4) = -3.63804786026E-2$
- $\Gamma(5) = 3.68601764533$
- $\Gamma(6) = 3.64759603565E-2$
- $\Gamma(7) = -4.59589832699$
- $\Gamma(8) = -1.25703862869$
- $\Gamma(9) = 7.86316279026E-2$
- $\Gamma(10) = 3.40666689245$

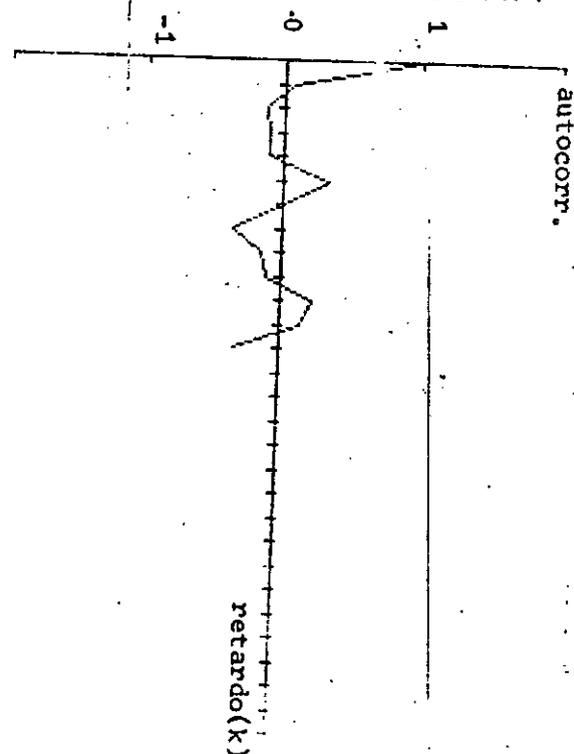
ABSCISAS=RETARDE(K)
ORDENADAS=AUTOCORRELACION(Γ)



CORRELOGRAMA MIRAFLORES
datos corregidos

- $\Gamma(1) = 6.68284521585E-2$
- $\Gamma(2) = -1.12779258363$
- $\Gamma(3) = -8.61633595889E-2$
- $\Gamma(4) = -8.62065546116E-2$
- $\Gamma(5) = 3.37278988749$
- $\Gamma(6) = 1.84486082041E-2$
- $\Gamma(7) = -3.43455683645$
- $\Gamma(8) = -1.2760056031$
- $\Gamma(9) = -9.74768724969E-2$
- $\Gamma(10) = 2.32957858597$
- $\Gamma(11) = 1.47262978843$
- $\Gamma(12) = -3.20583570733$

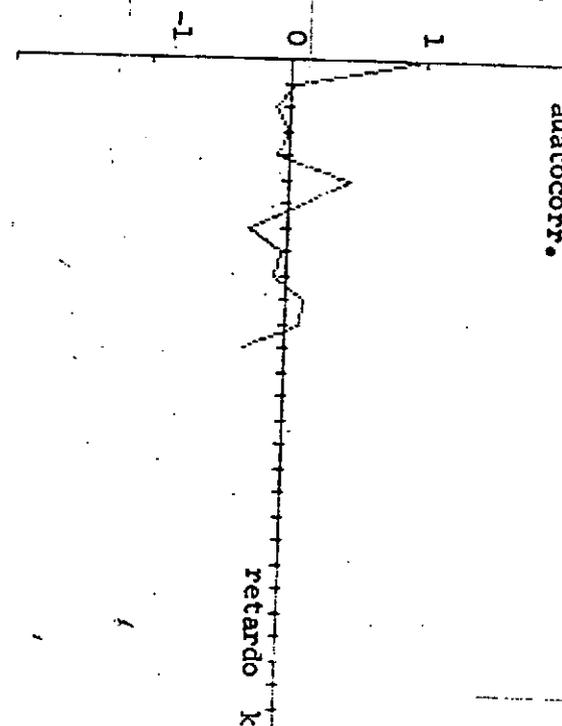
ABSCISAS=RETARDE(K)
ORDENADAS=AUTOCORRELACION(Γ)



CORRELOGRAMA CABRACORRAL
datos corregidos
Caudales Medios Anuales

- $\Gamma(1) = 6.04408228032E-2$
- $\Gamma(2) = -1.03136640225$
- $\Gamma(3) = 1.31395668307E-2$
- $\Gamma(4) = -7.24538574794E-2$
- $\Gamma(5) = 4.47106072483$
- $\Gamma(6) = 1.34601783136$
- $\Gamma(7) = -2.57018010741$
- $\Gamma(8) = -0.28414562826$
- $\Gamma(9) = -7.54904468922E-2$
- $\Gamma(10) = 1.40561809267$
- $\Gamma(11) = 1.12839068933$
- $\Gamma(12) = -2.86470648071$

ABSCISAS=RETARDO(K)
ORDENADAS=AUTOCORRELACION(Γ)



n = número de observaciones.

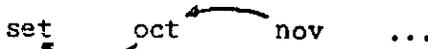
Con las observaciones de las tres estaciones de aforo se procedió a formar series de caudales para cada mes y luego así correlacionar

1. cada mes con el inmediato anterior
2. cada mes con el anterior al inmediato antecedente.

como ser:

1)

set oct nov ...



2)

set oct nov dic



Los resultados están resumidos en las tablas nº 5, 6 y 7. En el primer de los casos se obtuvo una apreciable correlación, siendo más altos los valores r en los meses de estiaje y bajando en los períodos de crecidas. En cambio en el 2do. de los casos los r son considerablemente bajos, oscilando entre 0.07 y 0.2

Se puede concluir que los caudales medios mensuales de meses consecutivos, poseen de regular a buena correlación, por lo tanto el proceso tiene memoria mensual.

TABLA N° 5 Ib

Correlación Mensual ---: Cabra Corral

COEF. DE CORRELACION MENSUAL

Correlacion: SET-AGO

r= .355669921451

#####

Correlacion: OCT-SET

r= .407613845675

#####

Correlacion: NOV-OCT

r= .2961816943

#####

Correlacion: DIC-NOV

r= .117828952711

#####

Correlacion: ENE-DIC

r= .453182291047

#####

Correlacion: FEB-ENE

r= .492652921967

Correlacion: MAR-FEB

r= .639816029863

#####

Correlacion: ABR-MAR

r= .641800619764

#####

Correlacion: MAY-ABR

r= .852142833311

#####

Correlacion: JUN-MAY

r= .795216531281

#####

Correlacion: JUL-JUN

r= .809848839564

#####

Correlacion: AGO-JUL

r= .670641814122

#####

T A B L A N° 61b

Correlación Mensual : **Miraflores**

COEF. DE CORRELACION MENSUAL

Miraflores

Correlacion: SET-AGO

r = .400605348886

#####

Correlacion: OCT-SET

r = .515921765026

#####

Correlacion: NOV-OCT

r = .347236090955

#####

Correlacion: DIC-NOV

r = .165941168132

#####

Correlacion: ENE-DIC

r = .399602174273

#####

Correlacion: FEB-ENE

r = .477952316457

Correlacion: MAR-FEB

r = .655011732477

#####

Correlacion: ABR-MAR

r = .683366807247

#####

Correlacion: MAY-ABR

r = .8403609256

#####

Correlacion JUN-MAY

r = .676906421283

#####

Correlacion: JUL-JUN

r = .881145652753

#####

Correlacion: AGO-JUL

r = .871656935482

#####

T A B L A N°71b

Correlación Mensual: El Tunal

COEF. DE CORRELACION MENSUAL

El Tunal

Correlacion: SET-AGO

r= .688611450377

#####

Correlacion: OCT-SET

r= .771033286998

#####

Correlacion: NOV-OCT

r= .63065800147

#####

Correlacion: DIC-NOV

r= .654385957078

#####

Correlacion: ENE-DIC

r= .420204570106

#####

Correlacion: FEB-ENE

r= .608806083554

Correlacion: MAR-FEB

r= .726058964505

#####

Correlacion: ABR-MAR

r= .575479763938

#####

Correlacion: MAY-ABR

r= .82584093513

#####

Correlacion: JUN-MAY

r= .703852402028

#####

Correlacion: JUL-JUN

r= .865166938158

#####

Correlacion: AGO-JUL

r= .720237967347

#####

Modelos Hidrológicos Estocásticos

Para simular el funcionamiento de un sistema de embalses el uso de series históricas no da idea del riesgo de / quedar fuera de funcionamiento, principalmente por la corta longitud de los registros con relación a la vida útil / del proyecto y por que las secuencias futuras no serán iguales a las pasadas. Por ello se recurre a la denominada "Generación Sintético de Caudales" o sea a la generación/ de series no observadas de igual características estadísticas y por consiguiente de igual probabilidad de ocurrencia que las observadas.

Un modelo es estocástico cuando existe una relación/ secuencial entre las ocurrencias del fenómeno y que a igualdad de estado inicial la respuesta ante una misma entrada es aleatorio.

Por lo expresado hasta el momento un modelo estocástico no puede registrar efectos de cambios en la cuenca / que implique no estacionariedad, todo lo contrario deben las series ser estacionarias, por ello los datos con los que se trabajo fueron desafectados de la influencia del / embalse de Cabra Corral y así tener series puras sin regulación. Las series correspondiente al Rfo Medina se descartó por presentar grandes saltos en la media temporal, principalmente en los últimos 13 años, pudiendo ser a causa de un cambio de personal en la estación.

Teniendo en cuenta que el coeficiente de autocorre

lación de los caudales medios anuales es muy bajo, por lo tanto no registra memoria, y que el coeficiente de correlación entre dos meses consecutivos es en algunos casos / muy altos, se adoptó como modelo de generación, uno de cadena o proceso Markoviano, estacional de 1er. orden.

Este modelo puede ser expresado de la siguiente forma:

$$Q_{i,j} = \bar{Q}_j + r_j \cdot \frac{\sigma_j}{\sigma_{j-1}} (Q_{i,j-1} - \bar{Q}_{j-1}) + E_{i,j}$$

donde:

i : subíndice que indica año

j : " " " mes

r_j : coeficiente de correlación del mes j con el inmediato anterior.

$E_{i,j}$: es una componente estocástica en la que se debe cumplir que la esperanza matemática (media) sea nulo.

$$E(E_{i,j}) = 0 \text{ y varianza } \text{Var}(E_{i,j}) = \sigma_{\epsilon_{i,j}}^2$$

Para $E_{i,j}$ se utilizó la expresión

$$E_{i,j} = t_{i,j} \cdot \sigma_j \cdot \sqrt{1 - (r_{j-1})^2}$$

$t_{i,j}$: es un valor aleatorio que va a depender de la distribución estadística de la serie mensual correspondiente.

Se tomó como criterio que las series generadas sean / estables en la media y la varianza con respecto a las series históricas.

La computadora utilizada en este trabajo es una HP 85 de 32 K de memoria, genera números pseudos aleatorios por el método de congruencias multiplicativas, con una distribución rectangular con media 0.5 y desvío 1/12.

Para las series con distribución normal se hace el siguiente cálculo:

$$R_n = \sum_{i=1}^{12} R_{ui} - 6$$

R_{ui} = números generados por la máquina

La suma de 12 R_u da números con media 6 y varianza 1, por lo tanto hay que estandarizar

R_n = número aleatorio de distribución normal con medio 0 y desvío 1.

$$\Rightarrow R_n \sim N(0,1)$$

por lo tanto $t_{i,j} = R_n$

Para las series con distribución de Gumbel, se hace la transformada inversa:

$$F(x) = \exp(-\exp(-\alpha(x - x_0)))$$

se reemplaza $F(x)$ por R_u
 x por R_G

$$R_u = \exp(-\exp(-\alpha(R_G - x_0)))$$

$$R_G = x_0 - \frac{\ln(-\ln R_u)}{\alpha}$$

Estos R_G tienen una media \bar{Q}_j y un desvío σ_j por lo que es necesario standarizar la variable R_G

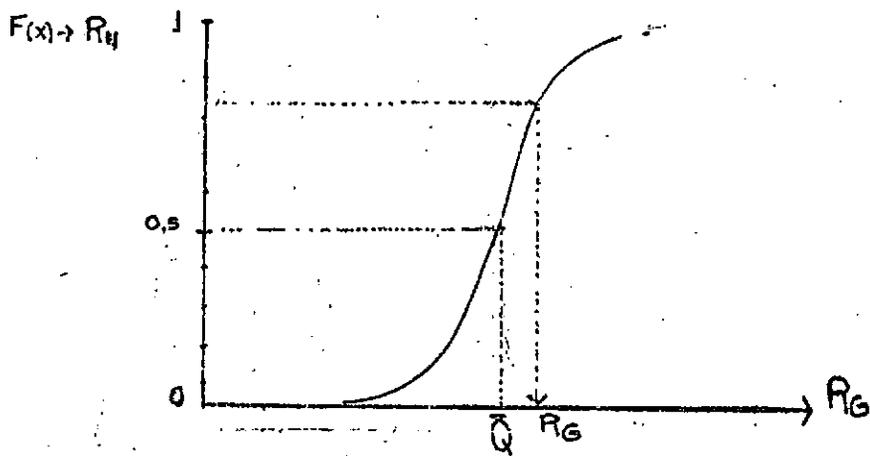
$$t_{i,j} = (R_G - \bar{Q}_j) / \sigma_j$$

para una distribución logaritmo- Gumbel

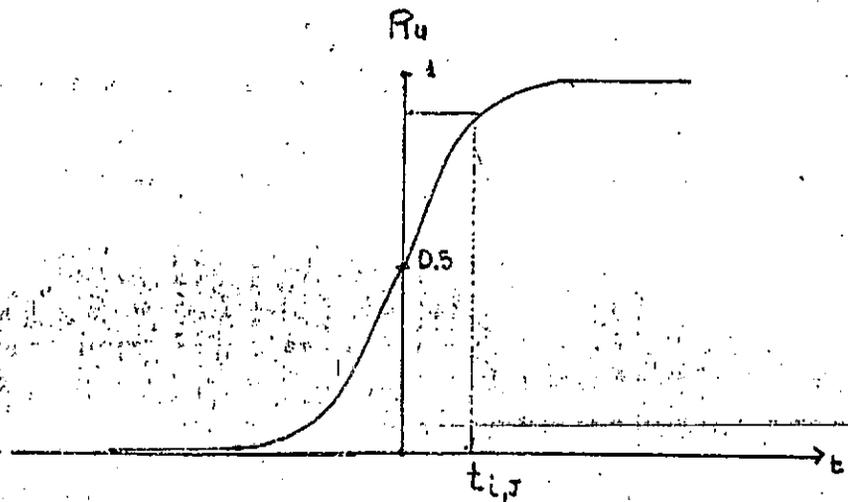
$$R_G = \exp\left(\beta x \theta L - \frac{\ln(-\ln R_u)}{\alpha L}\right)$$

se debe hacer la misma transformación.

Se puede apreciar el proceso en forma gráfica.



Proceso Standarizado



9. Verificación de la Generación de Series

Luego de generar una serie de 100 años para CC y ET (Tablas 8, 9) se evalúa si los datos generados pertenecen o no a la población de la cual forma parte la muestra de datos reales, para ello primeramente se analizan las varianzas (cuadrado de desvío) por medio del test F.

Este consiste:

Plantear una hipótesis $H_0 : \sigma_R^2 = \sigma_S^2$

y una alternativa $H_1 : \sigma_R^2 \neq \sigma_S^2$

Se define la variable aleatoria F como:

$$F = \frac{U/g_R}{V/g_S}$$

$$U = \frac{n_R \sigma_R^2}{\sigma_P^2}$$

$$V = \frac{n_S \sigma_S^2}{\sigma_P^2}$$

donde:

σ_R^2 = varianza muestra real

σ_S^2 = varianza muestra generada

σ_P^2 = varianza poblacional

$n_R = n_S$ = número de datos reales y generados

$g_R = g_S$ = grados de libertad reales y generados

$$g_R = n_R - 1$$

$$g_S = n_S - 1$$

$$F = \frac{\frac{\frac{n_R}{n_R-1} \cdot \frac{R}{p}}{\frac{n_S}{n_S-1} \cdot \frac{S}{p}}}{\frac{n_S}{n_S-1} \cdot \frac{S}{p}} = \frac{\frac{n_R}{n_R-1} \cdot \frac{R}{p}}{\frac{n_S}{n_S-1} \cdot \frac{S}{p}} = \frac{\frac{n_R}{n_R-1} \cdot \frac{\sigma_R^2}{p}}{\frac{n_S}{n_S-1} \cdot \frac{\sigma_S^2}{p}}$$

como n_R y $n_S > 30$ el cociente $n/n-1$ se aproxima a 1

$$F = \frac{\sigma_R^2}{\sigma_S^2}$$

Este valor de F calculado se debe comparar con el valor tabulado para g_R y g_S y el nivel de significación α

El ensayo es bilateral dado que los desvíos generados son en algunos casos mayores a los reales y en otros menores; las tablas en estas condiciones son pocas prácticas, de ahí que se considere $\alpha/2$ y al calcular el F se tomó como numerador la mayor varianza muestral de las dos y se utilizó la tabla de ensayo simple.

Adoptando un $\alpha = 10\%$ que significa la existencia de un 10% de probabilidad de rechazar H_0 siendo verdadera o un 90% de aceptarlo

CABRA CORRAL

$n_R = 47$ $n_S = 120$
 $g_R = 46$ $g_S = 119$

	Desvíos Reales	Desvíos Generados	F calculado	F tabulado = 10 %
Set.	1.604	1.53	1.23	1.55
Oct.	2.297	2.31	1.01	1.48
Nov.	3.362	3.28	1.05	1.55
Dic.	9.044	9.53	1.11	1.48
Ene.	47.128	47.807	1.03	1.48
Feb.	67.318	68.72	1.04	1.48
Mar.	54.885	55.772	1.22	1.48
Abr.	15.639	15.952	1.04	1.48
May.	5.104	5.831	1.31	1.48
Jun.	2.642	2.633	1.01	1.55
Jul.	1.734	1.950	1.26	1.48
Ago.	1.643	1.633	1.01	1.55

EL TUNAL

$n_R = 31$ $n_S = 120$
 $g_R = 30$ $g_S = 119$

	Desvíos Reales	Desvíos Generados	F calculado	F tabulado = 10 %
Set.	2.219	2.142	1.07	1.60
Oct.	2.448	2.704	1.22	1.63
Nov.	8.214	7.991	1.06	1.60
Dic.	15.039	13.976	1.16	1.60 //
Ene.	57.249	45.884	1.56	1.60
Feb.	81.483	71.319	1.31	1.60

	Desvíos Reales	Desvíos Generados	F _{calculado}	F _{tabulado} = 10 %
Mar.	61.82	69.151	1.25	1.63
Abr.	19.371	18.283	1.12	1.60
May.	6.759	7.759	1.32	1.63
Jun.	3.946	3.591	1.21	1.60
Jul.	2.709	3.220	1.41	1.63
Ago.	2.508	2.628	1.10	1.63

Se aceptó H_0 en todos los casos ya que $F_{cal.} < F_{tab.}$. Dado los pequeños valores que resultan de hacer la diferencia de medias no fue necesario comprobar por medio de algún test que pertenecen a una misma población.

CABRA CORRAL

	Media Real	Media Simulada	Diferencia	E_r %
Set.	10.24	10.09	0,15	1.5
Oct.	9.95	10.08	0.13	1.3
Nov.	11.55	12.04	0.49	4.2
Dic.	21.43	22.78	1.35	6.3
Ene.	65.47	69.49	4.02	6.1
Feb.	105.32	99.44	5.88	5.6
Mar.	71.17	69.56	1.61	2.2
Abr.	32.03	31.36	0.67	2.1
May.	17.29	17.19	0.1	0.5
Jun.	13.66	13.49	0.17	1.2
Jul.	12.16	12.02	0.14	1.2
Ago.	11.38	11.27	0.14	0.8

E_r = error relativo considerando los \bar{Q} reales como los \bar{Q} poblacionales.

	Media Real	Media Simulada	Diferencia	E_r %
Set.	13.32	13.05	0.27	2.0
Oct.	13.5	13.60	0.10	0.7
Nov.	19.46	19.56	0.10	0.5
Dic.	29.32	31.03	1.71	5.8
Ene.	75.72	72.85	2.87	3.8
Feb.	121.52	115.19	6.33	5.2
Mar.	84.44	83.57	0.87	1.0
Abr.	41.33	40.02	1.31	3.2
May.	22.73	21.63	1.10	4.8
Jun.	17.90	17.25	0.65	3.6
Jul.	15.82	15.39	0.43	2.7
Ago.	14.34	13.91	0.43	3.0

De estos resultados se pudo concluir que las series / generadas pueden pertenecer a la población de caudales tanto para CC como para ET.

TABLA N°8 Ib

GENERACION SINTETICA DE CAUDALES

MEDIOS MENSUALES

De septiembre a agosto del año siguiente en Em³/s³

Lugar: Cabra Corral

#####

Año: 1
7.1 ; 5.2 ; 6 ; 26.3 ; 96.2 ;
210.7 ; 80 ; 24.3 ; 13.6 ;
10.2 ; 11.8 ; 10.1 ;

Año: 2
10.9 ; 13 ; 15 ; 17.7 ; 31.6 ;
109.2 ; 88.5 ; 34.3 ; 18.1 ;
12.5 ; 11.2 ; 9.7 ;

Año: 3
7.6 ; 10.7 ; 5.5 ; 20.9 ; 39.7 ;
130.2 ; 59.4 ; 25.5 ; 13.8 ;
10.2 ; 10.4 ; 9.8 ;

Año: 4
7.9 ; 9.8 ; 15.8 ; 15.3 ; 8.8 ;
78.4 ; 107 ; 42 ; 16.6 ; 14.2 ;
12.8 ; 13 ;

Año: 5
12.3 ; 8.5 ; 10.6 ; 17.8 ;
17.1 ; 61.9 ; 75.1 ; 17.4 ; 9 ;
11.4 ; 10.6 ; 10 ;

Año: 6
8.8 ; 11.2 ; 9.1 ; 47.3 ; 97.6 ;
70 ; 42.2 ; 26.3 ; 25.8 ;
17.1 ; 14 ; 12 ;

Año: 7
10.5 ; 13.2 ; 13.6 ; 10.5 ;
8.6 ; 90.8 ; 40.7 ; 35.2 ; 19 ;
12.4 ; 11.1 ; 9.7 ;

Año: 8
8.5 ; 5.4 ; 12.9 ; 34.3 ; 76.9 ;
140.5 ; 35 ; 18.9 ; 14.4 ;
10.5 ; 9.3 ; 10.2 ;

Año: 9
7.4 ; 10.2 ; 11.6 ; 19.8 ;
61.2 ; 57.9 ; 71.3 ; 32.9 ;
10.4 ; 9.7 ; 9.6 ; 9.6 ;

Año: 10
9.8 ; 11.7 ; 16.7 ; 14.9 ;
23.2 ; 77.5 ; 70 ; 21.1 ; 9.2 ;
10.3 ; 10.8 ; 11.3 ;

Año: 11
11.4 ; 9.2 ; 13 ; 28.5 ; 60 ;
39.7 ; 25.5 ; 30.6 ; 18.9 ;
13.8 ; 12.6 ; 11.8 ;

Año: 12
9.9 ; 8.6 ; 13.8 ; 15.6 ; 55.2 ;
136.3 ; 75.2 ; 40.4 ; 17.6 ;
15.3 ; 12.6 ;

Año: 13
12 ; 10.1 ; 16.7 ; 9.7 ; 186.4 ;
237.9 ; 120.6 ; 42.3 ; 19.4 ;
13 ; 13.2 ; 13 ;

Año: 14
10.6 ; 12.9 ; 15.4 ; 25.8 ;
53.4 ; 18.9 ; 36.6 ; 35.3 ;
13.5 ; 11.7 ; 10.5 ; 11.5 ;

Año: 15
9.2 ; 9.5 ; 13.8 ; 22.3 ; 44.3 ;
175.3 ; 31.1 ; 7.7 ; 6.5 ;
7.7 ; 9.6 ; 11.8 ;

Año: 16
10 ; 8.3 ; 15.9 ; 44.7 ; 73.2 ;
116 ; 103.8 ; 31.8 ; 15.6 ;
13.1 ; 12.5 ; 10.6 ;

Año: 17
8.1 ; 6 ; 7.3 ; 28.3 ; 39.3 ;
91.6 ; 48.5 ; 25.4 ; 15.3 ;
13.4 ; 10.8 ; 10.9 ;

Año: 18
11 ; 8.6 ; 7.5 ; 39.5 ; 65.5 ;
117.5 ; 103.7 ; 51.6 ; 19 ; 12 ;
10.5 ; 10.5 ;

Año: 19
9.4 ; 13.2 ; 11 ; 37.5 ; 79.6 ;
56.8 ; 99.4 ; 36.5 ; 15.4 ;
14.1 ; 12.5 ; 11.9 ;

Año: 20
9.7 ; 5.7 ; 10.3 ; 19.4 ; 31.1 ;
6 ; 129.3 ; 77.2 ; 28.2 ;
16.5 ; 16.7 ; 16.1 ;

Año: 21
12.1 ; 6.8 ; 6 ; 12.2 ; 24.3 ;
121.2 ; 85.7 ; 29.2 ; 19.2 ;
13.2 ; 13.7 ; 12.7 ;

Año: 22
12.7 ; 12.9 ; 16 ; 20.8 ; 32.3 ;
134.7 ; 50.1 ; 18.4 ; 13.8 ;
11.1 ; 10.4 ; 8.8 ;

Año: 23
8.5 ; 7.1 ; 13.9 ; 21.5 ; 18.6 ;
147.5 ; 64.1 ; 32.8 ; 15.6 ;
12.8 ; 10.7 ; 9.8 ;

Año: 24
10.4 ; 10.6 ; 13.8 ; 27.2 ;
42.5 ; 106.3 ; 37.7 ; 21.8 ;
19 ; 12.4 ; 10.7 ; 9.8 ;

Año: 25
11.3 ; 11 ; 12.4 ; 12.6 ; 25.6 ;
17.3 ; 100 ; 36.4 ; 17.9 ; 13 ;
12.2 ; 12.5 ;

Año: 26
11.2 ; 9.5 ; 7.1 ; 10.4 ; 51.6 ;
60.1 ; 5.2 ; 10.4 ; 17.3 ;
14.1 ; 12.5 ; 13.4 ;

Año: 27
12.5 ; 9 ; 46 ; 87.8 ;
2 ; 16.6 ;
4 ;

Tabla N8 continuación

Año 28

8.2 ; 10.8 ; 12.3 ; 37.1 ;
84.5 ; 65.3 ; 20.1 ; 33.2 ;
15.6 ; 11.3 ; 11.5 ; 9.7 ;

Año: 29

10.9 ; 9.5 ; 9.9 ; 22 ; 119.9 ;
249.5 ; 267.6 ; 87.8 ; 31.3 ;
19.4 ; 14.3 ; 10.5 ;

Año: 30

8.2 ; 9.2 ; 18.1 ; 21.7 ; 44.3 ;
53.5 ; 6 ; 9.1 ; 16.4 ; 15 ;
12.9 ; 10 ;

Año: 31

11.6 ; 11.1 ; 9.6 ; 23.5 ;
28.9 ; 218.9 ; 91.2 ; 39.3 ;
17.2 ; 13.4 ; 12.5 ; 12 ;

Año: 32

11.6 ; 12.6 ; 13 ; 32.2 ; 67 ;
50.4 ; 87.5 ; 34.9 ; 11 ; 9.9 ;
9 ; 9.5 ;

Año: 33

8 ; 10.6 ; 11.4 ; 21.4 ; 26.1 ;
100.3 ; 246.2 ; 53.6 ; 20.5 ;
16.7 ; 15.1 ; 12.5 ;

Año: 34

10.4 ; 6.9 ; 9.6 ; 40.4 ; 78 ;
91 ; 44.1 ; 14.5 ; 8.9 ; 9.6 ;
8.9 ; 9.2 ;

Año: 35

10.2 ; 9.5 ; 13.6 ; 16 ; 39.1 ;
80.5 ; 11.7 ; 41.1 ; 23.3 ;
17.2 ; 12.9 ; 12.6 ;

Año: 36

11.9 ; 9.7 ; 14 ; 12.6 ; 6 ;
62.8 ; 18.7 ; 19.8 ; 11.9 ;
12.2 ; 11.1 ; 10.1 ;

Año: 37

11 ; 9.1 ; 5.5 ; 22.7 ; 102.1 ;
237 ; 128.3 ; 33.7 ; 21.8 ;
17.9 ; 13.9 ; 13.6 ;

Año: 38

11.6 ; 11.6 ; 16.9 ; 16.3 ;
28.6 ; 61.9 ; 6 ; 16.3 ; 6.4 ;
9.3 ; 10.4 ; 11.3 ;

Año: 39

11.5 ; 8.5 ; 10.1 ; 12 ; 24.3 ;
17.4 ; 6.5 ; 29.8 ; 19.2 ;
16.9 ; 14.6 ; 13.1 ;

Año: 40

12.5 ; 9.1 ; 9.8 ; 22.7 ; 38.1 ;
37.7 ; 93.6 ; 33.2 ; 20.8 ;
14.7 ; 13 ; 12.6 ;

Año: 41

11.1 ; 14.6 ; 13.5 ; 15 ; 37.7 ;
175.3 ; 69.3 ; 25.6 ; 15.5 ;
12.7 ; 11.6 ; 10.5 ;

Año: 42

10.6 ; 10.8 ; 7.4 ; 26 ; 30.7 ;
16.9 ; 128.7 ; 31.9 ;
13.3 ; 11.5 ; 11.6 ;

Año 43

8.6 ; 14.2 ; 16.3 ; 34.6 ;
68.8 ; 114 ; 152.8 ; 40.2 ;
27.5 ; 15.4 ; 12.9 ; 11.4 ;

Año: 44

10.6 ; 14.3 ; 11.7 ; 43.4 ; 93 ;
41.8 ; 23.4 ; 17.4 ; 11.3 ;
9.8 ; 9.6 ; 9.8 ;

Año: 45

9.4 ; 11.3 ; 13.8 ; 16.6 ;
26.6 ; 43.3 ; 111.3 ; 54.9 ;
25.9 ; 17.8 ; 17 ; 14.6 ;

Año: 46

13.2 ; 9.5 ; 13.5 ; 16.9 ; 8.6 ;
6.8 ; 17.2 ; 14.5 ; 16 ; 13 ;
14.3 ; 13 ;

Año: 47

9.9 ; 9.5 ; 14.6 ; 35.1 ; 58.8 ;
79.4 ; 71.9 ; 41 ; 16.4 ; 14 ;
12.1 ; 9.1 ;

Año: 48

9.6 ; 6 ; 14.2 ; 15.1 ; 14.5 ;
83.4 ; 38.6 ; 27.7 ; 10 ; 8.8 ;
7.7 ; 8.7 ;

Año: 49

8 ; 6.4 ; 9.4 ; 21.8 ; 151.7 ;
149.1 ; 77.3 ; 57.4 ; 22.4 ;
16.2 ; 12.9 ; 11.9 ;

Año: 50

11.1 ; 12 ; 10.7 ; 16.5 ; 46 ;
181.7 ; 88.5 ; 50.7 ; 28.1 ;
16.1 ; 15.3 ; 14.2 ;

Año: 51

9.8 ; 9.5 ; 8.6 ; 17.8 ; 18.6 ;
26.5 ; 6 ; 11.9 ; 11.4 ; 13.7 ;
11.3 ; 8.9 ;

Año: 52

10.4 ; 8.6 ; 9.7 ; 16.4 ; 24.4 ;
123.5 ; 102.9 ; 21.3 ; 9.7 ;
9.9 ; 8.8 ; 7.6 ;

Año: 53

7 ; 11.6 ; 16.3 ; 25.2 ; 32.6 ;
96.2 ; 57.7 ; 22.4 ; 9.9 ;
11.9 ; 10.4 ; 10.8 ;

Año: 54

10.9 ; 11.6 ; 12.5 ; 17.9 ;
23.2 ; 143 ; 149.6 ; 41.5 ;
23.7 ; 15.1 ; 13.5 ; 12.5 ;

Año: 55

10.3 ; 11.6 ; 9.8 ; 11.8 ;
18.3 ; 37.3 ; 75.3 ; 43.4 ;
24.8 ; 15.6 ; 12.7 ; 11.8 ;

Año: 56

11.7 ; 9.5 ; 9.7 ; 32.1 ; 48.5 ;
105 ; 22.7 ; 8.5 ; 15.6 ;
12.1 ; 10.6 ; 9.4 ;

Año: 57

10 ; 14.3 ; 13.7 ; 25.1 ; 63.7 ;
36.5 ; 74 ; 32.1 ; 16.9 ;
16.4 ; 13.7 ; 12.1 ;

Tabla N°8 continuación

Año: 58	Año: 73
10.8 ; 11.7 ; 10.3 ; 14.7 ;	8.6 ; 9.5 ; 8.7 ; 52.6 ; 109.9
20.8 ; 58.6 ; 100.2 ; 46.8 ;	129.9 ; 8.4 ; 6.7 ; 10.4 ;
20.6 ; 17 ; 13.4 ; 11.4 ;	10.4 ; 10.4 ; 7.1 ;
Año: 59	Año: 74
11.2 ; 11.1 ; 15.3 ; 12.6 ;	8.9 ; 9.8 ; 11.4 ; 28.9 ; 44.7
9.6 ; 62.7 ; 107.9 ; 51.6 ;	43.5 ; 6 ; 14.3 ; 15.7 ; 16 ;
19.3 ; 13 ; 12.3 ; 10.9 ;	12.5 ; 12.8 ;
Año: 60	Año: 75
9.9 ; 11.1 ; 17.8 ; 19.5 ; 15 ;	9.9 ; 7.7 ; 7.3 ; 16.7 ; 97.6 ;
6.4 ; 22.2 ; 22.6 ; 11.5 ; 9.9 ;	71.5 ; 182.9 ; 56.5 ; 29.8 ;
9.3 ; 10.5 ;	17 ; 14.8 ; 12.8 ;
Año: 61	Año: 76
8.5 ; 9.2 ; 11.4 ; 17.5 ; 21.1	12.8 ; 17.5 ; 18.5 ; 28.1 ;
51.5 ; 18.7 ; 20.2 ; 11.7 ;	35.4 ; 38.6 ; 29.1 ; 25.7 ;
11.3 ; 13.5 ; 14.3 ;	13.6 ; 11.6 ; 11.5 ; 10.1 ;
Año: 62	Año: 77
10.8 ; 10.1 ; 16.2 ; 14 ; 38 ;	9.2 ; 10.5 ; 13 ; 49.2 ; 126 ;
92.3 ; 55.4 ; 33.4 ; 16.7 ;	185.2 ; 213.9 ; 68.5 ; 28 ;
11.3 ; 9.7 ; 9.9 ;	18.8 ; 16.1 ; 13.6 ;
Año: 63	Año: 78
9.9 ; 10 ; 9.1 ; 16 ; 58.5 ;	10.7 ; 7.8 ; 12.5 ; 21.6 ;
67.2 ; 55.5 ; 14.7 ; 19.7 ;	38.7 ; 51.2 ; 54.2 ; 34.5 ;
14.2 ; 10.7 ; 18.2 ;	16.9 ; 15.8 ; 12.7 ; 11.8 ;
Año: 64	Año: 79
10.8 ; 14.2 ; 18.9 ; 11.7 ; 6 ;	10 ; 9.3 ; 11.5 ; 29.3 ; 46.8 ;
88.7 ; 49.9 ; 22.7 ; 5.4 ; 9.3 ;	39.2 ; 11.9 ; 21.5 ; 13 ; 10.3 ;
9.1 ; 11.3 ;	11 ; 11.3 ;
Año: 65	Año: 80
12.2 ; 13.6 ; 21 ; 23.1 ; 38.1	12.4 ; 10.3 ; 15.9 ; 11.3 ;
88.9 ; 41.2 ; 11.7 ; 19.9 ;	16.7 ; 30 ; 88.6 ; 44.5 ; 23.5 ;
18.2 ; 18.2 ; 14 ;	15.7 ; 14.7 ; 12.1 ;
Año: 66	Año: 81
12.7 ; 6.7 ; 6.6 ; 21.7 ; 28.5	10.7 ; 8.7 ; 7.7 ; 23 ; 37 ;
32.9 ; 17.4 ; 18.7 ; 18.3 ;	81.8 ; 7.8 ; 13.7 ; 7.8 ; 8.4 ;
14 ; 11.5 ; 11.5 ;	8.1 ; 9.1 ;
Año: 67	Año: 82
9.1 ; 11.2 ; 13.9 ; 23.3 ;	7.3 ; 9.5 ; 12.2 ; 16.2 ; 47.2 ;
50.7 ; 131.5 ; 78.3 ; 23.4 ;	50 ; 14 ; 21.8 ; 19.3 ; 13.2 ;
21.8 ; 17.2 ; 13.1 ; 11.5 ;	11.5 ; 10.1 ;
Año: 68	Año: 83
10.2 ; 12.6 ; 11.4 ; 10.4 ; 6 ;	9.9 ; 11.4 ; 15.1 ; 22.1 ;
6 ; 23.4 ; 17.5 ; 19.6 ; 13.6 ;	21.9 ; 23.6 ; 6 ; 13.6 ; 14.6 ;
11.6 ; 11.1 ;	13.2 ; 11.4 ; 10.4 ;
Año: 69	Año: 84
11 ; 9.4 ; 14.1 ; 26.3 ; 669.5	9.2 ; 10.6 ; 9.7 ; 25.4 ; 33.1
484.2 ; 220.6 ; 53.5 ; 26.1 ;	81 ; 63.7 ; 24.7 ; 14.7 ;
16.8 ; 13.2 ; 12.5 ;	12.6 ; 12.3 ; 10.8 ;
Año: 70	Año: 85
11.7 ; 8.4 ; 7.3 ; 20.8 ; 24.3	11.2 ; 15 ; 11.1 ; 8.1 ; 8 ;
112.4 ; 43.4 ; 39.7 ; 22.3 ;	139.6 ; 94.7 ; 58 ; 22.8 ;
15.7 ; 13.1 ; 11.9 ;	14.5 ; 11.3 ; 11.5 ;
Año: 71	Año: 86
11.1 ; 12.9 ; 16.1 ; 16.8 ;	6.1 ; 7.1 ; 11.4 ; 11.3 ; 14 ;
33.9 ; 46.9 ; 36.9 ; 18.4 ; 10	21.3 ; 45.2 ; 27.4 ; 9.5 ;
9.3 ; 9.9 ; 8.4 ;	11.4 ; 11.1 ; 11.3 ;
Año: 72	Año: 87
7.2 ; 5.7 ; 13.8 ; 20.6 ; 33.5	8.6 ; 9.1 ; 14.5 ; 41.7 ; 76.3
110.3 ; 199.8 ; 57.1 ; 24.5 ;	30.7 ; 6 ; 12.6 ; 11.4 ; 10.6
16.2 ; 14.3 ;	9.3 ; 9.1

Tabla N°8 continuación

continuación:

Año: 88

9.5 ; 7.7 ; 8 ; 21 ; 27.2 ;
163.2 ; 59.8 ; 18.2 ; 12.4 ;
13.5 ; 13.7 ; 13.6 ;

Año: 89

9.9 ; 10.2 ; 15.3 ; 27 ; 36.5 ;
15.2 ; 10.5 ; 30.2 ; 21.6 ;
14.2 ; 14.1 ; 14 ;

Año: 90

10.8 ; 7.8 ; 17 ; 15.1 ; 51.1 ;
38.8 ; 6 ; 19.3 ; 9.1 ; 12.3 ;
9.9 ; 10.8 ;

Año: 91

8.7 ; 9.9 ; 9.9 ; 24.8 ; 33.2 ;
168.6 ; 161.7 ; 52.7 ; 28.7 ;
17.4 ; 13.7 ; 12.3 ;

Año: 92

10.8 ; 8.9 ; 10.9 ; 27.9 ;
41.2 ; 69.8 ; 92.4 ; 34 ; 17.1 ;
13.1 ; 12.3 ; 12 ;

Año: 93

9.5 ; 10.7 ; 7.8 ; 14.4 ; 15.2 ;
19.2 ; 42.8 ; 32.1 ; 11.4 ;
10.8 ; 10.8 ; 10 ;

Año: 94

10.2 ; 9.6 ; 16.9 ; 23 ; 22.1 ;
72.8 ; 6 ; 23.5 ; 16 ; 13.6 ;
11.7 ; 11.4 ;

Año: 95

7.1 ; 9.5 ; 8.3 ; 22.4 ; 63.9 ;
140.3 ; 128.4 ; 63.2 ; 27.2 ;
16.9 ; 14.6 ; 13.7 ;

Año: 96

11.5 ; 10.3 ; 8 ; 16.8 ; 28 ;
53.3 ; 35.1 ; 20.1 ; 12.4 ;
15.2 ; 11.6 ; 11.5 ;

Año: 97

10.9 ; 7.5 ; 12.3 ; 24.2 ;
130.4 ; 94.1 ; 37.1 ; 17.3 ;
14.5 ; 12.7 ; 10.4 ; 9.7 ;

Año: 98

9.4 ; 8.2 ; 12.7 ; 16.3 ; 12.3 ;
190.6 ; 159.6 ; 63.8 ; 28.4 ;
16.4 ; 13.6 ; 12.4 ;

Año: 99

9.6 ; 10.7 ; 10.7 ; 26.1 ;
91.7 ; 117.4 ; 98.3 ; 31 ;
22.6 ; 16.2 ; 12.3 ; 10 ;

Año: 100

7.4 ; 13.5 ; 8.8 ; 29.8 ; 45 ;
62.3 ; 97.5 ; 26 ; 16.1 ; 14.4 ;
11.8 ; 11.2 ;

fin generacion sintetica

TABLA Nº9

GENERACION SINTETICA DE CRAUDALES

MEDIOS MENSUALES

De septiembre a agosto del año siguiente en [m³/s]

Lugar: EL TUNAL

#####

Año: 1
 9.7 ; 9.8 ; 12.4 ; 29.6 ;
 102.5 ; 243.2 ; 105.9 ; 34.6 ;
 15 ; 11.6 ; 14.8 ; 13.6 ;

Año: 2
 14.1 ; 15.4 ; 22.7 ; 26.5 ;
 60.8 ; 119.8 ; 102.1 ; 40.3 ;
 22 ; 15.2 ; 13.5 ; 16.3 ;

Año: 3
 14.2 ; 12.6 ; 16.3 ; 27.2 ;
 62.4 ; 140.6 ; 67 ; 31.8 ;
 13.8 ; 10.9 ; 11.6 ; 10.4 ;

Año: 4
 9.5 ; 10.5 ; 11.9 ; 10 ; 17.8 ;
 66.4 ; 111.7 ; 45.6 ; 19.9 ;
 18.1 ; 16.4 ; 15.9 ;

Año: 5
 13.6 ; 13 ; 15.4 ; 19.7 ; 35.8 ;
 61.5 ; 78.9 ; 26.2 ; 14.8 ;
 16.6 ; 14.3 ; 13.1 ;

Año: 6
 11.7 ; 9.9 ; 8.8 ; 52.2 ; 98.1 ;
 83.7 ; 46.7 ; 32.4 ; 24.8 ;
 18.7 ; 16.2 ; 13 ;

Año: 7
 15.7 ; 14.6 ; 17.7 ; 11.4 ;
 31.2 ; 91.5 ; 38.1 ; 41.8 ;
 21.1 ; 14.2 ; 12.9 ; 10.9 ;

Año: 8
 11.3 ; 9.5 ; 6.8 ; 30.8 ; 73.1 ;
 129.7 ; 35.9 ; 23.4 ; 28 ;
 16.9 ; 13.2 ; 12.8 ;

Año: 9
 13.8 ; 14.4 ; 18.8 ; 26.1 ;
 81.4 ; 76.6 ; 84.7 ; 39.4 ;
 22.2 ; 15.8 ; 13.7 ; 12.6 ;

Año: 10
 14.8 ; 13.2 ; 19.7 ; 18.4 ;
 46.3 ; 80.5 ; 74.8 ; 28.3 ;
 12.7 ; 13.7 ; 14 ; 11.9 ;

Año: 11
 12.6 ; 11.7 ; 11.3 ; 22.3 ;
 66.3 ; 54.2 ; 26.2 ; 37.8 ;
 20.7 ; 16.3 ; 15.4 ; 13.8 ;

Año: 12
 11.2 ; 8.8 ; 9 ; 7.9 ; 55.5 ;
 128.2 ; 76.2 ; 45.5 ; 25.5 ;
 21.4 ; 17.1 ; 14.9 ;

11.4 ; 10.5 ; 7.6 ; 8 ; 159.9 ;
 227.7 ; 132.3 ; 46.7 ; 21.4 ;
 15 ; 16.7 ; 15.9 ;

Año: 14
 12.5 ; 15 ; 20.8 ; 35 ; 76.8 ;
 55.9 ; 51.7 ; 45.7 ; 29.5 ; 20 ;
 15.9 ; 15.5 ;

Año: 15
 12.8 ; 14.4 ; 20 ; 30 ; 68.1 ;
 215.6 ; 49.9 ; 20.9 ; 13.3 ;
 11.7 ; 13.1 ; 11.3 ;

Año: 16
 12.3 ; 11.1 ; 21.1 ; 60.6 ;
 93.2 ; 124.1 ; 119.5 ; 38.6 ;
 17.1 ; 15.8 ; 15.6 ; 14 ;

Año: 17
 12.3 ; 12.8 ; 20.9 ; 41.9 ;
 68.6 ; 102.3 ; 53.2 ; 31.3 ;
 15.5 ; 15.9 ; 12.7 ; 10.1 ;

Año: 18
 10.4 ; 11.1 ; 26 ; 63 ; 102 ;
 138.5 ; 126.6 ; 61.6 ; 23 ;
 15.8 ; 12.5 ; 11.2 ;

Año: 19
 12.7 ; 15.2 ; 19.4 ; 50.9 ;
 100.8 ; 85.8 ; 124.5 ; 44.2 ;
 22.8 ; 19.9 ; 17 ; 17.1 ;

Año: 20
 14.9 ; 21.3 ; 33 ; 43.1 ; 83.2 ;
 59.1 ; 173.2 ; 116.4 ; 53.1 ;
 27.8 ; 28.2 ; 23.3 ;

Año: 21
 17.6 ; 14.9 ; 15 ; 13.8 ; 45.7 ;
 128.7 ; 97.3 ; 35.6 ; 17.3 ;
 13.7 ; 16.8 ; 14.7 ;

Año: 22
 17 ; 15.2 ; 23.9 ; 31.7 ; 62.9 ;
 154.8 ; 61.2 ; 26.9 ; 20.1 ;
 15 ; 13.3 ; 10.4 ;

Año: 23
 11.6 ; 11.6 ; 23.3 ; 32.9 ;
 49.2 ; 180.5 ; 85.6 ; 41.2 ;
 22.9 ; 17.7 ; 13.9 ; 13.7 ;

Año: 24
 13.5 ; 16.4 ; 33.2 ; 52.4 ;
 91.3 ; 134.4 ; 49.9 ; 29.7 ;
 18.1 ; 12.8 ; 11.4 ; 9.9 ;

Año: 25
 8.9 ; 10.8 ; 6.8 ; 18 ; 36.8 ;
 29.5 ; 115.2 ; 42.3 ; 29.6 ;
 19.3 ; 17.2 ; 15.1 ;

Año: 26
 12.8 ; 15.5 ; 17.7 ; 14.1 ;
 72.3 ; 74.2 ; 8 ; 18.6 ; 11.5 ;
 14 ; 13.5 ; 13.1 ;

Año: 27
 11.7 ; 10.8 ; 7.7 ; 47.5 ;
 84.2 ; 84.1 ; 32.3 ; 20.9 ;
 12.7 ; 14.3 ; 11 ; 9.7 ;

Tabla N°9 continuación

continuación

continuación

Año: 28	9.7 ; 10.5 ; 19.2 ; 49.6 ; 104
	91.2 ; 26.4 ; 43.5 ; 25.8 ;
	16.5 ; 15.9 ; 12.8 ;
Año: 29	12.6 ; 14.3 ; 19 ; 30.1 ;
	128.3 ; 315.4 ; 353.4 ; 103 ;
	40.5 ; 25.2 ; 18.5 ; 14.2 ;
Año: 30	14 ; 15.3 ; 30.9 ; 40.4 ; 85.9
	85.1 ; 8 ; 17.6 ; 15.2 ; 17.6
	15.6 ; 19.4 ;
Año: 31	17.2 ; 15.6 ; 19.7 ; 33.1 ;
	55.5 ; 351 ; 174.5 ; 57.7 ;
	29.6 ; 19.3 ; 17.8 ; 15.2 ;
Año: 32	17.1 ; 16.5 ; 19.1 ; 42.6 ;
	87.6 ; 75.6 ; 107.9 ; 42.1 ;
	19.8 ; 14.9 ; 12 ; 12 ;
Año: 33	10.8 ; 11.1 ; 13.7 ; 22.3 ;
	40.4 ; 96.4 ; 285.9 ; 62.8 ;
	27.7 ; 22.7 ; 21.1 ; 18.3 ;
Año: 34	16.9 ; 13.9 ; 16 ; 51.3 ; 93.6
	101 ; 47.4 ; 22.8 ; 13.7 ;
	13.2 ; 11.2 ; 10.1 ;
Año: 35	8.6 ; 9 ; 8 ; 7.2 ; 40.2 ;
	67.9 ; 8 ; 58.2 ; 35.4 ; 24.8 ;
	18 ; 14.4 ;
Año: 36	15.5 ; 19.2 ; 34.8 ; 34.5 ;
	52.4 ; 83.3 ; 21.7 ; 26.6 ;
	14.7 ; 15.9 ; 14.1 ; 14.7 ;
Año: 37	13.4 ; 17.5 ; 25.7 ; 40.9 ;
	131.4 ; 318 ; 191.9 ; 49.3 ;
	24.2 ; 22.3 ; 17.4 ; 15.8 ;
Año: 38	13.7 ; 14.7 ; 31.4 ; 34.3 ;
	73.6 ; 87.9 ; 8 ; 23.4 ; 12 ;
	13.7 ; 14.2 ; 14.4 ;
Año: 39	12.2 ; 11.9 ; 19.8 ; 17.4 ;
	51.9 ; 43.1 ; 8.8 ; 39.5 ;
	24.1 ; 22.4 ; 19.7 ; 15 ;
Año: 40	15.2 ; 12.6 ; 18.3 ; 30.2 ;
	61.8 ; 57.4 ; 111.9 ; 40.1 ;
	21 ; 16.6 ; 15.4 ; 14.8 ;
Año: 41	14.3 ; 16.3 ; 31.8 ; 34.4 ; 84.5
	339.6 ; 109.7 ; 37.9 ; 19.6 ;
	16.3 ; 14.7 ; 12.9 ;
Año: 42	11.7 ; 12.2 ; 10.9 ; 26.8 ;
	41.1 ; 31.3 ; 151.4 ; 40.8 ;
	18.1 ; 15.6 ; 13.5 ; 11.9 ;

Año: 13	14.2 ; 15.2 ; 40.2 ; 80.2
	113.9 ; 174.7 ; 47 ; 27.8 ;
	16 ; 14.3 ; 12.6 ;
Año: 44	11.8 ; 13.6 ; 16.5 ; 55.1 ;
	107 ; 80 ; 36.7 ; 26.2 ; 26.1 ;
	17.1 ; 14.3 ; 13.1 ;
Año: 45	14.8 ; 19.9 ; 31.5 ; 36.1 ;
	73.9 ; 76.1 ; 140.8 ; 66.9 ;
	30.3 ; 22 ; 23.9 ; 20.7 ;
Año: 46	17.8 ; 16.5 ; 30.8 ; 35.7 ;
	54.7 ; 45.8 ; 28.9 ; 23.6 ; 24
	18.2 ; 21.2 ; 17.6 ;
Año: 47	15.2 ; 14.5 ; 18.7 ; 45.2 ;
	77.4 ; 88.4 ; 80.4 ; 48 ; 22 ;
	18.8 ; 15.8 ; 13.3 ;
Año: 48	12.2 ; 11.5 ; 24.5 ; 25.6 ; 49
	94.5 ; 41.2 ; 33.6 ; 18.3 ;
	13 ; 10 ; 10.8 ;
Año: 49	11.5 ; 10.8 ; 16.1 ; 26.5 ;
	144.7 ; 149.9 ; 83.9 ; 76.6 ;
	33.4 ; 23.1 ; 17.8 ; 17 ;
Año: 50	17.6 ; 19.9 ; 29.8 ; 35.3 ; 90
	245.6 ; 133 ; 66.6 ; 40.2 ;
	21.9 ; 21.8 ; 17.9 ;
Año: 51	14.3 ; 14.3 ; 15.1 ; 20.3 ;
	38.3 ; 38.5 ; 8 ; 19.7 ; 22.5 ;
	21.8 ; 16.5 ; 15 ;
Año: 52	15.1 ; 13.2 ; 16 ; 19 ; 45 ;
	131.1 ; 118.3 ; 32.1 ; 18.1 ;
	15 ; 11.8 ; 9.7 ;
Año: 53	9.7 ; 11.3 ; 16 ; 20 ; 47.1 ;
	92.8 ; 56.7 ; 27.8 ; 14.8 ;
	16.7 ; 13.7 ; 12.3 ;
Año: 54	13.1 ; 12.9 ; 17.4 ; 21.6 ;
	44.7 ; 162.7 ; 182.3 ; 49.7 ;
	23.7 ; 16.3 ; 15.9 ; 14.2 ;
Año: 55	12.8 ; 12 ; 17.2 ; 14.3 ; 41.9
	48.3 ; 84.9 ; 51.2 ; 32.3 ;
	28.1 ; 16.2 ; 16.2 ;
Año: 56	14.9 ; 16 ; 26.2 ; 52.3 ; 85.4
	123.6 ; 26.4 ; 18.1 ; 10 ;
	41.3 ; 10.6 ; 10.9 ;
Año: 57	11.4 ; 15.5 ; 29.7
	104 ; 84.1 ; 103.4 ; 41.4 ;
	15.1 ; 19.5 ; 16.8 ; 15.2 ;

Tabla N°9 continuación

Año 58	Año 73
11.8 ; 17.2 ; 32.7 ; 36.5 ;	15.5 ; 15.7 ; 15.9 ; 68 ;
73.4 ; 89.4 ; 126.5 ; 55.7 ;	123.2 ; 139.5 ; 8 ; 15.6 ;
21.3 ; 20.6 ; 16.3 ; 13.3 ;	10.7 ; 12.2 ; 12.2 ; 10.9 ;
Año 59	Año 74
14 ; 14.6 ; 31.5 ; 30 ; 57.1 ;	11.4 ; 11.2 ; 11.5 ; 29.7 ;
85.1 ; 131.3 ; 61.1 ; 23.2 ;	53.1 ; 50.5 ; 8 ; 21.6 ; 16.1 ;
15.7 ; 15.3 ; 14.5 ;	20.1 ; 15.6 ; 17.3 ;
Año 60	Año 75
13.5 ; 13.6 ; 22 ; 27 ; 41.1 ;	13.9 ; 14.6 ; 11.2 ; 14.8 ;
31.6 ; 27.4 ; 29.6 ; 15.9 ;	96.8 ; 83.3 ; 216.9 ; 62.4 ;
12.8 ; 11.3 ; 9.8 ;	26.2 ; 16.5 ; 16.5 ; 15.5 ;
Año 61	Año 76
9.9 ; 11.6 ; 19.5 ; 24 ; 47.4 ;	15.7 ; 18.3 ; 30.1 ; 47.8 ;
61.4 ; 15.6 ; 25.8 ; 17.5 ;	74.4 ; 69.9 ; 39.9 ; 33.5 ;
15.7 ; 19.9 ; 15.3 ;	16.5 ; 14.5 ; 14.5 ; 12.2 ;
Año 62	Año 77
12.2 ; 15.9 ; 46.7 ; 49.8 ;	10.8 ; 12.3 ; 12.5 ; 57.5 ;
111.4 ; 140.9 ; 82.5 ; 43.3 ;	127.6 ; 189.5 ; 252.8 ; 74.5 ;
26.7 ; 16 ; 12.7 ; 13.6 ;	39.9 ; 26.2 ; 23 ; 17.6 ;
Año 63	Año 78
11.6 ; 13.1 ; 11 ; 12.8 ; 58.7	12.8 ; 14.3 ; 19.8 ; 29.4 ;
67.7 ; 55.6 ; 22.8 ; 20.2 ;	63.5 ; 66.7 ; 61.9 ; 41.3 ;
16.1 ; 12 ; 10.7 ;	20.8 ; 20.8 ; 16.4 ; 14.6 ;
Año 64	Año 79
10.7 ; 11.9 ; 11.4 ; 6.7 ;	13.4 ; 13.2 ; 15.7 ; 35.2 ; 63
16.7 ; 78.7 ; 43.4 ; 27 ; 16.4	55.9 ; 10.9 ; 27.7 ; 14.4 ;
16.1 ; 13.4 ; 12.2 ;	11.9 ; 13.3 ; 12.6 ;
Año 65	Año 80
11.8 ; 16.4 ; 30.8 ; 41 ; 78.2	12.8 ; 13.3 ; 19.8 ; 14 ; 41.1
108.9 ; 49.3 ; 21.8 ; 15.5 ;	43.7 ; 102.4 ; 51.7 ; 26.2 ;
20.5 ; 25.5 ; 19.2 ;	18.5 ; 18.8 ; 16.1 ;
Año 66	Año 81
17.6 ; 14.8 ; 15.5 ; 26.9 ;	14.3 ; 12.3 ; 17.2 ; 30.2 ;
49.5 ; 47.9 ; 16.5 ; 24.9 ;	60.1 ; 87.6 ; 8 ; 20.8 ; 10.7 ;
14.7 ; 14.5 ; 12.3 ; 11.7 ;	10.7 ; 9.5 ; 8.9 ;
Año 67	Año 82
15.2 ; 13.8 ; 15.4 ; 25.8 ; 65	9.3 ; 11.3 ; 12.9 ; 14 ; 57.5 ;
134.3 ; 85.9 ; 30.6 ; 16.6 ;	57.1 ; 8.3 ; 27.1 ; 18.4 ; 14 ;
18.2 ; 14.4 ; 12.2 ;	12.7 ; 11.4 ;
Año 68	Año 83
13.1 ; 15.2 ; 22.4 ; 17.9 ;	12.1 ; 11.8 ; 20.7 ; 30 ; 46.7
29.4 ; 22 ; 23.8 ; 23.9 ; 24 ;	42.8 ; 8 ; 21 ; 13 ; 15 ;
16.8 ; 14.1 ; 15.5 ;	13.1 ; 11.3 ;
Año 69	Año 84
11.7 ; 14.4 ; 16.8 ; 31.4 ;	9.3 ; 9.8 ; 7 ; 20.3 ; 34.7 ;
429.5 ; 377.2 ; 205.6 ; 51.5 ;	67.2 ; 57.9 ; 28.8 ; 14.8 ;
34.9 ; 22.1 ; 17.1 ; 14 ;	14.6 ; 15 ; 13.1 ;
Año 70	Año 85
13.8 ; 13.2 ; 10.5 ; 19.4 ;	15.3 ; 23.8 ; 36.5 ; 31.8 ;
35.5 ; 100.1 ; 39.1 ; 47.8 ;	68.6 ; 196.4 ; 135.8 ; 78.6 ;
20.2 ; 16.8 ; 14.8 ; 13.2 ;	28.4 ; 18 ; 13.7 ; 11.8 ;
Año 71	Año 86
10.2 ; 9.1 ; 8.4 ; 7.7 ; 34.8 ;	10.1 ; 12.2 ; 29.8 ; 27.9 ;
41.2 ; 29.1 ; 23.3 ; 18.3 ; 14	60.8 ; 56.8 ; 61.4 ; 35.4 ;
13.5 ; 11.4 ;	18.2 ; 17.6 ; 15.8 ; 14.3 ;
Año 72	Año 87
11.2 ; 9.8 ; 11.9 ; 18 ; 42.7 ;	15.6 ; 14 ; 29.8 ; 67.5 ;
107.9 ; 228.3 ; 61.6 ; 21.9 ;	114.9 ; 87.2 ; 8 ; 20.2 ; 12.4
16.9 ; 16.5 ; 16.5 ;	12.7 ; 10.7 ; 11.4

Tabla N°9 continuación.

12.1 ; 11.8 ; 19.7 ; 30.4 ;
 55.5 ; 204.7 ; 85.3 ; 29.8 ;
 22 ; 20.6 ; 20.4 ; 17.3 ;

Año: 89
 13.6 ; 13 ; 9.9 ; 23.6 ; 39.6 ;
 27.3 ; 6.2 ; 38.3 ; 19 ; 14.4 ;
 16.9 ; 18.7 ;

Año: 90
 15.5 ; 15 ; 34.9 ; 36.8 ; 99.3 ;
 85.5 ; 17.4 ; 28 ; 13.1 ;
 17.1 ; 12.9 ; 13 ;

Año: 91
 12.7 ; 12.5 ; 25.8 ; 41.9 ;
 70.8 ; 220.3 ; 215.1 ; 62.9 ;
 28 ; 19.9 ; 16.1 ; 17.4 ;

Año: 92
 16.6 ; 16.1 ; 22.3 ; 41.5 ;
 70.9 ; 84.8 ; 108.5 ; 40.5 ;
 23.3 ; 17.4 ; 16.1 ; 15.8 ;

Año: 93
 13.4 ; 17 ; 20.5 ; 22.5 ; 46.4 ;
 42.7 ; 51.8 ; 39.5 ; 21.5 ;
 16.7 ; 15.2 ; 13.5 ;

Año: 94
 13.4 ; 12.6 ; 20.9 ; 30.7 ;
 45.7 ; 76.4 ; 8 ; 30.9 ; 18.6 ;
 17 ; 14.4 ; 12.8 ;

Año: 95
 10.1 ; 11.5 ; 12.1 ; 23 ; 73.6 ;
 141.1 ; 146 ; 75.9 ; 29.9 ;
 19.5 ; 17.9 ; 16.6 ;

Año: 96
 14.2 ; 14.9 ; 21.2 ; 26.5 ;
 59.5 ; 69.7 ; 39.2 ; 26.7 ;
 18.6 ; 21.9 ; 15.9 ; 14.2 ;

Año: 97
 13.5 ; 11 ; 12.4 ; 24.1 ;
 122.4 ; 105.3 ; 39.6 ; 24.3 ;
 15.6 ; 15.3 ; 12.2 ; 11.7 ;

Año: 98
 10.8 ; 10.2 ; 13.4 ; 14.5 ;
 26.3 ; 272.6 ; 229.7 ; 80.2 ;
 32 ; 18.8 ; 16.1 ; 13.6 ;

Año: 99
 14.6 ; 13.9 ; 25.9 ; 43.5 ;
 121.6 ; 138.3 ; 119.9 ; 39 ;
 44.9 ; 27.7 ; 19.6 ; 15.7 ;

Año: 100
 15.3 ; 14.6 ; 13.6 ; 34.6 ;
 59.2 ; 67.4 ; 109.2 ; 33.8 ;
 15.6 ; 17 ; 13.9 ; 12.7 ;
 fin. generacion sintetica

I - c.- Cartografía Básica

Se recopiló cartografía básica de fotointerpretación, a escala 1:20.000 elaborada por la Dirección General Agropecuaria, planos topográficos escala 1:10.000, confeccionados por TOPONOA, planos de suelo escala 1:20.000 realizados por TECNOAGRO y planos catastrales escala 1:20.000 elaborados por el C.F.I.

I-d.- SUELOS.

Id₁ - ANTECEDENTES.

Uno de los aspectos fundamentales a tener presente en esta etapa del Desarrollo del Río Juramento, es el referido a los SUELOS.

Para ser analizado en este Proyecto, se dispone de un estudio de Suelos ejecutado por la Consultora TECNOAGRO S.R.L., entre el mes de julio de 1979 y agosto de 1980. Dicho estudio es utilizado como herramienta básica para definir los parámetros necesarios a efectos del Proyecto de canal.

El área estudiada cubre aproximadamente 70.000 Ha. ubicadas en / ambas márgenes del Río Juramento, Provincia de Salta, desde el emplazamiento del dique "EL TUNAL" hasta el límite con la provincia de Santiago del / Estero.

El marcado interés que posee la Provincia de Salta en suministrar riego al Lote Fiscal N° 27 en Tolloche, hace necesario conocer el aspecto suelo en esta área; para tal fin se cuenta con un estudio a nivel de Reconocimiento realizado por la Dirección General Agropecuaria de la Pcia. de Salta.-

Id₂ - APTITUD PARA RIEGO Y CONSTANTES HIDRICOS.

El objetivo que persigue la inclusión del aspecto suelo en la reformulación del Proyecto de Canal Matriz apunta a lograr el conocimiento / de los mismos en cuanto a clases y aptitud para riego.

Para el área que abarca la franja definida en ambas márgenes del río Juramento, el estudio realizado por TECNOAGRO S.R.L. define 31 series de suelo y 33 fases, las cuales se resumen en las planillas que se adjuntan como anexo y que muestran los aspecto más relevantes de los suelos del área.

Es necesario destacar, que para cada serie de suelo se calculó / la Capacidad de Almacenaje de Agua Util y Lámina de Reposición; que para esta primera etapa del Proyecto tiene carácter orientativo previéndose mayor detalle para la etapa del Proyecto de la red de riego.

Los parámetros básicos para el cálculo, fueron obtenidos como se

///...

///...

indica a continuación:

- La Capacidad de Almacenaje Definida a partir de los valores de Humedad Equivalente determinada en laboratorio para los perfiles tipos de cada serie y/o fase de suelo.

- El Punto de Marchitez Permanente definido a través de la siguiente relación matemática teórica:

$$PM = \frac{He}{1.84}$$

donde:

PM : Punto de Marchitez

He : Humedad Equivalente

1,84 : constante

- La profundidad media útil de acuerdo con el cultivo y tipo de suelo.

- La densidad aparente determinada por las tablas propuestas por ISRAELSEN y HANSEN, basadas en las clases texturales de suelo.

- La lámina de Reposición a partir de la Capacidad de Almacenaje de Agua / Util y un Umbral de Riego equivalente al 50% de la Capacidad de Agua Util

Sobre la base de los elementos mencionados anteriormente, se trabajó en la confección de un cuadro resumen que permitió el agrupamiento de / suelos en clases, acorde con la capacidad de Almacenaje de Agua Util.

<u>Clases de suelo</u>	<u>Capacidad de Almacenaje de Agua Util</u> <u>en mm. de láminas</u>
A	de 100 mm.
B	70 100 mm.
C	de 70 mm.

El cuadro N° II a 14 muestra los valores mencionados anteriormente para cada complejo o asociación y la superficie en Has. que ocupan.

CUADRO II. a 14

CLASE	COMPLEJO O ASOCIACION	CAPACIDAD DE ALMACENAJE DE AGUA UTIL (mm)	SUPERFICIE TOTAL (Ha)	OBSERVACIONES
A	Ce	129	534	
	Cha 2	101	627	
	Cho 2	124	89	
	Cho 3	138	161	
	Cho 4	100	425	
	ET 1	152	328	
	ET 2	100	155	
	ET 3	100	160	
	EV 1	122	784	
	EV 2	141	1019	
	Ga 1	120	225	
	Ga 2	160	325	
	Ga 3	153	1585	
	Ga 4	120	78	
	Ga 5	168	71	
	Ga 6	151	347	
	JVG 1	107	495	
	JVG 2	100	270	
	JVG 3	114	1001	
	JVG 4	113	4679	
	JVG 6	121	284	
	JVG 7	120	494	
	JVG 8	100	284	
	JVG 9	100	195	
	JVG 10	100	434	
	JVG 11	100	1136	
	JVG 12	100	386	
	LB	150	1547	
	Ma 1	133	2644	
	Ma 2	146	170	
	Ma 3	120	1429	
	Ma 4	133	498	
	Ma 5	123	1042	
	Ma 6	120	48	
	Or 1	144	499	
	Or 2	142	3	
	Or 3	186	1009	
	Que 1	161	4021	
	Que 2	151	3869	
	Que 3	144	388	
Que 4	152	782		
SS	151	2691		
Sz	144	852		
Ta	120	390		
Tvl	102	2532		
		PROMEDIO	SUMA	
		128 mm.	40.985 Has.	

CLASE	COMPLEJO O ASOCIACION	CAPACIDAD DE ALMACENAJE DE AGUA UTIL (mm)	SUPERFICIE TOTAL (Ha)	OBSERVACIONES
B	Al 1	70	670	
	CC	79	286	
	CO	98	1548	
	Cha 1	99	372	
	Cho 1	96	596	
	EA 1	78	1256	
	EA 2	70	260	
	EA 3	72	542	
	EA 4	73	2549	
	EA 6	80	284	
	EA 6	70	246	
	EP 2	70	2524	
	EP 3	80	368	
	JVG 5	90	2728	
	LT	82	2720	
	SU 1	87	1541	
	SU 2	96	3188	
TU 2	96	2526		
Va	95	465		
Vi	95	405		
		PROMEDIO 84 mm.	SUMA 25.074 Has	
C	Al 2	56	350	
	EA 5	60	267	
		PROMEDIO 58 mm.	SUMA 617 Has.	SUBTOTAL DE COMPLEJOS CLASES A+B+C = = 66.676 Has.
COM- PLEJOS INDETER- MINADOS	CIA	-	133	
	M	-	283	
	RM	-	1750	
	W	-	4	
	Area Inundada	-	1144	
			SUMA 3.314 Has.	

I - e.

CATASTRO DE RIEGO Y CONCESIONES

En lo referente al estudio de catastro de riego y concesiones entre el Tunal y el Límite con Stgo. del Estero, se cuenta con el estudio / realizado por el C.F.I. en colaboración con el Dpto. Riego de la A.G.A.S.- año 1980, en el que se elaboró la información registrada en los Padrones / de Riego, actualizando en campaña los datos de propietarios y superficies registradas y no registradas referidas al riego, con lo que se confeccionaron 8 (ocho) planos catastrales Esc. 1:20.000 que cubren todo el área des de El Tunal hasta el Límite con Stgo. del Estero, en donde se indican: ubicación de cada propiedad, N° de catastro, N° de parcela, N° de expediente de riego y superficie con concesión de riego según su tipo.

Del análisis de las concesiones se elaboró una serie de 16 planillas en donde se volcaron, tanto para margen derecha (Dpto. Metán) como para margen izquierda del río Juramento (Dpto. Anta), los datos obtenidos referentes a la propiedad y a su uso para riego: nombre del titular, N° de / catastro, superficie de la parcela según título o plano y según catastro o cálculo; valuación fiscal/1980, nombre del usuario registrado y actual, superficies bajo riego con concesión permanente y a perpetuidad, temporal, eventual, permiso precario, sin permiso, superficie total y % S/superficie de la parcela, superficie del área desmontada y % s/superficie de la parcela.

En resumen, se tiene hasta 1980:

a) Margen izquierda - Dpto. Anta : 171 concesiones p/riego.

Concesión permanente y a perpetuidad : 4.001,44 Has.

" temporal eventual : 3.031,60 "

Permiso precario : 1.740,00 "

No registrada, sin permiso : 3.126,50 "

Sup. bajo riego total : 11.899,54 "

Sup. desmontada: 20.049,64 "

b) Margen derecha - Dpto. Metán: 144 concesiones p/riego.

Concesión permanente y a perpetuidad: 1.846,295 Has.

///...



///...

Concesión temporal eventual :	1.910,00 Has.
Permiso precario:Z	270,00 "
No registrada, sin permiso :	<u>2.144,32 "</u>
Sup. bajo riego, total :	6.170,615 "
Sup. desmontada :	8.252,60 "

Estos datos actualizados a 1985, según información registrada en el Dpto. Riego de la A.G.A.S.:

a) Margen Izquierda - Dpto. Anta:

Concesiones Permanente y a Perpetuidad:	6.074	Has.
" Temporal Eventual	2.338	"
Permisos precarios :	<u>4.868</u>	"
Total bajo riego registrada:	13.280	"

b) Margen Derecha - Dpto. Metán:

Concesiones Permanente y a Perpetuidad:	1.996,8042	Has.
" Temporal Eventual :	1.698,0000	"
Permisos precarios :	<u>520,0000</u>	"
Total bajo riego registrada:	4.214,8042	"

En base a estos antecedentes, a los caudales disponibles que surjan del estudio hidrológico, a los suelos y al plano catastral, surgirán / las recomendaciones referidas a la política a seguir respecto de las nuevas concesiones de riego para ambas márgenes del río.

///...

P.P.	T.E.	P.Pr	S/Per.	TOT.	DESMONTE
645,90	2.010,00	700,00	497,00	3.852,90	5.144,90
336,50	0,00	140,00	278,00	754,50	1.296,00
567,30	335,70	0,00	138,00	1.041,00	1.629,00
599,60	11,90	0,00	880,00	1.491,50	1.987,00
160,00	150,00	420,00	420,00	1.150,00	2.192,00
637,70	1.741,00	300,00	480,00	3.158,70	4.103,00
325,00	78,00	180,00	223,00	806,00	1.286,00
603,80	655,00	0,00	107,00	1.365,80	2.080,10
25,64	0,00	0,00	0,00	25,64	25,64
4,001,44	5.031,60	1.740,00	3.126,50	13.899,54	20.049,64
Margen Izquierda - Dpto. Anta - Año 1.980					
356,295	0,00	0,00	458,32	814,615	1.145,60
419,00	100,00	0,00	223,00	742,00	886,00
346,00	360,00	100,00	382,00	1.188,00	1.895,00
293,00	130,00	100,00	742,00	1.265,00	1.425,00
432,00	1.320,00	70,00	339,00	2.161,00	2.831,00
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	70,00
1.846,295	1.910,00	270,00	2.144,32	6.170,615	8.252,60
Margen Derecha - Dpto. Metán - Año 1.980					

Con el objeto de disponer de una planialtimetría con curvas de nivel cada 1,50 m. de la zona en estudio, a fin de obtener información básica suficiente para planificar la red de riego y proyectar nuevas áreas de desarrollo agrícola, se contrató en 1980, vía C.F.I., los estudios topográficos de la zona bajo riego a ambas márgenes del Río Juramento, comprendido entre El Tunal y el Límite con Stgo. del Estero, cubriéndose una superficie aproximada de 70.000 Has. Este trabajo fue realizado por la consultora TOPONOA conforme a las pautas dadas por la Provincia e inspeccionado en forma conjunta por el C.F.I., Proyecto NOA Hídrico, y la Provincia de Salta, a través de la A.G.A.S.

El estudio mencionado consistió en la ejecución de una poligonal planialtimétrica básica envolvente del área, vinculada a la red de puntos trigonométricos y de puntos fijos del I.G.M.; a la misma se vinculó una serie de poligonales planialtimétricas secundarios a partir de las cuales se ejecutaron las poligonales de relleno, obteniéndose para la finalidad del relevamiento una cantidad de puntos planialtimétricos ubicados más o menos uniformemente a razón de un punto cada 4 Has.

Para su ejecución se han utilizado equipos de precisión como distanciómetros electro-ópticos, teodolitos de segundo y niveles automáticos y de burbuja; aplicándose una metodología acorde a este tipo de levantamiento y con una precisión acorde a las exigencias contractuales.

A partir de los relevamientos efectuados, se han elaborado en sus dibujos definitivos las siguientes láminas planialtimétricas:

- 1) Planimetría General del área a escala 1:100.000 - Plano PD-1 - Cantidad 1 hoja.
- 2) Planialtimetrías a escala 1:10.000 con curvas de nivel e:1,50 m. Planos CN1, CN2, CN3, CN4, CN5, CN6, CN7, CN8, CN9, CN10, CN11, CN12, CN13, CN14, CN15, CN16, CN17, CN18, CN19, CN20, CN21, CN22 y CN23 - Cantidad: 23 hojas
- 3) Planos acotados a escala 1:10.000 - Planos PAD1, PAD2, PAD3, PAD4, /

///...

///...

PAD5, PAD6, PAD7, PAD8, PAD9, PAD10, PAD11, PAD12, PAD13, PAD14, PAD15,
PAD16, PAD17, PAD18, PAD19, PAD20, PAD21 - Cantidad: 21 hojas.

4) Planimetría de detalle de Zanjonés:

- a) Río Muerto: PD2, PD3, PD4, PD5 y PD6.
- b) Arroyo Boquerón y Zanja Matorras: PD8.
- c) Zanjón de Olleros: PD7.

Cantidad: 7 hojas.

A continuación se transcribe el resumen de los trabajos realizados por TOPONOA de su Informe Técnico - Tomo 1.

- DETALLE Y COMPUTO DE LOS TRABAJOS REALIZADOS.

1.- POLIGONAL BASICA - CANTIDAD DE KILOMETROS RELEVADOS

Zona I:	101.693,90 mts.	=	101,69 kms.
Zona II:	95.707,64 "	=	95,71 "
Zona III:	53.731,09 "	=	251,13 "

2.- POLIGONAL BASICA - CANTIDAD DE MOJONES DE H° A°.

Cantidad de mojones 148

3.- POLIGONALES SECUNDARIAS - CANTIDAD DE POLIGONALES RELEVADAS.

Zona I:	13
Zona II:	13
Zona III:	7
Cantidad total:	33

4.- POLIGONALES SECUNDARIAS - CANTIDAD DE KILOMETROS RELEVADOS.

Zona I:	136,7 Km.
Zona II:	238,2 "
Zona III:	79,1 "
Total relevado:	454,0 "

5.- POLIGONALES SECUNDARIAS - CANTIDAD DE MOJONES DE H° A° COLOCADOS.

Zona I:	57 mojones
Zona II:	84 mojones
Zona III:	15 mojones
Cantidad total:	156 mojones

///....

///....

6.- POLIGONALES SECUNDARIAS - CANTIDAD DE VERTICES DE MADERA COLOCADOS.

Zona I:	77	estacones
Zona II:	156	"
Zona III:	42	"
Cantidad Total:	275	"

7.- POLIGONALES SECUNDARIAS - CANTIDAD DE ESTACAS COLOCADAS.

Zona I:	549	estacas de línea
Zona II:	951	" " "
Zona III:	351	" " "
Area Total:	1.851	" " "

8.- POLIGONALES DE RELLENO - CANTIDAD RELEVADA.

Zona I:	94	poligonales
Zona II:	256	"
Zona III:	99	"

9.- POLIGONALES DE RELLENO - CANTIDAD DE KILOMETROS RELEVADOS.

Zona I:	281	kilómetros
Zona II:	654	"
Zona III:	287	"
Cantidad Total	1.222	"

10.- POLIGONALES DE RELLENO - CANTIDAD DE ESTACAS COLOCADAS.

Zona I:	1.453	estacas
Zona II:	3.291	"
Zona III:	1.455	"
Cantidad Total:	6.199	"

11.- PERFILES EFECTUADOS:

11.1. En las poligonales de relleno

Zona I:	1.436	perfiles de 200 m. a cada lado del eje
Zona II:	3.196	" " " " "
Zona III:	1.394	" " " " "
Cantidad total:	6.026	" " " " "

11.2. En la Poligonal Básica

Cantidad total de perfiles : 359.

///....

///...

12.- CANTIDAD DE PUNTOS ACOTADOS LEVANTADOS

a) En la Poligonal Básica

Cantidad total: 3.672 puntos

b) En las poligonales secundarias

Zona I: 683 puntos

Zona II: 1.198 "

Zona III: 408 "

Cantidad total: 2.289 "

c) En las poligonales de relleno

Zona I: 4.325 puntos

Zona II: 9.683 "

Zona III: 4.243 "

Cantidad total: 18.251 "

Cantidad de puntos acotados

levantados en el Area General: 24.212 puntos.

- TIPOS DE MEDICIONES

1.- METODO EMPLEADO EN LAS MEDICIONES LINEALES Y ANGULARES.

1.1. Distancias mínimas de los lados poligonales

En la totalidad de las poligonaciones: 250 m.

1.2. Excentricidad entre estación y señal

Poligonales básicas: Centración forzosa con plomada óptica, aparato y señal.

Poligonales secundarias: Plomada simple aparato sobre mojón señal.

Máximo error suma entre mal estac. aparato y mala ubicación señal: 0,05m

Poligonales de Relleno: Idem que las poligonales secundarias.

1.3. Método empleado en la lectura de los ángulos

Poligonales básicas: Bessel doble reiteración

Poligonales secundarias: Directa Bessel

Poligonales de relleno: Directa Bessel

1.4. Apreciación de las mediciones angulares

Poligonales básicas: 1"

///...

///...

Poligonales secundarias: 10"

Poligonales de relleno: 20"

1.5. Discrepancia admisible entre reiteraciones

Poligonales básicas: 7"

Poligonales secundarias: 15"

Poligonales de relleno: 30"

1.6. Método aplicado en la medición de distancias

Poligonales básicas: Directa y recíproca con control

Poligonales secundarias: A cinta de medición

Poligonales de relleno: A cinta

Perfiles: Estadimetría

2.- METODO EMPLEADO EN LAS MEDICIONES ALTIMETRICAS

2.1. Método de nivelación geométrica compuesta

Poligonal básica: Nivelación cerrada ida y vuelta

Poligonales secundarias: Nivelación cerrada ida y vuelta

Poligonales de relleno: Nivelación cerrada en ida

Perfiles transversales: Nivelación simple (un solo golpe de nivel)

2.2. Longitud máxima de los tramos de niveladas

Poligonal básica: 80 metros

Poligonales secundarias: 100 "

Poligonales de relleno: 100 "

Perfiles transversales: 200 "

2.3. Miras

a) Apoyos

Poligonal básica: Zapos con anclajes

Poligonales secundarias: Sobre estacas

Poligonales de relleno: Sobre estacas

b) Verticalización

Poligonal básica: Con nivel esférico

Poligonales secundarias: Directa

Poligonales de relleno: Directa

Perfiles transversales: Directa

///...

///...

2.4. Bisección y apreciación

Poligonal básica;	tres hilos al mm. de ida hilo medio a mm. de vuelta
Poligonales secundarias;	hilo medio al mm. en ida y vuelta
Poligonales de relleno;	hilo medio
Perfiles transversales;	Media división.

3.- VINCULACIONES

3.1. PLANIMETRICA - SISTEMA GAUSS KRUGER

Logradas las monografías de los 6 puntos fijos del IGM existentes en la zona N° 41-423/424/425/426/427/428 se comprobó que sólo dos de ellos poseen pilar de azimut, indispensable para el relacionamiento y vinculación necesarios a los efectos del trabajo.

Ellos son el punto P.T. N° 4-8-427 "El Quebrachal" y el P.T. N° 4-1-424 "El Bordo", a los que se efectuó el relacionamiento y vinculación a los puntos fijos de la Poligonal Básica N° 59 y 103 respectivamente (lados 59-60 y 103-103A), y a los que se les dio coordenadas IGM y que sirvieron de origen y comprobación a los efectos del cálculo y la compensación de la totalidad de la poligonal del Area General.

Los datos obtenidos en el relevamiento de las poligonales básicas de las zonas I, II y III fueron procesados por medio de una Computadora IEM (ver punto "Elaboración de Gabinete-Programa PLIG" Capítulo 6) y con el origen dado de coordenadas IGM se calculó y compensó la totalidad de las coordenadas definitivas IGM de todos los mojones de la Poligonal Básica de toda el área.

Con el mismo programa PLIG, y partiendo de un mojón de la Poligonal Básica y cerrando en otro, se calcularon las coordenadas definitivas Gauss-Krüger de la totalidad de los vértices y azimutes de los lados de cada una de las poligonales secundarias, valiéndose de los datos / obtenidos en los relevamientos de campo.-

3.2. ALTIMETRICA

La nivelación geométrica realizada se vinculó a los puntos fijos de / la obra de presa de "El Tunal" en ejecución, denominados en la documen

///...

tación de proyecto como Punto Fijo (0,0) con cota 491,960 y Punto Fijo MTL ó MR100 con cota 461,820.

11
12
13
14

15
16
17
18
19
20

21
22
23
24

En el "Estado Preliminar para el Aprovechamiento de los Recursos Hídricos de la Cuenca del Río Pasaje-Juramento-Salado" -1977, realizado / por el C.F.I. se analizan algunos aspectos del riego de la zona entre El / Tunal y el Límite con Stgo. del Estero; luego en 1980 el C.F.I. encarga a TOPONOA el relevamiento topográfico de las tomas existentes a efectos de volcar las mismas en la planialtimetría que esta consultora estaba realizando para el área de riego del río Juramento-Salta-

En base a estos antecedentes se tiene que: el riego en la zona en estudio es efectuado a través de tomas precarias sobre el río 51 en margen izquierda y 49 en margen derecha, (registradas a 1981 por TOPONOA), las que entregan variados caudales a sus respectivos canales de tierra, conformando una red de riego tipo espina de pescado, rudimentaria y precaria con bajos niveles de eficiencia de conducción y distribución.

A partir de principios de siglo comenzó a desarrollarse significativamente el riego en distintos lugares a ambos márgenes del río correspondiéndose con los sectores más accesibles. La paulatina ampliación de cada sector regado trajo aparejada la necesidad de dotaciones mayores de agua lo que se solucionó no solo con la ampliación de la sección del canal y el mejoramiento de la captación, sino muy frecuentemente con la construcción de un nuevo canal.

El variable escurrimiento anual del río, y especialmente los máximos y mínimos promedios mensuales que se alejan bastante cada año en particular del promedio mensual, acentuó el proceso de que prácticamente cada regante poseyera su propio canal. Ello es verdad ya que de ese modo se evitaban las graves fricciones entre regantes en los meses de intensos riegos y escasos caudales en el río.

Mediante mapas obtenidos con aerofotografía por la Dirección General Agropecuaria, se señaló la ubicación de las numerosas tomas en servicio y en desuso existentes entre El Tunal y el límite con Stgo. del Estero. En esta oportunidad se identificó en esos mapas a cada toma para riego en / servicio, complementadas luego por el relevamiento de las tomas realizadas

///...

por TOPONDA a escala 1:10.000.

Existen obras de captación que no fueron identificadas por ser de poca importancia y solo dedicada a la derivación de agua de bebida y otros pequeños usos. Esta situación es muy frecuente desde la localidad de Macapillo hacia aguas abajo.-

Características de las Obras de Toma.

Si bien existen dos o tres captaciones con obras de mampostería, normalmente las tomas consisten en una excavación en la barranca del río, a veces con un canal de retorno al río poco después y una serie de obras consistentes en piés de gallo, atados de ramas, bordos de arena y canales excavados en la playa del río para guiar filetes líquidos desde la playa del río hasta la toma. Como se comprende estas obras de antetoma son muy precarias y deben hacerse cada vez que son destruidas por aumento repentino de los caudales que escurren en el río.

El volumen de los trabajos en la "antetoma" es proporcional al caudal que es derivado, al que escurre en el río, a la ubicación de la toma y a las características del lecho del río.-

Funcionamiento.

El sistema de tomas y canales permanece prácticamente cerrado / desde fines de diciembre a mediados de abril, es decir, en el período en que los aportes pluviales casi compensan las necesidades de agua de los cultivos. Otra razón importante que explica el cierre de tomas en ese período es la elevada cantidad de sólidos en suspensión en las aguas del río, que, por las pequeñas pendientes de los canales, ocasiona su rápido entarquinamiento. Numerosos son los regantes, que prefieren ejecutar un nuevo canal, paralelo al anterior, cuando por crecientes imprevistas se produjo el embancamiento del que poseían en servicio.

Para evitar que el cauce del río se separe de los lugares de toma, los principales canales de la zona poseen un canal de fuga. De ese modo la toma permanece abierta todo el año y el agua es desviada al canal de fuga cuando no se la necesita o cuando está muy cargada de sedimentos.

A medida que decrecen los caudales en el río, en época que coincide con el paulatino aumento de las necesidades de captación, se comienza

///...

///...

a realizar trabajos para mejorar la captación. Para fines de mayo, en río sin regular, en la parte baja del sector en estudio (Macapillo-límite) se hacían necesarias labores en la "antetoma" para lograr una buena derivación

En general, a partir de julio, siempre en río sin regular, es imprescindible dotar a casi todas las tomas de enramas, bordos, etc., en el lecho del río para guiar los filetes líquidos hasta los canales. En algunos casos se observa que las obras realizadas por los propietarios de los grandes canales en su "antetoma" son aprovechadas por regantes menores, acercando un canal en la playa del río hasta las cercanías de esas obras, y conectándolo con su toma

Para el sector bajo eran frecuentes los años en que el lecho del río se secaba y era necesario realizar la captación en una toma ubicada varios kilómetros aguas arriba y mediante la unión o encadenado de diversos canales, asegurar el agua de bebida y eventualmente regar pequeños sectores.

La regulación producida por la Presa en Cabra Corral ha eliminado la falta de agua para riego en la zona, pero las fluctuaciones diarias de los caudales erogados durante los primeros años produjo graves problemas a las captaciones precarias de esta área, lo que trajo como consecuencia la reacción por parte de los productores ante los organismos responsables del manejo del agua y en la actualidad este manejo se realiza previa consulta al Dpto. Riego de la A.G.A.S. a fin atenuar los problemas ocasionados anteriormente.

El relevamiento de las tomas realizado por TOPONOA comprendió ubicación planialtimétrica de cada toma en uso, levantamiento fotográfico de las mismas y perfiles transversales de cada una de ellas. De toda esta información solo se tienen las planillas con la ubicación y cota de sobra de cada toma relevada adjuntas, no así las fotos ni los perfiles transversales, lo que deberá ser solicitado al C.F.I.

La planimetría de la red de riego existente está volcada en los mapas base de la D.G.A. a escala 1:20.000 y en los planos topográficos de TOPONOA a escala 1:10.000. Con estos datos, más los de suelo, topografía y catastro se definirá el anteproyecto de remodelación de la red de riego a servir con el canal Tunal-Figueroa.

TOMA N°	COORDENADA X	COORDENADA Y	COTA(*)	CARACTERISTICAS
1	4.357.370,30	7.209.387,60	442,09	Toma precaria de tierra
2	4.375.900,35	7.222.353,30	390,43	"
3	4.376.088,10	7.222.320,80	390,12	"
4	4.377.406,40	7.222.663,15	387,81	"
5	4.377.478,65	7.222.616,20	387,46	"
7	4.381.599,05	7.223.420,30	379,33	"
8	4.383.039,20	7.223.684,00	375,61	"
9	4.383.404,15	7.223.253,20	374,15	"
12	4.383.608,60	7.222.376,80	374,42	"
13	4.383.674,25	7.221.918,60	374,65	"
14	4.383.646,70	7.221.746,75	374,02	"
15	4.383.835,40	7.220.601,50	373,51	"
16	4.383.838,10	7.221.011,45	373,22	"
17	4.389.711,65	7.215.772,90	362,43	"
18	4.390.276,10	7.213.097,60	358,85	"
19	4.392.090,85	7.210.752,10	349,78	"
20	4.392.107,17	7.210.752,10	350,17	"
21	4.392.139,40	7.210.698,95	349,73	"
22	4.392.806,20	7.213.011,50	348,84	"
26	4.393.991,15	7.204.967,20	345,38	"
27	4.393.761,30	7.204.722,00	344,28	"
28	4.393.718,15	7.204.703,15	343,66	"
29	4.393.674,80	7.204.682,60	343,61	"
30	4.393.572,55	7.204.644,35	343,34	"
31	4.393.538,65	7.204.587,20	342,85	"
33	4.393.926,30	7.199.993,00	339,24	"
34	4.394.851,10	7.197.363,40	332,93	"
36	4.395.943,45	7.193.338,15	329,11	"
37	4.395.898,60	7.193.009,40	329,24	"
38	4.395.682,50	7.192.776,70	328,63	"
40	4.397.665,00	7.185.759,65	319,37	"
41	4.397.571,35	7.185.673,15	313,94	"
42	4.397.321,80	7.185.520,70	318,03	"
43	4.397.437,45	7.184.043,60	316,23	"
44	4.398.925,30	7.182.754,30	314,81	"
45	4.399.791,55	7.181.407,10	312,38	"
46	4.399.832,60	7.181.186,50	312,07	"
47	4.400.855,01	7.179.140,60	310,72	"
49	4.404.896,60	7.176.009,10	306,19	"
50	4.404.883,40	7.175.724,95	305,64	"
51	4.404.962,15	7.175.378,10	305,21	"

FIN TOMAS MARGEN IZQUIERDA RIO JURAMENTO

(*) Las cotas corresponden al fondo (eje) de la solera.

TOMA N°	COORDENADA X	COORDENADA Y	COTA (*)	CARACTERISTICAS
	TOMAS MARGEN DERECHA RIO JURAMENTO			
71	4.367.272,10	7.215.118,70	414,05	Toma precaria de tierra
72	4.371.054,25	7.219.323,00	400,71	"
73	4.371.239,70	7.219.471,40	400,64	"
74	4.377.342,65	7.222.180,10	388,57	"
75	4.377.453,80	7.222.220,95	387,84	"
76	4.379.103,30	7.222.688,20	384,79	"
77	4.383.970,65	7.219.894,75	376,13	"
78	4.389.807,40	7.214.518,30	358,43	"
79	4.390.030,35	7.212.468,80	358,55	"
80	4.390.067,40	7.212.432,10	358,13	"
81	4.392.605,25	7.204.421,60	344,53	"
82	4.393.576,30	7.199.673,60	337,35	"
83	4.393.796,85	7.199.401,15	337,15	"
84	4.394.442,00	7.197.269,35	335,63	"
85	4.394.273,30	7.196.952,10	334,79	"
86	4.393.200,10	7.195.410,10	334,23	"
89	4.393.211,00	7.195.239,65	333,57	"
90	4.393.557,40	7.194.811,80	331,06	"
92	4.394.603,90	7.194.106,15	331,08	"
93	4.395.940,65	7.191.124,40	322,82	"
97	4.398.114,75	7.183.513,55	315,57	"
98	4.398.372,000	7.183.240,70	314,72	"
99	4.398.886,30	7.182.395,80	314,20	"
101	4.399.721,10	7.180.321,60	312,18	"
102	4.400.253,20	7.179.525,30	311,13	"
103	4.402.171,30	7.177.862,40	307,46	"
107	4.404.278,40	7.176.304,55	306,61	"
108	4.404.368,50	7.176.275,20	306,32	"
109	4.404.500,65	7.176.231,35	305,43	"
110	4.404.888,60	7.174.842,70	304,57	"

(*)Las cotas corresponden al fondo (eje) de la solera.-

I-h.-

RED FREATIMETRICA - REINSTALACION DE FREATIMETROS

En el año 1980, cuando el C.F.I. encargó el estudio de suelos a TECNOAGRO S.R.L., incluye la instalación de una red de 71 freatímetros y 2 freatígrafos en ambas márgenes del río Juramento dentro de una franja de 60 Km. de ancho medio y desde El Tunal hasta el Límite con Stgo. del Estero.

Esta red de freatímetros se instaló con el objeto de observar, a través del tiempo, las oscilaciones del nivel freático en las zonas bajo riego para que luego de contar con varios años de registros se analizaran estos datos a fin de reestructurar la red, densificándola en las áreas de riego / y/o encarando estudios de drenaje en las áreas en donde se detectaran problemas de elevación freática.

El proyecto de esta red freatimétrica fue confeccionada en base al estudio de suelos, a una serie de sondeos realizados a la capa freática con pala barreno y a un censo de pozos someros existentes en el área de estudio; ubicándose los freatímetros en lugares accesibles para su medición / con presencia de la capa freática a menos de 5 m. y en sectores cultivados, con una densidad media de un freatímetro cada 800 Has. aproximadamente.

La instalación de los mismos se efectuó con pala barreno en donde no había problemas con la presencia de ripio o piedras y con excavación a / cielo abierto en donde éstos estaban presentes.

El material empleado para los freatímetros fue tubo de P.V.C. de 2" ranurado y envuelto en filtro malla de material plástico, cabezal de H°S° con caño galvanizado de 1" y tapa a rosca.

Para la ubicación de cada freatímetro se confeccionaron las monografías correspondientes y las mediciones a efectuarse en forma mensual se le encargó a la Intendencia de Riego de J.V. Gonzalez a través del Dpto. Riego de la A.G.A.S.

Estos registros fueron girados, en la medida en que se llevaron / a cabo, a la División Riego y Drenaje del Dpto. Estudios y Proyectos para su elaboración, la que confeccionó para cada freatímetro una planilla de registro, con croquis de ubicación e hidrograma del nivel freático, en donde se

///...

///...

anotan los datos y se dibujan las oscilaciones de la capa freática en el / tiempo.

Los registros efectuados a la fecha son; (marzo/1986)

- 10	registros mensuales	- año 1980
- 12	" "	- " 1981
- 11	" "	- " 1982
- 8	" "	- " 1983
- 1	" "	- " 1984
- 2	" "	- " 1985
- 0	" "	- " 1986

Actualmente se tienen 46 freatímetros en condiciones de registro habiéndose destruido 26.

Analizando la información registrada se vió la necesidad de reestructurar la red en el sentido de contar con freatímetros mejor distribuidos en las áreas cultivadas, anulando algunos que estaban muy cerca del río, reponiendo otros e instando nuevos freat.; en resumen respecto de la red original se tiene que quedarán 60 freatímetros reponiéndose 11 de los 26 destruidos y se instalarán 48 freatímetros nuevos, lo que se hará en el curso del presente estudio.

En términos generales no hay problemas de elevación de la capa / freática, salvo en algunos sectores puntuales como: entre la margen izquierda del río y Macapillo en donde los freatímetros N° 9 y N° 67 registran profundidades mínimas de 1 m. y 0,50 m. respectivamente; luego frente de Gaona en la margen derecha del río hay un sector en donde el Fr. N° 45 registra / una profundidad mínima de napa de 0,70 m. y otro sector sobre margen derecha cerca de San José de Orquera en donde el Fr. N° 37 registra una profundidad mínima de 0,30 m. En estos sectores se densificará la red cuando se remodele la misma, a fin de evaluar correctamente los problemas de elevación freática, asimismo se revisarán los freatígrafos y la información registrada por éstos a fin de decidir su destino.

FREAT. N°	PROF. MIN. (m)	ZONA DE CULTIVOS	FREAT. N°	PROF. MIN. (m)	ZONA DE CULTIVOS	FREAT. N°	PROF. MIN. (m)	ZONA DE CULTIVOS
* 1	2,50	SI	*+ 29	ANULAR 2,50	ANULAR NO	+x 57	3,10	SI
* 2	2,60	SI	*x 30	1,65	SI	* 58	1,80	SI
* 3	1,30	SI	*x 31	1,60	SI	* 59	2,90	SI
ANULAR * 4 +x	1,00	NO	+x 32	1,65	SI	* 60	3,60	SI
* 5	2,20	SI	*x 33	1,75	SI	*x 61	1,70	SI
* 6	1,30	SI	+ 34	2,03	NO	* 62	3,30	SI
* 7	1,70	SI	*x 35	2,00	SI	+x 63	2,06	NO
* 8 +x	0,30	SI	* 36	2,20	SI	+x 64	FREATIGRADO 2,75	SI
x 9	1,05	SI	* 37	0,30	SI	+x 65	0,70	NO
* 10	2,75	SI	* 38	2,60	SI	* 66	2,40	SI
*x 11	1,90	SI	+x 39	0,85	SI	*x 67	0,50	SI
*x 12	2,00	SI	* 40	2 05	SI	*x 68	4,00	SI
* 13	3,25	SI	*x 41	3,00	SI	*x 69	3,40	SI
* 14	3,00	SI	* 42	2,60	SI	70	Freatig.	SI
+x 15	3,15	NO	+x 43	1,95	NO-SI	71	-	
+x 16	1,40	NO	+ 44	1,60	NO	+ 72	1,35	NO
+ 17	1,70	NO	* 45	0,70	SI	* 73	1,95	SI
+x 18	0,75	NO-SI	+ 46	1,40	NO	74	1,50	SI
* 19	2,81	SI	* 47	2,20	NO			
+ 20	3,00	NO	*x 48	2,80	SI			
*+x 21	2,20	NO	* 49	1,30	SI			
ANULAR *+ 22	3,50	NO	* 50	1,40	SI			
*x 23	3,30	SI	* 51	0,75	SI			
*x 24	3,80	SI	*+ 52	3,40	NO			
+x 25	3,60	SI	* 53	0,70	SI			
*x 26	1,80	SI	*x 54	1,15	SI			
+ 27	0,60	NO	* 55	0,55	SI			
ANULAR *+ 28	1,70	NO	+ 56	1,70	SI			

* Freat. existentes
+ Freat. anulado
x Freat. destruido
* Freat. a reponer

II. ALTERNATIVA DE LAS DISTINTAS TRAZAS

II - a. Anteproyecto de Reestructuración de la Red de Riego Actual

1. Parámetros Agronómicos para Dimensionamiento del Canal

La revisión del Proyecto Canal Tunal - Figueroa con feccionado por A. y .E.E. de la Nación en el año 1972 implicó la posibilidad de estudiar los diferentes factores que intervienen en la definición del nuevo proyecto.

Uno de estos factores intervinientes, es el englobado dentro del aspecto agronómico y que tiene ingerencia directa en el dimensionamiento de la red de canales de conducción y distribución.

Así, el objetivo del presente capítulo que es parte integrante del proyecto ejecutivo del Canal Tunal - Figueroa, apunta a calcular la capacidad del mismo en función de los parámetros que componen los factores relativos al clima, suelo, cultivo, sistema de distribución, situación catastral e infraestructura existente.

1.1. Factores Climáticos

El aspecto climatológico ha sido tratado por la División Hidrología en el Capítulo I - a. de este Estudio. El mismo contiene la recopilación de los elementos del clima disponibles y la Caracterización Climática del área de influencia del Proyecto.

Interesa aquí conocer los registros meteorológicos útiles a efectos de calcular la Necesidad de a

gua de los cultivos de posible plantación o siembra.

1.1.1. Temperatura Media Mensual

Desde la localidad de El Tunal hasta el límite con la Provincia de Santiago del Estero se analizó la temperatura media mensual / para las siguientes localidades:

- El Tunal
- Chorroarín
- Ceibalito
- Coronel Oileros
- J.V. Gonzalez
- Gaona
- El Quebrachal
- Macapillo
- Tolloche

En el Cuadro N° II se muestra los registros medios mensuales de temperatura para las diferentes localidades y periodos considerados.

La escasa variabilidad de los valores de Temperatura Media Mensual

demuestra que el área del proyecto no tiene diferencias térmicas notables. De esta forma y a propósito del cálculo de la necesidad de riego para esta etapa del Estudio se tomó la localidad de Joaquín V. Gonzalez como representativa para toda el área de Proyec

to desde El Tunal hasta Macapillo, Los valores medios mensuales para la localidad de J.V. Gonzalez, figuran en el Cuadro N°

1.2. Lluvia Media Mensual

Se recopilaron los registros pluviométricos para las localidades comprendidas entre El Tunal y el límite con Santiago del Estero con el propósito de calcular la Necesidad de riego mensual se tomó el promedio de lluvia mensual periodo 1935 - 78 para la localidad de Joaquín V. Gonzalez, valores representativos para toda el área de influencia del Canal Matriz. Cuadro II.a.2.

C U A D R O N° II.a.1

Temperatura Media Mensual en ° C

Localidad: Joaquín V. González

Altitud: 378 m.

Latitud: 25° 05

Longitud: 64° 10

Período: 1941 - 50

<u>Meses</u>	<u>Temp. Media Mensual en ° C</u>
Ene.	27,3
Feb.	26,3
Mar.	23,5
Abr.	20,8
May.	17,8
Jun.	14,8
Jul.	14,5
Ago.	17,5
Set.	20,8
Oct.	23,7
Nov.	25,5
Dic.	27,6
Media Mensual.	21,7

La recopilación efectuada y el tratamiento estadístico se muestran en los Cuadros N° II.a.2 y N° II.a.3 que se adjuntan a continuación.

2. Necesidad de Riego de los Cultivos

2.1. Evapotranspiración Potencial

En el Estudio Preliminar para el aprovechamiento de los Recursos Hídricos realizado por el C.F.I. en el año 1977 se trabajó con el cálculo de la Evapotranspiración Potencial aplicando diferentes modelos matemáticos.

En aquella oportunidad, se aplicaron los métodos de Thornthwaite, Blaney y Criddle, Turc y Grassi - Christiansen.

Los valores determinados fueron utilizados en este trabajo para definir aquel método que presenta mayor ajuste.

CUADRO N° II.a.2.

PRECIPITACION 70 % PROBABILIDAD DE OCURRENCIA

Localidad: JOAQUIN V. GONZALEZ

MESES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	AÑO
REGISTROS													
Precipitación de Registro Período 1934-85	114	107	79	29	6	3	2	3	3	23	48	92	511
Precipitación Probable 70 % Período 1934-85	100	94	69	25	5	3	2	3	3	20	42	80	446
Precipitación Efectiva Probable - 80 %	80	75	55	20	-	-	-	-	-	16	34	64	344

A tal efecto, se constataron los valores de Evapotranspiración Potencial calculados; con los datos de Evaporación del Tanque "Tipo A" para la localidad de El Tunal período 1972 - 83. Los resultados obtenidos demuestran que la fórmula de Turc / presenta un buen ajuste desde Enero a Agosto. Para los meses restantes la aplicación del método de / Grassi y Christiansen ofrece mejores resultados que el modelo anterior.

Del análisis realizado surge que el mayor ajuste se logra a través de la combinación de ambos modelos.

Los valores obtenidos se muestran en el Cuadro N° II.a.3. y N° II.a.4. Asimismo, en el gráfico N° II.a.1. se definen las curvas de Evapotranspiración Potencial calculada por los métodos seleccionados.

EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL EN mm. DE LAMINA

VALORES OBTENIDOS MEDIANTE LA APLICACION DE

DIFERENTES MODELOS

MESES METODOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	AÑO
Thornthwaite * 1941-50-J. V. Gonzalez	167	118	104	69	47	26	32	55	78	119	130	169	1.109
Turc * 1941-50-J. V. Gonzalez	147	127	116	82	76	61	71	99	116	124	141	167	1.327
Grassi y Christiansen - 1941-50 - J. V. Gonzalez *	162	114	92	67	56	42	58	104	125	166	165	196	1.347
Blaney y Criddle * 1941-50-J. V. Gonzalez	195	165	163	138	124	107	111	127	143	168	179	198	1.818
Evaporación "Tanque A" - 1970-85-El Tunal **	169	125	109	79	75	60	77	106	134	170	161	166	1.431
Tanque A modificado s/Fao Nº 24 ** 1970-85 - El Tunal	144	106	92	67	64	51	58	79	100	136	129	133	1.160
Turc/Grassi y Christiansen Combinación Adoptada p/proyecto	147	127	116	82	76	61	71	99	125	166	165	196	1.431

* Fuente: Estudio Preliminar Aprovechamiento Recurso Hídrico
Río Pasaje-Juramento C.F.I.

** Fuente: Elaboración Propia - A.G.A.S.

C U A D R O N° II.a.5

VALORES DE EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL

EN mm. DE LAMINA

MESES	mm/Lámina	Modelo Adoptado
Enero	147,0 mm	Turc
Febrero	127,0 "	"
Marzo	116,0 "	"
Abril	82,0 "	"
Mayo	76,0 "	"
Junio	61,0 "	"
Julio	71,0 "	"
Agosto	99,0 "	"
Setiembre	125,0 "	Grassi y Christiansen
Octubre	166,0 "	" "
Noviembre	165,0 "	" "
Diciembre	196,0 "	" "
AÑO	1.431,0 "	

2.2. Uso Consuntivo

Seleccionados los valores mensuales de Evapotranspiración Potencial, es necesario calcular la Evapotranspiración de los cultivos.

Para llevar a cabo dicho cálculo se debe contar con los factores K mensuales para los cultivos de posible plantación o siembra y el ciclo que abarca cada cultivo.

2.3. Cultivos Posibles

Agroecológicamente es amplia la gama de cultivos/ que pueden implantarse en el área de proyecto del Río Juramento. Así es que, de los cultivos posibles el factor agroeconómica definirá las incorporaciones de nuevas especies, su estacionariedad y las alzas y/o bajas de las superficies implantadas.

En la actualidad el área de proyecto posee la mayor superficie implantada con cultivos de secano, tales como Poroto, Soja, Maíz y Sorgo. La superficie implantada ha variado notablemente en el quinquenio / 1980 - 1985, según lo demuestra la información estadística disponible.

Las variadas condiciones de mercado internacional ocasionan estas fluctuaciones que repercuten anualmente en las superficies sembradas.

Durante la época invierno-primavera se llevan a cabo cultivos bajo riego entre los que se destacan el grupo de los cereales de invierno y leguminosas...

Dentro del primer grupo, el cultivo de trigo fue incrementando su superficie en los últimos 4 años, mientras que en leguminosas el garbanzo sufre oscilaciones típicas ocasionadas por los problemas de mercado y/o comercialización.

Asimismo surgen cultivos como cártamo y lenteja que presentan un futuro promisorio.

A efectos de calcular la necesidad de riego, se seleccionó una lista de cultivos posibles sobre los que se trabajó con el cálculo de la necesidad de riego.

En el Cuadro N° II.a.6 figuran los cultivos/^{de} posible implantación o siembra y las prácticas de manejo correspondientes.

2.4. Coefficiente "K" de Cultivo

Conocido los ciclos corrientes de los principales cultivos del área, se calcularon los coeficientes K de cultivo aplicando la metodología de Grassi "Variación de la Evapotranspiración Relativa durante el ciclo vegetativo de los cultivos" - Año 1967 -

Los coeficientes de cultivos calculados se resumen en el Cuadro N° II.a.7. "Valores de Coeficientes / Mensuales y Anuales de Cultivos"

2.5. Uso Consuntivo

A partir del conocimiento de los cultivos y su ciclo, de la Evapotranspiración Potencial y de los Coeficientes de Cultivo, se calculó el Uso Consuntivo o Evapotranspiración de los cultivos, cuyos valores se resumen en el Cuadro N° II.a.8.

CUADRO N° 11.a.7.

PRACTICAS DE CULTIVOS

MES		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	OBSERVACIONES
Cereales de Invierno						////	————	————	————	————	————	————	————	203 d
Garbanzo					////	————	————	————	————	————	————	————	————	
Poroto	Verano	////	————	————	————	————	————	————	————	————	————	————	————	170
	Otoño	————	————	————	————	————	————	————	————	————	————	————	————	142
Cartamo	Primavera					////	————	————	————	————	————	————	————	204
	Verano					————	————	————	————	————	————	————	————	
Lenteja					////	————	————	————	————	————	————	————	————	173
Arveja				////	————	————	————	————	————	————	————	————	————	173
Maíz y Sorgo		————	————	————	////	————	————	————	————	————	————	————	————	171
Pastos Perennes		————	————	————	————	————	————	————	————	————	————	————	————	365
Alfalfa		————	————	////	————	————	————	————	————	////	————	————	————	365
Soja		////	————	————	————	////	————	————	————	————	————	————	————	171
Algodón														

Ref.:

Siembra 
 Ciclo 
 Cosecha 

2.6. Precipitación Efectiva

Tomando como base los valores de lluvia media probable mensual, ya calculados; se calculó la Precipitación Efectiva.

El criterio definido para esta primera etapa del estudio, consistió en calcular la precipitación efectiva descartando los valores de precipitación / media mensual inferiores a 5 mm.

Para los registros mensuales superiores a 5 mm. se aplicó el coeficiente 0,8 a la precipitación media probable de registro.

2.7. Necesidad de Riego Neta

La cantidad de agua que hay que reponer al suelo, surge de la diferencia entre los mm. de agua requeridos y la Precipitación Efectiva, surge así la Necesidad de Riego Neta.

A los valores de Necesidad de Riego Neta, hay que agregar los volúmenes de agua requerido para algunas prácticas de cultivo, como ocurre con los riegos pre-siembra en época sin lluvias. Se obtiene / así una necesidad de riego real, que una vez afectada por la eficiencia de aplicación en finca, se convierte en Dotación en Cabecera de propiedad.

Posteriormente, a partir de éstos valores es ne-

cesario tener en cuenta las Eficiencias de Operación y Conducción lo que se traduce en dotaciones que serán utilizadas para el dimensionamiento de la Red de Distribución y Canal Matriz.

En el Cuadro N° II.a.9. figuran los valores de Necesidad de Riego Neta. En Anexo N° se muestran / las planillas de cálculo de Balance Hídrico de los Cultivos, en donde se indica los volúmenes y números de riegos para años de lluvia normal y diferentes tipos de suelos.

2.8. Necesidad de Riego Neta Ponderada

El propósito que persigue este Estudio en su primera etapa, es el de calcular la Capacidad del Canal Matriz a diferentes niveles de su desarrollo.

Para definir las dotaciones a diferentes niveles de la red se hace necesario Ponderar la Necesidad de Riego Neta por los porcentajes de superficie de cultivos a implantar en el futuro.

A través de un estudio agroeconómico se definen los porcentajes de ponderación que en conjunto constituirá la Estructura o Relación de cultivo económicamente rentable para el proyecto de desarrollo. La rentabilidad de esta Estructura podrá variar notablemente año a año por las consecuencias que cada producto agrícola sufre tanto en el mercado interno como en la exportación. Cuestiones que son aún más notables en nuestro País debido a su propia situación coyuntural.

Así, para esta primera etapa del Proyecto Canal Tunal - Figueroa, se ha llegado al nivel de formular dos Estructuras de Cultivos cuyos porcentajes, si bien pueden variar en el futuro, el hecho no afectará en forma notable la capacidad de los canales.

Se han generado dos Alternativas de cultivo que

puede presentarse en el área de Proyecto. Una se/
orienta hacia la agricultura, la otra es ganadera.

En los Cuadros N° II.a.10. y N° II.a.11.
figuran ambas Estructuras de Cultivos que conforman
los cuadros de Necesidad de Riego Neta Ponderada.

C U A D R O N° II.a.9

NECESIDAD DE RIEGO NETA EN MM. DE LAMINA

MESES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	AÑO	OBSERVACIONES
PRECIPITACION EFECTIVA PROBABLE CULTIVOS	80	75	55	20	-	-	-	-	-	16	34	64	344	
Cereales de Invierno				55,4	22,6	36,0	55,3	86,0	112,6	120,9	76,5		565,3	
Garbanzo				45,0	20,8	32,2	51,1	81,7	105,0	110,8	68,8		515,4	
Poroto	Verano	-	8,8	42,1	74,2	62,7	41,0						228,8	
	Otoño Primavera Verano						45,0	40,4	92,4	144,5	107,9	67,5	497,7	
Cartamo					45,0	17,2	38,5	72,8	103,0	123,3			399,8	
Lenteja				45,0	23,5	39,0	55,3	105,6	98,7	102,9			454,0	
Arveja			-	37,5	68,5	59,1	64,1	71,2					300,4	
Maíz y Sorgo	17,0	31,2	50,2	47,6	51,0						45,0	3,8	245,8	
Pastos Perennes	37,6	26,6	37,8	45,6	60,8	48,7	56,8	79,2	99,9	132,7	98,0	107,8	831,5	
Alfalfa	52,3	39,3	49,4	53,8	68,4	54,9	63,9	89,0	112,5	149,3	114,3	112,4	959,5	
Soja	11,0	24,1	40,0	40,8	46,4						45,0	4,7	212,0	
Algodón	52,0	39,2	49,4					45,0	112,4	149,3	114,3	112,3	673,9	

C U A D R O N° II.a.10.

ALTERNATIVA AGRICOLA

NECESIDAD DE RIEGO BRUTA PONDERADA EN MM/LAMINA

CULTIVO	MESES	%	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	AÑO
Cereales de Invierno		20				11.08	4,52	7,2	11.0	17.2	22.5	24.2	15.3		113.0
Carbanzo		7				3.15	1,5	2.3	3.6	5.8	7.4	7.8	4.8		36.3
Poroto	Verano - Otoño	30	-	2,6	12,6	22,3	18,9	12,3							68,7
	Primavera - Verano	2							0,9	0,8	1,8	2,9	2,1	1,3	9,8
Cartamo		5					2,3	0,9	1,9	3,6	5,2	6,2			20,1
Lenteja		5				2,3	2,0	2,0	3,6	5,3	4,9	5,1			25,2
Arveja		2				0,75	1,4	1,2	1,3	1,4					6,0
Maiz y Sorgo		5	0,85	1,6	2,5	0,4	2,6						2,25	0,2	10,4
Pastos Perennes		5	2,0	1,4	1,9	2,3	3,0	2,4	2,8	4,0	5,0	6,6	4,9	5,4	41,7
Alfalfa		5	2,6	1,9	2,5	2,7	3,4	2,7	3,2	4,5	5,6	7,5	5,4	5,6	47,9
Soja		10	1,1	2,4	4,0	4,0	4,7						4,5	10,5	21,2
Algodón		4	2,0	1,6	2,0					1,8	4,5	6,0	4,6	4,5	27,0
Total		100	8,6	11,5	25,5	48,9	44,3	31,0	28,3	44,4	56,9	66,3	44,2	17,5	427,4
Necesidad de riego ^{Bruta} Meta en mm/ Lámina (Ef. apl. 60 %)		-	14,3	19,2	42,5	81,5	73,8	51,6	47,2	74,0	94,8	110,5	73,6	29,2	712,2
Necesidad de Riego ^{Neto} en l/s. ha. (Ef. apl. 60 %)		-	0,05	0,08	0,16	0,31	0,27	0,20	0,18	0,28	0,36	0,41	0,28	0,11	0,22

C U A D R O N° II.a.11.

ALTERNATIVA GANADERA

NECESIDAD-DE-RIEGO BRUTA PONDERADA EN MM. DE LAMINA

CULTIVO	MESES	%	MESES												AÑO
			ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
Cereales de Invierno		15				8,3	3,4	5,4	8,3	13,0	16,9	18,2	11,5		85,0
Garbanzo		5				2,3	1,0	1,6	2,6	4,0	5,3	5,5	3,4		25,7
Poroto	Verano - Otoño	10	-	0,9	4,2	7,4	6,3	4,1							22,9
	Primavera - Verano	2							0,9	0,8	1,8	2,9	2,2	1,3	9,9
Cartamo		5					2,3	0,9	1,9	3,6	5,2	6,2			20,1
Lenteja		5				2,3	1,2	1,9	2,8	5,3	4,9	5,2			23,6
Arveja		2				0,75	1,4	1,2	1,3	1,4					6,0
Maíz y Sorgo		9	1,5	2,8	4,5	4,3	4,6						4,0	0,3	22,0
Pastos Perennes		10	3,8	2,7	3,8	4,6	6,0	4,9	5,7	7,9	10,0	13,3	9,8	10,8	83,3
Alfalfa		30	15,7	11,8	14,8	16,1	20,5	16,5	19,2	26,7	33,7	44,8	34,4	33,7	287,8
Soja		5	0,6	1,2	2,0	2,0	2,3						2,3	0,2	10,6
Algodón		2	1,0	0,8	1,0					0,9	2,3	2,9	2,3	2,3	13,5
Total		100	22,6	20,2	30,3	48,0	49,0	36,5	42,7	63,6	80,1	99,0	69,8	48,6	610,4
Necesidad de Riego Bruta en m2/ha. (Ef. de apl. 60 %)			37,7	33,7	50,5	80,0	81,7	60,8	71,2	106,0	133,5	165,0	116,3	81,0	1017,4
Necesidad de Riego Bruta en l/s. ha. (Ef. de apl. 60 %)		-	0,14	0,14	0,19	0,31	0,30	0,23	0,26	0,39	0,51	0,62	0,45	0,30	0,34

3. Parámetros para el dimensionamiento a nivel parcelario

Estos elementos serán definidos en la etapa de Proyecto de la Red de Riego. En esa oportunidad será necesario conocer:

- Caudal de manejo
- Caudal de infiltración
- Largo, ancho y superficie de la unidad de riego.
- Tiempos de infiltración de la lámina de riego.
- Tiempo de escurrimiento de la lámina de riego.
- Tiempo total de aplicación de la lámina de riego.
- Superficie a regar, por propiedad.

Todos estos parámetros básicos serán ensayados en el campo acorde con cada método de aplicación de agua.

3.1. Caudal y tiempos de entrega en finca

Dado que la capacidad del Canal depende también de la organización en la distribución de agua propuesta, el planteamiento de esta distribución implica conocer los caudales y tiempos de entrega de agua por parcela a regar.

El caudal de entrega se estima en el orden de los 150 l/s. El mismo podrá ser fraccionado en la parcela acorde con los caudales de manejo definidos para la/

unidad de riego a nivel de Proyecto.

El tiempo de entrega está acorde con la lámina/ de reposición a aplicar en cada riego. Como se ha visto esta varía de acuerdo a las Capacidades de Almacenaje de los suelos.

Suelos	Lámina de Reposición en mm.	Tiempo de entrega por ha.
A	64	= 71 mfn/ha.
B	42	= 47 mfn/ha.
C	29	= 32 mfn/ha.

3.2. Secciones a Regar con Caudales de entrega

La capacidad de los canales se calculará en base al mes de máximo consumo, de la Alternativa Ganadera que es la más exigente en agua.

El volúmen bruto requerido para el mes de máximo consumo de la Estructura de Cultivo propuesta es de 1.650 m³/ha. en el mes de Octubre. La sección a regar con el caudal de entrega será de 241 ha., o sea igual o aproximadamente 250 ha. con caudal neto en cabecera de parcela de 150 l/s.

3.3. Intervalo entre Riegos

Se calculó en base a la Alternativa Ganadera para las tres clases de suelo que fueron agrupadas en base a su Capacidad de Almacenaje. Los parámetros /

calculados anteriormente cumplen con el intervalo de riego calculado para el mes de máximo consumo. En el Cuadro N° II. al 2 figura el intervalo mensual entre riegos.

3.4. Estimación de Eficiencias

La Eficiencia de aplicación que permite definir las dotaciones a nivel de bocatoma de parcela ha sido estimada en 60 %. La misma ya ha sido incorporada en la dotación neta de los cuadros de Necesidad de Riego.

La Eficiencia de conducción y operación se estimó en 85 %, teniendo en cuenta que los canales de mayor capacidad serán revestidos.

CUADRO N° II.a.12.

INTERVALO ENTRE RIEGOS

ALTERNATIVA GANADERA

MESES		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
GRUPO DE SUELOS													
A	Lámina de reposición promedio de 64 mm.	53	53	39	24	24	32	28	19	14	12	16	24
B	Lámina de reposición promedio de 42 mm.	35	35	26	16	16	21	18	12	9	8	11	16
C	Lámina de reposición promedio de 28 mm.	23	23	17	10	11	14	12	8	6	5	7	11
PROMEDIO PONDERADO		37	37	27	17	17	22	19	13	10	8	11	17

3.5. Número de días de lluvias en el mes

Otro parámetro de importancia a tener en cuenta para el cálculo de la capacidad de los canales es / el relativo al número de días de lluvias mensual.

Del análisis efectuado, surgen dos períodos bien diferenciados en cuanto a presentación de eventos.

El período Mayo - Octubre en que la frecuencia de presentación varía entre 1 y 4 días; período / que se corresponde con precipitaciones mensuales no superiores a 10 mm.; lo cual se traduce en lluvias de escaso volumen precipitado, que no modifican los cálculos originales de capacidad.

El período Noviembre - Abril que abarca la época de lluvias y cuya frecuencia media de presentación oscila entre 7 y 10 días con importantes volúmenes precipitados en cada lluvia; lo que difícilmente ocasiona demandas simultáneas tal que incida sobre la capacidad original establecida.

En el Cuadro N° se muestra el número de días de lluvias mensuales.

Estación	Nº Años	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
El Tunal	10	Max.	17	14	16	16	4	4	1	4	4	7	11	13
		Med.	10	10	10	7	2	1	0	1	2	4	7	9
		Min.	6	7	8	0	0	0	0	0	1	1	2	3
Medina	11	Max.	14	17	18	10	5	6	3	4	5	6	13	13
		Med.	10	11	11	6	2	1	1	1	2	4	8	9
		Min.	6	6	2	0	0	0	0	0	0	0	2	6
Miraflores	10	Max.	19	21	20	17	10	4	5	6	9	10	12	15
		Med.	13	13	14	10	4	3	3	3	4	5	9	11
		Min.	11	7	9	3	0	0	0	0	1	1	5	4
J.V.Gonzalez	7	Max.	11	9	13	10	3	3	2	3	2	8	10	11
		Med.	7	7	6	5	1	1	1	1	1	4	6	7
		Min.	4	6	2	2	0	0	0	0	0	2	3	4
Tolloche	7	Max.	13	15	17	15	12	7	4	3	4	7	13	10
		Med.	8	10	9	9	5	3	2	2	3	5	8	8
		Min.	4	7	4	5	0	0	0	0	0	2	3	6

Fuente: Cuadro elaborado por Ing. Juan
B. Sciortino - Dpto. Estudios y
Proyectos - División Hidrología
A.G.A.S.

3.6. Capacidad de Conducción Bruta

La capacidad del canal que domina la unidad operativa de 250 has. de superficie neta bajo riego / será:

- Caudal de entrega en cabecera de parcela	150 l/s.
- Eficiencia de conducción/operación	85 %
- Caudal bruto a conducir	= 180 l/s

Dimensionamiento canal último orden

La Sección se definirá para un caudal de 180 l/s. más el incremento de sección asignada a la revancha.

3.7. Sistema de distribución seleccionado

El sistema distribución de agua seleccionado es / el de Turnos con Rotación de entregas sobre el canal comunero.

Este canal comunero deberá conducir 180 l/s. caudal que será distribuido cumpliendo un intervalo acorde con las necesidades de aguas de los cultivos en las parcelas que componen la sección de riego definida por éste módulo, a través de un intervalo de riego que estará acorde con las necesidades de / los cultivos. El caudal será entregado durante el / tiempo que demande la aplicación de la lámina requerida para cada tipo de suelo.

3.8. Superficie bajo Riego Futura

Se analizaron las concesiones de Riego y su carácter para el total de catastros de margen izquierda y derecha del Rfo Juramento. Este análisis permitió vislumbrar la siguiente situación:

- Propiedades con Concesión Permanente y/o eventual acordadas o en trámite.
- Propiedades con Permiso Precario.
- Propiedades sin Permiso y que utilizan agua para riego.
- Propiedades sin Permiso y/o concesión que no utilizan agua para riego.

Posteriormente, en acuerdo con el Departamento Riego se definió como Criterio Básico el de suministrar agua para riego a todas las propiedades de margen izquierda y derecha del Rfo Juramento identificadas catastralmente acorde a la planimetría disponible y en consideración de las siguientes pautas:

- 1º) Respetar los catastros con concesiones de carácter permanente y/o eventual acordadas o en trámite.
- 2º) Otorgar a los Catastros restantes una superficie máxima de riego de 50 ha. por unidad catastral; o equivalente a la superficie del catastro cuando el área es inferior a 50 ha.

Por otra parte, la superficie total concesionada es de aproximadamente 8.500 ha. para la Margen Izquierda - Dpto. Anta -, y de 3.800 has. para la Margen Derecha del río. Superficie definida con concesión de carácter Permanente y/o eventual. O sea, que no se consideran los Permisos Precarios y aquellas tierras que son regadas sin el permiso correspondiente.

Con el esquema propuesta, la superficie a regar en el futuro se aproximará a los 24.000 has. por margen izquierda, área que incluye las 10.000 has. propuestas para la Colonización Tolloche. Por margen derecha la superficie a regar alcanzará las 13.500 ha.

El total de superficie a regar con el esquema propuesto será de 37.500

Como se ha dicho, esta superficie, bajo riego surge de tomar como criterio básico, acordar 50 ha. bajo riego por parcela y respetar las concesiones de Carácter Temporal y/o Permanente existente.

3.9 . Diseño Geométrico de la Red

A efectos de calcular la Capacidad del Canal Matriz, fue necesario realizar el bosquejo de la red de riego.

En la planimetría Esc: 1:20.000 adjunta, se indica la posible traza de los canales, las tomas que /

dominan cada unidad de riego para el módulo de manejo y las capacidades de diferentes niveles de la red. La capacidad fue definida en función de la dotación máxima bruta que para el área de Proyecto / ocurre, en el mes de Octubre y es de 0,72 l/s.ha.

BALANCE HIDRICO DE LOS CULTIVOS

SUBZONA: _____

CULTIVO: ALGODON

		ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.	ANUAL
PRACTICAS DE CULTIVO														
SUELOS: A Wu: 128 mm. dr: 64 mm. SUPERFICIE: 40.985	U. C.	132,3	114,3	104,4					-	112,5	149,4	148,5	176,4	937,8
	P.P. ef.	80	75	55								34	64	308,0
	Nº r.n.													9,84 x 64
	Nº r.M.													
	V.r.n.	518	393	494					640	1.125	1.494	1.145	1.120	6.298
	V.r.M.													
SUELOS: B Wu: 84 mm. dr: 42 mm. SUPERFICIE: 25,074	U. C.	132,3	114,3	104,4						112,5	149,4	148,5	176,4	937,8
	P.P. ef.	80	75	55								34	64	308,0
	Nº r.n.													14,9 x 42
	Nº r.M.													
	V.r.n.	523	393	494					420	1.125	1.495	1.142	1.125	6.571
	V.r.M.													
SUELOS: C Wu: 58 mm. dr: 29 mm. SUPERFICIE: 617	U. C.	132,2	114,3	104,4						112,5	149,4	148,5	176,4	937,8
	P.P. ef.	80	75	55								34	64	308,0
	Nº r.n.													
	Nº r.M.													
	V.r.n.	522,9	392	494					290	1.123	1.493	1.143	1.122	6.290
	V.r.M.													
SUELOS: Wu: dr: SUPERFICIE:	U. C.													
	P.P. ef.													
	Nº r.n.													
	Nº r.M.													
	V.r.n.													
	V.r.M.													
PROMEDIO PONDERADO	V.r.n.	520	392	494					450	1.124	1.493	1.143	1.123	6.739
	V.r.M.													

V. REVISION DE LA HIDROLOGIA

V - a. - Modelo Hidrológico Disponibilidad del Sistema del Río Jura mento.

1. Introducción

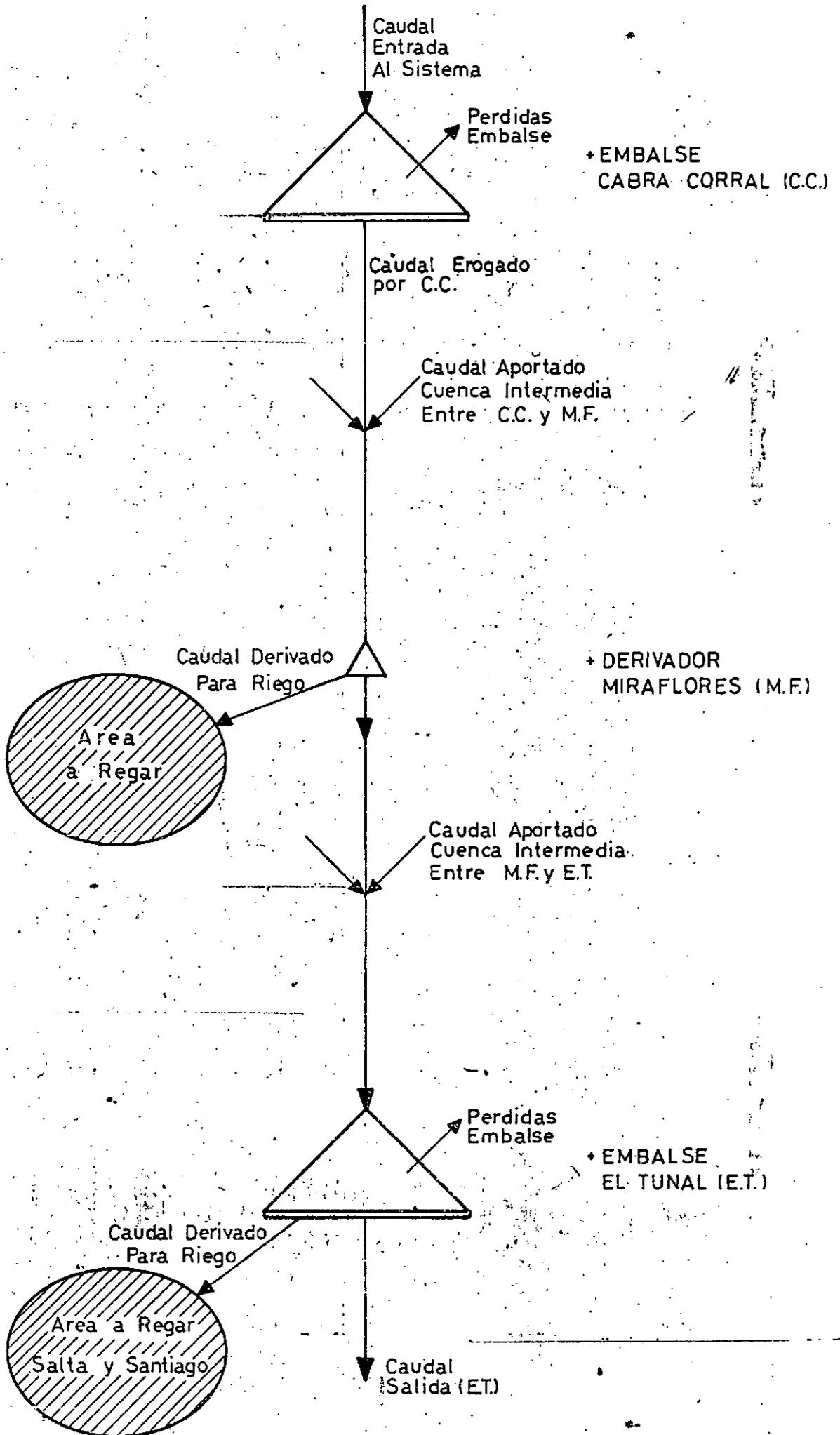
Este trabajo surge de la necesidad de definir los volúmenes de agua disponibles para derivar hacia el canal / "El Tunal - Figueroa" en el contexto del sistema formado por los embalses Cabra Corral y El Tunal, el compensador Peñas Blancas y el azud derivador Miraflores.

La metodología seguida se basó en la definición de las variables intervinientes en el sistema, grado de influencia e interrelación y la cuantificación de las mismas, para, luego confeccionar un modelo matemático de movimiento de embalses en función de las necesidades de agua para riego (primera prioridad en orden de importancia) sin tener en cuenta el aspecto de la generación de energía, no por carecer de importancia, ya que a la hora de un análisis económico es la variable de mayor peso por su rentabilidad inmediata, pero la definición de prioridad/ en este caso paso por el beneficio que trae aparejado el hecho de llevar agua y colonizar zonas donde resulta ser un recurso escaso y en algunos lugares hasta nulo.

2. Funcionamiento del Sistema

En el Gráfico N° 1 se presenta un esquema del sistema en consideración cuyo funcionamiento está regulado por las estructuras que se enumeran a continuación:

GRAFICO Nº V 1a
ESQUEMA DEL SISTEMA



* Embalse de Cabra Corral: es un embalse regulador de la cuenca superior del río Juramento de aproximadamente 31.900 Km²., con una central hidroeléctrica que, salvo en casos excepcionales, es el único elemento de salida de agua. De acuerdo a las planillas de movimiento de embalse, (enero de 1980 a Junio de 1986), el vertedero evacuador de crecidas y la válvula de excesos fueron puestas en funcionamiento en pequeño lapso de tiempo, desde el 13/3/84 hasta el 5/4/84. Como complemento a la operación de la central, aguas abajo de la misma está emplazado el dique compensador diario Peñas Blancas.

* Azud Derivador Miraflores: es una obra que sirve a los efectos de elevar el nivel de agua y así poder derivar una fracción hacia margen derecha con destino de riego, pudiendo así, reordenar la red que funcionaba con tomas precarias y escalonadas a lo largo del río, incrementando la eficiencia y principalmente extendiendo la superficie a regar.

* Embalse El Tunal: una vez finalizado el cierre, formará un embalse que servirá de compensador estacional y regulador de la cuenca intermedia. El destino prioritario de las aguas es el riego en áreas de Salta y Santiago del Estero, complementada con una central hidroeléctrica, la misma turbinará las aguas derivadas a riego, si el nivel del embalse no lo permite, serán evacuadas hacia el canal conductor por medio de válvulas.

Resulta imposible representar con exactitud mediante un modelo numérico, un proceso tan complejo como la operación de un sistema de embalses, por lo que, se deben / plantear una serie de hipótesis que simplifiquen las interacciones físicas del sistema y su funcionamiento, a / tal efecto, el esquema presentado en el Gráfico N° 1 se / ría el adoptado en este trabajo y que a continuación se / detalla:

La variable de entrada al sistema es el volumen / mensual de agua que ingresa al embalse de Cabra Co- / rral, sumándose al ya existente; considerando como / pérdidas en el mismo, al volumen que se evapora y / que es función del área del espejo de agua, por lo / que se desprecia al término de infiltración en el / lecho del lago. El volumen turbinado está, inicial- / mente definido por la política media de generación / aplicada en los últimos años, pero, en el caso de no / cubrir las necesidades de aguas abajo, el desembalse / se incrementará hasta satisfacer la demanda.

Este valor erogado se incrementa por el aporte de / la cuenca intermedia hasta Miraflores, lugar donde se / produce la primer salida del sistema para cubrir la / necesidad de riego en la margen derecha, que sera / función del esquema de cultivos adoptado y el período / del año en consideración.

El volumen restante, incrementado por el aporte de / la cuenca intermedia entre Miraflores y El Tunal , /

ingresa a este último embalse sumándose al volumen ya existente, donde se tendrán las mismas consideraciones que en Cabra Corral para las pérdidas.

La política de desembalse adoptada es la de suplir la necesidad de riego en Salta y Santiago del Estero para un esquema de cultivos prefijado, en el caso de no tener suficientes disponibilidades se incrementa el caudal erogado en Cabra Corral y se continúa con el proceso hasta llegar a El Tunal y así cubrir las necesidades; en caso de no existir disponibilidades en Cabra Corral se disminuye el área bajo riego y reinicia el proceso desde el principio. Esta derivación de agua para riego se la considera independiente de que sea turbinada o no, de acuerdo a lo explicado en la introducción.

Se tomó también una salida continua y fija hacia el río denominado caudal de conservación y es a los efectos de preservar la fauna ictícola y conservar el cauce del río, este será nula cuando se produzca una evacuación por el vertedero que supere dicho caudal.

Por lo expresado hasta el momento se desprende que el paso de tiempo adoptado es 1 mes, a partir del cual se calcularán los volúmenes correspondientes.

3. Cuantificación de Parámetros y Variables

Todo modelo requiere para su funcionamiento que se

cuantifiquen los parámetros y defina la interrelación entre las variables con la mayor precisión posible, ya que de esto y de la veracidad de las hipótesis establecidas depende la bondad de los resultados obtenidos.

En general la falta de precisión en la cuantificación y en las funciones que representan relaciones entre variables se debe a que el proceso físico depende en gran proporción de la naturaleza y, por lo tanto, el comportamiento de las variables es netamente aleatorio con algunas raíces determinísticas. Un ejemplo de lo expresado es la definición de la Necesidad de Riego para un esquema de cultivos determinado; la cantidad de agua que necesita una planta para poder tener un desarrollo normal se define con exactitud por medio de investigaciones en Laboratorio, pero la cantidad a entregar para cubrir el déficit de lo que la naturaleza resulta difícil de cuantificar dado que depende de la cantidad de lluvia, variación espacial y temporal de la misma, radiación solar, humedad atmosférica, vientos, etc.

En los apartados siguientes se tratarán las variables y parámetros intervinientes, en que forma y con que criterios se los utilizó.

3.1. Caudales de Entrada

Estos valores son una función continua de la variable tiempo, no obstante es indispensable asimilar dicho continuidad en intervalos discretos de tiempos, como ser, caudales medios mensuales.

Otro inconveniente que se presenta es la extensión de las muestras, que generalmente resultan/ de corta duración y no se repiten en el futuro tal/ como ya han acontecido y medido, por lo que se requiere la utilización de una metodología para generar series sintéticas de caudales con las mismas características estadísticas, muestrales y seriales que se presentan en los datos históricos, incluyendo las / componentes aleatorias naturales.

Este tema se encuentra tratado en detalle / en el "Estudio de los Escurrimientos Superficiales/ del Río Juramento" que es un complemento del presente trabajo y al que deberán remitirse para una mejor interpretación.

Caudales Evacuados de Cabra Corral

El cuadro siguientes es un resumen de los caudales medios turbinados en Cabra Corral desde el año 1980 al 1985.

	1980		1981		1982		1983		1984		1985	
	Q	%	Q	%	Q	%	Q	%	Q	%	Q	%
ENE	51,44	11.7	27.93	5.8	38.68	10.0	44.78	12.3	20.92	3.2	34.62	7.0
FEB	46.81	10.0	26.30	5.0	33.39	7.8	31.22	7.8	33.36	4.8	26.50	4.9
MAR	36,30	8.2	33.88	7.1	16.1	4.3	25.6	7.1	196.24	16.3	56.96	11.5
ABR	33.08	7.3	43.87	8.9	20.48	5.1	21.62	6.3	99.58	12.7	39.43	7.7
MAY	32.06	7.3	40.38	8.4	29.52	7.7	25.98	7.2	42.5	6.6	28.99	5.9
JUN	32.12	7.1	41.52	8.3	33.08	8.3	32.83	8.8	38.69	5.8	31.87	6.3
JUL	34.48	7.8	39.28	8.2	32.8	8.5	27,47	7.6	46.75	7.3	37.86	7.7
AGO	34.8	7.9	40.65	8.5	30.97	8	24.32	6.7	71.38	11.1	38.15	7.7
SET	37.48	8.2	45.81	9.2	31.5	7.9	33.24	8.8	75.56	11.4	43.17	8.5
OCT	39.02	8.9	50.85	10.6	39.61	10.3	38.63	10.7	51.12	7.9	51.20	10.4
NOV	39.35	8.6	47.67	9.6	42.0	10.4	34.65	9.3	47.25	7.1	49.6	9.7
DIC	31	7.0	49.75	10.4	44.4	11.5	27.1	7.4	36.63	5.7	62.54	12.7
Vol. Ingresado Hm3.	1059,38		1265,15		1023,21		623,69		2267,98		1532,94	
Vol. Turbinado Hm3.	1179,52		1284,49		1031,71		970,77		1724,61		1321,42	
Vol. Erogado p/ Vertedero Hm3.	0		0		0		0		282,6		0	





Se adoptó como volumen erogado mes a mes / un porcentaje del total ingresado anualmente, dicho porcentaje se calcula para cada mes como la media de los valores de la tabla anterior, obteniéndose los siguientes resultados:

MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
% turb.	8.35	6.72	9.08	8.00	7.18	7.43	7.85	8.32	9.00	9.80	9.15	9.12

Para obtener los caudales erogados por Cabra Corral se suman los aportes del año y se aplican los porcentajes mensuales, estos volúmenes se verán incrementados si la cota del embalse supera la máxima admisible por una cantidad igual a ese exceso.

Por lo explicado se desprende que se ha respetado la actual política de desembalses, será alterada en caso de no ser suficientes los volúmenes de agua para riego, por lo que se irá incrementando la salida de a 1 Hm³, hasta satisfacer la demanda. Para el caso de que se supere la capacidad de El Tunal se disminuirá lo erogado por la Central de Cabra Corral hasta un 30 % para no desperdiciar agua inútilmente.

En el esquema de funcionamiento del modelo este proceso se hará en forma instantánea, o sea, cuando no alcance el agua en Miraflores o el Embalse El Tunal quede en cota mínima, las salidas de Cabra Corral satisfecerán en forma directa la demanda de agua. En el proceso real este inconveniente en más controla

ble ya que en períodos secos se pueden incrementar /
gradualmente las erogaciones de aguas arriba.

3.3. Capacidad de Embalse - Area del Espejo de Agua

Se adoptó como variable de estado de embalse al volumen de los mismos ya que al no tener en cuenta la generación o energía no interesa la cota del embalse. Para definir las pérdidas por evaporación es necesario relacionar el volumen del embalse con el área/ del espejo de agua, para ello se utilizó el método de Mínimos Cuadrados obteniéndose las siguientes expresiones:

Cabra Corral

$$\text{Area} = 28.722 \times \text{Vol.}^{0.74358}$$

El Tunal

$$\text{Area} = 477.889 + 15.313 \times \text{Vol.} - 0.013 \times \text{Vol.}^2$$

En ambos casos el coeficiente de correlación es muy bueno, En el Gráfico N°V2 se pueden apreciar los / ajustes y los coeficientes de correlación, el rango de variación de las fórmulas es el siguiente:

Cabra Corral - de 1016 a 1037 m.s.m.

El Tunal - 468 a 480 m.s.m.

3.4. Pérdidas de Evaporación

Es una de las variables de más conflictiva cuantificación, por la forma de medición, ya que los valores obtenidos por evaporación en un tanque se ven influenciados por la inercia térmica del mismo, que es/

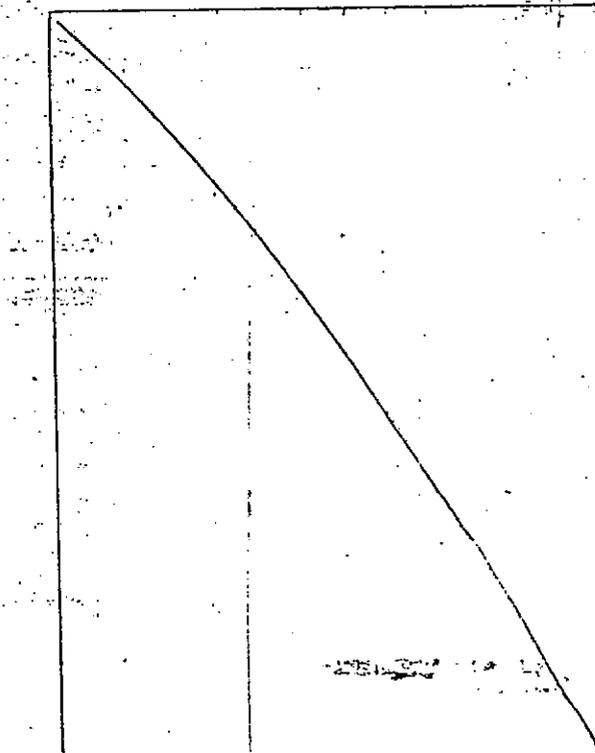
CURVA-AREAS Volumenes
Cabra Corral

$F(X) = 28.7222477399 \cdot X^2 - 743584990425$

COEFICIENTE DE DETERMINACION
(R^2) = 999255974884

COEFICIENTE DE CORRELACION =
99962791822

ERROR STANDART = 021760950749



X

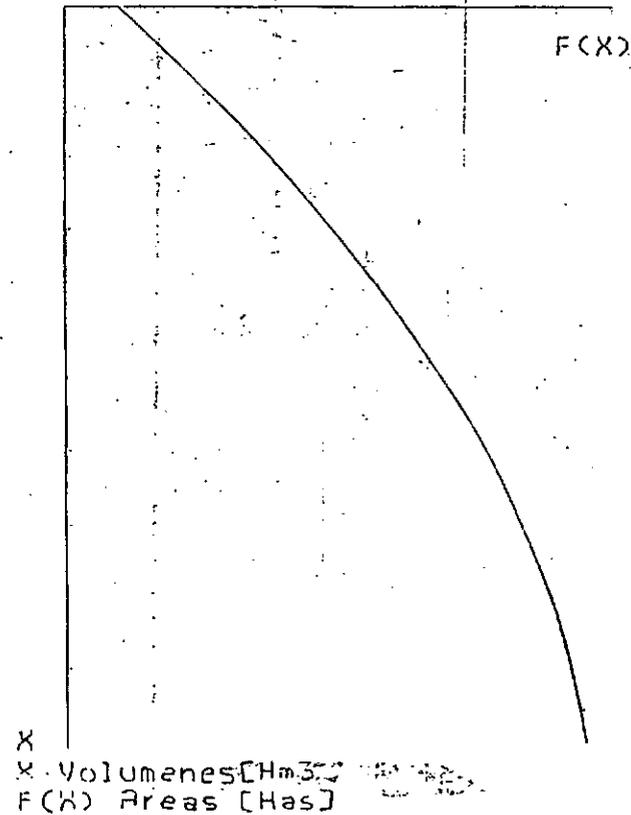
X = Volumenes (Hm³)

GRAFICO
V-2-a

CURVA-AREAS-Volumenes
El Tunal

477 888992674
COEFICIENTE DE GRADO 1
15 3126371491
COEFICIENTE DE GRADO 2
-1.34584497231E-2

COEFICIENTE DE DETERMINACION
(R^2) = 99722791591
COEFICIENTE DE CORRELACION =
998863311925
ERROR STANDART = 67.7771960175



X

X = Volumenes [Hm³]
F(X) Areas [Has]

may distinta a la inercia térmica de los lagos o grandes masas de agua, y también por la aplicación de coeficientes reductores que distan mucho de ser exactos. Pero hay que considerar que estos son los únicos datos con que se cuenta, pertenecen a la estación de aforos de El Tunal y del dique Cabra Corral.

La siguiente tabla representan los valores / medios mensuales de las series existentes.

	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO
C.C. (mm)	111	134	119	105	114	88	86	72	63	51	56	83
E.T. (mm)	132	165	158	170	163	124	108	77	72	59	75	102

Para la operación del modelo estos valores son considerados constantes año a año, las pérdidas se calcularán de acuerdo al área del embalse y al mes en curso, de acuerdo a la siguiente expresión:

$$\text{Per.} = \text{Area (Vol)} \times \text{Evap. f (mes)}$$

3.5. Necesidades de Riego

Las necesidades adoptadas corresponden a las / obtenidas en el estudio agrohidrológico efectuado por el Ing. Héctor P. Paoli, las mismas son mensuales y / se tomarán constantes año a año. El siguiente cuadro expresa las necesidades en litros/(seg.ha.)

	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO
M.F.	0.345	0.517	0.232	0.479	0.146	0.174	0.19	0.394	0.375	0.27	0.166	0.262
E.T.	0.611	0.729	0.529	0.352	0.175	0.152	0.223	0.364	0.352	0.27	0.305	0.458

M.F.: area a regar correspondiente a la zona de la localidad de El Galpón y que es derivada en Miraflores.

E.T.: area a regar correspondiente a Salta y Santiago del Estero aguas abajo del embalse El Tunal.

3.6. Caudal de Conservación

Teniendo en cuenta la necesidad de no afectar la fauna Ictícola y mantener el cauce principal del río, aguas abajo del cierre, se dispuso erogar un volumen de agua mínimo en periodos de estiaje. Luego de un análisis de los caudales se adoptó un caudal de 7 m³/seg. para cubrir esta necesidad, sin considerar la forma en que será evacuado.

4. Modelo Matemático de Simulación

4.1. Definición de las variables intervinientes:

A ; A1 : Son variables de estado que representan / las areas (Has) de los espejos de agua^{cañ} de Cabra Corral y El Tunal respectivamente/ en función de los volúmenes de embalse correspondientes para cada mes. Se calculan a partir de las expresiones indicadas en el apartado (3.3.)

- M(I) : Número de días que tiene cada mes, ordenados a partir del mes de setiembre. I= 1,.... ,12.
- P(I) : Porcentajes mensuales a erogar por Cabra Corral del total de agua ingresado al embalse durante cada período hidrológico; son los analizados en el apartado (3.2) y ordenados a partir del mes de setiembre. I= 1,.... ,12.
- E(I);E1(I) : Evaporaciones mensuales en (mm) correspondiente a los embalses de Cabra Corral y El Tunal respectivamente, indicadas en las tablas del apartado (3.4), también/ingresadas a partir del mes de setiembre. I= 1,.... ,12.
- D(I);D1(I) : Dotaciones mensuales en (m³/s.Ha) en las zonas de El Galpón y aguas abajo de El Tunal respectivamente, las mismas están tratadas en el apartado (3.5), ingresadas a partir del mes de setiembre. I= 1,.... ,12.
- A2 : Area bajo riego en la zona de El Galpón con agua tomada de Miraflores, valor / constante e igual a 11.600 Has.
- A3 : Area bajo riego en (Has.) aguas abajo de

El Tunal correspondiente a Salta y Santiago del Estero, dato que se ingresa / con un valor en exceso de manera que a medida que se opera el programa va disminuyendo hasta un valor que es compatible con las disponibilidades y operación de embalses.

E : Caudal de conservación igual a 6 m³/seg.

$V; V1$: Variables de estado que representan los volúmenes de embalse de Cabra Corral y El Tunal respectivamente. En el inicio de operaciones se toman los volúmenes correspondientes a la cota máxima de embalse: 2982 Hm³. y 310 Hm³.

$C(k)$: Caudales medios mensuales en (m³/seg.) que ingresan al embalse de Cabra Corral, datos de entrada que son tomados del archivo "OCABRA" donde $k=1, \dots, 120$

$C1(k)$: Caudal aportado por la cuenca intermedia entre Cabra Corral y Miraflores en (m³/seg) calculados a partir de una función que depende de $C(k)$, inmediatamente dichos valores son llevados a volúmenes totales mensuales en (Hm³), $k=1, \dots, 120$

$C2(k)$: Caudales aportados por la cuenca interme

día entre Miraflores y El Tunal en (m^3/s), datos tomados del archivo "QELTUN" a los que se descuenta $C(k)$, $C1(k)$ y $5 m^3/s$ del río Medina que pertenece a la provincia de Salta, inmediatamente los $C2(k)$ son llevados a volúmenes totales mensuales en (Hm^3) $k=1, \dots, 120$

Dado que la capacidad de la computadora con la que se trabajó no permitía la formación de varios vectores de 1.200 elementos de dimensión se optó por un proceso de lectura de 10 años, donde k es un contador que varía de 1 a 120 mientras que $Z0$ y $Z9$ son contadores que permiten leer los 1200 caudales tomados de a 120 por vez.

S : Acumulador de volúmenes ingresados en Cabra Corral por periodos hidrológicos en Hm^3 .

$C3(I)$: Volúmenes erogados de Cabra Corral en Hm^3 , a los que se suman los volúmenes / correspondientes a la cuenca intermedia hasta Miraflores $C2(I)$, $I=1, \dots, 120$

Este volumen está conformado por lo que se / turbinado más lo que se evacua por vertedero en el caso de que se supere la cota máxima del embalse. Con respecto a lo turbinado, la política definida es erogar un porcentaje $P(J)$ del volumen ingresado anualmente.

salvo en los casos en que el embalse El Tunal se encuentre con la capacidad máxima cubierta (310 Hm³), solo en estas condiciones se erogará un porcentaje P0 de lo que correspondería para ese mes a los efectos de no desperdiciar agua.

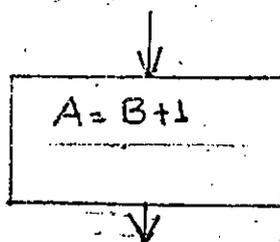
P0 : Porcentaje fijo a turbinar mínimo en los meses que el embalse de El Tunal se encuentra en su máxima capacidad.

V8 : Volúmen medio de embalse en Hm³ entre el mes en curso y el mes anterior.

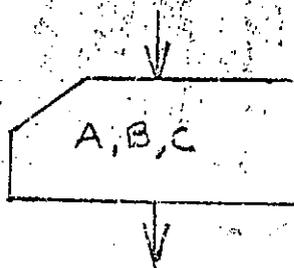
C4(I) : Volumen de agua en Hm³. que ingresa al embalse de El Tunal I=1,...,120

4.2. Diagrama de Flujo

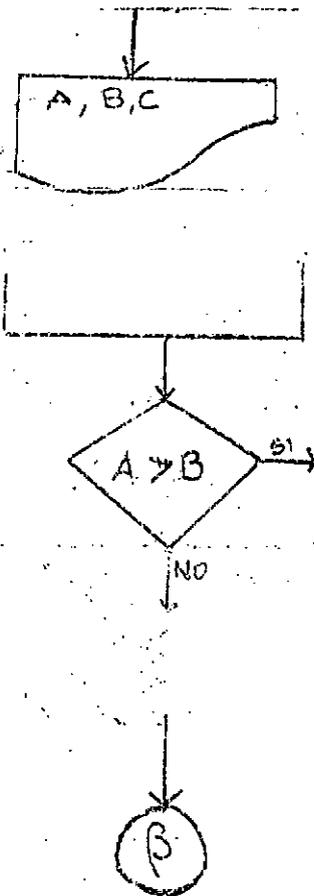
A continuación se detalla la simbología utilizada en el diagrama de flujo:



Sentencia de Asignación: permite guardar en la memoria asignada a la variable que esta a la izquierda del signo igual el resultado de la operación que esta indicada a la derecha de dicho signo.



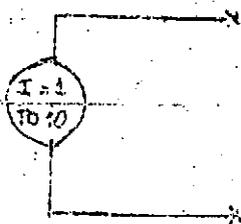
Lectura o entrada de datos: los mismos pueden ser por acceso directo de pantalla o bien por archivo.



Impresión de resultados: por pantalla o impresora.

Sentencia de decisión: permite diferenciar distintos caminos a seguir durante la ejecución de un programa en el caso de presentarse disyuntiva que dependan de condiciones variables.

Conector: permite saltar hacia otros puntos del programa que no puedan indicarse graficamente por una flecha.



Lazos: las operaciones y sentencias que se encuentran en el interior de este ciclo se repiten un número definido de veces.

Como se puede apreciar en el diagrama de flujo del modelo hay tres sectores bien diferenciados:

SECTOR I: Ingreso de datos.

SECTOR II: Operación del sistema

SECTOR III: salida de resultados

El programa es de sencilla interpretación, además para facilitar su seguimiento se dejó de lado el uso de sub-rutinas que sí fueron utilizadas en el compu

DIAGRAMA DE FLUJO

SECTOR I

APERTURA ARCHIVO
#1 #2

DIM C(120), C1(120), C2(120)
C4(120), M(12), P(12), A(12)
E1(12), C3(20), D(12), D1(12)

DEF-FHA(V) = 28.722 * V + 0.74358
DEF FNA(I) = 477.889 + 15.313 * V1 - 0.013 * V1 + 2

I=1
12

LEE M(I), P(I)

DATA M(I) 30, 31, 30, 31, 31, 28, 31, 30, 31, 30, 31, 31
DATA P(I) .0.9, .0.98, .0.915, .0.912, .0.835, .0.672, .0.908
.0.8, .0.718, .0.763, .0.785, .0.832

I=1
12

LEE E(I), E1(I)

DATA E(I) 111, 134, 119, 105, 114, 88, 86, 72, 63, 51, 56, 83
DATA E1(I) 132, 165, 158, 170, 163, 124, 108, 77, 72, 59, 75, 102

I=1
12

LEE D(I), D1(I)

D(I) = D(I)/1000 D1(I) = D1(I)/1000

DATA D(I) 0.345, 0.517, 0.232, 0.429, 0.146, 0.124, 0.19, 0.394, 0.325
0.27, 0.166, 0.262
DATA D1(I) 0.611, 0.229, 0.529, 0.352, 0.175, 0.152, 0.223, 0.364, 0.352,
0.27, 0.305, 0.458

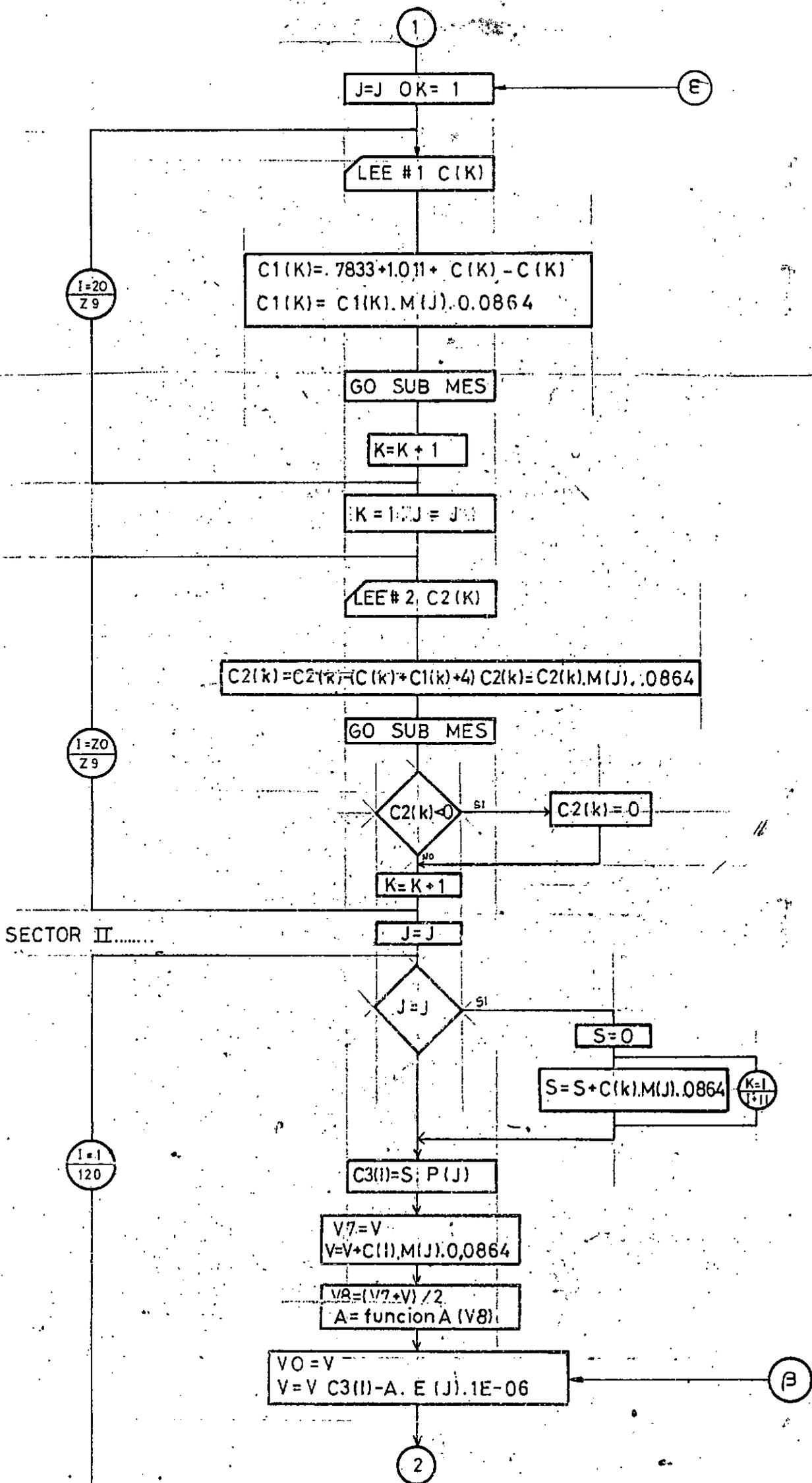
A2 = 11.600

A3 = ?

E = 7	V = 29.82
K0 = 1	V1 = 310
K = 1	Z0 = 1
J = 1	Z9 = 120

α

1



2

$V < 1150$

SI

EMBALSE C.C.
VACIO
MES=KO 12°+1

A3=A3-100
J=1

α

$V > 2982$

SI

$C3(I) = C3(I) - 2982 + V$
 $V = 2982$

NO

$D2 = A2 \cdot D(J) \cdot M(J) \cdot 0.0864$
 $C3 = C3(I) + C1(I)$

$D2 \geq C3$

SI

$C3(I) = C3(I) + 1$
 $V = V0$

β

$C3 = C3 - D2$

$C4(I) = C3 + C2(I)$

γ

$V5 = V1$
 $V1 = V1 + C4(I)$

$V8 = (V5 + V1) \cdot 12$
 $A1 = \text{Funcion } A1(V8)$
 $V9 = V1$
 $V1 = V1 - A1 - E1(I) \cdot 1E-6 \cdot (E + A3 \cdot DIJ) \cdot M(J) \cdot 0.0864$

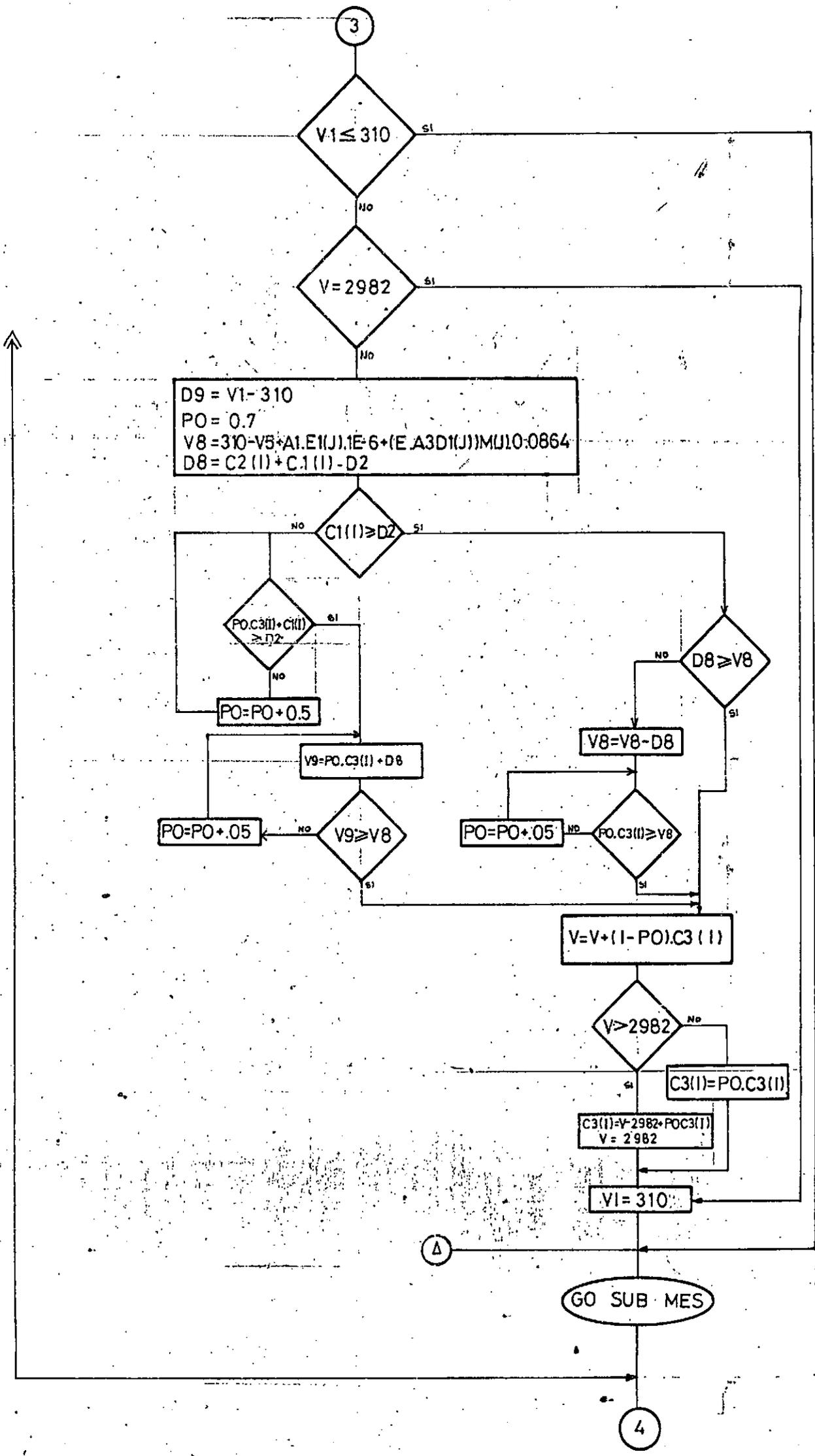
$V1 < 88$

SI

$C3(I) = C3(I) + 1$
 $V = V0$
 $V1 = V5$

3

β



$D9 = V1 - 310$
 $PO = 0.7$
 $V8 = 310 - V5 + A1.E1(I).1E-6 + (E.A3D1(J))MU10.0864$
 $D8 = C2(I) + C1(I) - D2$

$PO.C3(I) + C1(I) \geq D2$

$PO = PO + 0.5$

$V9 = PO.C3(I) + D8$

$PO = PO + 0.5$

$V9 \geq V8$

$PO = PO + 0.5$

$PO.C3(I) \geq V8$

$V = V + (1 - PO).C3(I)$

$V > 2982$

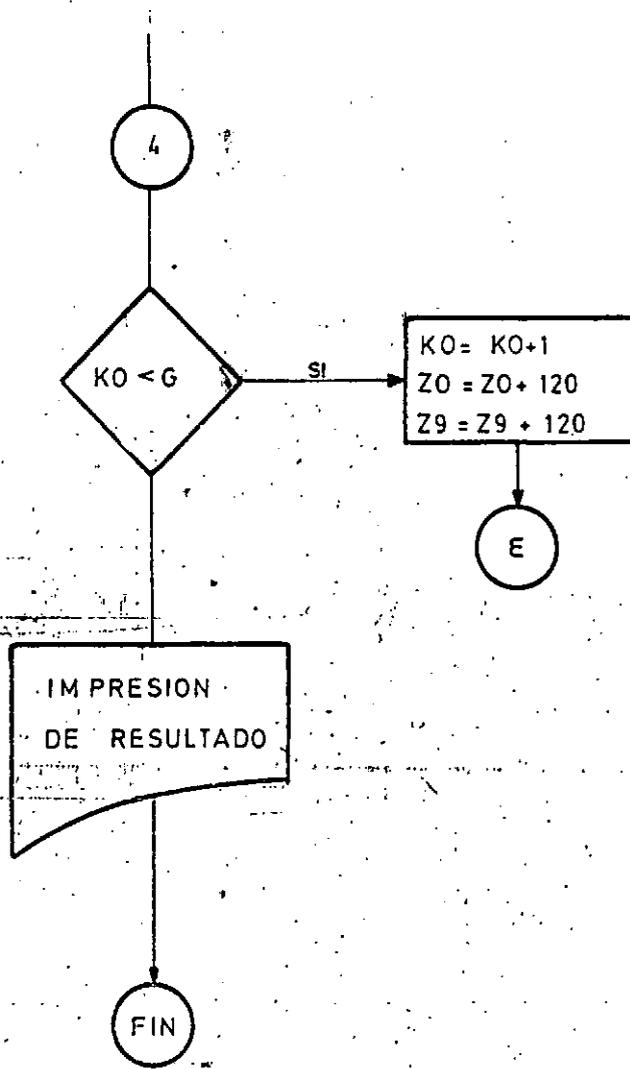
$C3(I) = PO.C3(I)$

$C3(I) = V - 2982 + PO.C3(I)$
 $V = 2982$

$V1 = 310$

GO SUB MES

SECTOR III



SUB MES

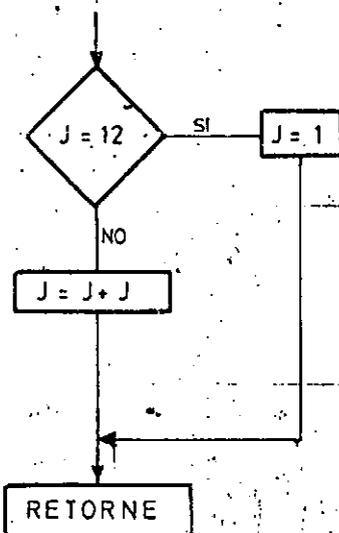
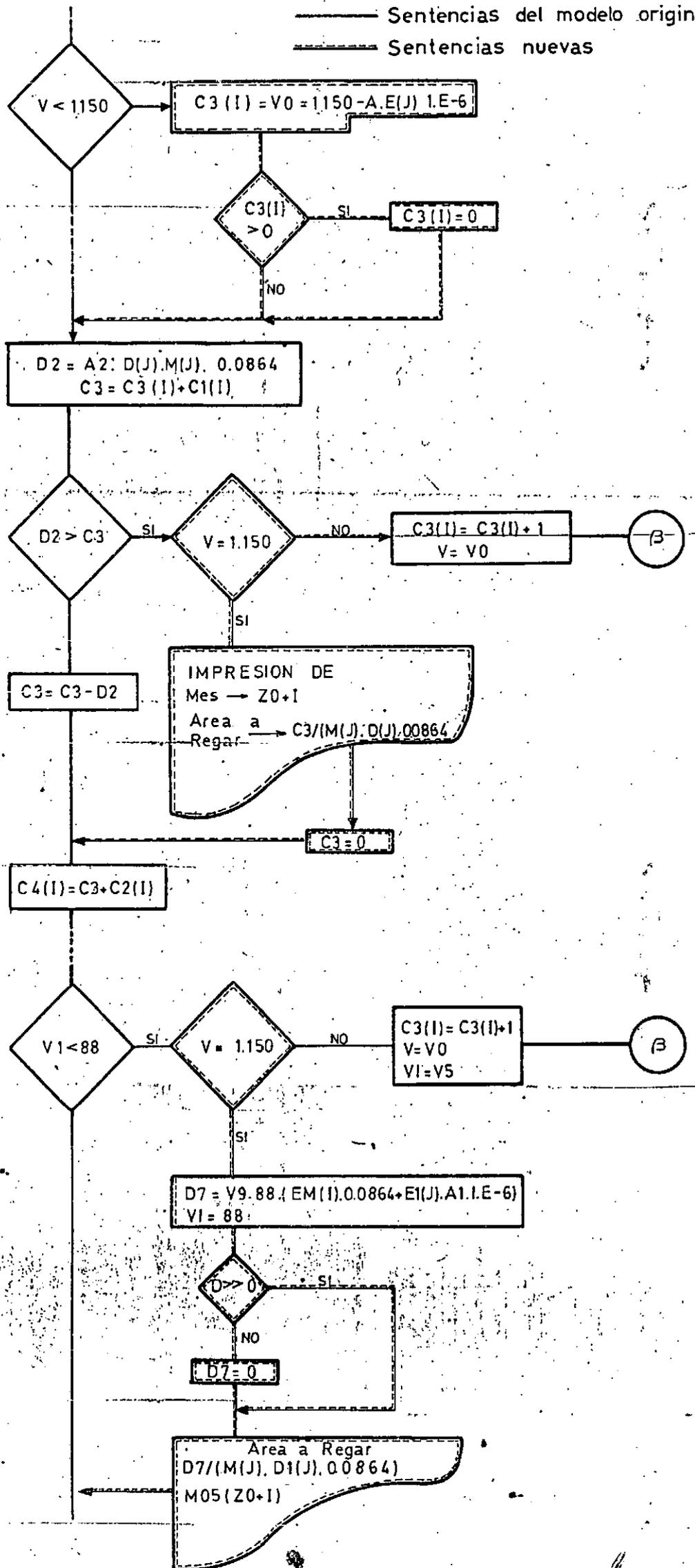


DIAGRAMA DE FLUJO

MODIFICACIONES PARA DETECTAR FALLAS

———— Sentencias del modelo original

- - - - Sentencias nuevas



tador a efectos de disponer de más capacidad de memorias.

4.3. Operación del Modelo

4.3.1. Determinación de PO:

Una cuestión sumamente conflictiva se plantea al enfrentar la generación de energía con el almacenamiento de reserva para períodos de marcado estiaje con el fin de cubrir la necesidad de riego.

Hay meses en que el embalse El Tunal se encuentra completamente lleno, de manera que al continuar la política de desembalses de Cabra Corral, sin la presencia de excesos, ese volumen turbinado se desperdiciará irremediablemente al no poder retener el embalse de aguas abajo. Controlando dicho volumen cuando se presente esta situación, se incrementa considerablemente el área a regar, la metodología adoptada es erogar un volumen menor al que normalmente se turбина.

Esto se ejecuta en el último tramo del / Sector II en el diagrama de flujo y que a continuación se procede a explicar:

La rutina comienza cuando el volumen de embalse de El Tunal es superior a la máxi

ma capacidad de almacenamiento y no hay ex-
cesos verticales en Cabra Corral.

P0 : porcentaje mínimo a erogar con res-
pecto al normal.

D9 : volumen en excesos de El Tunal

V8 : diferencia entre el volumen final del
mes anterior y el máximo volumen de
embalse, incluyendo las necesidades
y la evaporación.

D8 : volumen sobrante del total aportado
por la cuenca intermedia, luego de /
restar lo destinado al derivador Mi-
raflones.

Se plantean una serie de alternativas en
función de lo aportado por la cuenca inter-
media y las necesidades existentes. La pri-
mer pregunta es: ¿Lo erogado por la cuenca
intermedia (hasta Miraflores) iguala o supe-
ra la demanda en el derivador?

En caso afirmativo el volumen sobrante
más el aporte de la cuenca intermedia aguas
abajo del derivador puede superar el volu-
men que se requiere en El Tunal quedando /
el embalse lleno (V8) por lo que se eroga-
ría desde Cabra Corral ($P0 \times C3 (I)$), si /
no supera ese volumen habría que incremen-

tar PO hasta que se supla la necesidad y quede el embalse lleno.

Cuando no se cumpla lo requerido en / la pregunta inicial se debe cuestionar si lo erogado desde Cabra Corral ($PO \times C3(I)$) alcanza a completar ese faltante, si es necesario se incrementa PO hasta / cubrir la diferencia; luego el volumen sobrante más el aporte de la cuenca intermedia, aguas abajo debe ser suficiente / para cubrir la demanda de El Tunál quedando el embalse lleno.

Al salir de estas alternativas, se obtiene que lo erogado desde Cabra Corral es menor que $C3(I)$ en una cantidad $(1-PO)$ por lo que el volumen V del embalse se ve incrementado durante ese mes en un valor $(1-PO) \times C3(I)$, ahora resta preguntar si ese nuevo volumen supera la máxima capacidad del embalse, si es afirmativo se eroga $PO \times C3(I) + V - 2982$, en caso contrario se evacuaran $PO \times C3(I)$

La cuestión recientemente analizada introduce al modelo una variable más PO cuyo valor definirá por un lado la generación de energía y por otro la cantidad de Has. bajo riego. En

la operación de embalses real este inconveniente se regula con mayor flexibilidad pero PO es un valor limitante de la generación de energía.

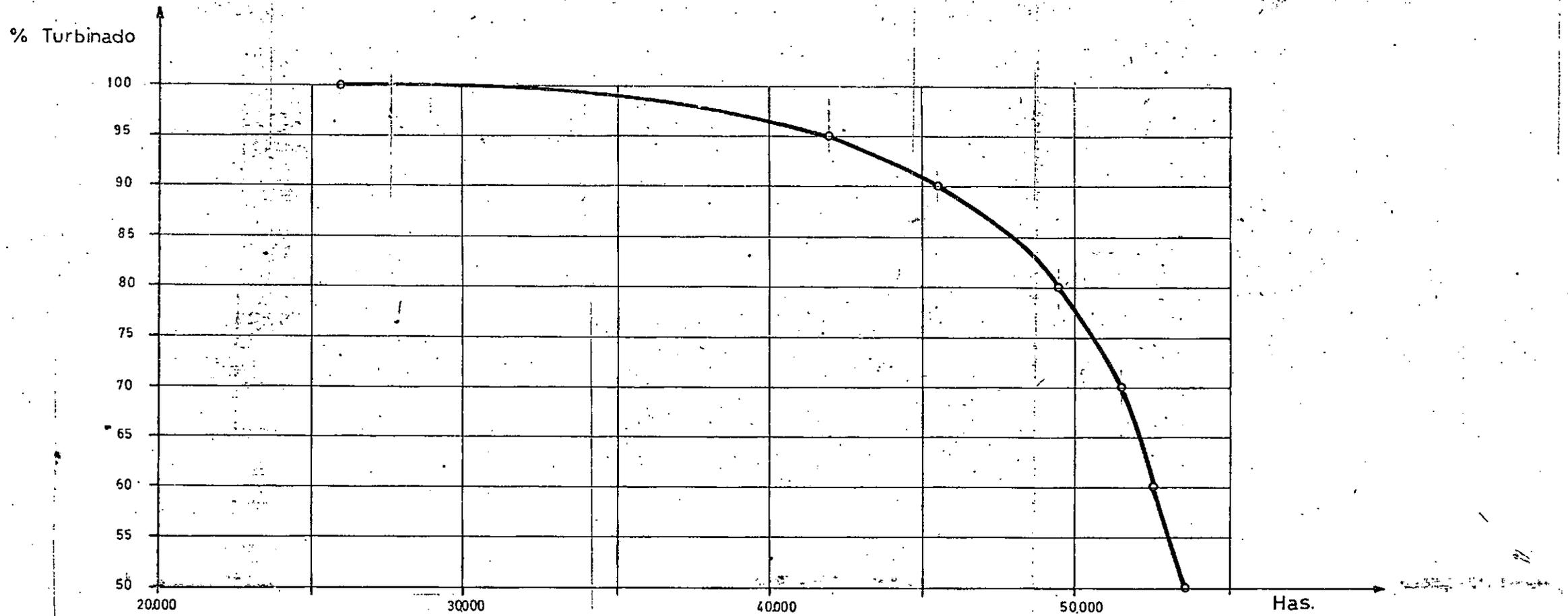
Con el objeto de que PO sea un parámetro del sistema se hicieron varias corridas del modelo con distintos valores de esta variable, obteniéndose el siguiente cuadro que es representado en el Gráfico NºV3.a.

PO	Area (Has.)
0.5	53.500
0.6	52.700
0.7	51.500
0.8	49.300
0.9	45.800
0.95	42.100
1.0	25.800

Puede observarse que a medida que se incrementa PO decrece más rápidamente el área bajo riego, lo ideal es encontrar el óptimo partiendo de un análisis económico, cuantificando en divisas el área bajo riego y la generación de energía para obtener el máximo de una función beneficios, pero en general los aspectos sociales paralelos a la coloni

GRAFICO Nº V-3-a

VARIACION DEL AREA BAJO RIEGO DE ACUERDO A PORCENTAJES TURBINADOS



zación de tierras no son cuantificables por lo que el resultado del análisis sería enmarcado por los beneficios económicos inmediatos de la generación de energía.

De acuerdo a lo expresado se adoptó un $P_0 = 0.7$ de manera de no alterar considerablemente la política energética actual y a la vez tener un buen número de Has. bajo riego.

Por lo tanto, luego de operar el modelo matemático de movimiento de embalses con // 100 años de funcionamiento, se obtuvieron / 51.500 Has. bajo riego, continuas y sin fallas por falta de agua.

4.3.2. Aplicación del Modelo con Distintas Series

Sintéticas:

Como fue explicado anteriormente, las series generadas no representan situaciones reales o pasadas, tampoco puede esperarse que sucedan tal cual en el futuro, son muestras equiprobables de eventos posibles, por lo que es necesario operar el modelo con distintas series sintéticas y así verificar los resultados obtenidos y analizar su variabilidad, cambiando siempre la semilla generadora de números aleatorios.

Cada semilla aleatoria genera un par de series sintéticas (Cabra Corral y El Tunal) que / luego de una corrida del programa se obtiene como resultado una determinada ~~area a regar.~~

De esta manera, y luego de 40 corridas con distintos números aleatorio se obtuvo:

- Media

51.300 Has.

- Desvío Stand.

1.364,9 Has.

- Coeficiente de Variación

0.0266 = 2.66 %

- Coeficiente de Asimetría

0.1497

En el siguiente cuadro se consignan los resultados de cada operación, ordenados de menor a mayor con la correspondiente frecuencia experimental del tipo $(i/N+1)$.

Area	Frec. Ex.
48.400	.024
49.000	.049
49.300	.073
49.600	.098
49.800	.122
50.000	.146
50.100	.171
50.200	.195
50.200	.220
50.200	.244
50.300	.268
50.300	.293
50.400	.317
50.600	.341
50.600	.366
51.000	.390
51.100	.415
51.200	.439
51.300	.463
51.500	.488
51.500	.512
51.600	.537
51.600	.561
51.700	.585
51.800	.610
51.800	.634
51.800	.659
51.900	.683
52.000	.707
52.100	.732
52.200	.756
52.300	.780
52.400	.805
52.700	.829
52.800	.854
53.100	.878
53.100	.902
53.600	.927
54.000	.951
54.500	.976

En el Gráfico N°4 se plotearon los valores del cuadro y en líneas de trazo lleno se graficó la curva probabilística teórica que mejor se adapta al esquema empírico:

Función de Goodrich $F(x) =$

donde $F(x)$ probabilidad de regar un área menor o igual x

a, x_1, n parámetros de la función que se calculan resolviendo un sistema de ecuaciones.

para este caso $a = 7.109 \text{ E-}12$

$x_1 = 47.495,96$

$n = 0.3259$

La bondad del ajuste está expresado en el test de Kolmogoroff, en el que la máxima diferencia entre la función teórica y la experimental es del $6.4 \% = 0.064$

El objetivo de este ajuste estadístico es relacionar probabilidades con áreas a regar, y por consiguiente con las series sintéticas. Como ninguna de estas representa la realidad / hay que elegir una que defina un área con un amplio margen de seguridad.

Se adopta una probabilidad del 25% que se presenten áreas menores que la obtenida.

$F(X) = 0.25$ Área = 50.300 Has.

Por lo tanto en 100 años se podrán regar

GRAFICO Nº V-4-a

Probabilidad: Areas bajo riego para las distintas generaciones

Area
(Has)

55.000

54.000

53.000

52.000

51.000

50.000

49.000

48.000

+ Posición experimental

— Funcion de Goodrich

$$F(x) = 1 - e^{-a(x-x_1)^{1/n}}$$

$$a = 7.109 \text{ E-}12$$

$$x_1 = 47495.96$$

$$n = 0.3259$$

F(x) (%)

0

10

20

30

40

50

60

70

80

90

100

en forma permanente y sin falla por falta de agua en el sistema 50.300 Has.

4.3.3. Análisis de Riesgos:

Todo sistema de riego debe preveer fallas, entendiéndose como tales a aquellos años en / que no se puede regar la totalidad del area / empadronada. Hasta el momento el estudio arrojó el resultado de 50.300 Has. sin riesgos para la serie sintética correspondiente, por lo que a continuación, para la misma serie, se efectuó el análisis de la relación "Has. bajo riego- número de fallas".

a) Criterios de Fallas:

Se han adoptado los siguientes criterios para definir la falla del sistema para un año:

- * tres meses consecutivos en que el agua alcance para regar entre el 50 y el 80 % del area total.
- * dos meses consecutivos que se riege entre el 30 y el 50 % del area total.
- * durante un mes del año se riega menos del 30 %.

b) Operación del Modelo

Con las modificaciones introducidas en el

programa (ver diag. de flujo "Modificaciones para detectar fallas") se corrió el modelo con áreas superiores a 50.300 Has. obteniéndose la siguiente tabla y el Gráfico Nº 5.a.

Has. Bajo Riego	Frecuencia (%)	Riesgos (%)
50.300	100	0
52.000	97	3
53.000	94	6
54.000	90	10
55.000	86	14
56.000	82	18
57.000	76	24
58.000	70	30
59.000	63	37

Normalmente se acepta, en este tipo de obras, un riesgo del 30 %, por lo tanto se estima para regar bajo esas condiciones unas 58.000 Has.

La máxima dotación requerida aguas abajo del embalse es 0.729 l/s.Has. quedando el caudal máximo de 42.3 m³/seg.

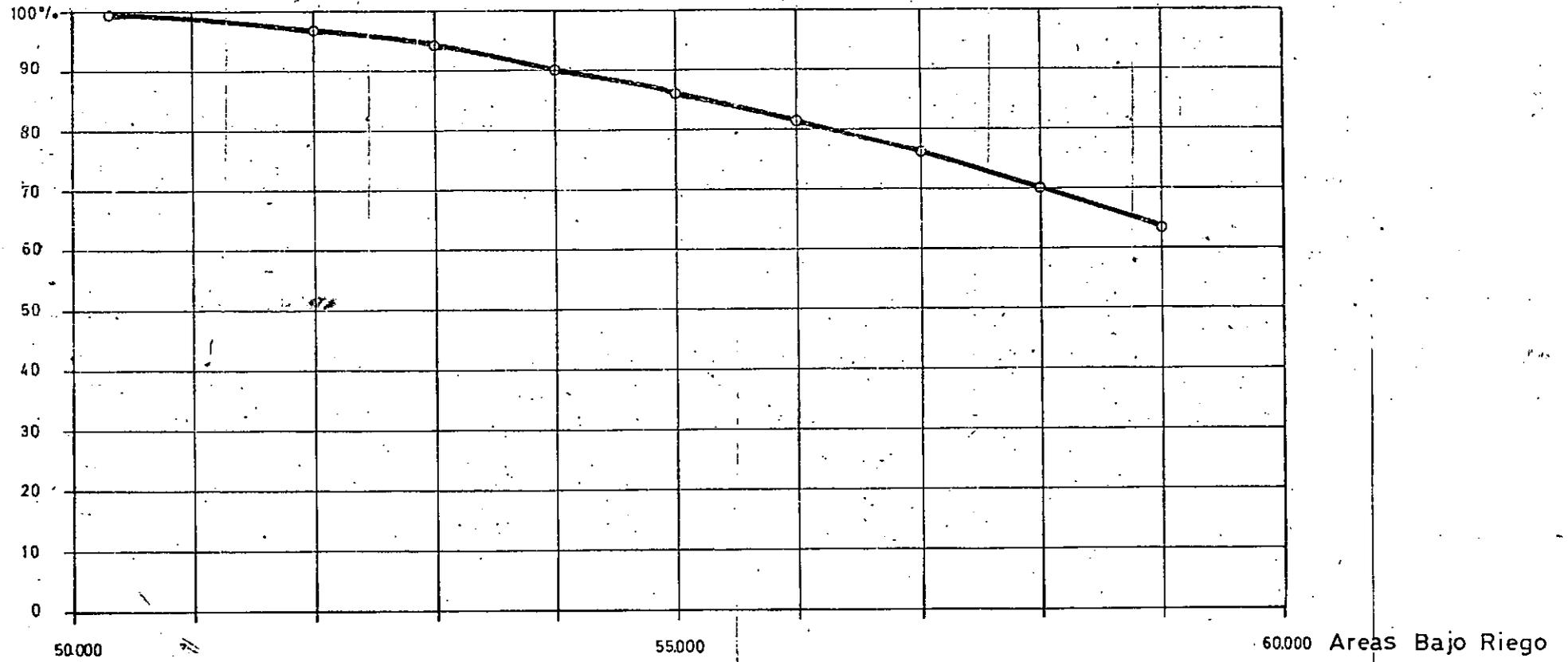
Se recomienda adoptar como caudal de diseño:

$$Q = 43 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

Los caudales a derivar mensualmente son:

GRAFICO Nº V-5-a

% de Funcionamiento
del Sistema



Setiembre	35.4 m3/s.
Octubre	42.3 m3/s.
Noviembre	30.7 m3/s.
Diciembre	20.4 m3/s.
Enero	10.2 m3/s.
Febrero	8.8 m3/s.
Marzo	12.9 m3/s.
Abril	21.1 m3/s.
Mayo	20.4 m3/s.
Junio	15.7 m3/s.
Julio	17.8 m3/s.
Agosto	26.6 m3/s.

4.4. Distribución del Area a Regar

En este apartado se trata la distribución del agua entre las dos provincias tomando como base los / resultados obtenidos en este estudio y un trabajo rea- lizado por el C.F.I. "Desarrollo Agropecuario de la / Margen Izquierda del Río Juramento...".

Si se llama:

V: volumen anual de agua para rie- go.

D: suma de las dotaciones neces- rias para Salta (Hm3/Ha)

D: idem para Santiago del Estero

Asta. Asgo : areas a regar en Salta y Santia go del Estero respectivamente. (Has.)

$$D = D_{\text{SET}} + D_{\text{OCT}} + \dots + D_{\text{JUL}} + D_{\text{AGO}}$$

$$D' = D'_{\text{SET}} + D'_{\text{OCT}} + \dots + D'_{\text{JUL}} + D'_{\text{AGO}}$$

$$D_{\text{MES}} \text{ o } D'_{\text{MES}} \quad \text{Hm}^3/\text{Ha. Mes}$$

Se puede escribir la siguiente expresión:

$$V = D A_{\text{Sta}} + D' A_{\text{Sgo}}$$

En Salta el área bajo riego se divide en dos tramos correspondiendo distintas dotaciones:

1 - Miraflores (A_{MF} , D_{MF})

2 - El Tunal (A_{ET} , D_{ET})

$$V = D_{\text{MF}} A_{\text{MF}} + D_{\text{ET}} A_{\text{ET}} + D' A_{\text{Sgo}}$$

$$D_{\text{MF}} = 9.356 \cdot 10^{-3} \text{ Hm}^3/\text{Ha.}$$

$$D_{\text{ET}} = D'_{\text{Sgo}} = 1.19137 \cdot 10^{-2} \text{ Hm}^3/\text{Ha.}$$

Además $A_{\text{MF}} = 11.600 \text{ Has.}$

por lo que la expresión de "V" queda

$$V = 108,5296 \text{ Hm}^3 + 0.0119137 \frac{\text{Hm}^3}{\text{Ha.}} (A_{\text{ET}} + A_{\text{Sgo}})$$

De acuerdo a lo obtenido en el punto anterior

$$A_{\text{ET}} + A_{\text{Sgo}} = 58.000 \text{ Has.}$$

reemplazando

$$V = 799.5236 \text{ Hm}^3.$$

El volumen correspondiente a Salta puede ser expresado como un porcentaje del volumen total

$$V_{Sta} = K.V$$

de la misma forma se puede expresar el volumen correspondiente para Santiago del Estero

$$V_{Sgo} = V (1 - K)$$

El coeficiente K fue definido en un acuerdo interprovincial y asentado en las Leyes 4035 y 4518 de la Provincia de Salta con la siguiente expresión:

$$K = \frac{0.57 V_{TCC} + 0.50 V_{TCI}}{V_{TCC} + V_{TCI}}$$

donde: V_{TCC} = Acumulación de volúmenes ingresados en Cabra Corral durante 100 años.

V_{TCI} = Acumulación de volúmenes aportados por la Cuenca Intermedia durante / 100 años.

Se calcularon estos volúmenes para las 40 series generadas obteniéndose los siguientes valores / medios:

$$V_{TCC} = 91.895 . 2128 \text{ Hm}^3$$

$$V_{TCI} = 16.553 . 1859 \text{ Hm}^3.$$

Para este último no se tuvieron en cuenta los aportes del Río Medina, con la excepción de los aportados en crecidas.

Con esto se calculó el coeficiente obteniéndose se:

$$K = 0.559$$

Por lo tanto:

$$V_{Sgo} = 352.5899 \text{ Hm}^3.$$

$$V_{Sta} = 446.9337 \text{ Hm}^3.$$

Despejando areas bajo riego:

$$A_{Sgo} = \frac{V_{Sgo}}{D}$$

$$A_{ET} = \frac{V_{Sta} - D_{MF} \cdot A_{MF}}{D}$$

$$A_{Sgo} = 29595.3 \text{ Has.}$$

$$A_{ET} = 28404.6 \text{ Has.} \quad A_{Sta} = 40004.6 \text{ Has.}$$

$$A_{MF} = 11600.0 \text{ Has.}$$

De acuerdo a los resultados obtenidos se de
ben derivar los siguientes caudales:

MES	EL TUNAL		MIRAFLORES (m3/s.)
	SALTA (m3/s)	SANTIAGO (m3/s.)	
SET	17.4	18.0	4.0
OCT	20.7	21.6	6.0
NOV	15.0	15.7	2.7
DIC	10.0	10.4	5.6
ENE	5.0	5.2	1.8
FEB	4.3	4.5	2.0
MAR	6.3	6.6	2.2
ABR	10.3	11.1	4.6
MAY	10.0	10.4	4.4
JUN	7.7	8.0	3.1
JUL	8.7	9.1	1.9
AGO	13.0	13.6	3.0