

R 40

40R

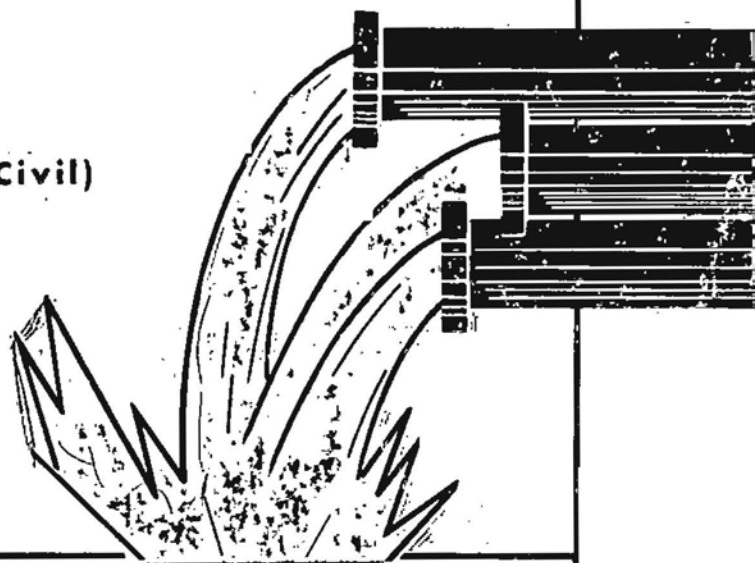
**INFLUENCIA DEL EMBALSE PUNTILLA
DEL VIENTO EN LOS RECURSOS DE AGUA
DE LA HOYA INTERMEDIA DEL RIO**

**ACONCAGUA
CORFO**

FERNANDO RODRIGUEZ ROA (Ing. Civil)

C797/
1545
C.1

gs Abril de 1972



DEPARTAMENTO DE RECURSOS HIDRAULICOS

INDICE

	Pág.
CAPITULO I.— <u>Introducción.</u>	1
CAPITULO II.— <u>Aspectos hidrológicos generales del Proyecto de Regadío del Aconcagua (Embalse Puntilla del Viento).</u>	3
CAPITULO III.— <u>Objetivos del presente informe.</u>	7
CAPITULO IV.— <u>Conclusiones y recomendaciones.</u>	8
CAPITULO V.— <u>Corrección y ampliación de estadísticas fluviométricas.</u>	11
5.1.0.— Aconcagua en Río Blanco, Aconcagua en Chacabuquito y Río Putaendo en Resguardo Los Patos.	11
5.2.0.— Aconcagua en San Felipe.	11
5.3.0.— Río Colorado en Desembocadura.	15
5.4.0.— Estero Pocuro en El Sifón.	15
5.5.0.— Estero Quilpué en su entrada al Valle.	15
5.6.0.— Estero Quilpué en desembocadura.	15
CAPITULO VI.— <u>Infiltración en la 1a. Sección del Valle Aconcagua.</u>	17
6.1.0.— Entradas de agua.	17
6.1.1.— Cursos superficiales.	17
6.1.2.— Precipitaciones.	17
6.2.0.— Salidas de agua.	17
6.2.1.— Cursos superficiales.	17
6.2.2.— Uso — Consumo.	19
6.2.3.— Evapotranspiración de áreas no regadas.	19
6.3.0.— Infiltración.	20
6.4.0.— Tasa de riego.	25
CAPITULO VII.— <u>Infiltración en Valle Putaendo</u>	28
CAPITULO VIII.— <u>Análisis general de las características, origen y magnitud de los recursos de agua de la hoya intermedia.</u>	32
8.1.0.— Análisis general.	32
8.2.0.— Balance hidrológico.	35
CAPITULO IX.— <u>Influencia del Proyecto Embalse Puntilla del Viento.</u>	39
9.1.0.— Infiltración 1a. Sección Aconcagua.	39
9.2.0.— Aumento de la infiltración en Valle Putaendo (Canal Putaendo) .	41
9.3.0.— Análisis de los resultados obtenidos.	42
9.4.0.— Discusión final.	43

BIBLIOGRAFIA

- GRAFICOS: —
- Plano de ubicación general.
 - Gráficos de gastos en Chacabuquito, Los Patos y San Felipe vs. probabilidad.
 - Gastos anuales de E. Quilpué en su entrada al Valle vs. gastos anuales de E. Quilpué en desembocadura (Fig. 1) .
 - Infiltración en 1a. Sección del Aconcagua vs. recursos de agua superficiales en 1a Sección (Fig. 2) .
 - Infiltración en 1a. Sección del Aconcagua vs. probabilidades (Fig. 3) .
 - Tasa de riego actual en 1a. Sección del Aconcagua vs. probabilidades (Fig. 4.).
 - Pérdidas entre Los Patos y Mal Paso vs. Gasto en Los Patos (Fig. 5.).
 - Infiltración 1a. Sección del Aconcagua con embalse vs. probabilidades (Fig. 6.) .

ANEXOS:

- Estadísticas fluviométricas medias mensuales originales. 49
- Estadísticas fluviométricas medias mensuales ampliadas y/o corregidas. 56
- Estadísticas pluviométricas consideradas. 65

PROLOGO

El actual proyecto de regadío del valle Aconcagua que contempla básicamente la construcción de un embalse de 150 millones de m³. en Puntilla del Viento, 11 Kms. al Este de la ciudad de Los Andes, ha sido objeto, en el aspecto hidrológico, de algunas inquietudes planteadas en distintas reuniones por parte de representantes de instituciones nacionales como de organismos crediticios internacionales.

El presente informe tiene como finalidad dar sólo respuesta a algunas de estas interrogantes.

El autor agradece la colaboración de todas aquellas personas que de una u otra forma hicieron posible esta publicación, especialmente a los ingenieros: Carmen Hochfarber de la Dirección General de Aguas, Luis Vidal de la Dirección de Riego y Fernando Peralta, Agustín Hojas, Guillermo Wood y Eduardo Ramírez del Departamento de Recursos Hidráulicos de CORFO.

Asimismo nos es grato dejar constancia de la eficiente colaboración prestada por el Sr. Jaime Mendoza, particularmente en la laboriosa tarea de la corrección y ampliación de las estadísticas.

CAPITULO I

INTRODUCCION

La hoya del río Aconcagua está ubicada entre los 32°15' y 33°11' latitud sur, abarcando parte de las provincias de Aconcagua y Valparaíso. La superficie de la cuenca hidrográfica es de 7.500 Km².

El río Aconcagua tiene hasta su desembocadura en el mar, en Concón, un desarrollo aproximado de 190 Kms. Nace en la alta cordillera en el Nevado de Los Leones con el nombre de río Juncal. Posteriormente recibe los aportes del río Blanco, por el Sur, y de los ríos Colorado y Putaendo, por el Norte, todos ellos de régimen nivo-glacial.

Otros afluentes que se tienen a lo largo de su recorrido son los esteros Quilpué, Catemu, Romeral, El Litre y Lo Rojas por el Norte y los esteros Pocuro, Lo Campo, Las Vegas, Rabuco, San Pedro y Limache por el Sur. Los aportes de sus hoyas tributarias son de carácter pluvial, a excepción de las aguas de los esteros Quilpué y Pocuro, de régimen nivo-pluvial. (Ver plano de ubicación, Capítulo VI).

Los centros más destacados del área son las ciudades de Los Andes, San Felipe, Llay-Llay, Calera, Quillota y Limache.

La precipitación media anual en el curso superior del valle (Los Andes), es de 308 mm. y en su curso medio (La Calera), de 350 mm. En la región cordillerana la lluvia es muy superior y cae en forma de nieve.

Las estaciones fluviométricas de Chacabucuito y de Resguardo Los Patos, controlan los caudales de los ríos Aconcagua y Putaendo en su entrada a los valles. Sus gastos medios anuales son de 29.0 m³/s. y 7.8 m³/s., respectivamente.

El valle se encuentra dividido en 4 secciones legales en lo que respecta al uso y distribución del agua.

Primera Sección:

Abarca la zona del Aconcagua que va desde la Cordillera de Los Andes hasta la ciudad de San Felipe. De acuerdo a la reglamentación vigente posee una superficie de riego permanente de 20.000 Hás. y una eventual de 4.000 Hás. Esta sección tiene derechos sobre la totalidad de los recursos del río y prácticamente no sufre penuria de agua en años secos normales.

Referente al agua subterránea, el nivel estático se sitúa a profundidades superiores a los 100 mts. en las vecindades de Los Andes, disminuyendo hacia aguas abajo hasta alcanzar niveles del orden de 10 m. en San Felipe.

La fluctuación estacional del nivel de saturación es apreciable en las proximidades de Los Andes y tiende a atenuarse hacia la parte inferior de esta Sección.

La recarga del acuífero proviene fundamentalmente de la infiltración de riego en el sector.

De acuerdo a las corridas de aforos, las pérdidas de conducción en el lecho del río no son significativas, salvo en períodos de crecida.

Segunda Sección:

Se extiende desde San Felipe a Puntilla de Romeral. La superficie regada es de 17.700 Hás.

Esta Sección, como la anterior, tampoco presenta déficits de agua. En efecto, los cordones de cerros

transversales que limitan la cuenca por el Norte y por el Sur, producen un marcado angostamiento en las cercanías de San Felipe, lo cual sumado al aporte subterráneo del Valle Putaendo, origina un fuerte afloramiento del agua subterránea, que se manifiesta en la formación de abundantes vegas y al mismo tiempo produce un notable incremento del caudal del río a lo largo de todo su desarrollo en el sector. Análogamente, en los afluentes se observa una situación similar. Las recuperaciones registradas en los esteros Lo Campo, Catemu y Las Vegas, revisten gran importancia. Puede decirse que las experiencias o corridas de aforo realizadas señalan que las recuperaciones de dichos afluentes son del mismo orden de magnitud que las registradas en el río en este sector.

Las recuperaciones en la zona se caracterizan por presentar gran constancia en sus valores.

Tercera Sección:

Está comprendida entre Puntilla de Romeral y la bocatoma del Canal Rautén, ubicada a 3 Kms. aguas arriba del Puente Tabolango del ferrocarril a Quintero.

Esta sección está considerada como una de las más productivas del valle, debido a las condiciones excepcionales de clima y al desarrollo industrial alcanzado.

El área regada en forma más o menos permanente es de 18.500 Hás. y en forma eventual de 6.000 Hás.

Las recuperaciones del río son de relativa importancia durante la temporada de riego y se caracterizan en general por una gran variabilidad, producto principalmente de microvariaciones del nivel estático que está próximo a la superficie en casi toda el área.

La zona sufre de gran escasez de agua y el río está sometido a turno con frecuencia, razón por la cual desde el punto de vista del desarrollo del agua subterránea es el área que presenta más interés. Actualmente, en ella se concentra la mayor parte de los sondeos del valle.

El Departamento de Recursos Hidráulicos de CORFO, dentro de sus programas de investigación y evaluación del recurso en la Cuenca del río Aconcagua, contempla precisamente un acabado estudio de las características físicas del acuífero de la 3.ª Sección (geometría y valores de T y S) y de su comportamiento hidrogeológico frente a distintos regímenes de explotación. Para tal efecto, el estudio incluye la elaboración de un modelo digital que permita definir las directrices de una política tendiente a obtener el óptimo manejo y uso de la capacidad de almacenamiento del embase subterráneo.

Cuarta Sección:

Se desarrolla entre la bocatoma del canal Rautén y la desembocadura del río en el mar.

Comprende una superficie cultivable de 1.800 Hás. Los recursos de agua superficial se presentan en este sector aun más limitados que en el anterior. En cuanto a sus características hidrogeológicas, éstas son muy similares.

Referente al valle Putaendo, cabe mencionar que administrativamente no forma parte de ninguna de las 4 secciones en que se ha dividido el Aconcagua. Los recursos de agua superficial que dispone son limitados y aún en años normales el río debe ser sometido a turno.

Con el objeto de formarse una idea general de la demanda agrícola de la hoya del Aconcagua en su conjunto, es de interés hacer ver que la superficie total de riego bajo canal es de 79.000 Hás., que se descompone en un área de 68.000 Hás. dentro del valle Aconcagua, 7.000 Hás. en el valle Putaendo y 4.000 Hás. que pertenecen a la cuenca del Maipo, ubicadas en el sector Chacabuco-Poipaco y que son regadas por medio del Canal Chacabuco, que toma sus aguas en la ribera Sur de la parte alta del Aconcagua, aguas arriba de Chacabucuito.

CAPITULO II

ASPECTOS HIDROLOGICOS GENERALES DEL PROYECTO DE REGADIO DEL ACONCAGUA (EMBALSE PUNTILLA DEL VIENTO)

En el año 1965, una misión compuesta por especialistas ingleses en riego, visitó nuestro país atendiendo a una solicitud del Gobierno chileno con el objeto de estudiar la factibilidad técnica y económica del Proyecto de Regadío para el Valle Aconcagua.

Los Ingenieros Consultores, Rendel, Palmer y Tritton, en su informe emitido en Enero de 1967 contemplan la construcción de 2 embalses en el valle, ampliación de la red actual de canales y el establecimiento de una organización administrativa para el funcionamiento y mantención del Proyecto terminado, incluyendo servicios de asesoramiento agrícola.

Se sugiere en resumen dividir el Proyecto de Regadío en dos fases, abordándose la segunda una vez que la primera fase haya experimentado un desarrollo inicial y después de llevar a cabo algunos estudios adicionales.

El Proyecto propone esencialmente en la FASE I, la construcción de un embalse tipo rock-fill en Puntilla del Viento de una capacidad útil de 148 millones de m³., altura muro de 110 mts. y volumen de relleno 4,5 millones de m³., para servir el regadío de 17.575 Hás. nuevas equivalentes.

En la FASE II se contempla básicamente la construcción de un embalse de tierra en Las Peñas, ubicado en la parte alta del valle de Llay-Llay, de una capacidad útil de 154 millones de m³., altura muro de 58 mts. y volumen de relleno 17 millones de m³. para cubrir el riego de 13.000 Hás. nuevas equivalentes.

Este estudio ha sido objeto de algunas observaciones que no es del caso mencionar aquí, sin embargo al respecto sólo cabe consignar que los antecedentes hidrológicos a esa fecha, particularmente en lo que se refiere al conocimiento de las recuperaciones del río, no eran suficientes.

En Diciembre de 1969, la Dirección de Riego del MOPT publicó un informe con el objeto de definir y justificar el concepto actual del proyecto de regadío del valle, el cual concuerda en general con la FASE I del estudio de factibilidad de los consultores ingleses mencionados. En este informe se precisó los recursos de agua del valle, considerando la información hidrológica obtenida en este último tiempo.

El Proyecto actual contempla fundamentalmente la construcción de un embalse de 150 millones de m³. en Puntilla del Viento, la construcción de un canal desde el embalse al Valle Putaendo y la perforación de pozos de agua subterránea en la provincia de Valparaíso.

El Proyecto no riega área nueva, sino que mejora el riego de 80.000 Hás. que tienen infraestructura completa:

Valle Aconcagua	68.000
Valle Putaendo	8.000 (*)
Sector Chacabuco-Polpaico	4.000
	80.000 Hás.

(*) Según informaciones proporcionadas por la Dirección de Riego, se planimetrearón últimamente los mosaicos del IREN de uso actual, y la superficie obtenida fue de 5.830 Hás. bajo canal. El sector considerado abarca desde Puntilla de Las Caseras en el Nor-Oriente hasta la Puntilla del Olivo en el Sur-Poniente. Los suelos ubicados más al Sur se consideraron pertenecientes al Aconcagua. En el otro extremo se llegó hasta el límite de las fotos aéreas; más allá no hay mosaicos. En esa zona en que no hay fotos, la superficie regada (bajo canal), difícilmente será mayor de 1.000 Hás., por lo que la superficie total en el valle, bajo canal no debe ser superior a 7.000 Hás.

EMBALSE PUNTILLA DEL VIENTO

Capacidad 150 millones de m³.

Gasto servido vs. probabilidad

Probabilidad
de Ocurrencia

%

100

95

90

85

80

75

70

65

60

55

50

45

40

m³/seg.

50

55

60

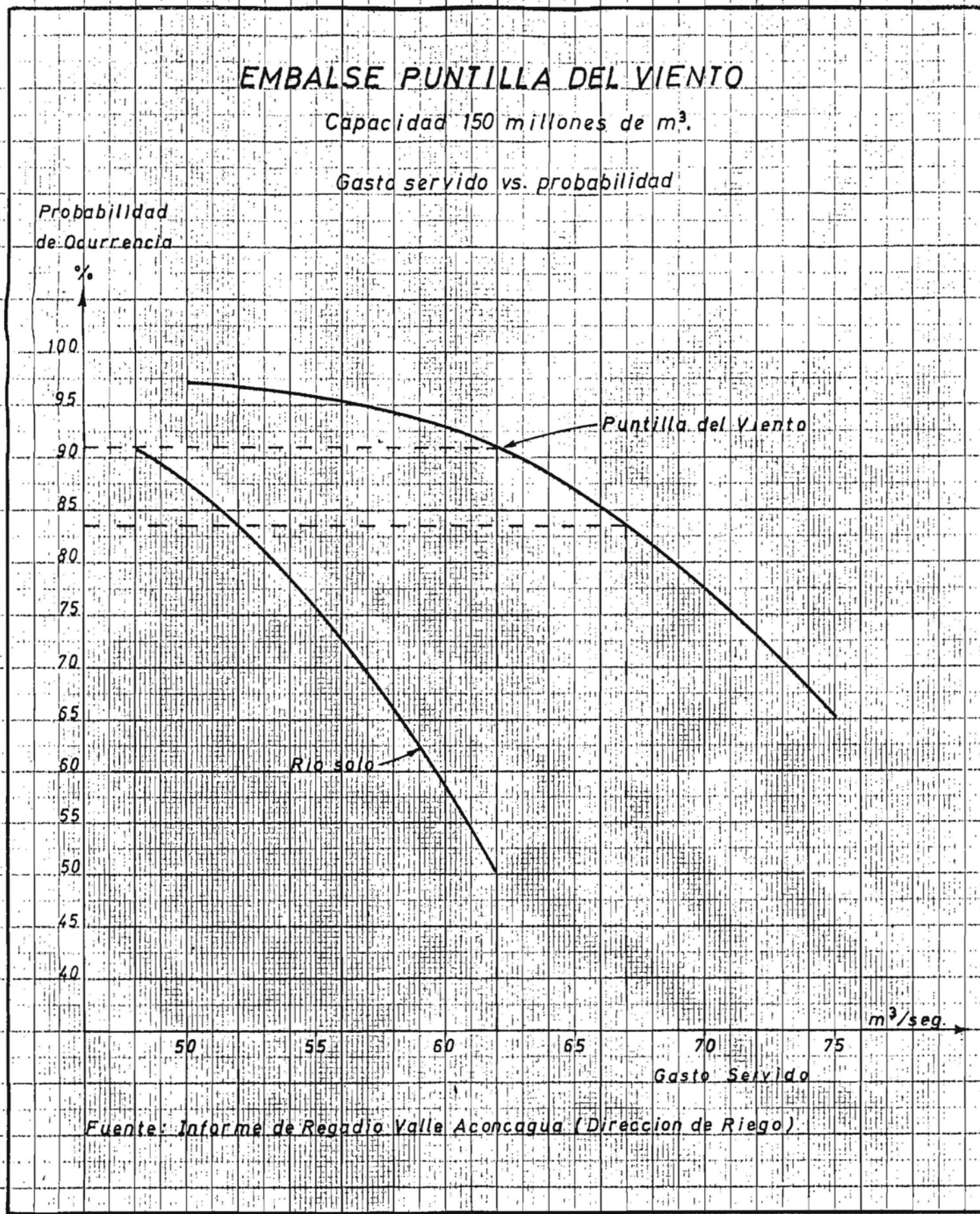
65

70

75

Gasto Servido

Fuente: Informe de Regadío Valle Aconcagua (Dirección de Riego).



Se asumió una tasa de riego uniforme de 16.200 m³/Há/año de acuerdo a la siguiente distribución mensual:

	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	AÑO
Tasa (m ³ /Há)	250	250	250	250	1.200	1.800	2.150	2.400	2.400	2.400	1.800	1.050	16.200
Tasa relativa	0.11	0.11	0.11	0.11	0.50	0.75	0.90	1.00	1.00	1.00	0.75	0.44	6.78

En cuanto al consumo de la pequeña, mediana y gran industria, se supuso el primero estaba incluido en el agua potable, el segundo era del orden de 1 m³/seg y el tercero no se consideró. Esta último derivado básicamente del consumo futuro de la Refinería de Petróleo en Concón debería ser abastecido por 3 fuentes: Agua sobrante en el río, el acuífero subterráneo, y el agua del océano.

En base a una estimación de las necesidades de agua potable del valle, incluyendo el sector costero de Valparaíso, Viña del Mar y Concón, hasta el año 2.000, se adoptó una demanda adicional a la actual de 1 m³/seg. para los próximos 10 años, 2 m³/seg para los 10 años siguientes y 3 m³/seg. a partir de 1989.

En el estudio de regulación del embalse se consideró como recursos de agua los gastos medios mensuales registrados en la estación limnigráfica de Chacabuquito y los recursos de agua de la hoya intermedia, entendiendo por tales las recuperaciones que presenta el curso del río al desarrollarse en el sector San Felipe-Calera, y las medidas en los afluentes ubicados en la zona que son los esteros Lo Campo, Catemu, Las Vegas, Romeral y Rabuco, de los cuales estos dos últimos situados entre Romeral y Calera no presentan mayor importancia. Análogamente en relación al río mismo como se mencionó con anterioridad, el sector de recuperaciones de real interés se encuentra en el área de San Felipe-Romeral.

En base a la estadística de recuperaciones disponible del río y de los esteros afluentes, que es relativamente escasa a excepción de estos tres últimos años, el informe de la Dirección de Riego adoptó los siguientes valores:

Recuperaciones aprovechables (m³/seg)

<u>Probabilidad del año</u>	<u>Río</u>	<u>Esteros</u>	<u>Total</u>
Menor que 84 o/o	15	11	26
84 o/o (1946)	14	11	25
89 o/o (1956)	14	11	25
93 o/o (1964)	12	8	20
95 o/o (1967)	12	8	20
98 o/o (1968)	8	8	16

De acuerdo a la poca variación que experimentan las recuperaciones de la zona, no se consideraron variaciones mensuales durante la temporada de riego. En el período de invierno estos recursos, como asimismo los aportes propios de las hoyas tributarias de dichos afluentes, son en su mayoría no aprovechables, debido a que al encontrarse ubicados en la 2.a Sección, aguas abajo del Embalse Puntilla del Viento, no son susceptibles de ser embalsados.

La regulación del embalse se hizo en base a gastos y no a área regada, debido a que los recursos de agua son independientes de la tasa de riego que se adopte.

En el mes de máximo consumo se serviría un gasto de 62 m³/seg. con probabilidad 90 o/o que permitiría el riego, considerando la tasa de 16.200 m³/Há/año, de 68.000 Hás en el Valle Aconcagua. Un gasto servido de 67 m³/seg. tendría la ventaja de poder regar además 4.000 Hás en la parte baja del Putaendo, con lo cual indirectamente se mejoraría el riego de las 4.000 Hás de la parte alta, sin embargo este gasto se entregaría con probabilidad 85 o/o la cual se estima insuficiente dado los errores inherentes al estudio hidrológico.

Para complementar el gasto de 62 m³/seg. regulado desde el embalse en años secos se recomienda suministrar los 5 m³/seg restantes mediante el uso de agua subterránea en la parte baja del Aconcagua (3.a y 4.a Sección). En años normales el bombeo se ajustaría según los recursos de agua superficial provenientes de la parte alta.

Cabe señalar que el gasto de 62 m³/s. lo sirve el río solo, sin embalse, con una probabilidad de 50 o/o (ver figura).

Para el regadío de la zona baja del Putaendo se contempla la construcción de un canal que partiría a unos 3 kms. aguas abajo del embalse Puntilla del Viento para ir a vaciar sus aguas al río Putaendo en una puntilla que queda inmediatamente al Norte del poblado de Mal Paso. Este canal tendría un gasto en BT de 5 m³/seg. en el mes de máximo consumo y se asume llegaría al Putaendo con 3.5 m³/seg. Se supone una pérdida en el trayecto de 30 o/o.

CAPITULO III

OBJETIVOS DEL PRESENTE INFORME

Los estudios hasta ahora realizados indican que las recuperaciones en el río se producen fundamentalmente entre San Felipe y Romeral. En este mismo sector se registran recuperaciones de importancia en los esteros Lo Campo, Catemu y Las Vegas.

Estas recuperaciones provienen del retorno de riego y de la infiltración de lluvias en el sector, del aporte subterráneo del valle Putaendo y en gran parte del drenaje natural del acuífero de la Primera Sección, cuya recarga deriva básicamente de la alta tasa de riego empleada en el área.

El actual Proyecto del Embalse Puntilla del Viento contempla una importante disminución de los recursos destinados al regadío de la Primera Sección.

Se ha considerado una tasa de 16.200 m³/há/año en circunstancias que el valor promedio, calculado en base a aforos aislados de canales en bocatoma, sería del orden de 22.500 m³/há/año, de acuerdo al Informe Preliminar del Aconcagua de los Ings. P. Kleiman y J. Torres.

Uno de los objetivos más importantes del presente informe es dilucidar hasta qué punto la disminución de la tasa de riego en la 1.a Sección, no significaría desaprovechar las condiciones naturales de regulación actualmente existentes a través del embalse de agua subterránea en ese sector, el que como se ha visto, produce entregas en la 2.a Sección con una regulación multianual y por tanto con las consiguientes ventajas, en períodos de sequía prolongados.

Se estudia también la infiltración de agua adicional producida por el Canal Putaendo que al mejorar el regadío del Valle Putaendo incrementaría su aporte subterráneo al Aconcagua.

Finalmente se hace un análisis general de las características y origen de los recursos de la hoya intermedia con el propósito de estudiar la influencia global del proyecto contemplado por la Dirección de Riego en la magnitud de dichos recursos.

CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

– Las estadísticas fluviométricas de Aconcagua en Chacabucuito, Putaendo en Resguardo Los Patos y Aconcagua en San Felipe, presentan los siguientes gastos medios anuales:

Probabilidad año o/o	(m3/s)		
	Chacabucuito	Los Patos	San Felipe
50	29.0	7.8	14.0
80	23.0	5.2	8.6
90	18.0	3.8	4.0

– La recarga del acuífero de la 1.a Sección deriva básicamente del regadío del área. La infiltración media anual es de 13.6 m3/s. en las condiciones actuales.

– La tasa de riego en el año 50 o/o en esa Sección es de 23.000 m3/Há/año, que corresponde a una eficiencia de regadío del 35 o/o.

– La infiltración media en el valle Putaendo es del orden de un 70 o/o del caudal ingresado en Los Patos. Proviene fundamentalmente del riego y alcanza en el año 50 o/o a 5.5 m3/s. Se recomienda controlar en forma periódica el río Putaendo en su desembocadura en los períodos que presenta caudal, con objeto de precisar dicho porcentaje de infiltración.

– De acuerdo a los resultados obtenidos en las corridas de aforo realizadas, se producirían pérdidas de conducción importantes en el lecho del río en el sector comprendido entre Los Patos y Mal Paso. Entre Mal Paso y la desembocadura del río Putaendo al Aconcagua, éstas carecen de significación.

– Los recursos de la hoya intermedia se originan principalmente en la zona que se extiende entre San Felipe y Romeral (2.a Sección).

– Las ganancias de agua registradas en los esteros Lo Campo, Catemu y Las Vegas son del mismo orden de magnitud que las medidas en el lecho del río, incluso en períodos de extrema sequía son superiores.

– Estas recuperaciones son motivadas fundamentalmente por el drenaje natural del embalse subterráneo de la 1.a Sección, por el aporte subterráneo del Valle Putaendo al Aconcagua y por el retorno de riego del sector.

– Las recuperaciones de la zona comprendida entre Romeral y Calera son muy inferiores a las del sector anterior e iguales a un 15 o/o del aporte total del curso medio del valle Aconcagua en el año 50 o/o. Se derivan del retorno de riego del área principalmente.

– El valor medio de las recuperaciones totales alcanzan a 30 m3/s., de los cuales 19 m3/s. corresponden a recursos del río entre San Felipe y Calera, y 11 m3/s. a recursos de los esteros ubicados en la zona. Este aporte, en su conjunto, originado por el re-uso y doble re-uso del agua, representa el 80 o/o de los ingresos cordilleranos a la cuenca.

– Producto de la sequía de los años hidrológicos 1967 (95 o/o) y 1968 (98 o/o), el valor medio de las recuperaciones totales medidas en los años 1968 y 1969 es de 17 m3/s.

– El valor mínimo registrado en el río es de 6.1 m3/s. en Noviembre de 1969.

- El valor mínimo registrado en los esteros es de 7.8 m³/s. en Octubre de 1969.
- Las recuperaciones de los tributarios ubicados entre San Felipe y Calera son constituidas en parte considerable por el retorno de riego del sector.
- El valor máximo o período de peak según las estadísticas disponibles, corresponde al año 1954, durante el cual el conjunto de las recuperaciones ascendió a un monto del orden de 48 m³/s.
- La inercia del sistema hidrogeológico que retarda la respuesta de la condición emergente del acuífero de la 2.a Sección en relación al agua infiltrada en el Valle Putaendo y en la 1.a Sección, oscila entre uno y dos años sin tomar en cuenta factores residuales de períodos anteriores que no tienen mayor incidencia. La influencia del año hidrológico inmediatamente anterior es en todo caso factor preponderante, principalmente en períodos de extrema sequía o períodos de peak.
- La tasa media de riego en la 2.a Sección es de 19.000 m³/Há/año.
- El proyecto del embalse Puntilla del Viento contempla disminuir las tasas de riego actuales de la 1.a y 2.a Sección a 16.200 m³/Há/año.
- Las modificaciones que experimenta el régimen de infiltraciones de la 1.a Sección con embalse, para distintas probabilidades, se indican en la tabla adjunta:

Probabilidad o/o	Infiltración 1.a Sección (m ³ /s)			
	Situación Actual	Con embalse	Déficit	% c/rel. infil. actual
50	13.6	9.6	4.0	29.4
80	11.0	9.0	2.0	18.2

- La disminución de la tasa de regadío de la 2.a Sección ocasiona una merma en el retorno del riego de la zona de 1.6 m³/s. en el año medio.
- En el Valle Putaendo la infiltración media anual adicional a que daría origen el proyectado canal del mismo nombre es de 1.4 m³/s. en años normales y seco-normales.
- Por razones hidrológicas no se ve mayormente atractiva la construcción del canal Putaendo. Se recomienda realizar un estudio de factibilidad técnica y económica del regadío del sector bajo el Valle Putaendo mediante explotación del agua subterránea, como solución alternativa o complementaria a los servicios prestados por el trazado de un canal de menor capacidad, para resolver los graves problemas originados por la falta de agua en el área. La alta tasa de retorno de riego existente en el sector asegura una variación poco significativa del aporte subterráneo del Putaendo al Aconcagua.
- El embalse actuará como regularizador de los recursos de la hoyía intermedia. En años normales y seco-normales variarán sólo entre 22 y 25 m³/s. En el año 98 o/o alcanzan a 15 m³/s.
- Con objeto de incrementar las recuperaciones del curso medio del valle y mejorar las disponibilidades del recurso de agua subterránea en la parte baja del Aconcagua, se recomienda hacer uso de los excedentes del sistema a fin de aumentar la recarga de los acuíferos de la 1.a, 3.a y 4.a Sección.
- Los sobrantes de cordillera que irían a dar al mar, una vez se hayan servido las demandas del Valle, se presentan a continuación para distintas probabilidades:

Probabilidad año (o/o)	Gasto medio anual (m ³ /s.)
20	17.5
50	4.9
80	0.3

- El aumento de la tasa de riego de la 1.a Sección permitirá indirectamente paliar el déficit de recuperaciones que presentan los valores asumidos en el estudio de regulación del embalse con respecto a los

calculados e incluso aumentarlos en forma importante en el 60 o/o de los años.

- La 3.a y 4.a Sección dispondrán, además, de los excedentes provenientes de la hoya intermedia que tienen un valor promedio de 7 m³/s. y presentan gran regularidad.

- Recuperaciones y/o recursos de agua subterránea adicionales a los considerados en el Proyecto, se emplearían para satisfacer demandas de riego de áreas nuevas, existentes principalmente en las zonas de Maucó y Limache, y/o para satisfacer las crecientes demandas de agua potable de Valparaíso y Viña del Mar.

CAPITULO V

CORRECCION Y AMPLIACION DE ESTADISTICAS FLUVIOMETRICAS

Antes de proceder a abordar cualquier estudio o análisis de carácter hidrológico, es requisito previo la recopilación y examen crítico de los antecedentes disponibles. Con tal objeto se indica a continuación la metodología o procedimiento analítico seguido en la corrección y ampliación de cada una de las estadísticas fluvimétricas requeridas para este estudio. El período común abarcado se extiende desde el año hidrológico 1943-44 al 1969-1970. El año de iniciación fue determinado por la estadística de Aconcagua en río Blanco que forma parte de uno de los patrones de corrección considerados.

5.1 Aconcagua en Río Blanco, Aconcagua en Chacabucuito y Río Putaendo en Resguardo Los Patos.

Las estadísticas corregidas de estas estaciones fueron obtenidas de la Memoria "Caracterización del régimen de deshielo en el río Aconcagua" del Sr. Armando Espinoza (Ing. U. de Chile), en la cual se hace un análisis completo, mediante el método de las curvas doble máscas, de todas las estaciones de la parte alta del valle. Se incluyen en los Anexos.

5.2 Aconcagua en San Felipe.

La Dirección General de Aguas mantiene una estación limnigráfica en el río aguas abajo del puente San Felipe, y otra limnimétrica en un canal industrial (Parry N.º 2) que nace en la ribera derecha entre el puente y dicha estación limnigráfica.

Ambas estaciones de aforo se controlan desde la misma fecha, Julio 1962. La estadística de Aconcagua en San Felipe que se consideró fue la suma de ambas para disponer en esta forma del sobrante real de la 1.ª Sección del valle.

Con objeto de analizar la información existente se adoptó un patrón pluvio-fluvial formado por la suma de Aconcagua en Chacabucuito y el agua de lluvia caída aguas arriba de San Felipe no captada en Chacabucuito. El área tributaria considerada corresponde a la señalada en el plano que se incluye en el Capítulo VI.

El objetivo perseguido al formar un patrón de carácter pluvio-fluvial es que éste sea más representativo de la realidad física, al reflejar por una parte el régimen predominantemente nival' aguas arriba de Chacabucuito y por otra el régimen pluvial aguas abajo de esa estación.

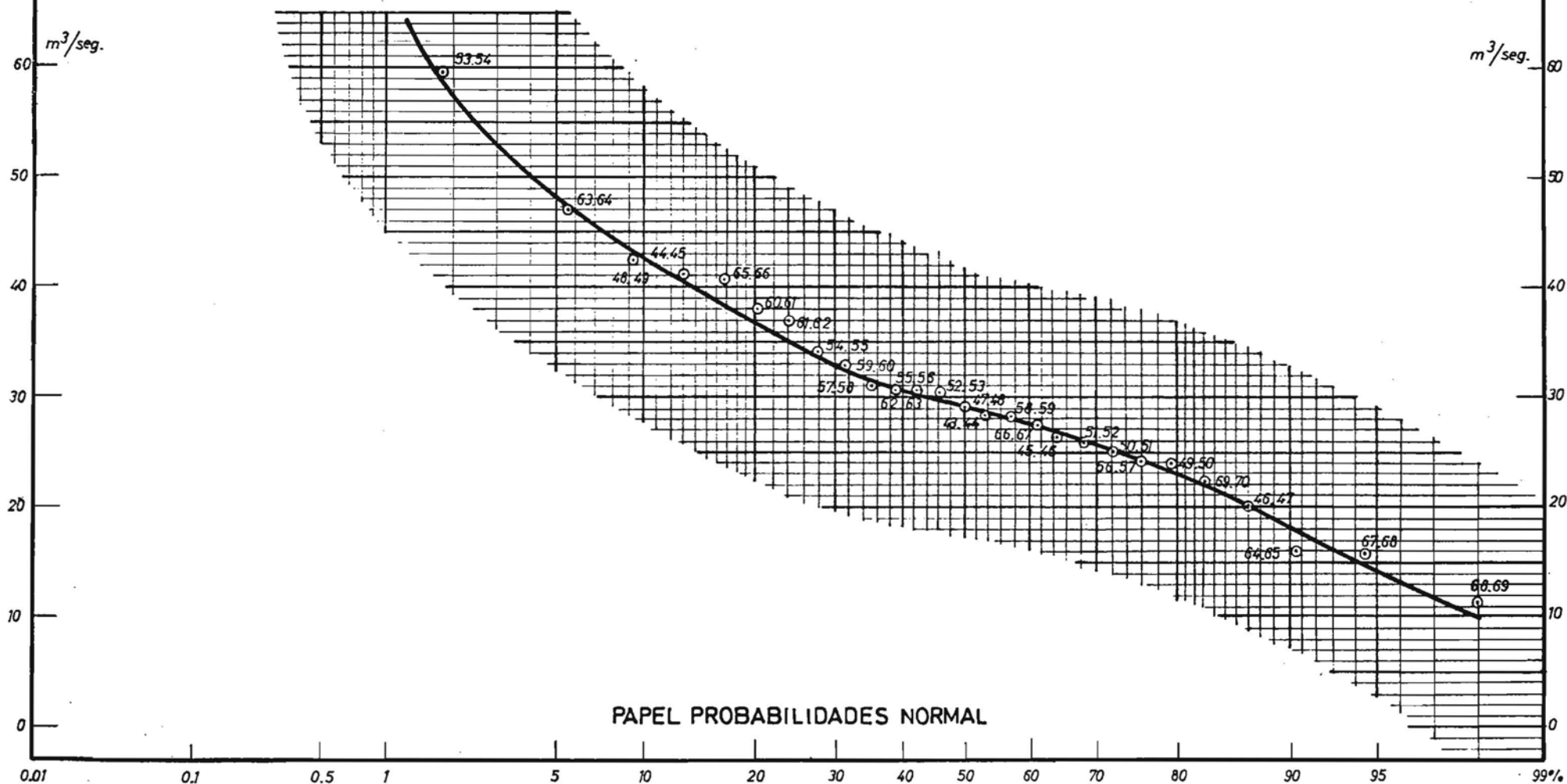
Como valores pluviométricos se consideraron las precipitaciones de Los Andes. (Ver Anexos).

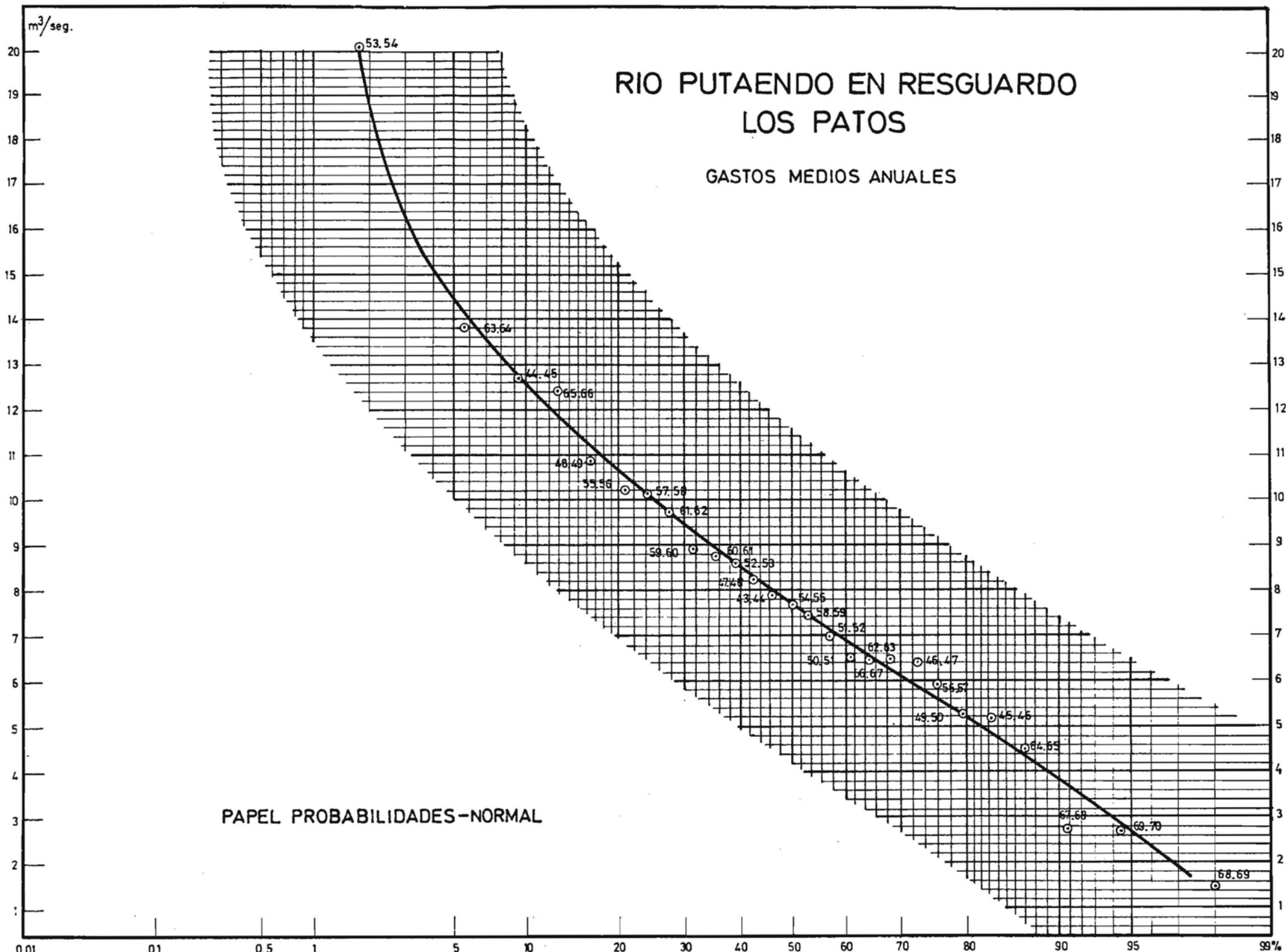
El método seguido en la corrección y ampliación de la estadística se indica a continuación:

- a) Se graficaron los valores medios mensuales de la estadística en cuestión vs. los del patrón, mes a mes.
- b) Se consideraron valores dudosos aquellos que diferían en más de un 30 o/o con relación a los dados por la curva de correlación.
- c) Se verificó posteriormente los cálculos y las curvas de descarga correspondientes a los puntos dudosos así definidos. En caso de persistir la anomalía se aceptaba el valor dado por la curva de correlación.
- d) Referente al trazado de las rectas de correlación mensuales cabe mencionar que en los meses Feb., Abr., Jul., Nov., y Dic. se encuentran bien definidas; en los meses de Mar., Mayo, Ago., Sept., y Oct., las correlaciones son poco definidas, y en Enero y Junio no están definidas. En estos dos últimos casos fue necesario analizar la situación de cada mes conjuntamente con la de los meses vecinos.
- e) Con los valores medios mensuales del patrón se amplió la estadística mensual de Aconcagua en San Felipe hasta 1943.

RIO ACONCAGUA EN CHACABUQUITO

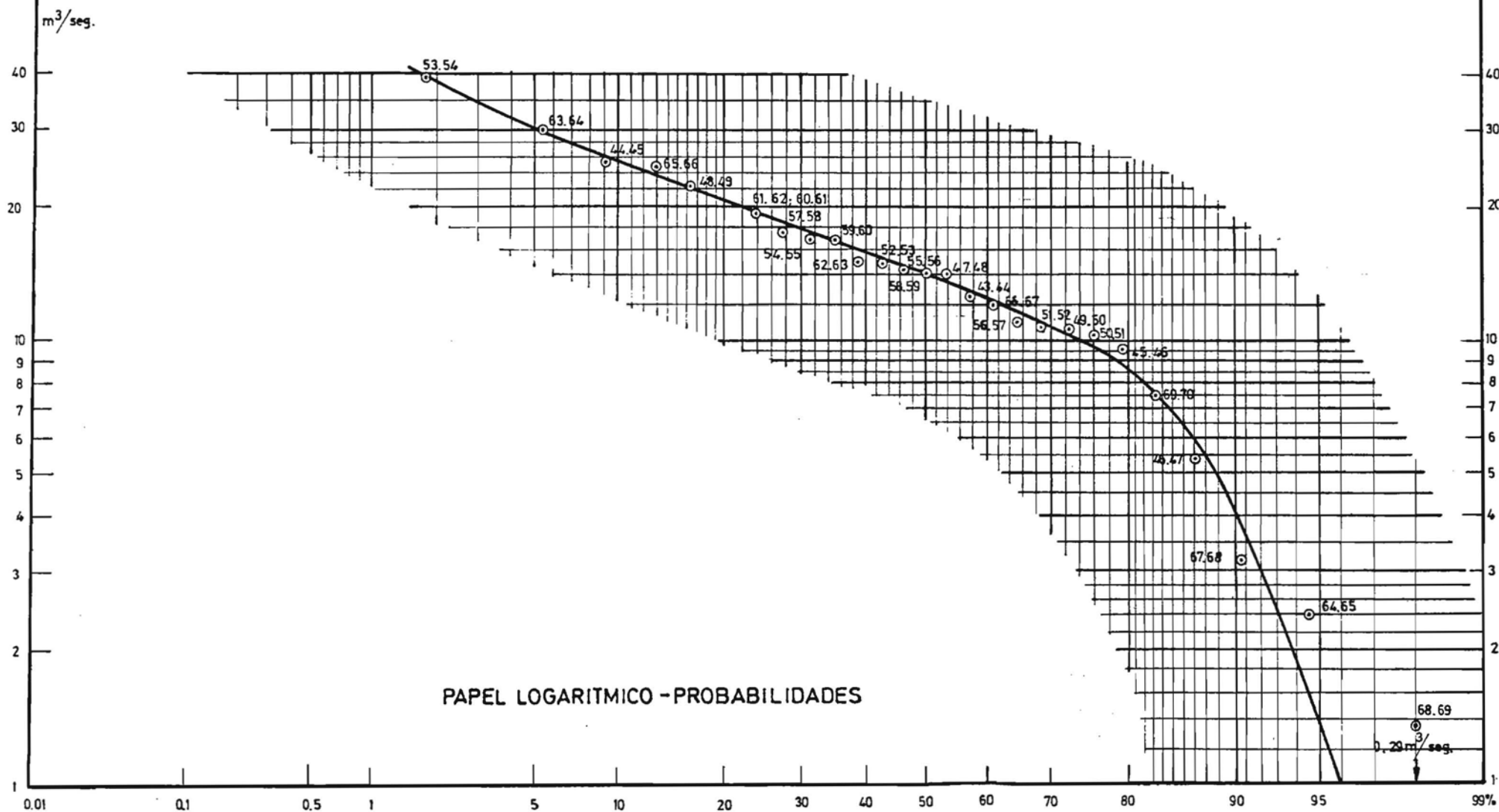
GASTOS MEDIOS ANUALES





RIO ACONCAGUA EN SAN FELIPE

GASTOS MEDIOS ANUALES



- f) Finalmente se graficaron los valores anuales (años hidrológicos) del patrón versus los de la estadística ampliada y corregida. Los puntos que aparecían con una dispersión superior al 10 o/o se reemplazaron por los valores dados por la correlación. La diferencia anual se repartió en forma proporcional a los distintos meses de acuerdo al aporte de caudal de cada uno.

5.3 Río Colorado en Desembocadura.

Esta estación limnimétrica presenta estadísticas desde 1938 a 1953. Posteriormente fue reinstalada en Noviembre de 1964 y controlada hasta Julio de 1966.

Se adoptó como patrón la suma de los caudales registrados en Chacabucuito, Aconcagua en Río Blanco y Putaendo en Resguardo Los Patos.

El método seguido en la corrección y ampliación de los valores medios mensuales de los gastos de río Colorado en desembocadura fue el mismo indicado en el artículo anterior.

5.4 Estero Pocuro en El Sifón.

Esta estación limnimétrica controla el caudal del estero en su entrada al valle. Posee estadísticas desde el año 1930.

Para su ampliación y corrección se usó el mismo patrón y procedimiento indicado en 3.3.

5.5 Estero Quilpué en su entrada al valle.

El estero Quilpué propiamente tal se forma en plena zona de riego de la primera Sección del Valle, con la confluencia de los esteros San Francisco, El Cobre y Jahuel. Se entenderá por caudal del estero Quilpué en la parte alta, aguas arriba de la zona de riego, a la suma de los aportes de dichos afluentes en su entrada a la planicie aluvial del valle.

No existen antecedentes fluviométricos al respecto por lo cual fue necesario determinar esta estadística por medio de métodos indirectos mediante el uso de perfiles de productividad.

Puede verse, del plano de ubicación adjunto, que el macizo cordillerano donde se forman estos 3 esteros es una posición intermedia entre la vertiente andina Sur-Oeste que contribuye a la formación del río Colorado y la Sur-Este del río Putaendo. Por otra parte, si se observa la hoya afluente al Estero Pocuro en el Sifón puede verificarse que tiene la misma longitud geográfica que la del Estero Quilpué en la parte alta, y en cuanto a latitud se refiere están relativamente próximos.

En base a estos antecedentes se determinó las productividades medias ($m^3/s/km^2$) de Río Putaendo en Resguardo Los Patos, Río Colorado en desembocadura y Estero Pocuro en El Sifón. Estos valores se graficaron versus las alturas medias de sus hoyas tributarias para cada año hidrológico. Se determinó así los perfiles de productividad del sector, que permitieron calcular los gastos anuales del Estero Quilpué en su entrada al valle. La distribución mensual se hizo en base a la registrada en Resguardo Los Patos.

5.6 Estero Quilpué en desembocadura.

Esta estación limnimétrica presenta estadísticas desde Julio de 1962 a Julio de 1967.

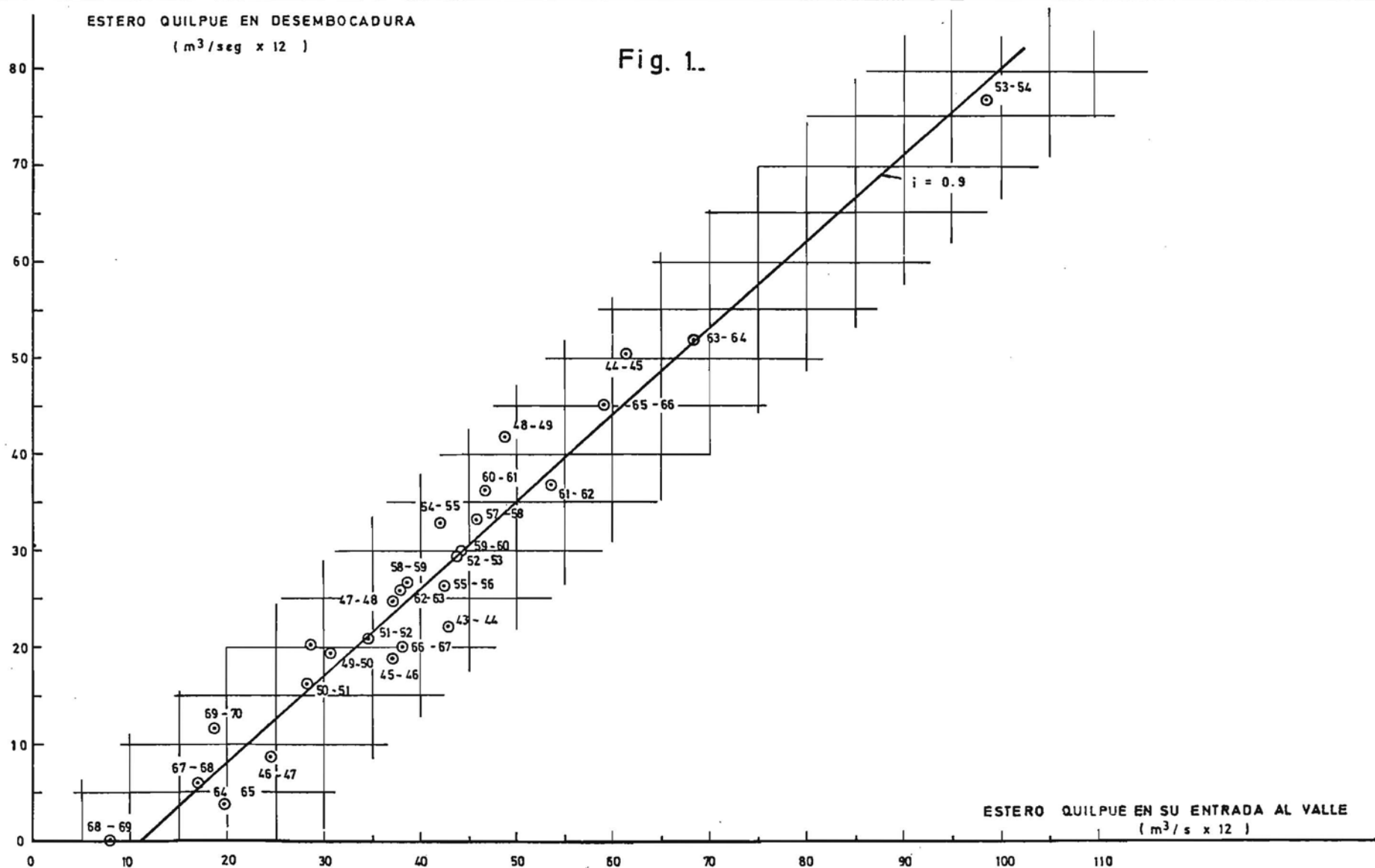
Se adoptó como patrón el mismo usado en 3.2. Debido a la escasa estadística y a las malas condiciones naturales de esta sección, las curvas de correlación mensuales no están definidas en varios meses, salvo en Enero, Febrero, Junio y Agosto, que fueron considerados como bases para el trazado de las curvas en los meses restantes.

El método empleado para la corrección y ampliación de la estadística fue similar al indicado en el artículo antes referido.

Con el objeto de verificar la bondad de los resultados en esta estación y en Estero Quilpué en su entrada al valle, se graficaron sus caudales anuales tal como se indica en Fig. 1, observándose una correlación lineal bastante buena. Ahora bien, la fuerte pendiente de la recta ($i = 0,9$), si se considera el regadío desde el estero, no hace sino corroborar los antecedentes que se tienen referente a que parte del caudal del Estero Quilpué en su desembocadura proviene de agua de los canales del Aconcagua.

ESTERO QUILPUE EN DESEMBOCADURA
($\text{m}^3/\text{seg} \times 12$)

Fig. 1.



CAPITULO VI

INFILTRACION EN LA PRIMERA SECCION DEL VALLE ACONCAGUA

Al plantear un balance hidrológico se persigue normalmente clasificar y evaluar las aguas de acuerdo a su origen y destino, a fin de tener un conocimiento general del funcionamiento hidrológico del sistema en estudio. También puede usarse con objetivos más específicos, sea para comprobar la bondad de determinadas estadísticas o antecedentes disponibles, o bien para calcular alguna de las variables no conocidas que toman parte en el ciclo hidrológico.

En este capítulo se procederá a establecer un balance de carácter anual con miras a determinar la magnitud del agua infiltrada en la 1.a Sección del valle. La zona considerada, como se observa en el plano que se presenta, comprende el área tributaria a la 1.a Sección excluyendo las hoyas hidrográficas afluentes a Chacabucuito, El Sifón y a los esteros San Francisco, El Cobre y Jahuel en sus entradas al valle (Aprox. 480 km²).

Debido a las profundidades en que se encuentra el nivel estático en el sector, el río y/o afluentes con respecto al acuífero sólo pueden actuar como factores de recarga. Este hecho permite efectuar el balance de los recursos de agua superficial que ingresan y egresan del sistema sin considerar aportes del embalse subterráneo.

A continuación se analiza cada una de las variables hidrológicas que intervienen según constituyen entradas o salidas de agua del área:

6.1 Entradas de agua

6.1.1 Cursos superficiales

Los cursos de agua superficial que ingresan a la Primera Sección además del río, son el estero Pocuro por la ribera Sur y el Quilpué por el Norte. Las estadísticas fluviométricas correspondientes a la parte alta del valle consideradas son: Aconcagua en Chacabucuito, Estero Pocuro en El Sifón y Estero Quilpué en su entrada al valle.

6.1.2 Precipitaciones

Como nos interesa determinar la infiltración en la Primera Sección, se deberá incluir como entrada adicional al sistema, el agua de lluvias caída en el área no captada por las estaciones fluviométricas consideradas (aprox. 480 km²). Se aceptaron como precipitaciones de la zona las lluvias controladas en Los Andes. (Anexos).

6.2 Salidas de agua

6.2.1 Cursos superficiales

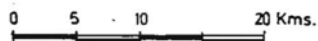
Los sobrantes de riego del área están registrados en Aconcagua en San Felipe y en el Estero Quilpué en desembocadura.

El Estero Pocuro en el cruce con Calle Larga normalmente está seco, o trae poquísima agua, de donde se deduce que el caudal que trae en desembocadura que tiene un grado de turbiedad muy alto, es producto

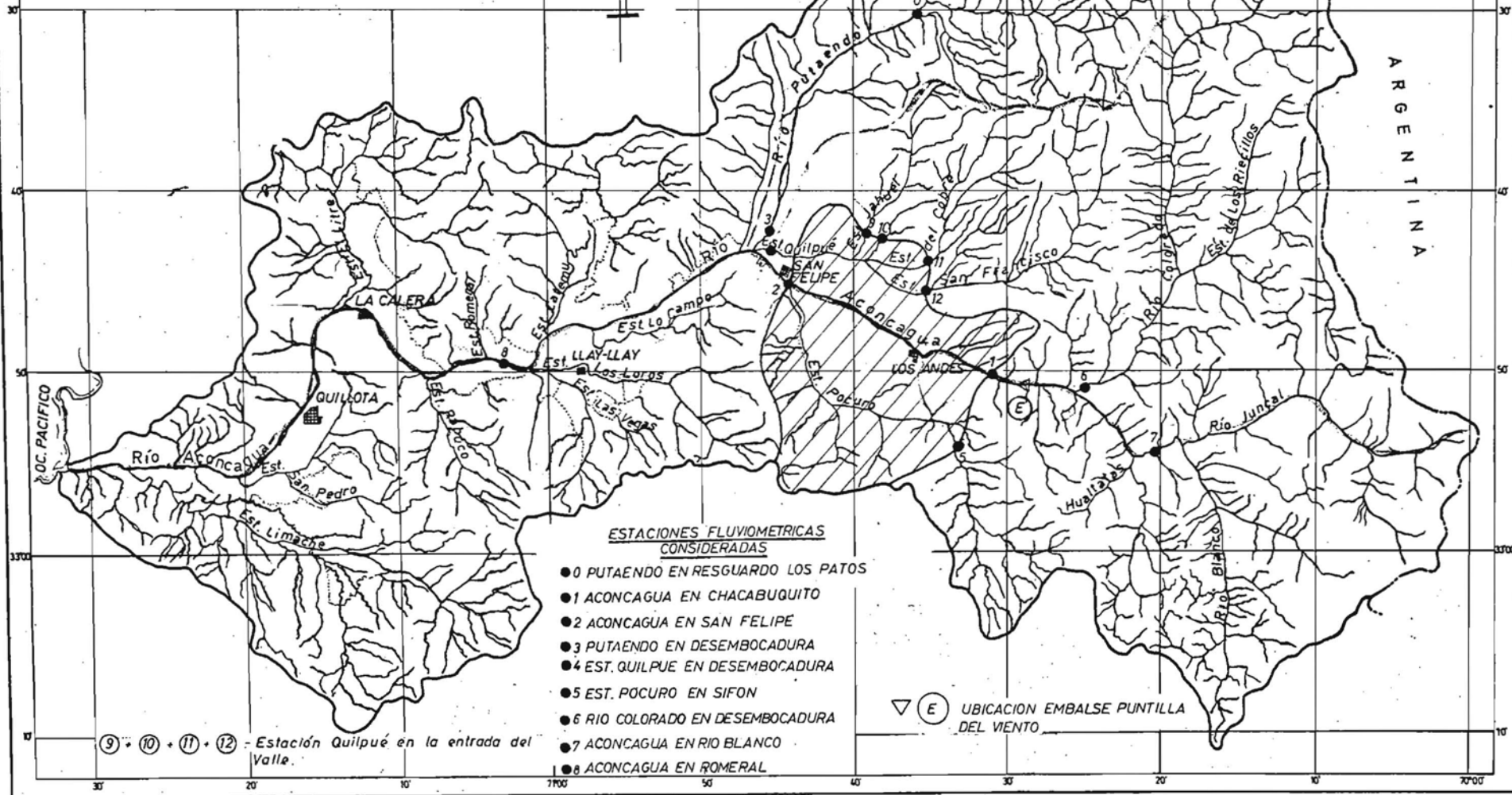
PLANO DE UBICACION



AREA CONSIDERADA EN EL BALANCE
HIDROLOGICO DE LA 1ª SECCION DEL
VALLE



REPUBLICA ARGENTINA



ESTACIONES FLUVIOMETRICAS CONSIDERADAS

- 0 PUTAENDO EN RESGUARDO LOS PATOS
- 1 ACONCAGUA EN CHACABUQUITO
- 2 ACONCAGUA EN SAN FELIPE
- 3 PUTAENDO EN DESEMBOCADURA
- 4 EST. QUILPUE EN DESEMBOCADURA
- 5 EST. POCURO EN SIFON
- 6 RIO COLORADO EN DESEMBOCADURA
- 7 ACONCAGUA EN RIO BLANCO
- 8 ACONCAGUA EN ROMERAL

⑨ + ⑩ + ⑪ + ⑫ = Estación Quilpué en la entrada del Valle.

▽ (E) UBICACION EMBALSE PUNTILLA
DEL VIENTO

del exceso de riego de la zona. En todo caso la desembocadura del Estero al Río se ubica inmediatamente aguas arriba de puente San Felipe, razón por la cual este gasto está incluido al considerar Aconcagua en San Felipe.

6.2.2 Uso-consumo

En la zona en estudio, existen 20.000 Hás. de riego permanente y 4.000 Hás. de riego eventual. Sin embargo, considerando el riego de los esteros laterales se aceptará como área regada promedio para los distintos años, para simplificar los cálculos, una superficie de 24.000 Hás. valor que a lo sumo tendrá una diferencia de 10 o/o con la real, a excepción del año hidrológico 68-69 de probabilidad 98 o/o, en que el déficit de agua de riego sin considerar el aporte de los esteros es de 22 o/o (1). Se estimó que la superficie de riego correspondiente a ese año fue aproximadamente entre 19.000 y 20.000 Hás.

En base a los antecedentes indicados en el informe "Balance Hidrológico Preliminar, Hoya del Aconcagua", F. Rodríguez, CORFO 1970, el agua empleada para satisfacer la demanda de uso-consumo del área del valle Aconcagua ubicada dentro de la Provincia Aconcagua (33.050 Hás) es del orden de 270 millones de m³., o sea de 8.170 m³/há/año.

Aceptando la tasa de uso-consumo señalada se tiene una demanda media anual de 6.21 m³/s y de 5.02 m³/seg. en los dos casos que se han diferenciado más arriba.

6.2.3 Evapotranspiración de áreas no regadas

Se consideró el método propuesto por Thornthwaite, que asume que la evapotranspiración potencial mensual varía de acuerdo a una función exponencial de la temperatura media mensual, entendiendo por aquella la máxima evapotranspiración que podría ocurrir para un determinado poder evaporante de la atmósfera, si existe en todo momento una reserva suficiente de agua en el suelo.

Según Thornthwaite:

$$ETP_j = 1.6 \left(\frac{10 t_j}{IE} \right)^a \quad \text{cm/mes}$$

en que: ETP_j = evapotranspiración potencial en mes j

t_j = temperatura media mensual en °C

$$IE = \sum_{j=1}^{12} ie_j$$

$$ie_j = \left(\frac{t_j}{5} \right)^{1.51}$$

$$a = 6.75 \times 10^{-7} (IE)^3 - 7.71 \times 10^{-5} (IE)^2 + 1.79 \times 10^{-2} (IE) + 0.492$$

Referente a las temperaturas se adoptaron los promedios de los valores medios mensuales de la zona con el objeto de simplificar los cálculos en virtud de la pequeña dispersión anual que presentan:

(1) En la determinación de ese porcentaje se usaron los valores de tasa de riego mensual asumidos en el Proyecto de Puntilla del Viento e indicados en el Capítulo II. El empleo de dichas tasas para el período 68-69, más de acuerdo a las necesidades reales de los cultivos que las usadas en períodos normales en el sector, se justifica considerando que en épocas de sequía al hacerse crítico el problema del agua, el agricultor tiende a mejorar la forma de riego y cuidar más el agua.

El cálculo del déficit anual se hizo mes a mes, porque debido a la inexistencia actual de un embalse en la parte alta los sobrantes no son almacenables, lo cual alteraría los resultados si se realizara en forma anual.

Temperaturas Medias (°C)

Los Andes

E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ANUAL
22.1	21.3	19.0	15.3	11.7	9.0	9.2	10.4	12.6	15.6	18.5	21.0	15.5

Los valores de evapotranspiración potencial calculados en esta forma (existen abacos para ello), deben corregirse para considerar la variación del número de días en el mes y la variación de las horas de sol en cada uno. Los coeficientes de corrección por los cuales deben multiplicarse dichos valores se indican a continuación:

FACTORES DE CORRECCION

E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1.215	1.150	1.030	0.975	0.875	0.865	0.885	0.860	1.030	1.085	1.195	1.190

NOTA: Se consideró 32°30' de Latitud Sur.

Para determinar la evapotranspiración real a partir de la potencial corregida se desarrolla un balance hídrico mensual para la capa de suelo que contribuye a la evapotranspiración. En relación al agua caída se consideraron las lluvias de Los Andes.

El método asume una capacidad media de saturación del suelo de 100 mm.

El área de la cuenca comprendida entre las estaciones fluviométricas consideradas en la parte alta y San Felipe es de 48.000 Hás. Restando a esta superficie la zona en que se consideró uso-consumo se tiene el área no regada.

6.3 Infiltración

Si se analiza las características que presenta el sistema hidrológico en estudio, se observa que la infiltración aparece como una salida más.

En consecuencia, la expresión resultante al plantear el balance anual queda de la siguiente forma:

$$\text{Infiltración} = \text{Entradas} - \text{Salidas}$$

en que,

$$\text{Entradas} = \text{Chacabuquito} + \text{Pocuro en El Sifón} + \text{Quilpué arriba} + \text{lluvia en el sector.}$$

$$\text{Salidas} = \text{Aconcagua en San Felipe} + \text{Quilpué en desembocadura} + \text{Uso-consumo} + \text{EVT en áreas no regadas.}$$

a) Resumen entradas (m3 / s x 12)

AÑO HIDROLOG.	CHACABU/ QUITO	POCURO EN SIFON	QUILPUE ARRIBA	LLUVIAS LOS ANDES (480 Km2)	TOTAL
1943-44	343.6	9.1	42.8	36.4	431.9
44-45	508.3	16.4	61.5	89.7	675.9
45-46	319.0	8.0	37.1	21.0	385.1
46-47	240.3	4.7	24.5	21.6	291.1
47-48	347.7	9.1	37.2	56.8	450.8
48-49	492.0	12.6	48.8	47.8	601.2
49-50	286.4	6.3	30.7	52.1	375.5
50-51	297.7	7.0	28.3	40.7	373.7
51-52	313.2	8.2	34.6	47.5	403.5
52-53	364.8	10.1	44.0	63.0	481.9
53-54	715.4	21.6	98.5	98.0	933.5
54-55	408.9	9.6	42.1	50.4	511.0
55-56	368.2	8.6	42.6	43.2	462.6
56-57	291.6	6.7	28.8	45.5	372.6
57-58	373.1	10.4	46.0	72.3	501.8
58-59	338.8	8.2	38.9	55.4	441.3
59-60	394.6	10.4	43.8	42.5	491.3
60-61	453.0	10.8	46.9	39.8	550.5
61-62	443.8	13.3	53.7	51.2	562.0
62-63	366.2	9.1	38.1	33.3	446.7
63-64	566.7	17.0	68.3	63.3	715.3
64-65	193.8	3.9	19.5	23.4	240.6
65-66	488.6	12.7	59.1	73.0	633.4
66-67	327.4	9.7	38.1	47.9	423.1
67-68	192.3	4.1	17.0	26.9	240.3
68-69	137.1	1.4	7.8	10.1	156.4
69-70	268.7	6.0	18.6	14.7	308.0

b) Resumen salidas (m3 / seg. x 12)

AÑO HIDROLOG.	ACONCAGUA EN SAN FELIPE	QUILPUE DESEMBOCAD.	USO CONSUMO	EVT	TOTAL
1943-44	148.7	22.0	74.6	18.0	263.3
44-45	303.7	50.3	74.6	30.5	459.1
45-46	115.3	18.6	74.6	10.5	219.0
46-47	64.4	8.7	74.6	10.8	158.5
47-48	169.6	24.8	74.6	24.3	293.3
48-49	268.3	41.9	74.6	19.2	404.0
49-50	128.0	19.3	74.6	25.0	246.9
50-51	123.7	16.2	74.6	21.0	235.5
51-52	129.1	20.8	74.6	21.4	245.9

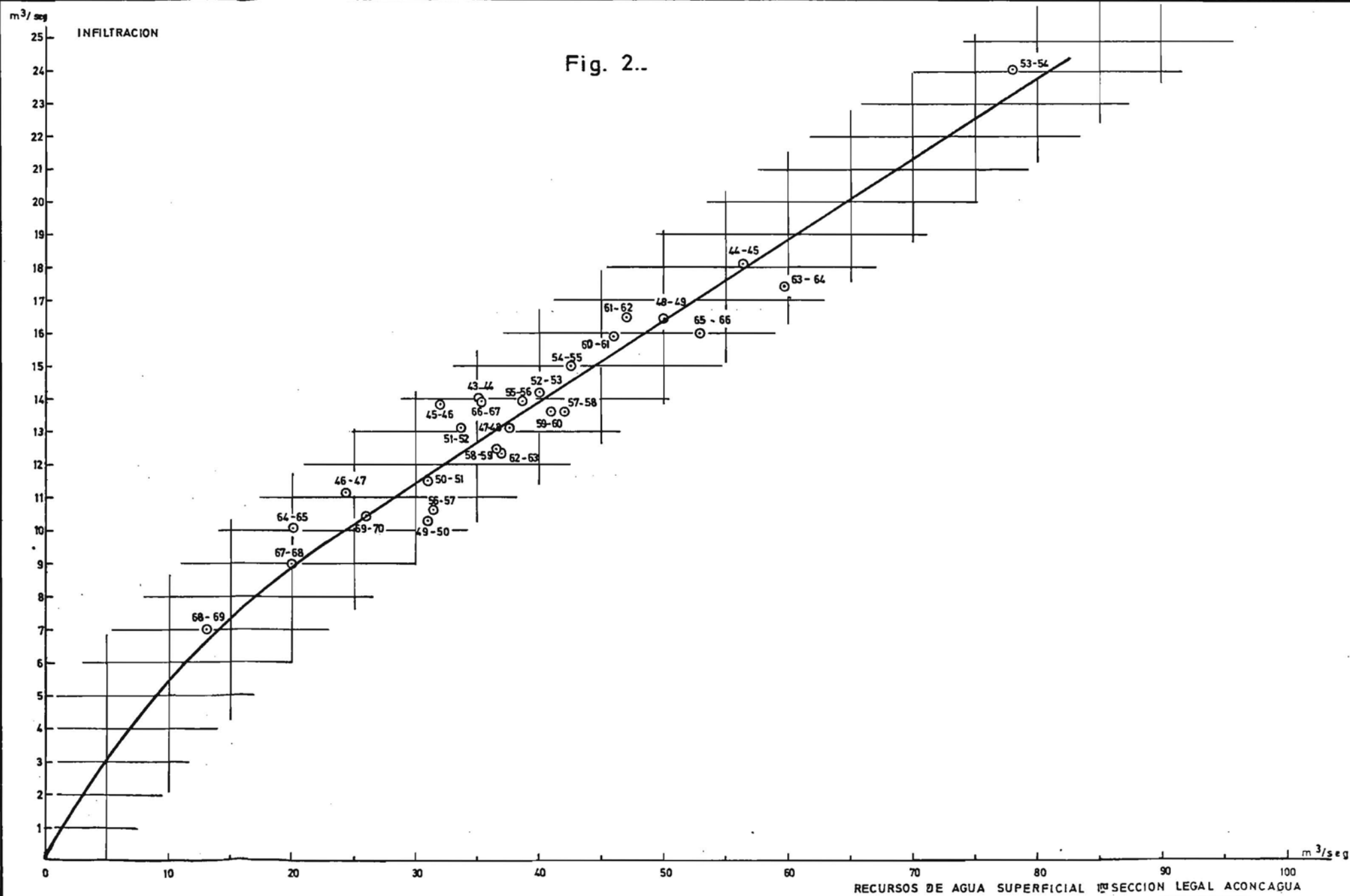
AÑO HIDROLOG.	ACONCAGUA EN SAN FELIPE	QUILPUE EN DESEMBOCAD.	USO CONSUMO	EVT	TOTAL
52-53	181.0	29.4	74.6	26.3	311.3
53-54	464.1	76.9	74.6	28.7	644.3
54-55	204.6	32.7	74.6	19.4	331.3
55-56	172.8	26.3	74.6	21.6	295.3
56-57	134.0	20.0	74.6	20.5	249.1
57-58	210.0	33.2	74.6	21.1	338.9
58-59	170.0	26.5	74.6	21.4	292.5
59-60	204.0	29.9	74.6	20.5	329.0
60-61	231.3	36.3	74.6	18.6	360.8
61-62	232.0	36.7	74.6	21.7	365.0
62-63	181.7	26.0	74.6	16.5	299.4
63-64	361.0	51.8	74.6	25.1	512.5
64-65	28.9	3.8	74.6	11.6	118.9
65-66	297.0	45.1	74.6	23.6	440.3
66-67	142.7	19.9	74.6	19.1	256.3
67-68	37.8	6.0	74.6	13.7	132.1
68-69	3.5	0.0	60.2	5.9	69.6
69-70	89.4	11.5	74.6	7.6	183.1

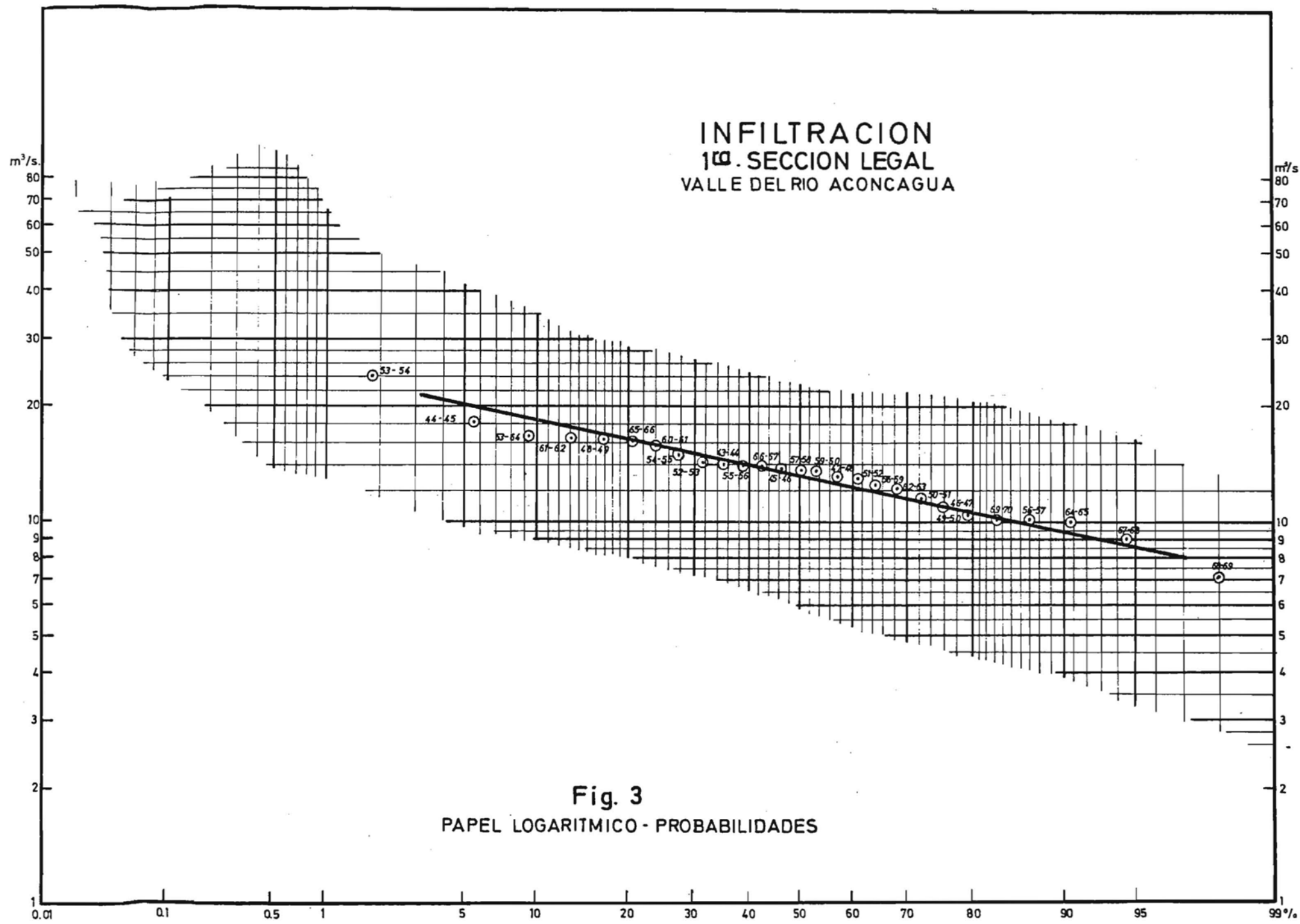
c) Infiltración

<u>AÑO HIDROLOGICO</u>	<u>M3/SEG.</u>
1943-44	14.0
44-45	18.1
45-46	13.8
46-47	11.1
47-48	13.1
48-49	16.4
49-50	10.7
50-51	11.5
51-52	13.1
52-53	14.2
53-54	24.1
54-55	15.0
55-56	13.9
56-57	10.3
57-58	13.6
58-59	12.4
59-60	13.6
60-61	15.8
61-62	16.4
62-63	12.3
63-64	16.9
64-65	10.1
65-66	16.1
66-67	13.9
67-68	9.0
68-69	7.2
69-70	10.4

VALOR PROMEDIO = 13.6 m3/seg.

Fig. 2..





En Fig. 2 se han graficado los valores anuales de infiltración versus la suma de las entradas o recursos de agua superficial de la 1.a Sección del valle Aconcagua. Puede observarse que a mayor grado de sequedad de un año, más alta es la tasa de infiltración, la cual viene dada por la tangente a la curva. Para un año con recursos de agua superiores a 20 m³/seg. aproximadamente, la tasa de infiltración permanece constante e igual a 25 o/o.

En Fig. 3 se indican los valores de infiltración para distintas probabilidades.

6.4 Tasa de riego

De acuerdo a la información disponible el área asignada al regadío de los canales provenientes del río es de 24.000 Hás., de las cuales 20.000 Hás. corresponden a riego permanente y 4.000 a riego eventual. Por otra parte además del caudal ingresado al área por el río en Chacabuquito se tienen los aportes del E. Quilpué en la entrada al valle y del E. Pocuro en El Sifón, cuyos recursos de agua también se emplean en el regadío.

Los antecedentes con que se cuenta indican que el agua captada por los canales del río en la Primera Sección es muy alta en relación al número de hectáreas regadas y que aún en épocas de sequía no existe gran déficit de agua. La tasa promedio calculada en base a aforos aislados en bocatoma de los canales del río sería de 22.500 m³/há/año según el "Informe Preliminar del Aconcagua" (P. Kleiman y J. Torres, 1960).

El agua que será regulada por el proyectado embalse Puntilla del Viento corresponde a los recursos disponibles en el río, razón por la cual con el objeto de poder referirse a variables homólogas al analizar la influencia del embalse, se determinó la tasa de riego como:

$$\text{Tasa de riego} = \frac{\text{Gasto en Chacabuquito} - \text{Sobrantes de riego en San Felipe}}{\text{Area Regada}}$$

No obstante si se considera el riego reducido desde los esteros laterales, las variaciones que tendrían lugar no son de mayor importancia.

El caudal del río en San Felipe, incluye los sobrantes netos de riego y el agua escurrida de las lluvias caídas en el área no controlada en Chacabuquito.

Existen fórmulas empíricas que permiten determinar el escurrimiento medio de las lluvias, entre ellas se tiene la fórmula de Becerril que ha dado buenos resultados en el norte y zona central del país.

Según Becerril:

$$\bar{a} = \alpha \bar{p}^{-3/2}$$

en que:

$\bar{a}$ = lámina media de agua escurrida

$\bar{p}$ = precipitación media anual caída

= 0.006 – 0.010 para zonas muy secas

0.010 – 0.012 para zonas secas

0.012 – 0.014 para zonas medias

0.014 – 0.018 para zonas húmedas

Se adoptaron como valores medios anuales de lluvia caída, los calculados en el artículo anterior.

Para α se adoptó el valor de 0.0 12.

Los resultados obtenidos se indican a continuación:

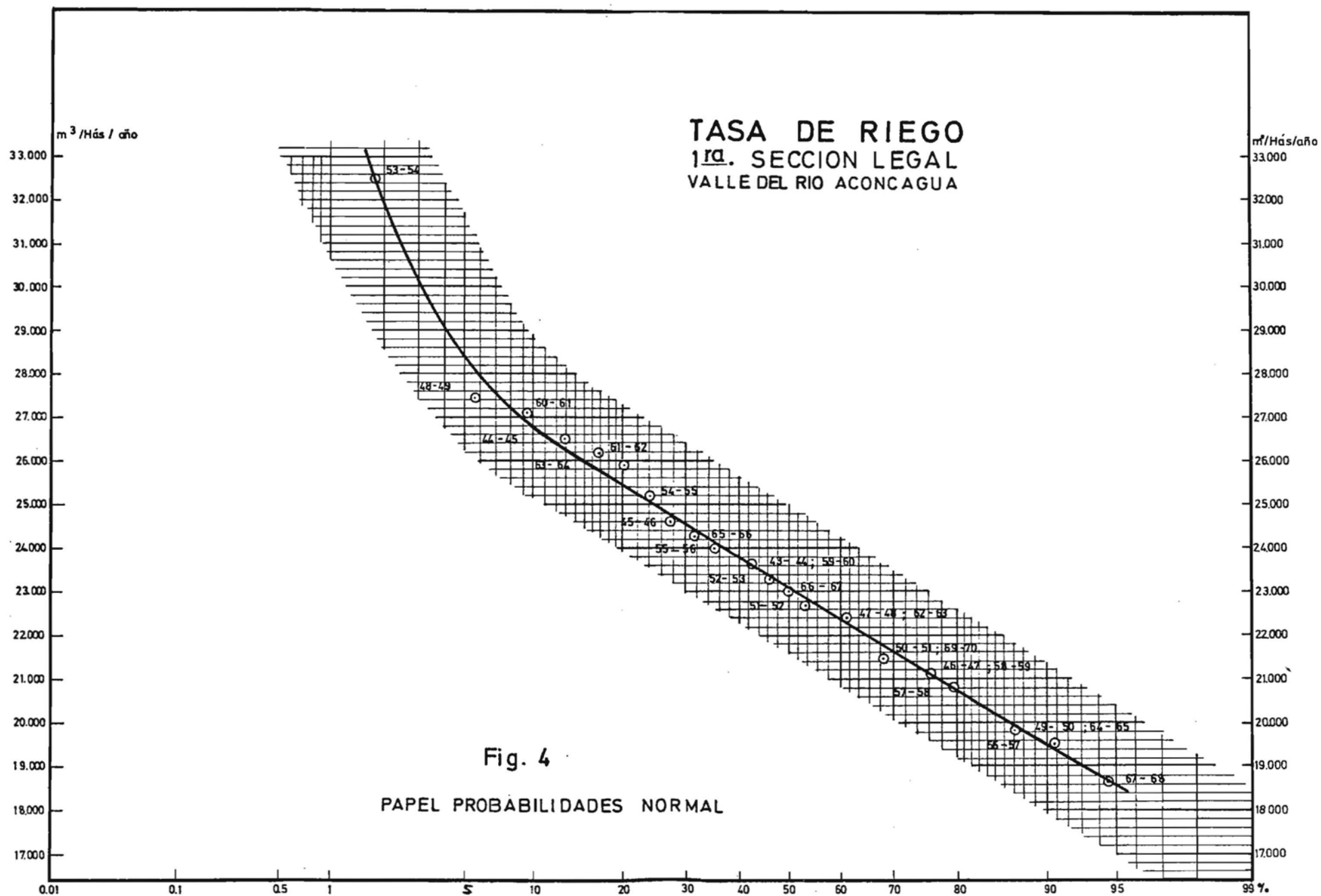
AÑO	GASTO ESCURRIDO LLUVIAS (m3/seg x 12)	SOBRANTES NETOS DE RIEGO (m3/seg. x 12)
1943-44	4.48	1 44.2
44-45	17.36	286.3
45-46	1.98	113.3
46-47	2.07	62.3
47-48	8.74	160.9
48-49	6.80	261.5
49-50	7.72	120.3
50-51	5.32	118.4
51-52	6.70	122.4
52-53	10.23	170.8
53-54	19.96	444.1
54-55	7.33	197.3
55-56	5.82	167.0
56-57	6.34	127.7
57-58	12.66	197.3
58-59	8.45	161.5
59-60	5.68	198.3
60-61	5.13	226.2
61-62	7.49	224.5
62-63	3.93	177.8
63-64	10.29	350.7
64-65	2.32	26.6
65-66	12.85	284.1
66-67	6.76	136.0
67-68	1.91	35.9
68-69	0.65	2.9
69-70	1.23	88.1

En estricto rigor el área de 480 km². considerada en el cálculo de la lluvia caída corresponde a la superficie del sistema hidrológico en estudio y no a la superficie tributaria neta del río Aconcagua entre Chacabucuito y San Felipe, debido a que una parte de las lluvias caídas en aquella superficie drena hacia el estero Quilpué que vierte sus aguas al río aguas abajo de San Felipe. Referente al estero Pocuro se dijo que en la temporada de riego prácticamente no entrega aguas propias al Aconcagua, debido a que éstas son usadas en el regadío de la parte alta. Su aporte propiamente tal, en la confluencia del río, proviene básicamente del rendimiento pluvial de su hoya hidrográfica, o sea del área tributaria bajo los 2.500 a 3.000 m.s.n.m. Una parte de esta área ubicada aguas arriba del Estero Pocuro en El Sifón no ha sido considerada dentro de los 480 km²., por lo cual en cierta medida, ambos factores tienden a compensarse. En todo caso, como se observa del cuadro, la magnitud del agua de lluvias escurrida es prácticamente despreciable frente a los sobrantes de riego del río en San Felipe, por lo cual el porcentaje de error cometido no tiene influencia significativa en los resultados.

Para facilitar el cálculo se estimó en 22.000 Hás. el área promedio regada anualmente por los canales eficientes del Aconcagua. Las variaciones que pueden existir son inferiores al 10 o/o.

En relación al año 68-69, la superficie regada de acuerdo a los antecedentes entregados en el artículo 6.2.2. se extiende entre 19.000 y 20.000 Hás. es decir aproximadamente comprendería el área de riego permanente de la Primera Sección. Con el objeto de que los resultados obtenidos no pierdan homogeneidad y evitar al mismo tiempo factores de indeterminación, no se incluyó ese año en Fig. 4.

Puede observarse que la tasa de riego para el año 50 o/o es de 23.000 m³/há/año, cifra que no difiere prácticamente de la determinada por los Ings. P. Kleiman y J. Torres en su informe, valores que por lo tanto se corroboran mutuamente. Dicha tasa de acuerdo a los valores de uso-consumo adoptados corresponden a una eficiencia de riego del 35 o/o.



CAPITULO VII

INFILTRACION EN VALLE PUTAENDO

El río Putaendo es controlado en la parte alta antes de la zona de riego, en Resguardo Los Patos. Aguas abajo no recibe el aporte de ninguna quebrada de significación. En su desembocadura al río Aconcagua conforma una triple confluencia con el Estero Quilpué y el Estero Seco, este último como su nombre lo indica no presenta normalmente aguas en su cauce.

La profundidad de los niveles estáticos del acuífero permite un tratamiento análogo al efectuado en la Primera Sección, que considera como sistema los recursos de agua superficial del valle. Sin embargo el procedimiento seguido en el capítulo anterior para calcular la infiltración año a año en la Primera Sección del Aconcagua, no pudo emplearse en este valle por no existir un control fluviométrico continuado del río Putaendo en desembocadura, el cual si bien pasa seco gran parte del año, en la temporada de deshielo suele traer gastos no despreciables.

Por otra parte el área regada anualmente difiere significativamente según el grado de sequedad del año, lo que dificulta el cálculo del uso-consumo dentro de los márgenes de error con que se ha estado trabajando.

Con el objeto de tener una idea del orden de magnitud del agua infiltrada a través del riego, se considerará un balance con valores anuales promedios asumiendo nulo el gasto del río en desembocadura.

O sea, Agua infiltrada = Gasto en Los Patos – Uso consumo

Según las estadísticas corregidas incluídas en los Anexos, el gasto medio anual en Los Patos en el año 50 o/o es de 7.8 m³/s.

Referente al uso-consumo, el área promedio regada anualmente en el valle es de 5.150 Hás, y su demanda de acuerdo a los tipos de cultivos empleados es de⁽¹⁾:

<u>(m³ x 10³)</u>												AÑO
M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	
360	700	788	1.100	1.840	3.260	4.744	6.832	7.583	4.329	3.907	2.103	37.546

Luego:

Agua infiltrada = 7.8 – 1.2 = 6.6 m³/seg., que corresponde a un 85 o/o del caudal ingresado en Los Patos.

Este porcentaje, además de la infiltración producida en el riego mismo, contiene la infiltración en el lecho del río.

La infiltración proveniente de la lluvia caída en el área afluente al sector Los Patos—Desembocadura (Aprox. 460 Km²) resulta en el año promedio inferior a un caudal medio anual de 0.5 m³/s, lo que indica que es totalmente despreciable frente a los factores señalados anteriormente (2), y no se considerará.

(1): Información obtenida en base a los antecedentes dados en el estudio "Balance Preliminar del Aconcagua" elaborado en este Departamento.

(2): Se usó como estadística de lluvias el promedio registrado en las estaciones pluviométricas de San Felipe y Los Patos. La precipitación no escurrida se determinó en base a la fórmula de Becerril indicada en el Capítulo anterior. En el cálculo de la EVT se utilizó el método de Thornthwaite.

Con objeto de precisar los resultados obtenidos se recurrió a cuatro aforos aislados que existen en la desembocadura del río (Puntilla del Olivo), estableciendo otros tantos balances hidrológicos instantáneos. Se consideró que si el río presentaba agua en su desembocadura en la fecha del aforo, se estaban regando en ese momento las 7.000 Hás. del valle. En esta forma asumiendo como tasas medias mensuales de uso consumo (mes que se hizo el aforo) las calculadas en base a los valores de evapotranspiración de los cultivos señalados anteriormente, se obtuvo el siguiente cuadro de valores:

Fecha aforo	Los Patos (m3/seg.)	Puntilla del Olivo (m3/seg.)	Tasa uso Consumo (m3/Há/mes)	Uso consumo (m3/seg.)	Infiltración (m3/seg.)	o/o Infiltración c/rel a Los Patos
24.12.47	12.20	0.34	1.330	3.47	8.39	69.0
27.8.48	7.23	1.04	213	0.56	5.63	78.0
13.11.51	17.20	1.23	920	2.48	13.49	78.4
8.10.52	9.40	0.26	632	1.65	7.49	79.6

en que:

$$\text{Infiltración} = \text{Gastos en Los Patos} - \text{Gastos en desembocadura} - \text{Uso consumo}$$

Para el cálculo de la infiltración no se consideró la evaporación desde superficie libre de agua en el lecho del río y canales, por carecer ésta de importancia frente a las otras variables indicadas. Además considerando que las fechas en que fueron medidos estos caudales están lo suficientemente distantes de períodos de lluvias, se deduce que no incluyen drenaje lateral y los gastos en desembocadura son sobrantes de riego netos.

Puede apreciarse una relativamente pequeña dispersión en los porcentajes de infiltración obtenidos en relación al gasto ingresado en Los Patos. La diferencia entre el mayor y el menor valor determinado es de 13 o/o.

La infiltración calculada corresponde a resultados obtenidos de balances que tal vez representen bien las condiciones del día pero no de la noche; motivo por el cual al adoptar esos porcentajes para evaluar la infiltración media anual en el valle podrían resultar elevados, no obstante, como se dejó entrever anteriormente, el río Putaendo está sometido frecuentemente a turnos, incluso en años normales hay problemas de agua, lo que obliga al agricultor cuidar el agua tanto de día como de noche. De ahí que debe ser común el riego nocturno en el valle al igual que ocurre en la 3.a Sección del Aconcagua.

En forma conservadora según los antecedentes disponibles, se adoptará una infiltración media de un 70 o/o que incluye el agua infiltrada por el riego y por pérdidas de conducción en el lecho del río Putaendo. (1).

Para analizar separadamente estas últimas se dispone de 7 experiencias de pérdidas y recuperaciones en el río, que fueron realizadas por la Dirección de Riego entre los años 1946 y 1949, con el objeto de precisar la magnitud de las infiltraciones en el río. Sus resultados se indican a continuación:

(1) : Considerando que el gasto anual de probabilidad 50 o/o según la estadística corregida de Putaendo en Resguardo Los Patos es de 7.8 m3/s, la infiltración media anual en el valle sería de 5.5 m3/s.

CORRIDAS DE AFORO RIO PUTAENDO

Q LOS PATOS

m³/seg

PERDIDAS ENTRE LOS PATOS Y MAL PASO

$$= -0,58 + 0,28 Q \text{ LOS PATOS}$$

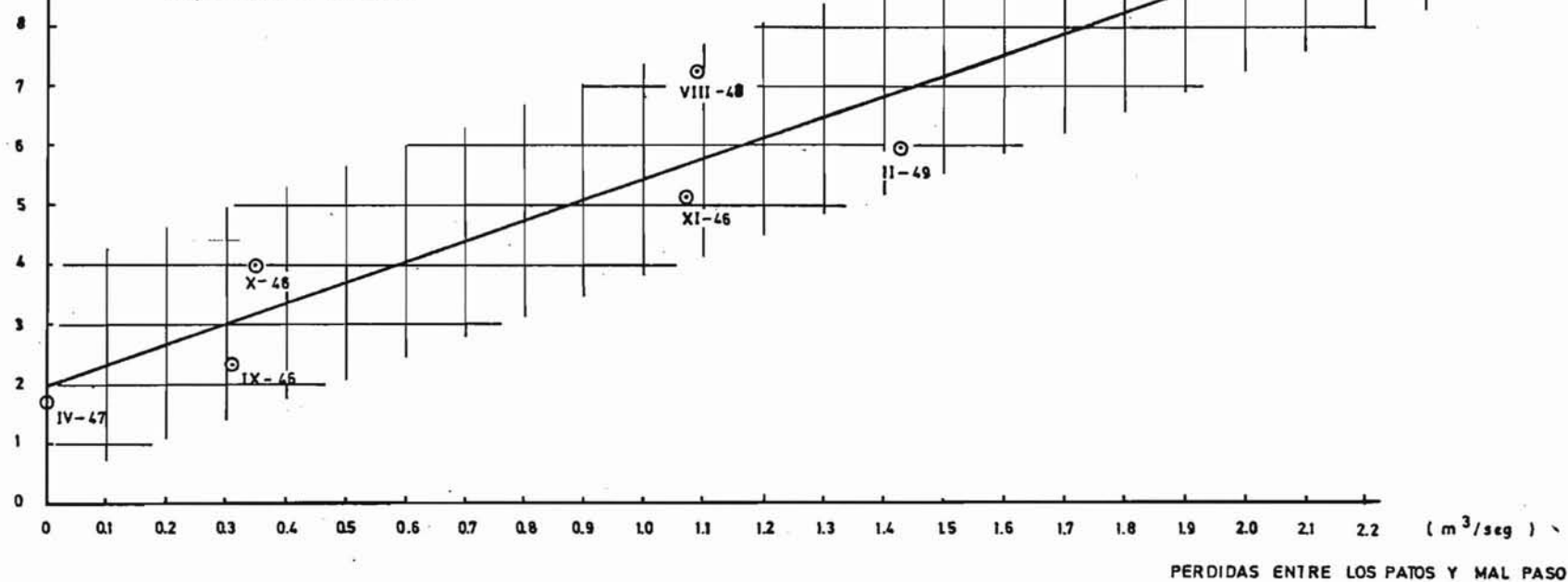


Fig. 5 ..

**PERDIDAS Y RECUPERACIONES
RIO PUTAENDO**

(m3/seg)

FECHA	1.a Secc.	2.a Secc.	3.a Secc.	4.a Secc.	Gasto en Los Patos	Gasto en Mal Paso
11.9.46	-0.40	0.09	0.09		2.34	1.44
22.10.46	-0.54	0.19	0.02		3.97	2.69
27.11.46	-0.94	-0.13			5.12	3.20
12.4.47	0.06	-0.06			1.68	0.06
16.6.47			-0.17	0.12	1.61	1.06
26.8.48	-0.52	-0.57	0.09	-0.07	7.23	2.94
20.2.49	-1.11	-0.32	0.07		5.92	

1.a Sección	:	Resguardo Los Patos a El Tártaro	12 Kms.
2.a Sección	:	El Tártaro a Mal Paso	9. Kms.
3.a Sección	:	Mal Paso a Putaendo	3 Kms.
4.a Sección	:	Putando a Punta del Olivo	9. Kms.
			<u>33 Kms.</u>

Como en El Tártaro el lecho del río es irregular, el aforo en dicha sección carece de precisión. Para eliminar la indeterminación que produce ese aforo se considerarán la 1.a y 2.a Sección en conjunto.

Del análisis del cuadro anterior se deduce que entre Los Patos y Mal Paso se producen pérdidas importantes. Por otra parte aguas abajo de Mal Paso no se observan pérdidas o recuperaciones de significación.

En Fig. 5 se han graficado los gastos del río en Los Patos versus las pérdidas registradas en la 1.a y 2.a Sección, resultando una correlación lineal bastante buena como puede apreciarse.

Finalmente, cabe mencionar que considerando los recursos de agua que registra el río Putaendo en Resguardo Los Patos y las demandas de agua del Valle, no se explicaría el déficit del recurso en el área aun en años normales de no existir además de una baja eficiencia en el riego mismo, una mayor infiltración en el lecho del río que la señalada y/o una fuerte infiltración en los canales principales y sus derivados.

CAPITULO VIII

ANÁLISIS GENERAL DE LAS CARACTERÍSTICAS, ORIGEN Y MAGNITUD
DE LOS RECURSOS DE AGUA DE LA HOYA INTERMEDIA

8.1 Análisis General

Los recursos de agua del Aconcagua que se conocen como recursos de la hoya intermedia, comprenden las recuperaciones del río registradas en el sector San Felipe-Calera y los gastos de los esteros afluentes en la zona. En la temporada de riego, en que los esteros no presentan aportes propios de sus hoyas tributarias, dichos gastos corresponden a recuperaciones o ganancia de agua de sus cauces.

El mayor número de experiencias o corridas de aforos tendientes a medir las recuperaciones del río se han realizado precisamente en esta área por ser la que presenta real interés. En algunas oportunidades el cierre intermedio se ha realizado en Chagres y en otras en Romeral. Estos cierres o aforos intermedios en el río permiten conocer la magnitud de las recuperaciones por sectores más reducidos.

La estadística existente se caracteriza por ser relativamente escasa y de ninguna continuidad, a excepción de los últimos tres años (CUADRO I).

En períodos normales y seco-normales el mínimo valor obtenido es de 15,6 m³/seg., equivalente a un 70 o/o del valor máximo⁽³⁾ (22,2 m³/seg.), lo que estaría indicando que en esos años las recuperaciones entre San Felipe y Calera no se alejan mucho del promedio de 18,8 m³/seg.

Producto de la extrema sequía última que sufrió el país durante los años 67-68 (95 o/o) y 68-69 (98 o/o), las recuperaciones han sido fuertemente afectadas, habiéndose registrado el gasto mínimo de 6.1 m³/seg. en Noviembre del 69-70.

CUADRO I

Recuperaciones medidas en el río entre San Felipe y Calera
(m³/seg.)

Año	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril
1950-51			20.8	18.3	17.1	21.7	19.5		15.9	21.3		17.6 ⁽¹⁾
51-52				15.6		19.6						
52-53						20.3						22.2
54-55							34.3 ⁽²⁾		39.0 ⁽²⁾			
60-61	16.2											
64-65							16.5	19.6				
68-69										7.5	9.1	8.1
69-70	11.5	10.5	11.4	11.2	8.1	7.0	6.1		9.3	11.5	8.9	
70-71		9.3		7.2		10.1	9.1	11.5	7.1	10.7	8.2	10.1

(1) : Valor corregido en base a los aforos realizados. La estadística original indicaba una recuperación de 21.5 m³/seg.

(2) : La bondad de estas dos corridas de aforo fue puesta en duda en otros estudios debido a que en ellas no se habrían considerado algunos aforos y por el valor exagerado de las recuperaciones. Sin embargo, si se analiza la probabilidad del año anterior 53-54, puede verse es el año que dispone de mayores recursos de agua dentro de la estadística considerada, por lo que el valor de las recuperaciones medido no resulta tan exagerado, máxime considerando que dichos valores obtenidos con dos meses de diferencia son del mismo orden de magnitud y se afianzan entre ellos, por lo cual si bien no son aceptados en forma cuantitativa, deben ser admitidos al menos como un índice del comportamiento río-acuífero en períodos de peak.

(3) : No se consideraron los valores obtenidos en los meses de Noviembre y Enero del 54-55 de acuerdo a lo indicado en la nota (2) .

La configuración geológica de la cuenca muestra la prolongación de una puntilla montañosa, en dirección transversal al sentido de escurrimiento del río, que se inicia con la entrada del Valle Catemu al Aconcagua y se extiende hasta Romeral. Esta puntilla acusa la existencia de un frente amortiguador del flujo subterráneo y permite diferenciar 2 zonas de características bien definidas. La 1.a corresponde a la Segunda Sección que se desarrolla entre San Felipe y Romeral y la 2.a abarca desde Romeral a Calera.

De acuerdo a las estadísticas que se disponen anteriores al año 68-69, existen seis corridas de aforo que presentan un cierre en Romeral:

CUADRO II

Experiencias de recuperaciones anteriores a 1968-69

RIO ACONCAGUA

Fecha	San Felipe-Romeral	(m3/seg.)	o/o c/rel. S.F.—Romeral	Gasto en Romeral
		Romeral-Calera		
Julio 1950-51	15.0	5.8	38.6	16.4
Agosto "	16.1	2.2	13.6	10.7
Abril "	16.0	1.6	10.0	9.0
Mayo 1960-61	16.6	—0.4(4)	-----	19.7
Noviembre 1964-65	14.8	1.7	11.4	1.6
Diciembre "	18.5	1.1	5.9	4.1

Del cuadro puede observarse, confirmando lo anterior, que las recuperaciones del río básicamente tienen lugar en la zona de San Felipe a Romeral. Aguas abajo entre Romeral y Calera los recursos efluentes de la napa son muy inferiores, y en promedio alcanzan a 2,5 m3/seg. equivalente a un 16 o/o de las recuperaciones en la Segunda Sección.

Con el objeto de analizar la influencia que ha tenido la sequía de los últimos años en relación al régimen de recuperaciones de ambos sectores, se incluye a continuación un cuadro resumen de corridas de aforo realizadas con posterioridad al año 68-69. No se han considerado aquellas en que el aforo en Romeral aparecía dudoso.

(4) : Este valor muestra una visible anomalía en relación al resto y precisamente es el que corresponde a la corrida de aforos que contiene el mayor gasto de Aconcagua en Romeral. Este hecho conduce a pensar que una posible fuente de error fue la falta de precisión en el aforo de esa estación de sección natural en ese entonces, por lo cual no se considerará. En todo caso por ser ese aforo un cierre intermedio, no incide en el cómputo global de las recuperaciones entre San Felipe y Calera.



CUADRO III

Experiencias de recuperaciones posteriores a 1968-69

RIO ACONCAGUA

(m3/seg)

Fecha	San Felipe-Romeral	Romeral-Calera	o/o c/rel. SF-Romeral
Febrero 1968-69	7.8	-0.3	---
Marzo "	8.0	1.1	13.8
Abril "	8.4	-0.3	---
Mayo 1969-70	10.1	1.4	13.8
Agosto "	9.8	1.4	14.3
Sept. "	7.1	1.0	14.1
Octubre "	6.0	1.0	16.7
Enero "	8.4	0.9	10.7
Febrero "	10.8	0.7	6.5
Marzo "	7.6	1.3	17.1
Agosto 1970-71	5.8	1.4	24.1
Octubre "	8.3	1.8	21.7
Noviembre "	7.0	2.1	30.0
Enero "	6.6	0.5	7.6
Febrero "	9.8	0.9	9.2
Marzo "	6.3	1.9	30.1
Abril "	8.1	2.0	24.7

Como es dable apreciar del cuadro III, y se señalará más arriba, las recuperaciones han bajado ostensiblemente. Asimismo queda de manifiesto la inercia que lleva consigo el fenómeno hidrogeológico. Los valores controlados durante la sequía aún no logran recuperarse en el año 70-71, en parte debido a que el año anterior también fue relativamente seco (83 o/o) y al hecho de existir todavía control del agua de riego empleada en la Primera y Segunda Sección.

En la zona de Romeral-Calera se observa en algunas experiencias cierta tendencia al equilibrio en la conexión río-acuífero, detectándose incluso pequeñas pérdidas en dos de ellas. El valor promedio de recuperaciones en el sector resulta de 1.1 m3/seg. frente a 8.0 m3/seg. entre San Felipe y Romeral.

En relación al comportamiento de los esteros afluentes, los antecedentes disponibles son aun mucho más incompletos, existiendo sólo experiencias de recuperaciones en estos últimos años como se observa del Cuadro IV.

Se aprecia una dispersión relativamente pequeña en torno al valor medio de 11.0 m3/seg. El gasto mínimo medido es de 7.8 m3/seg. en Octubre de 69-70.

Los esteros Romeral y Rabuco que se desarrollan en la zona comprendida entre Puntilla de Romeral y la ciudad de La Calera tienen en conjunto una recuperación promedio de 0.83 m3/seg. equivalente a un 7.5 o/o del total registrado en los afluentes, lo que confirma su menor importancia en proporción a los aportes de los esteros restantes ubicados entre San Felipe y Romeral.

CUADRO IV

Recuperaciones medidas en los afluentes y recursos totales de la hoya intermedia

(m3/seg.)									
Fecha	E. Lo	Dren en	E. Ca-	E. Las	E.	E.	Recup	Recup.	Recursos
Experiencia	Campo	Puntilla	temu	Vegas	Romeral	Rabuco	total	río S.F.	hoya in-
		Chagres					afluent.	Calera	termedia
1968-69 Mar	2.62	0.21	3.39	1.96	0.16	0.30	8.6	9.1	17.7
Abr	3.80	0.32	4.34	2.36	0.01	0.43	11.3	8.1	19.4
1969-70 Oct.	2.83	0.28	2.29	1.92	0.05	0.42	7.8	7.0	14.8
Nov	2.69	0.33	2.96	3.10	0.32	0.47	9.9	6.1	16.0
1970-71 Oct	2.33	0.35	3.42	2.76	0.65	0.41	9.9	10.1	20.0
Nov	3.65	0.28	3.49	4.33	0.41	0.78	12.9	9.1	22.0
Dic	4.35	0.24	3.91	2.72	0.77	0.68	12.7	11.5	24.2
Feb.	3.00	0.33	4.28	2.99	0.08	0.56	11.2	10.7	21.9
Mar	3.77	0.33	4.04	2.91	0.14	0.67	11.9	8.2	20.1
Abr.	3.80	0.32	4.63	4.42	0.15	0.79	14.1(5)	10.1	24.2

Los recursos globales de la hoya intermedia presentan un valor mínimo de 15 m3/seg. en Octubre de 1969-70. Ese año sólo posee estadística en los meses iniciales de la temporada de riego, a diferencia del año 68-69 en que las experiencias se realizaron a fines de la temporada. Como las recuperaciones medidas en ambos períodos son las más bajas que se conocen, y a objeto de obtener un valor medio representativo de la crítica situación provocada por la sequía, se calculó el promedio de las recuperaciones de esos dos años, cuyo valor resulta de 17 m3/seg.

En el año 70-71 se observa una mejora en la disponibilidad de recursos, que en valor medio alcanzan a 22 m3/seg., es decir un aumento del 30 o/o en un lapso de uno a dos años transcurridos.

Referente a la magnitud de las recuperaciones de los esteros en años normales, no se tienen mayores antecedentes, motivo por el cual no se podrían evaluar aparentemente los recursos de la hoya intermedia con cierta precisión en esos períodos.

En concordancia con lo anterior, y a fin de evitar factores de indeterminación, fue necesario recurrir a procedimientos indirectos que se indican a continuación.

8.2 Balance hidrológico

Como se mencionó anteriormente, los recursos de la hoya intermedia se producen básicamente entre San Felipe y Romeral. Proviene del caudal subterráneo efluente de la Primera Sección, del aporte subterráneo que entrega el Valle Putaendo al Aconcagua aguas abajo de San Felipe, del retorno de riego y de la infiltración de lluvias en el sector.

Con el objeto de analizar el monto integral de las recuperaciones de la 2.a Sección y conocer al mismo tiempo la importancia de c/u de los factores que pasan a constituirlos, se estableció un balance hidrológico que considera como sistema el embalse subterráneo del valle Aconcagua y tributarios en la zona comprendida entre San Felipe y Romeral.

El balance se planteó para el año promedio, durante el cual se asumió no existen variaciones en el almacenamiento. De acuerdo a estas consideraciones existiría un perfecto equilibrio entre las entradas y salidas o sea:

(5) : Es posible que el gasto que presentan los esteros en épocas de excedencia del recurso, o bien en meses de poco regadío, corresponda en parte a derrames o excedentes de riego de los canales del Aconcagua.

Caudal subterráneo en San Felipe + Aporte subterráneo del Putaendo + Infiltración del riego en el área + Infiltración de lluvias = Recuperaciones + Caudal subterráneo en Romeral + Bombeo de pozos + Evaporación desde el acuífero.

El bombeo de pozos, debido a la abundancia del recurso en el área, es prácticamente nulo por lo que se desestimó.

En el planteamiento del balance no se ha considerado el caudal extraído por la galería de captación subterránea que comenzó a construir la D.O.S. en Romeral en 1951, como una fuente de abastecimiento para el agua potable de Valparaíso y Viña del Mar. La explotación de esta galería se inició con un gasto de 0.09 m³/seg. y fue aumentándose paulatinamente a medida que la galería iba ampliándose hasta alcanzar a un caudal de 1.5 m³/seg. en este último tiempo. El valor medio de explotación, aproximado, durante el período estadístico que abarca este estudio resulta del orden de 0.5 m³/seg.

En estricto rigor no existe flujo subterráneo pasante en Romeral hacia la 3.a Sección, el cual es captado por la galería que se desarrolla en dirección transversal a su sentido de escurrimiento y cuyo cono de depresión de los niveles del acuífero se traduce incluso en una inversión del gradiente inmediatamente aguas abajo.

En relación a la evaporación desde el acuífero, cuyos niveles están próximos a la superficie, tampoco se consideró. Con objeto de compensar en cierta medida estas diferencias, se supondrá despreciable la infiltración media anual proveniente del agua de lluvia caída en el sector, la que según pudo apreciarse por los resultados obtenidos en los capítulos anteriores, carece de importancia en el valle frente a la infiltración producida por el riego.

La expresión del balance queda entonces:

Recuperaciones = Caudal subterráneo en San Felipe + Aporte subterráneo del Putaendo + Infiltración de riego en el área.

De acuerdo a lo anterior para calcular las recuperaciones se requiere conocer las tres variables indicadas en el miembro derecho de la ecuación. En relación a las dos primeras cabe señalar que en el año medio las infiltraciones producidas en la 1.a Sección y en el Valle Putaendo se asumirá son equivalentes a los caudales subterráneos efluentes, y según los Capítulos VI y VII, iguales a 13.6 m³/seg. y a 5.5 m³/seg.

Referente al riego del sector San Felipe-Romeral, la información indica que la tasa de regadío usada actualmente es bastante alta, pero inferior a la empleada en la 1.a Sección. Según el Informe Preliminar del Aconcagua de los Ings. P. Kleiman y J. Torres, la tasa, calculada en base a aforos aislados en BT, sería de 19.000 m³/Há/año. Considerando que la superficie de riego es de 17.700 Há, el agua usada en el regadío es de 10.6 m³/seg.

Si se adopta la tasa media de uso-consumo del área del Valle Aconcagua ubicada dentro de la Provincia de Aconcagua (Ver Cap. VI), se tiene una demanda de 4.6 m³/seg., o sea una infiltración neta de 6.0 m³/seg.

Luego:

Recuperaciones = 13.6 + 5.5 + 6.0 = 25.1 m³/seg.

Este importante caudal constituye las recuperaciones producidas en el año medio en el área de la Segunda Sección.

Según lo expresado en el artículo anterior los recursos que emergen en la zona que se extiende entre Romeral y Calera son muy inferiores, y corresponden a las recuperaciones que experimenta el río en el sector y las que presentan los esteros Romeral y Rabuco. Se determinó que el valor medio medido en el río es de 2.5 m³/seg.

Los gastos que registran los esteros Romeral y Rabuco en la temporada de riego no corresponden a aportes propios de sus hoyas hidrográficas de régimen pluvial, sino que son producto de recuperaciones de sus cauces. En 1962 se instalaron estaciones limnimétricas, de sección natural, en la desembocadura al río Aconcagua de todos los afluentes entre San Felipe y Calera.⁽⁶⁾ Los gastos medios registrados durante los (6) : La estadística de gastos medios mensuales de los esteros se incluye en los ANEXOS. Fueron obtenidos del Informe de Recuperaciones de los Ings. P. Kleiman y L. Vidal.

meses de regadío en los esteros Romeral y Rabuco son de 0.8 m³/seg. y 0.6 m³/seg. respectivamente, lo que da un total de 1.4 m³/seg., Añadiendo a estas recuperaciones los saques de canales de esos dos esteros que son del orden de 0.5 m³/seg., según aforos aislados, resulta un gasto aflorado de 1.9 m³/seg. O sea en forma global las recuperaciones medias del sector Romeral-Calera ascienden a 4.4 m³/seg.⁽⁷⁾

Se concluye por consiguiente que los recursos de la hoya intermedia en el año medio son de 29.5 m³/seg. De la magnitud de esta cifra se desprende que el error cometido en la estimación de los recursos entre Romeral y Calera, carece de mayor trascendencia.

De acuerdo a los antecedentes que proporciona la Dirección de Riego en su informe, los tributarios al Aconcagua que se desarrollan entre San Felipe y Calera,⁽⁸⁾ tendrían una red de canales cuyo gasto total en BT sería más o menos constante y alcanzaría a 5.0 m³/seg. Considerando además que el aporte medio total en desembocadura, según las estadísticas de gastos mensuales en la temporada de riego, es del orden de 6.0 m³/seg. se tendría una recuperación media de los esteros de 11.0 m³/seg. que sumado al valor medio de 18.8 m³/seg. registrado en el lecho del río en años normales y seco-normales, resulta un gasto de 29.8 m³/seg. como monto de los recursos de la hoya intermedia. Cifras que evidentemente se avalan en forma recíproca y muestran la bondad del procedimiento seguido.

Se observa que las recuperaciones de los esteros no han sido afectadas en forma tan significativa con la sequía como ocurrió con la magnitud de las recuperaciones del río. Esto estaría indicando que las ganancias de agua de los cauces de los esteros se deriva en gran parte del retorno del riego del sector, el cual prácticamente no sufrió merma alguna en el período de sequía, si se considera el monto de los recursos disponibles o recuperaciones totales medidas en la zona en esos años.

Teniendo en cuenta que el gasto 50 o/o en Chacabucuito y en Los Patos es de 29.0 m³/seg. y 7.8 m³/seg. respectivamente, se deduce que las recuperaciones que experimenta el curso medio del valle, derivadas como se puede apreciar del re-uso y doble re-uso del recurso, representan el 80 o/o del agua de cordillera que ingresa a la cuenca.

Al analizar el período de extrema sequía último, de acuerdo a los antecedentes proporcionados anteriormente, se tiene:

Año	(m ³ /s)			
	Infiltración 1.a Sección	Gastos en Los Patos	Infiltración V. Putaendo	Infiltración Total
1967-68	8.5	2.8	2.0	10.5
1968-69	7.2	1.5	1.1	8.3
			Promedio :	9.4

No obstante que el tiempo que requiere el agua infiltrada en el Valle Putaendo para manifestarse como agua de recuperaciones en la 2.a Sección, salvo una mera coincidencia, no tiene por que coincidir con el tiempo de retardo del agua infiltrada en la 1.a Sección, se considerará en forma aproximada el valor promedio conjunto de ambos años de 9.4 m³/seg. como un todo homogéneo, a fin de poder efectuar un balance comparativo del agua infiltrada con relación a las recuperaciones medidas.

Asumiendo además que la infiltración media anual producida por el riego del área San Felipe-Romeral es del orden de 6.0 m³/seg. según se hizo ver más arriba, que la inercia del sistema hidrogeológico oscila entre 1 y 2 años, y sin tomar en cuenta factores residuales de menor significación de períodos anteriores, se obtiene que la recuperación media a que daría origen dichas infiltraciones es aproximadamente de:

(7) : Este valor, derivado de las estadísticas existentes en el área Romeral-Calera, registra en cierta medida las extracciones de agua de la galería subterránea que mantiene la D.O.S. en Romeral

(8) : No se incluye el río Putaendo.

Recuperación media San Felipe-Romeral = $9.4 + 6.0 = 15.4$ m³/seg. siendo que el valor medio medido de recuperaciones entre San Felipe y Romeral en los años 1968-69 y 1969-70 es de 15 m³/seg., valor que además de confirmar la validez de las hipótesis asumidas son una comprobación más de la bondad del método seguido y de los resultados conseguidos.

En relación a las recuperaciones del sector Romeral-Calera, el valor medio registrado en esos años es del orden de 2 m³/seg. (CUADROS III y IV). Al respecto cabe manifestar que considerando nulo el caudal subterráneo pasante en Romeral, se deduce que estas recuperaciones provienen básicamente del retorno de riego de la zona.

Observando que la ostensible baja experimentada por las recuperaciones totales del año 1968-69 acusa la fuerte sequía del año hidrológico anterior y que el mínimo valor de recuperaciones controlado corresponde al año 1969-70, en circunstancias que el año más seco ha sido el 68-69, se concluye que la inercia del sistema hidrogeológico, si bien se vio varía entre uno y dos años, es superior la incidencia del año hidrológico inmediatamente anterior.

De acuerdo al Cuadro I, la recuperación promedio del río medida en el período 1954-55 es de 36.6 m³/seg. Asumiendo una ganancia de los esteros de 11.0 m³/seg., resulta para ese año una recuperación total de 47.6 m³/seg.

Ahora bien, según los resultados obtenidos se tiene:

Infiltración Valle Putaendo Año 53-54	=	14.0 m ³ /seg.
Infiltración 1.a Sección Año 53-54	=	24.1 m ³ /seg.
		<u>38.1 m³/seg.</u>

Suponiendo que la mayor parte de estas infiltraciones se manifiesta como recuperaciones al año siguiente y aceptando un retorno del riego en el sector de San Felipe a Romeral de 6.0 m³/seg., se tendría una recuperación en esa zona para el año 1954-55 de 44.1 m³/seg. aproximadamente.

Considerando además que los recursos que afloran en el área de Romeral a Calera son del orden de 4.4 m³/seg., se tiene finalmente como aportes de la hoya intermedia un gasto de 48.5 m³/seg., cifra que difiere en sólo un 2 o/o con respecto a las recuperaciones señaladas anteriormente.

CAPITULO IX

INFLUENCIA DEL PROYECTO EMBALSE PUNTILLA DEL VIENTO

9.1 Infiltración en la Primera Sección del Aconcagua.

Para el cálculo de la infiltración en la Primera Sección del Aconcagua una vez construido y puesto en funcionamiento el embalse, se formulará un balance hidrológico similar al desarrollado en el capítulo VI.

Las entradas y salidas de agua señaladas entonces, como asimismo el sistema considerado, permanecen. Lo que variará en forma importante es la cantidad de agua del río que se destinará al regadío de la Primera Sección, cuyo gasto medio anual en condiciones normales será de 12.3 m³/seg.

Los porcentajes de agua entregados en los años 64-65, 67-68 y 68-69, en que falla el embalse, son de 97.8, 91.8 y 62.5 o/o respectivamente (X), según el estudio de regulación efectuado por la Dirección de Riego.

Para el cálculo del uso consumo se consideró una superficie de 24.000 Hás., para todos los años, incluso en aquellos en que el embalse falla, debido a la contribución de los esteros laterales. Para el año 68-69 en que el déficit es importante y del orden de 37.5 o/o, se ha considerado un área regada de 15.500 Hás. de las cuales 500 Hás. serían regadas por el aporte de los esteros.

En la proyección del balance planteado año a año, el período hidrológico 1943-1944 equivale al primer año de funcionamiento del embalse.

Se incluye a continuación un cuadro con los resultados obtenidos:

INFILTRACION 1.a SECCION

AÑO	ENTRADAS (m ³ /s x 12)				SUMA ENTRAD (m ³ /sx12)	SALIDAS (m ³ /sx12)		SUMA SALID. (m ³ /s x 12)	INFILTRACION (m ³ /s)
	(1)	(2)	(3)	(4)		EVT	USO CONS.		
43-44	148	31.9	20.8	9.1	209.8	18.0	74.6	92.6	9.8
44-45	148	72.3	11.2	16.4	248.9	30.5	74.6	105.1	12.0
45-46	148	19.0	18.5	8.0	193.5	10.5	74.6	85.1	9.1
46-47	148	19.5	15.8	4.7	188.0	10.8	74.6	85.4	8.6
47-48	148	48.1	12.4	9.1	217.6	24.2	74.6	98.8	9.9
48-49	148	41.0	6.9	12.6	208.5	19.2	74.6	93.8	9.6
49-50	148	44.4	11.4	6.3	210.1	25.0	74.6	99.6	9.2
50-51	148	35.4	12.1	7.0	202.5	21.0	74.6	95.7	8.9
51-52	148	40.8	13.8	8.2	210.8	21.4	74.6	96.0	9.6
52-53	148	52.8	14.6	10.1	225.5	26.3	74.6	100.9	10.4
53-54	148	78.0	21.6	21.6	269.2	28.7	74.6	103.3	13.8
54-55	148	43.1	9.4	9.6	210.1	19.4	74.6	9.40	9.7
55-56	148	37.4	16.3	8.6	210.3	21.6	74.6	96.2	9.5
56-57	148	39.2	8.8	6.7	202.7	20.5	74.6	95.1	9.0
57-58	148	59.6	12.8	10.4	230.8	21.1	74.6	95.7	11.2
58-59	148	47.0	12.4	8.2	215.6	21.4	74.6	96.0	10.0
59-60	148	36.8	13.9	10.4	209.1	20.5	74.6	95.1	9.5
60-61	148	34.7	10.6	10.8	204.1	18.6	74.6	93.2	9.3
61-62	148	43.7	17.0	13.3	222.0	21.7	74.6	96.3	10.5
62-63	148	29.4	12.1	9.1	198.6	16.4	74.6	91.0	9.0
63-64	148	53.0	16.5	17.0	234.5	25.1	74.6	99.7	11.2
64-65	144	21.1	15.7	3.9	184.7	11.6	74.6	86.2	8.2
65-66	148	60.2	14.0	12.7	234.9	23.6	74.6	98.2	11.2
66-67	148	41.1	18.2	9.7	217.0	19.1	74.6	93.7	10.2
67-68	136	25.0	11.0	4.1	176.1	13.7	74.6	88.3	7.3
68-69	92	9.5	7.8	1.4	110.7	6.8	48.5	55.3	4.6
69-70	148	13.5	7.1	6.0	174.6	7.6	74.6	82.2	7.7

(X) Paradojalmente el déficit de agua en años secos en la 1.a Sección, con embalse, es superior a sin embalse

INFILTRACION
1^{ra}. SECCION LEGAL
VALLE DEL RIO ACONCAGUA
CON EMBALSE

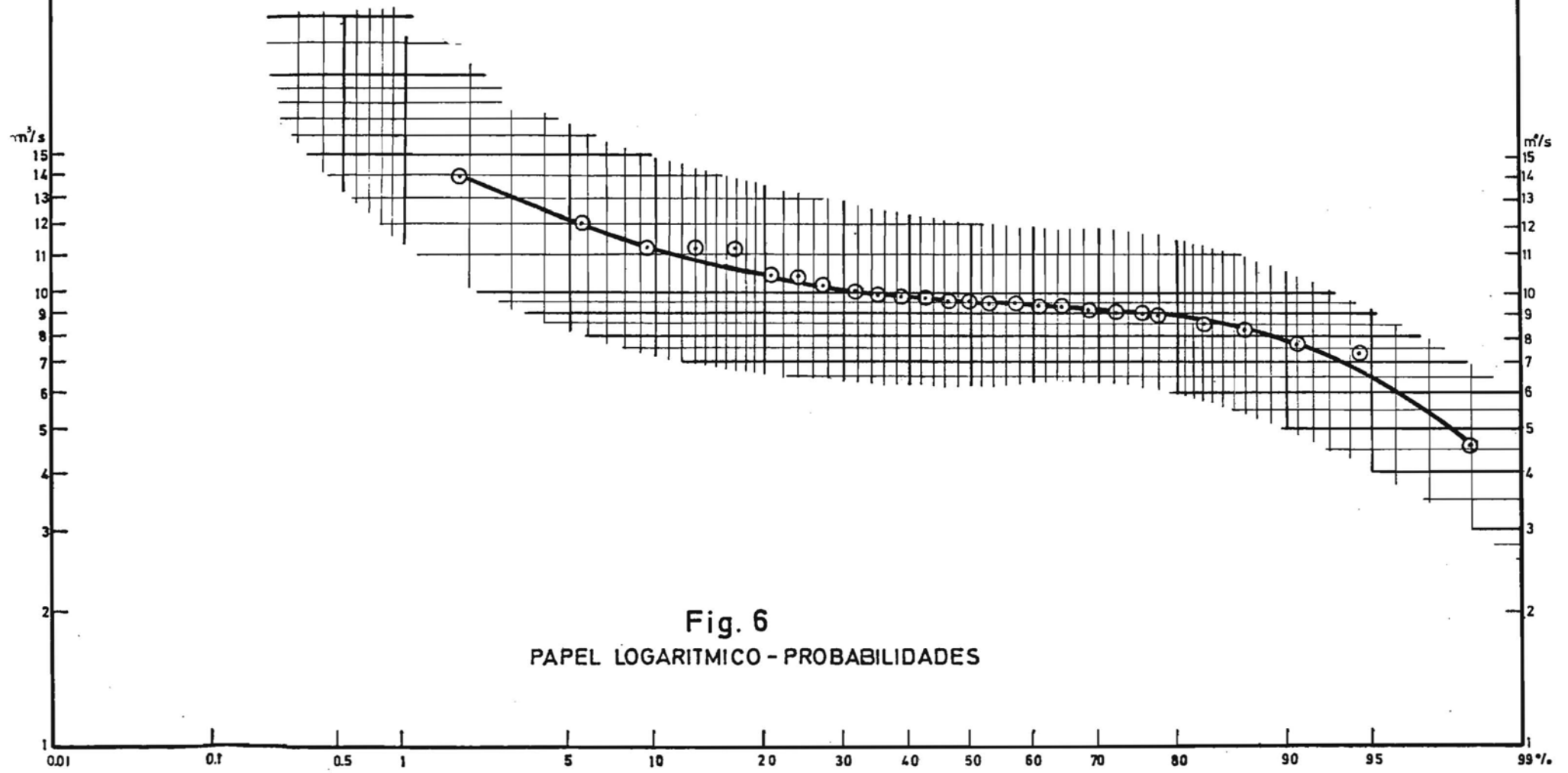


Fig. 6
PAPEL LOGARITMICO - PROBABILIDADES

en que:

- (1): Caudal suministrado por el embalse para el regadío de 24.000 Hás. de la 1.a Sección con una tasa de 16.200 m³/Há./año. En los años en que falla el embalse se asumieron los o/o de déficit indicados.
- (2): Diferencia entre el agua de lluvia caída en el área del sistema (aprox. 480 Km²) y la precipitación escurrida de acuerdo a la fórmula de Becerril.
- (3): Diferencia entre el gasto del Estero Quilpué en su entrada al valle y el caudal en desembocadura. No se consideró las pequeñas variaciones que puede presentar el gasto de dicho estero en su desembocadura al disminuir la tasa de riego de la 1.a Sección.
- (4): Gasto del Estero Pocuro en El Sifón. El aporte propio de este estero normalmente es agotado aguas arriba del cruce con Calle Larga como se hizo ver en capítulos anteriores, razón por la cual no se consideró gasto propio en su desembocadura.

En Fig. 6 se han graficado los valores de infiltración en la Primera Sección con embalse para distintas probabilidades.

9.2 Aumento de la infiltración en Valle Putaendo (Canal Putaendo).

El regadío adicional del Valle además de mejorar las condiciones precarias en que se encuentra el estado actual del recurso agua en el área, producirá una mayor infiltración e indirectamente un incremento de las recuperaciones en la Segunda Sección del Aconcagua.

El canal tendría un gasto en BT de 5 m³/s. en el mes de máximo consumo y se asume llegaría al Putaendo a la altura de Mal Paso con 3.5 m³/s. Se supuso una pérdida en el trayecto de 30 o/o; agua que al ser infiltrada en su mayor parte en ladera de cerro pasa a incrementar los consumos de evapotranspiración.

El proyecto contempla además que en invierno si hay sobrante de agua se mantenga el canal en funciones a plena carga, a fin de vaciar el gasto que llegue al final del lecho del Putaendo con el objeto de producir recarga artificial del acuífero.

Según lo señalado en el capítulo VII, la recarga principal se produce por el riego. En el río se registrarían pérdidas significativas entre Los Patos y Mal Paso, no así entre Mal Paso y desembocadura.

Considerando estos antecedentes se asumirá que prácticamente la recarga adicional es producto solamente del mejoramiento del riego.

El aumento del riego en la parte baja del Putaendo, origina indirectamente una mejora del riego de la parte alta. Físicamente esto equivaldría a vaciar las aguas del Canal Putaendo en Resguardo Los Patos. En base a este análisis, para determinar la recarga del Canal Putaendo podemos hacer uso de los coeficientes de infiltración determinados en el capítulo VII, excluyendo de los resultados la parte infiltrada en el lecho del río en el tramo Los Patos-Mal Paso.

Así, en años normales y seco-normales se tiene:

– Agua suministrada por el Canal Putaendo en el mes de máximo consumo:	= 3.50 m ³ /s
– Gasto medio anual	= 1.98 "
– Infiltración (70 o/o)	= 1.38 "
– Infiltración Los Patos–Mal Paso	= 0.00 "
– Infiltración adicional proyecto	= 1.38 "

Y, en los años que falla el embalse:

AÑO	PROBAB OCURRENCIA o/o	GASTO MEDIO ANUAL SUMINISTRADO (m ³ /s)	INFILTRACION ADICIONAL PROYECTO (m ³ /s)
1964-65	91	1.92	1.34
1967-68	95	1.82	1.28
1968-69	98	1.24	0.87

9.3 Análisis de los resultados obtenidos.

Considerando el procedimiento de corrección y ampliación de estadísticas fluviométricas señalado en el CAPITULO V, se deduce que el error cometido en la determinación de los escurrimientos superficiales medios anuales no sería superior al 10 o/o. Por otra parte las tasas de uso-consumo usadas, como asimismo los valores de evapotranspiración, calculados por el método de Thornthwaite, dieron muy buenos resultados en el "Balance Hidrológico Preliminar del Aconcagua" (CORFO 1970). En ese informe el error de cierre resultante en el balance hidrológico efectuado, fue inferior al 10 o/o, lo cual confirmaría que el margen de error en los resultados obtenidos en el presente estudio no es superior a ese porcentaje.

La variación que experimentará el agua infiltrada en la Primera Sección una vez que entre en funcionamiento el embalse, calculada para distintas probabilidades a partir de los gráficos 3 y 6, se incluye en el cuadro anexo:

Infiltración 1.a Sección Aconcagua

o/o Año	Situación actual (m3/s)	Con embalse (m3/s)	Déficit (m3/s)	o/o c/rel. Infilt. actual
20	16.5	10.5	6.0	36.4
50	13.6	9.6	4.0	29.4
60	12.2	9.4	2.8	23.0
70	11.5	9.2	2.3	20.0
80	11.0	9.0	2.0	18.2
85	10.0	8.5	1.5	15.0
95	8.5	6.5	2.0	23.5
98	7.2	4.6	2.6	36.1

Se observa que el decremento de infiltración en el año 50 o/o alcanza a 4.0 m3/s, lo que corresponde al 29.4 o/o del recurso infiltrado en las condiciones presentes. Esta diferencia disminuye paulatinamente al aumentar el grado de sequedad del período. En el año 80 o/o es de 2.0 m3/s, equivalente a una merma del 18.2 o/o.

En condiciones de extrema sequía, la situación ofrece un panorama distinto. En la actualidad la 1.a Sección dispone legalmente de todos los recursos de cordillera del río lo que hace que no sufra mayores penurias de agua aún en esos años. El criterio adoptado en la regulación del embalse considera una repartición de aguas más equitativa, distribuyendo de esta manera, en forma proporcional, los efectos de la sequía en el valle.

Es así como en años de 95 o/o y 98 o/o de probabilidad, la infiltración con embalse baja en 2.0 m3/s y 2.6 m3/s, o sea, en un 23.5 o/o y en un 36.1 o/o respectivamente.

En relación al Valle Putaendo, la infiltración media anual adicional a que dará origen el proyectado canal del mismo nombre es de 1.4 m3/s en años normales y seco-normales.

La tasa de riego de la Segunda Sección que hoy día es de 19.000 m3/Há/año en el año medio, se reducirá a 16.200 m3/Há/año, lo que trae consigo una disminución de 1.6 m3/s. en la cantidad de agua aplicada en el regadío del área.

Considerando el proyecto en su conjunto, y haciendo uso de los antecedentes indicados en el artículo 8.2, puede decirse que el valor medio de las recuperaciones o recursos de agua de la hoya intermedia con embalse serán: (1)

$$\text{Recuperaciones} = 29.5 - 4.0 + 1.4 - 1.6 = 25.3 \text{ m3/s}$$

(1): No se consideró variación de la tasa de riego en el área de Romeral a Calera. El error cometido en esta suposición carece de significación con relación a la magnitud total de los recursos de la hoya intermedia.

Ahora bien, observando que en el año 80 o/o la magnitud de la infiltración en la 1.a Sección difiere sólo en 0.6 m³/s en relación a la del año medio; que la infiltración adicional a que dará origen el Canal Putaendo y que la tasa de riego usada en la Segunda Sección se mantienen, se deduce que en períodos seco-normales las recuperaciones disminuirán con un cierto retardo y amortiguación de acuerdo sólo a las variaciones que experimente el agua total de regadío empleada en el Valle Putaendo, e indirectamente con las variaciones que registre el gasto en Resguardo Los Patos, que es de 7.8 m³/s y 5.2 m³/s en los años 50 o/o y 80 o/o respectivamente.

Se concluye entonces que los recursos de la hoya intermedia en años normales y seco-normales oscilarán sólo entre 22 y 25 m³/s, es decir el embalse actuará además como regularizador de dichos recursos.

El cálculo de las recuperaciones en períodos de extrema sequía con embalse se realizará en forma similar al procedimiento seguido en el Capítulo anterior:

(m ³ /s)				
Año	Infiltrac. 1.a Sección	Infiltrac. Valle Putaendo	Infiltrac. C. Putaendo	Inf. Total
1967-68	6.5	2.0	1.3	9.8
1968-69	4.6	1.1	0.9	6.6
Prom:				8.2

Considerando además una tasa de riego de 16.200 m³/Há/año en la 2.a Sección, se tiene de acuerdo a los valores de uso-consumo adoptados, una infiltración media en el área de 4.4 m³/s.

O sea aproximadamente se tiene:

Recup. media S.F.—Romerol = 12.6 m³/s

Asumiendo una ganancia de agua en la zona de Romeral a Calera del orden de 2 m³/s(1), se obtiene como recuperaciones totales o recursos de la hoya intermedia en períodos de extrema sequía, un valor medio de 15 m³/s.

9.4 Discusión Final.

Referente a la construcción del Canal Putaendo, su conveniencia hidrológica no se ve mayormente atractiva. Esto se deriva en parte por la considerable pérdida de agua que significa el canal de 55 a 60 Kms. revestido sólo en algunos tramos de su recorrido. El informe de la Dirección de Riego estima un 30 o/o de pérdida, lo que se traduce en el mes de máximo consumo en un caudal de 1,5 m³/s. Por otro lado las experiencias de pérdidas y de recuperaciones realizadas en el lecho del río Putaendo, indican que las pérdidas en el sector Mal Paso—desembocadura no son de significación, lo cual hace aún menos atractiva esta solución, que contemplaba como factor importante el hecho de poder vaciar las aguas del canal a plena carga al lecho del río en invierno, con el objeto de aumentar la recarga del acuífero. Por otra parte, desde el punto de vista de producir infiltración artificial, con aguas del Aconcagua, presenta mayor interés la 1.a Sección que el valle Putaendo, al evitarse así las importantes pérdidas por conducción.

De lo anterior se ve la importancia de realizar un estudio que contemple la factibilidad técnica y económica del regadío del sector bajo del Valle de Putaendo mediante la explotación del agua subterránea, como solución alternativa o complementaria a los servicios prestados por el trazado de un Canal Putaendo de menor capacidad, para resolver los graves problemas originados por la falta de agua en el área.

(1): No se consideró variación de la tasa de riego en el área de Romeral a Calera. El error cometido en esta suposición carece de significación con relación a la magnitud total de los recursos de la hoya intermedia.

Según los antecedentes que tiene actualmente este Departamento, la zona presentaría condiciones hidrogeológicas muy favorables. Por otra parte la alta tasa de retorno de riego existente en el sector asegura una variación poco significativa del aporte subterráneo del Putaendo al Aconcagua.

Con objeto de hacer un análisis crítico de la situación hidrológica asumida en el estudio de regulación de Puntilla del Viento, se señala a continuación un resumen comparativo de los recursos de la hoya intermedia adoptados y de los resultados obtenidos en el presente informe:

Recuperaciones

(m³/s)

Probabilidad año (o/o)	Valor Asumido	.. Valor Calculado
< 84	26	22 – 25
98	16	15

Como se desprende del cuadro las recuperaciones calculadas son un tanto inferiores a las asumidas.

A fin de suplir este déficit es necesario recurrir a los excedentes de cordillera que irían a dar al mar una vez se hayan servido las demandas contempladas en el Valle.

Los caudales evacuados por el vertedero que se incluyen en la tabla adjunta corresponden a sobrantes del sistema habiéndose servido un gasto de 67 m³/s (Cuadro A)

EMBALSE PUNTILLA DEL VIENTO

Volumen = 150 millones de m³

Caudales evacuados por el vertedero que constituyen
sobrantes del sistema^(o) (m³/s.)

(CUADRO A)

Se ha servido en mes de máximo consumo:

Año Hidrol.	1.a Sección : 27 m ³ /s								Hoya intermedia : 40 m ³ /s				
	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	Anual
1937							5.0	72.0	33.0	5.0	4.0	7.0	10.5
38	10.0	7.6	5.7	6.0	0.7								2.5
39													0.0
1940						7.0	33.0	69.0	75.0	11.0	8.0	16.0	18.2
41	27.0	26.0	21.0	35.0	31.0	59.0	46.0	115.0	125.0	74.0	24.0	18.0	50.2
42	16.0	14.0	12.0	18.0	16.0	18.0	42.0	43.0	45.0	7.0	3.0	9.0	20.2
43	12.0	10.0	10.0	9.5	4.0	3.0	12.0	8.0	5.0			2.0	6.3
44	6.0	6.3	8.5	14.0	18.0	19.0	41.0	68.0	21.0	12.0	10.0	16.0	20.0
45	14.0	9.0	7.6	11.0	8.0	7.0							4.7
46	0.4	4.0	5.5	3.5									1.1
47							8.4	24.0	4.0				3.0
48		1.4	9.0	14.0	12.0	18.0	46.0	74.0	28.0			4.5	17.3
49	14.0	11.0	6.4	7.6	1.0	3.0	17.0						5.0
1950													0.0

(o) Estos datos fueron suministrados por la Dirección de riego.

Año Hidrol.	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct.	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	Anual
1951			3.3	10.0	2.4		9.0	14.0					3.2
52			4.0	6.6	8.0	4.0	29.0	32.0	2.0				7.1
53		3.4	7.3	21.0	28.0	18.0	89.0	134.0	74.0	32.0	14.0	10.0	36.0
54	10.0	11.0	7.7	9.0	6.0		19.0	14.0	8.0				7.0
55			3.8	3.0	3.4		19.0	8.0					3.1
56													0.0
57													0.0
58							3.8						0.3
59							2.6	25.0					2.3
1960				1.0	3.0	3.9	33.5	33.9					6.3
61		5.2	7.6	9.2	4.4	18.0	46.0	45.4	5.4	3.4			12.1
62	5.2	7.1	9.7	10.2	3.5	4.3	41.5	19.0					8.4
63				4.4	17.0	10.2	10.0	99.0	83.0	23.8	8.0	7.4	22.0
64	7.3	4.2	2.6	1.8									1.3
65							45.6	39.1	49.3	6.8	2.3	4.3	12.3
66	5.3	4.2	7.8	6.9	6.8	3.1	15.2	7.7	0.6				4.8
67													0.0
68													0.0

Observaciones: Se ha servido además el Canal Chacabuco. El gasto entregado a este canal es de 3.0 m³/s durante 6 meses, 4 de invierno y 2 del período de deshielo. Como la bocatoma de dicho canal está ubicada aguas arriba de Puntilla del Viento, para su regulación se haría uso del embalse Huechún.

Se observa que el agua disponible muestra una gran dispersión de valores tanto mensual como anualmente⁽²⁾, lo que induce a pensar que para regularla y poder obtener un aprovechamiento más racional de ella, una posibilidad sería utilizarla para aumentar la recarga de los acuíferos del valle, con objeto de hacer uso de su capacidad de almacenamiento.

El aumento de la tasa de riego de la 1.a Sección permitiría indirectamente paliar el déficit de recuperaciones señalado e incluso aumentar ese recurso en forma importante en el 60 o/o de los años.

El aumento de la recarga del acuífero de la 3.a y 4.a Sección permitiría hacer una explotación más intensiva del agua subterránea de la zona. Al respecto cabe señalar que estas Secciones disponen además, en forma adicional, de los sobrantes de agua provenientes de la hoya intermedia, los que se indican en el Cuadro B. Su valor promedio es de 7.0 m³/s. El actual Proyecto considera complementar, en años secos, los recursos provenientes de la parte alta y media del valle con un bombeo de 5 m³/s. en esta zona en el mes de máximo consumo, lo que según los antecedentes que se tienen actualmente, sería factible. La determinación de una mayor disponibilidad del recurso, como asimismo la definición de las políticas a seguir con objeto de lograr un óptimo manejo y aprovechamiento del acuífero, son materias contempladas dentro de los programas de trabajo de este Departamento.

En todo caso, recursos de agua subterránea y/o recuperaciones adicionales, se emplearían para satisfacer demandas de riego de áreas nuevas, existentes principalmente en las zonas de Mauco y Limache, y/o para satisfacer las crecientes demandas de agua potable de Valparaíso y Viña del Mar.

(2)	Probabilidad año o/o	Gasto Medio anual evacuado (m ³ /s)
	20	17.5
	50	4.9
	80	0.3

**SOBRANTES HOYA INTERMEDIA
CUADRO B**

(m3/s)

Se ha servido un gasto de 40 m3/s en el mes de máximo consumo

Año Hidrolog.	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	Anual
1937	20.6	20.6	20.6	20.6	5.0							7.4	7.9
38	20.6	20.6	20.6	20.6	5.0							7.4	7.9
39	20.6	20.6	20.6	20.6	5.0							7.4	7.9
40	20.6	20.6	20.6	20.6	5.0							7.4	7.9
41	20.6	20.6	20.6	20.6	5.0							7.4	7.9
42	20.6	20.6	20.6	20.6	5.0							7.4	7.9
43	20.6	20.6	20.6	20.6	5.0							7.4	7.9
44	20.6	20.6	20.6	20.6	5.0							7.4	7.9
45	20.6	20.6	20.6	20.6	5.0							7.4	7.9
46	19.6	19.6	19.6	19.6	4.0							6.4	7.4
47	19.6	19.6	19.6	19.6	4.0							6.4	7.4
48	19.6	19.6	19.6	19.6	4.0							6.4	7.4
49	19.6	19.6	19.6	19.6	4.0							6.4	7.4
1950	19.6	19.6	19.6	19.6	4.0							6.4	7.4
51	19.6	19.6	19.6	19.6	4.0							6.4	7.4
52	19.6	19.6	19.6	19.6	4.0							6.4	7.4
53	19.6	19.6	19.6	19.6	4.0							6.4	7.4
54	19.6	19.6	19.6	19.6	4.0							6.4	7.4
55	19.6	19.6	19.6	19.6	4.0							6.4	7.4
56	18.6	18.6	18.6	18.6	3.0							5.4	6.9
57	18.6	18.6	18.6	18.6	3.0							5.4	6.9
58	18.6	18.6	18.6	18.6	3.0							5.4	6.9
59	18.6	18.6	18.6	18.6	3.0							5.4	6.9
1960	18.6	18.6	18.6	18.6	3.0							5.4	6.9
61	18.6	18.6	18.6	18.6	3.0							5.4	6.9
62	18.6	18.6	18.6	18.6	3.0							5.4	6.9
63	18.6	18.6	18.6	18.6	3.0							5.4	6.9
64	12.6	12.6	12.6	12.6									4.2
65	18.6	18.6	18.6	18.6	3.0							5.4	6.9
66	18.6	18.6	18.6	18.6	3.0							5.4	6.9
67	12.6	12.6	12.6	12.6									4.2
68	8.6	8.6	8.6	8.6									2.9

Observaciones: a) Se ha considerado los valores de recuperación asumidos por la Dirección de Riego. b) Se ha servido además la demanda proyectada de agua potable. En la proyección 1937 corresponde a 1969.

BIBLIOGRAFIA

- "Regadío del Valle Aconcagua", P. Kleiman — L. Vidal (Dirección de Riego, Diciembre 1969).
- "Balance Hidrológico Preliminar del Aconcagua", F. Rodríguez R. (CORFO, Enero 1970).
- "Experiencias de Recuperaciones en Río Aconcagua", F. Rodríguez R. (CORFO, Junio 1969).
- "Informe Preliminar del Aconcagua", P. Kleiman — J. Torres — 1960.
- "Hidrogeología del Valle Aconcagua, Informe Preliminar" (CORFO, 1969).
- "Catastro de Pozos. Cuenca del Aconcagua" (CORFO, 1969).
- "Recuperaciones Río Aconcagua, esteros afluentes y pérdidas en canal", P. Kleiman — L. Vidal (Dirección de Riego, Febrero 1970).
- "Factibilidad del Proyecto de Regadío del Aconcagua", Rendel, Palmer y Tritton, Enero 1967.
- "Caracterización del Régimen de deshielo en el río Aconcagua", Armando Espinoza. (Memoria U. de Chile).
- Archivos pluviométricos — Oficina Meteorológica.
- "Estudio de la pluviometría en la zona central de Chile", E. Vicuña (Memoria de la U. de Chile — 1968).
- "Uso de Modelos en Hidrología", A. Hojas B. (CORFO, Junio 1971).
- "Pluviometría de Chile", E. Ramírez G. (CORFO, Octubre 1971).
- Archivos pluviométricos (Dirección General de Aguas — ENDESA)

= A N E X O S =

Estadísticas Fluviométricas

Originales

GASTOS MEDIOS MENSUALES (m3/s)

Estación: Aconcagua en San Felipe (Sección de control)

Año Hidrológico	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril
1962	(1)	(1)	(1)	3.40	0.00	4.90	35.30	21.80	4.60	0.94	0.00	0.00
1963	0.00	0.88	3.45	3.29	19.50	12.70	27.00	92.80	104.00	36.50	5.08	1.02
1964	0.06	0.16	(2)	0.08	0.05	0.00	0.04	0.13	0.42	0.54	0.69	1.32
1965	0.69	1.36	2.86	15.20	10.00	19.20	87.80 ⁽⁷⁾	72.10	81.30 ⁽⁷⁾	19.70	(3)	(3)
1966	(3)	2.39 ⁽⁸⁾	(2)	(2)	(2)	4.15	23.80	25.60	18.90	10.10	0.93 ⁽⁴⁾	0.65 ⁽⁴⁾
1967	0.65 ⁽⁴⁾	0.87 ⁽⁴⁾	(5)	0.51	0.00	0.00	0.59	4.60	2.34	2.45	0.00	0.00
1968	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.98	0.72	1.22	0.00
1969	0.00	0.00	0.00	0.00	1.08	(2)	18.80	39.00	9.67	3.10	1.85	1.75 ⁽⁶⁾

(1) : No hay dato

(2) : Reloj malo. No hay dato

(3) : Embancado. No hay dato

(4) : Datos dudosos. Posiblemente el río se dividió en 2 brazos .

(5) : En reparación

(6) : Dato dudoso. El tubo de paso hacia el limnógrafo estuvo tapado una parte del mes

(7) : Estos valores fueron extrapolados de la curva de descarga en rangos muy superiores al mayor gasto aforado .

(8) : Dato dudoso

GASTOS MEDIOS MENSUALES (m3/s)

Estación: Canal Parry N° 2 en BT.

Año Hidrológico	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril
1962	(1)	(1)	3.80	3.40	2.30	3.50	4.20	4.60	3.60	1.26	2.20	1.40
1963	1.40	2.20	4.20	4.10	5.40	4.50	4.40	5.80	4.20	1.33	5.12	4.79
1964	3.23	5.47	4.70	2.51	0.91	0.06	0.17	1.19	1.91	0.74	(1)	2.28
1965	3.31	3.39	3.58	3.75	3.47	3.89	4.00	4.15	4.35	1.60	3.67	3.94
1966	2.85	3.42	4.17	3.77	3.57	3.65	3.72	3.64	3.66	1.12	1.94	2.28
1967	1.80	2.56	2.91	1.36	1.22	1.25	2.91	3.76	1.20	2.51	0.59	0.77
1968	0.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.00	0.16	0.14	0.07	0.00
1969	0.00	0.71	0.08	1.20	(1)	0.27	2.28	4.18	2.78	2.28	0.09	0.00

(1) : No hay datos

GASTOS MEDIOS MENSUALES (m3/s)

Estación: Estero Quilpué en desembocadura

Año Hidrológico	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril
1962			1.93	0.75	0.47	2.53	6.11	1.87	1.77	1.21	0.83	0.20
1963	1.31	2.20	4.06	2.17	5.55	7.98	7.13	13.50	10.46	4.60	2.97	0.35
1964	0.68	1.35	0.98	0.49	0.16	0.00	0.00	0.07	0.32	0.09	0.06	0.39
1965	1.25	1.57	2.07	7.33	8.31	12.04			2.23	0.63	0.95	0.61
1966	0.57	1.31		0.54	0.57	0.92	1.40	2.39	0.96	1.07	0.71	0.59
1967	0.66	0.72	0.24									

GASTOS MEDIOS MENSUALES (m3/s)

Estación: Río Colorado en desembocadura

Año Hidrológico	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril
1943	7.0	5.2	4.4	5.0	9.6	17.0	22.0	21.0	12.7	8.4	6.5	5.3
1944	4.5	5.1	5.0	5.6	17.0	23.0	41.0	60.0	20.0	24.0	14.7	7.0
1945	6.8	4.2	3.9	5.1	8.8	15.7	14.0	17.0	10.0	8.5	5.6	4.0
1946	4.2	3.3	3.3	2.8	4.2	6.3	11.7	6.0	5.2	3.7	3.3	3.3
1947	2.5	2.1	3.3	3.4	6.0	11.2	36.0	24.0	10.7	6.5	5.6	4.0
1948	5.0	3.5	4.7	7.0	9.6	21.0	34.0	56.5	18.0	10.3	7.4	5.8
1949	6.2	5.1	4.3	4.8	6.2	12.0	21.0	12.5	8.6	6.5	5.4	5.0
1950	4.8	4.0	3.0	4.4	5.7	11.7	18.0	5.6	12.7	8.3	5.8	4.1
1951	3.6	3.7	6.2	6.3	6.8	6.5	21.0	19.0	13.6	10.4	5.6	3.8
1952	5.2	4.8	4.9	6.0	10.9	14.6	27.7	27.9	16.1	11.0	6.4	5.0
1953	4.6	5.7	4.9	9.4								
1964							2.2	1.7	1.7	1.2	1.5	1.3
1965	0.9	0.9	1.0	2.5	5.4	15.5	39.5	33.1	25.5	7.2	3.4	2.3
1966	1.0	1.0	1.4									

GASTOS MEDIOS MENSUALES (m3/s)

Estación: Estero Pocuro en El Sifón

Año Hidrológico	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril
1943	0.92	0.92	0.92	0.94	0.95	1.00	0.99	0.75	0.48	1.17	0.56	0.49
1944	0.53	1.45	1.74	3.99	3.87	2.46	2.03	1.36	1.03	1.94	1.04	0.97
1945	0.99	0.95	0.89	0.99	1.05	1.00	1.02	0.83	0.81	0.33	0.23	0.23
1946	0.45	0.95	0.82	0.35	0.40	0.49	0.47	0.35	0.30	0.28	0.23	0.24
1947	0.25	0.56	0.37	0.23	0.77	0.42	1.00	0.50	0.28	0.16	0.18	0.26
1948	0.55	0.40	1.28	1.89	1.92	1.87	1.74	1.18	0.66	0.38	0.25	0.18
1949	1.47	1.08	0.62	0.95	0.79	0.96	0.87	0.34	0.53	0.21	0.17	0.27
1950	0.83	0.49	0.26	0.83	0.75	1.30	1.30	0.82	0.47	0.19	0.16	0.29
1951	0.74	0.97	2.20	1.30	0.89	0.82	0.96	0.55	0.31	0.42	0.20	0.18
1952	0.55	1.21	1.10	1.05	1.70	1.30	1.40	0.90	0.40	0.30	0.30	0.30
1953	0.50	0.80	0.98	3.40	6.00	3.60	3.30	2.30	1.20	0.59	0.44	0.38
1954	0.35	0.83	0.74	0.86	0.69	0.66	0.84	0.39	0.39	0.48	0.46	0.46
1955	0.52	0.76	0.56	0.33	0.63	0.69	0.80	0.42				
1956												
1957												
1958												
1959												
1960							1.50	0.65	0.36	0.28	0.39	0.22
1961	0.21	0.43	0.44	0.61								
1962			0.88	1.06	1.10	1.28	1.65	1.08	0.61	0.42	0.38	0.29
1963	0.32	0.34	0.40	2.06	5.61	8.28	8.15	2.80	1.23	0.71	0.52	0.41
1964	0.44	0.62	0.56	0.56	0.38	0.34	0.29	0.12	0.16	0.64	0.32	0.33
1965	0.31	0.45	0.45	5.53	3.28	3.51	3.61	1.87	0.94	0.35	0.38	0.33
1966	0.33	0.64	1.00	1.88	0.76	1.73		1.76	0.55	0.38	0.30	0.31
1967	0.31	0.50	0.47	0.31	1.40	0.73	0.63	0.40	0.19	0.16	0.16	0.15
1968	0.14	0.13	0.15		0.14	0.14	0.14	0.11	0.06	0.04	0.07	0.08
1969	0.13	0.42	0.21	0.29	0.19	0.26	0.48	0.19	0.14	0.14	0.14	

GASTOS MEDIOS MENSUALES (m3/s)

Estación: Estero Lo Campo en desembocadura

Año Hidrológico	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Anual
1962			2.1	1.2	0.7	0.8	0.9	1.0	0.7	0.9	1.0	1.6	—
1963	1.5	2.7	2.7	2.5	2.4	1.0	1.1	1.3	0.9	0.8	1.0	1.4	1.6
1964	1.3	2.5	2.0	1.4	0.8	0.4	0.2	0.5	0.5	0.8	1.7	2.2	1.2
1965	1.4	1.3	3.0	2.7	1.6	0.7	0.9	0.8	1.1	0.7	1.0	1.6	1.4
1966	1.6	1.9	2.3	2.0	1.3	0.7	0.8	0.7	1.1	0.6	0.7	0.9	1.2
1967	1.4	2.0	2.0	1.5	1.1	0.5	0.6	0.8	0.6	0.6	0.8	0.9	1.1
1968	1.2	1.4	1.7	2.0	0.9	0.8	0.8	1.0	0.9	0.9	1.1	1.2	1.2

GASTOS MEDIOS MENSUALES (m3/s)

Estación: Estero Catemu en desembocadura

Año Hidrológico	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Anual
1962			1.7	1.7	1.8	2.8	2.0	2.0	2.0	2.0	2.5	2.5	—
1963	2.4	2.0	2.5	3.1	3.9	2.0	3.3	2.4	2.1	1.7	1.7	2.0	2.4
1964	1.7	2.4	1.6	1.4	1.1	1.2	1.5	2.0	1.6	1.9	3.0	1.8	1.8
1965	1.0	0.9	1.2										
1966	3.9	4.0	4.4	3.2	3.1	4.4	4.8	4.0	4.0	3.6	4.0	4.8	4.0
1967	5.6	4.8	3.9	2.5	3.3	3.4	4.2	4.1	3.5	3.4	4.2	4.6	4.0
1968	3.6	3.7	3.0	4.0	4.0	3.1	2.9	2.8	2.9	2.8	2.7	2.8	3.2

GASTOS MEDIOS MENSUALES (m3/s)

Estación: Estero Las Vegas en desembocadura

Año Hidrológico	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Anual
1962				4.1	4.6	6.1	6.2	7.1	3.9	3.6	3.3	3.4	—
1963	5.6	5.2	5.7	5.6	7.4	4.7	4.4	3.6	1.7	2.4	3.9	4.2	4.5
1964	4.6	6.1	5.2	5.0	2.4	0.4	0.3	1.3	2.0	2.4	3.7	4.9	3.2
1965	6.0	4.6	5.0	5.7	1.7	5.0	5.3	5.0	2.7	2.0	2.8	4.4	4.2
1966	3.9	4.7	4.4	3.0	3.9	3.6	3.9	3.0	3.0	3.3	3.3	3.7	3.6
1967	5.1	4.7	4.4	4.9	3.9	1.6	1.4	1.6	1.5	1.6	2.4	3.0	3.0
1968	4.5	4.7	4.1	3.3	2.6	1.6	0.2						—

GASTOS MEDIOS MENSUALES (m3/s)

Estación: Estero Romeral en desembocadura

Año Hidrológico	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Anual
1962			1.1	1.0	0.8	0.9	0.8	0.7	0.8	1.1	1.0	1.0	—
1963	1.0	1.1	1.6	1.2	1.8	0.8	0.8	0.8	0.6	0.6	0.5	0.9	1.0
1964	1.1	0.8	0.8	0.8	0.5	0.7	0.5	0.4	0.4	0.4	0.2	0.5	0.6
1965	0.5	0.4	0.7	2.3	0.6	0.8	1.7	2.0	1.1	1.2	1.0	1.0	1.1
1966	0.9	0.7	2.4	0.7	0.8	0.8	0.7	0.7	0.6	0.8	0.7	0.9	0.9

GASTOS MEDIOS MENSUALES (m3/s)

Estación: Estero Rabuco en desembocadura

Año Hidrológico	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Anual
1962	0.7	1.1	0.7	0.4	0.4	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.6	0.5
1963	0.8	0.5	0.8	1.0	1.4	0.8	0.5	0.6	0.5	0.4	0.5	0.7	0.7
1964	0.6	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	0.5
1965	0.3	0.2	0.6	1.8	0.7	0.4	0.5	0.6	0.4	0.5	0.6	0.7	0.6
1966	0.6	0.8	1.4	0.9	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.5	0.6	0.6
1967	0.6	0.5	0.6	0.2	0.3	0.4	0.5	0.5	0.4	0.3	0.4	0.4	0.4
1968	0.5	0.4	0.4	0.4	0.3	0.4	0.3	0.1					

Estadísticas Fluviométricas

Ampliadas y/o Corregidas

GASTOS MEDIOS MENSUALES (m3/s)

Estación: Río Aconcagua en Puente San Felipe ^(O)

Año Hidrológico	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Anual
1943	8.00	6.70	6.30	5.20	7.50	10.30	23.00	27.00	25.50	19.00	3.30	6.90	12.5
1944	6.70	16.00	5.00	18.90	14.90	21.30	45.50	77.50	35.70	39.00	10.70	12.50	25.3
1945	7.40	4.50	3.00	7.40	13.00	10.20	14.00	20.00	13.50	12.50	5.80	4.00	9.6
1946	5.70	4.50	5.40	0.80	0.90	1.60	15.30	13.00	11.00	1.50	3.20	1.50	5.4
1947	0.90	12.80	5.40	4.10	5.80	10.00	48.00	41.70	22.20	9.00	3.40	6.30	14.1
1948	9.40	5.60	15.20	6.00	11.90	18.80	50.00	84.00	42.50	14.20	5.40	5.30	22.4
1949	19.20	12.00	5.70	6.80	4.90	10.30	32.20	15.20	8.80	1.80	2.80	8.30	10.7
1950	13.60	2.60	1.20	2.70	6.80	5.40	15.70	45.00	17.50	5.00	2.50	5.70	10.3
1951	8.40	8.70	13.10	4.00	7.60	3.60	24.00	32.50	18.50	3.00	2.40	3.30	10.8
1952	11.40	13.30	7.90	3.80	11.30	10.70	36.50	47.80	20.20	10.50	0.60	7.00	15.1
1953	14.40	7.00	9.10	22.40	27.40	19.20	76.00	136.00	79.40	43.00	13.60	16.60	38.7
1954	15.00	13.10	8.20	4.20	9.90	8.40	41.00	45.00	35.70	14.50	4.50	5.10	17.1
1955	12.30	8.00	4.40	2.30	8.30	12.20	42.00	39.00	19.10	11.50	6.90	6.80	14.4
1956	7.60	4.80	10.70	13.40	13.60	8.80	24.00	18.60	13.40	5.80	4.90	8.40	11.2
1957	38.80	10.20	10.70	6.10	9.20	9.10	32.00	51.40	27.60	3.40	6.30	5.30	17.5
1958	13.50	22.00	7.20	7.00	6.00	20.00	31.80	29.00	12.60	8.60	5.10	7.20	14.2
1959	9.90	12.40	9.70	8.40	12.00	13.30	28.10	66.10	20.10	16.10	4.90	3.00	17.0
1960	4.40	16.50	7.50	5.30	8.20	14.20	53.50	65.70	26.50	13.20	10.40	5.90	19.3
1961	5.00	15.20	6.00	13.00	7.00	23.50	51.00	60.40	24.20	19.70	2.80	4.20	19.3
1962	13.90	15.65	6.20	4.05	5.21	9.72	45.80	50.40	18.50	8.10	2.55	1.62	15.2
1963	3.80	8.00	7.65	7.39	24.90	17.20	31.40	98.60	108.20	37.83	10.20	5.81	30.1
1964	3.29	5.63	4.70	2.59	0.96	0.06	0.21	1.32	4.00	1.28	2.25	3.60	24.2
1965	4.00	2.90	12.90	18.95	13.47	23.09	52.00	76.26	58.50	21.30	7.20	6.40	24.7
1966	3.10	14.10	8.90	4.80	7.70	7.80	27.52	29.24	22.56	11.22	2.87	2.93	11.9
1967	2.45	3.43	2.91	0.60	3.90	2.80	3.50	8.36	3.54	4.96	0.59	0.77	3.2
1968	0.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.00	1.14	0.86	1.29	0.00	0.3
1969	1.17	0.71	0.08	1.20	1.08	0.00	21.08	43.20	12.40	5.40	1.94	1.10	7.5

(O) : Incluye saques del Canal industrial Parry N° 2

GASTOS MEDIOS MENSUALES (m3/s)

Estación: Estero Quilpué en desembocadura

Año Hidrológico	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Anual
1943	2.41	1.74	1.56	1.05	0.70	1.80	3.10	2.90	2.90	2.30	0.41	1.10	1.84
1944	1.94	4.45	0.92	6.75	2.60	4.10	6.70	9.15	4.10	4.80	2.20	2.60	4.20
1945	2.18	0.91	0.70	2.90	2.12	1.80	1.65	2.00	1.50	1.50	0.98	0.35	1.55
1946	1.60	0.91	1.20	0.00	0.00	0.05	1.90	1.20	1.20	0.20	0.40	0.00	0.72
1947	0.00	3.95	1.30	0.65	0.25	1.80	7.15	4.70	2.50	1.10	0.44	0.94	2.07
1948	2.88	1.34	5.06	1.40	1.85	3.60	7.45	10.00	4.90	1.80	0.90	0.70	3.49
1949	5.23	3.02	0.86	1.30	0.00	1.55	3.80	1.20	0.75	0.20	0.20	1.20	1.61
1950	4.28	0.00	0.00	0.05	0.50	0.80	1.95	5.10	1.90	0.60	0.22	0.80	1.35
1951	2.52	2.47	4.20	0.60	0.75	0.50	3.30	3.60	2.10	0.40	0.20	0.15	1.74
1952	3.55	4.13	2.06	0.50	1.70	1.90	5.30	5.50	2.30	1.30	0.00	1.15	2.45
1953	4.56	1.85	2.56	8.20	5.85	3.70	12.90	16.30	9.20	5.30	2.80	3.68	6.41
1954	4.70	4.08	2.20	0.65	1.30	1.45	6.00	5.10	4.10	1.80	0.70	0.65	2.72
1955	3.82	2.22	0.64	0.00	0.90	2.25	6.17	4.35	2.20	1.40	1.24	1.08	2.19
1956	1.94	0.79	2.60	3.65	1.80	1.30	2.77	1.60	1.20	0.60	0.62	1.20	1.68
1957	11.00	2.52	2.66	1.10	0.87	1.40	3.98	5.10	2.80	0.40	0.92	0.50	2.77
1958	3.68	6.30	1.40	1.45	0.10	3.40	3.80	2.65	1.20	0.90	0.66	0.95	2.21
1959	2.59	3.18	2.32	1.95	1.47	2.10	5.34	6.65	2.00	1.70	0.64	0.00	2.50
1960	1.18	5.30	1.90	1.10	0.90	2.60	8.07	7.70	3.00	1.60	2.08	0.85	3.03
1961	1.39	4.83	1.30	4.30	0.60	4.60	7.63	7.00	2.77	1.60	0.28	0.41	3.06
1962	3.66	4.28	1.04	0.40	0.00	2.53	6.11	4.90	1.77	1.21	0.15	0.00	2.17
1963	1.31	2.20	1.94	2.17	5.55	3.00	3.60	13.50	10.46	4.60	2.60	0.83	4.32
1964	0.68	1.35	0.64	0.15	0.00	0.05	0.04	0.07	0.32	0.09	0.15	0.22	0.31
1965	1.25	0.33	4.12	7.33	1.52	3.60	7.91	7.55	6.80	2.80	0.95	0.98	3.86
1966	0.57	4.45	2.49	0.57	0.57	0.92	4.20	2.39	2.30	1.07	0.25	0.10	1.66
1967	0.70	1.04	0.35	0.00	0.00	0.43	0.72	2.32	0.44	0.00	0.00	0.00	0.50
1968	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1969	0.03	0.83	0.00	0.00	0.00	0.00	2.41	5.15	1.58	0.83	0.67	0.00	0.96

GASTOS MEDIOS MENSUALES (m3/s)

Estación: Río Colorado en desembocadura

Hoya tributaria: 865 Km2

Altura media: 3.066 mts

Año Hidrológico	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Anual
1943	7.0	5.2	4.4	5.0	9.6	12.0	22.0	21.0	12.7	8.4	6.5	5.3	9.9
1944	4.5	5.1	5.0	5.6	17.0	23.0	41.0	38.0	20.0	13.5	14.7	7.0	16.2
1945	6.8	4.2	3.9	5.1	8.8	15.7	14.0	17.0	10.0	8.5	9.9	4.0	9.0
1946	4.2	3.3	3.3	2.8	4.2	6.3	11.7	14.0	9.5	3.7	3.3	3.3	5.8
1947	2.5	2.1	3.3	3.4	6.0	11.2	36.0	24.0	10.7	6.5	5.6	4.0	9.6
1948	5.0	3.5	4.7	7.0	9.6	21.0	34.0	42.0	18.0	10.3	7.4	5.8	14.1
1949	6.2	5.1	4.3	4.8	6.2	12.0	21.0	12.5	8.6	6.5	5.4	3.0	8.0
1950	4.8	4.0	3.0	4.4	5.7	11.7	12.2	27.0	12.7	8.3	5.8	4.1	8.7
1951	3.6	3.7	6.2	6.3	6.8	6.5	21.0	19.0	13.6	5.5	5.6	3.8	8.5
1952	5.2	4.8	4.9	6.0	10.9	14.6	27.7	27.9	11.5	11.0	6.4	5.0	11.4
1953	4.6	5.7	4.9	9.4	23.0	24.3	64.0	79.5	37.0	24.0	21.2	7.3	25.4
1954	6.5	6.3	5.3	6.0	9.5	9.3	28.2	25.5	17.5	9.5	7.6	4.8	11.4
1955	5.8	4.7	4.3	3.7	10.1	12.5	33.4	24.5	10.2	8.0	6.8	4.5	10.7
1956	4.9	3.9	3.6	4.8	6.6	9.9	10.8	14.5	9.0	6.5	6.8	5.6	7.3
1957	6.6	6.2	5.0	5.7	8.0	11.7	24.2	28.0	14.5	8.0	9.7	5.4	11.1
1958	5.4	6.8	5.3	4.7	7.4	19.9	19.0	18.0	8.5	7.0	7.4	4.5	9.5
1959	5.4	4.4	6.0	5.0	11.7	13.8	24.0	29.5	13.0	9.5	6.5	4.1	11.1
1960	4.2	6.5	4.9	5.9	7.8	15.1	34.4	31.5	13.5	8.5	10.4	5.9	12.4
1961	5.9	6.0	5.8	7.0	9.3	22.0	39.0	30.5	14.5	12.0	8.0	5.0	13.8
1962	5.2	4.6	5.8	5.9	7.0	13.7	33.4	23.5	10.0	6.5	4.7	3.8	10.4
1963	4.3	4.0	5.3	4.9	12.3	15.0	20.0	48.0	41.5	19.0	16.5	6.7	16.5
1964	5.6	4.2	3.5	3.0	5.1	5.8	5.6	9.5	6.0	4.5	5.0	3.9	5.1
1965	3.8	3.5	3.5	8.8	11.7	20.5	39.6	33.0	25.0	13.0	11.5	5.2	14.9
1966	5.0	4.3	4.9	4.9	10.0	13.8	23.0	20.0	13.0	9.5	6.3	4.5	9.9
1967	4.2	3.6	3.1	3.2	2.3	5.1	6.6	14.5	10.0	4.0	0.6	2.1	5.0
1968	2.4	1.9	1.4	1.5	1.1	0.3	4.2	7.0	3.5	2.5	0.7	1.6	2.3
1969	2.4	2.7	1.8	2.1	3.4	3.3	14.2	26.0	12.0	8.0	4.0	3.2	6.9

GASTOS MEDIOS MENSUALES (m3/s)

Estación: Estero Pocuro en El Sifón

Hoya tributaria: 202 Km2

Altura media : 1340 mts

Año Hidrológico	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Anual
1943	0.92	0.92	0.92	0.94	0.95	1.00	0.99	0.75	0.50	0.46	0.38	0.34	0.76
1944	0.53	0.50	1.02	2.06	3.87	2.46	2.03	1.36	0.62	0.53	0.70	0.69	1.37
1945	0.99	0.95	0.58	0.99	1.05	1.00	0.66	0.43	0.30	0.33	0.46	0.23	0.66
1946	0.29	0.30	0.47	0.35	0.15	0.49	0.84	0.80	0.30	0.28	0.23	0.15	0.39
1947	0.32	0.38	1.04	0.79	0.98	1.29	2.33	0.63	0.36	0.39	0.42	0.24	0.76
1948	0.55	0.40	1.28	1.89	1.92	1.87	1.74	1.18	0.66	0.38	0.41	0.34	1.05
1949	0.87	1.08	0.62	0.95	0.79	0.96	0.87	0.34	0.18	0.21	0.17	0.11	0.52
1950	0.55	0.62	0.33	0.66	0.58	1.00	0.74	1.05	0.60	0.24	0.20	0.37	0.58
1951	0.44	0.97	1.36	1.30	0.89	0.82	0.96	0.55	0.31	0.22	0.20	0.18	0.68
1952	0.55	0.88	1.10	1.05	1.70	1.30	1.40	0.90	0.40	0.30	0.30	0.30	0.92
1953	0.50	0.80	0.98	3.40	4.20	2.58	3.30	2.30	1.20	0.95	0.96	0.38	1.80
1954	0.79	1.44	0.74	1.40	0.69	0.66	1.42	0.84	0.39	0.48	0.46	0.30	0.80
1955	0.52	0.76	0.56	0.33	1.45	1.20	1.70	0.80	0.38	0.30	0.33	0.26	0.72
1956	0.50	0.58	0.57	0.98	0.65	0.88	0.90	0.36	0.28	0.24	0.33	0.38	0.55
1957	0.82	1.38	1.02	1.30	1.00	1.12	1.20	0.96	0.48	0.29	0.46	0.36	0.87
1958	0.70	1.89	1.32	1.08	1.06	2.43	1.03	0.61	0.30	0.33	0.38	0.32	0.96
1959	0.59	0.76	1.33	1.03	1.75	1.36	1.20	1.03	0.42	0.37	0.32	0.22	0.87
1960	0.36	1.52	0.98	1.34	1.00	1.50	1.50	1.12	0.36	0.28	0.39	0.42	0.90
1961	0.67	1.30	1.27	1.75	1.30	2.30	2.02	1.07	0.48	0.46	0.39	0.32	1.11
1962	0.55	0.83	0.88	1.06	1.10	1.28	1.65	0.76	0.30	0.24	0.24	0.20	0.76
1963	0.45	0.87	1.54	1.43	2.66	2.10	1.37	2.63	1.72	0.99	0.73	0.57	1.41
1964	0.44	0.62	0.56	0.32	0.38	0.34	0.29	0.12	0.16	0.16	0.32	0.20	0.33
1965	0.31	0.45	0.45	2.40	1.75	2.12	2.04	1.18	0.94	0.35	0.38	0.33	1.06
1966	0.51	0.64	1.00	1.02	1.45	1.73	1.16	0.62	0.55	0.38	0.30	0.31	0.81
1967	0.39	0.63	0.59	0.39	0.00	0.44	0.35	0.50	0.24	0.20	0.20	0.19	0.34
1968	0.14	0.13	0.15	0.15	0.14	0.14	0.14	0.11	0.06	0.04	0.07	0.08	0.11
1969	0.29	0.92	0.46	0.64	0.42	0.57	1.06	0.42	0.31	0.31	0.31	0.31	0.50

GASTOS MEDIOS MENSUALES (m3/s)

Estación: Estero Quilpué en la entrada al valle
(Equivalente a la suma de los aportes de los E. San Francisco, El Cobre y Jahuel, en la entrada al valle)
Hoya tributaria: 488 Km²
Altura media: 2.150 mts

Año Hidrológico	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Anual
1943	2.58	2.52	2.58	2.05	2.97	5.08	7.29	5.67	4.33	3.10	2.63	2.04	3.57
1944	1.45	1.70	2.48	4.85	6.40	8.15	10.80	9.85	3.84	5.46	3.75	2.74	5.12
1945	3.00	2.12	2.05	2.24	3.46	3.78	5.63	4.97	3.32	2.31	2.17	2.02	3.09
1946	1.08	0.97	0.92	1.00	1.64	2.42	5.64	3.18	2.58	2.04	1.57	1.41	2.04
1947	1.60	1.77	2.66	2.22	2.18	3.58	8.80	8.80	3.06	1.96	1.44	1.61	3.10
1948	1.82	1.56	2.22	3.31	3.82	6.33	7.29	12.40	4.31	2.56	1.78	1.39	4.07
1949	2.70	2.25	1.80	2.53	2.14	3.71	6.07	2.55	1.74	1.80	1.74	1.63	2.56
1950	1.55	1.30	1.01	1.47	1.49	3.02	4.45	6.80	2.76	1.76	1.42	1.30	2.36
1951	1.69	1.73	2.89	2.31	2.35	3.61	6.72	4.35	2.78	3.56	1.45	1.16	2.88
1952	1.64	2.03	2.08	2.24	3.78	4.67	10.40	9.25	3.12	1.84	1.54	1.39	3.67
1953	1.76	2.56	1.90	4.70	8.70	10.50	19.90	22.10	13.50	7.32	2.86	2.66	8.20
1954	2.51	2.84	2.47	2.42	1.99	2.85	10.45	5.85	4.44	2.13	2.36	1.75	3.51
1955	2.20	1.10	1.40	1.06	4.02	6.35	13.12	6.90	2.20	1.10	1.53	1.57	3.54
1956	1.84	1.50	1.50	2.23	2.23	4.63	7.67	2.02	2.08	1.04	1.02	1.06	2.50
1957	2.39	2.08	1.26	2.26	2.12	5.33	10.60	9.45	3.66	2.87	2.08	1.90	3.83
1958	2.15	4.60	2.04	1.91	2.41	9.25	5.64	3.14	2.10	1.78	2.10	1.78	3.24
1959	1.69	1.49	2.78	2.23	5.37	6.95	7.65	8.28	2.43	1.89	1.58	1.49	3.65
1960	1.66	4.71	2.31	3.00	3.70	4.86	10.70	7.45	3.30	1.70	1.87	1.61	3.91
1961	1.48	1.85	2.31	2.96	3.46	7.30	12.60	9.80	3.55	4.06	2.63	1.66	4.47
1962	1.42	1.56	2.68	2.64	2.54	3.96	8.60	5.18	3.12	2.34	2.20	1.85	3.17
1963	1.19	1.41	2.32	1.78	2.74	4.39	5.38	17.00	18.80	4.85	5.00	3.47	5.70
1964	1.53	1.45	1.42	1.37	2.06	2.19	2.40	2.43	1.67	1.00	0.92	1.04	1.63
1965	1.03	0.92	1.70	5.02	3.80	6.80	10.55	10.95	9.87	3.41	2.43	2.60	4.94
1966	2.17	2.03	1.92	2.07	3.32	4.60	6.90	5.60	3.59	2.56	1.82	1.48	3.17
1967	1.29	1.25	1.14	1.10	1.37	2.11	2.23	1.95	1.42	1.15	1.06	0.90	1.42
1968	0.68	0.62	0.56	0.58	0.75	0.82	0.97	0.63	0.60	0.57	0.53	0.50	0.65
1969	0.65	1.01	0.68	0.73	1.02	1.23	3.85	4.15	1.69	2.54	0.56	0.45	1.54

NOTA: Esta estadística fue determinada anualmente (años hidrológicos) a partir de un perfil de productividad del área (Altura vs. m3/s/Km²) que se trazó en base a los antecedentes fluviométricos registrados en Los Patos, Colorado en desembocadura y el Sifón. La distribución mensual se calculó considerando la distribución en Los Patos.

GASTOS MEDIOS MENSUALES (m3/s)

Estación: Aconcagua en Río Blanco

Hoya tributaria: 875 Km2

Año Hidrológico	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Anual
1943	7.15	6.24	4.98	4.52	6.60	12.1	26.2	45.2	47.0	40.7	20.8	14.65	19.7
1944	5.52	4.07	7.24	7.96	15.02	25.30	40.7	60.6	48.8	31.65	24.4	16.1	24.0
1945	8.78	5.15	3.53	4.53	7.05	13.02	23.6	27.1	30.8	29.8	24.0	15.9	16.1
1946	5.24	4.48	4.48	4.07	5.07	7.96	24.4	24.4	30.6	22.6	14.70	7.70	13.0
1947	5.52	5.52	6.24	6.88	9.05	12.85	38.0	37.6	34.3	29.4	19.9	8.67	17.9
1948	7.23	6.33	7.15	8.05	9.9	19.45	34.8	67.0	54.3	32.6	19.9	10.87	23.2
1949	9.79	8.05	6.96	6.70	7.42	14.7	33.5	24.9	23.5	18.1	14.7	7.15	14.6
1950	6.24	5.70	5.07	5.61	6.33	10.3	16.1	45.2	31.7	22.6	14.7	10.70	15.0
1951	7.60	7.52	7.87	7.95	8.14	13.20	33.50	47.10	44.80	22.20	13.60	8.24	18.5
1952	6.98	6.80	7.88	8.15	10.85	13.60	23.50	38.00	29.90	28.50	19.0	12.1	17.1
1953	8.05	8.6	7.15	9.8	17.8	23.1	60.8	80.5	72.8	61.8	37.4	17.2	33.8
1954	11.65	11.90	10.0	11.00	8.9	12.4	35.5	42.5	42.5	30.0	18.6	11.4	20.5
1955	8.7	8.3	7.2	6.5	7.7	12.2	37.5	40.0	31.5	27.5	16.8	8.6	17.7
1956	6.3	4.85	4.12	5.68	6.98	12.48	28.5	28.4	31.0	27.6	19.6	11.51	15.6
1957	8.46	7.74	6.89	7.30	8.75	13.05	29.8	47.0	40.4	31.4	22.6	12.91	19.7
1958	8.31	7.34	8.26	6.85	9.05	21.7	29.5	33.0	27.6	27.7	18.4	9.5	17.3
1959	8.3	8.6	11.2	4.3	6.8	14.4	30.1	44.0	44.5	32.0	17.2	10.6	19.3
1960	7.2	8.6	6.6	6.8	11.4	20.2	42.1	48.4	35.2	28.6	17.3	14.8	20.6
1961	12.6	11.4	10.0	11.0	12.0	23.8	41.8	44.0	43.0	33.0	22.5	13.0	23.2
1962	11.0	8.9	11.0	10.2	9.8	15.8	36.0	37.6	27.3	22.4	15.2	10.4	18.0
1963	8.5	7.6	7.55	7.32	9.62	14.1	27.7	69.0	75.5	49.4	25.7	14.2	26.4
1964	11.2	9.31	7.56	5.79	8.49	11.1	14.2	15.8	21.9	20.5	17.8	9.43	12.8
1965	6.65	7.78	7.0	9.21	10.9	19.8	43.0	49.0	60.4	36.7	23.8	12.7	23.9
1966	9.7	9.02	9.18	9.2	12.4	18.7	31.4	37.6	39.1	34.1	19.7	13.2	20.3
1967	9.38	8.2	7.83	8.73	4.22	8.75	15.2	32.6	26.2	21.9	11.6	6.7	13.4
1968	3.58	2.75	2.0	3.0	4.0	4.54	12.1	13.9	18.4	17.3	12.5	6.4	8.4
1969	5.45	5.25	4.45	5.31	7.08	8.14	20.9	54.8	35.4	29.0	17.6	10.9	17.0

NOTA: Esta estadística fue obtenida de la Memoria de Título “Caracterización del régimen de deshielo en el río Aconcagua” del Ing. Armando Espinoza .

GASTOS MEDIOS MENSUALES (m3/s)

Estación: Río Aconcagua en Chacabuquito

Hoya tributaria: 2.060 Km2

Año Hidrológico	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Anual
1943	17.8	16.3	15.7	15.5	18.2	28.5	47.0	52.7	49.9	41.4	22.3	18.3	28.6
1944	12.2	12.3	14.5	19.9	32.5	44.4	75.8	113.0	66.1	53.8	35.3	28.5	42.3
1945	20.5	15.1	13.6	16.9	21.8	32.2	35.1	44.0	39.6	38.7	26.7	14.4	26.6
1946	11.2	9.8	11.5	9.5	10.5	18.6	37.2	36.0	36.6	25.9	21.6	11.9	20.0
1947	7.6	7.1	11.2	8.6	17.7	26.0	79.5	70.4	49.9	34.8	22.1	12.7	29.1
1948	13.8	10.7	14.9	20.5	25.6	43.8	81.7	121.0	74.2	41.2	26.1	18.5	41.0
1949	20.2	17.1	12.4	13.6	15.3	29.0	52.7	36.1	32.0	25.9	20.7	11.4	23.8
1950	13.2	10.3	8.5	10.4	14.6	23.0	33.8	74.3	44.2	29.8	20.9	14.7	24.8
1951	12.0	13.4	18.3	15.8	16.4	22.8	48.4	59.4	45.6	25.6	20.6	14.9	26.2
1952	14.4	13.6	13.2	12.6	22.1	29.9	64.5	77.7	47.6	36.5	17.4	15.3	30.4
1953	13.4	15.0	13.3	26.8	41.7	43.7	125.0	181.0	118.0	75.2	40.7	21.6	59.7
1954	16.3	16.9	13.7	15.1	24.7	29.6	69.9	74.4	66.0	41.3	24.5	16.5	34.2
1955	15.7	14.9	12.6	11.1	21.3	28.7	71.3	66.8	46.3	37.9	24.9	16.7	30.7
1956	14.6	13.1	12.7	14.9	15.9	26.5	44.2	37.5	36.9	29.6	23.9	21.8	24.3
1957	19.3	21.0	17.4	16.9	19.5	29.2	53.8	72.6	52.3	28.2	25.7	17.2	31.6
1958	14.7	19.7	16.4	14.1	17.5	43.1	52.4	50.5	36.6	32.8	24.3	16.7	28.3
1959	15.8	12.4	14.9	17.0	25.6	32.7	64.7	88.8	44.1	40.8	24.1	13.7	32.9
1960	10.8	17.2	15.3	17.3	20.8	37.9	86.4	99.1	54.8	39.4	34.5	19.5	37.7
1961	14.5	17.5	16.7	18.6	18.4	45.0	83.0	92.4	52.4	47.4	21.3	16.6	37.0
1962	13.1	13.5	15.4	15.2	15.9	33.7	79.3	72.6	42.4	32.5	20.3	12.3	30.5
1963	11.1	11.3	15.9	15.0	31.0	37.2	47.0	146.0	130.0	67.8	35.0	19.4	47.3
1964	13.3	10.2	8.58	7.8	10.8	14.2	19.3	21.8	27.9	25.1	20.4	14.4	16.2
1965	10.6	9.4	8.8	22.4	24.8	42.6	84.3	95.8	93.5	50.8	29.3	16.3	40.7
1966	11.8	10.9	13.9	13.1	21.4	29.7	53.2	54.3	47.6	36.4	21.1	14.0	27.3
1967	10.0	9.3	8.2	7.4	9.3	16.4	22.8	35.0	27.5	23.7	13.7	9.0	16.0
1968	7.2	6.6	5.9	5.9	6.7	7.5	15.5	17.5	22.3	18.8	16.2	7.0	11.4
1969	6.2	8.1	5.8	6.8	9.7	12.8	38.7	72.0	43.9	33.9	19.5	11.2	22.4

NOTA: Esta estadística fue obtenida de la Memoria de Título "Caracterización del régimen de deshielo en el río Aconcagua" del Ing. Armando Espinoza .

GASTOS MEDIOS MENSUALES (m3/s)

Estación: Río Putaendo en Resguardo Los Patos

Hoya tributaria: 842 Km2

Altura media: 3.280 mts.

Año Hidrológico	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Anual
1943	5.67	5.55	5.68	4.51	6.53	11.15	16.00	12.45	9.50	6.80	5.77	4.48	7.8
1944	3.58	4.22	6.14	12.00	15.80	20.20	26.70	24.40	9.50	13.50	9.30	6.78	12.7
1945	5.02	3.55	3.45	3.76	5.81	6.35	9.45	8.35	5.57	3.87	3.64	3.39	5.2
1946	3.27	2.91	2.78	3.03	4.95	7.30	17.00	9.60	7.79	6.12	4.72	4.24	6.4
1947	4.24	4.72	7.08	5.90	5.80	9.50	23.40	16.80	8.12	5.22	3.82	4.29	8.3
1948	4.87	4.17	5.92	8.82	10.20	16.90	19.40	33.00	11.50	6.84	4.75	3.71	10.8
1949	5.57	4.64	3.71	5.22	4.40	7.65	12.53	5.26	3.59	3.71	3.59	3.36	5.3
1950	4.29	3.59	2.78	4.06	4.12	8.35	12.30	18.80	7.64	4.86	3.94	3.59	6.5
1951	4.06	4.17	6.95	5.57	5.68	8.70	16.20	10.44	6.72	8.58	3.48	2.78	6.9
1952	3.83	4.75	4.87	5.22	8.82	10.90	24.30	21.60	7.30	4.29	3.59	3.25	8.6
1953	4.29	6.26	4.64	11.50	21.60	25.60	48.70	54.00	32.90	17.90	7.00	6.50	20.1
1954	5.50	6.20	5.40	5.30	4.35	6.23	22.80	12.80	9.71	4.67	5.16	3.84	7.7
1955	6.23	3.12	3.96	3.00	11.40	18.00	37.10	19.55	6.23	3.12	4.32	4.44	10.0
1956	4.56	3.72	3.72	5.52	5.52	10.50	19.00	5.00	5.16	2.58	2.52	2.64	5.9
1957	6.36	5.52	3.36	6.00	5.64	14.15	28.10	25.10	9.72	7.62	5.52	5.04	10.2
1958	4.92	10.55	4.68	4.44	5.52	21.20	12.90	7.20	4.80	4.08	4.80	4.08	7.4
1959	4.08	3.60	6.72	5.40	12.95	16.80	18.50	20.00	5.88	4.56	3.84	3.60	8.8
1960	3.72	10.55	5.16	6.72	8.30	10.90	23.80	16.70	7.40	3.80	4.20	3.60	8.8
1961	3.20	4.00	5.00	6.40	7.50	15.80	27.20	21.40	7.70	8.80	5.70	3.60	9.7
1962	2.90	3.20	5.50	5.40	5.20	8.10	17.60	10.60	6.40	4.80	4.50	3.80	6.5
1963	2.88	3.40	5.60	4.30	6.70	10.60	13.00	41.00	45.50	11.80	12.10	8.40	13.8
1964	4.3	4.08	4.00	3.87	5.80	6.18	6.77	6.82	4.71	2.82	2.58	2.94	4.6
1965	2.62	2.34	4.32	12.76	9.68	17.31	26.81	27.80	25.10	8.65	6.18	5.23	12.4
1966	4.41	4.14	3.90	4.22	6.77	9.35	14.01	11.40	7.30	5.20	3.69	3.00	6.4
1967	2.54	2.46	2.25	2.16	2.69	4.15	4.39	3.83	2.78	2.26	2.08	1.77	2.8
1968	1.55	1.39	1.27	1.32	1.70	1.83	2.20	1.42	1.35	1.30	1.19	1.12	1.5
1969	1.25	1.95	1.32	1.41	1.97	2.37	7.46	8.00	3.27	2.18	1.08	0.87	2.8

NOTA: Esta estadística fue obtenida de la Memoria de Título “Caracterización del régimen de deshielo en el río Aconcagua” del Ing. Armando Espinoza .

Estadísticas Pluviométricas

Consideradas

Precipitaciones (m m)

Estación: Los Andes
 Lat. 32° 50' Long. 70° 36' Altura: 816 mts.

Año Hidrológico	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Anual
1943	23.0	21.0	29.0	25.0	15.0	22.0	0.0	1.0	20.0	27.0	0.0	16.0	199.0
1944	40.5	146.3	15.9	170.5	0.4	21.4	0.0	0.0	0.0	80.7	2.2	13.7	491.6
1945	1.8	1.4	14.0	44.6	42.3	0.3	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0	9.8	115.8
1946	35.4	30.4	36.1	5.9	2.0	7.5	0.0	0.0	0.0	0.0	2.7	0.0	120.0
1947	5.2	137.6	38.4	51.7	4.1	33.2	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1	39.9	312.2
1948	60.2	38.6	142.9	7.9	11.9	5.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	266.7
1949	97.2	55.1	25.9	43.2	3.1	7.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	56.3	287.8
1950	105.9	6.8	0.0	24.0	28.3	13.6	21.8	0.0	0.0	0.0	0.0	24.3	224.7
1951 ⁽¹⁾	58.9	58.7	97.6	10.2	25.8	0.0	0.9	0.0	0.0	11.0	0.0	0.0	263.1
1952 ⁽¹⁾	77.6	108.5	59.1	25.7	25.4	17.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	33.8	347.7
1953 ⁽¹⁾	114.0	31.1	74.2	172.5	54.0	8.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	89.6
1954 ⁽¹⁾	104.2	88.6	60.3	16.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.2	278.7
1955 ⁽¹⁾	78.1	42.6	17.4	15.2	5.5	36.0	0.0	0.0	0.0	0.0	21.3	23.3	239.4
1956 ⁽¹⁾	26.5	8.5	78.7	105.8	8.5	11.7	0.0	14.9	0.0	0.0	0.0	0.0	254.6
1957 ⁽¹⁾	287.0	19.2	54.3	19.3	13.8	0.0	0.0	8.2	0.0	0.0	2.9	0	404.7
1958 ⁽¹⁾	79.5	141.6	20.2	44.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	19.2	305.3
1959 ⁽¹⁾	39.6	86.8	57.0	43.1	0.0	8.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	235.0
1960 ⁽¹⁾	24.0	124.4	42.1	16.7	7.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.4	0.0	218.2
1961 ⁽¹⁾	10.1	108.5	15.2	103.4	10.1	35.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	282.9
1962 ⁽¹⁾	32.4	113.9	14.6	7.3	2.1	12.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	182.8
1963	16.0	62.0	4.0	76.0	115.0	19.0	20.0	0.0	0.0	0	0	0	348.0
1964	0.0	42.0	40.0	41.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0	0	5.0	129.0
1965	42.0	15.0	147.0	155.0	6.0	10.0	0.0	9.0	0.0	0.0	0.0	22.0	406.0
1966	5.0	133.0	68.0	34.0	0.0	0.0	15.0	5.0	0.0	0.0	0.0	3.0	263.0
1967	7.0	27.0	31.0	14.0	33.0	29.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.0	152.0
1968	0.0	7.0	0.0	13.0	23.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.0	55.0
1969	16.0	42.0	0.0	21.0	0.0	2.0	1.0	0.0	0.0	0.0	2.0	0.0	84.0

(1) : Estos años se suspendió el control de la estación. Los valores anuales estimados fueron obtenidos de la Memoria de Título del Ing. Edmundo Vicuña (U. de Chile, 1968) . La distribución mensual se hizo de acuerdo a la estadística pluviométrica registrada en San Felipe .

Precipitaciones (m m)

Estación:

San Felipe

Lat. 32° 45'

Long. 70° 44'

Altura: 636 mts.

Año Hidrológico	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Anual
1943	23.0	12.0	22.0	24.0	6.0	14.0	0.0	0.0	46.0	12.0	0.0	6.0	165.0
1944	48.5	138.0	10.0	132.0	0.0	19.0	0.0	0.0	0.0	60.0	0.0	13.5	421.0
1945	3.8	0.0	7.7	44.2	25.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.0	86.2
1946	20.8	31.7	22.3	7.6	4.0	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.0	0.0	98.4
1947	2.0	106.0	21.0	46.0	0.0	24.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	36.0	235.0
1948	38.0	29.0	112.0	9.0	49.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	23.7
1949	79.0	71.4	27.0	44.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	56.0	277.4
1950	33.0	6.8	0.0	24.0	14.5	13.6	21.8	0.0	0.0	0.0	0.0	9.0	122.7
1951	52.7	35.5	92.5	9.5	14.5	0.0	0.0	0.0	0.0	9.0	0.0	0.0	213.7
1952	63.0	88.0	48.0	20.8	20.6	14.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	25.0	279.7
1953	85.0	23.0	55.0	128.0	40.0	6.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	49.0	386.0
1954	57.0	48.5	33.0	9.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.5	156.0
1955	71.5	39.0	16.0	14.0	5.0	32.5	0.0	0.0	0.0	0.0	10.0	11.0	199.0
1956	12.5	4.0	37.0	49.5	4.0	5.5	0.0	7.0	0.0	0.0	0.0	0.0	119.5
1957	209.0	14.0	39.5	14.0	10.0	0.0	0.0	6.0	0.0	0.0	2.0	0.0	294.5
1958	55.0	98.0	14.0	31.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	17.0	215.0
1959	35.0	77.0	50.0	38.0	0.0	6.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	206.0
1960	20.0	103.0	34.0	14.0	6.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	0.0	179.5
1961	6.0	64.0	9.0	61.0	6.0	21.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	167.0
1962	31.0	109.0	14.0	7.0	2.0	12.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	175.0
1963	14.0	62.0	82.7	78.0	148.0	6.0	13.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	403.7
1964	0.0	42.0	16.0	41.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.0	108.0
1965	39.0	12.0	149.0	167.0	4.0	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	23.0	399.0
1966	2.0	138.5	85.5	21.5	0.0	0.0	12.0	5.0	0.0	0.0	0.0	2.5	267.0
1967	6.5	24.0	28.0	14.0	24.0	8.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.5	112.5
1968	0.0	7.0	0.0	16.0	20.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.5	52.5
1969	10.0	36.0	3.0	24.5	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	74.5

Precipitaciones (m m)

Estación: Resguardo Los Patos
 Lat. 32° 30' Long. 70° 38' Altura: 1.216 mts.

Año Hidrológico	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Anual
1943	25.0	18.0	19.0	35.0	16.0	0.9	0.0	0.0	55.0	26.0	0.0	0.9	195.8
1944	33.0	128.0	0.0	162.5	0.0	35.0	0.0	0.0	0.0	78.0	0.0	9.0	445.5
1945	0.0	0.0	53.0	6.0	64.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.0	132.0
1946	39.0	30.0	33.0	6.0	7.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	3.0	120.0
1947	6.0	107.0	32.0	69.0	3.0	30.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	44.0	291.0
1948	55.0	49.0	185.0	20.0	27.0	7.0	0.0	0.0	4.0	0.0	2.0	0.0	349.0
1949	100.0	10.0	14.0	27.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	65.0	216.0
1950	155.0	0.0	0.0	69.0	27.0	55.0	25.0	0.0	11.0	0.0	0.0	21.0	363.0
1951	93.0	83.0	152.0	9.0	27.0	0.0	0.0	0.0	0.0	40.0	0.0	0.0	404.0
1952	95.0	104.0	48.0	18.0	56.0	23.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	16.0	360.0
1953	88.0	55.0	65.0	234.0	48.0	27.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	57.0	574.0
1954	60.0	68.0	36.0	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.0	22.0	206.0
1955	107.0	38.0	49.0	36.0	16.0	34.0	9.0	16.0	0.0	0.0	25.0	13.0	343.0
1956	17.0	7.0	82.0	32.0	15.0	15.0	0.0	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	178.0
1957	199.0	8.0	37.0	50.0	14.0	7.0	0.0	23.0	0.0	0.0	7.0	0.0	345.0
1958	109.0	89.0	22.0	18.0	12.0	0.0	13.0	0.0	0.0	0.0	11.0	17.0	291.0
1959	53.0	112.0	57.0	74.0	0.0	11.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	307.0
1960	22.0	153.0	57.0	27.0	10.0	8.0	0.0	0.0	0.0	0.0	24.0	0.0	301.0
1961	40.0	106.0	17.0	100.5	9.5	14.5	0.0	3.0	0.0	0.0	0.2	0.0	290.7
1962	55.0	159.0	17.0	11.0	9.0	11.0	0.0	0.0	0.0	1.0	2.0	0.0	265.0
1963	28.0	90.0	75.0	80.0	116.0	13.0	30.0	0.0	9.0	0.0	0.0	0.0	441.0
1964	0.0	51.5	39.5	59.5	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.5	12.0	164.0
1965	46.0	16.0	139.0	258.5	8.0	18.0	0.0	6.5	0.0	0.0	0.0	16.0	508.0
1966	6.0	145.5	92.5	47.5	0.0	5.5	12.5	11.0	0.0	0.0	0.0	0.0	320.5
1967	8.0	45.5	45.0	9.0	95.0	145.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.5	17.5	367.5
1968	0.0	9.5	0.0	15.0	26.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	16.0	66.5
1969	5.5	65.5	0.0	32.5	0.5	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	0.0	108.0

