



**ESTUDIO INTEGRAL DE RIEGO DE LOS VALLES DE
ACONCAGUA, PUTAENDO, LIGUA Y PETORCA**

**SITUACION ACTUAL DE RIEGO . VALLES DE ACONCAGUA Y
PUTAENDO**

SITUACION ACTUAL DE RIEGO
(Documento de Trabajo)

FE DE ERRATAS

Pág.	Párrafo	DICE :	DEBE DECIR :
3	3	...Veintisiete canales de riego y cinco canales industriales tienen derechos inscritos en esta sección...	...Veinticinco canales de riego y cuatro canales industriales tienen derechos inscritos en esta sección ...
3	4	...Un total de veinte canales de riego tienen sus bocatomas en el río en este tramo,...	...Veintitrés canales de riego tienen sus bocatomas en el río en este tramo,...
4	2	...y la desembocadura al mar, existiendo ocho canales que toman en el río en ese tramoy la desembocadura al mar y existen siete canales que toman en el río en ese tramo...
6	Fig. 2.2		
9	Fig. 2.5		
9	Fig. 2.5		
22	2	... y está autorizada la extracción de 30.5 m ³ /seg. por parte de los canales industriales,...	... y está autorizada la extracción de 28 m ³ /seg. por parte de los canales industriales,...
22	3	...Además, se otorgaron 6,221 lts/seg. por concepto de derechos eventuales...	... Además, se otorgaron 11,200 lts/seg. por concepto de derechos eventuales....
24	Título	Cuadro 3.1 Canales de la Primera Sección Legal del Río Aconcagua.	Cuadro 3.1 Derechos de Agua de los Canales de la Primera Sección Legal del Río Aconcagua.
37	4, 5 y 6	Se estableció una ley de toma para la totalidad de los canales de riego ubicados entre Chacabuquito y San Felipe en función del caudal aforado en el río en la primera estación fluviométrica mencionada. 5.3.1 <u>Primera Sección</u> La figura N°5.1 presenta los resultados	5.3.1 <u>Primera Sección</u> Se estableció una ley de toma para la totalidad de los canales de riego ubicados entre Chacabuquito y San Felipe en función del caudal aforado en el río en la primera estación fluviométrica mencionada. La figura N°5.1 presenta los resultados...

INDICE

✓	INTRODUCCION	
✓	CAPITULO 1 SISTEMAS DE DISTRIBUCION	
✓	1. INTRODUCCION	1
✓	2. FUENTES DE AGUA	2
✓	2.1 Descripción	2
✓	2.2 Sectorización	3
✓	2.2.1 Rfo Aconcagua	3
✓	2.2.2 Rfo Putaendo	4
✓	2.3 Regímenes de Distribución	10
✓	2.3.1 Generalidades	10
✓	2.3.2 Rfo Aconcagua	10
✓	2.3.3 Rfo Putaendo	20
✓	3. SITUACION LEGAL DE DISTRIBUCION	
✓	3.1 Rfo Aconcagua	22
✓	3.2 Rfo Putaendo	22
✓	3.3 Esteros	23
✓	4. INFRAESTRUCTURA DE CONTROL Y DISTRIBUCION DEL AGUA.	
✓	4.1 Generalidades	23
✓	4.2 Obras de toma en Rfos y Esteros	23
✓	4.3 Secciones de Aforo	29
✓	4.3.1 Rfo Aconcagua	
✓	4.3.2 Rfo Putaendo	30
✓	4.3.3 Esteros	30

✓ 4.4	Canales Principales	30
✓ 4.4.1	Río Aconcagua	30
✓ 4.4.2	Río Putaendo	35
✓ 4.5	Estructuras de Distribución	35
✓ 4.6	Tranques Nocturnos	35
✓ 4.7	Canales de Distribución	35
✓ 5.	DISTRIBUCION EFECTIVA DEL AGUA	36
✓ 5.1	Introducción	36
✓ 5.2	Información Disponible	36
✓ 5.3	Leyes de Tomas	37
✓ 5.3.1	Primera Sección	37
✓ 5.3.2	Segunda Sección	39
✓ 5.3.3	Tercera y Cuarta Sección	68
✓ 5.3.4	Río Putaendo	77
✓ 5.4	Distribución entre canales	85
✓ 5.4.1	Primera sección del río Aconcagua	85
✓ 5.4.2	Segunda sección del río Aconcagua	85
✓ 5.4.3	Tercera sección	86
✓ 5.4.4	Cuarta sección del río Aconcagua	104
✓ 5.4.5	Río Putaendo	104
✓ 6.	ORGANISMOS EN EL AREA DEL PROYECTO	104

✓	CAPITULO 2	BALANCES DE AGUA	
✓	1.	INTRODUCCION	106
✓	2.	BALANCE GENERAL DE AGUAS EN UNA ZONA	107
	2.1	<i>De - - -</i>	107
✓	2.2	Condiciones de aplicación de las Ecuaciones de Balance	111
✓	3.	APLICACION DIRECTA DE LAS ECUACIONES DE BALANCE	111
✓	3.1	Primera Sección	113
✓	3.1.1	Balance Superficial General	113
✓	3.1.2	Balance del Río	115
✓	3.1.3	Percolación en Canales	127
✓	3.1.4	Percolación de Esteros	129
✓	3.1.5	Percolación en los Sectores de Riego	129
✓	3.2	Segunda Sección	131
✓	3.2.1	Balances Generales	131
✓	3.2.2	Balance del Río	135
✓	3.2.3	Balance superficial de Sectores de Riego	141
✓	3.3	Tercera y Cuarta Sección	150
✓	4.	VALLE DE PUTAENDO	153
✓	4.1	Balance del Río	155
✓	4.2	Generación preliminar del caudal del río Putaendo en Baden	157

✓ CAPITULO 3 APLICACION DEL MODELO DE RIEGO Y
DERRAMES AL ESTUDIO DE LOS SISTEMAS
ACTUALES DE RIEGO.

✓ 1.	INTRODUCCION	158a
✓ 2.	MODELO DE RIEGO Y DERRAMES	158
✓ 2.1	Antecedentes	
✓ 2.2	Teoría	
✓ 2.3	Aplicación del Modelo al Valle del río Aconcagua	161
✓ 2.3.1	Zonificación	161
✓ 2.3.2	Información necesaria e hipótesis utilizadas	166
✓ 2.3.3	Tasas de Riego	
✓ 2.3.4	Esquema de Derrames Superficiales	171
✓ 2.3.5	Esquema de destino de percolaciones	175
✓ 2.3.6	Limitaciones del Modelo de Riego y Derrames	177
✓ 2.3.7	Calibración	178
✓ 2.4	Interrelación entre el Modelo de Riego y Derrames y el Modelo de Planificación General	179
✓ 2.4.1	Antecedentes	179
✓ 2.5	Análisis de Resultados	182
✓ 2.5.1	Antecedentes	182
✓ 2.5.2	Consideraciones generales	182

INDICE DE FIGURAS

CAPITULO 1

	Páginas	
Fig. 2.1 a 2.14	Esquemas de Distribución de Canales	
2.1	Río Aconcagua 1 ^{ra} Sección Legal	5
2.2	Río Aconcagua 2 ^{da} Sección Legal	6
2.3	Río Aconcagua 3 ^{ra} Sección Legal	7
2.4	Río Aconcagua 4 ^{ta} Sección Legal	8
2.5	Río Putaendo	9
2.6	Estero Quilpué	11
2.7	Estero Pocuro	12
2.8	Estero Lo Campo	13
2.9	Estero Catemu	14
2.10	Estero Los Loros	15
2.11	Estero Ra buco	16
2.12	Estero Los Litres	17
2.13	Estero San Pedro	18
2.14	Estero Limache	19
Fig. 5.1 y 5.2	Leyes Generales de Toma Canales 1 ^{ra} Sección Río Aconcagua	38
Fig. 5.3 a 5.21	Distribución entre Canales y Leyes de Toma por Canal 1 ^{ra} Sección Río Aconcagua	42
Fig. 5.22 a 5.26	Leyes Generales de Toma Canales 2 ^{da} Sección Río Aconcagua	62
Fig. 5.27 a 5.40	Leyes Generales de Toma Canales 3 ^{ra} y 4 ^{ta} Sección Río Aconcagua	69
Fig. 5.41	Ley General de Toma Canales Río Putaendo	84
Fig. 5.42 a 5.58	Distribución entre Canales 3 ^{ra} Sección Río Aconcagua	87

INDICE DE FIGURAS

CAPITULO 2

		Página
Fig. 2.1	Esquema Descriptivo de los elementos y de las variables que intervienen en el Balance de Aguas.	108
Fig. 3.1 a 3.6	Percolación Total y Ajuste de San Felipe	116
Fig. 3.7	Percolación del Río (Base: Corridas de Aforo)	123
Fig. 3.8	Percolación del Río (Base: Caudales Medios Mensuales)	125
Fig. 3.9	Método de Obtención del Limnigrama y del Estero Pocuro en De sembocadura	126
Fig. 3.10	Pérdida Total en Canales por Ribera	130
Fig. 3.11	Percolación Definitiva del Río en función del Caudal en Chacabuquito	132
Fig. 3.12	Percolación Definitiva del Río en función del Caudal no Captado por los Canales	133
Fig. 3.13	Río Aconcagua en Romeral (Método Balance General)	136
Fig. 3.14	Recuperación Total de la 2 ^{da} Sección Río Aconcagua	138
Fig. 3.15	Recuperación en el Lecho del Río 2 ^{da} Sección	140

Fig. 3.16	Balance Sector Panquehue	144
Fig. 3.17	Balance Sector Frente a Panquehue	146
Fig. 3.18	Balance Sector Llay-Llay	147
Fig. 3.19	Balance Sector Catemu	149
Fig. 3.20	Balance en el Lecho del Rfo Aconcagua Sector Romeral - Calera	152
Fig. 3.21	Balance en el Lecho del Rfo Aconcagua Sector Calera - Colmo	154
Fig. 3.22	Pérdidas de Putaendo	156

INDICE DE FIGURAS

CAPITULO 3

	Página
Fig. 2.1 Esquema de Derrames. 1 ^{ra} Sección Río Aconcagua (Sector Sur)	172
Fig. 2.2 Esquema de Derrames 1 ^{ra} Sección Río Aconcagua (Sector Norte)	173
Fig. 2.3 Esquema de Derrames 3ra y 4 ^{ta} Sección Río Aconcagua	174
Fig. 2.4 Esquema de Destino de Percolaciones 3 ^{ra} y 4 ^{ta} Sección Río Aconcagua	176
Fig. 2.5 Río Aconcagua en San Felipe + Canal Parry N° 2 (Método: Modelo de Riego y Derrames)	
Fig. 2.6 Río Aconcagua en Tabolango (Método: Modelo de Riego y Derrames)	
Fig. 2.7 Río Aconcagua en San Felipe + Canal Parry N° 2 (Método: Modelo de Planificación General)	
Fig. 2.8 Acuífero 1 ^{ra} Sección Valle Aconcagua (Método: Modelo de Planificación General)	
Fig. 2.9 Acuífero Valle Putaendo (Método: Modelo de Planificación General)	

INTRODUCCION

El conocimiento de todos aquellos factores que determinan los procesos en los que el agua, como recurso, cumple un rol importante constituye uno de los objetivos centrales del Estudio Integral de Riego de los Valles de Aconcagua, Putaendo, Ligua y Petorca.

Dentro de este contexto el objetivo que corresponde a la Unidad de Ingeniería es el de determinar las relaciones que definen los diversos destinos del agua en aquellos mecanismos que tienen una influencia directa sobre el riego.

La metodología usada supone plantear inicialmente balances generales de agua, los que, aplicados en diferentes niveles, permiten tanto abordar el sistema de pérdidas y recuperaciones como también cuantificar aquellas variables básicas que en primera instancia parecieran ser las más representativas de la situación actual. Una vez determinadas estas variables es posible, entonces, estructurar un modelo de riego y derrames, que, al permitir una mayor subdivisión de los elementos naturales, entrega resultados que identifican con mayor detalle los procesos sometidos a estudio.

Este procedimiento hace necesario, además, un estudio acerca de los sistemas de distribución, ya que ellos representan una parte importante del manejo que el hombre hace de los recursos.

Todo este trabajo tiene como finalidad última el proporcionar la información necesaria para la operación del modelo de Planificación que en definitiva constituye el más completo análisis de todos los mecanismos que intervienen en el riego.

Esta labor se esquematiza a través de la Figura 1. En ella, se ha estructurado el trabajo realizado en tres grandes temas los que constituyen además los distintos capítulos del presente Documento de Trabajo.

ESQUEMA DE LA METODOLOGIA DE LA UNIDAD DE INGENIERIA

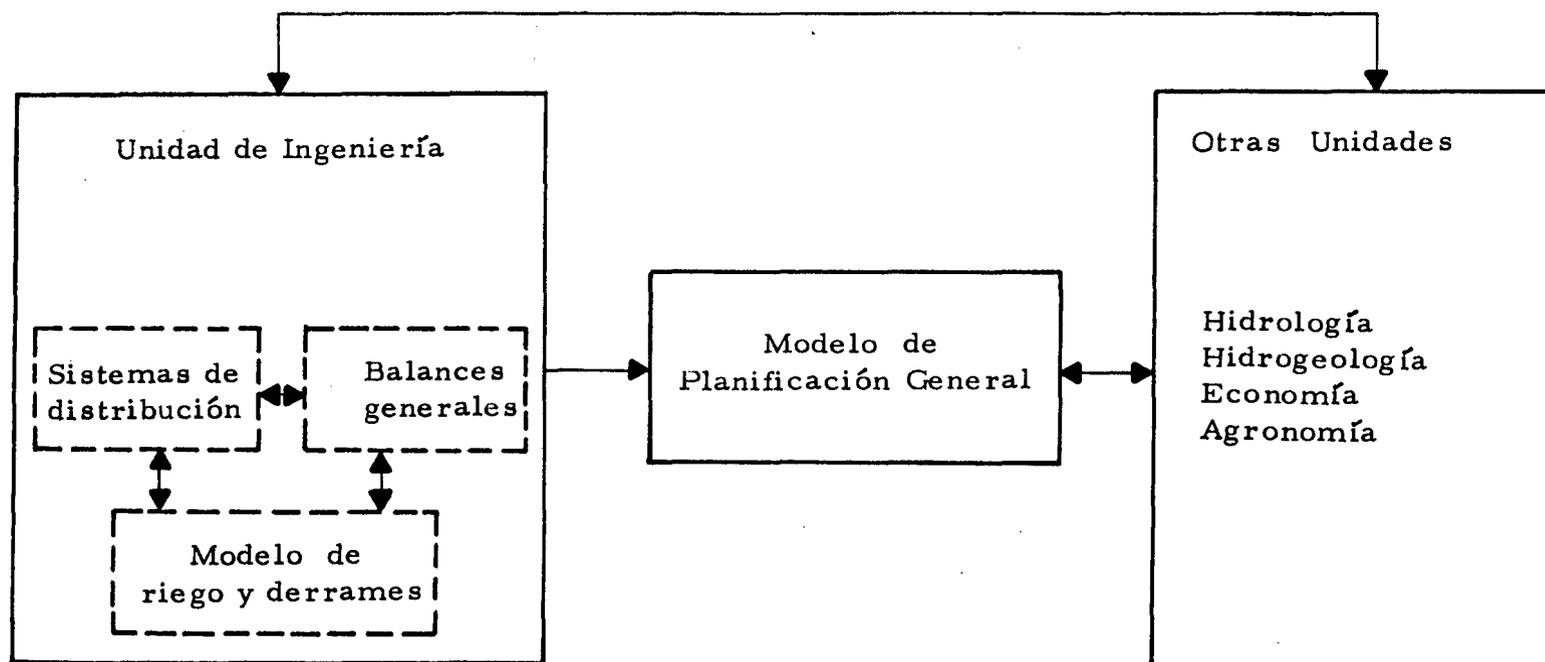


FIGURA 1

CAPITULO 1

SISTEMAS DE DISTRIBUCION

1. INTRODUCCION

El área actualmente bajo riego en los valles de Aconcagua y Putaendo posee una red de canales de riego, que en su mayor parte corresponden a canales construidos durante el siglo pasado. ~~Hay que señalar que~~ El proceso de construcción de esta red de riego no se ajustó a ningún patrón de desarrollo sistemático en base a criterios técnicos y económicos definitivos, sino que más bien corresponden a la satisfacción de los requerimientos de agua por parte de agricultores aislados o grupos de agricultores vecinos los que de este modo dieron riego a sus predios. Esta forma de desarrollo espontáneo, no sometido a criterio alguno de coordinación y planificación, es la razón por la cual existen canales de gran longitud que riegan áreas muy distantes a sus lugares de captación, a menudo con canales paralelos cercanos entre sí y abastecidos cada uno por bocatoma independientes.

Posteriormente, el proceso de subdivisión de la tierra ha ocasionado la ramificación, a veces en forma desordenada, de los canales matrices, deteriorando de este modo la capacidad de riego de los mismos.

TOTAL BAJO CANAL = 73.000 [Has] } El área total cubierta por la red de canales existentes es de 55.000 ha para los canales con bocatoma en el río Aconcagua y de 7.000 ha para los canales del río Putaendo. El área cubierta por los canales que toman de los esteros asciende a 11.000 ha. (¿en ambos valles?)

La seguridad de riego y las condiciones de abastecimiento dependen básicamente de factores tales como el diferente origen de los recursos que abastecen a los sectores de riego, la proximidad a las fuentes de suministro y de la posesión o carencia de derechos inscritos.

El propósito del presente informe es el de brindar una visión detallada del sistema de riego actual en las cuencas de los ríos Aconcagua y Putaendo, de sus características físicas ^{de los} y mecanismos de operación.

Canales con B.T en R. Aconc.	55.000	
R. Put.	7.000	
Esteros	11.000	
	<u>73.000</u> [Has]	
		C 4.1-4.4
		25.523 51
		15.641 52
		24.459 53
		906 54
		<u>66.529</u>

2. FUENTES DE AGUA

2.1 DESCRIPCION

Aún cuando en otros informes se presenta una descripción detallada de las fuentes de agua, se considera conveniente incluir aquí una descripción breve de las fuentes principales, las que en orden de importancia dentro de la zona actual de riego son el río Aconcagua y el río Putaendo.

- El Río Aconcagua, con un desarrollo total de aproximadamente 190 Kms., nace en la Alta Cordillera de Los Andes y desemboca en el mar a la altura del balneario de Con-Con; nace bajo la denominación de río Juncal y, desde su confluencia por el sur con el río Blanco, recibe el nombre de Río Aconcagua. Antes de entrar en la zona de riego, aguas arriba en la ciudad de Los Andes, recibe los aportes del río Colorado y aguas abajo de San Felipe confluye con el río Putaendo.

Además el río Aconcagua recibe aportes de una serie de afluentes de menor importancia a lo largo de su recorrido tales como los esteros El Cobre, San Francisco y Jahuel, a través ^{estero} del Quilpué, Catemu, ^{el R. Putaendo} y Romeral, Los Litres y Lo Rojas por el norte y Pocuro, Lo Campo, Las Vegas, Rabuco, San Pedro y Limache por el sur. Los esteros Pocuro y Quilpué tienen régimen nivo-fluvial y todos los demás régimen pluvial.

- El Río Putaendo forma parte de la hoya hidrográfica del río Aconcagua, del cual es afluente, uniéndose a él aguas abajo de la ciudad de San Felipe. El Río Rocín, después de recibir por el sur el río Hidalgo, confluye con el Estero Chalaco para formar el ^{Río} Putaendo a la altura del Resguardo de Los Patos.

El Río Putaendo presenta, en general, un régimen glacial con crecidas de primavera y principios de verano y estiajes en otoño e invierno. Las crecidas son de corta duración debido a lo reducido de su hoya, y en caso de intensas lluvias invernales experimenta crecidas considerables ~~en esta época~~ debido especialmente a la deforestación de la hoya.

2.2 SECTORIZACION

2.2.1 Río Aconcagua

El río Aconcagua está dividido legalmente en cuatro secciones, independientes entre sí desde el punto de vista del riego. Los límites de estas secciones fueron fijados considerando el diferente origen de los recursos disponibles en cada tramo, y los regímenes de recuperaciones y caudales afluentes.

Esta división fue legalizada por los dictámenes judiciales de los años 1878 y 1916, los que pusieron término a diversas querellas entre los regantes iniciadas a raíz de la sequía de la temporada 1870/71. Dicha división legal permite, ^{en} a cada ^{sección} tramo, la utilización y distribución plena de toda el agua superficial disponible, lo cual significa que es posible, legalmente, agotar el río en cada sección, ^salvo en casos de extrema sequía en que todo el río se declara intervenido.

Primera Sección. - Corresponde al tramo comprendido entre el nacimiento del río y el ⁴ Puente Caminero de San Felipe. Veintisiete canales de riego y ^{cuatro} ~~cinco~~ canales industriales tienen derechos inscritos en esta sección. Una Junta de Vigilancia, cuya existencia está ratificada por decreto, tiene jurisdicción sobre este tramo. Los recursos de esta sección provienen de una cuenca con régimen nivo-glacial, caracterizado por escasos caudales en otoño-invierno y crecidas de primavera-verano. Existen, además dos esteros: El Pocuro, que desemboca antes de San Felipe y el Quilpué, formado por los esteros Jahuel, San Francisco y El Cobre, que desemboca aguas abajo de San Felipe. *por la ribera norte*

Segunda Sección. - Se extiende desde el ⁴ Puente Caminero de San Felipe hasta la Puntilla de Romeral. ^{veintitres} ~~En total de veinte~~ canales de riego tienen sus bocatomas en el río en este tramo, a las cuales hay que agregar un canal ^{industrial} destinado a suplir déficits de la ² Captación de Agua Potable de Las Vegas. No existe Junta de Vigilancia oficial, pero sí una que actúa en carácter de provisoria. Los recursos son mixtos, ya que a los caudales superficiales salientes de la Primera Sección y del Valle de Putaendo, se agrega el afloramiento de los caudales subterráneos provenientes de los

acuíferos de dichas zonas. *Faltan los esteros*

Tercera Sección. - Corresponde al tramo comprendido entre la Puntilla de Romeral y la bocatoma del Canal Molino-Rauteñ inclusive, situada aguas arriba del puente San Pedro del Ferrocarril a Quintero. Diecisiete canales de riego captan sus aguas en este sector, los que *17 R* son controlados por una Junta de Vigilancia constituida de manera oficial por decreto. Sus recursos provienen fundamentalmente de los caudales superficiales que pasan de la Segunda Sección y de las recuperaciones de riego que vuelven al río en proporción importante. *Faltan los esteros*

Cuarta Sección. - Queda comprendida entre la bocatoma del Canal Molino-Rauteñ y la desembocadura al mar, *existen siete* ~~existiendo ocho~~ canales que *7 R* toman en el río en ese tramo. No existe Junta de Vigilancia legalmente constituida y los recursos corresponden a los caudales superficiales provenientes de la Tercera Sección y del Estero San Pedro que desemboca aguas arriba del Puente de Colmo. *y el Estero Limacé?*

En las figuras 2.1 a 2.4 se presentan ...

2.2.2 Río Putaendo

El Río Putaendo está dividido [?] legalmente en tres zonas, sin embargo, para los efectos de la distribución del agua debe considerarse como un todo. Las zonas son las siguientes:

- zona 2* - Primera Zona: Quebrada Herrera, sector bajo Tres Puentes al sur poniente del río.
- zona 3* - Segunda Zona: Rinconada de Silva, sector bajo Tres Puentes al sur oriente del río.
- zona 1?* - Tercera Zona: Area reformada. Sector Tres Puentes al norte del río.

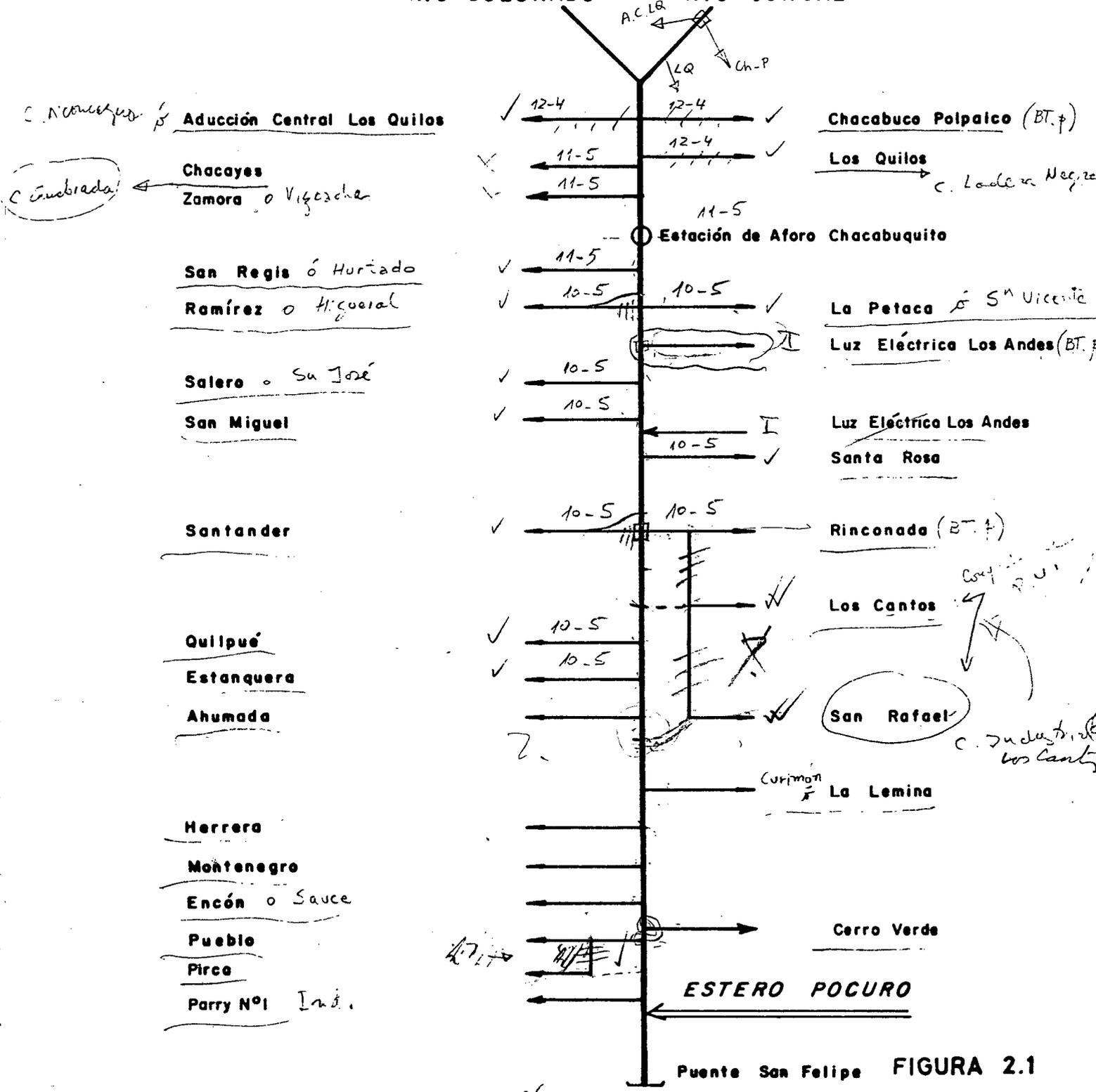
Estas zonas [?] legales no tienen independencia en cuanto a la utilización de los recursos del río debido a la existencia de un canal unificado que corre paralelo al río a lo largo del valle. Una Comisión Reparadora, con reconocimiento oficial, distribuye las aguas. Los recursos de este ^{río} valle provienen directamente de las nieves de la cuenca cordillerana ~~del río~~.

En las ^J ~~figura 2.1 a 2.5~~ se presenta la ubicación relativa de los canales ~~de cada una de las secciones~~ y del Río Putaendo. De igual manera se presenta en las figuras 2.6 a 2.14 los esquemas de distribución de los

Esquema de distribución RIO ACONCAGUA 1a. SECCION LEGAL

5.

RIO COLORADO RIO JUNCAL



Puente San Felipe **FIGURA 2.1**

Esquema de distribución

RIO ACONCAGUA 2da SECCION LEGAL

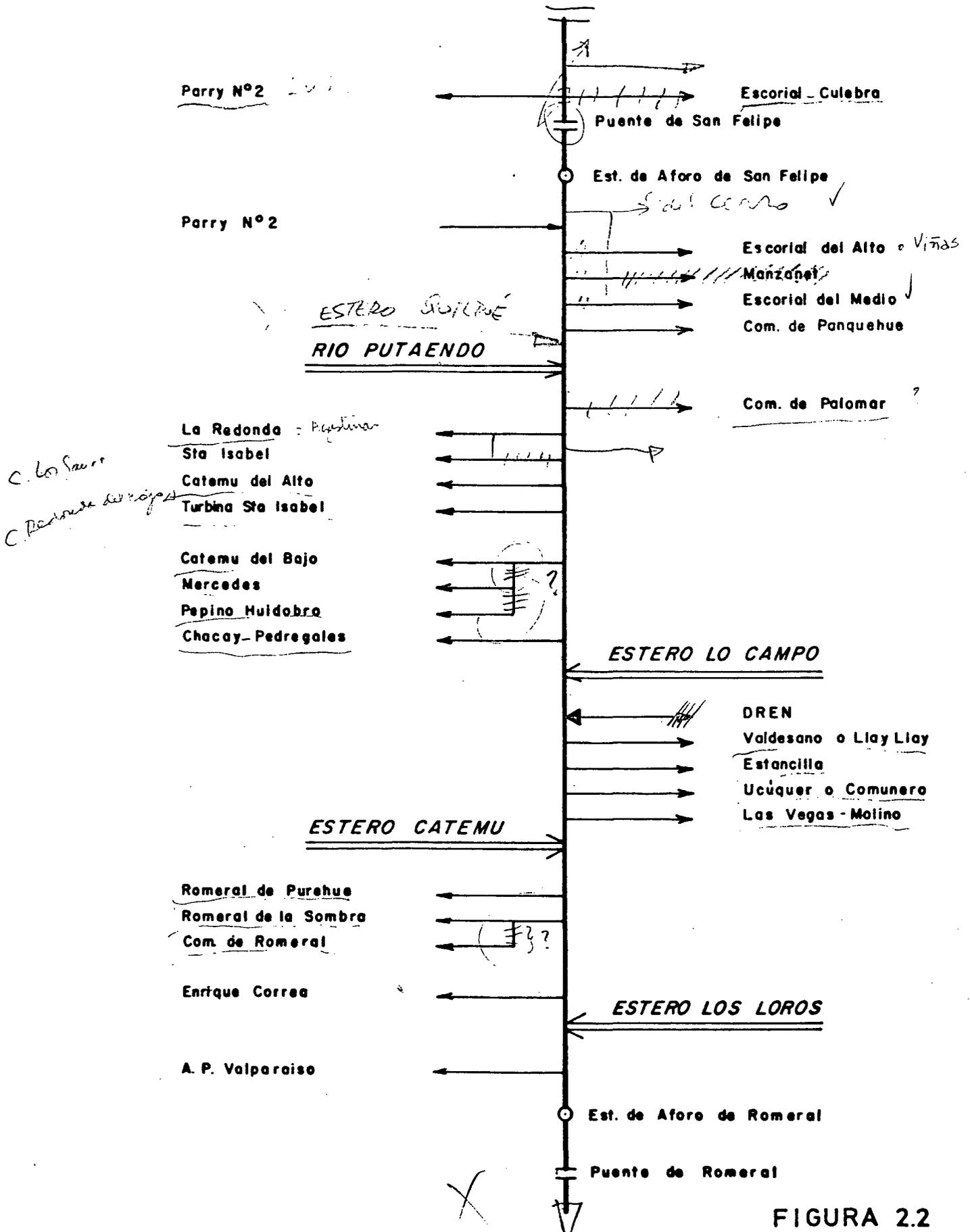


FIGURA 2.2

Esquema de distribución
RIO ACONCAGUA 3a SECCION LEGAL

7.

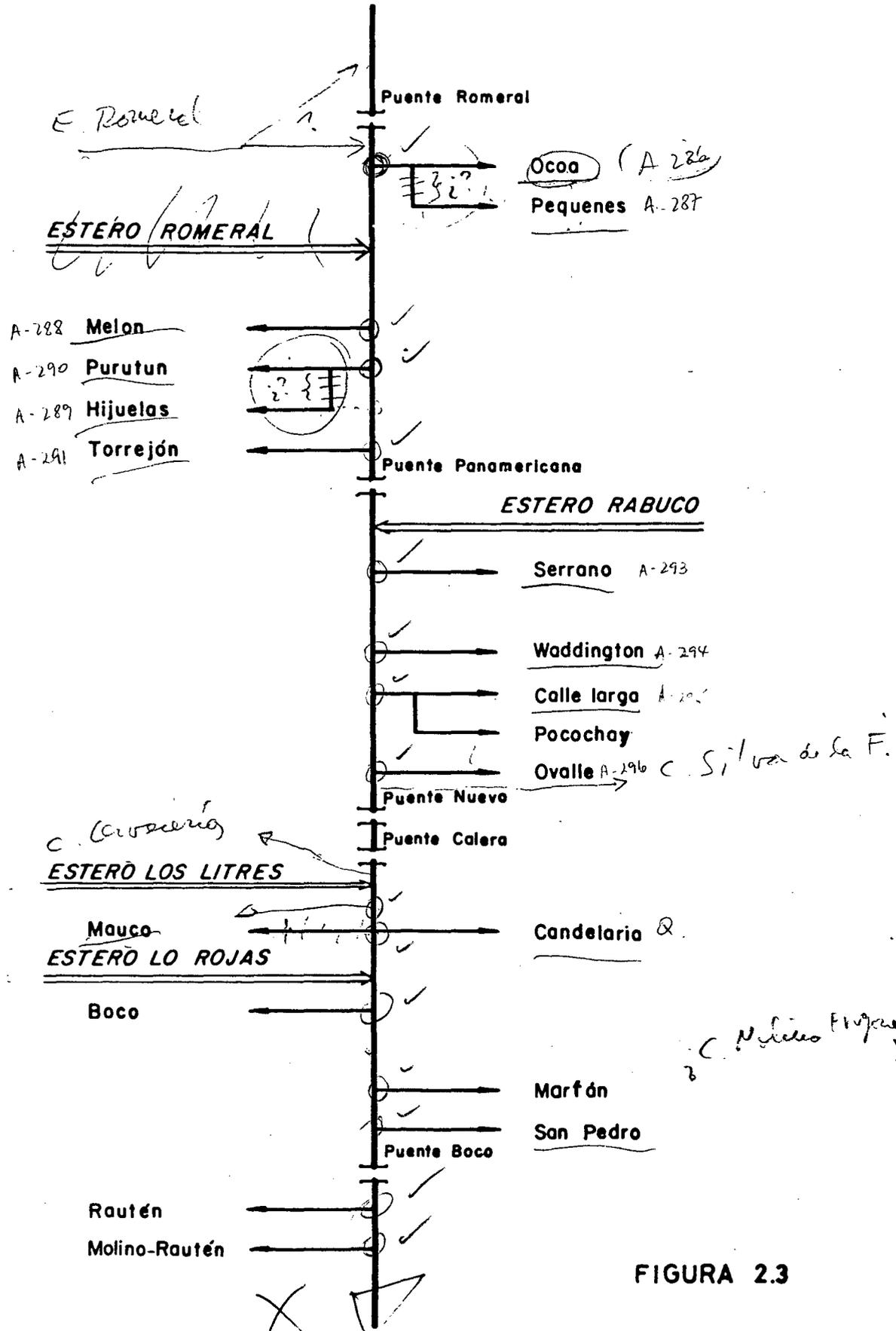


FIGURA 2.3

Esquema de distribución
RIO ACONCAGUA 4a. SECCION LEGAL

8.

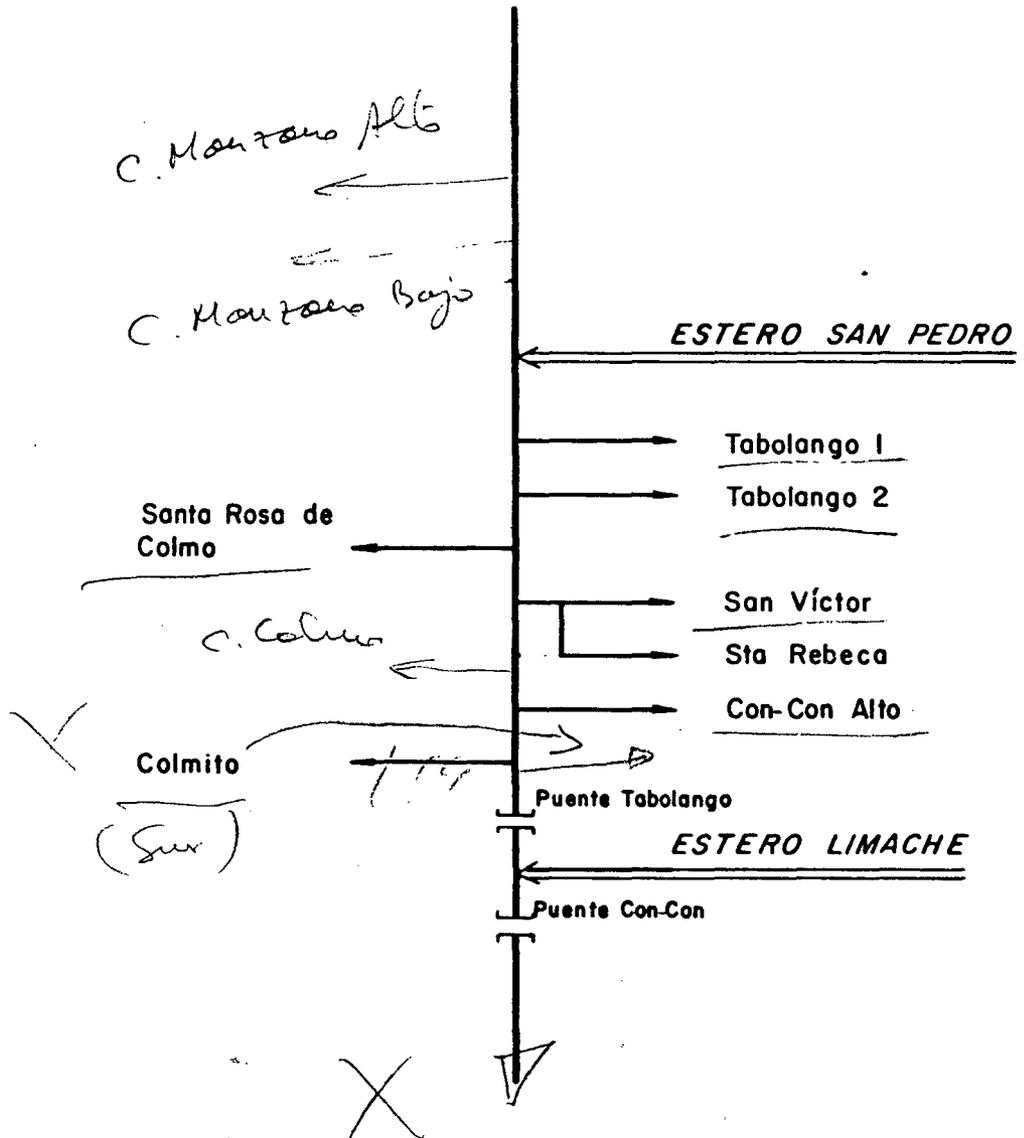


FIGURA 2.4

Esquema de distribución
RIO PUTAENDO

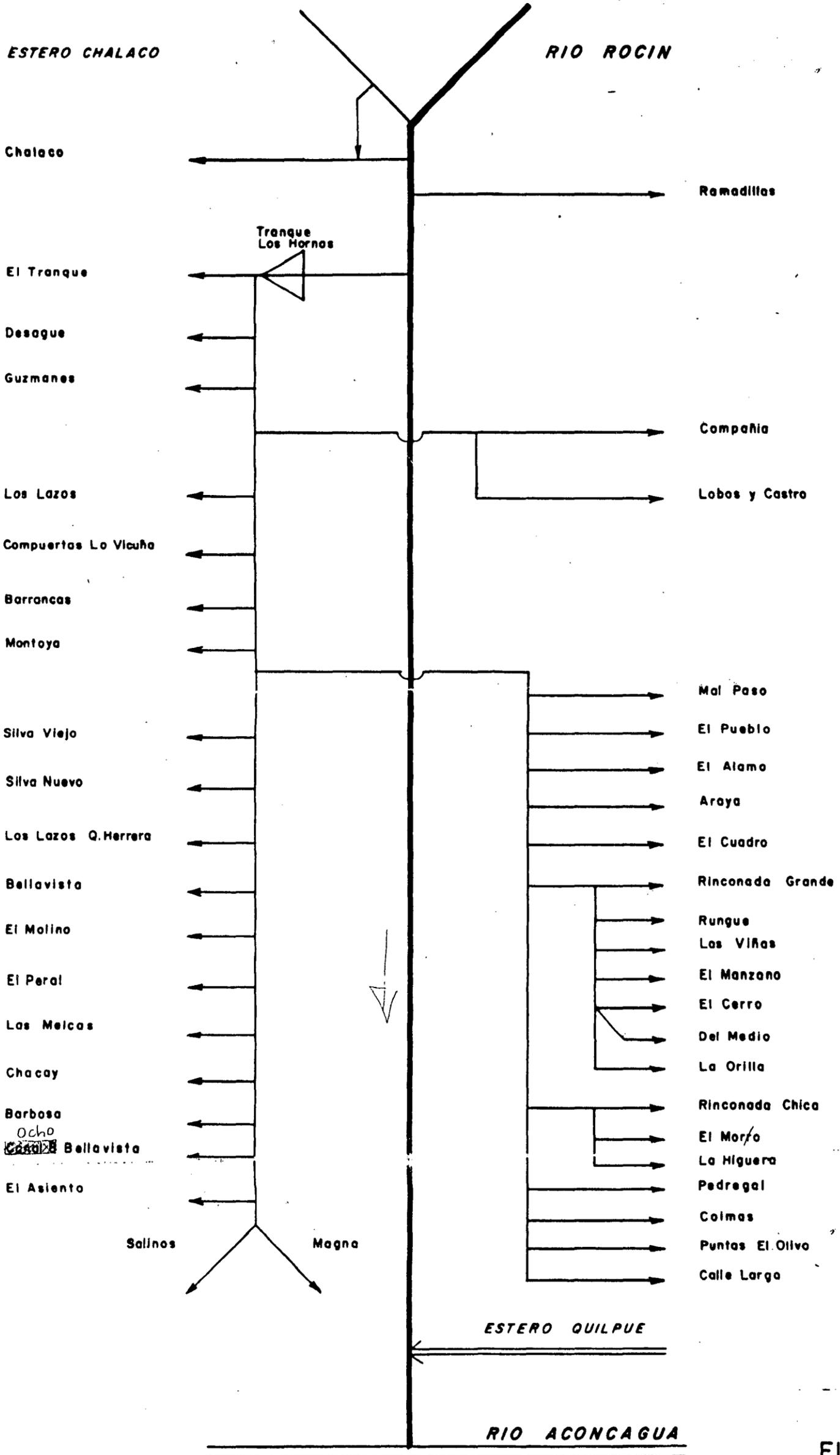


FIGURA 2.5

esteros más importantes.

2.3 REGIMENES DE DISTRIBUCION

2.3.1 Generalidades

Las aguas del río Aconcagua en las cuatro secciones y las aguas del Río Putaendo se distribuyen entre los distintos canales de riego bajo tres regímenes diferentes, dependiendo de los requerimientos de agua y de los recursos disponibles, a saber:

- a) Libre
- b) Turno
- c) Intervención

El primero se define como áquel durante el cual no existe control en el agua captada por los canales, dado que los recursos disponibles son mayores o iguales a las demandas hídricas del área de riego.

El régimen de turno, en cambio, se presenta cuando los recursos utilizables son inferiores a las demandas. En este caso los caudales captados por los canales son controlados y deben corresponder a los derechos.

Finalmente, en períodos de extrema sequía, el río se declara intervenido y un delegado del gobierno es quien se hace cargo de la distribución de las aguas. En esta situación las secciones pierden la independencia y el río se considera como un todo.

2.3.2 Río Aconcagua

Las distintas secciones del río Aconcagua son independientes entre sí en cuanto cada una tiene derechos sobre la totalidad del caudal del río disponible en ellas. Debido a esto es que las organizaciones legales sólo tienen jurisdicción dentro de su sección, y como los recursos

Esquema de distribución ESTERO QUILPUE

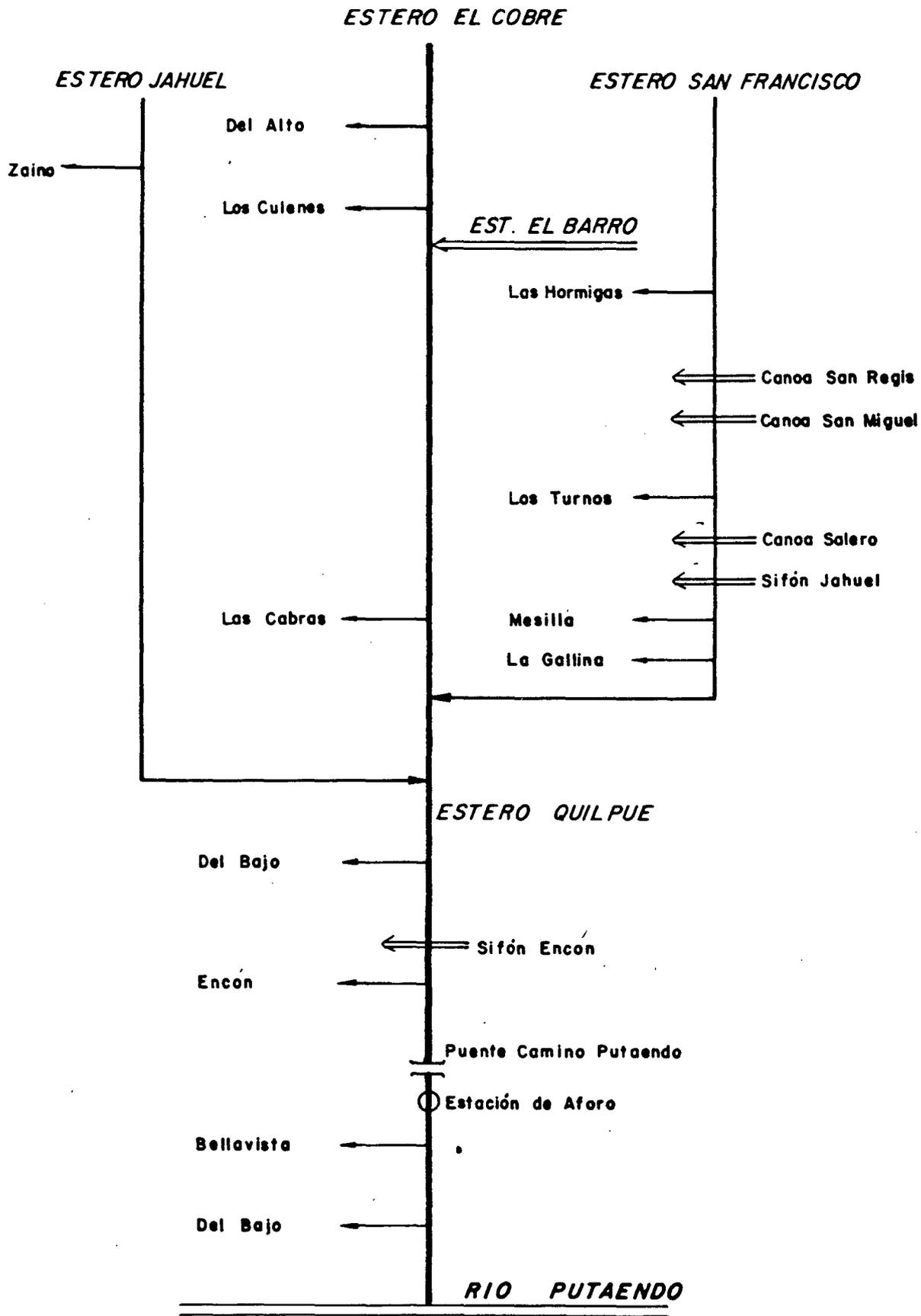


FIGURA 2.6

ESTERO POCURO

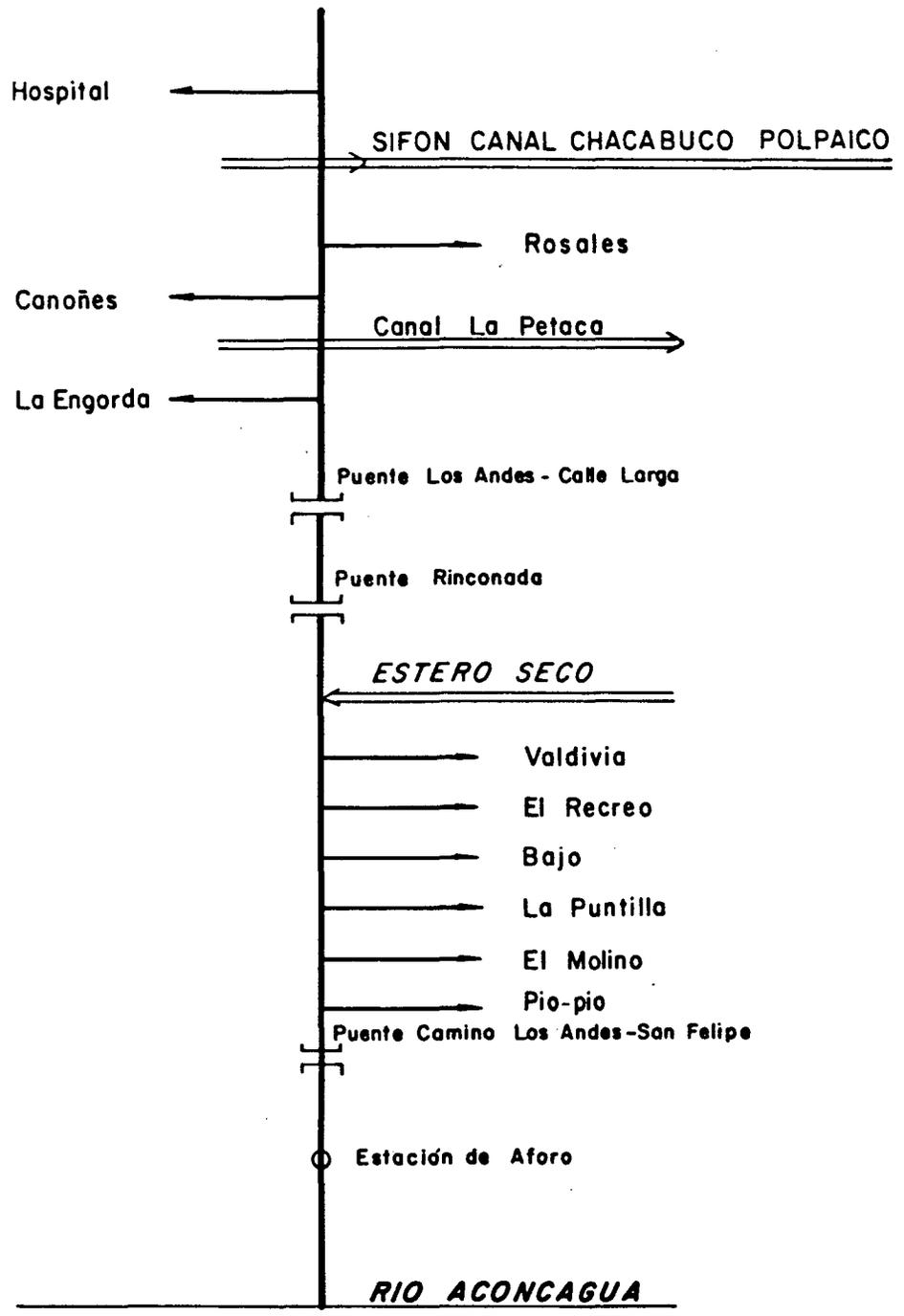


FIGURA 2.7

Esquema de distribución

ESTERO LO CAMPO

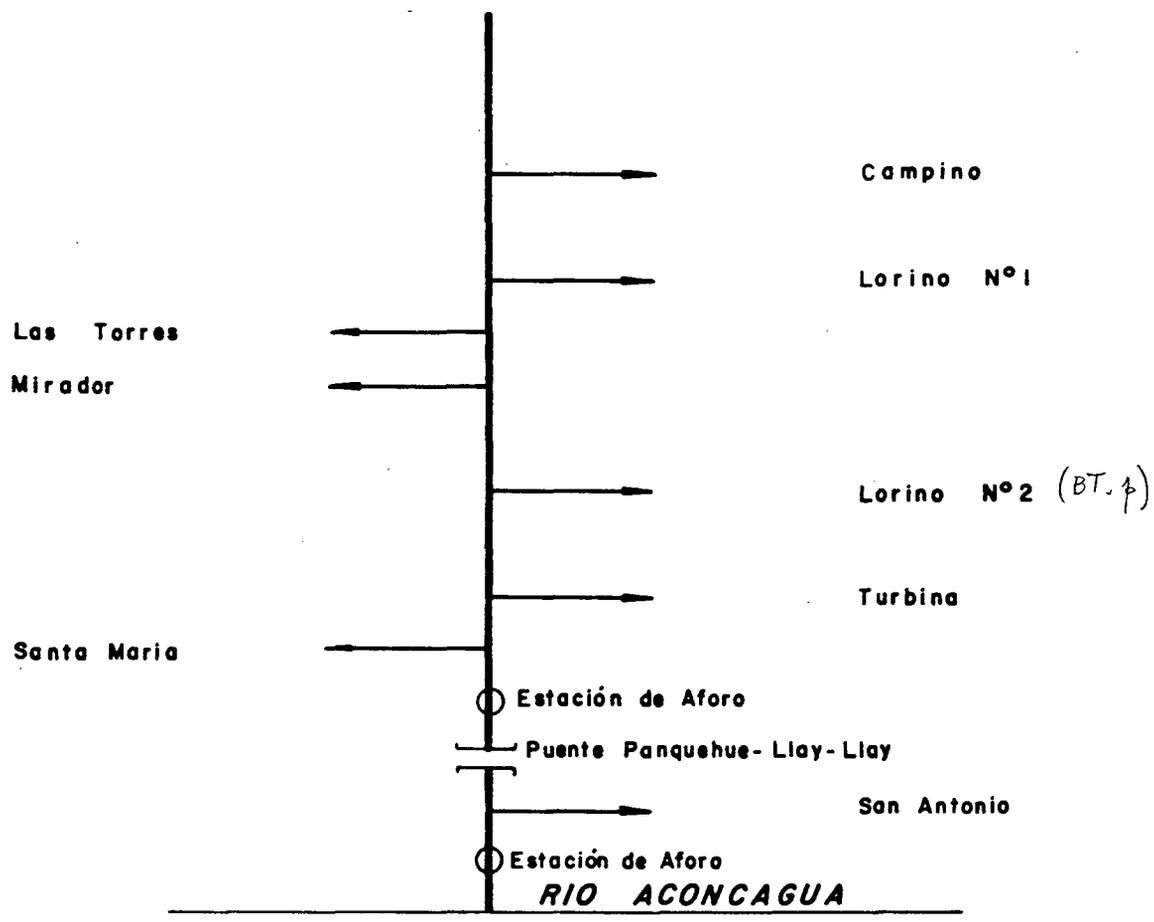


FIGURA 2.8

Esquema de distribución

ESTERO CATEMU

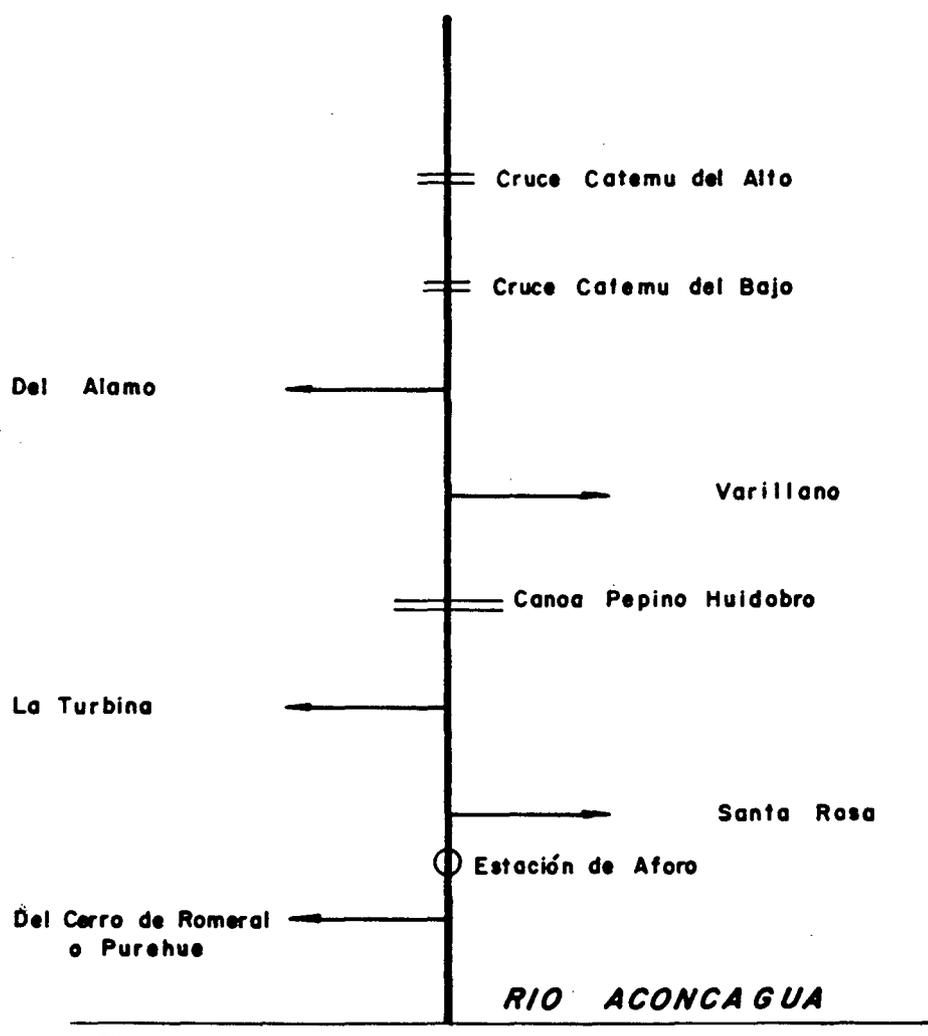


FIGURA 2.9

Esquema de distribución
ESTERO LOS LOROS

15.

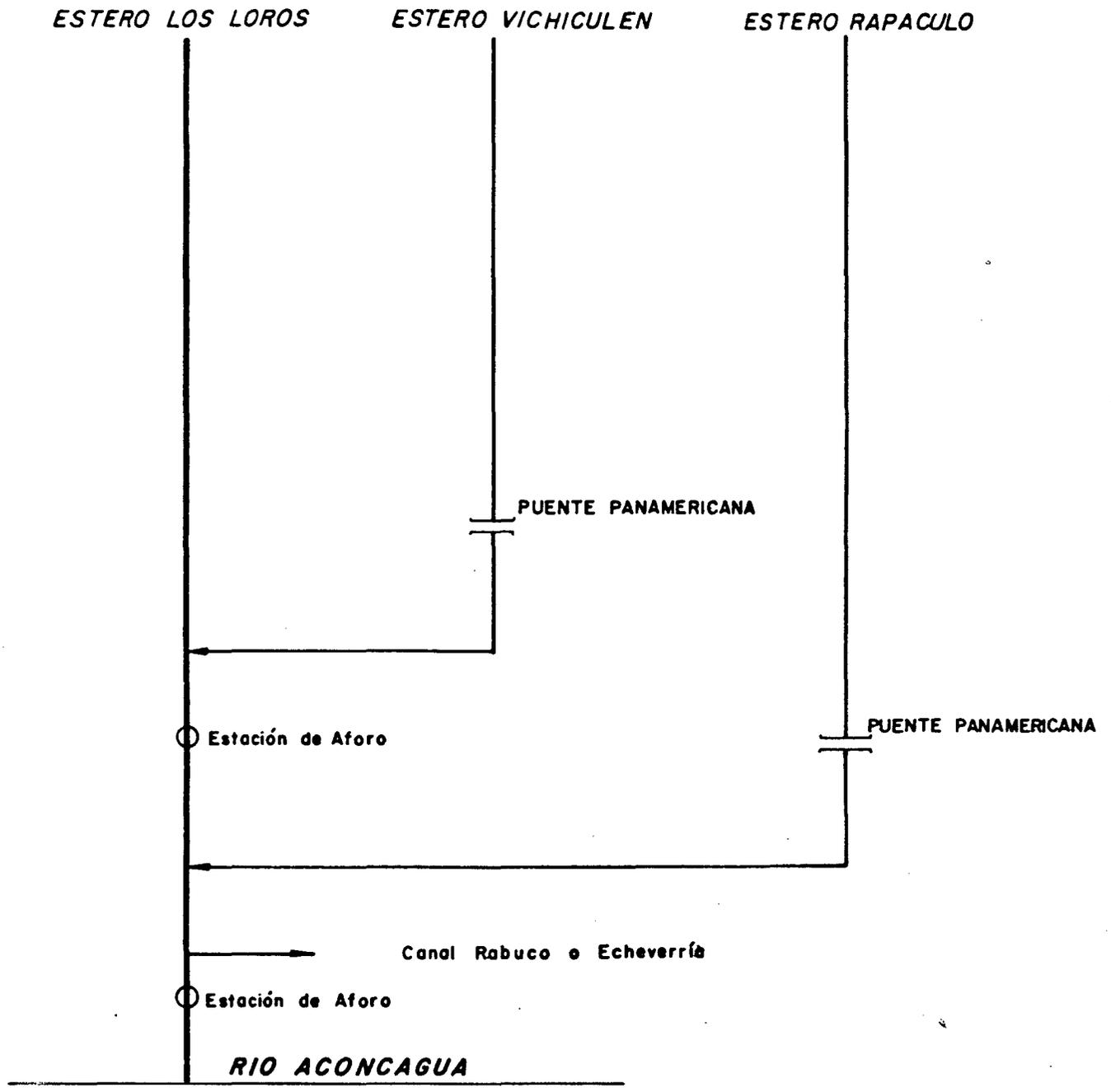


FIGURA 2.10

Esquema de distribución
ESTERO RABUCO

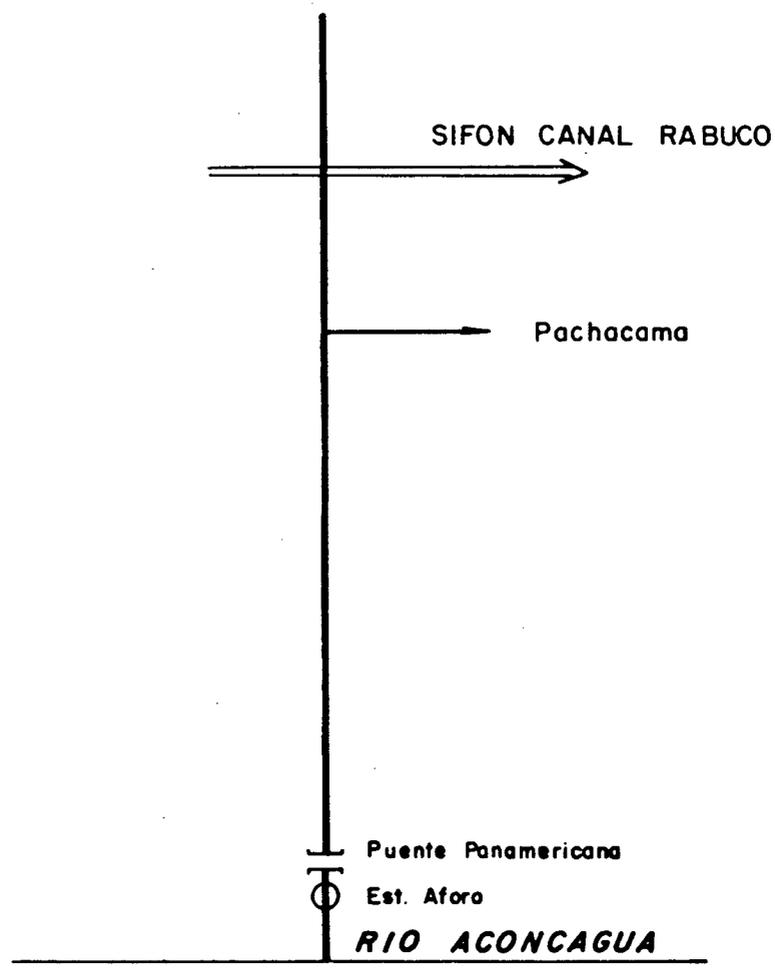


FIGURA 2.11

Esquema de distribución
ESTERO LOS LITRES

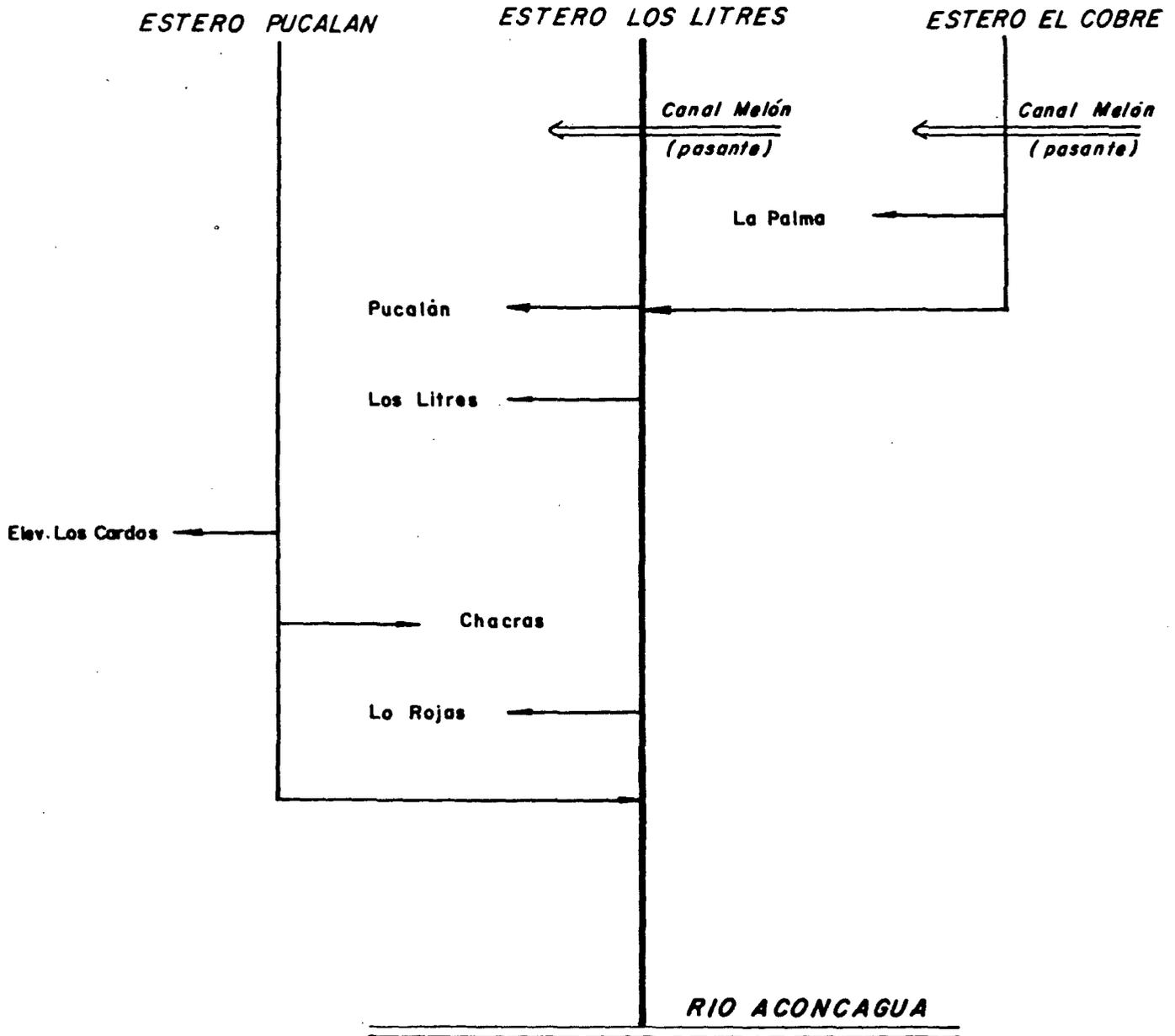


FIGURA 2.12

Esquema de distribución

ESTERO SAN PEDRO

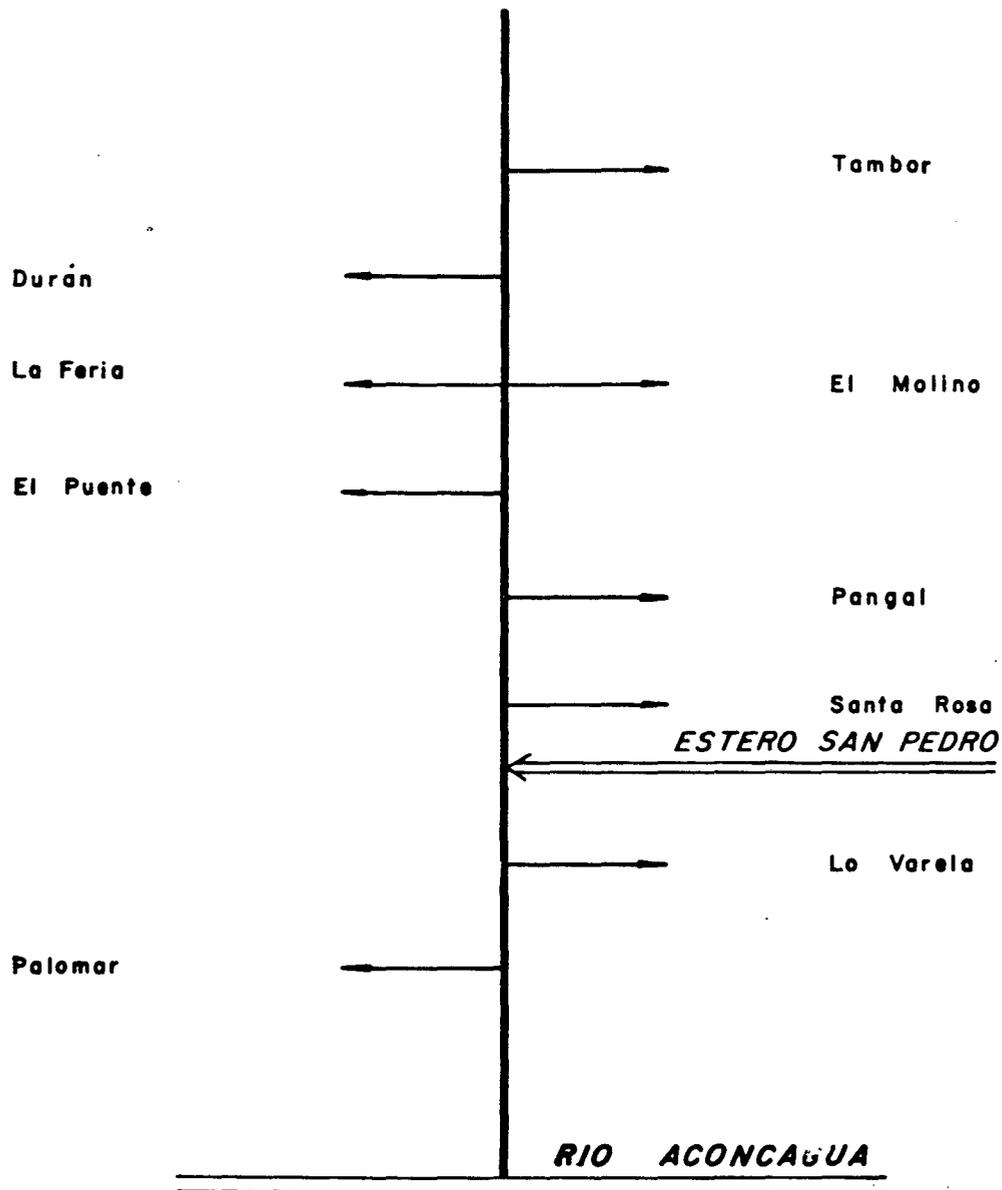


FIGURA 2.13

Esquema de distribución ESTERO LIMACHE

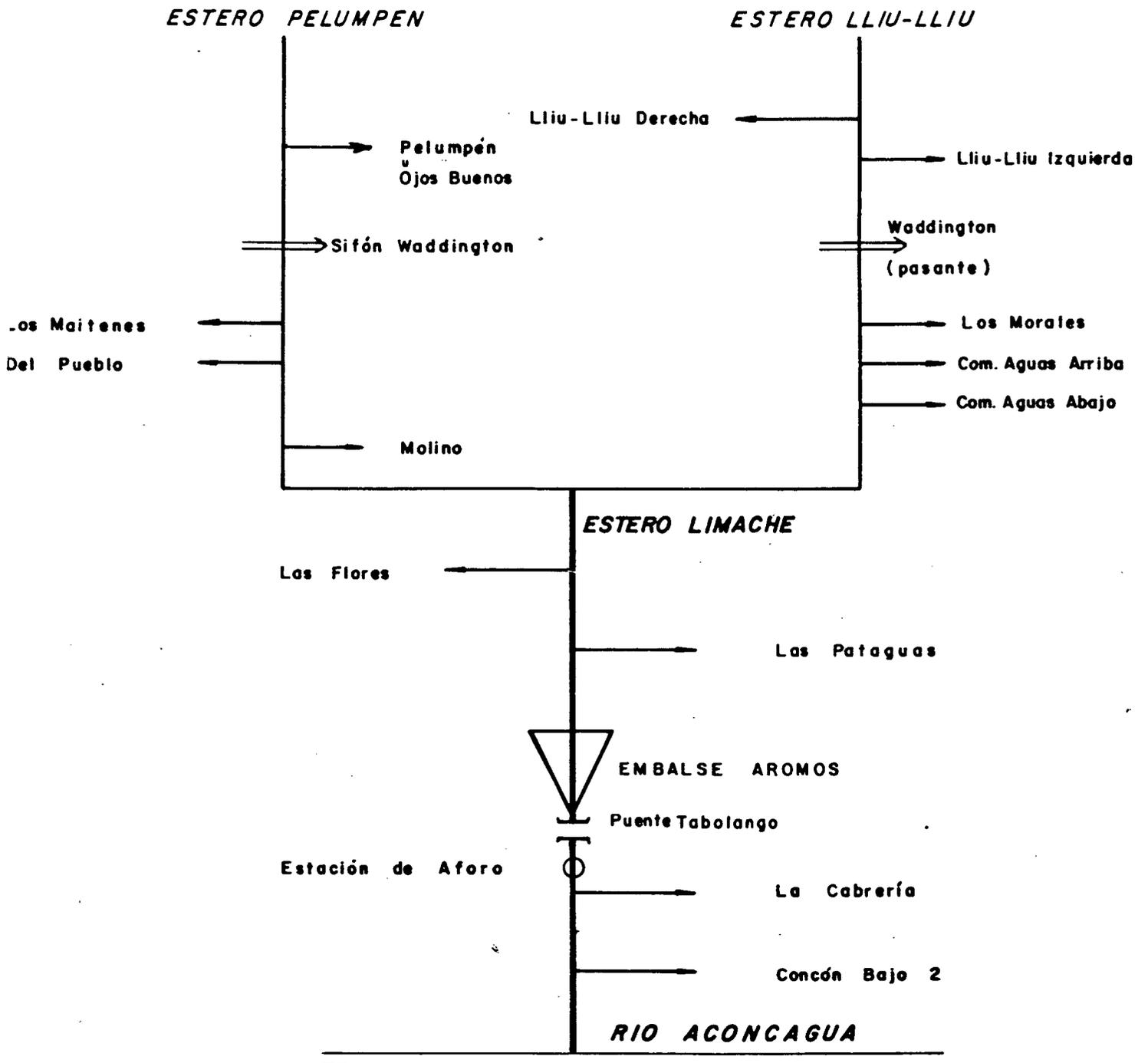


FIGURA 2.14

con que cuentan son de distinto origen y magnitud, los regímenes de distribución varían de una sección a otra.

La permanente abundancia de los recursos disponibles en la segunda y cuarta sección ha permitido que los canales de cada una de ellas se encuentren en un constante régimen de "río libre" en el cual cada canal capta del río sin estar sujeto a otras restricciones que aquellas impuestas por su capacidad máxima. Esta situación se presenta sólo durante algunos meses en las otras secciones del río. En ellas es frecuente, debido a las importantes variaciones estacionales del caudal, encontrarse con el río en turno. En tales oportunidades, son los jueces de la primera y tercera sección los que, a petición de los interesados, reparten las aguas en los respectivos canales de acuerdo con los derechos legales.

La situación del río intervenido que, como se ha señalado, obedece a condiciones de extrema sequía, origina una situación en que queda sin efecto el derecho independiente de cada sección, y se impone un régimen de distribución de emergencia que tiende a dejar pasar parte del caudal de la primera y segunda sección. hacia la tercera que, indudablemente, es la más afectada. Al producirse esta situación se designa un interventor de todo el río, quien en virtud de sus atribuciones legales está facultado para derogar, transitoriamente, los derechos legales de las secciones.

2.3.3 Río Putaendo

En este río, sólo durante los meses de crecida, el caudal no es controlado y se permite un régimen de río libre, en que los canales captan a voluntad; sin embargo, lo normal es que durante parte importante de la temporada de riego el río esté a turno.

Siendo el lecho del río muy permeable, los regantes del Putaendo han construído un canal unificado, con revestimiento de albañilería de piedra, el cual capta hasta su capacidad total y entrega los derechos ^{en} a los tres sectores antes mencionado.

En los períodos de escasez, en que el total del río es captado por el canal unificado, se asigna por turnos el total del agua a cada sector,

en proporción a las superficies dominadas por los correspondientes canales.

Esto sufre modificaciones pre-establecidas cuando, por problemas de capacidad, alguno de los grupos no puede recibir el volumen total.

3. SITUACION LEGAL DE DISTRIBUCION

El origen de los derechos de agua nació con los primeros regadíos en que los ribereños construían sus canales desde los ríos, con la capacidad suficiente para un adecuado riego de sus tierras.

Esto llevó a una primera reglamentación que obligó a pedir merced de aguas la que, con el mismo criterio, se fijó en cuádras de derecho.

Cuando la superficie regada fue aumentando, se presentaron oposiciones a nuevas mercedes y llegó un momento en que se declaró agotado el río.

De aquí derivan los derechos denominados "eventuales" que fueron otorgados con posterioridad a la declaración de río agotado y que se miden en lts/seg., derecho que sólo se ejerce una vez que los canales con derecho permanente completan su dotación, es decir cuando el caudal disponible es superior a la demanda.

Lo anterior se resume en que, actualmente, los derechos permanentes sobre los cauces naturales, ríos o esteros, han sido concedidos por el Estado a los propietarios de las tierras mediante mercedes expresadas en partes alicuotas del caudal disponible y reglamentado por el Código de Aguas de 1951 y modificaciones posteriores.

El código mencionado fija las normas de distribución de derechos tanto en las bocatomas de canales, como en la distribución interna entre los regantes o accionistas de cada canal, pasando a fijarse en acciones las cuádras de derechos primitivas.

3.1 RÍO ACONCAGUA

El distinto origen y magnitud de los recursos en cada sección ha determinado que sólo los canales de la primera y tercera tengan derechos reconocidos legalmente.

El caudal del río en la primera sección se ha dividido en 12.774 acciones habiéndose asignado una dotación máxima de 1.8 lt/seg. por acción. Los derechos eventuales concedidos ascienden a 11.054 lts/seg. y está autorizada la extracción de 50 m³/seg. por parte de los canales industriales, los que deben devolver dicha agua al río con posterioridad a la utilización.

En la tercera sección los canales tienen un total de 11.659 acciones permanentes. Además, se otorgaron 6.271 lts/seg. por concepto de derechos eventuales los cuales se distribuyen, principalmente, entre los canales Melón y Mauco que sólo poseen este tipo de derechos.

¿ QUÉ DOTACIÓN POR ACCIÓN ?

Los canales de la Segunda y Cuarta sección no poseen derechos de ningún tipo salvo en el caso del Catemu del Alto y del Bajo que tienen inscritos derechos permanentes; esto obligó en la sequía del año 1969 a recurrir a las superficies por canal para la distribución.

3.2. RIO PUTAENDO

Los canales del río Putaendo tienen inscritas sus respectivas superficies de riego en una cooperativa, realizándose la distribución en proporción a ellas. No existen derechos eventuales y el agua para bebida se reconoce como un caudal permanente.

Las superficies inscritas, en cuanto a derechos de agua se refiere, se encuentran en revisión, debido a que muchos regantes reclaman actualmente que no tienen la superficie que habrían declarado para obtener los derechos de agua y que sirven para el cobro de los gastos,

¿durante el estudio?

motivo por el cual sólo más adelante se tendrá información definitiva.

3.3 ESTEROS

Los canales que captan agua de los ~~esteros no poseen~~ ningún tipo de ~~organización~~ legal reconocida y la ~~distribución~~ interna es llevada a cabo por los ~~propios usuarios~~.

En los Cuadros 3.1 al 3.3 se presenta, para la primera y tercera sección legal del río Aconcagua y para el Putaendo, respectivamente, una nómina con los canales y sus derechos.

4. INFRAESTRUCTURA DE CONTROL Y DISTRIBUCION DEL AGUA

4.1. GENERALIDADES

La infraestructura para el control y la distribución del agua está constituida por el conjunto de obras diseñadas con el objeto de captar y derivar el recurso desde las fuentes naturales y de regular el suministro según sean los requerimientos de las áreas de riego. El tipo de obras necesarias depende de las fuentes de las que se extrae el recurso y del tipo de control que se desee ejercer.

4.2 OBRAS DE TOMA EN RIOS Y ESTEROS

Las obras de toma en ríos y esteros, ~~utilizadas para captar el agua desde el curso natural,~~ están constituidas por estructuras ubicadas en el cauce, las cuales desvían el recurso hacia un canal principal ~~o de riego~~ que lo conduce a los centros de consumo.

Existen en la zona del Proyecto dos tipos de obras de toma; en primer término, las llamadas "obras permanentes" que son estructuras sólidas (de hormigón y enrocado) y, en segundo término, las denominadas "obras temporales", que consisten en encauzamientos artificiales con "patas de cabra" y mediante el uso de maquinaria pesada.

CUADRO 3.1 Canales de la Primera Sección Legal del río Aconcagua.

Nombre del Canal		Derechos de agua permanentes		Derechos de agua eventuales
		Acciones	ha.	(litros/seg.)
Aconcagua (Ind)	D	7.500 lt/seg.		
Chacabuco	I	0	0	2.998,8
Los Quilos	I	228,125	356	14,4
Chacayes	D	0	0	9,45
La Quebrada	D	0	0	16,2
Zamora	D	33	51	0
San Regis (o Hurtado)	D-	600	936	1.080
Higueral (o Ramirez)	D-	83	129	257,4
La Petaca o S ⁿ Vicente	I	394,125	615	1.260
Luz Eléctrica de Los Andes (Ind)	I	14.000 lt/seg.		
Salero	D-	67	105	540
San Miguel	D-	1.610	2.512	360
Santa Rosa	I	1.227,75	1.915	1.260
Santander	D-	76	119	36
Rinconada	I	2.500	3.900	563,4
Soc. Industrial (Ind)	I	5.000 lt/seg.		
Los Cantos	I	300	468	204,75
Quilpué	D-	853	1.331	153
Estanquera	D-	227	354	41,4
Ahumada	D-	800	1.248	211,68
San Rafael	I	1.500	2.340	1.260
Curimón o La Lemina	I	400	624	90
Cerro Verde	I	75	117	18
Herrera	D-	467	729	149,4
Montenegro (o Almendral)	D-	529	825	127,8
Encón o Sauce	D-	500	780	180
Pueblo San Felipe	D-	230	359	183,6
La Pirca	D-	74	115	39,6
Parry N°1 (Ind)	D	1.500 lt/seg.		
TOTAL PRIMER TRAMO LEGAL		12.774	19.928	11.054,88

Nota: 1 Acción = 1,56 hectáreas

1) I = Ribera Izquierda
D = Ribera Derecha

Ind = Industrial

$\frac{19.928}{12.774} = 1,559$
 $Q_{MAX} = 23,44$
 $Q_{MAX} = 1,154$
 [lt/seg/ha]

28 m³/seg industriales

CUADRO 3.2 Derechos de Agua de los Canales de la Tercera Sección Legal del río Aconcagua.

Nombre del Canal		Derechos de agua permanentes		Derechos de agua event.
		Acciones	(ha.)	(litros/seg.)
Ocoa	I	800	1.248	0
Pequenes	I	400	624	0
Melón	D	0	0	4.050
Purutún	D	2.600	4.056	0
Hijuelas	D	584	911	0
Torrejón	D	0	0	100
Serrano	I	30	47	750
Waddington	I	1.000	1.560	0
Calle Larga	} I	1.939	3.025	0
Pocochay				
Ovalle	I	1.000	1.560	0
Mauco	D	0	0	6.300
Candelaria	I	816	1.273	0
Boco	D	230	359	0
Marfán	I	60	94	0
San Pedro	I	1.300	2.028	0
Rautén	D	600	936	0
Molino Rautén	D	300	468	0
Total Tercera Sección Legal		11.659 ✓	18.189 ✓	11.200 ?

Nota : 1 ^{Acción} Cuadra = 1,56 hectáreas ✓

- 1) I = Ribera Izquierda
D = Ribera Derecha

48²⁰ Ha
bajo canal
(201. G.P.)

6.221 ?

CUADRO 3.3 Derechos de Agua de los Canales del Rfo Putaendo

Nombre del Canal		Derechos de agua permanentes	
		Cuadras ?	Hectáreas
Chalaco	I		319.90
Ramadilla	D		584.32
El Tranque	I.U.		274,50
El Desague	I.U.		358.60
Guzmanes	I.U.	150,0	
La Compañía	D.U.	150,0	
Lobos y Castro	D.U.	25.5	
Los Lobos	I.U.		305.90
La Compuerta	I.U.		429.40
Gancho Barrancas	I.U.	12.0	
Montoya	I.U.	55.0	
Silva Viejo	I.U.	198.25	
Silva Nuevo	I.U.	152.25	
Los Lazos	I.U.	132.75	
Bellavista	I.U.	99.25	
Los Molinos	I.U.	163.00	
Gancho Los Perales	I.U.	44.0	
Gancho Las Meicas	I.U.	18.0	
Gancho El Chacay	I.U.	12.0	
Gancho Barbosa	I.U.	30.0	
Salinas	I.U.	162.0	
Magna	I.U.	345.0	
El Asiento	I.U.	59.75	
Ocho Bellavista	I.U.	90.0	
Mal Paso	D.U.	20.0	
Del Pueblo	D.U.	130.0	
El Alamo	D.U.	15.0	
Araya	D.U.	73.75	
El Cuadro	D.U.	6.0	
Rinconada Grande	D.U.	210.0	
Rungue	D.U.	25.90	
Las Viñas	D.U.	12.0	
El Manzano	D.U.	27.0	
El Cerro	D.U.	90.75	
Del Medio	D.U.	56.0	

CUADRO 3.3 Derechos de Agua de los Canales del Rfo Putaendo (Continuación)

Nombre del Canal	Derechos de Agua Permanentes	
	Cuadras	Hectáreas
Rinconada Chica	D. U.	222.75
Pedregales	D. U.	20.0
Las Coimas	D. U.	53.50
Calle Larga	D. U.	25.0
Punta El Olivo	D. U.	90.0
TOTAL RIO PUTAENDO		2.976,40
		2.272,62

Nota: Las superficies inscritas se hallan en revisión por parte de los regantes del valle y pueden, por tanto, sufrir modificaciones.

* 1 Cuadra = 1,5625 hectáreas ?

1 Cuadra = [Hás]

- 1) U = Canal Unificado
 I = Ribera Izquierda
 D = Ribera Derecha

En el río Aconcagua existen ^{cuatro} bocatomas que podemos calificar de "obras permanentes" y que son las siguientes:

- Bocatoma Canal Chacabuco-Polpaico: está ubicada aguas arriba de la estación de aforo de Chacabuquito. Sirve también al Canal Aconcagua, que es la aducción a la Central Hidroeléctrica de Los Quilos. ^{le us?}

- Bocatoma Canal Luz Eléctrica de Los Andes: está situada aguas abajo de la estación de aforo de Chacabuquito. ^{le us?}

- Bocatoma Canal Rinconada; está ubicada aguas arriba de la ciudad de Los Andes. Sirve también a los canales Los Cantos y San Rafael. rev. SM (D) Pag. 5 ^{I i?}

- Bocatoma Canal Parry N°2: está situada aguas arriba del puente de Ferrocarril de San Felipe. [?]

En los esteros, la única bocatoma permanente es la existente en el Estero Lo Campo, a través de la cual capta sus recursos el Canal Lorino II.

Las restantes bocatomas, tanto en el río Aconcagua como en el Putaendo y esteros, son de tipo "temporal". En estos se emplean ^{estructuras} dispositivos que consisten en un muro o barrera constituida por una hilera de trípodos ^{rolizos de} madera ~~rolliza~~, denominados "pata de cabra", los que son rellenos con bolones de piedra que ^{el peso?} le dan la estabilidad necesaria. ^{os?} Este muro o barrera se emplaza sobre el cauce del río, permitiendo ~~peraltar~~ el nivel del agua en la medida necesaria para desviar un caudal [?] determinado a través de un canal. Estos encauzamientos artificiales deben ser reconstruidos, por lo general, todos los años o después de las grandes crecidas.

Para el control del caudal de entradas, las bocatomas cuentan con estructuras de control de tipo tradicional: una compuerta frontal destinada a regular el caudal entrante al canal y una compuerta lateral que da acceso al canal de descarga ~~y que conduce los excedentes de la obra en cuestión~~. Algunos canales tienen otros elementos tales como desarenador, compuerta de cierre ~~y otros~~, además, ~~tienen un rebalse lateral de descarga~~.

Algunos canales de riego poseen bocatoma común, entendiéndose por esto una obra de toma que abastece dos o más canales. ^{o. a. r. i. e. s.} En general, se trata de un encauzamiento del río hacia un canal común que conduce el caudal necesario para varios canales hasta el lugar en que están ubicadas las compuertas de éstos o bien ellas están ubicadas en el canal común y las aguas se distribuyen a través de un marco partidior entre los diferentes canales.

¿ Y las tomas para ...

4.3. SECCIONES DE AFORO

~~Algunos metros~~ ^A aguas abajo de las compuertas de la bocatoma se ubica en el canal una sección de aforo con el fin de medir el caudal de entrada al canal. Estos dispositivos no solamente existen en los canales que poseen derechos, donde es imprescindible el aforo, sino que también las hay en los canales de la segunda sección del río que no tienen derechos inscritos.

4.3.1 Río Aconcagua

- Primera Sección: En los canales de esta sección las estructuras de aforo son barreras rectangulares, con reglillas aforadoras de escala no métrica. Durante los períodos de turno, se fija una misma lectura en todas las reglillas con lo cual el caudal captado corresponde a los derechos permanentes.

- Segunda Sección: Si bien casi la totalidad de los canales de esta sección captan el caudal que necesitan, sin demarcación, en la última sequía se les exigió la construcción de secciones de aforo con reglillas limnimétricas las que son controladas por los celadores. La información existente acerca de las curvas de descarga de estas secciones es incompleta y el caudal se regula de acuerdo a los requerimientos del sector abastecido por el canal correspondiente.

- Tercera Sección: Las secciones de aforo de los canales de este sector cuentan con reglillas limnimétricas y cada una tiene su correspondiente curva de descarga.

- Cuarta Sección: Los canales de este sector carecen de secciones de aforo.

4.3.2. Río Putaendo

En el río Putaendo sólo hay sección de aforo en los canales de cabecera y en el Canal Unificado.

¿CUALES?

4.3.3. Esteros

Los canales que captan recursos de los esteros lo hacen en forma libre y sólo existen secciones de aforo en aquellos canales de cierta importancia. *talés como . . .*

4.4. CANALES PRINCIPALES

4.4.1. Río Aconcagua

El valle del río Aconcagua posee una red de canales de riego (en su mayoría de construcción particular) la cual ha sufrido muy pocas modificaciones desde 1872, año en que la primera nómina oficial de canales fue reconocida por ordenanza del Gobierno.

Desde entonces ~~hasta ahora~~, los cambios importantes introducidos han sido la construcción por parte del Estado, del Canal Chacabuco-Polpaico, que entró en servicio el año 1933 destinado a regar, con aguas del río Aconcagua, las zonas de Chacabuco y Polpaico, y el Canal Mauco, que fue terminado y puesto en servicio en el año 1935, destinado a regar la zona costera del valle de Aconcagua.

Los canales, en su totalidad ^{están} ~~son~~ sin revestir, salvo en algunos tramos específicos, y sus características más importantes aparecen en los cuadros 4.1 a 4.4.

*Sólo están los del R. Aconcagua.
Falta Putaendo y Esteros*

CUADRO 4.1 Características Físicas de los Canales de la Primera Sección del Rfo Aconcagua

N°	Nombre del Canal	Ribera	Capac.	Sup.	Lon-	Tipo	Com-	Marco	Embalses		Bombeo		OBSERVACIONES
			Máxima (m ³ /s)	bajo canal (ha)	gi- tud (Km)	de Boca- toma	paerta en Boca toma	de Aforo	N°	Vol. (Mil M ³)	N°de Pozos	(lt./s)	
1	Aconcagua (Ind)	D		-		1	Si	Si					
2	Chacabuco	I	3.0	348		1	Si	Si					Aguas arriba de Chacabuquito
3	Los Quillos	I		574		0	No	No					
4	Chacayes	D				0	No	No					
5	La Quebrada	D				0	No	No					
6	Zamora	D				0	No	No					
7	San Regis (o Hurtado)	D	1,8	1.176	15,2	0	No	Si	12	112			
8	Higueral (o Ramírez)	D	0,4	159	1,4	0	No	No	1	4,5			
9	La Petaca	I	1,8	1.171	17,0	0	No	Si	7	197			
10	Luz Eléctrica de Los Andes (Ind.)	I											
11	Salero	I D	0,5	793	14,5	0	No	Si	1	60			
12	San Miguel	D	5,0	3.501	4,0	0	No	Si	12	113			
13	Santa Rosa	I	3,5	1.191	3,7	0	No	Si	5	213			Tiene desarenador
14	Santander	D	0,6	118	1,0	0	No	Si	-	-			
15	Rinconada	I	8,0	3.881	9,0	1	Si	Si	2	13			
16	Soc. Industrial (Ind)	I											
	Los Cantos	I	1,2	617	5,0	1	Si	Si	-	-			
17	Quilpué	D	1,5	1.369	20,0	0	No	Si	6	93			
18	Estanquera	D	1,1	413	5,0	0	No	Si	-	-			
19	Ahumada	D	2,4	1.377	7,0	0	No	Si	-	-			
20	San Rafael	I	6,0	3.161	7,0	1	Si	Si	2	46	3	240	
21	Curimón (La Lemina)	I	1,25	595	4,5	0	No	Si	-	-	2	130	
22	Cerro Verde	I											
23	Herrera	D	1,3	584	7,5	0	No	Si	1	5			
24	Montenegro (o Almendral)	D	1,2	1.027	6,0	0	No	Si	-	-	1	70	
25	Encon. Lo Sauce	D	1,1	942	4,5	0	No	Si	1	7			Aforador ahogado
26	Pueblo San Felipe	D	1,5	363	4,1	0	No	No	-	-	1	90	
27	La Pirca	D											
28	Parry N°1 (Ind)												
29	Estero Pocuro			718									
30	Estero Jahuel			555									
31	Estero El Cobre			230									
32	Estero San Francisco			214									
33	Estero Quilpué			446									
T O T A L				25.523					50	863,5	7	530	

Nota: Ind = Industrial
D = Ribera Derecha
I = Ribera Izquierda

CUADRO 4.2. Características Físicas de los Canales de la Segunda Sección del Rfo Aconcagua

N°	Nombre del Canal	Ribera	Capacid. Sup.		Longi- tud	Tipo de Boca- toma	Com- puerta en Bo- catoma	Marco de Aforo	Embalses		Bombeo		OBSERVACIONES
			Máxima (m ³ /s)	bajo canal (ha)					N°	Vol. (mil m ³)	N°de Pozos	(lt./s)	
1	Parry N°2 (Ind)	D				1	Si	Si					
2	Escorial Culebra	I	0,26	61	1,5	0	No	No					
3	Escorial del Alto o <i>Vinillos</i>	I		} 334	2,0	0	No	Si					
4	Manzanet	I				0	No	Si					
5	Escorial del Medio	I			3,5	0	No	Si					
6	Com. de Panquehue	I		368	9,5	0	No	Si			2	101	
7	Com. de Palomar	I	1,60	1.844	2,4	0	No	Si					
8	La Redonda o <i>Aguetinas</i>	D	0,45	52	8,0	0	No	No					Elevación Mecánica
9	Sta. Isabel	D	0,50	36	10,5	0	No	No					
10	Catemu del Alto	D	3,70	1.423	34,0	0	Si	Si	4	134			
11	Turbina Sta. Isabel	D	0,50	187	1,0	-	-	-					Destruída en 1978
12	Catemu del Bajo	D	2,0	895	20,5	0	No	Si	1	15,4	1	20	
13	Mercedes	D	0,7	165	4,3	0	No	Si					
14	Pepino Huidobro	D	1,65	887	7,5	0	No	Si					
15	Chacay-Pedregales	D	1,20	694	1,4	0	No	No					
16	Valdesano o <i>Uay Uay</i>	I	2,5	1.481	23,9	0	No	Si	5	62,4			
17	Estancilla	I	0,35	131	0,5	0	No	Si					
18	<i>Ucuquer</i> o <i>Comunero</i>	I	2,40	1.639	15,0	0	No	Si	4	88,3			
19	Las Vegas - Molino	I	1,40	682	5,0	0	No	No					Aforador destruído
20	Romeral de <i>Pardúa</i> <i>Purehue</i>	D		116	18,5	0	No	Si					
21	Romeral de La Sombra	D		463	3,0	0	No	Si			1	30	
22	Com. de Romeral	D		} 572	4,0	0	No	Si					
23	Enrique Correa	D				0	No	No					
24	A. Claras - B. del Rfo			582	1,5								Proviene de Vertiente
25	Borgino			370	4,0								
26	Estero Lo Campo			842					10	125			
27	Lorino II			1.130	25,0	1	Si	Si	-	-			Bocatoma en E. Lo Campo
28	Estero Catemu			687									
TOTAL				15.641					24	425,1	4	151	

Nota: Ind = Industrial
D = Ribera Derecha
I = Ribera Izquierda

CUADRO 4.3 Características Físicas de los Canales de la Tercera Sección del Rfo Aconcagua

N°	Nombre del Canal	Ribera	Capac. Máxima (m ³ /s)	Sup. bajo canal (ha)	Longitud (Km)	Tipo de Bocatoma	Compuerta en Bocatoma	Marco de Boca-Aforo	Embalses		Bombeo		OBSERVACIONES
									N°	Vol. (Mil M3)	N°de Pozos	(l./s)	
1	Ocoa	I	0.90	597	7,5	0	No	Si	1	5,0			
2	Pequeñes	I	0.60	681	8,5	0	No	Si			2	55	
3	Melón	D	2.20	1.566	23.0	0	Si	Si	3	1.700,0			
4	Purutún	D	5.30	3.253	11.4	0	Si	Si	4	70,0			
5	Hijuelas	D	1.30	1.088	4,4	0	Si	Si			4	110	
6	Torrejón	D	0.30	184	2,2	0	Si	Si			1	30	
7	Serrano	I	0.80	275	23,0	0	No	Si	6	16,63			
8	Waddington	I	2.20	3.792	81,5	0	Si	Si		500,0	6	72	
9	Calle Larga	I	4.3	661	7,2	0	No	Si	4	8,78	11	301	
10	Ovalle	I	2.5	2.460	55,5	0	No	Si			1	14	
11	Candelaria	I	1.90	1.262	7,0	0	No	No	2	1,2	4	127	
12	Boco	D	0.60	232	1,0	0	No	Si					
13	Marfán	I	0.15	41	1,3	0	No	No					
14	San Pedro	I	2.3	1.058	2,2	0	No	Si			2	48	
15	Mauco	D	1,20	798	62,5	0	Si	Si	18	210,5			
16	Rauten	D	1,65	1.098	2,7	0	No	Si	5	70,0			
17	Molino de Rautén	D	0.40	372	1,1	0	No	No					
18	Rabuco o Echeverría		3.5	1.211	31,4				1	5,0			Bocatoma en Est. Los Loros
19	Pachacama			154	10.0								Bocatoma en Est. Rabuco
20	Estero Los Litres			1.658									
21	Estero San Pedro			1.058							2	56	
22	Estero Pelumpén			587							1	13	
23	Estero Lliu-Lliu			373							1	2	
TOTAL				24.467					44	2.587,11	35	828	

24.459

Nota : I = Ribera Izquierda
D= Ribera Derecha

CUADRO 4.4. Características Físicas de los Canales de la Cuarta Sección del Rfo Aconcagua

N°	Nombre del Canal	Ribera	Capacidad Max. (m ³ /s)	Sup. bajo canal (ha)	Longitud (km)	Tipo de Boca-toma	Compuerta en Boca-toma	Marco de Aforo	Embalses		Bombeo		OBSERVACIONES
									N°	Volum. (Mil M ³)	N° de Pozos	(lt./s)	
1	Sta. Rosa de Colmo	D	0,32 P. 83	97	9,5	0	No	No					
2	Colmito	D											
3	Tabolango 1	I	}	143	2,5	0	No	No					
4	Tabolango 2	I											
5	San Víctor	I											
6	Sta. Rebeca	I	}	261	1,6	0	No	No					
7	Com. Con Con	I											
8	Estero Limache			45	2,5	0	No	No					
TOTAL				622									

Nota: D = Ribera Derecha
I = Ribera Izquierda

906

4.4.2. Río Putaendo

Respecto de los canales del Río Putaendo hay que señalar que también son canales de tierra, exceptuando el Canal Unificado que es revestido en albañilería de piedra.

4.5. ESTRUCTURAS DE DISTRIBUCION

Las estructuras de distribución más utilizadas en la Zona del Proyecto son los marcos partidores, los cuales dividen el caudal en porcentajes o partes alicuotas que guardan proporción directa con las "acciones" de cada predio o ramal.

La distribución de las aguas a través de canales secundarios y sub-derivados se lleva a cabo empleando marcos partidores o pequeñas compuertas metálicas.

La zona del Proyecto presenta deficiencias en cuanto a la calidad y ubicación de marcos partidores debido a que, en el proceso de división progresiva de las grandes haciendas, no se consideró la construcción de nuevas estructuras. Particularmente sensible es este problema en las parcelas creadas por la Reforma Agraria.

4.6. TRANQUES NOCTURNOS

En las áreas actualmente bajo canal existen zonas que cuentan ~~para su riego~~ con tranques de regulación nocturna, los cuales almacenan por las noches el caudal de los respectivos canales para luego utilizar dichas aguas en el riego durante el día, aumentando de este modo la eficiencia de utilización de los recursos. La distribución de éstos por canal con indicación de la capacidad ^{total} de almacenamiento se presenta en los Cuadros 4.1 al 4.4 ya mencionados. *¿Valle Putaendo?*

4.7. CANALES DE DISTRIBUCION

A nivel predial, la distribución de agua se realiza sin mucho control, empleándose ^{el} sistema de tacos de tierra que en muchos casos produce anegamientos en los terrenos y pérdidas por derrames a través de caminos y senderos.

5. DISTRIBUCION EFECTIVA DEL AGUA

5.1. INTRODUCCION

El trabajo de esta etapa se dividió en dos partes. En la primera se procuró determinar, en la medida que la información disponible lo permitiera, aquellas relaciones entre el río y la toma de canales que son necesarios para el funcionamiento de los modelos de Planificación y ^{de} Riego y Derrames.

En la segunda etapa se estudió la distribución entre los canales de cada sección con el fin de determinar en qué medida se ajustó la situación real de toma a los sistemas legales vigentes.

5.2. INFORMACION DISPONIBLE

La CORFO, a través del Departamento de Recursos Hidráulicos y la D.G.A., realizaron ^{en} corridas de aforo tanto en los ríos Aconcagua y Putaendo, como en algunos esteros de la zona durante el período 1969-1976.

Se dispuso de un total de ~~59~~ ^{miéndo} ~~corridas de aforo~~ para el río Aconcagua las que fueron realizadas aforando, en primer término, el caudal del río en Chacabuquito y, posteriormente todos los canales con bocatoma en el río, los esteros en su desembocadura y el río en ciertos lugares para tener cierres parciales. Las corridas duraban tres días y se ponía término a ellas con el aforo del río en el puente Colmo. Sus resultados han sido usados como fuente de información para el estudio de ^{leyes de} la toma de canales.

El estero Lo Campo, ubicado en la zona de Panquehue, cuenta con 19 corridas de aforo. Esta información permitió estudiar el caudal captado por sus canales. Igual cosa ocurrió con los esteros Gatemu, Rábuc, Rómeral y Las Vegas.

Se dispuso de 12 corridas de aforo realizadas en el río (Putuendo) entre Resguardo y el Badén. Tales datos sólo tienen validez para representar la situación pasada ya que el régimen actual se halla modificado por la utilización del canal unificado.

5.3 LEYES DE TOMA DE CANALES

Se establecieron leyes de toma por canal, por grupo de ellos en ciertos casos, y para el total del caudal tomado por los canales de un sector. En este informe se ha definido como ley de toma la relación matemática entre el caudal extraído por un canal o grupo de canales y otras variables tales como, por ejemplo, el caudal del río en un punto determinado.

Para establecer leyes de toma por sector, los canales fueron agrupados de acuerdo a la sectorización indicada en el punto 2.2, con la excepción de los canales de la Tercera y Cuarta Sección del río Aconcagua que para este efecto fueron considerados en una sola agrupación.

5.3.1 Primera sección

Se estableció una ley de toma para la totalidad de los canales de riego ubicadas entre Chacabuquito y San Felipe en función del caudal aforado en el río en la primera estación fluviométrica mencionada.

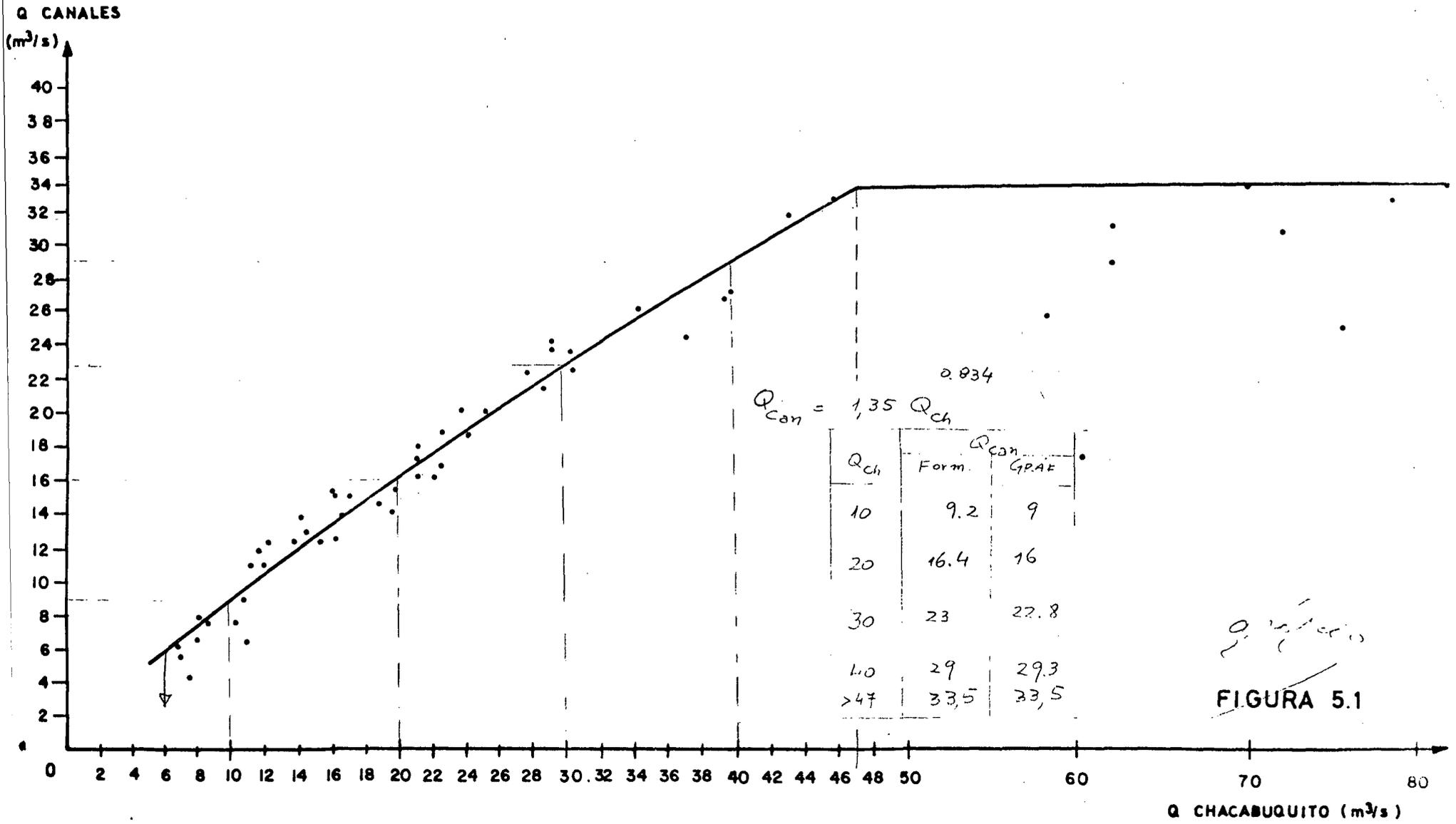
El río

La figura N°5.1 presenta los resultados obtenidos a partir de las corridas de aforo realizadas durante la temporada de riego. Esta información se ajustó por mínimos cuadrados obteniéndose la siguiente expresión:

$$Q_{can} = 1.35 Q_{ch}^{0.834} \quad (m^3/s) \quad 6 < Q_{ch} \leq 47$$

$$Q_{can} = 33.5 (m^3/s) \quad Q_{ch} > 47$$

CANALES 1a SECCION RIO ACONCAGUA



Q. m. s. c. d. s.

FIGURA 5.1

La hora en que se realizaba el aforo del río en Chacabuquito y el estudio de los limnigramas de dicha estación permiten considerar tal caudal instantáneo como representativo del caudal medio diario. Además, dado que se cuenta con aforos para caudales en el río y en los canales que cubren un amplio rango y que los puntos tienen poca dispersión, es posible, entonces, suponer que es válido aplicar esta relación para situación media mensual.

Los canales ubicados aguas arriba de Chacabuquito no fueron considerados en las corridas de aforo de manera que no se dispone de información que permita realizar un estudio acerca del caudal captado por ellos, sólo en el caso del canal Chacabuco-Polpaico, el cual cuenta con registro de caudales (~~0.311/505~~), fue posible deducir una expresión que se ^{halló} haya actualmente en revisión y que analíticamente se expresa como

$$Q_{can} = 0.05 Q_{HI} \quad Q_{can} < 3.0 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

En esta expresión Q_{HI} representa el caudal de la hoyita intermedia del río Aconcagua.

Se estudió también la distribución entre las dos riveras, del caudal total captado por los canales, obteniéndose los siguientes ajustes por mínimos cuadrados para los puntos de la figura N°5.2.

$$\left. \begin{aligned} Q_{canN} &= 0.448 Q_{can} + 0.27 \text{ (Ribera Norte)} \\ Q_{canS} &= 0.552 Q_{can} - 0.27 \text{ (Ribera Sur)} \end{aligned} \right\} Q_{can} = 0 \Rightarrow \left\{ \begin{aligned} Q_{cN} &= 0.27 \\ Q_{cS} &= -0.27 \end{aligned} \right\} ?$$

¿inconsistencia?

Finalmente se obtuvieron leyes de tomas por canal en función del caudal total tomado por los canales de esta sección con el propósito de utilizar dicha información en el modelo de riego. Los resultados se presentan en las figuras N°5.2 a 5.21. Se acompaña en el cuadro 5.1 un resumen con las leyes de toma deducidas para cada canal.

5.3.2 Segunda Sección

La existencia de un importante régimen de recuperaciones en el río en esta sección hizo que sólo fuera posible deducir una ley para la

Q CANALES x Ribera)
(m³/s)

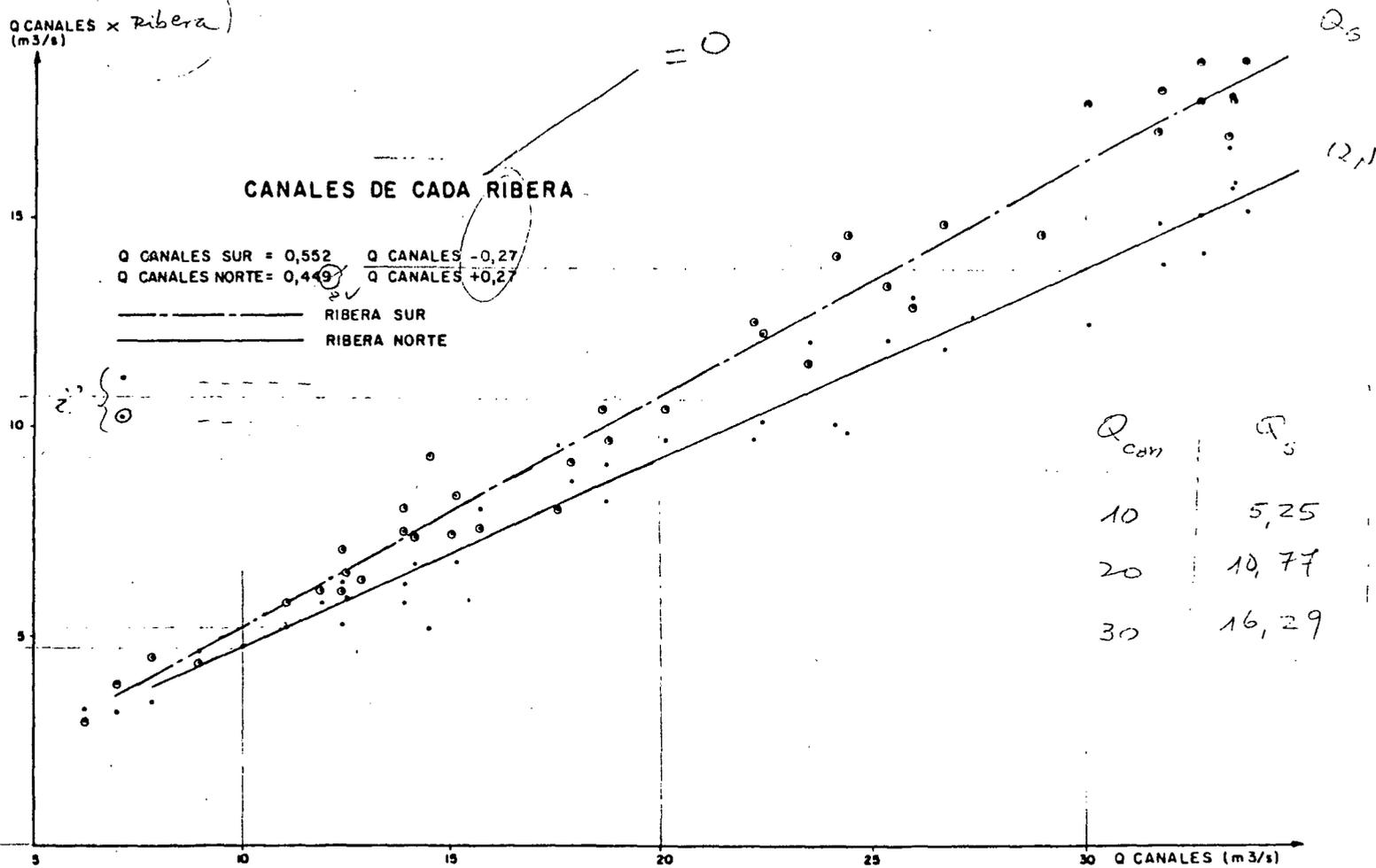


FIGURA 5.2

CUADRO 5.1 Leyes de Toma deducidas para cada Canal

la 1ª sección

(Piscina del primer completo)

Identificación Canales	Derivación	% Toma	Identificación Canales	Derivación	% Toma
San Regis	↓	4,9 ✓	Montenegro	↓	2.9 ✓
Ramírez		0.7 0,5 ✓	Encon - SAUCE		2.9 ✓
Salero		0.95 ✓	Pueblo y Pirca		3x6 ✓ (16) 10
San Miguel		13.1 ✓	La Petaca		5.2 ✓
Santander		1.3 ✓	Santa Rosa		9.9 ✓
Quilpué		4.4 ✓	Rinconada	19.5	19.5 ✓ Verificar
Estanquera		1.8 ✓	Los Cantos		2.8 ✓
Ahumada		6.0 ✓	San Rafael		15.0 ✓
Herrera		2.9 ✓	La Lamina ?		2.2 ✓
			Cerro Verde ?		falta según C. 3.1 en P. 24

45,05% ?

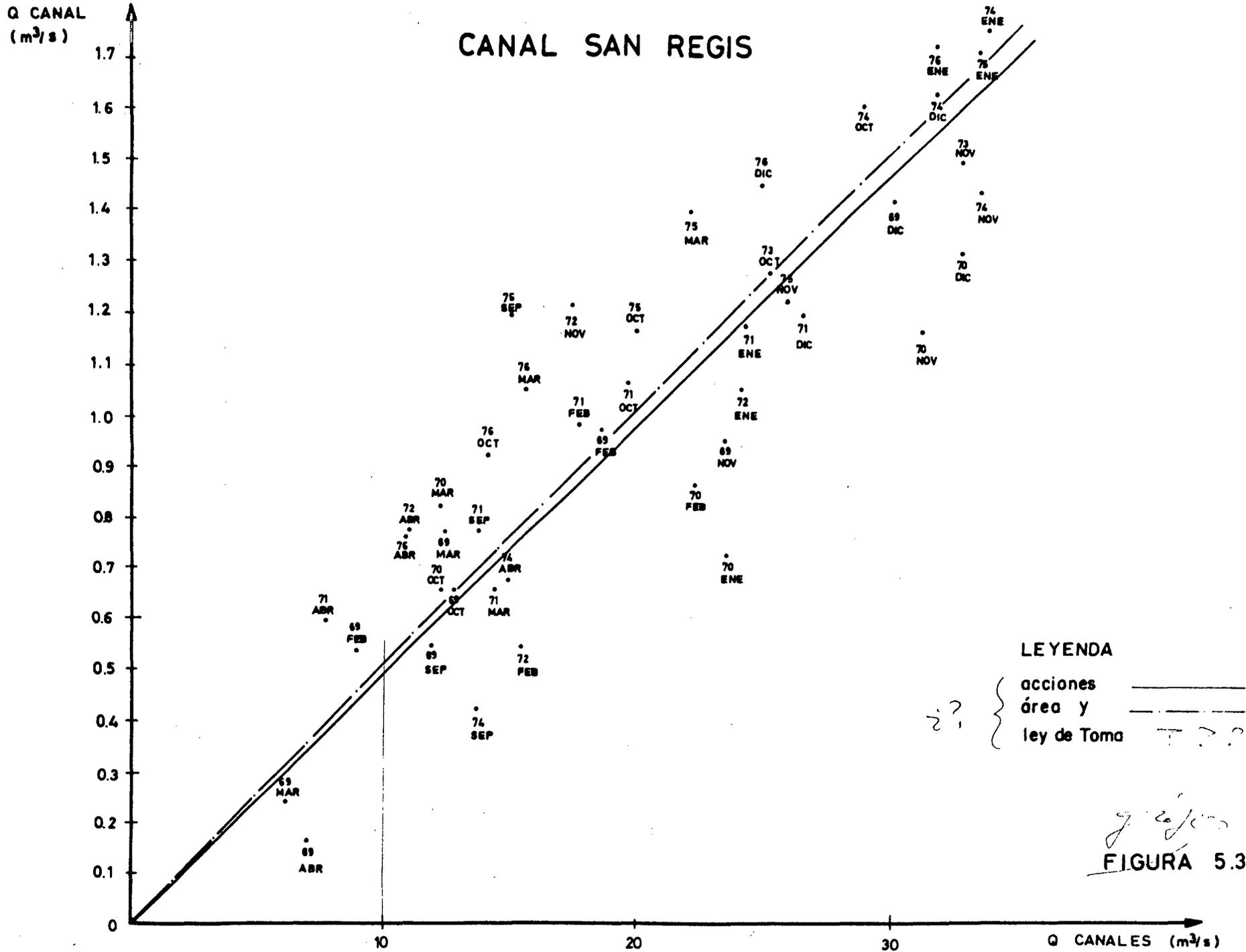
Nota: Estos valores corresponden a los porcentajes sobre el caudal total captado por los canales, es decir, ...

para qué situación representada en los gráficos

o por 9...

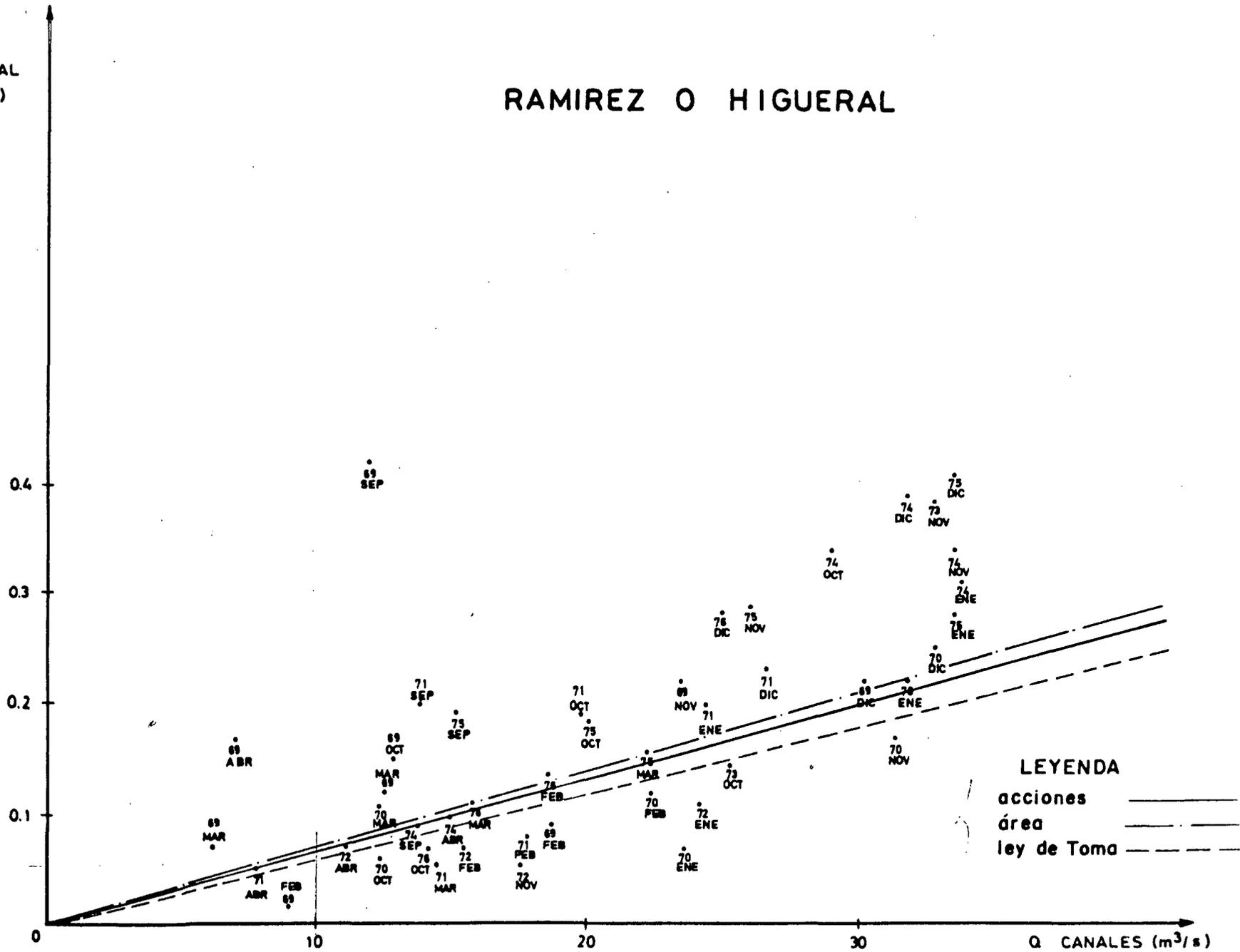
*

*



Q CANAL
(m³/s)

RAMIREZ O HIGUERAL



LEYENDA
acciones _____
área _____
ley de Toma _____

FIGURA 5.4

CANAL SAN MIGUEL

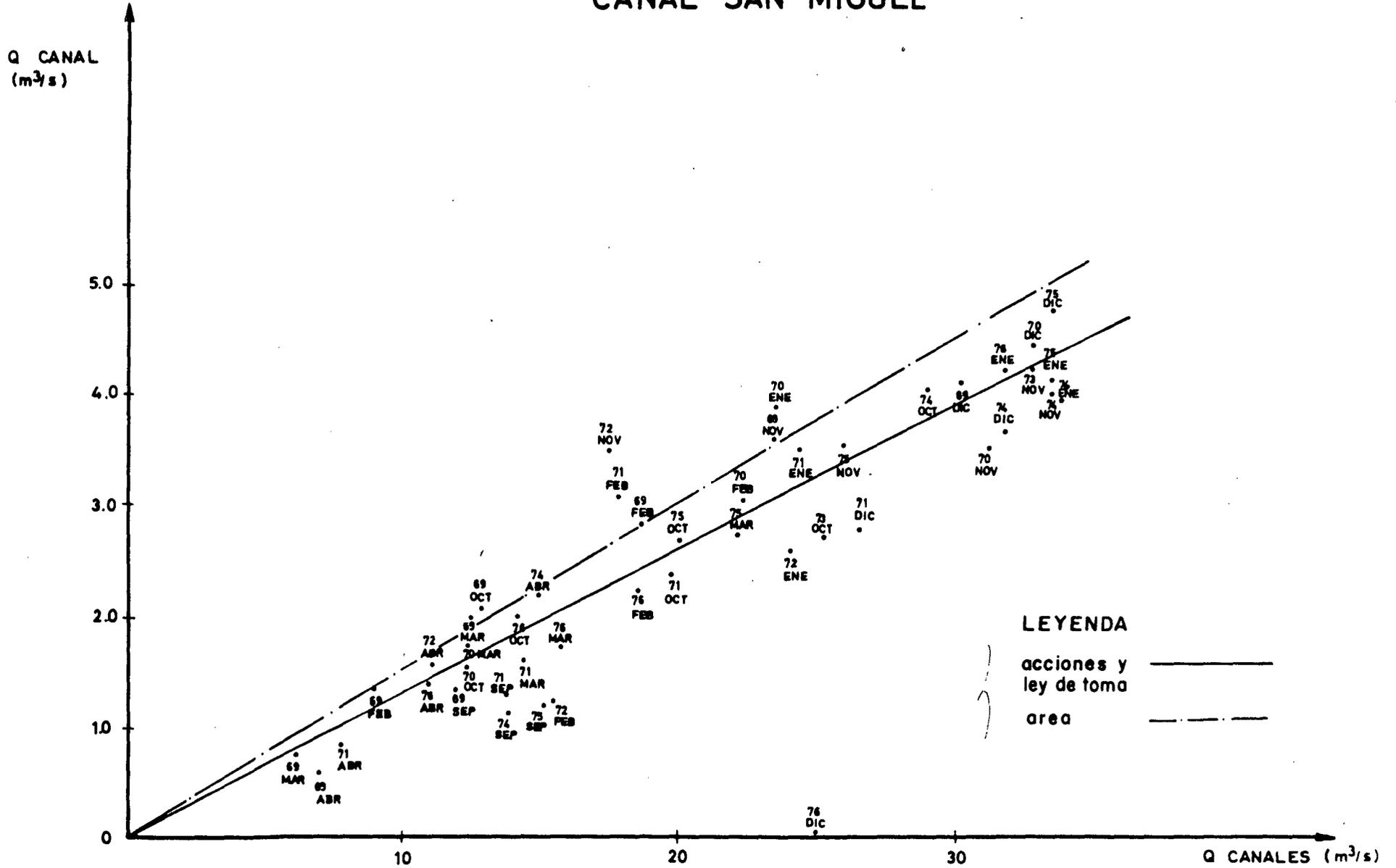
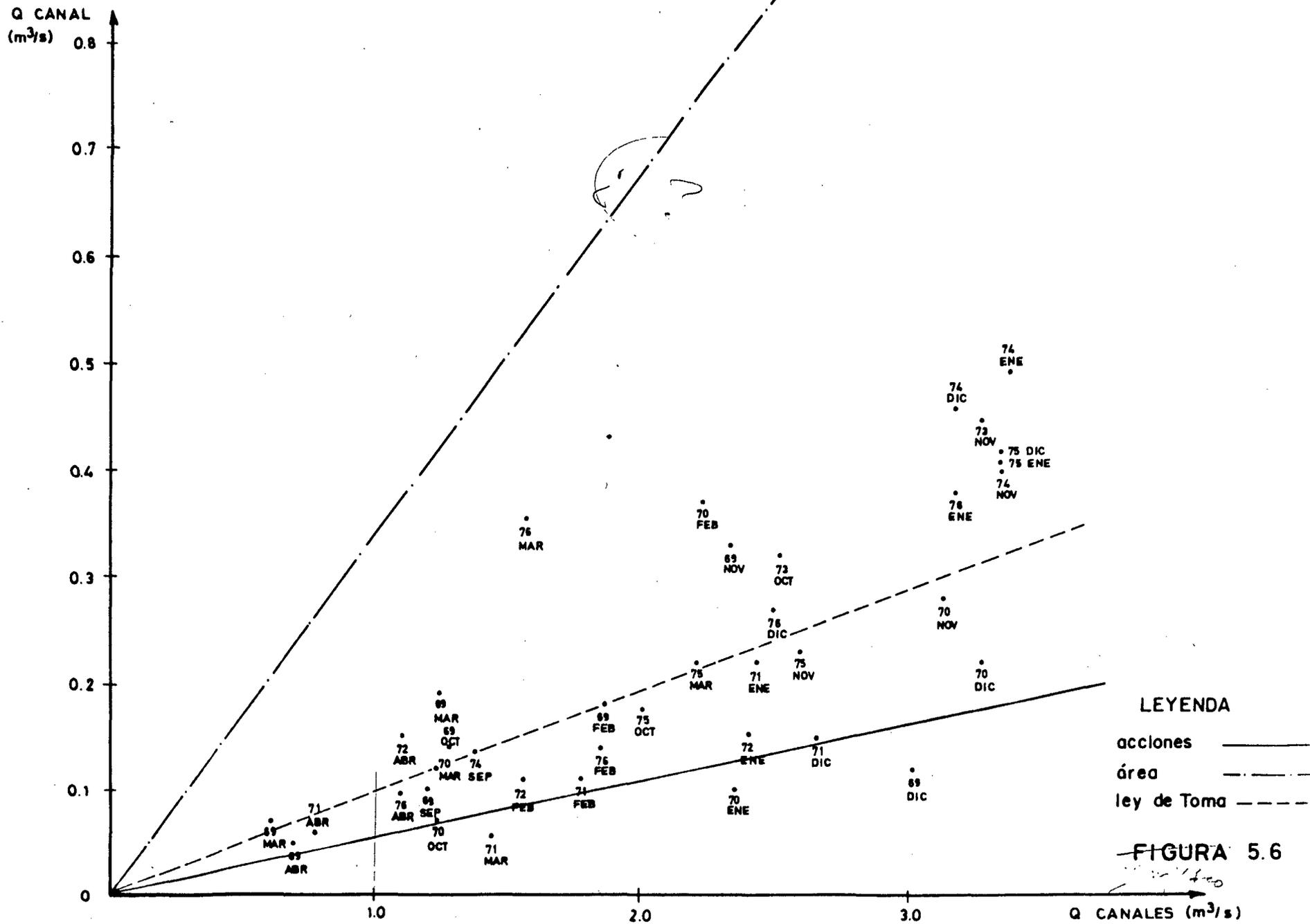


FIGURA 5.5

CANAL SALERO



CANAL SANTANDER

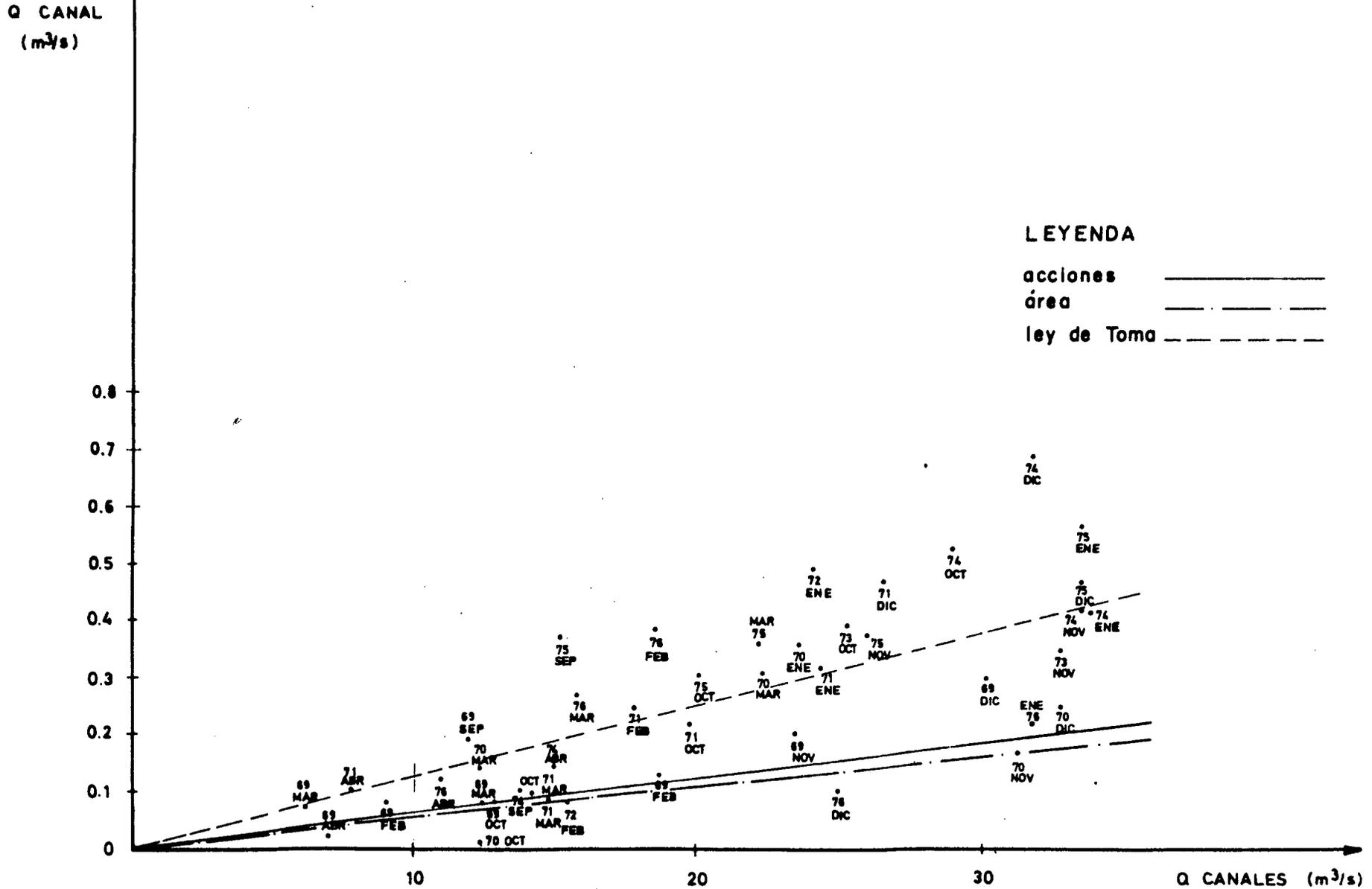


FIGURA 5.7

CANAL ESTANQUERA

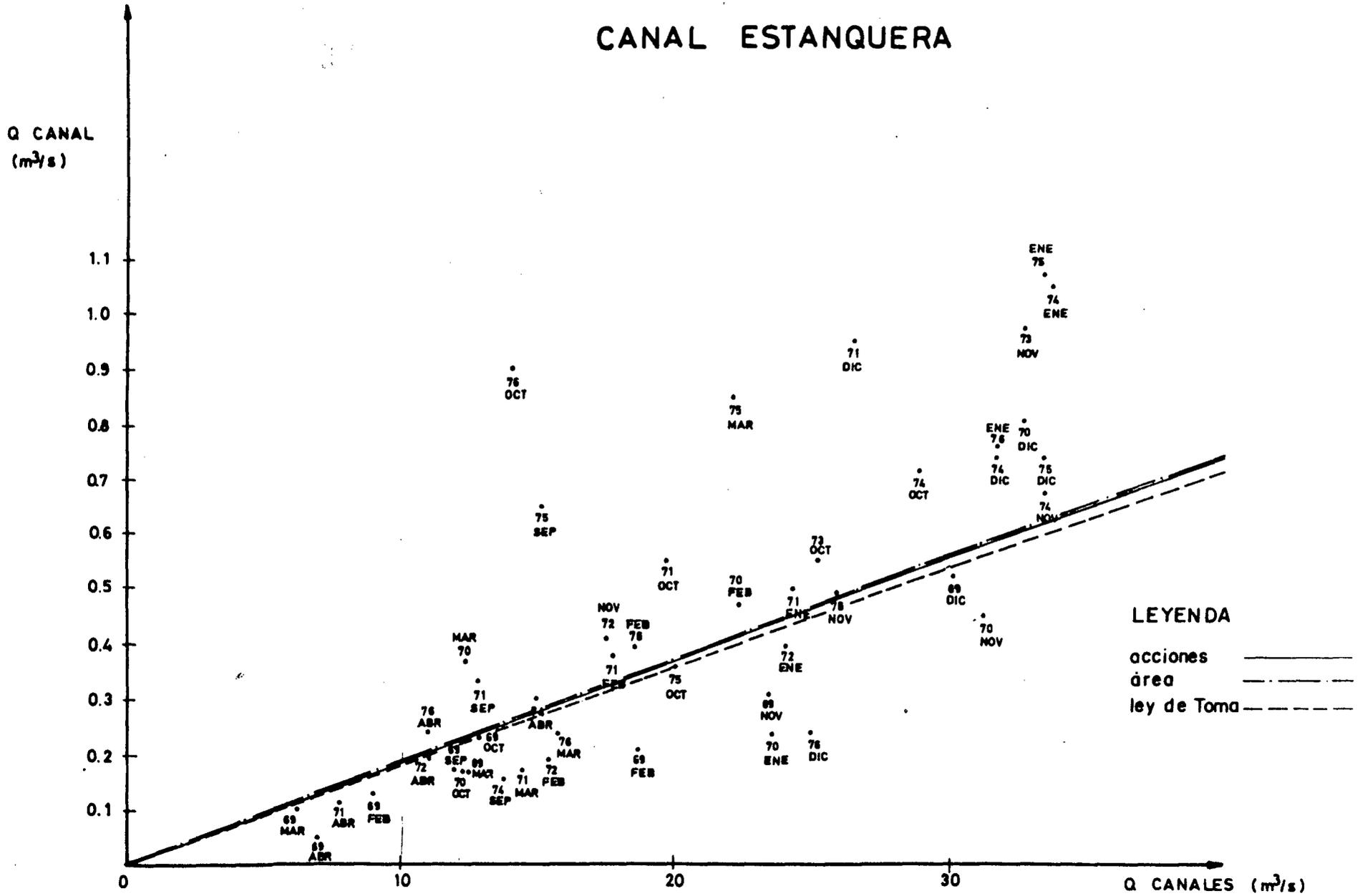
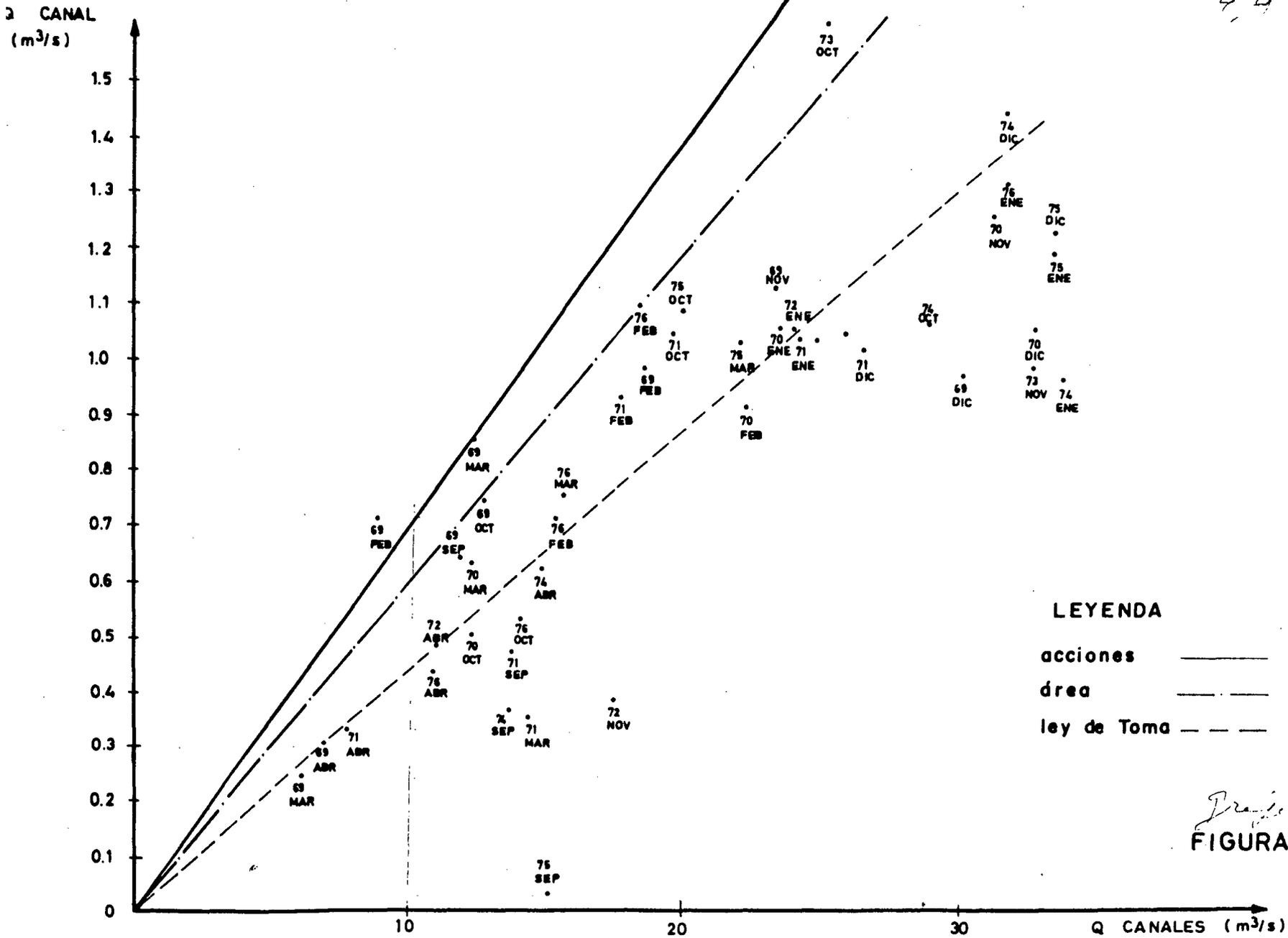


FIGURA 5.8

CANAL QUILPUE

44



LEYENDA
 acciones ———
 área - - - - -
 ley de Toma - · - · -

FIGURA 5.9

CANAL AHUMADA

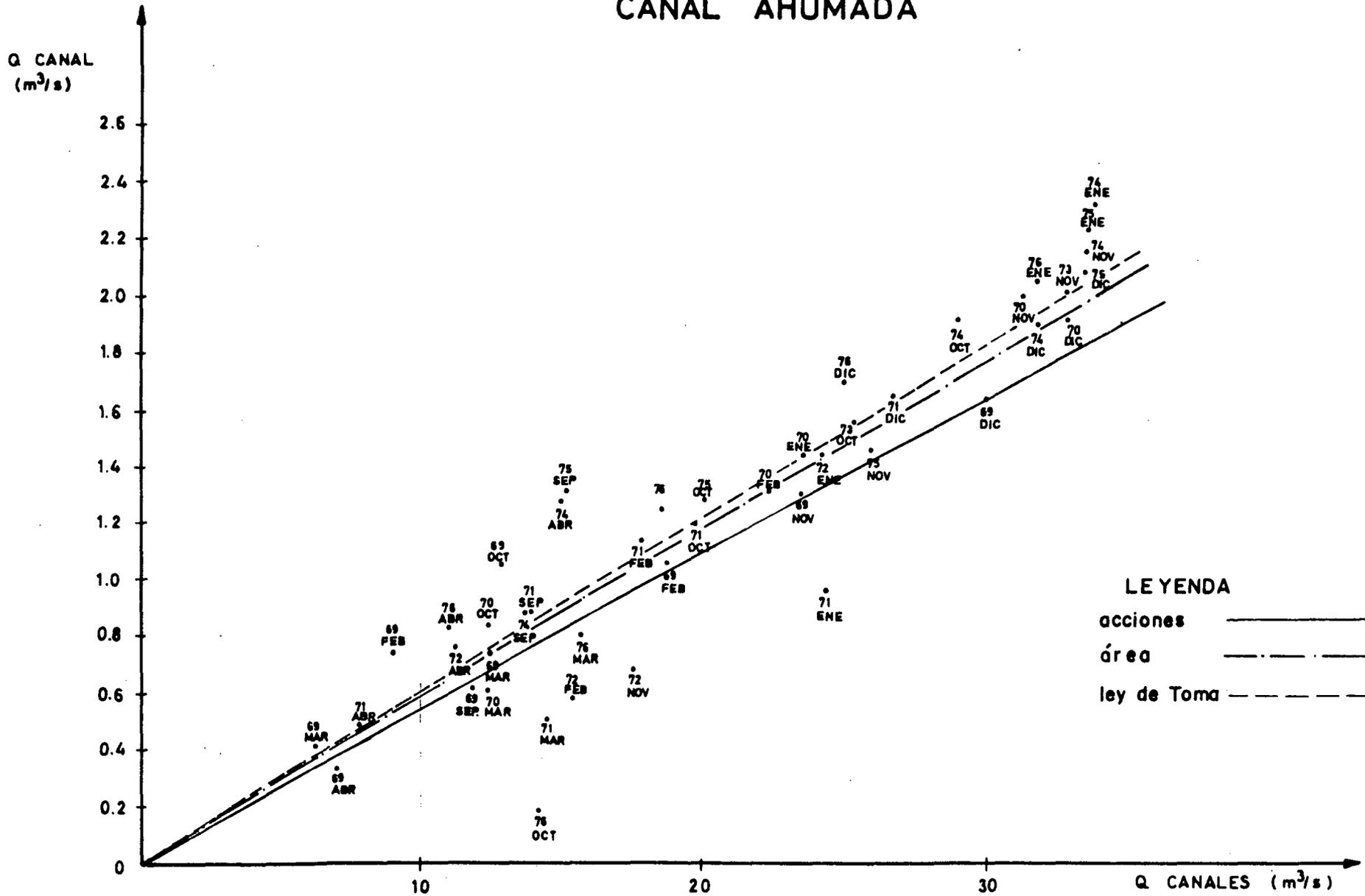


FIGURA 5.10

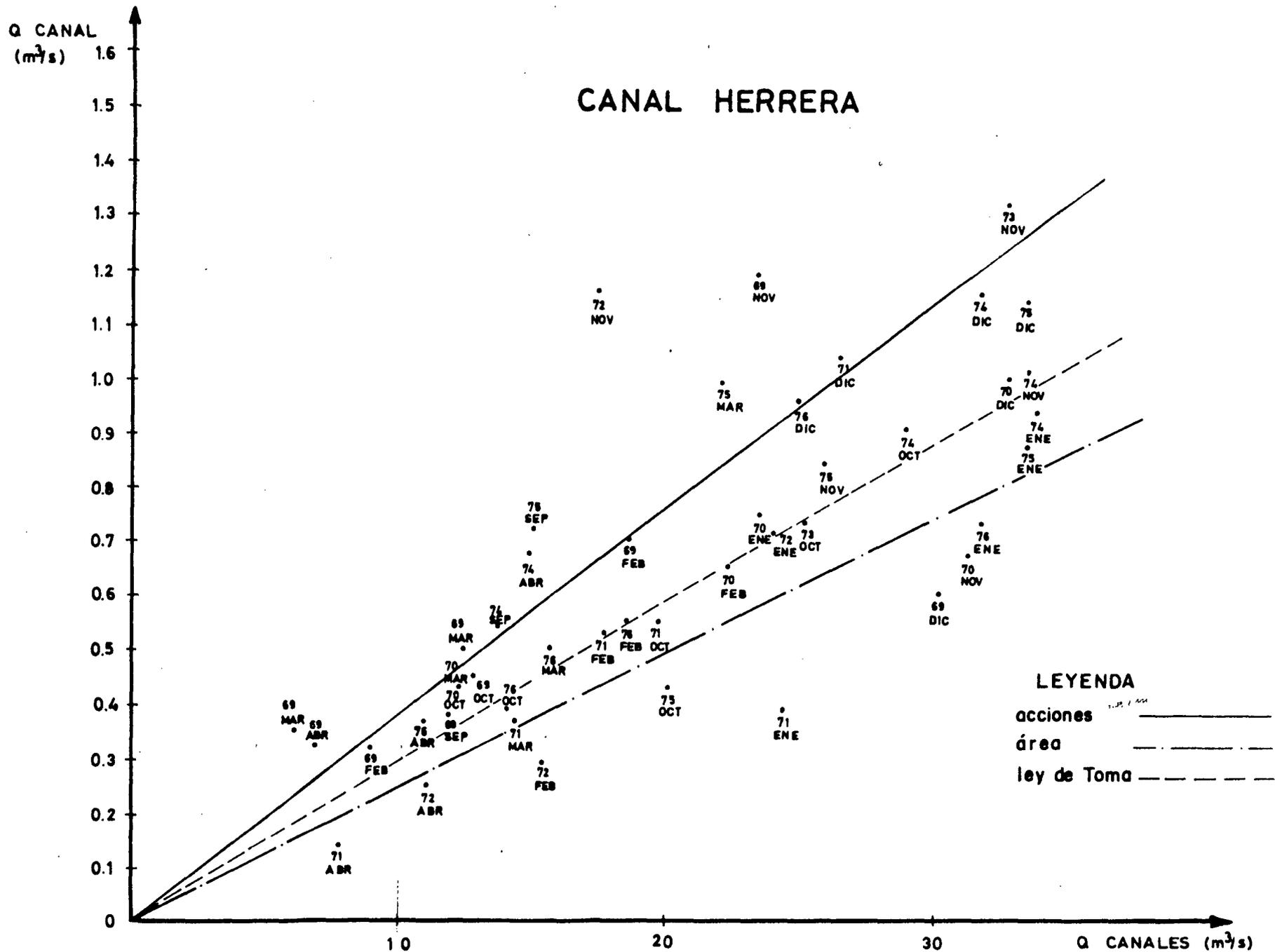


FIGURA 5.11

CANAL MONTENEGRO

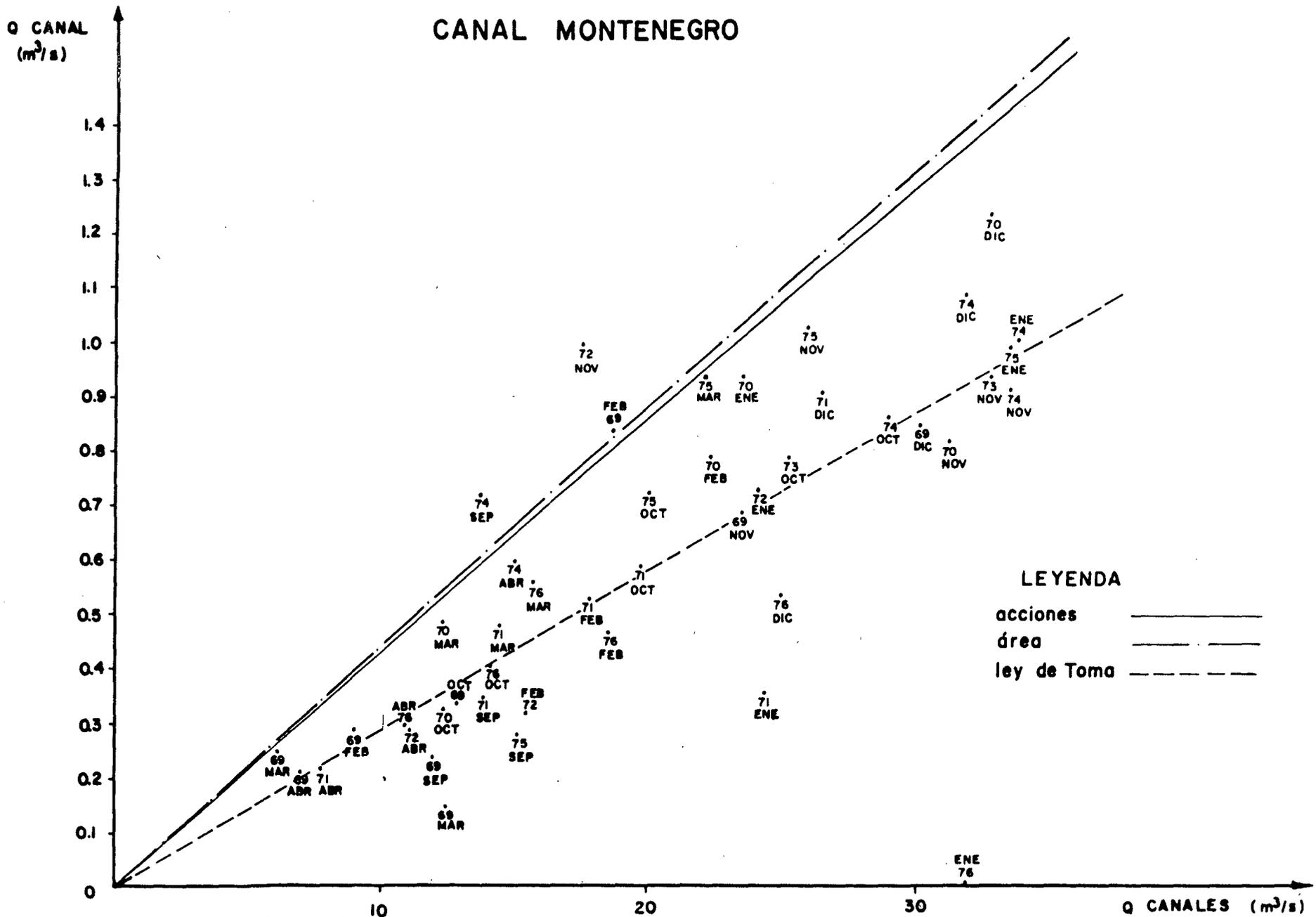


FIGURA 5.12

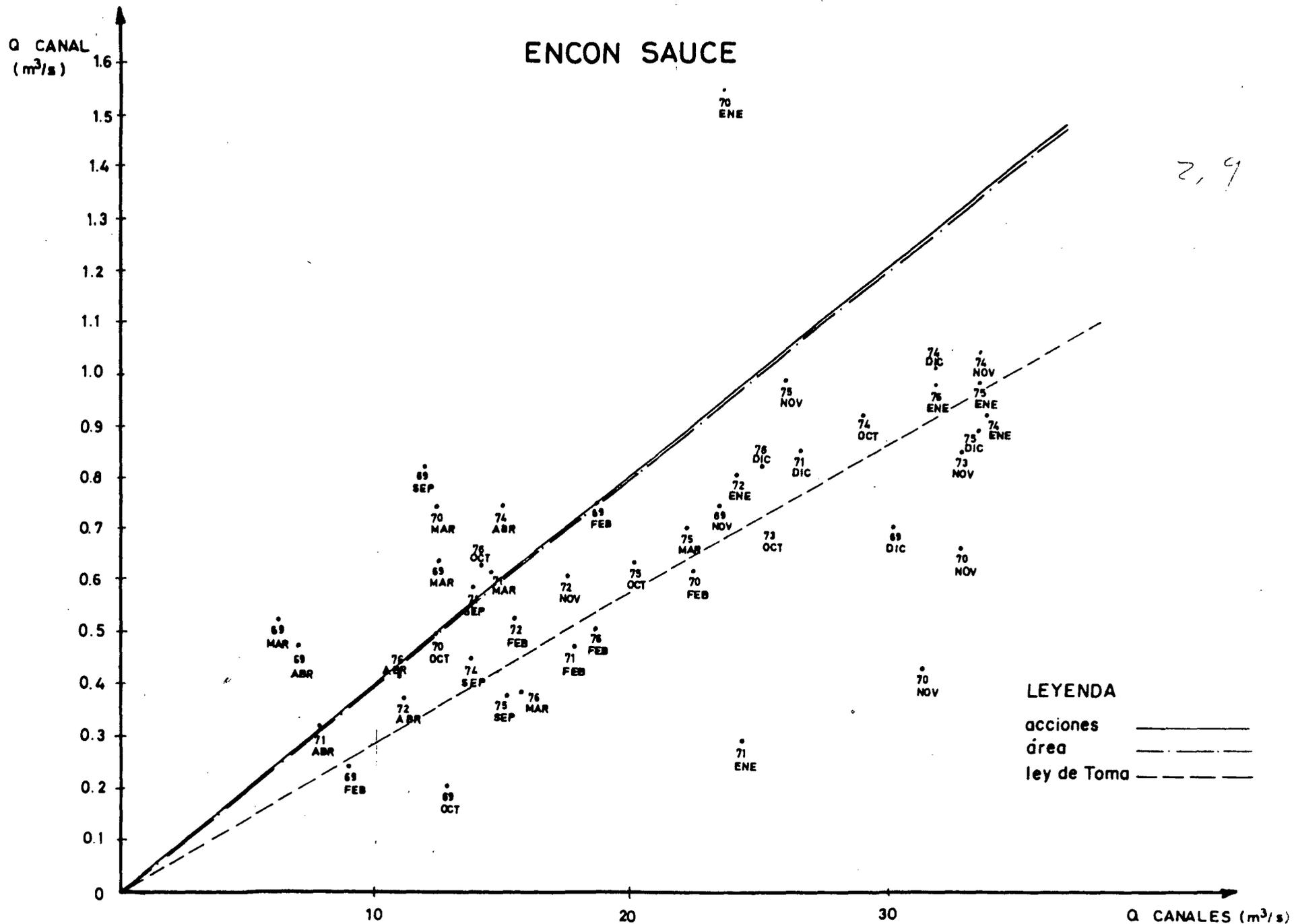


FIGURA 5.13
g. 10/1/60

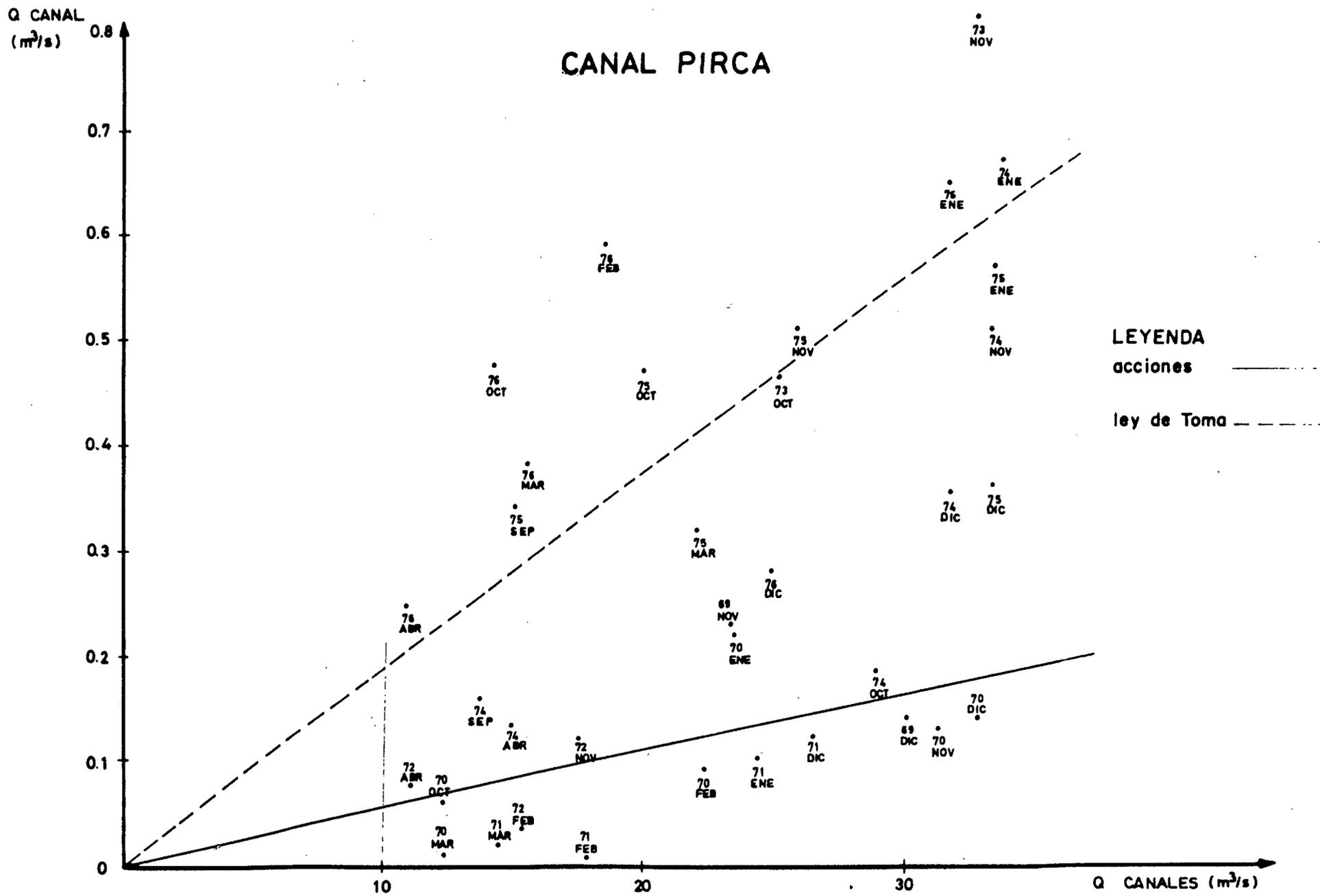
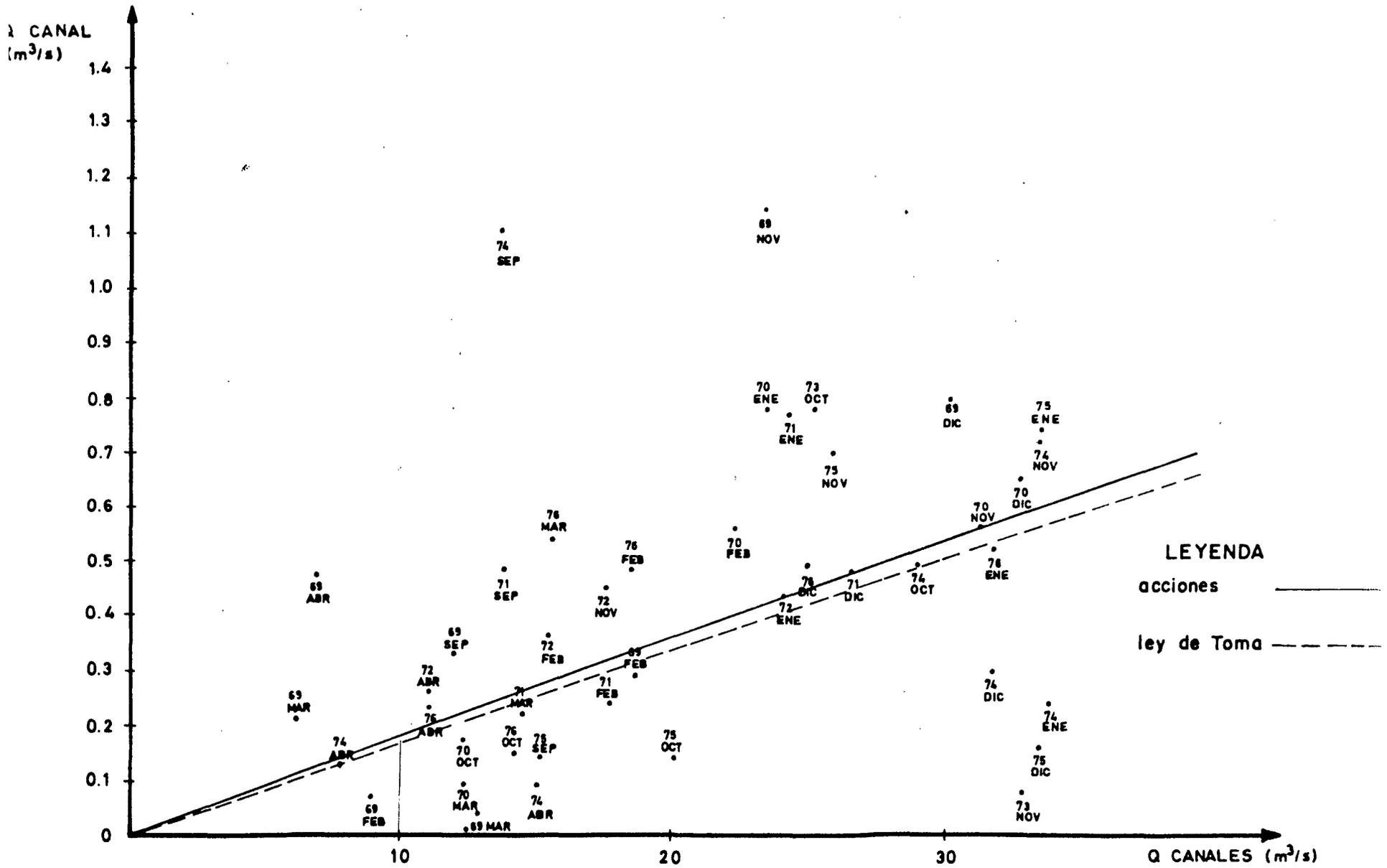


FIGURA 5.14

CANAL DEL PUEBLO



LEYENDA
 acciones ———
 ley de Toma - - - -

FIGURA 5.15
Proficio

CANAL PETACA

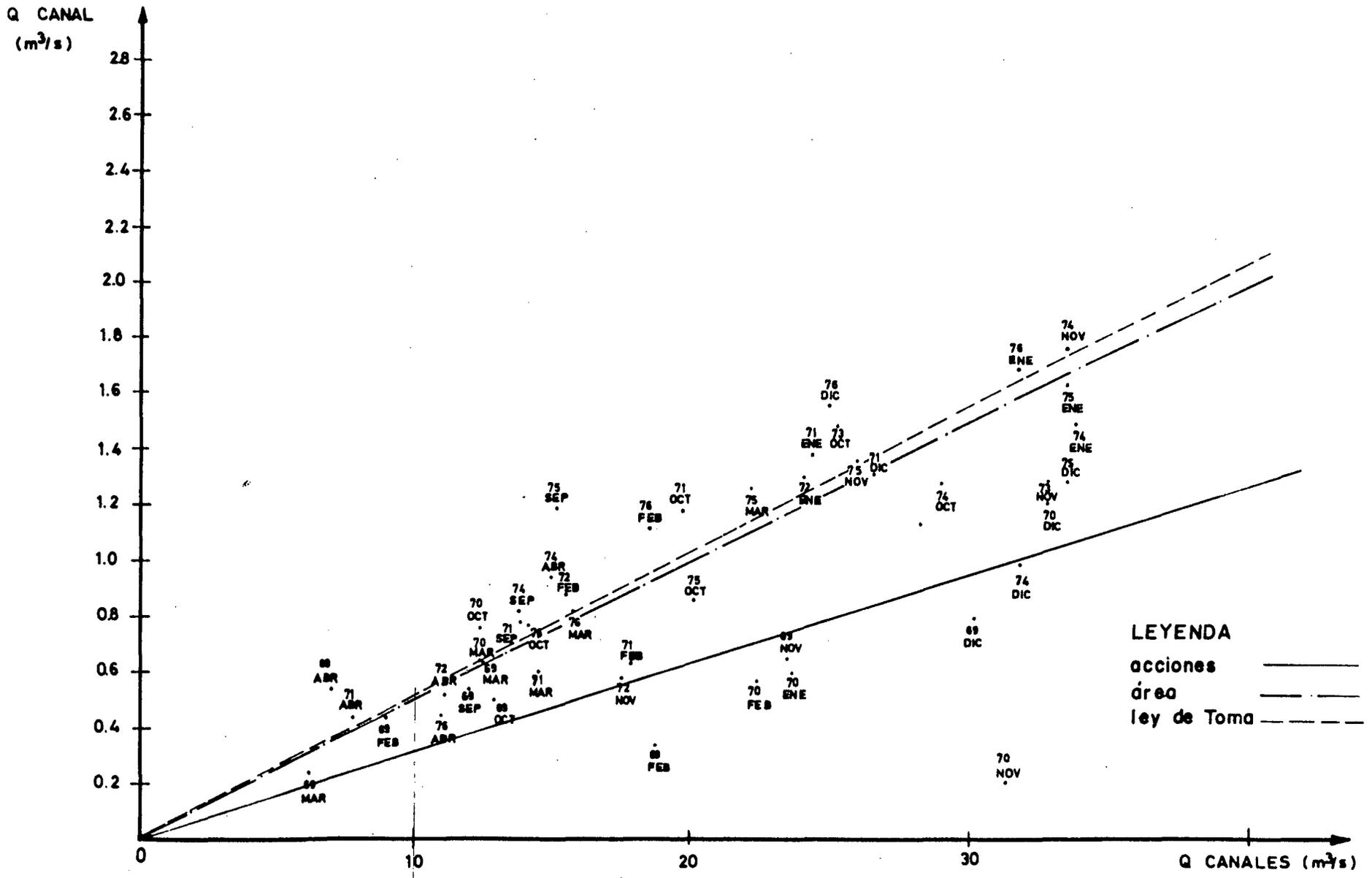


FIGURA 5.16

Engg. S. S. S.

CANAL STA. ROSA

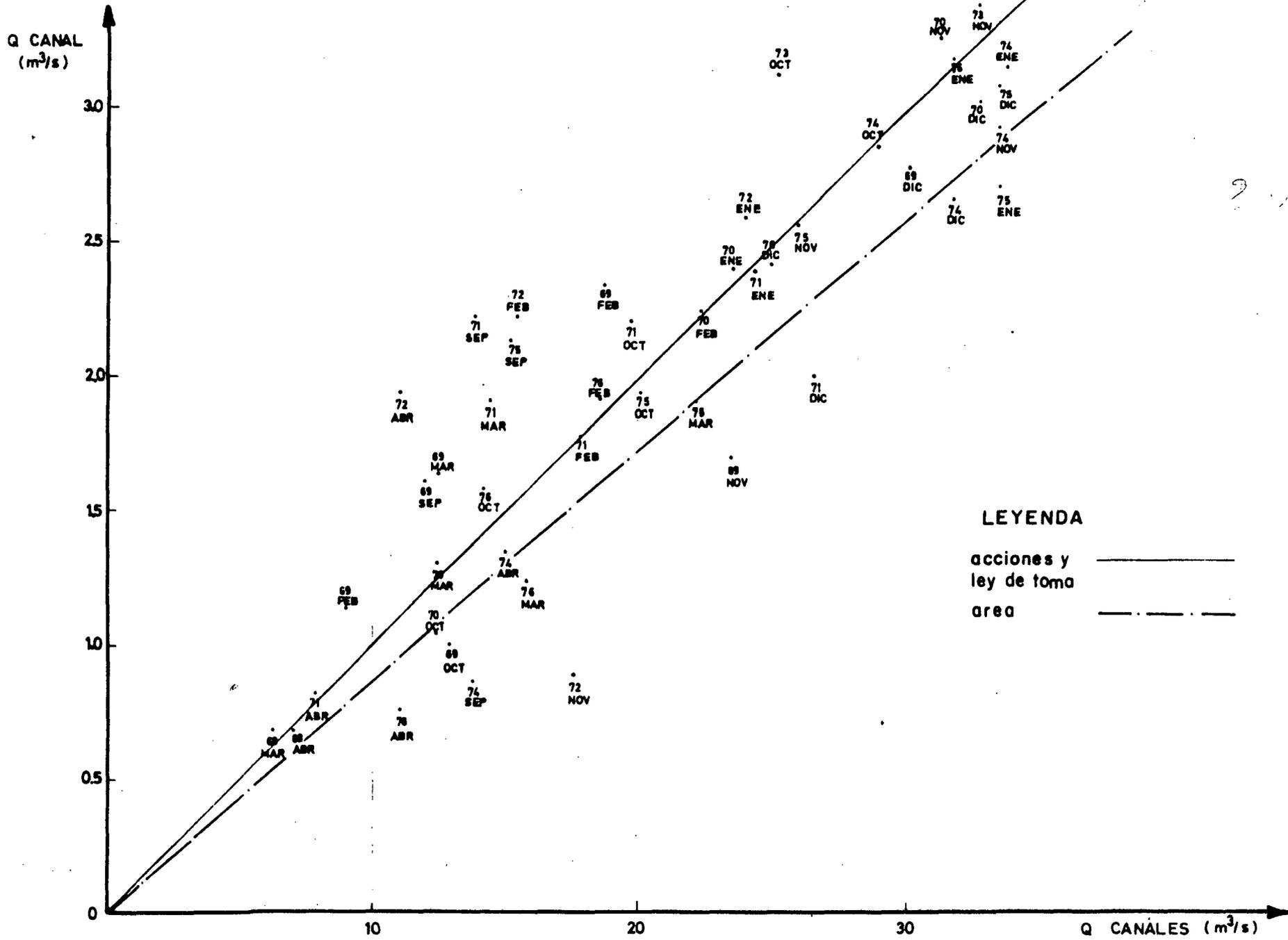


FIGURA 5.17

CANAL RINCONADA

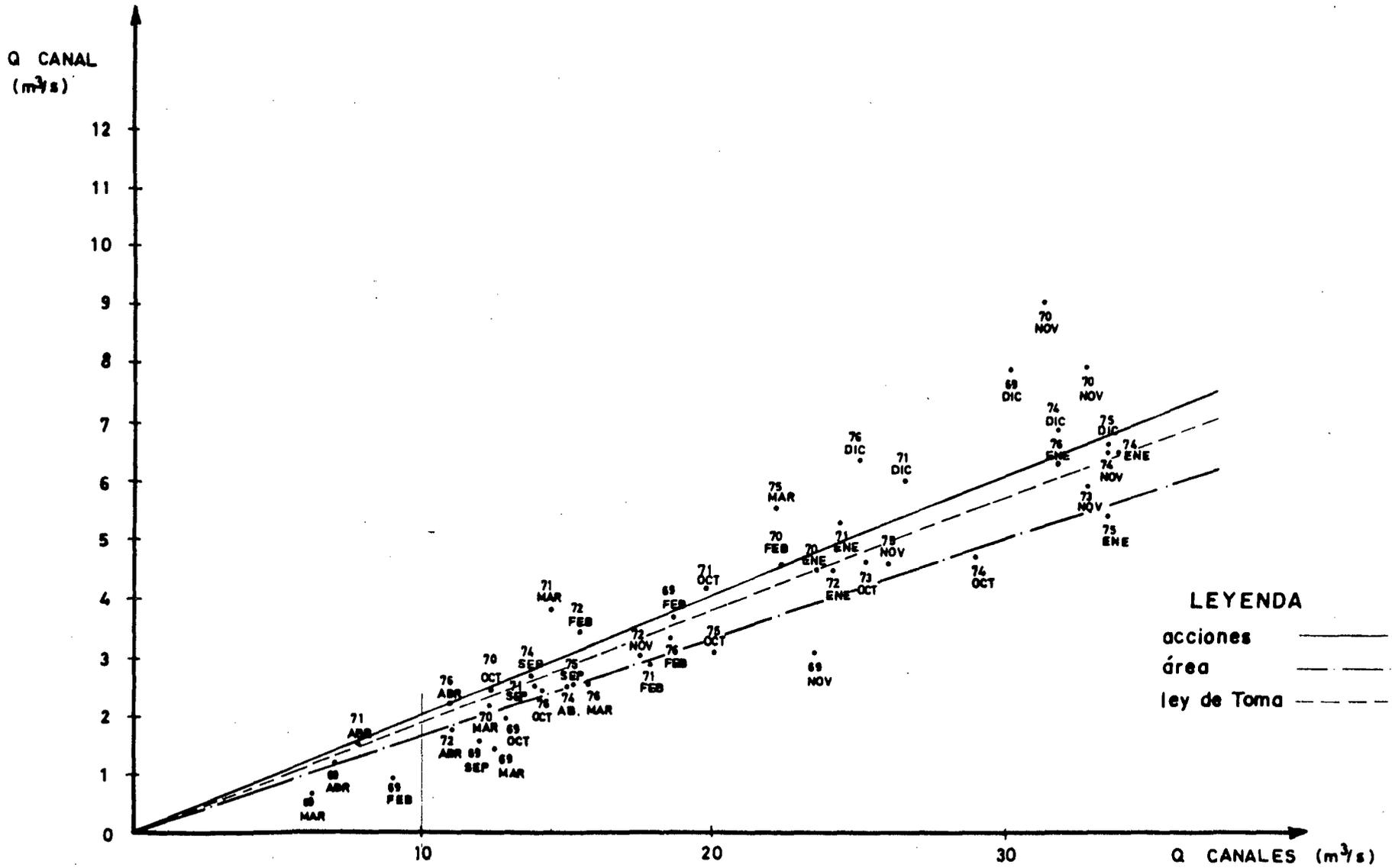


FIGURA 5.18

CANAL LOS CANTOS

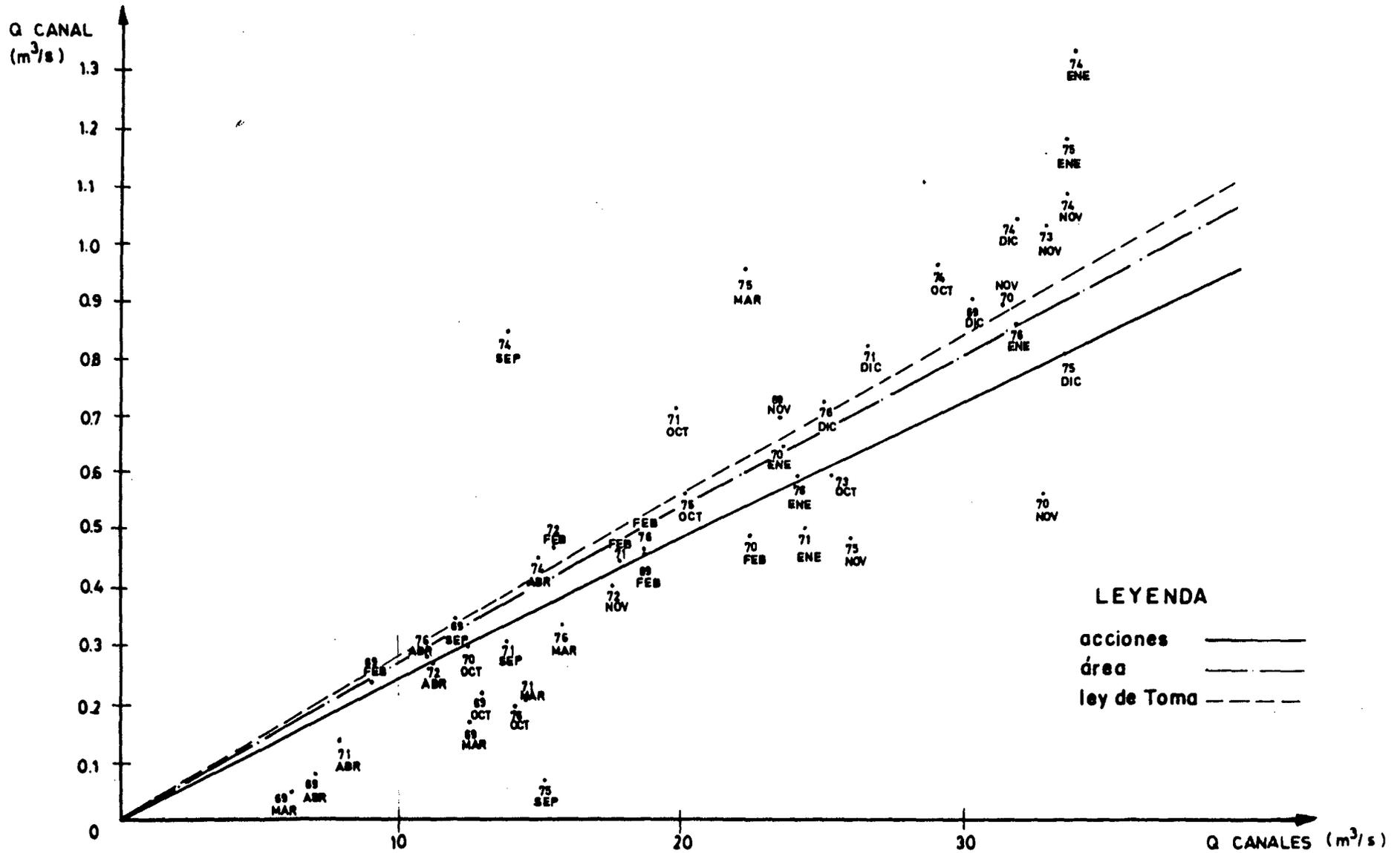
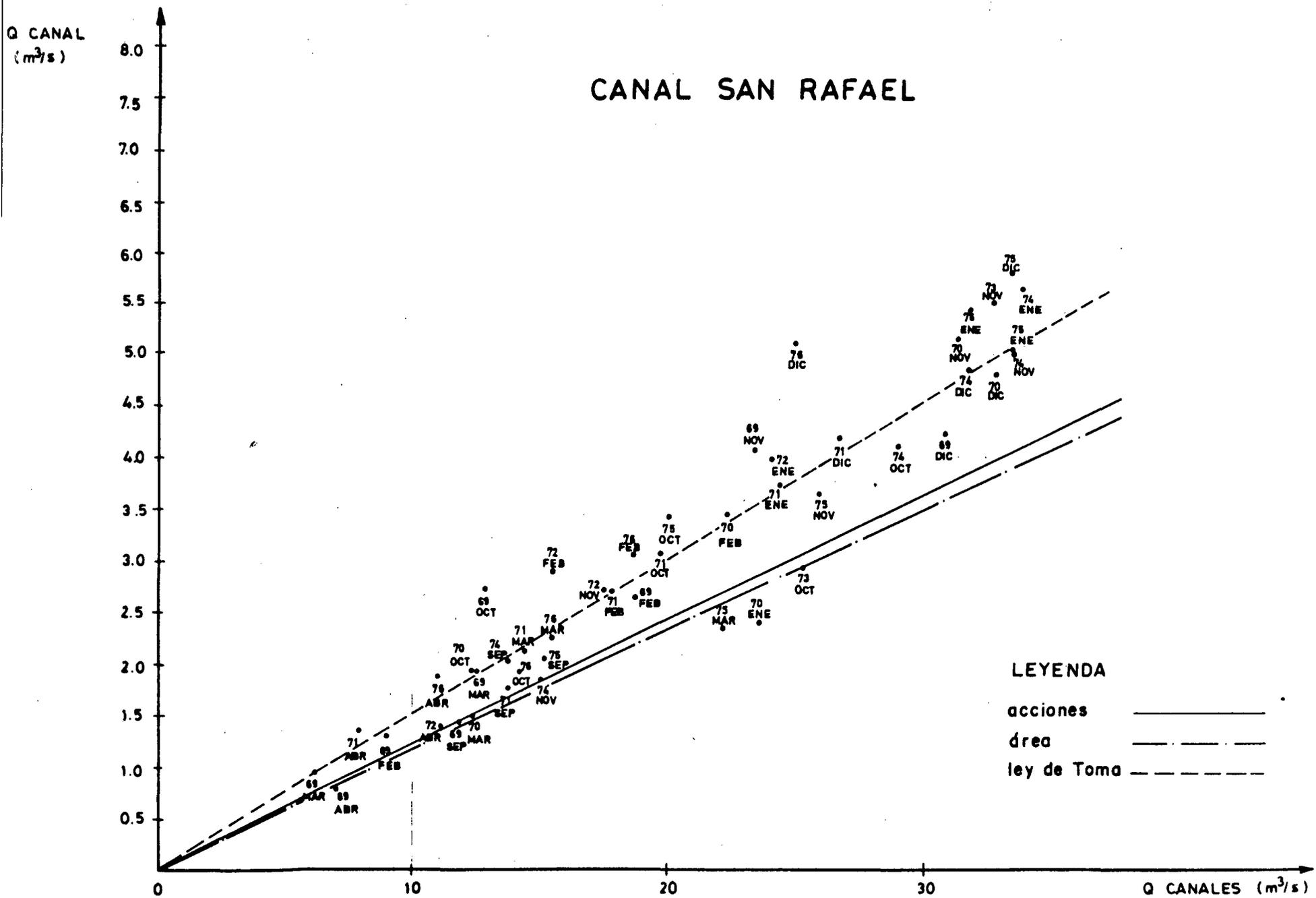


FIGURA 5.19



LEYENDA

acciones _____

área _____

ley de Toma - - - - -

FIGURA 5.20

toma total de canales, en función del caudal aforado en San Felipe más las recuperaciones del río en esta sección, calculadas mediante un balance a nivel de río y a partir de la información de las corridas de aforo, cálculos que se presentan en ...

Los resultados se presentan en la ~~figura~~ *del gráfico* N°5.22 y la expresión analítica deducida para el período de riego es:

$$Q_{can} = 12.5 [\log (Q_{sf} + Q_{recup})]^{1.5} \text{ (m}^3/\text{s)} \quad Q_{sf} + Q_{recup} \leq 30 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{can} = 21 \text{ m}^3/\text{s} \quad Q_{sf} + Q_{recup} > 30 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{sf} + Q_{rec} = 0 \Rightarrow Q_{can} = -\infty$$

Esta relación puede aplicarse para representar la situación media mensual, dado que por un lado las recuperaciones en el río prácticamente no sufren variaciones horarias, y como tal corresponden a un caudal medio diario. Por otro lado, el ajuste obtenido es bastante bueno y cubre un amplio rango; además resulta que el orden de magnitud del caudal captado por los canales es similar al monto de las recuperaciones, siendo el término correspondiente a San Felipe de menor importancia frente a éste.

¿cómo?

Los sectores definidos por el modelo de planificación fueron estudiados desde el punto de vista de la distribución y se obtuvieron las siguientes relaciones.

- Sector de Panquehue: No fue posible deducir una ley, sino tan sólo un rango para el caudal captado en el río por los canales de este sector, en función del caudal de recuperaciones en el río más el aforo en San Felipe. Los resultados se presentan en la ~~figura~~ *del gráfico* N°5.23 y de ellos se desprende la siguiente relación

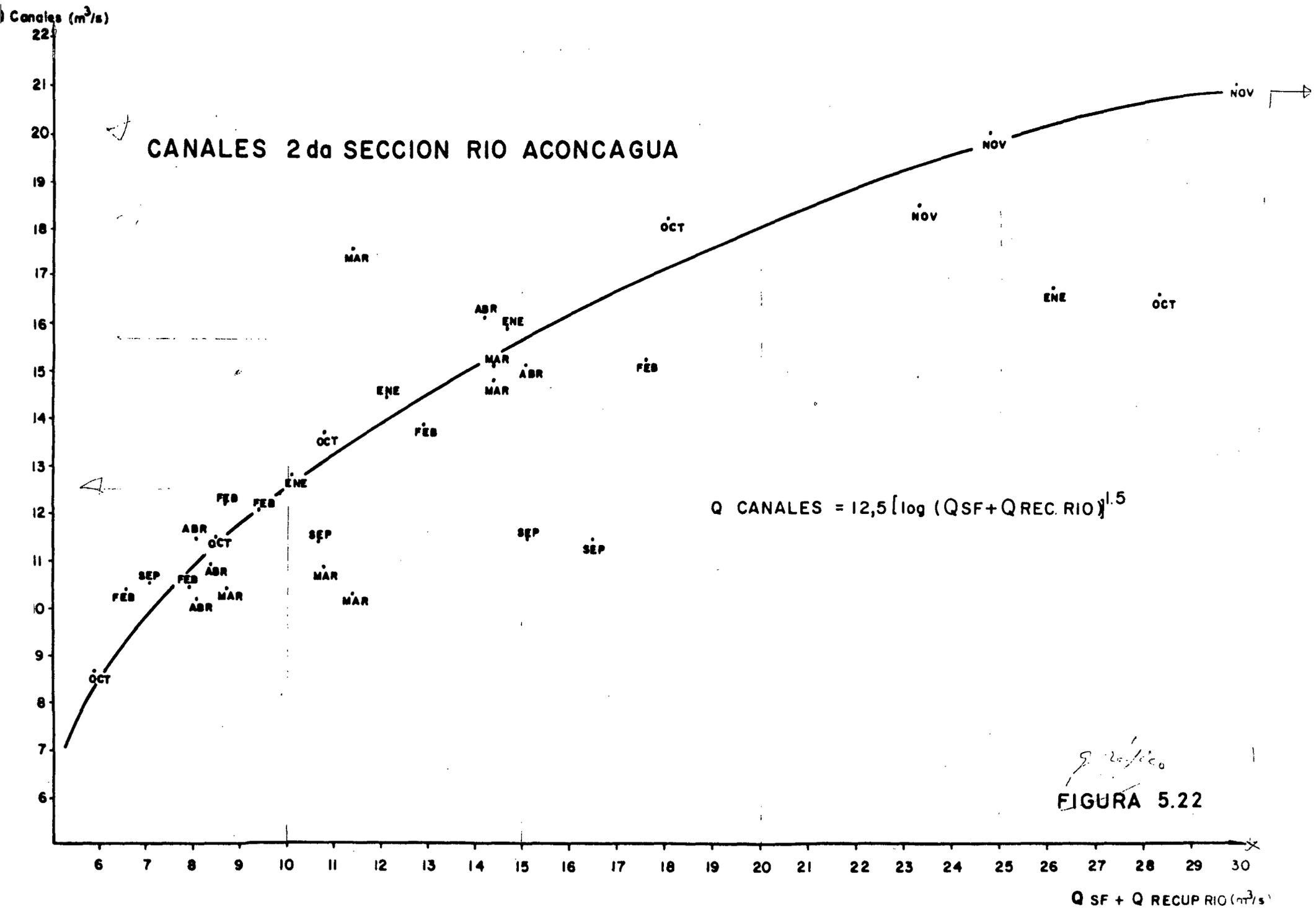
$$1 \leq Q_{can} \leq 4 \text{ m}^3/\text{s} \quad \text{para} \quad < Q_{sf} + Q_{rec} <$$

Además se observa que:

$$Q_{can} = 3.5 \text{ m}^3/\text{s} \quad \text{para} \quad Q_{sf} + Q_{recup} > 17$$

- Sector de Llay-Llay: Al igual que en el otro sector, sólo fue posible deducir un rango. Los resultados se presentan en la ~~figura~~ *del gráfico* N°5.24 y la relación es la siguiente:

$$2.5 \leq Q_{can} \leq 5.2 \text{ m}^3/\text{s} \quad \text{para} \quad < Q_{sf} + Q_{rec} <$$



g. 20/100
FIGURA 5.22

$Q \text{ SF} + Q \text{ RECUP RIO (m}^3/\text{s)}$

CANALES (m³/s)
PANQUEHUE

CANALES DE PANQUEHUE

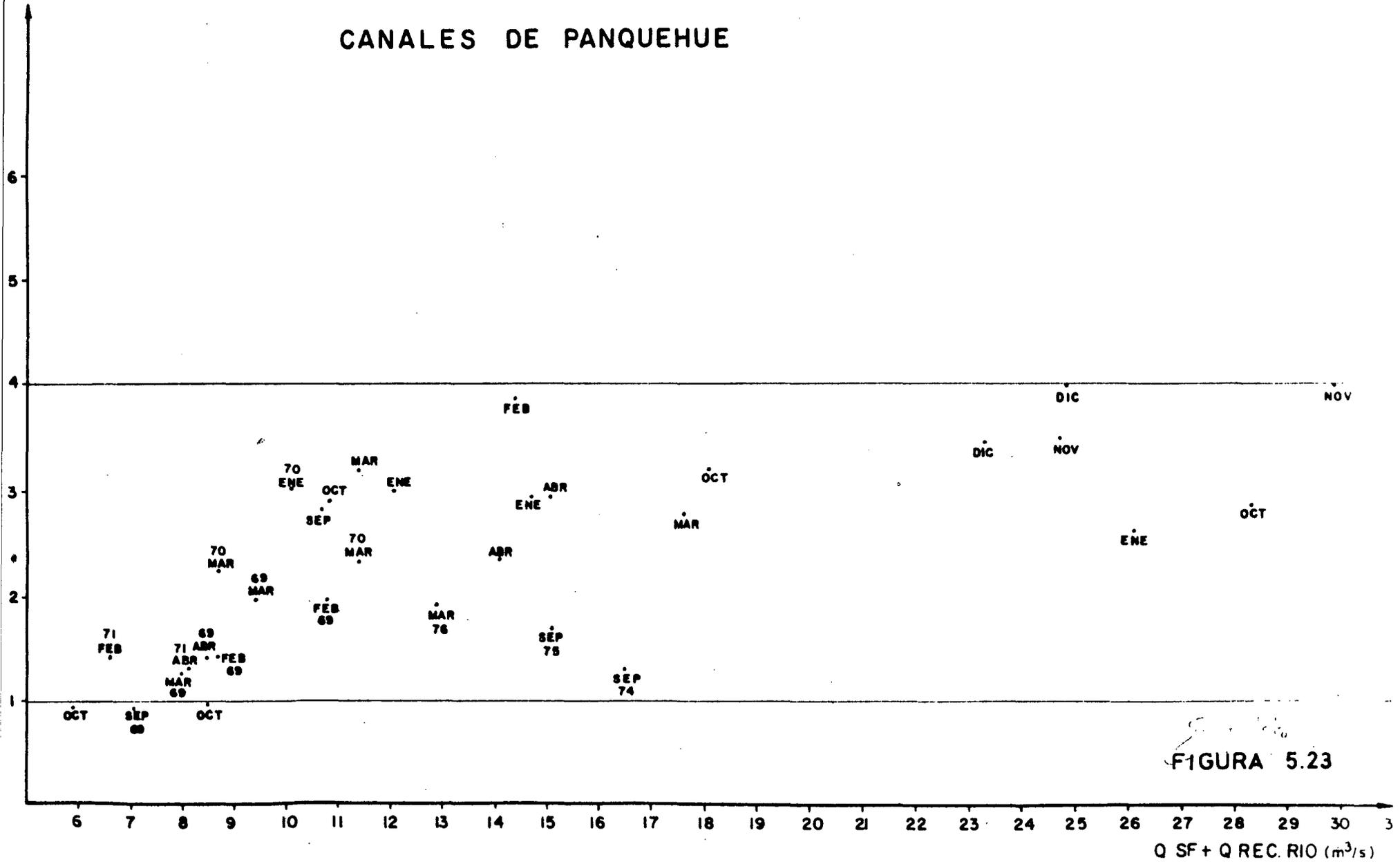
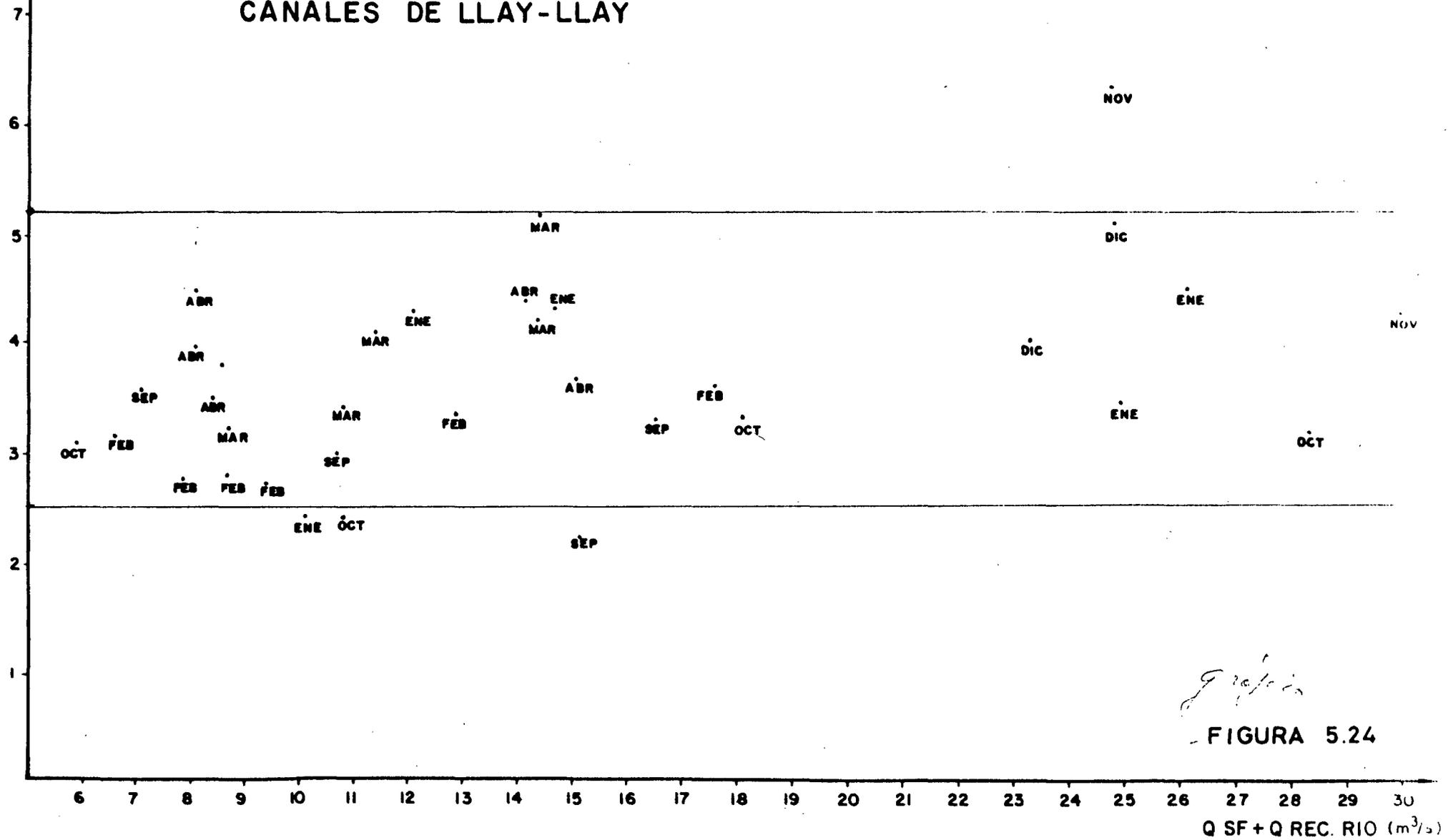


FIGURA 5.23

Q CANALES (m³/s)
LIAY-LIAY

CANALES DE LLAY-LLAY



Gráfico

FIGURA 5.24

- Sector frente a Panquehue más Catemu: Aún cuando los primeros canales dependen principalmente del caudal en San Felipe sólo fue posible obtener una expresión en función del caudal superficial aforado en San Felipe, ^{de Lorino} más las recuperaciones del río. Los resultados se muestran en la ~~figura~~ ^{Figura} N° 5.25 y de ellos se desprende

$$3 \leq Q_{can} \leq 8 \text{ m}^3/\text{s}$$

(y además $Q_{can} = 7,5 \text{ m}^3/\text{s}$ para $Q_{sf} + Q_{recup} > 17 \text{ m}^3/\text{s}$)

- Sector de Romeral: La independencia de este sector frente al caudal de San Felipe y de las recuperaciones del río queda de manifiesto al haberse comprobado que el caudal captado por los canales de este sector es inferior al caudal en desembocadura del estero Catemu, el cual aparece en el río aguas arriba de las bocatomas de dichos canales. Con el propósito de presentar los resultados para una misma abscisa, éstos se indican en la ~~figura~~ ^{Figura} N° 5.26.

✓
Del gráfico del estudio se desprende que:

$$1.0 \leq Q_{can} \leq 3 \text{ m}^3/\text{s}$$

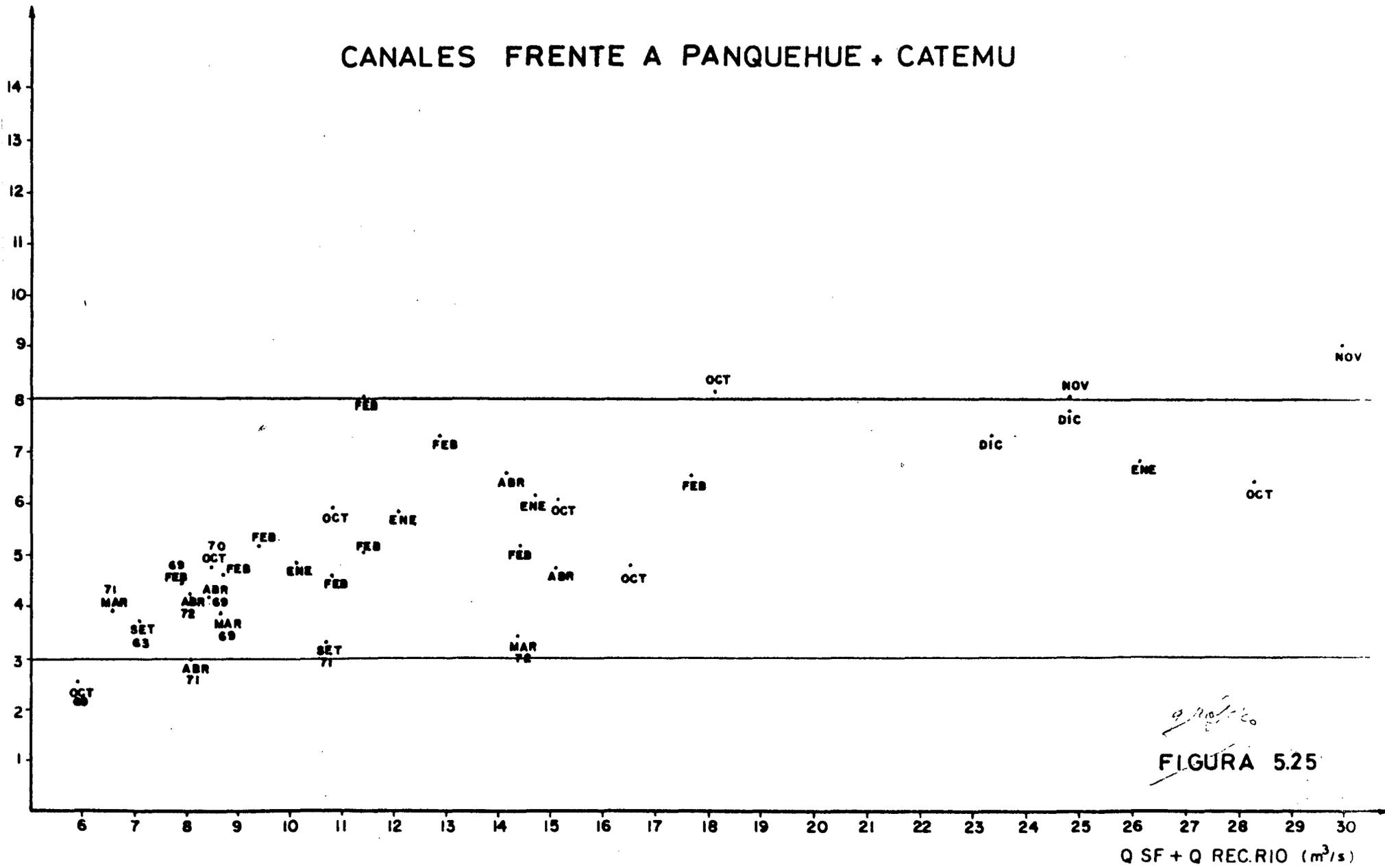
Los resultados obtenidos en los distintos sectores manifiestan un comportamiento propio de una zona, donde existe abundancia de recursos y en la que las recuperaciones que se producen en el río son de vital importancia.

Debido a que el canal Lorino II riega principalmente la parte alta del sector de Llay-Llay, a que sus recursos provienen del caudal captado en el estero Lo Campo y a que esta situación está considerada en el modelo de simulación, fue necesario realizar un estudio acerca del caudal tomado. De las corridas de aforo efectuadas en el estero Lo Campo, puede deducirse que:

$$Q_{Lor II} \leq 1,3 \text{ m}^3/\text{s} \text{ y } Q_{Lor II} \approx 1 \text{ m}^3/\text{s}$$

Q CANALES (m³/s)
GATEMU

CANALES FRENTE A PANQUEHUE + CATEMU



g. no. 10
FIGURA 5.25

Q CANALES (m³/s)
ROMERAL

CANALES DE ROMERAL

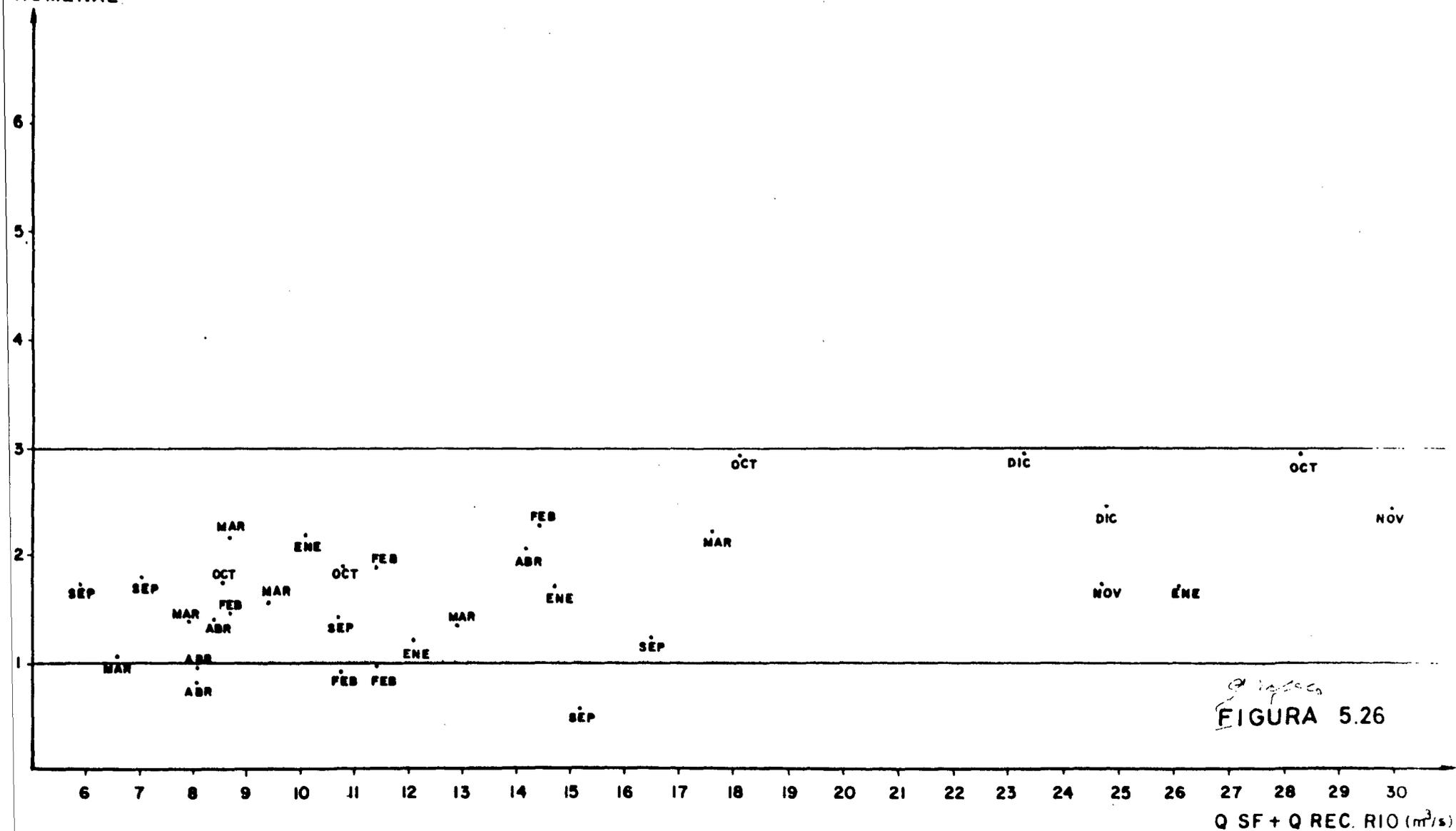


FIGURA 5.26

5.3.3 Tercera y Cuarta Sección

Los canales con bocatoma en el río pertenecientes a estas dos secciones fueron agrupados en un único conjunto al estudiarse las leyes de toma para ellos. Esto obedece a que, aún cuando se cuenta con afloros en distintos puntos del río, ^{agua}abajo de Romeral, sólo se dispone de una estadísticas media mensual utilizable para nuestros propósitos en la estación mencionada. 2?

La ley de toma, que fue deducida de la información de la ^{gráfica} figura N°5.27, se expresa analíticamente como:

$$Q_{can} = Q_{rom} (1,94 - 0,034 Q_{rom}) \text{ m}^3/\text{s} \text{ para } Q_{rom} \leq 20 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{can} = 23 \text{ m}^3/\text{s} \text{ para } Q_{rom} > 20 \text{ m}^3/\text{s}.$$

La reutilización de los sobrantes de riego por parte de canales ubicados más abajo queda de manifiesto en esta relación ya que, como puede verse, la totalidad de los canales capta más agua que el caudal del río en Romeral.

Fue necesario deducir leyes de toma por canal, o grupos de ellos, en función del caudal de Romeral, para tener una representación matemática de las tomas que se consideran en el modelo de riego. Es así como se analizaron los siguientes casos. Se indica para cada caso el número de la figura con los resultados correspondientes.

- Grupos :
- Ocoa + Pequeñas (^{Gráf} Figura N°5.28)
 - Melón + Purutún + Hijuelas + Torrejón (^{Gráf} Figura N°5.29)
 - Serrano + Waddington + Ovalle + Calle Larga (^{Gráf} Figura N°5.30)
 - Mauco + Candelaria + Boco (^{Gráf} Figura N°5.31)
 - San Pedro + Marfán (^{Gráf} Figura N°5.32)
 - Rautén + Molino Rautén (^{Gráf} Figura N°5.33)
 - Tabolangos N°1 y 2 + Colmo + San Victor + C. Con-Cón (^{Gráf} Figura N°5.34)

Todos estos grupos fueron configurados debido a la proximidad de sus bocatomas o a la existencia de un estero común como cauce de desagüe de los sobrantes de riego.

C. Mauco
Alt. 700

CANALES 3a y 4a SECCION RIO ACONCAGUA

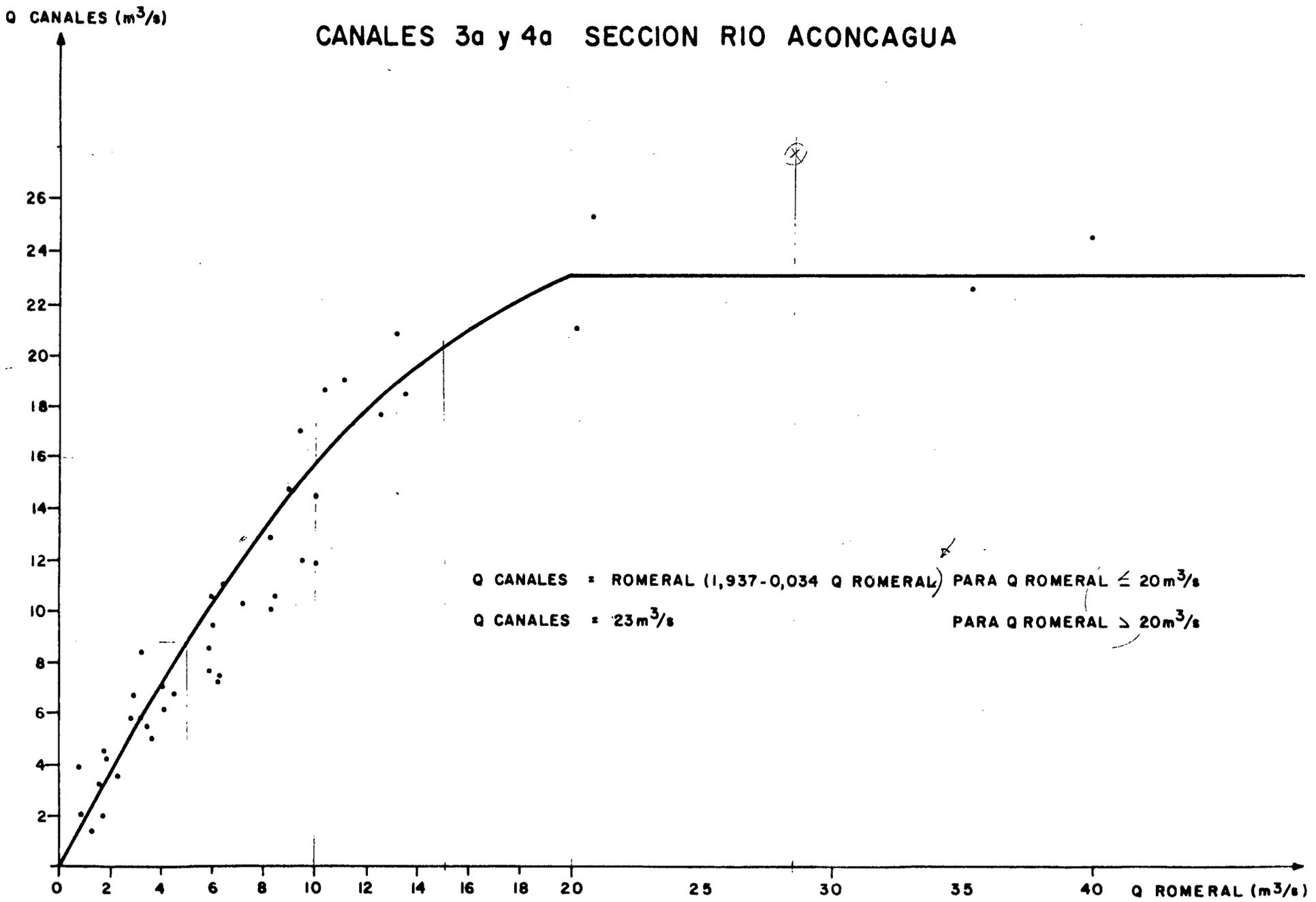


FIGURA 5.27

$0,103 - 0,0082 Q_{ROM} = 0$
 $Q_{ROM} = 12,5$
 $Q_c = 2,65$

CANALES OCOA Y PEQUENES

Q CANALES (m³/s)

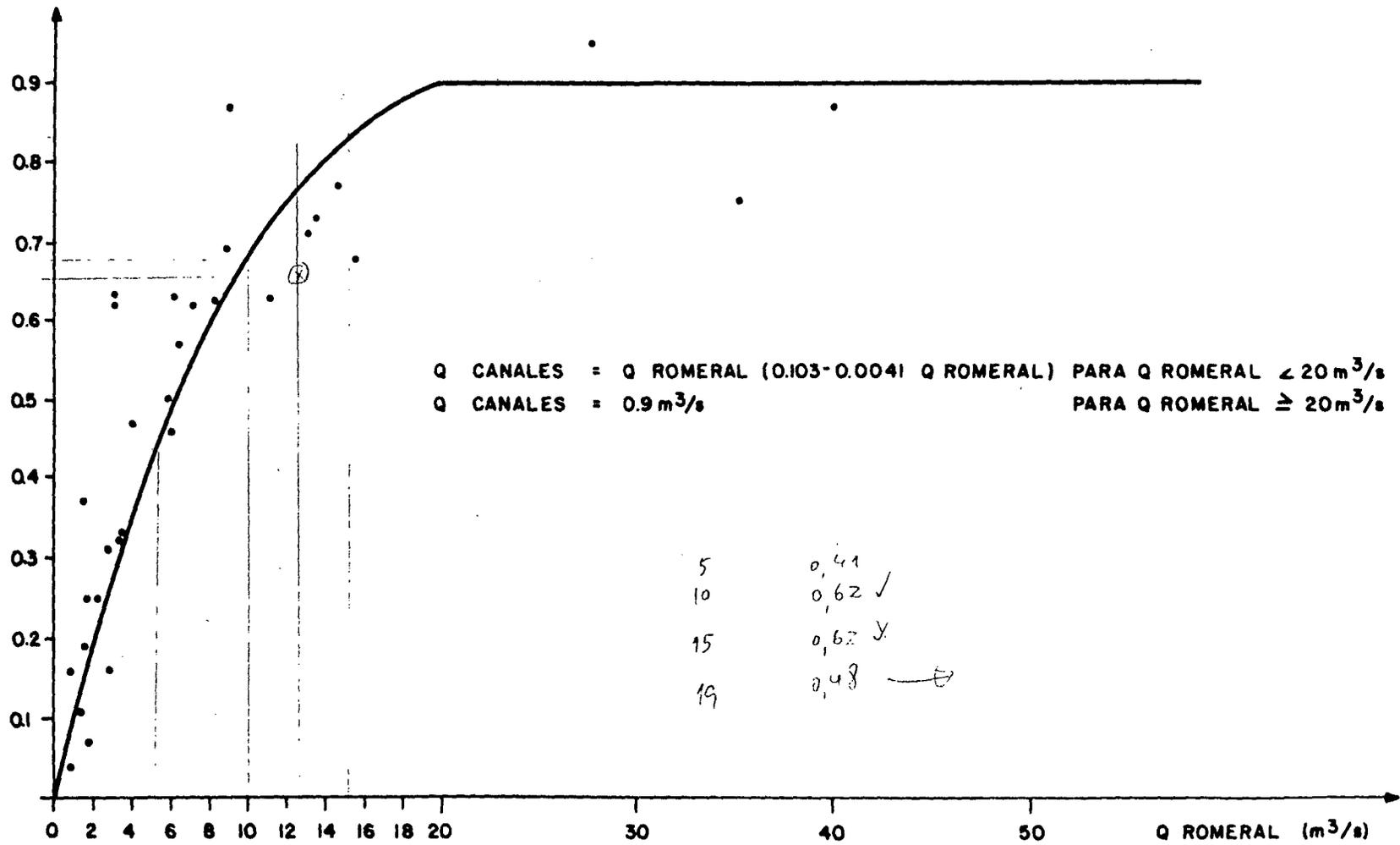


FIGURA 5.28

CANALES MELON, PURUTUN, HIJUELAS Y TORREJON

Q CANALES (m³/s)

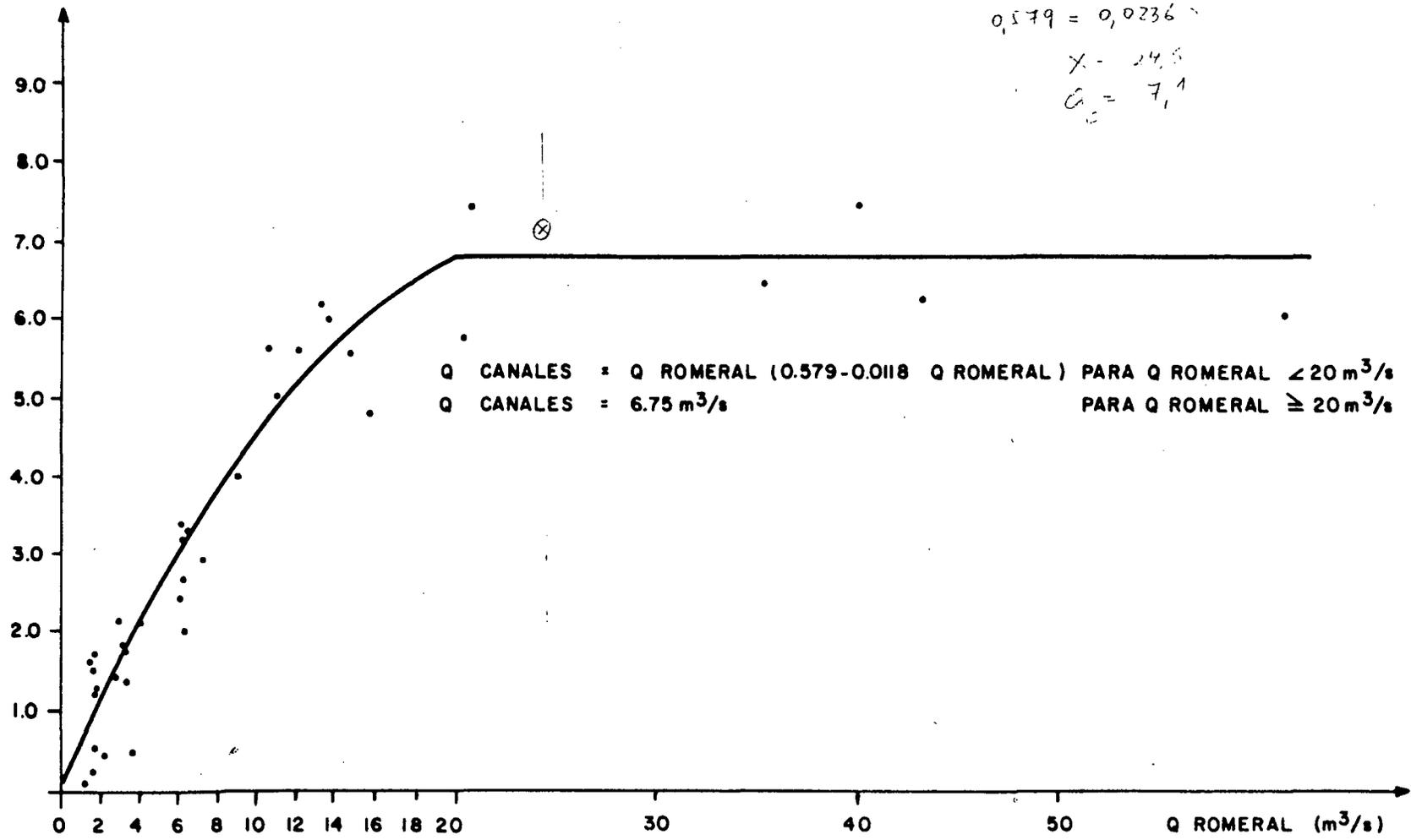


FIGURA 5.29

CANALES SERRANO, WADDINGTON, OVALLE Y CALLE LARGA

Q CANALES (m³/s)

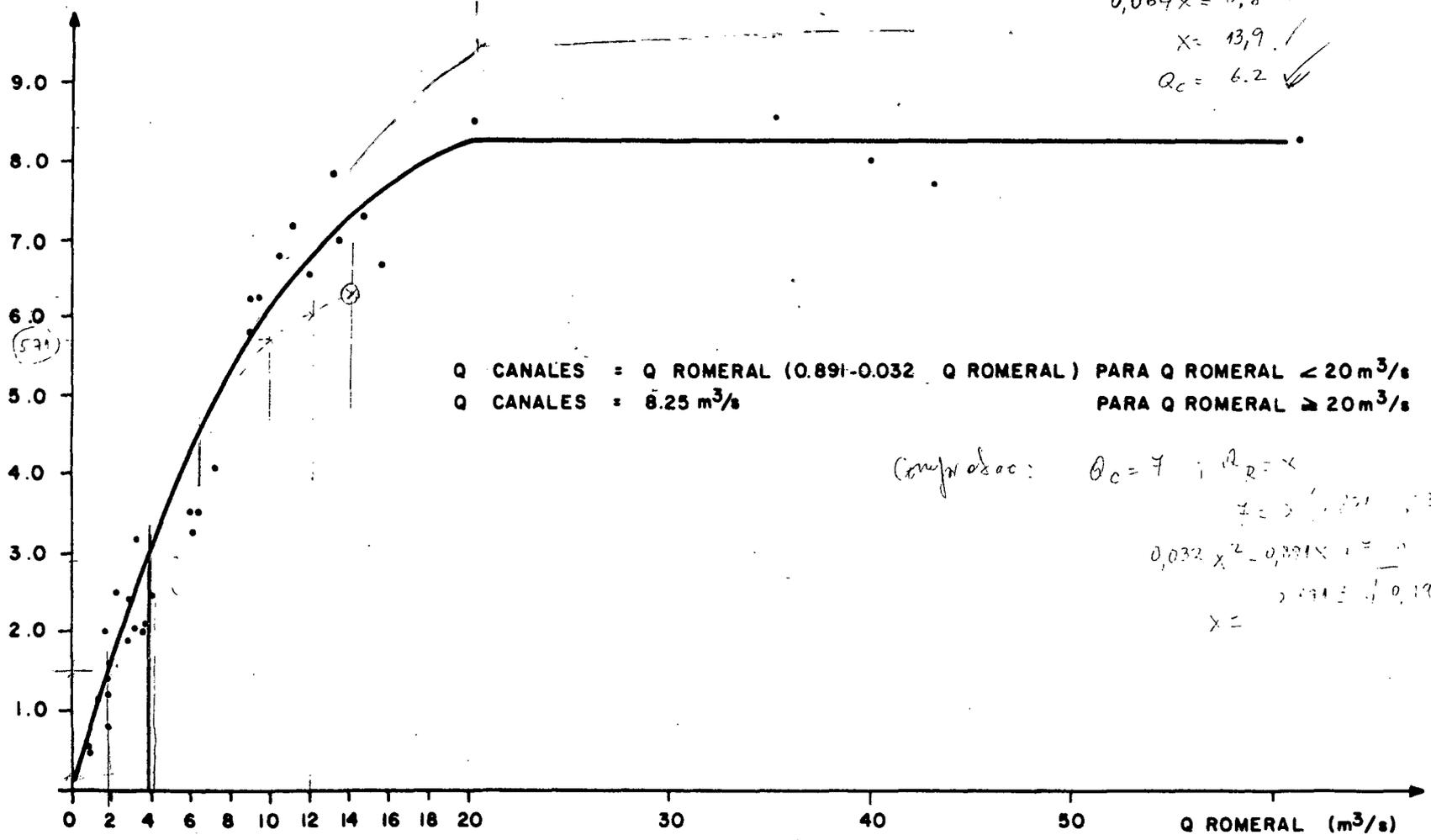


FIGURA 5.30

CANALES MAUCO, CANDELARIA Y BOCO

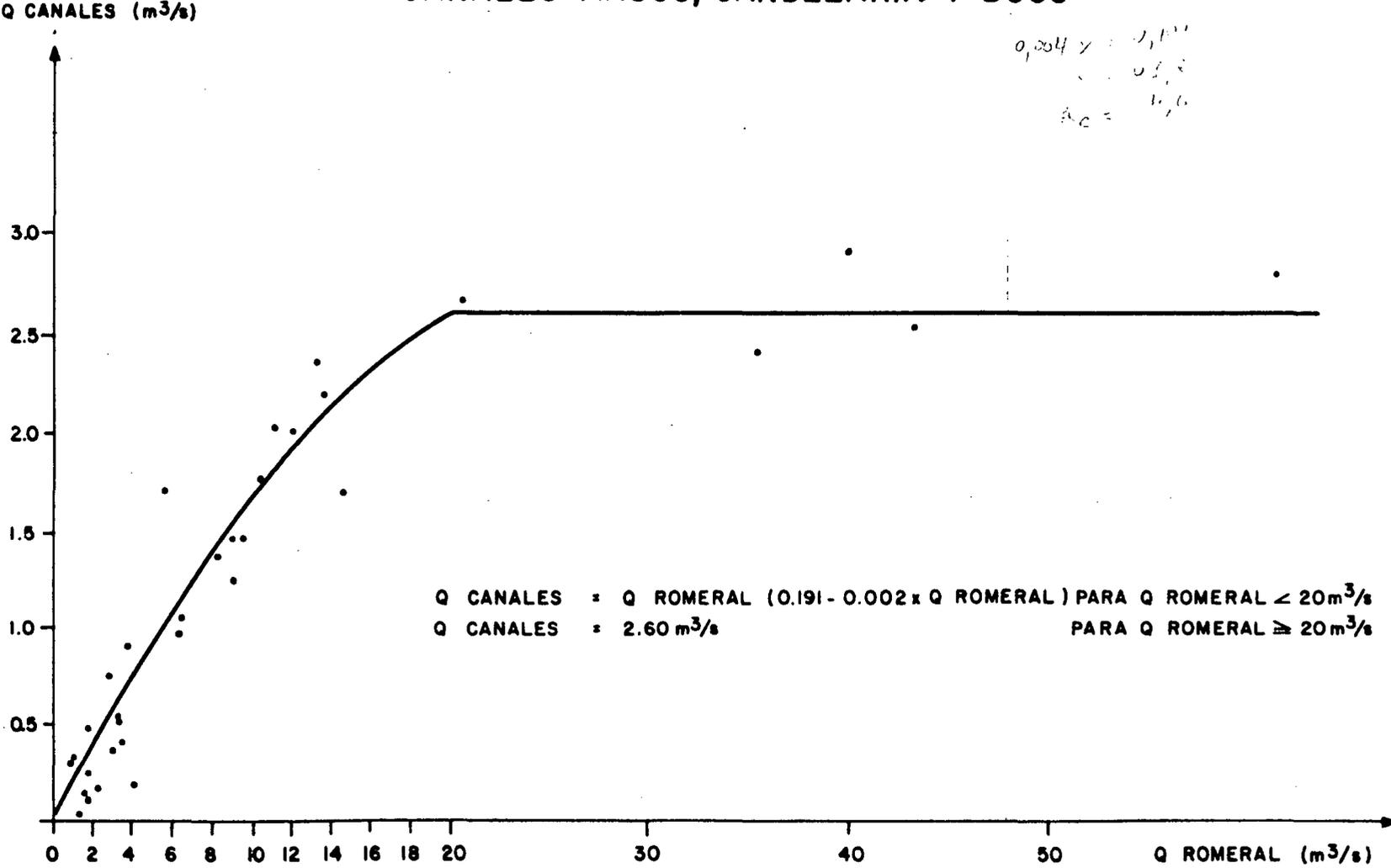
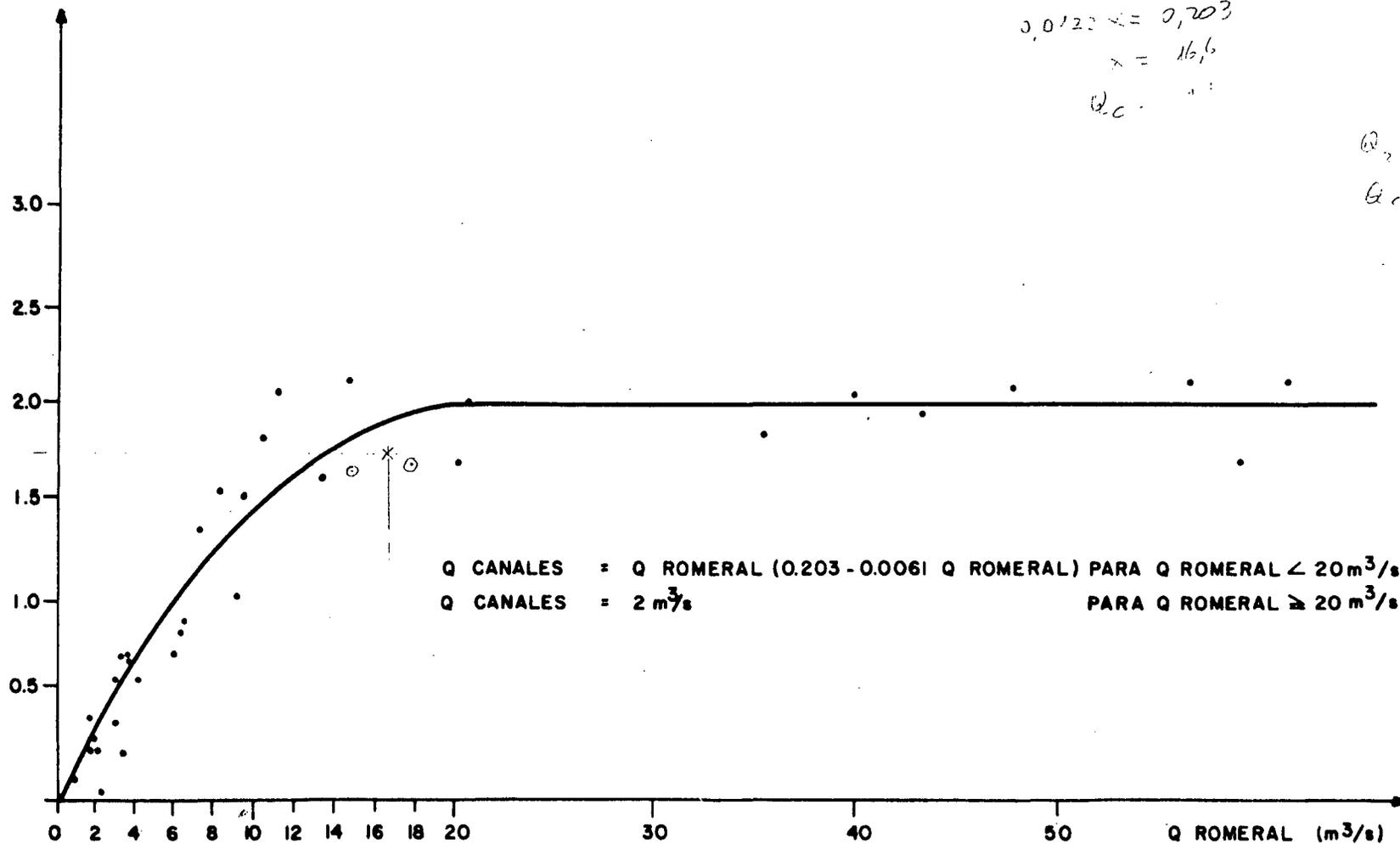


FIGURA 5.31

CANALES SAN PEDRO Y MARFAN

Q CANALES (m³/s)



Q₂ = 1.
Q₁ = 10.

FIGURA 5.32

CANALES RAUTEN Y MOLINO-RAUTEN

Q CANALES (m³/s)

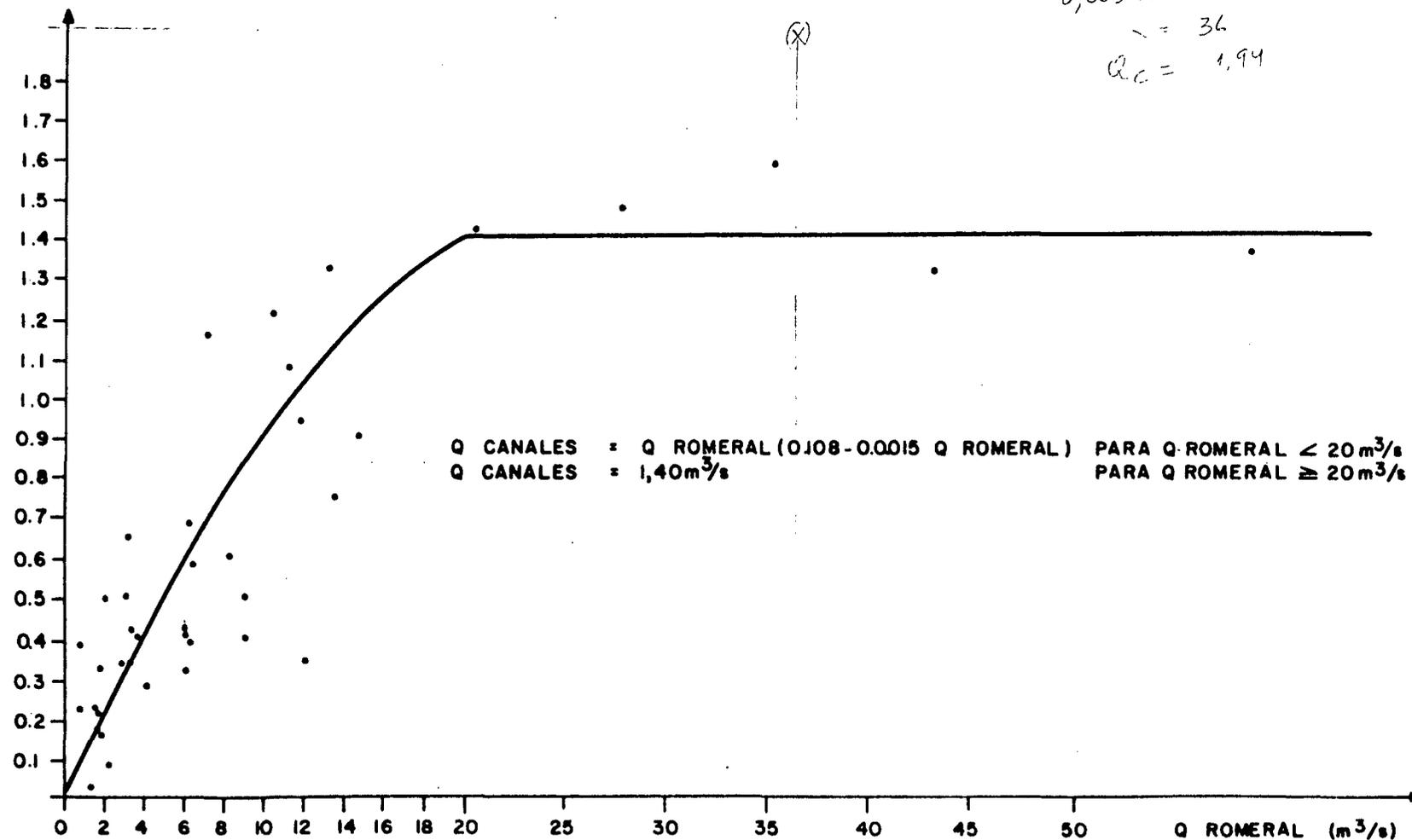


FIGURA 5.33

CANALES TABOLANGO 1 y 2, COLMO, SAN VICTOR, STA REBECA
y COM. DE CON-CON

Q CANALES (m³/s)

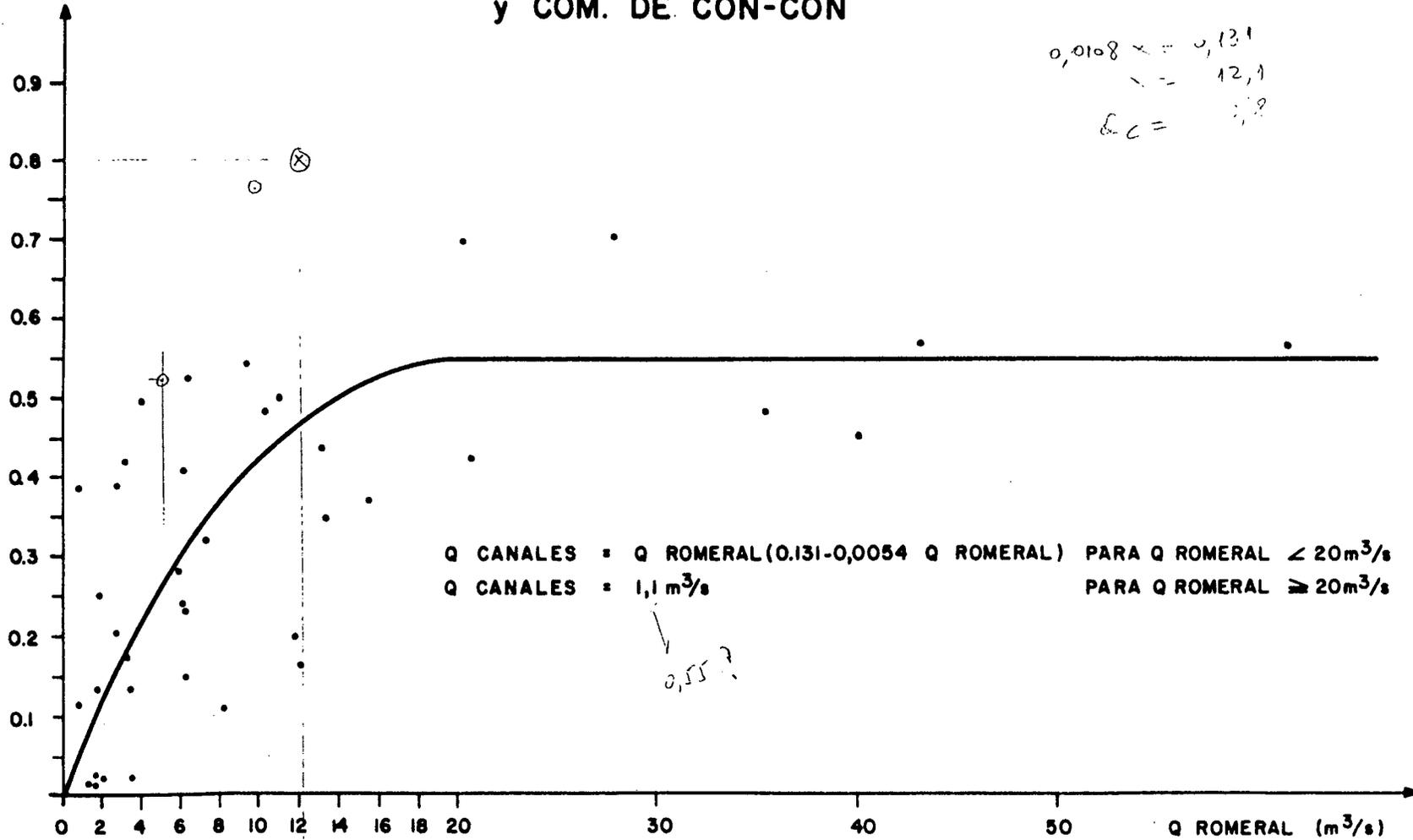


FIGURA 5.34

- Por canal:

Melón (Figura 5.35)
 Purutún (Figura 5.36)
 Waddington (Figura 5.37)
 Calle Larga (Figura 5.38)
 Mauco (Figura 5.39)
 Santa Rosa de Colmo (Figura 5.40)

La selección de canales específicos obedece tanto a la necesidad de realizar estudios puntuales en las áreas regadas por ellos como a la sectorización del modelo de riego. Se debe destacar además que, en los casos de los canales Mauco y Melón, se presentan problemas que derivan de su condición de canales con derechos eventuales únicamente y a que sus sobrantes desaguan hacia más de un sector o estero.

Todas estas leyes se han supuesto válidas para representar la situación media mensual, debido a que los caudales del río en Romeral, durante los períodos en que no hay abundancia, y que corresponden al rango que nos interesa, provienen fundamentalmente de la recuperación ocurrida en la segunda sección, las cuales no sufren variaciones horarias importantes.

5.3.4 Río Putaendo

Los canales del río Putaendo fueron considerados en un único grupo. Ello obedece a que los sectores definidos en él durante los turnos no son independientes entre sí en sus relaciones con el río sino que conforman un todo.

Del estudio de las corridas de aforo se dedujo la siguiente relación:

$$Q_{can} = 0.68 \times Q_{resg} \text{ m}^3/\text{s} \quad \text{para } Q_{resg} \leq 11.8 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{can} = 8 \text{ m}^3/\text{s} \quad \text{para } Q_{resg} > 11.8 \text{ m}^3/\text{s}$$

Los resultados se presentan en la figura N°5.41 y no muestran una gran dispersión. Esta relación se ha supuesto válida para ser aplicada a caudales medios mensuales debido a que, en ausencia de otros antecedentes, sólo es posible estimar la toma total de canales de esta manera.

CANAL MELON

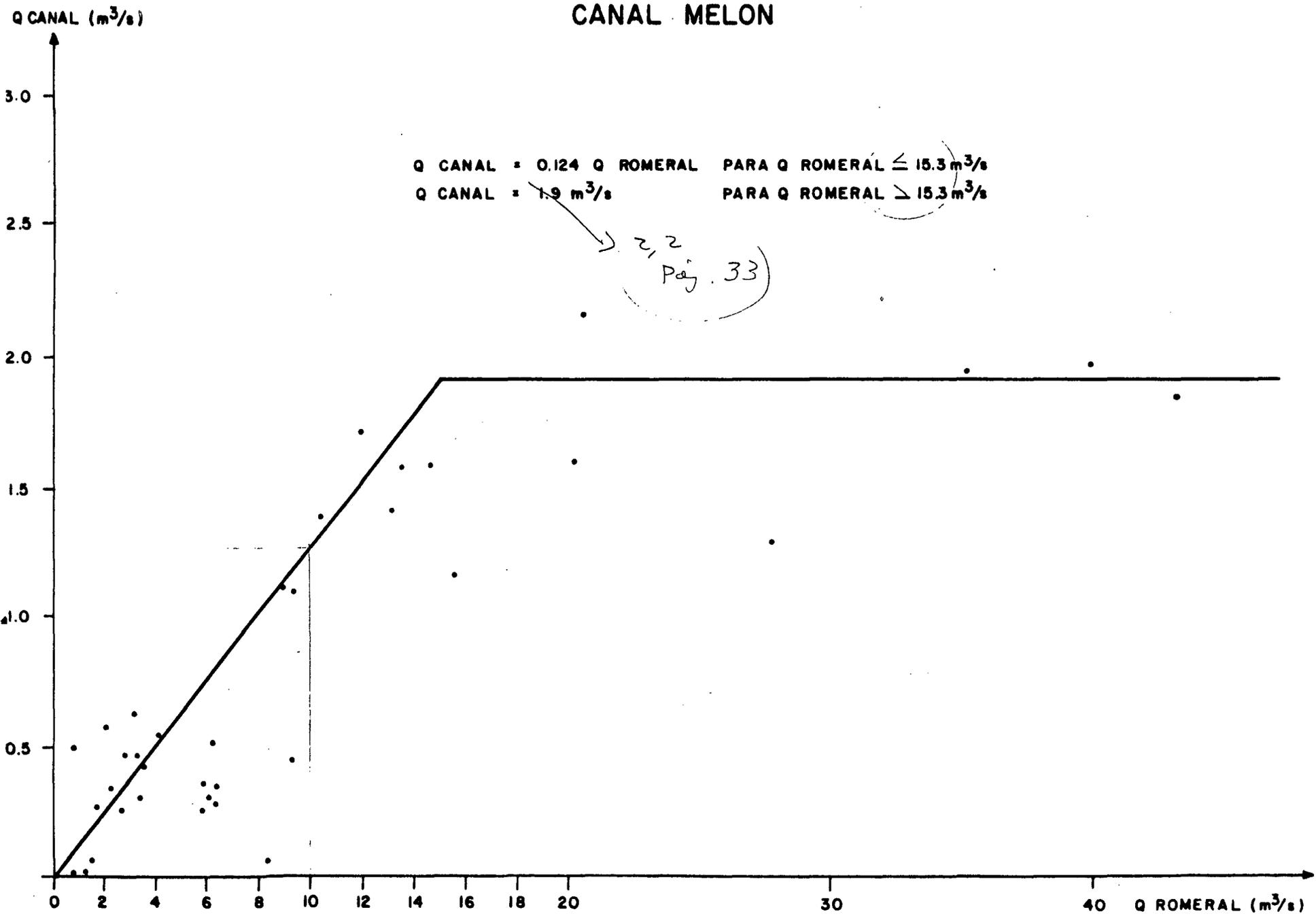


FIGURA 5.35

CANAL PURUTUN

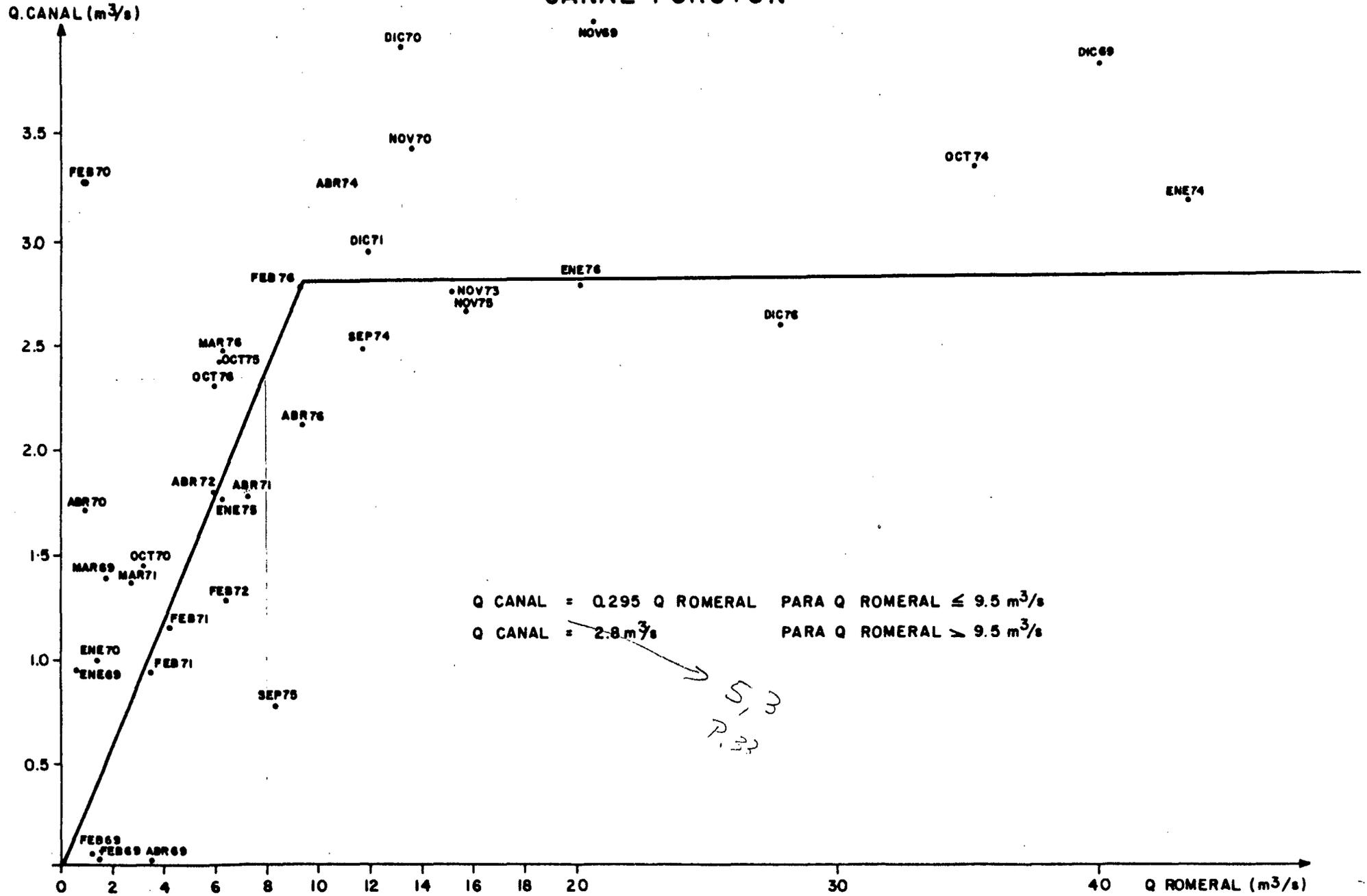


FIGURA 5.36

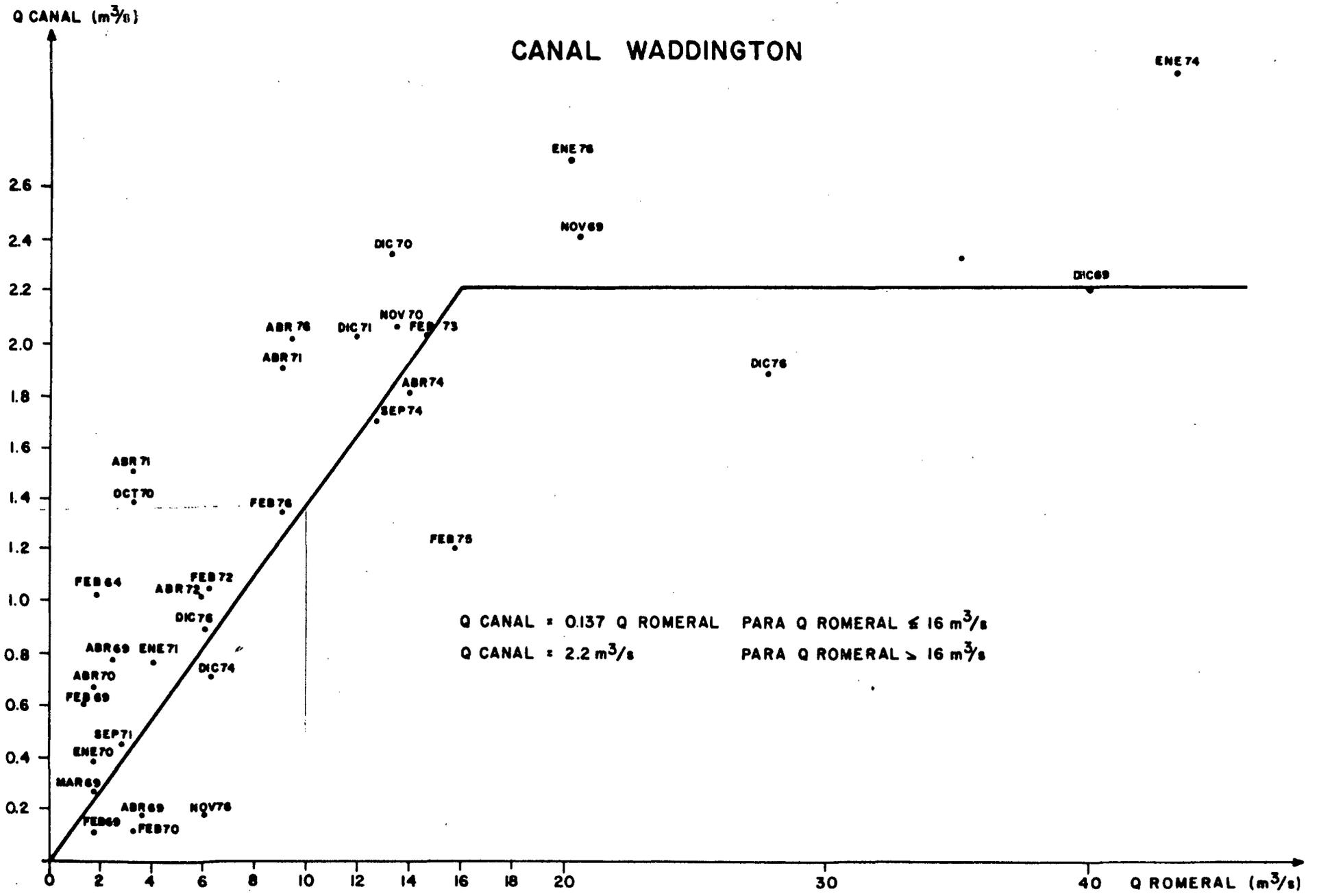


FIGURA 5.37

CANAL CALLE LARGA

Q CANAL (m³/s)

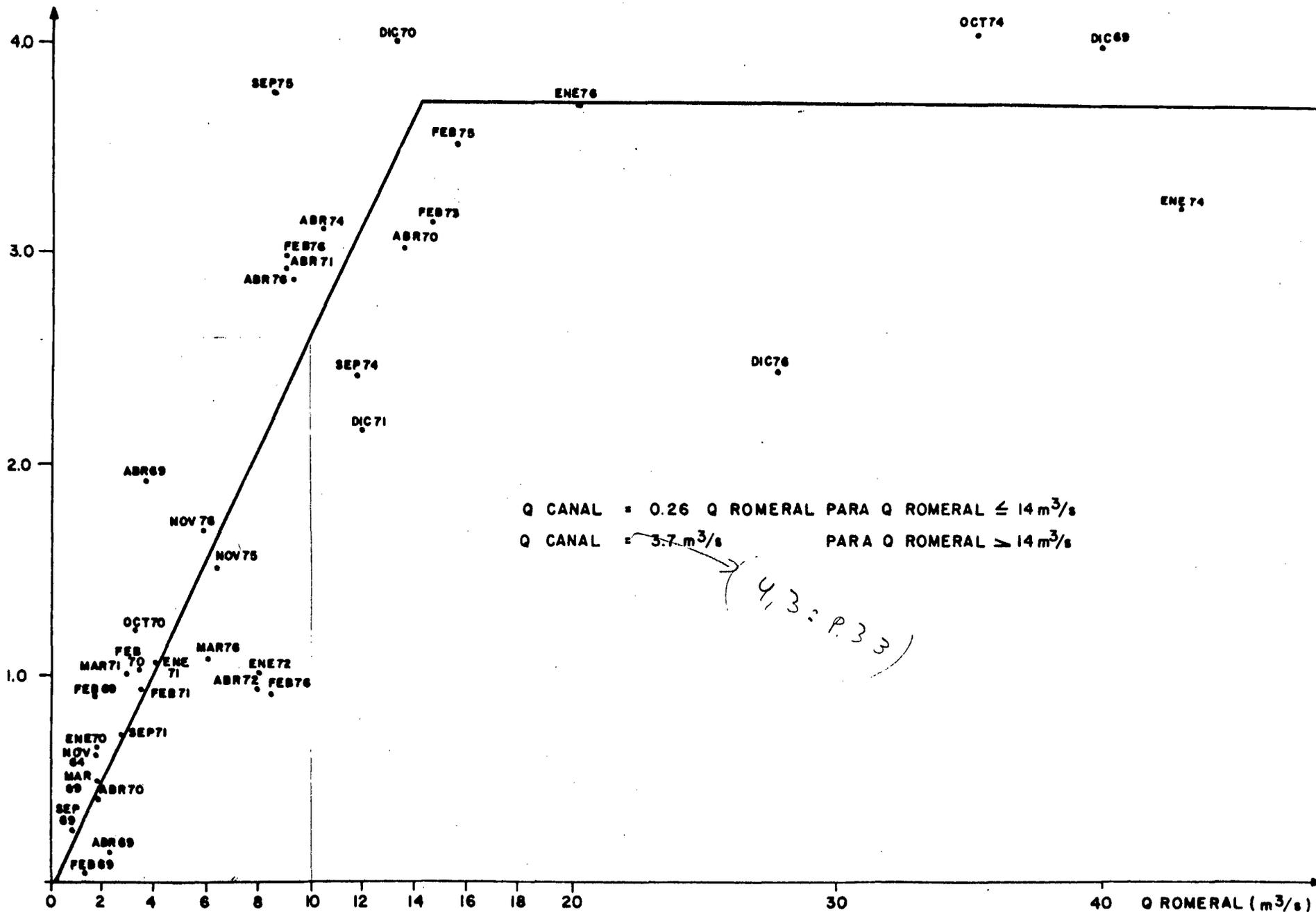


FIGURA 5.38

CANAL MAUCO

$Q_{\text{CANAL}} = 0.06 Q_{\text{ROMERAL}}$ PARA $Q_{\text{ROMERAL}} \leq 20 \text{ m}^3/\text{s}$
 $Q_{\text{CANAL}} = 1.2 \text{ m}^3/\text{s}$ PARA $Q_{\text{ROMERAL}} > 20 \text{ m}^3/\text{s}$

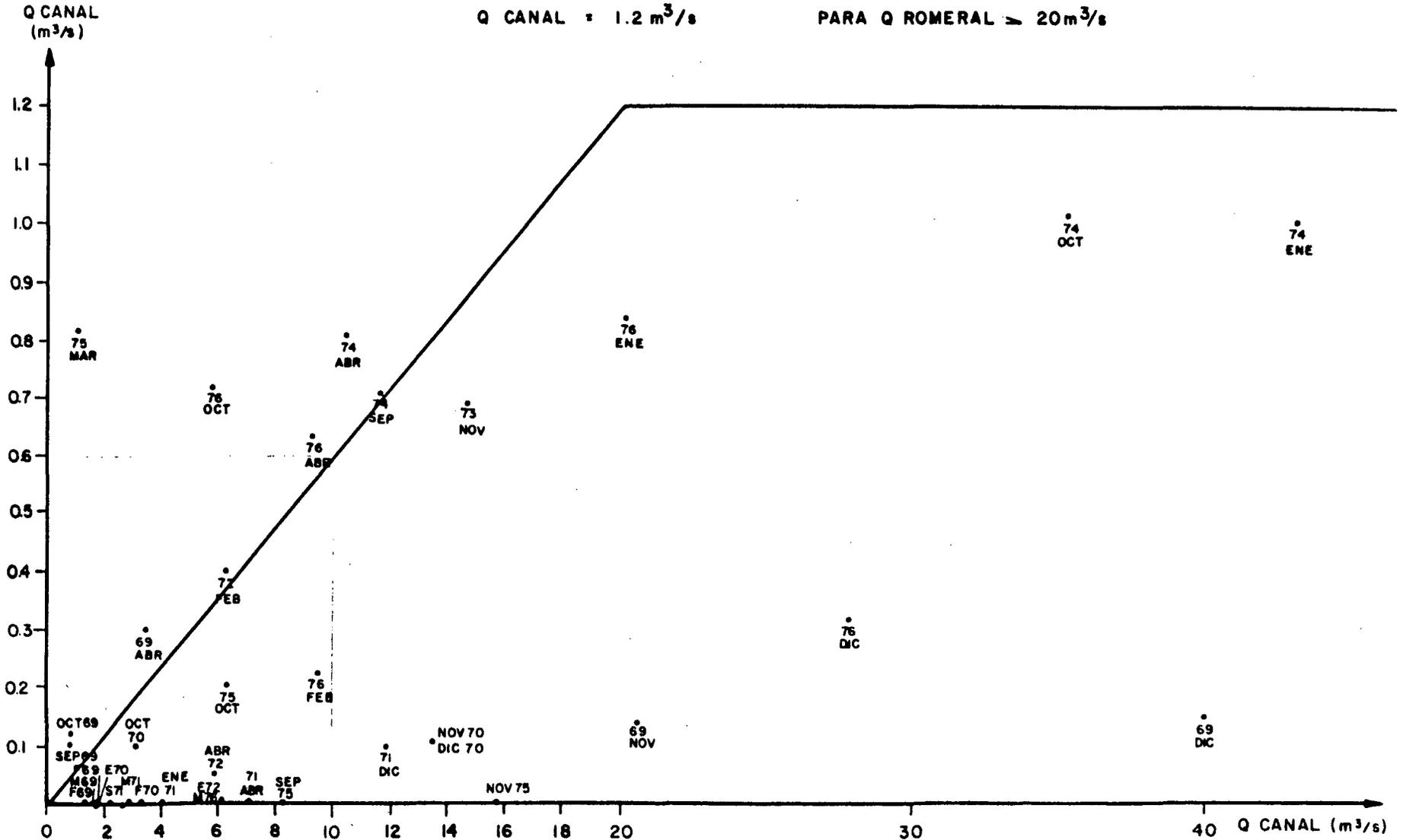


FIGURA 5.39

CANAL SANTA ROSA DE COLMO

$Q_{\text{CANAL}} = 0.03 Q_{\text{ROMERAL}}$ PARA $Q_{\text{ROMERAL}} \leq 10.7 \text{ m}^3/\text{s}$
 $Q_{\text{CANAL}} = 0.32 \text{ m}^3/\text{s}$ PARA $Q_{\text{ROMERAL}} > 10.7 \text{ m}^3/\text{s}$

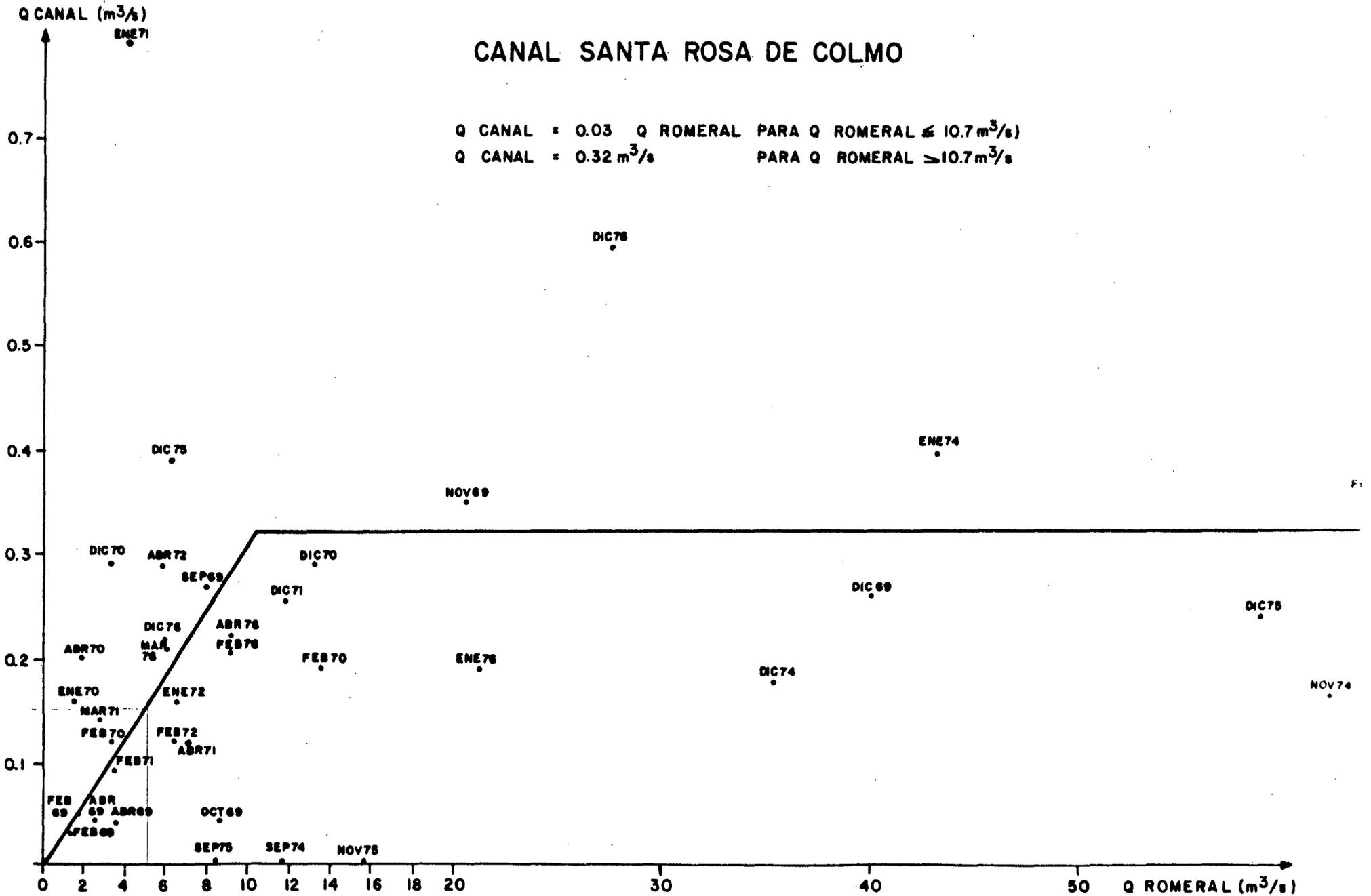


FIGURA 5.40

CANALES DE PUTAENDO

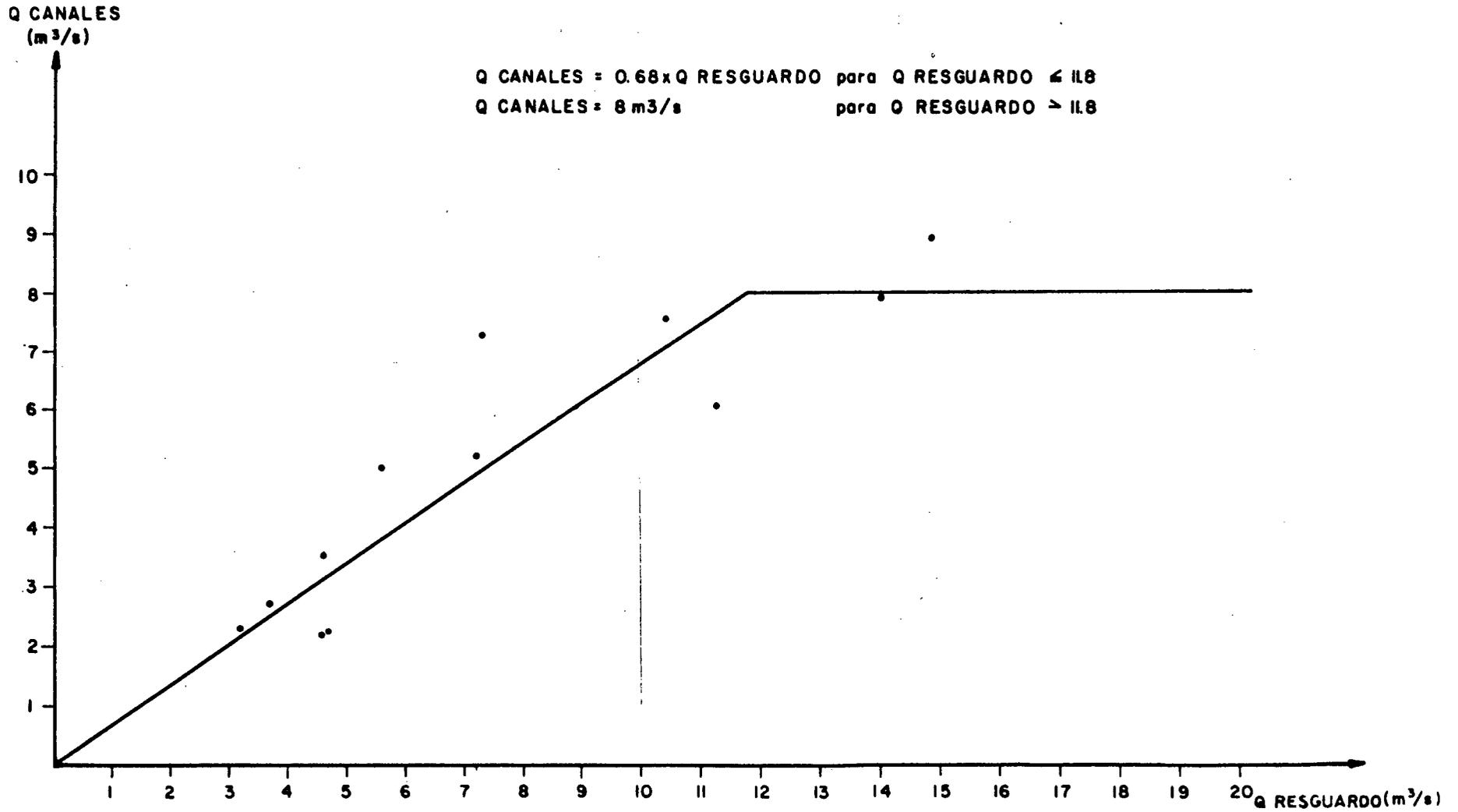


FIGURA 5.41

24

La construcción del canal unificado, que en la actualidad recorre la casi totalidad del valle, hace que esta expresión sólo sea válida para la situación pasada, *es decir, ...*

5.4. DISTRIBUCION ENTRE CANALES

La distribución entre los canales se estudió graficando para cada canal el caudal captado en función del caudal total tomado por un grupo de canales. En los casos de canales con derechos se hizo una comparación entre la situación legal y la real. Este estudio permitió además detectar disminuciones en las capacidades de los canales.

Los análisis se han hecho para cada sección del río Aconcagua ya que, de acuerdo con la situación legal vigente, éstas son independientes entre sí.

5.4.1. Primera sección del río Aconcagua

Dado que todos los canales de riego aforados en las corridas, cuentan con derechos permanentes, se graficó, para cada uno de los canales ubicados entre Chacabuquito y San Felipe, el caudal captado por ellos en ordenadas y la extracción total de los canales en abscisas. Los resultados se presentan en las figuras N°5.3 a la 5.21. En cada una de ellas se han trazado las rectas que ^{permiten determinar (representan)} corresponden a los porcentajes sobre el total de acciones permanentes y total de área de riego respectivamente. En aquellos casos en que el caudal captado no se ajusta a ninguna de las situaciones mencionadas se trazó una tercera recta correspondiente a la distribución real. *delimita como ...*

De todos los canales analizados sólo en el caso de La Lemina pudo detectarse una disminución en la capacidad. Este fenómeno puede verse claramente en la figura N°5.21 en que el caudal máximo captado durante las ^{cuando} primeras corridas, $1,25 \text{ m}^3/\text{seg}$. disminuyó progresivamente hasta $0.55 \text{ m}^3/\text{seg}$. medidos en las últimas corridas. *(cuando?)*

5.4.2. Segunda Sección del río Aconcagua

La carencia de derechos legales debido a la abundancia de recursos,

Y por consiguiente, la inexistencia de una distribución reglamentada, hizo que no fuera posible obtener resultados de interés mediante el procedimiento ya descrito. Ello obedece a que en la situación actual los canales no tienen otra limitante para la extracción que la que su capacidad impone.

5.4.3. Tercera Sección del río Aconcagua

Los canales de esta sección cuentan casi en su totalidad con derechos permanentes ~~y~~ salvo en los casos de los canales Melón, Mauco y Torrejón, los cuales solo poseen derechos eventuales y, por consiguiente, pueden tomar agua en el río cuando existen sobrantes sobre las demandas de los canales con derechos permanentes. Esta situación y la existencia de una distribución reglamentada generó la necesidad de realizar un estudio análogo al realizado para los canales de la primera sección.

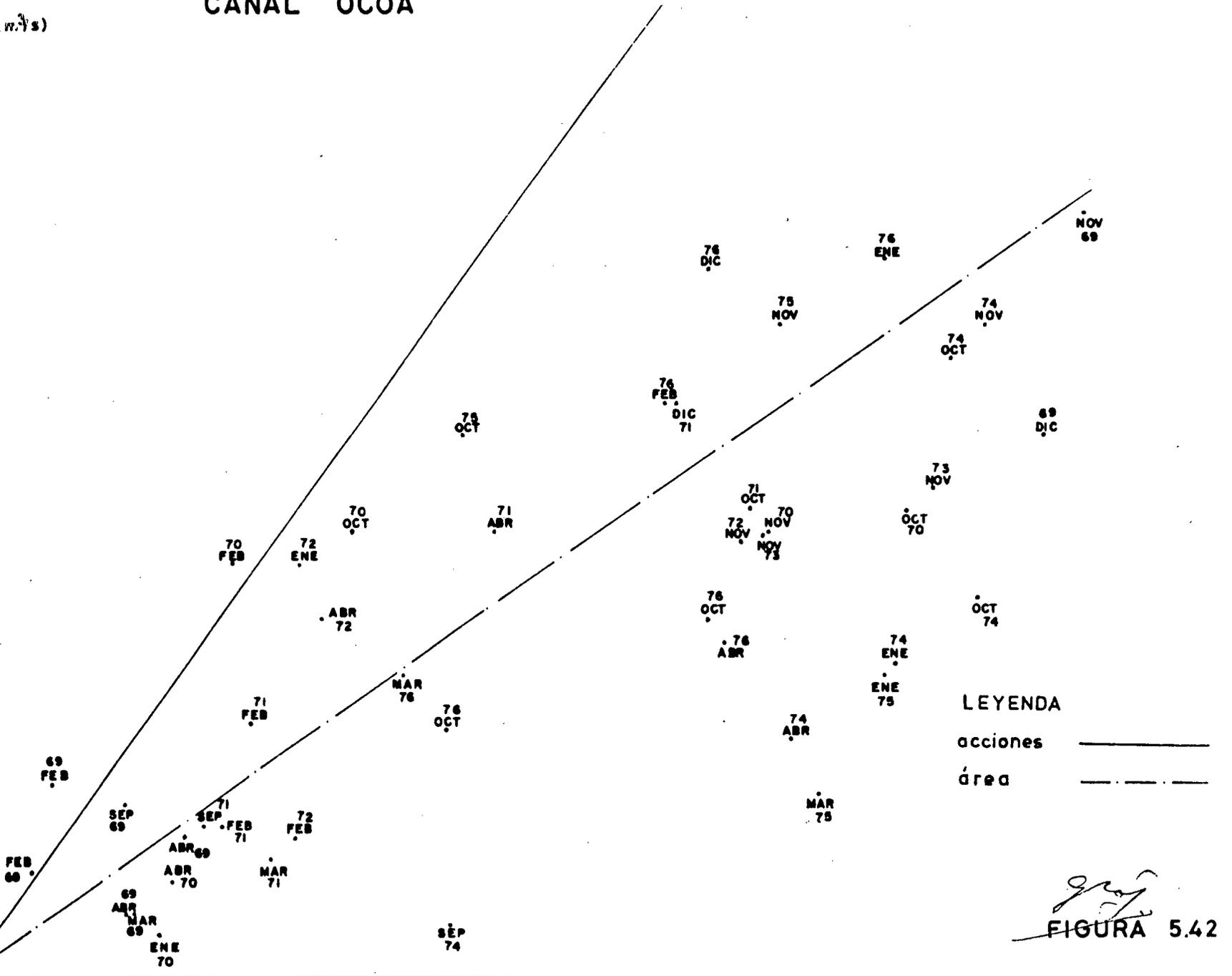
Se ha graficado en ordenadas el caudal extraído por cada canal y en abscisas el caudal total ^{captado} tomado por los canales con derechos permanentes. Los resultados se presentan en las ^{tablas} figuras N° 5.42 a 5.58 en que se han trazado las rectas correspondientes a los porcentajes sobre los derechos permanentes y áreas total de riego. En ellas puede verse que existen canales en que la distribución real no se ajusta a ninguno de los criterios mencionados *por cuanto...*

Debido a que a los canales Melón y Mauco se les distribuye el agua en relación al caudal total extraído por los canales con derechos permanentes, se estudió el funcionamiento de éstos en forma separada y los resultados de este análisis se presentan en las figuras 5.44 y 5.53. En ellas se observa que bajo cierto caudal se les concede a estos canales sólo agua para bebida y una vez que este nivel es superado se les asignan mayores recursos que pueden llegar hasta completar la capacidad máxima.

CANAL OCOA

Q CANAL (m³/s)

0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0



LEYENDA

acciones —————

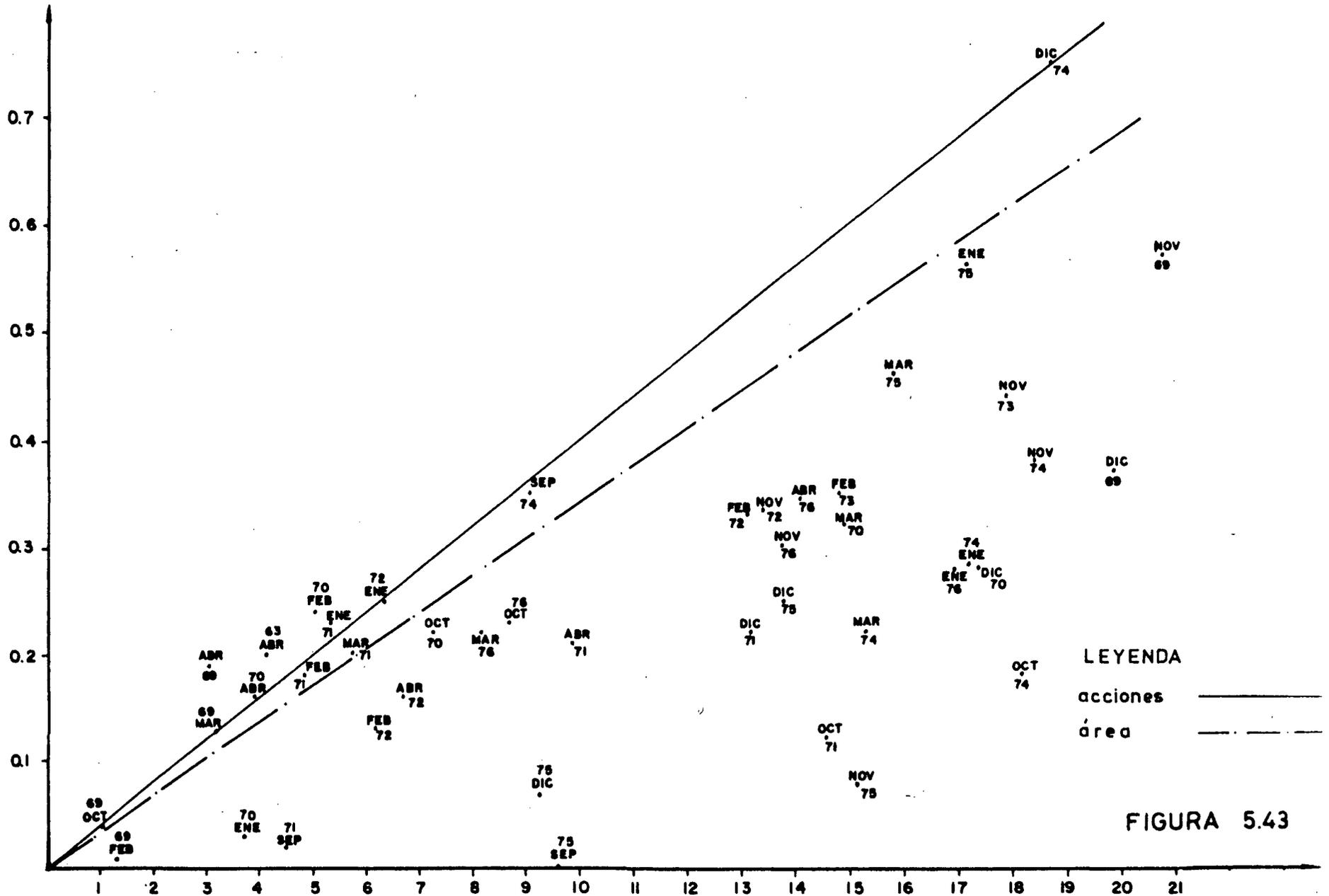
área - - - - -

FIGURA 5.42

Q Canales (m³/s)

Q CANAL (m³/s)

CANAL PEQUENES



LEYENDA
acciones —————
área - - - - -

FIGURA 5.43

Q CANALES (m³/s)

Q CANAL (m³/s)

CANAL MELON

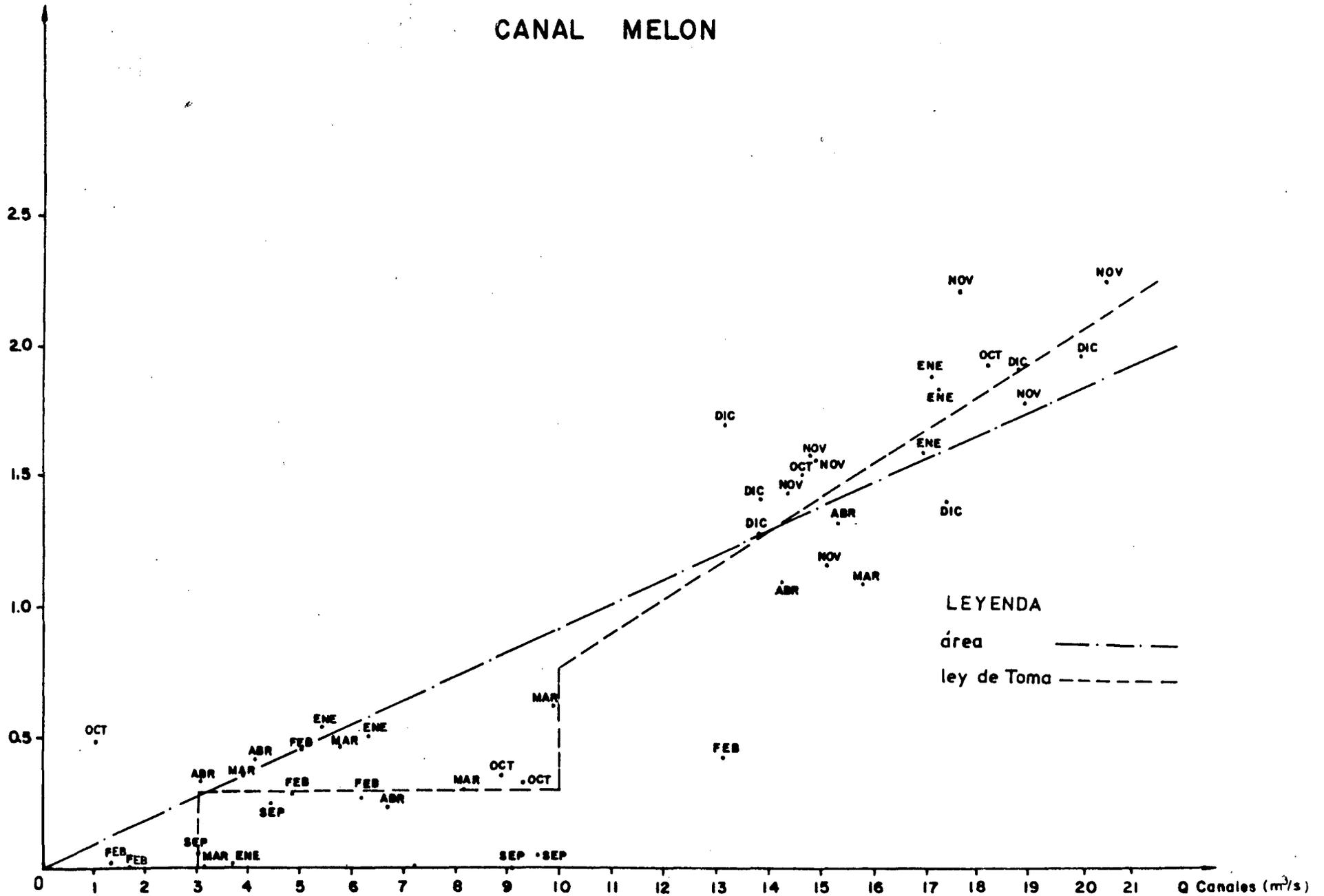


FIGURA 5.44

Q CANAL (m³/s)

CANAL HIJUELAS

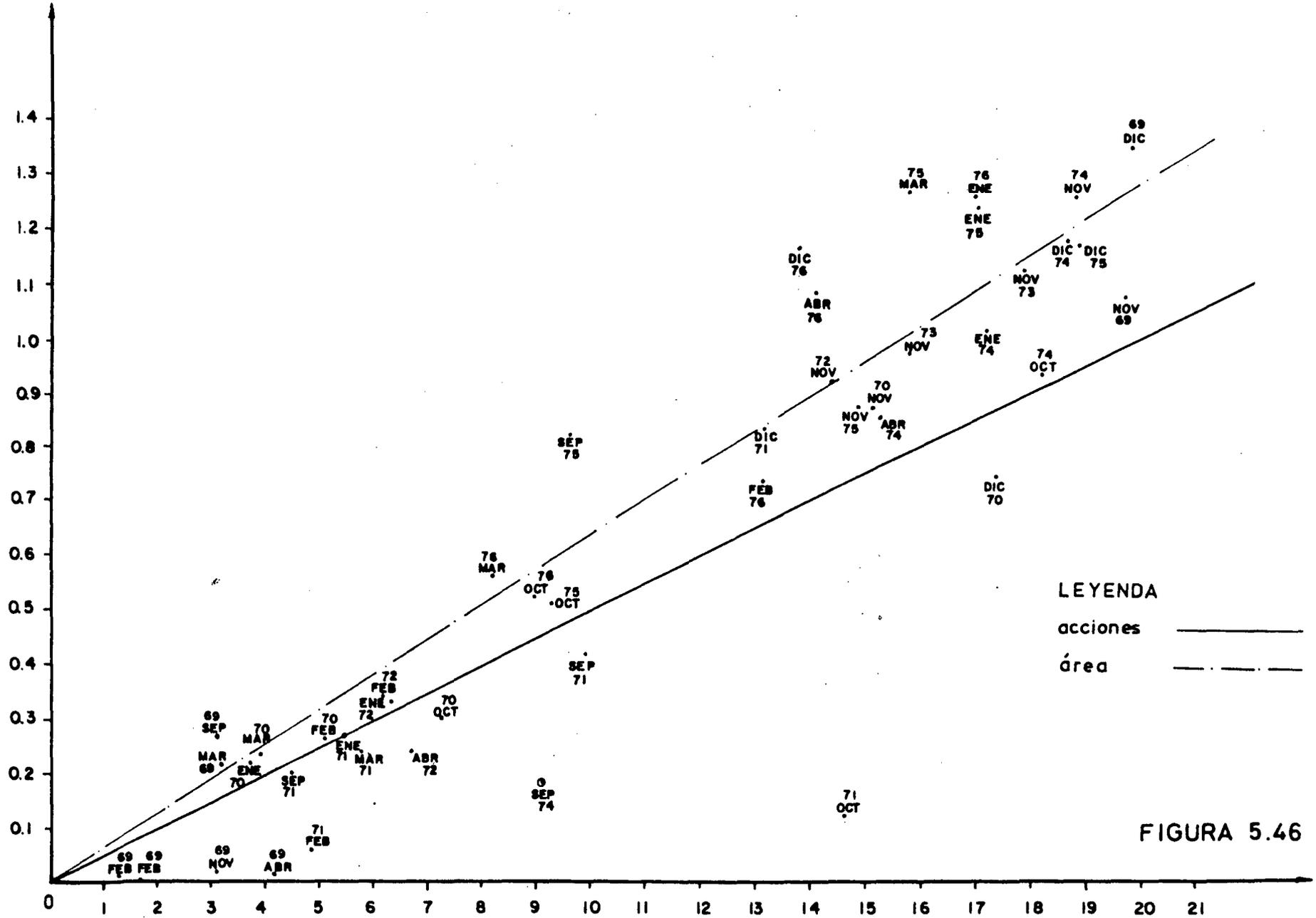
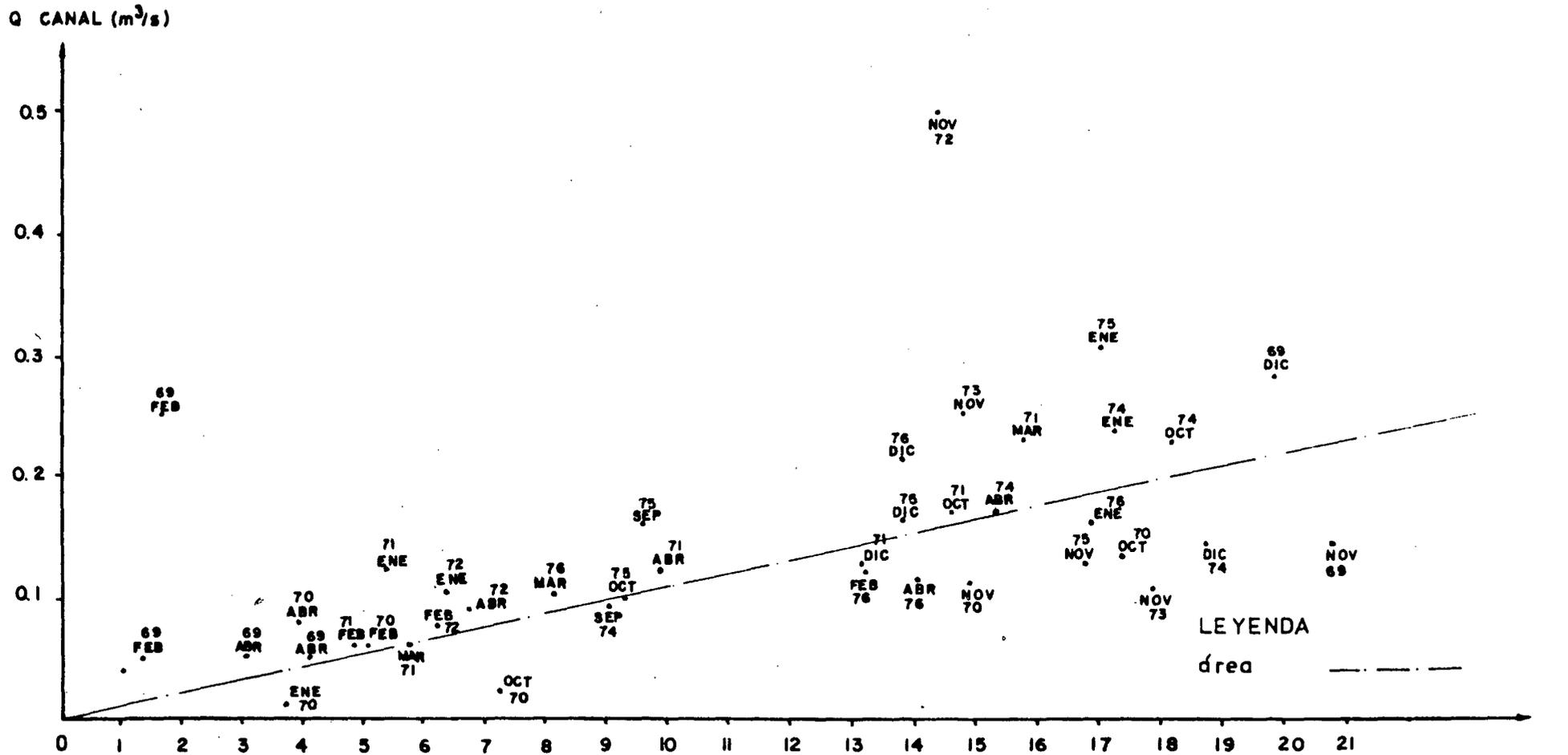


FIGURA 5.46

Q Canales (m³/s)

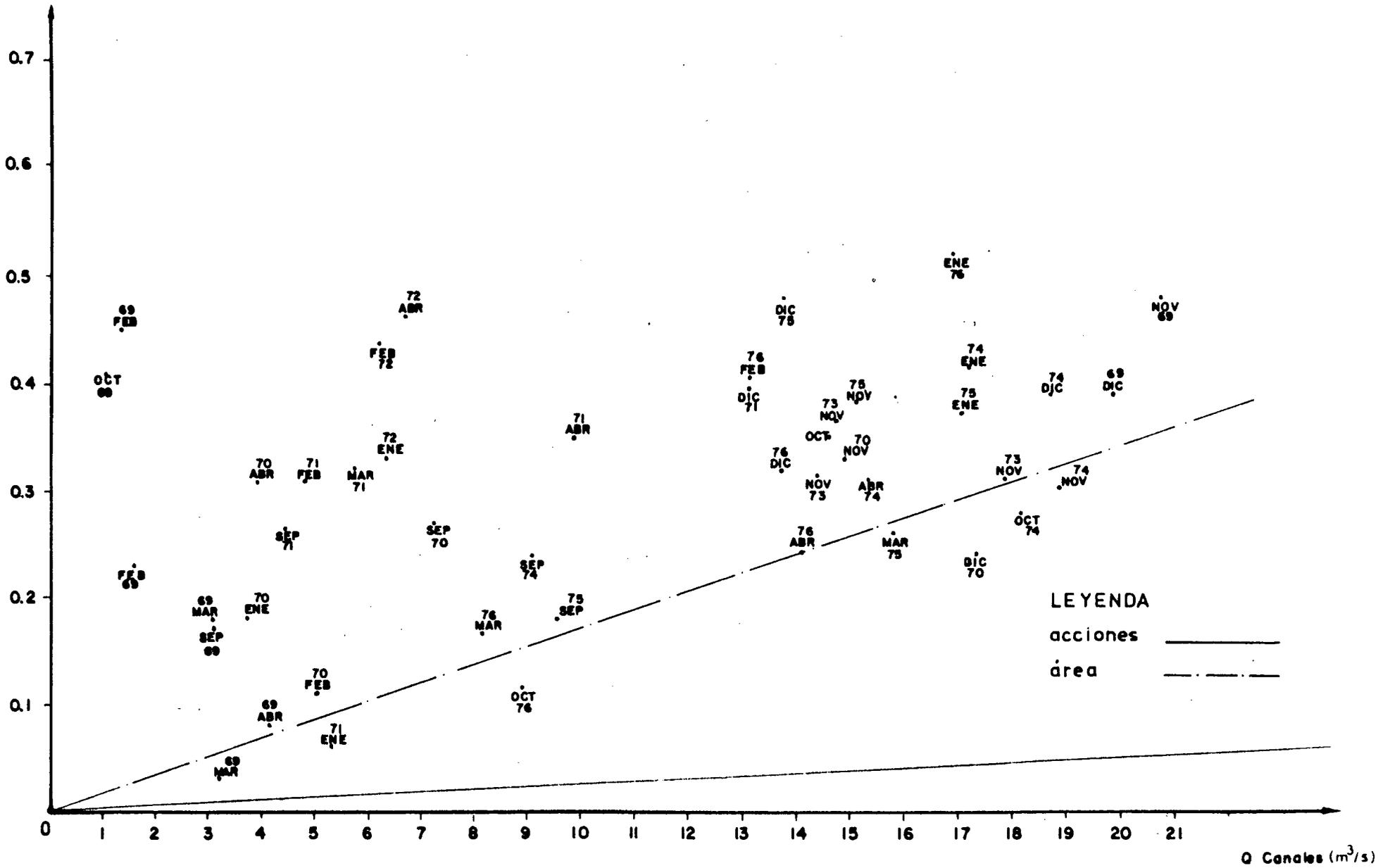
CANAL TORREJON



Q Canales (m³/s)
FIGURA 5.47

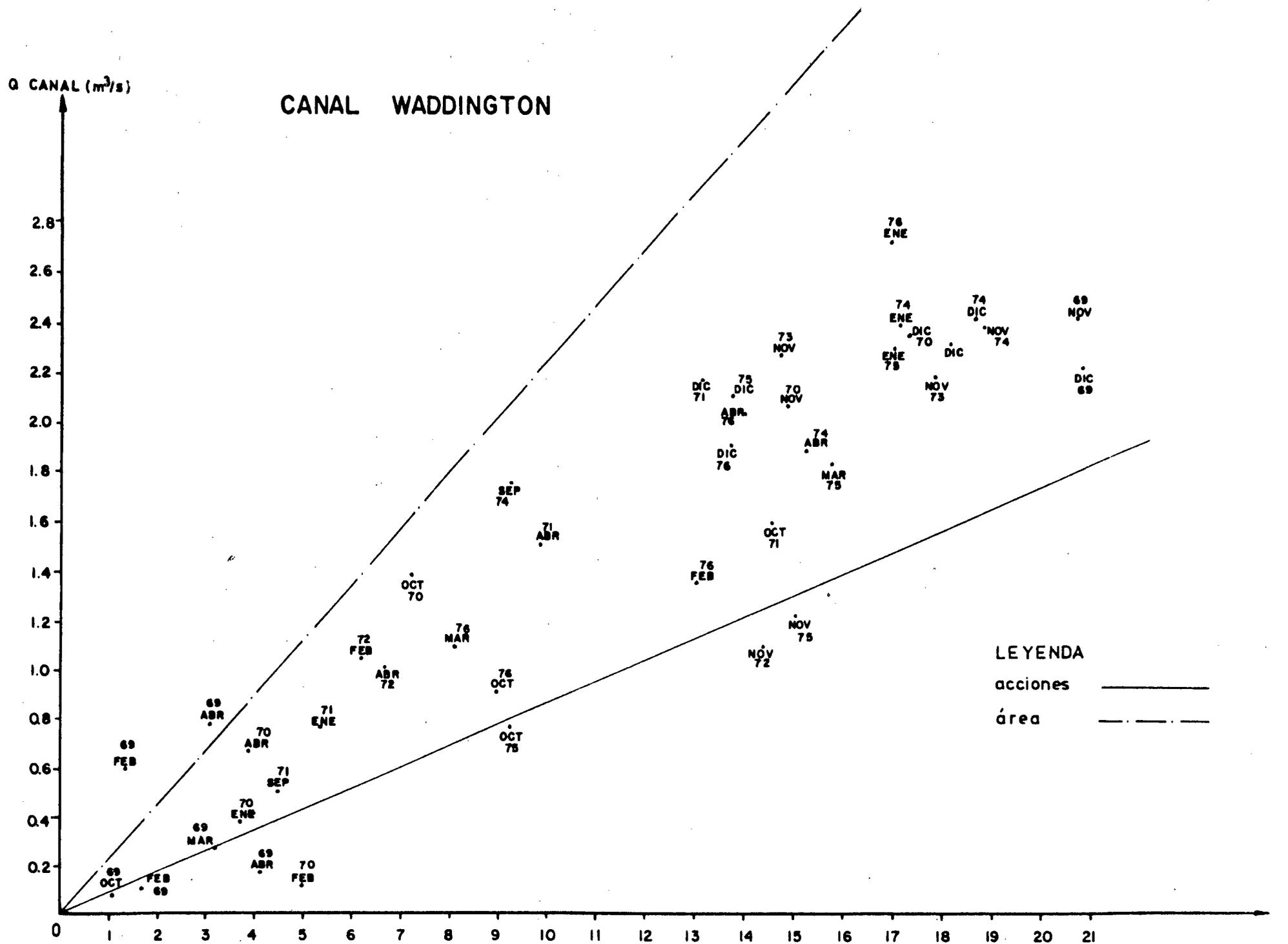
Q CANAL (m³/s)

CANAL SERRANO



LEYENDA
acciones _____
área - - - - -

FIGURA 5.48



Q Canales (m³/s)
FIGURA 5.49

CANAL OVALLE

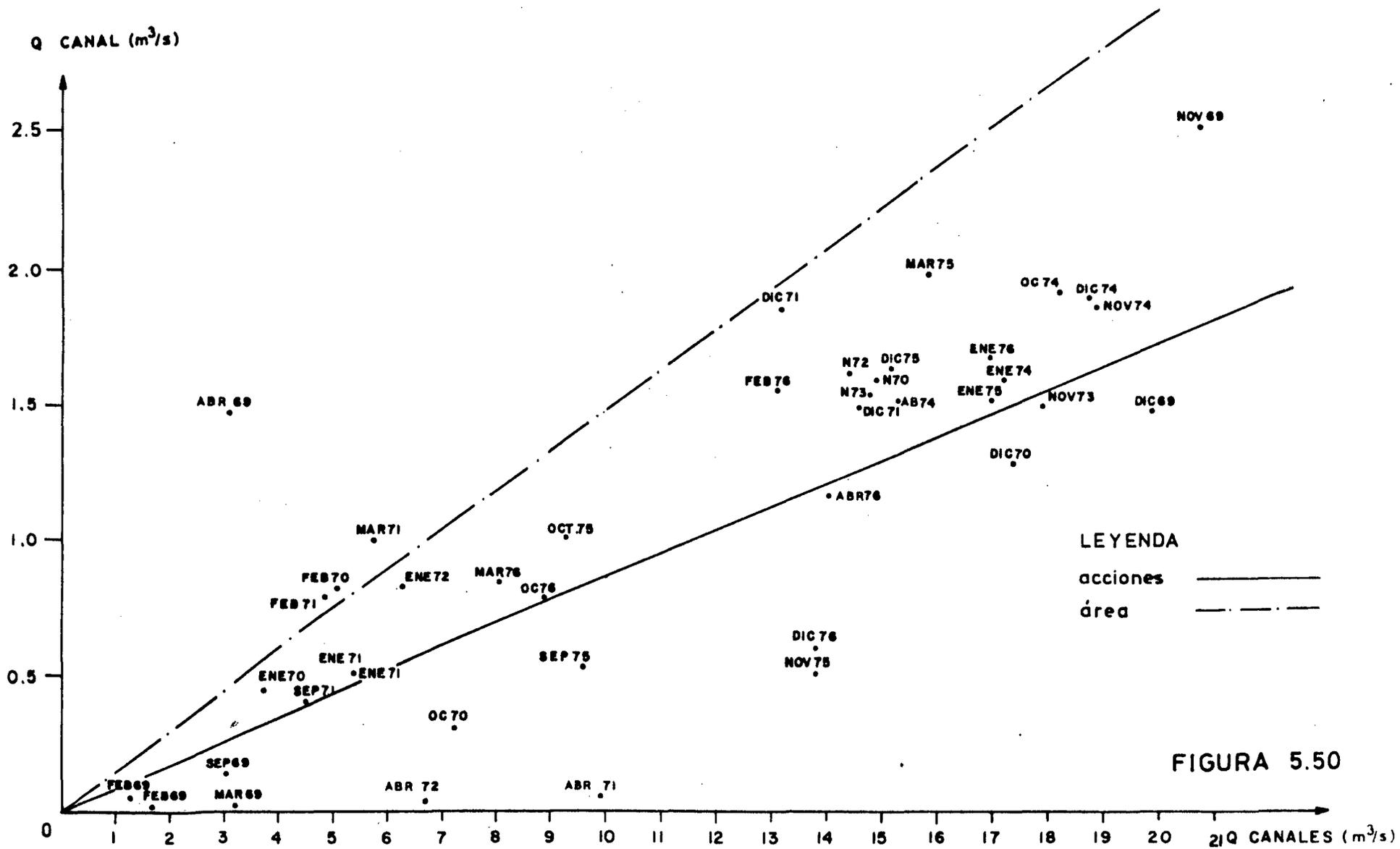
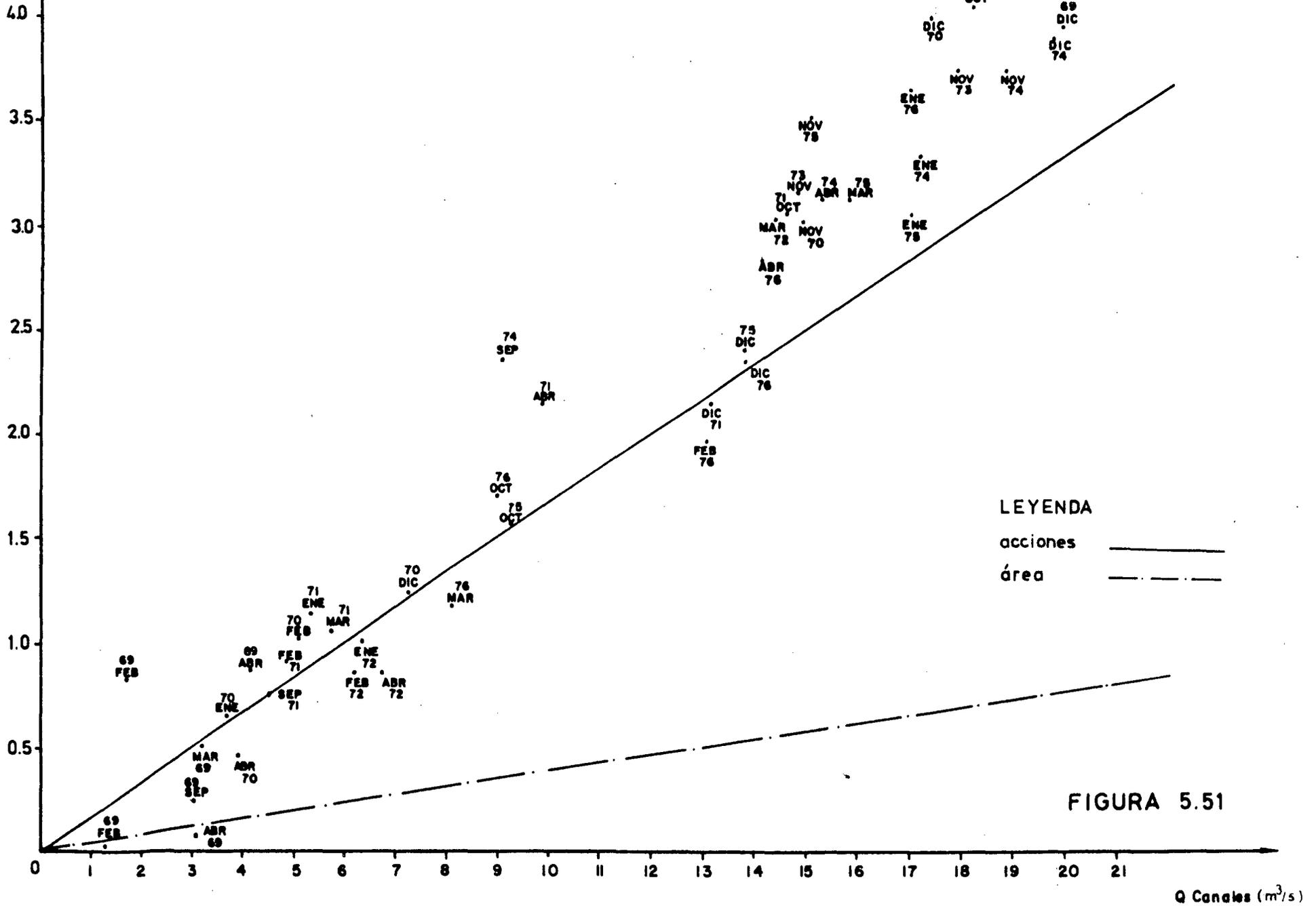


FIGURA 5.50

Q CANAL (m³/s)

CANAL CALLE LARGA



LEYENDA

acciones _____

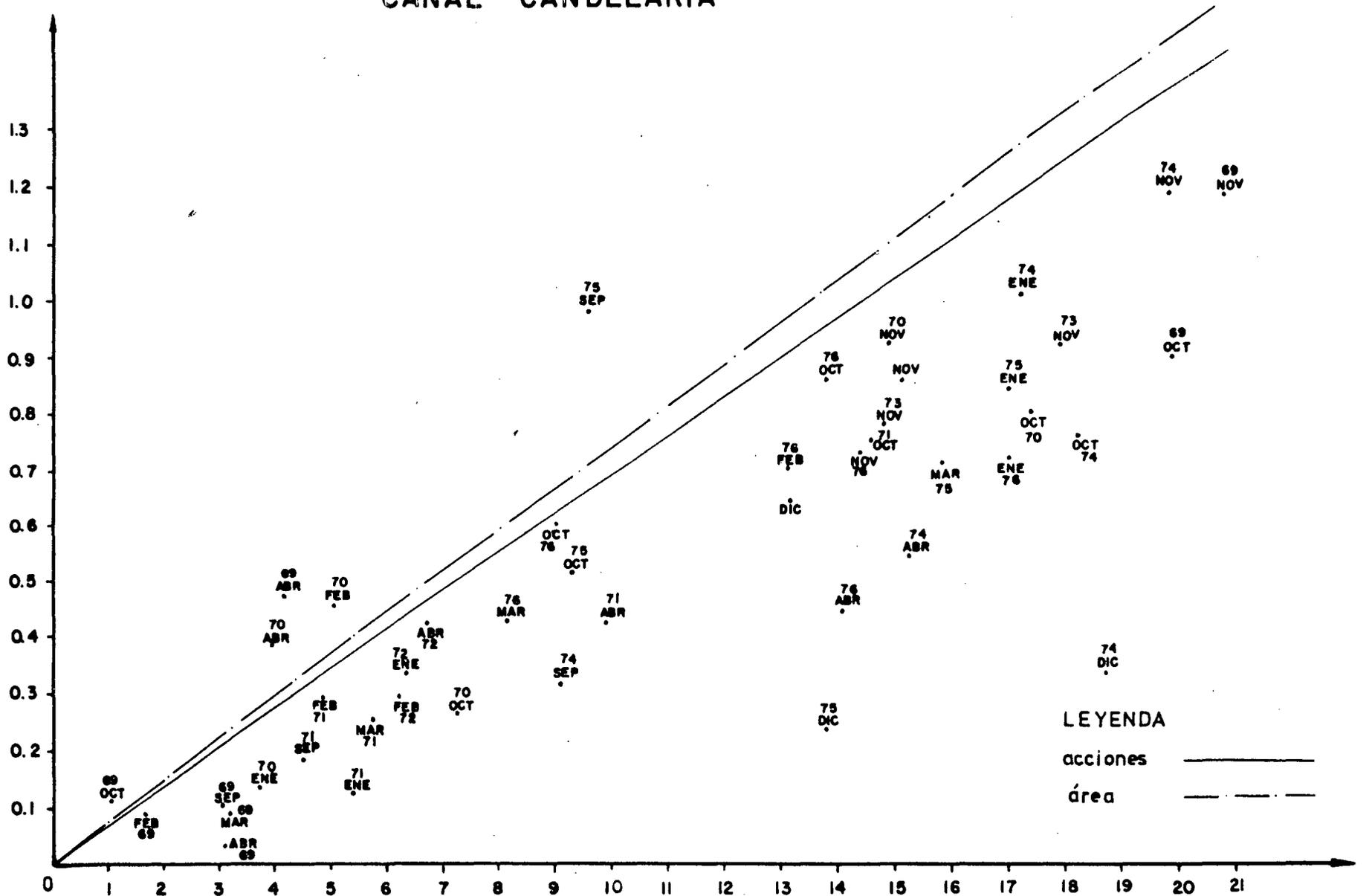
área - . - . - .

FIGURA 5.51

Q Canales (m³/s)

Q CANAL (m³/s)

CANAL CANDELARIA



LEYENDA

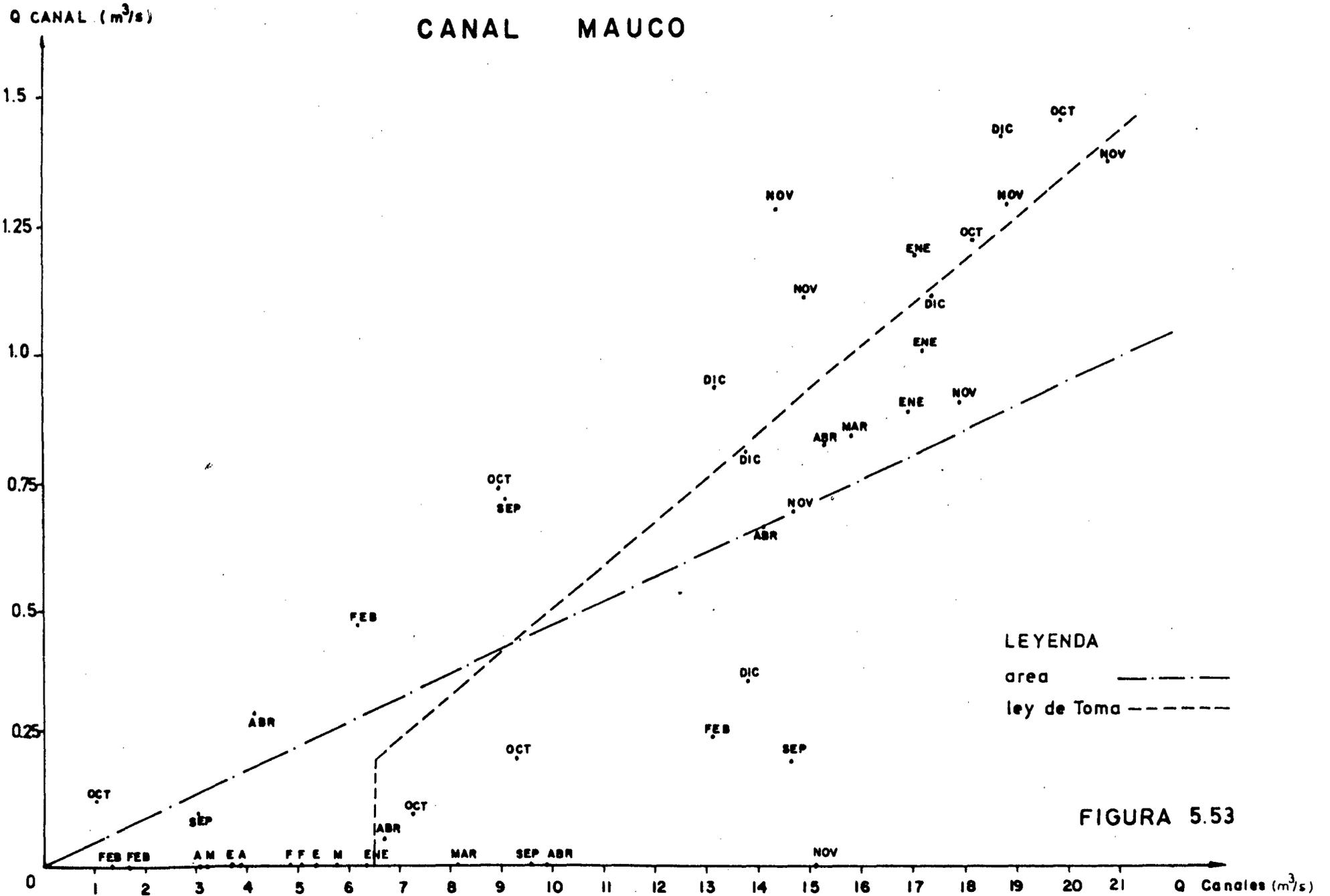
acciones —————

área - - - - -

Q Canales (m³/s)

FIGURA 5.52

CANAL MAUCO



LEYENDA
 area - · - · -
 ley de Toma - - - -

FIGURA 5.53

CANAL MARFAN

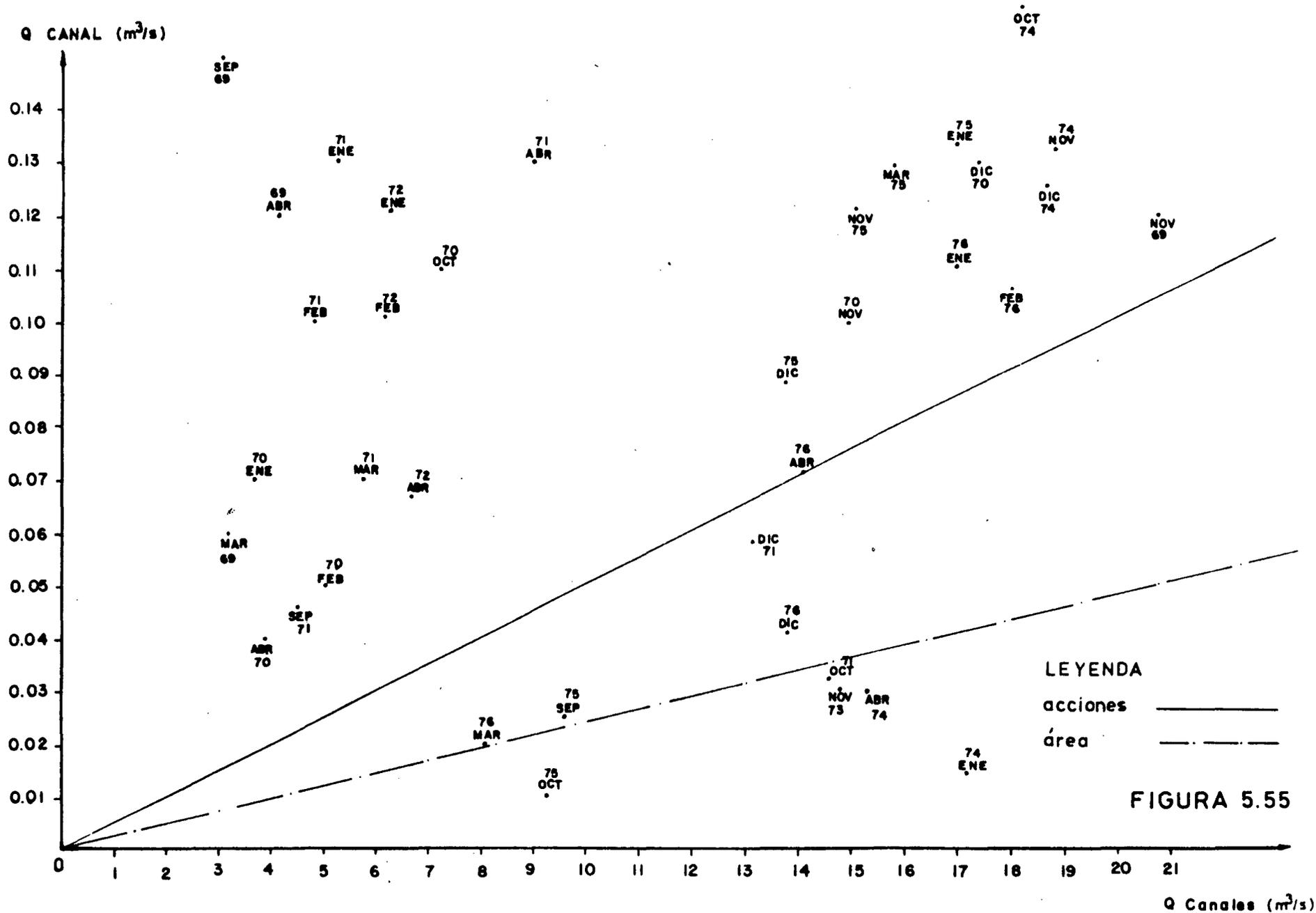


FIGURA 5.55

CANAL SAN PEDRO

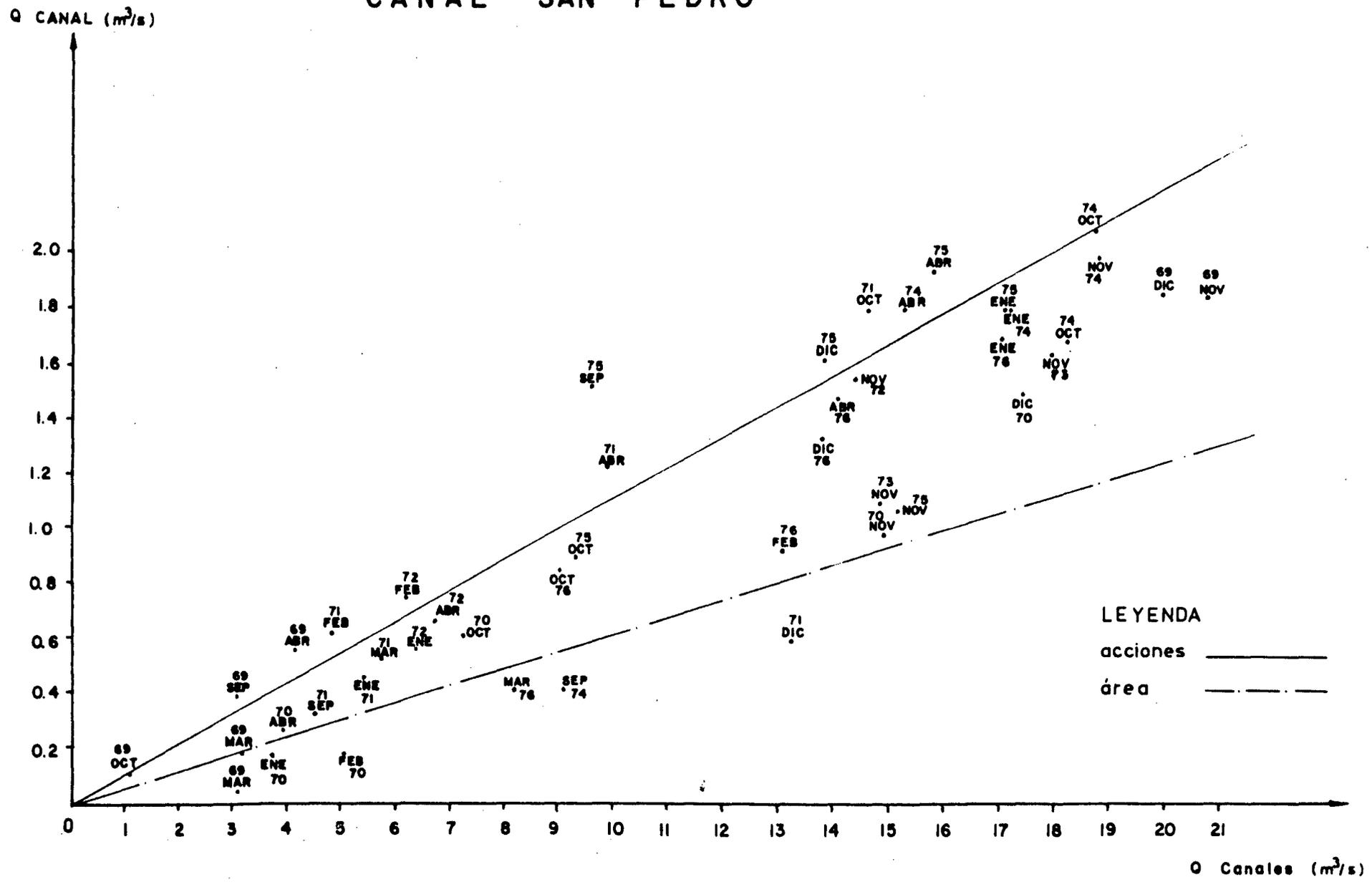
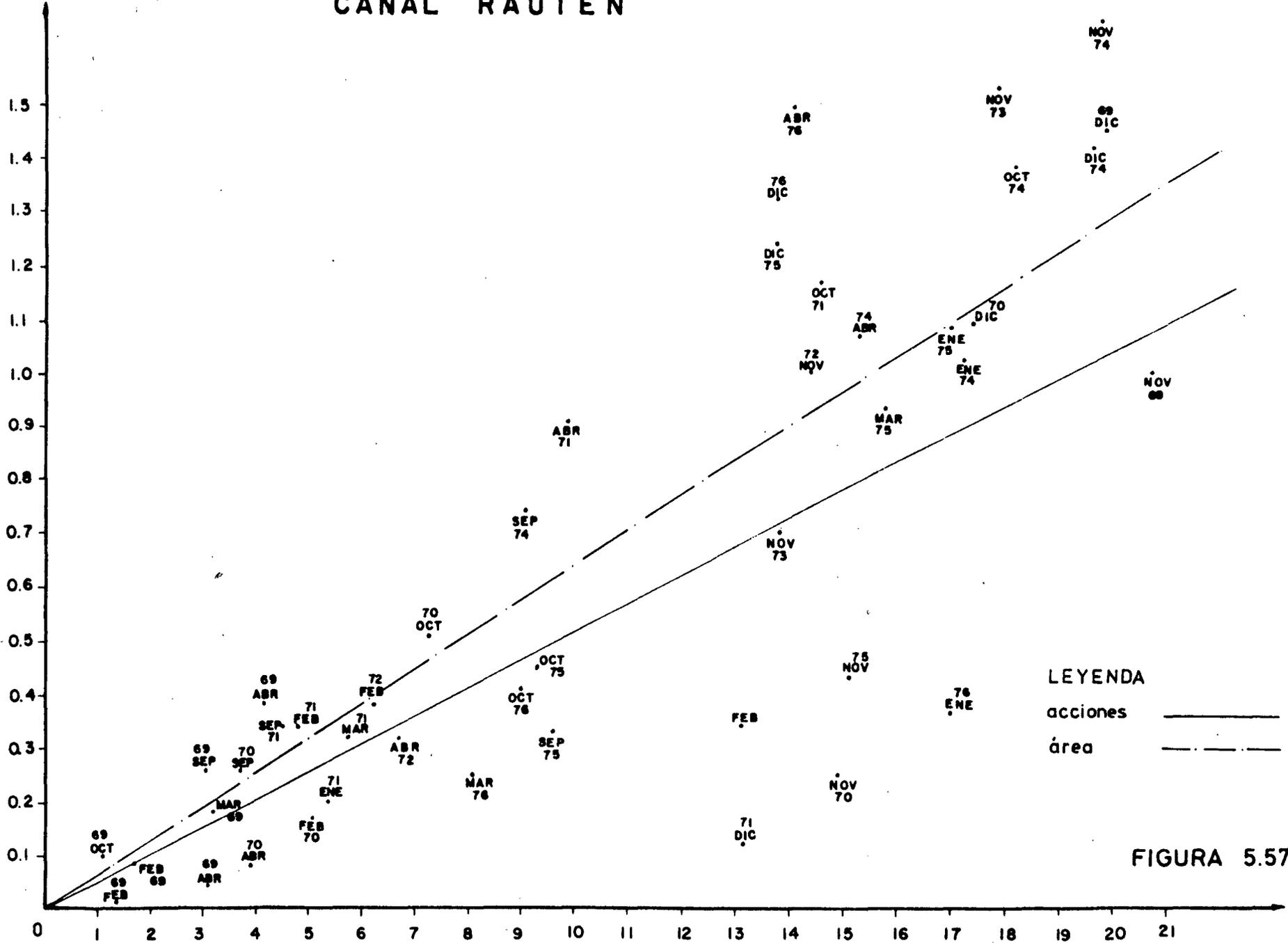


FIGURA 5.56

Q CANAL (m³/s)

CANAL RAUTEN

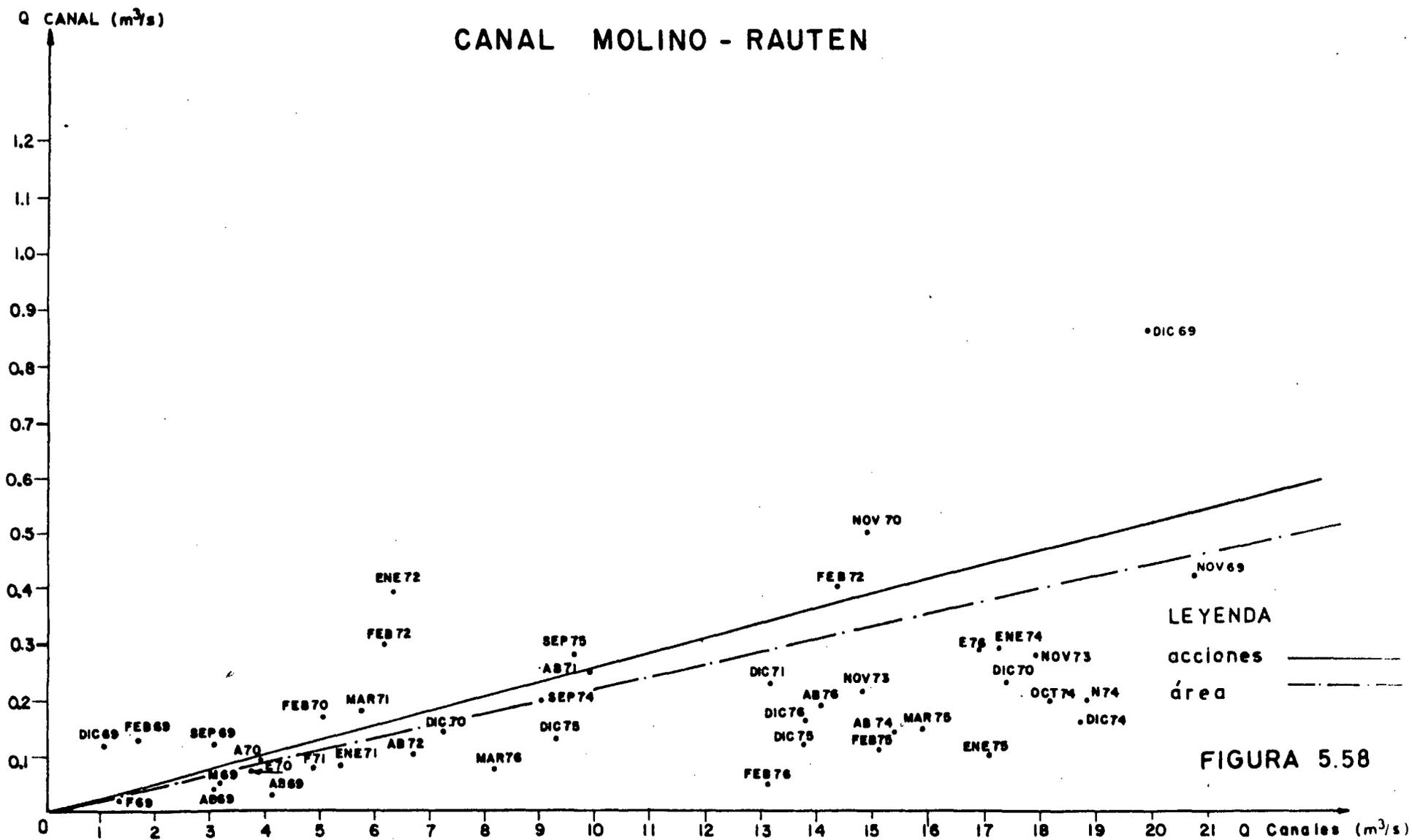


LEYENDA
acciones —————
área - - - - -

FIGURA 5.57

Q Canales (m³/s)

CANAL MOLINO - RAUTEN



5.4.4. Cuarta Sección del río Aconcagua

Al igual que en la segunda sección, no fue posible obtener resultados de interés con este procedimiento por tratarse de una zona que cuenta con abundante recursos y la distribución no está reglamentada.

5.4.5 Río Putaendo

Como ya se ha señalado, durante los períodos de escasez, que son bastante frecuentes, la distribución se hace por un sistema de turnos en que se asigna el caudal total a un grupo de canales. En estas circunstancias el caudal se distribuye conforme a las superficies inscritas y al no existir suficiente información no fue posible realizar un estudio acerca de la distribución real. De todas formas, es posible suponer que éste se realiza conforme a las superficies dados los problemas de escasez existentes mencionados.

6. ORGANISMOS EN EL AREA DEL PROYECTO

Los organismos encargados de la regulación y distribución del recurso son fundamentalmente las "Juntas de Vigilancia" y las "Asociaciones de Canalistas"

Las Juntas de Vigilancia entregan y controlan el agua a nivel del cauce natural, en tanto que las Asociaciones de Canalistas realizan la distribución a nivel de cada canal o grupo de canales.

Estas Juntas de Vigilancia están constituídas legalmente por accionistas, los que pueden ser personas naturales, Asociaciones de Canalistas u otras personas jurídicas, que en cualquier forma aprovechan las aguas de una misma cuenca. Su finalidad básica es la de controlar y distribuir los caudales disponibles de acuerdo a los derechos inscritos de cada canal. También dichos organismos tienen a su cargo la construcción y modificación de las obras necesarias en sus canales.

En el área del Proyecto solamente tienen Junta de Vigilancia oficial en el río Putaendo y la Primera y Tercera Sección del río Aconagua.

Las Asociaciones de Canalistas agrupan a aquellos regantes con derechos de aprovechamiento común sobre las aguas de un mismo canal. Sus funciones básicas son las de captar el recurso desde el río o cauce matriz, distribuirlo entre los asociados, construyendo y manteniendo aquellas obras de infraestructura necesarias para el aprovechamiento adecuado de las aguas.

CAPITULO 2

BALANCES DE AGUA

1. INTRODUCCION

El objetivo fundamental de este capítulo es identificar en forma preliminar todas aquellas zonas que por características propias poseen regímenes de pérdidas y recuperaciones, intentando obtener las leyes que definen tales procesos y en consecuencia evaluar la importancia que tienen sobre el uso del agua en el riego.

La metodología usada para lograr este objetivo consistió en formular balances de agua. Debido a que no es posible determinar la magnitud de todas las variables que intervienen en este proceso, se hizo necesario recurrir a la simulación y en la medida en que los resultados obtenidos concordaban con situaciones observadas, fue posible asegurar una estimación razonable para las incógnitas. *¿cuáles?*

De todas las zonas del valle de Aconcagua, sólo fue posible identificar un único sector en que se pudiera validar los resultados del estudio. El sistema compuesto por el río y el sector sur de la Primera Sección legal, delimitando al Oriente por el Canal Petaca y al Poniente por el Puente de San Felipe, constituye el área donde se efectuó un análisis completo que permitió determinar las condiciones reales del riego y los diversos destinos del agua, debido a que existen estaciones limnigráficas tanto a la entrada como a la salida del sector. En forma paralela, se desarrollaron estudios parciales para otras zonas, tanto con el propósito de disminuir la cantidad de variables como para tener una visión de toda la zona.

Los resultados obtenidos, si bien son de índole preliminar, se utilizan, entre otras actividades, como criterio básico para la operación de los modelos de Planificación, Riego y Derrames y como criterio para comprobar los modelos de Hidrogeología.

2. BALANCE GENERAL DE AGUAS EN UNA ZONA

Para determinar los diversos destinos del agua en una zona es necesario disponer de una representación física de todos los elementos que intervienen. Esto exige identificar ríos, canales, sectores de riego, esteros y acuíferos.

La interrelación entre todos los elementos descritos se muestran en la Figura 2.1.

2.1 DEFINICION DE LAS VARIABLES CONSIDERADAS

Qen	$\begin{bmatrix} r \\ c \\ e \\ z \end{bmatrix}$	Caudales entrantes por	río canales estero acuífero
Qsa	$\begin{bmatrix} r \\ c \\ e \\ z \end{bmatrix}$	Caudales salientes por	río canales estero acuífero
Qll	$\begin{bmatrix} r \\ c \\ e \\ sr \end{bmatrix}$	Caudal equivalente a la lluvia caída en	río canales estero sector de riego
Qet	$\begin{bmatrix} r \\ c \\ e \\ sr \\ z \end{bmatrix}$	Caudal equivalente a la evapotranspiración en	río canales estero sector de riego acuífero
Qza	$\begin{bmatrix} r \\ c \\ e \\ sr \end{bmatrix}$	Caudal proveniente del acuífero aflorado en	río canales estero sector de riego
Qper	$\begin{bmatrix} r \\ c \\ e \\ sr \end{bmatrix}$	Caudal percolado hacia el acuífero proveniente	río canales estero sector de riego
Qds	$\begin{bmatrix} r \\ e \\ s \\ c \\ sr \end{bmatrix}$	Caudal de derrames provenientes del sector de riego hacia el <i>filtrar y que es S</i> // //	río estero saliente del sector



Qes $\begin{bmatrix} r \\ c \end{bmatrix}$ Caudal del estero derivado hacia el $\begin{matrix} \text{río} \\ \text{canales} \end{matrix}$

Qric Caudal captado por los canales desde el río

Qca $\begin{bmatrix} e \\ sr \end{bmatrix}$ Caudal de los canales derivado $\begin{matrix} \text{estero} \\ \text{sector de rigo} \end{matrix}$
hacia el

$\frac{\Delta V}{\Delta t}$ $\begin{bmatrix} r \\ c \\ e \\ sr \\ z \end{bmatrix}$ Variación del almacenamiento $\begin{matrix} \text{río} \\ \text{canales} \\ \text{esteros} \\ \text{sector de riego} \end{matrix}$
en el *(faltó)*

Definido cada uno de los elementos, se formularon las siguientes ecuaciones de continuidad:

1) ECUACION DE BALANCE PARA EL RIO

$$Q_{enr} + Q_{l1r} + Q_{esr} + Q_{dsr} + Q_{zar} = Q_{sar} + Q_{etr} + Q_{per} + Q_{ric} + \frac{\Delta V_r}{\Delta t}$$

2) ECUACION DE BALANCE PARA LOS CANALES

$$Q_{enc} + Q_{l1c} + Q_{esc} + Q_{ric} + Q_{zac} = Q_{sac} + Q_{etc} + Q_{cae} + Q_{pec} + Q_{casr} + \frac{\Delta V_c}{\Delta t}$$

3) ECUACION DE BALANCE PARA EL SECTOR DE RIEGO

$$Q_{casr} + Q_{l1sr} + Q_{zasr} = Q_{dss} + Q_{dse} + Q_{dsr} + Q_{pesr} + Q_{etsr} + \frac{\Delta V_{sr}}{\Delta t}$$

4) ECUACION DE BALANCE PARA EL ESTERO

$$Q_{ene} + Q_{lle} + Q_{zae} + Q_{dse} + Q_{cae} =$$

$$Q_{sae} + Q_{pee} + Q_{ete} + Q_{esr} + Q_{esc} + \frac{\Delta V_e}{\Delta t}$$

5) ECUACION DE BALANCE PARA EL ACUIFERO

$$Q_{enz} + Q_{per} + Q_{pec} + Q_{pesr} + Q_{pee} =$$

$$Q_{saz} + Q_{etz} + Q_{zar} + Q_{zac} + Q_{zasr} + Q_{zae} + \frac{\Delta V_z}{\Delta t}$$

6) ECUACION DE BALANCE SUPERFICIAL

$$(Q_{enr} + Q_{enc} + Q_{ene}) + (Q_{llr} + Q_{llc} + Q_{llsr} + Q_{lle}) +$$

$$(Q_{zar} + Q_{zac} + Q_{zasr} + Q_{zae}) =$$

$$(Q_{sar} + Q_{sac} + Q_{dss} + Q_{sae}) + (Q_{etr} + Q_{etc} + Q_{etsr} + Q_{ete}) +$$

$$(Q_{per} + Q_{pec} + Q_{pesr} + Q_{pee}) + \left(\frac{\Delta V_r}{\Delta t} + \frac{\Delta V_c}{\Delta t} + \frac{\Delta V_{sr}}{\Delta t} + \frac{\Delta V_e}{\Delta t} \right)$$

7) ECUACION GENERAL DEL SISTEMA

$$(Q_{enr} + Q_{enc} + Q_{ene} + Q_{enz}) + (Q_{llr} + Q_{llc} + Q_{llsr} + Q_{lle}) =$$

$$(Q_{sar} + Q_{sac} + Q_{dss} + Q_{sae} + Q_{saz}) + (Q_{etr} + Q_{etc} + Q_{etsr} +$$

$$Q_{ete} + Q_{etz}) + \frac{\Delta V_r}{\Delta t} + \frac{\Delta V_c}{\Delta t} + \frac{\Delta V_{sr}}{\Delta t} + \frac{\Delta V_e}{\Delta t} + \frac{\Delta V_z}{\Delta t}$$

2.2 CONDICIONES DE APLICACION DE LAS ECUACIONES DE BALANCE

El esquema propuesto supone que:

- a) El caudal de los esteros sólo puede ser aprovechado en los sectores de riego a través de los canales derivados...
- b) Una parte del caudal de los canales escurre hacia los esteros sin entrar al sector de riego.
- c) El caudal bombeado desde el acuífero entra al sector de riego a través de los canales.

Para realizar los balances resulta indispensable estimar previamente la casi totalidad de las variables que intervienen pues sólo es posible calcular el valor de una de ellas por cada ecuación aplicada. Esto exige el uso de la información básica disponible, la extrapolación de los resultados obtenidos en otras áreas geográficas del país y por último, la aceptación de criterios de experiencias a nivel mundial. Toda esta información debe considerarse dentro de los límites de confiabilidad determinados por el método mediante el cual se obtuvo la información y sólo es posible aceptar los resultados obtenidos bajo estas condiciones.

3. APLICACION DIRECTA DE LAS ECUACIONES DE BALANCE

La formulación de las ecuaciones de balance permite conocer el funcionamiento físico de los distintos elementos antes definidos, lo que hace posible deducir leyes generales que sean de fácil aplicación y que representen en forma media los procesos físicos en los cuales interviene el agua.

Se analiza a continuación, en términos generales, las variables que intervienen en las ecuaciones:

(Q11) = Caudal equivalente a la precipitación.

Se estima considerando el área ocupada por los elementos y la precipitación sobre éstos.

del sistema

- (Qet) = Caudal equivalente a la evapotranspiración.
Se estima considerando el área ocupada por los elementos y las tasas de uso consumo representativas para éstos.
- (Qza) = Caudal aflorado proveniente del acuífero.
Esta variable es, en general, desconocida y como tal se debe calcular. Se puede, asimismo, estimar el caudal aflorado entre secciones, cuyos caudales subterráneos pasantes son conocidos sin diferenciar lo aflorado en cada elemento. *¿ incluye bombas ?*
- (Qpe) = Caudal percolado hacia el acuífero proveniente de los elementos. Esta variable es, en general, desconocida y como tal se debe calcular. También se puede estimar teóricamente ^{para cada} ~~por~~ elemento y se puede comprobar parcialmente con mediciones en terreno.
- $\left(\frac{\Delta V}{\Delta t} \right)$ = Variación del volumen almacenado ^{respecto del tiempo,} expresada como caudal. Se estima dependiendo del elemento y la longitud del período de tiempo considerado. Se puede medir en algunos elementos.
- (Qds) = Caudal de derrames provenientes del sector de riego.
Se estima en base a los métodos de riego y a la estructura de la red de drenaje.
- (Qes)
(Qca) = Caudal de esteros o canales ^{se calcula} derivados hacia otros elementos. Se estima teóricamente ^o a partir de mediciones en terreno.
- (Qen)
(Qsa)
Qric = Caudales entrantes y salientes de los elementos y caudal captado por los canales.
Se estima en base a mediciones en terreno y en aquellas situaciones en que no hay información, se generan o se plantean como incógnitas, las que como tales deben ser calculadas.

3.1 PRIMERA SECCION

Las características físicas de esta sección y la cantidad de información disponible, permiten mediante la formulación de balances, realizar un completo estudio del sistema de pérdidas y recuperaciones, el que, en conjunto con la utilización del modelo de riego, hace posible determinar los diversos destinos del agua en esta sección.

Resultó de gran importancia ^{¿cuáles?} el contar con la posibilidad de comprobar por dos métodos distintos los criterios aplicados. Por ^{lo} tanto, los resultados obtenidos deben estar en concordancia con los caudales superficiales en San Felipe y con las recargas del acuífero determinadas por Hidrogeología.

3.1.1 Balance Superficial General

La aplicación de la ecuación de balance superficial a toda la sección considerada como una sola unidad se realiza de acuerdo con las siguientes hipótesis:

- Se desprecian todas las variaciones de almacenamiento superficial.
- La evapotranspiración de canales y la lluvia caída sobre ellos se consideran incluidas en las del sector de riego. *(¿y por qué se consideran como la unidad aparte?)*
- No existen en este sector aportes de la napa subterránea al sistema superficial.

Así, la ecuación de balance queda como sigue:

$$\begin{aligned}
 & (Q_{enr} + Q_{enc} + Q_{ene}) + (Q_{l1r} + Q_{l1sr} + Q_{lle}) = \\
 & (Q_{sar} + Q_{sac} + Q_{dss} + Q_{sae}) + (Q_{etr} + Q_{etsr} + Q_{ete}) + \\
 & \underbrace{(Q_{per} + Q_{pec} + Q_{pesr} + Q_{pee})}_{\text{?}} \quad \frac{\Delta V_i}{\Delta t}
 \end{aligned}$$

Debido a que no existen estaciones fluviométricas en los esteros San Francisco, Jahuel y El Cobre, los caudales medios mensuales entrantes son estimados por métodos indirectos.⁽⁴⁾ Aún más, el caudal saliente por el estero Quilpué cuenta con registros deficientes e incompletos. Esta información deficiente no permite obtener resultados confiables para toda la primera sección ~~como unidad~~.

Si se considera un sistema que comprenda sólo el sector Sur de primera sección y la caja del río, es posible aplicar las ecuaciones superficiales pues los caudales de los esteros Quilpué, Jahuel, El Cobre y San Francisco no intervienen en las ecuaciones que se postulan.

El cálculo se ha hecho mes a mes durante el período de riego ^{comprendido por los meses de} de acuerdo con las siguientes bases:

- Q_{enr} = Caudal medio mensual del río Chacabuguito.
- Q_{enc} = Cero
- Q_{ene} = Caudal medio mensual del Estero Pocuro en el Sifón.
- $Q_{ln} + Q_{ls} + Q_{le}$ = Precipitación mensual registrada en San Felipe, *expresada en caudal = 0 ?*
- Q_{sar} = Caudal medio mensual del río en el puente San Felipe más canal Parry N° 2. No incluye el canal Escorial - Culebra. *¿por qué si e es 22 Norte?*
- Q_{sac} = Caudal captado por los canales con bocatoma en lado norte del río. *(y el lado Sur?)*
- Q_{dss} *(¿qué significa?)* = Cero *(¿ $\eta = 100\%$?)*
- Q_{sae} = Cero
- $Q_{etr} + Q_{etsr} + Q_{ete}$ = Caudal evapotranspirado en el sector. Se calcula a partir de las tasas mensuales de evapotranspiración proporcionadas por la unidad de Agronomía y se supone que toda el área está regada. Incluye además un porcentaje de área del río y del estero considerada como evaporante.
- $Q_{per} + Q_{pec} + Q_{pesr} + Q_{pee}$ = Percolación total, que es precisamente la que se pretende determinar.

Los resultados se presentan para los meses de Octubre a Marzo en las figuras 3.1 al 3.6 y se ha graficado la percolación total en función de $Q_{enr} + Q_{ene} - Q_{sac}$. Este término representa los recursos netos del sistema considerado.

Para evitar una dispersión importante se ajustó, previamente, por mínimos cuadrados, el valor del caudal en San Felipe (Q_{sar}) en relación a $Q_{enr} + Q_{ene} - Q_{sac}$. Dichos ajustes se presentan en las mismas figuras 3.1 al 3.6 y el cálculo de la percolación total se realizó a partir de la magnitud de los recursos considerada como necesaria para el regadío del total de la superficie.

Si se supusiera una ~~percolación nula en esteros, canales y sector de riego~~, la percolación total correspondería a la percolación del río la que, evidentemente, llegaría así a un máximo hipotético imposible de alcanzar. Otros estudios que se han efectuado sobre percolación en el río llegan, sin embargo, a resultados superiores a ese máximo, cuando los recursos netos del sistema son de considerable magnitud.

3.1.2 Balance del río

Por ser el río la fuente de recursos para los sectores de riego ubicados ^{en} ambos lados del cauce, es necesario establecer el régimen de pérdidas que afecta la distribución de las aguas en las distintas bocatomas de los canales. Con este propósito se aplicó la ecuación de balance del río para escalas de tiempo instantáneos y mensuales (corridas de aforo y caudales medios mensuales).

La aplicación de la ecuación de balance para el río permite establecer el régimen del mismo considerando las simplificaciones ya señaladas en el punto 3.1. ¹

La expresión del balance queda como sigue:

$$Q_{enr} + Q_{esr} + Q_{dsr} = Q_{sar} + Q_{per} + Q_{ric}$$

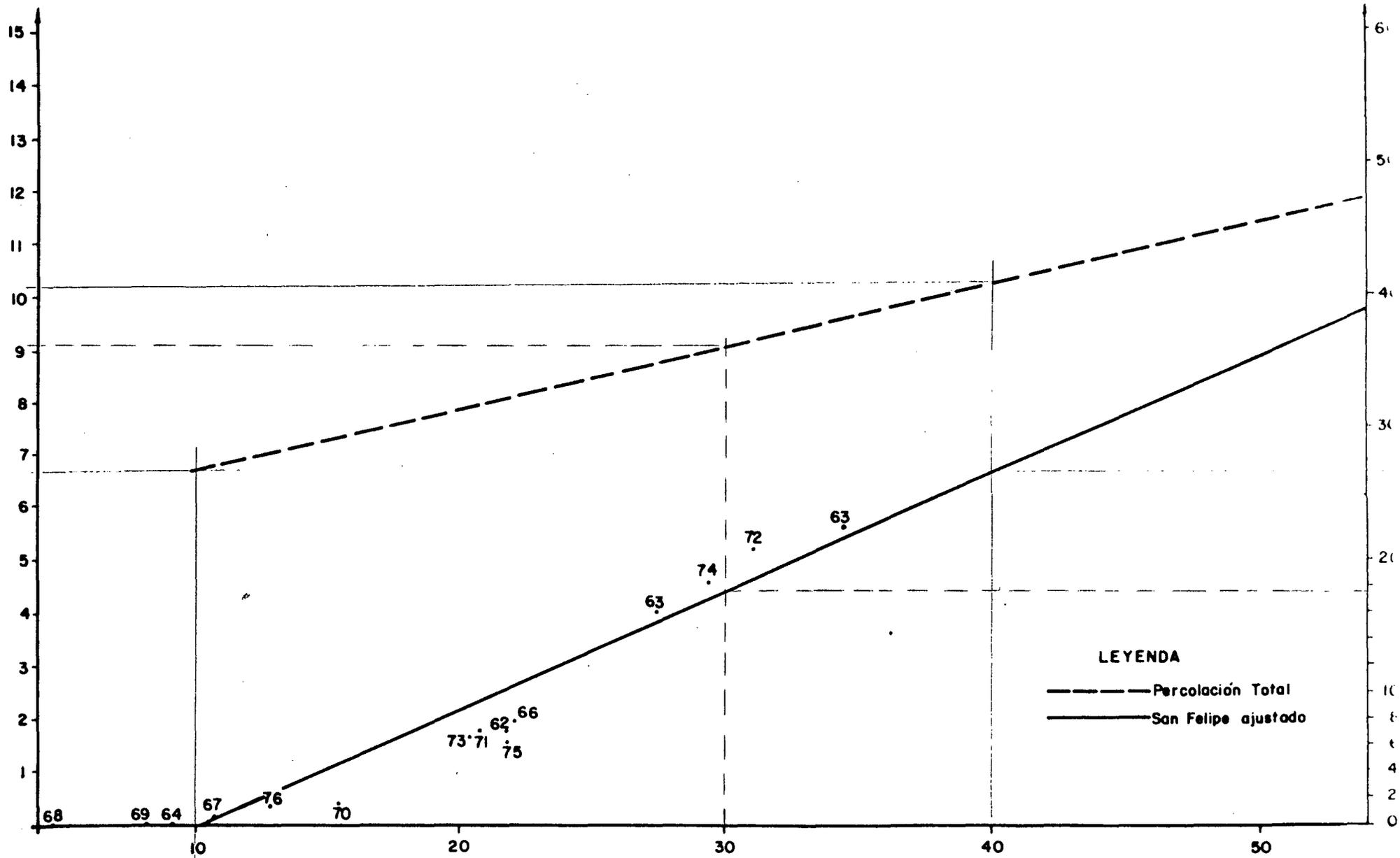
$$Q_{per} = Q_{enr} + Q_{esr} + Q_{dsr} - Q_{ric} - Q_{sar}$$

Se utilizó para este fin las corridas de aforo realizadas por el Departamento de Recursos Hidráulicos de la CORFO y la DGA, las cuales se dividen en dos grupos. El primero corresponde a aquellas corridas en que el cierre de las mismas se hizo aguas arriba de la desembocadura del estero Pocuro. En esta situación, aún cuando se aforó este

Perc. (m³/s)

OCTUBRE

Q_{SF} (m³)



LEYENDA

- Percolación Total
- San Felipe ajustado

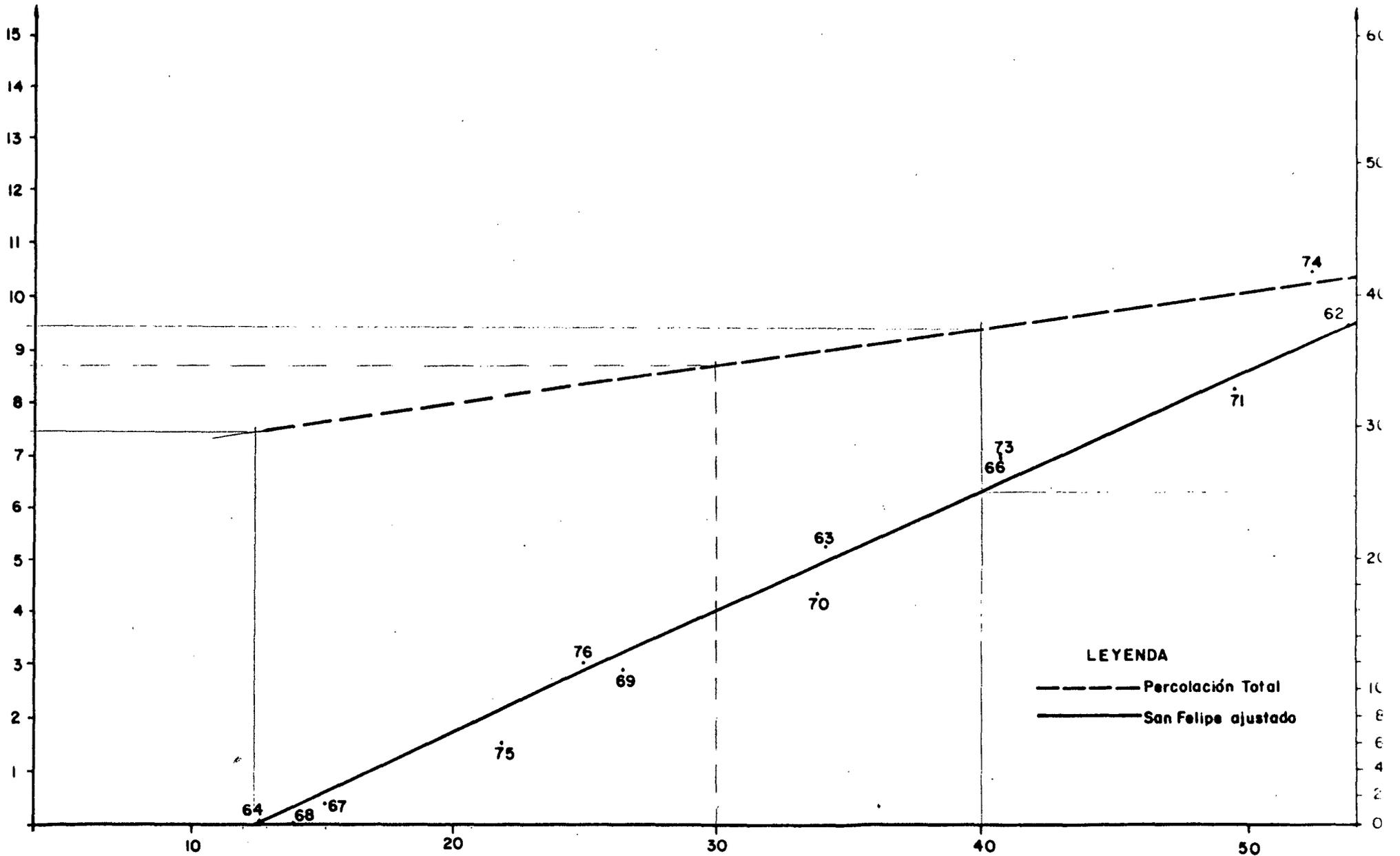
Q_{ENR} + Q_{ENE} - Q_{SAC} (m³)

FIGURA 3.1.

perc. (m³/s)

NOVIEMBRE

Q_{SF} (m³/s)



LEYENDA

----- Percolación Total

———— San Felipe ajustado

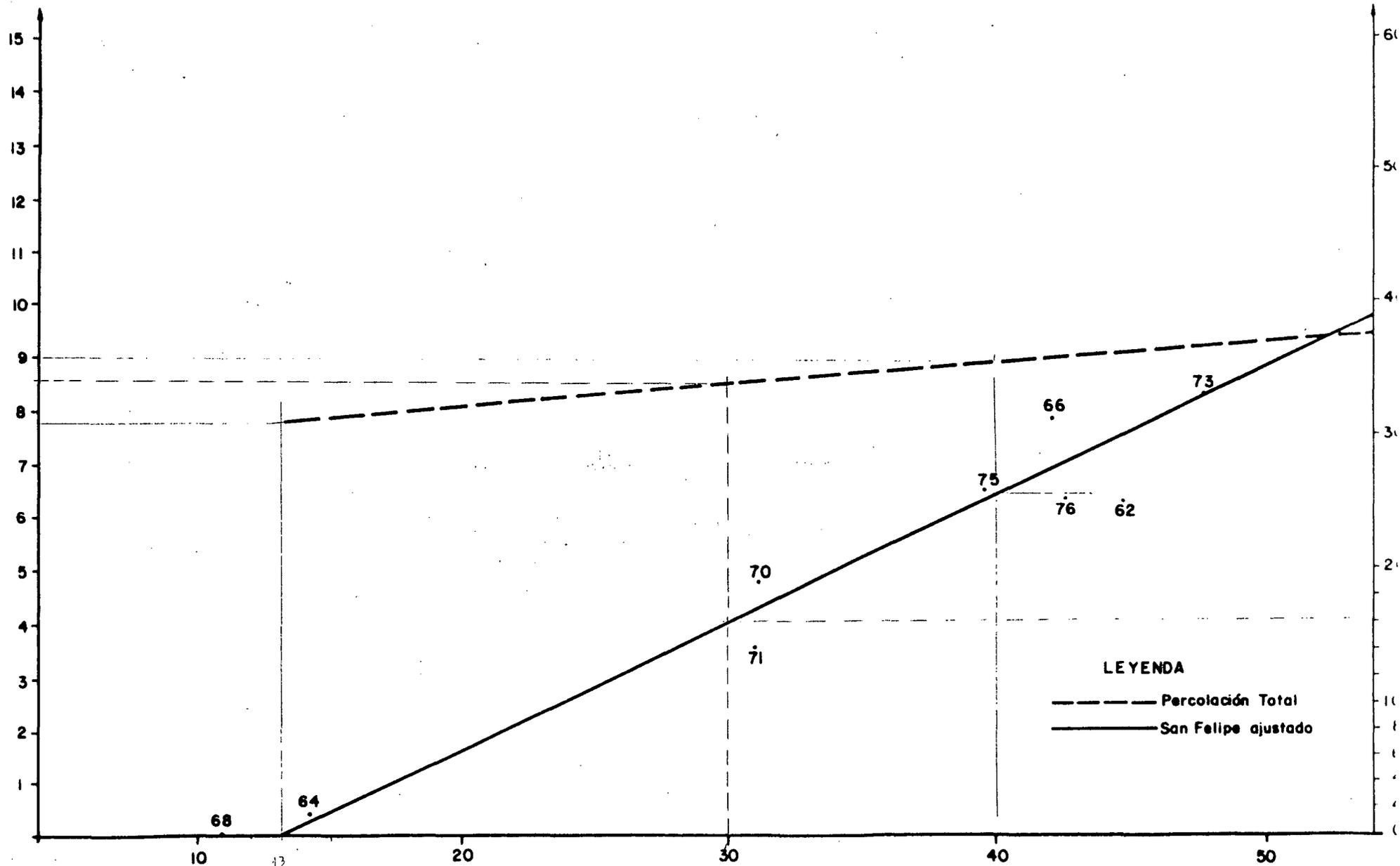
$Q_{ENR} + Q_{ENE} - Q_{SAC}$ (m³/s)

FIGURA 3.2.

Perc. (m³/s)

DICIEMBRE

Q_{SF} (m³)



LEYENDA

- Percolación Total
- San Felipe ajustado

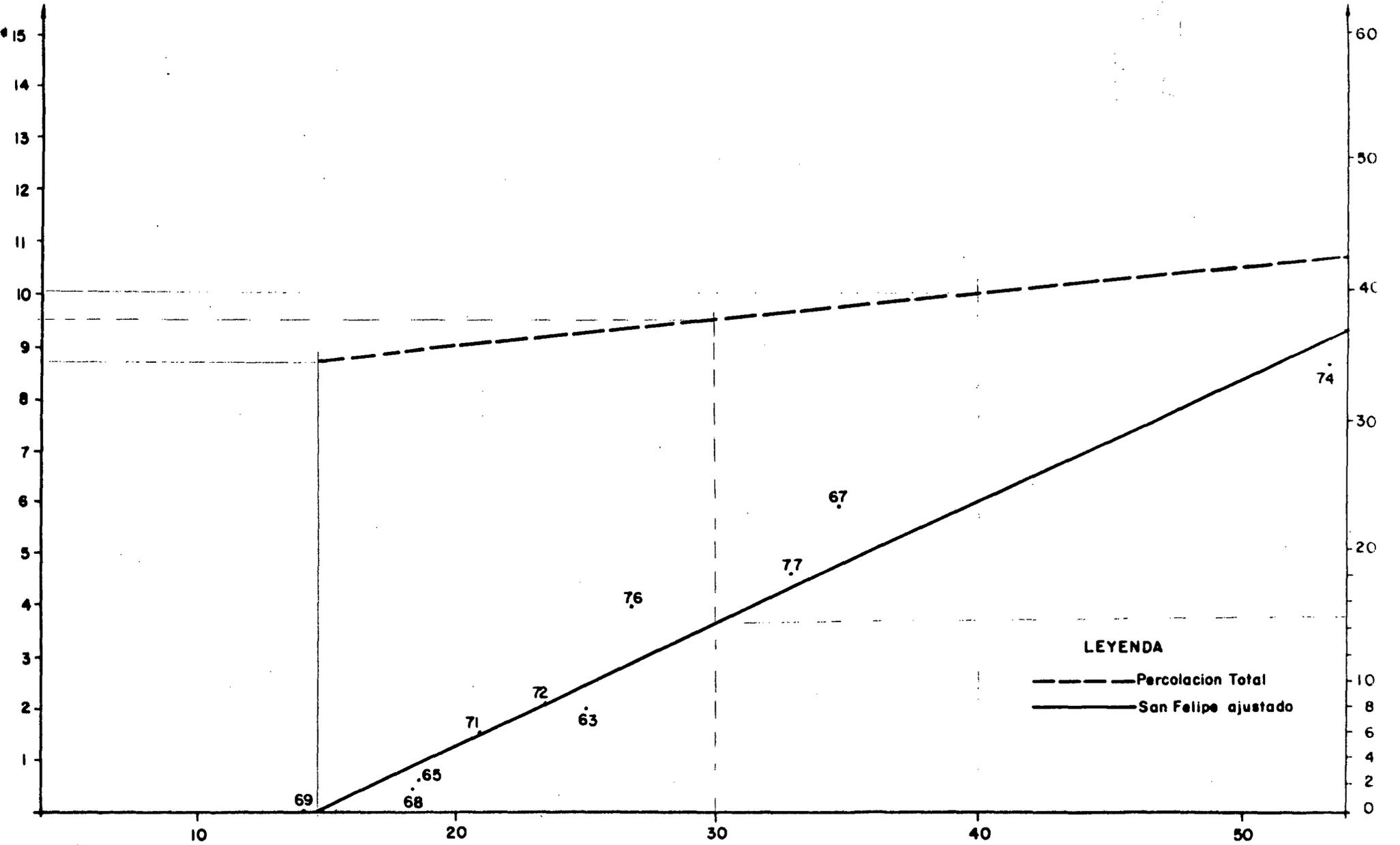
$Q_{ENR} + Q_{ENE} - Q_{SAC}$ (m³)

FIGURA 3.3.

ENERO

Q_{SF} (m³/s)

Perc. (m³/s)



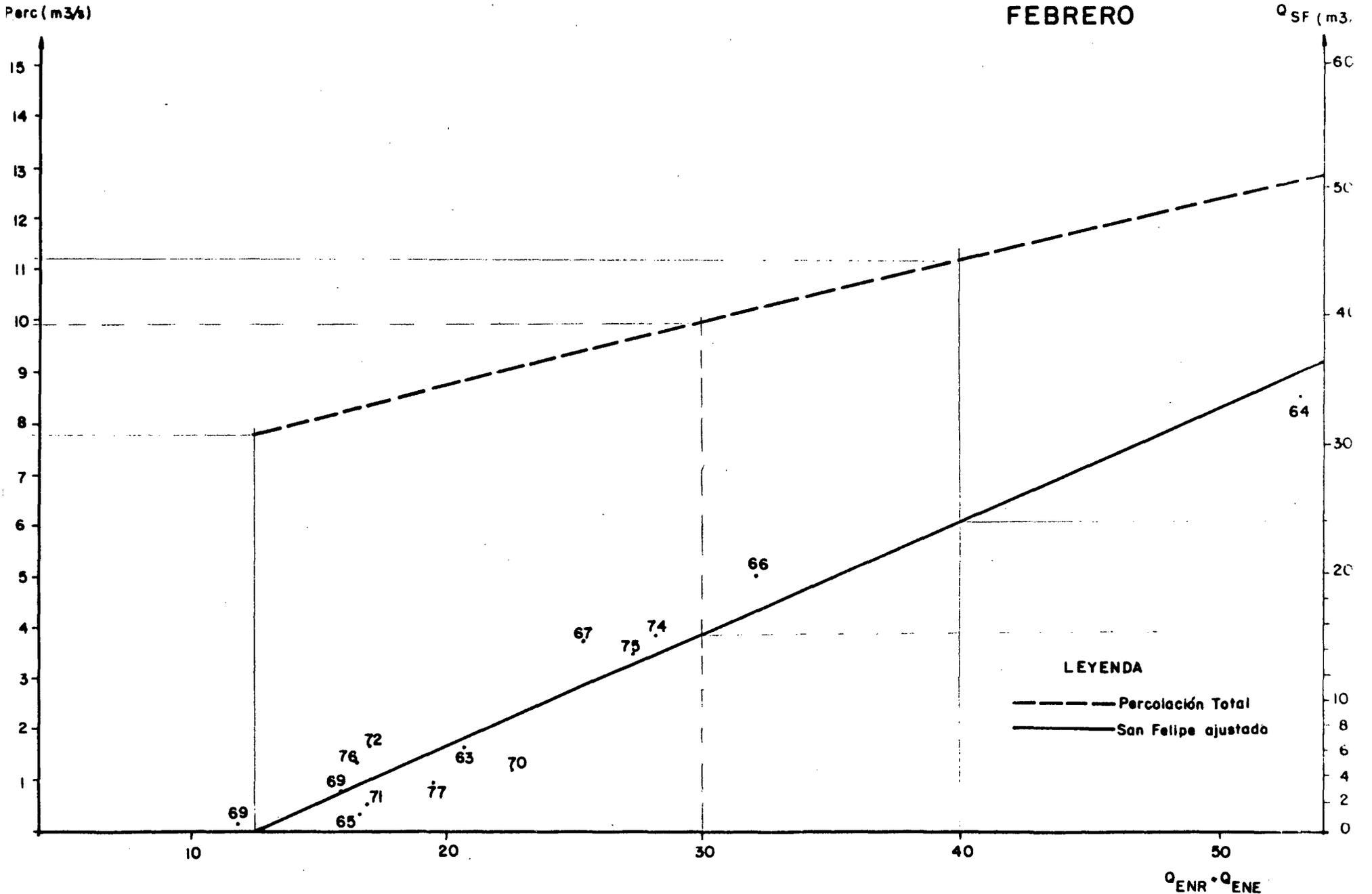
LEYENDA

- Percolacion Total
- San Felipe ajustado

Q_{ENR} + Q_{ENE}

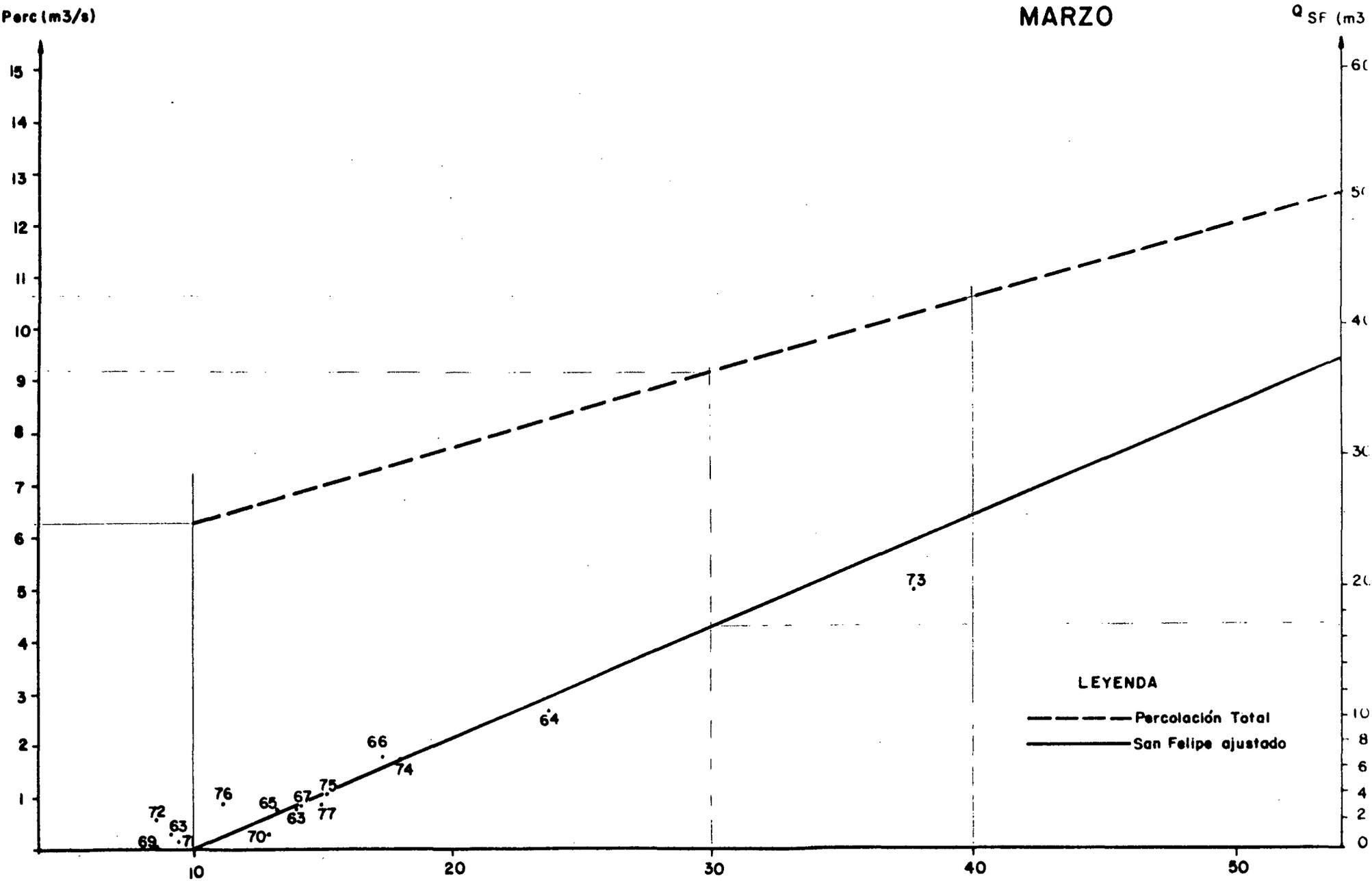
FIGURA 3.4

FEBRERO



Q_{ENR} - Q_{ENE}
FIGURA 3.5.

MARZO



$Q_{ENR} + Q_{ENE} - Q_{SAC} (m^3)$

FIGURA 3.6.

estero, ^{su} el caudal no debe ser considerado en la ecuación. En el segundo caso se incluyen todas las corridas en que el cierre se realizó en San Felipe y, por tanto, se debe tomar en cuenta el caudal aforado en la salida del estero.

Esta información se utiliza sujeta a las siguientes hipótesis:

- a) Durante cada corrida se aforó ^{en su punto de salida} la misma masa de agua.
- b) Todos los saques y descargas están considerados.

Las variables de la ecuación tienen el siguiente significado:

- Q_{enr} = Caudal del río en Chacabuquito.
- Q_{sar} = Caudal del río aguas arriba de la desembocadura del estero Pocuro o caudal de río en San Felipe, según se trate del primero o segundo caso antes mencionados.
- Q_{esr} = Igual a cero cuando Q_{sar} está medido aguas arriba de la desembocadura del estero Pocuro ~~al río~~ o caudal del estero Pocuro cuando Q_{sar} está medido en San Felipe.
- Q_{dsr} = Caudal de derrames que vuelve directamente al río, en este caso, igual a cero.
- Q_{ric} = Caudal tomado por todos los canales entre Chacabuquito y donde se haya medido Q_{sar}.

La Figura 3.7 muestra la percolación que resultó para corrida en relación al caudal de Chacabuquito. La gran dispersión de los puntos y la cantidad de ellos que indican recuperaciones, las que no son posibles debido a la profundidad del nivel estático, evidencian la poca confiabilidad de estos resultados y exigen un mayor análisis.

El mismo balance puede aplicarse utilizando caudales medios mensuales ~~proporcionados por hidrología~~, basados en los registros de las estaciones fluviométricas existentes en la primera sección. En

este caso se supone que los valores mensuales son representativos de la situación instantánea.

Las bases para el cálculo de la percolación son las siguientes:

- Q_{enr} = Caudal medio mensual del río en Chacabuquito.
- Q_{sar} = Caudal medio mensual del río en San Felipe se calcula como la suma del caudal medido en la estación fluviométrica de San Felipe y en el Canal Parry N° 2. No se agrega el caudal captado por el canal Escorial Culebra por ser muy pequeño.
- Q_{esr} = Caudal medio mensual de estero Pocuro en desembocadura.
- Q_{dsr} = Cero
- Q_{ric} = Caudal captado por los canales entre Chacabuquito y San Felipe, calculado mediante la ecuación de toma de canales en función de Chacabuquito y deducido a partir de las corridas de aforo.

Los resultados se presentan en la Fig. N° 3.8 en que se graficó la percolación del río en relación al caudal de Chacabuquito. Al igual que en la situación anterior, se observa una gran dispersión de los puntos y sólo fue posible con estos antecedentes deducir una expresión matemática del fenómeno para caudales bajos.

Estudios paralelos de riego para el sector sur del río Aconcagua permiten concluir que debido a las grandes variaciones horarias, el caudal medio mensual del estero Pocuro en desembocadura es superior al deducido como media en esa estación limnimétrica, de manera que la percolación calculada mediante la formulación de balances mensuales es menor que la real. La envolvente superior de todos los puntos de la Fig. N° 3.8 representa una percolación más probable.

Por otra parte, el estudio, para determinados días, de los limnigramas de Chacabuquito y de San Felipe y del riego del sector Sur de la primera sección, permitió establecer que existen grandes variaciones horarias en el caudal del estero Pocuro en desembocadura, variaciones que no están reflejadas en las lecturas que se tomaron en dicha estación en esas fechas.

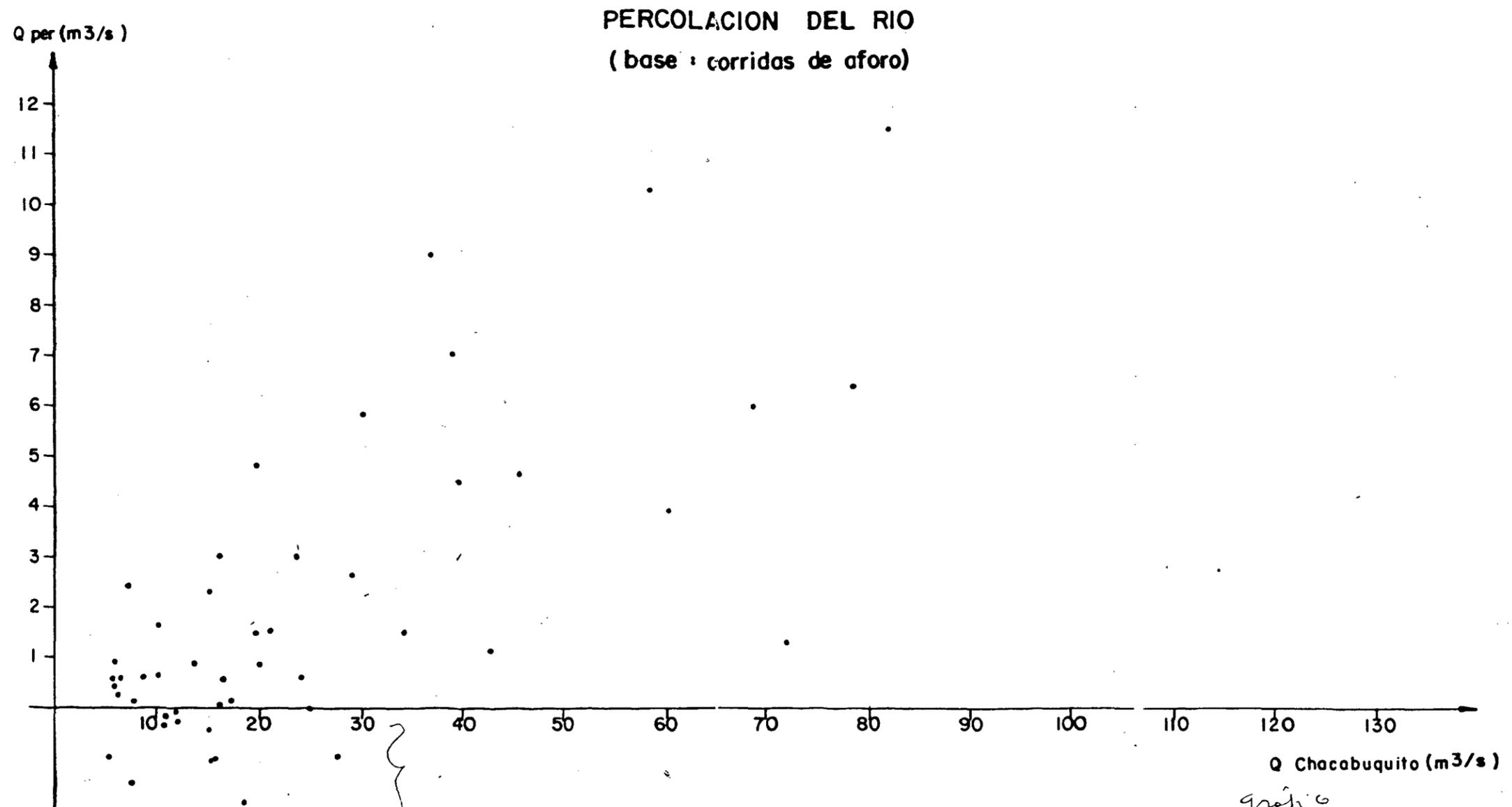


grafico
FIGURA 3.7.

este caso se supone que los valores mensuales son representativos de la situación instantánea.

Las bases para el cálculo de la percolación son las siguientes:

- Q_{enr} = Caudal medio mensual del río en Chacabuquito.
- Q_{sar} = Caudal medio mensual del río en San Felipe se calcula como la suma del caudal medido en la estación fluviométrica de San Felipe y en el Canal Parry N° 2. No se agrega el caudal captado por el canal Escorial Culebra por ser muy pequeño.
- Q_{esr} = Caudal medio mensual de estero Pocuro en desembocadura.
- Q_{dsr} = Cero
- Q_{ric} = Caudal captado por los canales entre Chacabuquito y San Felipe, calculado mediante la ecuación de toma de canales en función de Chacabuquito y deducido a partir de las corridas de aforo.

Los resultados se presentan en la Fig. N° 3.8 en que se graficó la percolación del río en relación al caudal de Chacabuquito. Al igual que en la situación anterior, se observa una gran dispersión de los puntos y sólo fue posible con estos antecedentes deducir una expresión matemática del fenómeno para caudales bajos.

Estudios paralelos de riego para el sector sur del río Aconcagua permiten concluir que debido a las grandes variaciones horarias, el caudal medio mensual del estero Pocuro en desembocadura es superior al deducido como media en esa estación limnimétrica, de manera que la percolación calculada mediante la formulación de balances mensuales es menor que la real. La envolvente superior de todos los puntos de la Fig. N° 3.8 representa una percolación más probable.

Por otra parte, el estudio, para determinados días, de los limnigramas de Chacabuquito y de San Felipe y del riego del sector Sur de la primera sección, permitió establecer que existen grandes variaciones horarias en el caudal del estero Pocuro en desembocadura, variaciones que no están reflejadas en las lecturas que se tomaron en dicha estación en esas fechas.

PERCOLACION EN EL RIO.
(base: caudales medios mensuales)

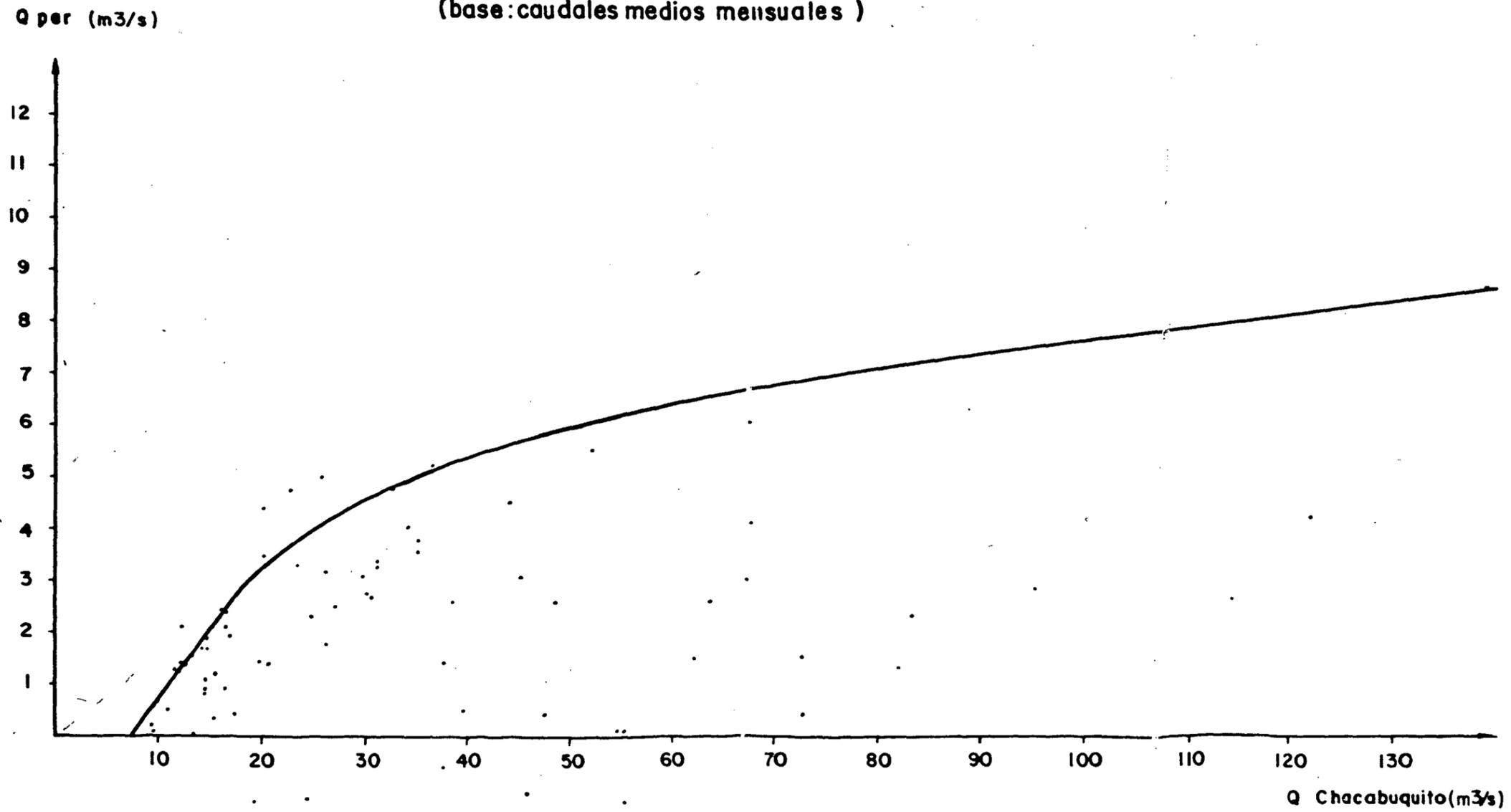
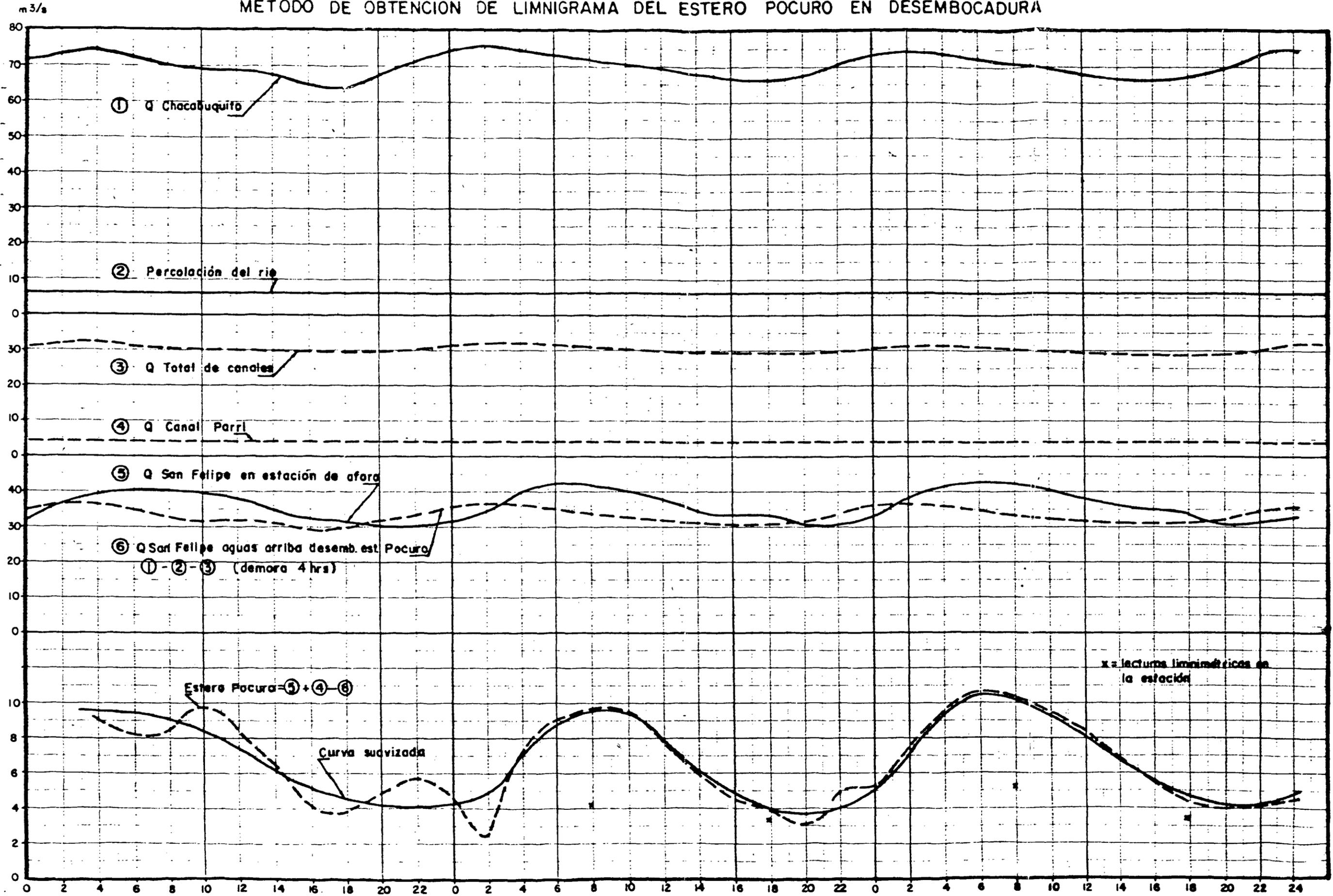


FIGURA 3.8

METODO DE OBTENCION DE LIMNIGRAMA DEL ESTERO POCURO EN DESEMBOCADURA



Si se resta al limnigrama de Chacabuquito el caudal captado por los canales y la pérdida en el río preliminar, se obtiene el limnigrama del río Aconcagua aguas arriba de la desembocadura del estero Pocuro. De la diferencia de este limnigrama con el de la estación de San Felipe, previamente incrementado por el caudal del canal Parry N° 2, se obtiene finalmente el limnigrama teórico del estero Pocuro, teniendo en cuenta un desfase en el tiempo a lo largo del río. En la Fig. 3.9 se presenta, a modo de ejemplo, el método para obtener el limnigrama del Estero Pocuro. El gráfico muestra que el punto máximo (peak) se produce normalmente a las 8 de la mañana y el caudal más bajo a las 18 hrs.

Dado que existe información sobre lecturas diarias realizadas en las mismas horas en la estación de aforo del estero, se compararon ambos resultados, que evidencian que siempre es mayor el valor del gráfico que el presuntamente medido. Este mayor valor se registraba con más frecuencia en las lecturas de la mañana.

Para resolver el problema se realizaron visitas a terreno y se comprobó que realmente el punto máximo (peak) es producida a las 8 horas. Se comprobó que las mediciones realizadas en la estación de aforo no siempre eran hechas a las horas que correspondían aún cuando se registraban como efectuadas a las 8 y 18 horas, con lo cual se explicó la diferencia. El estudio realizado llevó a descartar definitivamente la estadística del estero Pocuro como fuente de información para los balances de agua, lo cual obligó a revisar las consideraciones inicialmente hechas acerca de eficiencias, percolaciones y derrames.

Se desprende, por lo tanto, que sólo es posible determinar realmente la percolación en el río por otros medios y que sólo es posible deducir una ley para caudales bajos con la información disponible.

La percolación en el río se dedujo restando de la percolación total del sistema río-ribera sur (ya calculada) la percolación que se produce en los canales, esteros y sectores de riego. Estos tres últimos términos fueron estimados por los métodos que a continuación se detallan.

3.1.3 Percolación en Canales.

La existencia de extracciones clandestinas, las filtraciones por mal estado de los bordes y condiciones deficientes de los sistemas de distribución hacen muy difícil determinar la percolación en canales. Las experiencias de aforo realizadas por la Dirección de Riego y otros

han corroborado esta impresión y no existen resultados representativos que permitan formular leyes generales. Otro tipo de experiencias, como por ejemplo, la medición de la variación de nivel de agua en un tramo de canal independizado arriba y abajo mediante tacos, tampoco permitió establecer leyes para este fenómeno.

De consiguiente, se estudiaron las expresiones propuestas por diversos autores y se adoptó para este estudio la fórmula Moritz. Esta expresión fue modificada como resultado de haberla integrado por considerarse más representativo el tomar en cuenta la variación instantánea del caudal.

A continuación, la ecuación instantánea de Moritz que es como sigue:

$$P = \frac{dQ}{dL} = -KC \sqrt{Q/v}$$

- P = Pérdida por unidad de longitud
 Q = Caudal instantáneo del canal
 L = Longitud del canal
 K = Parámetro que depende de la forma del canal y de las unidades de las variables
 C = Velocidad de infiltración
 v = Velocidad del agua en el canal

En términos de la constancia de K, C y v en un tramo de canal de longitud L y un caudal inicial Q_0 , la percolación en canales es:

$$P = Q_0 - \left(\sqrt{Q_0} - \frac{K \times C \times L}{v} \right)^2$$

Un análisis de sensibilidad para distintas secciones y velocidades establece los límites de K/\sqrt{v} entre 3.52×10^{-4} y 2.82×10^{-4} , toda vez que se expresen los valores \sqrt{C} en cms/día, de L en kilómetros y de P y Q en m^3/seg . La velocidad de infiltración se estimó de acuerdo con los resultados obtenidos por la Unidad de Agronomía en las pruebas de infiltrometría.

Con el propósito de comprobar la validez de la expresión teórica, se realizaron experiencias de aforo en marcos partidores en distintos canales, elegidos considerando la organización y el estado de los mismos. Los resultados obtenidos en terreno concuerdan plenamente con las pérdidas calculadas mediante el uso de la fórmula.

Esta ecuación se utilizó para calcular las pérdidas por conducción en los canales matrices de acuerdo con las siguientes hipótesis :

- a) Cada canal se dividió en un cierto número de tramos de acuerdo con el esquema de distribución respectivo.
- b) A cada tramo se le asignó igual longitud.
- c) El caudal extraído en cada tramo se concentró al final de éste y se calculó como el cociente, entre el caudal disponible en el canal en ese punto y el número de tramos aún no abastecidos.

Se graficó en la Fig. 3.10 la percolación total de los canales de cada ribera calculada como la suma de las pérdidas por canal versus el caudal total captado en el río por esos canales. Esta misma metodología se aplicó para todos los canales del valle variando tan sólo las velocidades de infiltración de acuerdo a los resultados de las experiencias de terreno.

La percolación de la red de canales secundarios se consideró incluida en el riego y la correspondiente a la red de drenaje se adjudicó a la percolación de los esteros.

3.1.4 Percolación de esteros

El sector sur de la primera sección drena hacia el estero Pocuro, el cual cuenta además con recursos propios bastante escasos. Los caudales medidos en la desembocadura al río provienen entonces fundamentalmente de derrames y sobrantes de riego captados en el trayecto. La caja de este estero no es ancha y frecuentemente se encuentra embancada, lo cual permite suponer que la percolación no es importante. Se ha estimado razonable calcular dicha percolación utilizando la ecuación de la percolación total de los canales de la ribera sur amplificada por dos y en función de la suma de los derrames, sobrantes y recursos propios no utilizados.

3.1.5 Percolaciones en los sectores de riego

El monto de esta percolación fue calculado utilizando ciertos porcentajes sobre la tasa de riego. Estos valores fueron estimados con base en antecedentes previos y posteriormente comprobadas mediante mediciones en terreno. La simulación del sistema a través del modelo

PERDIDA TOTAL EN CANALES POR RIBERA la Seccion Rio Aconcagua

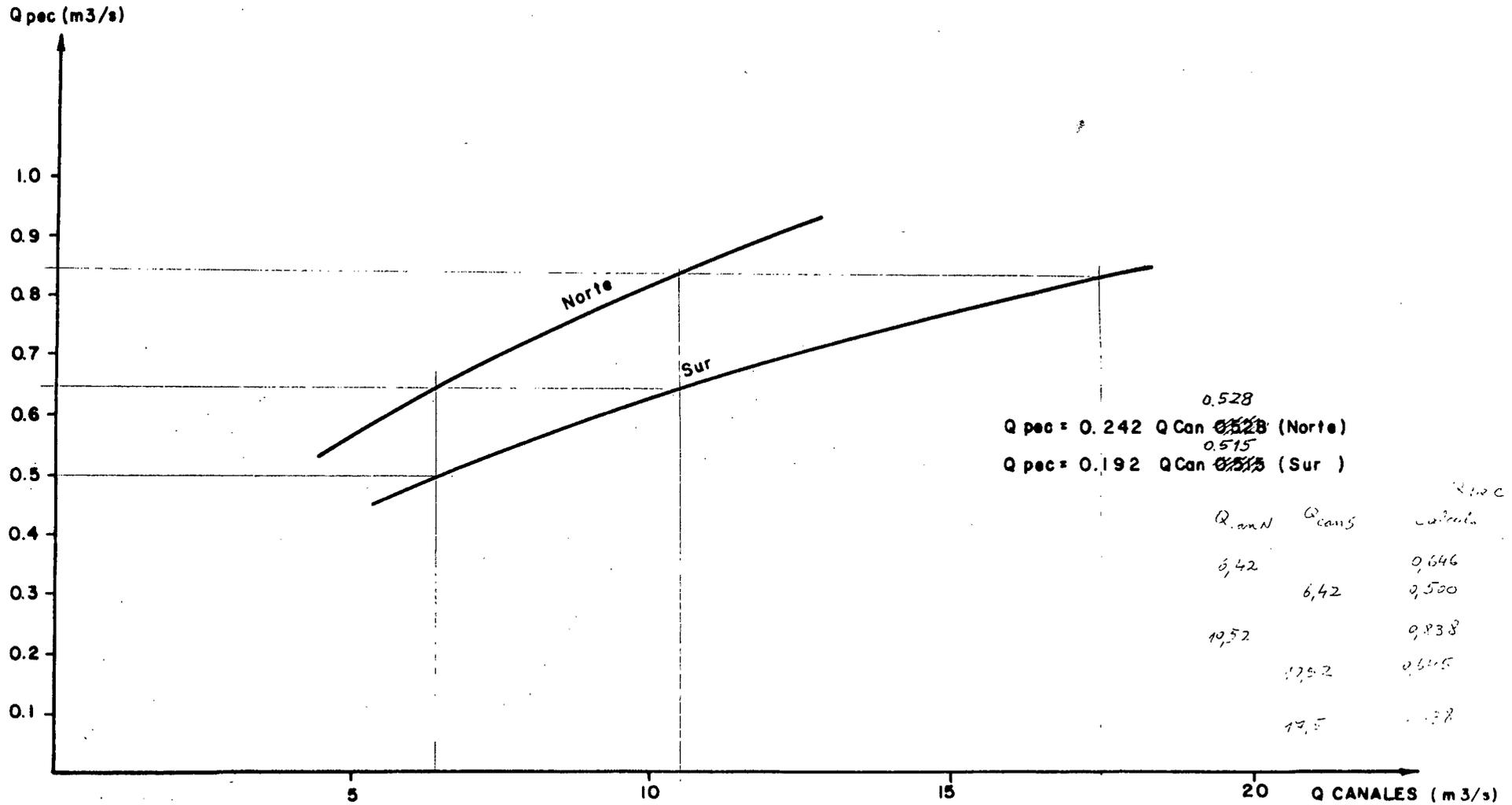


FIGURA 3.10

de riego permitió comprobar las estimaciones hechas. De esta manera fueron calculadas todas las componentes de la percolación total necesarios para determinar la percolación en el río.

Las Fig. 3.11 y 3.12 presentan las curvas de percolación del río en función del caudal de Chacabuquito y del caudal no captado por los canales respectivamente. *Expresión matemática?*

Una vez establecido el régimen de percolación en los distintos elementos para el sistema río-sector sur, y comprobadas mediante simulación del caudal superficial de San Felipe, fue posible calcular la percolación total de la primera sección (que no se pudo obtener por un balance superficial general) por la aplicación de los mismos criterios del sector sur en la determinación de los diversos destinos del agua en el sector norte. Se cotejó, entonces, el caudal de percolación total con los valores entregados por Hidrogeología. *¿Luce así?*

3.2 SEGUNDA SECCION

La aplicación de balances en la segunda sección sirven para determinar las recuperaciones totales que se producen en la zona, definiendo aquellas originadas a lo largo del río en los sectores de riego existentes.

El fenómeno de recuperaciones o afloramientos de la napa subterránea sólo se puede describir históricamente y las magnitudes deducidas usando relaciones superficiales no permiten extrapolar valores a futuro.

El análisis se realizó para escalas de tiempo instantáneas y mensuales (corridas de aforo y caudales medios mensuales).

3.2.1 Balances Generales

La aplicación de la ecuación de balance total en la segunda sección, considerada como una sola unidad, se realiza ajustada a las siguientes hipótesis:

- a) Se desprecian todas las variaciones de almacenamiento
- b) Se desprecia el caudal entrante por el canal Escorial-Culebra ($Q_{enc} = 0$)

PERCOLACION EN EL RIO vs CAUDAL EN CHACABUQUITO

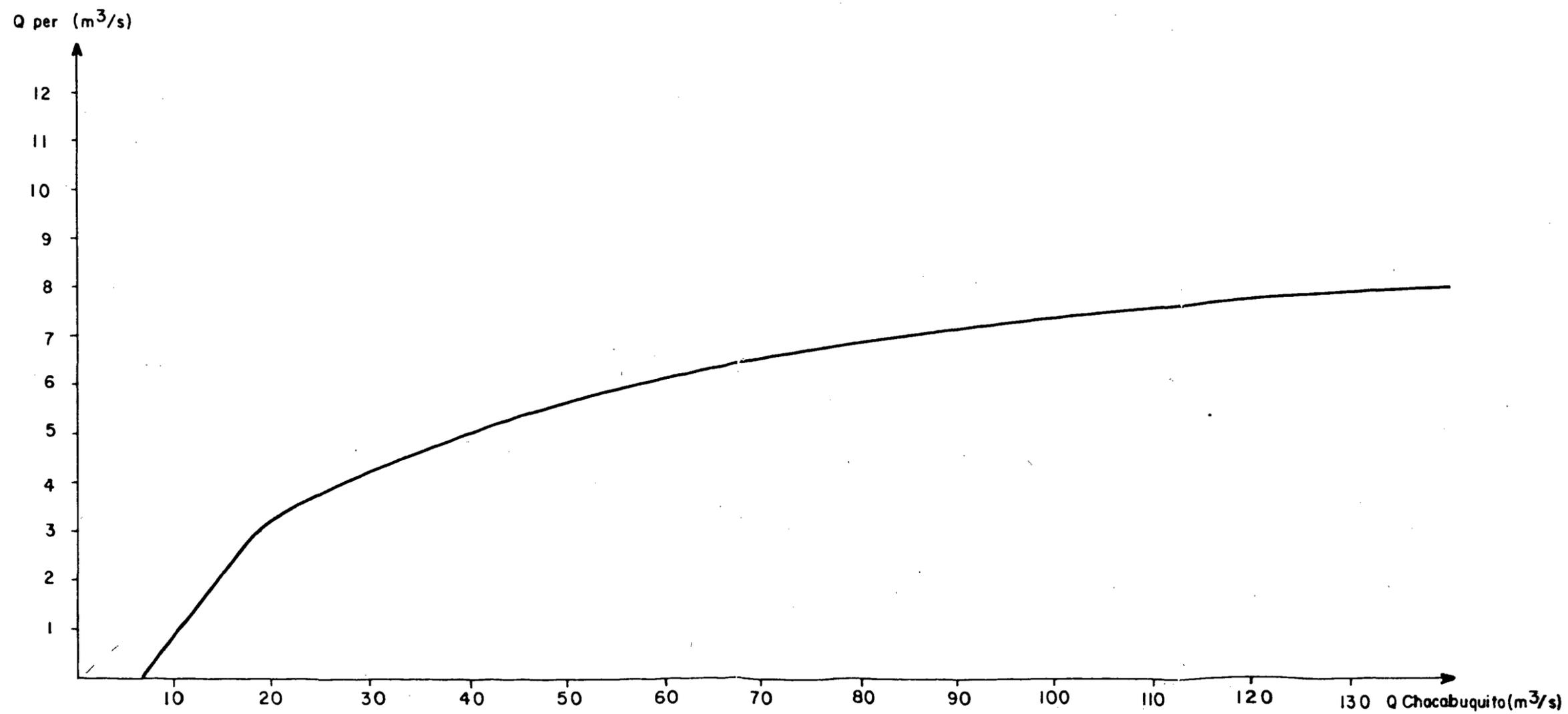


FIGURA 3. II

PERCOLACION DEL RIO VS. CAUDAL NO CAPTADO POR LOS CANALES

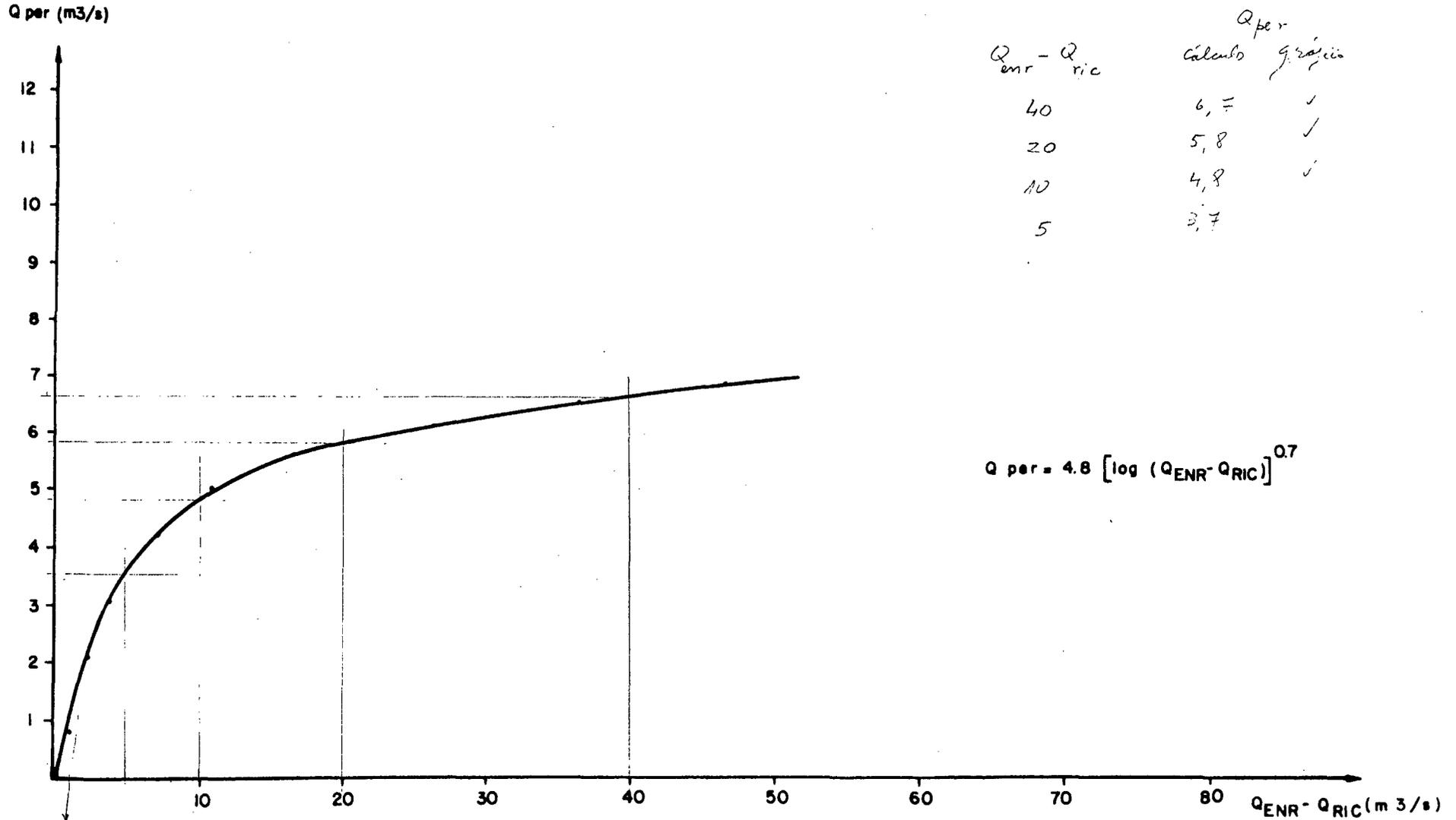


FIGURA 3.12

gráfico

- c) No existen derrames de riego que salen del sector ($Q_{dss} = 0$)
- d) No existen esteros en el sector cuyos recursos salgan fuera de él ($Q_{sae} = 0$)

La ecuación general se reduce a:

$$(Q_{enr} + Q_{ene} + Q_{enz}) + (Q_{llr} + Q_{llc} + Q_{llsr} + Q_{lle}) =$$

$$(Q_{sar} + Q_{sac} + Q_{saz}) + (Q_{etr} + Q_{etc} + Q_{etsr} + Q_{ete} + Q_{etz})$$

donde:

Q_{enr} = Caudal medio mensual del río Aconcagua en San Felipe más Putaendo en Baden y Quilpué en desembocadura, estos dos últimos generados en los puntos $\frac{4.2}{No}$ y $\frac{3.1.5}{No}$.

Q_{ene} = Caudal en cabecera de cuencas laterales, generados por Hidrología.

Q_{enz} = Caudal subterráneo pasante por San Felipe y Putaendo generado por Hidrogeología.

$Q_{llr} + Q_{llc} + Q_{llsr} + Q_{lle}$ = Precipitación mensual estimada en base a estaciones representativas, calculada por Hidrología.

Q_{sar} = Caudal medio del río Aconcagua en Romeral.

Q_{sac} = Caudal medio mensual del canal Rabuco o Echeverría de los canales de Romeral y Agua potable de Valparaíso.

Q_{saz} = Caudal medio saliente por el dren Las Vegas. El caudal subterráneo pasante hacia la tercera sección se considera nulo.

$Q_{etr} + Q_{etc} + Q_{etsr} + Q_{ete} + Q_{etz}$ = Uso consumo de todos los elementos calculados en base al área medida y a la información de Agronomía.

Como en esta ecuación todas las variables son conocidas, la aplicación es útil para la detección de errores. Es así como se utilizó la ecuación para calcular Q_{sar} y se comparó con la estadística media mensual proporcionada por Hidrología.

Los resultados se muestran en la Fig. 3.13. Se observa una situación balanceada pero con una dispersión importante, la que se debe, por una parte, a las estimaciones que fue necesario hacer para aplicar el método de balance y, por otra, a la calidad de la estadística mensual de Romeral. Cabe destacar que no se detectaron errores sistemáticos y que la simulación en términos de caudales medios anuales es aceptable.

Para determinar las recuperaciones netas totales (afloramientos - percolaciones) en toda la segunda sección, se formula la ecuación de balance superficial aplicada con las mismas hipótesis ya detalladas anteriormente.

La ecuación se reduce a:

$$\begin{aligned} & (Q_{enr} + Q_{ene}) + (Q_{l1r} + Q_{l1c} + Q_{l1sr} + Q_{l1e}) + \\ & (Q_{zar} + Q_{zac} + Q_{zasr} + Q_{zac}) = \\ & (Q_{sar} + Q_{sac}) + (Q_{etr} + Q_{etc} + Q_{etsr} + Q_{ete}) + \\ & (Q_{perj} + Q_{pec} + Q_{pesr} + Q_{pee}) \end{aligned}$$

Donde las recuperaciones netas se expresan por $(Q_{zaj} - Q_{pej}; j = r, c, sr, e)$ y las otras variables están ya definidas.

Los resultados se presentan en la Fig. 3.14 en forma de relación histórica desde el año 1969 a 1976, expresados como caudales medios mensuales y caudales medios anuales.

Se observa una gran variación mensual, fenómeno que físicamente no es posible dado el origen de las recuperaciones. Esta dispersión obedece principalmente a deficiencias en la estadística de los caudales medios mensuales en Romeral. Si se expresan estos caudales, en cambio, como medios anuales se obtienen valores que concuerdan con la información de Hidrogeología.

3.2.2 Balance del Río

El río Aconcagua muestra importantes recuperaciones en el lecho en esta sección, debidos a los afloramientos de los caudales pasantes subterráneos de la primera sección y del valle de Putaendo. Estas recuperaciones cobran especial importancia a comienzos y a fines de la temporada de riego, cuando los caudales superficiales en San Felipe

RIO ACONCAGUA EN ROMERAL

CAUDAL SUPERFICIAL

Método: Balance General

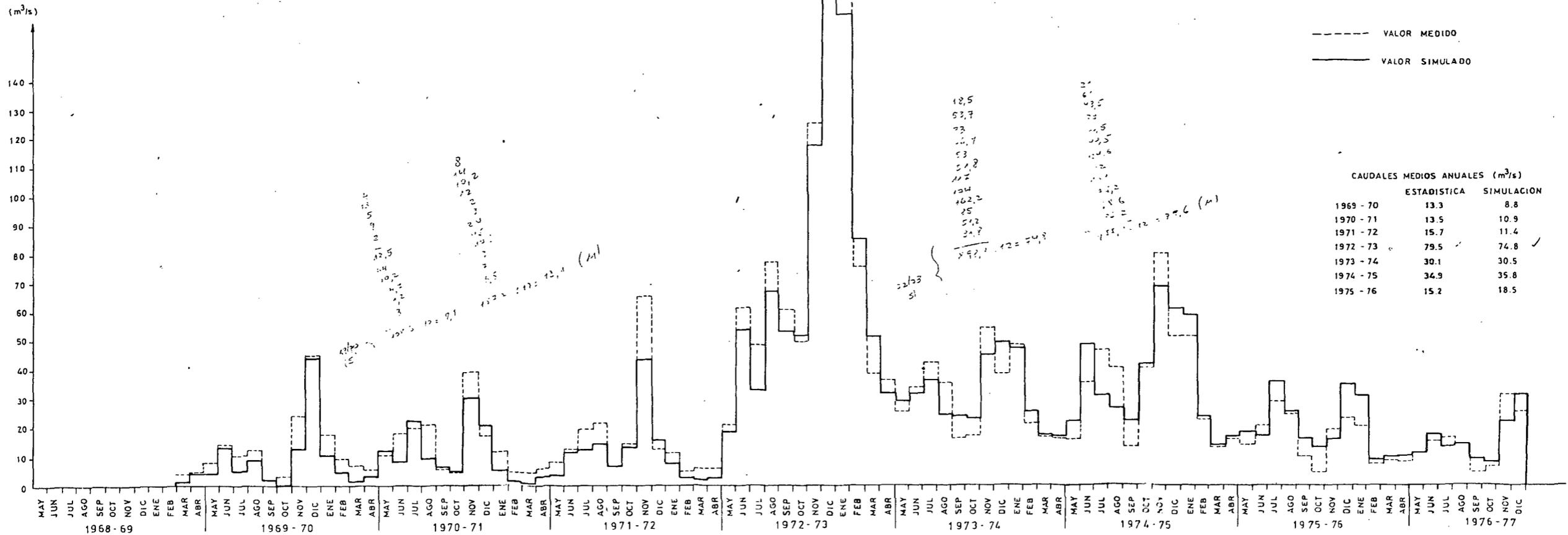


FIGURA 3.13

garcia

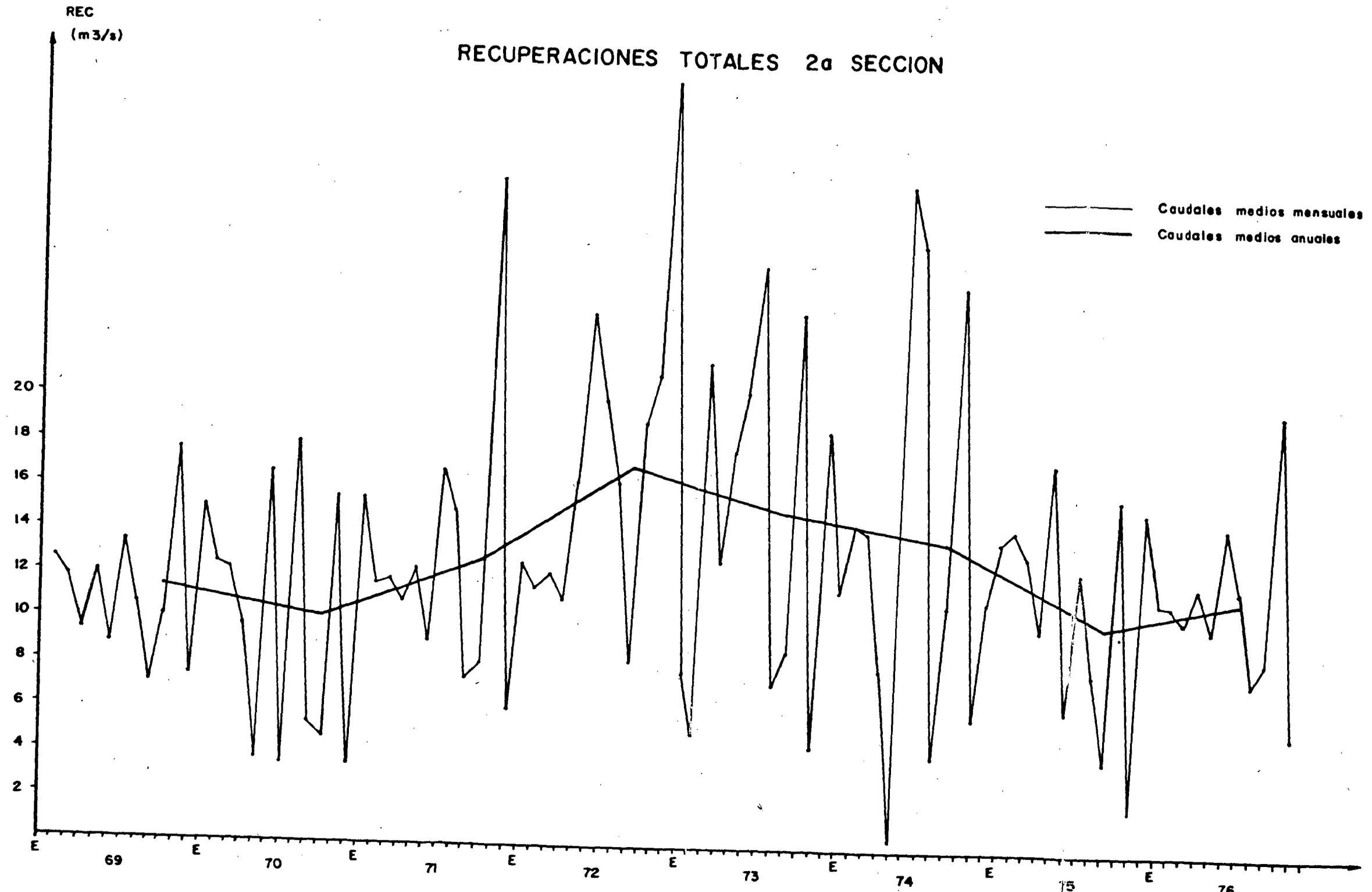


FIGURA 3.14
gráfico

son escasos. En estos períodos, la magnitud de dichas recuperaciones determina el caudal superficial disponible para esta sección.

La ecuación de balance del río y la información proporcionada por las corridas de aforo, permiten determinar dichas recuperaciones bajo los siguientes supuestos:

- a) Se desprecia: la lluvia caída en el cauce, la variación de volumen y la evaporación del río.
- b) Se acepta: que no existe percolación en el río y que durante la corrida se afora ~~la misma masa~~ ^{de misma fuente} de agua.

Las recuperaciones se calculan de acuerdo con:

$$Qzar = Qsar + Qric - Qenr - Qesr - Qdsr$$

Las variables están dadas en este caso por:

$Qenr$ = Caudal del río en el puente San Felipe

$Qesr$ = Suma de los caudales aportados al río por el río Putaendo y los esteros Lo Campo, Catemu y Las Vegas.

$Qdsr$ = Derrames de riego que vuelvan al río directamente. Se considera nulo.

$Qsar$ = Caudal ^{en} del río Romeral (Puentiles).

$Qric$ = Caudal total tomado por los canales con bocatomas en el río entre puente de San Felipe y Romeral.

En la Figura N° 3.15 se presenta un gráfico en que se ha llevado en abscisas los meses de los distintos años y en ordenadas las recuperaciones calculadas. La dispersión de los puntos se debe en gran medida a que los errores de medición, propios de una corrida de aforo, influyen sensiblemente sobre los resultados. De todas maneras, se puede trazar una curva que presenta variaciones anuales pero que es relativamente constante entre los distintos meses. Este régimen se debe a la lenta variación que tienen los caudales salientes de los acuíferos de la Primera Sección y del Putaendo. } 2.9

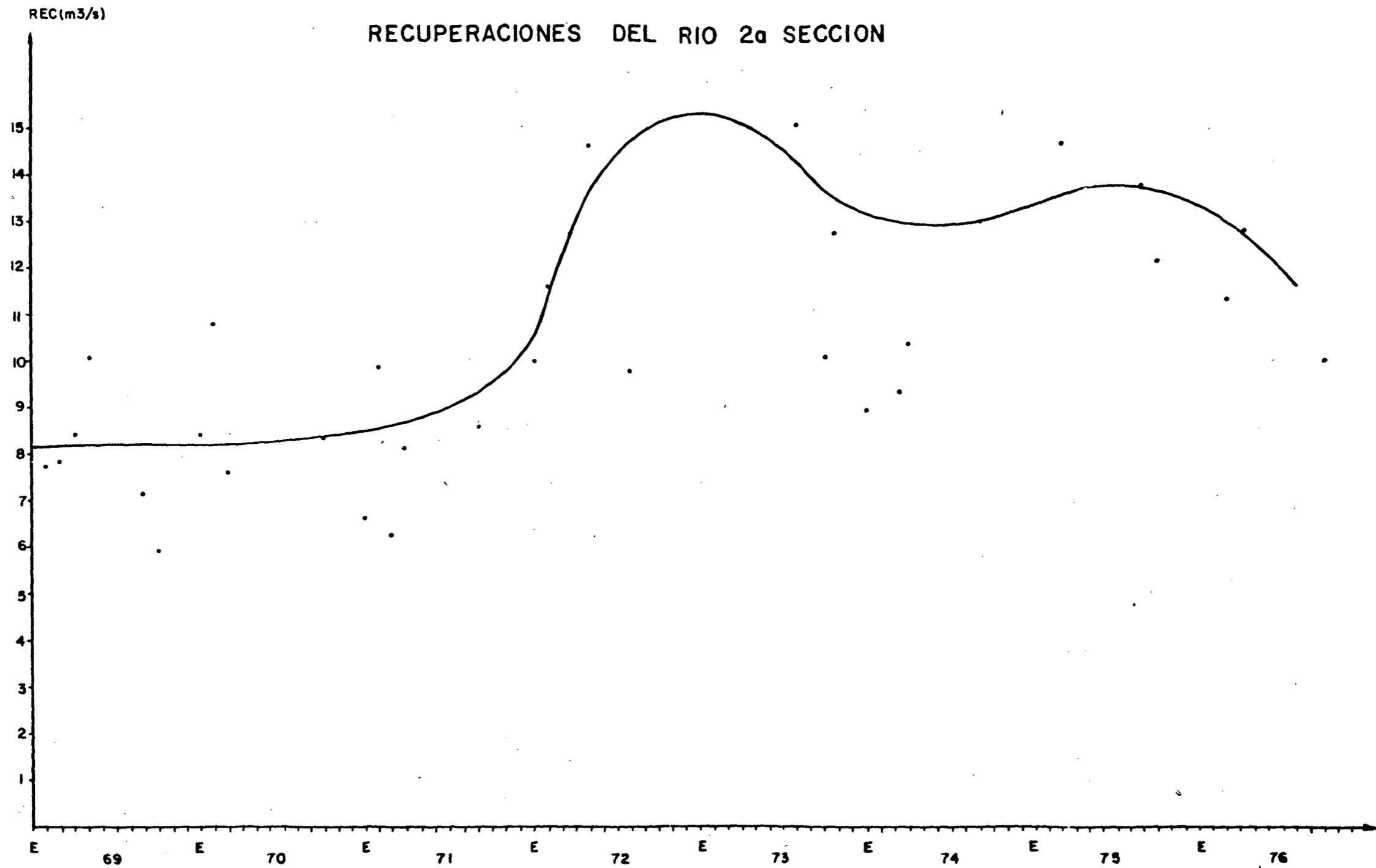


FIGURA 3.15
gráficos

3.2.3 Balance superficial de Sectores de Riego

Los sectores de riego definidos en el estudio de los sistemas de distribución presentan regímenes de recuperaciones importantes que se manifiestan tanto en problemas de drenaje originados por la baja profundidad de los niveles estáticos del acuífero como por afloramientos que se producen en algunos sectores.

La aplicación de balances superficiales permite determinar el monto de estas recuperaciones y la distribución que han tenido a través del tiempo.

Los sectores están definidos por un área de riego, una red de canales que captan sus aguas en el río y una red de drenaje formada por un estero que entrega sus aguas al cauce principal.

Para los caudales entrantes a los sectores, determinados como la suma de los caudales de los canales con bocatomas en el río, sólo existen datos puntuales obtenidos de las corridas de aforo en tanto que para los caudales salientes existe además estadística media mensual pues todos los esteros tienen estaciones fluviométricas en las desembocaduras.

Al aplicar las ecuaciones de balance a una escala de tiempo mensual, es necesario considerar los aforos puntuales de los canales como caudales medios mensuales entrantes y los valores de las estaciones de aforo en los esteros como caudales medios mensuales salientes.

La confiabilidad de la información es baja: los aforos no son representativos de valores mensuales, los esteros tienen grandes variaciones horarias y es posible que sobre ellos gravite el mismo error que sobre el estero Pocuro en desembocadura y no se consideran los eventuales derrames directos al río que provienen del río.

Las ecuaciones se formulan de acuerdo con las siguientes hipótesis:

- a) Las superficies regadas en cada sector corresponden al total de suelos bajo canal. Esta hipótesis supone la no existencia de déficits en la segunda sección.
- b) No se consideran las variaciones de almacenamiento tanto en los canales y esteros como en el sector de riego.

- c) La evapotranspiración y lluvia de canales y esteros se supone incluida en la correspondiente al sector de riego.

La ecuación de balance resulta:

$$\begin{aligned} (Q_{enc} + Q_{ene}) + Q_{llsr} + Q_{ric} + (Q_{zac} + Q_{zasr} + Q_{zae}) = \\ (Q_{sac} + Q_{sae}) + Q_{etsr} + (Q_{pec} + Q_{pesr} + Q_{pee}) + Q_{esr} + \\ Q_{dss} + Q_{dsr} \end{aligned}$$

Se define como recuperación neta $R = Q_{zaj} - Q_{pej}$ ($j = c, sr, e$)

Sector de Panquehue

Este sector, ubicado en la ribera sur del río entre San Felipe y la Puntilla de Chagres, cuenta con numerosos canales cuyos recursos provienen de afloramientos. Los hay con bocatomas en el estero Lo Campo y también en sectores de recuperaciones localizadas.

La interpretación de los términos de la ecuación es la siguiente:

$Q_{enc} =$ Cero

$Q_{ric} =$ Caudal captado por los canales con bocatomas en la ribera sur del río desde el canal Escorial-Culebra hasta la Comunidad de Palomar.

$Q_{llsr} =$ Cero, ya que las corridas de aforo se realizan con posterioridad a las lluvias. Se desestima los posibles recursos del estero Lo Campo en su origen.

$Q_{sac} =$ Caudal del canal Lorino II. Este canal tiene su bocatoma en el estero Lo Campo y riega el sector de Llay Llay. En ausencia de información se estimó como el promedio de los caudales medidos durante las corridas de aforo del estero.

$Q_{dss} =$ Cero.

$Q_{dsr} =$ Cero. Al no existir otros antecedentes se suponen nulos.

$Q_{etsr} =$ Evapotranspiración del área bajo canal. Se calcula usando las tasas determinadas por la unidad de Agronomía.

$Q_{sae} = \text{Cero}$

$Q_{esr} =$ Caudal medio mensual del estero Lo Campo en desembocadura al río.

La recuperación R que se graficó en función del tiempo se presenta en la Fig. 3.16. La dispersión de los puntos es significativa, debiéndose ello a las limitaciones de la información en cuanto supone el comportamiento mensual en base a aforos instantáneos, como asimismo a los errores propios de medición de caudales. De todas ^{formas} las tendencias observadas obedecen al régimen propio de variación del acuífero.

Sector frente a Panquehue

Este sector, ubicado en la ribera norte del río entre San Felipe y Catemu, no presenta afloramientos ni cuenta con esteros. Los recursos son abundantes y todos los canales tienen bocatomas en el río.

Los términos de la ecuación se calculan como sigue:

$Q_{enc} = \text{Cero}$

$Q_{ric} =$ Caudal captado por los canales La Redonda, Santa Isabel, Turbina - Santa Isabel, Mercedes, Pepino - Huidobro y Chacay - Pedregales.

$Q_{llsr} = \text{Cero}$

$Q_{ene} = \text{Cero}$ (y \in catemu)

$Q_{sac} =$ ^{de drenaje} 30% del caudal de los canales Pepino Huidobro y Chacay Pedregales.

$Q_{dss} = Q_{dsr} = \text{Cero}$. No existe información de desagües al río y se supone que los derrames que no drenan a éste están incluidos en Q_{sac} .

$Q_{etsr} =$ Evapotranspiración del área bajo canal. Se calcula con el método ya indicado. ^{¿cuál?}

$Q_{sae} = \text{Cero}$

$Q_{esr} = \text{Cero}$

$Q_{gr} =$

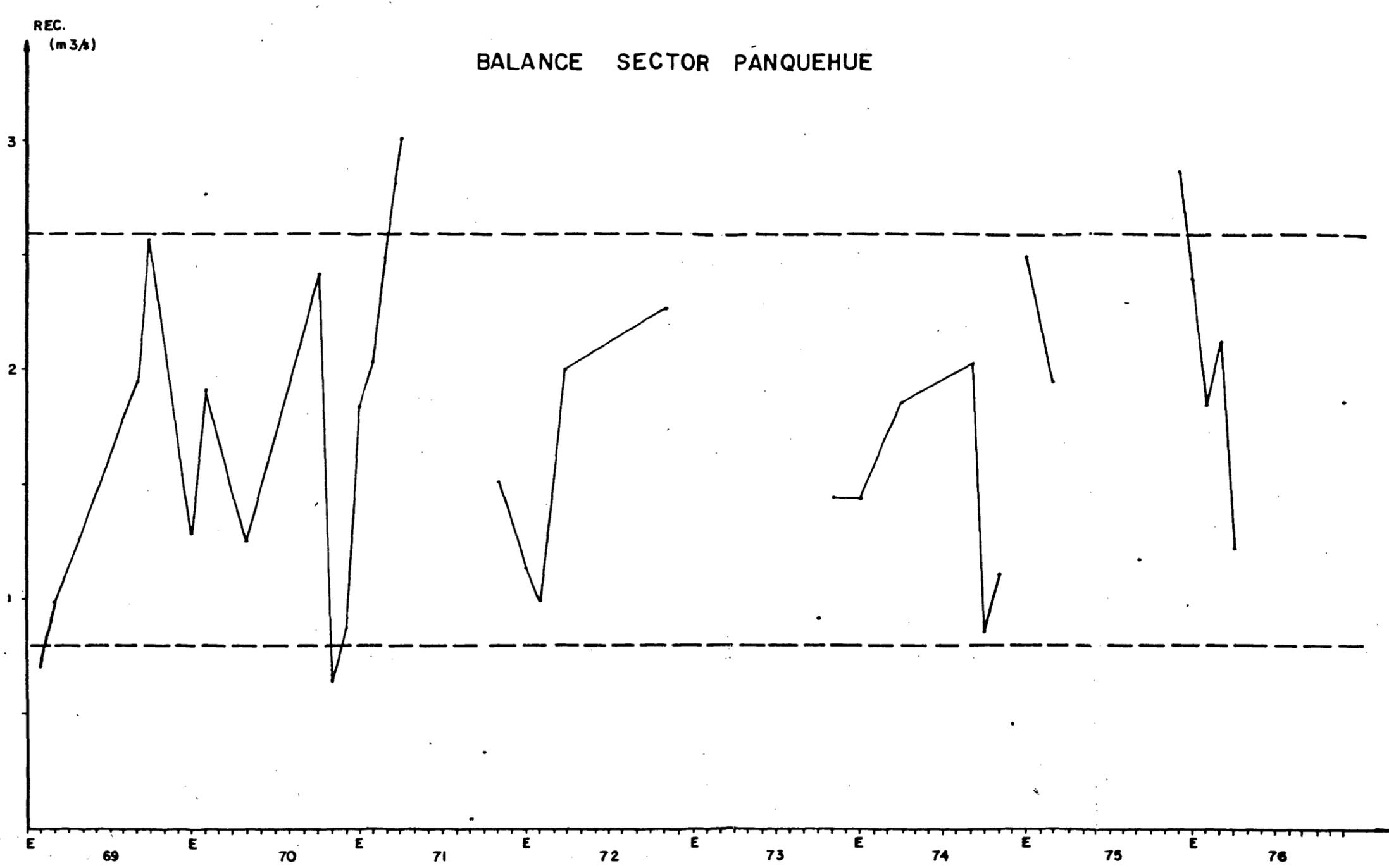


FIGURA 3.16
gráfico

Los resultados manifiestan una percolación neta en vez de recuperaciones las que tienen variaciones importantes debido a las limitaciones ya señaladas. La Fig. 3.17 muestra la cronología del fenómeno.

Sector de Llay - Llay

Este sector corresponde al regado por los canales Lorino II, Valdesano, Ucuquér, Estancilla y Molino - Las Vegas. En él existen tres esteros que confluyen al estero Las Vegas, el que posteriormente desemboca al río. La existencia de zona de vegas y otras con problemas de drenaje manifiesta la importancia del fenómeno de pérdida y recuperaciones que se producen en algunas zonas.

Los términos de la ecuación tienen los mismos significados que en los casos anteriores, con las siguientes excepciones.

- Q_{sac} = Caudal del canal Rabuco o Echeverría que se obtuvo de la estadística media mensual.
- Q_{ric} = Caudal de los canales con bocatomas en la puntilla de Chagres. *¿cuáles?*
- Q_{enc} = Caudal del canal Lorino II (promedio de las captaciones medidas en el estero Lo Campo en ausencia de aforos).
- Q_{esr} = Caudal medio mensual del estero Las Vegas en desembocadura, no incluye estero Rapaculo.
- Q_{dsr} = *¿de dónde?* 40% del caudal captado por el canal Las Vegas - Molino.

Los resultados se muestran en la figura 3.18 y puede decirse que, contrariamente a lo que parece, este sector presenta una percolación neta en vez de recuperaciones en la mayoría de los casos analizados, debido a la magnitud del caudal captado por los canales. La dispersión de los puntos es mayor que en los casos anteriores. Un análisis más detallado ha sido realizado por Hidrogeología.

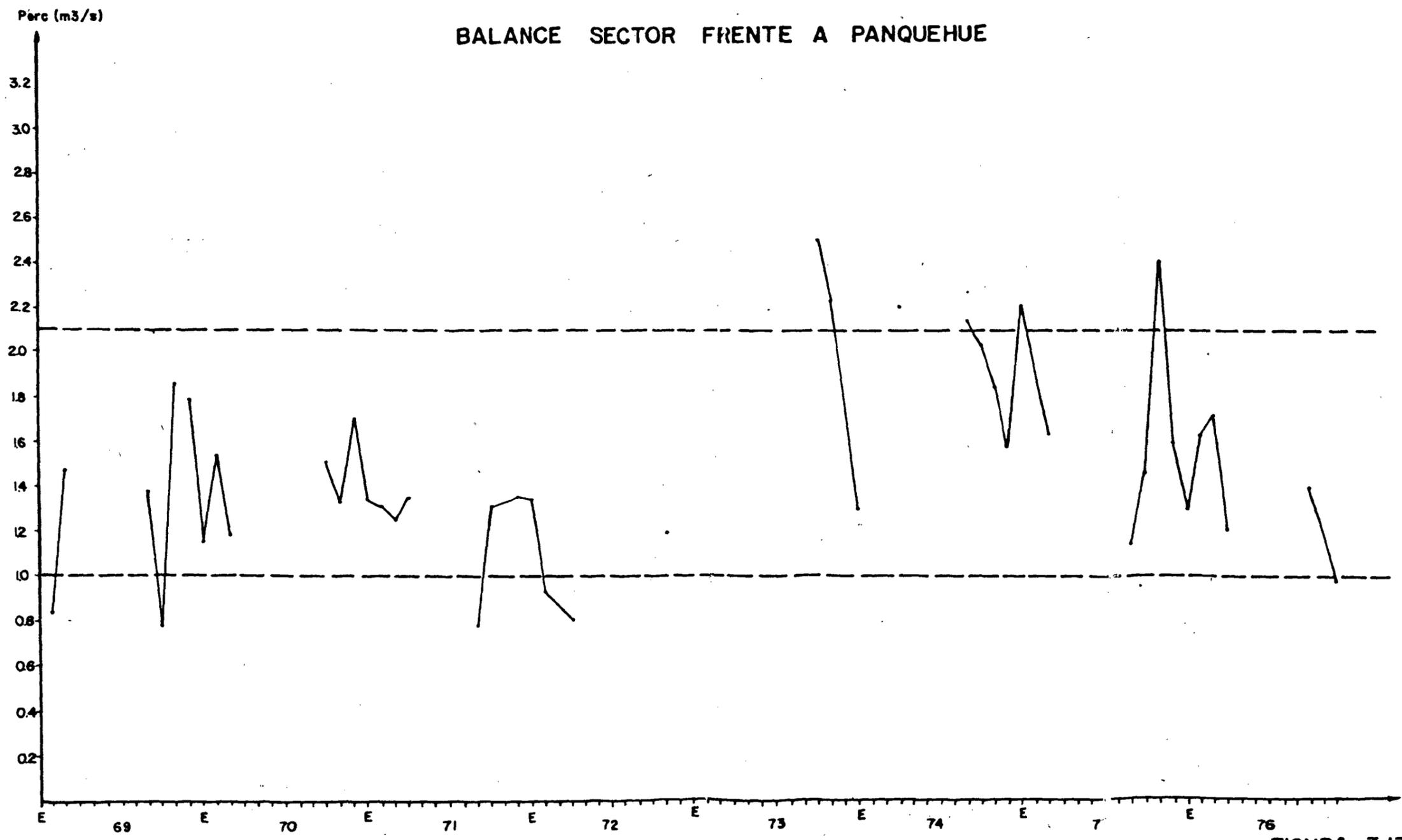


FIGURA 3.17

BALANCE SECTOR LLAY-LLAY

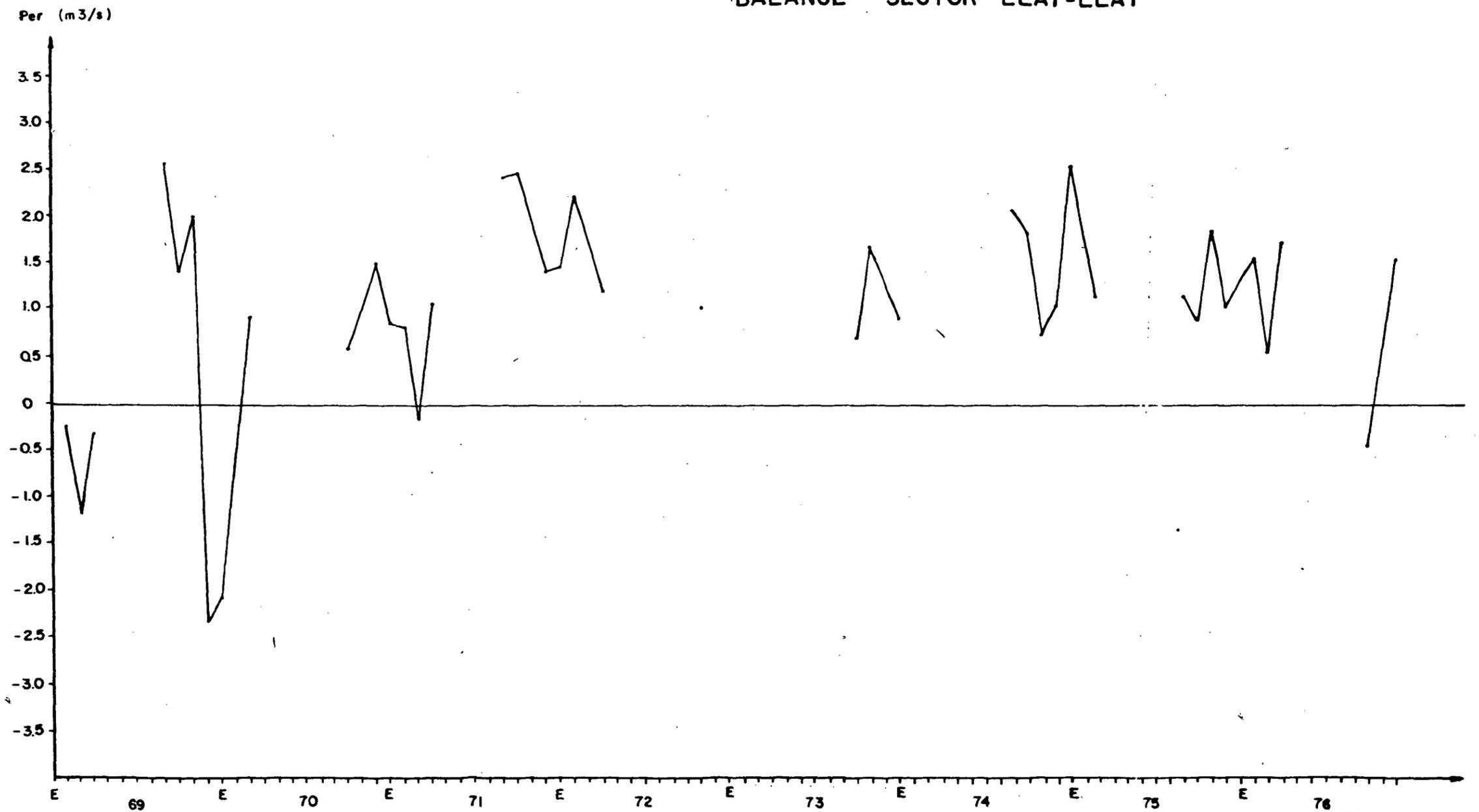


FIGURA 3.18

Sector de Catemu

En este sector, que corresponde al Valle del mismo nombre, cuenta con un estero que presenta tanto afloramientos ~~como incrementos~~ como incrementos del caudal debidos a los derrames que recibe. La zona próxima al río tiene problemas de ^{mas} drenaje y existe un área importante regada con caudales extraídos del estero.

Los términos de la ecuación son equivalentes a los explicados para el sector de Panquehue, con las salvedades siguientes:

- Qric = Caudal de los canales Catemu del Alto y del Bajo más el 30% de los canales Pepino-Huidobro y Chacay - Pedregales.
- Qsac = Caudal del canal Romeral de Purehue cuando capta en el estero.
- Qesa[✓] = Caudal medio mensual del estero Catemu en desembocadura al río.

Los resultados se presentan en la Fig. 3.19 y, al igual que en los casos anteriores, la dispersión es importante.

No se estudió el sector de Romeral en razón de que el estero que sirve de drenaje al sector desemboca al río agua abajo de la estación Romeral.

Los gráficos que resumen los balances de riego de los sectores de Llay Llay, Panquehue, Catemu y el sector frente a Panquehue, presentan resultados que no permiten establecer cuantitativamente el monto de las recuperaciones o pérdidas y sólo han sido considerados para determinar rangos de variación de los cuales se deriva una visión general acerca de los procesos en cada sección.

Esta información fue entregada directamente al modelo de planificación general como base para la modelación de la segunda sección.

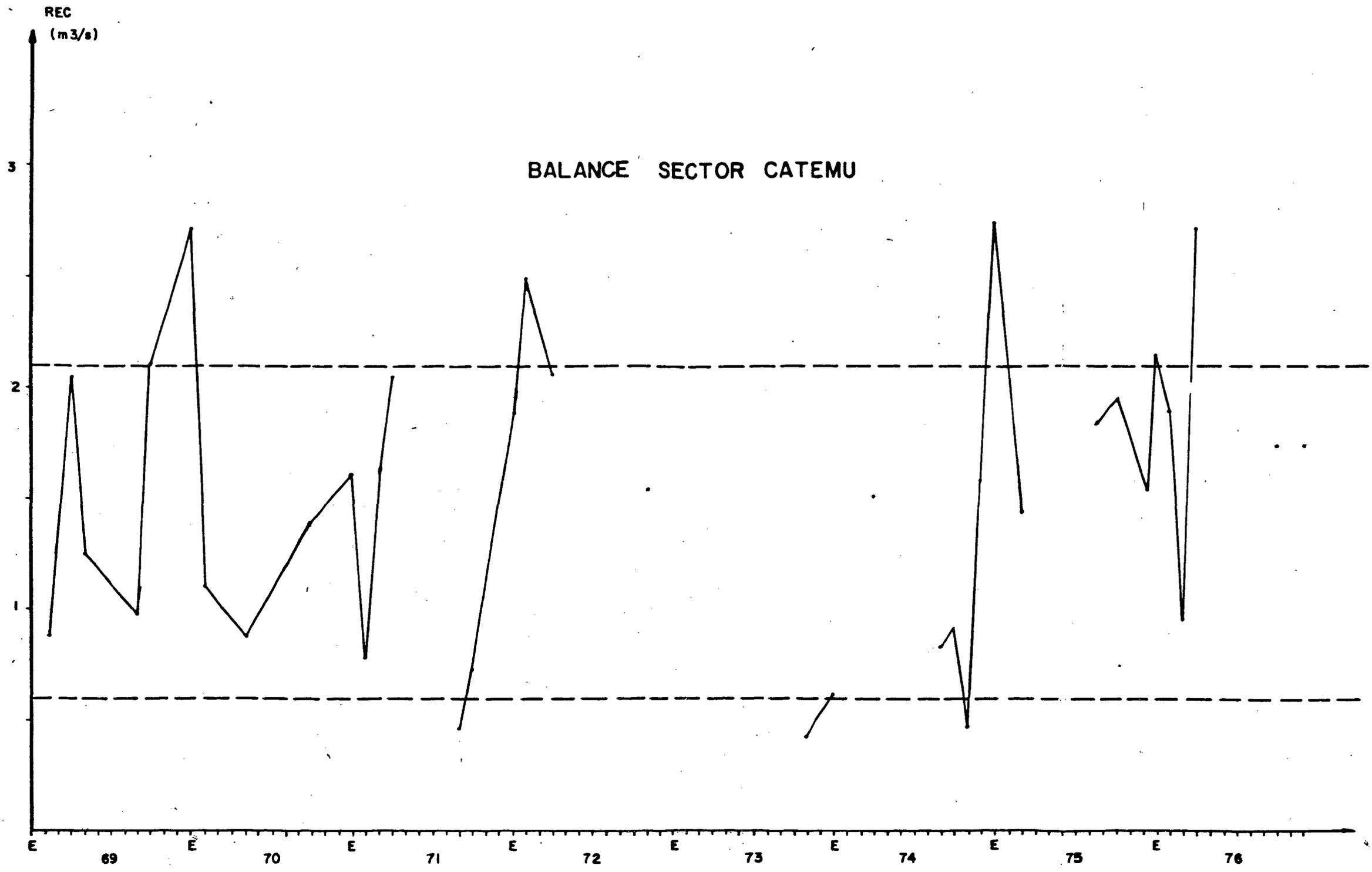


FIGURA 3.19

3.3 TERCERA Y CUARTA SECCION

La posibilidad de formular balances de agua para la tercera y cuarta sección del río Aconcagua se vió limitada por la (escasa y deficiente) información disponible, ya que no existe estadística completa de caudales medios mensuales en ningún cauce natural existente y la estación que posee registros más completos es la del río Aconcagua en Romeral cuya baja confiabilidad fue ya analizada.

En razón de lo anterior, sólo se analizó el comportamiento del río con valores instantáneos obtenidos de las corridas de aforo. Así el estudio de la situación de riego debió hacerse directamente por el modelo de derrames y la comprobación de ésta se basó en la verificación de las leyes de toma de los canales y del caudal en Tabolango en los pocos meses que se contaba con valores medidos.

Los posibles balances que pudieran haberse realizado en los valles de Rabuco, Melón, San Pedro y Limache no fueron hechos por falta de información y por estar sujetos a los mismos errores y limitaciones de los balances de los valles laterales de la segunda sección.

Balances en el río

Se plantea la ecuación de balance para dos tramos del río. El primero desde Romeral a Calera y el segundo de Calera a Colmo.

La ecuación se formula bajo las siguientes hipótesis:

- a) La variación de almacenamiento es nula.
- b) La evapotranspiración del río se considera nula.
- c) No existe precipitación sobre el cauce del río.

La ecuación se reduce a:

$$Q_{ene} + Q_{esr} - Q_{sar} - Q_{ric} = Q_{per} - Q_{zar} - Q_{dsr}$$

En que para el primer tramo Romeral - Calera

Q_{enr} = Caudal entrante, aforado en Romeral.

Q_{esr} = Caudales afluentes al río a través de los esteros Rabuco y Romeral

Q_{sar} = Caudal saliente, aforado en Calera

Q_{per} = Caudal percolado en el lecho del río

Q_{zar} = Caudal aflorado en el lecho del río

Q_{dsr} = Caudal afluente al río que proviene de los derrames de riego no captados por los esteros.

Dada la imposibilidad de separar las últimas tres variables consignadas, éstas se calculan como una sola.

En la Figura 3.20. se ha graficado en función del ^{ud}caudal de Romeral el resultado de la ecuación aplicada para las corridas de aforo existentes. Se observa una gran dispersión de valores para los caudales en Romeral mayores de $7 \text{ m}^3/\text{seg}$. En el rango de valores bajos se manifiestan recuperaciones del orden de $1 \text{ m}^3/\text{seg}$., las que pueden originarse por aportes de la napa subterránea o bien por derrames de riego no aforados.

Visitas a terreno permitieron establecer que el zanjón de Artificio recoge derrames no medidos en las corridas de aforo y que son determinantes en estas recuperaciones. Conforme a lo expresado por hidrogeología se llega a la conclusión de que el sector de Romeral-Calera presenta un régimen de equilibrio y en el caso de que existieran recursos provenientes de la napa éstos serían menores que $0.5 \text{ m}^3/\text{seg}$.

El balance del río en el segundo tramo Calera-^{Concepción}~~Romeral~~ se efectuó sujeto a las mismas hipótesis anteriores y las variables se definen como sigue:

Q_{enr} = Caudal entrante, aforado en Calera

Q_{esr} = Caudales afluentes al río por los esteros Los Litres, Los Rojas y San Pedro.

BALANCE EN EL LECHO DEL RIO ACONCAGUA
Sector Romeral - Calera
(CORRIDAS DE AFORO)

$Q_{per} - Q_{zar} - Q_{dar}$ (m³/s)

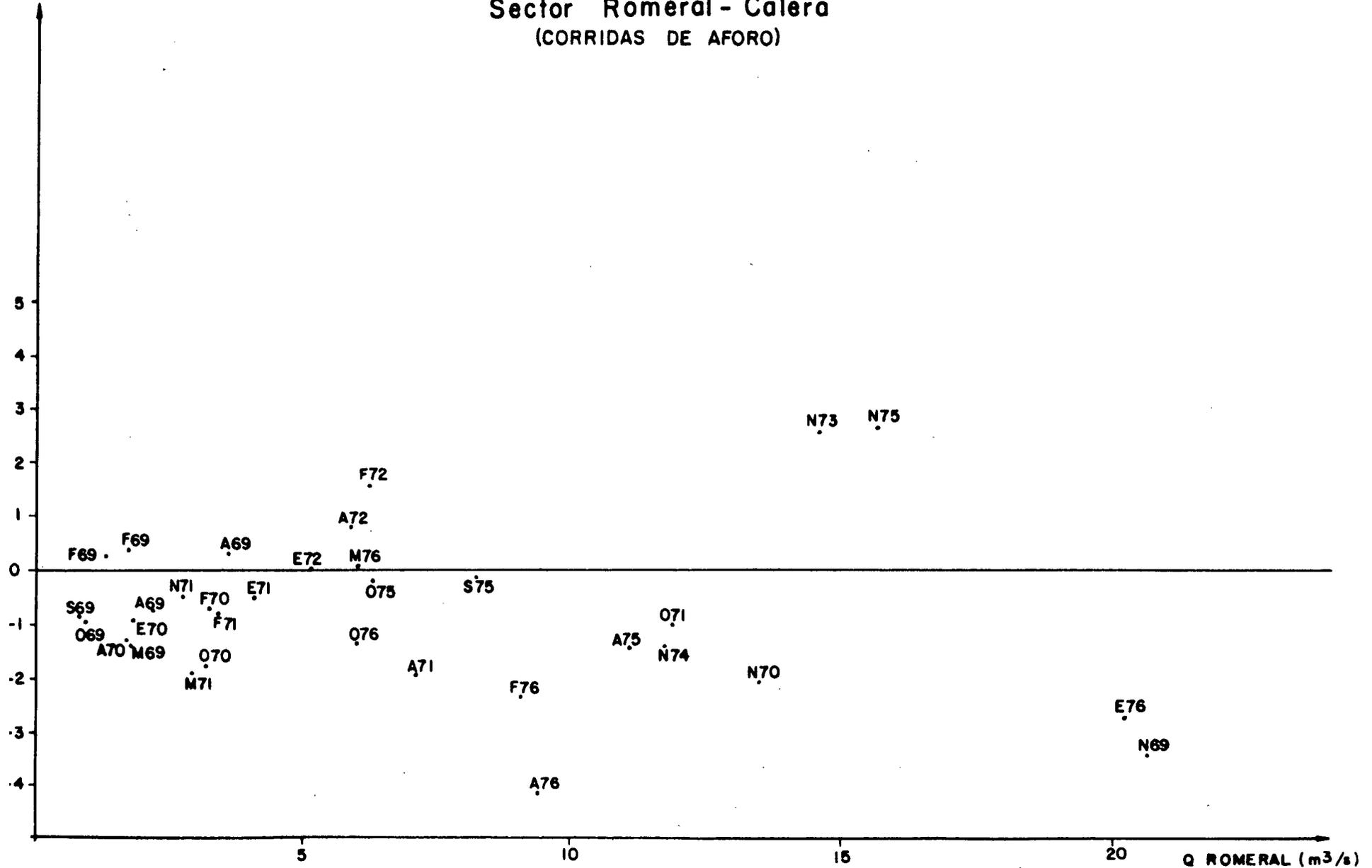


FIGURA 3.20

Q_{sar} = Caudal saliente, aforado en Colmo ?

Q_{per} , Q_{zar} y Q_{dsr} se analizan en forma análoga a la ya indicada.

En la Fig. 3.21. se ha graficado, en función del caudal de Calera, el resultado de la ecuación aplicada para las corridas de aforo existentes. Se observa que se producen recuperaciones que oscilan entre 0 y 4 m³/seg. Estas recuperaciones se pueden explicar, en parte, por los derrames de riego no medidos y por las descargas de las alcantarillas de las ciudades de Calera y Quillota que según lo informado por el Juez del río serían del orden de 300 lt/seg. Estas descargas cobran importancia cuando el caudal de Calera es inferior a 2 m³/seg. No obstante los fenómenos anteriores, existe una recuperación que proviene directamente de la napa subterránea y que se considera que fluctúa entre 1.5 y 3.5 m³/seg. Esta última información es parte del conjunto de datos básicos necesarios para iniciar el estudio completo de la tercera y cuarta sección por medio del modelo de derrames.

4. VALLE DE PUTAENDO

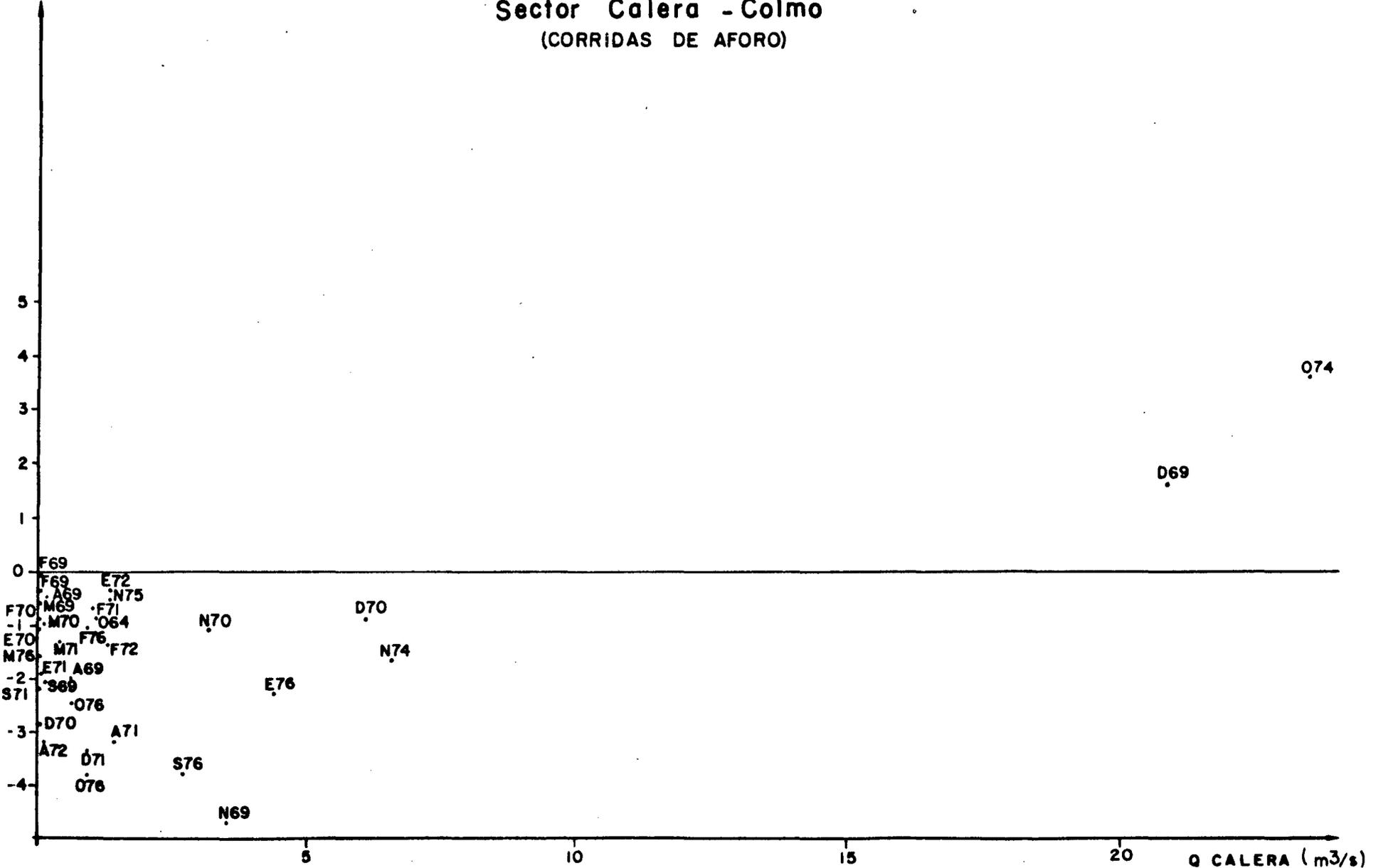
El estudio del valle de Putaendo se abocó fundamentalmente a determinar la percolación que se produce en el lecho del río. Se plantea por esto, en primer término, con la información obtenida de las corridas de aforo, la ecuación de balance correspondiente.

Por otra parte, no fue posible efectuar balances generales por carecer de estadística de caudales superficiales salientes del valle. En atención a que esta última variable reviste principal importancia para evaluar los recursos disponibles en la segunda sección del río Aconcagua y para no entorpecer el estudio se generaron los caudales salientes superficiales en el Baden. La metodología empleada tiene una índole tentativa y los valores definitivos serán calculados por medio del modelo de simulación general.

Para comprobar la generación del caudal en el Baden se utilizó la ecuación general superficial con lo que se obtuvo la percolación total del valle, la que en términos anuales debe ser similar a la estimada por Hidrogeología.

BALANCE EN EL LECHO DEL RIO ACONCAGUA
Sector Calera - Colmo
(CORRIDAS DE AFORO)

$Q_{per} - Q_{zar} - Q_{dsr}$ (m³/s)



[Handwritten signature]
FIGURA 3.21

La deducción de leyes representativas de percolación en el río en base a las corridas de aforo son, asimismo, tentativas pues las características físicas del valle han experimentado cambios a través del tiempo debido a la construcción del canal revestido unificado, cuya finalidad es la de evitar las pérdidas en el lecho mediante la conducción del agua en forma paralela al río.

La habilitación del canal unificado se efectuó por tramos y las corridas de aforo fueron hechas en las distintas etapas de la construcción, desde la fecha en que no existía hasta el año 1975, año en el cual una gran parte del proyecto se encontraba ya construido.

Las conclusiones obtenidas deben ser analizadas a la luz de los antecedentes expuestos.

4.1 BALANCE DEL RIO

Se formularon las ecuaciones de balance en el río de acuerdo con las mismas hipótesis utilizadas para la primera sección del río Aconagua, deduciendo la pérdida para todo el río y para el sector comprendido entre Resguardo Los Patos y Tres Puentes.

La ecuación se expresa:

$$Q_{per} = (Q_{enr} - Q_{sar}) + (Q_{esr} + Q_{dsr}) - Q_{ric}$$

Q_{enr} = Caudal del río en Resguardo Los Patos

Q_{sar} = Caudal del río en Tres Puentes y en el Baden

Q_{esr} = Caudal del estero Figuchén

Q_{ric} = Caudal captado por los canales entre Resguardo Tres-Puentes y entre Resguardo-Baden.

Los resultados se presentan en la Fig. 3.22 en que se grafica la pérdida en el tramo respectivo en función del caudal en Resguardo Los Patos. Se consideraron relaciones de percolación lineales que son válidas para el rango de caudales en que se efectuaron las corridas de aforo.

PERDIDAS EN EL RIO PUTAENDO

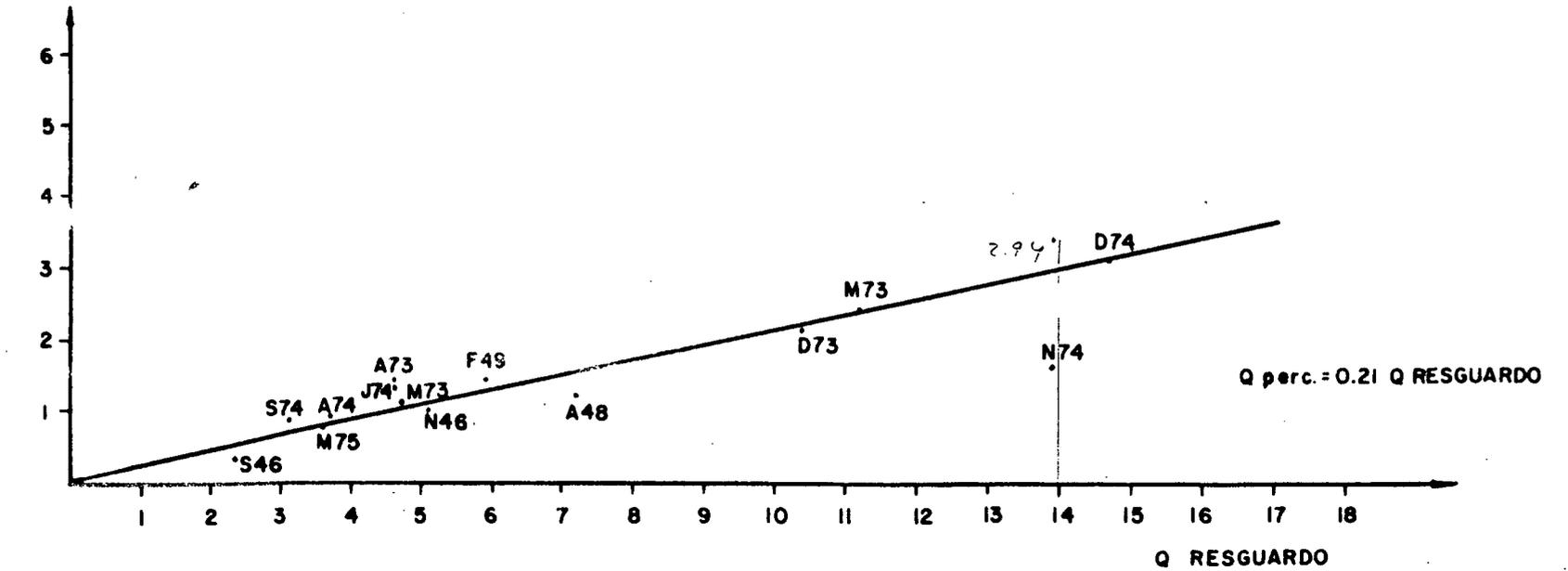
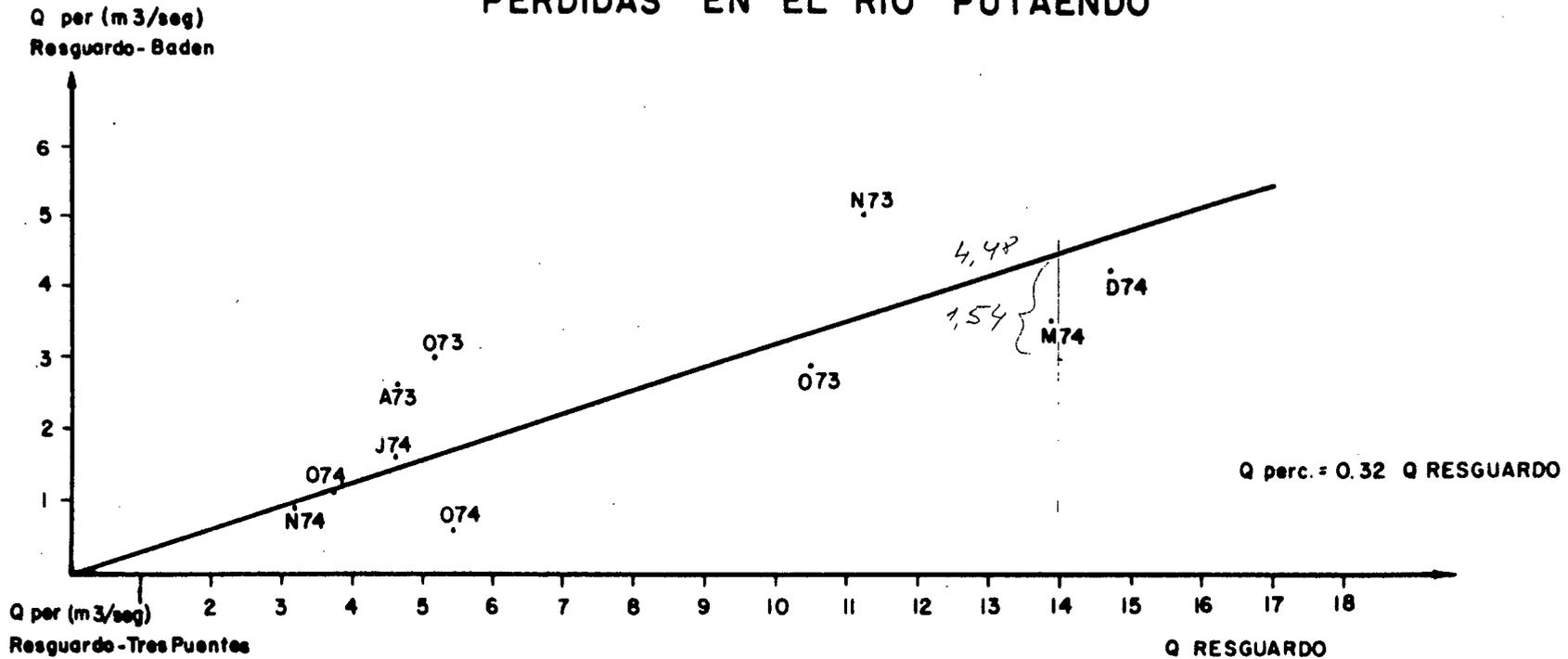


FIGURA 3.22

4.2 GENERACION PRELIMINAR DEL CAUDAL DEL RIO PUTAENDO EN BADEN

Utilizando la ley de toma de canales, presentada en el ~~informe~~ ~~de~~ distribución y la ley de pérdida total en el río, es posible estimar, en función del caudal en Resguardo Los Patos, el escurrimiento en el Baden. Los sobrantes de riego se consideraron incrementando el caudal saliente y fueron calculados suponiendo que se producen sólo cuando se riega toda el área del valle. El área regada en cada oportunidad se estima en forma preliminar en base al caudal tomado por los canales y a eficiencias globales definidas. Se analizó la influencia de esta última variable generando resultados para eficiencias que oscilan entre 40 y 60 por ciento.

La información se utilizó para los balances preliminares del río Aconcagua y como datos de entrada en el modelo de planificación general.

CAPITULO 3

APLICACION DEL MODELO DE RIEGO Y
DERRAMES AL ESTUDIO DE LOS SISTEMAS
ACTUALES DE RIEGO

1. INTRODUCCION

A continuación del estudio del sistema de los valles de Aconcagua y Putaendo, a través de las Ecuaciones Generales de Balance se procedió a un análisis más detallado de los sistemas de riego actuales mediante el Modelo de Riego y Derrames. En este capítulo se explican las hipótesis bajo las cuales se aplicó al valle de Aconcagua y los resultados que definen la situación actual para aquellos sectores en los cuales fue utilizado. También se pretende explicar los aspectos más relevantes de la metodología empleada para simular la operación del sistema a través del modelo, indicando sus alcances y limitaciones. Se señaló, además, la interrelación entre el Modelo de Riego y Derrames y el Modelo de Planificación General indicando aquellos aspectos en que éstos se complementan.

En primer lugar se presenta la estructura general del Modelo de Riego. A continuación se explica su aplicación al valle de Aconcagua y los procedimientos desarrollados para cada sector de riego a objeto de controlar la operación de cada sistema. Finalmente, se incluyen los resultados entregados por el modelo.

2. MODELO DE RIEGO Y DERRAMES

2.1. ANTECEDENTES

La evaluación general de un área regada por un sistema de canales en una cuenca determinada, requiere el conocimiento de los recursos disponibles para el área, el uso consumo de los cultivos considerados, la eficiencia global de riego y el porcentaje de derrames superficiales aprovechables. Una vez conocidas estas variables, es posible determinar la situación del sistema de riego en un período dado. En principio, existen tres métodos generales para abordar el problema:

a) Por cuencas: es necesario conocer los caudales de salida de la cuenca para evaluar aquellos parámetros desconocidos como son la eficiencia global y los derrames reaprovechables.

Este procedimiento presenta el inconveniente de no señalar la distribución de las zonas deficitarias, ya que es posible que dentro de un área extensa existan algunos puntos con exceso de recursos y otros deficitarios, lo cual en un análisis global no aparecería, pudiendo llegarse a la conclusión de que la zona no presenta déficit de recursos cuando en realidad ellos existen por mala distribución interna del recurso.

Es por esto que el método sólo proporciona una primera aproximación acerca del comportamiento de la cuenca como un todo, sin suponer nada acerca del sistema de distribución.

Las conclusiones así obtenidas serán, pues, generales y deberán presentarse en esos términos.

b) Por zonas: consiste en reducir la unidad de análisis para evitar las posibles conclusiones erradas ya señaladas.

La efectividad de este método depende fundamentalmente del tipo y tamaño de zona que se elija. Con el objeto de relacionar zonas para su comprobación posterior con el recurso utilizado, el conocimiento de la influencia de una zona sobre otra es básica. En la medida en que las

zonas sean mejor definidas y se pueda hacer una evaluación experimental de su eficiencia, recursos aprovechables y su influencia, tendrá menor importancia el no conocer los caudales de salida; de lo contrario, la única comprobación posible será por medio de esos caudales.

El resultado final dependerá de la exactitud con que se haya evaluado estos parámetros en cada zona, lo que permite un mayor conocimiento de la localización y extensión de las áreas deficitarias o con exceso de recursos, proporcionando una idea más realista del sistema, lo cual posibilita el planteamiento de soluciones más adecuadas.

c) Por canales: para aplicar este método es necesario obtener información sobre el funcionamiento del riego a nivel predial y evaluar las relaciones entre las áreas dominadas por cada canal, lo que hará posible conocer la situación actual de riego por zonas y por cuencas. En esencia, este método consiste en una reducción de las zonas a la unidad mínima que es la representada por el área bajo canal. Se podría realizar una evaluación a nivel predial si se conociera el sistema de repartición de aguas en base a los marcos partidores, pero eso significa entrar a tomar decisiones sobre mejoramiento de predios que rebasa el marco del estudio de factibilidad de la cuenca.

Mediante este método, es posible localizar con exactitud las zonas deficitarias y entregar resultados sobre la distribución del recurso. Esto permite dar soluciones inmediatas a nivel de canal, ya sea por redistribución de acciones, embalses nocturnos, aumento de capacidad de conducción, unificación de bocatomas, etc. El mayor volumen de trabajo que el análisis por canales requiere se resuelve usando un programa de computación que permite, además, analizar la sensibilidad al cambio de ciertos parámetros como tasas de riego, caudales de entrada, área bajo canal y otros.

2.2. TEORIA

La necesidad de simular la operación del sistema de riego a nivel de canal llevó a la formulación de supuestos en relación a los derrames probables y las diferentes direcciones en que estos ocurren.

Para el funcionamiento del modelo se necesita:

- Conocer la red de canales con sus áreas de riego
- Conocer el sistema de distribución en los canales considerando el caudal del río entrante al sector.
- Conocer el gasto medio mensual para la probabilidad o el período de tiempo adoptado.
- Conocer la evapotranspiración mensual de la rotación de cultivos que existe en el área.
- Estimar la eficiencia de riego predial y el porcentaje o magnitud de los derrames reaprovechables.

El método del proceso y cálculo se ajusta al siguiente esquema:

Se calcula el caudal entrante a cada canal, empleando para ello las leyes de toma por canal indicadas en el capítulo denominado Situación Actual del Sistema de Riego. Este caudal queda limitado por la capacidad máxima del canal cuyo valor también ha sido establecido anteriormente.

Se determina el caudal disponible a nivel predial, (descontando del caudal entrante las pérdidas por conducción. Estas pérdidas se supone percolan completamente a la napa subterránea.

Se define la demanda a nivel predial por canal, teniendo en cuenta el tiempo de utilización del agua (regulación nocturna).

Se determina el caudal percolado, dividido en percolación de riego y en percolación de canales, y el caudal de derrames que, en caso de déficit, se reusa internamente.

Se compara la demanda con el caudal disponible; si hay déficit, éste se evalúa en hectáreas-mes no regadas, en caudal de déficit y en volumen de déficit mensual. Si, por el contrario, hay sobrantes, se evalúan considerando que influyen sobre el canal de más abajo. El caudal que retorna a los cauces se compone del exceso de recursos en los cana-

les y de aquella parte de los derrames totales que no se reusa internamente.

Previo a la realización de este proceso, es necesario determinar el tiempo de aprovechamiento de las aguas. En efecto si no existen embalses de noche, parte del agua se pierde en el área y va a incrementar las aguas que son utilizadas por un canal más bajo o que van a los esteros y al río. Esto significa que el riego no se realiza durante las 24 horas, sino que disminuye el tiempo de utilización, dependiendo de la capacidad de regulación que tenga el canal.

Las tasas de riego actuales a nivel predial por canal son determinados por el modelo en base a las tasas de evapotranspiración calculadas por la Unidad de Agronomía y a la eficiencia de riego predial media.

El modelo requiere de una etapa de calibración en la que se fijan los diferentes parámetros que caracterizan la operación del sistema, para lo cual se corre el programa utilizando como datos de entrada los caudales medios mensuales correspondientes a un período en el que existe estadística medida. Los caudales salientes del sector generados por el modelo son comparados con los valores medidos lo cual permite establecer en que dirección es necesario variar algún parámetro o si se ha llegado a la correcta simulación del sistema para este período.

La etapa de validación que sigue a continuación consiste en comprobar la correcta simulación del modelo para un período de tiempo distinto del utilizado en la calibración.

Una vez calibrado y validado, el modelo permite analizar otras alternativas del sistema como son mejoras en la eficiencia aumentando la capacidad de regulación, lo que para el modelo se traduce en aumento de las horas de riego, en caudales de distinta probabilidad de excedencia, etc.

2.3 APLICACION DEL MODELO A LA CUENCA DEL RIO ACONCAGUA

2.3.1 Zonificación

Para la aplicación del modelo se adoptaron como macrozomas de estudio las siguientes:

1. Primera Sección Legal del Río Aconcagua (Zona 1)
2. Segunda Sección Legal del Río Aconcagua (Zona 3)
3. Tercera y Cuarta Sección Legal del Río Aconcagua (Zona 4).

4. - Río Putaendo (Zona 2)

De estas cuatro zonas, el modelo sólo es aplicable a la Primera, Tercera y Cuarta Sección del río Aconcagua, zonas en las cuales existe un sistema de distribución reglamentado y ha sido posible establecer leyes de toma por canal. (En la Segunda Sección del río Aconcagua el modelo no es aplicable por cuanto no existe un sistema de distribución reglamentado y no fue posible determinar leyes de toma por canal. Por lo demás se trata de una zona en que prácticamente no hay déficit y los que existen ya han sido localizados y cuantificados. (En el valle del río Putaendo el sistema de turnos vigente no permite un análisis por canales empleando el Modelo de Riego. Es por esto que los déficits en esta zona serán determinados exclusivamente por el Modelo de Planificación.

Debido a la gran extensión de las zonas a las que se aplica el modelo, se hizo necesaria una subdivisión en sectores menores que representan áreas de riego de características más homogéneas.

Por otro lado, ciertas diferencias básicas entre ambos sectores, que se indican más adelante, exigen que los modelos aplicados a cada sector sean levemente distintos.

A continuación se describen ambas zonas, su sectorización interna y las diferencias de aplicación del modelo.

A) Primera Sección: Esta zona fue dividida en dos sectores.

(a) Sector Norte: Corresponde al área regada por aquellos canales que tienen bocatoma en la ribera norte del río, agregando a ésta, el área regada por los Esteros San Francisco, El Cobre y Jahuel. Los canales de este sector devuelven hacia el río los sobrantes y derrames de riego casi exclusivamente por el estero Quilpué.

(b) Sector Sur: Corresponde al área regada por aquellos canales con bocatoma en la ribera sur del río. Los canales de este sector retornan al río sus sobrantes y derrames de riego principalmente a través del estero Pocuro.

Para realizar esta subdivisión se consideró que ambos sectores presentan características diferentes y bien definidas. En primer lugar, el sector Norte, a pesar de ser más extenso que el Sector Sur, capta menos recursos desde el río, lo que, en parte, se debe a que tiene recurso propios diferentes y, en segundo lugar drenan, como ya se señalara, en distintos puntos del río.

Por otro lado, el análisis de las corridas de aforo permitió obtener leyes de toma independientes para los canales del sur y del norte, característica que hace posible tratarlos en forma separada. Estas leyes de toma fueron introducidas en el modelo como una proporción del caudal total tomada por los canales del sector.

B) Tercera y Cuarta Sección. - Para modelar la operación del sistema de riego, esta zona fue dividida en varios sectores, considerando la estructura de la red de canales y, en especial, el hecho de que en todos los sectores los derrames y sobrantes de riego son devueltos al río a través de un estero o un cauce natural.

Las leyes de toma obtenidas para ellos fueron introducidas al modelo en la misma forma que para la Primera Sección. Los sectores en los que se dividió esta zona fueron los siguientes:

a) OCOA-PEQUENES. - El sector Ocoa-Pequeños, con una superficie bajo canal de 1.278 ha., se riega con los canales. Ocoa y Pequeños, ambos con bocatoma en el río.

Los derrames de este sector retornan en parte directamente al río, en tanto que otros lo hacen a través del Estero Rabuco.

b) ROMERAL. - Corresponde al sector regado por los canales. Romeral de Purehue, Romeral La Sombra, Comunidad de Romeral y Enrique Correa. Estos cubren un área de 1303 ha., cuyos derrames retornan directamente al río.

c) RABUCO y PACHACAMA. - La zona de Rabuco, con una superficie bajo canal de 1.365 ha., se riega con el canal Las Vegas de Rabuco o Echeverría, con bocatoma en el estero Los Loros y con el canal Pachacama con bocatoma en el estero Rabuco. Los derrames de este sector retornan al río a través del estero Rabuco y por desagües del sector Pachacama.

En el recorrido del canal Echeverría, se detectaron numerosos saques sin derecho que alimentan el canal Ocoa. Estas extracciones no pueden cuantificarse ya que son saques que toman a tajo abierto cuando son necesarios para luego ser cerrados.

d) MELON, HIJUELAS, PURUTUN (Drenaje por Zanjón de Artificio). Este es un sector de pequeñas propiedades con una superficie total de 2.071 has. cuyos derechos legales de riego derivan del canal Hijuelas y del Canal Torrejón, pero, en la práctica, se extrae sin derechos un 40 por ciento del caudal captado por los canales Melón y Purutún. Tanto los derrames como la percolación de riego vuelven al río directamente a través del Zanjón de Artificio.

e) MELON Y PURUTUN (Drenaje por Estero Los Litres). En este sector hay problemas de riego y un sistema de recuperaciones bastante complejo, el que requiere de un análisis más detenido. Esta área es regada por los canales Melón y Purutún, con bocatoma en el río, y por los canales con bocatoma en los esteros Los Litres y Pucalán.

Los derrames y recuperaciones de la percolación de riego y canales, reaparecen principalmente en el estero Pucalán y en el Estero Los Litres.

El canal Melón riega lo que fue la Hacienda Melón, cubriendo una superficie de 2.086 ha. Como ya se indicara, este es un canal con derechos eventuales al que se le extrae un 40 por ciento de su caudal en el sector antes del Zanjón de Artificio.

El canal Purutún cubre el sector de La Peña y Nogales, con una superficie de 2.365 ha; éste es un canal con derechos permanentes al que también se le extrae un 40 por ciento de su caudal por medio de saques sin derechos en el sector de Artificio. Riega una zona de terrenos llanos y con regulación nocturna y, en el sector de Pucalán, 250 ha. con elevación mecánica recirculando los derrames.

En los esteros tienen su bocatoma una serie de canales que captan los retornos de riego cubriendo una superficie de 1.658 ha.

f) OVALLE-WADDINGTON (Primera Parte). - Esta denominación se usa para designar el sector adyacente a los cerros que se riega por los saques de los canales Ovalle y Waddington, con extracciones no controladas ^{equivale} que a un 30 por ciento y a un 35 por ciento de los caudales respectivos. Este sector cubre una superficie de 1.310 ha que se extiende entre la ciudad de Calera y la Puntilla de San Pedro área que tiene en el Estero San Pedro su cauce natural de drenaje.

g) CALLE LARGA.- Comprende todo el sector regado por el canal Calle Larga que cubre una superficie de 1.809 has., entre el río Aconcagua por el Norte y el Estero San Pedro por el Sur, desde su bocatoma hasta el canal Candelaria. Drena en parte directamente al río, en parte al estero San Pedro y también al sector de riego del canal Candelaria. Este sector tiene problemas ^{en el} de drenajes, los que han sido tratados en un capítulo especial.

h) POCOCHAY Y SERRANO. - En este sector, se incluye el área regada por los canales Pocochay y Serrano que alcanza a 661 has. Se trata de la zona adyacente a los cerros regada por el canal Serrano y de la zona más baja regada por el canal Pocochay. Esta es una zona que drena en parte directamente al río y en parte al Estero San Pedro.

i) WADDINGTON-OVALLE Y ESTERO LIMACHE. (Sector Limache) Esta zona es regada por un 70 por ciento del canal Ovalle y un 65 por ciento del canal Waddington. Corresponde a un área de 796 has., ubicada más allá de la Puntilla de San Pedro regada por el Ovalle y a la zona de Limache y Olmué con 3.334 has., regada por el Waddington.

Todos los derrames de este sector escurren hacia el Estero Limache desde el cual hay extracciones a través de varios canales que dominan un área de 720 has., aproximadamente. ^{¿cuáles?}

j) MAUCO, RAUTEN Y MOLINO RAUTEN. - Corresponde al área regada por los canales Mauco, Boco Rautén y Molino-Rautén, todos con bocatoma en la ribera norte del río Aconcagua y que cubre una superficie de 2.400 has. Este sector drena en parte directamente al río y en parte lo hace por el Estero Rautén.

k) SAN PEDRO, MARFAN Y CANDELARIA. - Esta es una zona de 2.361 has. cubierta por los canales Candelaria, Marfán y San Pedro, todos con bocatoma en la ribera sur del río. Este sector drena exclusivamente hacia el Estero San Pedro.

l) SANTA ROSA DE COLMO. - Esta zona comprende el área regada por el canal Sta. Rosa de Colmo, con bocatoma en la ribera norte del río. Corresponde a una superficie de 97 has., que drena directamente al río.

m) TABOLANGO. - Corresponde al área regada por los canales Tabolango 1 y 2, San Victor, Sta. Rebeca y Comunidad de Con-Con Alto, todos con bocatoma en la ribera sur del río, y que cubre en conjunto una superficie de 449 has. Esta es una zona que drena directamente al río.

En el Cuadro 2.1 aparecen estos sectores de riego con la denominación bajo la cual aparecen en los resultados del Modelo de Riego.

2.3.2. Información necesaria e hipótesis utilizadas

a) Características del riego. - Para los efectos de este estudio y la posterior comprobación con los resultados obtenidos de la situación actual, se ha partido de ciertos supuestos que corresponden a los métodos de riego usados normalmente en la zona. Si existe un tiempo de utilización de agua total, o sea, durante 24 horas diarias, ya que se cuenta con embalses de noche, la eficiencia de riego a nivel predial es del orden de un 50 por ciento, produciéndose derrames aprovechables, ya sea en el mismo sector si la superficie lo permite, o en otro si ésta es reducida.

CUADRO 2.1 Denominación empleada en el Modelo de Riego para los Sectores de Riego de la Tercera y Cuarta Sección del Río Aconcagua.

Sector de Riego	Modelo de Riego
Ocoa-Pequeños	Ocoa-Peq
Rabuco-Pachacama	Rabuco
Romeral	E.Romeral
Melón, Hijuelas, Purutun (Drenaje por Zanjón de Artificio)	Melón-1 Pur 1-Hto
Melón y Purutun (Drenaje por Estero Los Litres)	Melón-2 Purutun-2 E.Litres
Calle-Larga	Calle-L
Pocochay y Serrano	Pocochay
Ovalle Waddington (Primera Parte)	Ovawad
San Pedro, Marfan y Candelaria	Spe-Marf Candelaria E.San Pedro
Waddington-Ovalle y Estero Limache (Sector Limache)	Waddington Ovalle Estero Limache
Mauco, Rauten y Molino de Rauten	Mauco Raut-Mol
Santa Rosa de Colmo	Sta-Rosa
Tabolango	Tabolango

El saldo no utilizado corresponde a infiltración en la conducción y el riego y a derrames que escurren fuera de las horas de aprovechamiento. La infiltración produce recuperaciones parciales en desagües y esteros, los que pueden volver a utilizarse.

Al considerar zonas extensas, el aprovechamiento de derrames y recuperaciones aumenta y, aunque la eficiencia predial se mantenga en 50 por ciento, puede alcanzar, a nivel de zona, a 70 por ciento.

Cuando no existen embalses de noche, el problema se hace más complejo y es necesario estimar el aprovechamiento efectivo.

Considerando un riego diurno mínimo de 10 horas en años 50 y 85 por ciento, y estimando que para las 14 horas restantes el aprovechamiento efectivo se reduce a la mitad, es decir, equivale a 7 horas más, se ha adoptado un período de utilización de 17 horas al día. En este período también corresponde una eficiencia predial de 50 por ciento pero las tasas de riego deben incrementarse en $24/17 = 1,41$ veces.

Para aclarar lo anterior, si, por ejemplo, la tasa necesaria es de 1.00 lt/seg/ha. regando 24 horas, al regar sólo 17 horas será de 1,41 lt/seg/ha., lo que reduce la eficiencia a nivel predial a 35 por ciento, ya que se pierde para el predio el agua de 7 horas, caudal que puede aprovecharse a nivel de zona.

Se ha considerado que los derrames, que escurren de un área ^{bajo} de canal a otra, comprenden los sobrantes nocturnos y los derrames superficiales de riego diurno, los que se reusan primero en el sector y solo cuando el área en la cual se produce el derrame está totalmente abastecida, pasan al área siguiente.

Estas aguas escurren normalmente hacia otro canal o estero del que se deriva una nueva red de riego, aunque su aprovechamiento esté sujeto al posible desfase entre el tiempo en que se produce y el de su utilización adecuada.

La recuperación de los derrames depende de la topografía del área, de los desagües y esteros que la cruzan y de la superficie regable en la parte baja del área estudiada.

Así se conforma un sistema de riego, que a pesar de su complejidad, funciona bastante bien y ha permitido abastecer durante años una extensa zona de riego.

b) Caudales disponibles. - Para la definición de la situación actual, se ha considerado el caudal medio mensual, correspondiente a una probabilidad de excedencia de 85 por ciento durante el período de riego.

Se eligen los caudales correspondientes al periodo de riego y no al año civil o hidrológico por no existir actualmente regulación interanual. Los valores empleados aparecen en el Cuadro 2.2. *g*

c) Percolación de río, esteros y canales. Para estos parámetros fueron adoptadas las expresiones establecidas para ellos en el estudio de pérdidas y recuperaciones. *indicado en ...*

2.3.3. Tasas de Riego

La tasa de riego adoptada en el modelo se define como:

$$TRNP = \frac{ET}{EFP}$$

nivel predial? $TRNP = ?$

2. que: $ET = \text{Evapotranspiración}$

$EFP = \text{Eficiencia a nivel predial}$

Esta tasa de riego a nivel predial corresponde a un caudal necesario para el riego, bajo el supuesto que se riega durante 24 horas. La diferencia entre el caudal disponible para el riego -QR- y la tasa de riego -TRNP- da origen a un sobrante que, sumado a los derrames de riego, corresponde al caudal saliente de un predio o sector de riego.

Las tasas de evapotranspiración, determinadas por la Unidad de Agronomía, *o el país ...* se han calculado sobre la base de las rotaciones medias actuales, considerando las condiciones climáticas que determinan valores ligeramente diferentes de evapotranspiración para las diferentes áreas del estudio.

El detalle de los valores finales de la evapotranspiración mensual para cada zona aparece en el Cuadro 2.2.

CUADRO 2.2 Datos Preliminares para Modelo de Riego y Derrames

a) Tasas de Uso-Consumo (lt/seg/Ha)

Meses	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr
Primera Sección Sector Norte	0.15	0.35	0.42	0.52	0.55	0.45	0.275	0.125
Primera Sección Sector Sur	0.15	0.35	0.425	0.45	0.50	0.375	0.225	0.10
Tercera y Cuarta Sección	0.12	0.30	0.40	0.45	0.45	0.38	0.27	0.15

b) Caudales de Entrada (Año 85%) [?]

Meses	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr
Chacabuquito	11,6	18,9	32,8	32,8	32,8	23,5	18,1	10,8
Romeral	5,4	4,47	39,0	16,9	12,0	4,10	4,53	5,87

2.3.4. Esquema de Derrames Superficiales

El proceso de análisis por canal supone el conocimiento de la magnitud y destino de los derrames superficiales que se producen durante el riego. Estos fueron estimados estudiando la red de drenaje natural y la red de canales secundarios presentada en los mosaicos 1: 20.000 de IREN y en los planos de 1:10.000 con curvas de nivel cada 2.5 m. proporcionados por la CNR.

El método seguido consistió en tomar como unidad productora de derrames el área dominada por la red de un canal principal y sus ramales y evaluar el perímetro de drenaje que ésta tenía; entendiéndose por éste la longitud de la sección en la cual se producen escurrimientos fuera de la zona dominada por el canal.

La relación entre el perímetro de drenaje total y el perímetro de contacto con el área de un canal inferior, determina qué porcentaje de los derrames producidos por el canal estudiado son recibidos por el canal de aguas abajo.

Estos porcentajes son alterados algunas veces por la existencia de cauces naturales importantes o de densidades altas de canales secundarios que drenan gran parte del caudal escurrido por un sector pequeño.

Todas estas consideraciones fueron hechas con el fin de obtener una red de derrames a nivel de canal. Esta red para la primera Sección se presenta en las Figuras 2.1 y 2.2; cada círculo corresponde a un canal y las flechas indican dirección de los derrames y, junto a ella, aparece la proporción de derrames en cada sentido.

Para la tercera y cuarta Sección el esquema es similar. (Figura 2.3)

ESQUEMA DE DERRAMES
1º SECCION SECTOR SUR

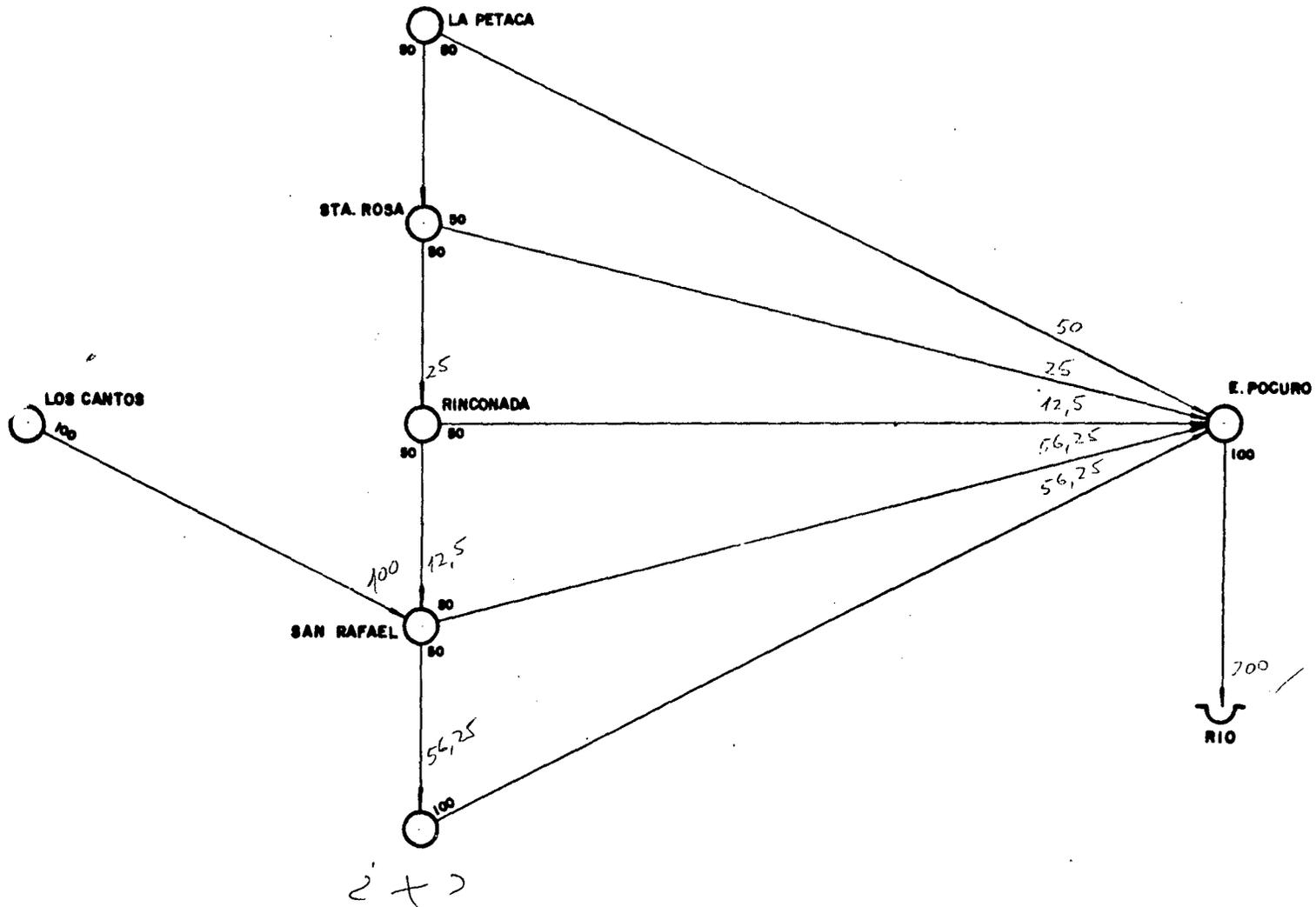


FIGURA 2.1

ESQUEMA DE DERRAMES
1ª SECCION - SECTOR NORTE

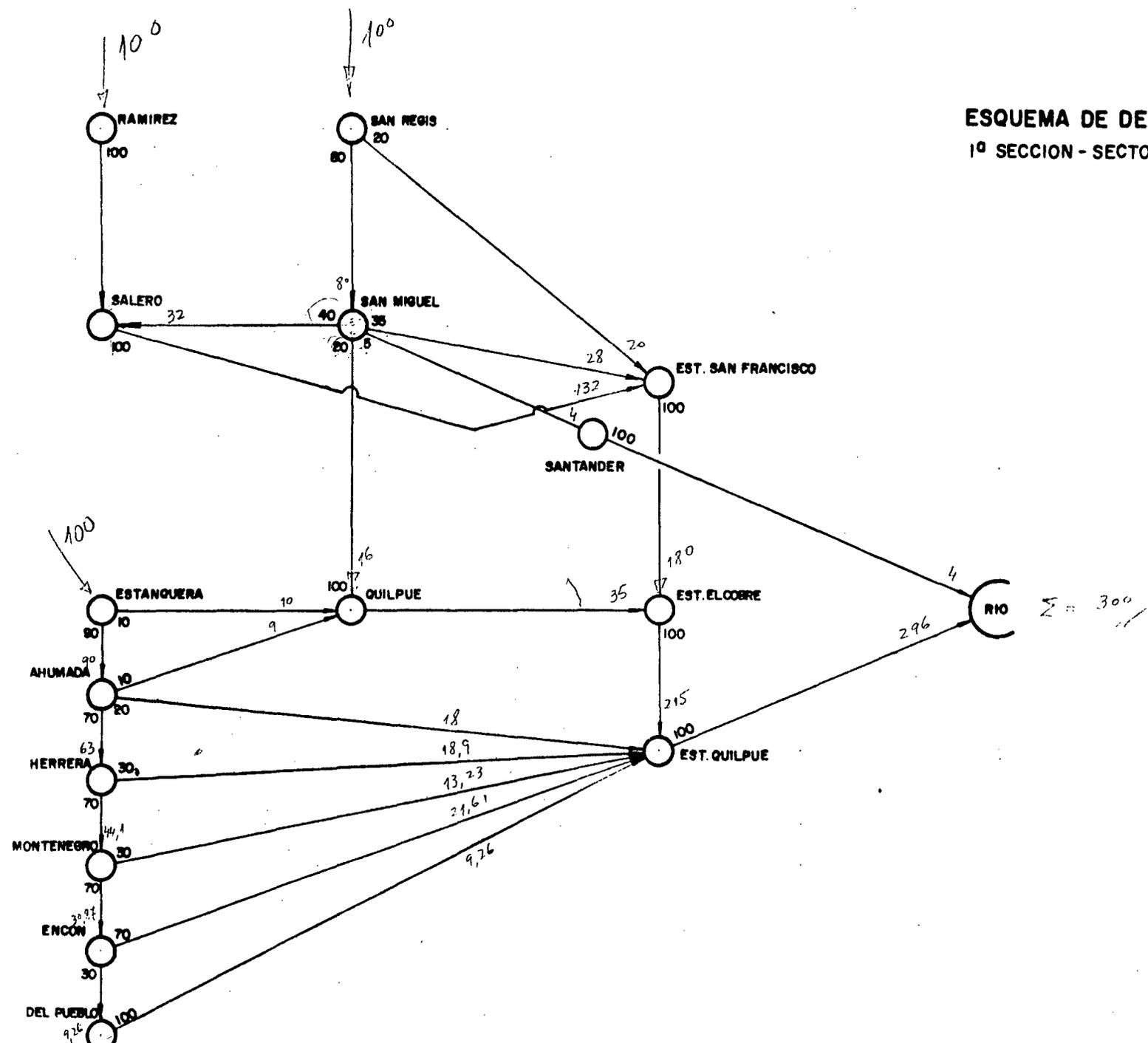


FIGURA 2.2

2.3.5. Esquema de destino de percolaciones

En la Tercera y Cuarta Sección, se estimó, en base a los antecedentes entregados por la Unidad de Hidrogeología, el comportamiento del acuífero de esta zona, en que la percolación de riego y canales produce recuperaciones, las que se manifiestan en los esteros y en sectores del río como un caudal constante que aflora todo el año, con variaciones menores de un 10 por ciento. Considerando que, fuera de la temporada de riego, la percolación ocasionada por la lluvia es prácticamente nula debido a las condiciones de infiltración predominantes en la zona, se ha supuesto que el promedio mensual de recuperaciones corresponde a la percolación de la temporada de riego distribuída en forma uniforme a través de los doce meses del año.

Para la operación del modelo, se requiere el conocimiento de la magnitud y dirección de estos caudales infiltrados. Para ellos se procedió en forma similar a la aplicada para los derrames, tomando en cuenta que se trata de caudales infiltrados sub-superficialmente (Figura 2.4).

2.3.6. Limitaciones del Modelo de Riego y Derrames

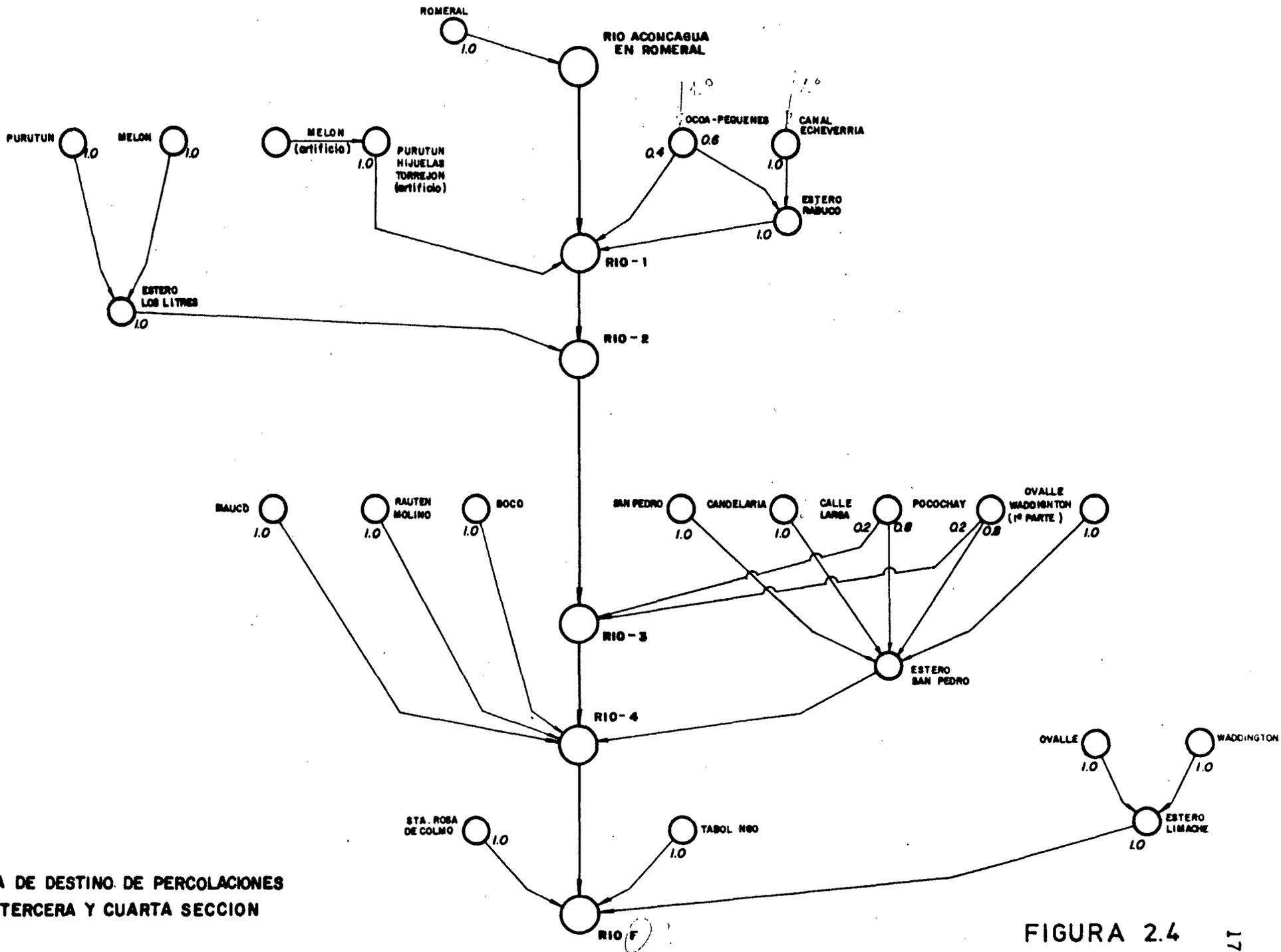
El modelo antes detallado no considera algunas variables que, dentro de un sistema de regadío, especialmente en los meses críticos, pueden influir en los resultados que se obtengan. Es por esto que esos resultados deben ser corregidos en aquellos casos en que la gravitación de estos factores no considerados afecte su validez.

Los factores limitantes fundamentalmente son:

i) No se considera el aprovechamiento de aguas subterráneas desde pozos, ni se varía la eficiencia de riego en aquellos sectores en que la napa freática está alta.

ii) No se considera la precipitación mensual durante la temporada de riego.

iii) Los valores de eficiencia, porcentaje de percolación y porcentaje de derrames adoptados, corresponden sólo a una extrapolación para los demás sectores de los valores empleados y comprobados como válidos para el Sector Sur de la Primera Sección del río Aconcagua.



ESQUEMA DE DESTINO DE PERCOLACIONES
PARA LA TERCERA Y CUARTA SECCION

FIGURA 2.4

(Las cifras consideradas corresponden a las que se producen en el mes de máximo consumo en el que el riego es efectuado en forma más cuidadosa.)

iv) El destino de los derrames superficiales y de las percolaciones, a pesar de haber sido efectuada considerando la topografía y la red de drenaje, es sólo una aproximación simplificada de la realidad.)

¿ver?

Desde el punto de vista práctico las limitaciones antes señaladas son posibles de superar ya que, en primer lugar, la precipitación durante el período de riego y sobre todo en los meses de Enero y Febrero es normalmente de poca importancia, no sobrepasando los 10 mm. en un año 85 por ciento ^{de...} lo que está dentro del grado de aproximación implícito en los valores de las temperaturas medidas con las cuales se determinan las tasas de evapotranspiración.

En cuanto al aprovechamiento de las aguas subterráneas, se han identificado los sectores donde la napa freática es alta o donde existe actualmente utilización de agua subterránea. En estas áreas, si el modelo acusa déficits, no se toman en cuenta ya que se sabe, por medio de las encuestas, que esos sectores, en éstos casos específicos, siempre tienen agua suficiente para satisfacer sus necesidades.

Para los valores de eficiencia predial, porcentaje de derrames y porcentaje de percolación, la extrapolación de los valores medios utilizados para el Sector Sur de la Primera Sección del río Aconcagua es válida, ya que como se señalara en su oportunidad, este es el único sector en que fue posible obtener una comprobación del funcionamiento del sistema de riego. A través de la simulación de éste, se obtuvieron los caudales salientes del sector, tanto superficiales como subterráneos, los cuales han sido verificados con los valores correspondientes, entregados por las unidades de Hidrología e Hidrogeología respectivamente.

2.3.7 Calibración

Primera Sección: para calibrar el modelo en este sector se utilizó el Sector Sur de la Primera Sección más el río, por ser el único, como ya se ha señalado, en el que es posible obtener una comprobación aceptable de la simulación del sistema de riego a través de los valores de caudales medios mensuales medidos en la Estación de Aforo de San Felipe. Se realizó un análisis de sensibilidad frente a la variación de algunos parámetros que caracterizan el riego como son la eficiencia predial (EFP), el coeficiente de percolación del riego (C_{PER}) y el coeficiente de reuso de derrames (FRUD) lográndose los mejores ajustes con San Felipe (Figura 2.5) para los valores

EFC	=	0.5
C C _{PER}	=	0.3
FRUD	=	1.0

Una vez que se fijaron estos parámetros para el sistema de riego del Sector Sur se extrapolaron estos valores para el Sector Norte, y, de esta forma se obtuvo la Primera Sección del río Aconcagua completo.

Tercera y Cuarta Sección: en este sector el problema se resolvió en forma similar aunque en forma más imperfecta dadas las características del riego en este sector y al hecho de que la única estadística de caudales salientes del sector de riego es la que fue generado por la Unidad de Hidrología para el río Aconcagua en Tabolango.

Los valores a que se llegó para los parámetros que caracterizan el riego fueron los mismos que para la Primera Sección. Los resultados de esta comprobación aparecen en la figura (2.6).

Por otro lado se recurrió a otra comprobación fué la siguiente: se verificó que en todos los nodos en que fueron agrupados las bocatomas de los canales de riego realmente existiera la cantidad de recursos necesarios, para satisfacer las necesidades supuestas a éstos en relación al caudal del río Aconcagua en Romeral.

2.4. INTERRELACION ENTRE EL MODELO DE RIEGO Y DERRAMES Y EL MODELO DE PLANIFICACION GENERAL

2.4.1 Antecedentes

El Modelo de Planificación General de los valles de Aconcagua, Putaendo, Ligua y Petorca, evalúa el comportamiento hidráulico de distintas alternativas de desarrollo, utilizando como unidad de análisis las zonas que se señalan en el capítulo correspondiente. El hecho de que el modelo procese la información por zonas tienen las deficiencias antes explicada, pero dadas las dimensiones del área en estudio resultará poco práctico desde el punto de vista de la modelación analizar las situaciones más en detalle.

Es por esto que ambos modelos se relacionan, ya que el Modelo de Riego permite un análisis detallado canal por canal de las zonas definidas para el Modelo de Planificación. Esto, por supuesto, dentro de las limitaciones del Modelo de Riego y sólo para aquellas zonas en que su aplicación ha sido posible. u.s?

A partir del Modelo de Riego es posible evaluar algunos parámetros que permiten caracterizar los sectores de riego definidos en el Modelo de Planificación.

Ellos son los siguientes:

EFC	: Eficiencia de conducción en canales
EFP	: Eficiencia a nivel predial
CPR	: coeficiente de percolación de riego
FRUD	: coeficiente de reuso de derrames

Los valores para estos parámetros obtenidos a través del Modelo de Riego sirven de punto de partida a los procesos de búsqueda del Modelo de Planificación, pudiendo sufrir algunas modificaciones en el curso de la simulación.

Cabe señalar que, si bien a partir del Modelo de Riego se obtienen relaciones matemáticas de cierta complejidad para estos parámetros, éstas son simplificadas para su implementación en el Modelo de Planificación.

En base a estos antecedentes se procedió a la calibración y validación del Modelo de Planificación General, vale decir a encontrar los valores de los parámetros que produjeran un mejor ajuste entre los caudales superficiales salientes de la Primera Sección del Rfo Aconcagua. j ...

El período de calibración elegido fue el de los años hidrológicos 1969 a 1973 ambos incluidos. Como periodos de validación se dejó el de 1962 a 1969 y de 1973 a 1976. Esto permitió comparar la simulación del sistema de riego con los datos de salida superficial medidas en la Estación de Aforo de San Felipe y por otro la simulación del acuífero con los datos de salida subterráneas estimado por la Unidad de Hidrogeología.

El criterio de búsqueda durante el período de calibración, consistió en emplear como combinación inicial de parámetros aquellos valores entregados por el Modelo de Riego y Derrames para luego variar un parámetro dentro de su rango, buscando el valor que posibilita un mejor ajuste. Durante esta búsqueda, los demás parámetros permanecen fijos en sus valores de partida. Encontrado el mejor valor para un parámetro, éste se fija en dicho valor y se inicia una nueva fase de búsqueda para otros parámetros.

Finalmente la mejor combinación de parámetros resultó ser:

$$EFP = 0.49$$

$$CPR = 0.29$$

$$FRUD = 1.00$$

$$EFC = ?$$

Estos valores coinciden con los valores de partida entregados por el Modelo de Riego lo cual confirma la correcta simulación del sistema. Con estos valores se corrió el período de 1962 a 1969 y el de 1973 a 1976.

En la Figura 2.7 se muestra la comparación entre los valores simulados y los observados, tanto para la etapa de calibración como para la de validación. El grado de ajuste obtenido permite concluir que el modelo es aplicable a esta zona en años de características hidrológicas secas, húmedas e intermedias.

Terminada la calibración se comparó gráficamente (Figura 2.8) el caudal subterráneo saliente simulado con el estimado por la Unidad de Hidrogeología. De él se desprende que es posible representar dicho caudal razonablemente bien con el modelo planteado y que a su vez es válida la extrapolación hecha para el Sector Norte de la Primera Sección, de los valores comprobados por el Modelo de Riego para el Sector Sur; lo que, posteriormente, como vemos, fueron ratificados por el Modelo de Planificación. Se advierte, sin embargo, un error por exceso en los primeros años, lo cual se atribuye a las condiciones de excepción de los años de sequía en los cuales el río fue intervenido y el regadío no fue necesariamente normal, lo cual está implícito en un modelo determinístico.

De igual forma fue simulado a través del Modelo de Planificación el valle de Putaendo. En este caso no fue posible obtener los parámetros por calibración ya que no existe control fluviométrico de este río en su desembocadura ^{en el} río Aconcagua; tampoco fue posible la aplicación del Modelo de Riego por no existir leyes de toma canal por canal. En vista de esto fueron extrapolados los resultados de la Primera Sección salvo la percolación del río en que se utilizó la expresión establecida por la Unidad de Ingeniería a partir de la aplicación de las ecuaciones generales de balance.

Los resultados de la simulación fueron comparados gráficamente (Figura 2.9) con los valores estimados por la Unidad de Hidrogeología para el caudal subterráneo saliente. Analizando los resultados se concluyó que el ajuste es satisfactorio y se dio por terminada la calibración de este sector.

ACUIFERO 1a. SECCION VALLE ACONCAGUA
CAUDAL DE SALIDA

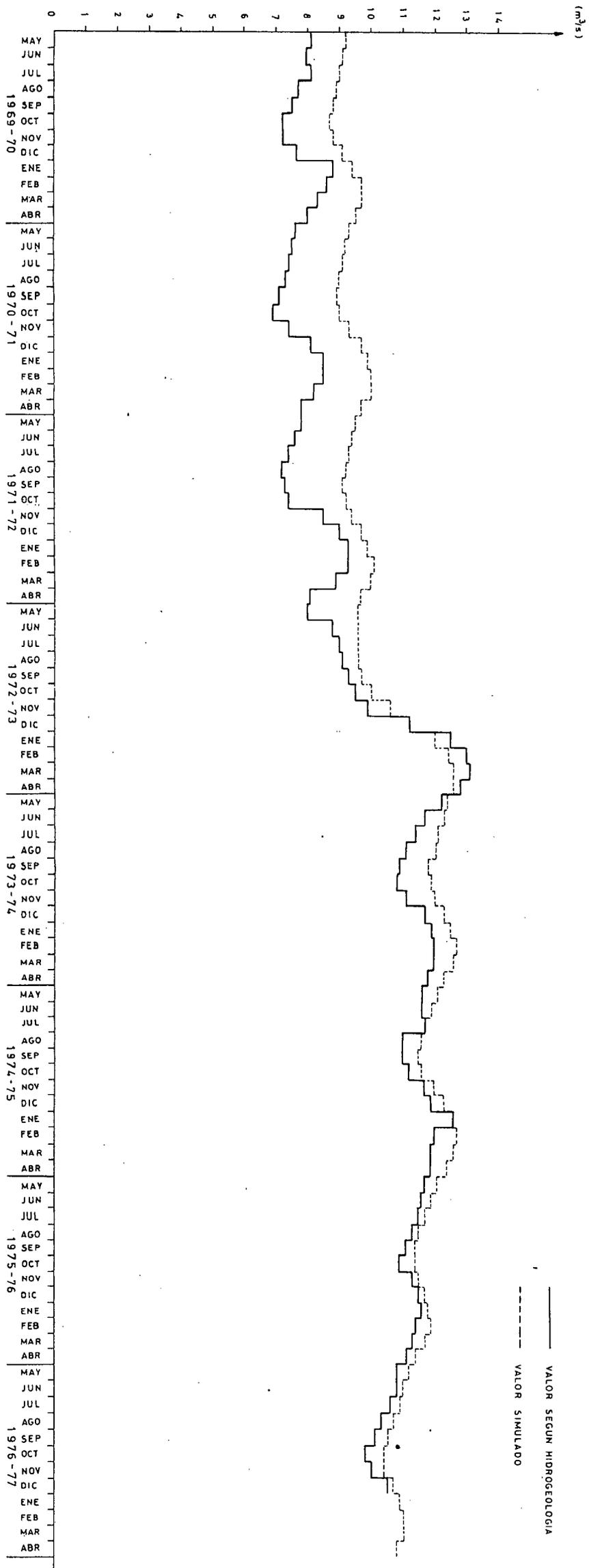


FIGURA 2.8

ACUIFERO VALLE PUTAENDO
CAUDAL DE SALIDA

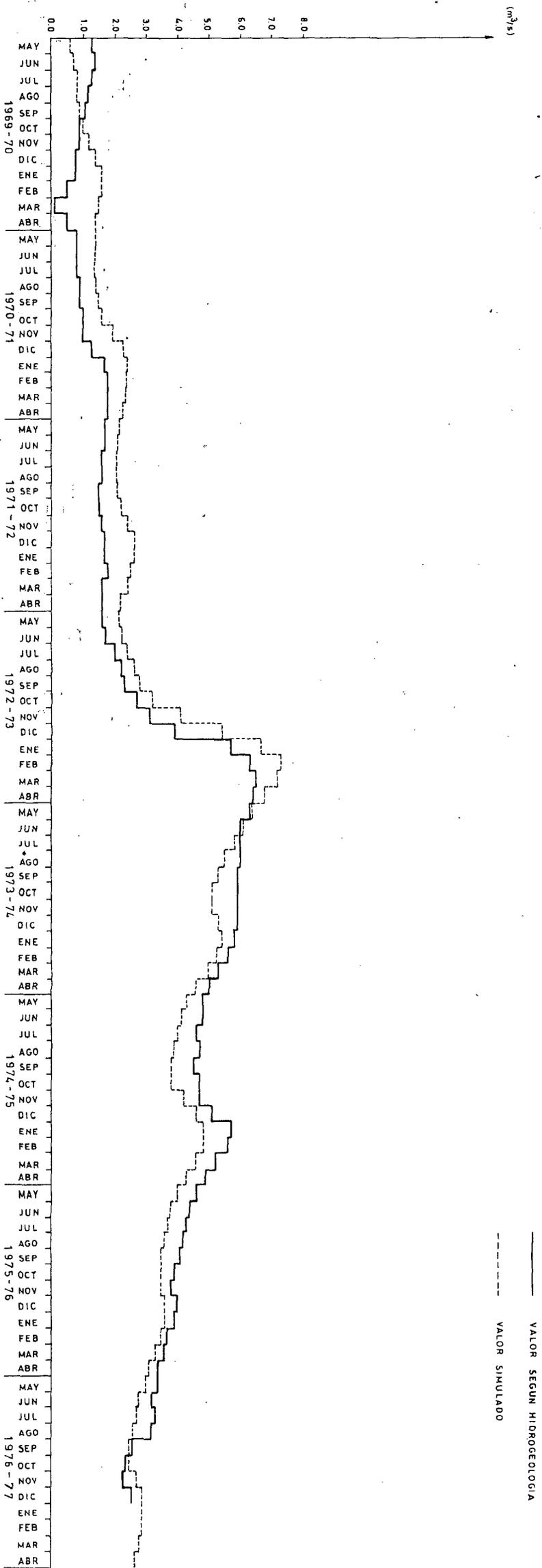


FIGURA 2.9

2.5. ANALISIS DE RESULTADOS

2.5.1 Antecedentes

El Modelo de Riego entrega el área efectivamente regada, el área déficit y el volumen déficit que es necesario suplir para mejorar el regadío total del río Aconcagua en su Primera, Tercera y Cuarta Sección. El detalle de esta información con la situación canal por canal para la temporada de riego, aparece ^{en los} ~~en los~~ Cuadros 2.3 a 2.20.

En la Primera Sección el proceso se realizó para caudales de 85% de probabilidad de excedentes para el río Aconcagua en Chacabuquito. En la Tercera y Cuarta Sección se empleó el periodo 1970-71 para el río Aconcagua en Romeral por corresponder prácticamente al año 85% en Chacabuquito. Cabe señalar que la utilización de este periodo como caudal de entrada para la Tercera y Cuarta Sección estaría reflejando condiciones más exigentes que un año 85% para Romeral, ya que éste se ve afectado por la sequía de 1968.

También a través del modelo se analizó la posibilidad de que todos los canales contaran con regulación nocturna, ^{se observa} ~~se observa~~ los Cuadros 2.9 a 2.14 para la Primera Sección y en los Cuadros 2.18 a 2.20 para la Tercera y Cuarta Sección del Río Aconcagua.

2.5.2 Consideraciones generales

Primera Sección. - De los resultados del Modelo de Riego se desprende que los déficits existentes en este sector para un año 85 por ciento son de alrededor de 9.120 M.M³. Por otro lado se observa que la causa de estos déficits no es un problema de falta de recursos sino, que se trataría más bien de un problema de distribución.

La construcción de tranques de regulación nocturna, en todos los canales, reduciría estos déficits de 9.120 a 5.800 M.M³.

Tercera y Cuarta Sección. - En este sector aparecen grandes zonas deficitarias que son identificadas claramente. Ellas son las zonas cubiertas por los canales Melón, Purutún, Ovalle, Waddington y Mauco. Los déficits son originados por varios factores tales como la falta de recursos, que parece ser el más importante, la falta de capacidad necesaria de algunos canales y los saques no controlados en otros que utilizan el agua antes de llegar a la zona de riego del canal.

Los volúmenes de déficits determinados a través del Modelo de Riego para el año considerado en este sector son de alrededor de 95.330 M.M³ durante la temporada. Si se construyen tranques de regulación nocturna, en aquellos canales que no los tienen, los déficits descenderían 81.190 M.M³ al año.

Primera Sección-Río Aconcagua
Sección Sur

12 317

*** AREAS DE RIEGO TOTAL (HAS) ***

HDRAS DE RIEGO :17

AVD : 85%

CANAL	SEP ✓	OCT	NOV ✓	DIC ✓	ENE	FEB	MAR ✓	ABR ✓
LA PETAC	1176.000	1176.000	1176.000	1176.000	1176.000	1176.000	1176.000	1176.000
STA. ROSA	1995.000	1995.000	1995.000	1995.000	1995.000	1995.000	1995.000	1995.000
FINCUNAD	3813.000	3813.000	3813.000	3813.000	3813.000	3813.000	3813.000	3813.000
LDS CANT	592.000	525.044	592.000	592.000	588.695	582.730	592.000	592.000
SAN RAFA	3140.000	3140.000	3140.000	3140.000	3140.000	3140.000	3140.000	3140.000
CUFIMON	595.000	595.000	595.000	595.000	595.000	595.000	595.000	595.000
F. POCURO	1006.000	1006.000	1006.000	1006.000	1006.000	1006.000	1006.000	1006.000
TOTAL :	12317.000	12250.044 ⁴	12317.000	12317.000	12313.691 ⁵	12307.727	12317.000	12317.000

CUADRO 2.3

Primera Sección-Río Aconcagua
Sector Sur

*** AREAS DE DEFICIT (HAS) ***

HURAS DE RIEGO : 17

ANO : 85%

D 170
U.C [at 5/ha]

CANAL	SEP ✓	OCT	NOV ✓	DIC ✓	ENE	FEB	MAR ✓	ABR ✓
LA PETAC	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
STA. ROSA	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
RINCONAD	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
→ LOS CANT	0.0	66.920	0.0	0.0	3.305	9.270	0.0	0.0
SAN RAFA	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CURIMUN	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
E. PLUCURO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
TOTAL :	0.0	66.920	0.0	0.0	3.305	9.270	0.0	0.0
					1,6525	3,47625		

CUADRO 2.4

Primera Sección-Río Aconcagua
Sector Sur

*** VOLUMEN DEFICIT MENSUAL (MIL M3) ***

HORAS DE RIEGO :17

AVD : 85%

CANAL	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR
LA PETAC	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
STA. ROSA	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
FINCONAD	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
LOS CANT	0.0	171.508	0.0	0.0	12.095	25.779	0.0	0.0
SAN RAFA	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CURIMON	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
E. POCURO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
TOTAL :	0.0	171.508	0.0	0.0	12.095	25.779	0.0	0.0

CUADRO 2.5

Primera Sección Río Aconcagua
Sector Norte

*** AREAS DE RIEGO TOTAL (HAS) ***

HORAS DE RIEGO :17

AVO : 85%

CANAL	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR
RAMIREZ	162.000	136.962	162.000	162.000	162.000	162.000	162.000	162.000
ESTANQUE	401.000	230.742	401.000	401.000	401.000	401.000	401.000	401.000
SANREGIS	1167.000	792.842	1167.000	1167.000	1167.000	1167.000	1167.000	1167.000
SANMIGUE	3419.000	1784.505	3419.000	3419.000	3393.619	3319.082	3416.417	3419.000
AHUMADA	1312.000	868.925	1312.000	1312.000	1312.000	1312.000	1312.000	1312.000
SALERO	782.000	406.079	782.000	782.000	782.000	782.000	782.000	782.000
SANTANDE	120.000	120.000	120.000	120.000	120.000	120.000	120.000	120.000
QUILPUE	698.000	698.000	698.000	698.000	698.000	698.000	698.000	698.000
E.S.FCO.	1162.000	1162.000	1162.000	1162.000	1162.000	1162.000	1162.000	1162.000
FERRERA	583.000	583.000	583.000	583.000	583.000	583.000	583.000	583.000
F.ELCOBR	686.000	686.000	686.000	686.000	686.000	686.000	686.000	686.000
MONTENEG	1024.000	513.641	1024.000	1024.000	1024.000	1024.000	1024.000	1024.000
ENCON	445.000	445.000	445.000	445.000	445.000	445.000	445.000	445.000
PUEBLO	345.000	345.000	345.000	345.000	345.000	345.000	345.000	345.000
E.QUILPU	486.000	486.000	486.000	486.000	486.000	486.000	486.000	486.000
TOTAL :	12792.000	9258.691	12792.000	12792.000	12766.617	12692.078	12789.414	12792.000

Primera Sección Río Aconcagua
Sector Norte

*** AREAS DE DEFICIT (HAS) ***

HORAS DE RIEGO :17

AVD : 85%

CANAL	SEP ✓	OCT	NOV ✓	DIC ✓	ENE	FEB	MAR	ABR ✓
RAMIREZ	0.0	25.038	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ESTANQUE	0.0	170.258	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SANREGIS	0.0	374.158	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SANMIGUE	0.0	1634.495	0.0	0.0	25.381	99.918	2.583	0.0
AHUMADA	0.0	443.075	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SALERO	0.0	375.921	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SANTANDE	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
QUILPUE	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
E.S.FCO.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
HERRERA	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
E.ELCOBR	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
MONTENEG	0.0	510.359	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ENCON	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PUEBLO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
E.QUILPU	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
TOTAL :	0.0	3533.30 ⁴	0.0	0.0	25.381	99.918	2.583	0.0

CUADRO 2.7

Primera Sección Río Aconcagua
Sector Norte

*** VOLUMEN DEFICIT MENSUAL (MIL M3) ***

HORAS DE RIEGO :17

AÑO : 85%

CANAL	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR
FAMIREZ	0.0	45.430	1,8144	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ESTANQUE	0.0	436.117	2,5615	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SANREGIS	0.0	678.873	1,8144	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SANMIGUE	0.0	4186.700	2,5615	0.0	102.163	329.066	5.293	0.0
AHUMADA	0.0	1134.940	2,5615	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SALERO	0.0	682.071	1,8144	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SANTANDE	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
QUILPUE	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
E.S.FCO.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
HERRERA	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
E.ELCOBR	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
MONTENEG	0.0	1307.208	2,5615	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ENCON	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PUEBLO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
F.QUILPU	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
TOTAL :	0.0	8471.480	0.0	0.0	102.163	329.066	5.293	0.0

CUADRO 2.8

Primera Sección Río Aconcagua
Sector Sur

*** AREAS DE RIEGO TOTAL (HAS) ***

HORAS DE RIEGO :24

ANO : 85%

CANAL	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR
LA PETAC	1176.000	1176.000	1176.000	1176.000	1176.000	1176.000	1176.000	1176.000
STA. ROSA	1995.000	1995.000	1995.000	1995.000	1995.000	1995.000	1995.000	1995.000
RINCONAD	3813.000	3813.000	3813.000	3813.000	3813.000	3813.000	3813.000	3813.000
LOS CANT	592.000	592.000	592.000	592.000	592.000	592.000	592.000	592.000
SAN RAFA	3140.000	3140.000	3140.000	3140.000	3140.000	3140.000	3140.000	3140.000
CURIMON	595.000	595.000	595.000	595.000	595.000	595.000	595.000	595.000
E. PUCURO	1006.000	1006.000	1006.000	1006.000	1006.000	1006.000	1006.000	1006.000
TOTAL :	12317.000	12317.000	12317.000	12317.000	12317.000	12317.000	12317.000	12317.000

CUADRO 2.9

Primera Sección Río Aconcagua
Sector Sur

*** AREAS DE DEFICIT (HAS) ***

HORAS DE RIEGO : 24

AÑO : 85%

CANAL	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR
LA PETAC	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
STA. ROSA	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
RINCÓNAD	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
LOS CANT	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SAN RAFA	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CURIMON	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
E. POCURO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
TOTAL :	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

CUADRO 2.10

Primera Sección Rfo Aconcagua
Sector Sur

*** VOLUMEN DEFICIT MENSUAL (MIL M3) ***

HORAS DE RIEGO :24

AÑO : 85%

CANAL	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR
LA PETAC	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
STA. ROSA	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PINCONAD	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
LOS CANT	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SAN RAFA	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CURIMON	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
E. POCURO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
TOTAL :	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

-CUADRO 2.11

Primera Sección Rfo Aconcagua
Sector Norte

*** AREAS DE RIEGO TOTAL (HAS) ***

HORAS DE RIEGO :24

AÑO : 85%

CANAL	SEP /	OCT	NOV /	DIC /	ENE /	FEB /	MAR /	ABR /
FAMIREZ	162.000	136.962	162.000	162.000	162.000	162.000	162.000	162.000
FSTANQUE	401.000	325.755	401.000	401.000	401.000	401.000	401.000	401.000
SANREGIS	1167.000	792.842	1167.000	1167.000	1167.000	1167.000	1167.000	1167.000
SANMIGUE	3419.000	2099.418	3419.000	3419.000	3419.000	3419.000	3419.000	3419.000
AHUMADA	1312.000	1141.206	1312.000	1312.000	1312.000	1312.000	1312.000	1312.000
SALERO	782.000	280.115	782.000	782.000	782.000	782.000	782.000	782.000
SANTANDE	120.000	120.000	120.000	120.000	120.000	120.000	120.000	120.000
QUILPUE	698.000	698.000	698.000	698.000	698.000	698.000	698.000	698.000
E.S.FCO.	1162.000	1162.000	1162.000	1162.000	1162.000	1162.000	1162.000	1162.000
HERRERA	583.000	583.000	583.000	583.000	583.000	583.000	583.000	583.000
E.ELCOBR	686.000	686.000	686.000	686.000	686.000	686.000	686.000	686.000
MONTENEG	1024.000	551.902	1024.000	1024.000	1024.000	1024.000	1024.000	1024.000
ENCON	445.000	445.000	445.000	445.000	445.000	445.000	445.000	445.000
PUEBLO	345.000	345.000	345.000	345.000	345.000	345.000	345.000	345.000
E.QUILPU	486.000	486.000	486.000	486.000	486.000	486.000	486.000	486.000
TCTAL :	12792.000	9853.191	12792.000	12792.000	12792.000	12792.000	12792.000	12792.000

CUADRO 2.12

Primera Sección Río Aconcagua
Sector Norte

*** AREAS DE DEFICIT (HAS) ***

HORAS DE RIEGO : 24

ANO : 85%

CANAL	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR
RAMIREZ	0.0	25.038	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ESTANQUE	0.0	75.247	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SANKEGIS	0.0	374.158	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SANMIGUE	0.0	1319.582	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
AHUMADA	0.0	170.794	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SALERO	0.0	501.885	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SANTANDE	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
QUILPUE	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
E.S.FCO.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
HERRERA	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
E.ELCOBR	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
MONTENEG	0.0	472.098	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ENCON	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PUEBLO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
E.QUILPU	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
TOTAL :	0.0	2938.803	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

CUADRO 2.13

Primera Sección-Río Aconcagua
Sector Norte

*** VOLUMEN DEFICIT MENSUAL (MIL M3) ***

HORAS DE RIEGO : 24

AVU : 85%

CANAL	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR
RAMIREZ	0.0	45.430 1,8144	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ESTANQUE	0.0	136.528 1,8144	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SANREGIS	0.0	678.873 1,8144	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SANMIGUE	0.0	2873.100 2,1773	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
AHUMADA	0.0	309.888 1,8144	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SALERO	0.0	910.621 1,8144	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SANTANDE	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
QUILPUE	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
E.S.FCO.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
HERRERA	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
E.ELCOBR	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
MONTENEG	0.0	856.575 1,8144	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ENCUN	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PUEBLO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
E.QUILPU	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
TOTAL :	0.0	5811.008	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

CUADRO 2.14

Tercera y Cuarta Sección
Río Aconcagua

*** AREAS DE RIEGO TOTAL (HAS) ***

HORAS DE RIEGO :17

AVJ : 85%

CANAL	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR
OCUA-PEQ	1278.000	500.604	1209.341	1074.970	820.755	361.213	563.934	1278.000
C.LVEGAS	1365.000	1365.000	1365.000	1365.000	1365.000	1365.000	1365.000	1365.000
E.ROMERA	1303.000	1303.000	1303.000	1303.000	1303.000	1303.000	1303.000	1303.000
MELON-1	12.000	12.000	12.000	12.000	12.000	12.000	12.000	12.000
PUR1-HTO	2059.000	897.711	2059.000	1976.251	1528.296	667.596	1007.300	2059.000
MELON-2	251.151	100.464	1487.254	1322.003	1003.250	79.314	111.627	200.921
PURUT-2	2362.000	2323.739	2362.000	2362.000	2362.000	1689.175	2362.000	2362.000
E.LITRES	1126.000	1126.000	932.327	799.357	778.858	920.869	1126.000	1126.000
CALLE-L	1809.000	1809.000	1809.000	1809.000	1809.000	1572.167	1809.000	1809.000
POCOCHAY	661.000	645.730	661.000	661.000	661.000	468.256	661.000	661.000
QVAWAD	1310.000	733.042	1310.000	1310.000	1216.192	528.130	825.963	1310.000
CANDELAR	1262.000	729.115	1262.000	1262.000	1262.000	433.272	919.993	1262.000
SPE-MARF	1099.000	1099.000	1099.000	1099.000	1099.000	1015.063	1099.000	1099.000
E.SPEDRO	2131.000	1575.234	2131.000	2131.000	2014.781	1004.668	1948.333	2131.000
MAUCO	176.421	70.569	698.000	698.000	698.000	55.712	78.410	141.137
BUCCO	232.000	232.000	232.000	232.000	232.000	174.383	232.000	232.000
FAUT-MOL	1470.000	998.980	1470.000	1470.000	1470.000	728.444	1123.588	1470.000
WADDINGT	958.167	279.347	1159.142	1030.349	720.377	188.767	317.720	873.125
QVALLE	796.000	372.431	796.000	796.000	782.414	259.798	421.644	796.000
E.LIMACH	720.000	720.000	720.000	720.000	703.699	720.000	720.000	720.000
TABULANG	648.000	648.000	648.000	648.000	648.000	519.602	648.000	648.000
STA-ROSA	97.000	76.196	97.000	97.000	97.000	54.513	85.944	97.000
TOTAL :	23125.730	17617.145	24822.059	24177.922	22586.609	14120.918	18741.434	22955.180

CUADRO 2.15

Tercera y Cuarta Sección
Río Aconcagua

*** AREAS DE DEFICIT (HAS) ***

HJRS DE RIEGO : 17

ANU : 85%

CANAL	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR
OCDA-PEQ	0.0	777.396	68.659	203.030	457.245	916.787	714.066	0.0
C.LVEGAS	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
E.ROMERA	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
MELON-1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PUR1-HTO	0.0	1161.289	0.0	82.749	530.704	1391.404	1051.700	0.0
MELON-2	1834.849	1985.536	598.746	763.997	1082.750	2006.686	1974.373	1885.079
PUKUT-2	0.0	38.261	0.0	0.0	0.0	672.825	0.0	0.0
E.LITRES	0.0	0.0	193.673	326.643	347.142	205.131	0.0	0.0
CALLE-L	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	236.833	0.0	0.0
POCOCHAY	0.0	15.269	0.0	0.0	0.0	192.744	0.0	0.0
QVAWAD	0.0	576.956	0.0	0.0	93.808	781.870	484.037	0.0
CANDELAR	0.0	532.865	0.0	0.0	0.0	828.728	342.007	0.0
SPE-MARF	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	83.937	0.0	0.0
E.SPEDRO	0.0	555.766	0.0	0.0	116.219	1126.332	182.667	0.0
MAUCO	521.579	627.431	0.0	0.0	0.0	642.288	619.590	556.863
BOCO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	57.617	0.0	0.0
RAUT-MOL	0.0	471.020	0.0	0.0	0.0	741.556	346.412	0.0
WADDINGT	2375.833	3054.653	2174.858	2303.651	2613.623	3145.233	3016.280	2460.875
OVALLE	0.0	423.569	0.0	0.0	13.586	536.202	374.356	0.0
E.LIMACH	0.0	0.0	0.0	0.0	16.301	0.0	0.0	0.0
TABOLANG	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	128.398	0.0	0.0
STA-ROSA	0.0	20.804	0.0	0.0	0.0	42.487	11.056	0.0
TOTAL :	4732.258	10240.824	3035.936	3680.071	5271.371	13737.023	9116.531	4902.812

CUADRO 2.16

Tercera y Cuarta Sección
Río Aconcagua

*** VOLUMEN DEFICIT MENSUAL (MIL M3) ***

HORAS DE RIEGO :17

AVJ : 85%

CANAL	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR
OCOA-PEQ	0.0	1209.005	142.371	473.629	1066.661	1805.998	999.464	0.0
C.LVEGAS	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
F.FOMERA	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
MELON-1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PUR1-HTO	0.0	2549.698	0.0	272.523	1747.802	3869.582	2078.179	0.0
MELON-2	1141.423	3087.905	1241.560	1782.251	2525.838	3953.011	2763.490	1465.836
PURUT-2	0.0	59.503	0.0	0.0	0.0	1325.411	0.0	0.0
E.LITRES	0.0	0.0	566.905	1075.756	1143.264	570.482	0.0	0.0
CALLE-L	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	466.542	0.0	0.0
POCOCHAY	0.0	23.747	0.0	0.0	0.0	379.689	0.0	0.0
QVAWAD	0.0	897.205	0.0	0.0	218.834	1540.221	677.497	0.0
CANDELAR	0.0	828.743	0.0	0.0	0.0	1632.528	478.700	0.0
SPE-MARF	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	165.348	0.0	0.0
E.SPEDRO	0.0	1220.226	0.0	0.0	382.752	3132.399	360.954	0.0
MAUCO	324.464	975.781	0.0	0.0	0.0	1265.256	867.228	433.016
BOCO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	160.237	0.0	0.0
RAUT-MOL	0.0	732.531	0.0	0.0	0.0	1460.806	484.865	0.0
WADDINGT	1477.958	4750.594	4509.785	5373.957	6097.059	6195.855	4221.824	1913.574
OVALLE	0.0	658.734	0.0	0.0	31.693	1056.275	523.978	0.0
E.LIMACH	0.0	0.0	0.0	0.0	53.686	0.0	0.0	0.0
TABOLANG	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	252.934	0.0	0.0
STA-ROSA	0.0	45.677	0.0	0.0	0.0	118.159	21.847	0.0
TOTAL :	2943.844	17039.418	6460.676	8978.113	13267.578	29350.719	13478.023	3812.426

CUADRO 2.17

Tercera y Cuarta Sección
Rfo Aconcagua

*** AREAS DE RIEGO TOTAL (HAS) ***

HORAS DE RIEGO :24

AÑO : 85%

CANAL	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR
COCA-PEQ	1278.000	500.604	1209.341	1074.970	820.755	361.213	563.934	1278.000
C.LVEGAS	1365.000	1365.000	1365.000	1365.000	1365.000	1365.000	1365.000	1365.000
F.ROMERA	1303.000	1303.000	1303.000	1303.000	1303.000	1303.000	1303.000	1303.000
MELON-1	12.000	12.000	12.000	12.000	12.000	12.000	12.000	12.000
PUR1-HTO	2059.000	1267.357	2059.000	2059.000	2059.000	942.487	1422.071	2059.000
MELON-2	251.151	100.464	1487.254	1322.003	1003.250	79.314	111.627	200.921
PURUT-2	2362.000	2323.739	2362.000	2362.000	2362.000	1689.175	2362.000	2362.000
E.LITRES	1126.000	1126.000	1126.000	1126.000	1047.052	1126.000	1126.000	1126.000
CALLE-L	1809.000	1809.000	1809.000	1809.000	1809.000	1572.167	1809.000	1809.000
POCOCHAY	661.000	645.730	661.000	661.000	661.000	468.256	661.000	661.000
GVAWAD	1310.000	733.042	1310.000	1310.000	1216.192	528.130	825.963	1310.000
CANDELAR	1262.000	729.115	1262.000	1262.000	1262.000	433.272	919.993	1262.000
SPE-MARF	1099.000	1099.000	1099.000	1099.000	1099.000	1015.063	1099.000	1099.000
E.SPEDRO	2131.000	2131.000	2131.000	2131.000	2131.000	1418.353	2131.000	2131.000
MAUCO	176.421	70.569	698.000	698.000	698.000	55.712	78.410	141.137
BCCO	232.000	232.000	232.000	232.000	232.000	232.000	232.000	232.000
RAUT-MOL	1470.000	998.980	1470.000	1470.000	1470.000	728.444	1123.588	1470.000
WADDINGT	958.167	279.347	1159.142	1030.349	720.377	188.767	317.720	873.125
CVALLE	796.000	372.431	796.000	796.000	782.414	259.798	421.644	796.000
E.LIMACH	720.000	720.000	720.000	720.000	720.000	720.000	720.000	720.000
TABOLANG	648.000	648.000	648.000	648.000	648.000	519.602	648.000	648.000
STA-ROSA	97.000	97.000	97.000	97.000	97.000	76.960	97.000	97.000

TOTAL : 23125.730 18563.359 25015.734 24587.316 23518.035 15094.691 19349.934 22955.180

CUADRO 2.18

Tercera y Cuarta Sección
Río Aconcagua

*** AREAS DE DEFICIT (HAS) ***

HORAS DE RIEGO : 24

ANO : 85%

CANAL	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR
OCUA-PEQ	0.0	777.396	68.659	203.030	457.245	916.787	714.066	0.0
C.LVEGAS	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
E.ROMERA	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
MELON-1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PUR1-HTO	0.0	791.643	0.0	0.0	0.0	1116.513	636.929	0.0
MELON-2	1834.849	1985.536	598.746	763.997	1082.750	2006.686	1974.373	1885.079
PURUT-2	0.0	38.261	0.0	0.0	0.0	672.825	0.0	0.0
E.LITRES	0.0	0.0	0.0	0.0	73.948	0.0	0.0	0.0
CALLE-L	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	236.833	0.0	0.0
POCOCHAY	0.0	15.269	0.0	0.0	0.0	192.744	0.0	0.0
OVAHAD	0.0	576.958	0.0	0.0	93.808	781.870	484.037	0.0
CANDELAR	0.0	532.865	0.0	0.0	0.0	828.728	342.007	0.0
SPE-MARF	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	83.937	0.0	0.0
E.SPEDRO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	712.647	0.0	0.0
MAUCU	521.579	627.431	0.0	0.0	0.0	642.288	619.590	556.863
BOCO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
FAUT-MOL	0.0	471.020	0.0	0.0	0.0	741.556	346.412	0.0
WADINGT	2375.833	3054.655	2174.858	2303.651	2613.623	3145.233	3016.280	2460.875
OVALLE	0.0	423.569	0.0	0.0	13.586	536.202	374.356	0.0
E.LIMACH	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
TABOLANG	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	128.398	0.0	0.0
STA-ROSA	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	20.040	0.0	0.0
TOTAL :	4732.258	9294.609	2842.263	3270.678	4339.953	12763.258	8508.043	4902.812

CUADRO 2.19

Tercera y Cuarta Sección Río
Aconcagua

*** VOLUMEN DEFICIT MENSUAL (MIL M3) ***

HORAS DE RIEGO :24

AVD : 85%

CANAL	SEP.	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR
COCA-PEQ	0.0	1209.005	142.371	473.629	1066.661	1805.998	999.464	0.0
C.LVEGAS	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
E.KOMERA	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
MELON-1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PUR1-HTO	0.0	1231.163	0.0	0.0	0.0	2199.442	891.497	0.0
MELON-2	1141.423	3087.905	1241.560	1782.251	2525.838	3953.011	2763.490	1465.836
PURUT-2	0.0	59.503	0.0	0.0	0.0	1325.411	0.0	0.0
E.LITRES	0.0	0.0	0.0	0.0	184.171	0.0	0.0	0.0
CALLE-L	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	466.542	0.0	0.0
POCOCHAY	0.0	23.747	0.0	0.0	0.0	379.689	0.0	0.0
OVAWAD	0.0	897.285	0.0	0.0	218.834	1540.221	677.497	0.0
CANDELAR	0.0	828.743	0.0	0.0	0.0	1632.528	478.700	0.0
SPE-MARF	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	165.348	0.0	0.0
E.SPEDRO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1403.859	0.0	0.0
MAUCO	324.464	975.781	0.0	0.0	0.0	1265.256	867.228	433.016
BOCU	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
RAUT-MOL	0.0	732.531	0.0	0.0	0.0	1460.806	484.865	0.0
WADDINGT	1477.958	4750.594	4509.785	5373.957	6097.059	6195.855	4221.824	1913.574
OVALLE	0.0	658.734	0.0	0.0	31.693	1056.275	523.978	0.0
E.LIMACH	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
TABOLANG	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	252.934	0.0	0.0
STA-ROSA	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	39.478	0.0	0.0
TOTAL :	2943.844	14454.980	5893.711	7629.832	10124.254	25142.641	11908.539	3812.426

CUADRO 2.20