



M

O

P

RECURSOS HIDRICOS EN LAS PROVINCIAS  
DE ARICA Y PARINACOTA

MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS  
DIRECCION GENERAL DE AGUAS  
DEPARTAMENTO DE HIDROLOGIA  
SUB-DEPTO. PROC. DE LA INF.

ARCHIVO TECNICO

Charla presentada en "Jornada de Análisis de Recursos Hídricos en las Provincias de Arica y Parinacota". Arica 22, 23 y 24 Agosto 1989.

SANTIAGO, Agosto 1989

PUBLICACION INTERNA 89/9

**DGA**  
DEPARTAMENTO  
DE HIDROLOGIA  
SUB-DEPTO. ESTUDIOS  
HIDROLOGICOS

REPUBLICA DE CHILE  
MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS  
DIRECCION GENERAL DE AGUAS

REH-256

C.2

RECURSOS HIDRICOS EN LAS PROVINCIAS  
DE ARICA Y PARINACOTA

ING. ALEJANDRO GRILLI D-F.

*Charla presentada en "Jornada de Análisis  
de Recursos Hídricos en las Provincias de  
Arica y Parinacota", Arica 22, 23 y 24 -  
Agosto 1989.*

DIRECCION GENERAL DE AGUAS  
Centro de Investigación Recursos Hídricos  
Área de Documentación

SANTIAGO, Agosto 1989.

## INTRODUCCION

Con motivo de la "Jornada de Análisis de Recursos Hídricos en las Provincias de Arica y Parinacota", organizado por el Colegio de Ingenieros de Chile y la Universidad de Tarapacá, le fué solicitado a la Dirección General de Aguas que expusiera sobre el conocimiento actual de los recursos hídricos en la zona de interés.

La Charla, de 1 hora de duración, fue presentada por el ingeniero ALEJANDRO GRILLI con apoyo de diapositivas, el día Martes 22 de Agosto a las 9 horas, en el Aula Magna de la Universidad.

A continuación se incluyen las figuras presentadas en la exposición, las que son autoexplicativas.

RECURSOS HIDRICOS EN LAS PROVINCIAS DE ARICA  
Y PARINACOTA

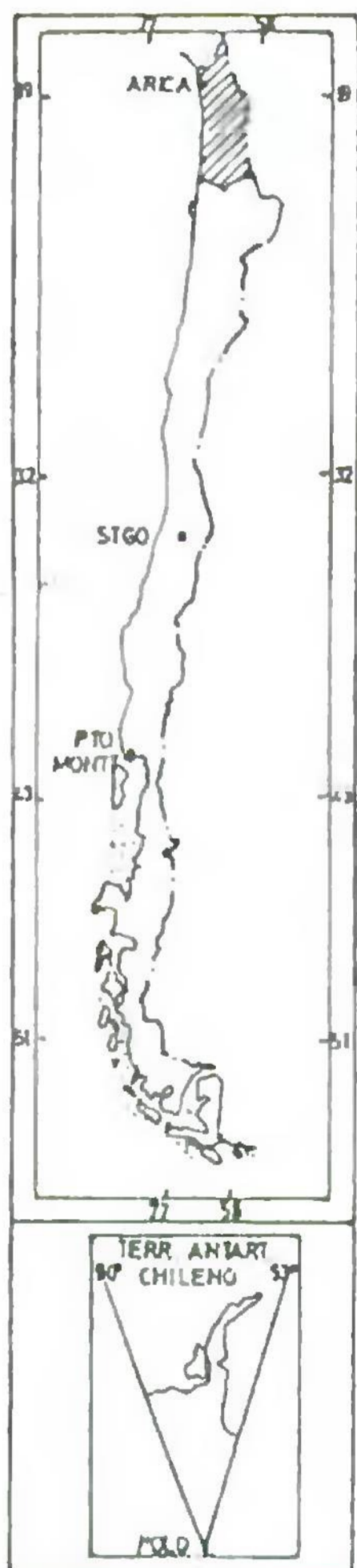
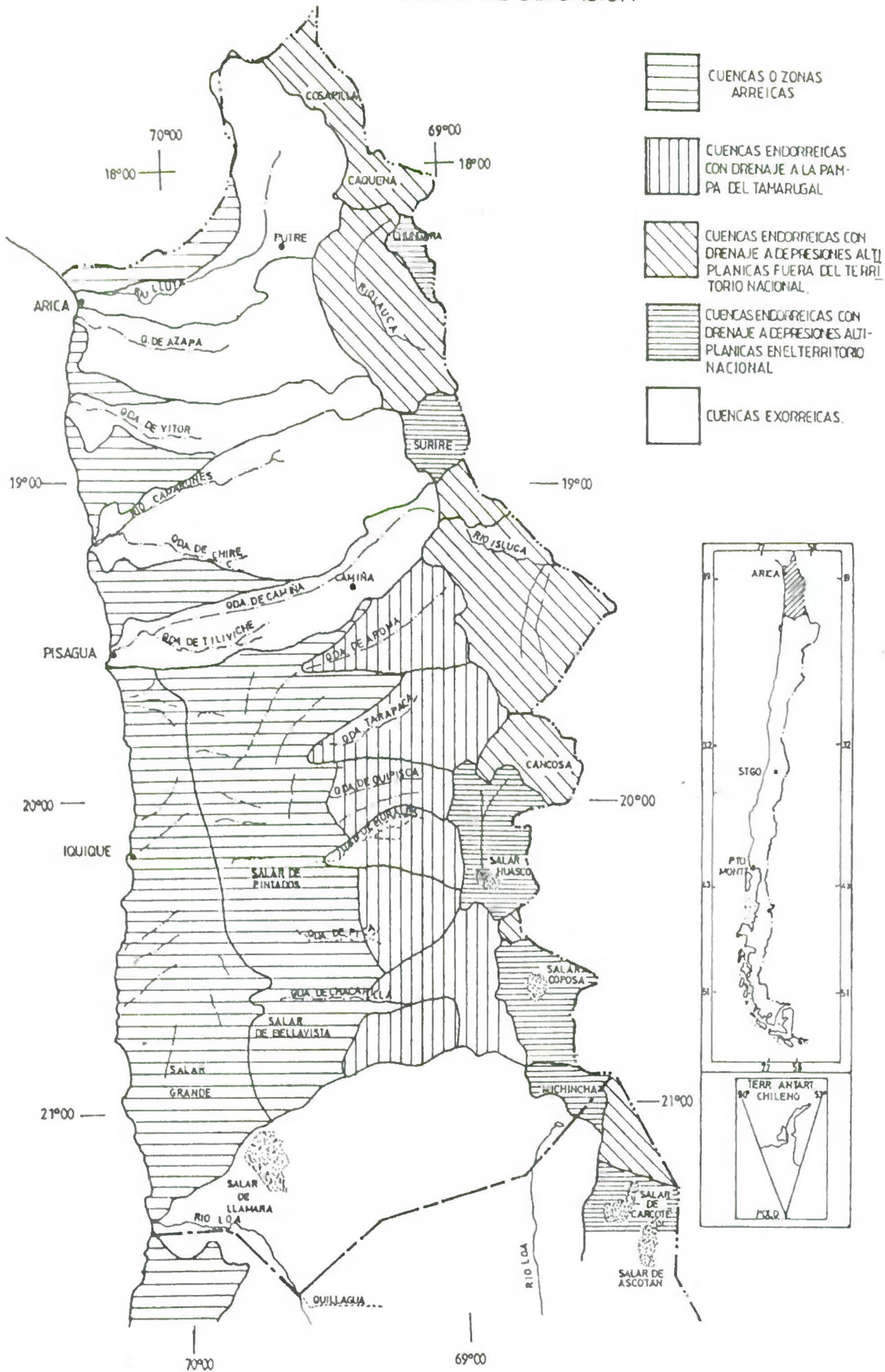
Expositor: Ing. A. GRILLI D-F

OBJETIVOS : *Entregar una visión general de los recursos hídricos existentes en la zona y de sus actuales aprovechamientos.*

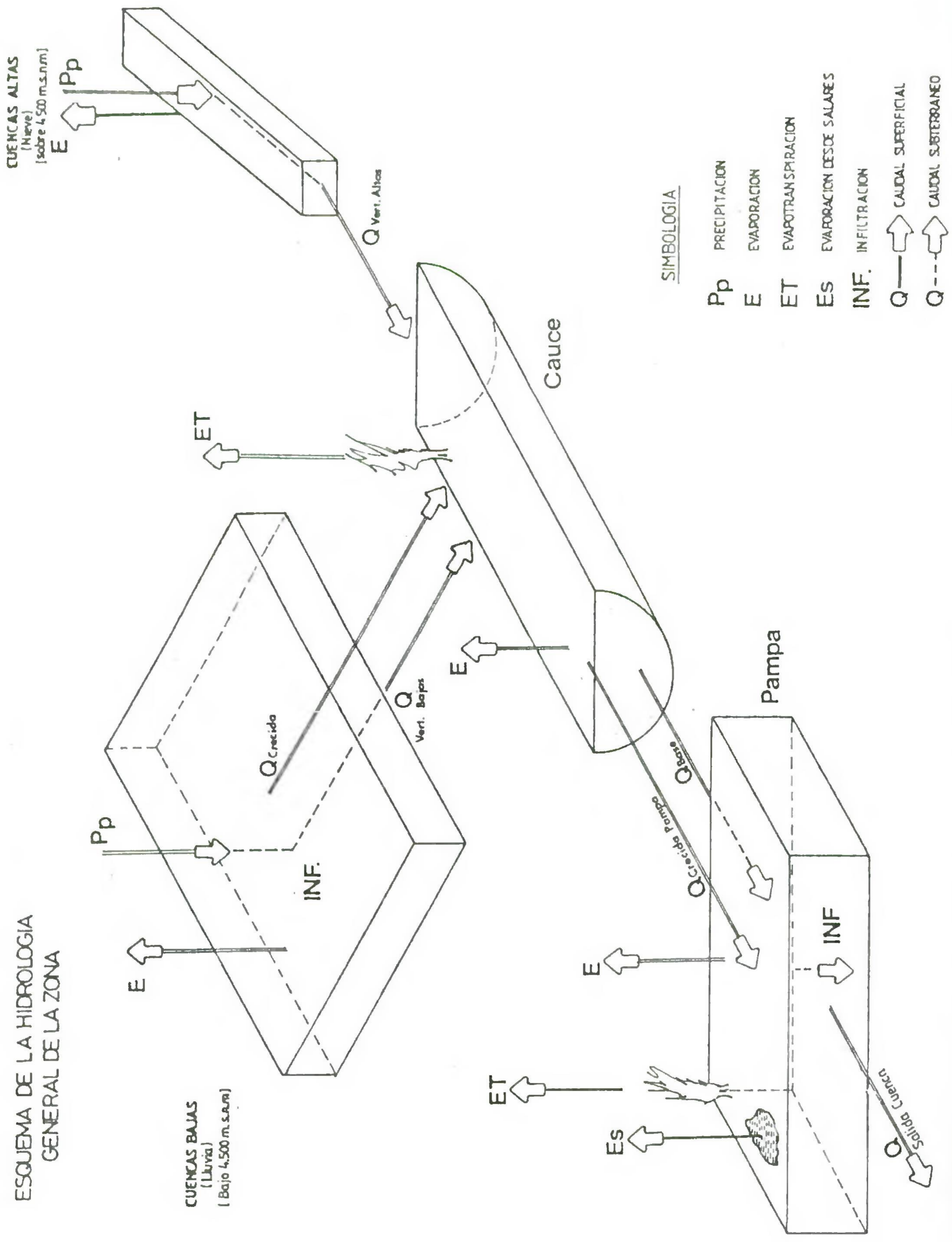
T E M A R I O

1. *Descripción general del sistema hidrológico de la zona.*
2. *Redes de medición de las variables hidrológicas.*
3. *Balance hídrico de la zona a nivel promedio anual del período 1961/62 - 1980/81.*
  - *Metodología utilizada*
  - *Análisis de los registros históricos de las variables hidrológicas.*
  - *Identificación y cuantificación de los principales aprovechamientos existentes.*
  - *Evaluación de caudales en puntos representativos.*
4. *Constitución química de los recursos hídricos existentes.*
5. *Conclusiones principales.*

# MAPA DE UBICACION



ESQUEMA DE LA HIDROLOGIA  
GENERAL DE LA ZONA



SIMBOLOGIA

- Pp PRECIPITACION
- E EVAPORACION
- ET EVAPOTRANSPIRACION
- ES EVAPORACION DESDE SALARES
- INF. INFILTRACION
- Q — CAUDAL SUPERFICIAL
- Q - - - CAUDAL SUBTERRANEO

REDES DE MEDICION I REGION  
DIRECCION GENERAL DE AGUAS

1. HIDROMETEOROLOGICAS

PLUVIOMETRICAS	:	28
PLUVIOGRAFICAS	:	1
PLUVIOEVAPORIMETRICAS	:	2
TERMOPLUVIOMETRICAS	:	7
METEOROLOGICAS 1er ORDEN	:	6
PLATAFORMA DCP	:	1

---

T O T A L 45

2. FLUVIOMETRICAS 25

3. NIVELES AGUA SUBTERRANEA

Cuenca Concordia	:	5
Cuenca Lluta	:	1
Cuenca San José	:	11
Pampa del Tamarugal	:	39

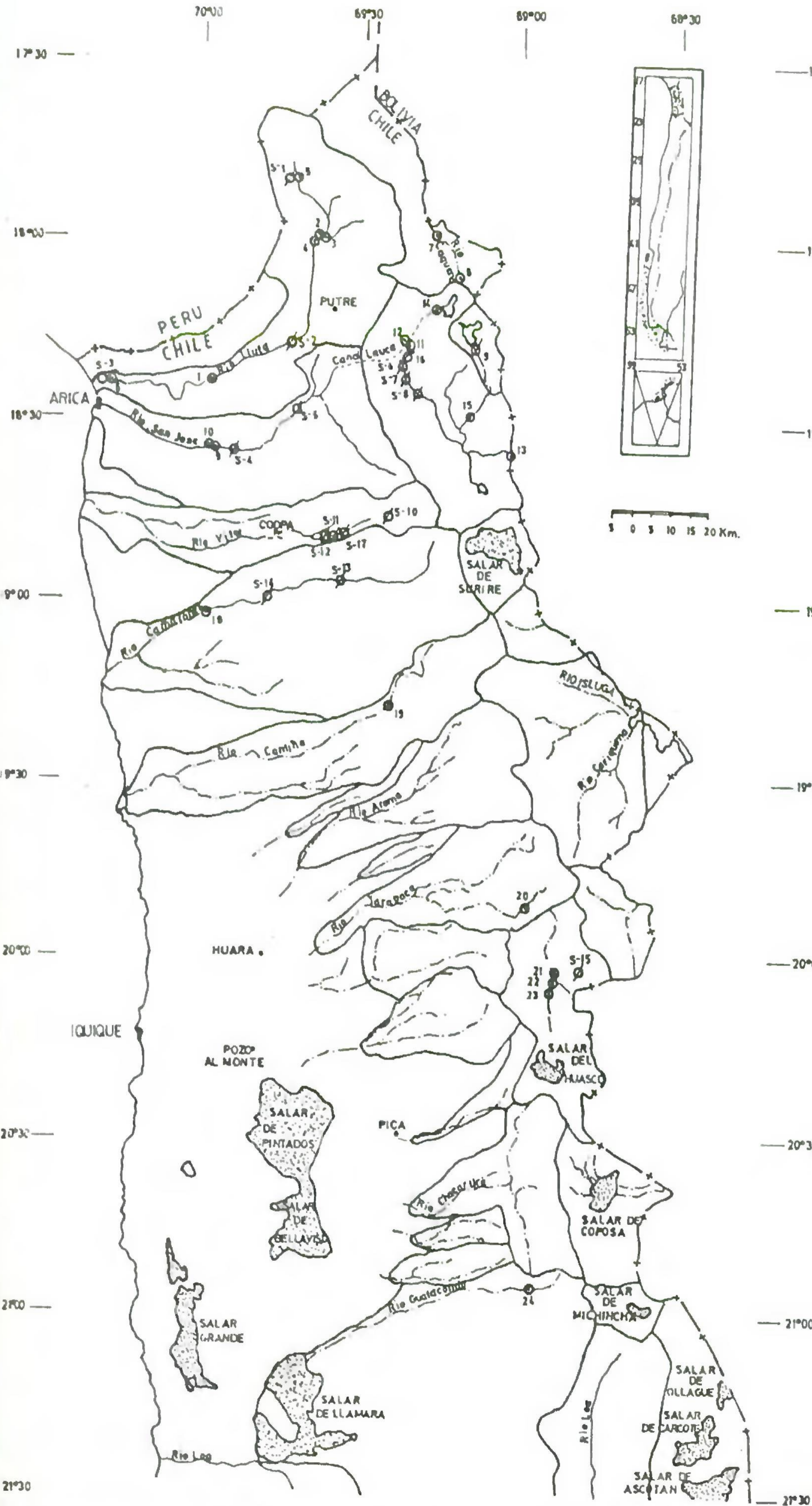
---

T O T A L 56

4. CALIDAD AGUA

Química	:	24
Sedimento en Suspensión	:	2

# RED FLUVIOMETRICA I REGION



### NOMINA DE ESTACIONES

Nº	CUENCA	NOMBRE EST. $\odot$
1	LLUTA	LLUTA EN TOCONTASI
2		CARACARANI EN ALCERR
3		COLPITAS EN ALCERRCA
4		LLUTA EN ALCERRCA
5		CARACARANI EN HUMAP
6		LLUTA EN PTE VIEJO
7	CAQUENA	CAQUENA EN VERTECEDO
8		CAQUENA EN NACIMIENTO
9	SAN JOSE	S. JOSE ANTES B.T. AZAPA
10		AOJEDUC. AZAPA EN B.T.
11	LAUCA	LAUCA EN EST. EL LAGO
12		CANAL LAUCA EN KM 33
13		LAUCA EN JAPU
14		DESAG. EN COTACOTANI
15		GUALLATIRE EN GUALLAT.
16		LAUCA BAJO HUNTUME
17	VITOR	COOPA EN CALA CALA
18	CAMARONES	CAMARON EN CONANOXA
19	CAMIÑA	CAMIÑA EN ALTUSA
20	TARAPACA	COSCOYA EN P. UIRMA
21	COYACAGUA	PIGA EN COLLACAGUA
22		BATEA EN CONFLUENCIA
23		COLLACAGUA EN PEÑA BCA
24	LLAMARA	GUATACONDO EN COPAQUIRE

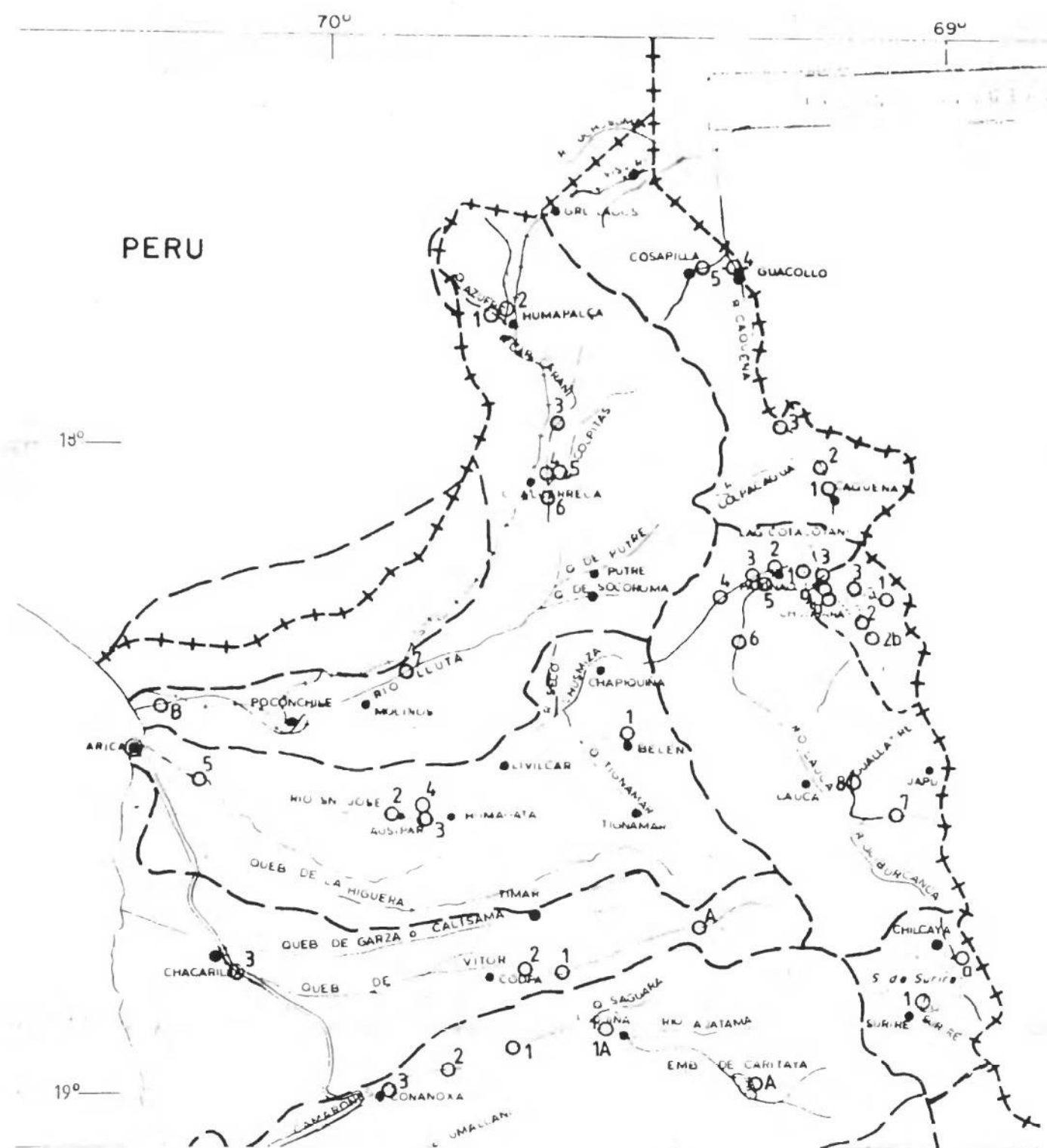
### ESTACIONES SUPRIMIDAS

Nº	CUENCA	NOMBRE EST. $\odot$
1	LLUTA	AZUFRE EN HUMAPALCA
2		LLUTA EN JAMIRALLA
3		LLUTA EN PANAMERICA
4	SAN JOSE	SAN JOSE EN AUSIPAR
5		SAN JOSE EN LIVIRCAR
6	LAUCA	LAUCA EN HUNTUME
7		LAUCA BAJO AGOCHOAME
8		LAUCA BAJO VI ZCAGUAME
9	CHUNGARA	CHUNGARA EN DESEMB
10	VITOR	UMIRPA EN UMIRPA
11		COOPA EN CHITITA
12		COOPA EN EL PUEBLO
13	CAMARON	CAMARONES EN ESQUIÑA
14		CAMARONES EN TALTA PE
15	COLLACAG	PIGA EN OJOS DE AGUA
16	CAMIÑA	CAMIÑA EN UMIÑA

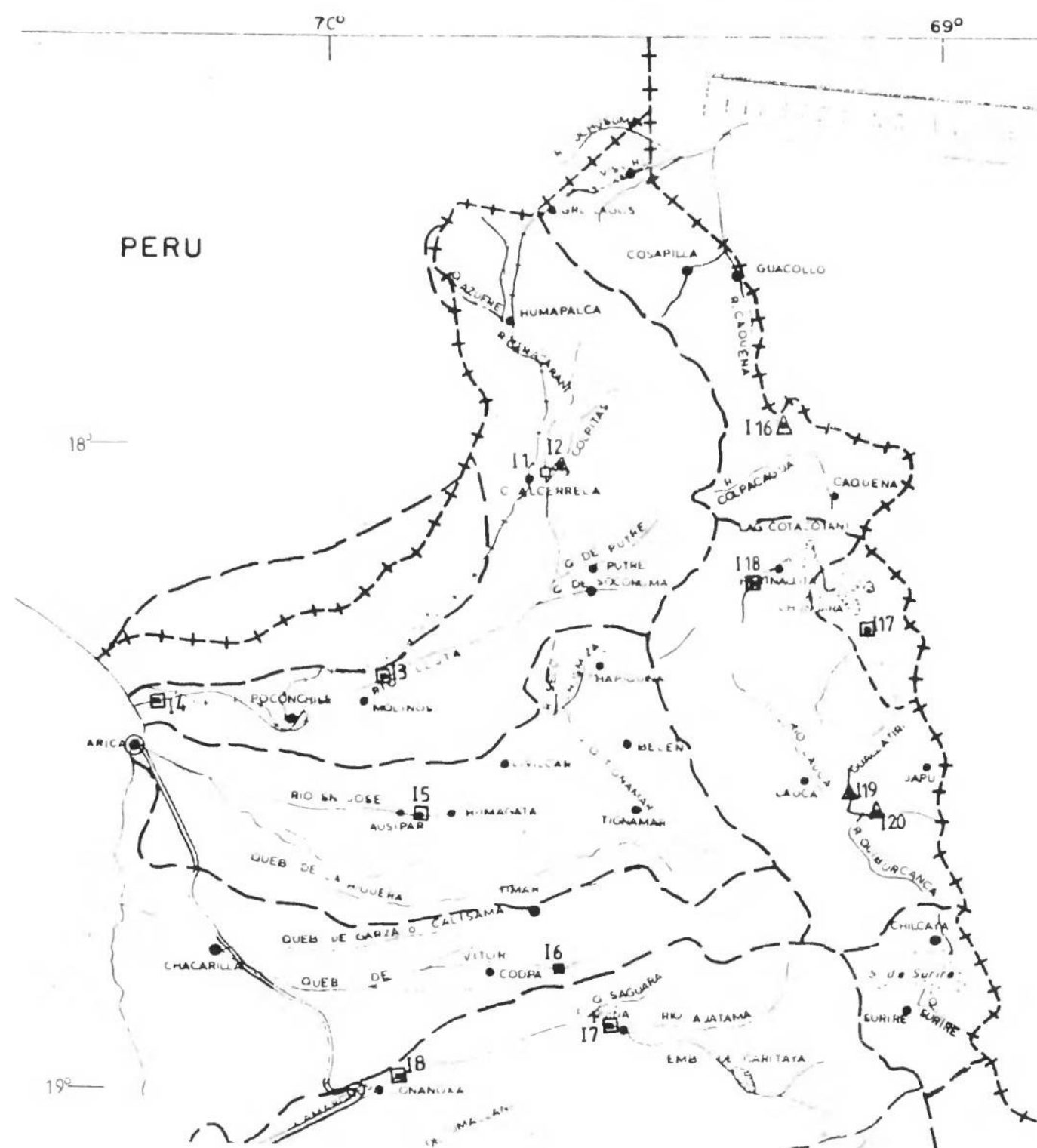


# RED DE CALIDAD DE AGUAS

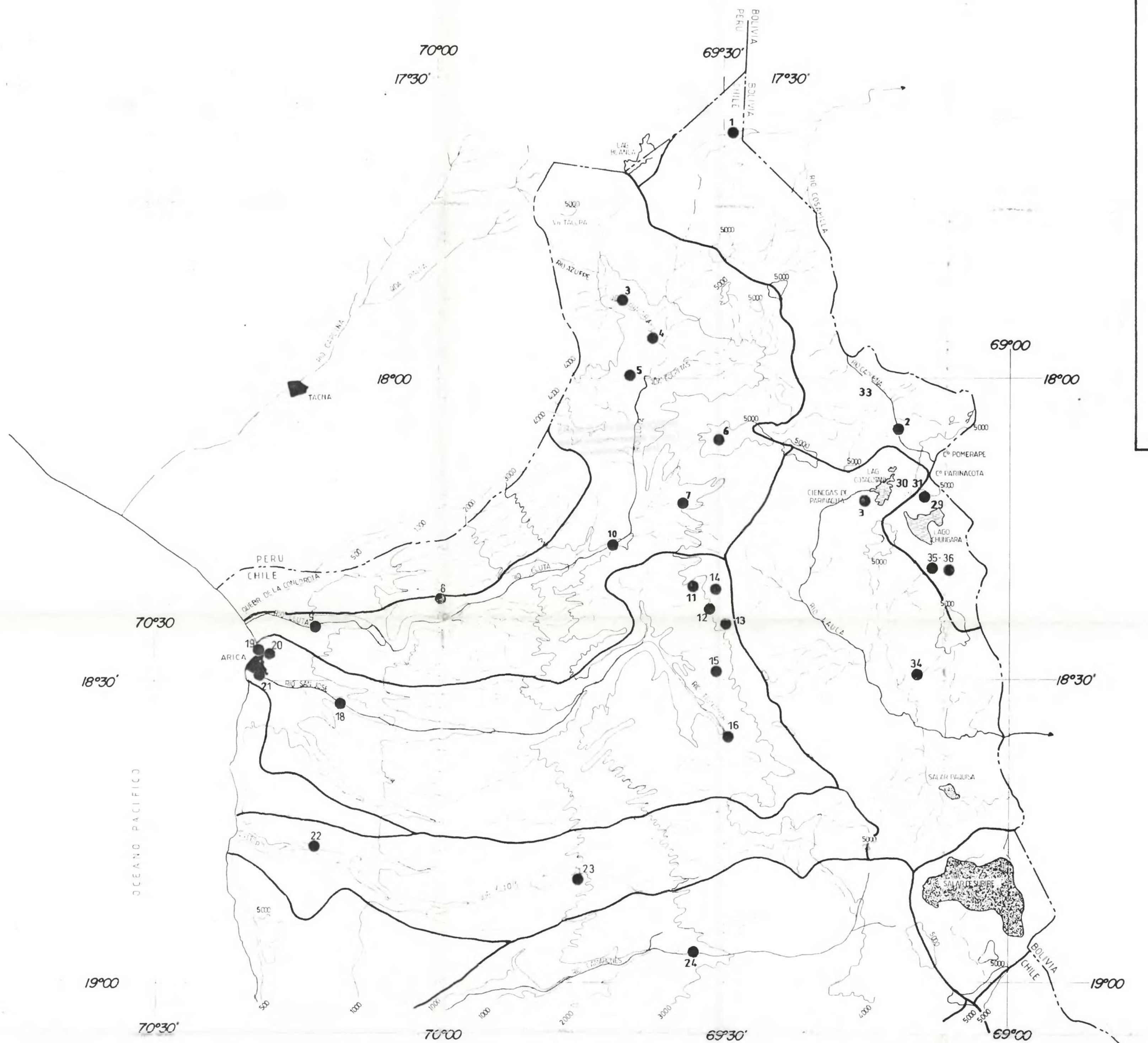
## MEDICIONES EXISTENTES



## RED PROPUESTA - D.G.A.



- | I REGION               |                               |
|------------------------|-------------------------------|
| HOYA DEL RIO LLUTA     |                               |
| 11                     | CARACARANI ANTES RIO COLPITAS |
| 12                     | COLPITAS EN ALCKERECA         |
| 13                     | LLUTA EN TOCONTASI            |
| 14                     | LLUTA EN PANAMERICANA         |
| HOYA DEL RIO SAN JOSE  |                               |
| 15                     | SN JOSE EN BOCATOMA           |
| HOYA DE LA QDA VITOR   |                               |
| 16                     | QDA CODPA EN CHITITA          |
| HOYA DEL RIO CAMARONES |                               |
| 17                     | CAMARONES EN ESQUINA          |
| 18                     | CAMARONES EN CONANOXA         |
| 19                     | CAMARONES EN DESEMBOCADURA    |
| HOYA DEL RIO CAQUENA   |                               |
| 116                    | CAQUENA EN VERTEDERO          |
| HOYA DEL RIO CHUNGARA  |                               |
| 117                    | CHUNGARA EN DESEMBOCADURA     |
| HOYA DEL RIO LAUCA     |                               |
| 118                    | CANAL LAUCA EN KM 33          |
| 119                    | GUALLATIRE EN DESEMBOCADURA   |
| 120                    | LAUCA EN QUIBURCANCA          |

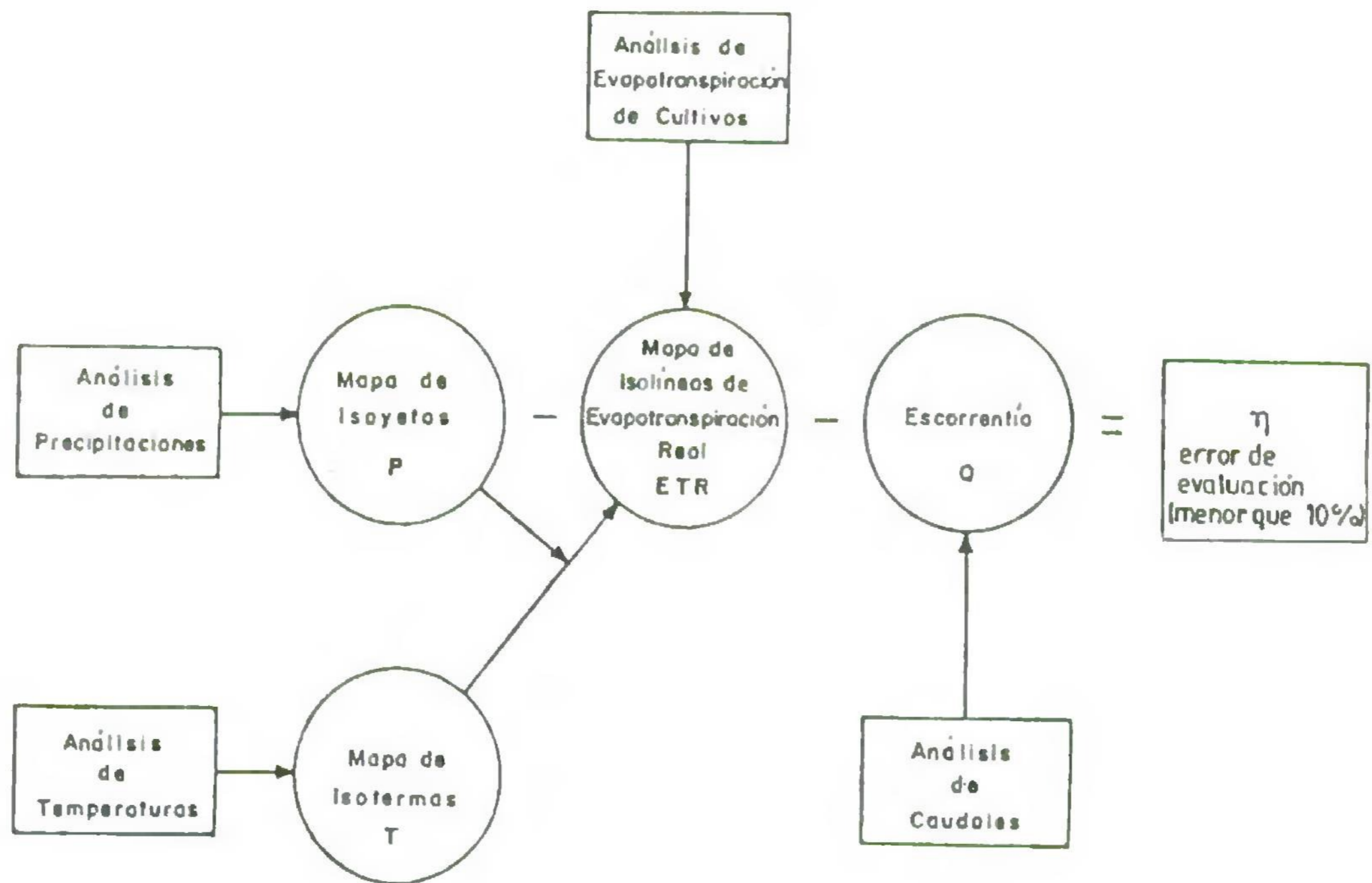


N°	NOMBRE ESTACION
1	Visviri
2	Caquena
3	V. Industrial
4	Humapalca
5	Alcerrega
6	Pacollo
7	Putre
8	Central Retén
9	Lluta
10	Puquios
11	Murmintane
12	Chapiquiña
13	C.C. Chapiquiña
14	Chapiquiña
15	Belén
16	Tignamar
18	Azapa
19	Arica
20	Arica
21	Arica
22	Chaca
23	Codpa
24	Esquiña
29	I. Blanca
30	Cotacotani
31	Cotacotani en desague
32	Parinacota
33	Chucuyo
34	Guallatire
35	Chungará (DGA)
36	Chungará (END)
37	Chilcaya

NOTA - Límites Internacionales no oficiales -

DIRECTOR GENERAL Ing. EUGENIO LOBO PARGA		MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS DIRECCION GENERAL DE AGUAS DEPARTAMENTO DE HIDROLOGIA		NOMBRE DEL PLANO RED HIDROMETEOROLOGICA	
JEFE DEPTO. HIDROLOGIA ING. ENRIQUE GARCIA M.	JEFE SUB. DEPTO. EST. HIDROLOGICOS ING. HUMBERTO PEÑA T.	NOMBRE PROYECTO RECURSOS HIDRICOS PROVINCIAS DE ARICA Y PARINACOTA		ESCALA 1:500.000	N.º DE PLANOS DE
PROYECTISTA Ing. ALEJANDRO GRILLI D-F		FECHA APROB.		REV.	DE

## METODOLOGIA BALANCE HIDRICO



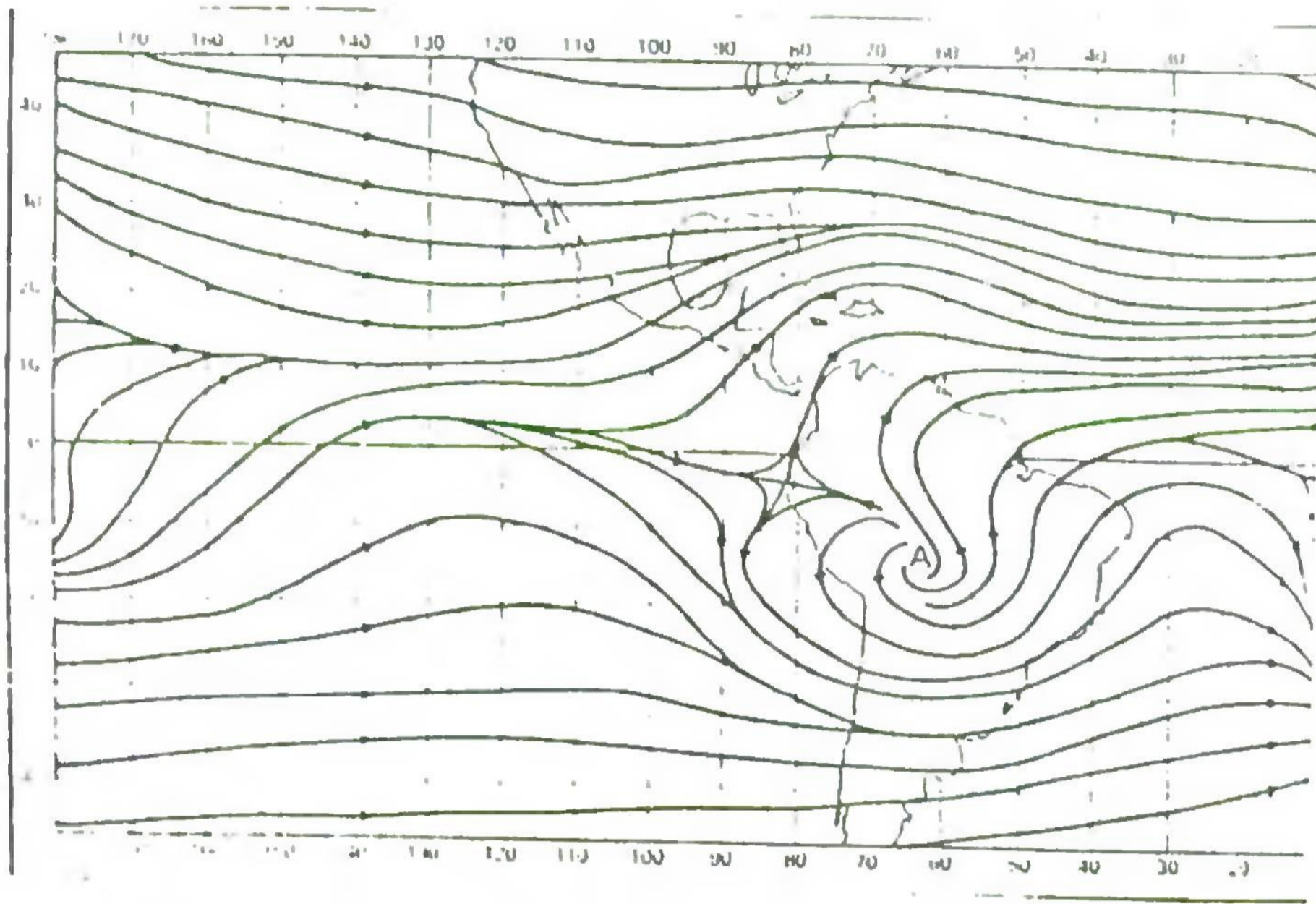
$$ETR_n = P / (0.9 + P^2 / L^2)^{1/2}$$

siendo:

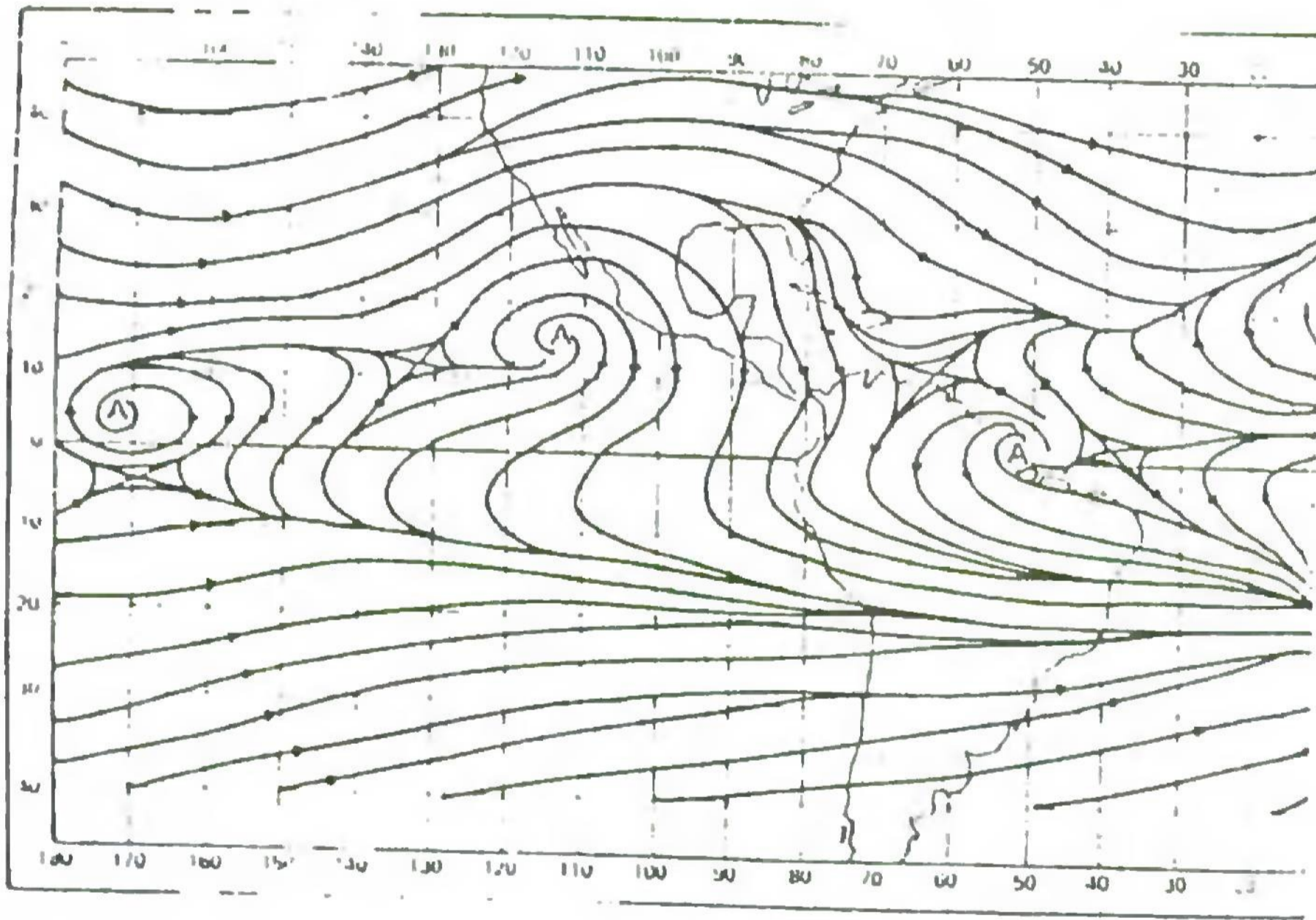
- ETR<sub>n</sub> = Evapotranspiración real anual en mm/año
- P = Precipitación anual en mm/año
- L = Parámetro heliotérmico, que se determina con la relación:
 
$$L = 300 + 25\theta + 0.05\theta^3$$
- θ = Temperatura media anual en °C

DIRECCION GENERAL DE AGUAS  
 Centro de Información Recursos Hídricos  
 Área de Documentación

## ORIGEN DE LAS PRECIPITACIONES



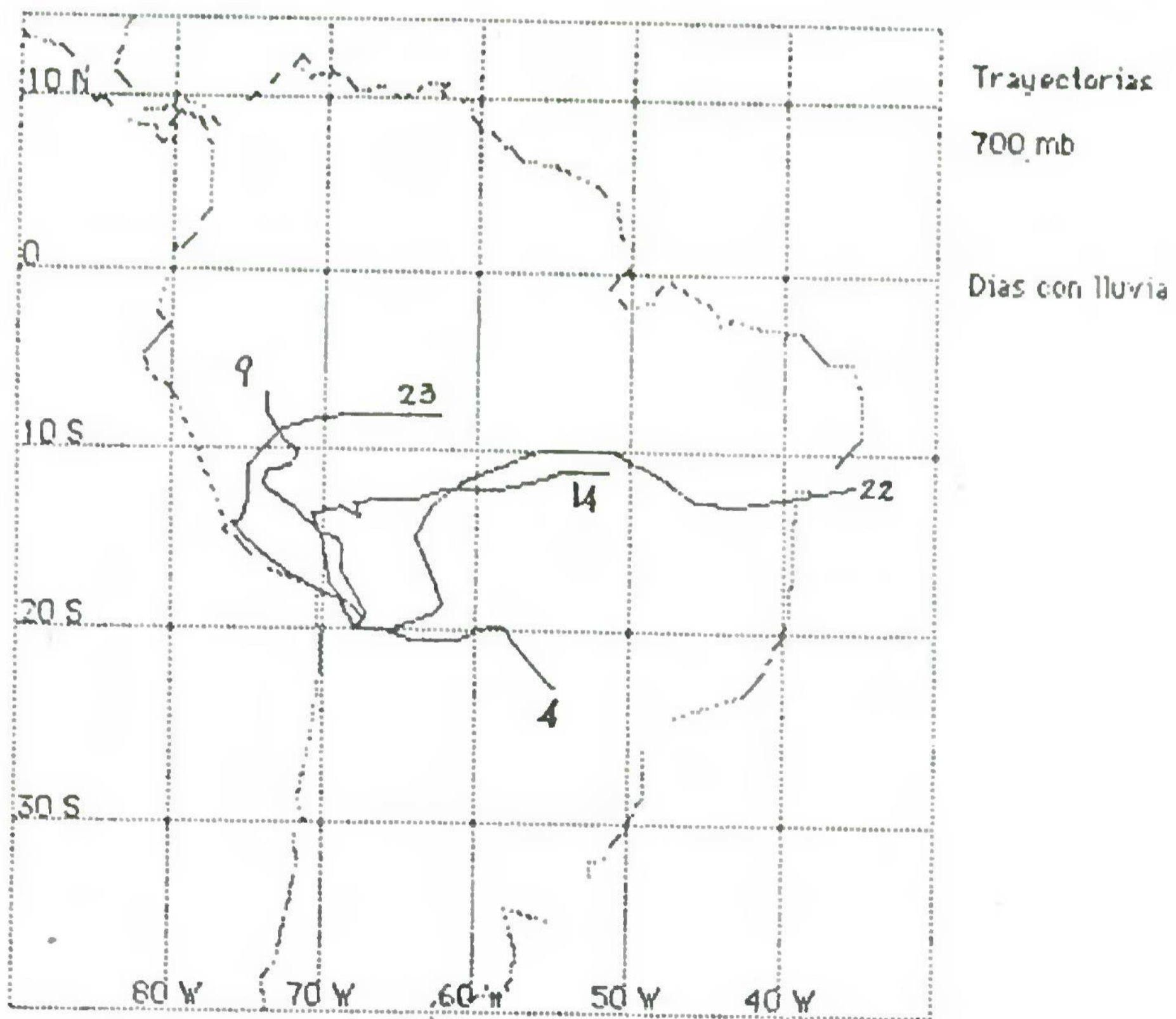
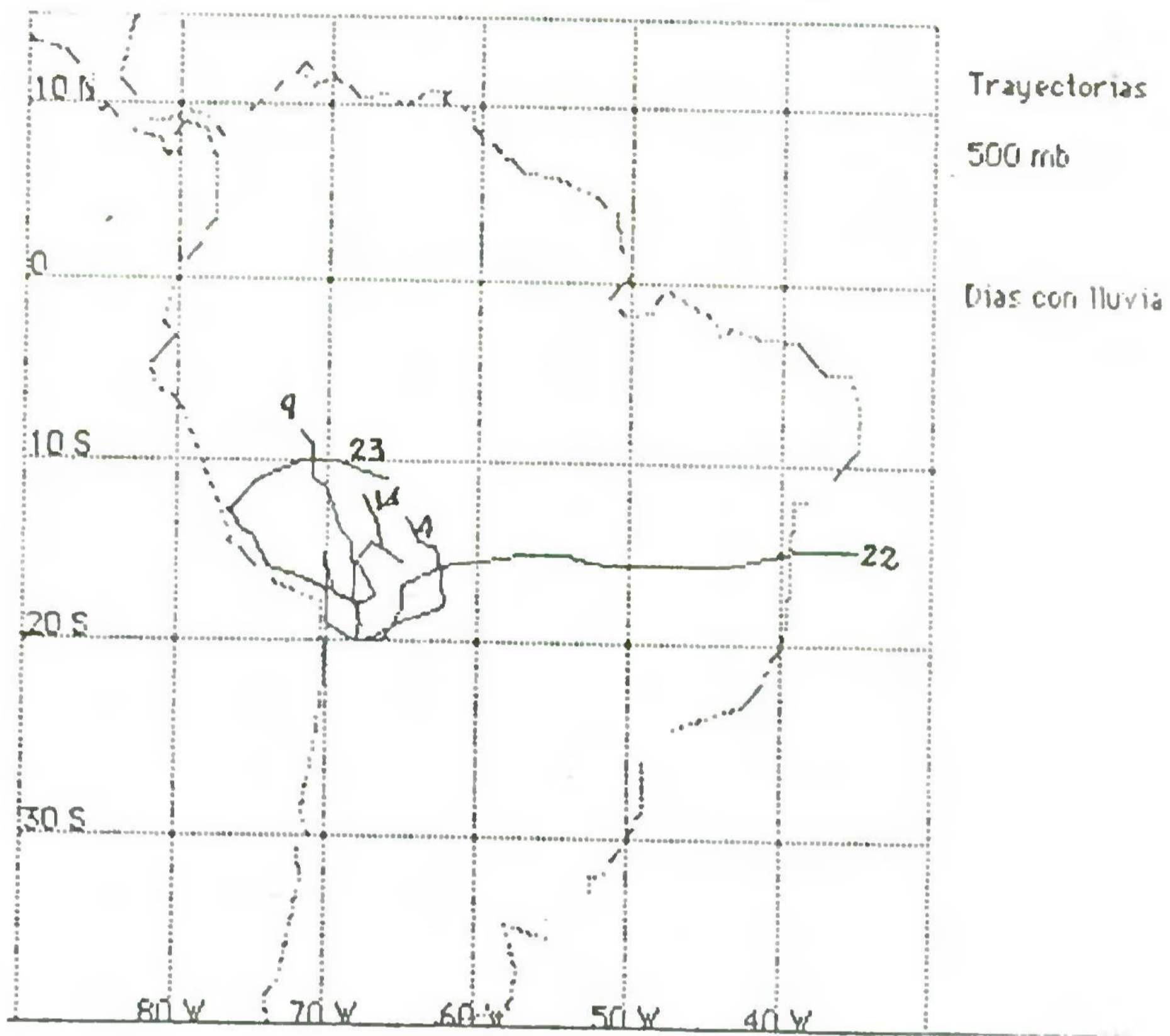
a) Líneas de corriente nivel 200 mb. en el período Diciembre-Marzo



b) Líneas de corriente nivel 200 mb en el período Junio-Agosto.

En el verano del Hemisferio Sur existe un anticiclón cálido en la tropósfera superior, sobre la meseta y montañas subtropicales (Fig. a), generándose convección húmeda y precipitación.

En el invierno en cambio (Fig. b), no se observa esta particularidad de la circulación atmosférica, encontrándose el anticiclón más bien sobre el NE del continente sudamericano, en la región amazónica. Las masas de aire relativamente secas provienen del W y caracterizan la estación sin lluvia.

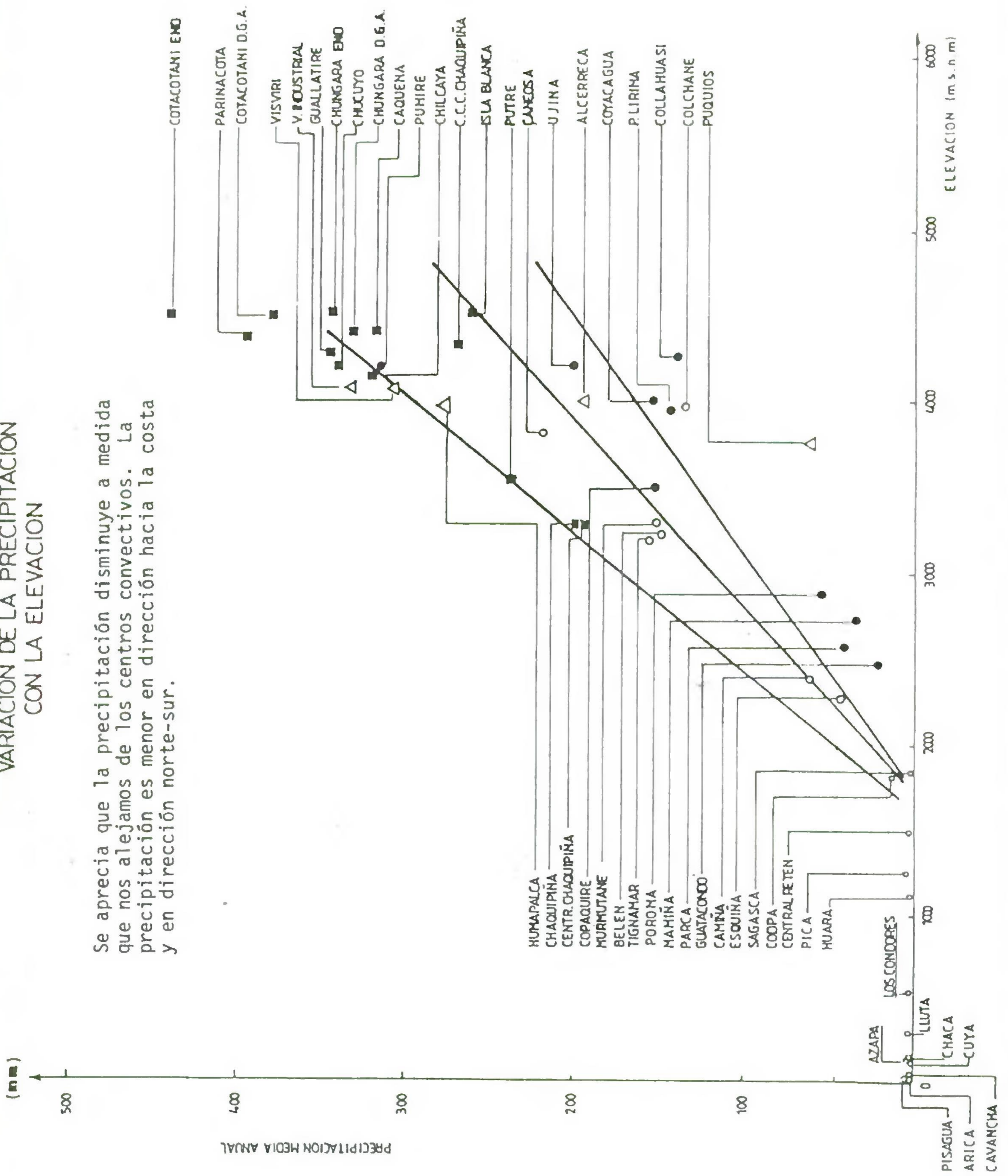


Familias de trayectorias isobáricas de 8 días de duración que terminan en el altiplano de Iquique en los días 4, 9 y 22 de Enero y 14 y 23 de Febrero, en los cuales se registró precipitación apreciable (1984).

En general, en verano se advectan masas de aire relativamente húmedas desde el NE ó E cerca de la superficie altiplánica, proceso que alimenta la convección húmeda.

## VARIACION DE LA PRECIPITACION CON LA ELEVACION

Se aprecia que la precipitación disminuye a medida que nos alejamos de los centros convectivos. La precipitación es menor en dirección hacia la costa y en dirección norte-sur.

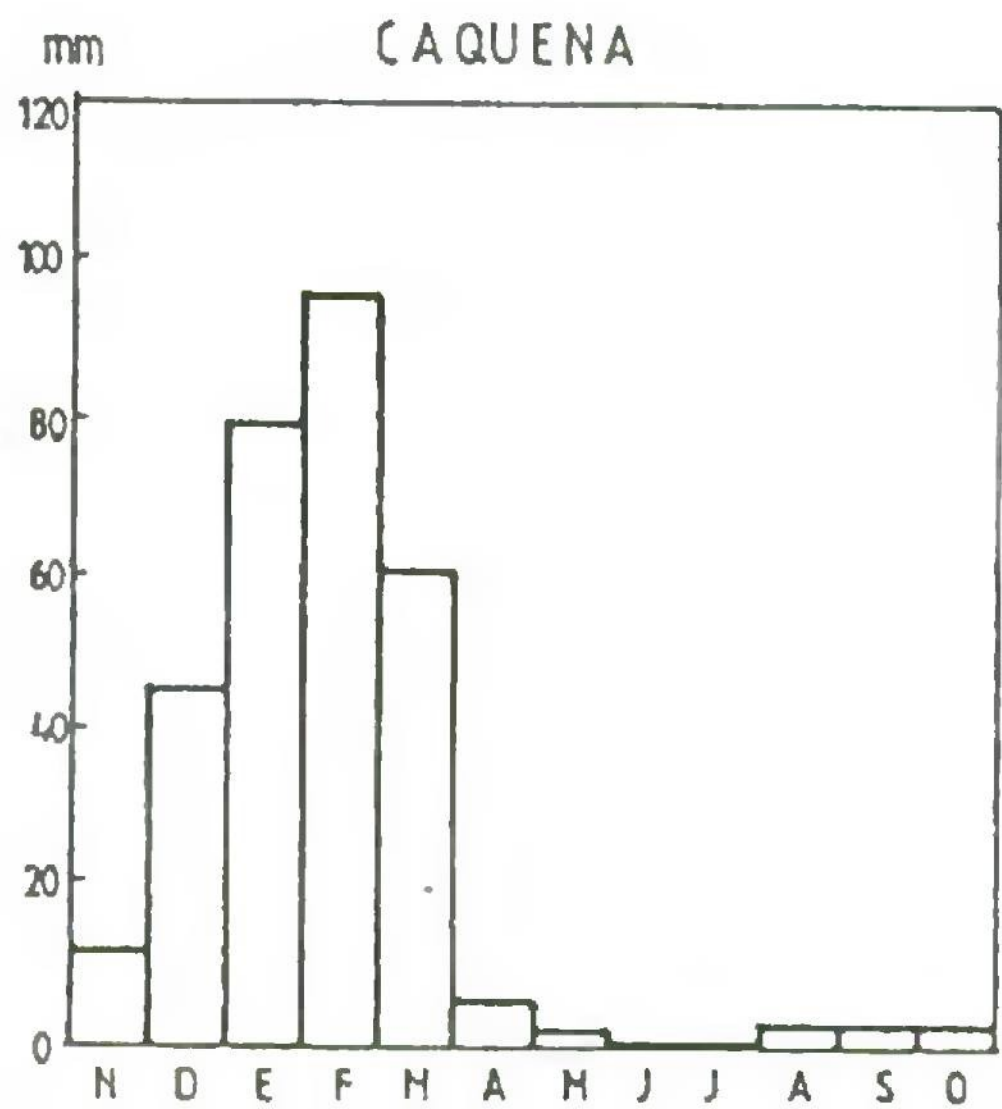
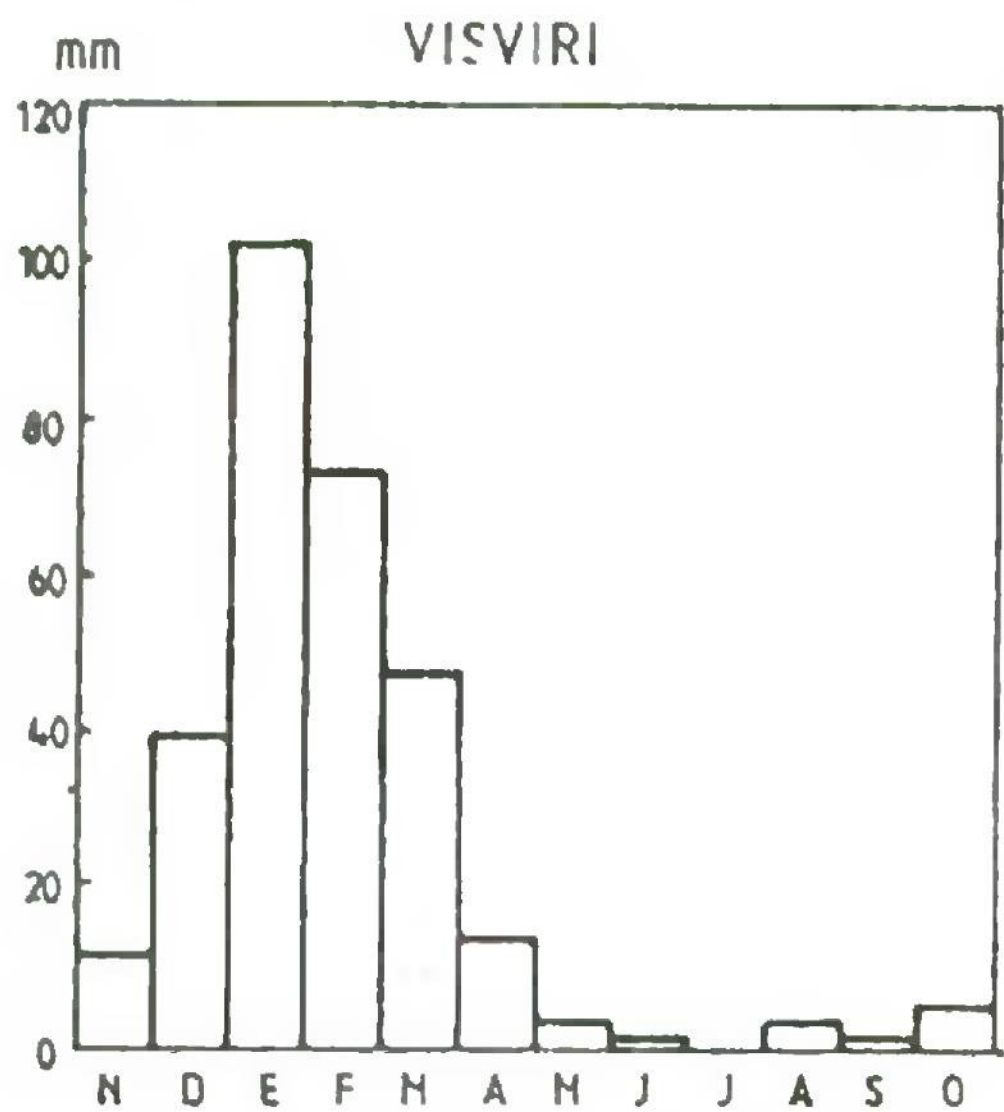
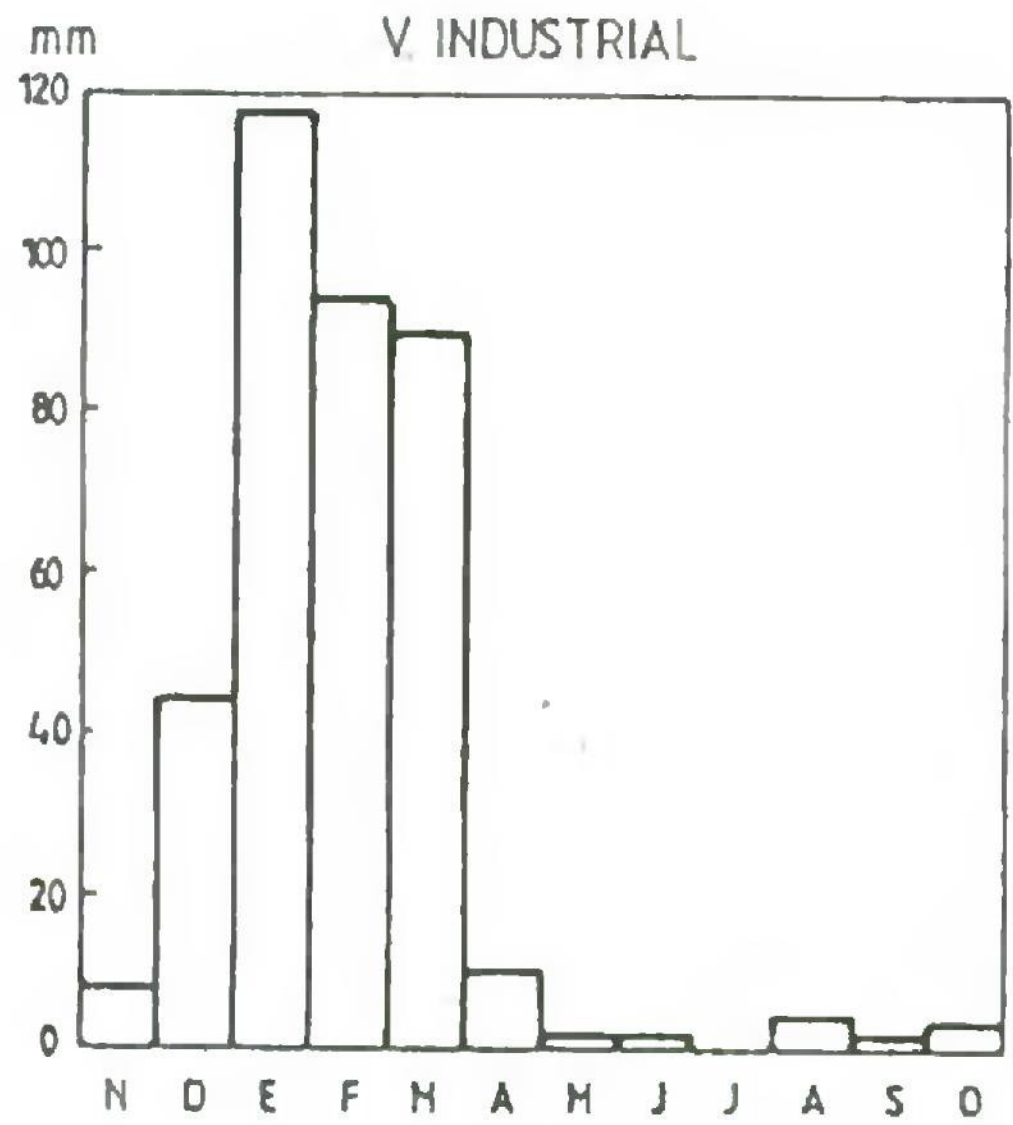
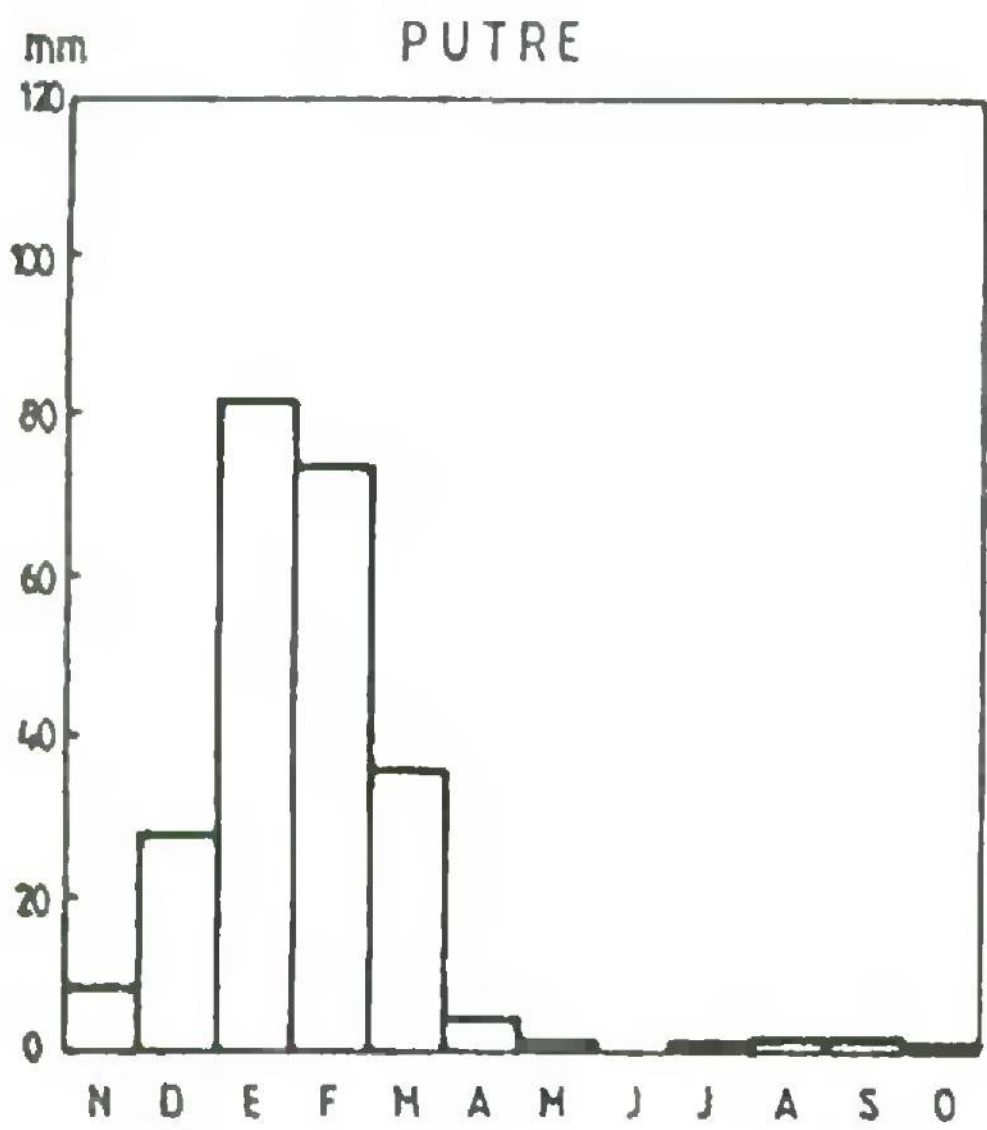
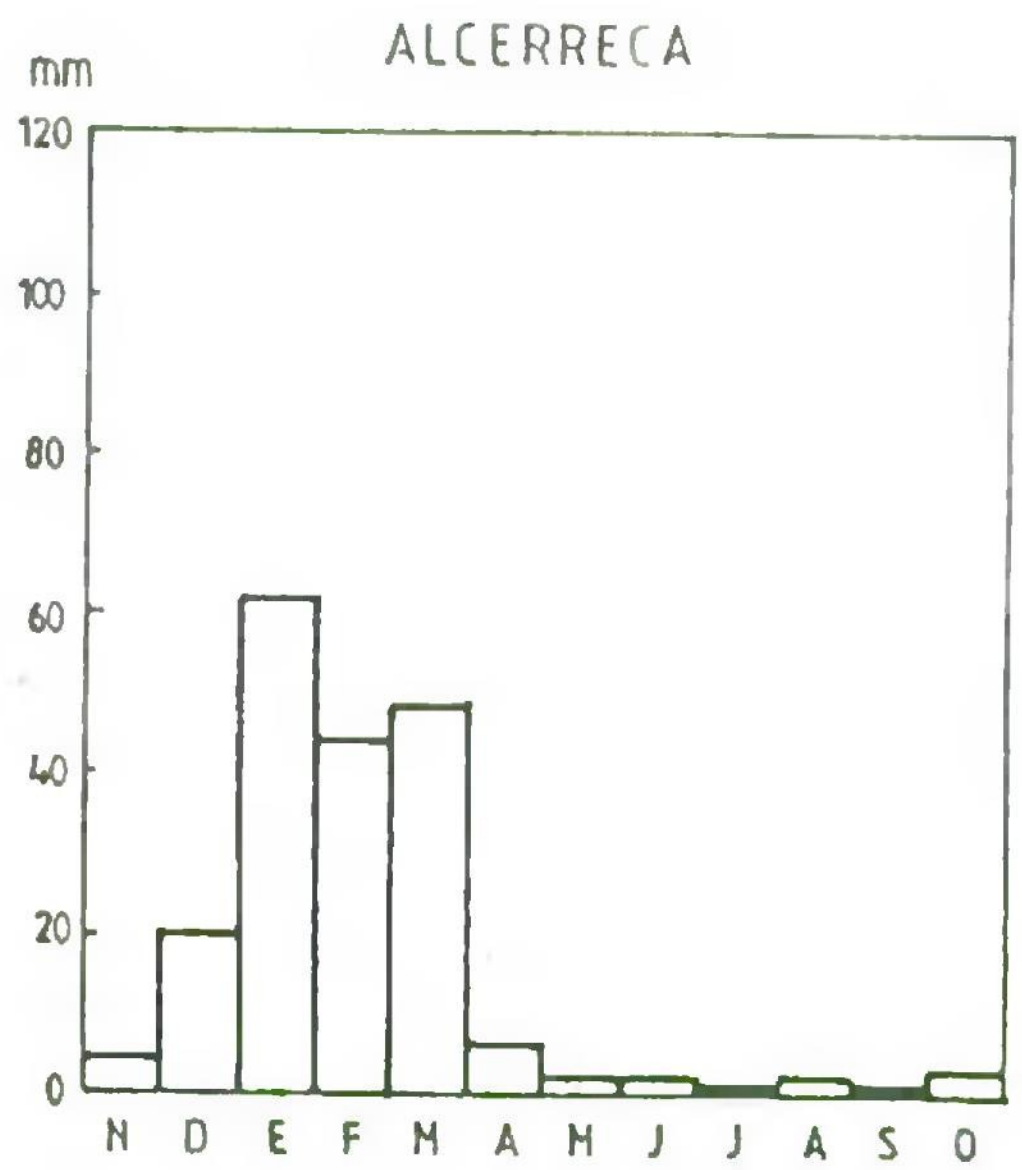
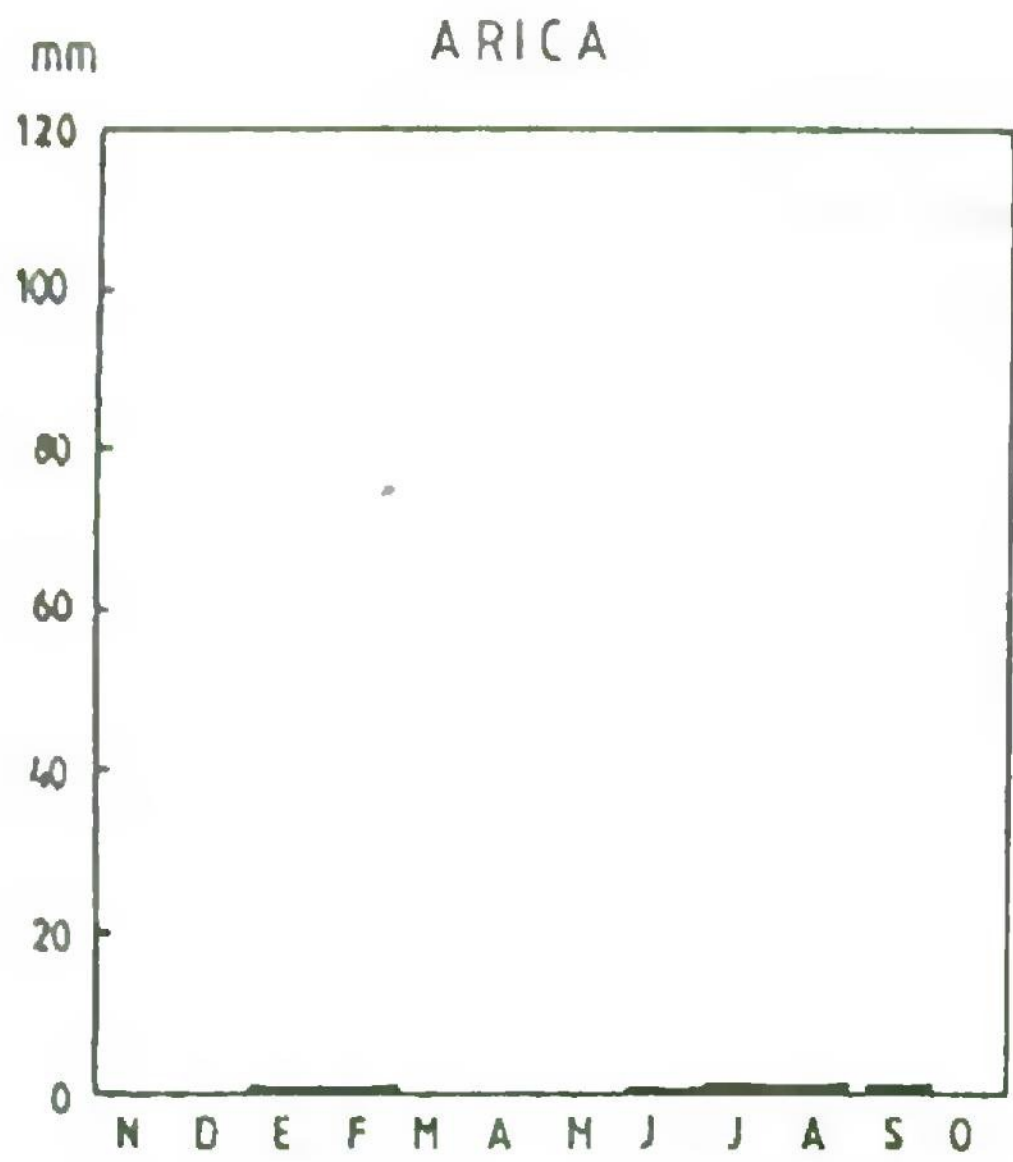


VARIACION DE LA PRECIPITACION  
CON LA ALTITUD Y LA ESTACION DEL AÑO

(valores promedio período 1961/62-1980/81)

NOMBRE ESTACION	ALTITUD (m.s.n.m.)	P R E C I P I T A C I O N		
		ANUAL (mm)	DICIEMBRE - MARZO (mm)	%
ARICA (U. del Norte)	27	1,1	0,2	22
CUYA	120	0,4	0,2	100
CHACA	145	0,1	0,1	100
AZAPA	250	2,3	0,8	35
LLUTA	290	0,4	0,3	75
CODPA	1.800	13,4	12,1	90
ESQUIÑA	2.270	42,6	33,2	78
TIGNAMAR	3.200	155,1	150,5	97
BELEN	3,240	148,2	139,0	94
MURMUNTANE	3.280	150,7	128,1	85
C. CHAPIQUIÑA	3.280	195,5	156,5	80
CHAPIQUIÑA	3.280	197,3	147,3	75
PUTRE	3.530	237,7	231,6	97
PUQUIOS	3.750	62,4	57,0	91
HUMAPALCA	3.970	306,0	384,0	93
C. ALCERREGA	3.990	193,6	175,1	90
V. INDUSTRIAL	4.060	337,1	300,0	89
VISVIRI	4.070	306,6	265,5	87
CHILCAYA	4.140	319,1	282,3	88
CHUCUYO	4.200	338,2	308,5	91
GUALLATIRE	4.280	344,8	332,5	96
C.C.C. CHAPIQUIÑA	4.330	269,2	225,1	84
PARINACOTA	4.390	394,0	353,9	90
CAQUENA	4.400	317,6	295,8	93
CHUNGARA (END)	4.418	345,6	313,0	91
CHUNGARA (DGA)	4.440	331,0	302,1	91
ISLA BLANCA	4.500	259,1	249,1	96
COTACOTANI	4.500	378,2	340,5	90
COTACOTANI EN DESAGUE	4.500	440,0	393,2	89

# VARIACION ESTACIONAL DE LAS PRECIPITACIONES I REGION





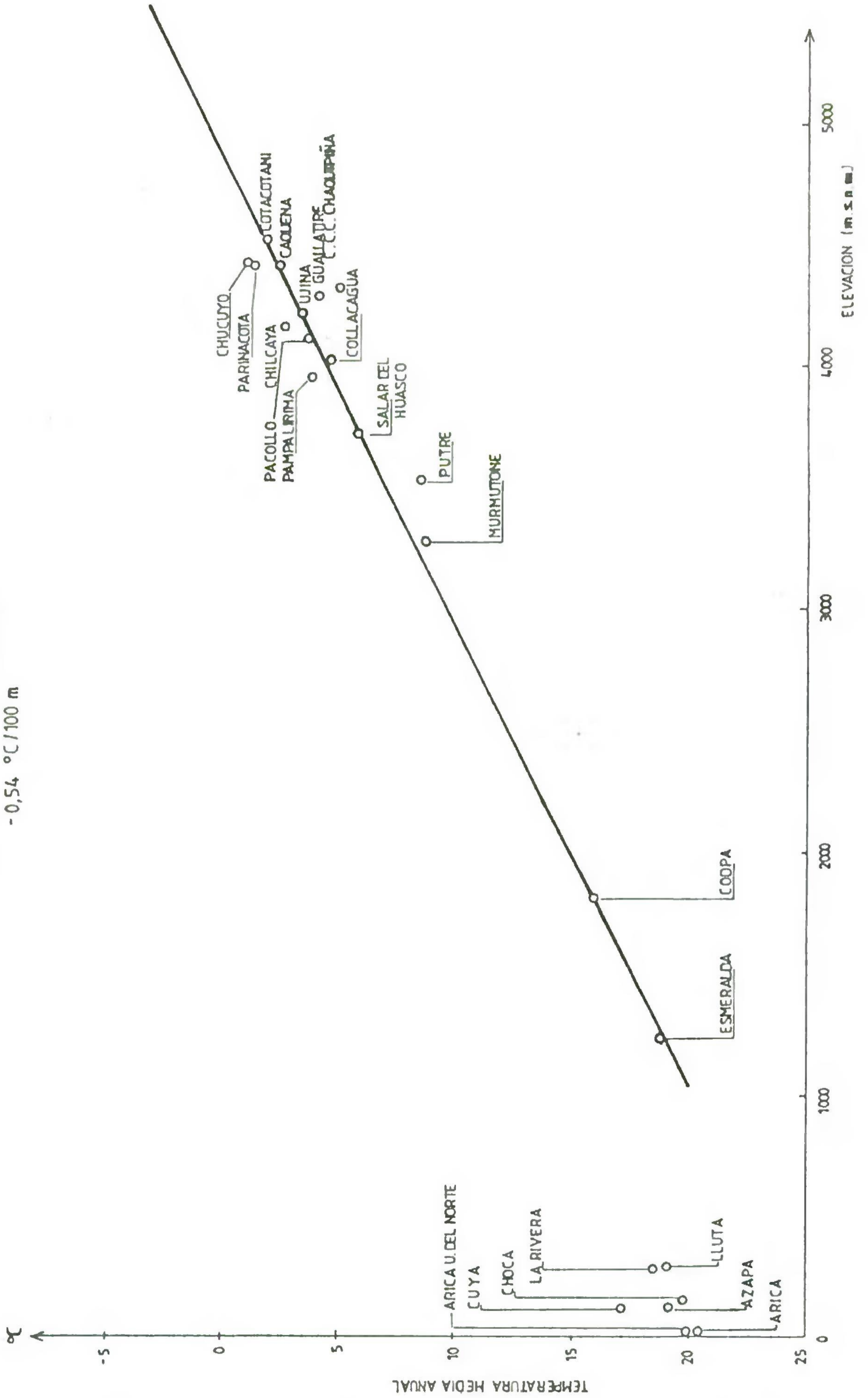
Distribución horaria de la precipitación (mm)

(Pampa Lirima 1982)

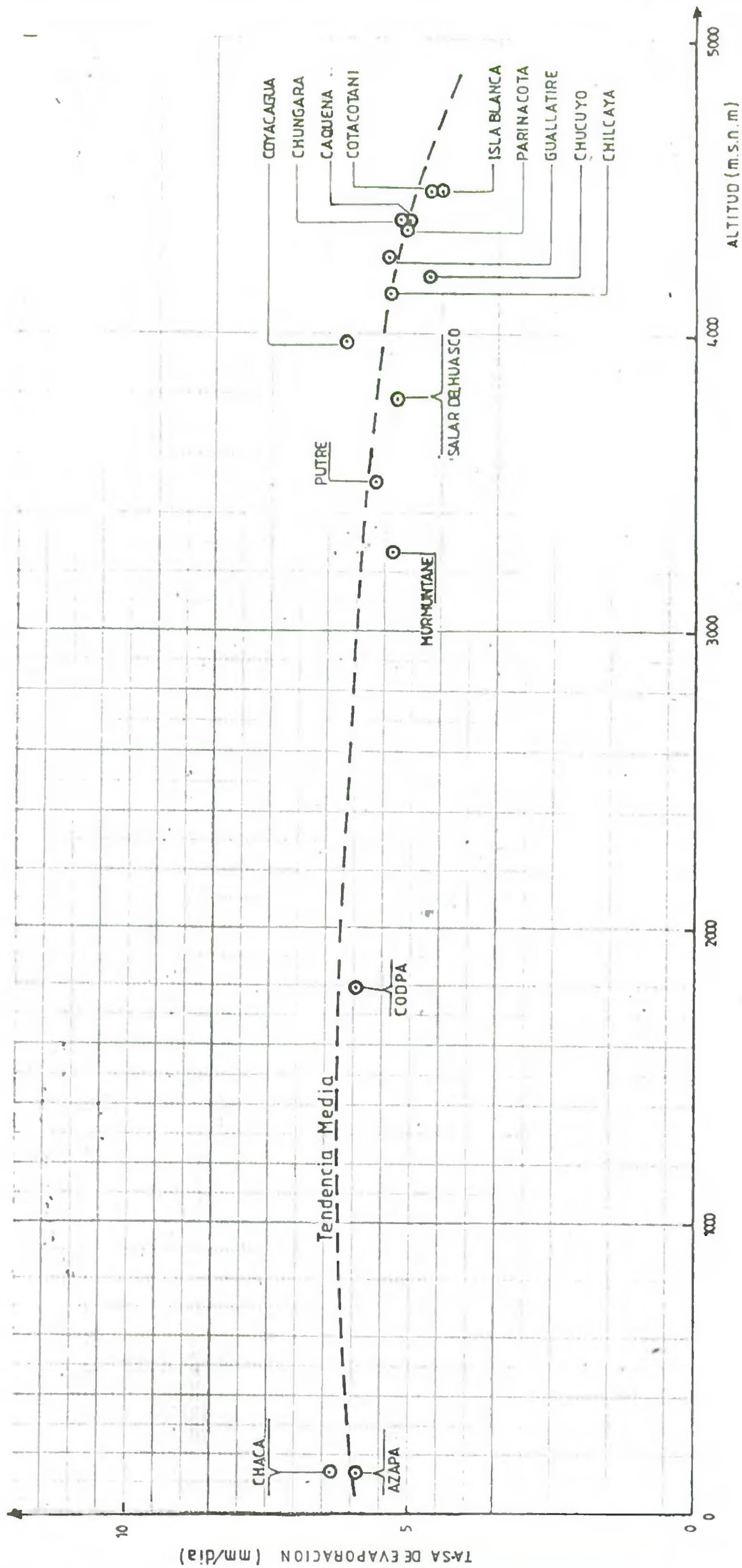
Hora	Enero	Febrero	Marzo	
00	0.25	3.25	0.25	
01	0.00	1.00	0.00	
02	0.00	0.25	0.00	
03	7.25	0.25	0.00	
04	0.00	0.50	0.25	
05	0.00	1.00	0.25	
06	0.00	0.50	0.00	
07	0.00	0.00	0.00	
08	0.50	0.50	1.75	
09	1.00	6.75	1.75	
10	1.50	19.00	0.00	} 80% a 90%
11	63.75	34.50	4.00	
12	46.00	25.75	0.25	
13	24.25	11.50	1.75	
14	17.50	2.75	1.50	
15	10.25	17.75	3.75	
16	10.75	29.50	3.50	
17	7.25	21.75	0.25	
18	6.50	15.75	0.00	
19	2.25	10.75	0.00	
20	2.00	4.50	1.25	
21	2.75	0.75	0.75	
22	1.00	2.75	0.25	
23	1.00	1.50	0.00	
Total mensual	207.00	220.75	-.-	
Maximo diario	34.25	22.75	4.25	
Días con precip.	18	22	8	
Días sin precip.	9	6	11	
Días sin datos	4	1	12	
Días con registro	27	28	19	

# VARIACION DE LA TEMPERATURA CON LA ELEVACION

GRADIENTE DE TEMPERATURA  
-0,54 °C/100 m

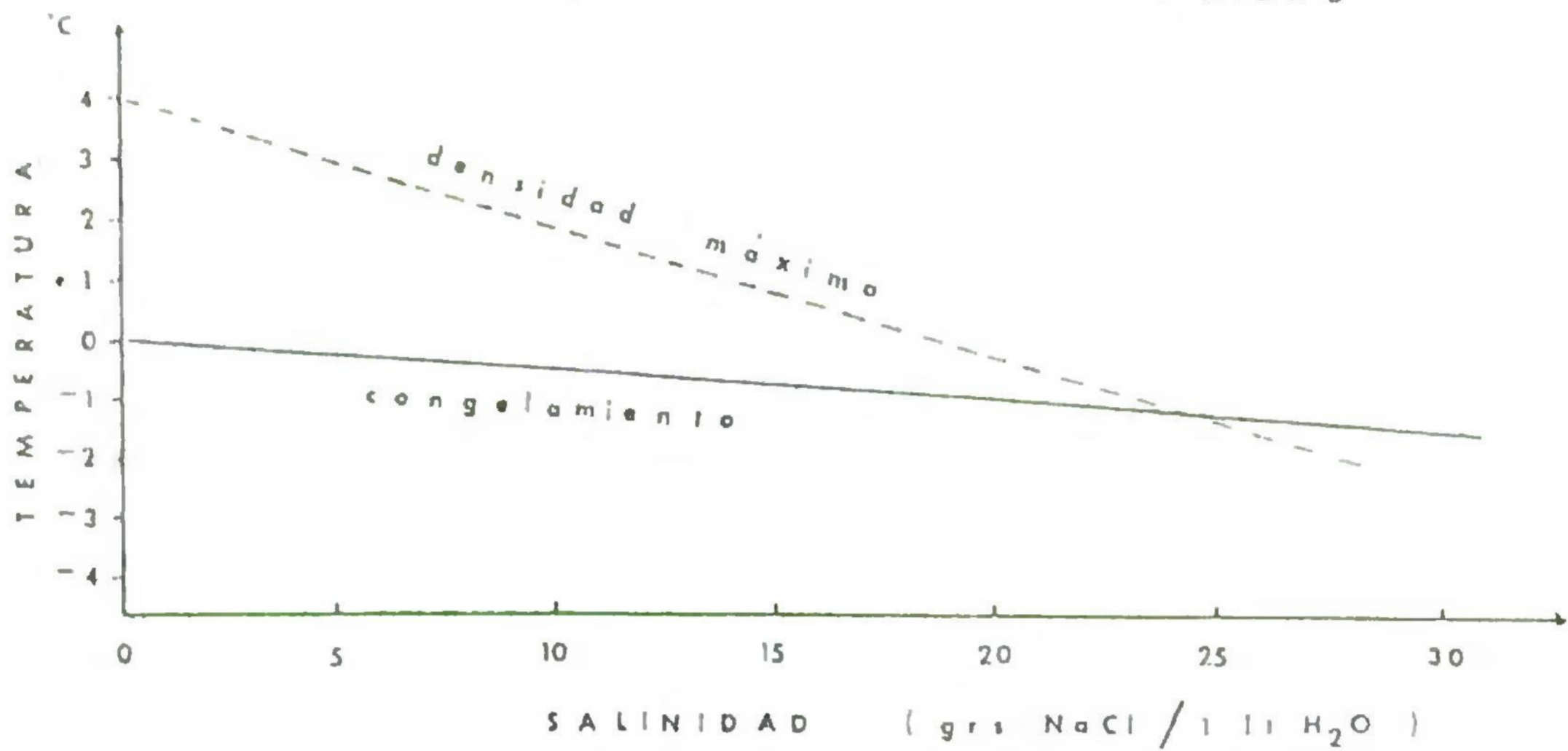


VARIACION DE LA EVAPORACION DEL TANQUE  
 TIPO A CON LA ELEVACION  
 (valores promedio anual)

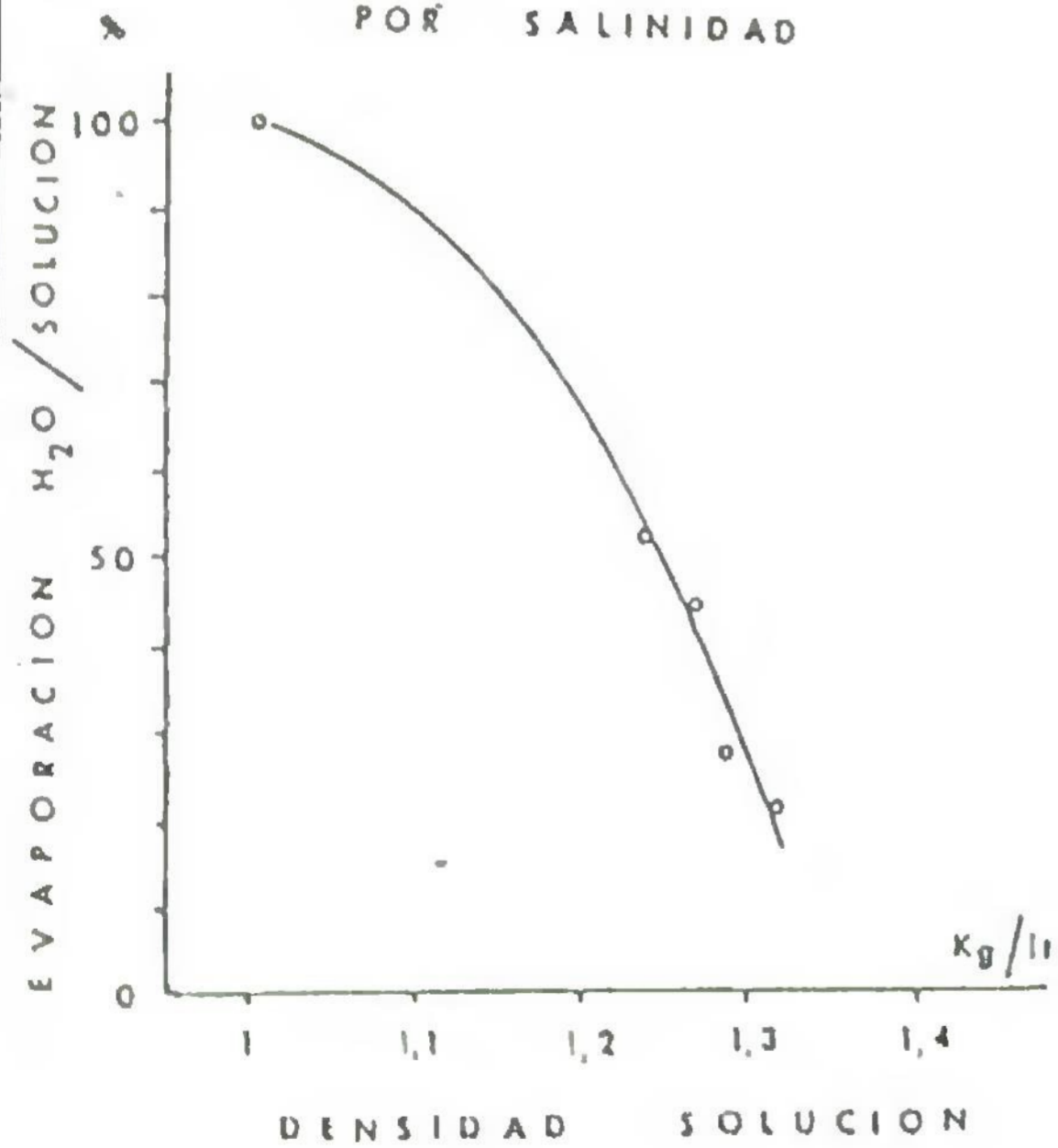


# REDUCCION DE LA EVAPORACION POR PRESENCIA DE SALES DISUELTAS EN EL AGUA

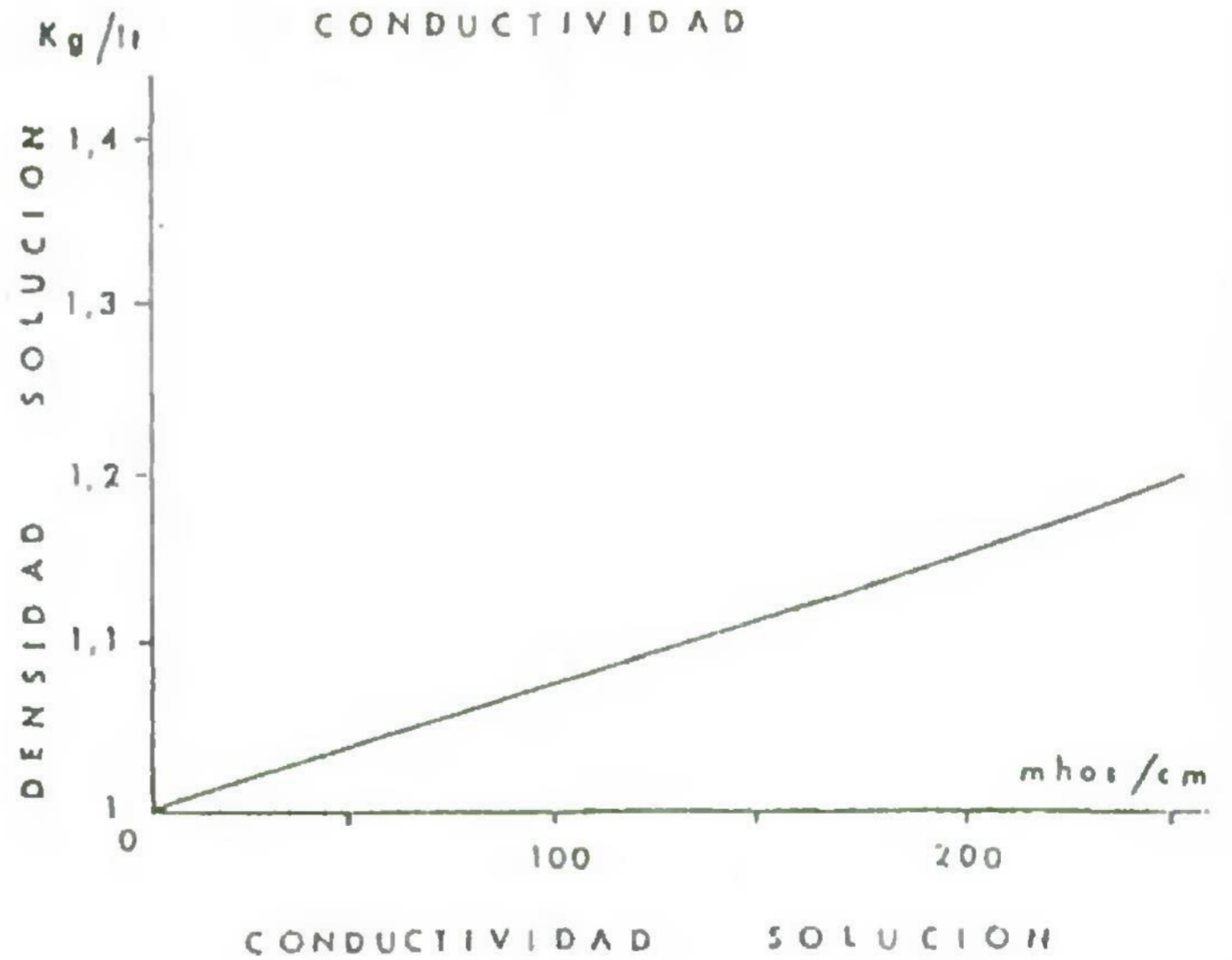
## CONGELAMIENTO VS. SALINIDAD



## REDUCCION EVAPORACION POR SALINIDAD



## DENSIDAD VS. CONDUCTIVIDAD



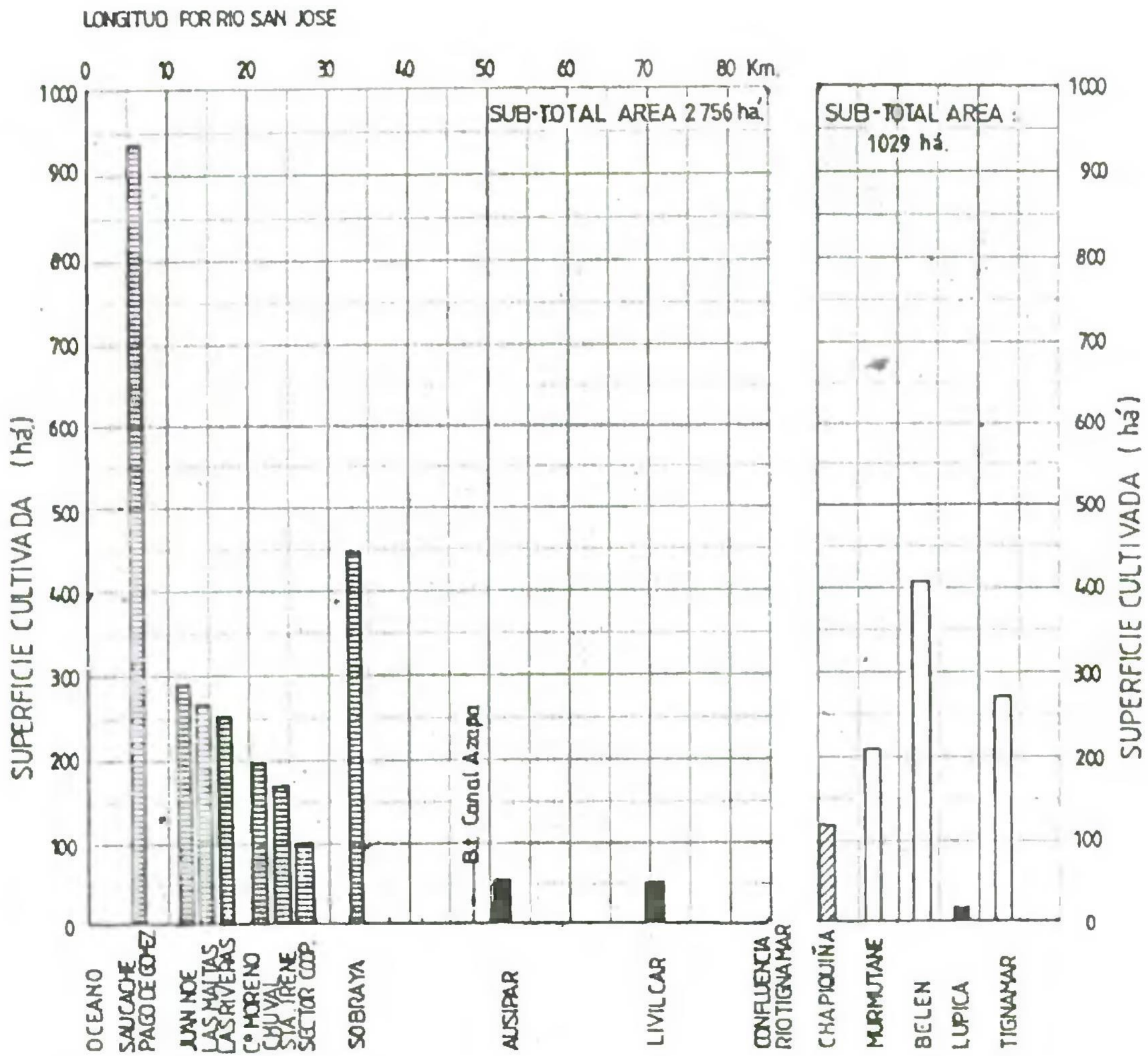
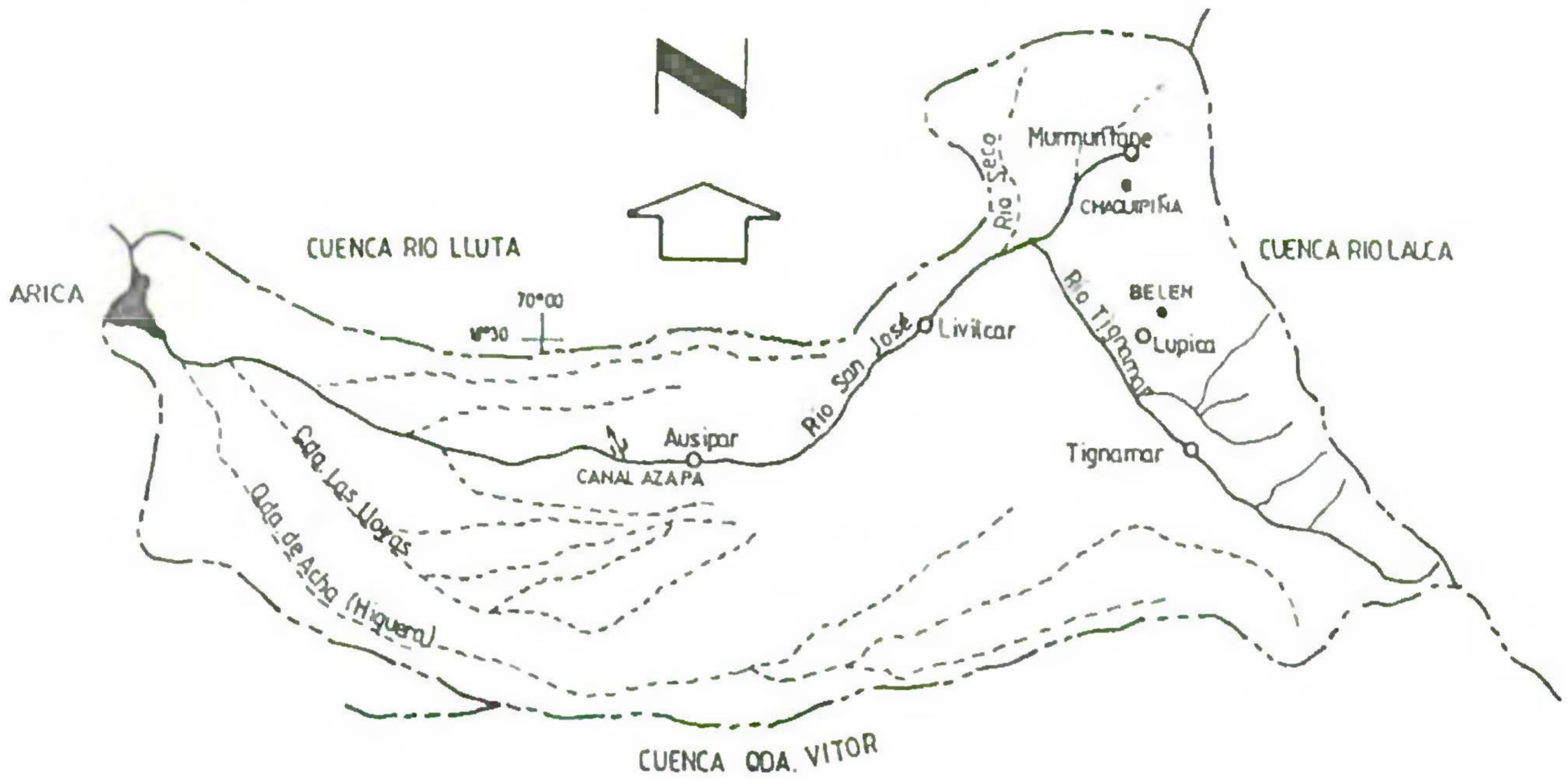
PRINCIPALES SUPERFICIES CULTIVADAS EN LA I REGION

C U E N C A	TOTAL CULTIVADA (há.)	AGUAS ARRIBA EST. FLUVIOMETRICA	AGUAS ABAJO EST. FLUVIOMETRICA	FUENTE BIBLIOGRAFICA
Río Lluta	1.668	s/d	1.668 <sup>(1)</sup>	Camaño, R. (1978)
Río San José	3.785	1.129 <sup>(2)</sup>	2.656 <sup>(2)</sup>	DGA-ALFA (1982 a) JULIO, G. (1975) KLOHN, W. (1972)
Río Codpa	131	-	131 <sup>(6)</sup>	RIVERA, R. (1977)
Río Camarones	588	482 <sup>(3)</sup>	106 <sup>(3)</sup>	DGA-ALFA (1982 b)
Qda. Camiña	264	11,6 <sup>(4)</sup>	252 <sup>(4)</sup>	DGA-CEPA (1983 a)
Qda. Aroma	67,0	-	-	DGA-CEPA (1983 b)
Qda. Tarapacá	440	200 <sup>(5)</sup>	240 <sup>(5)</sup>	DGA-ALFA (1982 c) D. de Riego (Of. Reg.) KLOHN, W. (1972)
Qda. Quipisca	48,2	-	-	DGA-CEPA (1983 c)
Qda. J. de Morales	35,4	-	-	DGA-CEPA (1983 d)

ESTACIONES FLUVIOMETRICAS CONSIDERADAS:

- (1) Lluta en Tocontasi
- (2) San José antes bocatoma Canal Azapa
- (3) Camarones en conanoxa
- (4) Camiña en Altusa
- (5) Confluencia de los Rios Tarapacá y Coscaya
- (6) Codpa en Cala Cala

# SUPERFICIE CULTIVADA EN LA CUENCA DEL RIO SAN JOSE



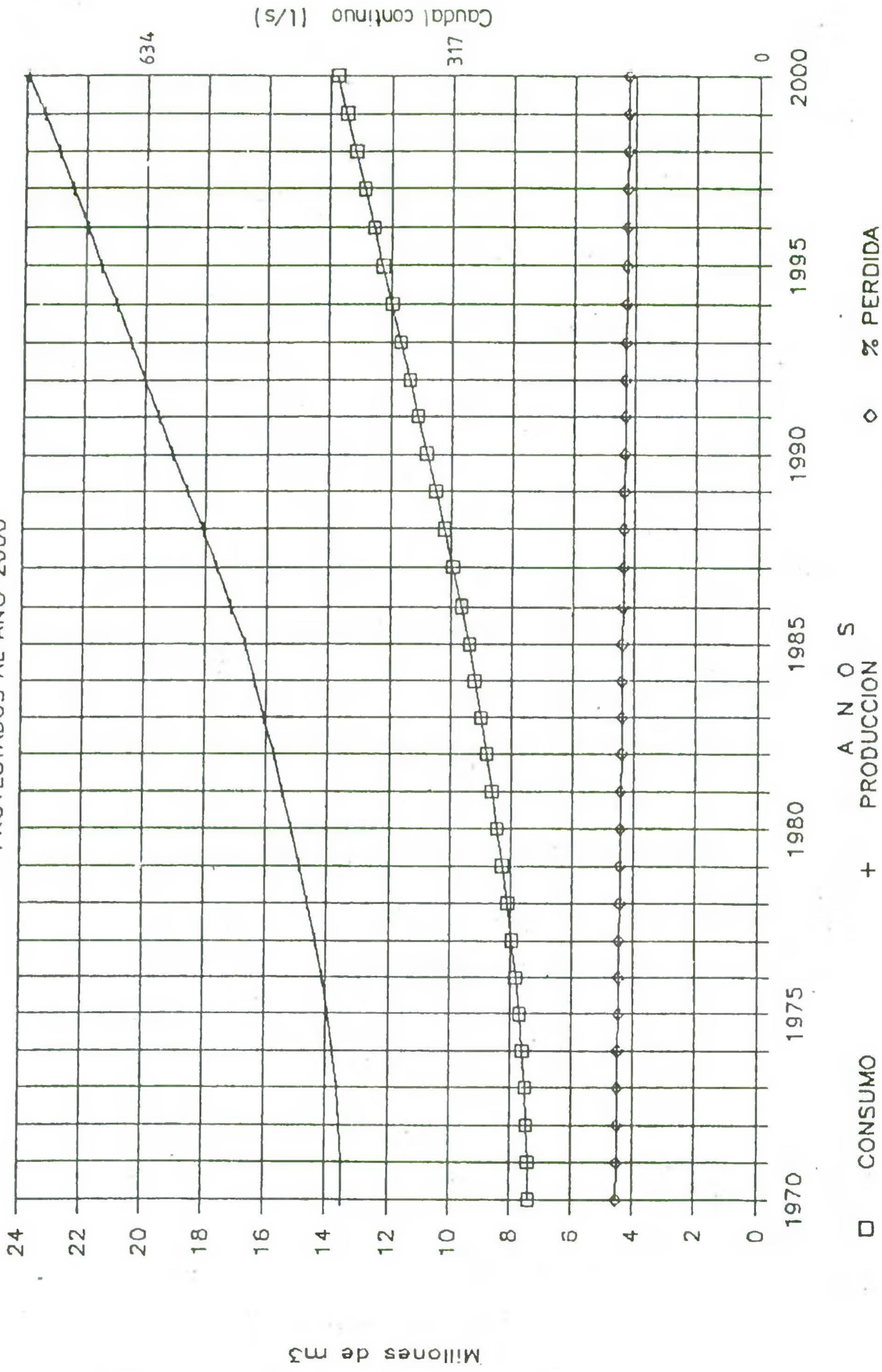
FUENTE:

- D.G.A. - ALFA Ing. Cons. (1982)
- ▨ JULIO, G (1975)
- KLOHN, W (1972)
- ▤ D. de RIEGO (of. Regional)

AGUA POTABLE PARA ARICA

# CONSUMOS, PRODUCCIONES Y PERDIDAS

PROYECTADOS AL AÑO 2000



RIO LLUTA	
RIO CARACARANI EN HUMAPALCA	
Area Cuenca	(Km <sup>2</sup> ) : 267
Precipitación	(l/s) : 2.201
Caudal Salida	(l/s) : 420
ETR nat.	(l/s) : 1.757
ETR cult.	(l/s) : 0
Error cierre	(l/s) : + 24 (6% del Qs)
RIO CARACARANI EN ALCERRECA	
Caudal	(l/s) : 1.400
RIO LLUTA EN ALCERRECA	
Area Cuenca	(Km <sup>2</sup> ) : 1.536
Precipitación	(l/s) : 13.066
Caudal salida	(l/s) : 1.860
ETR nat.	(l/s) : 11.092
ETR cult.	(l/s) : 0
Error cierre	(l/s) : 114 (6 % del Qs)
RIO LLUTA EN TOCONTASI	
Area Cuenca	(Km <sup>2</sup> ) : 2.658
Precipitación	(l/s) : 19.470
Caudal Salida	(l/s) : 2.350
ETR nat.	(l/s) : 17.066
ETR cult.	(l/s) : 0
Error cierre	(l/s) : 54 (2 % del Qs)
RIO LLUTA EN DESEMBOCADURA	
Area Cuenca	(Km <sup>2</sup> ) : 3.447
Precipitación	(l/s) : 19.708
Caudal Salida	(l/s) : 1.440
ETR nat.	(l/s) : 17.299
ETR cult.	(l/s) : 834 (16,68 Km <sup>2</sup> )
Error cierre	(l/s) : 135 (9 % del Qs) (0,7 % de P)

RIO LLUTA	
RIO COLPITAS EN ALCERRECA	
Caudal	(l/s) : 460

RIO CAQUENA EN VERTEDERO	
Area Cuenca	(Km <sup>2</sup> ) : 496
Precipitación	(l/s) : 5.368
Caudal salida	(l/s) : 1.080
ETR nat.	(l/s) : 3.784
ETR cult.	(l/s) : -
Error cierre	(l/s) : + 504
NOTA: Si n= = Qs = 1.580 l/s	

LAGO CHUNGARA	
Area cuenca total	(Km <sup>2</sup> ) : 257
Area Lago	(Km <sup>2</sup> ) : 19
E lago	(l/s) : 700

RIO LAUCA	
CANAL LAUCA EN Km 3.3	
Caudal Promedio	790 l/s (1962/63-1980/81)
RIO LAUCA EN EST. EL LAGO (n=)	
Caudal Promedio	97 l/s (1962/63-1980/81)
LAUCA EN ESTANCIA EL LAGO (Total)	
Area Cuenca	(Km <sup>2</sup> ) : 339
Precipitación	(l/s) : 3.661
Caudal Salida	(l/s) : 890 (n= + canal)
ETR nat.	(l/s) : 2.352
E Lagos	(l/s) : 261
E Vegas	(l/s) : 158
ETR cult.	(l/s) : 0
Error Cierre	(l/s) : -
RIO GUALLATIRE ANTES LAUCA	
Area cuenca	(Km <sup>2</sup> ) : 320
Precipitación	(l/s) : 3.432
Caudal Salida	(l/s) : 1.090
ETR nat.	(l/s) : 2.500
ETR cult.	(l/s) : 0
Error cierre	(l/s) : - 158 (15% del Qs)
CUENCA CHILENA RIO LAUCA	
Area Cuenca	(Km <sup>2</sup> ) : 2.406
Precipitación	(l/s) : 18.957
Caudal Salida	(l/s) : 3.210
ETR nat.	(l/s) : 15.331
E Lagos y Vegas	(l/s) : 419
ETR cult.	(l/s) : 0
Error Cierre	(l/s) : - 3

RIO SAN JOSE	
CANAL LAUCA (Trasvase)	
Caudal	(l/s) : 580
RIO SAN JOSE ANTES BT. Canal Azapa	
Area Cuenca	(Km <sup>2</sup> ) : 1.180
Precipitación	(l/s) : 5.840
Caudal salida	(l/s) : 1.280 (incl. trasv.)
ETR nat.	(l/s) : 5.160
ETR cult.	(l/s) : 290 (11,29 Km <sup>2</sup> )
Error cierre	(l/s) : - 310 (24% C/R a Qs)
RIO SAN JOSE EN DESEMBOCADURA	
Area Cuenca	(Km <sup>2</sup> ) : 3.070
Precipitación	(l/s) : 7.670
Caudal Trasn.	(l/s) : 580
Caudal Salida	(l/s) : 0 (estimado)
ETR nat.	(l/s) : 6.950
ETR cult.	(l/s) : 1.330 (37,85 Km <sup>2</sup> )
Caudal SENDOS	(l/s) : 300
Error cierre	(l/s) : - 330

RIO CAMARONES EN CONANXA	
Area Cuenca	(Km <sup>2</sup> ) : 2.107
Precipitación	(l/s) : 9.411
Caudal salida	(l/s) : 520
ETR nat.	(l/s) : 8.566
ETR cult.	(l/s) : 241 (4,82 Km <sup>2</sup> )
Error Cierre	(l/s) : + 84 (16% del Qs)

QUEBRADA VITOR	
QUEBRADA VITOR EN DESEMBOCADURA	
Area cuenca	(Km <sup>2</sup> ) : 1.590
Precipitación	(l/s) : 3.510
Caudal salida	(l/s) : 196
ETR nat.	(l/s) : 3.248
ETR cult.	(l/s) : 66 (1,31 Km <sup>2</sup> )
Error cierre	(l/s) : -
QUEBRADA CODPA O VITOR EN CALA CALA	
Area Cuenca	(Km <sup>2</sup> ) : 328
Precipitación	(l/s) : 2.193
Caudal salida	(l/s) : 120
ETR nat.	(l/s) : 1.957
ETR cult.	(l/s) : 0
Error cierre	(l/s) : + 116 (existe bocatoma caudal no evaluado)

NOTA: Límites Internacionales no oficiales

DIRECTOR GENERAL ING. EUGENIO TOSTI PARGA		MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS DIRECCION GENERAL DE AGUAS DEPARTAMENTO DE HIDROLOGIA		NOMBRE DEL PLANO BALANCE HIDRICO PROMEDIO ANUAL Período 1961/62 - 1980/81	
JEFE DEPTO. HIDROLOGIA ING. ESTEBAN VARGAS M.	JEFE SUB-DEPTO. ESTADISTICA ING. HUMBERTO PENA T.	NOMBRE PROYECTO RECURSOS HIDRICOS PROVINCIAS DE ARICA Y PARINACOTA		ESCALA 1:50000	REV.
PROYECTISTA ING. ALEJANDRO GRILLI D.F.	DESBUJANTE ING. HUMBERTO PENA T.	FECHA APROB.		DE	



## 5 REQUISITOS QUIMICOS AGUA POTABLE

5.1 El agua potable no debe contener elementos o sustancias químicas en concentraciones totales mayores que las indicadas en la tabla 2.

TABLA 2 - Contenido máximo de elementos y sustancias químicas.

S U S T A N C I A	UNIDAD	EXPRESADO COMO	LIMITE MAXIMO mg/l
Amoníaco	mg/l	N	0,25
Arsénico	mg/l	As	0,05
Cadmio		Cd	0,01
Cianuro		CN <sup>-</sup>	0,20
Cloruros		Cl <sup>-</sup>	250*)
Cobre		Cu	1,0*)
Compuestos fenólicos		Fenol	0,002
Cromo hexavalente		Cr	0,05
Detergente		SAM	0,50
Flúor		F <sup>-</sup>	1,5
Hierro		Fe	0,3*)
Magnesio		Mg	125
Manganeso		Mn	0,10*)
Mercurio		Hg	0,001
Nitratos		N	10*)
Nitritos		N	1,0
Plomo		Pb	0,05
Residuos sólidos filtrables		-	1 000*)
Selenio		Se	0,01
Sulfatos		SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	250*)
Zinc		Zn	5,0*)

\*) El Ministerio de Salud puede aceptar un contenido mayor de estas sustancias.

TABLA 1 - Pautas para interpretar la calidad de agua para riego.

CARACTERISTICA	UNIDAD	GRADO DE RESTRICCIÓN EN EL USO		
		NINGUNA	LEVE A MODERADA	SEVERA
<u>Salinidad<sup>1)</sup></u>				
conductividad eléctrica a 25 °C (CE <sub>a</sub> ) <sup>2)</sup>	dS/m o mmho/cm	< 0,7	0,7 - 3,0	> 3,0
sólidos disueltos totales (SDT)	mg/L	< 450	450 - 2 000	> 2 000
<u>Permeabilidad<sup>3)4)</sup></u>				
RAS aj = 0 - 3 y CE <sub>a</sub> =		> 0,7	0,7 - 0,2	< 0,2
RAS aj = 3 - 6 y CE <sub>a</sub> =		> 1,2	1,2 - 0,3	< 0,3
RAS aj = 6 - 12 y CE <sub>a</sub> =		> 1,9	1,9 - 0,5	< 0,5
RAS aj = 12 - 20 y CE <sub>a</sub> =		> 2,9	2,9 - 1,3	< 1,3
RAS aj = 20 - 40 y CE <sub>a</sub> =		> 5,0	5,0 - 2,9	< 2,9
<u>Toxicidad específica de iones<sup>5)</sup></u>				
Sodio (Na)				
riego superficial	RAS	< 3	69 207 3 - 9	> 9
riego por aspersión	me/L	< 3	> 3	
Cloruro (Cl)				
riego superficial	me/L	< 4	142 355 4 - 10	> 10
riego por aspersión	me/L	< 3	< 3	
Boro (B)	mg/L	< 0,7	0,7 - 3,0	> 3,0
<u>Efectos diversos</u>				
Nitrógeno-nitratos y/o nitrógeno-amoniaco	mg/L	< 5	5 - 30	> 30
Bicarbonato (HCO <sub>3</sub> ) <sup>6)</sup>	me/L	< 1,5	1,5 - 8,5	> 8,5

## NOTAS

- 1) Afecta la disponibilidad de agua a los cultivos.
- 2) La unidad deciSiemens por metro a 25 °C (dS/m), es equivalente a la unidad milimho por centímetro (mmho/cm).
- 3) Afecta la velocidad de infiltración en el suelo.
- 4) Se evalúa usando simultáneamente la conductividad eléctrica (CE<sub>a</sub>) y la razón de adsorción de sodio ajustada (RAS aj).
- 5) Afecta a cultivos sensibles.
- 6) Aspersión sobre el follaje (overhead sprinkling) solamente.

## 5.2 pH.

El agua para riego puede tener un pH comprendido entre 5,5 y 9,0.

## 6 ELEMENTOS QUIMICOS

6.1 En la tabla 2, se dan los valores máximos recomendables para algunos elementos químicos en agua de riego (ver anexo B).

TABLA 2 - Concentraciones máximas recomendadas de elementos químicos en agua para riego, mg/L<sup>\*</sup>.

ELEMENTO		LIMITE MAXIMO
Aluminio	(Al)	5,0
Arsénico	(As)	0,10
Berilio	(Be)	0,10
Boro	(B)	Ver tabla 1
Cadmio	(Cd)	0,01
Cobalto	(Co)	0,05
Cobre	(Cu)	0,20
Cromo	(Cr)	0,10
Fluoruro	(F <sup>-</sup> )	1,0
Hierro	(Fe)	5,0
Litio	(Li)	2,5
Litio (cítricos)	(Li)	0,075
Manganeso	(Mn)	0,20
Molibdeno	(Mo)	0,01
Níquel	(Ni)	0,20
Plomo	(Pb)	5,0
Selenio	(Se)	0,02
Vanadio	(V)	0,10
Zinc	(Zn)	2,0

\* ) La Autoridad Competente podrá autorizar valores mayores o menores para los límites máximos de cada uno de los elementos de la tabla 1, mediante Resolución fundada, en aquellos casos calificados que así lo determinen.

## 6 REQUISITOS PARA AGUA DESTINADA A RECREACION

6.1 Recreación con contacto directo.

El agua destinada a recreación con contacto directo (natación, buceo, esquí acuático), debe cumplir como mínimo con los requisitos que se indican en tabla 1.

TABLA 1 - Requisitos del agua para recreación con contacto directo.

CARACTERISTICA	REQUISITO			
	NCh1333.0f78	REVISION AÑO 1986		REVISION AÑO 1987
		LIMITE ACCEPTABLE	LIMITE TOLERABLE	
pH	6,5 a 8,3 excepto si las condiciones naturales de las aguas muestren valores diferentes, pero en ningún caso menor de 5,0 ó mayor de 9,0	6,5 mín. 8,5 máx.	5,5 mín. 9 máx.	5,0 a 9,0
Temperatura, °C, máximo	30	30	30	30*)
Claridad, mínimo <sup>**)</sup>	Visualización de discos Secchi a 1,20 m de profundidad	Eliminado		Eliminado
Sólidos flotantes visibles y espumas no naturales	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes

(continúa)

Nº Muestra	Parámetro	Prom.	(máx/mín)	Unidad
RIO AZUFRE ANTES TACORA (1956/1957)				
3	P H	2,17	(2,3/2,0)	-
2	Conductiv.	5,090	(5,180/5000)	µmhos/cm
3	Arsénico	1,83	(2,04/1,52)	mg/l
2	Boro	8,95	(10,5/7,4)	mg/l
RIO AZUFRE DESPUES DE TACORA (1956/1957)				
3	P H	1,87	(2,0/1,8)	-
2	Conductiv.	10,740	(11,490/10,000)	µmhos/cm
3	Arsénico	5,266	(5,466/4,880)	mg/l
2	Boro	26,5	(27,0/26,0)	mg/l
RIO AZUFRE ANTES DE CARACARANI (1962/1980)				
127	P H	2,21	(2,90/1,30)	-
127	Conductiv.	8,980	(21,740/2,290)	µmhos/cm
26	Arsénico	1,100	(4,08/0,00)	mg/l
94	Boro	17,35	(51,0/2,1)	mg/l

RIO CARACARANI				
Nº Muestra	Parámetro	Prom.	(máx/mín)	Unidad
RIO CARACARANI EN HUMAPALCA (1956/1983)				
129	P H	7,55	(8,45/6,77)	-
128	Conductiv.	1,500	(3770/920)	µmhos/cm
21	Arsénico	0,070	(0,172/0,000)	mg/l
104	Boro	2,95	(14,00/0,70)	mg/l
RIO CARACARANI EN ALCKERRECA (1956-1983)				
98	P H	5,81	(8,04/2,67)	-
97	Conductiv.	1,378	(2,910/920)	µmhos/cm
22	Arsénico	0,117	(0,340/0,000)	mg/l
81	Boro	3,51	(26,0/0,07)	mg/l

RIO COLPITAS EN ALCKERRECA (1956-1983)				
Nº Muestra	Parámetro	Prom.	(máx/mín)	Unidad
126	P H	7,56	(8,20/5,20)	-
125	Conductiv.	2,480	(6,770/1410)	µmhos/cm
25	Arsénico	0,416	(2,512/0,005)	mg/l
93	Boro	18,70	(40,7/0,00)	mg/l

RIO CAQUEÑA EN VERTEDERO (1970-1983)				
Nº Muestra	Parámetro	Prom.	(máx/mín)	Unidad
32	P H	7,86	(8,50/7,32)	-
32	Conductiv.	1,250	(1800/830)	µmhos/cm
21	Arsénico	0,095	(0,276/0,000)	mg/l
30	Boro	3,19	(7,36/0,00)	mg/l

RIO LAUCA				
Nº Muestra	Parámetro	Prom.	(máx/mín)	Unidad
RIO DESAGUADERO EN COTACOTANI (1961/1983)				
51	P H	7,99	(8,72/7,18)	-
51	Conductiv.	8,20	(1030/660)	µmhos/cm
27	Arsénico	0,020	(0,175/0,000)	mg/l
46	Boro	1,27	(9,20/0,00)	mg/l
RIO LAUCA EN KM. 3,3 (1960-1983)				
44	P H	7,81	(8,58/7,00)	-
44	Conductiv.	690	(980/450)	µmhos/cm
18	Arsénico	0,049	(0,162/0,000)	mg/l
36	Boro	1,39	(4,35/0,00)	mg/l
RIO LAUCA EN EST. EL LAGO (1967-1983)				
39	P H	7,86	(9,30/7,00)	-
39	Conductiv.	470	(680/350)	µmhos/cm
21	Arsénico	0,213	(0,476/0,000)	mg/l
33	Boro	1,80	(5,80/0,00)	mg/l
RIO GUALLATIRE EN GUALLATIRE (1968/1983)				
51	P H	7,62	(8,49/6,55)	-
51	Conductiv.	640	(760/580)	µmhos/cm
33	Arsénico	0,017	(0,183/0,000)	mg/l
44	Boro	1,24	(5,18/0,00)	mg/l
RIO LAUCA EN JAPU (1968-1983)				
23	P H	7,50	(8,24/6,75)	-
22	Conductiv.	690	(1070/410)	µmhos/cm
13	Arsénico	0,125	(0,205/0,029)	mg/l
21	Boro	2,95	(12,10/0,00)	mg/l

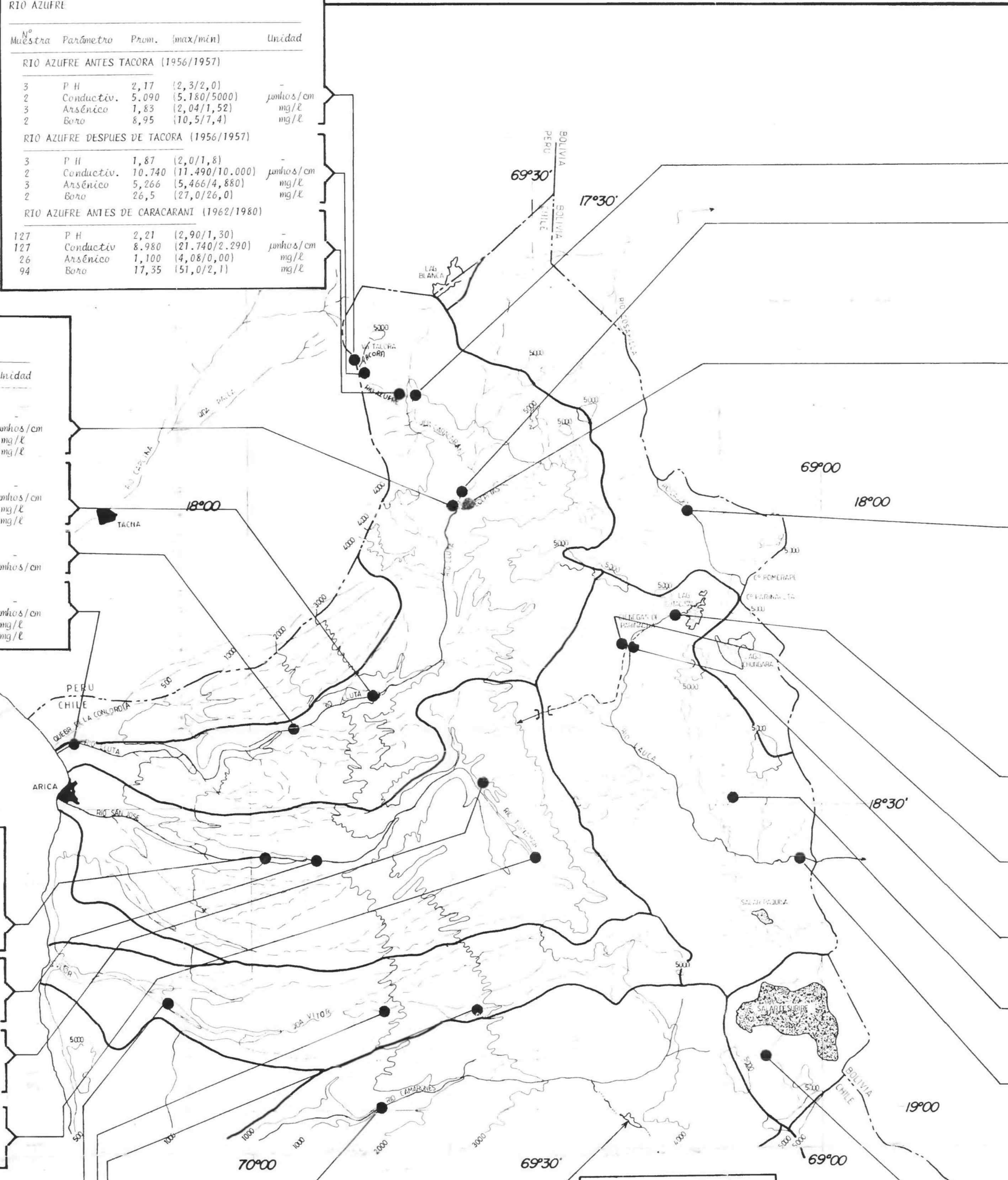
RIO SAN JOSÉ				
Nº Muestra	Parámetro	Prom.	(máx/mín)	Unidad
RIO SAN JOSÉ EN BOCATOMA (1968-1983)				
62	P H	8,01	(8,62/6,90)	-
62	Conductiv.	780	(1,200/320)	µmhos/cm
43	Arsénico	0,045	(0,132/0,000)	mg/l
50	Boro	1,33	(4,50/0,00)	mg/l
RIO SAN JOSÉ EN AUSTIPAR (1969-1981)				
35	P H	8,02	(8,60/7,30)	-
35	Conductiv.	820	(960/420)	µmhos/cm
12	Arsénico	0,087	(0,242/0,000)	mg/l
18	Boro	1,076	(2,75/0,00)	mg/l
RIO BELEN EN MISANA (1976-1978)				
3	P H	7,14	(7,50/6,81)	-
3	Conductiv.	200	(220/190)	µmhos/cm
3	Arsénico	0,025	(0,037/0,014)	mg/l
3	Boro	2,11	(5,04/0,00)	mg/l
RIO TIGNAMAR EN TIGNAMAR (1974-1976)				
2	P H	7,28	(7,70/6,86)	-
2	Conductiv.	300	(330/280)	µmhos/cm
2	Arsénico	0,004	(0,007/0,000)	mg/l
2	Boro	3,50	(6,05/0,95)	mg/l

RIO SAN JOSÉ				
Nº Muestra	Parámetro	Prom.	(máx/mín)	Unidad
QUEBRADA VITOR EN CODPA				
QUEBRADA VITOR EN CHACA (1972-1977)				
10	P H	7,21	(8,00/6,30)	-
10	Conductiv.	520	(930/240)	µmhos/cm
4	Arsénico	0,041	(0,172/0,000)	mg/l
9	Boro	0,58	(2,10/0,00)	mg/l
QUEBRADA CODPA EN CODPA (1969-1978)				
55	P H	6,81	(7,70/6,10)	-
55	Conductiv.	510	(860/160)	µmhos/cm
9	Arsénico	0,007	(0,020/0,000)	mg/l
21	Boro	0,70	(2,00/0,00)	mg/l
QUEBRADA CODPA EN CHITITA (1971-1978)				
18	P H	6,70	(7,36/5,35)	-
18	Conductiv.	340	(520/170)	µmhos/cm
12	Arsénico	0,003	(0,010/0,000)	mg/l
13	Boro	0,76	(2,35/0,00)	mg/l

RIO CAMARONES EN TALTAPE (1969-1983)				
Nº Muestra	Parámetro	Prom.	(máx/mín)	Unidad
11	P H	7,76	(8,35/7,10)	-
11	Conductiv.	2,500	(3600/2100)	µmhos/cm
1	Arsénico	1,073	(1,172/1,60)	mg/l
7	Boro	9,35	(11,72/1,60)	mg/l

TRANQUE CARITAYA (1970)				
Nº Muestra	Parámetro	Prom.	(máx/mín)	Unidad
1	P H	7,30	-	-
1	Conductiv.	3000	-	µmhos/cm
1	Arsénico	0,360	-	mg/l
1	Boro	9,00	-	mg/l

RIO SURIRE EN SURIRE (1970-1977)				
Nº Muestra	Parámetro	Prom.	(máx/mín)	Unidad
14	P H	7,74	(8,20/7,20)	-
14	Conductiv.	710	(950/600)	µmhos/cm
8	Arsénico	0,097	(0,170/0,000)	mg/l
11	Boro	1,73	(5,10/0,00)	mg/l

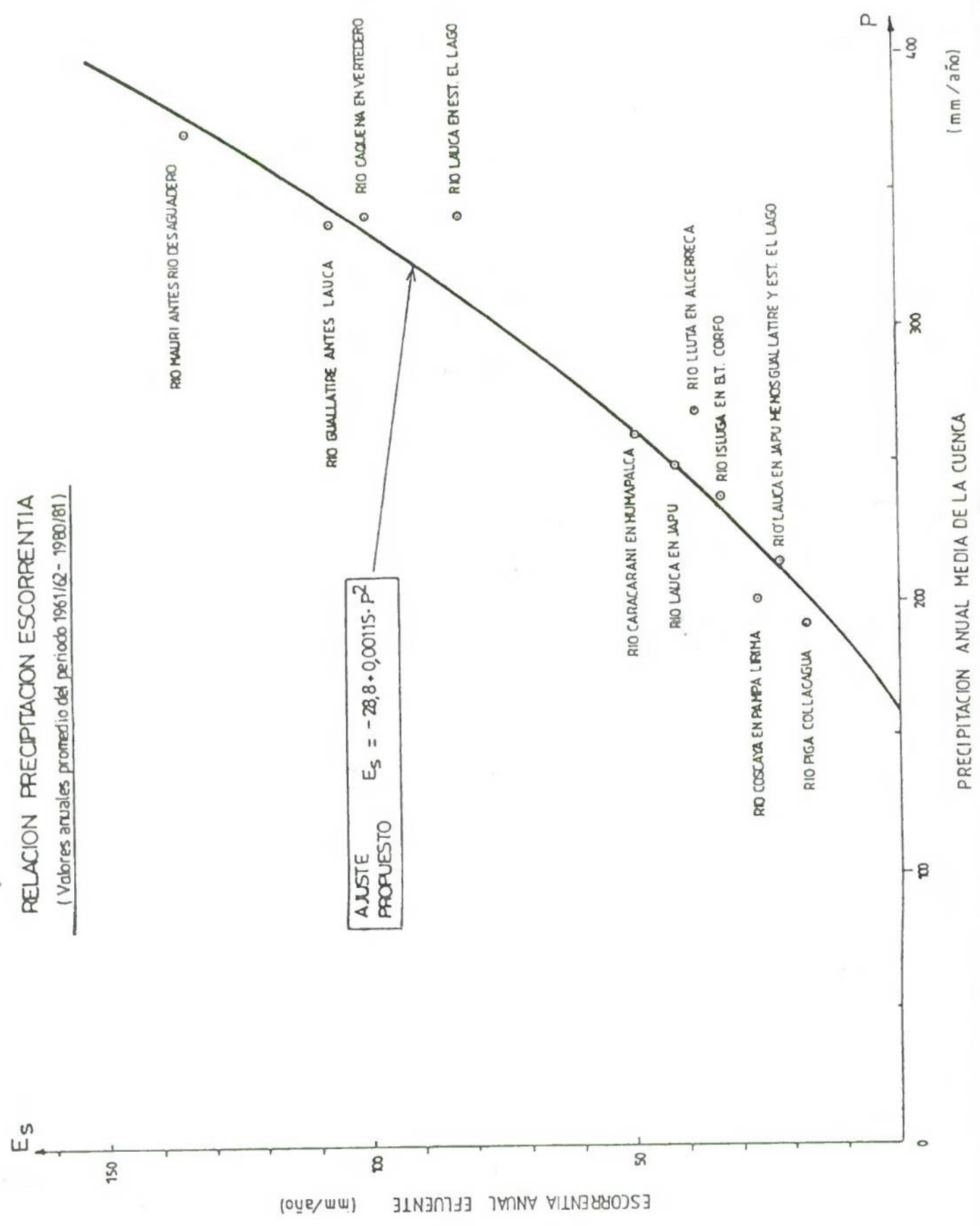


NOTA: Límites internacionales neutrales -

DIRECTOR GENERAL Ing. EUGENIO LOBO PARGA		MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS DIRECCION GENERAL DE AGUAS DEPARTAMENTO DE HIDROLOGIA		NOMBRE DEL PLANO <b>QUIMICA AGUAS SUPERFICIALES</b>	
JEFE DEPTO. HIDROLOGIA ING. ENRIQUE GARCIA M.	JEFE SUB-DEPTO. ESTADISTICO ING. HUMBERTO PEÑA I.	NOMBRE PROYECTO <b>RECURSOS HIDRICOS PROVINCIAS DE ARICA Y PARINACOTA</b>		ESCALA 1:50000	Nº DE PLANOS 1
PROYECTISTA Ing. ALEJANDRO GRILLI D.T.		DISEÑANTE ING. HUMBERTO PEÑA I.		FECHA APROB.	REV.

CONCLUSIONES PRINCIPALES

RELACION PRECIPITACION ESCORRENTIA  
 (Valores anuales promedio del periodo 1961/62 - 1980/81)



BALANCE HIDRICO PROMEDIO ANUAL  
PROVINCIAS DE ARICA Y PARINACOTA

CUENCAS CHILENAS	Area (Km <sup>2</sup> )	Precip. (m <sup>3</sup> /s)	Escorr. (m <sup>3</sup> /s)	ETR(m <sup>3</sup> /s)		E(m <sup>3</sup> /s) Lag-Sal	Error (m <sup>3</sup> /s)
				Nat.	Reg.		
CAQUENA-COSAPILLA	1.268	13,5	3,67	9,87	-	-	?
CONCORDIA-ESCRITOS	777	0,31	-	0,31	-	-	?
CHUNGARA	257	2,78	0	1,75	-	0,70	+0,33
LAUCA	2.406	19,0	2,46	15,3	-	0,42	+0,07
SURIRE	537	4,27	0	2,43	-	1,84	?
LLUTA	3.447	19,7	1,44	17,3	0,83	-	+0,13
SAN JOSE	3.070	7,67	0	6,95	1,33	-	?
VITOR	1.590	3,51	0,08	3,25	0,07	-	?
COSTERAS ENTRE SAN JOSE Y CAMARONES	1.150	0	0	0	0	-	?
TOTAL							
(m <sup>3</sup> /s)	14.502	70,74	7,65	57,16	2,23	2,96	+0,74
(%)	86 (*)	100	11	81	3	4	1

NOTA: (\*) Superficie total : 16.924,6 Km<sup>2</sup> (I.G.M.)



PROVINCIAS DE ARICA Y PARINACOTA

RECURSOS HIDRICOS DISPONIBLES

(valores promedio anual período 1961/62-1980/81)

Precipitación	:	70,74	m <sup>3</sup> /s.	
ETR natural	:	<u>57,16</u>	m <sup>3</sup> /s.	
Disponibilidad natural	:	13,58	m <sup>3</sup> /s.	
Consumos	:	2,23	m <sup>3</sup> /s.	
Recursos existentes	:	11,35	m <sup>3</sup> /s.	(100%)

DISTRIBUCIÓN DE LOS RECURSOS HIDRICOS EXISTENTES  
prov. Arica y Parinacota

Evaporación desde Lagos y Salares 2,96 m<sup>3</sup>/s ( 26%)

Caudal producido en Chile, escurriendo:

- hacia Bolivia 6,13 m<sup>3</sup>/s ( 54%)

- hacia el Océano 1,52 m<sup>3</sup>/s ( 13%)

Error Estimación 0,74 m<sup>3</sup>/s ( 7%)

T O T A L DISPONIBLES 11,35 m<sup>3</sup>/s (100%)