

5-318

INVENTARIO DE BIENES CULTURALES



14854

2008



DIRECCION REGIONAL DE AGRICULTURA Y ALIMENTACION

O R D E T A M

ESTUDIO HIDROGEOLOGICO - PAMPAS DE LA YARADA
Y HOSPICIO (TACNA)

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA

VOLUMEN N° 2.



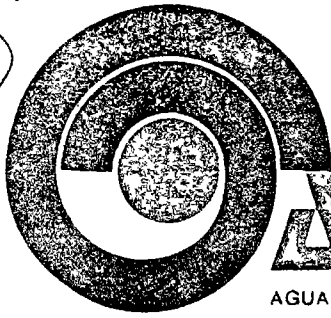
- CLIMATOLOGIA
- HIDROLOGIA
- BALANCE DE LA NAPA

LIMA 1980

PK 1591

3517-JIC

3



OASCOESA

AGUAS SUBTERRANEAS CONSULTORIA Y SERVICIOS S A

DIRECCION REGIONAL DE AGRICULTURA Y ALIMENTACION

¿ ORDETAM

ESTUDIO HIDROGEOLOGICO-PAMPAS DE LA YARADA
Y HOSPICIO(TACNA)

VOLUMEN N°2

CLIMATOLOGIA
HIDROLOGIA
BALANCE DE LA NAPA



Lima, Agosto de 1980

CLIMATOLOGIA

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA



CLIMATOLOGIA

Objetivo del Estudio Climático

La intervención del factor climático dentro de un estudio hidrogeológico tiene como objetivo definir la naturaleza del ciclo del agua, del cual a su vez forma parte el escurrimiento subterráneo a través de las formaciones acuíferas, cuya evaluación es el objetivo principal del presente estudio.

Es necesario remarcar que el ciclo del agua está en función directa de los parámetros climáticos, la lluvia, primer estado del ciclo hidrológico es afectado por la evaporación, lo cual a su vez depende de la temperatura, de la velocidad del viento, de las horas de sol, de la humedad atmosférica, etc. La escorrentía es solo el excedente entre la lluvia y la evaporación, y cuando se habla de escorrentía subterránea intervienen aún otra gama de factores, especialmente litológicos, que en definitiva son los que determinan la magnitud de este escurrimiento y por consecuencia la magnitud de la alimentación al acuífero.

Red Meteorológica

La red de estaciones meteorológicas con que cuenta actualmente la cuenca del río Caplina no satisface los requerimientos de información para la realización de un

RED DE ESTACIONES METEOROLOGICASCuencas Caplina, Maure, Sama, Locama

NOMBRE	CUENCA	LONGITUD	LATITUD	ALTITUD	TIPO	PERIODO	ENTIDAD
Tacna	Caplina	70° 15'	18° 02'	460	M	50-79	SENAMHI
Magollo	Caplina	70° 21'	18° 04'	590	PLU	64-79	SENAMHI
Calana	Caplina	70° 11'	17° 56'	890	PLU	63-79	SENAMHI
Calientes	Caplina	70° 07'	17° 52'	1480	PLU	63-79	SENAMHI
Paica	Caplina	69° 53'	17° 46'	3142	PLU	65-79	SENAMHI
Toquele	Caplina	69° 56'	17° 33'	3650	PLU	63-79	SENAMHI
Faucarani	Maure	69° 46'	17° 31'	4600	PLU	47	SENAMHI
Manocruz	Maure	69° 42'	16° 45'	4010	PLU		SENAMHI
Vilacota	Maure	70° 03'	17° 07'	4400	PLU	64-79	SENAMHI
Capazo	Maure	69° 45'	17° 11'	4400	PLU	64-79	SENAMHI
Challapalca	Maure	69° 47'	17° 13'	4230	PLU	64-79	SENAMHI
Okunpalca	Maure	69° 33'	17° 17'	4170	PLU	64-79	SENAMHI
Talabaya	Sama	69° 50'	17° 33'	3400	PLU	65-79	SENAMHI
Sitajara	Sama	70° 03'	17° 22'	3910	PLU	64-79	SENAMHI

Cuencas Caplina, Maure, Sama y Locuma.

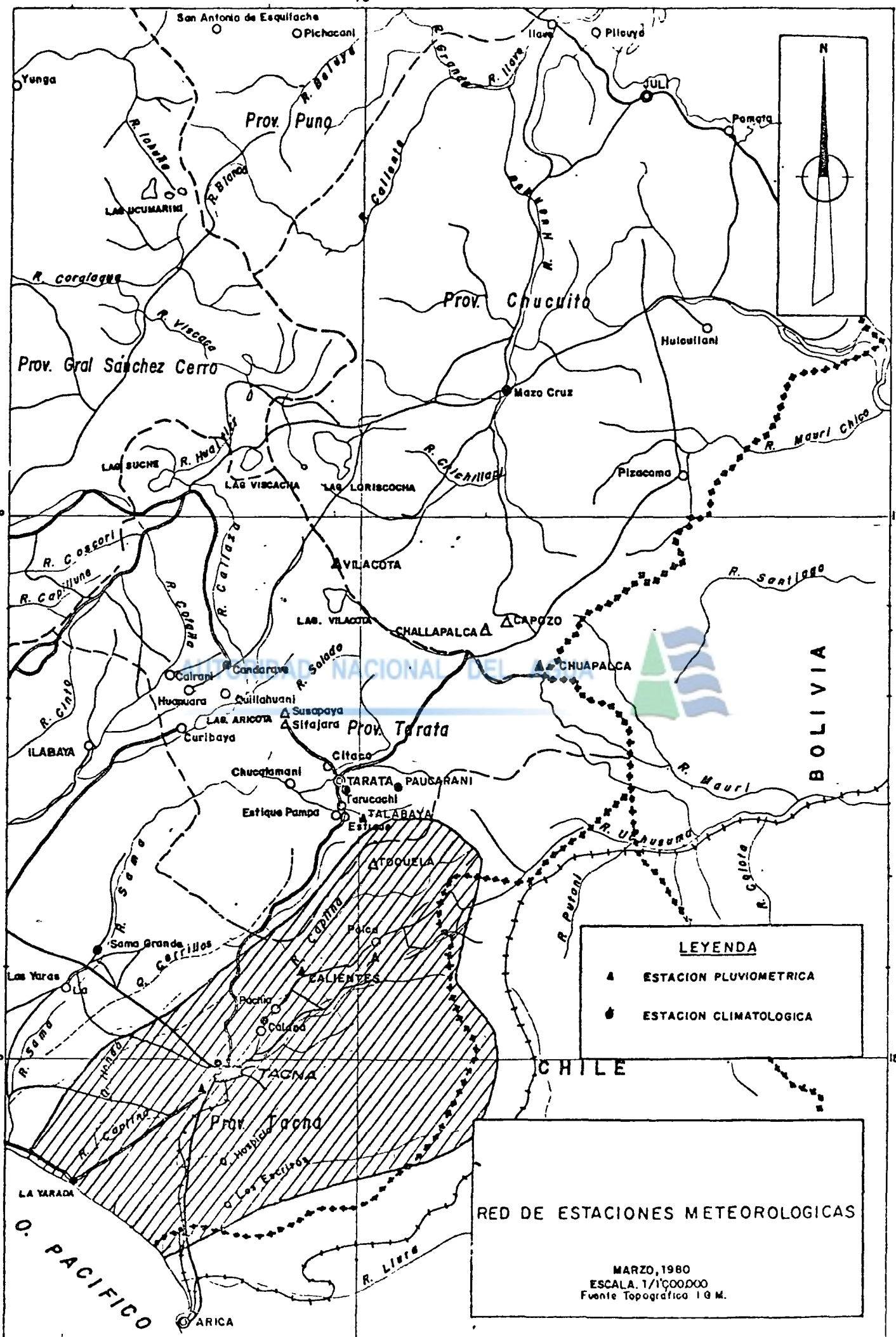
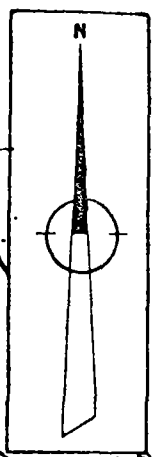
NOMBRE	CUENCA	LONGITUD	LATITUD	ALTITUD	TIPO	PERIODO	ENTIDAD
Puquio	Sama	70° 23'	17° 47'	850	PLU	64-79	
Susapaya	Sama	70° 08'	17° 21'	3003	PLU	64-79	
Tarata	Sama	70° 23'	17° 28'	3075	M	64-79	
Candarave	Locuma	70° 15'	17° 16'	3415	M	64-79	SENAMHI
Lag. Suche	Locuma	70° 29'	16° 50'	4452	CO	56-79	SENAMHI
Tacalaya	Locuma	70° 23'	17° 03'	4510	CO	53-79	SENAMHI

M = Meteorológica
 PLU = Pluviométrica
 CO = Climatológica

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA



70°



LEYENDA

- ▲ ESTACION PLUVIOMETRICA
- ESTACION CLIMATOLOGICA

RED DE ESTACIONES METEOROLOGICAS

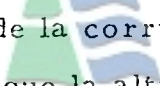
MARZO, 1980
 ESCALA. 1/1'000'000
 Fuente Topográfica I G M.



Esta primera división, muy general, se justifica por la existencia de un desfase marcado en las estaciones: El invierno austral de la Costa (Abril-Noviembre), caracterizado por una fuerte nubosidad, débil precipitación y una baja sensible de la temperatura, corresponde a la estación seca de la Sierra; e inversamente a la estación de lluvias en la Sierra (Noviembre - Marzo) coincide con el verano de la Costa.

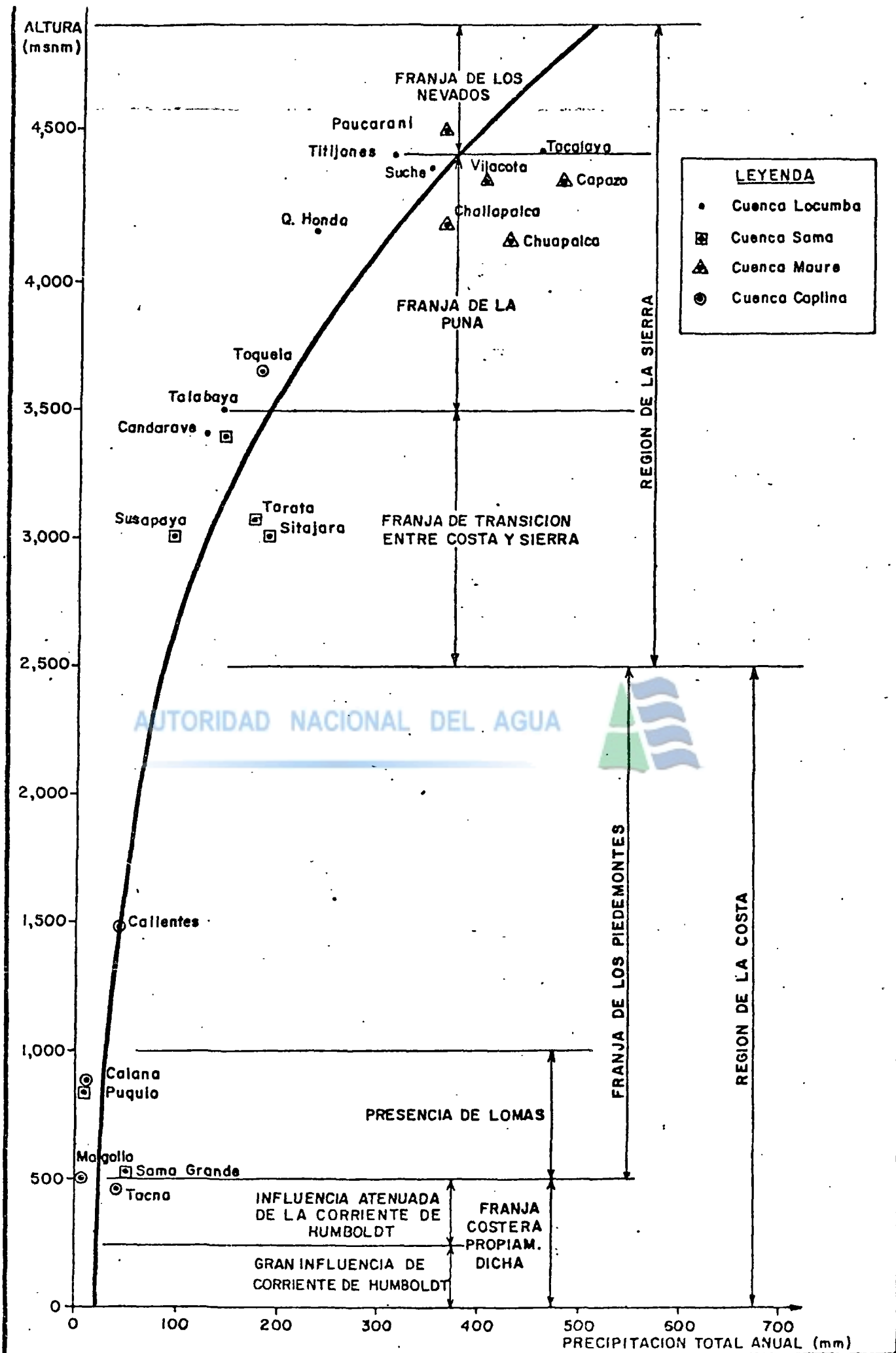
Sin embargo, cada uno de estos grandes pisos climáticos se subdivide en sub-regiones, como bien se muestra en el esquema de la figura 3, con características climáticas muy propias, determinadas especialmente por condiciones muy locales :

- El Clima en la Franja Costera

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA 

En la Costa, es la influencia de la corriente de Humboldt que predomina más que la altitud. El mayor o menor alejamiento del litoral hacia el continente, permite habitualmente ciertos cambios en la naturaleza de los parámetros climáticos, de manera que es posible distinguir como mínimo 3 sub-tipos de clima.

- a. La Franja Costera propiamente dicha, comprendida entre 0 y 600 m. s. n. m., hasta los 250 de altitud, las precipitaciones son prácticamente nulas (5 mm/año) y se producen exclusivamente sobre la forma de



brumas con predominancia en el mes de julio, y la nubosidad casi permanente durante el año, reduce considerablemente la insolación y por ende la evaporación.

La amplitud térmica entre las estaciones no está marcada, alcanzando como máximo 10°C . La media anual de las temperaturas se sitúan a los alrededores de 18°C , las máximas a 28°C y las mínimas excepcionalmente a 11°C . La higrometría alcanza frecuentemente valores superiores a 75 %, lo cual contribuye junto con los otros parámetros climáticos a justificar la denominación de desierto brumoso para esta zona.

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA



Entre 250 y 600 m. de altitud, - la influencia regulatriz de corriente marina fría de Humboldt se atenúa, dando como resultado un incremento sensible de las amplitudes térmicas (33°C en Tacna en el mes de Febrero) y 9°C como mínimo en julio (Amplitud máxima). Las brumas son menos persistentes en el piso anterior y se producen frecuentemente entre los meses de julio y setiembre, ellos son en general suficientemente húmedas pudiendo totalizar hasta 50 mm/año.

El efecto hidrológico de estas pluviosidades es nulo, ellas no^s producen casi nunca en forma de verdaderas precipitaciones.

Las estaciones meteorológicas representativas de este piso climático son Tacna, Magollo, Corpac y Sama Grande, cuyos parámetros climáticos han sido esquematizados mediante la figura de la lámina 7.

- b. La Franja de los Piedemontes. -constituída mayormente por un conjunto de pliegues montañosos que limitan lateralmente a numerosos conos de deyección. Se extienden entre 600 y 2500 m. de altitud. Este piso climático contrasta fuertemente con la zona costera.

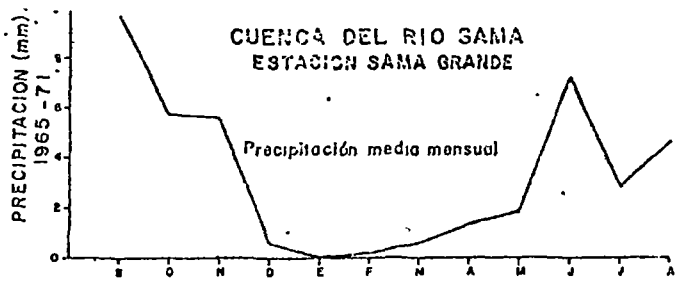
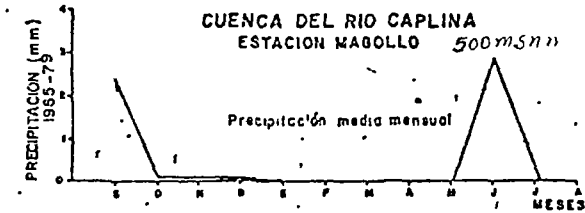
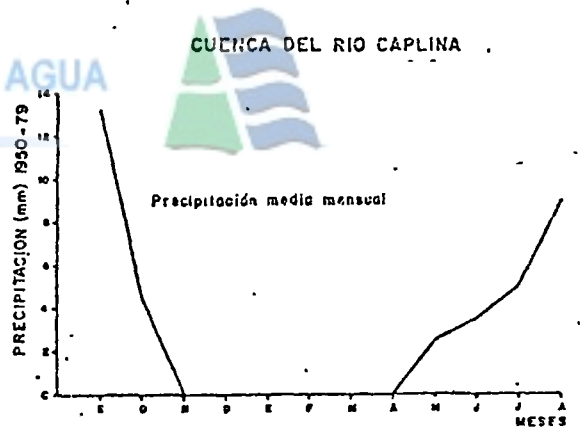
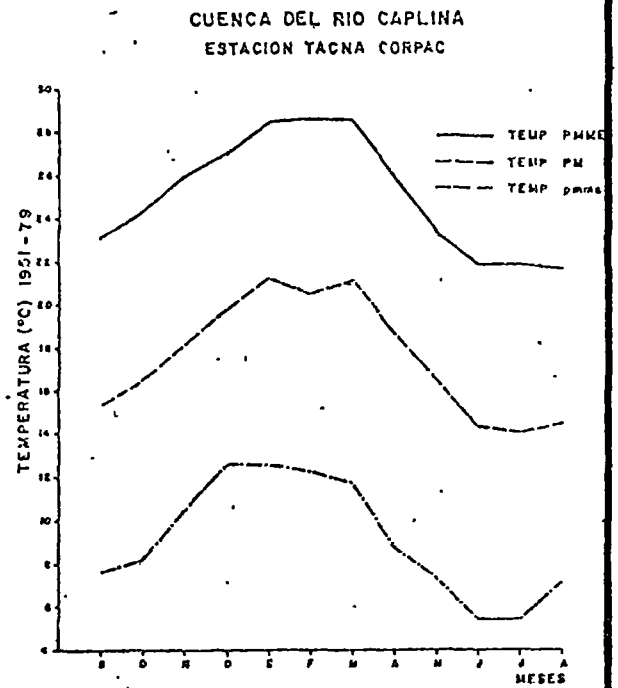
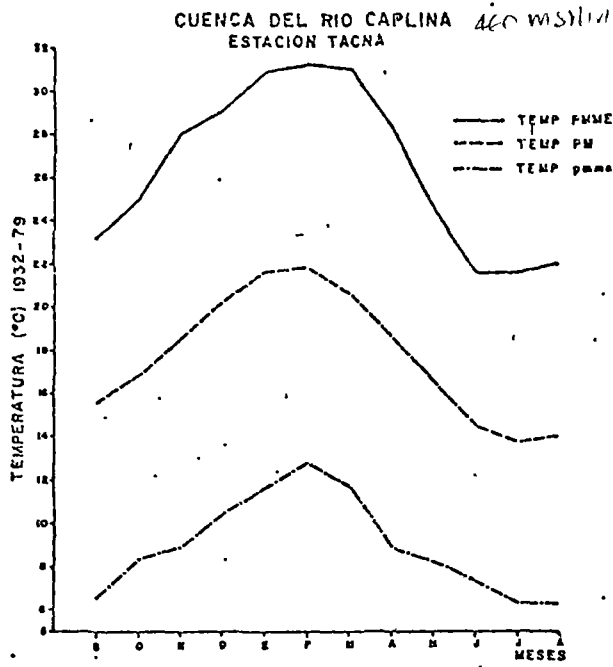
AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA



La insolación es casi total y permanente durante todo el año.

Las garuas ejercen su acción de manera aún débil, extendiéndose al interior de los conos de deyección cuando los años son húmedos. La Higrometría del aire es frecuentemente inferior al 70 % y las variaciones de temperatura son menos marcadas entre las estaciones, salvo en su límite superior (2500 m. s. n. m.), donde la altitud comien-

PARAMETROS CLIMATICOS DE LA FRANJA COSTERA



za a interferir. Cerca de los 2300 m. s. n. m. la amplitud térmica diaria puede alcanzar 30°.

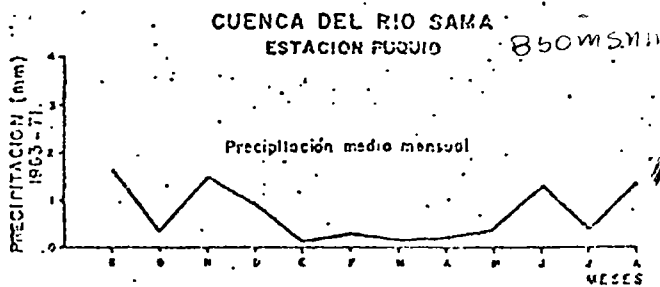
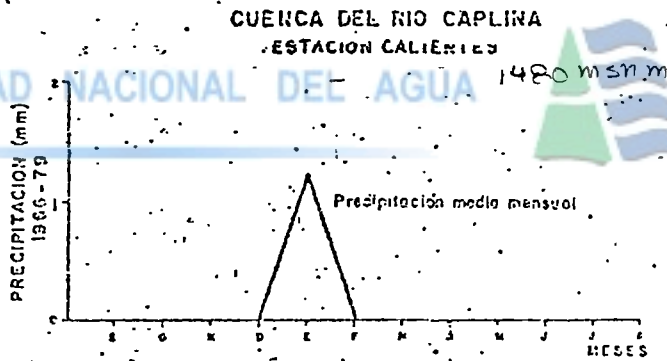
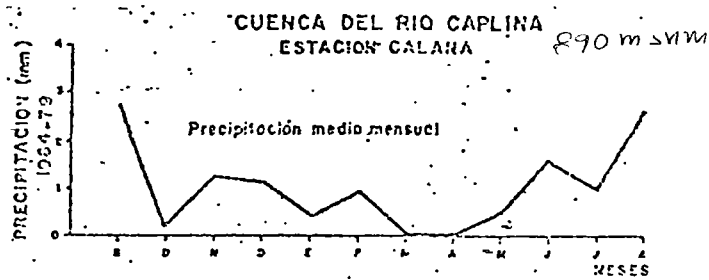
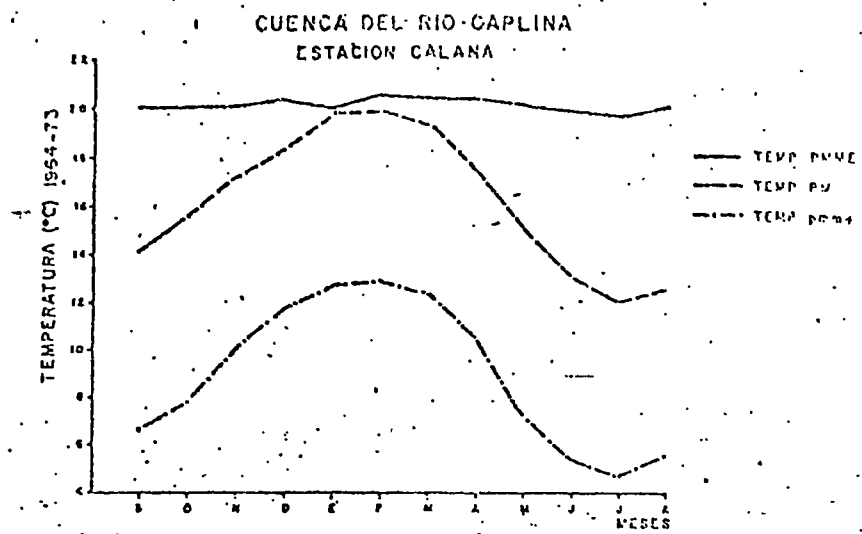
Entre 600 y 1500 m., las diferencias entre las medias mensuales del mes cálido y el más fresco son débiles (18°C en el mes de febrero y 17°C en el mes de julio); las amplitudes entre el día y la noche son mucho más marcadas, alcanzando hasta 30°C.

Por otro lado, por propia observación cualitativa se puede definir que en este piso se presenta una muy débil nubosidad tanto en el día como en la noche, una intensa insolación, y una lámina anual de precipitaciones que oscila entre 50 y 125 mm. La mala localización de los pluviómetros en el sector reflejan frecuentemente características climáticas muy localizadas, lo cual no permite precisar estos valores medios.

Las estaciones meteorológicas representativas de este piso climático se ubican en su límite inferior, ellos son: Calana, Puquio, Calientes, cuyos parámetros climáticos se esquematizan con las figuras de la Lámina 8.



PARAMETROS CLIMATICOS DE LA FRANJA DE LOS PIEDEMONTES



AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA



c. Los sectores denominados Lomas o Colinas poco marcadas, de altitud variada; pero siempre inferiores a 1500 m, constituyen dentro del piso altitudinal 600 á 2500 m. s. n. m. un fenómeno particular; estas colinas se extienden sobre todo entre 600 y 1,000 m de altitud, coronando en extensiones del tipo "pampas" con pendientes suaves, largamente abiertas hacia el litoral. Esta posición orográfica particular permite a las lomas recibir hasta 250 mm. de pluviosidad por año, pero siempre sobre la forma de brumas, donde un 75 % como mínimo ocurren en invierno. Estas brumas relativamente fuertes permiten el desarrollo de una vegetación herbácea, lo cual ha dado origen a la formación de una capa de suelo de escaso espesor. Las más caracterizadas de estas lomas son las pampas de Laygache y de la Cruz, entre los valles de Sama y Tacna.

No hay estación meteorológica representativa de estas formaciones climáticas y los valores que se dan respecto a los diversos parámetros climáticos se deducen a partir de otros lugares con características similares.

El Clima en la Sierra

La Sierra que se extiende más arriba de los 2500 m.s.n.m. posee un clima que está regido tanto por condiciones locales, como por factores de acción general, como la altitud, la orografía y la exposición; que introducen verdaderas variantes climáticas, contribuyendo a formar microclimas bien marcados .

Teniendo en cuenta la muy escasa densidad de estaciones climáticas y de su localización frecuentemente inadecuada en esta región, resulta muy delicado definir netamente diferentes zonas climáticas; sin embargo puede distinguirse hasta tres zonas.

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA

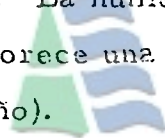


- a. Una zona de transición entre Costa y Sierra, comprendida entre 2500 y 3500 m, encerrando pequeñas subcuencas interiores situados generalmente entre 3000 y 3200 m. Es a partir de este piso climático que el ritmo estacional es inverso respecto a la Costa. La estación de lluvias dura generalmente del mes de diciembre a abril. Dentro de estos 4 meses caen casi la totalidad de lluvias, pudiendo alcanzar hasta un total anual de 300 mm. produciéndose en su gran mayoría sobre la forma de tormentas, acompañadas con grandes descargas eléctricas.

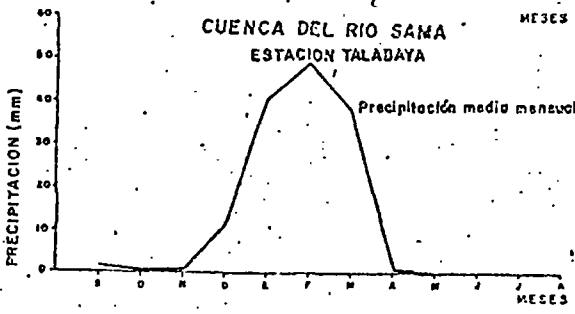
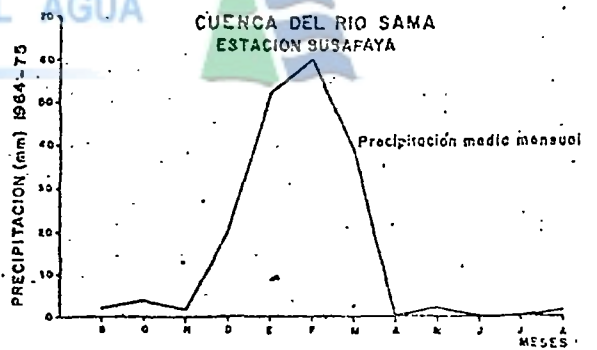
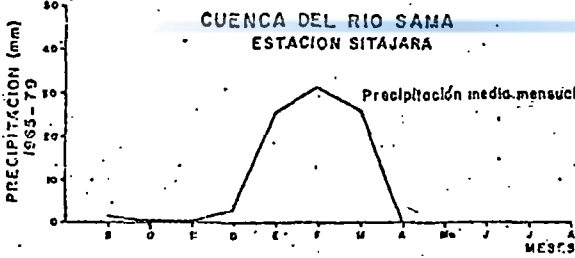
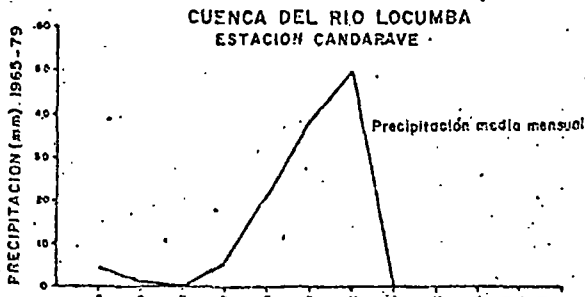
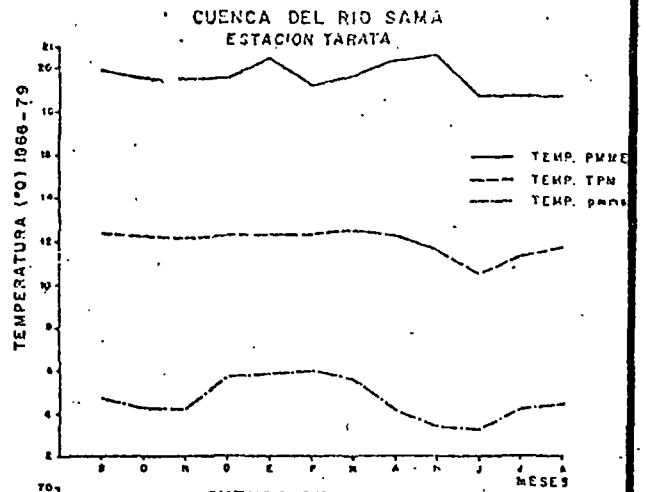
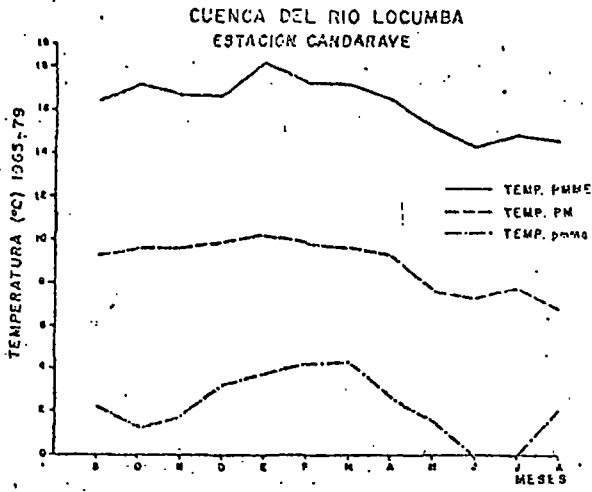
Durante la estación de lluvias, la nubosidad es muy fuerte y la temperatura oscila alrededor de 15°C, lo cual disminuye considerablemente la evaporación. La topografía de esta parte de la cuenca, que consiste frecuentemente en una sucesión de valles encajonados y de cubetas profundamente cortadas, norma fuertemente las características climáticas generales.

Es decir que mientras que las montañas y las planicies se benefician de lluvias orográficas, las quebradas o senderos profundos de la cuenca sufren déficits pluviométricos prolongados. Durante la estación seca, la insolación es muy fuerte. La humedad del aire es débil, lo cual favorece una fuerte evaporación (2500 mm/año).

Las estaciones meteorológicas representativas de este piso climático pertenecen a las cuencas del río Sama; ya que aún no han sido instalados las representativas de la cuenca del río Caplina. Estas estaciones son: Susapaya, Tarata, Sitajará, Talabaya y Condorave, cuya descripción esquemática de sus diversos parámetros climáticos se presentan en la lámina 9.



PARAMETROS CLIMATICOS DE LA ZONA DE TRANSICION
ENTRE COSTA Y SIERRA



- b. La Puna. - es la zona de altas planicies comprendidas entre 3500 y 4500 m de altitud, es decir más arriba de Tarata, Condarave, etc. Estas tierras, poco accidentados y muy abiertos, están sometidos a un régimen de vientos fuertes y permanentes. La temperatura anual no supera los 8°C. La media mensual la más caliente es 10°C y ocurre en el mes de marzo y la más fría 4°C en el mes de julio, los extremos pueden alcanzar 28°C en verano y 17°C en invierno.

Los totales pluviométricos registrados anualmente varían entre 300 y 365 mm., repartiéndose muy irregularmente durante el año, sólo el mes de febrero puede totalizar 160 mm. La nubosidad es nula aproximadamente durante 7 meses al año, período durante el cual la evaporación, por el fuerte régimen del viento y por el bajo contenido de humedad del aire, alcanza su valor máximo 3000 mm. (Estación de Puno 3800 m. s. n. m.).

Las aguas precipitadas y acumuladas durante la estación de lluvias bajo la forma de lagunas poco profundas pero muy extendidas en estas áreas sin pendiente, son fuer

temente afectados por los períodos secos. Es suficiente de 2 ó 3 años secos consecutivos para reducir significativamente estas reservas de agua naturales. Los balances hídricos globales en esta parte de la cuenca son mediocres; los principales aportes de agua superficial provienen esencialmente de altitudes superiores a 4500 m.

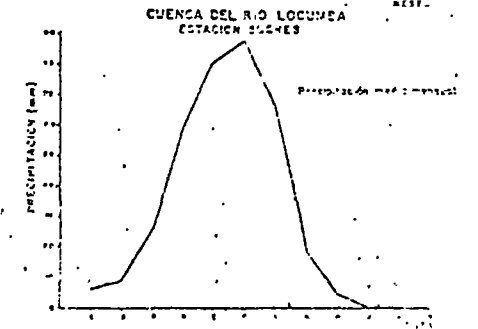
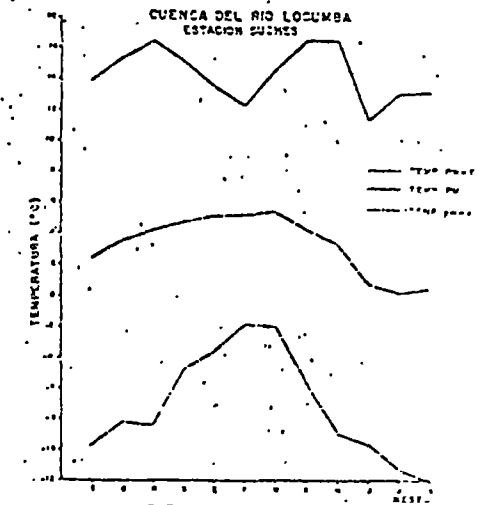
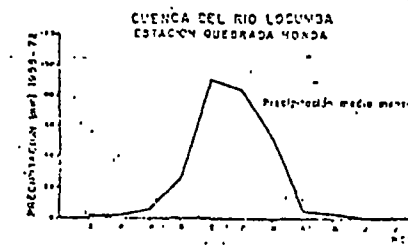
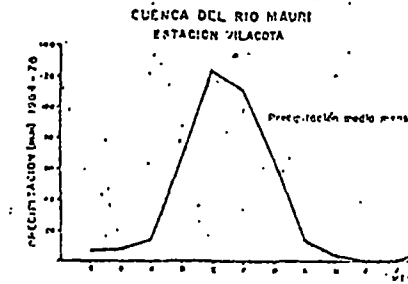
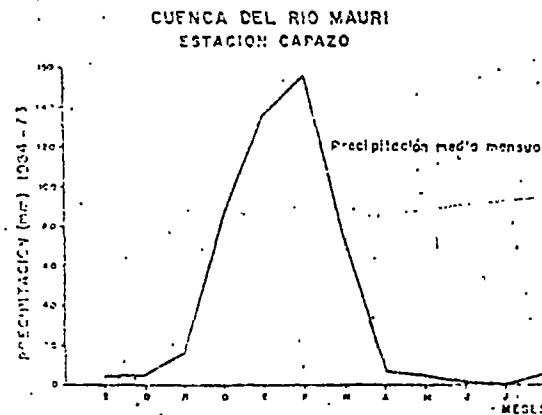
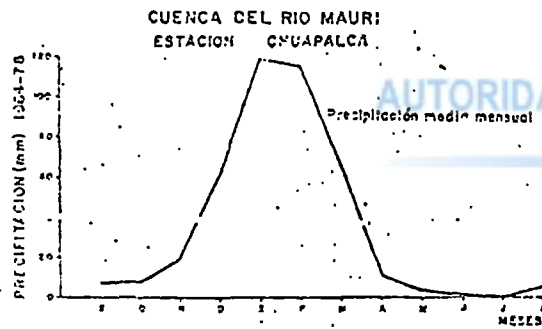
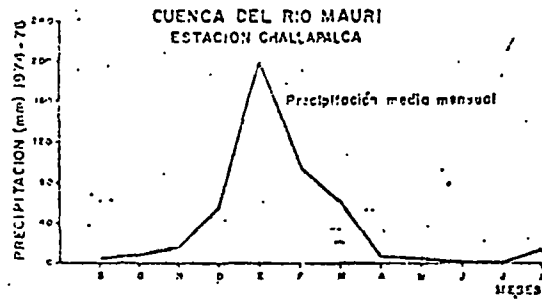
Las estaciones meteorológicas representativas de este piso son: Toquéla, Quebrada Honda, Lag. Suche, Vilacota, Challapalca, Chuapalca, Capazo, pertenecientes las dos primeras a la cuenca del río Locuma y las otras a la cuenca del río Maure.

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA

La esquematización gráfica de sus diversos parámetros se presentan en la lámina 10.

- c. Tierras fuertemente frías superiores a 4500 m. (lo que llamamos Región Nival). El régimen climático de estas zonas está caracterizado por fuertes amplitudes entre temperaturas, diurnas y nocturnas, estas alternancias marcadas de temperatura, condicionan a través del tiempo los procesos hidrológicos. Por otra parte la diferencia entre estación de lluvias y estaciones secas no son tan marcadas como en los pisos anteriores. La nubosidad

PARAMETROS CLIMATICOS DE LA REGION DE LA PUNA



AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA

nunca es totalmente nula, de tal suerte que subsiste la posibilidad de precipitaciones durante todo el año.

Teniendo en cuenta que el límite de las nieves perénnes se encuentran a los 5500 m de altitud y que los totales pluviométricos anuales pueden alcanzar 750 mm. (la medida anual varía entre 365 y 550 mm). Estas regiones pueden ser consideradas como una fuente permanente de aguas superficiales. Cuando la insolación es fuerte, las temperaturas diurnas son suficientemente elevados para provocar una fusión de las nieves y un deshielo superficial al medio día.

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA

Por otra parte a pesar de una fuerte insolación las pérdidas por evaporación son considerablemente reducidos por el hecho de que las aguas se hallan en estado líquido solamente 2 ó 3 horas.

El escurrimiento originado por la fusión de las nieves, se pierde entre las formaciones orgánicas más o menos espesas, alimentando flujos subsuperficiales y subterráneas que van a aparecer en los pisos altitudinales de menor cota, alimentando los cursos principales que alcanzan al valle Caplina.

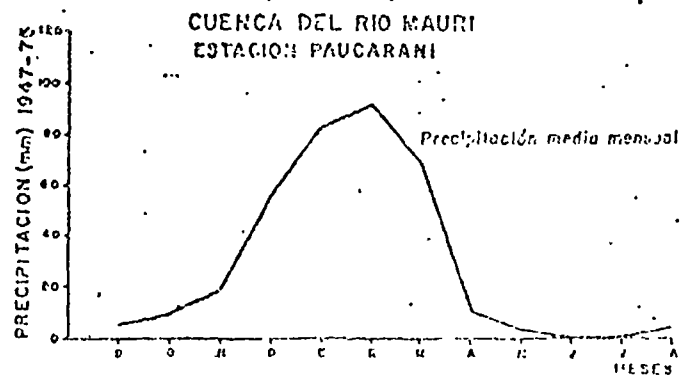
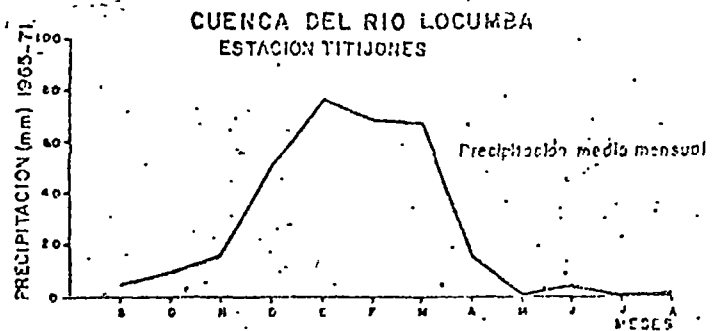
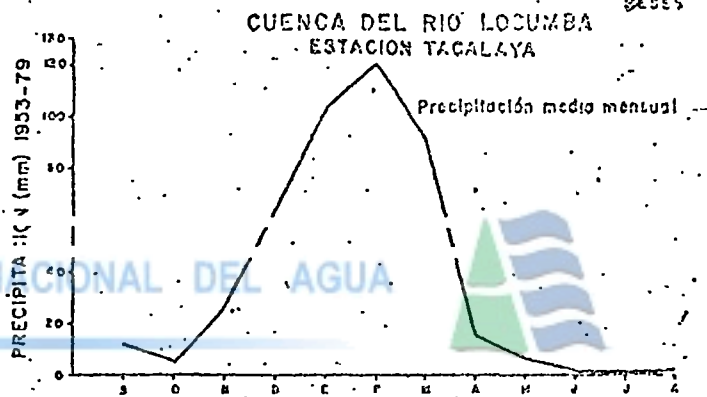
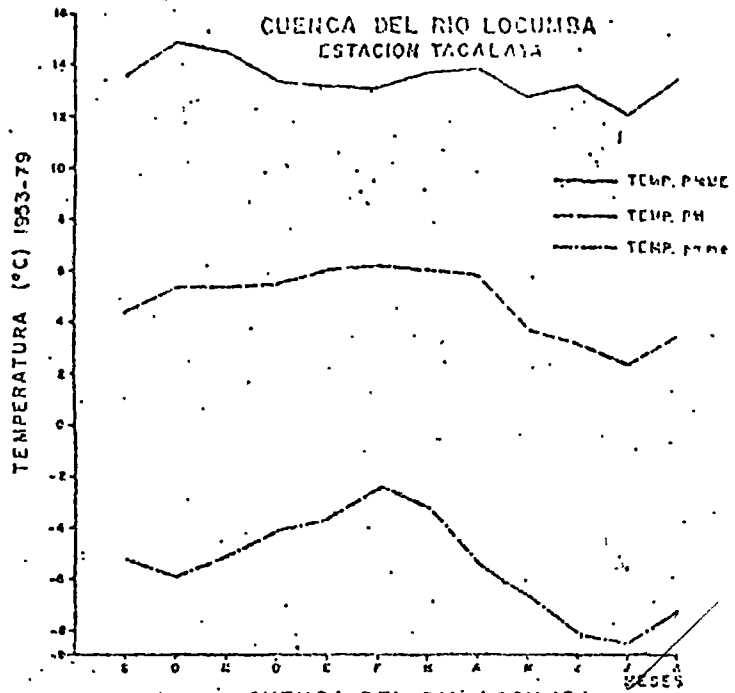
Las estaciones meteorológicas representativas de este piso son : Paucarni, Titijones y Tacalaya, la primera en la cuenca del río Maure y las siguientes en el río Locumba. (Lámina 11).

El balance hídrico global en estas zonas es positivo, es decir señala excedente significativo, constituyéndose en las principales fuentes del escurrimiento superficiales.

En resumen, y considerando un perfil que comprenda tanto la costa como la montaña en la región de Tacna, el esquema climático se presenta de la manera siguiente :

- Las Altas Sub-cuencas. Situadas a más arriba de los 3500 m. de altitud, de clima frío y donde las precipitaciones anuales, superan siempre los 300 mm. Esta zona gracias a sus reservas en agua sea bajo la forma de pequeñas lagunas o de nieve, y a pesar de ciertas pérdidas originadas por la evaporación y por la infiltración, puede ser considerada como que tiene un balance hidrológico positivo.
- Un piso climático de transición entre sierra y costa, donde las precipitaciones son prácticamente nulas, y que constituye una zona a través de cuyas quebradas se escurre la escorrentía proveniente de los pisos de mayor altitud.
- Finalmente, la costa con sus grandes y largos valles de orí -

PARAMETROS CLIMATICOS DE LA REGION NIVAL



AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA



gen tectónico rellenos de materiales transportados, constituyen la fuente donde se almacenan gran parte de las aguas superficiales perdidas por infiltración en los lechos de los ríos y en los canales de riego.

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA



AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA

HIDROLOGIA



HIDROLOGIA

Generalidades

El objetivo de este capítulo, es el de mostrar el comportamiento hidrológico del río Caplina, obtenido como resultado del análisis de la dinámica que sigue el ciclo hidrológico, desde su origen en las precipitaciones pluviales de la Cordillera del Barroso, hasta su captación y repartición en el valle de Tacna.

Para tal efecto se han analizado las características morfológicas principales de la cuenca, así como los parámetros hidrológicos : Precipitación, escurrimiento superficial y subterráneo, infiltración en los lechos de los ríos y en los canales, pérdidas por evapotranspiración, intercambio hidráulico entre cuencas vecinas. Todas estas características servirán para presentar el balance actual del agua, el cual ayudará al final a la esquematización hidráulica del acuífero, con fines de simular su dinámica mediante las técnicas de la modelización matemática.

- Características Morfológicas

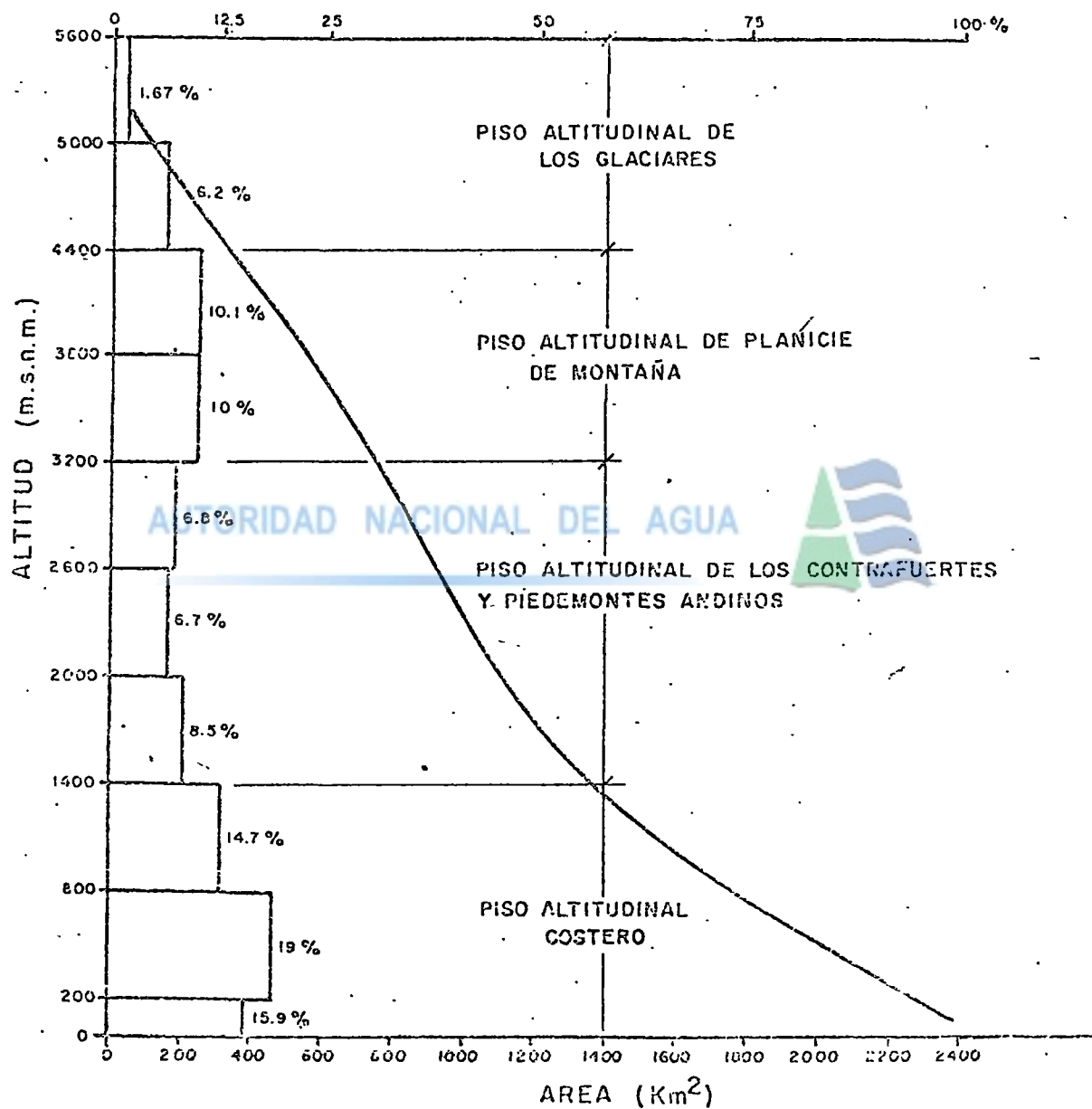
Si nuestro fin es conocer el comportamiento del ciclo hidrológico y establecer el balance del recurso hídrico, será conveniente mostrar en primer lugar, las características morfológicas de la cuenca, lo cual complementando con los análisis del comportamiento de los di

ferentes parámetros climáticos, permitirá definir de manera más completa la naturaleza del ciclo hidrológico. Para realizar el análisis morfológico, empezaremos primeramente por señalar que la cuenca del río Caplina, al igual que sus similares de la vertiente del Pacífico, presentan dos grandes unidades morfológicas. Una que corresponde al sector costero y que se inscribe entre el nivel del mar y los 1,400 m de altitud. La otra que corresponde al sector montañoso y que se extiende desde los 1,400 hasta los 6,000 m de altitud.

Cabe señalar, sin embargo, que estas dos grandes unidades morfológicas, se dividen aún en sub-unidades, cuyos factores de diferenciación son principalmente el cambio de altitud, la naturaleza del relieve y la extensión. Para una mayor objetivización de estas sub-unidades, se ha creído conveniente utilizar la curva hipsométrica (Figura 4) sobre la cual se destacan 4 pisos altitudinales: El sector costero representado por el piso altitudinal que va de 0.00 m a 1,400 m. s. n. m. y el sector montañoso representado por tres pisos altitudinales, que se extienden sucesivamente de la siguiente manera:

1. Piso Altitudinal entre 1,400 y 2,500 m. s. n. m.
2. Piso Altitudinal entre 2,500 y 4,000 m. s. n. m.
3. Piso Altitudinal entre 4,400 y 5,600 m. s. n. m.

CURVA HIPSOMETRICA DE LA CUENCA DEL RIO CAPLINA



AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA



CONTRAFUERTES

1. Morfología del piso altitudinal entre 0 y 1,400 m. s. n. m.

Dentro de este piso se extiende la fosa detrítica del río Caplina, gran depresión que se adentra hacia el interior andino, diferenciándose por ello de los simples valles del río Azapa y río Lluta en territorio Chileno.

La forma de la fosa es complicada; a pesar de que sus bordes son bien definidos y constituídos por talúdes bien marcados, es posible aún de distinguir tres grandes conjuntos morfológicos, donde su configuración es bastante diferente, ellos son: La Pampa de La Yarada, el valle Caplina y los piedemontes andinos que limitan a los dos primeros conjuntos.

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA



a. Pampa o Llanura de La Yarada (0 a 500 m. s. n. m.

En su límite con el Océano Pacífico, la Pampa es muy abierta presentando una gran faja costera, muy baja que constituye a su vez un conjunto de playas arenosas, algunas veces entrecortadas por pequeñas prominencias de materiales detríticos, que son los límites de conos de deyección que terminan gradualmente debajo del mar.

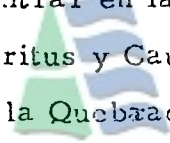
La llanura de La Yarada, tiene la forma general de un trapecio y se extiende desigualmente entre Chile y el Perú, correspondiendo a este último la mayor parte. Al sur, esta llanura termina en Arica, específicamente en el Morro de Arica, más allá del cual se presentan las costas rocosas muy escarpados, de 200 á 300 m de altura, que inciden directamente sobre el mar. Es allí debajo del Morro, donde desemboca el río Azapa, alimentado por la Alta Cordillera. Esta extremidad de la Pampa de La Yarada termina en forma de tijera entre el Pacífico y un alineamiento de Colinas, donde la Carretera Panamericana sigue paralela al pie de las pequeñas colinas. Numerosas pequeños valles bien marcados, suficientemente amplios, presentando frecuentemente un ancho de 2 á 3 Km, terminan por confundirse unos con otros sin cortar definitivamente a dicha pampa.

El límite oriental de la Pampa de La Yarada es rectilíneo en su conjunto y está orientado de sur a norte hasta la Quebrada de la Garita. Numerosas quebradas que lo entallan y lo entrecortan no presentan un lecho bien marcado, lo que demuestran tener un régimen sumamente esporádico. Sus conos de de

yección, que presentan en su desembocadura hacia la llanura, se confunden rápidamente los unos sobre los otros, terminado por formar un gran plano inclinado, ligeramente ondulado, que desciende en dirección del Pacífico

En los límites de la frontera, en territorio Peruano, se conoce con el nombre de Pampa de Hospicio, pero en realidad esto se engloba dentro de la Pampa de La Yarada, que sigue hacia el sur entre los cerros y el Pacífico ya en Territorio Chileno. A la izquierda del Cerro La Garita, el límite oriental de la llanura de La Yarada, cambia de dirección. Al pie del Cerro La Fundadora dos quebradas confluyen justo antes de entrar en la llanura, las Quebradas de los Espiritus y Cauñani, cuya confluencia determina la Quebrada La Garita. A la altura de esta confluencia los Cerros de La Garita y a la altura de la desembocadura del río Caplina, El Cerro Magollo, constituyen un alineamiento que sigue la dirección SE - NO, que viene a ser la base superior de la pampa, alineamiento que se pierde hacia el NO en las proximidades de la Quebrada Honda.

A partir de la desembocadura de la Quebrada



Honda, la Pampa se cierra en dirección Norte por escarpas de baja altitud, de unos 100 m. de lado aproximadamente, orientados en la dirección NE - SO que van a terminar muy cerca del Océano al NO de La Yarada. A partir de este punto la franja costera cambia bruscamente; en lugar de la llanura de La Yarada, largamente abierta, se encuentra un estrecho banquete largo de 2 á 3 Kms. que acompaña al litoral formado por playas más o menos elevadas y superficies de abrasión, cubiertas de coquines, que son inmediatamente dominados por colinas elevadas que forman la extremidad de la Cordillera Litoral, perpendicular a la cual se extiende el curso inferior del río Sama.

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA



En la parte septentrional, la llanura está ocupada por deyecciones largamente extendidas provenientes del río Caplina, el cual desciende paulatinamente, con una pendiente de aproximadamente 2 % en dirección del Pacífico. Canales o lechos levemente distinguibles, se extienden casi paralelos, con pequeños depósitos de cantos rodados en su entrada y se van casi perdiendo por la acción eoliana a medida que se acercan al litoral. (Ver Plano GE-1)

Todos estos canales constituyen sólo muestra de la acción morfodinámica de las aguas corrientes que ocurrieron en otras épocas, y sólo salvo aquellos que se encuentran en el eje del río Caplina, son recorridos algunas veces por siglo, por las corrientes excepcionales del río Caplina que no llegan al canzar jamás el Oceano Pacífico.

Finalmente podría sintetizarse, que la llanura de La Yarada es un vasto trapecio disimétrico, con una extremidad que termina en punta en Arica, donde la base mayor está formada por el Litoral y la base pequeña corresponde al alineamiento de los cerros la Garita - Magollo y que está ocupado por una serie de deyecciones laterales, provenientes de quebradas que descienden desde la alta montaña (ver plano GE 1).

b. El Valle de Tacna (500 - 1500 m. s. n. m.)

Este valle termina aguas abajo de Tacna en el estrechamiento, ya señalado entre los cerros La Garita y Magollo, donde su ancho se reduce a menos de 4 Kms antes de desembocar en la llanura de la Yarada.

El valle de Tacna es recorrido por el río Ca

plina, cuyas avenidas se pierden habitualmente antes de alcanzar la llanura de La Yarada.

La dirección del río Caplina, llama la atención por ser rectilíneo, el valle de Tacna se extiende en línea recta, de SO á NE, de la irrigación Magollo a Calientes, sobre una longitud aproximada de 40 Kms. prolongándose exactamente sobre el mismo alineamiento hacia el interior de los contrafuertes (Aguas arriba de Calientes), aproximadamente unos 20 Kms más, hasta alcanzar la altura de la localidad de Toquela. En total el alineamiento alcanza unos 60 Kms de longitud, el cual al ser realmente recto, hace pensar en la existencia de un accidente tectónico.

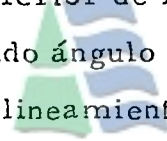
AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA



Sobre la rivera derecha, el borde del valle, está formado por un talud rectilíneo bien definido, de una altura aproximada de 200 mts en la dirección de Tacna, menos y gradualmente decreciente a medida que avanza al litoral. Arriba de Tacna no presenta ninguna disección hasta la extremidad SO de los cerros de Calana. Los únicos afluentes de este costado son las Quebradas el Diablo y Caramolle cuyas desembocaduras se localizan cerca de Tacna. Es de anotar que estas Que

bradas forman un brusco codo antes de cortar perpendicularmente las taluds lo que lleva a pensar en la ocurrencia de modificaciones recientes de su curso. Sobre la rivera izquierda en cambio, el valle recibe numerosas quebradas afluentes que han dado origen a más o menos amplios conos de deyecciones con sus vértices entallados en las montañas que corta la Frontera. Los cursos originales son aproximadamente paralelos los unos a los otros, así como son también paralelos la serie de pequeños valles secos que originan y que se pierden en la parte meridional de la pampa de La Yarada. Estos valles cuyo ancho no pasa los 2 Kms cortan la extremidad inferior de las contrafuertes andinas, haciendo ángulo agudo con el valle de Tacna y el alineamiento del río Caplina. De esta manera la márgen izquierda del valle Caplina es muy cortada y cada convergencia proporciona una ampliación del valle.

De todo este conjunto de quebradas que inciden en el valle Caplina, las más importantes son las quebradas Viñañi, Cabani, Uchusuma (Río Uchusuma) y la Quebrada Palca, cuyo cono de deyección de esta última confluye con el río Caplina a la altura de Galien



tes, aproximadamente a 1,400 m de altitud, límite donde se inicia dicho valle.

2. Los Piedemontes Andinos

Estos piedemontes, no son sino las estribaciones andinas que descienden lentamente hasta los 1000 m de altitud en Cabecera de Valle y hasta los 500 m en los contornos laterales del valle Caplina. Su característica principal es el cambio paulatino de pendiente de sus taludes, presentando pendientes suaves al incidir en el valle y pendientes pronunciados a medida que van ascendiendo límites superiores.

En cuanto a su estructura puede señalarse las siguientes características :

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA

1° Están constituidos por las formaciones rocosas del batolito andino, los cuales presentan fracturas y superficies de contacto, capaces de dejar filtrar el agua en forma significativa.

2° Cubriendo las formaciones rocosas, se presentan los depósitos de pendiente, material detrítico compuestos en su mayor parte por gravas, arenas, arcilla, materia orgánica, que en conjunto constituyen la matriz terrosa que engloba a cantos rodados de talla mediana provenientes de los pisos altitudinales de mayor cota.

Al parecer estas estratificaciones andinas han constituido en el pasado, la fuente principal de partida de grandes masas de materiales muebles, que han pasado a formar parte del gran reservorio de material detrítico en el cual se extiende el acuífero del Caplina.

En cuanto a las colinas que reciben también el nombre de pampas, podemos decir que son formaciones andinas caracterizadas por una pendiente suave, largamente abiertas al litoral y de extensión considerable, frecuentemente son disectados por pequeñas cárcavas y lechos de quebradas intermitentes, que lo atraviezan perpendicularmente, sin dejar huellas de deposiciones significativas. En cuanto a sus límites, estos suelen presentarse en su mayoría entre los 600 y 1000 m de altitud.

Son notables, como ejemplo, las lomas de Laygache y de La Cruz entre Sama y Tacna.

Desde el punto de vista hidrogeológico estas pampas, por estar ubicados a más de 300 m sobre el nivel del base de las fuentes principales de alimentación a los acuíferos, no ofrecen posibilidades de almacenamiento de aguas subterráneas.



3. Morfología del Piso Altitudinal entre 1400 y 3200
m. s. n. m.

Este piso es el más accidentado, posee una superficie de 600 Km^2 en un desnivel de 1800 m. Entre los 1400 y los 2000 m de altitud, se extienden una gran parte de los piedemontes andinos. En general, el modelo de disección está tipificado por grandes taludes de pendientes rápidas y perfiles más o menos rectilíneos. Los pequeños conos de deyección, que en este piso empiezan a organizarse, poseen la marca de acciones roivas más o menos intensas, cuyo origen se remonta posiblemente a los últimos períodos glaciares del cuaternario.

Desde el punto de vista hidrológico, dado a la ausencia de lluvias, los depósitos concernientes no participan en la infiltración, sin embargo, cuando excepcionalmente se producen precipitaciones intensivas que alcanzan a este piso, los depósitos de pendiente, las rocas fracturadas, diaclasadas y fisurados, juegan el rol de esponjas manteniendo casi la totalidad del agua infiltrada y sólo cuando la lluvia es muy intensiva y de duración relativamente considerable (un día), puede producirse un escurrimiento que alcanza al valle dando origen simultáneamente a desprendimientos de grandes masas de material detrítico que van a depositarse en el valle Caplina.

4. Morfología del Piso Altitudinal entre los 3200 y 4400
m. s. n. m.

Este piso se caracteriza por un relieve ondulado, con una superficie de 480 Km², donde se observan morrenas glaciales, circos, depresiones y pequeñas lagunas, que vienen a ser el resultado de la acumulación glacial ocurrida en el pasado. El modelo de disección de este piso tiende a profundizarse paulatinamente a medida que desciende a niveles inferiores, debiendo señalarse que es en especial la disposición estructural de las montañas, antes que el efecto erosivo del agua, la que ha determinado esta disección.

Desde el punto de vista hidrogeológico, puede señalarse que a pesar de que la pluviosidad es muy débil, existe siempre la oportunidad de que durante los meses más lluviosos se presente algunas tormentas, permitiendo una lámina de lluvia que supera a la evaporación y por consecuencia un leve escurrimiento; y aún, a pesar de que en la mayor parte del tiempo, la lámina diaria de lluvia es inferior a la evaporación, es posible también, debido al efecto de la pendiente y del factor litológico (generalmente rocas), que se produzca un escurrimiento muy rápido y una infiltración a través de las fracturas, fisuras, diaclasas y depósitos de pendiente, lo cual va a pasar luego a alimentar los cursos superficiales en los niveles más bajos.

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA



5. Morfología del Piso Altitudinal entre 4400 y 5600 m. s. n. m.

Entre 4400 y 5600 m de altitud, se destacan los picos más elevados de la Cordillera del Barroso, sobre los cuales se evidencian las huellas de lo que en el pasado fué posiblemente un extenso glacial : paredes rocosas verticales, fracturadas, fisuradas y diaclásadas, se levantan aislados más arriba de los 5000 m. La fracturación y fisuración de dichas paredes es consecuencia de la acción del hielo, produciéndose desprendimientos de materiales (helifractus), que pasan luego a recubrir la superficie, en los niveles superiores del piso inmediato.

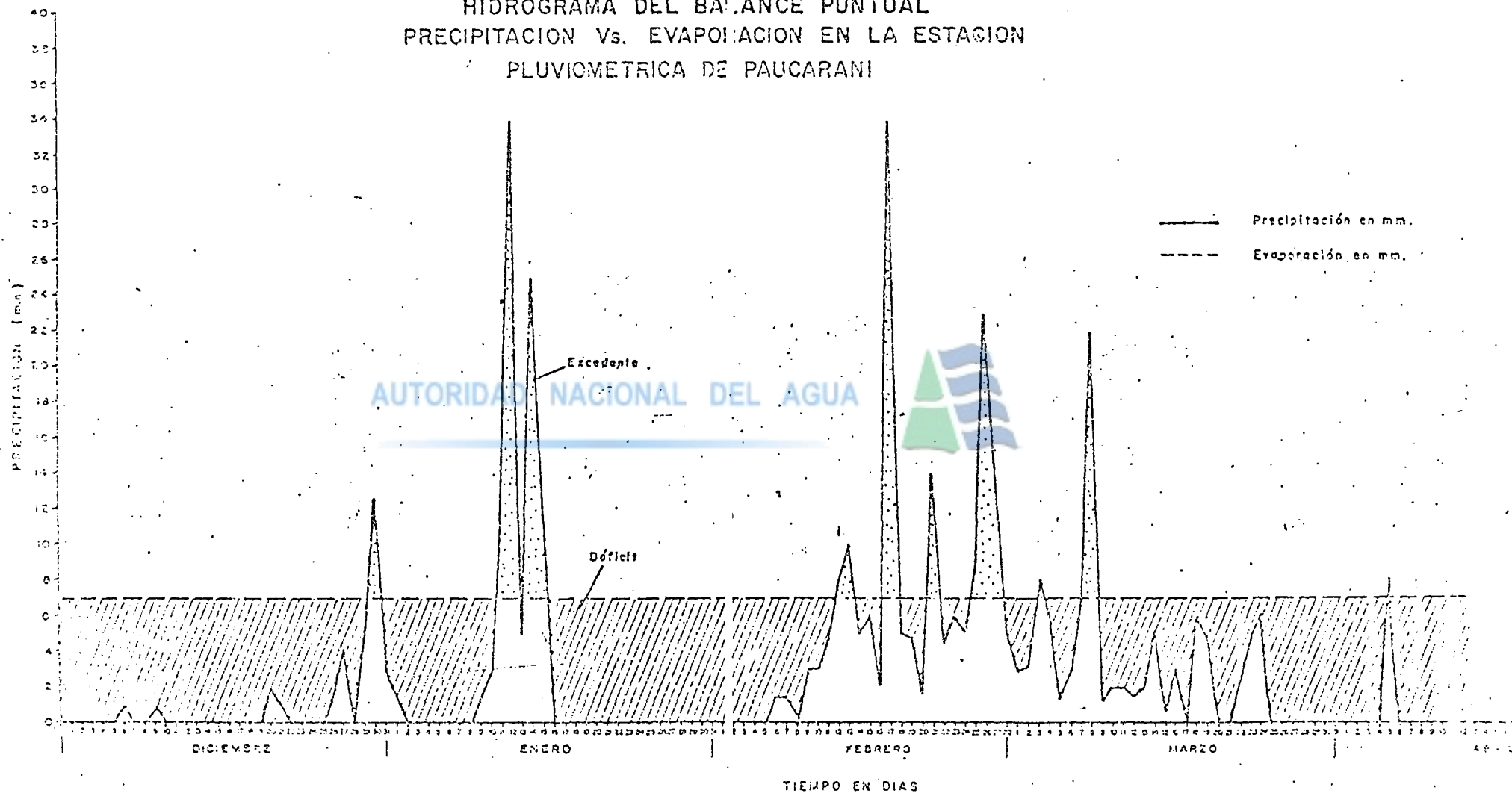
Desde el punto de vista hidrológico, puede señalarse que los glaciales que aquí persisten, contribuyen en gran parte a mantener el escurrimiento perenne y signifi -
cante del río Caplina.

Dinámica del Ciclo Hidrológico

El balance hídrico puntual en el piso altitudinal sobre los 4400 m. s. n. m. es positivo; en este piso a diferencia de los otros la pluviosidad anual supera los 400 mm, por tanto la evapotranspiración y el escurrimiento pueden ser significativos. Para evidenciar mejor esta característica, se efectuó un balance hídrico puntual, con los datos diarios de la estación climatológica de Paucarani (Figura. 5).

En el se aprecia que durante los meses de invierno se producen

HIDROGRAMA DEL BALANCE PUNTUAL PRECIPITACION Vs. EVAPORACION EN LA ESTACION PLUVIOMETRICA DE PAUCARANI



frecuentemente excedentes, los cuales se transforman en es-
correntía tanto superficial como subterránea, que pasa luego
a alimentar tanto a las pequeñas lagunas como a los cauces
superficiales inmediatos. Debe mencionarse además el efec-
to de la temperatura sobre los glaciales permitiendo la fusión
del hielo y dando origen a una fuerte escorrentía, la cual se
transforma en la fuente principal y permanente de alimenta-
ción a los cursos superficiales. En cuanto a l déficit de agua,
el mismo balance puntual señala que este es más persistente
durante los meses de estiaje, lo cual lleva a señalar que a pe-
sar de que en este piso siempre hay la ocasión de lluvias, es-
tos no son capaces de equilibrar a la evaporación, generando
como consecuencia déficits de humedad, los cuales se tradu-
cen a su vez en déficits de escorrentía. La cuenca del Caplina
encuentra casi su total aprovisionamiento de agua superficial
en este piso.

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA



En los pisos inmediatamente inferiores, las lluvias cuyo total
anual no alcanzan los 300 mm. no son suficientes para produ-
cir excedentes y como consecuencia dar origen a escurrimien-
tos significativos. La evaporación favorecida por la fuerte in-
solación, velocidad de vientos y déficits de humedad atmósfé-
rica, hace retornar a la atmósfera una gran parte de la pluvio-
sidad. Solamente durante los períodos pluviosos (enero-mar-
zo), puede producirse en los límites superiores de este piso,
un cierto escurrimiento superficial como resultado de lluvias
del tipo tormentoso.

En los límites más bajos la precipitación anual se sitúa entre

los 100 y 200 mm, el escurrimiento es generalmente nulo, salvo la ocurrencia de lluvias del tipo tormentoso, que son excepcionales, los cuales pueden favorecer la saturación de los depósitos de pendiente y como consecuencia su desprendimiento, constituyéndose en avalanchas que alcanzan los cauces principales, siendo transportados hasta el valle,

Finalmente en el piso altitudinal costero, la pluviosidad es nula, presentándose solo en forma de brumas, la cual no ofrece ningún efecto hidrológico dado a que es totalmente eliminado por la evaporación.

Modificación del Régimen del Ciclo Hidrológico

En la cuenca del Caplina, específicamente en el valle del mismo nombre, se asienta la Ciudad de Tacna. Desde sus inicios esta ciudad ha visto limitado su desarrollo por la escasa disponibilidad del recurso hídrico. La cuenca del río Caplina no es suficiente para satisfacer la demanda de agua para los diferentes usos en el valle. Esto ha obligado al poblador Tacneño a realizar obras de regulación de la disponibilidad de agua; estas obras han estado orientados por un lado a regular el régimen de la escorrentía superficial, mediante transvases a partir de la cuenca adyacente del río Uchusuma (afluente del río Maure), y por otro lado a explotar las aguas subterráneas almacenadas en el subsuelo del mismo valle.

En cuanto al transvase de aguas superficiales debemos mencionar, de manera sucinta, que las obras se resúmen básicamente en los siguientes :

1. Represamiento de la laguna Condorpico N° 1, realizado en 1932 y que permite un almacenamiento de $120,000 \text{ m}^3$.
2. Construcción del canal antiguo Uchusuma, que nace en el lugar denominado Ancochaulane a 4460 m. s. n. m. Este canal de $3 \text{ m}^3/\text{seg}$, tiene una longitud de aproximadamente 50 Km, hasta el túnel Huaylillas Norte, el cual atraviesa la divisoria para desembocar en la quebrada Yungane en la cuenca del Caplina.
3. El canal azucarero, nace igualmente del río Uchusuma en el lugar denominado Airo Nuevo, aproximadamente a 10 Km aguas abajo de la toma del Canal antiguo Uchusuma. Su capacidad es de $1,50 \text{ m}^3/\text{seg}$ y su recorrido hasta llegar al túnel Huaylillas Sur es de 49 Kms. En el Km 18 \pm 450 m atraviesa el túnel El Airo, en el Km 42 \pm 700 m, pasa por un acueducto de concreto armado, para luego terminar en la quebrada Vilavilani, después de atravesar por medio del túnel Huaylillas Sur, la divisoria de aguas.

En cuanto a la magnitud del transvase se establece actualmente un promedio de 600 lits/seg.

Un segundo transvase pero de escasa magnitud es aquel que concierne al sector Nor Oriental de la zona húmeda, proviene de las quebradas Pihavira, Picutane y Ajada en la cuenca del río Sama.

La magnitud de este transvase, resultado de mediciones intermitentes, alcanza aproximadamente 50 lit/seg. En el cuadro H₀ se muestran ambas captaciones así como la suma total de estos.

Finalmente, en cuanto a la regulación impuesta mediante la explotación del acuífero tanto del valle Caplina, como en la Pampa del Ayro, debe señalarse que en cuanto a su magnitud, ésta es superior a los volúmenes de aguas superficiales. Se estima actualmente una masa anual de 38 millones de m³/año (1.3 m³/s) explotada mediante un conjunto de 70 pozos entre tubulares y tajos abiertos, repartidos en su mayor porcentaje en la Pampa de La Yarada, lugar donde se ha implantado el desarrollo agrícola exclusivamente con aguas subterráneas.

Es evidente entonces que con todo el conjunto de trabajos y obras que se han realizado para regular y aumentar la disponibilidad de agua, el régimen del ciclo hidrológico ya no es el mismo que aquél que presentaba al estado natural, como ocurría hasta el principio de este siglo. Sin embargo, ahora podemos hablar de un nuevo equilibrio hidrológico, para lo cual analizaremos los efectos impuestos por las obras de regulación desarrolladas.

- Efecto del Transvase

El transvase de aguas a partir de la cuenca del río Uchusuma (Maure), se traduce en un incremento de la escorrentía en la cuenca del río Caplina. Este incremento ha contribuido a regularizar al régimen de descargas y a establecer una nueva situación ecodinámica. Por efecto de este transvase ha ocurrido un nuevo acondicionamiento de los lechos de las

TRANSVASE DE AGUAS A LA CUENCA DEL
CAPLINA

(Captaciones provenientes de las cuencas del Maure
y del Sama)

Años	Captación Uchusuma m ³	Captación Peña - vira - Ojada m ³	Total m ³
1964	21'225,000	1'550,000	22'805,000
1965	22'926,000	1'550,000	24'476,000
1966	22'579,000	1'550,000	23'129,000
1967	22'691,000	1'550,000	24'746,000
1968	19'331,000	1'550,000	20'881,000
1969	20'277,000	1'550,000	21'827,000
1970	16'651,000	1'550,000	18'201,000
Q	20'813,000	1'550,000	22'363,000

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA



quebradas receptoras, una alteración de su capacidad de transporte de materiales y también una alteración de la deposición de dichos materiales. En el plano ecológico, es especialmente el área irrigada que ha experimentado una fuerte influencia, lo cual se evidencia con la puesta en marcha de la Irrigación Magollo, que depende casi íntegramente del transvase. Esta irrigación podríamos considerarla como un ecosistema artificial muy importante, el cual no sólo ofrece características propias en el plano ecológico, sino que también influye significativamente en el plano hidrológico. La repartición de las aguas conducidas desde su captación en Piedras Blancas, origina sin dudas una relativa infiltración, la cual se traduce en alimentación del acuífero y por consiguiente en un incremento de las reservas acuíferas, lo que ha permitido mantener y aún aumentar la explotación del acuífero influyendo a su vez sobre la satisfacción de las diferentes demandas. De esta manera encontramos a la cuenca del río Caplina con un nuevo equilibrio hidrológico.

Análisis Cuantitativo de los Parámetros del Ciclo Hidrológico

Volúmen de Precipitación Pluvial

La pluviosidad, parámetro cuyas características han sido expuestas con mayor detalle en el capítulo de climatología, vuelve a ser considerada en el presente capítulo, pero desde el punto de vista estrictamente hidrológico, lo cual implica mostrar su magnitud en términos volumétricos y establecer las comparaciones res

pecto a la escorrentía aforada y a la evapotranspiración,

En efecto los estudios realizados con el fin de estimar el volúmen de pluviosidad anual en la cuenca del río Caplina, han demostrado que la mencionada cuenca es deficitoria en pluviosidad. Así se tiene que durante el período analizado (1964-1970) el módulo anual de pluviosidad apenas alcanza 206 millones de m^3 ($7m^3/seg$), magnitud que al ser afectado por la evaporación deja escasos excedentes que vienen a constituir la escorrentía. Debe remarcarse también que en la cuenca del río Caplina, más que en las otras cuencas existen variaciones extremas, así por ejemplo mientras en el año 1965 llovió un total de 86 millones de m^3 , en el año 1967 fué de 428 millones de m^3 , es decir 5 veces más (ver cuadro H₁). Debiendo remarcarse que el mayor porcentaje se precipita en los pisos altitudinales superiores a los 4000 m de altitud, donde tiene notable incidencia las precipitaciones en forma de nieve.

La Escorrentía

Antes de describir la naturaleza de la escorrentía en el río Caplina, conviene hacer referencia a las estaciones de aforo. Al respecto debe señalar que la mencionada cuenca no dispone de dichas estaciones en las áreas de mayor rendimiento hidrológico, vale decir en las quebradas que se extienden sobre los 4000 m. Las únicas estaciones disponibles son la de Calinetes y Piedras Blancas.

La primera registra las descargas del río Caplina y está localizada en cabecera de valle en las coordenadas :

Longitud $70^{\circ}07'$, Latitud $17^{\circ}59'$, altura 1480

y la segunda igualmente localizada en cabecera de valle y en las coordenadas :

Longitud $70^{\circ}07'$, Latitud $17^{\circ}52'$, Altura 1480, registran las descargas del río Uchusuma. Debe señalarse que ambas estaciones no ofrecen las condiciones ideales de instalación, ambas solo están acondicionadas para registrar los volúmenes de captación, no así los volúmenes de avenidas que superan sus respectivas capacidades. Esto es un aspecto muy importante ya que en algunos años excepcionalmente húmedos, una buena cantidad de escorrentía no es registrada, pasando directamente por su lecho primitivo para terminar ya sea en captaciones secundarias aguas abajo de dichas estaciones o infiltrándose en su lar

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA



En cuanto a la naturaleza de la escorrentía, los hidrogramas preparados desde el año 1952 para el río Caplina y 1954 para el río Uchusuma (ver lámina 12) muestran en primer lugar, una cierta homogeneidad en la información, no hay tendencias, ni saltos ni intermitencias. En segundo lugar se apreciará que el hidrográma más representativo es el del río Caplina, cuya regulación es mínima, presentando como consecuencia sus grandes picos correspondientes a los meses de abundancia. No así sucede con el río Uchusuma, cuyo hidrográma representa en un 90% el régimen de los caudales transvasados desde la vertien

te del Maure, sin embargo, puede apreciarse que líneas generales hay concordancia en sus regimenes, en especial los meses de abundancia y en menor grado durante el resto del año.

En los cuadros H_2 , H_3 , H_4 se muestran las médiast anuales y mensuales de las descargas de ambos cursos, así como la frecuencia del 50 y 75%. Se verá según estos cuadros que durante los meses de enero, febrero y marzo, los módulos para el río Caplina superan el metro cúbico por segundo, en cambio en el Uchusuma conservan su regularidad. Esta característica no sólo se debe al efecto del transvase sino que los aforos efectuados pertenecen a la toma de captación del canal Uchusuma, despreciándose como ya se señaló, la cantidad de agua que en época de avenidas supera la capacidad de dicha toma.

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA



Debe señalarse que para los efectos del cálculo del balance, se empleará las descargas, los mencionados ríos, expresados en términos del 50%, lo cual tipifica a un año medio.

La Evapotranspiración

El comportamiento de la sierra, en especial el de los pisos climáticos ubicados sobre los 3200 m de altitud, establece que debido a una fuerte insolación, elevada velocidad del viento y bajo contenido de humedad atmosférica; la evapotranspiración potencial sea elevada. Esto queda demostrado con la evaporación registrada sobre el tanque evaporíme

DESCARGAS MEDIAS DE LOS RIOS CAPLINA Y UCHUSUMAm³/seg.

(Estaciones Cálientes y Piedras Blancas)

RIO	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S
CAPLINA	0.61	0.62	0.66	1.00	1.53	1.33	0.74	0.69	0.67	0.05	0.62	0.62
UCHUSUMA	0.44	0.46	0.07	0.58	0.68	0.69	0.49	0.48	0.55	0.55	0.54	0.51
Bajo ó Yunga ne.												

Período 1952 - 1972Fuente ONERN

FRECUENCIA DE LAS DESCARGAS

Cuadro H₃

RIO CAPLINA

Frec.	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S
25%	0.66	0.66	0.71	1.01	2.42	2.06	0.95	0.39	0.75	0.72	0.72	0.69
50%	0.60	0.60	0.64	0.97	1.25	1.18	0.76	0.68	0.66	0.63	0.61	0.61
75%	0.55	0.55	0.58	0.72	0.85	0.78	0.62	0.62	0.60	0.58	0.57	0.58

AUTOMUNICIPALIDAD DE UCHUSUMA FRECUENCIA DE LAS DESCARGAS

Cuadro H₄

RIO UCHUSUMA



Frec.	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S
25%	0.47	0.53	0.55	0.68	0.77	0.80	0.60	0.56	0.61	0.62	0.61	0.57
50%	0.44	0.48	0.49	0.61	0.68	0.67	0.59	0.46	0.54	0.52	0.54	0.50
75%	0.41	0.34	0.40	0.44	0.54	0.60	0.41	0.33	0.44	0.42	0.43	0.44

tro en Huancayo (Huayao) y Puno, localizados a 3,200 y 3,800 respectivamente, en donde los registros de evaporación media anual superan los 3000 mm/año.

Esta magnitud es lo máximo que la atmósfera podría evaporar si se dispone de un abastecimiento constante y suficiente de agua en el suelo. Sin embargo, esta disponibilidad de agua no siempre ocurre sobre la superficie terrestre, así en la costa apenas se dispone de algunos milímetros de agua al año; y en la sierra, salvo en los pisos altitudinales de mayor cota, donde existen glaciales se satisface la evaporación debido a la fusión de la nieve durante todo el año. En realidad lo que generalmente ocurre es la satisfacción parcial de la evapotranspiración, así en la cuenca del río Caplina ha quedado evidenciado que sobre los 4,000 m de altitud se producen láminas diarias de pluviosidad que alcanzan y superan el límite de evapotranspiración diaria, ocasionando como consecuencia los excedentes que constituyen la escorrentía (Ver figura 5) pero esto se presenta con poca frecuencia y sólo en los meses de invierno. Característica por la cual la evapotranspiración potencial se ve reducida significativamente, haciéndose igualmente difícil su cálculo mediante métodos teóricos.

Para satisfacer los requerimientos de nuestro estudio se ha decidido calcularlo a partir de la expresión del balance (Exp. 1) para lo cual vamos a considerar que la variación de reservas de agua (VR) en varios años es nula y que la infiltración sólo representa un 20% del escurrimiento cifrado (R), deducción que se desprende de los aforos diferenciales efectuados en el río Capli

CALCULO DE LA EVAPOTRANSPIRACION

$m^3 \times 10^6$

Años	(-P)	(-R)	(-Q)	(-0.20R)	E	% P
1964	146.0	42.8	22.8	8.5	117.5	80
1965	86.0	37.6	24.4	7.5	65.3	75
1966	108.0	40.0	23.1	8.00	83.1	77
1967	428.0	*	24.7	----		
1968	340.0	*	20.8	----		
1969	240.0	51.5	21.8	10.3	196.4	81
1970	93.0	35.2	18.2	7.0	69.0	74

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA



* No se tiene valores precisos.

na y Uchusuma (ver cuadro ---). (Anexo)

$$E = P - R \pm Q \pm VR - I \quad (1)$$

E = Evapotranspiración real.

P = Pluviosidad.

R = Escurrimiento.

Q = Transvase de agua.

VR = Reservas de agua (variación del nivel de las lagunas, nieve, etc)

I = Infiltración.

Los resultados obtenidos al compatibilizar los valores de los parámetros señalados, establece que la evapotranspiración (real) en la cuenca del río Caplina es función directa de la pluviosidad, pudiéndose concluir que del total de lluvia caída en la cuenca entre 75 y 80% retorna a la atmósfera por evapotranspiración (ver cuadro H₅), este porcentaje relativamente elevado es propio de las cuencas deficitarias en pluviosidad y con excelentes condiciones climáticas para satisfacer el poder evaporante de la atmósfera y solamente gracias a ^{que} la cuenca presenta relieves a grandes taludes con fuertes pendientes, es posible que escapen parte de las lluvias del efecto de la evaporación constituyendo de esta manera la esorrentía.

Los resultados de evapotranspiración obtenidos aplicando esta metodología, se presentan en el cuadro H₆.

EVAPOTRANSPIRACION REAL EN LA ZONAHUMEDA

AÑOS	(E _r) m ³ x 10 ⁶	(Er) m. m.
1964	151.0	108.3
1965	90.0	64.7
1966	113.0	80.9
1967	392.0	281.3
1968	324.0	232.5
1969	241.0	173.1
1970	97.0	69.7
Erm	201.43	144.3

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA



BALANCE DE LA NAPA

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA



BALANCE DE LA NAPA ACUIFERA

Generalidades

El objetivo del balance de la napa acuífera del Caplina, es el conocimiento de la dinámica que siguen las reservas de aguas subterráneas, en función de la alimentación (A) y del gasto (G) del acuífero.

Para alcanzar tal conocimiento ha sido necesario cuantificar las diversas formas de alimentación y gasto del acuífero. La compatibilización de ambos parámetros, mediante la ecuación del balance (Exp. 1), permite conocer con cierta aproximación la variación de reservas acuíferas (W).

$$A - G = W \quad (1)$$

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA



Condiciones para la ejecución del balance

Para efectuar el balance de la napa acuífera, es necesario definir en primer lugar dos aspectos fundamentales :

El Período de Referencia y el Dominio Acuífero.

Período de Referencia

Para el caso específico del acuífero del Caplina se ha tomado como referencia el período correspondiente al año Hidrológico 1978 - 1979, al cual esta-

rá referido tanto la explotación del acuífero, como los controles piezométricos y en lo que concierne a la infiltración, Los valores están referidos a un año medio, tipificado como aquel cuyas descargas de los ríos se presentan con 50% de frecuencia. A partir de estas descargas que son enteramente captados, se obtendrá la infiltración.

Dominio Acuífero

El dominio físico sobre el cual se efectuará el balance de la napa concierne a toda la extensión del reservorio acuífero, constituido por formaciones de tipo cuaternario que se extienden desde los contrafuertes andinos en Calientes y Piedras Blancas hasta el Litoral Marino (Plano. GEI).

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA
Elementos del Balance



Como viene de señalarse en la expresión 1, los elementos del balance son 3 : la alimentación (A), el gasto (G), y la variación de reservas (W). Esta última es el resultado de la diferencia de los dos primeros, los cuales son a su vez resultados de la adición de varios componentes, los cuales pueden resumirse de la manera siguiente :

1. Alimentación y gasto por interconexión directa entre la napa y el medio externo (infiltración en lechos de ríos y emisiones por manantiales).

2. Alimentación y gasto a través de la zona no saturada. (infiltración en las áreas de cultivo y gasto por evapotranspiración de la napa).
3. Alimentación y gasto a través de secciones de acuíferos limítrofes (alimentación proveniente de la zona de montañas, por infiltración a través de los lechos de ríos).
4. Alimentación y gastos artificiales.

En resumen puede señalarse que el balance global de la napa es el resultado de 4 balances parciales.

Cálculo del Balance

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA

Cálculo de la alimentación y del gasto por interconexión directa con el medio externo.



Se entiende por interconexión directa entre la napa y el medio externo al intercambio de agua por medio de fuentes permanentes, esto ocurre con la alimentación a partir de lechos de ríos, canales, lagos, lagunas permanentes, y con el gasto a través de los manantiales.

En el valle Caplina no hay alimentación directa ya que los ríos, aguas abajo de Calientes y Piedras Blancas, no son permanentes. Y en cuanto al gasto ocurre lo mismo dado a la ausencia de manantiales. La existencia de las aguas

termales de Calientes no pueden ser consideradas como un afloramiento de la napa,

Cálculo de la alimentación y gasto a través de la zona no saturada.

Se refiere al intercambio en ambos sentidos, el cual puede ocurrir a través de la zona no saturada. La infiltración efectiva que se produce en las áreas de cultivo constituye la alimentación, mientras que la cantidad de agua que por capilaridad, puede ascender continuamente hasta la superficie, constituye el gasto.

En cuanto a la alimentación, esta ocurre principalmente a partir de los canales secundarios y las áreas de cultivo. En el valle Caplina existen 106 Kms de canales sin revestir y 70 Kms revestidos. Es a través de los primeros que ocurre una gran infiltración. Los estudios efectuados por ONERN señalan una eficiencia global de riego del orden del 30%. Lo cual significa que sólo un 30% del agua captada es empleada para satisfacer las necesidades consuntivas de las plantas, el resto el 70% se pierde por infiltración.

Para efectos del balance, se estima que solo el 70% de estas pérdidas llega a la napa, el resto queda constituyendo las reservas de humedad de la capa no saturada. Esto quiere decir que aproximadamente el 50% del agua captada se

transforma en alimentación de la napa. Por lo tanto, para establecer los valores de este tipo de alimentación aplicamos el factor 0.50 a las descargas del Caplina, captados en Calientes (cuadro B_1), Uchusuma en Piedras Blancas (cuadro B_2), y las descargas de explotación de aguas subterráneas (cuadro B_3).

En cuanto al gasto a través de la zona no saturada, este no se efectúa desde la napa acuífera, ya que en su mayor parte el nivel freático se encuentra más allá de los 10 m.

Cálculo de la Alimentación y del Gasto por interconexión hidráulica.

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA

Si bien el acuífero del Caplina presenta sus interconexiones hidráulicas con rellenos aluviales y acuíferos vecinos, tanto a nivel de la Yara y de su cabecera de valle, los estudios sobre la piezometría de la napa freática, demuestran que la principal interconexión, por donde ocurre una significativa alimentación es a través de los rellenos de los lechos que se extienden aguas arriba de las secciones calientes y Piedras Blancas. Los resultados obtenidos mediante aforos, realizados en la década del 60, por el departamento de Hidrología de la COFDET (1) señalan en conjunto para los ríos Caplina y Uchusuma un

candal de $0.2 \text{ m}^3/\text{seg}$ (cuadro B₄) lo que en términos de masa anual equivale a $6 \times 10^3 \text{ m}^3/\text{año}$. En cuanto a la especulación de un aporte a través de fallas que se extienden hasta los pisos altitudinales montañosos, puede afirmar que este aporte no puede ser significativo dado a la escasa pluviosidad y escorrentía de la parte alta de la cuenca. Esta misma afirmación podría asignarse también a la pregunta sobre alimentación a la formación Moquegua, sin embargo dado a que esta formación es regional, y sus afloramientos abarcan extensiones considerables dentro y fuera de la cuenca del río Caplina, su alimentación podría ser significativa. Sin embargo ello no quita la idea de que las aguas subterráneas que saturan actualmente dicha formación a nivel del Caplina, hayan sido depositados durante el pasado, cuando ocurrieron períodos de crisis pluvial.

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA



En cuanto al gasto de la napa, por intercambio hidráulico con acuíferos vecinos, en especial con el acuífero Chileno, la dirección principal de los flujos no señalan un intercambio en ese sentido, por lo tanto su inclusión en el balance será descartado.

Finalmente, el aporte a través de los rellenos de las quebradas Viñani, Espiritus y Onda, son igualmente descartados debido a que ni siquiera ocurren escurrimientos a nivel superficial.

Cálculo de la Alimentación y Gasto Artificial

En cuanto a la alimentación, este puede considerarse descartada y las objeciones en que a partir del reservorio de aguas servidas, se estaría produciendo alguna infiltración, esta si bien ocurre pero por su escasa magnitud queda incluida dentro de la alimentación a través de la zona no saturada.

En lo que concierne al gasto artificial, la explotación del acuífero del Caplina se efectúa actualmente mediante 71 pozos entre tubulares y tajo abiertos, cuya masa anual es aproximadamente de 38.6 millones de metros cúbicos (cuadro B₅).

Resultados del Balance

La compatibilización de los diferentes elementos del balance (cuadro B₆), ha dado como resultado una variación de reservas positivas de 7.8 millones de m³/año, valor relativamente pequeño, si se compara con la magnitud del acuífero. Sin embargo, tiene una gran importancia ya que nos demuestra que las reservas regulatrices son aún positivas a pesar de haber tomado solo un año medio. Ello estaría verificando con lo que ocurre con la piezometría, cuyos piezográfamas demuestran solo un descenso leve en la mayor parte de los piezométricos, lo cual sin embargo, nos lleva a señalar que estamos en el límite y que de incrementarse la explotación debe ser en lugares donde hasta ahora no se han iniciado demasiadas obras de explotación, tal como la parte centro-este de la Pampa de La Yarada.

- (1) Estudio Hidrogeológico de las Pampas de La Yarada
y Hospicio DGA - 1973.

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA



SECTOR CAPLINA

Cuadro B₁

O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S
0.30	0.30	0.32	0.48	0.60	0.59	0.38	0.32	0.33	0.31	0.30	0.30

ALIMENTACION A TRAVES DE LAS AREAS DE CULTIVO

SECTOR UCHUSUMA

Cuadro B₂

O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S
0.22	0.24	0.24	0.30	0.34	0.33	0.27	0.23	0.27	0.26	0.27	0.25

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA



ALIMENTACION A TRAVES DE AREAS IRRIGADAS POR

POZOS EN LOS SECTORES LA YARADA - LOS PA-

LOS Y. NUEVOS ASENTAMIENTOS

Cuadro B₃

O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S
0.83	0.85	0.85	0.51	0.62	0.66	0.49	0.47	0.60	0.45	0.48	0.54

ALIMENTACION POR INTERCONEXION HIDRAULICA

Cuadro B₄

	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S
Calientes + Piedras Blancas.	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA



GASTO ARTIFICIAL DEL ACUIFERO

Cuadro B₅

EXPLOTACION MEDIANTE POZOS

O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S
2.22	2.20	2.28	1.46	1.50	1.72	1.28	1.24	1.54	1.20	1.23	1.34

= 19.21 m³/seg

NOTA : La explotación anual asciende a 38.6×10^6 millones de m³.

BALANCE DE LA NAPA DEL ACUIFERO SUPERFICIAL DEL CAPLINA

AÑO 1977

Cuadro B₆

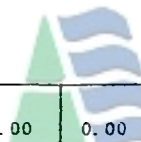
ALIMENTACION (A) (m³/seg)

	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S
Directa. A partir de Límites tipos de Infiltración.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A través del Medio no Saturado.	1.35	1.39	1.09	1.29	1.56	1.58	1.14	1.02	1.20	1.02	1.05	1.09
Por Interconexión Hidráulica Artificial.	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
TOTAL	1.55	1.59	1.29	1.49	1.76	1.78	1.34	1.22	1.40	1.22	1.25	1.29

Alimentación Total anual 17.18 m³/seg

GASTO (G) (m³/seg)

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA



Directo por Manantiales	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Indirecto. A través del Medio no Saturado.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Por Interconexión Hidráulica Artificial	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TOTAL	1.66	1.70	1.71	1.02	1.24	1.32	0.99	0.93	1.19	0.40	0.95	1.08
Variación de Reservas (A - G)	-0.11	-0.11	-0.42	0.47	0.52	0.46	0.35	0.29	0.21	0.32	0.30	0.29

80 M M.C. 4.50 = 2540 m³/seg

Variación Reservas Total anual 2.79 m³/seg

GASTO ARTIFICIAL DEL ACUifero

(EXPLOTACION POR POZO.)

Pozo N°	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiemb.	Octubre	Noviem.	Diciemb.	Total
23-01-10-1	31054	30546	41207	5065	18145	16268	17938	26146	30165	24369	32407	29531	306491
2	14715	17737	15944	8192	14452	7664	12744	6583	15514	12263	16762	19072	163251
4	40424	34140	32053	27219	32616	24246	27652	20153	32775	29311	36666	34646	396371
5	36347	37994	31625	27618	23529	34547	39404	35391	29455	27439	33714	33660	391169
6	5407	5821	5015	2722	2656	2656	2674	2865	2344	4546	4312	4294	45512
10	2394	3861	3675	2472	2639	2622	2503	2291	3504	3645	6204	5007	40477
11	25674	26410	23515	19516	18993	19276	26956	20926	27162	27495	36239	33871	307291
14	37478	46828	45288	46754	30561	26035	47003	41515	53063	50045	62074	46716	566079
17	6129	9412	15193	12671	13943	12041	15237	14575	14172	6795	16970	18260	156244
18	3021	4577	4792	3305	2957	2545	2353	2916	3667	2754	3717	2533	39142
19	120693	136300	136245	92491	56673	44632	58101	59963	54631	52296	74803	64262	644760
20	16142	45648	39744	3196	28944	30336	32169	47492	48045	43424	35008	58712	432201
21	1322	9800	29664	23511	16456	16708	36254	14611	16517	16042	50673	25625	239963
22	54359	98435	93035	66090	40279	59649	—	20925	26816	27347	37420	26466	669611
24	109305	132683	123233	93124	114541	107501	37144	111362	105126	111674	432346	134429	1612793
26	36954	44799	38996	34719	23631	16675	23458	34467	34611	37627	51166	53605	440546
27	86641	104523	103074	81032	78287	63812	68583	83581	79265	79560	103435	109598	1064491
30	7307	125261	107665	60966	89411	62461	53446	47614	72795	73291	97690	45695	924264
31	22766	30945	27709	27006	21614	22136	25365	92177	26584	21989	26741	27569	374615
34	16627	22842	21409	17369	16810	13823	23213	29678	20010	21257	27494	28369	252421
36	25901	26604	31092	25642	27566	23078	27566	25322	21155	23399	30451	30130	317066
38	7931	10916	13122	9962	7855	7992	9237	10487	37701	9447	12291	13014	149457
39	33261	33445	23368	35006	31416	27750	65824	37250	26274	19249	29172	52368	396462
41	3033	4505	183	238	16346	1081	3454	233	3630	1664	3162	2746	46632
43	65695	68695	68231	54603	67338	51048	39561	44377	56032	59961	67274	64444	727379
45	22691	15776	16381	13355	15065	12210	13917	14094	12923	11756	14263	16943	179304
46	42447	28383	17234	12792	8853	11593	16563	17323	19944	17585	26029	29316	248351
48	2629	32232	22664	11213	15011	13872	14517	15514	16046	27544	35017	26474	231003
49	80471	84866	93343	1756	30731	111652	79151	66127	72596	78492	63614	74045	697666

Para N°	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
23-01-10-35	---	---	221924	---	---	22436	11431	12870	13510	1911	15348	15425	321360
40	---	---	4179	31477	11120	5265	5373	7076	165	---	---	---	65234
50	206198	56315	33956	87261	103167	145595	129326	132963	169455	144709	185195	152066	1576346
51	173560	163703	166821	147822	154331	144600	143087	129102	176563	154236	192276	171213	1937356
52	31643	17242	4476	63355	26540	21523	13744	18561	13437	32081	40711	36319	319457
53	17706	17255	11655	11777	10789	11274	11386	12446	15726	13759	13773	3169	119267
54	20536	14712	7677	7677	6310	16478	547	658	11775	17775	4467	13116	30644
57	300406	251249	280301	255129	200923	193153	174275	210766	217901	213964	262916	226960	2465743
58	113557	131130	79015	89730	79762	46667	54900	59730	63382	74950	106290	47767	1047710
59	66054	77646	70457	62404	67447	67678	5473	66110	76402	63044	54365	69231	746333
60	8870	35878	36668	37074	133647	72952	10464	7654	7265	90993	107136	97961	656262
62	90429	19168	9697	9563	7146	7655	8522	6440	6417	5272	19522	11397	165964
61	35090	31305	34783	26803	27110	24641	23734	22302	18721	25862	34967	36011	340764
67	145158	170294	13205	110015	86301	64983	81695	113680	92794	141467	152057	168340	1279294
69	55138	57343	43628	159446	39906	32664	49618	34677	62796	54943	5520	3756	590762
73	35361	6201	38623	31783	21153	19154	16117	21943	26115	34940	47655	133444	474334
83	20207	28503	701043	---	---	478233	154104	155532	132694	181337	166931	165466	2163899
89	---	---	63433	---	---	223657	125340	11910	154560	19682	154624	222215	960264
91	6062	1433	3679	9707	26996	14111	9931	19189	20588	16532	22073	22713	175614
92	14921	13407	15476	11993	15749	7056	15274	16021	15022	14497	17970	18616	176002
93	65422	75471	66275	67484	74311	67946	63923	58915	62933	49346	56311	49564	755463
100	7332	31208	31541	85395	64999	65662	78912	56713	54459	60761	57375	73504	678116
115	---	---	---	---	---	---	---	---	---	24024	163360	152544	234726
117	---	---	---	---	---	---	---	---	---	20916	162116	114249	237772
120	---	---	---	---	---	---	---	---	---	162446	24566	103992	310444
121	---	---	---	---	---	---	---	---	---	135912	87696	123642	347256
122	---	---	---	---	---	---	---	---	---	299304	106630	116440	515424
126	---	---	---	---	---	---	---	---	---	316324	122364	132554	572642
127	---	---	---	---	---	---	---	---	---	274848	106846	193672	575366
128	---	---	---	---	---	---	---	---	---	166640	54256	64512	285408
129	---	---	---	---	---	---	---	---	---	156312	1456	107016	342784
139	---	---	---	---	---	---	---	---	---	111608	102144	154726	421680

Pozo N°	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septemb.	Octab.	Noviembre	Diciemb.	Total
23-01-10-146	8108	8103	8103	8108	8108	8108	8108	3567	12648	8105	8108	8108	87215
501	14552	18636	17741	15444	13555	10524	11063	18717	18149	14098	18541	147421	327431
503	16758	17336	17361	116407	116407	116229	11732	16103	16103	16644	22601	29564	41119
7	6963	6963	6963	6963	6963	6963	6963	6963	6963	6963	6963	6963	69636
35	22722	22722	22722	22722	22722	22722	22722	22722	22722	22722	22722	22722	27764
47	22722	22722	22722	22722	22722	22722	22722	22722	22722	22722	22722	22722	27764
142	8640	8640	8640	8640	8640	8640	8640	8640	8640	8640	8640	8640	10368
143	13140	13140	13140	13140	13140	13140	13140	13140	13140	13140	13140	13140	15768
145	197856	197856	197856	197856	197856	197856	197856	197856	197856	197856	197856	197856	2374272
502	22913	22913	22913	22913	22913	22913	22913	22013	22913	22913	22913	22913	274956
TOTAL	2742634	3001127	3543706	2569045	2486122	3064116	1405914	2543507	2767091	4459142	4128162	4571924	3820661

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA



ALIMENTACION AL ACUI FERO A TRAVES DE LAS
AREAS IRRIGADAS POR POZOS

Pozo N°	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
23-31-10-1	15527.0	15273.0	20603.5	1332.5	9244	8144	8767	13073	15082.5	12184.5	16203.5	14765.5	150402.0
2	7357.5	8868.5	7521.5	4651	7226	3832	6372	4240.5	7757	6481.5	6361	8536	61675.5
4	20212	19570	16026.5	23607.5	16308	12123	13826	14576.5	16387.5	14655.5	16543	19548	145165.0
5	18173.5	16997	15812.5	13834	14014.5	17248.5	16702	17008	14742.5	13715	16857	11340	111381.0
8	2703.5	2910.5	2507.5	1361	1323	1328	1437	1431.5	1172	2274	2156	2147	22156.0
10	1197	1930.5	1637.5	1236	1049.5	1311	1251.5	1145.5	1752	1922.5	3102	2503.5	20238.0
11	12847	13205.0	11757.5	9758	9001.5	4836	14028	10403	13681	3422.5	16114.5	16435.5	153601.0
14	18739	24414	24644	23377	15280.5	10002.5	23501.5	20657.5	26531.5	25047.5	31037.5	24635	216631.0
17	3064.5	4706	7596.5	6340.5	6921.5	6920.5	7618.5	7107.5	7061.5	3300	9485	7190	70203.5
18	4510.5	2283.5	2396	1652.5	1478.5	1272.5	1176.5	1456	1833.5	1379.5	1658.5	1275.5	14571.0
19	60346.5	66150	68122.5	46245.5	25736.5	22041	29050.5	29981.5	27325.5	26148	37401.5	32131	472386.0
20	9046	22824	19872	1596	14472	15168	16680	23746	24024	21912	17504	29556	216132.0
21	661	4900	14842	11795.5	9193	8354	15147	9905.5	4253.5	8046	16431.5	12312.5	114431.0
22	42194.5	49217.5	46517.5	33000	20139.5	25129	15573.5	13462.5	13405	13973.5	17710	13469	311301.0
24	54652.5	66444	61616.5	46564.5	57295.5	53750.5	18597	55131	52563	55629.5	216173	67219.5	801341.0
25	18477	23399.5	19448	17359.5	11815.5	8337.5	16727	17233.5	17335.5	18813.5	25553	26602.5	226324.0
27	44320.5	54761.5	54537	40341	39143.5	31921	34241.5	46740.5	34642.5	39780	51717.5	54759	532245.5
30	3653.5	62630.5	53832.5	40434	44768.6	41490.5	26748	23297	36377.5	36645.5	43300	47847.5	467142.0
31	11393	15472.5	13854.5	13503	10507	11065	12482.5	46086.5	13242	10934.5	14370.5	13784.5	187307.0
34	9313.5	11446	10704.5	8664.5	6420	6911.5	11606.5	10331	10095	10624.5	13747	14994.5	126210.5
36	12500.5	13302	15546	12821	13783	11539	13783	12661	10577.5	11699.5	14225.5	16065	158503
38	3965.5	5458	6561	4981	3927.5	3996	4619.5	5243.5	18850.5	4723.5	6145.5	6967	74975.5
39	16630.5	16717.5	11694	17503	15708	13875	32712	18625	14137	9644	14566	16194	146231.0
41	1516.5	2252.5	91.5	119	8198	540.5	1977	119	1815	832	1566	1371	20126.0
43	32847.5	44347.5	34115.5	27301.5	33669	25524	19740.5	22188.5	26916	29380.5	33087	32222	363792.0
45	11345.5	7885	8190.5	6677.5	7542.5	6105	6358.5	7002	6461.5	5878	7131.5	6471.5	66652.0
46	21498.5	14141.5	8617	6396	4441.5	5746.5	4234	861.5	9972	8794.5	13014.5	11658	154345.5
48	1414.5	16141	11332	5606.5	7505.5	6936	7258.5	7752	3623	13772	17505.5	14247	117131.0

Pozo N°	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septemb.	Octubre	Noviem.	Diciemb.	Total
23-01-10-49	40235.5	42434	46671.5	870	15340.5	55346	37575.5	43313.5	36276	34246	31917	37047.5	426634.5
35	-----	-----	110962	-----	-----	14469	5715.5	6435	6755	955.5	7674	7714	160430.5
40	-----	-----	2089.5	15748	5560	2632.5	2486.5	3518	82.5	-----	-----	-----	31117.0
50	103090	28157.5	16458	436305	76333.5	70247.5	64003	60151.5	81227.5	72354.5	42597.5	70140	765273.5
51	86790	91851	83410.5	73411	77165.5	72400	71543.5	64551	88191.5	77117	96138	85666.5	166676.5
52	15821.5	8646	2233	31677.5	13245	10761.5	6972	9283	6718.5	16640.5	20355.5	18154.5	154966.5
53	8853	8627.5	5842.5	5888.5	5394.5	5637	5694	6223	7663	6889.5	6386.5	834.5	74033.5
54	10269	9856	3833.5	3833.5	4655	84889	273.5	4929	6887.5	8887.5	7293.5	6709	154116.0
57	150203	175624.5	140150.5	127564.5	100460.5	96576.5	98137.5	168083	123350.5	166662	141454	144471	1462671.5
58	56778.5	65565	44522.5	44865	39581	23433.5	27450	44865	42991	47475	53145	22663.5	520635.5
59	33027	38824	35226.5	31802	33723.5	33849	2736.5	33055	35201	31522	27182.5	34615.5	370166.5
60	4335	17439	19434	18537	63823.5	36476	5232	3827	3602.5	45296.5	53668	44930.5	325161.0
62	452145	5084	4948.5	4781.5	3573	3027.5	4261	4240	4209.5	1636	5261	5696.5	92834.0
61	17545.0	15652.5	17341.5	13401.5	13555	12620.5	11867	11151	9360.5	12441	17443.5	15005.5	170347.5
67	72584	85147	6602.5	55007.5	43150.5	32491.5	46542.5	56640	46017	70733.5	76025.5	51170	639644.5
69	27569	28669	21914	75224	14953	16342	24809	17366.5	31338	27496.5	2760	1878	295351.0
73	17680.5	23100.5	14311.5	15891.5	10576.5	4577	8208.5	10524	14207.5	17470	23927.5	66722	237147.0
88	10103.5	14151.5	354541.5	-----	-----	234116.5	77052	77766	66302	90668.5	69465.5	82733	1051400
89	-----	-----	31966.5	-----	-----	111528.5	62670	5955	77750	9841	77312	111107.5	449139.5
91	3031	716.5	1839.5	4853.5	13476	7055.5	4965.5	9594.5	19294	9266	11036.5	11356.5	62707.0
92	7460.5	6703.5	7738	5496.5	7874.5	3526	7637	6010.5	7511	7248.5	8465	9306	86101.0
99	32711	35235.5	33137.5	33742	37155.5	33973	31964	24457.5	31466.5	24924	24155.5	24762	377794.5
100	3666	18104	18270.5	42647.5	32491.5	32731	39416	23356.5	27229.5	30380.5	28667.5	34754.5	349273.5
115	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	12012	5419	71272	147444.0
117	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	16456	51456	57120	116166.0
120	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	91274	12252	51996	154472
121	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	67956	43446	61624	178626.0
122	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	145152	53346	49220	257112.0
126	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	159012	61152	64276	267440.0
127	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	157424	5424	60166	267764.0
128	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	84420	26628	32250	143364
129	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	43156	4728	50568	103452.0

Pozo N°	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
23-01-10-130										6240	51072	77000	210500
146	4054	4054	4054	4054	4054	4054	4054	1782.5	6324	1051	1054	4054	47647.5
501	7276	9318	8870.5	7722	6777.5	5262	4331.5	7338.5	1074.5	7011	1120.5	7110.5	36375.5
503	8379	8668	8680.5	5823.5	56203.5	8114.5	8366	8051.5	8051.5	1322	11020.5	10442	205552.5
7	3461.5	3481.5	3481.5	3481.5	3481.5	3481.5	3481.5	3481.5	3481.5	3481.5	3481.5	3481.5	47637
35	11361	11361	11361	11361	11361	11361	11361	11361	11361	11361	11361	11361	136320
47	11361	11361	11361	11361	11361	11361	11361	11361	11361	11361	11361	11361	136320
142	4320	4320	4320	4320	4320	4320	4320	4320	4320	4320	4320	4320	51840.0
143	6570	6820	6570	6570	6570	6570	6570	6570	6570	6570	6570	6570	78610.0
145	98928	98928	98928	98928	98928	98928	98928	98928	98928	98928	98928	98928	1187136
502	11456.5	11456.5	11456.5	11456.5	11456.5	11456.5	11456.5	11456.5	11456.5	11456.5	11456.5	11456.5	137175.5

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA



TOTALES

<u>Enero</u>	1'371,317.0	<u>Julio</u>	1'544,558.0
<u>Febrero</u>	1'500,563.5	<u>Agosto</u>	1'202,957.0
<u>Marzo</u>	1'773,353.0	<u>Septiembre</u>	1'271,753.0
<u>Abril</u>	1'264,522.5	<u>Octubre</u>	1'393,545.0
<u>Mayo</u>	1'243,246.0	<u>Noviembre</u>	2'229,571.0
		<u>Diciembre</u>	2'209,061.5
		<u>Total General</u>	2'285,962.0

Total General 19 210,430