



SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA
DIRECCION GENERAL DE AGROMETEOROLOGIA



ATLAS DE EVAPORACION EN EL PERU

Lima - Perú

551

SENAMHI

D.G.A.

**ATLAS DE EVAPORACION
EN EL PERU**

LIMA-PERU
1994

P R E S E N T A C I O N

El **SENAMHI**, de conformidad con su Ley Orgánica NQ24031, está facultado para participar en todas las actividades meteorológicas, hidrológicas y agrometeorológicas que se desarrollan en el país.

De acuerdo con esta responsabilidad, el **SENAMHI** en apoyo al desarrollo nacional realiza estudios e investigaciones científicas dentro del área de su competencia. Por ello, consideramos que la problemática de los recursos naturales y en especial la del agua ocupa un lugar relevante, el **SENAMHI** ha elaborado el **ATLAS DE EVAPORACION EN EL PERU**, a través del cual evidencia su esfuerzo para contribuir con la gestión racional de los recursos hídricos en el país.

Con esta publicación, se pone a disposición de las diversas entidades que tienen que ver con el manejo del recurso agua, un estudio con información derivada sobre el comportamiento espacial y temporal de uno de los parámetros más íntimamente asociados con el uso racional del agua, que permitirá conocer el grado de evaporación existente en el Perú para planificar los sistemas de riego y optimizar el uso de este recurso.

La información contenida en el **ATLAS DE EVAPORACION EN EL PERU** ha sido registrada en las Estaciones Hidrometeorológicas que conforman la Red del **SENAMHI** y procesada por el personal profesional y técnico de la Dirección General de Agrometeorología de este Servicio.

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA

Dirección General de Agrometeorología

**ATLAS DE EVAPORACION
EN EL PERU**

LIMA-PERU
1994

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA
SENAMHI

GRUPO DE TRABAJO

Dirección General de Agrometeorología

Ing. Agr. Raúl Cáceres Mariscal

Autores

Ing. Agr. Víctor Rosas Payano

Ing. Met. Esequiel Villegas Paredes

Ing. Met. José Carlos Canales

Mecanografiado

Sra. Mabel Balarezo de Rázuri

Srta. Rosario Chuquillanqui Ch.

Dibujantes

Sra. Gladys Espejo Gamarra

Sr. Alberto Milla Loli

CONSTITUCION POLITICA DEL PERU

Artículo 119°

El Estado evalúa y preserva los recursos naturales.

Así mismo, fomenta su racional aprovechamiento.

Promueve su industrialización para impulsar el desarrollo económico.

I N D I C E

INTRODUCCION.....	07
GENERALIDADES.....	10
La evaporación y su medida.....	10
Factores principales que determinan la variación espacial de la evaporación.....	13
Relación entre la evaporación del tanque clase "A" y la evapotranspiración potencial.....	19
ANALISIS DE LA INFORMACION EVAPORIMETRICA.....	20
Información básica evaporimétrica.....	20
Elección del período representativo.....	21
Homogenización y depuración.....	22
Completación de datos.....	22
Estimación de datos en estaciones carentes de tanque.....	24
Proceso de cartografiado.....	25
DISTRIBUCION TERRITORIAL DE LA EVAPORACION.....	26
Zonificación según la variación de la evaporación media anual con la altura.....	26
Descripción de los mapas con isolíneas de evaporación media anual y mensual.....	29
VARIACION TEMPORAL DE LA EVAPORACION MEDIA ANUAL.....	42
CONCLUSIONES.....	45
BIBLIOGRAFIA.....	48
ANEXO.....	50
Relación de cuadros.....	50
Relación de mapas.....	50
Relación de gráficos.....	51

C O N T E N I D O

INTRODUCCION

GENERALIDADES

La evaporación y su medida
Factores principales que determinan la variación espacial de la evaporación.
Relación entre la evaporación del tanque clase "A" y la evapotranspiración potencial.

ANALISIS DE LA INFORMACION EVAPORIMETRICA

Información básica evaporimétrica
Elección del período representativo
Homogenización y depuración
Completación de datos
Estimación de datos en estaciones carentes de tanque
Proceso de cartografiado

DISTRIBUCION TERRITORIAL DE LA EVAPORACION

Zonificación según la variación de la evaporación media anual con la altura.
Descripción de los mapas con isolíneas de evaporación media anual y mensual.

VARIACION TEMPORAL DE LA EVAPORACION MEDIA ANUAL

CONCLUSIONES

BIBLIOGRAFIA

ANEXO

Relación de cuadros
Relación de mapas
Relación de gráficos

1. INTRODUCCION

Los planes de desarrollo regionales o nacionales se basan principalmente, en el conocimiento y utilización de algún recurso natural. Por lo general, los encargados de planificar estos recursos requieren de información para tomar decisiones, tales como disponibilidad y restricciones. Frecuentemente la evaluación del recurso hídrico se refiere a la disponibilidad de aguas meteóricas, superficiales y subterráneas; si bien estos enfoques son útiles, resultan insuficientes si no se evalúan en función de las demandas para uso poblacional, industrial o agrícola.

El Balance Hídrico es un parámetro fundamental para la evaluación cuantitativa y sistemática de la productividad de la tierra. Esta afirmación resulta particularmente trascendente en el Perú, donde la disponibilidad de agua es limitada en la costa y la sierra, regiones que constituyen, actualmente, la columna vertebral de la producción agropecuaria del país.

De los elementos que componen el balance hídrico solamente la precipitación es medida rutinariamente con alguna densidad espacial; la demanda de agua para fines agrícolas o evapotranspiración habitualmente es estimada mediante fórmulas, más o menos complejas, que contienen variables climáticas. Estas, cuando son aplicadas a un ambiente, generalmente dan respuestas diferentes; sin embargo, frecuentemente son utilizadas sin considerar previamente su eficiencia predictiva.

La evaporación y evapotranspiración son procesos análogos, ambos involucran el cambio de fase del agua del estado líquido al de vapor y la transferencia de éste a la atmósfera. En la bibliografía disponible a menudo se muestra el significativo grado de asociación estadística

entre estas variables. Entonces, una técnica agrometeorológica confiable y económica, desde una perspectiva de requerimientos instrumentales, consiste en evaluar la distribución temporal y espacial de la evaporación.

El presente trabajo se apoya en la información recolectada en los tanques de evaporación clase "A" de la red nacional de estaciones meteorológicas.

En el capítulo 2 se define el concepto de evaporación, sus factores causales y sus relaciones con la evapotranspiración potencial.

En el capítulo 3 se describe el tratamiento de la información, desde el dato básico hasta el cartografiado.

En los capítulos 4 y 5 se presentan los resultados: cartografía mensual y anual de la evaporación en el territorio nacional; y descripción del régimen evaporimétrico en algunas estaciones meteorológicas representativas ubicadas en las tres regiones naturales del país.

En el capítulo 6 están contenidas las conclusiones más importantes.

El estudio ha sido preparado, principalmente, para uso de los profesionales vinculados con la planificación, proporcionándoles elementos de juicio que permitan orientar con mayor objetividad y conocimiento geográfico las decisiones concernientes a la administración del agua en la agricultura.

2. GENERALIDADES

2.1 LA EVAPORACION Y SU MEDIDA

2.1.1 Evaporación

En meteorología se entiende por evaporación el proceso físico continuo por el cual el agua cambia de estado líquido al de vapor, a la temperatura ambiente. Se produce evaporación en todo momento prácticamente, desde toda superficie. En este sentido, constituye una "pérdida" tanto más significativa cuando más limitada sea la disponibilidad del recurso hídrico.

2.1.2 Medida

Puede ser medida mediante modelos físicos basados en el balance de energía en la superficie evaporante y en el proceso de transporte del vapor hacia la atmósfera. La utilización de estos métodos generalmente involucra instrumentación costosa.

Un método más directo y menos costoso está basado en el balance hídrico en un reservorio. Consiste en medir, durante un período j , las entradas y salidas así como los contenidos de agua del reservorio en los extremos del período j . Entonces, el balance de agua del reservorio es:

$$\Delta W_j = P_j + I_j - E_j - S_j \quad (\text{mm/período}) \quad (1)$$

En donde :

W_j , es la variación del contenido de agua del reservorio.

Se calcula por diferencia de las mediciones realizadas en los extremos del período.

P_j , es la precipitación.

I_j , son las entradas de agua, superficiales y subsuperficiales.

E_j , es la evaporación.

S_j , son las salidas de agua, superficiales y subsuperficiales.

Usualmente, los términos de la ecuación se expresan en unidades de velocidad: mm/día; mm/mes, etc.

Es recomendable tener presente que 1 mm equivale a 1 l/m², 10 m³/ha y 6 527,8 gal/acre, en unidades inglesas.

Tratándose de reservorios naturales, tales como lagunas o masas de suelo agrícola, los flujos I_j y S_j presentan dificultades de medición: no obstante, durante períodos largos: I_j ~ S_j. Entonces, la (1) queda simplificada.

$$E_j = P_j - \Delta w_j \text{ (mm/período)} \quad (2)$$

La precipitación puede ser medida fácilmente con pliviómetros o pluviómetros. La variación del contenido de agua puede ser medida por diferencia de volúmenes.

2.1.3 El tanque de evaporación clase "A" (U.S.W.B.)

Los tanques de evaporación son depósitos metálicos de sección horizontal uniforme y regular en los que los únicos flujos, tanto de entrada como de salida, se producen por el espejo de agua. En consecuencia, las mediciones de la evaporación se asocian a la lámina de agua precipitada y al cambio de nivel de la superficie libre del agua del tanque.

La red nacional de estaciones Meteorológicas Agrícolas Principales (MAP), Climatológicas Principales (CP) y de Propósitos Específicos (PE) está equipada con tanques de clase "A".

Este modelo, diseñado en los Estados Unidos de Norte América, mide 4 pies de diámetro (121,9 cm), 10 pulgadas de altura (25,4 cm), es construido con hierro galvanizado y pintado de gris. Es instalado sobre un parrilla de madera, a unos 15 cm sobre la superficie del suelo, de modo que se permita la circulación del aire. Los cambios del nivel del agua que dependen de la precipitación y evaporación ocurridas en determinado tiempo, pueden ser medidos con una regla adosada a la pared del tanque o restituyendo un nivel de referencia, agregando o retirando agua, con una probeta o midiendo niveles con un tornillo micrométrico. (Ver gráfico 1).

2.2

FACTORES PRINCIPALES QUE DETERMINAN LA VARIACION ESPACIAL DE LA EVAPORACION

La evaporación de determinada cantidad de agua demanda cierta cantidad de energía denominada "Calor Latente de Evaporación del Agua" (L). La cual depende de la temperatura (t) según la siguiente expresión:

$$L = 595,9 - 0,55 t \text{ (cal. g}^{-1}\text{)} \quad (3)$$

$$W = 13,90521517 \text{ cal}$$

La fuente principal de energía es la radiación solar. Su magnitud en el límite de la atmósfera (aproximadamente 1 000 km de altura), sobre una superficie perpendicular a los rayos solares, es de 1,94 cal. cm⁻² . min⁻¹ (1 395,16 W.m⁻²). Se estima que un 57% de este monto llega a la superficie de la tierra; sin embargo, interviene como calor latente entre el

6% y 12% de la radiación en el tope de la atmósfera.

El aire y el suelo también suministran energía. Ambos se comportan como acumuladores de la energía solar que, a su vez, pueden transferir.

Una vez producido el cambio de estado, las moléculas de vapor tienden a acumularse en la capa adyacente a la superficie evaporante; de no ser desplazadas por el viento, la capa llegaría a saturarse y se anularía la evaporación.

La capacidad de remoción del viento depende de su velocidad, turbulencia, contenido de humedad y temperatura.

Otros factores que también influyen es la presión atmosférica, el contenido salino del agua y la geometría de la superficie evaporante.

2.2.1 Fuente de energía

Energía radiante

La cantidad de calor para evaporación proviene de la energía solar y ésta puede fluctuar apreciablemente en un área. Las razones principales para esta variación son los cambios espaciales y temporales de la nubosidad que a su vez están asociados a las oscilaciones del tiempo diario y a la influencia que sobre éstos tienen la orografía y la distancia al mar.

La pendiente, forma y orientación de la superficie del suelo afectan la cantidad de radiación incidente, así como la naturaleza de la superficie, por sus propiedades específicas para reflejar la radiación y para irradiar calor de acuerdo a su temperatura.

Energía advectiva

La advención es el intercambio de energía o humedad, debido a la heterogeneidad horizontal en las condiciones de superficie. El aire, que se mueve sobre una superficie seca y después pasa sobre una superficie completamente húmeda, ocasiona cambios marcados en la distribución de la energía disponible para calor latente de evaporación y el calor sensible del aire.

En el proceso de evaporación, la advención suministra calor sensible desde el aire a la superficie y la proporción de evaporación es mayor de la que puede ser esperada por la radiación neta disponible.

Turbulencia del viento

A través de una compleja interrelación, la turbulencia del viento cerca a la superficie juega una parte importante en la partición de la energía en calor latente y calor sensible y en remover estas cantidades de las capas inmediatamente adyacentes a la superficie.

La radiación neta se absorbe en la superficie por los suelos y la vegetación, produciéndose fuertes gradientes de temperatura local. De igual manera, donde existen superficies húmedas, una parte de este calor es usado en la evaporación desde los suelos y las hojas, y esto resulta en gradientes de presión de vapor local.

Bajo condiciones de no turbulencia, la difusión molecular resultaría en movimientos de calor y vapor de agua a través de estos gradientes, pero la proporción de transferencia de este proceso es bajo comparado con la proporción normal bajo condiciones turbulentas.

Por consiguiente, bajo condiciones de alta radiación y adecuada humedad del suelo, variaciones espaciales significativas ocurrirán en la evaporación como resultado de las fluctuaciones en la turbulencia del viento cerca a la superficie y condiciones meteorológicas en la baja atmósfera.

2.2.2 **Distribución de la precipitación**

Virtualmente, toda el agua de una zona resulta de la precipitación local, excepto en áreas irrigadas o en situaciones donde hay movimiento horizontal de agua subterránea.

Hay dos aspectos de la variabilidad areal de la precipitación que son relevantes. Uno es la variabilidad a corto plazo asociada con una tormenta particular, y el otro es a largo plazo

mostrada en los promedios y totales mensuales, estacionales y anuales.

Las tormentas de precipitación son notoriamente variables y, particularmente en el caso de las tormentas convectivas, diferencias de varios milímetros de precipitación pueden ocurrir a distancias de sólo 2 ó 3 km. Estas lluvias, frecuentemente resultan en escorrentía local a causa de su alta intensidad, lo cual es importante en estudios de balance hídrico. La orografía es un factor importante en la distribución de este tipo de precipitación.

Las lluvias de períodos largos muestran menor variabilidad areal, así, desde este punto de vista los estimados de evaporación a largo plazo, serían más confiables.

La precipitación es algunas veces usada como una guía para la distribución probable de la evaporación real sobre una región grande o continente. En las partes secas, donde no hay virtualmente escorrentía, podemos asumir que toda la precipitación se evapora más o menos donde cae: las isoyetas se aproximan a las isopletras de evaporación. Donde la precipitación normalmente excede la evaporación, puede asumirse que ésta se aproxima a su magnitud potencial; aunque, otra área puede ser definida dentro de la cual la precipitación normalmente excede a la evaporación.

Bajo estas circunstancias puede asumirse que la ~~evaporación~~ se ajusta a la proporción

potencial, aunque gruesos errores pueden ser cometidos en los períodos secos. En donde la precipitación normalmente no satisface la demanda potencial, pero hay períodos estacionales o irregulares de escorrentía significativa, la precipitación es sólo una guía aproximada para la evaporación, pudiendo indicar su límite superior con cierta confiabilidad.

2.2.3

Características de la planta y del suelo

La disponibilidad de agua para la evaporación es también afectada por las propiedades de la planta y del suelo. Tal es el caso del movimiento del agua a través de la planta, en particular las hojas (transpiración).

La vegetación puede también afectar la disponibilidad de la humedad en la superficie debido a su morfología adaptada, en algunos casos, para la intercepción del agua, o para dirigirla y almacenarla cerca a sus bases, en otros.

La intercepción de la niebla por la vegetación y el aumento de la humedad por el rocío han sido objeto de varias investigaciones. Estos procesos tienen un efecto local sobre el balance de agua; su efecto global no es muy grande.

Otra importante fuente para las plantas es el movimiento hacia arriba desde una tabla de agua subterránea. La proporción de extracción depende de las características de las raíces

incluida la edad, tipo de suelo, la presión de succión en la zona de raíces y la profundidad de la tabla de agua bajo esta misma zona.

2.3

RELACION ENTRE LA EVAPORACION DEL TANQUE CLASE "A" Y LA EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL

La evaporación potencial es un término muy importante para la producción agrícola, el mismo que es definido por J. Doorenbos y W. O. Pruitt (1976) como: "la tasa de evaporación y transpiración de una superficie extensa de gramíneas verdes de 8 a 15 cm de altura, uniforme, de crecimiento activo, que cubren totalmente el suelo y que no escasean de agua". La cuantificación de esta variable resulta generalmente costosa, razón por la que muchos investigadores han intentado superar este problema formulando ecuaciones empíricas o teóricas para su estimación o cuantificación. Muchas de ellas han tenido buenos resultados pero solo localmente, distorcionándose éstos cuando se aplican a otras zonas. Sin embargo, dado que la medición de la evaporación permite cuantificar los efectos integrados de la radiación, la temperatura y la humedad en función de una superficie de agua libre y que, las plantas también responden a estas mismas variables climáticas y meteorológicas, no obstante que diversos factores importantes intervienen e introducen cambios significativos y controles en la pérdida de agua del conjunto suelo-planta, se han encontrado relaciones que estiman con bastante aproximación la evapotranspiración potencial en función de las

condiciones meteorológicas (humedad relativa y viento) así como del entorno. Dicha relación entre la evapotranspiración potencial (E_o) y la evaporación del tanque (E_t) denominado Coeficiente de tanque o cubeta (K_p) $E_o/E_t=K_p$ varía entre 0,5 y 1,1 según los factores ya mencionados así como las fases de los cultivos. Los valores pueden ser consultados (tablas) en la bibliografía de la FAO, "Las necesidades de agua de los cultivos", NQ 24 por J. Doorenbos y W. O. Pruitt, 1976, o "Efectos del agua sobre el rendimiento de los cultivos" NQ33 por, J. Doorenbos y A.H. Kassam, 1976.

3. ANALISIS DE LA INFORMACION EVAPORIMETRICA

3.1 INFORMACION BASICA EVAPORIMETRICA

El tanque de evaporación clase "A" comenzó a operar en el Perú en 1952 con 2 estaciones, incrementándose a 20 en 1963 y finalmente, ya en 1972 se cuenta con 75 estaciones, cuya distribución va desde 24 y 16% en los departamentos de Piura y Puno respectivamente, hasta un 2% en la región de la amazonía. Con la excepción de Piura y Puno, la red de tanques es de baja densidad. Tratando de superar esta limitación, se intentó utilizar los datos evaporimétricos Piché, teniendo que desecharlos debido a su baja correlación con datos simultáneos del tanque.

En el presente estudio se han utilizado únicamente los valores directos de 64 estaciones (Mapa 1) que representan períodos

relativamente largos y que permiten la completación de las series de datos.

3.2

ELECCION DE PERIODO REPRESENTATIVO

Se ha elegido el período de 10 años: 1972-1981, inicialmente, en razón a su más extenso registro de datos directos y también a que el 80% de las estaciones con estos datos están concentrados en este período.

A fin de verificar la representatividad del período elegido, se procedió a realizar el análisis de medias sucesivas de algunas estaciones, para lo cual se calcularon los valores anuales promedio para cada año del período seleccionando; luego se han obtenido las medias multianuales de 1 a 10 años en forma consecutiva, desde 1972 hasta 1981, los cuales han sido graficados con respecto al promedio multianual de todo el período (10 años), como se muestra en los gráficos 2 al 5.

Se puede apreciar que, en la mayoría de los casos, a partir del quinto año se presenta una buena aproximación de las medias al valor promedio multianual de 10 años, con menos del 5% de desviación, a excepción de las estaciones de Chilaco, Sibayo y Angostura en donde esta aproximación recién ocurre a los 7 años; a partir de los 8 años todas las estaciones presentan una desviación menor del 2%.

Este análisis permite llegar a la conclusión de que el período de 10 años elegido (1972-1981), es representativo para los valores anuales de

evaporación y, por consiguiente, puede ser utilizado para cualquier comparación, aplicación o generalización. La extensión de este análisis a nivel mensual también se verifica si tenemos en cuenta estudios ya realizados.

3.3

HOMOGENIZACION Y DEPURACION

Para la primera etapa del procesamiento de las series de datos se ha utilizado la información directa de 75 estaciones (53 están funcionando), aplicando a éstas la prueba de homogeneidad de SVEN-EISENHART. Cabe mencionar que se ha considerado con cierta reserva algunas estaciones que no pasaron la prueba, por ser estaciones únicas en una región determinada; de lo contrario, no se hubiera contado con información alguna para dicha zona. Generalmente, los errores encontrados fueron por fallas en la medición y cálculo de la evaporación en días lluviosos. Para llegar a la fuente de tales errores, los datos fueron verificados a nivel diario para cada una de las estaciones.

3.4

COMPLETACION DE DATOS

Después del proceso de eliminación y depuración, las series de datos resultaron incompletas y, para no perder más del 40% de la información primaria directa, se analizó cada caso haciendo la completación respectiva que a continuación se detalla.

3.4.1 **Completación de series diarias**

En la mayoría de las estaciones se ha encontrado omisión de observaciones diarias, por lo que se ha considerado como mes sin datos a aquel con más de 15 días de omisión en las observaciones. Por tal motivo se ha ensayado algunos métodos de determinación de los datos faltantes.

3.4.1.1 **Método de la parábola**

Consiste en el ajuste de los datos existentes, a la curva de regresión parabólica.

$$Y = A + Bx + Cx^2$$

donde: A, B y C son constantes

3.4.1.2 **Método de la media aritmética**

Los datos faltantes son reemplazados con la media aritmética proveniente de los datos de los días existentes.

3.4.1.3 **Método del promedio ponderado**

Se halla el volumen total mensual de evaporación, multiplicando el promedio proveniente de los días existentes por el número de días del mes en cuestión.

Se ha llegado a la conclusión de que lo más conveniente es calcular el promedio del mes según el último método. Los resultados obtenidos de esta manera indican que los

errores introducidos por este método no alteran ni influyen esencialmente en los resultados ni en la distribución de la evaporación.

3.4.2 **Completación de datos mensuales**

Para resolver este caso se ha procedido a correlacionar los datos de evaporación Tanque entre estaciones vecinas, así como entre estaciones emplazadas en ambientes fisiográficos similares. Las estaciones que presentaban los más altos coeficientes de correlación se completaron por regresión lineal; mientras que en las estaciones en donde los coeficientes eran bajos se estudió la relación de la evaporación con otros elementos climáticos de la misma estación, obteniéndose los mejores resultados con la temperatura media del aire.

Con las series de datos así completados, se han calculado los promedios que pasaron a conformar la serie de datos básicos de la red de estaciones de evaporación.

3.5 **ESTIMACION DE DATOS EN ESTACIONES CARENTES DE TANQUE**

Realizada la depuración y completación de datos se obtiene una red de 64 estaciones distribuidas a nivel territorial. Esta densidad de estaciones no facilita el respectivo proceso de cartografiado, por lo cual se ha recurrido a la estimación de información suplementaria a partir de otras variables climáticas y factores geográficos, encontrándose buenos resultados,

tanto al considerar muchas variables como únicamente con la temperatura y humedad relativa, las cuales finalmente se utilizaron.

En seguida, se consideró aproximadamente 250 estaciones Climatológicas Ordinarias (CO), con datos de temperatura y humedad relativa, con las cuales se obtuvieron las ecuaciones de regresión lineal múltiple y se procedió a la estimación de información evaporimétrica, quedando solamente seleccionadas 85 de éstas (con altos coeficientes de determinación), incrementándose de este modo la red básica de información disponible.

3.6

PROCESO DE CARTOGRAFIADO

Para la elaboración del cartografiado de la evaporación en el Perú del tanque clase "A" (U.S.W.B), en su primera aproximación y a escala 1:2 000 000, se ha recurrido a las siguientes acciones e información suplementaria:

- Coloreado del Mapa Físico del Perú, para la identificación de los pisos altitudinales, lo que contribuye a objetivizar la distribución geográfica de la red de estaciones y el trazado de las isolíneas.
- Utilización del Mapa Ecológico del Perú (ONERN, 1976), que al ofrecer la distribución geográfica en todo el territorio nacional de las zonas de Vida Natural de Holdridge, permite entender con mayor claridad los

marcados contrastes de la compleja configuración geográfica del Perú.

- Utilización de los mapas de distribución pluvial en el Perú (SENAMHI, 1974).
- Determinación de las curvas del comportamiento altitudinal de la evaporación media anual a partir de la información evaporimétrica básica.
- Estimación de información evaporimétrica con base en ecuaciones que relacionan la evaporación con la temperatura y humedad relativa, para estaciones sin tanque.

4. DISTRIBUCION TERRITORIAL DE LA EVAPORACION

4.1 ZONIFICACION SEGUN LA VARIACION DE LA EVAPORACION MEDIA ANUAL CON ALTURA

De todos los elementos climáticos causales de la evaporación, la temperatura determina una disminución de la evaporación con la altura; mientras que la energía solar, el viento, la presión y el contenido de humedad la favorecen. No obstante, el efecto global de la influencia de éstos, es a una disminución paulatina de la evaporación con la altura, aunque la precipitación pluvial en la selva parece tener una influencia en este comportamiento.

Para la zonificación de la evaporación en el Perú, se ha utilizado un método simple que asume la altura como el único factor que influencia la variación de la evaporación en regiones fisiográficamente variadas. (Mapa 2). Dentro del patrón general encontrado se ha determinado tres curvas básicas de evaporación media anual-altura de acuerdo a una buena distribución de las estaciones que delimitan zonas características (Gráficos 6 y 7), que a continuación se describen.

4.1.1 Zona costa

Región comprendida entre Tumbes y Tacna, desde el litoral hasta los flancos occidentales de la cordillera, a unos 1 500 msnm. Se caracteriza principalmente por presentar desiertos y zonas con vegetación efímera denominadas "lomas".

La característica de esta región es su variabilidad, mostrando zonas donde la evaporación disminuye con la altura (Ia), como es el caso de la mayor parte de la región por debajo de los 1 500 m. Otras zonas presentan, por el contrario, un aumento de la evaporación con la altura (Ib), como la zona entre Chicama (La Libertad) y Cañete (Lima), por debajo de los 500 m y aquella (Ic) por encima de los 700 m, que comprende parte del departamento de Arequipa y la zona de Sausal de Culucán.

4.1.2 Zona sierra

Región comprendida sobre los 1 500 msnm en las vertientes occidentales y los 3 500 m en las vertientes orientales, desde Amazonas y

Cajamarca por el norte hasta Puno por el sur. Esta región muestra tres comportamientos más o menos diferenciados a saber: sierra norte, sierra central y sierra sur.

4.1.2.1 Sierra norte

Región que presenta un gradiente altitudinal anual de disminución de la evaporación de 96 mm cada 100 m de altura (-96 mm/100 m). Comprende una faja que se extiende desde Cerro de Pasco hasta el límite con el Ecuador.

4.1.2.2 Sierra central

Esta región muestra un gradiente altitudinal menos marcado que en el norte, alcanzando un valor de -71 mm/100 m y que se ubica desde el departamento de Junín hasta la parte norte de los departamentos de Puno y Arequipa.

4.1.2.3 Sierra sur

Presenta el gradiente altitudinal anual más marcado de la sierra, alcanzando el valor de -16 mm/100 m abarcando parte de los departamentos de Arequipa, Moquegua, Tacna y la mayor parte de Puno.

4.1.3 Zona selva

Región que comprende las vertientes orientales de la cordillera y el llano amazónico, en donde, debido a la carencia de información evaporimétrica básica representativa, no ha sido factible la determinación del

comportamiento altitudinal de la evaporación con la altura, aunque indudablemente, debe constituir otra zona.

4.2

DESCRIPCION DE LOS MAPAS CON ISOLINEAS DE EVAPORACION MEDIA ANUAL Y MENSUAL

En el Perú, la distribución de la evaporación presenta una configuración muy variada, mostrando regiones en donde ocurren fuertes cambios de este elemento de una época del año a otra, como es el caso de la costa y sierra, así como otras regiones en donde la homogeneidad es la principal característica, como en la selva.

La evaporación media total anual en el Perú presenta una oscilación entre 800 y 2 800 mm/año, presentándose valores puntuales extremos superiores a estos límites.

Las zonas que presentan mayores valores de evaporación se encuentran en los departamentos de Arequipa (Pampa de Majes) y Piura (Desierto de Sechura) con 2 800 y 2 600 mm/año, respectivamente, seguidos de Ica (Pampa del Tate y el Gran Tablazo), Puno (Zona del Altiplano) y Moquegua con 2 000 mm/año. Otras zonas alcanzan hasta 1 800 mm/año de evaporación como la región del río Vilcanota (Cusco), del río Mantaro (Junín, Ayacucho y Huancavelica), y Huánuco en la sierra; las regiones de la Convención (Cusco), Satipo (Junín) y Jaén-Bagua (Cajamarca y Amazonas) en la región de la selva y una franja longitudinal en la costa central norte.

Las regiones con los valores más bajos de evaporación alcanzan los 800 mm/año, y son: la vertiente oriental de los Andes, aproximadamente a los 2 000 msnm, el departamento de Tacna, entre los 500 y 2 000 m, y la zona costera de Moquegua.

Cabe mencionar que con base al análisis de información suplementaria, la región ubicada entre los límites de los departamentos de Madre de Dios, Cusco y Puno, presentaría los valores más bajos de evaporación del tanque de todo el país (600 mm/año) tal como lo reflejan los datos para las estaciones de Quincemil, Pilcopata y Tambopata, entre otras, las cuales tienen como característica común ser zonas de alta pluviosidad.

Valores de evaporación por debajo de 1 000 mm/año, encontramos en el llano amazónico por debajo de los 500 m; en la región del Hualgayoc (Cajamarca) por encima de los 3 000 m; en la región de la cordillera blanca desde la cercanía de Chiquián hasta Huamachuco (La Libertad y Ancash), y en la zona costera desde Camaná hasta la Punta del Bombón en Arequipa, por debajo de los 500 m, que se prolonga a mayor altura en los departamentos de Moquegua y Tacna a lo largo de la cordillera.

4.2.1

Enero

Este mes se caracteriza por presentar los mayores valores de evaporación en toda la región de la costa, destacando en la zona norte

los departamentos de Piura y Lambayeque con valores hasta de 250 mm/mes que abarca principalmente el desierto de Sechura. Otra zona de alta evaporación se encuentra en el departamento de Ica con un núcleo de 200 mm/mes que comprende El Gran Tablazo y la Pampa del Tate.

La isolínea de 150 mm/mes predomina a lo largo de casi toda la región costera, encontrándose los valores más bajos cerca al litoral, desde Bahía de La Independencia en Ica con 125 mm/mes hasta Moquegua con 75 mm/mes. Hacia el interior de la costa, la evaporación aumenta y solamente después de una altura determinada se observa la disminución normal de ésta con la altura. Este nivel donde el gradiente empieza a ser marcado, comienza aproximadamente a los 1 000 msnm con valores de 175 mm/mes y continúa a lo largo de casi todo el flanco occidental de la cordillera. A ese nivel, en el análisis de la distribución de la temperatura, se le conoce como "Nivel de Retorno" (Valdivia P. 1977). Otras zonas de alta evaporación la constituyen las pampas sureñas del departamento de Arequipa y Moquegua (Pampa de Majes, La Joya, La Cledesí, etc.) que presentan valores de hasta 225 mm/mes entre los 1 000 y 2 000 m aproximadamente.

En la sierra, los mayores valores se registran en el Altiplano, en la zona del Lago Titicaca, con 175 mm/mes. Otros valores de importancia se encuentran en el Valle del Mantaro, Ayacucho, Acobamba y Huánuco con 150 mm/mes. En la mayor parte de la sierra central y sur del país la

evaporación está entre los 100 y 125 mm/mes, mientras que en la sierra norte se presentan los valores más bajos destacando las estaciones de Hualgayoc en Cajamarca y Huarmaca en Piura, con valores de hasta 55 mm/mes sobre los 2 000 m.

En la región de la selva se distinguen las vertientes orientales donde casi permanentemente se tienen valores de 75 mm/mes de 2 000 a 3 000 m. En el llano amazónico la evaporación es bastante homogénea y su configuración poco definida debido a la carencia de información; sin embargo, se puede mencionar que su valor oscila alrededor de 75 y 100 mm/mes. Existe una región de baja evaporación que comprende las zonas de Quicemil, Tambopata y Pilcopata, en donde con base a información suplementaria se ha podido determinar que presenta los valores más bajos de evaporación, alcanzando probablemente hasta 50 mm/mes. De otro lado, hay también magnitudes apreciables en las zonas de Quillabamba, Satipo-Puerto Prado, Tarapoto-Juanjuí-Tulumayo y Jaén-Bagua, en la confluencia de los ríos Marañón y Chinchipe, con valores de hasta 150 mm/mes.

4.2.2

Febrero

En este mes es importante señalar que la evaporación, en el análisis de la variación temporal, muestra una marcada pero aparente disminución, que se explica por el menor número de días del mes. La evaporación, es similar a enero; es alta a lo largo de toda la región

costera, con valores de 255 mm/mes en el desierto de Sechura y de 150 mm/mes desde Trujillo hasta Acarí en Arequipa, disminuyendo progresivamente hacia el sur. La zona de las pampas de Majes, La Joya y La Clemesí continúa presentando altos valores de evaporación con 200 mm/mes. En la región de la sierra, la evaporación total mensual presenta una disminución general, alcanzando los menores valores del año, aunque en realidad, los valores más altos a nivel diario. Los mayores valores son del orden de 150 mm/mes, siempre ubicados en las zonas del lago Titicaca, Valle del Mantaro y Acobamba, que en este caso están abarcando áreas más reducidas que en enero.

En la sierra norte también disminuye la evaporación, llegando hasta 75 mm/mes en la zona del río Llaucano en Cajamarca, por encima de los 3 000 m. En la selva, siguen presentándose valores de evaporación muy bajos, similares al mes anterior, y valores extremos en la región de las vertientes más orientales del sur con 50 mm/mes, lo cual es característica de esta zona. El llano amazónico tampoco muestra variación, pero cabe destacar que se observan los valores más bajos del año (estimados) en la región de Quillabamba.

4.2.3

Marzo

Este mes presenta una distribución de los valores medios totales mensuales ligeramente superiores al mes anterior, perfilándose como

el inicio de la época transicional de la evaporación en el año. En la costa, las isolíneas se desplazan longitudinalmente, paralelas al litoral, con valores que van desde los 75 a 175 mm/mes, encontrándose núcleos aislados de hasta 225 mm/mes, con la misma distribución del mes anterior. El nivel de retorno se mantiene a los 1 000 m; hay que destacar la región costera desde Casagrande hasta Andahuasi, donde los valores que se registran constituyen los más altos del año para esta zona. En cuanto a la sierra y selva, la configuración de la evaporación se presenta muy similar al mes precedente, persistiendo la distribución descrita de los valores máximos y mínimos a nivel de la selva baja y ceja de selva, así como la homogeneidad característica en el llano amazónico.

4.2.4

Abril

En este mes se presenta una notable disminución de la evaporación costera, y aunque se mantienen los valores máximos de los meses anteriores, el área que éstas involucran se reduce notoriamente. Este marcado decrecimiento se puede visualizar claramente en los gráficos de la variación temporal de la evaporación para esta zona. En la sierra la distribución de la evaporación se va uniformizando y es así como por encima de los 2 500 msnm, aproximadamente, los valores superiores a 150 mm/mes sólo se encuentran en pequeñas áreas del Altiplano, Ayacucho-Acobamba y Huánuco. Las isolíneas de 100 y 125 mm/mes siguen una trayectoria similar al de los meses

precedentes aunque con un cambio notable a lo largo de la cordillera occidental por encima de los 3 500 m, donde se aprecia otra isolínea de 100 mm/mes. Las magnitudes menores de 75 mm/mes continúan presentándose en la sierra de Cajamarca y Piura por encima de los 2 000 m. En la región oriental se observa una ligera disminución en los valores puntuales de evaporación al norte de Tornavista y Tulumayo, y un aumento hacia el sur, lo que se refleja con la mayor extensión de la isolínea de 75 mm/mes, no obstante, la configuración permanece como en el mes anterior.

4.2.5

Mayo

La característica de este mes es el decrecimiento general de la evaporación en toda la región de la costa, donde se aprecia el predominio de las isolíneas de 100 y 125 mm/mes en la mayor parte del litoral costero, desde Camaná hasta Trujillo, registrándose valores de hasta 50 mm/mes en la zona de Calana en Tacna; mientras que hacia el interior de la costa central y costa norte, los valores de 175 y 225 mm/mes abarcan áreas más reducidas, con la misma tendencia de abril. En la sierra, en cambio, el comportamiento de la evaporación continúa mostrando un período de transición, en donde las variaciones son mínimas con respecto a los meses precedentes. En la región oriental la evaporación se mantiene constante con valores entre 75 y 100 mm/mes en el llano amazónico y hasta con 150 mm/mes en las zonas localizadas ya mencionadas en los meses anteriores.

4.2.6

Junio

Constituye un mes extremo en la distribución anual de la evaporación en la región costera. El valor máximo identificado corresponde a 200 mm/mes por debajo de los 300 msnm en el desierto de Sechura, y a nivel de los 1 500 m en las pampas de Majes y La Joya. En la faja costera por debajo de los 500 m se verifica el predominio de la isolínea de 100 mm/mes que se desplaza desde Trujillo hasta Tacna. Valores de 75 mm/mes se registran entre Punta Culebras en Ancash y Chincha en Ica, y se siguen presentando valores de hasta 50 mm/mes en Calana (Tacna).

La evaporación en la región altiplánica es similar al de la costa, presenta los valores más bajos del año en este mes, alcanzando un valor de 125 mm/mes que abarca toda la región. Por otro lado, en la sierra central y sur, entre los 11° y 15° Latitud Sur, junio no constituye un período extremo, sino más bien transicional con una ligera tendencia al decrecimiento de la evaporación. En la sierra norte en cambio, se observa un marcado incremento de la evaporación, lo cual se verifica en que las isolíneas de 100 y 175 mm/mes se encuentran cubriendo áreas más localizadas. En la selva, la configuración de las isolíneas mostrada en el mes precedente no ha sufrido mayores cambios, encontrándose que oscila entre 75 y 175 mm/mes en el llano

amazónico y en las zonas que el mapa ecológico delimita como bosques secos, respectivamente.

4.2.7

Julio

Este mes muestra una distribución que sigue mayormente el mismo patrón del mes anterior, detectándose en el norte, en los departamentos de Piura y Lambayeque, un ligero incremento en los valores registrados, lo que marca el inicio del período de aumento progresivo de la evaporación hacia el verano. Cabe mencionar el notable incremento de la evaporación que se registra en la estación de Sausal de Culucán, llegando hasta 200 mm/mes, verificando que constituye una región de características singulares. En la región central y sur de la costa, desde Trujillo hasta Tacna, se aprecia una tendencia a conservar los mismos valores; estos bajos niveles de evaporación originan un desplazamiento a mayor altura del nivel de retorno que se ubica a 2 000 m y con valores de 150 mm/mes. En la zona de la sierra se aprecia un aumento general de la evaporación que continúa la sierra norte, mientras que la sierra sur y central empieza recién a observar este comportamiento. Es así como aparecen núcleos de hasta 175 mm/mes en la zona del río Vilcanota, Ayacucho-Acobamba y Huánuco. En la selva se observa un ligero incremento de la evaporación, pero la configuración continúa siendo la misma, dada las características de gran homogeneidad de la zona.

4.2.8

Agosto

Es relativamente parecido al mes anterior, observándose un incremento más marcado de la evaporación en la costa norte, mientras que en el resto de la región costera este aumento es menor. Los valores continúan fluctuando entre 75 y 200 mm/mes, pero se distingue la zona de baja evaporación ubicada en Tacna con 50 mm/mes como en los meses anteriores. Valores de 125 mm/mes, predominan en la mayor parte de la sierra, destacando en especial la parte norte por presentar en este mes los valores máximos, lo cual se verifica al observar que el núcleo de 75 mm/mes se localiza en un área muy reducida en la región de Hualgayoc. La sierra sur también empieza en este mes a mostrar un considerable aumento de la evaporación, lo que se observa en los núcleos altos que aparecen en el Valle del Mantaro y del Altiplano, además de los núcleos en el Vilcanota, Ayacucho, Acobamba y Huánuco que se encuentran abarcando una mayor extensión. Como se anotó anteriormente, la evaporación en la región oriental continúa presentando la misma tendencia.

4.2.9

Setiembre

En este mes la evaporación muestra un aumento general en todo el territorio, siendo éste más marcado en la costa y sierra. Una excepción a este comportamiento es la sierra norte donde por el contrario se muestra el inicio de la disminución de la evaporación luego del máximo alcanzado en el mes precedente. Otra característica en este mapa constituye el

núcleo de 225 mm/mes ubicado en la estación de Sausal de Culucán que sobrepasa los valores encontrados en la región que normalmente presenta los mayores valores, como es el caso del desierto de Sechura.

4.2.10 Octubre

Este mes presenta los valores más altos de evaporación en la sierra central y sur del país, superiores a 175 mm/mes, comprendiendo las zonas del Valle del Mantaro, Ayacucho-Acobamba, Chalhuanca-Antabamba, Huánuco, la región de Vilcanota y finalmente la región Altiplánica, donde se alcanza hasta 200 mm/mes. En la región de la costa destaca, como en los otros meses, la zona desértica de Piura y Lambayeque, con valores de 225 mm/mes en incremento progresivo hacia el verano; continúa destacando también la zona especial de Sausal de Culucán, donde en este mes presenta 225 mm/mes de evaporación que es el más alto del año. Por otro lado, entre Trujillo y Supe, y al sur de Atiquipa se observan valores menores de los 100 mm/mes de evaporación, por debajo de 500 m de altitud, lo cual en condiciones normales comprende la zona de nieblas. La isolínea de 75 mm/mes se encuentra al nivel del mar en Camaná y se desplaza hacia el sur, ascendiendo hasta los 800 m en Calana (Tacna), dejando por debajo de este nivel un núcleo de mayor evaporación en la Pampa La Yarada.

Cabe destacar la región que comprende las Pampas de Caravelí hasta Moquegua en la zona sur, que presentan también altos valores de

evaporación, alcanzándose los máximos del año en la Pampa de Majes con 280 mm/mes. Por otro lado, en la sierra, las zonas que presentan los menores valores están en el norte, específicamente en la cuenca alta del río Llaucano y en las nacientes del río Huancabamba, por encima de los 2 500 m, pero en la mayor parte de la región, por encima de los 3 500 m, predominando valores de evaporación que van desde 125 a 150 mm/mes.

En la región de los trópicos húmedos continúan resaltando tres zonas que presentan alta evaporación como son la del río Huallaga hasta Tarapoto con 125 mm/mes y hasta con 175 mm/mes en la de los ríos Marañón-Chinchipe, Ene-Perené y en el Valle de La Convención. En el llano amazónico la configuración de la evaporación continúa uniforme entre 100 y 75 mm/mes.

4.2.11

Noviembre

En este mes continúa el incremento de la evaporación a todo lo largo de la faja costera, con excepción de la costa norte de Piura y Lambayeque, donde ésta tiende a mantenerse. Esto se aprecia claramente al desaparecer las isolíneas de 75 y 100 mm/mes, en lugar de las cuales se presentan las 125 y 150 mm/mes que ahora abarcan casi la mayor parte del área. Las zonas de máximos valores empiezan a diferenciarse nítidamente como en el desierto de Sechura con 225 mm/mes, y la zona de las Pampas del Gran Tablazo y el Tate en Ica con 200 mm/mes. En la estrecha faja costera del departamento de Arequipa se aprecia que persiste el marcado gradiente característico de

esta zona, aunque más acentuado; otro máximo de 250 mm/mes se presenta a 1 500 m en la Pampas de Majes. Este es otro mes de alta evaporación en la región altiplánica y sierra sur, donde se registran valores de hasta 200 mm/mes distribuidos como en el mes anterior. En la sierra central se verifica un marcado decrecimiento luego del máximo alcanzado en octubre, mientras que en la sierra norte la progresiva disminución continúa. Como se mencionó anteriormente, la evaporación en la región oriental conserva las mismas características.

4.2.12

Diciembre

En la costa se presenta como uno de los meses de mayor evaporación, siendo para la zona sur, desde Ica hasta Tacna, donde se tienen los máximos valores a diferencia de la costa norte donde éstos se alcanzan en enero. Las isolíneas de 150 y 125 mm/mes se encuentran predominando en la mayor parte de la faja costera, mientras que hacia el norte aparece un gran núcleo de 250 mm/mes. El nivel de retorno se presenta ahora desplazado a una altura de 1 500 m casi a todo lo largo de las vertientes occidentales, desde Trujillo hasta Tacna.

En toda la sierra se presenta un decrecimiento general de la evaporación, siendo éste más marcado en algunas regiones como en el Altiplano y la sierra sur, donde se encuentra sólo una isolínea de 175 mm/mes, predominando la de 125 mm/mes en casi toda la zona. Es necesario hacer notar dos casos singulares que

ocurren en las estaciones de Isla Taquile y Conima en donde la evaporación, por el contrario, aumenta alcanzando los máximos valores. Hay que resaltar también que la estación de Conima muestra el rango anual más bajo de todas las estaciones de esta región, siendo éste de 15 mm/mes. En la región de la selva se aprecia una ligera disminución de la evaporación hacia el norte, mientras que en el sur ésta tiende a permanecer casi constante.

5. VARIACION TEMPORAL DE LA EVAPORACION MEDIA ANUAL

El análisis de los gráficos de la variación temporal de la evaporación muestra varios regímenes para las diferentes regiones fisiográficas del país. Comparándolos, ha sido posible agruparlos por semejanza de comportamiento, reforzando así la división del país en zonas características que corresponde a la encontrada mediante la variación altitudinal de la evaporación y que a continuación se describen.

5.1 COSTA

Zona que presenta los máximos valores en diciembre y enero, y los mínimos en junio y julio, con una amplitud anual entre 117 y 30 mm/mes, en San Camilo y Calana, respectivamente y con una amplitud promedio de 79 mm/mes (Gráficos 8 al 12).

5.2 SIERRA

5.2.1 Sierra norte

Presenta un rango anual promedio de 50 mm/mes, siendo los extremos de 110 y 22 mm/mes en las estaciones de Huarmaca y Hualgayoc, respectivamente; los valores máximos se registran en agosto y los mínimos en febrero (Gráficos 13 y 14).

5.2.2 Sierra central

Abarca gran parte de la región. El valor máximo se presenta, bien notorio, en octubre; mientras que el mínimo se registra en febrero. Es la zona de menos variabilidad en la sierra, registrándose la amplitud máxima en Palcachacra con 70 mm/mes y la mínima en Picoy con 38 mm/mes, siendo la amplitud media de 51 mm/mes (Gráficos del 15 al 17).

5.2.3 Sierra sur

Abarca una menor superficie y comprende la región del altiplano. La máxima evaporación se presenta en octubre y noviembre, y la mínima en junio. La amplitud máxima anual es de 50 mm/mes y corresponde a la estación de Puno, en tanto que la mínima es de 15 mm/mes y corresponde a las estación de Conima. La amplitud media es de 57 mm/mes (Gráficos 18 al 21).

SELVA

Comprende la mayor parte del territorio nacional pero, debido a la falta de información, no es posible identificar un régimen temporal característico. No obstante, se presentan los gráficos de tres estaciones, ubicadas dentro de esta región que muestran claramente la poca variabilidad de la evaporación durante el año (Gráfico 22).

Finalmente existen algunos regímenes singulares en ciertas estaciones que no corresponden con las características de las zonas en donde están ubicadas (Gráficos 23 y 24).

6. CONCLUSIONES

Las principales conclusiones del presente estudio son las siguientes.

- 6.1 Debe ser considerado como la primera aproximación hacia la caracterización de la evaporación (Tanque Clase "A") en el Perú. Esta aproximación, particularmente, es mejor -a excepción de la selva- en las regiones por debajo de los 1 000 m donde la densidad de la red de estaciones es mayor. Se espera que la inexactitud en estas zonas esté en el orden del 10%. En las regiones a mayores alturas, la densidad de la red decrece, obligando una extrapolación más amplia.
- 6.2 El período elegido, 1972-1981, para completar y homogenizar la serie de datos de las 64 estaciones seleccionadas, puede considerarse representativo para las diferentes regiones del país.
- 6.3 Destaca la gran variabilidad de la evaporación en las diferentes regiones fisiográficas del país, principalmente en la costa, donde se encuentran rangos de evaporación mensual hasta de 175 mm. En la sierra el rango es de 125 mm y en la selva solamente se alcanza hasta 75 mm.
- 6.4 En general, la evaporación media disminuye con la altura aunque la precipitación pluvial en la selva y el efecto de fenómenos meteorológicos locales o las condiciones fisiográficas específicas de algunas regiones parecen tener

una influencia particular sobre este comportamiento.

6.5 La variación altitudinal y temporal de la evaporación media muestra varios regímenes para las diferentes regiones fisiográficas del país que permiten delimitar cinco zonas con características particulares.

6.6 La evaporación media anual en el Perú presenta una oscilación entre 800 y 2 800 mm/año. Los mayores valores anuales están ubicados en las regiones bajas, como en los desiertos de Piura e Ica y en otras a mayor altura como en las Pampas de Arequipa y el Altiplano.

Los valores mínimos se encuentran en las vertientes orientales y en las partes altas de la cordillera, como también en la zona costera y la parte alta de Moquegua y Tacna, respectivamente.

6.7 A nivel mensual destacan como meses de gran evaporación los de diciembre-enero en la costa; agosto en la sierra norte y octubre-noviembre en la sierra central y sur.

Los valores mínimos se presentan en junio-julio en la costa, febrero en la sierra norte y central, y junio en la sierra sur. En la selva no ha sido posible determinar un régimen temporal característico.

6.8 Las regiones donde se presentan los valores mayores de evaporación se caracterizan por presentar alta temperatura, intensa radiación y

elevada velocidad del viento, mientras los menores valores se presentan con temperaturas bajas, precipitación, vientos ligeros y alta humedad del aire.

6.9

Finalmente, cabe mencionar el comportamiento especial de algunas estaciones que no siguen el mismo régimen de las estaciones ubicadas en su zona, como Sausal de Culucán y La Tina en Piura, Pampa de Majes en Arequipa, Calana en Tacna y Conima en Puno, las cuales requieren una investigación a nivel local.

Conforme se disponga de más estaciones y datos con mayor exactitud, particularmente en la sierra y selva, es necesario que los futuros estudios sobre este tema, involucren análisis más detallados de la relación entre datos del tanque Clase "A" y el evaporímetro Piché, con factores tan importantes como la radiación y el viento, y con los datos obtenidos mediante fórmulas teóricas y empíricas. No obstante el estudio cumple con el objetivo propuesto como es el de delinear la distribución territorial y variación temporal de la evaporación en el Perú.

7. BIBLIOGRAFIA

1. GRINDLEY, J. 1972. Estimation and mapping of evaporation. World water balance. Proceeding of the Reading Simposium in July 1970, IASH-UNESCO-WMO. Vol. 1 p. 200-213.
2. DOORENBOS, J.; PRUITT, W.O. 1976, Las necesidades de agua en los cultivos. Roma, FAO NQ24.
3. DOORENBOS, J.; KASSAM, A.H. 1979. Efecto del agua sobre el rendimiento de los cultivos. Roma, FAO NQ33.
4. HIDROESB, S.F. Hidrología e climatología da amazonía bacía representativa. Proyecto BRA/72/010, Brazil.
5. HOUNAN, C.E. 1971. Problems of evaporation assessment in the water balance. reports on WMO/IHD Projects. Reports NQ13, WMO, Geneva, 80.
6. LOPEZ OCAÑA, C. 1982. Zonas áridas y desertificación en el Perú. Zonas áridas, NQ 1, p.1-16.
7. Mc. ILROY, L.C. 1968. Evaporation and its measurements. agriculture meterorology. Proceeding of the WMO Seminar in Melbourne, Australia 1966. Vol. 1, p. 243- 259.
8. NICHOLSON, C. 1943. Programa analítico de climatología del Perú. Arequipa, Perú, 76 p.

9. NOE DOBREA I.; GUZMAN MARTINEZ, O. 1977. Estudios sobre la evaporación media desde la superficie del agua en Colombia. HIMAT, publicación aperiódica N° 38, Bogotá, 65 p.
10. OFICINA NACIONAL DE EVALUACION DE LOS RECURSOS NATURALES - ONERN. 1976. Mapa ecológico del Perú. Lima, Perú.
11. PERU. MINISTERIO DE AGRICULTURA. 1967. Los bosques de los desiertos costeros del Perú. Las lomas de la costa y los beneficios que pueden prestar a la economía nacional. Servicio Forestal y de Caza, Informe N° 29, Lima, Perú, 55 p.
12. VALDIVIA PONCE, J. 1977. Meteorología general. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Dirección Universitaria de Biblioteca y Publicaciones, Lima, Peru, 168 p.
13. WMO N° 100. 1983. Guide to climatological practice. Geneva.

8. ANEXO

8.1 Relación de cuadros

Cuadro 1 : Estaciones meteorológicas con tanque de evaporación clase "A".

Cuadro 2 : Evaporación total mensual multianual (mm/mes).

8.2 Relación de mapas

Mapa 1 : Red Nacional de Estaciones Meteorológicas con Tanque de Evaporación Clase "A" (U.S.W.B.)

Mapa 2 : Mapa hidrográfico del Perú.

Mapas de evaporación total mensual (mm/mes) :

Enero
Febrero
Marzo
Abril
Mayo
Junio
Julio
Agosto
Setiembre
Octubre
Noviembre
Diciembre

Mapa de evaporación

total anual (mm/año)

8.3 Relación de gráficos

- Gráfico 1 : Tanque de evaporación clase "A" (U.S.W.B.)
- Gráficos 2 al 5 : Medias sucesivas de valores anuales (1972-81) en relación con el valor promedio multianual.
- Gráfico 6 : Variación altitudinal de la evaporación media anual del tanque clase "A".
- Gráfico 7 : Zonificación de la evaporación media anual con la altura.
- Gráficos 8 al 12 : Evaporación mensual de la costa.
- Gráfico 13 y 14 : Evaporación mensual de la sierra norte.
- Gráfico 15 al 17 : Evaporación mensual de la sierra central.
- Gráfico 18 al 21 : Evaporación mensual de la sierra sur.
- Gráfico 22 : Evaporación mensual de la selva.
- Gráfico 23 y 24 : Evaporación mensual de casos especiales.

Cuadro 1. Estaciones meteorológicas con tanque de evaporación clase "A"

No.	ESTACION	DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO	LATITUD (° sur)	LONGITUD (oeste)	ALTURA (m)
1	LA TINA	PIURA	AYABACA	SUYO	4° 72'	79° 57'	427
2	AYABACA	PIURA	AYABACA	AYABACA	4° 38'	79° 43'	2 709
3	CHILACO	PIURA	SULLANA	SULLANA	4° 42'	80° 30'	90
4	SAUSAL DE CULUCAN	PIURA	AYABACA	AYABACA	4° 45'	79° 46'	980
5	TEJEDORES	PIURA	PIURA	TAMBO GRANDE	4° 45'	80° 14'	250
6	MALLARES	PIURA	SULLANA	MARCAVELICA	4° 51'	80° 40'	90
7	EL TABLAZO	PIURA	PIURA	TAMBO GRANDE	4° 52'	80° 33'	148
8	LA ESPERANZA	PIURA	PAITA	COLAN	4° 55'	81° 04'	12
9	ARENALES	PIURA	AYABACA	FRIAS	4° 55'	79° 51'	3 010
10	CHULUCANAS	PIURA	NORROPON	CHULUCANAS	5° 06'	80° 10'	95
11	MIRAFLORES	PIURA	PIURA	CASTILLA	5° 10'	80° 37'	30
12	NORROPON	PIURA	NORROPON	NORROPON	5° 11'	74° 58'	165
13	SAN MIGUEL	PIURA	PIURA	CATAEOS	5° 14'	80° 41'	12
14	HUANCABAMBA ✓	PIURA	HUANCABAMBA	HUANCABAMBA	5° 14'	79° 27'	1 552
15	MONTESGRANDE	PIURA	PIURA	LA ARENA	5° 21'	80° 42'	27
16	HUARNACA ✓	PIURA	HUANCABAMBA	HUARNACA	5° 34'	79° 31'	2 100
17	SAN RAMON	LORETO	ALTO AMAZONAS	YURINAGUAS	5° 55'	76° 08'	184
18	EL PORVENIR	SAN MARTIN	SAN MARTIN	JUAN GUERRA	6° 38'	76° 21'	330
19	BANBAMARCA	CAJAMARCA	HUALGAYOC	BANBAMARCA	6° 41'	78° 31'	2 600
20	LAMBAYEQUE	LAMBAYEQUE	LAMBAYEQUE	LAMBAYEQUE	6° 42'	79° 54'	18
21	LLAUCANO	CAJAMARCA	HUALGAYOC	BANBAMARCA	6° 44'	78° 32'	2 750
22	HUALGAYOC	CAJAMARCA	HUALGAYOC	HUALGAYOC	6° 46'	78° 37'	3 510
23	A. WEBERBAUER ✓	CAJAMARCA	CAJAMARCA	CAJAMARCA	7° 10'	78° 30'	2 536
24	TALLA	LA LIBERTAD	PACASHAYO	GUADALUPE	7° 15'	79° 28'	92
25	CASAGRANDE	LA LIBERTAD	TRUJILLO	CHOCOPE	7° 45'	79° 11'	240
26	TULUMAYO	HUANUCO	LEONCIO PRADO	D. ALONIAS	9° 08'	70° 02'	670
27	SURASACA ALTO	LIMA	CAJATAMBO	OYON	10° 27'	76° 49'	4 600
28	HUAYTO	LIMA	CHANCAY	PATIVILCA	10° 39'	77° 39'	220
29	PARAMONGA ✓	LIMA	CHANCAY	PATIVILCA	10° 40'	77° 47'	60
30	PICOY	LIMA	CHANCAY	SANTA LEONOR	10° 55'	76° 44'	2 990
31	ALCANTARILLA	LIMA	CHANCAY	HUARA	11° 03'	77° 33'	120
32	ANDAHUASI	LIMA	CHANCAY	SAYAN	14° 08'	77° 14'	470
33	HUAYAO ✓	JUNIN	HUANCAYO	HUACHAC	12° 02'	75° 19'	3 350
34	LA MOLINA	LIMA	LIMA	LA MOLINA	12° 05'	76° 56'	251
35	ACMOCOCHA	HUANCAYELICA	CASTROVIRREYNA	PILPICHACA	13° 13'	75° 05'	4 520
36	TUNEL CERO	HUANCAYELICA	CASTROVIRREYNA	PILPICHACA	13° 14'	75° 05'	4 529
37	GRANJA KAYRA ✓	CUSCO	CUSCO	SAN JERONINO	13° 34'	71° 54'	3 219
38	SAN CAMILO ✓	ICA	ICA	PALCONA	14° 05'	75° 43'	398
39	PALCACHACRA	AYACUCHO	LUCANAS	LUCANAS	14° 32'	74° 17'	3 300
40	PAMPA GALERAS	AYACUCHO	LUCANAS	LEONCIO PRADO	14° 40'	74° 24'	3 950

Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología
Dirección General de Agrometeorología

Continúa....
Continuación....

No.	ESTACION	DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO	LATITUD (° sur)	LONGITUD (oeste)	ALTURA (m)
41	PROGRESO	PUNO	AZANGARO	ASILLO	14° 41'	70° 22'	3 950
42	CHUQUIBAMBILLA	PUNO	NELGAR	UNACHIRI	14° 47'	70° 44'	3 971
43	ANGOSTURA ✓	AREQUIPA	CAYLLOMA	CAYLLOMA	15° 11'	71° 39'	4 155
44	CAYLLOMA	AREQUIPA	CAYLLOMA	CAYLLOMA	15° 11'	71° 46'	4 319
45	CASCCA	AREQUIPA	AREQUIPA		15° 12'	71° 27'	4 300
46	QUILLISANI	PUNO	LANPA	PALCA	15° 22'	70° 46'	4 850
47	HUARAYA-MONO	PUNO	HUANCANE	MONO	15° 23'	69° 29'	3 881
48	CONDORONA	AREQUIPA	AREQUIPA		15° 23'	71° 16'	4 250
49	VISUYO	AREQUIPA	CAYLLOMA	COPORAQUE	15° 24'	71° 44'	4 630
50	CONIMA	PUNO	HUANCANE	CONIMA	15° 27'	69° 20'	3 850
51	PANPA UTA	PUNO	LANPA	PARATIA	15° 29'	70° 41'	4 350
52	SIBAYO	AREQUIPA	CAYLLOMA	SIBAYO	15° 29'	71° 27'	3 810
53	CAPACHICA	PUNO	PUNO	CAPACHICA	15° 38'	69° 50'	3 860
54	ISLA TAQUILE	PUNO	PUNO	AMANTANI	15° 46'	69° 41'	3 850
55	LAGUNILLAS	PUNO	LANPA	SANTA LUCIA	15° 46'	70° 40'	4 200
56	THATA	AREQUIPA	CAYLLOMA	S. A. DE CHUC.	15° 50'	71° 05'	4 436
57	PUNO ✓	PUNO ✓	PUNO	PUNO	15° 52'	70° 00'	3 875
58	EL FRAILE	AREQUIPA	AREQUIPA	S.J. DE TARUC.	16° 09'	71° 11'	4 015
59	JULI	PUNO	CHUCUITO	JULI	16° 13'	69° 27'	3 875
60	DESAGUADERO	PUNO	CHUCUITO	DESAGUADERO	16° 34'	79° 02'	3 809
61	LA JOYA ✓	AREQUIPA	AREQUIPA	LA JOYA	16° 35'	71° 55'	1 208
62	CALANA ✓	TACNA	TACNA	CALANA	17° 56'	70° 11'	875
63	CHOCLOCOCHA	HUANCVELICA	CASTROVIRREYNA	SANTA ANA	13° 09'	75° 04'	4 550
64	PANPA DE MAJES	AREQUIPA	CAYLLOMA	LLUTA	16° 21'	72° 10'	1 438

Cuadro 2. Evaporacion total mensual multianual (mm./... [periodo]) *

N°	ESTACION	ENERO	FEBRE	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST	SETIE	OCTUB	NOVIE	DICIE	TOTAL
1	LA TIJA	167,8	124,1	116,2	118,1	128,6	143,7	155,5	168,7	186,1	205,5	189,7	195,8	1 899,8
2	AYABACA	105,5	85,0	99,9	94,1	102,9	114,5	152,2	161,5	147,8	132,3	122,2	116,2	1 434,4
3	CHILACO	251,9	227,8	229,8	228,3	217,6	190,7	197,1	206,1	211,2	230,5	228,9	252,2	2 671,6
4	SAUSAL DE CULUCAN	199,3	173,1	185,7	174,2	181,9	176,7	210,8	213,2	225,6	240,6	231,3	228,7	2 441,1
5	TEJEDORES	207,6	178,0	179,5	168,1	155,0	134,4	146,8	171,5	193,5	214,9	210,1	218,8	2 178,2
6	MALLARES	236,4	209,1	207,1	182,1	172,3	153,1	159,3	189,6	216,7	243,5	238,0	240,2	2 447,4
7	EL TABLAZO	250,6	231,9	238,2	237,7	227,0	200,7	206,6	212,2	222,4	237,7	233,4	246,3	2 774,7
8	LA ESPERANZA	251,4	225,7	239,1	228,0	205,3	167,0	170,0	194,9	201,9	221,5	222,2	252,4	2 579,4
9	ARENALES	108,4	93,8	105,1	102,9	109,4	122,0	155,1	164,5	151,5	135,1	123,3	120,0	1 491,1
10	CHULUCANAS	202,4	172,7	176,4	163,7	163,7	146,5	147,1	169,8	176,7	205,3	199,5	216,4	2 140,2
11	MIRAFLORES	268,0	237,1	247,1	233,7	203,7	170,3	165,7	186,5	203,2	225,1	228,4	254,4	2 623,2
12	MORROPON	206,8	176,9	172,3	166,2	163,6	134,4	149,0	175,2	187,7	204,8	205,6	220,4	2 162,9
13	SAN MIGUEL	241,1	219,1	230,9	207,5	181,2	148,6	149,3	168,3	187,3	212,9	208,8	228,0	2 383,0
14	HUANCABAMBA	98,2	89,6	98,7	96,0	100,0	110,4	131,2	132,6	122,8	118,4	115,0	107,4	1 320,3
15	MONTEGRANDE	255,2	230,2	245,9	221,1	191,6	168,4	164,6	166,5	179,4	204,7	204,3	234,7	2 466,6
16	HUARNACA	55,9	42,1	61,7	53,6	68,2	97,1	150,0	151,9	125,1	109,8	101,0	82,8	1 099,2
17	SAN RAMON	91,8	79,5	74,5	78,6	78,5	75,5	89,6	93,8	96,2	97,0	93,2	88,9	1 037,1
18	EL PORVENIR	127,9	110,7	111,4	104,2	90,6	93,3	97,9	103,4	109,0	117,1	120,8	132,1	1 318,4
19	BAMBAMARCA	86,5	76,3	84,7	73,0	88,9	85,5	96,7	106,4	98,8	100,3	96,2	94,8	1 088,1
20	LANBAYEQUE	205,5	204,3	210,4	200,2	182,3	152,7	150,4	153,1	164,7	174,8	180,4	199,4	2 178,2
21	LLAUCAMO	77,4	74,6	75,7	74,8	82,9	88,6	104,6	105,6	96,4	95,5	94,4	87,2	1 057,7
22	HUALGAYOC	51,0	47,4	50,8	50,5	58,5	54,6	64,3	68,7	60,0	58,1	58,0	54,5	676,4
23	A. WEBERBAUER	115,7	98,1	107,7	100,0	99,3	113,4	119,0	124,2	117,5	123,1	127,2	133,1	1 378,3
24	TALLA	210,7	183,4	171,1	168,4	154,9	119,2	121,7	128,8	152,3	180,2	183,3	202,0	1 976,0
25	CASAGRANDE	182,5	183,8	185,1	174,1	150,5	133,0	120,2	118,5	121,4	127,9	144,3	163,2	1 804,5
26	TULUMAYO	131,4	117,1	130,5	135,0	135,1	124,7	128,7	135,7	144,1	153,0	145,5	142,9	1 623,7
27	SURASACA ALTO	104,3	94,4	102,2	97,5	114,7	113,1	122,3	125,1	117,3	118,9	114,1	113,2	1 337,1
28	HUAYTO	145,2	138,9	153,3	149,1	120,6	93,0	98,7	95,8	105,3	126,6	133,2	143,2	1 503,2
29	PARAMONGA	165,2	156,8	170,0	147,4	103,0	74,1	73,0	69,7	76,1	103,3	132,7	160,0	1 431,3
30	PICOY	105,0	92,6	97,4	99,3	102,3	102,8	112,7	125,7	124,5	131,0	125,0	121,2	1 339,5
31	ALCANTARILLA	183,2	172,2	181,8	153,1	110,0	83,0	84,2	87,3	101,7	130,8	147,7	173,6	1 608,6
32	ANDAHUASI	196,0	189,2	200,1	180,9	147,1	125,6	126,5	134,6	144,4	168,9	178,2	192,8	1 984,3
33	HUAYAO	151,8	136,3	142,3	141,5	145,0	142,7	154,4	174,9	177,5	191,9	180,0	175,7	1 914,0
34	LA MOLINA	171,6	169,9	176,6	146,5	97,9	67,8	71,4	77,0	87,9	117,5	126,9	155,3	1 466,3
35	ACHOCCHA	104,9	97,6	96,7	102,2	109,6	107,5	115,7	132,7	129,6	140,5	129,3	125,0	1 391,3
36	TUNEL CERO	105,1	94,1	98,3	95,4	103,5	94,5	105,5	124,5	126,1	138,9	127,5	123,6	1 337,0
37	GRANJA KAYRA	110,4	109,1	118,9	127,2	154,2	148,8	152,1	156,9	162,3	167,0	142,5	132,8	1 632,2
38	SAN CAMILO	202,0	186,7	202,2	179,4	135,4	99,8	100,3	126,1	156,0	190,7	200,5	216,4	1 955,5
39	PALCACHACRA	149,1	128,6	135,2	134,4	149,2	145,0	151,2	164,7	165,3	175,4	177,4	170,2	1 845,7
40	PANPA GALERAS	125,2	106,8	113,8	114,9	118,0	113,6	124,6	148,2	153,2	166,6	159,7	147,6	1 592,2

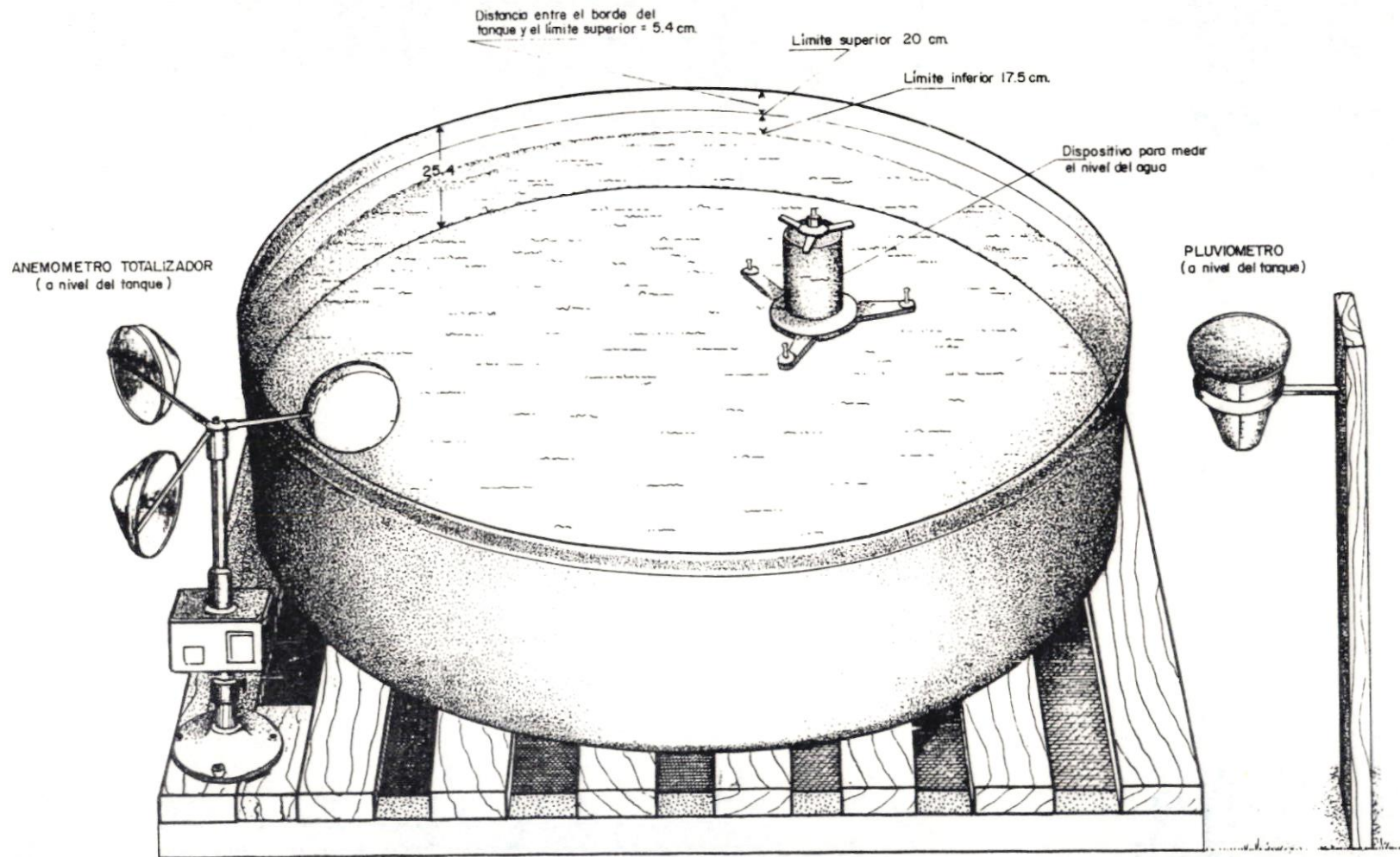
Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología
Dirección General de Agrometeorología
Continua...

Continuación....

N°	ESTACION	ENERO	FEBRE	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST	SETIE	OCTUB	NOVIE	DICIE	TOTAL
41	PROGRESO	138,4	122,6	140,4	144,2	151,2	147,8	159,5	169,2	174,7	193,0	175,6	158,1	1 874,7
42	CHUQUIBAMBILLA	121,9	117,7	109,4	107,4	113,2	108,5	119,9	134,5	151,3	171,6	151,5	136,2	1 543,1
43	ANGOSTURA	107,7	105,6	106,5	104,0	105,0	98,9	105,5	112,4	127,8	160,7	167,5	152,6	1 454,2
44	CAYLLOMA	131,5	118,3	123,6	126,2	126,6	116,3	123,9	136,1	143,0	168,9	173,4	154,1	1 641,9
45	CASCCA	107,0	98,1	106,5	104,0	109,7	107,5	110,6	121,2	129,5	140,7	136,9	127,2	1 398,9
46	QUILLISANI	112,3	104,9	116,5	114,6	127,8	125,2	123,7	136,4	140,4	151,5	147,2	133,2	1 533,7
47	HUARAYA-MOHO	115,4	108,9	114,0	121,2	117,9	106,5	119,0	135,6	146,5	162,7	159,7	137,5	1 544,9
48	CONDOROMA	123,5	115,6	119,4	118,3	120,5	112,2	114,4	129,4	141,7	149,8	154,2	142,6	1 541,6
49	VISUYO	95,5	88,8	89,9	94,7	100,0	89,9	88,5	99,1	117,8	123,6	126,0	117,7	1 231,5
50	CONIMA	115,3	106,5	110,8	103,7	104,7	100,6	105,2	107,0	110,2	114,6	107,1	114,5	1 300,2
51	PANPA UTA	119,2	109,6	112,1	113,6	117,0	107,5	115,9	132,9	148,0	161,3	158,7	142,5	1 538,3
52	SIBAYO	130,4	117,7	118,7	122,3	120,0	105,2	110,8	125,1	146,6	177,8	188,9	168,0	1 631,5
53	CAPACNICA	143,7	133,2	138,9	138,4	141,8	131,4	139,3	148,6	161,2	178,8	183,9	166,0	1 805,2
54	ISLA TAQUILE	179,4	155,0	158,1	143,7	137,3	127,6	131,9	151,6	161,4	186,7	184,3	192,1	1 909,1
55	LAGUMILLAS	131,6	126,4	121,8	129,1	134,2	120,4	128,2	146,1	161,0	190,9	188,1	163,3	1 741,1
56	IMATA	114,3	111,9	114,4	120,6	120,8	101,3	101,9	111,7	120,6	149,0	153,1	141,5	1 461,1
57	PUNO	160,8	147,5	153,2	148,7	146,8	126,4	136,2	165,4	174,0	209,0	216,5	193,1	1 977,6
58	EL FRAYLE	151,8	135,3	135,2	144,6	138,7	117,9	132,6	143,8	170,9	202,2	203,2	184,5	1 860,7
59	JULI	135,4	119,7	124,3	123,1	123,7	109,4	112,2	124,5	134,1	171,7	177,1	162,0	1 617,2
60	DESAGUADERO	152,9	148,4	158,6	141,7	139,1	124,5	128,2	137,4	149,8	172,4	189,1	175,9	1 818,0
61	LA JOYA	193,3	174,2	184,8	162,5	155,0	142,0	154,1	170,1	185,8	212,3	211,2	216,3	2 161,6
62	CALAMA	69,4	66,0	69,0	57,3	49,4	44,6	43,4	44,8	50,8	61,3	65,3	73,6	694,9
63	CHOCLOCOCHA	87,0	76,0	87,1	88,8	92,4	88,3	96,9	110,2	108,9	117,1	108,4	102,0	1 163,1
64	PANPA DE MAJES	229,8	205,2	224,1	208,3	213,9	202,1	235,9	246,3	251,3	282,8	265,0	266,2	2 830,9

(*) Las unidades son: mm/mes para los periodos mensuales, y
mm/año para los totales anuales.

Gráfico N°1



TANQUE DE EVAPORACION CLASE "A" (U. S. W. B)

EN RELACION CON EL VALOR PROMEDIO MULTIANUAL

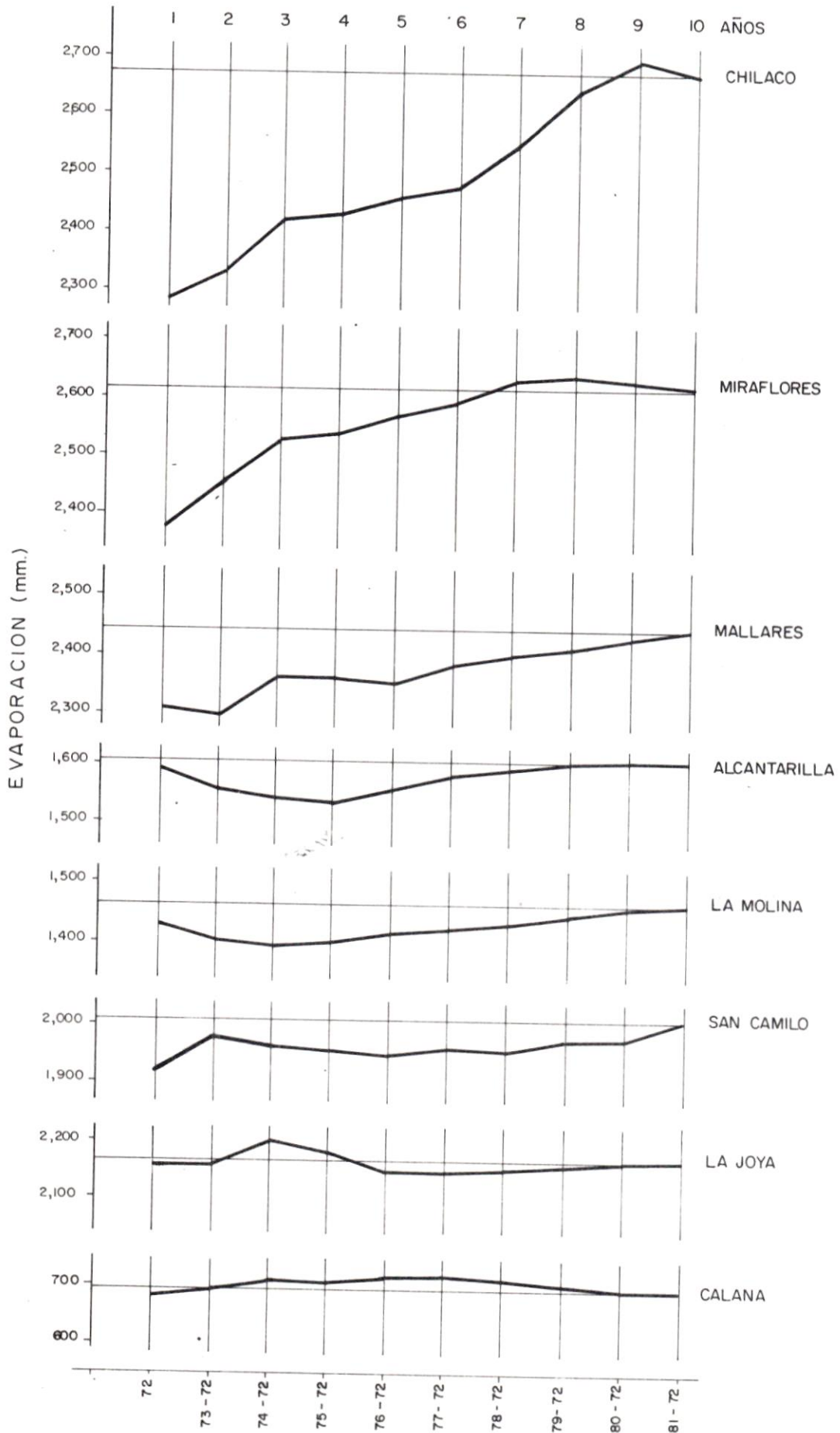


Gráfico Nº3 MEDIAS SUCESIVAS DE LOS VALORES ANUALES (1972-81) EN RELACION CON EL VALOR PROMEDIO MULTIANUAL

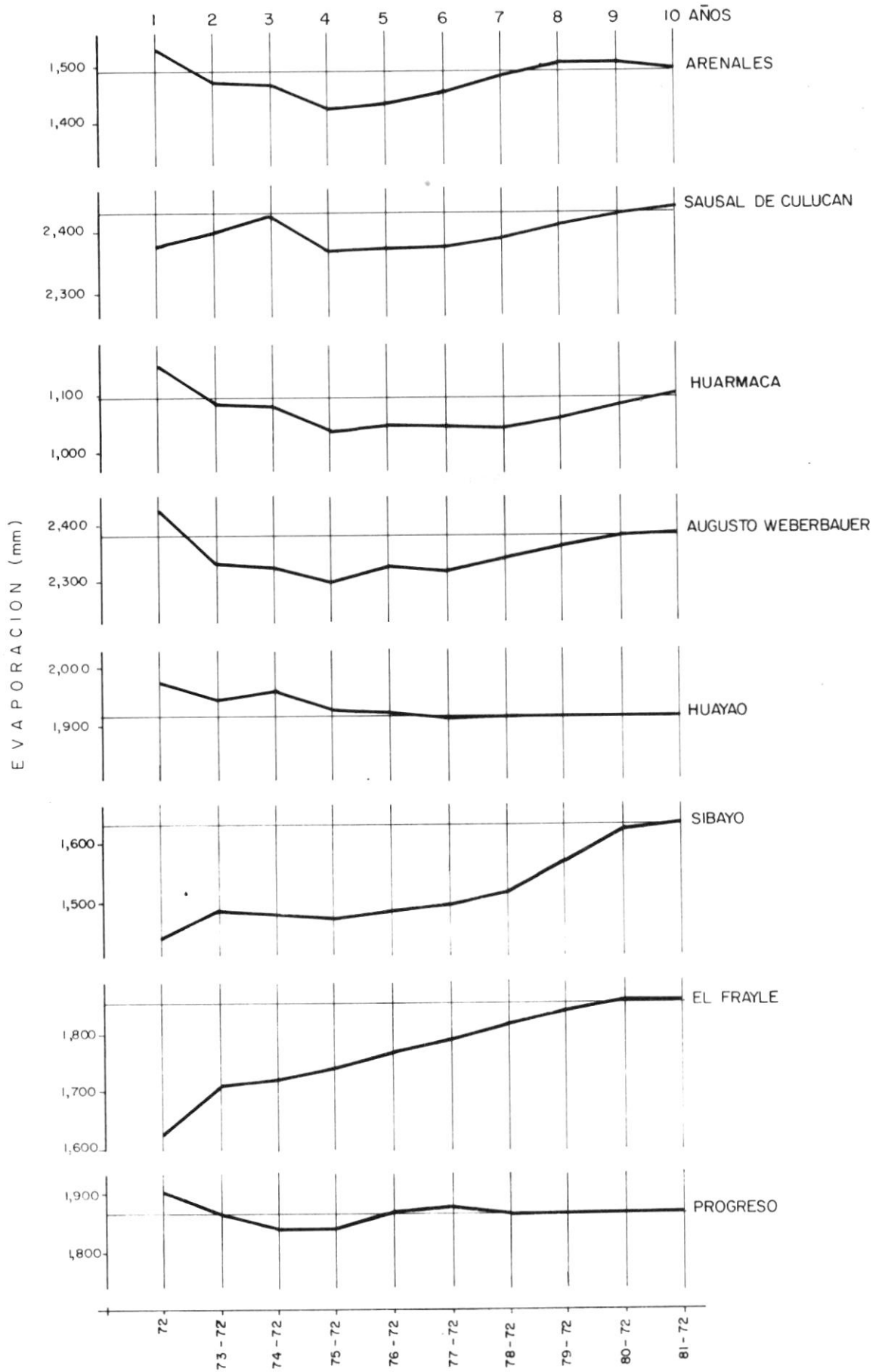


Gráfico Nº4 MEDIAS SUCESIVAS DE LOS VALORES ANUALES (1972-81) EN RELACION CON EL VALOR PROMEDIO MULTIANUAL

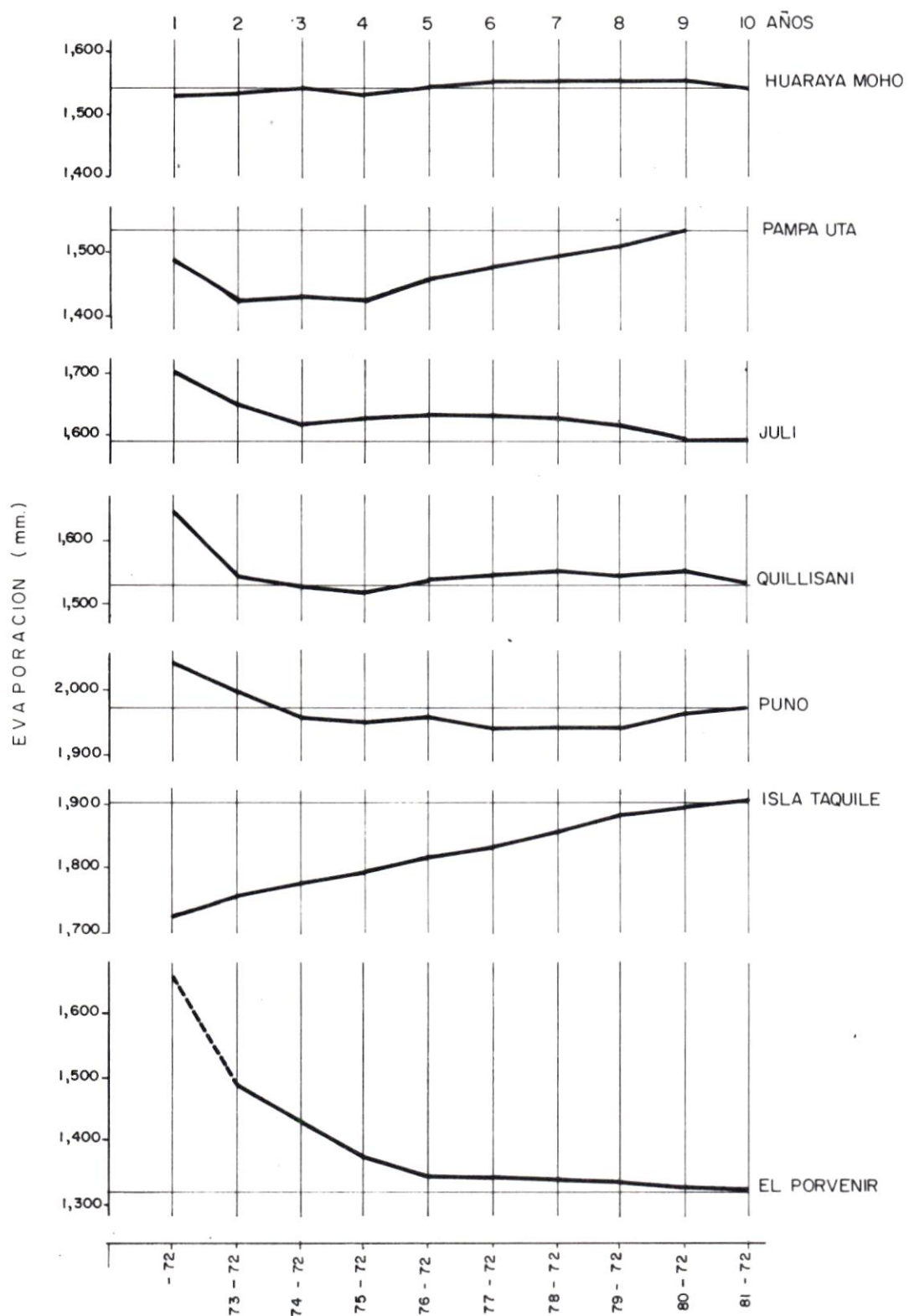


Gráfico N°5 MEDIAS SUCESIVAS DE LOS VALORES ANUALES (1972-81) EN RELACION CON EL VALOR PROMEDIO MULTIANUAL

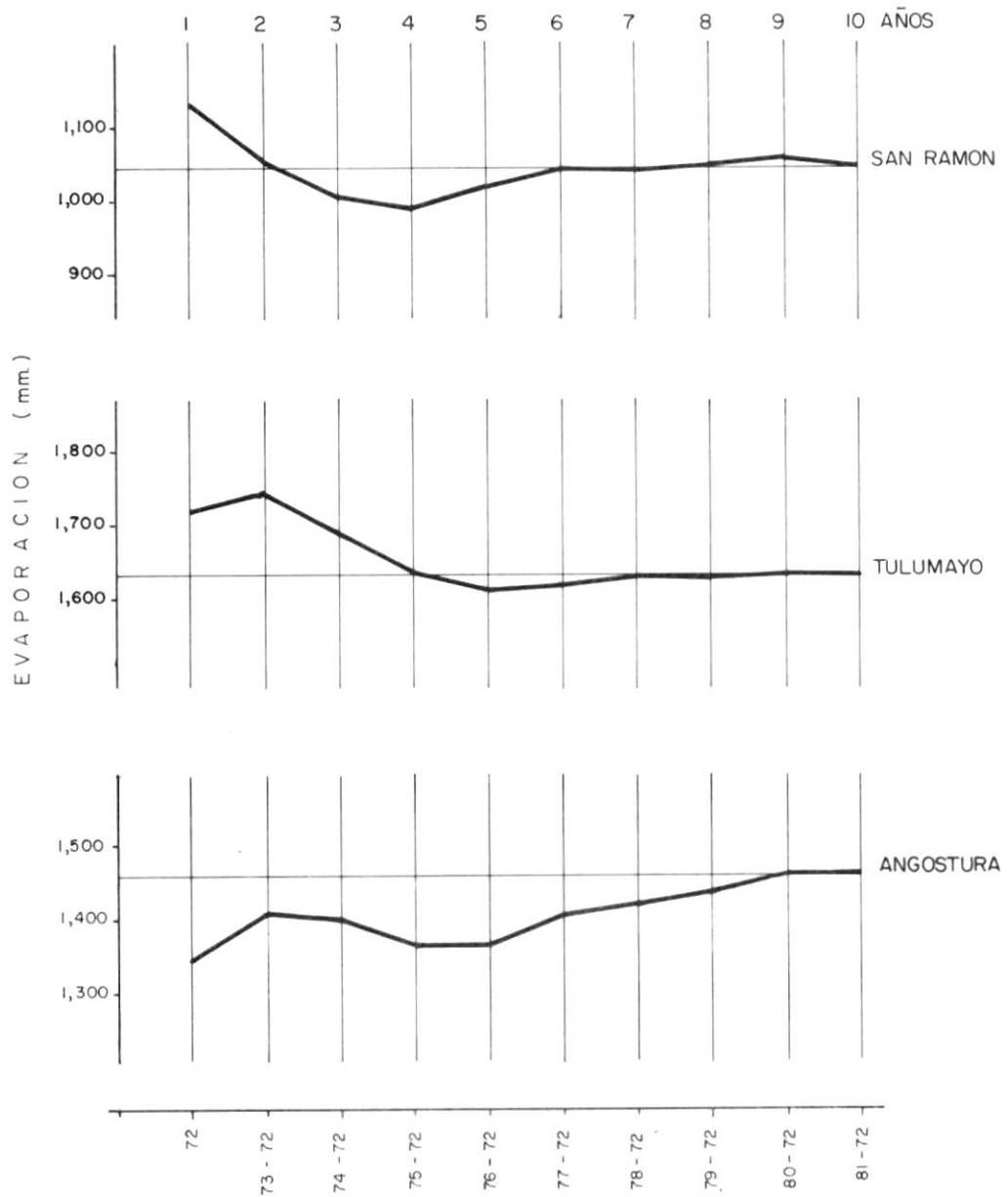
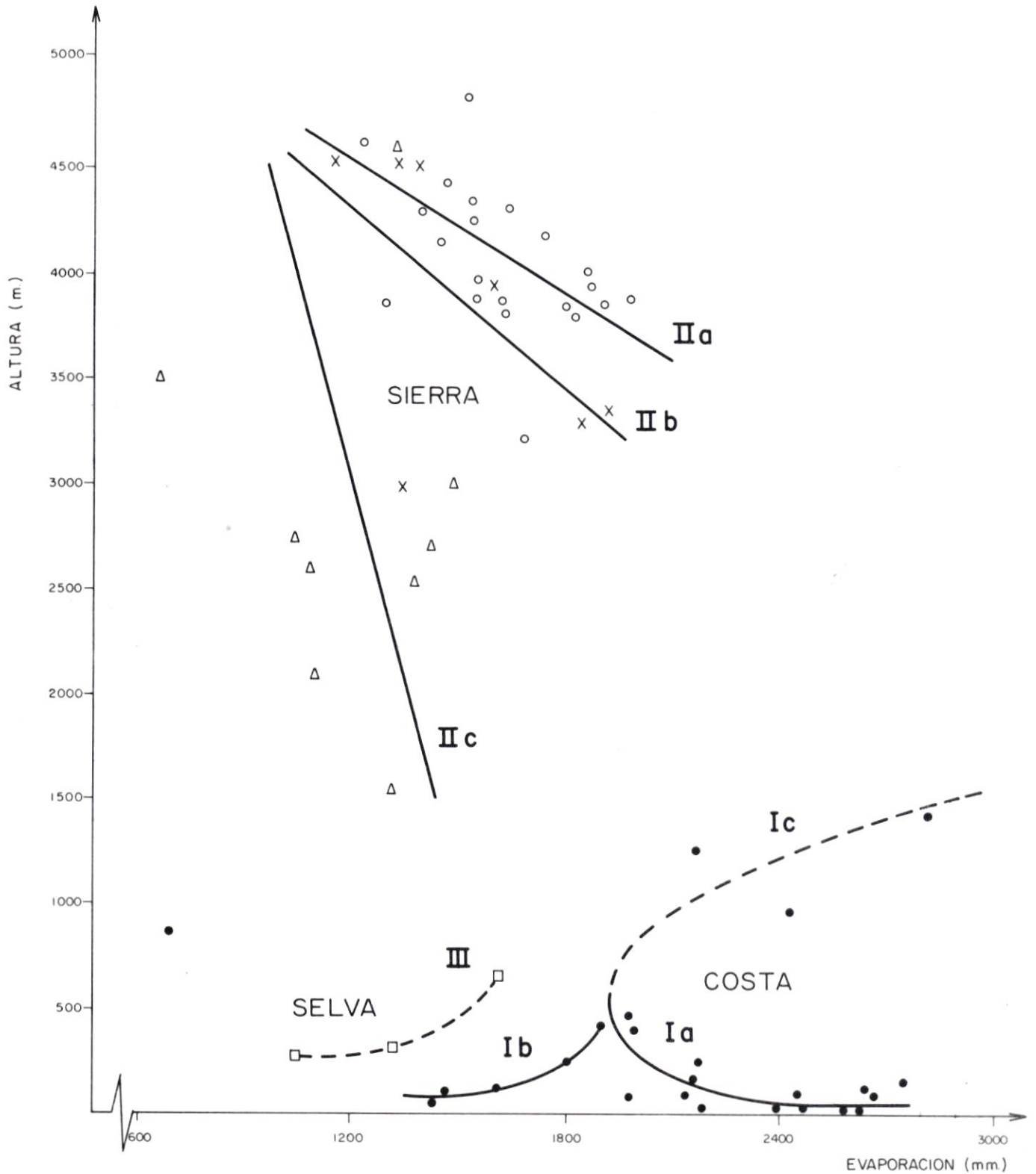
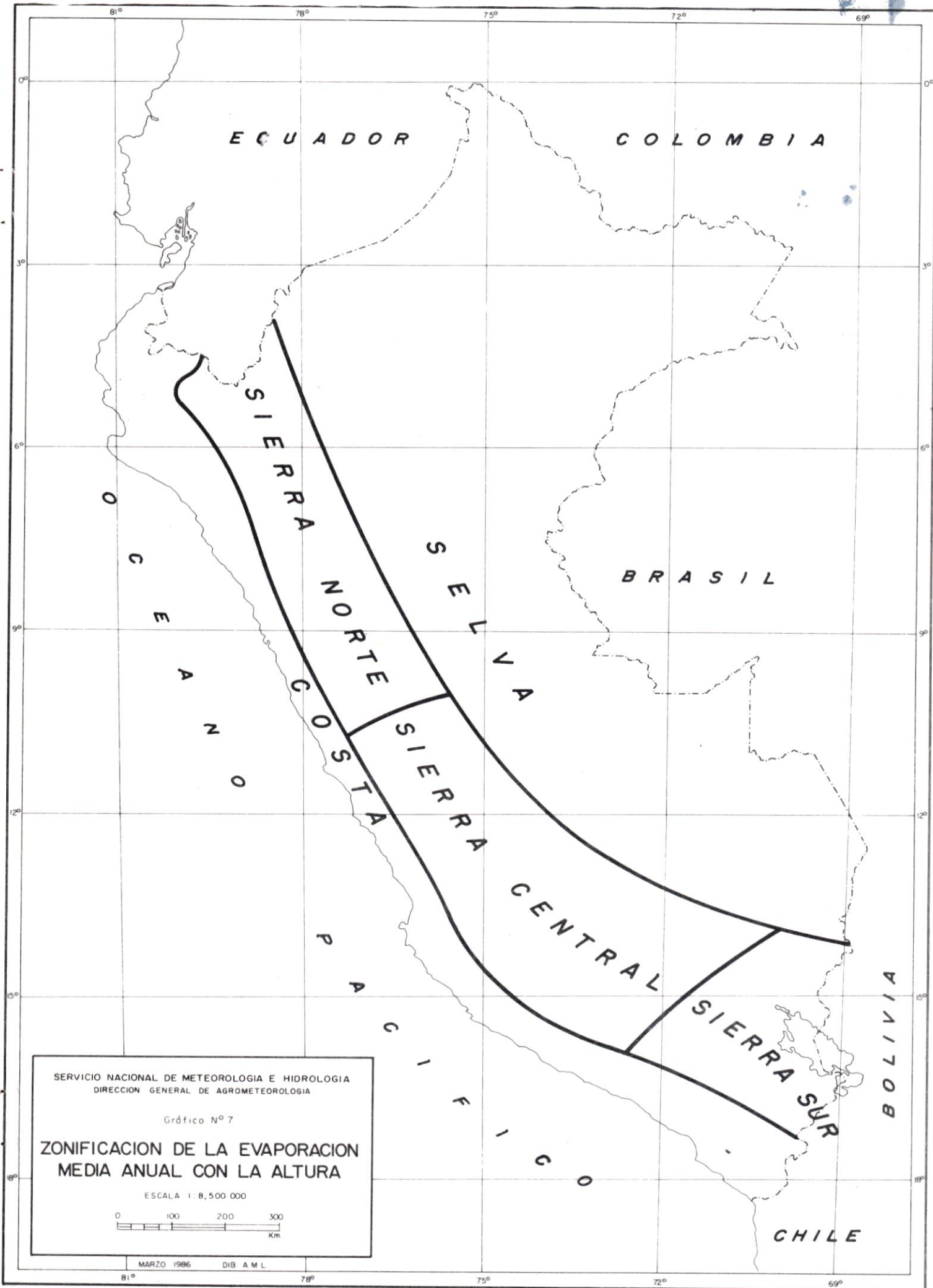


Gráfico Nº6 VARIACION ALTITUDINAL DE LA EVAPORACION MEDIA ANUAL DEL TANQUE CLASE "A"

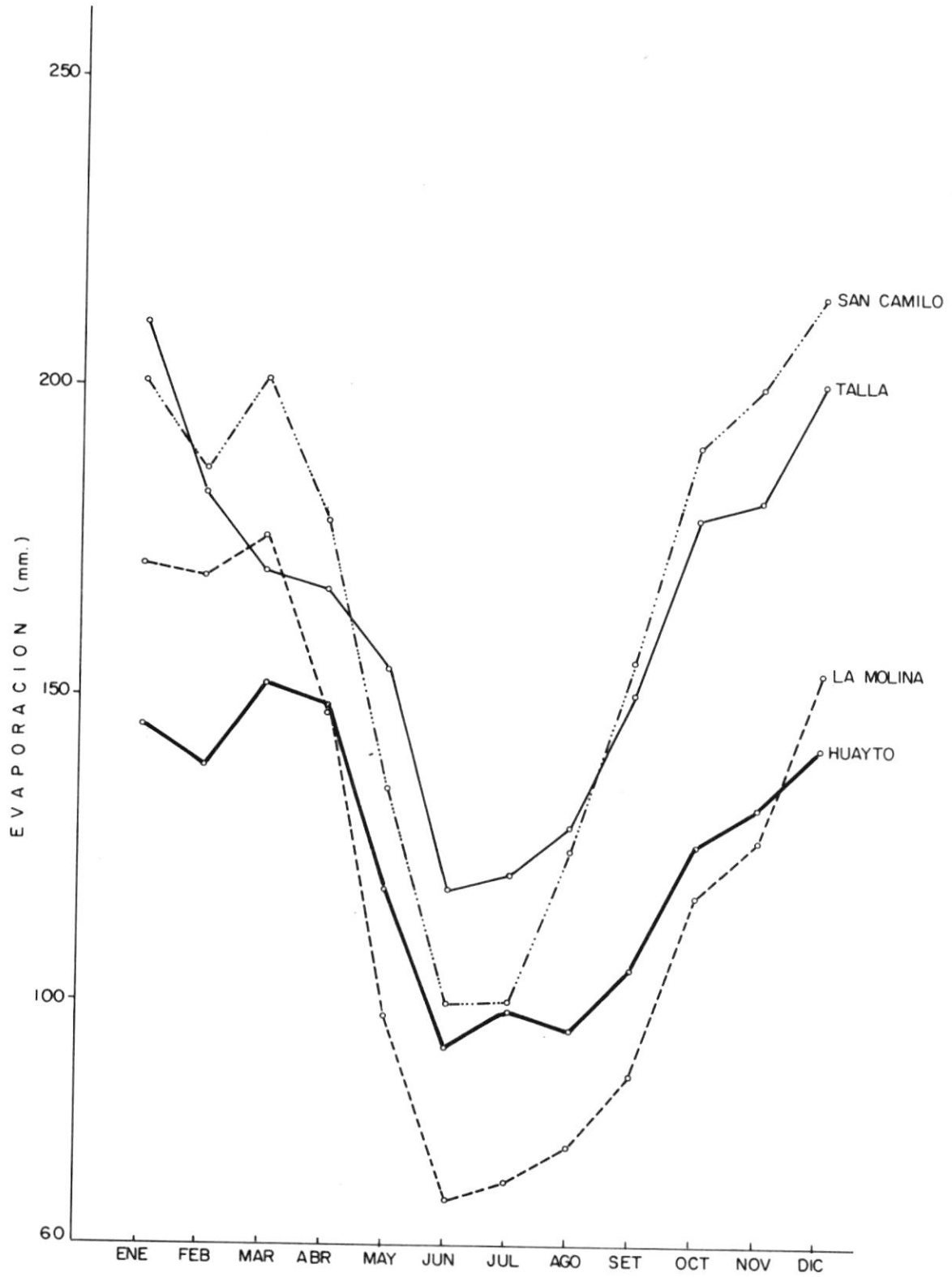




VALORES MULTIANUALES SERIE 1972-81

Gráfico N° 8

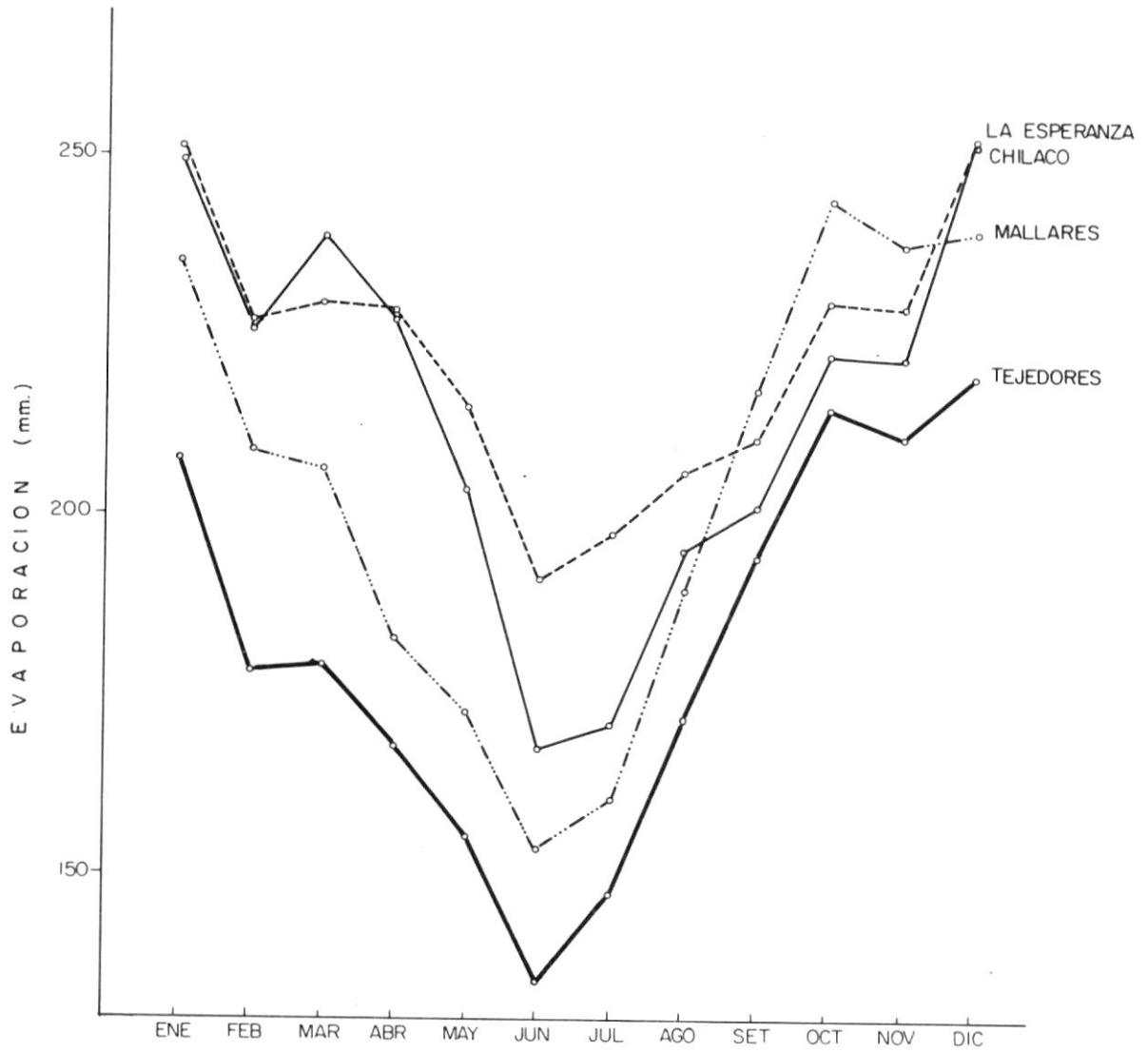
COSTA



VALORES MULTIANUALES
SERIE 1972-81

Gráfico N° 9

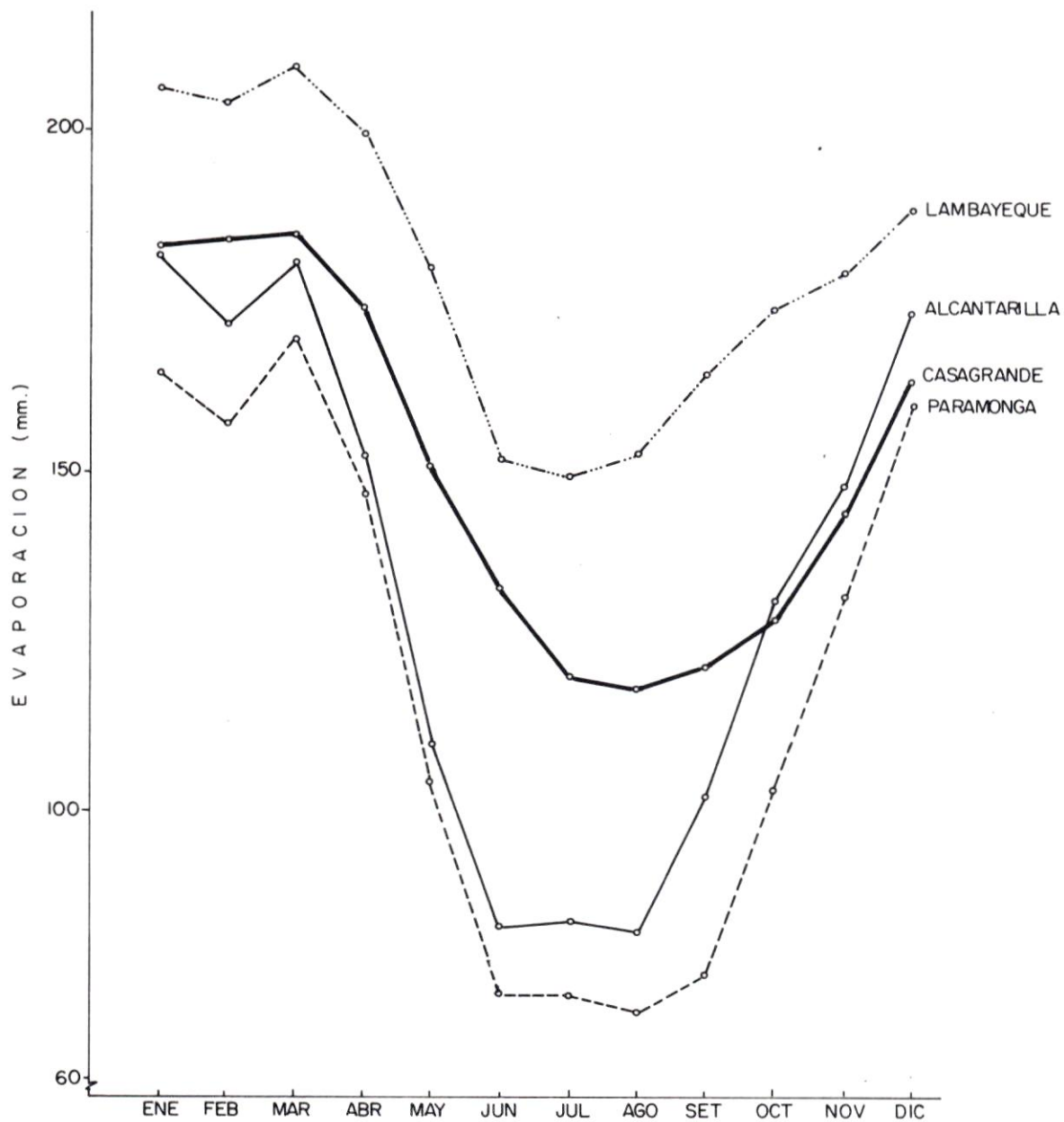
COSTA



VALORES MULTIANUALES SERIE 1972-81

Gráfico Nº 10

COSTA

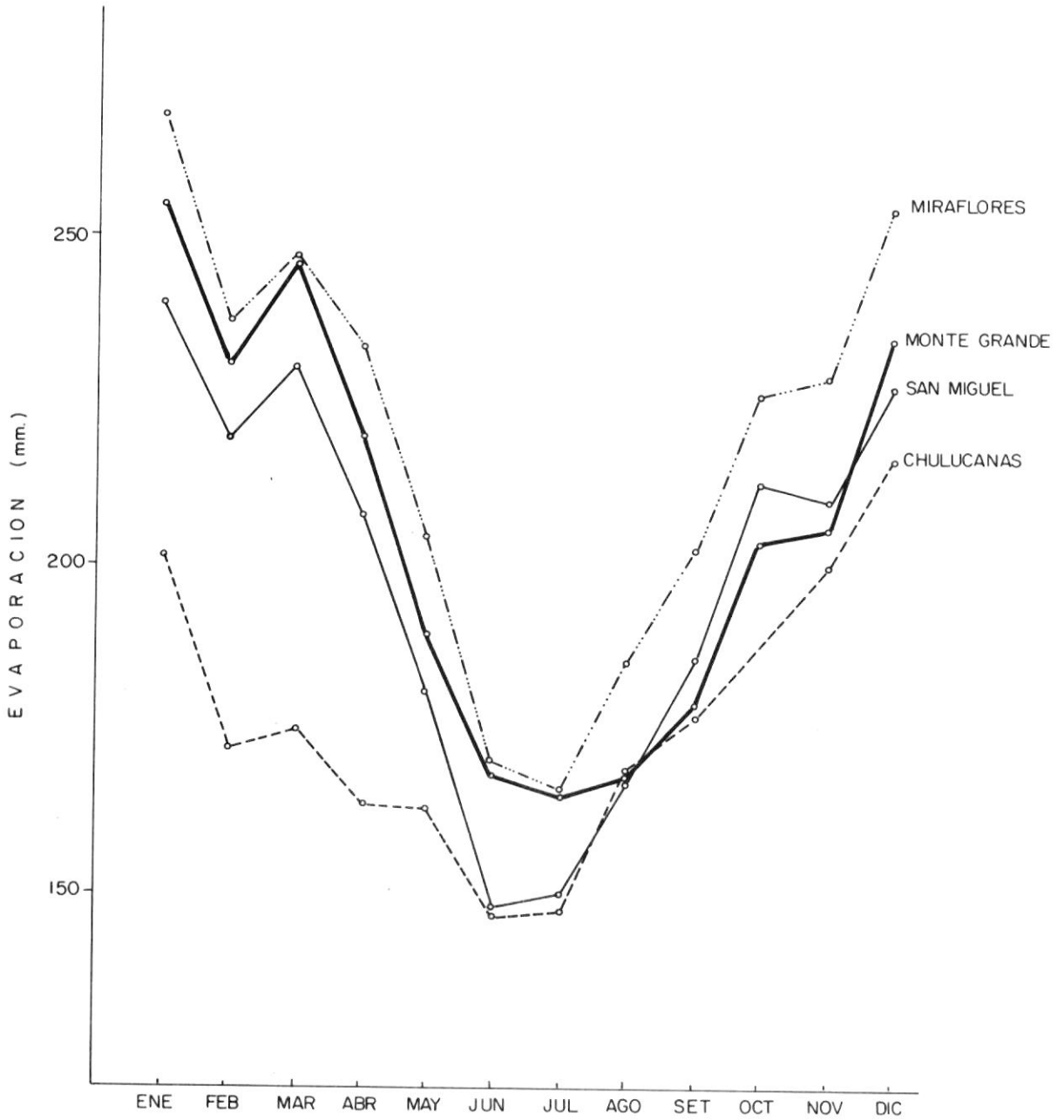


VALORES MULTIANUALES

SERIE 1972-81

Gráfico N°11

COSTA

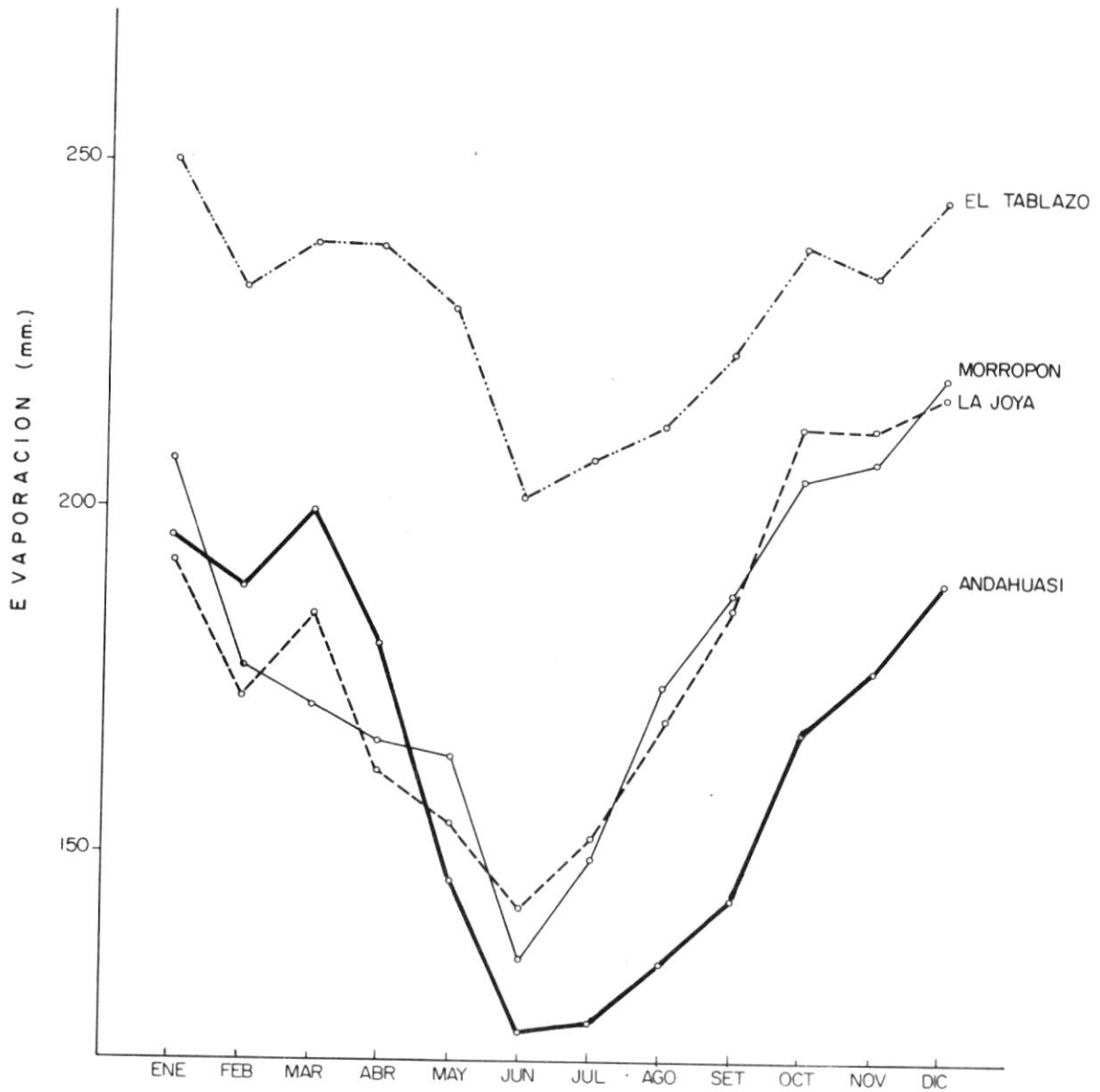


VALORES MULTIANUALES

SERIE 1972 - 81

Gráfico Nº 12

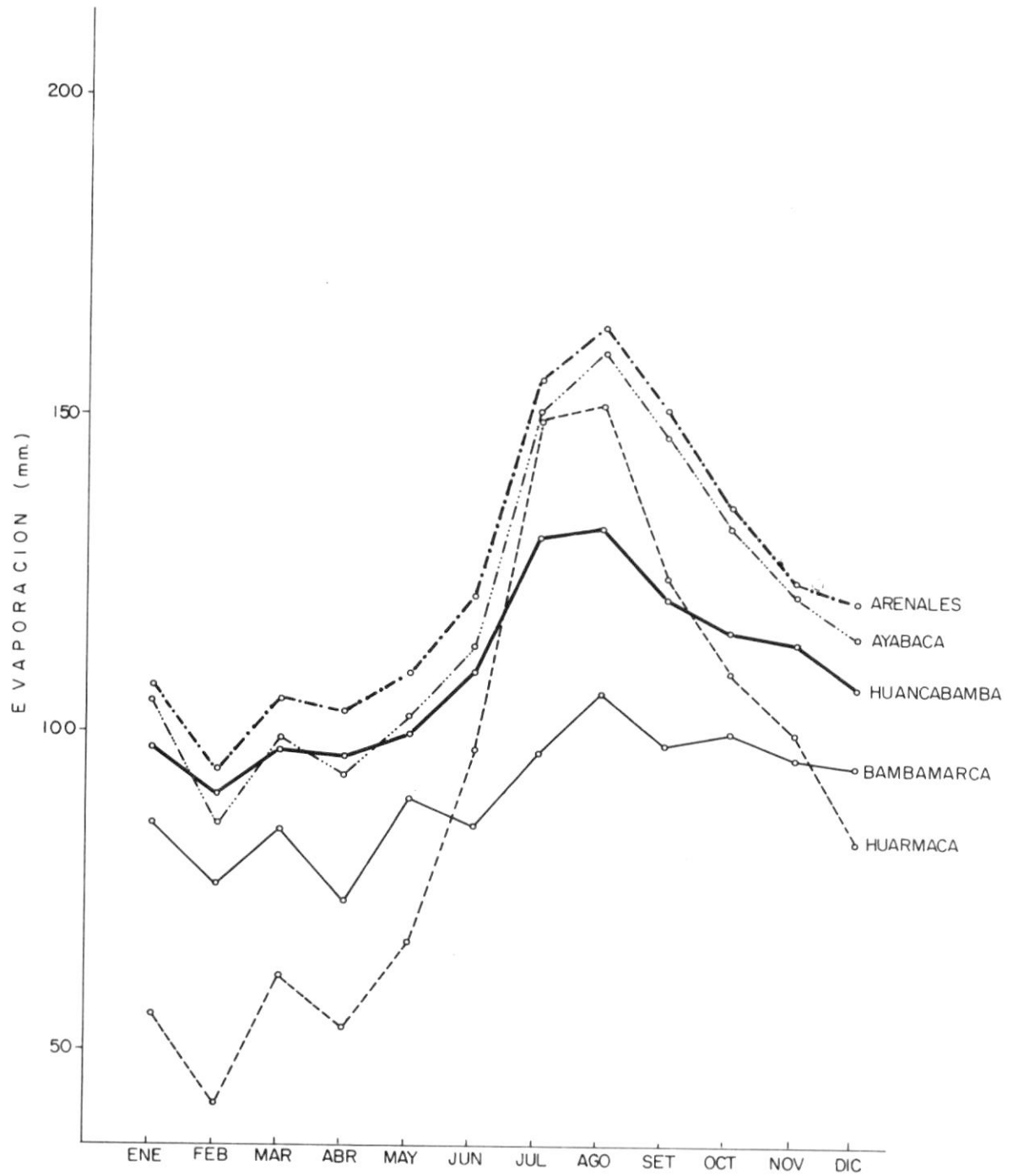
COSTA



VALORES MULTIANUALES SERIE 1972 - 81

Gráfico Nº 13

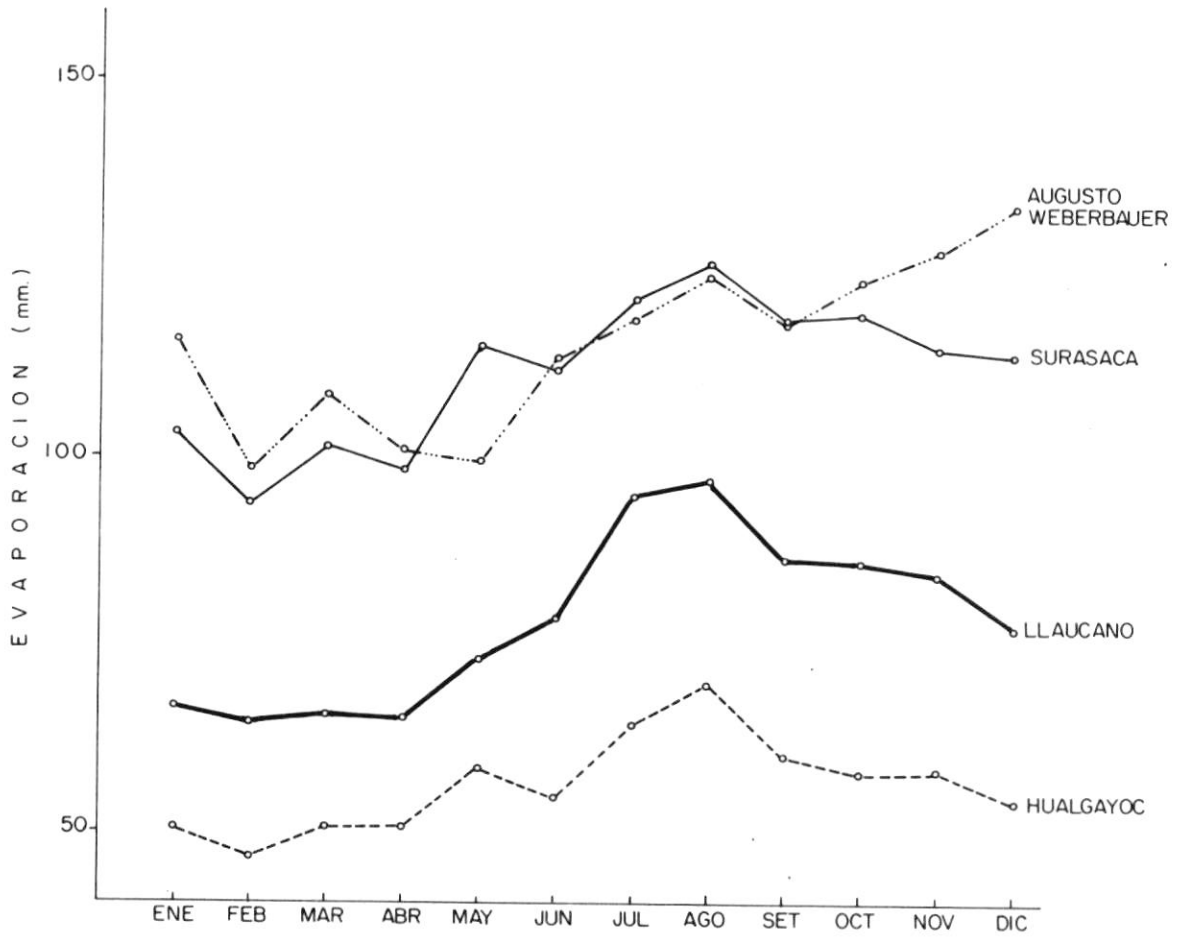
SIERRA NORTE



VALORES MULTIANUALES
SERIE 1972-81

Gráfico N°14

SIERRA NORTE

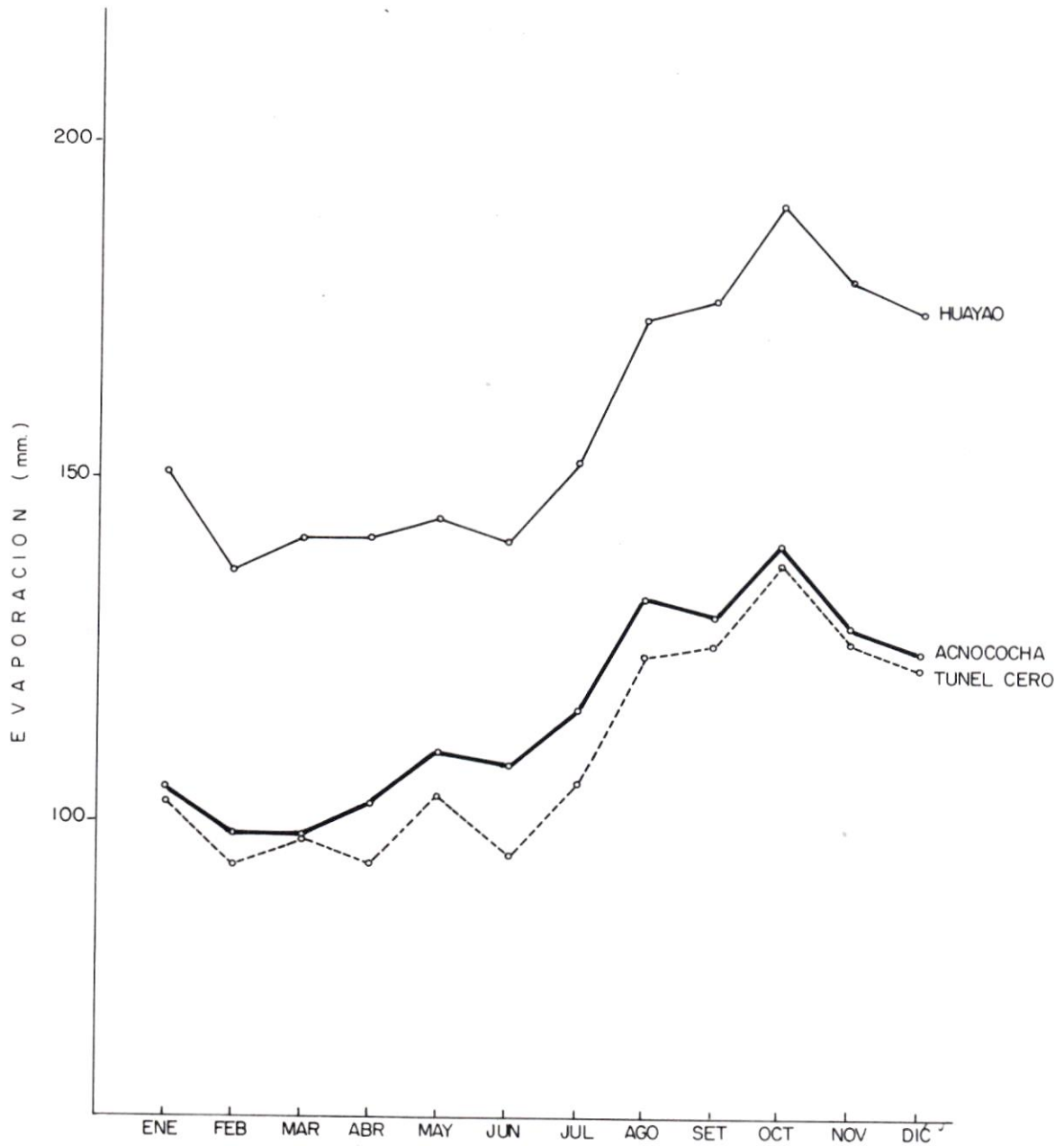


VALORES MULTIANUALES

SERIE 1972-81

Gráfico Nº15

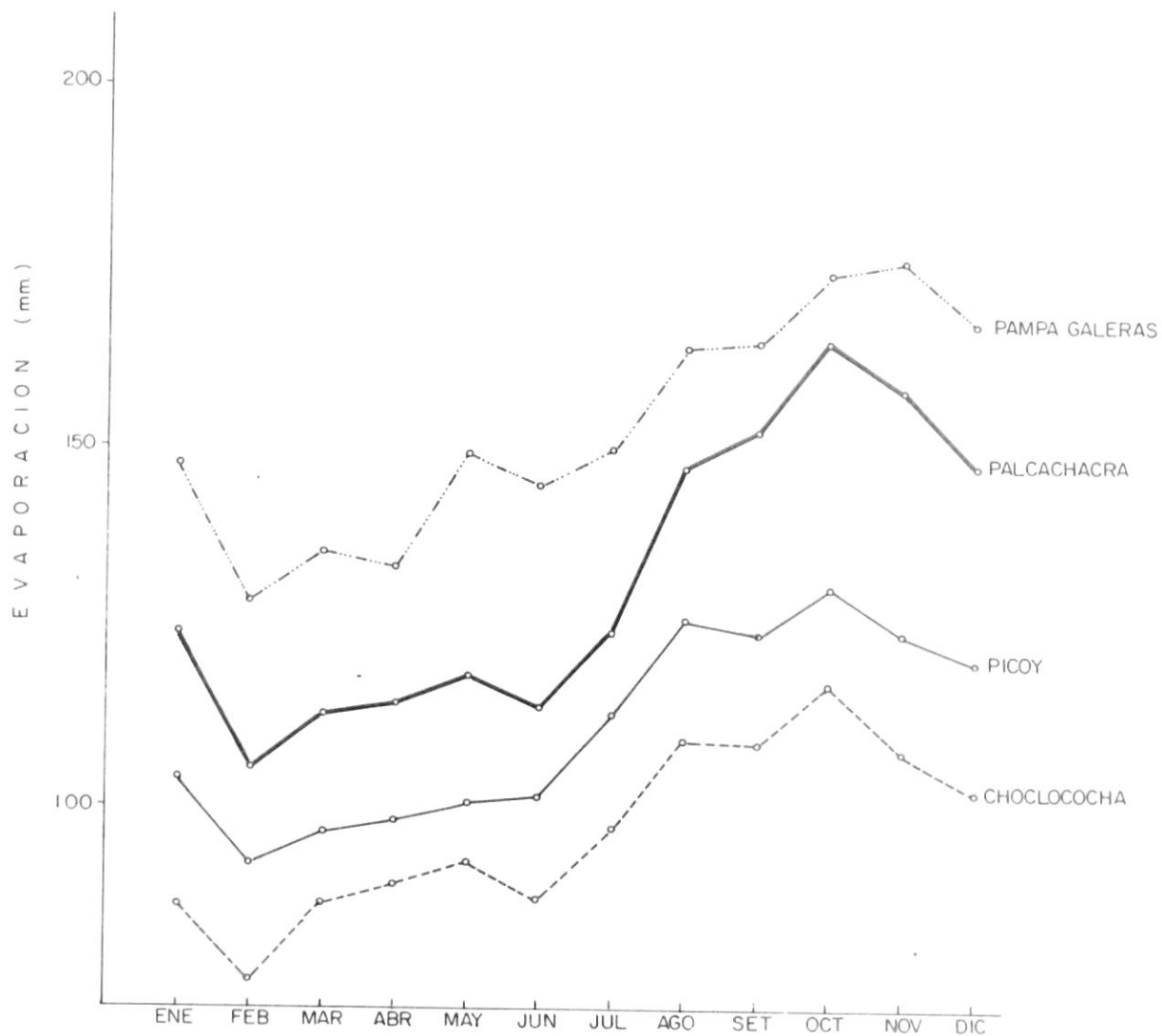
SIERRA CENTRAL



VALORES MULTIANUALES SERIE 1972- 81

Gráfico N° 16

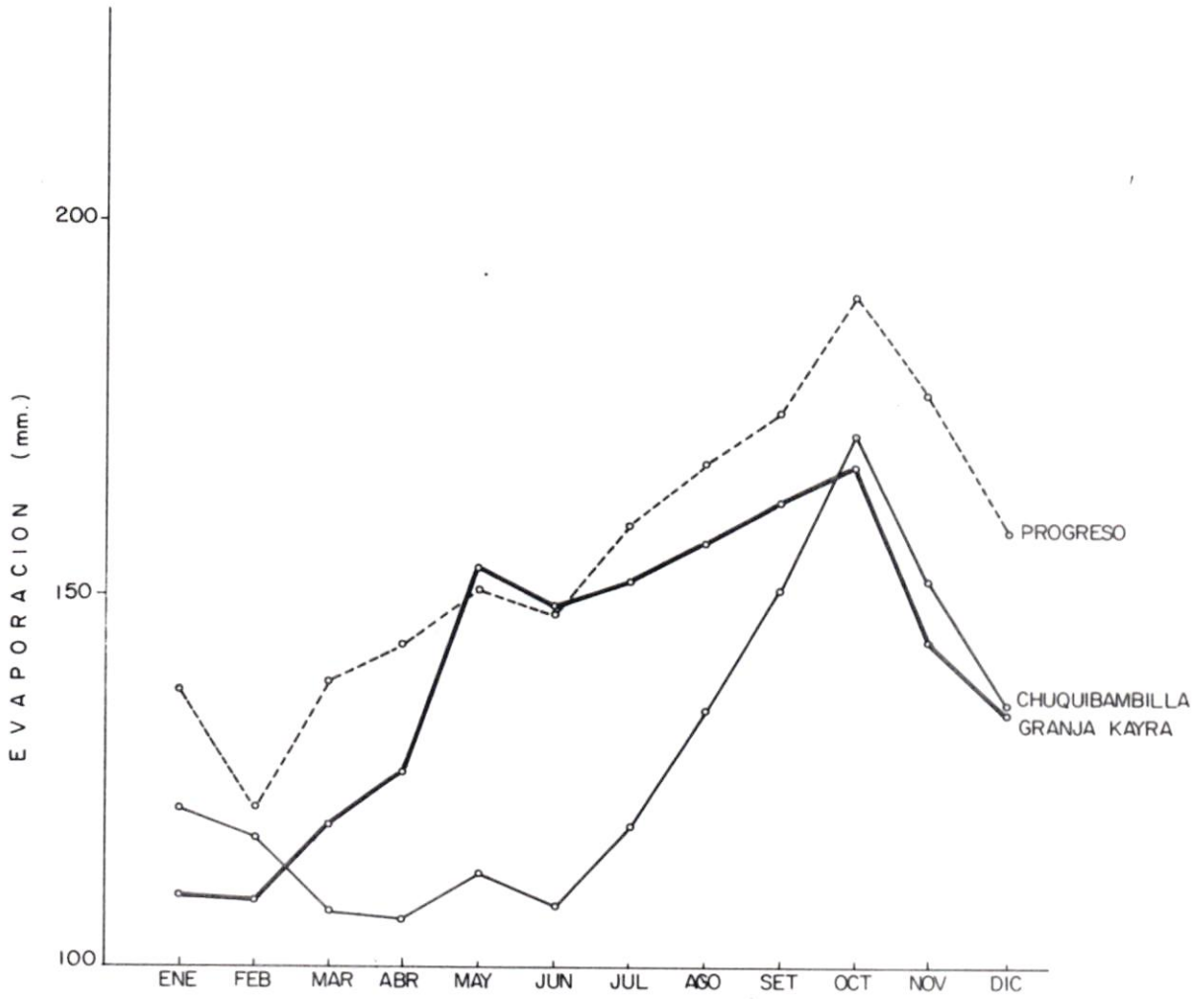
SIERRA CENTRAL



VALORES MULTIANUALES
SERIE 1972- 81

Gráfico N°17

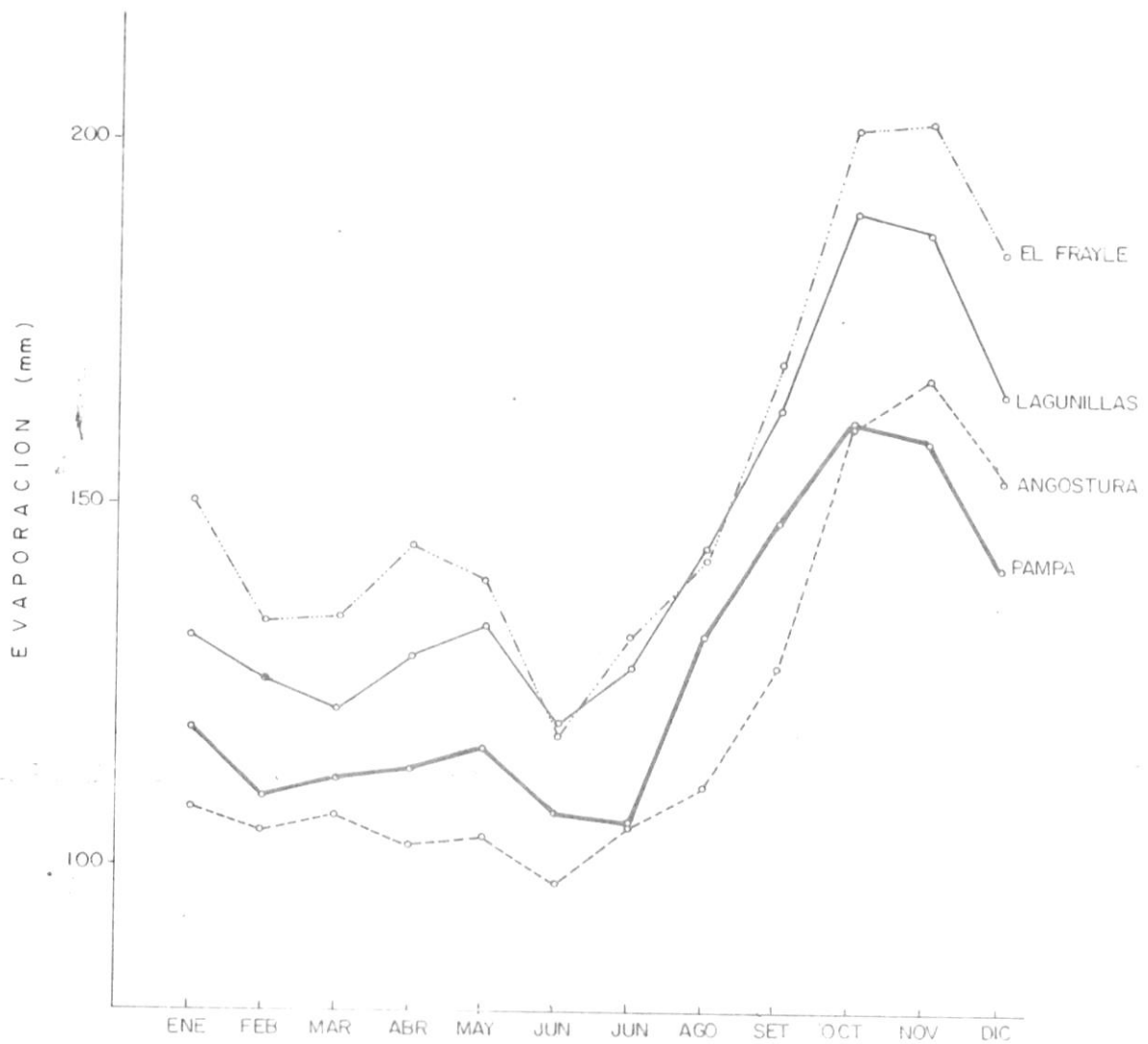
SIERRA CENTRAL



VALORES MULTIANUALES
SERIE 1972-81

Gráfico Nº 18

SIERRA SUR

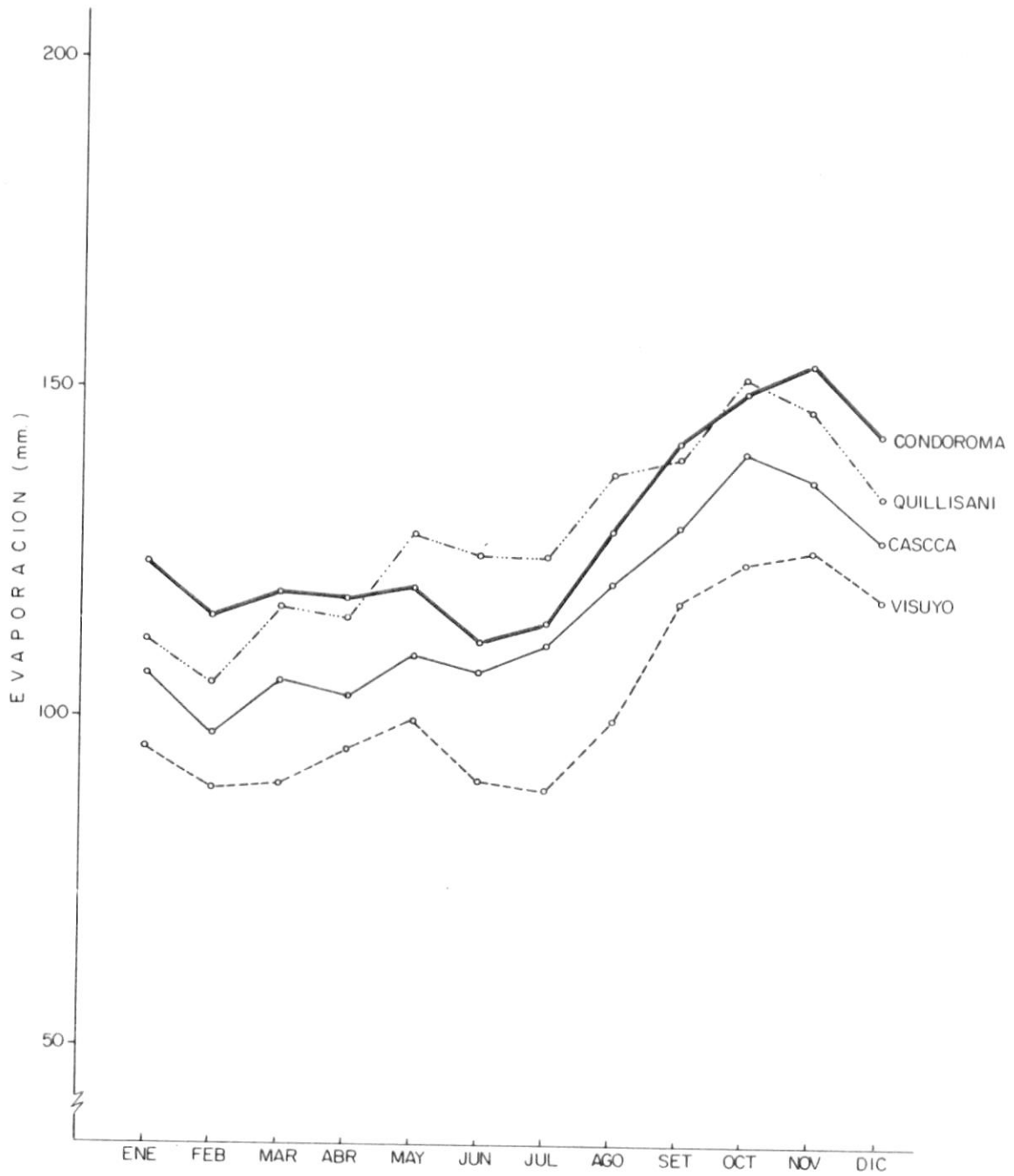


VALORES MULTIANUALES

SERIE 1972 - 81

Gráfico, Nº 19

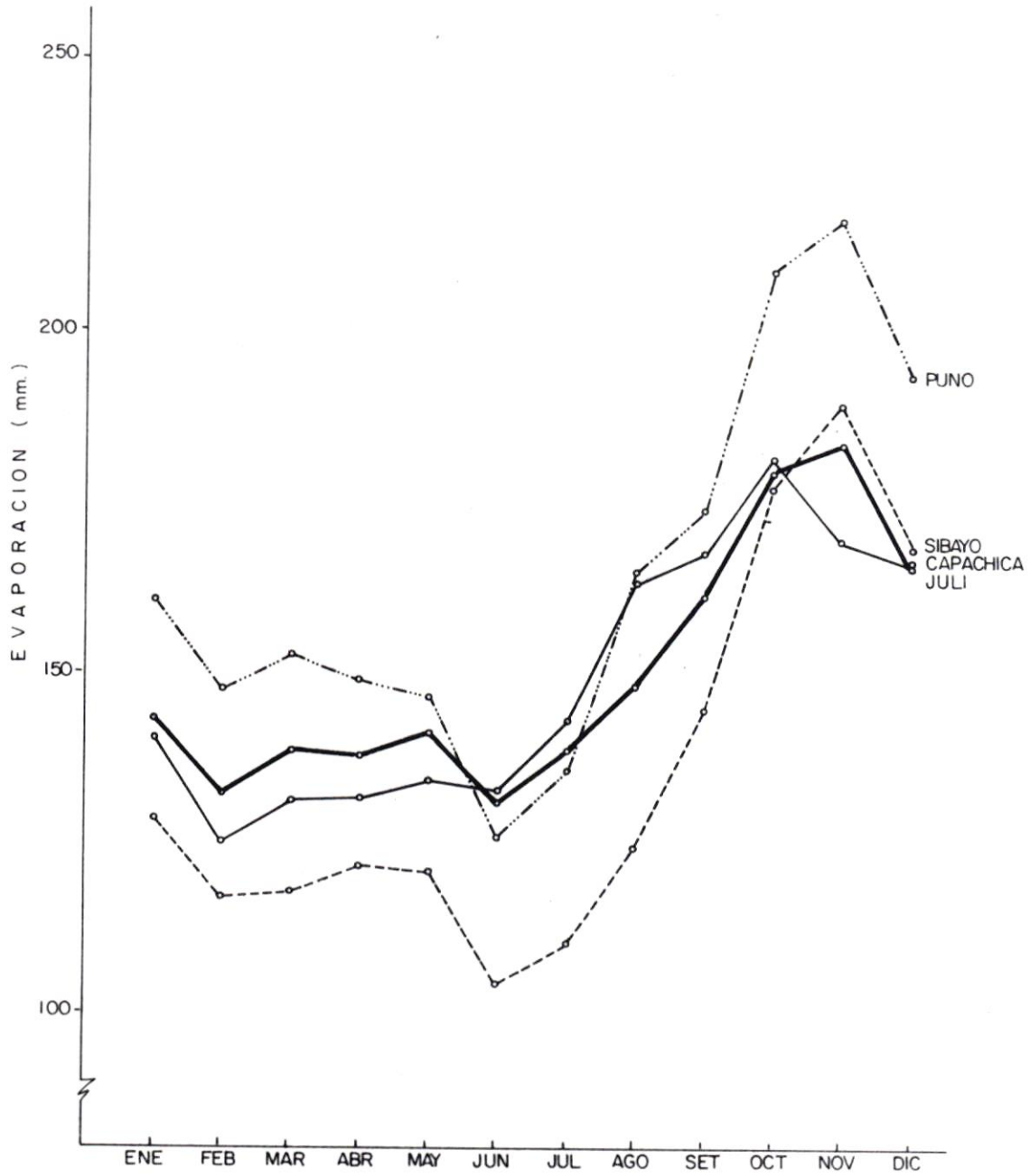
SIERRA SUR



VALORES MULTIANUALES SERIE 1972-81

Gráfico N° 20

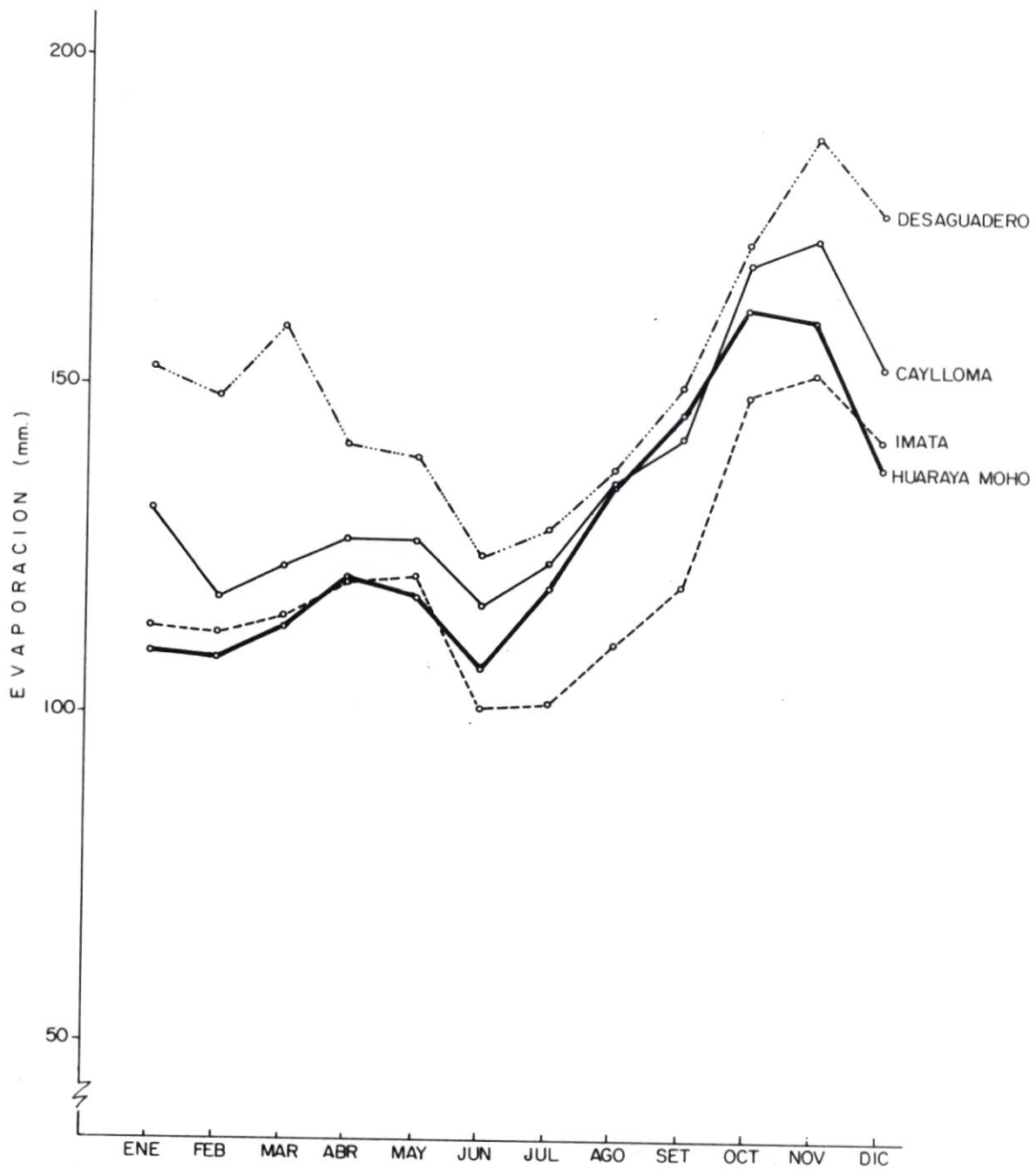
SIERRA SUR



VALORES MULTIANUALES SERIE 1972- 81

Gráfico Nº 21

SIERRA SUR

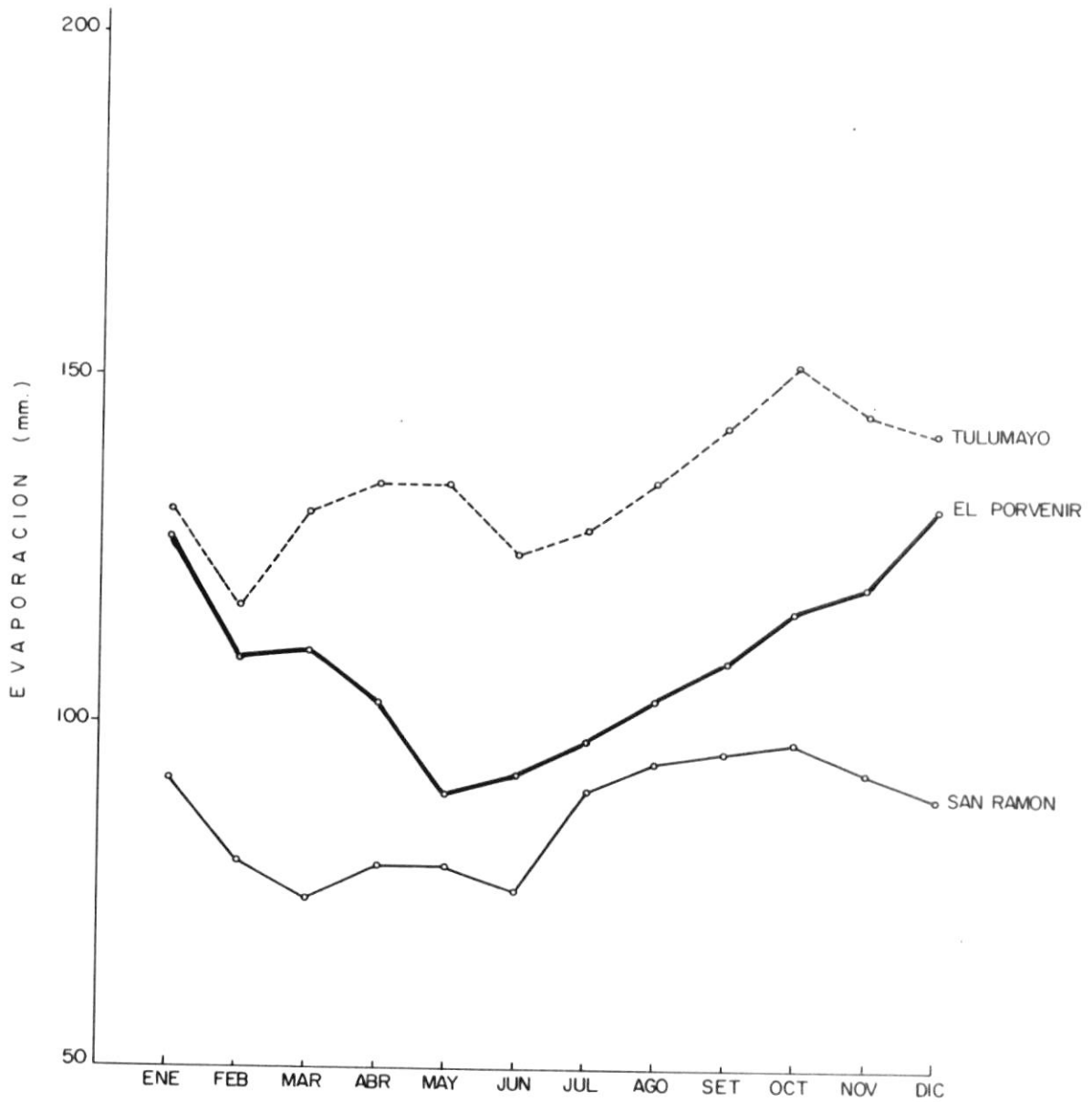


VALORES MULTIANUALES

SERIE 1972-81

Gráfico Nº 22

SELVA

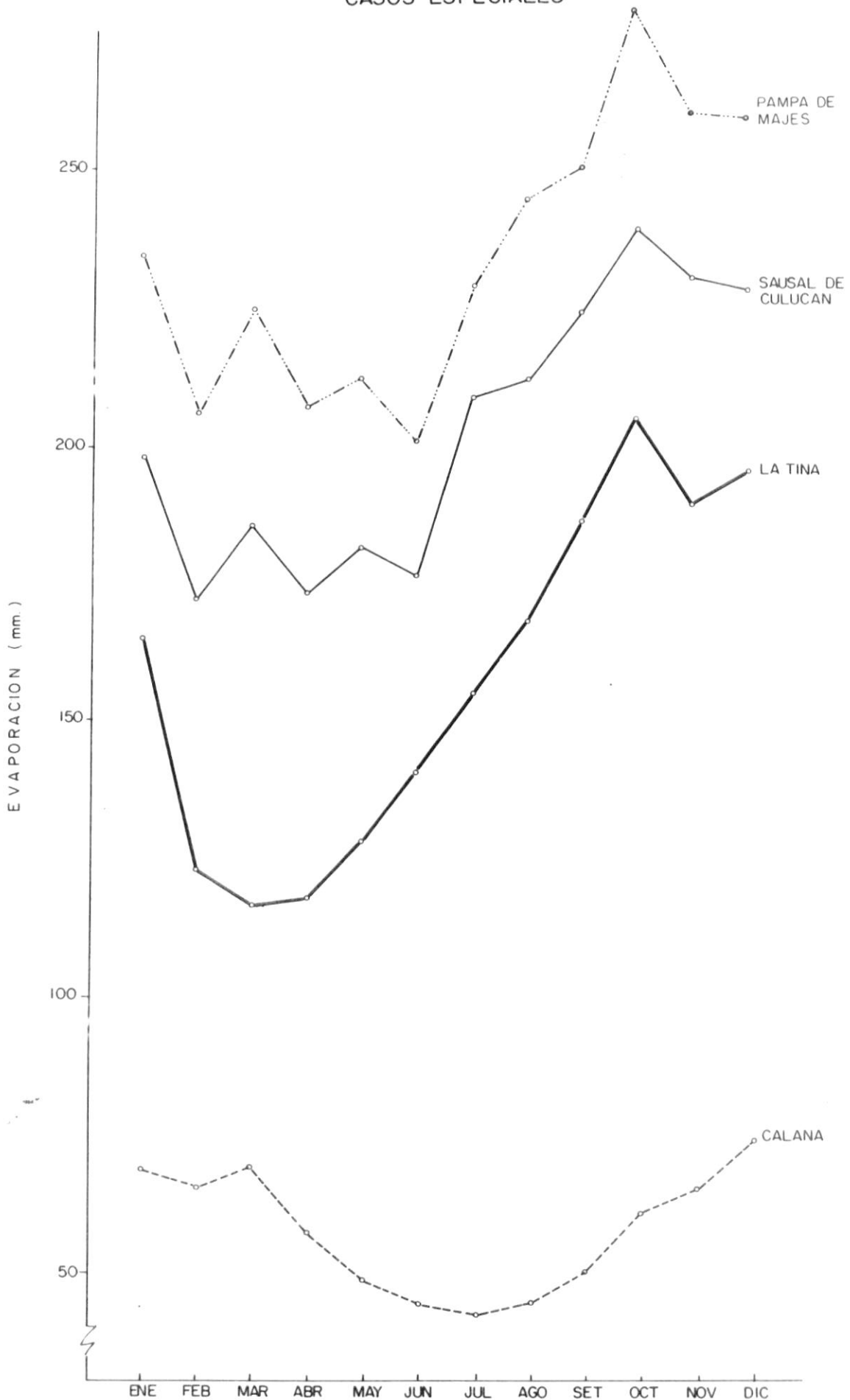


VALORES MULTIANUALES

SERIE 1972- 81

Gráfico N° 23

CASOS ESPECIALES

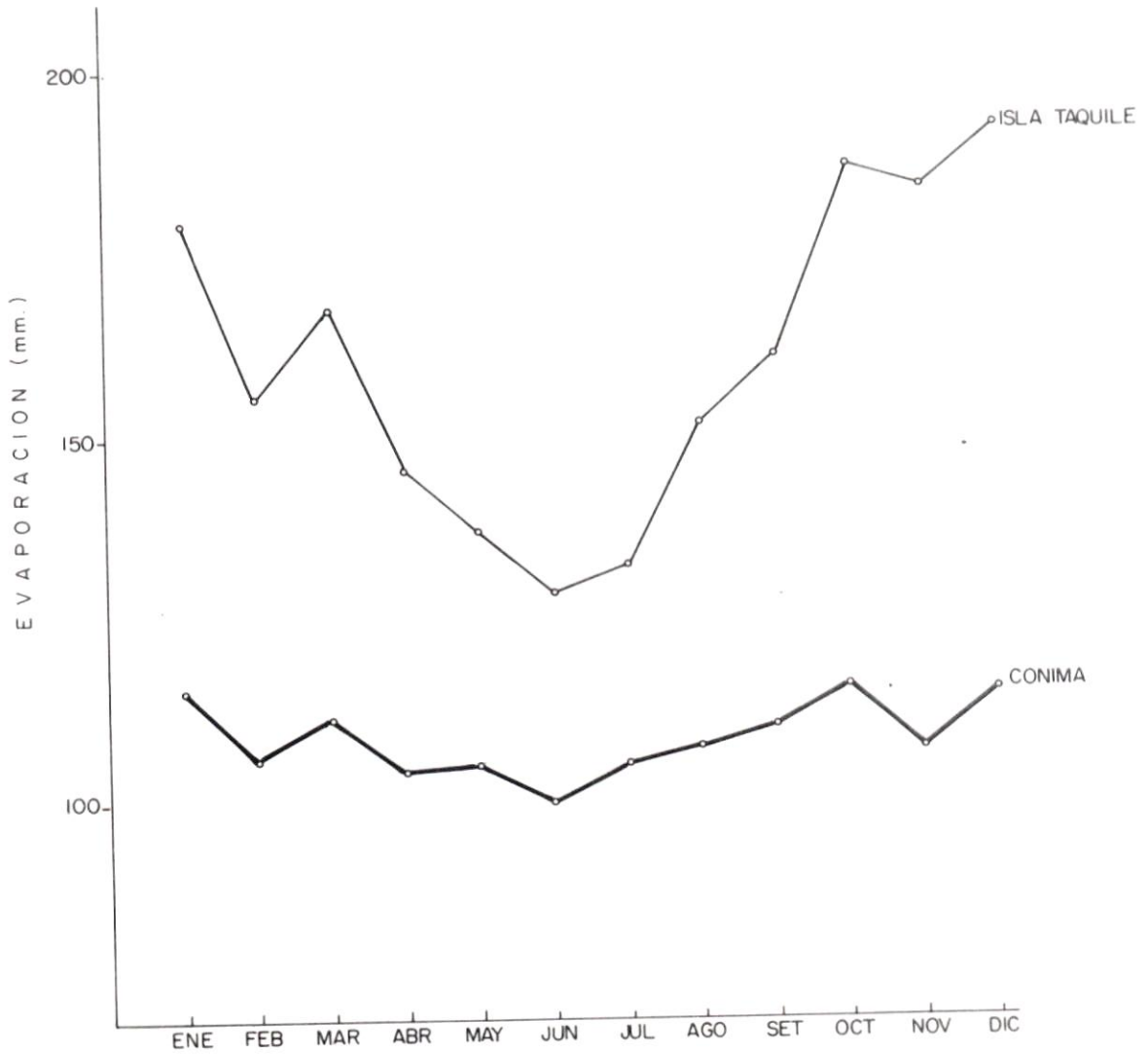


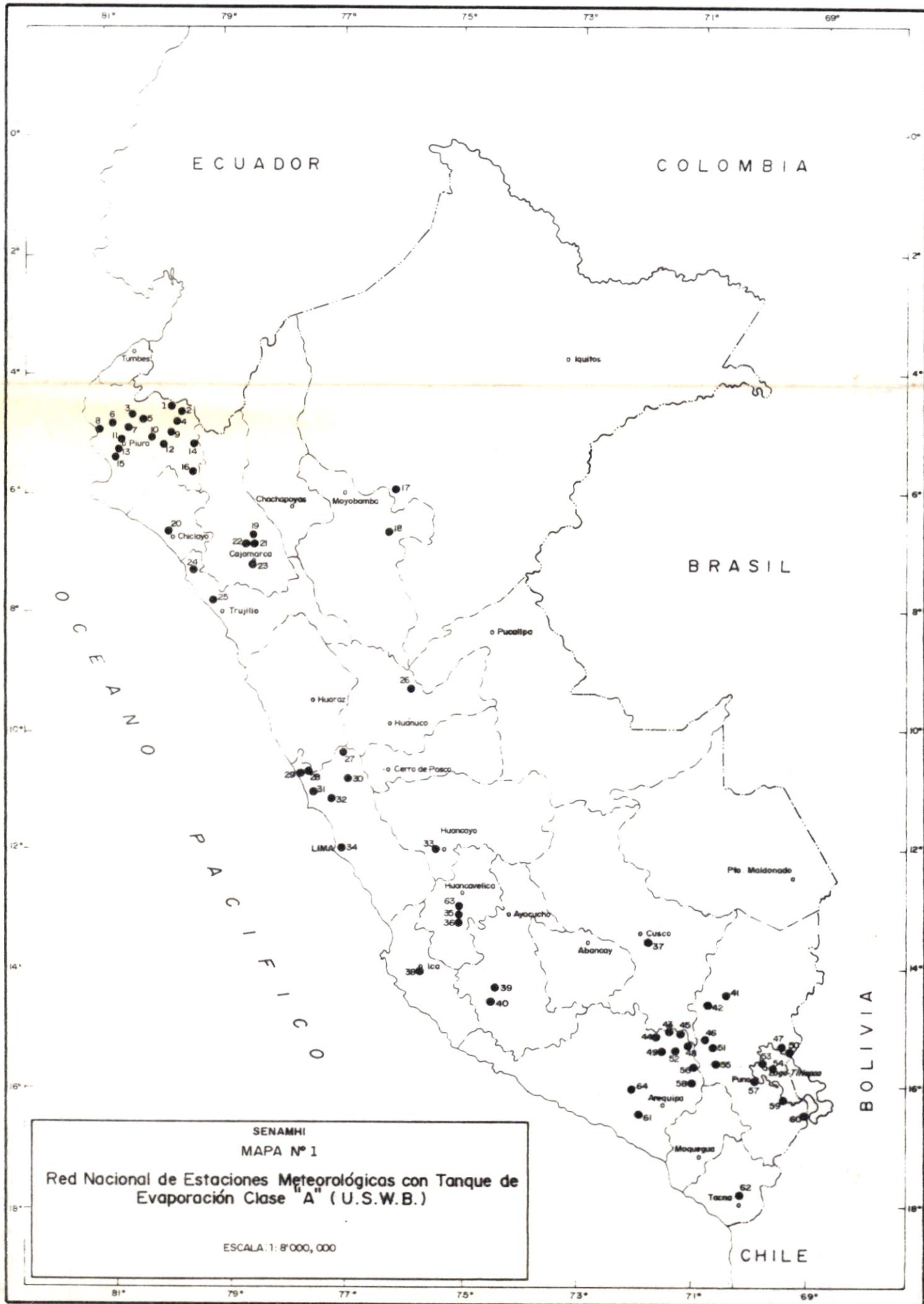
VALORES MULTIANUALES

SERIE 1972-81

Gráfico Nº 24

CASOS ESPECIALES





ECUADOR

COLOMBIA

BRASIL

BOLIVIA

CHILE

O
C
E
A
N
O

P
A
C
I
F
I
C
O

81° 79° 77° 75° 73° 71° 69°

0° 2° 4° 6° 8° 10° 12° 14° 16° 18°

81° 79° 77° 75° 73° 71° 69°

0° 2° 4° 6° 8° 10° 12° 14° 16° 18°

Tumbes

Iquitos

Piura

Chachapoyas

Moyobamba

Chacabuco

Cajamarca

Trujillo

Pucallpa

Huancayo

Huanuco

Cerro de Pasco

LIMA

Huancayo

Huancavelica

Ayacucho

Abancay

Pto. Maldonado

Ica

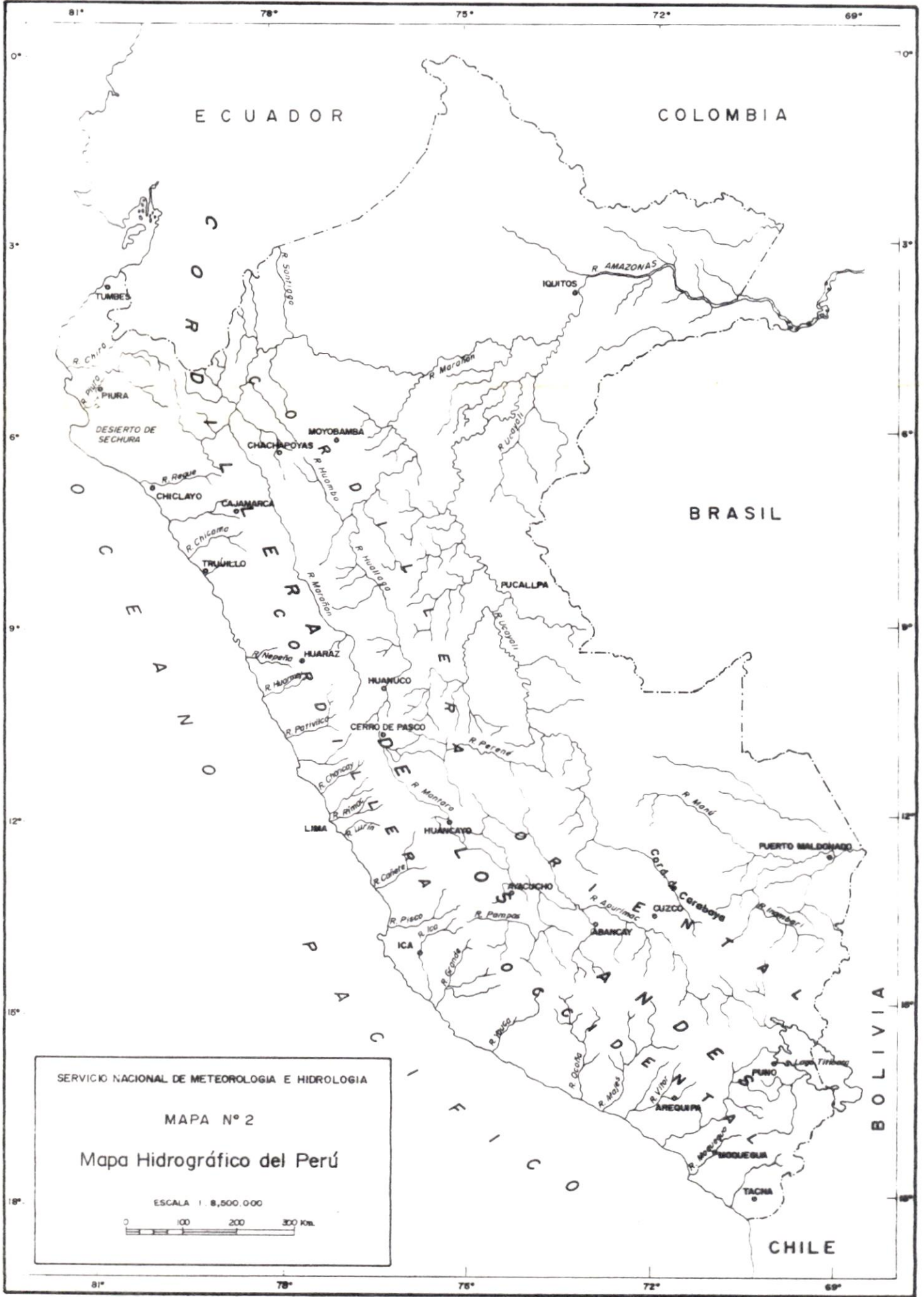
Cusco

Puno

Arequipa

Moquegua

Tacna



SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA

MAPA N° 2

Mapa Hidrográfico del Perú

ESCALA 1 : 8,500,000

0 100 200 300 Km.



ECUADOR

COLOMBIA

BRASIL

BOLIVIA

CHILE

REPUBLICA DEL PERU
 SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA
 DIRECCION GENERAL DE AGROMETEOROLOGIA

1993

ENERO

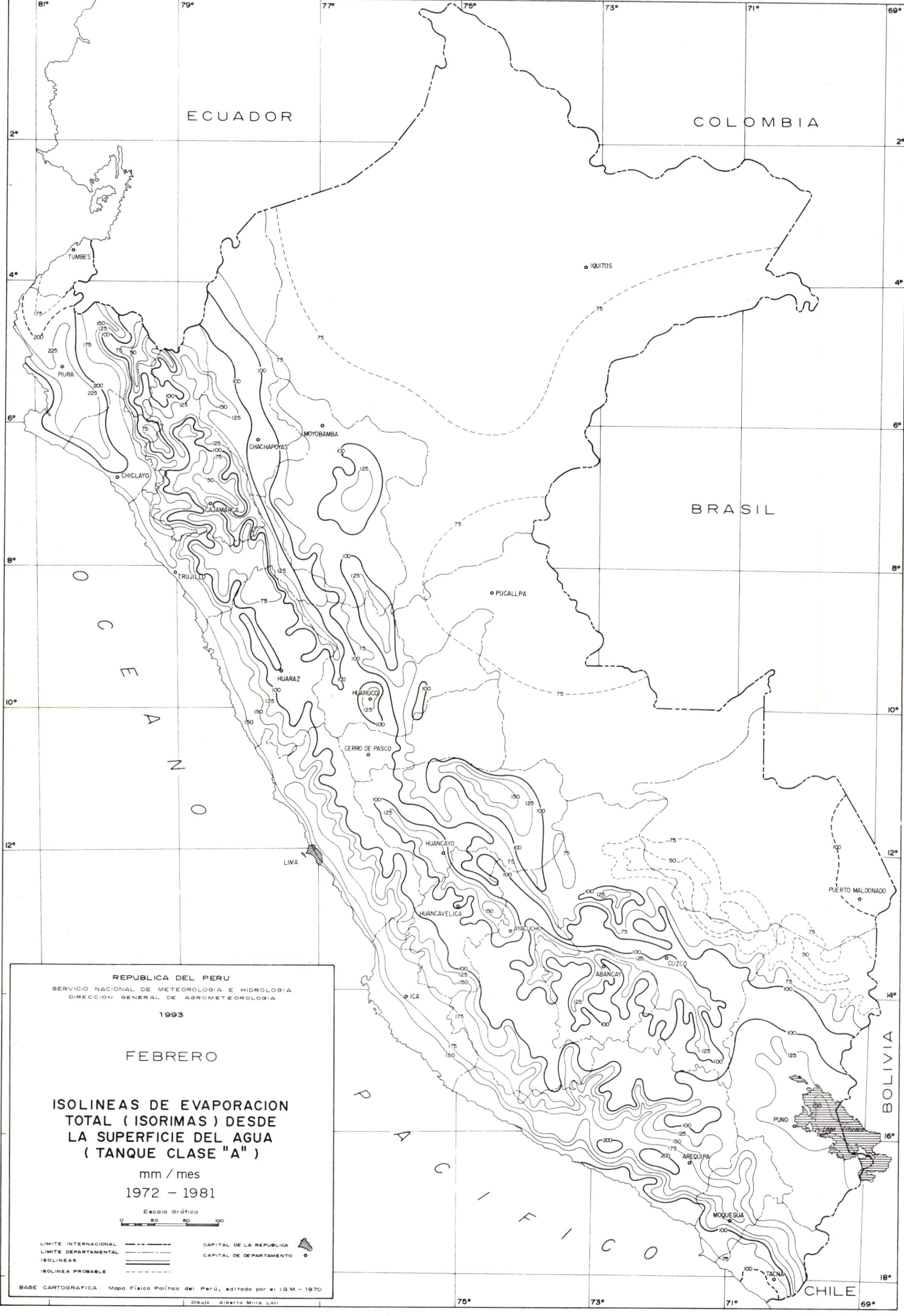
ISOLINEAS DE EVAPORACION
 TOTAL (ISORIMAS) DESDE
 LA SUPERFICIE DEL AGUA
 (TANQUE CLASE "A")

mm / mes
 1972 - 1981



- LIMITE INTERNACIONAL
- - - LIMITE DEPARTAMENTAL
- ==== ISOLINEAS
- - - ISOLINEA PROBABLE
- CAPITAL DE LA REPUBLICA
- CAPITAL DE DEPARTAMENTO

BASE CARTOGRAFICA : Mapa Físico Político del Perú, editado por el I.G.M.-1970
 Dibujo : Alberto Millo Lali



ECUADOR

COLOMBIA

BRASIL

BOLIVIA

CHILE

TUMBES

IQUITOS

PIURA

CHACHAPOYAS

MOYOBAMBA

CHICLAYO

CAJAMARCA

TRUJILLO

PUCALLPA

HUARAZ

HUANUCO

CERRO DE PASCO

HUANCAYO

HUANCVELICA

AYACUCHO

CUZCO

ICA

ABANCAY

PUNO

AREQUIPA

MOQUEGUA

TACNA

PUERTO MALDONADO

REPUBLICA DEL PERU
SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA
DIRECCION GENERAL DE AGROMETEOROLOGIA

1993

FEBRERO

ISOLINEAS DE EVAPORACION
TOTAL (ISORIMAS) DESDE
LA SUPERFICIE DEL AGUA
(TANQUE CLASE "A")

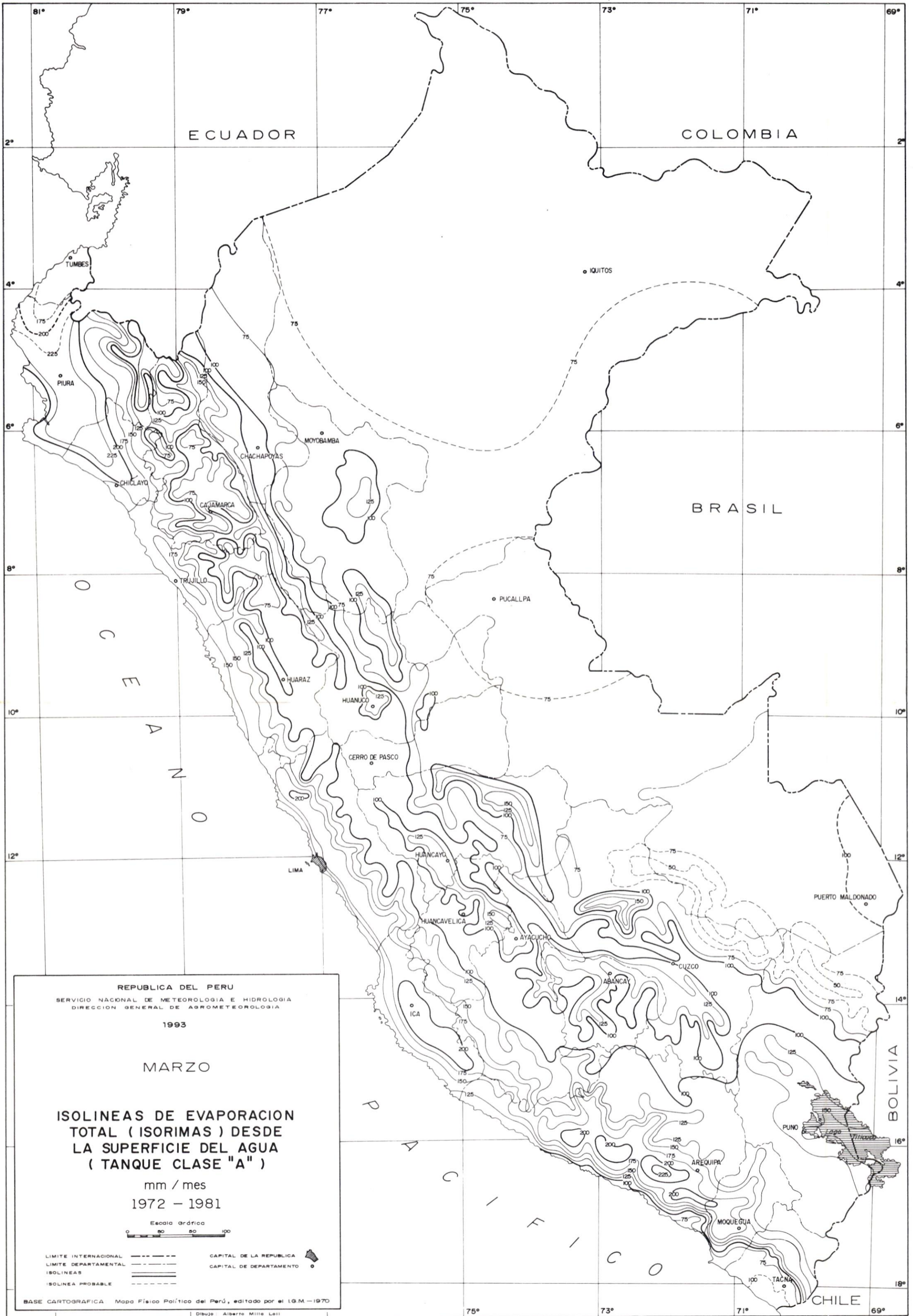
mm / mes
1972 - 1981



- LIMITE INTERNACIONAL
- LIMITE DEPARTAMENTAL
- ISOLINEAS
- ISOLINEA PROBABLE
- CAPITAL DE LA REPUBLICA
- CAPITAL DE DEPARTAMENTO

BASE CARTOGRAFICA Mapa Físico Político del Perú, editado por el I.G.M. - 1970

Dibujo Alberto Millá Lali



REPUBLICA DEL PERU
 SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA
 DIRECCION GENERAL DE AGROMETEOROLOGIA
 1993
MARZO
ISOLINEAS DE EVAPORACION TOTAL (ISORIMAS) DESDE LA SUPERFICIE DEL AGUA (TANQUE CLASE "A")
 mm / mes
 1972 - 1981

Escala Gráfica
 0 50 100

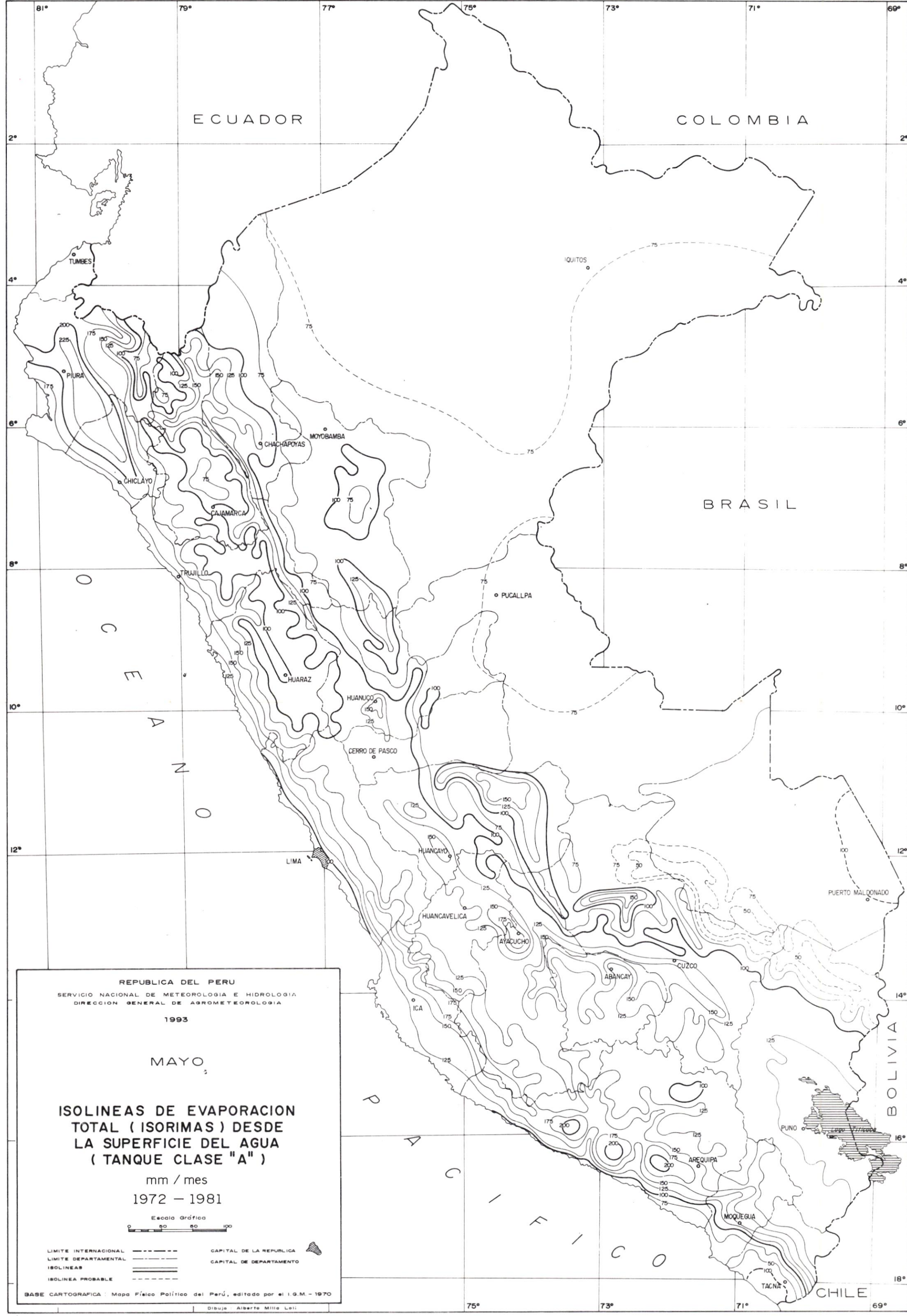
LIMITE INTERNACIONAL - - - - - LIMITE DEPARTAMENTAL - - - - - ISOLINEAS = = = = = ISOLINEA PROBABLE - - - - -	CAPITAL DE LA REPUBLICA CAPITAL DE DEPARTAMENTO
--	--

BASE CARTOGRAFICA Mapa Físico Político del Perú, editado por el I.G.M. - 1970
 Dibujo: Alberto Millio Lall



REPUBLICA DEL PERU
 SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA
 DIRECCION GENERAL DE AGROMETEOROLOGIA
 1993
 ABRIL
 ISOLINEAS DE EVAPORACION
 TOTAL (ISORIMAS) DESDE
 LA SUPERFICIE DEL AGUA
 (TANQUE CLASE "A")
 mm / mes
 1972 - 1981
 Escala Gráfica
 0 50 100
 LIMITE INTERNACIONAL - - - - -
 LIMITE DEPARTAMENTAL - - - - -
 ISOLINEAS ————
 ISOLINEA PROBABLE - - - - -
 CAPITAL DE LA REPUBLICA
 CAPITAL DE DEPARTAMENTO

BASE CARTOGRAFICA: Mapa Físico Político del Perú, editado por el I.G.M. - 1970
 Dibujo: Alberto Mills Lora



REPUBLICA DEL PERU
 SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA
 DIRECCION GENERAL DE AGROMETEOROLOGIA
 1993
 MAYO
 ISOLINEAS DE EVAPORACION
 TOTAL (ISORIMAS) DESDE
 LA SUPERFICIE DEL AGUA
 (TANQUE CLASE "A")
 mm / mes
 1972 - 1981
 Escala Grafica
 0 50 100
 LIMITE INTERNACIONAL ---
 LIMITE DEPARTAMENTAL - - -
 ISOLINEAS = = =
 ISOLINEA PROBABLE - · - · -
 CAPITAL DE LA REPUBLICA [Symbol]
 CAPITAL DE DEPARTAMENTO [Symbol]
 BASE CARTOGRAFICA : Mapa Físico Político del Perú, editado por el I.G.M. - 1970
 Dibujo: Alberto Millo Lali





REPUBLICA DEL PERU
 SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA
 DIRECCION GENERAL DE AGROMETEOROLOGIA
 1993

JUNIO

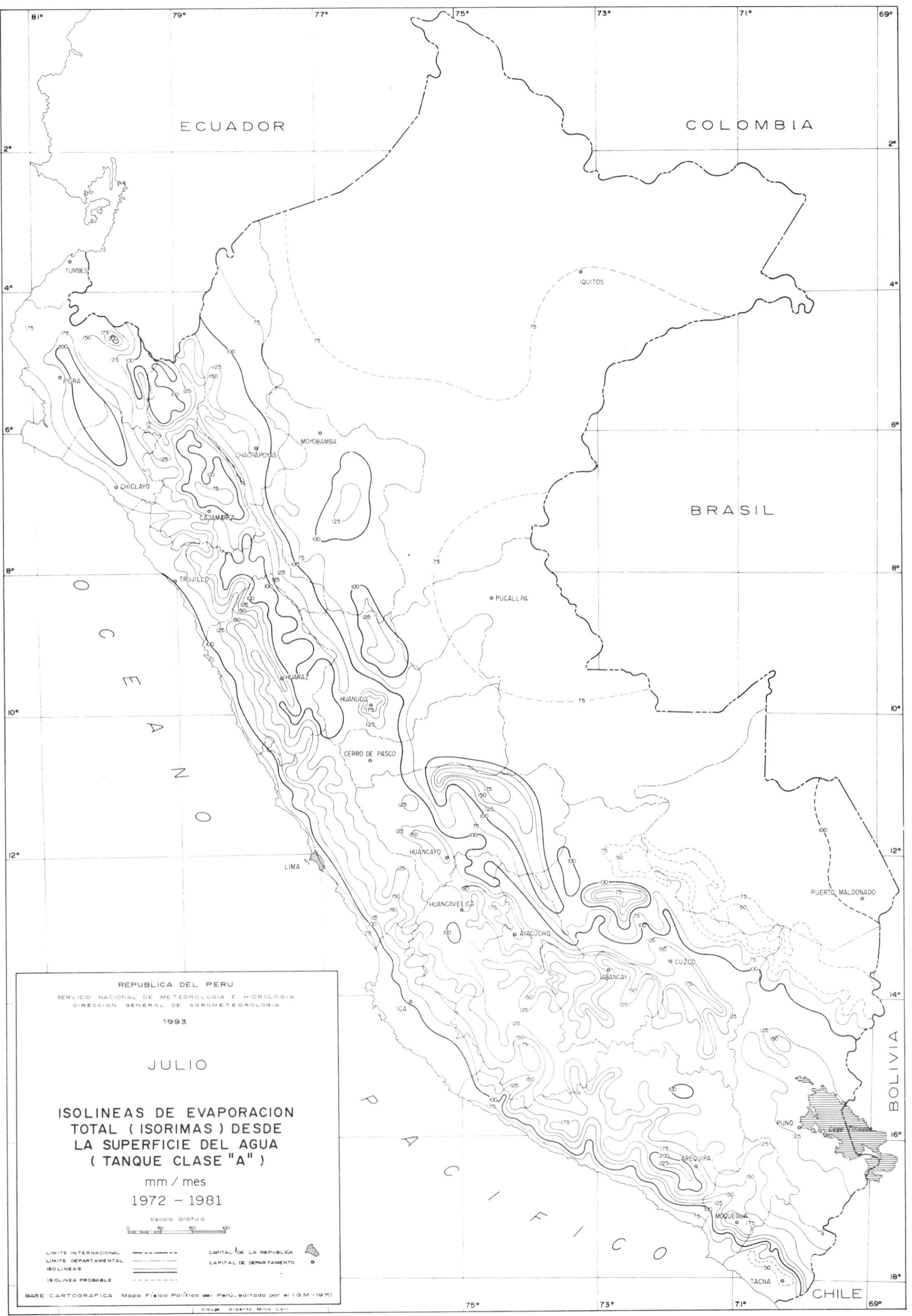
ISOLINEAS DE EVAPORACION TOTAL (ISORIMAS) DESDE LA SUPERFICIE DEL AGUA (TANQUE CLASE "A")
 mm / mes
 1972 - 1981

Escala Gráfica
 0 50 100

LIMITE INTERNACIONAL ————
 LIMITE DEPARTAMENTAL ————
 ISOLINEAS ————
 ISOLINEA PROBABLE - - - - -

CAPITAL DE LA REPUBLICA 
 CAPITAL DE DEPARTAMENTO 

BASE CARTOGRAFICA : Mapa Físico Político del Perú, editado por el I.G.M. - 1970
 Dibujo : Alberto Milla Lali



REPUBLICA DEL PERU
 SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA
 DIRECCION GENERAL DE AGROMETEOROLOGIA
 1993
 JULIO
 ISOLINEAS DE EVAPORACION
 TOTAL (ISORIMAS) DESDE
 LA SUPERFICIE DEL AGUA
 (TANQUE CLASE "A")
 mm / mes
 1972 - 1981
 Escala Gráfica
 0 50 100
 LIMITE INTERNACIONAL
 LIMITE DEPARTAMENTAL
 ISOLINEAS
 ISOLINEA PROBABLE
 CAPITAL DE LA REPUBLICA
 CAPITAL DE DEPARTAMENTO
 BASE CARTOGRAFICA: Mapa Físico Político del Perú, editado por el I.G.M.-1970
 Dibujo: Alberto Mills Leti



REPUBLICA DEL PERU
 SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA
 DIRECCION GENERAL DE AGROMETEOROLOGIA
 1993
 AGOSTO
 ISOLINEAS DE EVAPORACION
 TOTAL (ISORIMAS) DESDE
 LA SUPERFICIE DEL AGUA
 (TANQUE CLASE "A")
 mm / mes
 1972 - 1981
 Escala Gráfica
 0 50 100
 LIMITE INTERNACIONAL
 LIMITE DEPARTAMENTAL
 ISOLINEAS
 ISOLINEA PROBABLE
 CAPITAL DE LA REPUBLICA
 CAPITAL DE DEPARTAMENTO
 BASE CARTOGRAFICA: Mapa Fisico Político del Perú, editado por el I.G.M. - 1970
 Dibujo: Alberto Millé Loli



REPUBLICA DEL PERU
 SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA
 DIRECCION GENERAL DE AGROMETEOROLOGIA
 1993

SETIEMBRE

ISOLINEAS DE EVAPORACION TOTAL (ISORIMAS) DESDE LA SUPERFICIE DEL AGUA (TANQUE CLASE "A")
 mm / mes
 1972 - 1981

Escala Gráfica
 0 50 100

LIMITE INTERNACIONAL - - - - -
 LIMITE DEPARTAMENTAL - - - - -
 ISOLINEAS = = = = =
 ISOLINEA PROBABLE - - - - -

CAPITAL DE LA REPUBLICA
 CAPITAL DE DEPARTAMENTO

BASE CARTOGRAFICA: Mapa Físico Político del Perú, editado por el IGM - 1970
 Dibujo: Alberto Mila Lall



ECUADOR

COLOMBIA

BRASIL

BOLIVIA

CHILE

REPUBLICA DEL PERU

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA
DIRECCION GENERAL DE AGROMETEOROLOGIA

1983

OCTUBRE

ISOLINEAS DE EVAPORACION
TOTAL (ISORIMAS) DESDE
LA SUPERFICIE DEL AGUA
(TANQUE CLASE "A")

mm / mes
1972 - 1981

Escala Gráfica

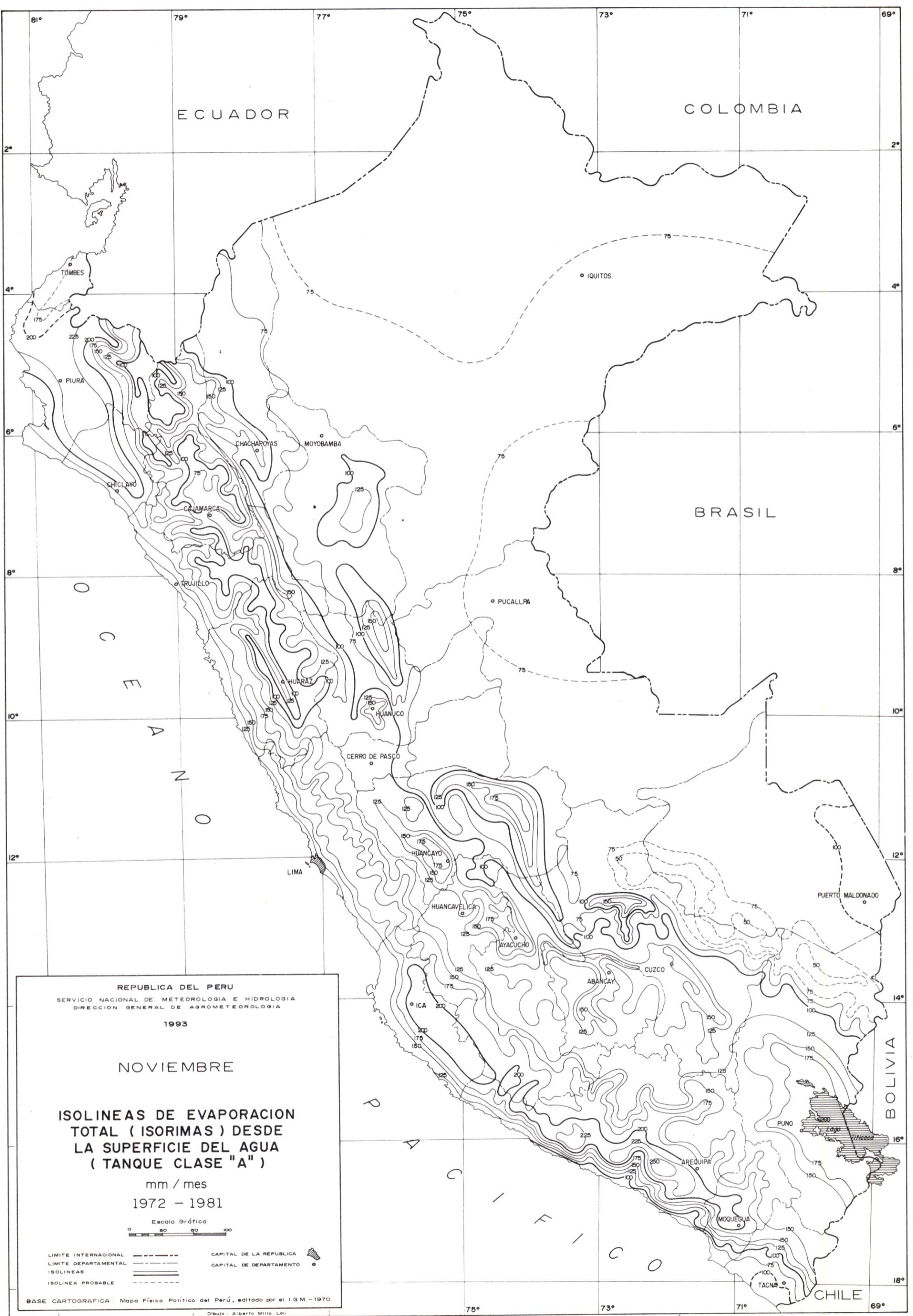


- LIMITE INTERNACIONAL
- LIMITE DEPARTAMENTAL
- ISOLINEAS
- ISOLINEA PROBABLE
- CAPITAL DE LA REPUBLICA
- CAPITAL DE DEPARTAMENTO

BASE CARTOGRAFICA Mapa Físico Político del Perú, editado por el I.G.M. - 1970

81° 79° 77° 75° 73° 71° 69°

Dibujo Alberto Milla Lali



REPUBLICA DEL PERU
 SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA
 DIRECCION GENERAL DE AGROMETEOROLOGIA
 1993
 NOVIEMBRE
 ISOLINEAS DE EVAPORACION
 TOTAL (ISORIMAS) DESDE
 LA SUPERFICIE DEL AGUA
 (TANQUE CLASE "A")
 mm / mes
 1972 - 1981
 Escala Gráfica
 0 50 100
 LIMITE INTERNACIONAL - - - - -
 LIMITE DEPARTAMENTAL - - - - -
 ISOLINEAS = = = = =
 ISOLINEA PROBABLE - - - - -
 CAPITAL DE LA REPUBLICA [Symbol]
 CAPITAL DE DEPARTAMENTO [Symbol]
 BASE CARTOGRAFICA : Mapa Físico Político del Perú, editado por el I.G.M. - 1970
 Dibujo : Alberto Milla Lali



REPUBLICA DEL PERU
 SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA
 DIRECCION GENERAL DE AGROMETEOROLOGIA
 1993
 DICIEMBRE
 ISOLINEAS DE EVAPORACION
 TOTAL (ISORIMAS) DESDE
 LA SUPERFICIE DEL AGUA
 (TANQUE CLASE "A")
 mm / mes
 1972 - 1981
 Escala Grafica
 0 50 100
 LIMITE INTERNACIONAL ---
 LIMITE DEPARTAMENTAL - - -
 ISOLINEAS = = =
 ISOLINEA PROBABLE - - - -
 CAPITAL DE LA REPUBLICA [Symbol]
 CAPITAL DE DEPARTAMENTO [Symbol]
 BASE CARTOGRAFICA: Mapa Físico Político del Perú, editado por el I.G.M. -1970
 Dibujo: Alberto Millia Lall