

Para mi popy
[Signature]

[Signature]

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA
DIRECCION GENERAL DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES
SERVICIO METEOROLOGICO

EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL EN
EL SALVADOR

PUBLICACION TECNICA No. 24

SANTA TECLA, LA LIBERTAD

AGOSTO 1980

P R O L O G O

El Servicio Meteorológico se complace en presentar la primera de la serie de publicaciones que contendrán los resultados de estudios e investigaciones realizadas dentro del Proyecto Agrometeorología y Aprovechamiento de la Energía Solar.

La Evapotranspiración es un proceso poco investigado en las áreas tropicales pese a su gran influencia en la disponibilidad de agua en la superficie de la tierra. Siendo su medición limitada por dificultades instrumentales queda el camino de aproximarla por medio de fórmulas, con mayor o menor grado de exactitud.

El autor de esta publicación, Lic. en Biología, Carlos Humberto Salazar Morales, comprueba la bondad del uso de algunas de las fórmulas de cálculo de la Evapotranspiración Potencial de más uso.

Esperamos que los resultados que aquí se presentan contribuyan a un mejor uso del agua, especialmente en lo que se refiere a su mejor aprovechamiento en pro del incremento de la producción agrícola, que es uno de los objetivos principales de este Proyecto.

Dr. Gelio Tomás Guzmán López
Jefe del Proyecto de Agrometeorología y Aprovechamiento
de la Energía Solar

RESUMEN

Con datos meteorológicos de estaciones primarias y secundarias que abarcan un promedio no menor de 10 años, se hicieron cálculos de Evapotranspiración Potencial utilizando fórmulas de Penman, Thornthwaite, Hargreaves, Turc y Blaney-Criddle; estableciéndose que la fórmula que más se acerca a Penman, que se consideró como patrón de referencia, es la fórmula de Hargreaves. Se analizó el comportamiento altitudinal y estacional de la Evapotranspiración Potencial y se presenta en mapas anuales de Iso-líneas para las fórmulas consideradas y los meses con máximas y mínimas según la fórmula de Penman.

INTRODUCCION

Evaporación es el proceso por el cual el agua pasa de la fase líquida a la gaseosa. Puede ser directamente del suelo o de una superficie líquida, al combinarse con la transpiración vegetal se denomina Evapotranspiración. Con suministro ilimitado de agua se conoce como Evapotranspiración Potencial.

Es un proceso complejo, pues involucra condiciones meteorológicas, edafológicas y biológicas. Esta última situación hace que su medición sea laboriosa.

Existen dos métodos para su cuantificación:

- a) Instrumental por medio de lisímetros
- b) Por fórmulas matemáticas (físicas y empíricas)

En el presente trabajo utilizamos la segunda metodología con el propósito de presentar las condiciones de Evapotranspiración Potencial en El Salvador, utilizando diferentes fórmulas propuestas por: Penman, Thornthwaite, Hargreaves, Turc y Blaney-Criddle.

- 0.80 y 0.95 = Factores de reducción de la radiación total de onda corta entrante y que corresponden respectivamente a un albedo de 0.20 y 0.05.
- RA = Radiación de onda corta recibida en el límite de la atmósfera en mm. de agua evaporable (1 mm = 59 calorías). Los coeficientes de la ecuación de radiación entrante (0.29 y 0.42) son iguales a los utilizados en el trabajo Estudio agroclimático de la zona Andina, pues JUSEM (1976) para El Salvador encontró coeficientes semejantes.
- n = Duración de la insolación durante el período que se estudia, expresado en horas y décimos de hora.
- N = Duración de la insolación astronómica posible en un período determinado.
- σ_T = Radiación del cuerpo negro en mm. de agua evaporable para la temperatura predominante del aire.
- σ = Constante de Stephan Boltzmann igual a 2.01×10^{-9} mm/día.
- e_a = Presión del vapor saturante en milibares.
- e_d = Presión de vapor durante el período estudiado en milibares.
- T°C = Temperatura del aire en la caseta meteorológica expresada en grados Celsius.
- T°K = Temperatura del aire en grados Kelvin.
- T°K = T°C + 273°C

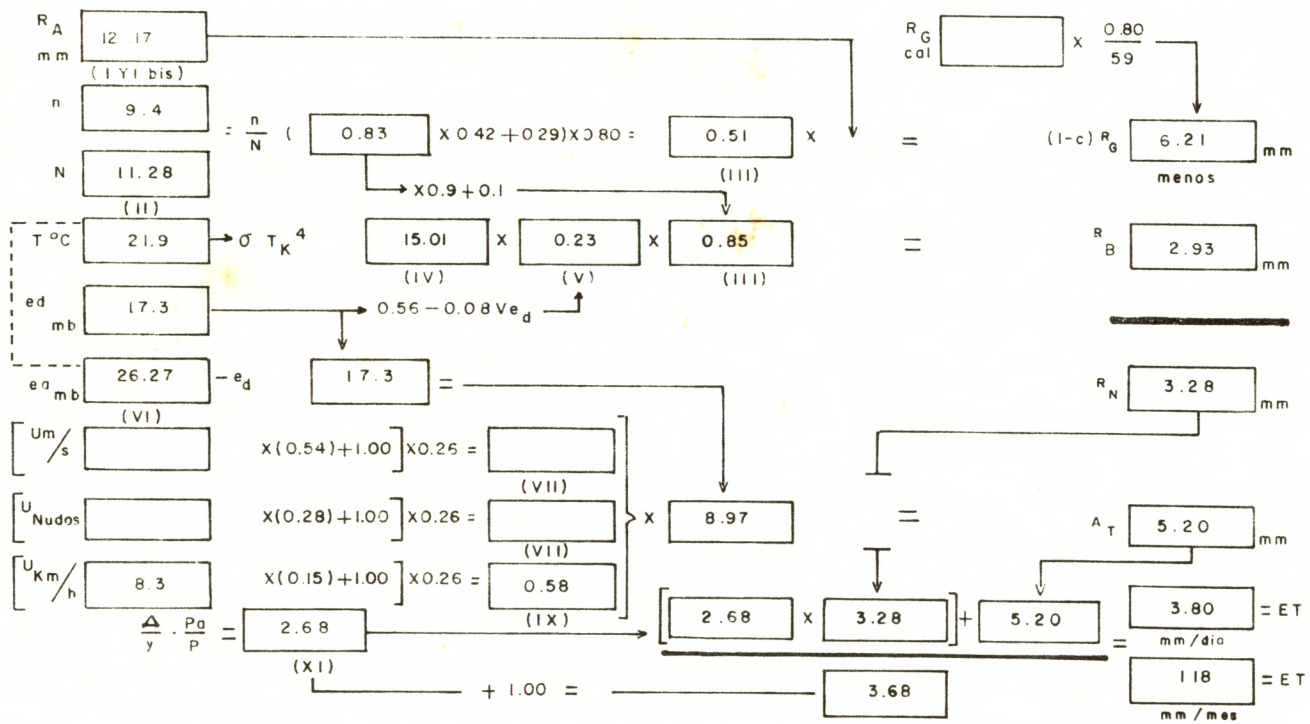
b) Los datos indispensables para los cálculos deben corresponder todos al mismo período. El cálculo final será ETP en mm/día y el valor mensual se encuentra multiplicando por 28, 30 ó 31 según el número de días que presente el mes.

Las once tablas utilizadas se citan en los formularios de trabajo encerrados en paréntesis en la parte inferior de los cuadros (Apéndice A).

Este método ha sido utilizado en nuestro país por Arita (1974) y Jusem (1976).

EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL (PENMAN)

PAIS EL SALVADOR ESTACION SAN SALVADOR ITIC LAT. 13° 43' LONG. 89° 12' 4" ALT. 710m PERIODO DICIEMBRE



Regla general para el cálculo de la Evapotranspiración Potencial según Thornthwaite.

Ayudándose con el formulario de trabajo y las tablas:

- a) Se colocan los datos de temperatura en la fila que corresponde a $T^{\circ}\text{C}$.
- b) Ubicados los datos de temperatura se pasa a obtener el valor de i o sea el índice calórico mensual usando la tabla No. 1.
- c) Seguidamente se suman todos los valores de i mensual para obtener el I anual.
Con este dato se va a la tabla No. 2 donde se busca el I correspondiente a nuestro valor.
- d) Escogido el valor de I esta columna servirá para encontrar la Evapotranspiración diaria sin ajustar en base de las temperaturas promedio mensuales, colocando estos datos en la fila que corresponde a $E p d$ (Evapotranspiración Potencial media sin ajustar).

NOTA: Si I es mayor de 140 se usa la tabla No. 3 y si la temperatura mensual es mayor de 26.5°C la tabla No. 4 que da directamente la ETP sin corregir y sin utilizar I .

CALCULO DE LA EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL SEGUN THORNTHWAITE

ESTACION ACAJUTLA ELEVACION 15 mts.

MES PARAMETRO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
t °C	25.9	26.4	27.5	28.3	28.0	27.0	27.0	26.8	26.4	26.4	26.5	26.0	
i (t < 26.5)	12.06	12.42	13.21	13.80	13.58	12.85	12.85	12.70	12.42	12.42	12.49	12.13	I = 152.93
E _{pd} (*)	4.1	4.4	4.8	5.1	5.1	4.8	4.8	4.8	4.5	4.5	4.5	4.5	
E _{pd} (*) x 30	123	132	144	153	153	144	144	144	135	135	135	135	
Factor de correccion	0.98	0.91	1.03	1.04	1.10	1.07	1.11	1.08	1.02	1.01	0.97	0.96	
Ep	121	120	148	159	168	154	160	155	138	136	131	130	1701

t °C TEMPERATURA MEDIA MENSUAL EN GRADOS CELSIUS

i INDICE CALORICO MENSUAL

I INDICE CALORICO ANUAL

E_{pd} (*) EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL MEDIA DIARIA SIN AJUSTAR

E_{pd} (*)
x 30 EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL MEDIA MENSUAL SIN AJUSTAR

Ep EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL MEDIA MENSUAL

CALCULO DE LA EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL SEGUN THORNTHWAITE

ESTACION LA PALMA ELEVACION 1.000mts.

PARAMETRO \ MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
t °C	19.0	19.5	21.2	22.1	21.8	20.8	21.0	20.7	20.4	20.2	19.5	19.0	
i (t < 26.5)	7.55	7.85	8.91	9.49	9.29	8.66	8.78	8.59	8.41	8.28	7.85	7.55	I = 101.21
E _{pd} (*)	2.3	2.4	2.8	3.1	3.0	2.7	2.6	2.7	2.8	2.6	2.4	2.3	
E _{pd x 30} (*)	69	72	84	93	90	81	78	81	84	78	72	69	
Factor de correccion	0.98	0.91	1.03	1.04	1.10	1.07	1.11	1.08	1.02	1.01	0.97	0.96	
Ep	68	66	87	97	99	87	87	87	86	79	70	66	979

t °C TEMPERATURA MEDIA MENSUAL EN GRADOS CELSIUS

i INDICE CALORICO MENSUAL

I INDICE CALORICO ANUAL

E_{pd} (*) EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL MEDIA DIARIA SIN AJUSTAR

E_{pd x 30} (*) EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL MEDIA MENSUAL SIN AJUSTAR

Ep EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL MEDIA MENSUAL

FORMULA DE HARGREAVES.

Necesita para su cálculo valores de temperatura, radiación y humedad relativa.

La ecuación es:

$$ETP = 0.0075 \times RSM \times TMF$$

ETP= La Evapotranspiración Potencial expresada en milímetros de agua por período de tiempo.

RSM= Es la radiación solar incidente expresada en milímetros de agua evaporada.

$$RSM = 0.075 \times RMM \times S^{1/2}$$

RMM= Es la radiación extraterrestre en milímetros de agua evaporada (tabla I de Penman).

S = Es el porcentaje del posible brillo del Sol.

$$S = 12.5 \times (100 - HM)^{1/2}$$

HM = Representa la humedad relativa.

TMF= Temperatura media mensual en grados Fahrenheit.

Por ejemplo: Una estación para el mes de enero presenta una temperatura mensual media de 25.9°C y una humedad relativa mensual media de 68% y RMM para el mes de enero es de 12.4.

$$S = 12.5 \times (100 - 68)^{1/2}$$

$$S = 70.75$$

$$RSM = 0.075 \times 12.4 \times (70.75)^{1/2}$$

METODO DE TURC.

Utiliza para la estimación de la Evapotranspiración Potencial la temperatura, radiación total entrante y la humedad relativa siempre que ésta sea inferior al 50% utilizando valores promedio mensuales de dichos elementos.

Su fórmula es:

$$ETP = K \frac{T}{T+15} (R_G + 50) \left(1 + \frac{50-HR}{70}\right)$$

donde:

ETP= Es la Evapotranspiración Potencial expresada en milímetros de agua.

T = Temperatura mensual media en grados Celsius.

R_G = La radiación total entrante en cal/cm²/día.

HR = Humedad relativa en %

Si la humedad relativa es mayor del 50% el último elemento de la expresión de la fórmula se ignora.

K = Es un coeficiente con un valor de 0.40 para meses con 30 y 31 días y de 0.37 para el mes de febrero. (ver ejemplos de estaciones de Los Andes y Santa Cruz Porrillo).

CALCULO DE LA EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL SEGUN TURC

ESTACION LOS ANDES ELEVACION 1,770 mts.

MES PARAMETRO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGT	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
T °C	14.7	15.4	16.7	17.7	17.7	17.2	17.0	17.0	16.8	16.1	15.2	14.7	
T °C + 15	29.7	30.4	31.7	32.7	32.7	32.2	32.0	32.0	31.8	31.1	30.2	29.7	
$\frac{T °C}{T °C + 15}$	0.49	0.51	0.53	0.54	0.54	0.53	0.53	0.53	0.53	0.52	0.50	0.49	
K =	0.40	0.37	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	
$\frac{T °C}{K \times T °C + 15}$	0.20	0.19	0.21	0.22	0.22	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.20	0.20	
R.G	340	420	460	420	360	340	420	420	331	300	300	300	
R.G + 50	390	470	510	470	410	390	470	470	381	350	350	350	
E.T.P.	78	89	107	103	90	82	99	99	80	73	70	70	1,040

CALCULO DE LA EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL SEGUN TURC

ESTACION STA. CRUZ PORRILLO

ELEVACION 30 mts.

MES PARAMETRO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGT	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
T °C	26.1	26.5	27.4	28.1	27.9	26.8	27.0	26.8	26.2	26.1	26.1	25.9	
T °C + 15	41.1	41.5	42.4	43.1	42.9	41.8	42.0	41.8	41.2	41.1	41.1	40.9	
$\frac{T °C}{T °C + 15}$	0.64	0.64	0.65	0.65	0.65	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64	0.63	
K =	0.40	0.37	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	
$\frac{T °C}{K \times T °C + 15}$	0.26	0.24	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.25	
R.G	442	465	460	442	452	425	481	484	458	420	422	420	
R.G + 50	492	515	510	492	502	475	531	534	508	470	472	470	
E.T.P.	128	124	333	128	130	123	138	139	132	122	123	117	1,537

METODO DE BLANEY-CRIDDLE.

Los parámetros involucrados para el cálculo son la temperatura e insolación.

Su fórmula es:

$$ETP = (0.457 T + 8.13) P$$

ETP= Es la Evapotranspiración Potencial para un período determinado.

T = Temperatura mensual media en grados Celsius.

P = Datos de insolación mensual media tomados de registros heliográficos expresados en décimos de hora.

Ejemplo:

Para una estación determinada encontraremos en marzo una temperatura de 27.5°C y P = 9.7 décimos de hora.

$$ETP = (0.457 \times 27.5 + 8.13) \times 9.7$$

ETP= 201 mm. para el mes de marzo.

RESULTADOS.

Los resultados de Evapotranspiración Potencial obtenidos en 23 estaciones y utilizando las fórmulas de Turc, Thornthwaite, Penman, Blaney-Criddle y Hargreaves, podemos agruparlos:

Datos de Evapotranspiración Potencial mensual expresados en mm. que aparecen en el cuadro No. 1, isolíneas de Evapotranspiración Potencial anual (figuras 2, 3, 4, 5 y 6) y para los meses de abril y septiembre según la fórmula de Penman (fig. 7 y 8). Gráficas de Evapotranspiración Potencial anual que incluye su distribución altitudinal (figura 9); comportamiento de la Evapotranspiración Potencial para todas las fórmulas en los meses de abril (transición seca-lluviosa, mes más caliente) y septiembre (mes más lluvioso del año), figuras 10 y 11, respectivamente, gráficas que indican la Evapotranspiración Potencial, según cada fórmula, para tres estaciones representativas (figuras 12, 13, 14, 15 y 16), comparación entre ETP y la precipitación para un período de 10 años en la Estación Santa Ana El Palmar, y diferencia de P-ETP para ese mismo período (cuadro No. 2).

En tierras altas la fórmula de Penman da los máximos valores y los mínimos la de Thornthwaite pues esta última depende fundamentalmente de la temperatura que es menor en las partes altas; además Penman involucra el viento que se muestra aumentado en las partes altas.

En lo que respecta a la variación altitudinal anual de la ETP, tomando a Penman como patrón de referencia con un gradiente de 310 mm/1000 m., la que más se aproxima es la fórmula de Hargreaves con un gradiente de 390 mm/1000 m. y la que más se aleja es la de Thornthwaite con 610 mm/1000 m.

La marcha anual de la ETP (figuras 10 y 11) demuestra que en abril todas las fórmulas tienden a separarse con respecto a Penman (34 mm/1000 m.), retirándose más Thornthwaite (62 mm/1000 m.) y menos Blaney-Criddle (33 mm/1000 m.).

En septiembre todas las fórmulas parecen juntarse, acercándose más a Penman (gradiente de 30 mm/1000 m.), Turc (35 mm/1000 m.), seguido por Hargreaves (24 mm/1000m) y separándose más Thornthwaite (43 mm/1000 m.). O sea que en los meses lluviosos el error de usar cualquier fórmula es menor que en los meses secos y calientes. Thornthwaite resultó con mayor gradiente en ambos meses.

secuencia de radiación perpendicular incidente, mayores temperaturas, sequedad del aire y un aumento de los sistemas locales de viento. Los mínimos valores en la estación seca son ocasionados por los valores menores de radiación extraterrestre y temperaturas; mínimos de la época lluviosa por disminución de la radiación incidente y disminución de la temperatura por incremento de la nubosidad y de la humedad atmosférica. Puede verse también en la figura No. 8 en que los valores de isolíneas de ETP se reducen hasta 80 mm no así en la figura No. 7 en que los menores valores llegan a 110 mm, notándose además un mayor rango de variación. Esta discusión puede reforzarse más con los resultados de Jusem (1976), quien demostró que la evaporación aumenta con el distanciamiento de la I.T.C. (Zona de Convergencia Intertropical) de nuestro país, preferentemente en los meses de noviembre a abril, ya que el buen tiempo evidencia un mayor valor de la insolación que afecta positivamente el término radiativo de la fórmula de Penman, pero que en nuestro caso lo podríamos referir a todas las fórmulas empleadas en el presente trabajo.

AGRADECIMIENTOS

Quiero patentizar mis agradecimientos a los colegas que contribuyeron a la conformación técnica de este trabajo. Asimismo, a los técnicos auxiliares del Proyecto Agrometeorológico, Bachilleres Agrícolas: Fernando Medrano Guevara, Rubén Dary González, Carlos Humberto Ruiz, Carlos Sosa, José Efraín Vides Sánchez, Ramón Dolores Flores, Nelson Reony Rosa, Miguel Román y Agustín Muñoz.

B I B L I O G R A F I A

- ARITA, C.M., 1974. Un Método para la Determinación del Valor de la Evapotranspiración. Servicio Hidrológico, Dirección General de Recursos Naturales Renovables, Ministerio de Agricultura y Ganadería, El Salvador, C.A.
- BUCARO, G.A., 1973. Determinación de Evapotranspiración Potencial y Balance Hídrico en Base a Datos Climatológicos de los Distritos de Riego San Gerónimo, Asunción Mita, Laguna del Hoyo, Catarina y La Fragua. Tesis. Guatemala.
- FRENE M. et al, 1975. Estudio Agroclimatológico de la Zona Andina. Proyecto Interinstitucional FAO/UNESCO/OMM en Agroclimatología. Roma, Italia.
- HANCOCK, J.K. and HARGREAVES, G.H., 1978. Precipitation Probabilities, Climate and Agricultural Potential for El Salvador. United States Agency for International Development. Utah State University.
- HARGREAVES, G.H., 1977. Water requeriment manual for irrigated crops and rainfed Agriculture. United States Agency for International Development. Utah State University.
- HERRERA, O. Aplicación de mini-computadoras a modelos hidrológicos y meteorológicos para la obtención de la información para el Atlas Climatológico Centroamericano. Instituto de Recursos Hidráulicos y Electrificación. Panamá.
- JUSEM, J.C., 1976. Régimen de Evaporación en El Salvador. Naciones Unidas/OMM. Proyecto "Hidrometeorología", Publicación No. 4, Servicio Meteorológico, Dirección General de Recursos Naturales Renovables, Ministerio de Agricultura y Ganadería, San Salvador, El Salvador
- PENMAN, H.L., 1963. Vegetation and Hydrology. Commonwealth Agricultural Bureaux. Technical Communication No. 53. England.
- ROSENBERG, N., 1974. Microclimate: the Biological Environment, Wiley - Intersciencie Publication, New York.

CUADRO No. 1 EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL (mm)

ESTACION	METODO	Altura m.s.n.m.	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	AÑO
ACAJUTLA	PENMAN	15	148	149	176	179	166	128	166	152	139	138	138	136	1679
	TURC		114	130	139	136	131	131	137	131	129	120	128	117	1426
	THORNTHWAITE		121	120	148	159	168	154	160	155	138	136	131	130	1720
	BLANEY-CRIDDLE		202	206	201	189	159	147	172	154	137	149	184	196	2096
	HARGREAVES		144	144	179	180	178	158	168	164	150	145	138	139	1887
SANTA CRUZ PORRILLO		30	125	136	164	160	158	136	155	151	131	128	123	125	1692
			128	124	133	128	130	123	138	139	132	122	123	117	1537
			120	120	148	156	162	148	153	149	128	124	119	118	1645
			194	202	200	182	163	138	172	167	139	148	178	192	2075
			146	150	184	183	180	158	172	164	145	143	137	143	1905
BENEFICIO LA CARRERA		75	125	140	181	174	142	140	162	153	133	136	129	127	1742
			113	117	137	129	116	120	133	134	116	121	120	113	1469
			108	112	145	153	158	148	156	149	125	124	119	106	1603
			184	202	203	184	153	132	179	175	146	152	180	193	2083
			148	149	195	189	178	161	180	166	146	144	138	140	1934
BENEFICIO EL PAPALON		80	133	136	175	177	168	138	120	150	128	127	119	120	1691
			120	123	140	138	139	130	139	143	120	120	110	117	1539
			118	120	151	159	162	148	153	143	122	121	111	109	1617
			186	197	203	189	170	137	161	160	129	139	146	165	1982
			154	149	194	196	189	163	176	171	149	142	137	144	1964
LA UNION		95	168	168	195	200	159	152	175	165	145	141	135	141	1944
			127	128	141	142	131	131	142	140	130	126	120	122	1580
			141	131	157	165	168	154	166	155	138	136	134	135	1780
			204	211	213	205	172	159	189	177	150	168	190	184	2222
			162	161	197	203	191	170	189	179	154	152	146	153	2220

ESTACION	METODO	Altura m. s. n. m.	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	AÑO
IZALCO	PENMAN	390	131	137	157	153	143	127	152	142	119	110	117	124	1612
	TURC		106	115	119	119	111	106	145	134	99	93	107	103	1357
	THORNTHWAITE		94	87	111	125	125	112	116	113	101	100	96	92	1272
	BLANEY-CRIDDLE		158	171	165	154	123	106	164	145	101	112	145	155	1699
	HARGREAVES		134	136	166	168	158	145	155	152	133	131	127	128	1733
SAN ANDRES		460	118	118	150	155	145	125	138	138	100	117	106	123	1533
			115	111	119	121	122	116	129	128	112	110	112	106	1401
			82	85	108	125	129	109	113	110	98	97	84	78	1218
			173	176	172	162	149	123	153	150	115	132	152	168	1825
			132	133	167	169	164	142	152	151	134	132	123	124	1723
APASTEPEQUE		570	133	143	167	164	158	125	143	143	123	134	115	128	1676
			111	118	132	130	122	114	128	126	112	109	109	106	1417
			94	87	111	118	112	99	106	103	88	90	93	89	1190
			185	191	186	167	163	124	154	156	128	140	170	184	1948
			145	145	173	174	160	139	159	152	129	130	131	137	1774
AEROPUERTO DE ILOPANGO		615	123	126	154	156	141	125	143	136	121	120	112	113	1570
			108	118	137	133	120	115	137	132	118	114	110	110	1452
			82	79	105	112	112	103	107	100	92	91	81	75	1139
			163	182	184	177	140	118	161	151	124	135	153	152	1840
			133	133	165	165	160	139	144	145	129	129	122	125	1689
JUCUARAN		650	143	152	173	164	169	133	153	150	126	124	117	106	1710
			116	121	129	126	119	118	127	126	119	113	114	113	1441
			88	87	105	109	106	99	110	104	84	91	90	89	1162
			186	198	192	178	152	141	171	160	139	149	178	188	2032
			142	141	165	171	152	143	165	157	133	131	127	136	1763

ESTACION	METODO	Altura m.s.n.m.	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	AÑO
LA PALMA	PENMAN	1000	112	113	133	135	125	109	124	114	103	102	96	93	1359
	TURC		88	101	118	123	101	84	119	107	88	96	97	93	1215
	THORNTHWAITE		68	66	87	97	99	87	87	87	86	79	70	66	979
	BLANEY-CRIDDLE		126	143	139	140	103	85	131	107	102	104	116	131	1427
	HARGREAVES		116	118	152	157	151	121	139	133	119	119	110	110	1545
APANECA		1300	95	98	118	120	110	103	127	118	101	102	95	82	1269
			102	103	116	115	113	104	123	115	103	100	100	97	1291
			62	54	71	78	82	77	83	78	70	73	67	60	855
			130	129	133	127	102	84	133	118	84	104	116	130	1390
			113	110	135	142	135	124	137	131	116	117	96	110	1466
LOS ANDES		1770	84	113	108	118	121	102	110	112	90	94	75	78	1205
			78	89	107	103	90	82	99	99	80	73	70	70	1040
			50	52	65	72	76	71	70	68	64	61	52	49	750
			107	123	131	125	94	81	94	86	65	63	74	85	1128
			100	102	130	136	132	119	122	122	114	99	88	93	1357

A P E N D I C E A

TABLAS PARA EL CÁLCULO DE PENMAN

ANEXOS

Lat N	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
50°	3.81	6.10	9.41	12.71	15.76	17.12	16.44	14.07	10.85	7.37	4.49	3.22
48°	4.33	6.60	9.81	13.02	15.98	17.15	16.50	14.29	11.19	7.81	4.99	3.72
46°	4.85	7.10	10.21	13.32	16.00	17.19	16.55	14.51	11.53	8.25	5.49	4.27
44°	5.30	7.60	10.61	13.65	16.12	17.23	16.60	14.73	11.87	8.69	6.00	4.70
42°	5.86	8.05	11.00	13.99	16.24	17.26	16.65	14.95	12.20	9.13	6.51	5.19
40°	6.44	8.56	11.40	14.32	16.36	17.29	16.70	15.17	12.54	9.58	7.03	5.68
38°	6.91	8.98	11.75	14.50	16.39	17.22	16.72	15.27	12.81	9.98	7.52	6.10
36°	7.38	9.39	12.10	14.67	16.43	17.16	16.73	15.37	13.08	10.59	8.00	6.62
34°	7.85	9.82	12.44	14.84	16.46	17.09	16.75	15.48	13.35	10.79	8.50	7.18
32°	8.32	10.24	12.77	15.00	16.50	17.02	16.76	15.58	13.63	11.20	8.99	7.76
30°	8.81	10.68	13.14	15.17	16.53	16.95	16.78	15.68	13.90	11.61	9.49	8.31
28°	9.29	11.09	13.39	15.26	16.48	16.83	16.68	15.71	14.08	11.95	9.90	8.79
26°	9.79	11.50	13.65	15.34	16.43	16.71	16.53	15.74	14.26	12.30	10.31	9.27
24°	10.20	11.89	13.90	15.43	16.37	16.59	16.47	15.78	14.45	12.64	10.71	9.73
22°	10.70	11.30	14.16	15.51	16.32	16.47	16.37	15.81	14.64	12.98	11.11	10.20
20°	11.19	12.71	14.41	15.60	16.27	16.36	16.27	15.85	14.83	13.31	11.61	10.68
18°	11.60	13.02	14.60	15.62	16.11	16.14	16.09	15.79	14.94	13.58	12.02	11.12
16°	12.00	13.32	14.69	15.64	15.99	15.92	15.91	15.72	15.04	13.85	12.43	11.57
14°	12.41	13.62	14.89	15.65	15.83	15.70	15.72	15.65	15.14	14.12	12.84	12.02
12°	12.82	13.93	15.08	15.66	15.67	15.48	15.53	15.58	15.24	14.38	13.25	12.47
10°	13.22	14.24	15.26	15.68	15.51	15.26	15.34	15.51	15.34	14.66	13.56	12.88
8°	13.58	14.50	15.34	15.60	15.29	14.99	15.00	15.39	15.34	14.81	13.86	13.27
6°	13.94	14.76	15.42	15.51	15.07	14.71	14.85	15.23	15.34	14.96	14.17	13.66
4°	14.30	15.01	15.50	15.43	14.85	14.44	14.59	15.07	15.34	15.11	14.48	14.05
2°	14.65	15.26	15.59	15.34	14.63	14.17	14.33	14.91	15.34	15.27	14.79	14.44
0°	15.00	15.51	15.68	15.26	14.41	13.90	14.07	14.75	15.34	15.42	15.09	14.83

Tabla I R_A - hemisferio del norte

Lat S	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
50°	17.54	14.66	10.85	7.03	4.24	3.05	3.47	5.51	8.90	12.88	16.53	18.22
48°	17.61	14.86	11.19	7.47	4.73	3.51	3.95	5.99	9.32	13.15	16.60	18.24
46°	17.68	15.06	11.53	7.91	5.22	3.97	4.43	6.47	9.74	13.43	16.67	18.26
44°	17.75	15.27	11.87	8.35	5.71	4.43	4.90	6.94	10.16	13.70	16.73	18.28
42°	17.82	15.47	12.21	8.80	6.12	4.89	5.38	7.42	10.59	13.97	16.80	18.29
40°	17.88	15.68	12.54	9.24	6.61	5.34	5.85	7.88	11.02	14.24	16.87	18.31
38°	17.86	15.82	12.84	9.64	7.07	5.83	6.31	8.32	11.36	14.44	16.95	18.25
36°	17.85	15.96	13.15	10.05	7.53	6.32	6.77	8.76	11.70	14.64	17.04	18.20
34°	17.84	16.10	13.45	10.46	7.99	6.81	7.23	9.20	12.04	14.85	17.12	18.15
32°	17.82	16.23	13.76	10.87	8.45	7.30	7.68	9.64	12.37	15.05	17.21	18.10
30°	17.80	16.36	14.07	11.27	8.90	7.80	8.14	10.09	12.71	15.26	17.29	18.05
28°	17.70	16.39	14.25	11.61	9.32	8.24	8.60	10.47	12.95	15.36	17.22	17.92
26°	17.60	16.43	14.44	11.95	9.74	8.68	9.06	10.85	13.19	15.46	17.15	17.79
24°	17.50	16.46	14.62	12.29	10.16	9.12	9.52	11.22	13.43	15.56	17.08	17.65
22°	17.40	16.50	14.80	12.63	10.59	9.56	9.97	11.59	13.66	15.66	17.01	17.51
20°	17.29	16.53	15.00	12.97	11.02	10.00	10.42	11.95	13.90	15.76	16.95	17.37
18°	17.11	16.47	15.10	13.22	11.37	10.40	10.81	12.26	14.09	15.78	16.80	17.10
16°	16.93	16.42	15.20	13.48	11.73	10.80	11.20	12.56	14.28	15.79	16.65	16.83
14°	16.74	16.37	15.31	13.73	12.09	11.21	11.59	12.87	14.47	15.81	16.50	16.61
12°	16.55	16.32	15.41	13.98	12.45	11.62	11.98	13.17	14.65	15.83	16.35	16.49
10°	16.36	16.27	15.51	14.24	12.80	12.03	12.37	13.48	14.83	15.85	16.19	16.27
8°	16.08	16.11	15.54	14.44	13.12	12.40	12.71	13.73	14.93	15.76	15.97	15.99
6°	15.81	15.96	15.58	14.65	13.44	12.77	13.05	13.99	15.03	15.67	15.75	15.70
4°	15.54	15.81	15.62	14.85	13.76	13.15	13.39	14.25	15.13	15.59	15.53	15.41
2°	15.27	15.66	15.65	15.05	14.08	13.51	13.73	14.50	15.24	15.50	15.31	15.12
0°	15.00	15.51	15.68	15.26	14.41	13.90	14.07	14.75	15.34	15.42	15.09	14.83

Tablă I bis R_A - Hemispherei de Est

n/N	0.29+ 0.42n/N	x0.75	x0.95	0.9n/N +0.1	n/N	0.29+ 0.42n/N	x0.75	x0.95	0.9n/N +0.1
0.01	0.29	0.22	0.28	0.11	0.51	0.50	0.38	0.48	0.56
0.02	0.30	0.22	0.28	0.12	0.52	0.51	0.38	0.48	0.57
0.03	0.30	0.23	0.29	0.13	0.53	0.51	0.38	0.49	0.58
0.04	0.31	0.23	0.29	0.14	0.54	0.52	0.39	0.49	0.59
0.05	0.31	0.23	0.30	0.15	0.55	0.52	0.39	0.50	0.60
0.06	0.32	0.24	0.30	0.15	0.56	0.53	0.39	0.50	0.60
0.07	0.32	0.24	0.30	0.16	0.57	0.53	0.40	0.50	0.61
0.08	0.32	0.24	0.31	0.17	0.58	0.53	0.40	0.51	0.62
0.09	0.33	0.25	0.31	0.18	0.59	0.54	0.40	0.51	0.63
0.10	0.33	0.25	0.32	0.19	0.60	0.54	0.41	0.51	0.64
0.11	0.34	0.25	0.32	0.20	0.61	0.55	0.41	0.52	0.65
0.12	0.34	0.26	0.32	0.21	0.62	0.55	0.41	0.52	0.66
0.13	0.34	0.26	0.33	0.22	0.63	0.55	0.42	0.53	0.67
0.14	0.35	0.26	0.33	0.23	0.64	0.56	0.42	0.53	0.68
0.15	0.35	0.26	0.34	0.24	0.65	0.56	0.42	0.53	0.69
0.16	0.36	0.27	0.34	0.24	0.66	0.57	0.43	0.54	0.69
0.17	0.36	0.27	0.34	0.25	0.67	0.57	0.43	0.54	0.70
0.18	0.37	0.27	0.35	0.26	0.68	0.58	0.43	0.55	0.71
0.19	0.37	0.28	0.35	0.27	0.69	0.58	0.43	0.55	0.72
0.20	0.37	0.28	0.36	0.28	0.70	0.58	0.44	0.55	0.73
0.21	0.38	0.28	0.36	0.29	0.71	0.59	0.44	0.56	0.74
0.22	0.38	0.29	0.36	0.30	0.72	0.59	0.44	0.56	0.75
0.23	0.39	0.29	0.37	0.31	0.73	0.60	0.45	0.57	0.76
0.24	0.39	0.29	0.37	0.32	0.74	0.60	0.45	0.57	0.77
0.25	0.40	0.30	0.38	0.33	0.75	0.61	0.45	0.57	0.78
0.26	0.40	0.30	0.38	0.33	0.76	0.61	0.46	0.58	0.78
0.27	0.40	0.30	0.38	0.34	0.77	0.61	0.46	0.58	0.79
0.28	0.41	0.31	0.39	0.35	0.78	0.62	0.46	0.59	0.80
0.29	0.41	0.31	0.39	0.36	0.79	0.62	0.47	0.59	0.81
0.30	0.42	0.31	0.40	0.37	0.80	0.63	0.47	0.59	0.82
0.31	0.42	0.32	0.40	0.38	0.81	0.63	0.47	0.60	0.83
0.32	0.42	0.32	0.40	0.39	0.82	0.63	0.48	0.60	0.84
0.33	0.43	0.32	0.41	0.40	0.83	0.64	0.48	0.61	0.85
0.34	0.43	0.32	0.41	0.41	0.84	0.64	0.48	0.61	0.86
0.35	0.44	0.33	0.42	0.42	0.85	0.65	0.49	0.61	0.87
0.36	0.44	0.33	0.42	0.42	0.86	0.65	0.49	0.62	0.87
0.37	0.45	0.33	0.42	0.43	0.87	0.66	0.49	0.62	0.88
0.38	0.45	0.34	0.43	0.44	0.88	0.66	0.50	0.63	0.89
0.39	0.45	0.34	0.43	0.45	0.89	0.66	0.50	0.63	0.90
0.40	0.46	0.34	0.44	0.46	0.90	0.67	0.50	0.63	0.91
0.41	0.46	0.35	0.44	0.47	0.91	0.67	0.50	0.64	0.92
0.42	0.47	0.35	0.44	0.48	0.92	0.68	0.51	0.64	0.93
0.43	0.47	0.35	0.45	0.49	0.93	0.68	0.51	0.65	0.94
0.44	0.47	0.36	0.45	0.50	0.94	0.68	0.51	0.65	0.95
0.45	0.48	0.36	0.46	0.51	0.95	0.69	0.52	0.65	0.96
0.46	0.48	0.36	0.46	0.51	0.96	0.69	0.52	0.66	0.96
0.47	0.49	0.37	0.46	0.52	0.97	0.70	0.52	0.66	0.97
0.48	0.49	0.37	0.47	0.53	0.98	0.70	0.53	0.67	0.98
0.49	0.50	0.37	0.47	0.54	0.99	0.71	0.53	0.67	0.99
0.50	0.50	0.38	0.48	0.55					

e_d	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
0	0.56	0.54	0.52	0.52	0.51	0.50	0.50	0.49	0.49	0.49
1	0.48	0.48	0.47	0.47	0.47	0.46	0.46	0.46	0.45	0.45
2	0.45	0.45	0.44	0.44	0.44	0.44	0.43	0.43	0.43	0.43
3	0.42	0.42	0.42	0.42	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.40
4	0.40	0.40	0.40	0.40	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39
5	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37
6	0.37	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.35	0.35
7	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34
8	0.34	0.34	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.32
9	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.31	0.31	0.31
10	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
11	0.30	0.30	0.30	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29
12	0.29	0.29	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28
13	0.28	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27
14	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26
15	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.24
16	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24
17	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23
18	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22
19	0.22	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21
20	0.21	0.21	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
21	0.20	0.20	0.20	0.20	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19
22	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.18	0.18	0.18	0.18
23	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.17	0.17
24	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17
25	0.17	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16
26	0.16	0.16	0.16	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
27	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.14	0.14	0.14	0.14
28	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14
29	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13
30	0.13	0.13	0.13	0.13	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
31	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.11	0.11
32	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11
33	0.11	0.11	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
34	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.09	0.09	0.09
35	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09
36	0.09	0.09	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
37	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.07	0.07	0.07
38	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
39	0.07	0.07	0.07	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
40	0.06									

U	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
0	0.26	0.27	0.29	0.30	0.32	0.33	0.34	0.36	0.37	0.39
1	0.40	0.41	0.43	0.44	0.46	0.47	0.49	0.50	0.51	0.53
2	0.54	0.56	0.57	0.58	0.60	0.61	0.63	0.64	0.65	0.67
3	0.68	0.70	0.71	0.72	0.74	0.75	0.77	0.78	0.79	0.81
4	0.82	0.84	0.85	0.86	0.88	0.89	0.91	0.92	0.93	0.95
5	0.96	0.98	0.99	1.00	1.02	1.03	1.05	1.06	1.07	1.09
6	1.10	1.12	1.13	1.14	1.16	1.17	1.19	1.20	1.22	1.23
7	1.24	0.26	1.27	1.29	1.30	1.31	1.33	1.34	1.36	1.37
8	1.38	1.40	1.41	1.43	1.44	1.45	1.47	1.48	1.50	1.51
9	1.52	1.54	1.55	1.57	1.58	1.59	1.61	1.62	1.64	1.65
10	1.66	1.68	1.69	1.71	1.72	1.73	1.75	1.76	1.78	1.79
11	1.80									

Tabla VII U m/s

U	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
0	0.26	0.26	0.27	0.27	0.28	0.28	0.28	0.29	0.29	0.30
1	0.30	0.30	0.31	0.31	0.32	0.32	0.32	0.33	0.33	0.33
2	0.34	0.34	0.35	0.35	0.35	0.36	0.36	0.37	0.37	0.37
3	0.38	0.38	0.39	0.39	0.39	0.40	0.40	0.40	0.41	0.41
4	0.42	0.42	0.42	0.43	0.43	0.44	0.44	0.44	0.45	0.45
5	0.46	0.46	0.46	0.47	0.47	0.48	0.48	0.48	0.49	0.49
6	0.49	0.50	0.50	0.51	0.51	0.51	0.52	0.52	0.53	0.53
7	0.53	0.54	0.54	0.55	0.55	0.55	0.56	0.56	0.56	0.57
8	0.57	0.58	0.58	0.58	0.59	0.59	0.60	0.60	0.60	0.61
9	0.61	0.62	0.62	0.62	0.63	0.63	0.63	0.64	0.64	0.65
10	0.65	0.65	0.66	0.66	0.67	0.67	0.67	0.68	0.68	0.69
11	0.69	0.69	0.70	0.70	0.71	0.71	0.71	0.72	0.72	0.72
12	0.73	0.73	0.74	0.74	0.74	0.75	0.75	0.76	0.76	0.76
13	0.77	0.77	0.78	0.78	0.78	0.79	0.79	0.79	0.80	0.80
14	0.81	0.81	0.81	0.82	0.82	0.83	0.83	0.83	0.84	0.84
15	0.85	0.85	0.85	0.86	0.86	0.87	0.87	0.87	0.88	0.88
16	0.88	0.89	0.89	0.90	0.90	0.90	0.91	0.91	0.92	0.92
17	0.92	0.93	0.93	0.94	0.94	0.94	0.95	0.95	0.95	0.96
18	0.96	0.97	0.97	0.97	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99	1.00
19	1.00	1.01	1.01	1.01	1.02	1.02	1.02	1.03	1.03	1.04
20	1.04	1.04	1.05	1.05	1.06	1.06	1.06	1.07	1.07	1.08
21	1.08	1.08	1.09	1.09	1.10	1.10	1.10	1.11	1.11	1.11
22	1.12	1.12	1.13	1.13	1.13	1.14	1.14	1.15	1.15	1.15
23	1.16	1.16	1.17	1.17	1.17	1.18	1.18	1.18	1.19	1.19
24	1.20	1.20	1.20	1.21	1.21	1.22	1.22	1.22	1.23	1.23
25	1.24	1.24	1.24	1.25	1.25	1.26	1.26	1.26	1.27	1.27
26	1.27	1.28	1.28	1.29	1.29	1.29	1.30	1.30	1.31	1.31
27	1.31	1.32	1.32	1.33	1.33	1.33	1.34	1.34	1.34	1.35
28	1.35	1.36	1.36	1.36	1.37	1.37	1.38	1.38	1.38	1.39
29	1.39	1.40	1.40	1.40	1.41	1.41	1.41	1.42	1.42	1.43
30	1.43	1.43	1.44	1.44	1.45	1.45	1.45	1.46	1.46	1.47
31	1.47	1.47	1.48	1.48	1.49	1.49	1.49	1.50	1.50	1.50
32	1.51	1.51	1.52	1.52	1.52	1.53	1.53	1.54	1.54	1.54
33	1.55	1.55	1.56	1.56	1.56	1.57	1.57	1.58	1.58	1.58
34	1.59									

Tabla IX U km/h

Altitud en metros

T°C	-400	-200	0	200	400	600	800	1000	1200	1400	1600	1800
0	0.63	0.65	0.67	0.69	0.71	0.72	0.74	0.76	0.78	0.80	0.82	0.84
1	0.68	0.70	0.72	0.74	0.75	0.77	0.79	0.81	0.83	0.85	0.87	0.89
2	0.72	0.74	0.76	0.78	0.80	0.82	0.84	0.86	0.88	0.91	0.93	0.95
3	0.77	0.79	0.81	0.83	0.86	0.88	0.90	0.92	0.94	0.97	0.99	1.01
4	0.83	0.85	0.87	0.89	0.91	0.93	0.96	0.98	1.00	1.03	1.05	1.08
5	0.88	0.90	0.92	0.94	0.97	0.99	1.01	1.04	1.07	1.09	1.12	1.15
6	0.94	0.96	0.98	1.00	1.03	1.05	1.08	1.10	1.13	1.16	1.19	1.22
7	1.00	1.02	1.04	1.07	1.09	1.12	1.15	1.17	1.21	1.24	1.27	1.30
8	1.07	1.09	1.11	1.13	1.16	1.19	1.22	1.25	1.28	1.31	1.35	1.38
9	1.11	1.14	1.17	1.20	1.23	1.26	1.29	1.32	1.36	1.39	1.43	1.46
10	1.19	1.22	1.25	1.28	1.31	1.34	1.37	1.41	1.44	1.48	1.52	1.55
11	1.26	1.29	1.32	1.35	1.39	1.42	1.45	1.49	1.53	1.57	1.61	1.65
12	1.34	1.37	1.40	1.43	1.47	1.50	1.54	1.57	1.62	1.66	1.70	1.74
13	1.42	1.45	1.48	1.52	1.55	1.59	1.63	1.67	1.71	1.76	1.80	1.84
14	1.51	1.54	1.57	1.61	1.64	1.68	1.72	1.77	1.81	1.86	1.91	1.95
15	1.58	1.62	1.66	1.70	1.74	1.78	1.82	1.87	1.92	1.97	2.02	2.06
16	1.68	1.72	1.76	1.80	1.85	1.89	1.94	1.98	2.04	2.09	2.14	2.19
17	1.76	1.81	1.86	1.91	1.95	2.00	2.05	2.10	2.15	2.21	2.26	2.32
18	1.87	1.92	1.97	2.02	2.06	2.11	2.17	2.22	2.28	2.33	2.39	2.45
19	1.98	2.03	2.08	2.13	2.18	2.23	2.29	2.34	2.40	2.47	2.53	2.59
20	2.07	2.13	2.19	2.25	2.30	2.36	2.42	2.47	2.54	2.60	2.67	2.73
21	2.22	2.27	2.32	2.37	2.43	2.49	2.55	2.61	2.68	2.75	2.82	2.88
22	2.32	2.38	2.44	2.50	2.56	2.63	2.69	2.75	2.83	2.90	2.97	3.04
23	2.46	2.52	2.58	2.64	2.71	2.77	2.84	2.90	2.98	3.06	3.13	3.21
24	2.60	2.66	2.72	2.78	2.85	2.92	2.99	3.06	3.14	3.22	3.30	3.38
25	2.72	2.79	2.86	2.93	3.00	3.08	3.15	3.22	3.31	3.40	3.48	3.56
26	2.85	2.93	3.01	3.09	3.16	3.24	3.32	3.40	3.49	3.58	3.66	3.75
27	3.01	3.09	3.17	3.25	3.33	3.41	3.49	3.57	3.67	3.76	3.86	3.95
28	3.18	3.26	3.34	3.42	3.50	3.59	3.67	3.76	3.86	3.96	4.06	4.15
29	3.35	3.43	3.51	3.60	3.68	3.77	3.86	3.95	4.06	4.17	4.27	4.37
30	3.51	3.60	3.69	3.78	3.87	3.97	4.06	4.16	4.27	4.38	4.49	-
31	3.68	3.78	3.88	3.98	4.07	4.17	4.27	4.37	4.49	4.60	-	-
32	3.87	3.97	4.07	4.18	4.28	4.38	4.49	4.59	4.71	-	-	-
33	4.07	4.17	4.27	4.38	4.48	4.59	4.70	4.81	-	-	-	-
34	4.26	4.37	4.48	4.59	4.70	4.82	4.93	-	-	-	-	-
35	4.47	4.59	4.71	4.83	4.95	5.06	-	-	-	-	-	-

Tabla XI
A.P.O.
Y.P.

A P E N D I C E B

TABLAS PARA EL CÁLCULO DE THORNTHWAITE

TABLA No. 2

VALORES DE LA EVAPOTRANSPIRACION DIARIA SIN AJUSTAR (mm)
 PARA DIFERENTES TEMPERATURAS MEDIAS MENSUALES (°C) Y VALORES DE I.

$\frac{I}{t}$	25.0	27.5	30.0	32.5	35.0	37.5	40.0	42.5	45.0	47.5	50.0	52.5
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.5	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1.0	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
1.5	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1
2.0	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
2.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2
3.0	0.6	0.6	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3
3.5	0.7	0.7	0.6	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4
4.0	0.8	0.8	0.7	0.6	0.6	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4
4.5	0.9	0.9	0.8	0.7	0.7	0.6	0.6	0.6	0.6	0.5	0.5	0.5
5.0	1.0	1.0	0.9	0.8	0.8	0.7	0.7	0.7	0.6	0.6	0.6	0.5
5.5	1.1	1.1	1.0	0.9	0.9	0.8	0.8	0.7	0.7	0.6	0.6	0.6
6.0	1.2	1.2	1.1	1.0	0.9	0.9	0.9	0.8	0.8	0.7	0.7	0.7
6.5	1.3	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0	0.9	0.9	0.8	0.8	0.8	0.7
7.0	1.4	1.3	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	0.9	0.9	0.8	0.8
7.5	1.5	1.4	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0	0.9	0.9	0.9
8.0	1.6	1.5	1.4	1.3	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0
8.5	1.6	1.6	1.5	1.4	1.4	1.3	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1	1.0
9.0	1.7	1.6	1.5	1.5	1.4	1.4	1.3	1.3	1.2	1.2	1.2	1.1
9.5	1.8	1.7	1.6	1.6	1.5	1.5	1.4	1.4	1.3	1.3	1.2	1.2
10.0	1.9	1.8	1.7	1.7	1.6	1.6	1.5	1.4	1.4	1.4	1.3	1.3
10.5	2.0	1.9	1.8	1.8	1.7	1.7	1.6	1.5	1.5	1.4	1.4	1.4
11.0	2.1	2.0	1.9	1.8	1.8	1.7	1.7	1.6	1.6	1.5	1.5	1.4
11.5	2.1	2.1	2.0	1.9	1.9	1.8	1.7	1.7	1.6	1.6	1.6	1.5
12.0	2.2	2.2	2.1	2.0	1.9	1.9	1.8	1.8	1.7	1.7	1.7	1.6
12.5	2.3	2.3	2.2	2.1	2.0	2.0	1.9	1.9	1.8	1.8	1.8	1.7
13.0	2.4	2.3	2.3	2.2	2.1	2.1	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.8

TABLA No. 2

VALORES DE LA EVAPOTRANSPIRACION DIARIA SIN AJUSTAR (mm)
 PARA DIFERENTES TEMPERATURAS MEDIAS MENSUALES (°C) Y VALORES DE I

I t	55.0	57.0	60.0	62.0	65.0	67.5	70.0	72.5	75.0	77.5	80.0	82.5
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1.5	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2.5	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
3.0	0.3	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
3.5	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
4.0	0.4	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1
4.5	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
5.0	0.5	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2
5.5	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
6.0	0.6	0.6	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3
6.5	0.7	0.6	0.6	0.6	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
7.0	0.7	0.7	0.7	0.6	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4
7.5	0.8	0.8	0.7	0.7	0.7	0.6	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4
8.0	0.9	0.9	0.8	0.8	0.7	0.7	0.6	0.6	0.6	0.6	0.5	0.5
8.5	1.0	0.9	0.9	0.8	0.8	0.8	0.7	0.7	0.7	0.6	0.6	0.6
9.0	1.0	1.0	0.9	0.9	0.9	0.8	0.8	0.7	0.7	0.7	0.7	0.6
9.5	1.1	1.1	1.0	1.0	0.9	0.9	0.9	0.8	0.8	0.8	0.7	0.7
10.0	1.2	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0	0.9	0.9	0.9	0.8	0.8	0.8
10.5	1.3	1.2	1.2	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	0.9	0.9	0.8
11.0	1.4	1.3	1.3	1.3	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	0.9	0.9
11.5	1.4	1.4	1.3	1.3	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0
12.0	1.5	1.5	1.4	1.4	1.4	1.3	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1	1.0
12.5	1.6	1.6	1.5	1.5	1.5	1.4	1.4	1.3	1.3	1.2	1.2	1.2
13.0	1.7	1.7	1.6	1.6	1.5	1.5	1.5	1.5	1.3	1.3	1.3	1.2

TABLA No. 2

VALORES DE LA EVAPOTRANSPIRACION DIARIA SIN AJUSTAR (mm)
 PARA DIFERENTES TEMPERATURAS MEDIAS MENSUALES (°C) Y VALORES DE I.

t	I	85.0	87.5	90.0	92.5	95.0	97.5	100.0	102.5	105.0	107.5	110.0	112.5
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2.5	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3.5	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4.5	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
5.0	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
5.5	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
6.0	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
6.5	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
7.0	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
7.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
8.0	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2
8.5	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
9.0	0.6	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3
9.5	0.7	0.6	0.6	0.6	0.6	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
10.0	0.7	0.7	0.7	0.6	0.6	0.6	0.6	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4
10.5	0.8	0.8	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.6	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5
11.0	0.9	0.8	0.8	0.8	0.8	0.7	0.7	0.7	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
11.5	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.8	0.8	0.7	0.7	0.7	0.6	0.6	0.6
12.0	1.0	1.0	0.9	0.9	0.9	0.9	0.8	0.8	0.7	0.7	0.7	0.7	0.6
12.5	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	0.9	0.9	0.9	0.8	0.8	0.8	0.7	0.7
13.0	1.2	1.2	1.1	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	0.9	0.9	0.9	0.8	0.8

TABLA No. 2

VALORES DE LA EVAPOTRANSPIRACION DIARIA SIN AJUSTAR (mm)
 PARA DIFERENTES TEMPERATURAS MEDIAS MENSUALES (°C) Y VALORES DE I.

t	115.0	117.5	120.0	122.5	125.0	127.5	130.0	132.5	135.0	137.5	140.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5.5	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
6.5	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0
7.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0
7.5	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
8.0	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
8.5	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1
9.0	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1
9.5	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1
10.0	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
10.5	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2
11.0	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2
11.5	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3
12.0	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3
12.5	0.7	0.6	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4
13.0	0.7	0.7	0.7	0.6	0.6	0.6	0.6	0.5	0.5	0.4	0.4

TABLA No. 3

VALUES OF UNADJUSTED DAILY POTENTIAL EVAPOTRANSPIRATION
FOR MEAN TEMPERATURES ABOVE 80 °F OR 26.5 °C

UNADJUSTED POTENTIAL EVAPOTRANSPIRATION IN

T °C	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
26						4.5	4.5	4.6	4.6	4.6
27	4.6	4.7	4.7	4.7	4.8	4.8	4.8	4.8	4.9	4.9
28	4.9	5.0	5.0	5.0	5.0	5.1	5.1	5.1	5.1	5.2
29	5.2	5.2	5.2	5.2	5.3	5.3	5.3	5.3	5.4	5.4
30	5.4	5.4	5.4	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.6	5.6
31	5.6	5.6	5.6	5.6	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7	5.8
32	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.9	5.9	5.9	5.9
33	5.9	5.9	5.9	5.9	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0
34	6.0	6.0	6.0	6.0	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1
35	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1
36	6.1	6.1	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2
37	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2
38	6.2									

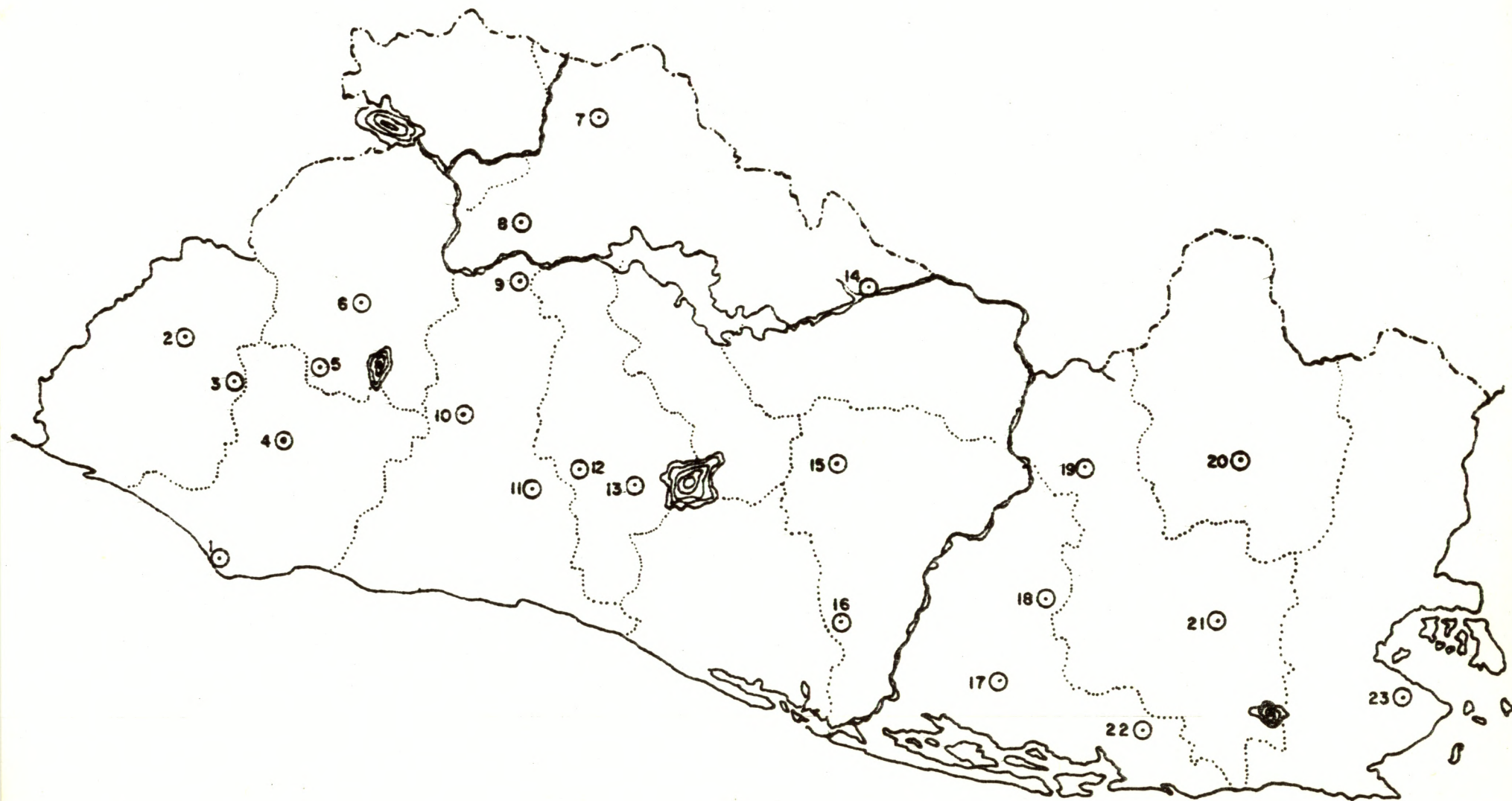
UNADJUSTED POTENTIAL EVAPOTRANSPIRATION IN INCHES

T °F	0.0	0.5	T °F	0.0	0.5	T °F	0.0	0.5
80	.16	.16	87	.22	.22	94	.24	.24
81	.18	.19	88	.22	.22	95	.24	.24
82	.19	.19	89	.22	.23	96	.24	.24
83	.20	.20	90	.23	.23	97	.24	.24
84	.20	.20	91	.23	.23	98	.24	.24
85	.21	.21	92	.23	.24	99	.24	.24
86	.21	.22	93	.24	.24	100	.24	

TABLA No. 4

t °C	140	142.5	145	147.5	150	152.5	155
23.00	2.8	2.8	2.7	2.7	2.6	2.6	2.5
23.25	2.9	2.9	2.8	2.8	2.7	2.7	2.6
23.50	3.0	3.0	2.9	2.9	2.8	2.8	2.7
23.75	3.1	3.1	3.0	3.0	2.9	2.9	2.8
24.00	3.2	3.2	3.1	3.1	3.1	3.0	3.0
24.25	3.4	3.4	3.3	3.2	3.2	3.1	3.2
24.50	3.5	3.5	3.4	3.3	3.3	3.3	3.2
24.75	3.6	3.6	3.5	3.5	3.4	3.4	3.3
25.00	3.7	3.7	3.6	3.6	3.6	3.5	3.5
25.25	3.8	3.8	3.8	3.7	3.7	3.7	3.6
25.50	3.9	3.9	3.9	3.8	3.8	3.8	3.8
25.75	4.1	4.1	4.0	4.0	4.0	3.9	3.9
26.00	4.2	4.2	4.2	4.1	4.1	4.1	4.1
26.25	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.2	4.2
26.50	4.5	4.5	4.5	4.4	4.4	4.4	4.4

Fig. Nº 1 MAPA CON LAS 23 ESTACIONES CLIMATOLOGICAS CONSIDERADAS EN EL CALCULO DE LA EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL



LISTA DE ESTACIONES CLIMATOLÓGICAS PRIMARIAS (CP3) Y SECUNDARIAS (CO3)

1 - ACAJUTLA	CP3	13 - AEROPUERTO ILOPANGO	CP3
2 - AHUACHAPAN	CP3	14 - CHORRERA DEL GUAYABO	CP3
3 - APANECA, FINCA SANTA LETICIA	CP3	15 - APASTEPEQUE	CP3
4 - IZALCO	CP3	16 - SANTA CRUZ PORRILLO	CP3
5 - FINCA LOS ANDES	CP3	17 - BENEFICIO LA CARRERA	CP3
6 - SANTA ANA	CP3	18 - SANTIAGO DE MARIA	CP3
7 - LA PALMA	CP3	19 - SESORI	CP3
8 - NUEVA CONCEPCION	CP3	20 - SAN FRANCISCO GOTERA	CP3
9 - HACIENDA ATIOCOYO	CP3	21 - EL PAPALON	CP3
10 - ZAPOTITAN	CO3	22 - JUCUARAN	CO3
11 - SANTA TECLA	CP3	23 - LA UNION	CP3
12 - SAN SALVADOR I.T.I.C.	CP3		

Fig. Nº 2 ISOLINEAS DE EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL ANUAL PARA LA FORMULA DE THORNTHWAITE

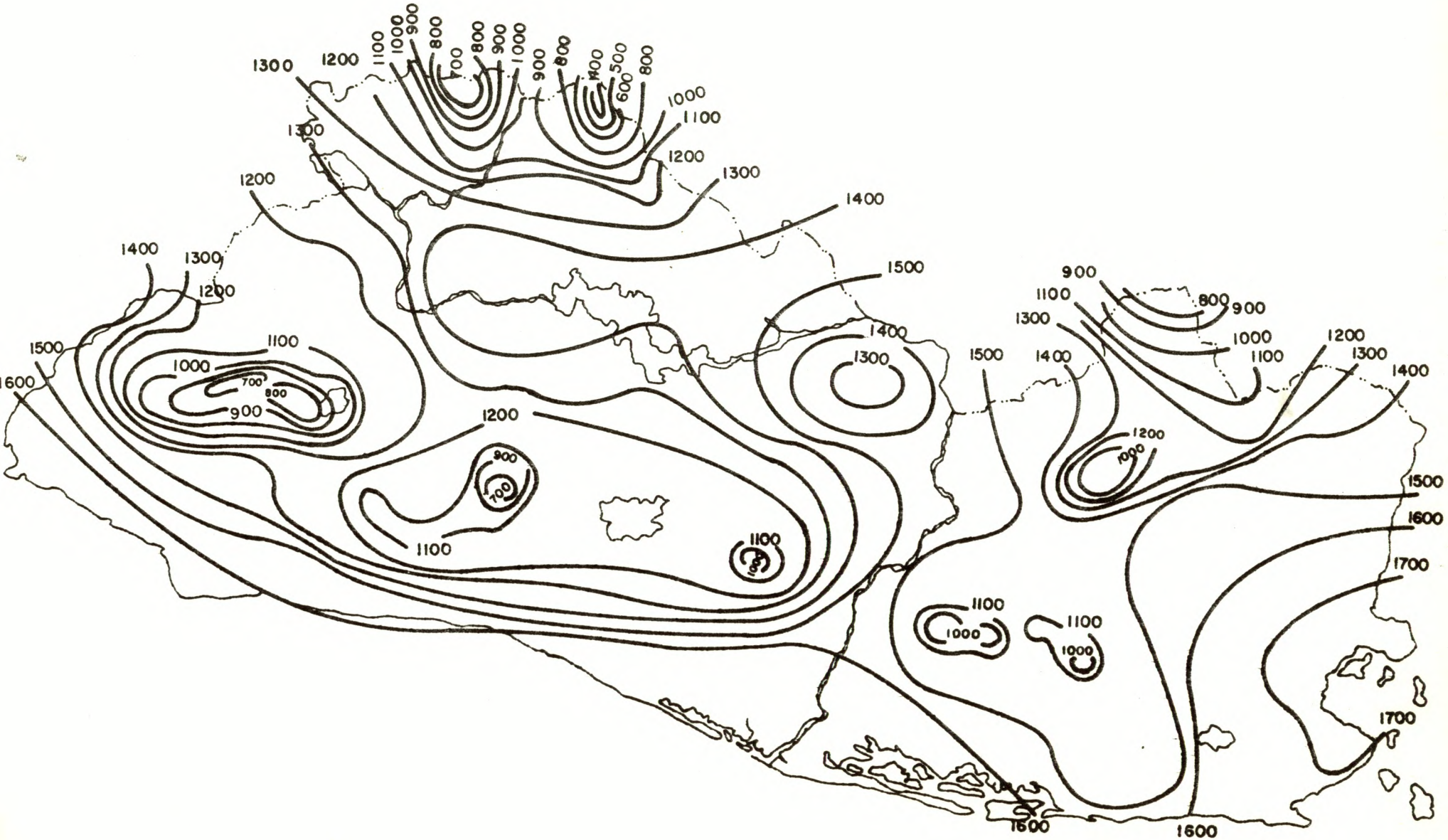


Fig. Nº 3 ISOLINEAS DE EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL ANUAL SEGUN EL METODO DE PENMAN

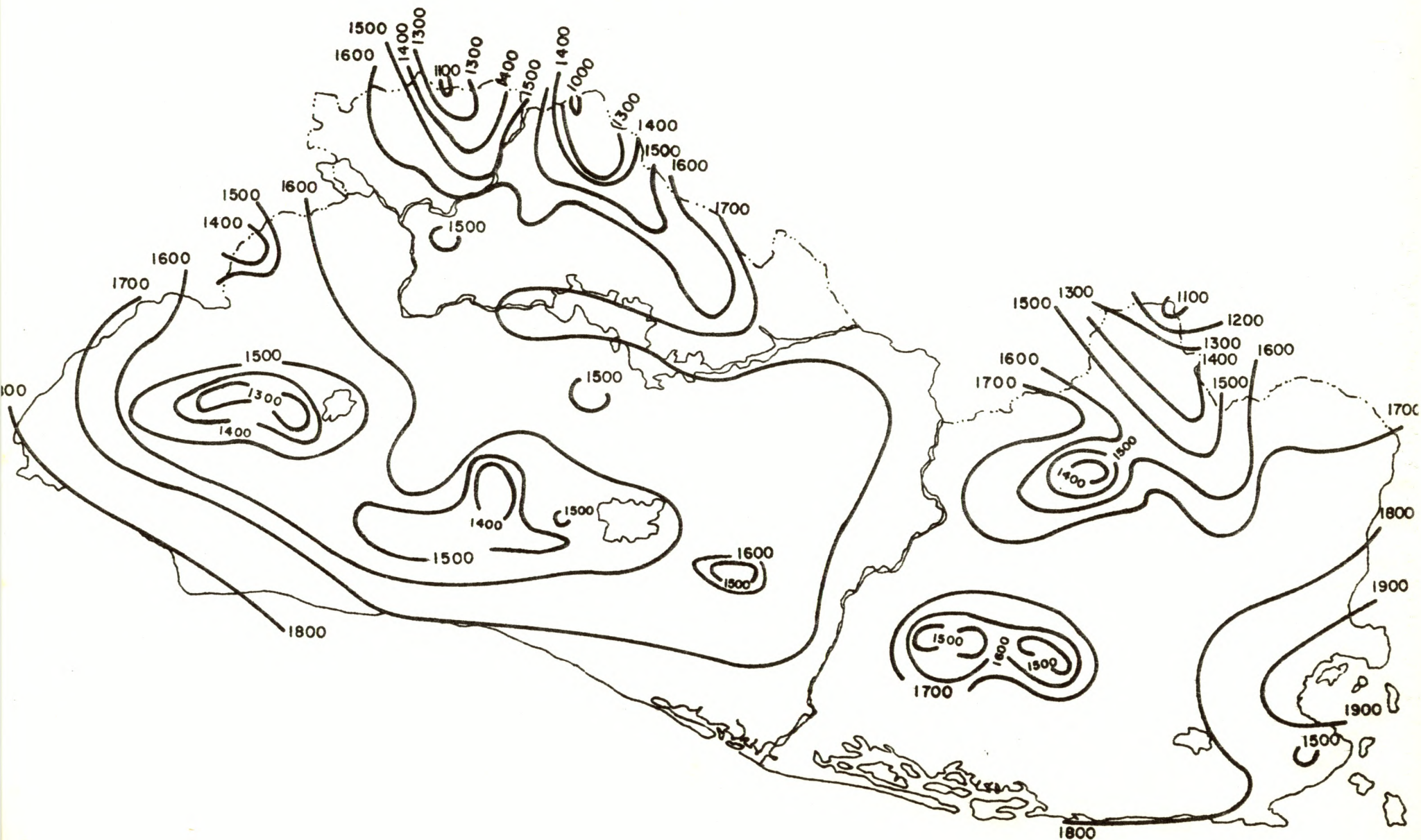


Fig. N° 4 ISOLINEAS DE EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL ANUAL SEGUN EL METODO DE TURC

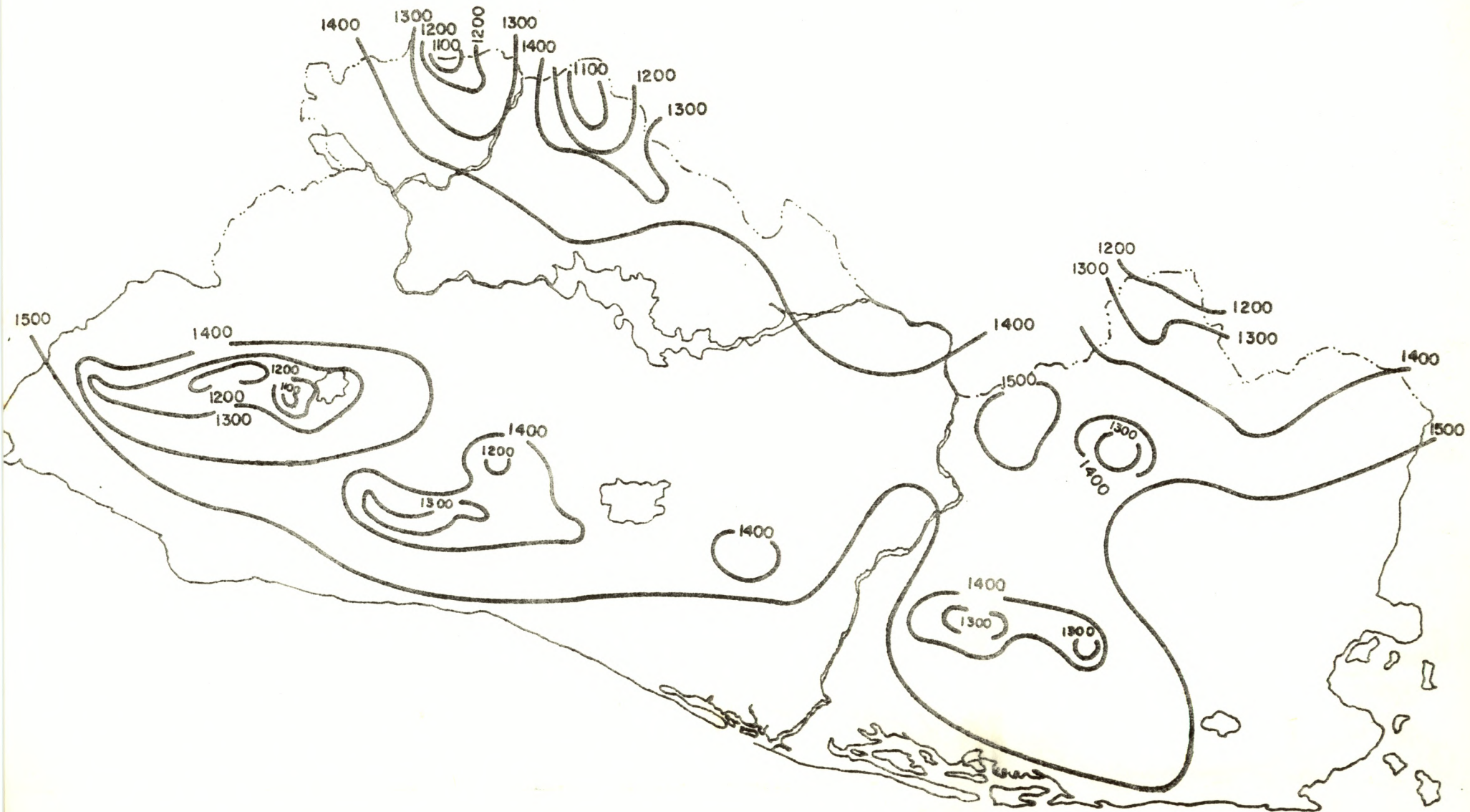


Fig. Nº 5 ISOLINEAS DE EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL ANUAL SEGUN
BLANEY CRIDDLE

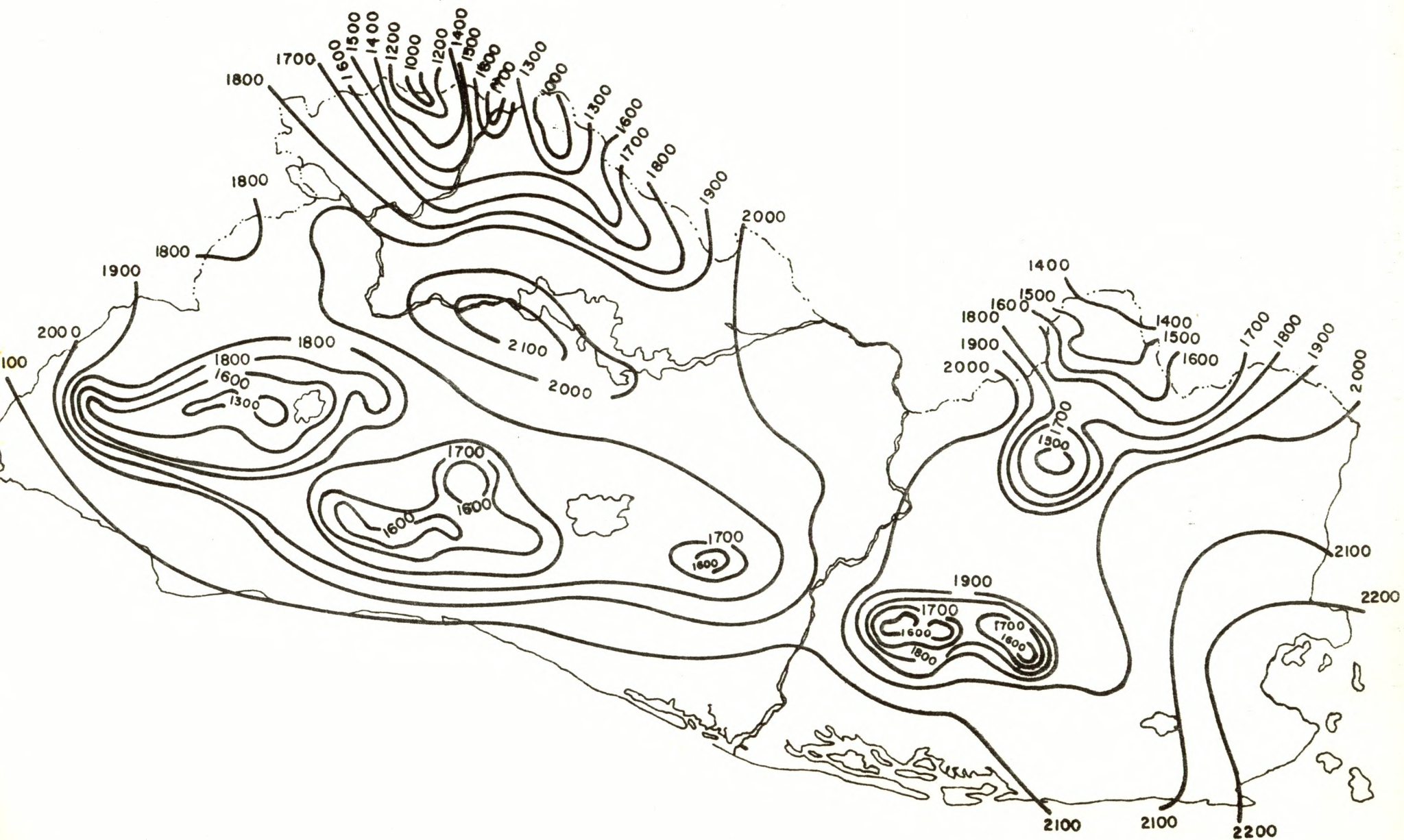


Fig. Nº 6 ISOLINEAS DE EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL ANUAL SEGUN EL METODO DE HARGREAVES

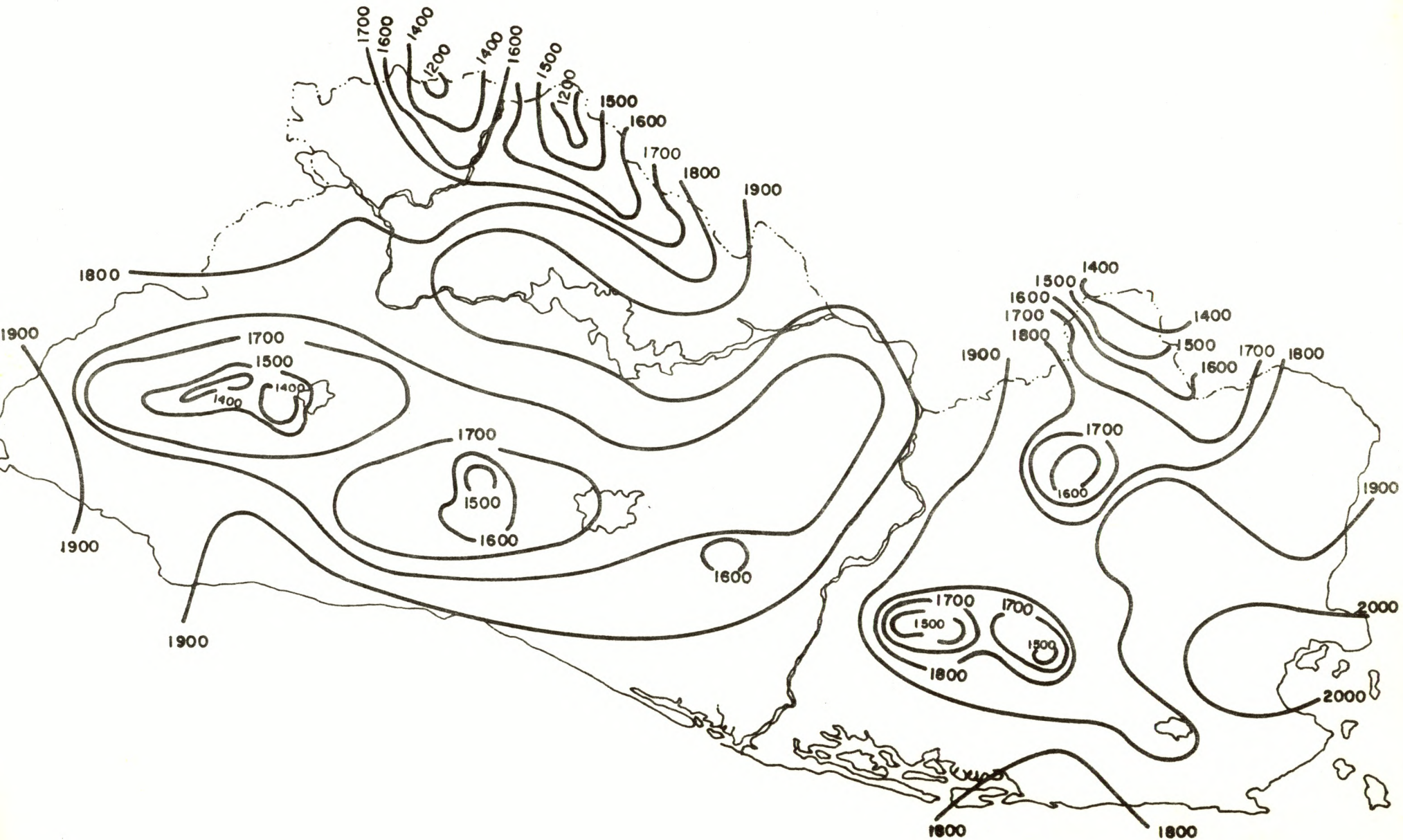


Fig. Nº 7 ISOLINEAS DE EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL PARA EL MES DE ABRIL SEGUN PENMAN.



Fig. Nº 8 ISOLINEAS DE EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL PARA EL MES DE SEPTIEMBRE SEGUN PENMAN



VARIACION DE LA "ETP" ANUAL CON RESPECTO A LA ALTURA PARA FORMULA

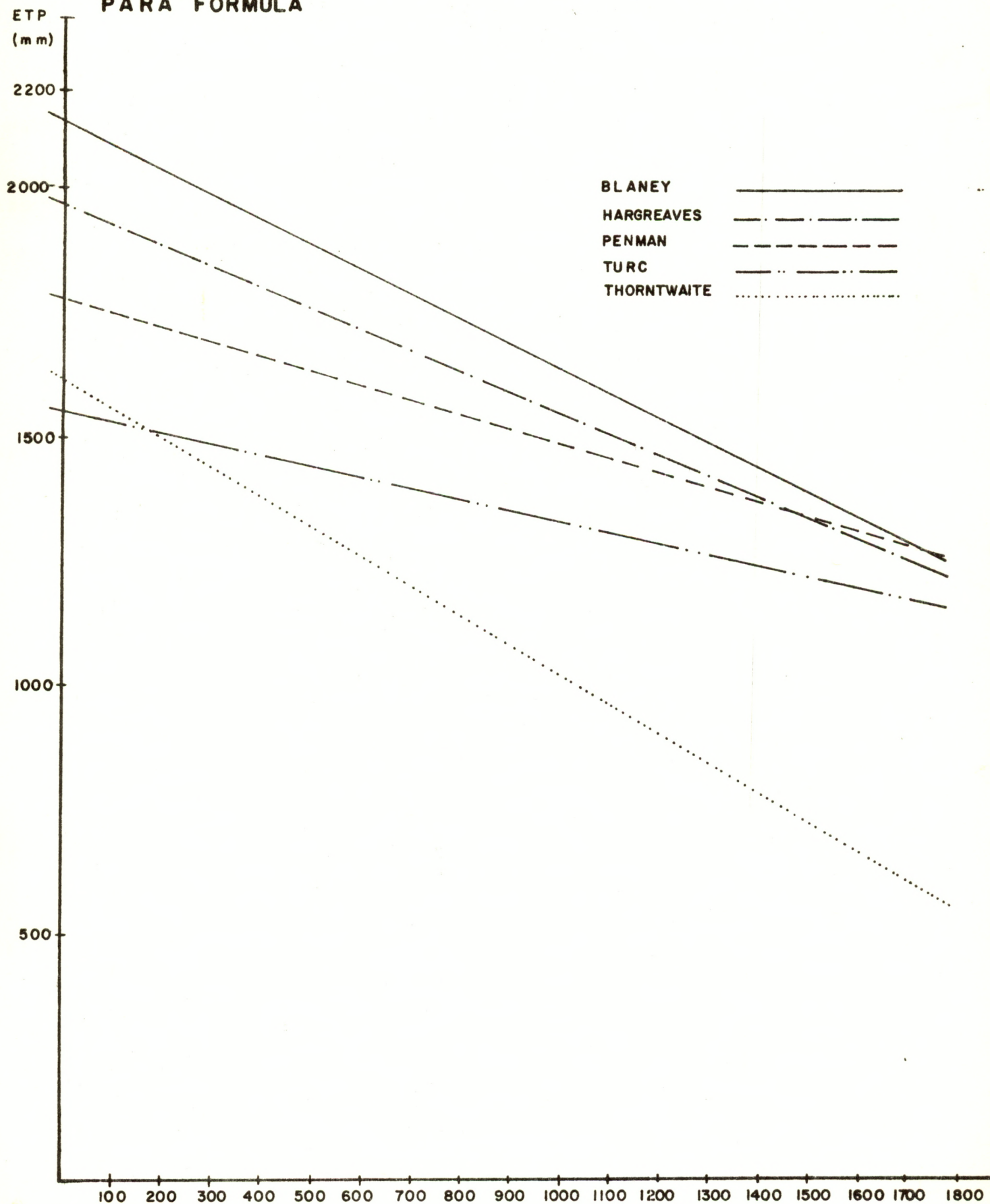


FIG. Nº 9

h(m.s.n.m.)

VARIACION DE LA "ETP" CON RESPECTO A LA ALTURA SEGUN CADA FORMULA PARA EL MES DE ABRIL

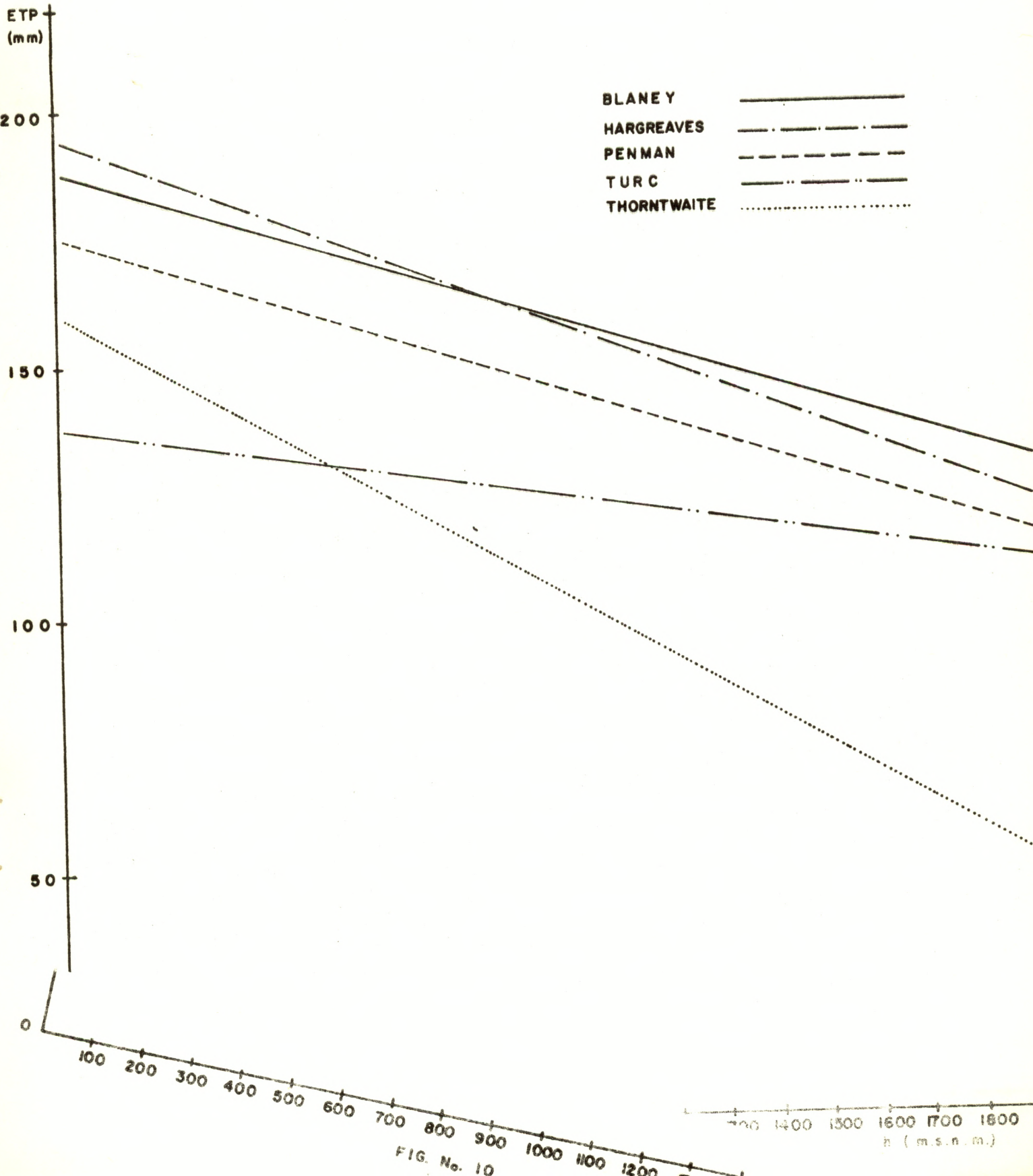


FIG. No. 10

VARIACION DE LA "ETP" CON RESPECTO A LA ALTURA PARA EL MES DE SEPTIEMBRE

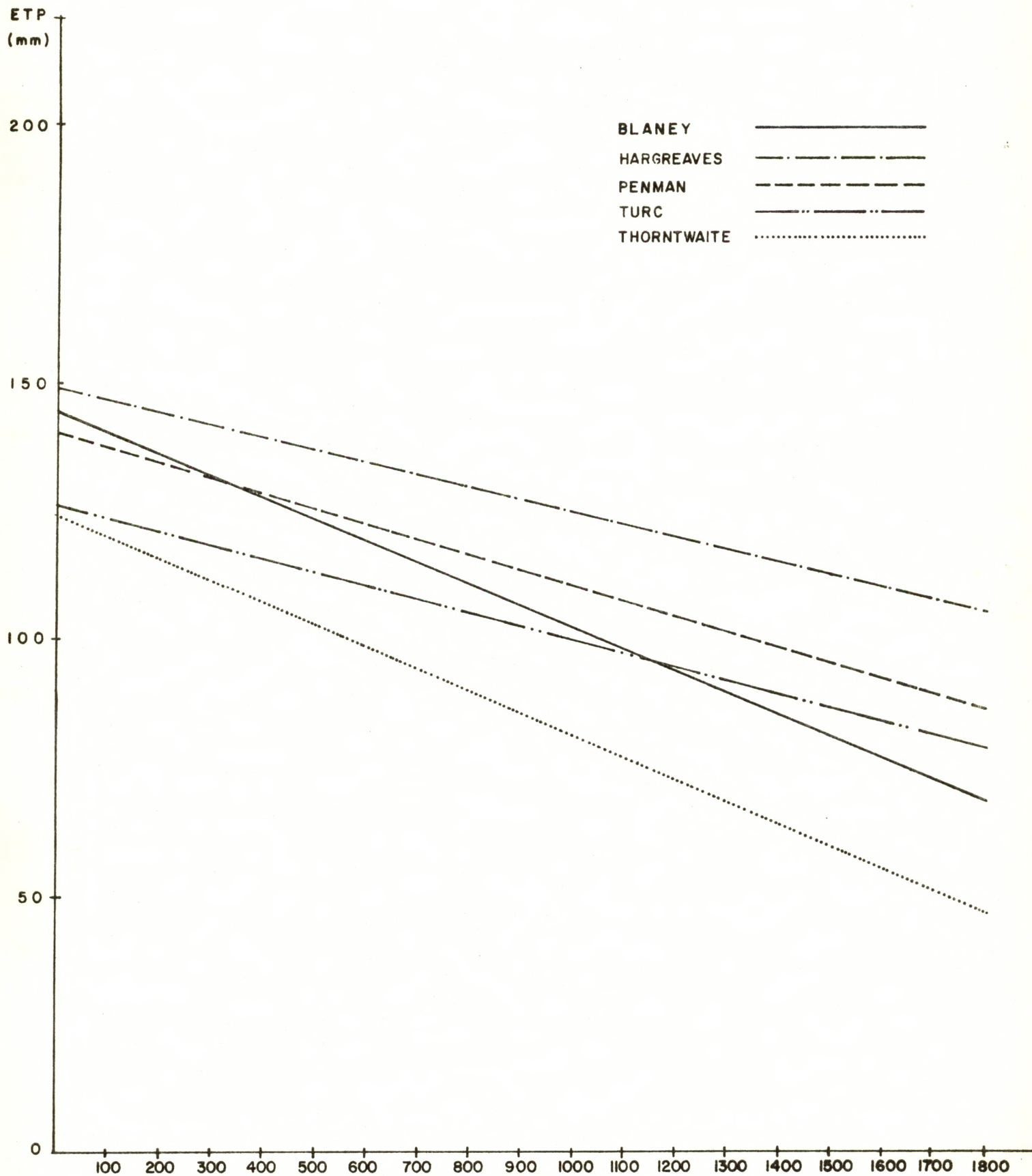


FIG. Nº II

h (m. s. n. m.)

VARIACION MENSUAL DE LA "ETP" PARA TRES ESTACIONES SEGUN BLANEY - CRIDDLE

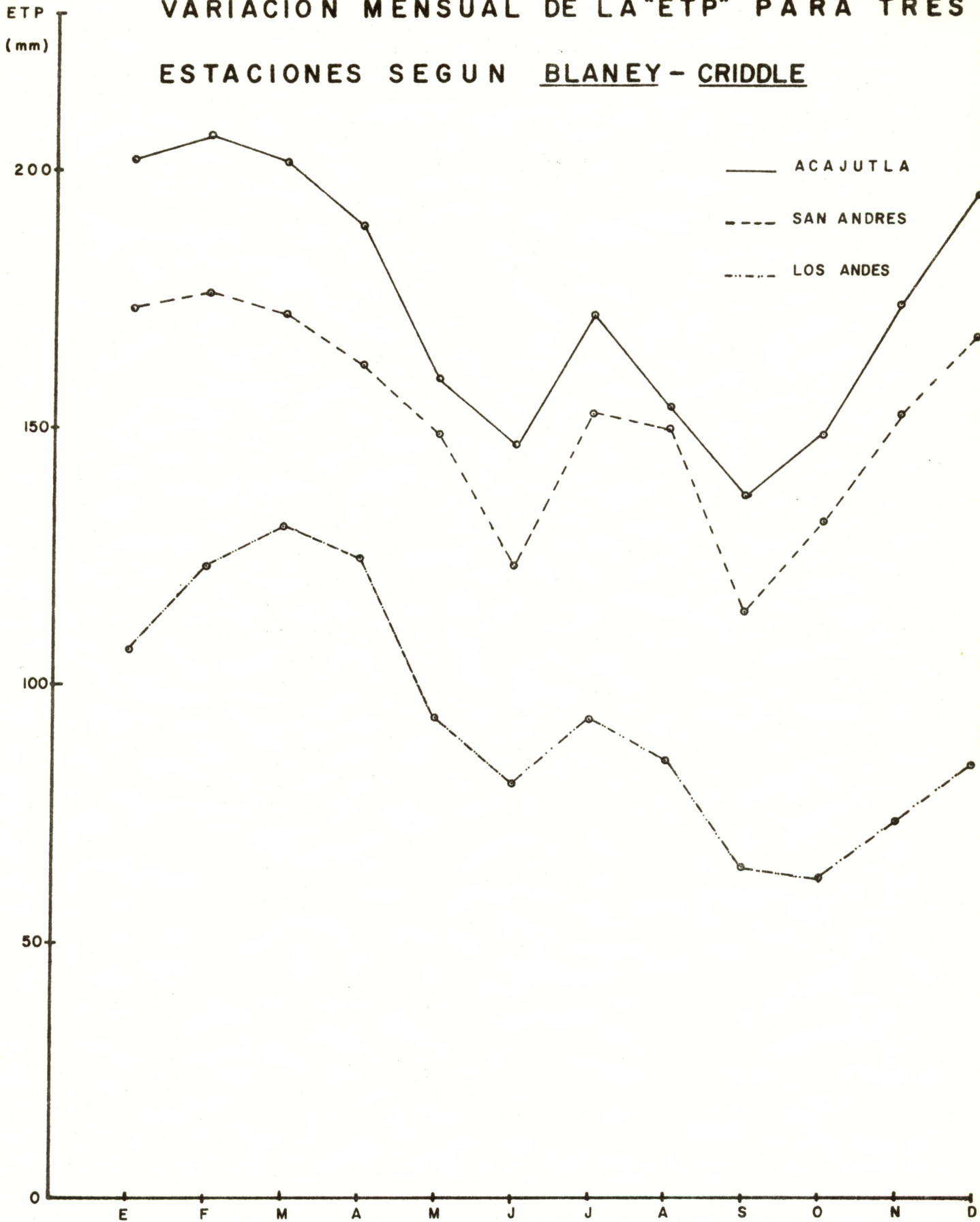


FIG.-12-

VARIACION MENSUAL DE LA "ETP" PARA TRES ESTACIONES SEGUN THORNTWAITE

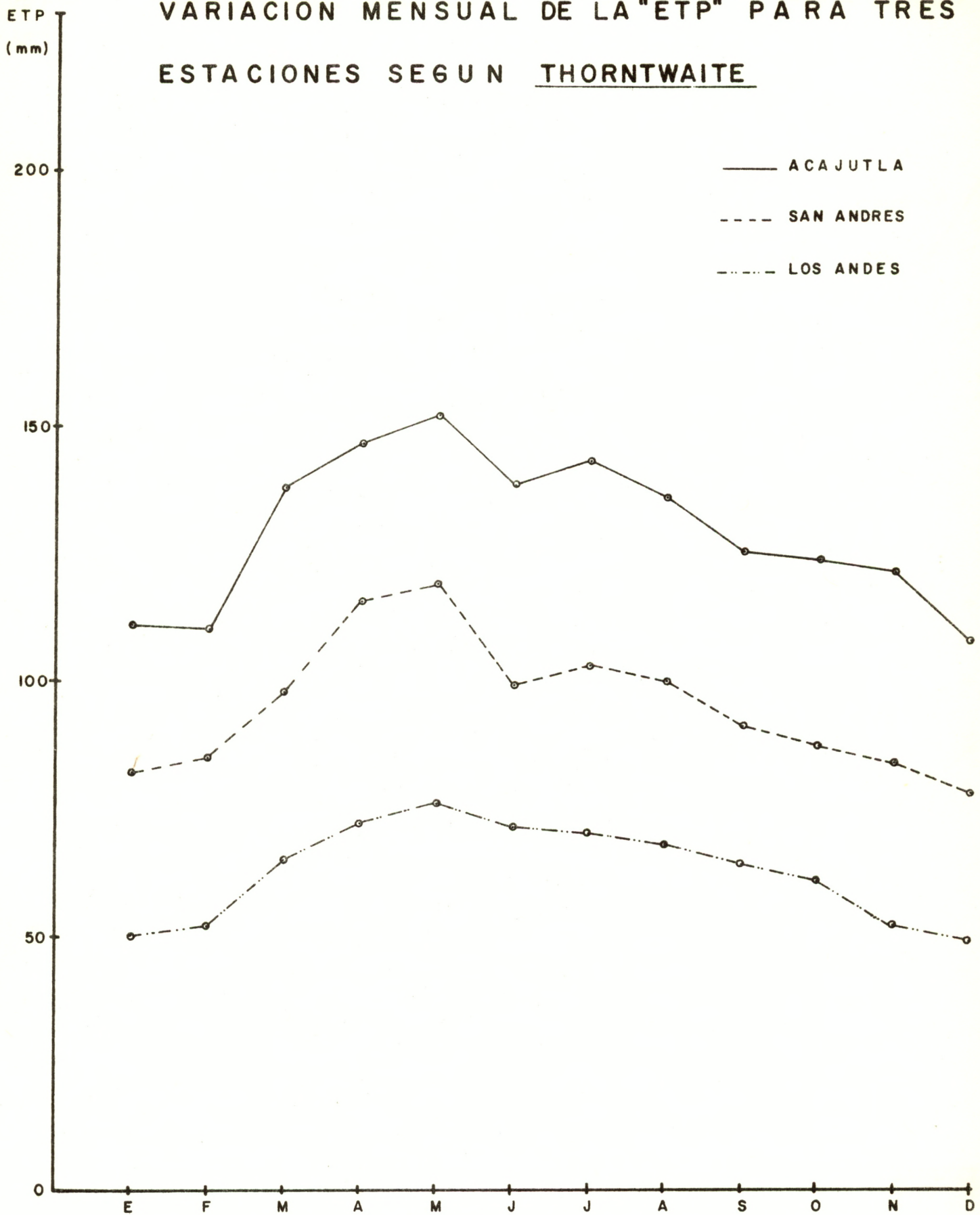


FIG.-13-

VARIACION MENSUAL DE LA "ETP" PARA TRES ESTACIONES SEGUN HARGREAVES

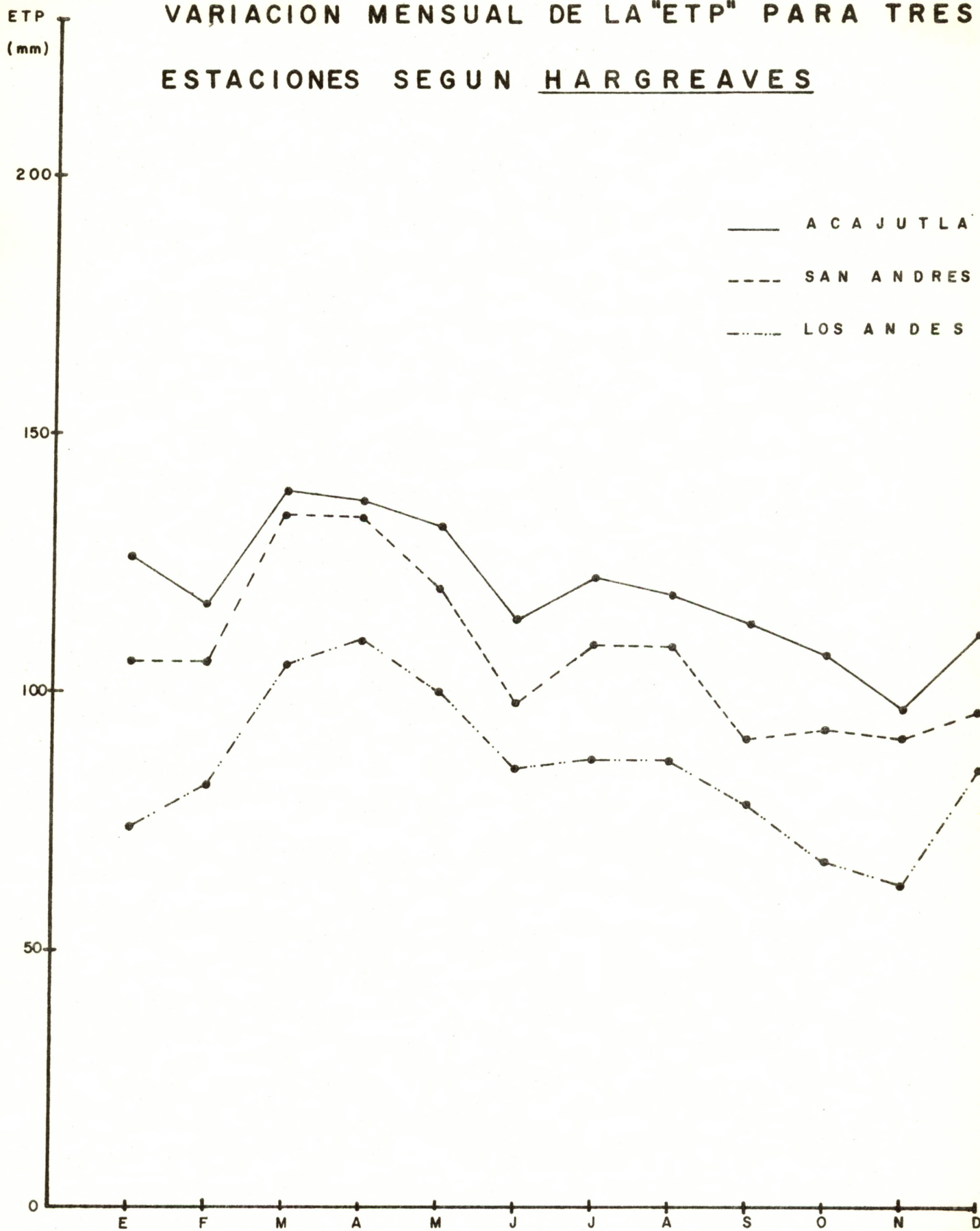


FIG.-14-

VARIACION MENSUAL DE LA "ETP" PARA TRES ESTACIONES SEGUN TURC

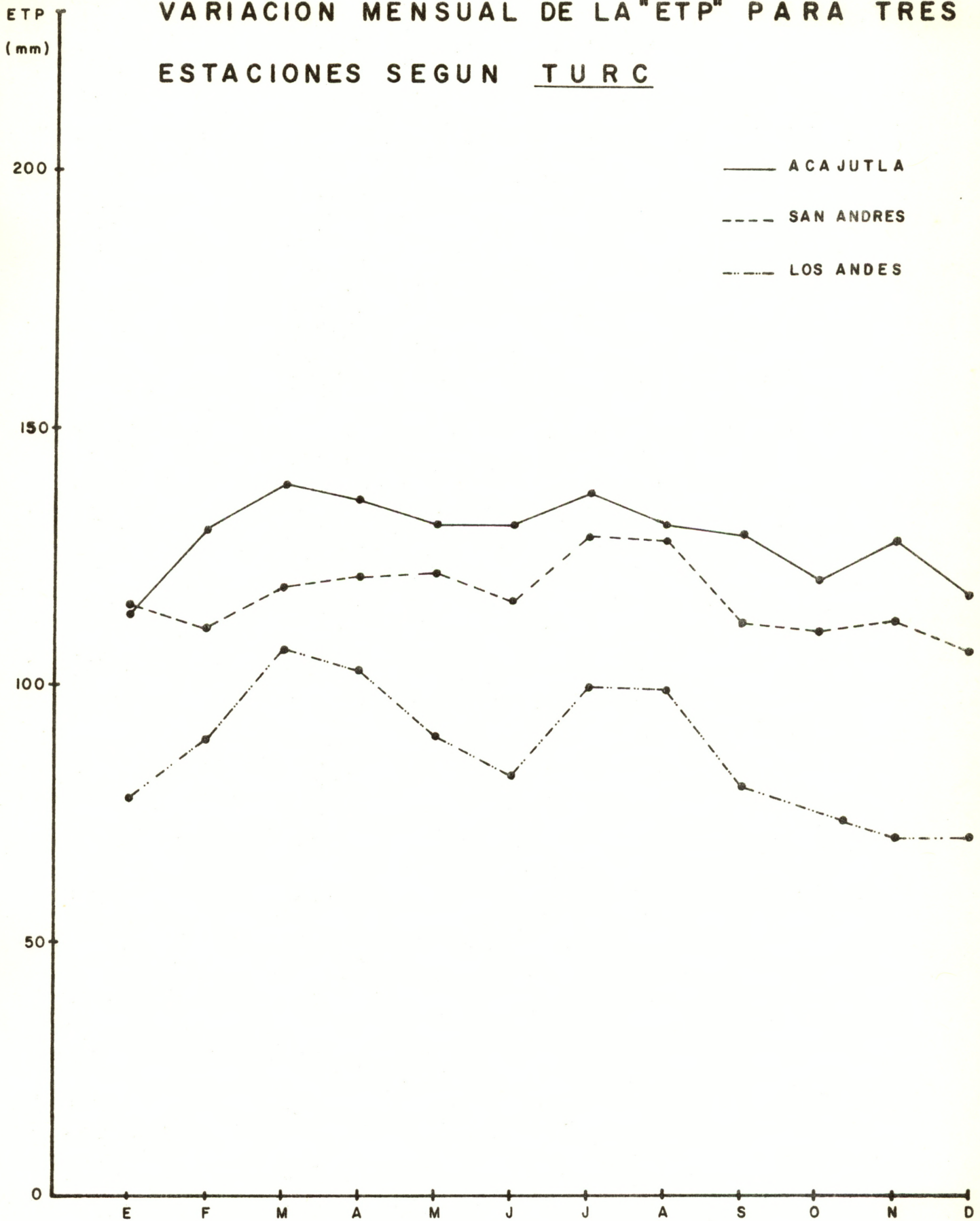


FIG.-15-

VARIACION MENSUAL DE LA "ETP" PARA TRES ESTACIONES SEGUN PENMAN

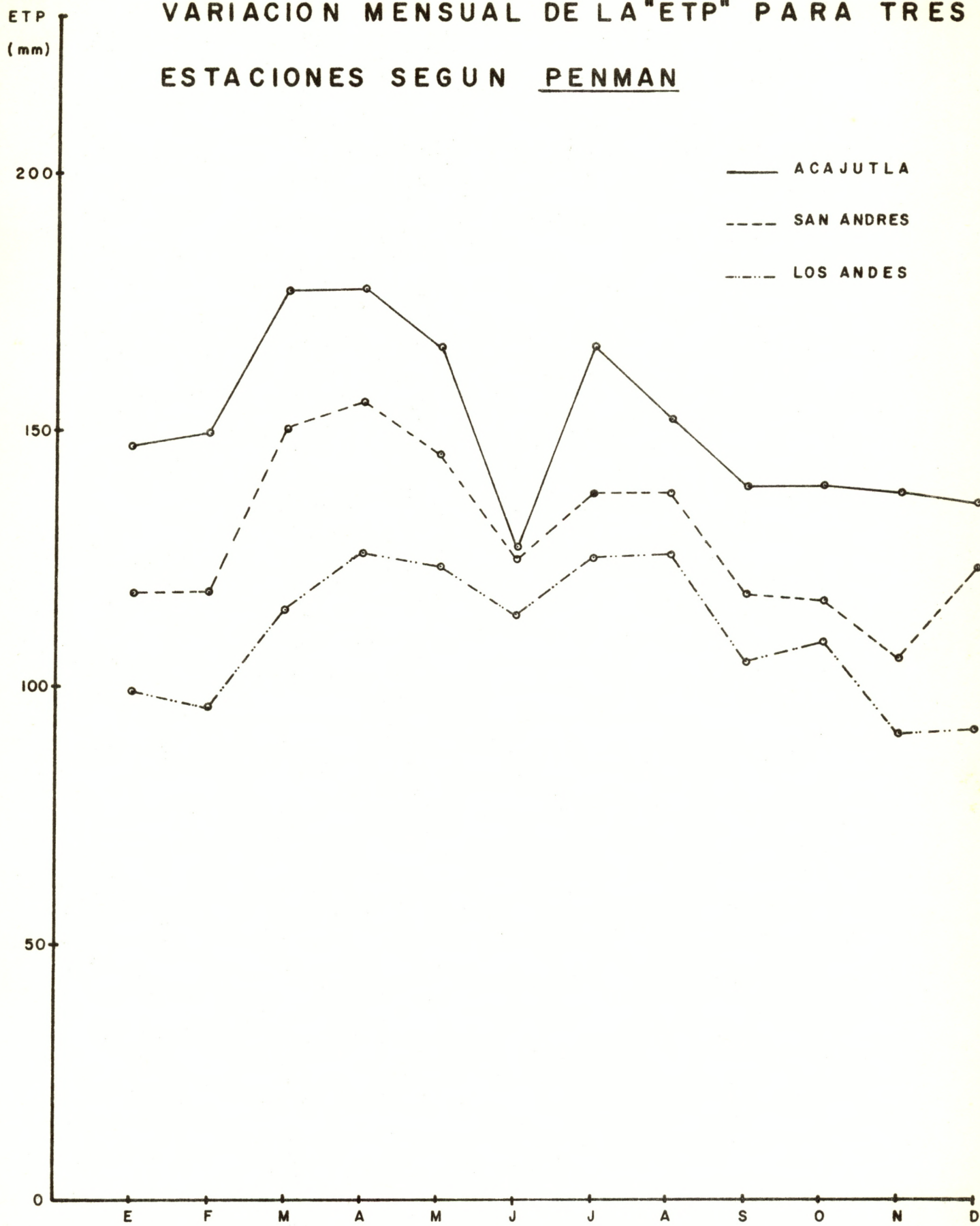


FIG.-16-