

REPUBLICA DE VENEZUELA  
MINISTERIO DE LA DEFENSA  
COMANDANCIA GENERAL DE LA ARMADA  
DIRECCION DE HIDROGRAFIA Y NAVEGACION



ANALISIS ESTADISTICO DE LAS LLUVIAS  
EN EL VALLE DE CARACAS  
PERIODO: 1891-1982

Autores:

TF (A). Alfredo Piñero Díaz  
Geóg. Lucindo A. Montilva S  
Ing. María E. de Maldonado

AGRADECIMIENTO

Se agradece la colaboración prestada al Sr. Orlando Gadea Villoria por la transcripción mecanografiada y a la Imprenta Naval por la impresión y edición del presente trabajo.-

## INDICE GENERAL

	Página
INDICE DE FIGURAS.....	II
INDICE DE TABLAS.....	III
INDICE DE GRAFICOS.....	IV
PRESENTACION.....	V
RESUMEN.....	VI
INTRODUCCION.....	VII
CAPITULO I. CARACTERISTICAS GENERALES DE LAS PRECIPITACIONES..	1
CAPITULO II. ANALISIS ESTADISTICO DE LAS PRECIPITACIONES EN EL VALLE DE CARACAS.....	9
2.1 MEDIDAS DE CENTRALIZACION.....	9
2.1.1 Media.....	9
2.1.2 Mediana.....	9
2.1.3 Moda.....	11
2.2 MEDIDA DE DISPERSION.....	11
2.2.1 Desviación Típica.....	11
2.3 DOCIMASIA ESTADISTICA.....	13
a) Período 1891-1900 y 1920-1950.....	13
b) Período 1891-1920 y 1951-1980.....	15
c) Período 1921-1950 y 1951-1980.....	16
CAPITULO III. ANALISIS SOBRE EL COMPORTAMIENTO DE LA SERIE (1891-1982).....	18
3.1 Meses de transición.....	18
3.2 Análisis de Gráficos.....	22
3.3 Período de Retorno.....	37
3.4 Histogramas de Frecuencias.....	40
CONCLUSIONES.....	50
ANEXOS.....	52
BIBLIOGRAFIAS.....	57

INDICE DE FIGURAS

página

Fig.

1.	Imágen del satélite GOES-E, día 03 Agosto 1983....	3
2.	Imágen del satélite GOES-E, día 01 Septiembre.1983..	4
3a.	Distribución Isobárica de Superficie de una Onda del Este.....	5
3b.	Sección de una Onda del Este.....	5
4.	Imágen del satélite GOES-E, día 27 Agosto 1983.....	6
5.	Imágen del Satélite GOES-E, día 27 Abril 1983.....	7
6.	Imágen del Satélite GOES-E, día 09 de Octubre 1983.	8

INDICE DE TABLAS

páginas

1. ANALISIS ESTADISTICO DE PRECIPITACION.....14
2. CLASIFICACION DE LAS TEMPORADAS DE LLUVIAS Y DE SEQUIA.....19
3. MESES DE TRANSICION (Abril-Mayo-Noviembre-Diciembre) con precipitaciones igual ó mayor a 50 mm.....21
4. INTERVALOS RELATIVOS DE PERIODOS DE RETORNOS. PERIODOS 1891-1984. 39

INDICE DE GRAFICOS

	Página
1. Desviación respecto a la media (serie: 1891-1982).....	10
2. Desviación respecto a la media (serie: 1891-1982).....	12
3. Precipitación mensual Cagigal: Maxima, Media, Minima Abs... 23	23
4. Promedio mensual precipitación Cagigal: 1891-1980.....	24
5. Promedio mensual precipitación Cagigal: 1891-1900.....	26
6. Promedio mensual precipitación Cagigal: 1901-1910.....	27
7. Promedio mensual precipitación Cagigal: 1911-1920.....	28
8. Promedio mensual precipitación Cagigal: 1921-1930.....	29
9. Promedio mensual precipitación Cagigal: 1931-1940.....	30
10. Promedio mensual precipitación Cagigal: 1941-1950.....	31
11. Promedio mensual precipitación Cagigal: 1951-1960.....	32
12. Promedio mensual precipitación Cagigal: 1961-1970.....	33
13. Promedio mensual precipitación Cagigal: 1971-1980.....	34
14. Promedio mensual precipitación Cagigal: 1981-1982.....	35
15. Variabilidad Interanual y Tendencia Cíclica de la Lluvia... 36	36
16. Histograma de frecuencia de precipitaciones anuales. Período 1891-1982.....	41
17. Histograma de frecuencias mensuales, Período: 1891-1982. Estación Observatorio Cagigal..... (Mes de Enero, mes de Febrero)	42
18. Mes de Marzo, mes de Abril.....	43
19. Mes de Mayo, mes de Junio.....	44
20. Mes de Julio, mes de Agosto.....	45
21. Mes de Septiembre, mes de Octubre.....	46
22. Mes de Noviembre, mes de Diciembre.....	47
23. Precipitación mensual del año más Pluvioso: 1938.....	48
24. Precipitación del año más seco: 1914.....	49

## PRESENTACION

El siguiente trabajo es una publicación editada por la Dirección de Hidrografía y Navegación de la Armada Venezolana- - (DHN); destinada a la investigación y divulgación de la Ciencia - Meteorológica. Por ello ésta publicación es un aporte al conoci- - miento de las posibles variaciones u oscilaciones climáticas de orden local; las cuales influyen directamente en la dinámica ambiental y poblacional.

Esta publicación está dirigida principalmente a los inves- - tigadores de la Ciencia Meteorológica, a los Urbanistas y Plani- - ficadores del ambiente.

## RESUMEN

El objetivo principal de este trabajo es averiguar la existencia de algún cambio ó variaciones en la distribución mensual y anual de la precipitación que permita vislumbrar alguna alteración local de orden climático, y sus posibles causas.

De allí que este trabajo sea el inicio de una serie de análisis en lo que respecta a variables meteorológicas (temperatura-viento, radiación, etc), que nos permita verificar la existencia de algún cambio climático en el área estudiada.

En este trabajo se utilizarón los promedios mensuales y anuales de precipitación correspondientes al período de 1891 hasta 1982 de la estación meteorológica ubicada en el Observatorio Cagigal la cual tiene las siguientes coordenadas: 10° 30' de Latitud Norte, 66° 55' Longitud Oeste, y una altitud de 1035 metros sobre el Nivel del Mar.

Se realizó un análisis estadístico, donde se analizarón parámetros como: Medias mensuales y anuales, desviación típica, mediana, moda, docimasia estadística y períodos de retorno de dicha serie. Igualmente se analizarón los meses de transición; así como la variabilidad interanual y la tendencia cíclica; de igual manera se analizan los histogramas de los promedios mensuales y anuales.

Finaliza el trabajo con las conclusiones derivadas de los resultados obtenidos en los análisis realizados.

.- INTRODUCCION:

La precipitación es fuente principal de agua que alimenta las corrientes superficiales y subterráneas, las cuales - constituyen el suministro básico e indispensable en las diferentes actividades humanas. De allí su importancia para los investigadores de la dinámica atmosférica y su papel en los procesos de distribución de energía acumulada en la superficie del planeta.

La precipitación conforma el marco para las clasificaciones climáticas. Es un elemento de gran ayuda en proyectos de planificación y desarrollo Agropecuario, Industrial, Comercio, Transporte y Turismo. Debido a que los requerimientos cada día mayores de este recurso, por el incremento de la población y sus actividades; las mismas exigen un uso racional de tal manera que satisfagan las necesidades del hombre; y pueda preservarse a las generaciones futuras.

El trabajo versará sobre un análisis estadístico de las precipitaciones en el Valle de Caracas, haciendo énfasis en su comportamiento a través del tiempo.

## CAPITULO I.-CARACTERISTICAS GENERALES DE LAS PRECIPITACIONES:

En Caracas, el régimen de precipitación difiere de año en año, dándose el caso que durante la época seca llueve más que en la época lluviosa. Es de hacer notar que el Valle de Caracas presenta irregularidades de tipo orográfico lo que conlleva a la existencia de áreas con mayor ocurrencia de lluvias que en otras.

En términos generales la época de lluvia comienza desde mediados de Mayo, y finaliza a mediados del mes de Noviembre. Aunque las mismas pueden adelantarse o atrasarse de un año a otro; debido a factores dinámicos y termodinámicos de la atmósfera tropical. Entre estos es de importancia señalar el desplazamiento estacional de la Convergencia Intertropical (ITC), que al moverse desde su posición al Sur del Ecuador hacia el Norte del mismo cubre completamente nuestro territorio, y como consecuencia las condiciones climáticas del territorio cambian. Fig 1.

Este desplazamiento de la ITC se debe a la intensificación de los vientos Alisios del SE (Verano Astronómico 21 Jun al 23 Sept), modificando el sistema circulatorio del Hemisferio Sur hacia el Norte, desplazando las masas de aire pertenecientes a la ITC; siendo ésta un cinturón general de convergencia en el cual, los vientos estables del Este se convierten en vientos inestables y débiles debido a la componente ascendente del aire Ecuatorial que se eleva.

Estas masas de aire Continental en su desplazamiento hacia el Norte, se recargan de humedad al pasar por las selvas Amazónicas y por sus bajas presiones originan nubes y precipitaciones.

La atmósfera tropical posee características de inestabilidad condicional, formando nubes diurnas del tipo convectivo (cúmulos-cumulonimbus) presentando su evolución máxima en horas de la tarde, donde se registran los fenómenos de precipitación con chaparrones en su mayoría de corta duración; igualmente las tormentas eléctricas.

Las Ondas Tropicales (del Este) es otro factor que incide directamente en el proceso de precipitación; y generalmente en la época lluviosa ejerce su influencia en la parte Costera del País y por ende sobre Caracas. Fig. 2.

Estas Ondas son perturbaciones asociadas con bajas presiones, transportadas como "Ondas de Presión" por los vientos Alisios - provenientes del Este (Fig 3). Por delante de la Onda, la inversión de los Alisios es muy fuerte (Fig 3A) trayendo consigo buen tiempo a baja altura. Detras de la Onda la inversión se produce a elevada altura, permitiendo el desarrollo de nubes convectivas que originan chaparrones y tormentas eléctricas (Fig 3B). De allí que estan asociados estas Ondas a situaciones de buen y mal tiempo. Igualmente la llamada "Vaguada", y las advecciones de aire - provenientes de ambos hemisferios tienen su influencia en las precipitaciones. La "Vaguada" es un área prolongada de bajas presiones indicando una circulación ciclónica en los niveles bajos de la atmósfera, dando lugar a precipitaciones de cualquier tipo. Generalmente produce lloviznas y lluvias de Diciembre a Mayo (época seca); chaparrones y tormentas de Junio a Noviembre (época lluviosa). La Vaguada en la altura (fig.4) indica una circulación ciclónica por encima de los 5000 metros.

Las Advecciones de Aire Polar modificado del Hemisferio Norte - (Fig 5) causan repentinos descensos de temperatura y precipitaciones muy intensas de poca duración en la época seca

Estas Advecciones de masas de aire también pueden provenir del Hemisferio Sur (Fig 6) y contribuir al aumento de las precipitaciones en la época lluviosa, aunque no con mucha frecuencia.

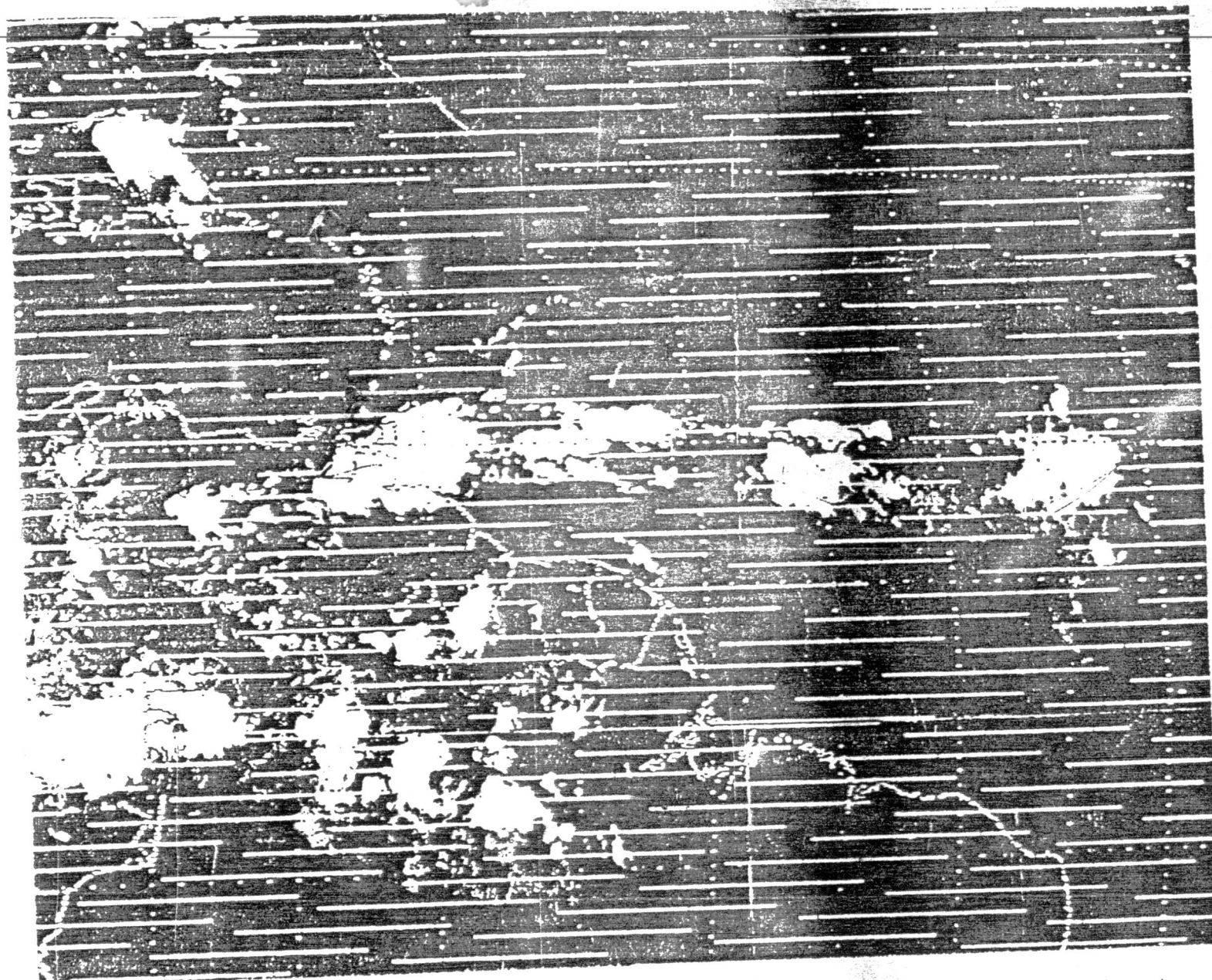


FIG.1- Imagen del Satélite GOES-E, día 03 Agosto 1.983 a las 11:01 Zinfrarrojo, mostrando la influencia de la Convergencia Inter-Tropical.-

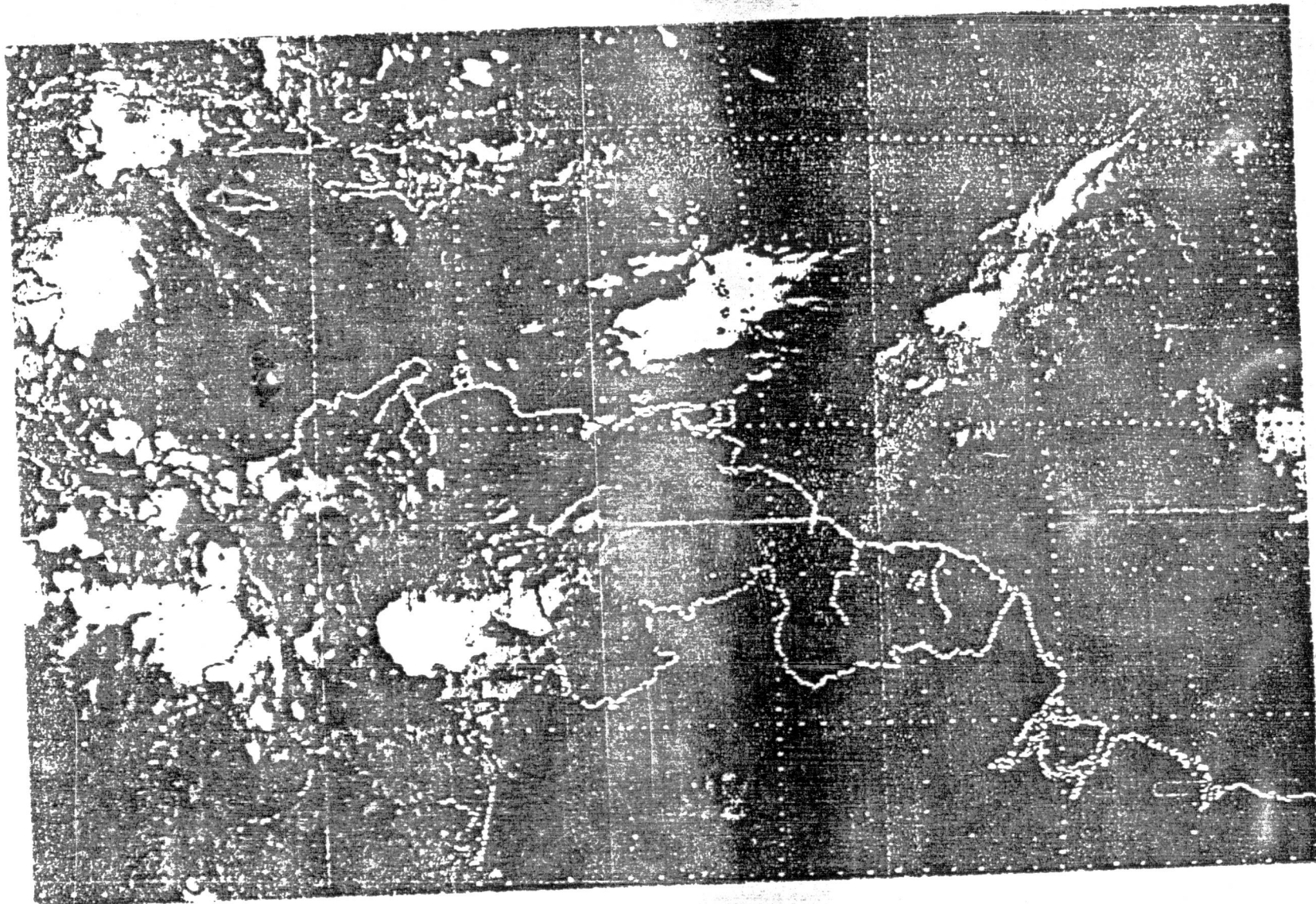


FIG. 2 - Imagen del Satélite GOES-E, día 01 Septiembre 1.983 a las 12:01 Z , infrarrojo mostrando la influencia de Ondas Tropicales.-

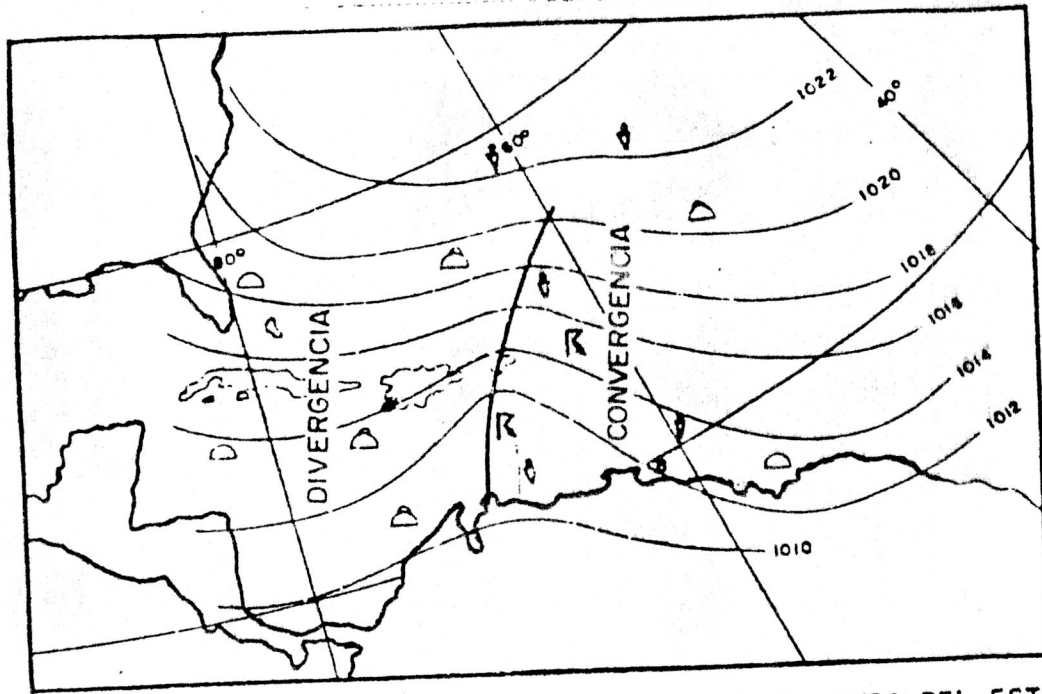


Fig.3a.- DISTRIBUCION ISOBARICA DE SUPERFICIE DE UNA ONDA DEL ESTE.

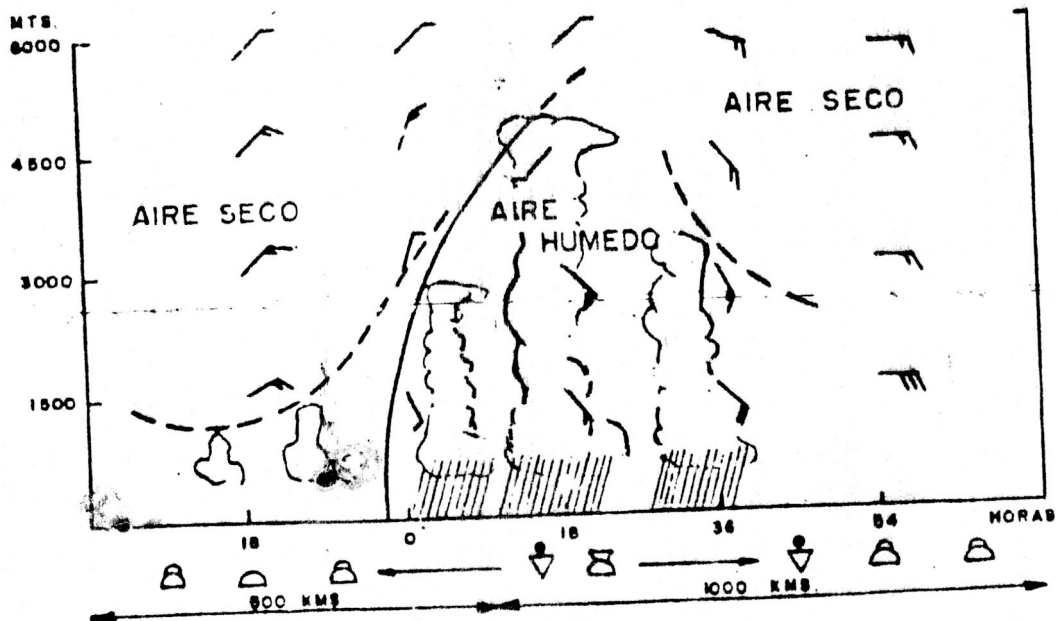


Fig.3b.- SECCION DE UNA ONDA DEL ESTE.

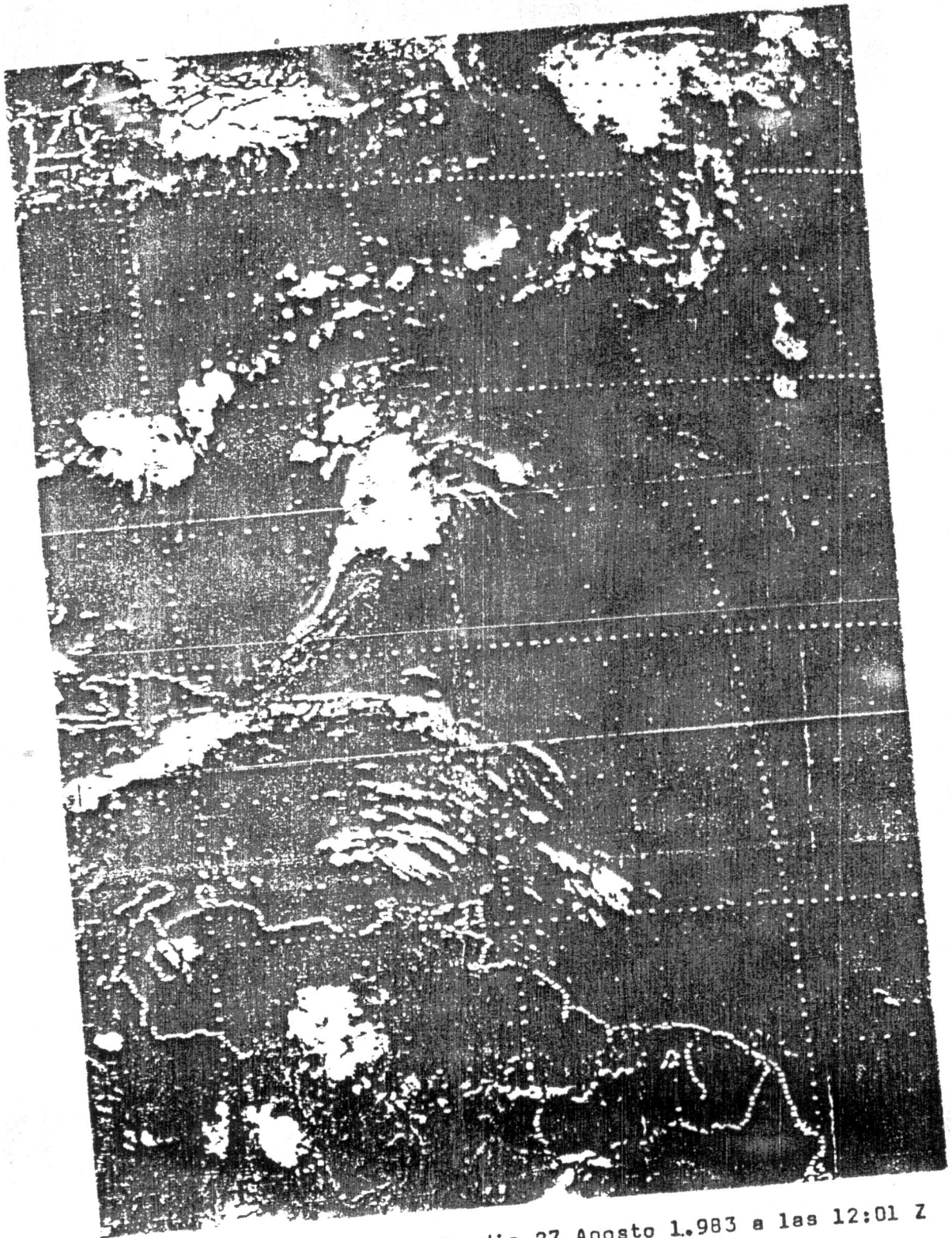


FIG. 4 - Imagen del Satelite GOES-E, dia 27 Agosto 1.983 a las 12:01 Z  
infrarrojo, mostrando la influencia de "Vaguada" en la altura.

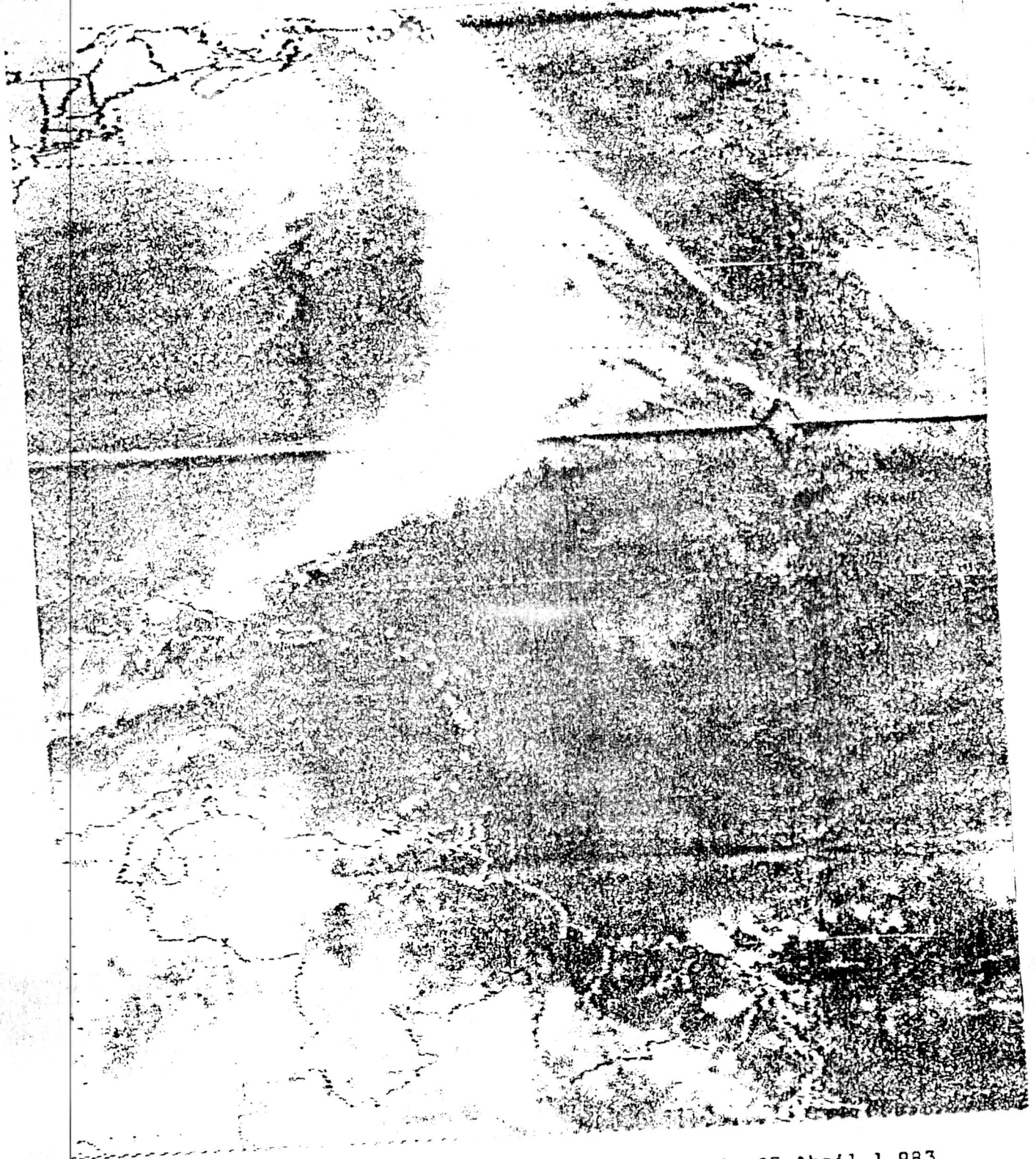


FIG.5- IMAGEN del Satélite GOES-E , correspondiente al día 27 Abril 1.983 a las 12:00 Z ,infrarrojo,mostrando la influencia de masas frias provenientes del Hemisferio Norte.



FIG.6- Imagen del Satélite GOES-E, correspondiente al día 09 Octubre 1983 a las 12:01 Z, infrarrojo, mostrando la influencia de masas frías del Hemisferio Sur.-

## CAPITULO II ANALISIS ESTADISTICO DE LAS PRECIPITACIONES EN EL VALLE DE CARACAS

En la serie de 1891-1982 se presentan las siguientes características:

1. El año de mayor precipitación (Graf-1) fué en 1938 con un total de 126.9 mm
2. El año de menor precipitación fué en 1914 (Graf 1) con un registro de 458.9 mm
3. Mes con mayor precipitación promedio de la serie -- (1891-1982) en el mes de Octubre con 112.0 mm
- 3.1. Mes con mayor precipitación absoluta total: Octubre con 327.4 mm en el año 1954.
4. Mes con menor precipitación (ausencia del fenómeno) Absoluta : meses de Enero y Febrero año 1901, Marzo 1897, Abril y Mayo de 1899 (ver Graf. 3).
5. Mes con menor promedio de precipitación: Febrero (ver grafico 4.).

### 2.1 MEDIDAS DE CENTRALIZACION:

- 2.1.1. MEDIA ( $\bar{X}$ ) La media es el promedio de los valores de la serie 1891-1982.

La fórmula es la siguiente:

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{N} = \frac{74191.8}{90} = 824.3 \text{ mm}$$

$$\bar{X} = 824.3 \text{ mm (Media de la serie)}$$

$\sum X_i$  = Suma de las precipitaciones anuales

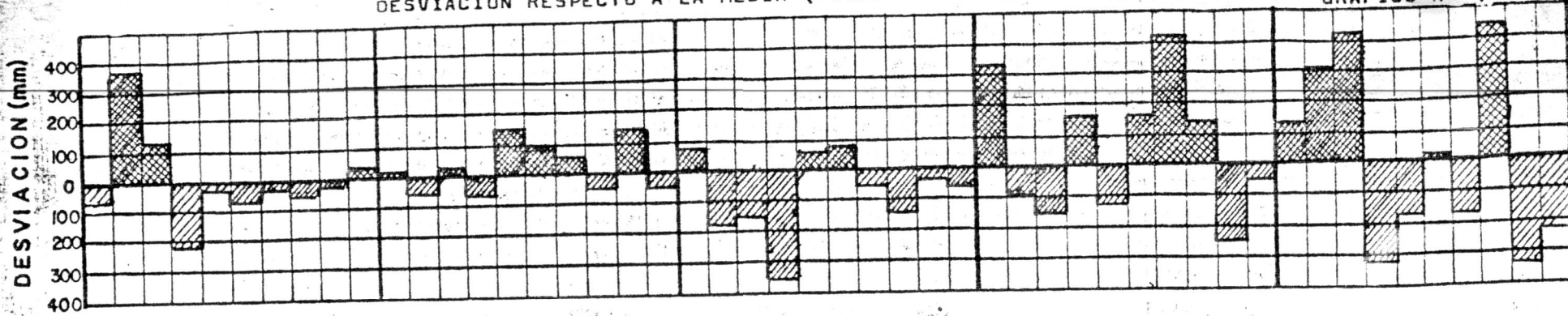
N = Número de años de observación

- 2.1.2. MEDIANA: La mediana (M) es el valor central de la serie de datos ordenados. En el caso de los datos pluviométricos de Caracas-Cagigal, el número es par; hay dos valores centrales. Los dos valores son los datos que ocupan los lugares 45 y 46. La media aritmética de estos, sería la mediana:

$$M = \frac{N_{45} + N_{46}}{2} = \frac{799.0 + 794.8}{2} = 796.9 \text{ mm}$$

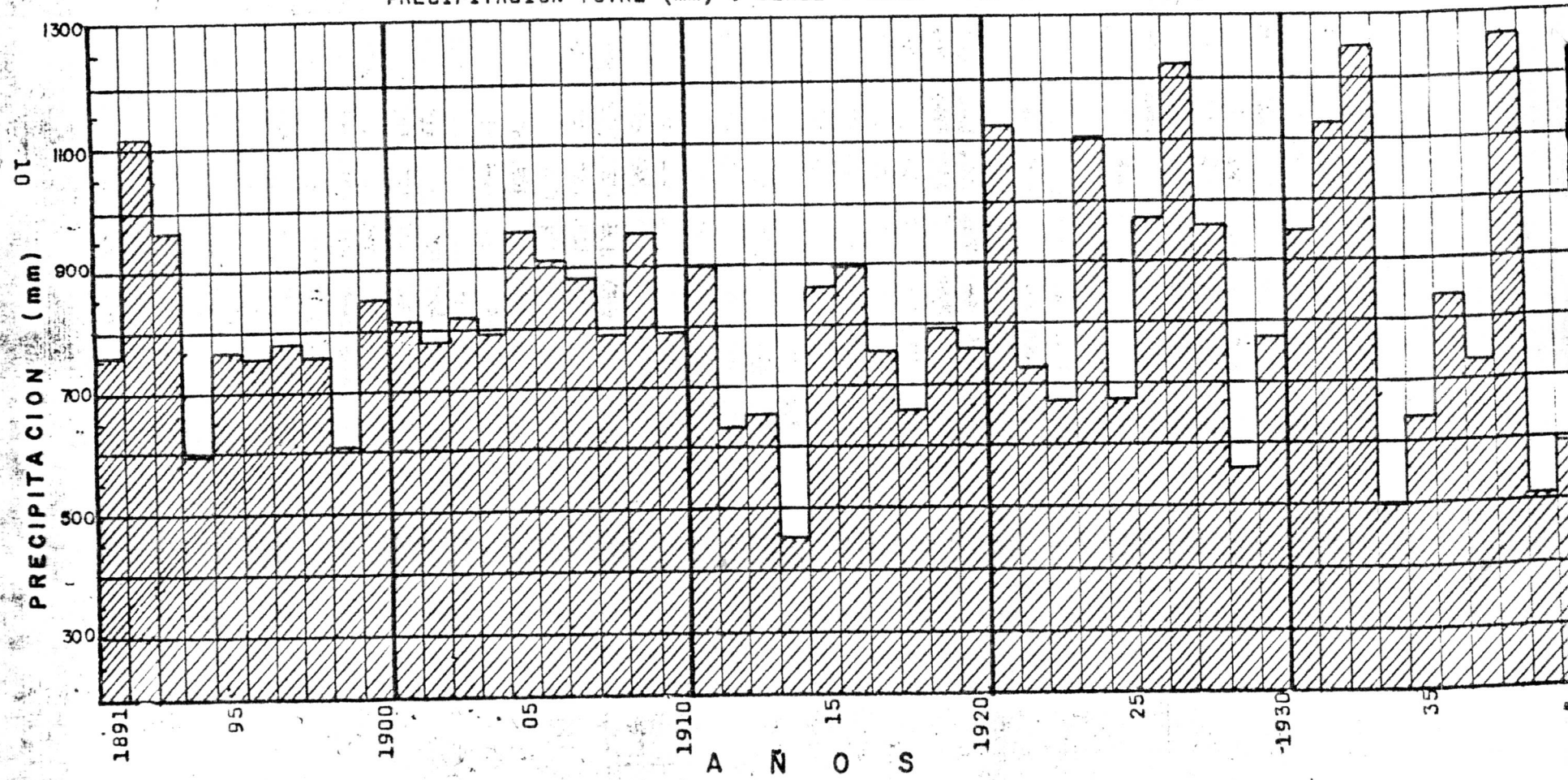
DESVIACION RESPECTO A LA MEDIA ( Serie : 1891 - 1982 )

GRAFICO Nº 1



PRECIPITACION TOTAL (mm) . SERIE : 1891 - 1982

Media: 824.3(mm)



2.1.3. MODA: Este es un parámetro estadístico que nos indica el dato que más se repite en la serie, ó el intervalo de clase de mayor frecuencia el cual corresponde al intervalo de clase 705mm-790 mm.

Puede calcularse según la fórmula empírica:

$$\text{Media} - \text{Moda} = 3. (\text{Media} - \text{Mediana})$$

$$\text{Moda} = \text{Media} - 3. (\text{Media} - \text{Mediana})$$

$$\text{Moda} = 824,3 - 3 (824,3 - 796.9)$$

$$\text{Moda} = 742,1 \text{ mm}$$

Que es el antes mencionado de 700 a 790 mm con una marca de clase de 745,5 mm

## 2.2 MEDIDA DE DISPERSION:

2.2.1 DESVIACION TIPICA: Este parámetro mide el grado de dispersión de los datos con respecto a la media.

Se define como la raíz cuadrada de la sumatoria de los desvíos individuales al cuadrado, entre el número de observaciones.

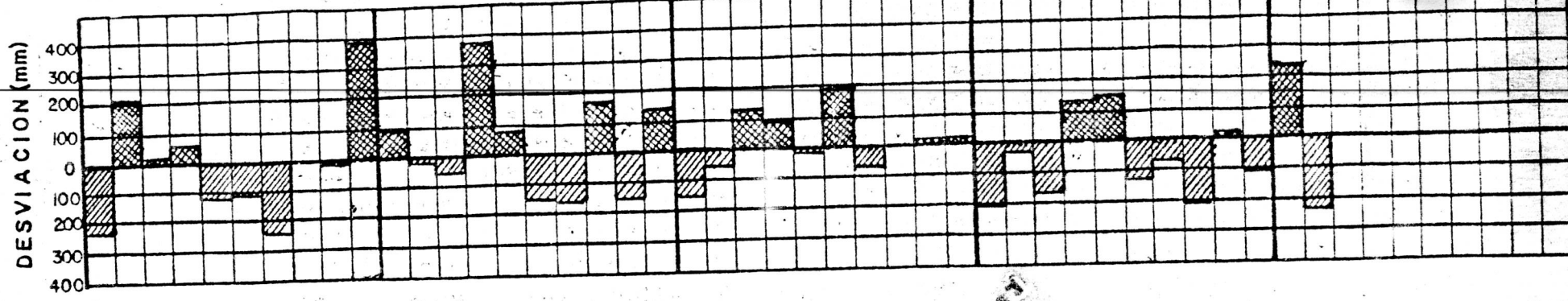
Su fórmula es la siguiente:

$$S = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{N}}$$

Esta se utiliza cuando la serie tiene grandes longitudes de registro de no menos 30 observaciones.

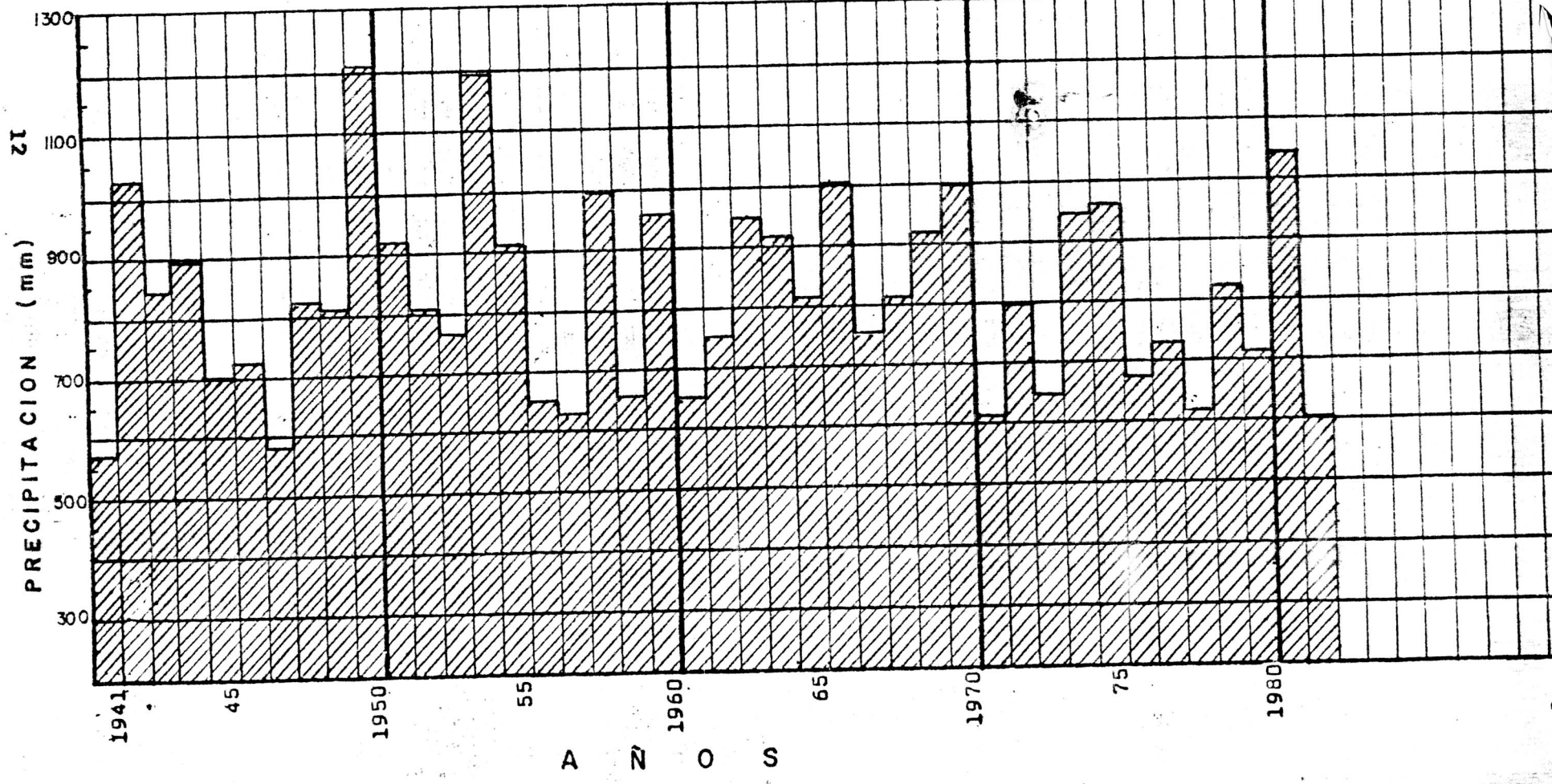
$$S = \frac{2869102,0}{90} = 178,5 \text{ mm}$$

$$S = 178.5 \text{ mm}$$



PRECIPITACION TOTAL (mm) . SERIE : 1891 - 1982

Media : 824.3 (mm)



### 2.3 DOCIMASIA ESTADISTICA

Este análisis permite conocer en forma cuantitativa el comportamiento de las series anuales de precipitación a través del tiempo. Consiste en la formulación de hipótesis que posteriormente con el estadístico tabulado (obtenido de tablas estadísticas de valores de distribución normal acumulada con dos colas) y el calculado. Se obtiene valores que van a permitir aceptar ó rechazar las hipótesis planteadas.

Analizando series de 30 años tendremos:

#### 2.3.1 SERIES DESDE 1891 HASTA 1920 Y DE 1921 HASTA 1950

##### A.- FORMULACION DE HIPOTESIS.

$$H_0 : \bar{X}_1 = \bar{X}_2$$

$$H_1 : \bar{X}_1 \neq \bar{X}_2$$

Existe algún cambio significativo en la precipitación en alguna de las series analizadas que permita inferir algún cambio climático?

##### B.- ESPECIFICACION DEL NIVEL DE SIGNIFICACION ( $\alpha$ ).

$\alpha = 0,05$ ; es decir el 95% de confianza de que se toma la decisión adecuada.

##### C.- SELECCIÓN DEL ESTADISTICO A DOCIMAR (Z).

$$Z = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}} \sim \alpha$$

##### D.- OBTENCION DEL ESTADISTICO TABULADO ( $Z_t$ )

Con  $\alpha = 0,05\%$  y  $2Q$ . Se obtiene de la tabla (8)  $Z_t$ :

donde  $-1.96 < Z_t < 1.96$

##### E.- CALCULO DEL ESTADISTICO SELECCIONADO ( $Z_c$ ).

$$Z_c = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}}$$

$$\sqrt{\bar{X}_1 - \bar{X}_2} = \sqrt{\Gamma_1 / N_1 + \Gamma_2 / N_2} \quad ; \quad \Gamma_x^2 = \sum (x - \bar{x})^2 / N$$

# ANALISIS ESTADISTICO DE PRECIPITACION

TABLA N° 1

AÑO	$X_1$	$(X_1 - \bar{X})^2$	AÑO	$X_2$	$(X_2 - \bar{X})^2$	AÑO	$X_3$	$(X_3 - \bar{X})^2$
1891	755.9	2070.3	21	1137.8	84568.5	51	1214.5	13937.9
92	1199.8	158730.5	22	733.1	12971.7	52	920.6	6301.2
93	961.5	25635.2	23	683.2	26828.3	53	808.0	1103.6
94	594.5	42803.5	24	1101.3	64671.9	54	770.8	4958.9
95	785.4	255.7	25	685.2	26177.1	55	1196.4	126152.8
96	745.8	3090.2	26	985.2	19101.1	56	911.0	4869.2
97	785.6	249.3	27	1243.4	157138.2	57	660.4	32695.9
98	768.0	1114.9	28	961.8	13180.6	58	637.1	41664.9
99	604.0	38962.8	29	578.2	72249.9	59	998.8	24831.5
1900	851.9	2551.3	30	774.1	5313.4	60	669.5	29487.8
901	829.4	784.6	31	960.3	12838.4	61	964.0	15074.9
902	770.7	941.9	32	1128.3	79133.4	62	655.2	34603.4
903	833.5	1031.1	33	1253.7	165410.3	63	760.3	6548.0
904	794.1	53.1	34	497.1	122425.3	64	950.4	11920.3
905	977.6	31049.9	35	643.1	41572.5	65	915.5	5517.5
906	915.0	12907.2	36	833.7	176.7	66	811.9	859.7
907	886.8	7294.9	37	638.8	43344.5	67	1006.2	27218.4
908	785.4	255.7	38	1269.8	178089.6	68	760.1	6580.5
909	968.3	27858.9	39	503.3	118125.1	69	826.5	216.7
1910	783.0	338.2	40	595.4	63299.2	70	933.0	8423.6
11	899.5	9625.6	41	584.6	68850.3	71	993.6	23219.7
12	641.9	2543.7	42	1033.2	34672.9	72	618.3	49693.3
13	664.8	18656.8	43	840.0	48.9	73	799.0	1782.5
14	458.9	117299.4	44	893.9	2200.2	74	652.8	35502.1
15	880.8	6179.5	45	701.1	21284.9	75	949.4	11702.9
16	898.3	9391.5	46	722.6	15473.7	76	973.0	17365.9
17	762.5	1512.4	47	581.5	70486.7	77	689.4	23049.3
18	680.6	14590.2	48	822.9	580.5	78	736.8	10903.5
19	794.8	43.4	49	809.5	1405.6	79	616.1	50679.0
20	764.2	1383.0	50	1214.5	135061.2	80	838.0	10.4

$\Sigma X_1 = 24041.7$      $\Sigma (X_1 - \bar{X})^2 = 539204.7$

$\bar{X}_1 = 801.4$   
 $\sigma_1^2 = 17973.5$

$\Sigma X_2 = 25409.8$      $\Sigma (X_2 - \bar{X})^2 = 1666680.0$

$\bar{X}_2 = 847$   
 $\sigma_2^2 = 55556$

$\Sigma X_3 = 25236.6$      $\Sigma (X_3 - \bar{X})^2 = 626875.3$

$\bar{X}_3 = 841.2$   
 $\sigma_3^2 = 20895.8$

De la tabla 1 :

$$\bar{x}_1 = 801.4 \quad \sqrt{1}^2 = 17973.5$$

$$x_2 = 847.0 \quad \sqrt{2}^2 = 55556.0$$

$$N_1 = N_2 = 30 \text{ años.}$$

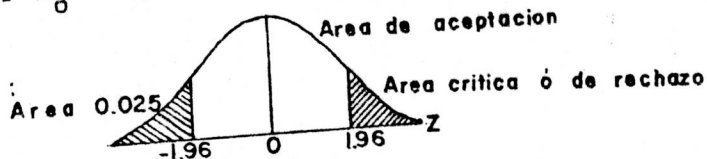
Luego:  $z_c = -0,92$

F.- ESTABLECIMIENTO DE LOS CRITERIOS O REGLAS DE DECISION. .  
 Ello con el propósito de rechazar o aceptar  $H_0$ ,

Se rechaza  $H_0$ ; si y solo si  $\frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}} < z_c$  ó  $\frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}} > z_c$  ;

es decir rechazar  $H_0$  si y solo si  $z_c < -1,960$  ó  $z_c > 1.96$

G.- TOMA DE DECISION.



$z_c = -0,92$  entra en la región de aceptación; por lo tanto, no se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ). Este resultado indica de que no existe diferencia significativa en las medias de las muestras analizadas.

2.3.2.- ANALISIS DE LAS SERIES DE 1891 - 1920 Y, DE 1920 HASTA 1980.

A.- FORMULACION DE HIPOTESIS.

$$H_0: \bar{x}_1 = \bar{x}_3$$

$$H_1: H_1 \neq \bar{x}_3$$

Existe algún cambio significativo en las medias muestrales de las series, que permitan deducir alguna variación de orden climático?

B.- ESPECIFICACION DEL NIVEL DE SIGNIFICACION

$$\alpha = 0.05$$

C.- SELECCION DEL ESTADISTICO A DOCIMAR ( Z ).

$$z = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_3}{\sqrt{\bar{x}_1 - \bar{x}_3}}$$

D.- OBTENCION DEL ESTADISTICO TABULADO ( $Z_t$ ).  $-1.96 < Z_t < 1.96$

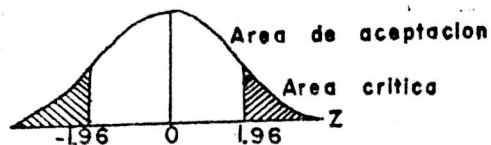
E.- CALCULO DEL ESTADISTICO SELECCIONADO.

$$Z_c = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_3}{\sqrt{\bar{X}_1 - \bar{X}_3}} \quad \text{Siendo: } \begin{array}{l} \bar{X}_1 = 801.4 \quad \sqrt{s_1^2} = 17973.5 \\ \bar{X}_3 = 841.2 \quad \sqrt{s_3^2} = 20895.8 \\ N_1 = N_3 = 30 \end{array}$$

F.- ESTABLECIMIENTO DE LOS CRITERIOS O REGLA DE DECISION.

Rechazar  $H_0$ , si y solo si :

$$Z_c < -1.96 \text{ ó } Z_c > 1.96$$



$Z_c = 1.11$  Está en el área de aceptación lo que indica que se acepta la hipótesis nula ( $H_0$ ), y se rechaza la alternativa ( $H_1$ ). Por lo tanto se deduce que no existe diferencia significativa en cuanto a las medias muestrales ( $\bar{X}_1, \bar{X}_3$ ), que indique algún cambio en el patrón de distribución de la precipitación que permita inferir alguna variación de orden climático.

2.3.3.- SERIES DE 1921 -1950 HASTA 1950-1980.

A.- FORMULACION DE HIPOTESIS

$$H_0: \bar{X}_2 = \bar{X}_3$$

$$H_1: \bar{X}_2 \neq \bar{X}_3$$

B.- ESPECIFICACION DEL NIVEL DE SIGNIFICACION ( $\alpha$ )

$$\alpha = 0,05$$

C.- SELECCION DEL ESTADISTICO A DOCIMAR (Z).

$$Z = \frac{\bar{X}_2 - \bar{X}_3}{\sqrt{\bar{X}_2 - \bar{X}_3}} \sim \alpha$$

D.- OBTENCION DEL ESTADISTICO TABULADO ( $T_b$ )

$$- 1.96 < Z_t < 1.96$$

E.- CALCULO DEL ESTADISTICO SELECCIONADO ( $Z_c$ )

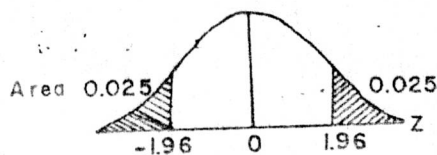
$$Z_c = \frac{\bar{X}_2 - \bar{X}_3}{\sqrt{\bar{X}_2 - \bar{X}_3}} \quad \text{Siendo} \quad \begin{array}{l} X_2 = 847.0 \\ X_3 = 841.2 \end{array} \quad \begin{array}{l} \bar{X}_2^2 = 55556.0 \\ \bar{X}_3^2 = 20895.8 \end{array}$$

$$N_1 = N_2 = N_3 = 0$$

$$Z_c = 0.115$$

F.- ESTABLECIMIENTO DE LOS CRITERIOS O REGLA DE DECISION.

Rechazar  $H_0$ , si y solo si  $Z_c < -1.96$  ó  $Z_c > 1.96$



$Z_c = 0,115$  cae en la región de aceptación; lo que indica que no se rechaza  $H_0$  y sí la  $H_1$ . Por ello en ésta serie tampoco -- existe diferencia significativa que infiera alguna variación en este parámetro a través del tiempo.

De las series analizadas anteriormente se deduce lo siguiente: No existe ninguna variación ó cambio significativo en las medias muestrales de cada serie, ya que no hay ningún cambio de patrón en la distribución anual de las series analizadas.-

### CAPITULO III. - ANALISIS SOBRE EL COMPORTAMIENTO DE LA SERIE (1891-1982).

La Tabla II\* muestra el comportamiento anual de la precipitación en el área analizada, y se deduce lo siguiente:

Existe una ligera tendencia al aumento de la temporada seca con un 54.3%; por abajo de la media del período; y una leve disminución de la temporada lluviosa con un 45.7%.

De los 92 años de la serie (1891-1982) se observa que: 23 años (25%) presentan una desviación negativa; es decir entre 0-100 mm por abajo del promedio (temporada seca normal).

Una temporada seca moderada con 16 años (17.4%), entre 100 y 200 milímetros por abajo del promedio de la serie.

Una temporada seca fuerte con 8 años (8,6%) entre 200-250 mm.

Una temporada seca extraordinaria con 3 años (3.3%), menor a los 300 mm como déficit.

La temporada lluviosa general de un 45.7% distribuido de la siguiente forma:

16 años (17.4%) con precipitaciones por arriba del promedio de la serie (temporada lluviosa normal), entre 0 y + 100 mm (0+100mm).

14 años (15.2%) de lluvia moderada, entre + 100 y + 200 mm por arriba de la media.

9 años (9,8%) considerados como años excepcionales ó de lluvia extraordinaria, los cuales sobrepasan los 300 mm de precipitación por arriba del promedio de la serie (824.3mm).

#### 3.1. MESES DE TRANSICION:

Son aquellos que definen el paso de una temporada y comienzo de otra (lluviosa-seca).

Un mes es considerado como lluvioso cuando la cantidad de precipitación es igual ó mayor de 50 mm; volúmen de agua suficiente para aumentar la capacidad húmeda del suelo y el desarrollo de las plantas; y se considera seco cuando la cantidad de precipitaciones es igual ó menor de 25 mm, volúmen que no permite el desarrollo y man\_

\* Se tomó como criterio de clasificación la propuesta por: PACHECO, PEDRO PABLO. Características de las precipitaciones en Venezuela, Caracas 1976.

Tabla II.- CLASIFICACION DE LAS TEMPORADAS DE LLUVIAS Y DE SEQUIA.

PRECIPITACION PROMEDIO(1891-1982) = 824.3 mm

AÑOS	DESVIACION	DESCRIPCION	RANGO(mm)	TOTAL	PORCENTAJE
1982	+ 375.5	Temporada de lluvia extraordinaria	> 300	9	9.8%
1921	+ 313.5	" " " "			
1927	+ 419.1	" " " "			
1932	+ 304.0	" " " "			
1933	+ 429.4	" " " "			
1938	+ 445.5	" " " "			
1950	+ 390.2	" " " "			
1951	+ 390.0	" " " "			
1955	+ 372.1	" " " "			
1924	+ 277.0	Temporada de lluvia fuerte	200 - 300	3	3.3%
1942	+ 208.9	" " " "			
1981	+ 222.7	" " " "			
1893	+ 137.2	Temporada de lluvia moderada	100 - 200	14	15.2%
1905	+ 153.3	" " " "			
1909	+ 144.0	" " " "			
1926	+ 160.9	" " " "			
1928	+ 137.5	" " " "			
1931	+ 136.0	" " " "			
1959	+ 174.5	" " " "			
1961	+ 139.7	" " " "			
1964	+ 126.1	" " " "			
1967	+ 181.9	" " " "			
1970	+ 108.7	" " " "			
1971	+ 109.3	" " " "			
1975	+ 125.1	" " " "			
1976	+ 148.7	" " " "			
1900	+ 27.6	Temporada de lluvia normal	0 - 100	16	17.4%
1901	+ 5.1	" " " "			
1903	+ 9.2	" " " "			
1906	+ 90.6	" " " "			
1907	+ 62.5	" " " "			
1911	+ 75.2	" " " "			
1915	+ 56.5	" " " "			
1916	+ 74.0	" " " "			
1936	+ 9.4	" " " "			
1943	+ 15.7	" " " "			
1944	+ 69.6	" " " "			
1952	+ 96.3	" " " "			
1956	+ 86.7	" " " "			
1965	+ 91.2	" " " "			
1969	+ 2.2	" " " "			
1980	+ 13.7	" " " "			
POR ABAJO DE LA MEDIA					45.7%
1914	- 365.4	Temporada seca excepcional	< 300		3.3%
1934	- 327.2	" " " "			
1939	- 321.0	" " " "	250 - 300		0%
		Temporada seca extraordinaria			

ANOS	DESVIACION				
1894	- 229.8	Temporada seca fuerte			
1899	- 220.3	" " "			
1929	- 246.1	" " "	200 - 250	8	8.6%
1940	- 228.9	" " "			
1941	- 239.7	" " "			
1947	- 242.8	" " "			
1979	- 208.2	" " "			
1972	- 206.0	" " "			
1912	- 182.4	Temporada seca moderada			
1913	- 159.5	" " "			
1918	- 143.7	" " "			
1923	- 141.1	" " "			
1925	- 139.1	" " "			
1935	- 181.2	" " "			
1937	- 185.5	" " "			
1945	- 123.2	" " "	100 - 200	16	17.4%
1946	- 101.7	" " "			
1957	- 163.9	" " "			
1959	- 174.5	" " "			
1960	- 154.8	" " "			
1961	- 139.7	" " "			
1962	- 169.1	" " "			
1974	- 171.5	" " "			
1977	- 134.9	" " "			
1891	- 68.4	Temporada seca normal			
1895	- 38.9	" " "			
1896	- 78.5	" " "			
1897	- 38.7	" " "			
1898	- 56.3	" " "			
1902	- 53.6	" " "			
1904	- 30.2	" " "			
1908	- 38.9	" " "			
1910	- 41.3	" " "			
1917	- 61.8	" " "	0 - 100	23	25%
1919	- 29.5	" " "			
1920	- 60.1	" " "			
1930	- 50.2	" " "			
1948	- 1.4	" " "			
1949	- 14.8	" " "			
1953	- 16.3	" " "			
1954	- 53.5	" " "			
1963	- 64.0	" " "			
1966	- 12.4	" " "			
1968	- 64.2	" " "			
1973	- 25.3	" " "			
1978	- 87.5	" " "			
1982	- 98.2	" " "			
				92	54.3%

MESES DE TRANSICION (ABRIL-MAYO-NOVIEMBRE-DICIEMBRE) CON PRECIPITACIONES IGUAL O MAYOR A 50 mm

(PERIODO 1891-1982)

TABLA III

PRECIPITACION					PRECIPITACION				
AÑO	ABRIL	MAYO	NOV	DIC	AÑO	ABRIL	MAYO	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
1891	-	54.2	83.1	-	1941	-	77.8	-	-
1892	94.4	85.5	88.6	-	1942	-	167.2	82.6	65.7
1893	-	131.8	79.4	92.3	1943	72.5	118.3	92.8	-
1894	-	-	87.4	59.2	1944	-	148.9	191.1	-
1895	-	-	135.0	-	1945	-	158.3	-	-
1896	115.3	110.0	128.0	54.2	1946	-	112.9	-	-
1897	-	79.0	81.4	78.2	1947	-	-	-	-
1898	-	-	105.8	-	1948	76.9	60.5	-	-
1899	-	-	58.8	-	1949	-	-	122.4	81.1
1900	-	-	109.5	-	1950	-	114.7	155.0	-
1901	-	-	128.1	-	1951	61.2	56.9	105.2	-
1902	-	84.4	-	68.3	1952	-	120.2	-	114.8
1903	-	73.8	83.7	85.7	1953	-	97.8	70.8	-
1904	126.2	-	-	-	1954	76.3	54.2	60.5	98.2
1905	105.1	165.0	159.6	58.8	1955	58.5	-	75.6	-
1906	-	-	55.8	94.2	1956	-	-	-	63.7
1907	-	107.4	80.6	-	1957	-	72.4	-	-
1908	49.7	62.1	58.4	-	1958	-	151.4	-	-
1909	124.5	48.8	97.5	142.2	1959	-	185.0	89.9	-
1910	-	142.1	86.7	-	1960	125.1	73.6	121.9	81.8
1911	-	95.0	85.2	-	1961	-	-	92.9	-
1912	-	-	81.2	-	1962	-	91.1	63.1	-
1913	-	53.6	87.9	-	1963	50.3	207.9	94.0	-
1914	-	79.3	-	-	1964	-	103.8	52.3	-
1915	122.1	52.7	-	-	1965	-	81.7	53.7	-
1916	-	-	145.7	-	1966	71.2	-	190.0	52.1
1917	-	-	-	101.9	1967	-	50.4	95.4	-
1918	-	101.2	-	-	1968	66.4	139.8	-	-
1919	113.0	-	123.1	-	1969	63.7	59.5	64.8	56.5
1920	-	94.5	78.5	-	1970	-	85.9	70.6	-
1921	-	59.1	145.6	90.7	1971	-	89.2	78.0	-
1922	-	129.8	75.5	-	1972	-	151.2	54.9	-
1923	-	67.0	58.9	66.0	1973	52.9	-	108.9	55.4
1924	-	60.3	151.9	-	1974	-	85.2	70.2	-
1925	-	54.4	-	-	1975	-	63.7	73.8	89.8
1926	-	-	135.3	117.5	1976	-	-	57.0	-
1927	67.0	84.6	217.1	-	1977	-	83.4	131.5	-
1928	-	-	143.5	-	1978	68.8	96.2	-	-
1929	-	145.2	-	67.4	1979	-	82.7	60.2	75.8
1930	-	-	140.1	-	1980	64.2	77.4	67.8	-
1931	-	113.9	149.5	-	1981	216.8	129.5	61.1	-
1932	-	135.9	130.1	78.0	1982	76.3	98.5	-	-
1933	-	122.9	145.9	132.0					
1934	-	66.9	-	-					
1935	-	133.4	99.1	-					
1936	-	106.7	90.8	-					
1937	-	81.7	95.6	-					
1938	50.7	167.7	153.2	109.1					
1939	-	-	96.8	-					
1940	-	-	82.7	-					

tenimiento de la vegetación silvestre (1).

En base a este criterio se consideraron los meses de Abril, Mayo, Noviembre y Diciembre como transitorios; que permiten definir el inicio ó fin de una época ó temporada lluviosa ó seca. El inicio de la época lluviosa empieza generalmente en el mes de Abril ó Mayo; de allí que se ha analizado un período de 92 años para estos meses; obteniéndose un 77,78% del período con precipitaciones mayores ó iguales a 50 mm correspondiendo un 55.56% (50 años) al mes de Mayo y un 22.22% (20 años) al mes de Abril. Deduciendo de ello que la época ó temporada lluviosa se inicia en el mes de Mayo. La finalización de la época lluviosa e inicio de la seca ocurre en los meses de Noviembre y Diciembre. Del análisis de estos meses para un período de 92 años se obtubieron los siguientes resultados: El mes de Noviembre presenta un 78.8%(71 años) con precipitaciones mayores ó iguales a 50 mm. El mes de Diciembre presenta un 28.8% (26 años) con precipitaciones mayores ó iguales a 50mm. Este decrecimiento en la precipitación es indicativo de la finalización de la época lluviosa en el mes de Noviembre, iniciándose la época seca en el mes de Diciembre.

### 3.2. ANALISIS DE GRAFICOS:

De el análisis de los graficos se deduce lo siguiente:

El comportamiento mensual de esta variable (precipitación) para el período (1891-1982) está bien definido (graf.3-4) por la presencia de una época seca (Dic.-Abril) y una época lluviosa (Mayo-Noviembre). Existe un ligero desfazamiento en cuanto al total mensual de la precipitación; ya que en algunos años (graf 7-8-13-14) estos totales no se corresponden con los meses de mayor promedio de precipitación -- (Julio/Octubre).

Es de hacer notar que el mes de Abril (Graf 14) del Período '80/82, el valor de precipitación promedio mensual sobrepasa los 140 mm lo que no es normal ya que dicho mes corresponde a la época seca; y en comparación con los períodos anteriores el promedio para este mes no sobrepasa los 70-75 mm. Tambien el mes de Septiembre presenta el mis-

(1). Goldbrunner, Antonio. "El Clima de Venezuela y su Clasificación". Caracas. 1976.

# PRECIPITACION MENSUAL

CAGIGAL: MAX., MED. Y MIN. ABSOLUTA

GRAF. Nº 3

MAX. ABS.

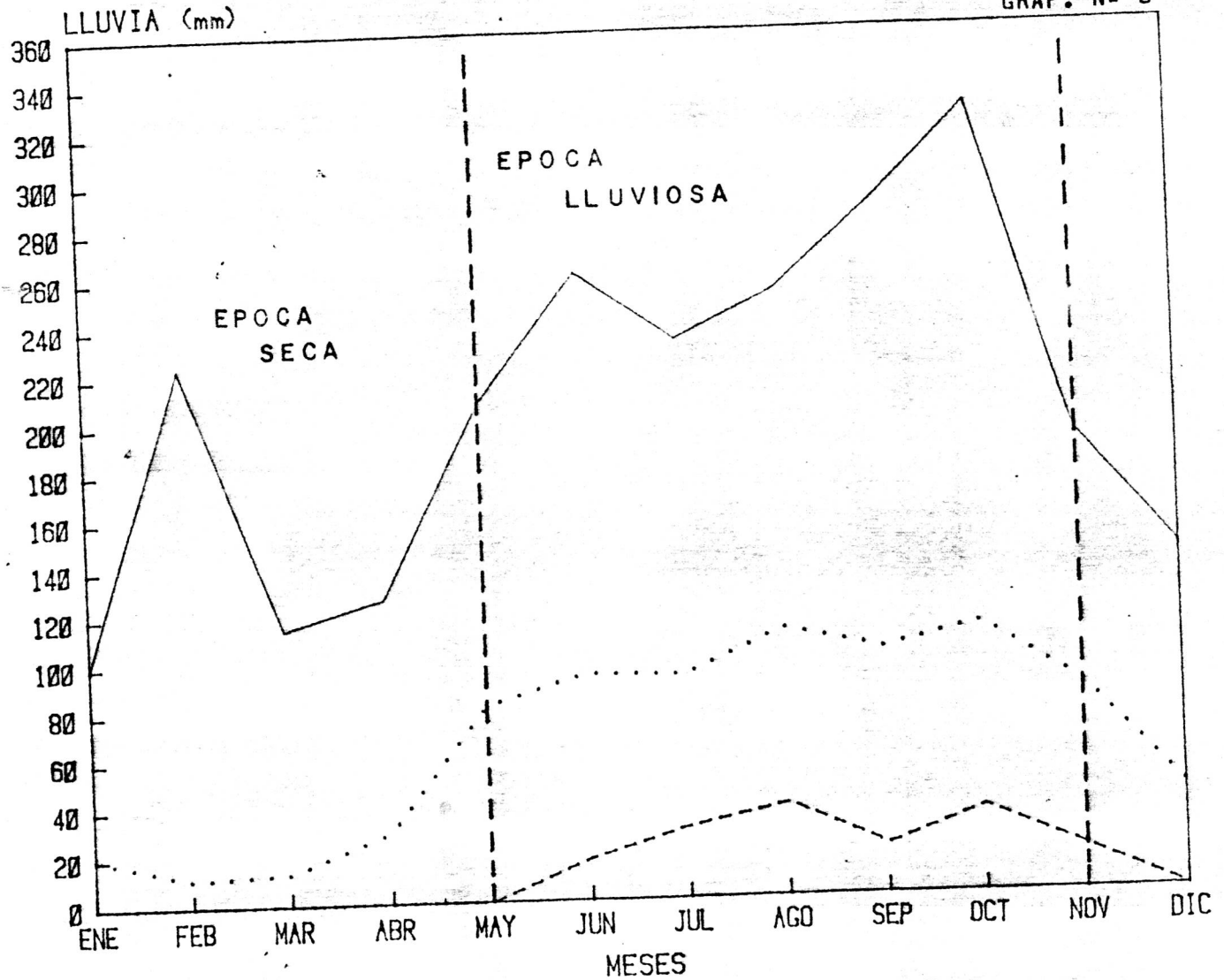
—

MED.

.....

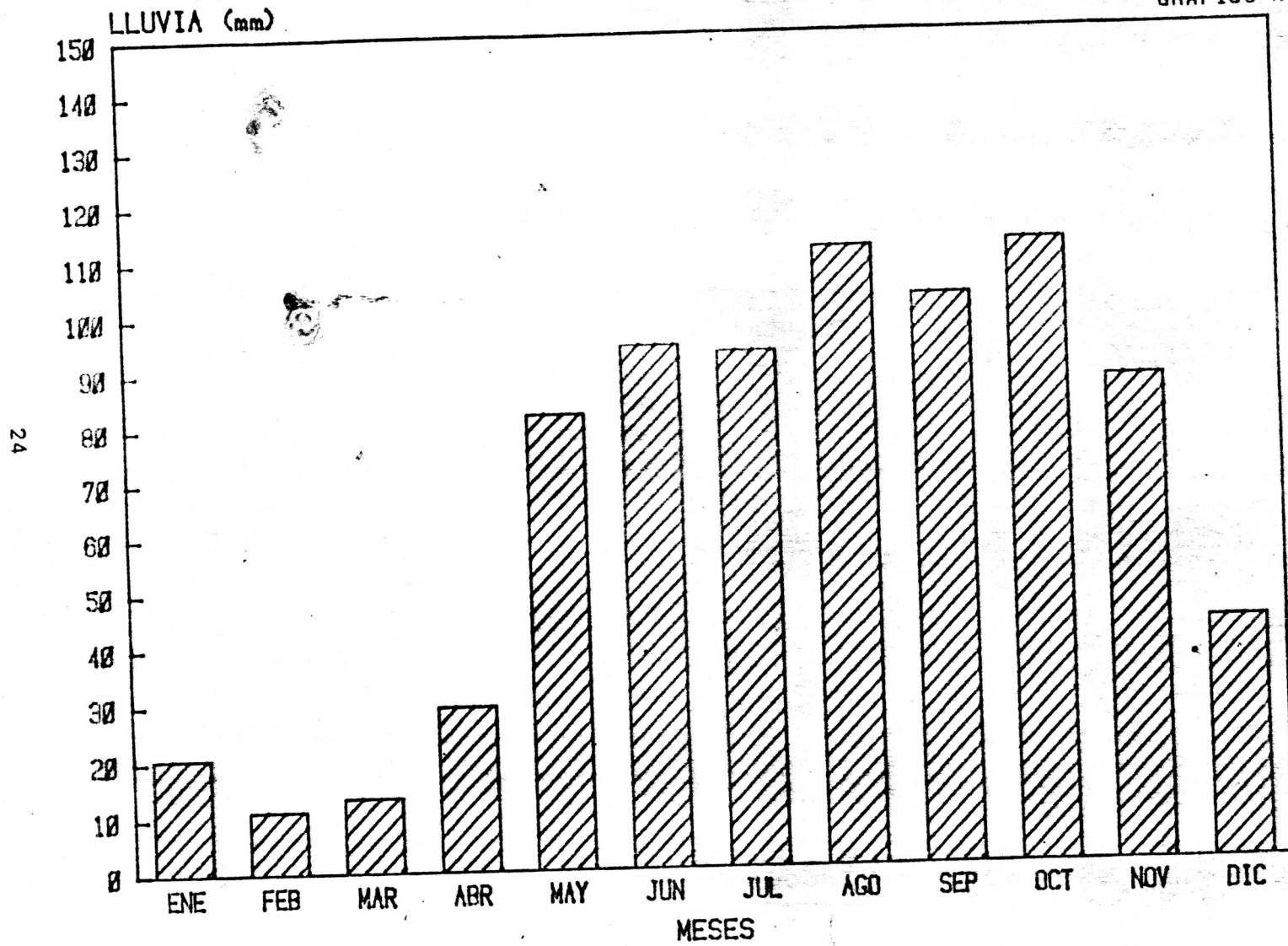
MIN. ABS.

----



# PROMEDIO MENSUAL PRECIPITACION CAGIGAL 1891-1980

GRAFICO Nº 4



mo comportamiento. No obstante este aumento en dichos meses no se les puede considerar como representativos ó fuera de lo normal ya que es necesario un registro de un mínimo de 10 años para ver el comportamiento o la tendencia de dicha variable ya sea mensual ó anual.

Comparando los promedios mensuales del período completo (1891-1980) Graf. 4); con dichos promedios pero por décadas (Graf 5-13), se observa una homogeneidad en el comportamiento mensual de las lluvias, con muy pocas o leves variaciones en algunos meses de las décadas. No se puede decir lo mismo ó hablar de homogeneidad en cuanto a los promedios anuales (Graf 1-2) de precipitación, ya que no se sigue un patrón definido; de allí la dificultad en la predicción de los períodos de retorno de las lluvias ó sequías, y por ende las previsiones, que permitan planificar el desarrollo regional y Urbano. No obstante, analizando la variabilidad interanual y la tendencia cíclica de la lluvia (Graf 15), observaremos que el ciclo que más se adapta a las variaciones interanuales es el de 10 años; de los cuales aproximadamente 60 siguen un comportamiento definido por la curva en función de la media anual (824,3 mm), donde valores anuales que están por abajo de dicha media se consideran como años secos y años lluviosos lo que están por arriba de la media. Si el ciclo de la curva (10 años) continua es posible que la década del 80 al 90 sea lluviosa, aunque la tendencia de los años 82-83 y 84 (años secos) es a ser una década seca. Sin embargo se considera la curva cíclica de los cuales aproximadamente 6 décadas de las 9 analizadas siguen el ciclo definido por la curva. De allí que la probabilidad de que se cumpla el ciclo es alta, y por ende la tendencia a ser una década por arriba del promedio, aunque hasta los momentos los valores registrados en los dos últimos años están por abajo del promedio.

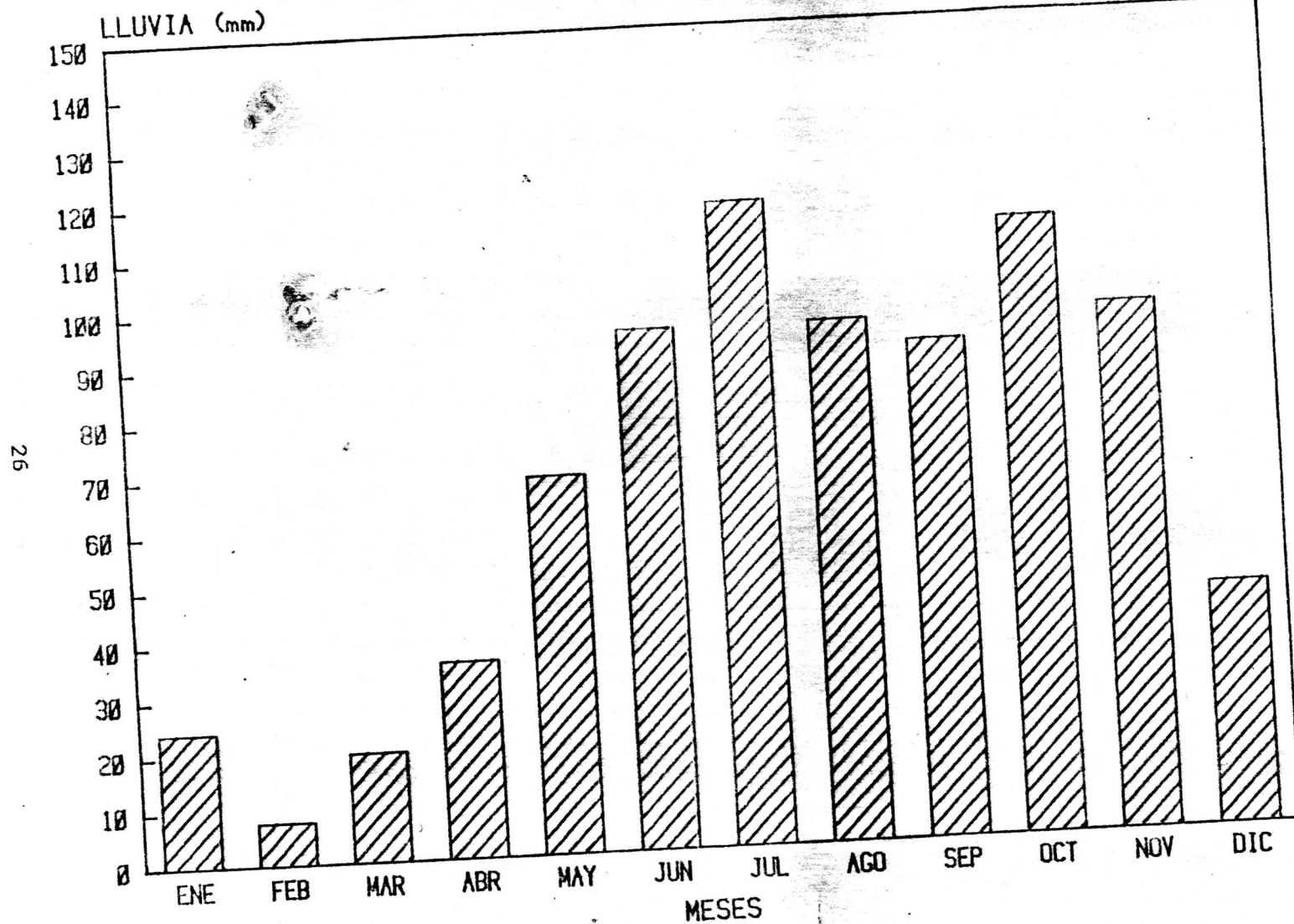
El mes más lluvioso es Julio con un promedio de 131.5 mm, seguido de Octubre con 124,5 mm.

El año con mayor precipitación registrada en la serie fué en 1938 con un total de 1269 mm; y el de menor precipitación fué en 1914 con 458,9 mm.

La precipitación máxima absoluta mensual (graf 3) registrada, ocurrió en Octubre de 1954 con 327.4 mm seguida por Septiembre con 288.1 mm en 1927. La mínima absoluta es de cero (0) mm los meses de la época seca, de algunos años.

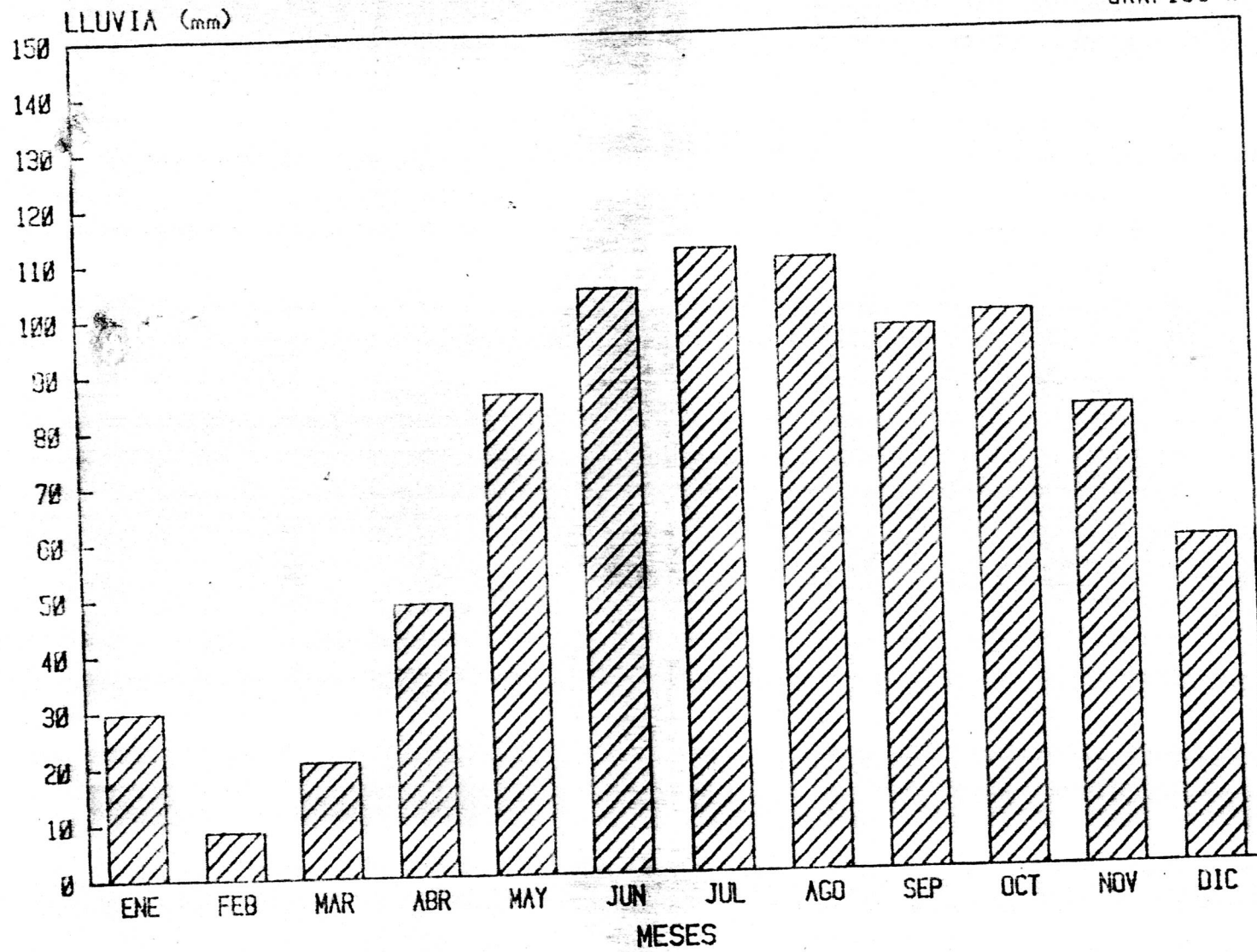
# PROMEDIO MENSUAL PRECIPITACION CAGIGAL 1891-1900

GRAFICO Nº 5

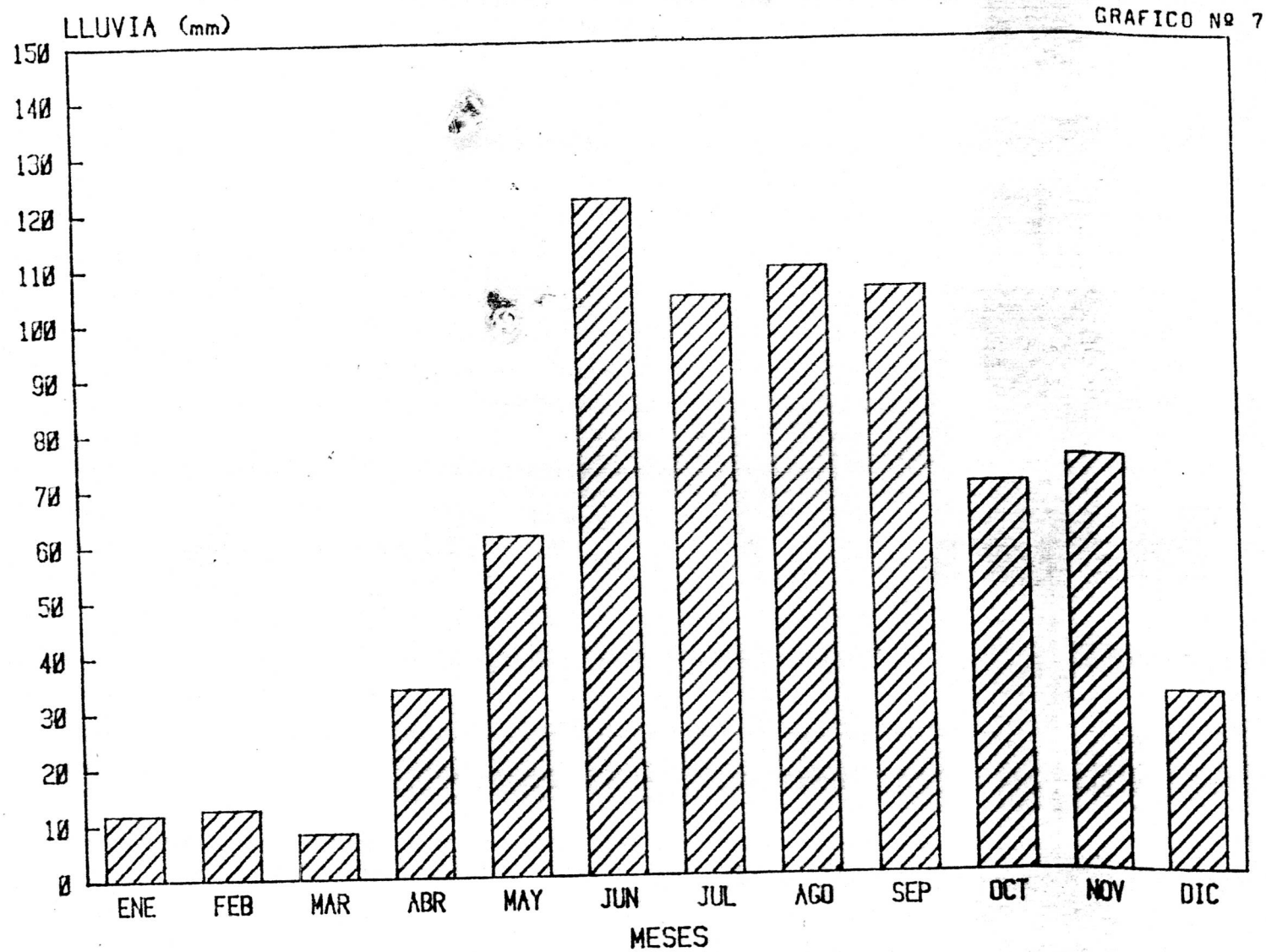


# PROMEDIO MENSUAL PRECIPITACION CAGIGAL 1901-1910

GRAFICO Nº 6

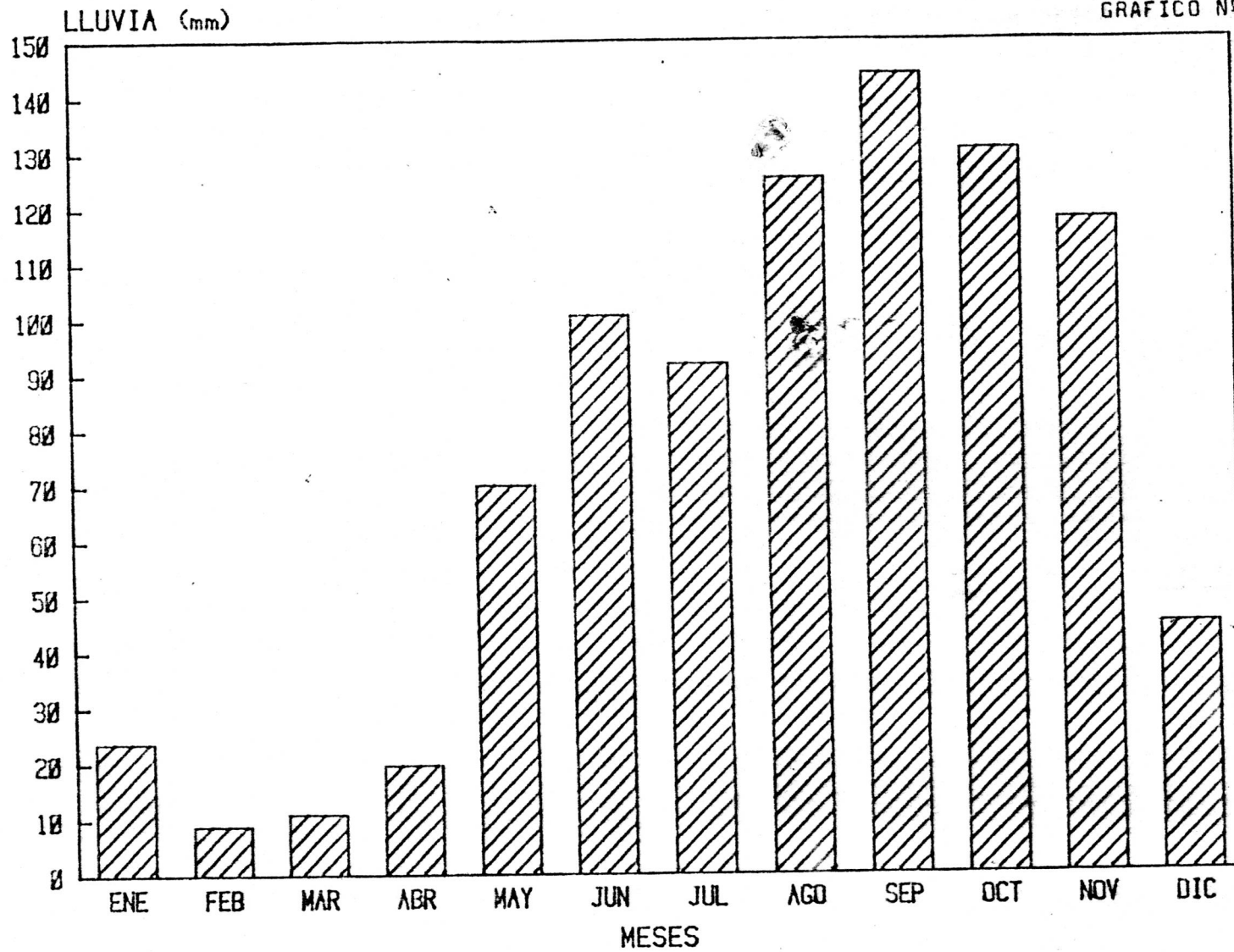


# PROMEDIO MENSUAL PRECIPITACION CAGIGAL 1911-1920



# PROMEDIO MENSUAL PRECIPITACION CAGIGAL 1921-1930

GRAFICO Nº 8

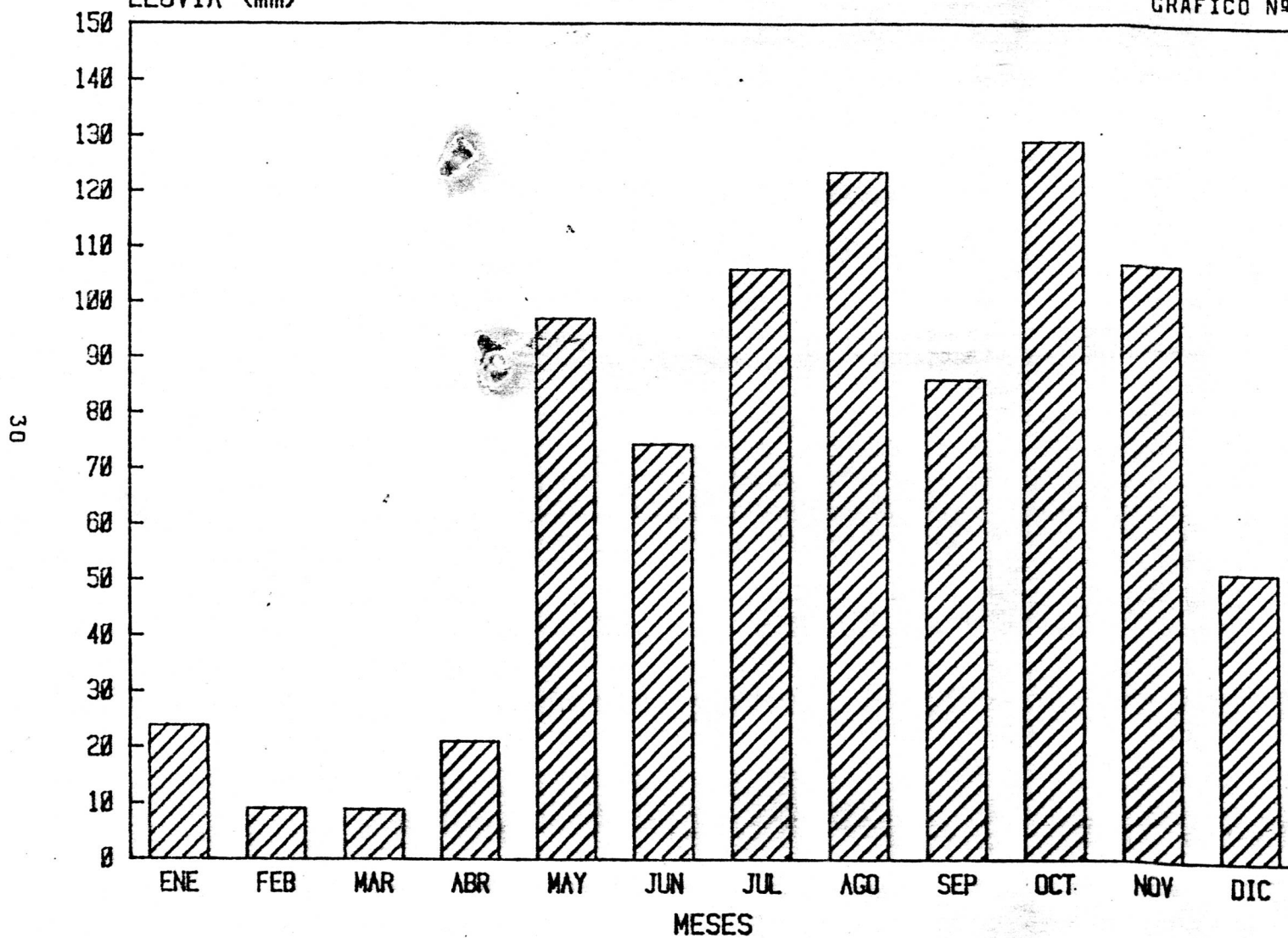


# PROMEDIO MENSUAL PRECIPITACION

CAGIGAL 1931-1940

LLUVIA (mm)

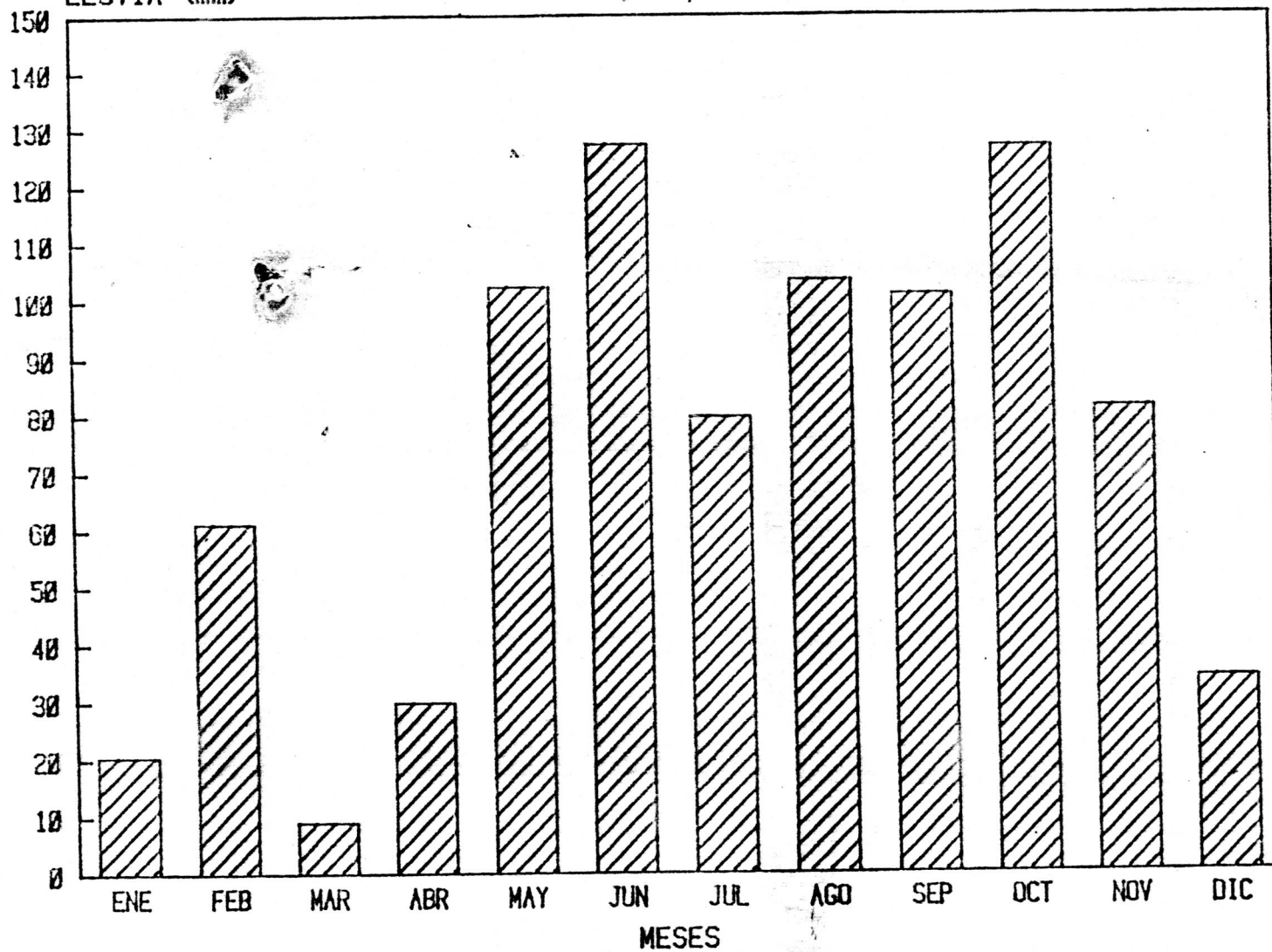
GRAFICO Nº 9



# PROMEDIO MENSUAL PRECIPITACION CAGIGAL 1941-1950

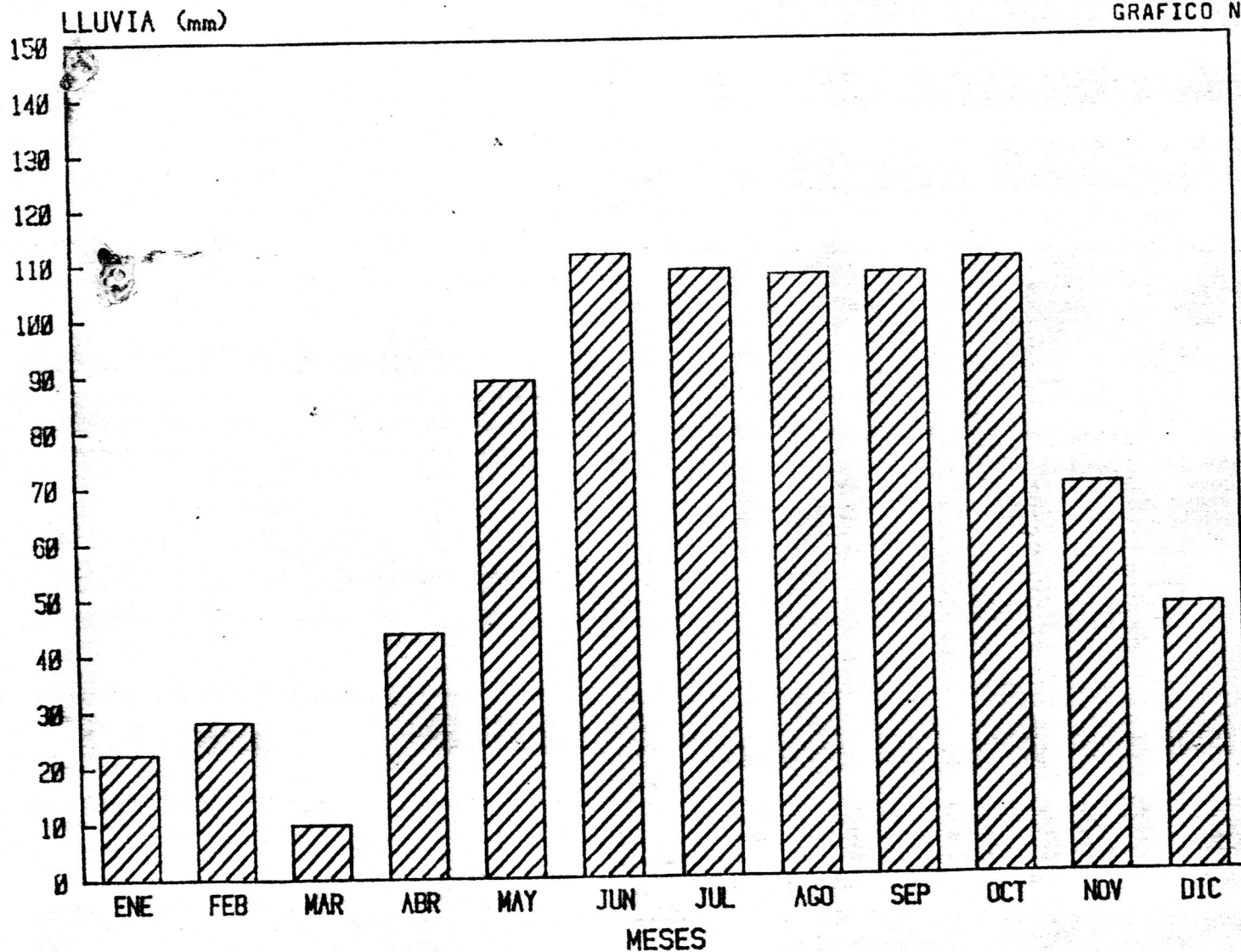
LLUVIA (mm)

GRAFICO Nº 10



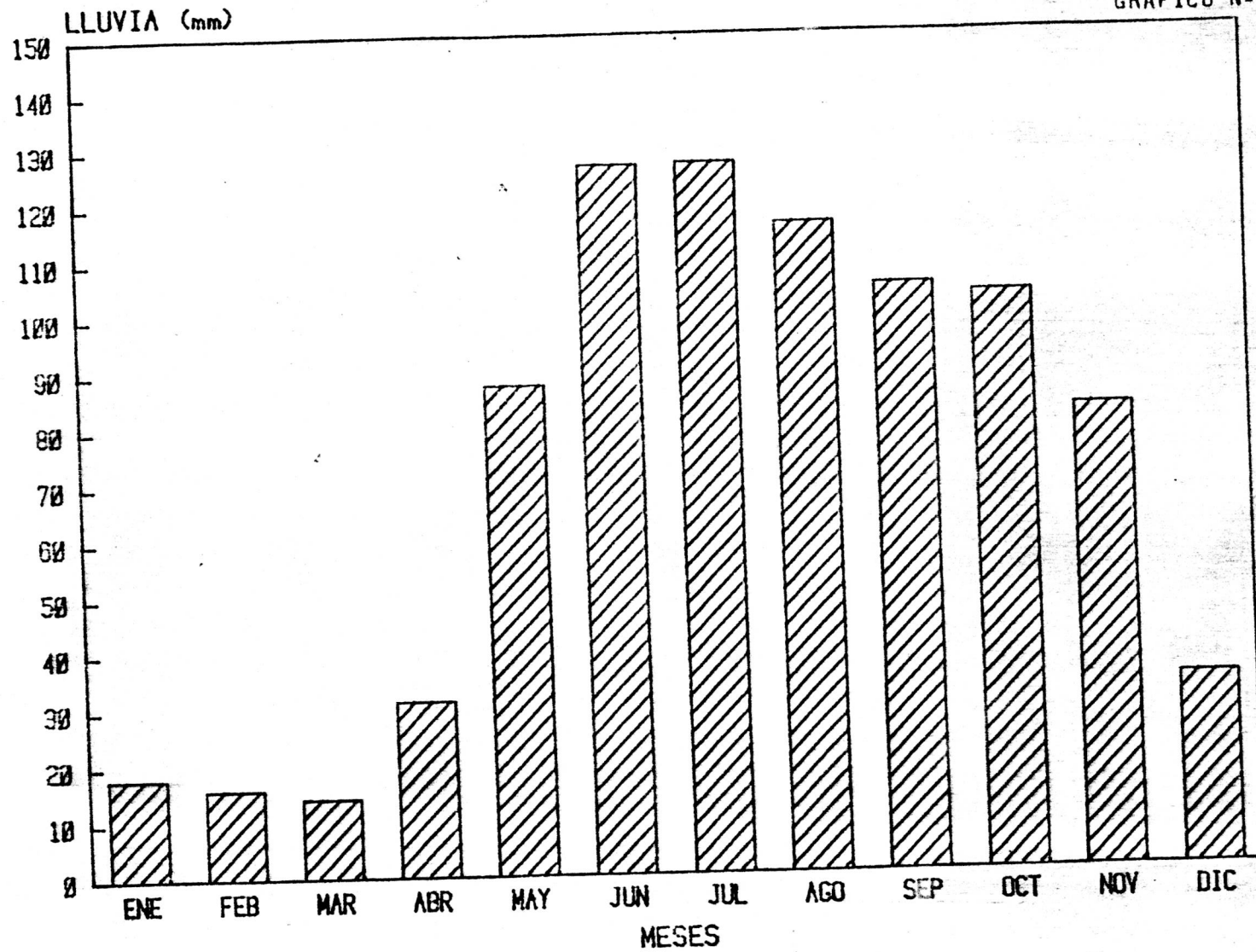
# PROMEDIO MENSUAL PRECIPITACION CAGIGAL 1951-1960

GRAFICO Nº 11



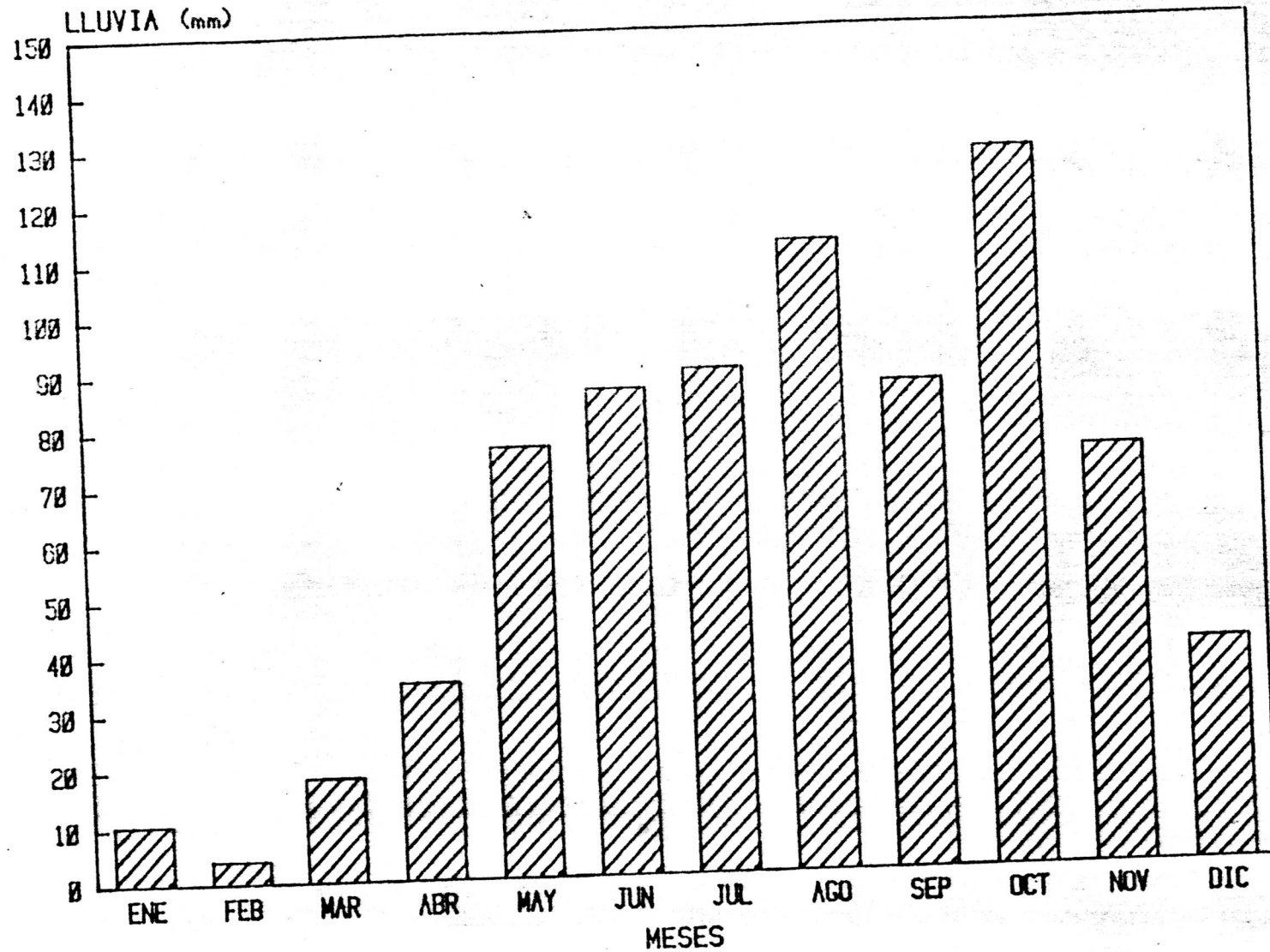
# PROMEDIO MENSUAL PRECIPITACION CAGIGAL 1961-1970

GRAFICO Nº 12



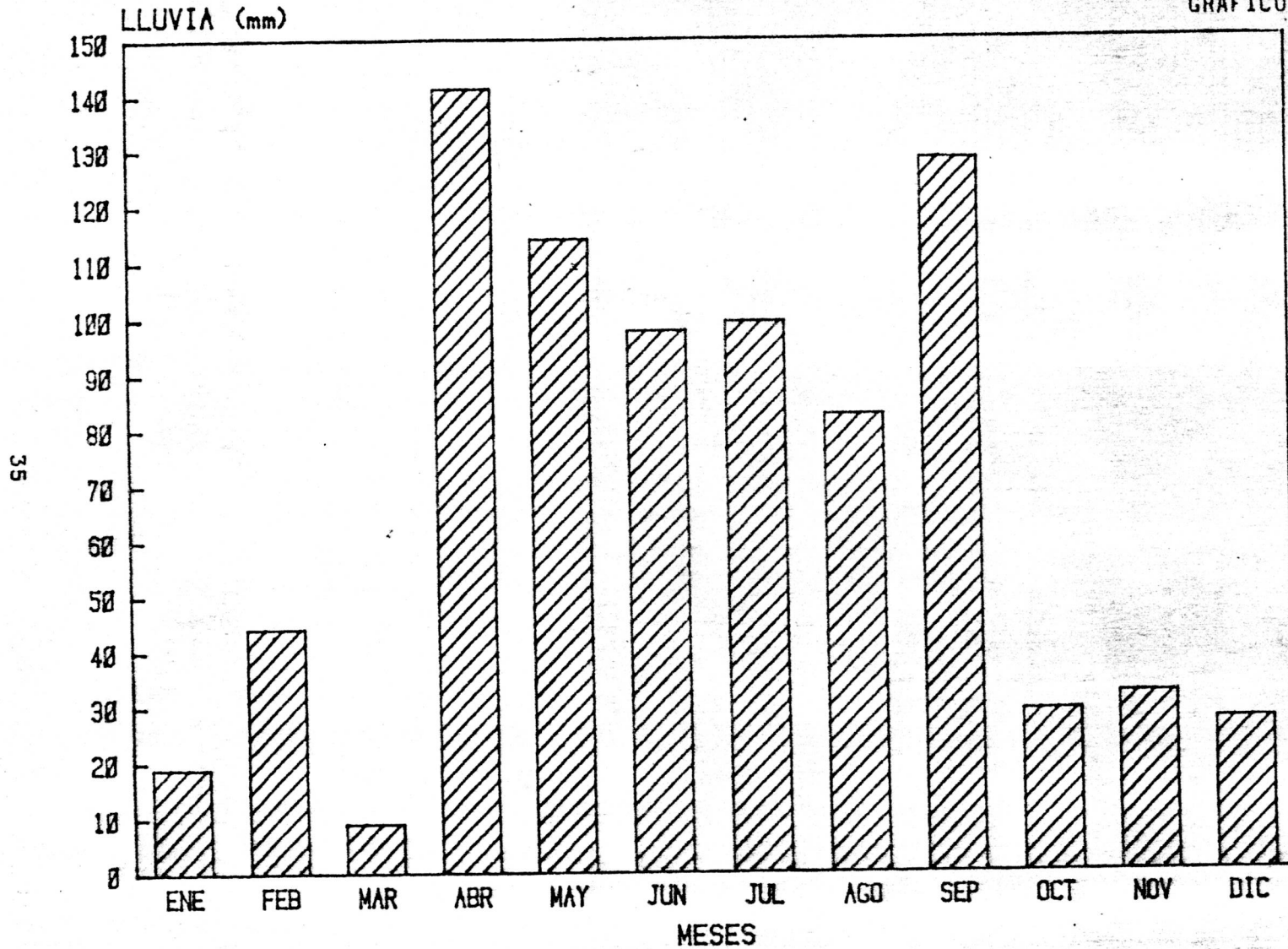
# PROMEDIO MENSUAL PRECIPITACION CAGIGAL 1971-1980

GRAFICO Nº 13



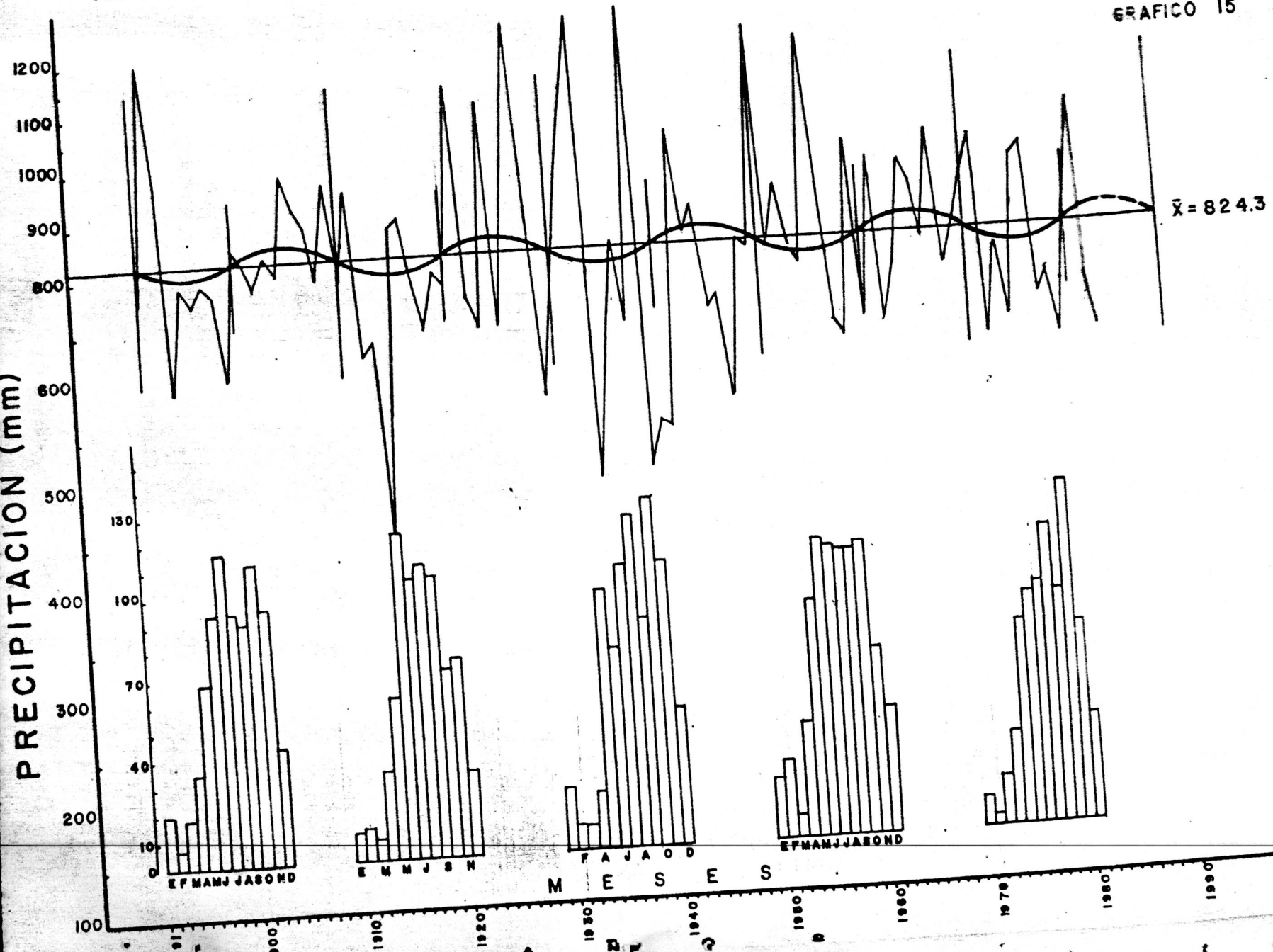
# PROMEDIO MENSUAL PRECIPITACION CAGIGAL 1981-1982

GRAFICO Nº 14



# VARIABILIDAD INTERANUAL Y TENDENCIA CICLICA DE LA LLUVIA

GRAFICO 15



3.3.- PERIODOS DE RETORNO DE LOS VALORES DE PRECIPITACION  
MEDIA ANUAL.

METODO UTILIZADO: GUMBELL

MEDIA= 822.9882978 DESVIACION STANDARD(S)= 178.8124092

AÑO	$X_i$	$T_r$ ( periodo de retorno)
1891	755.9	1.16818948617
1892	1199.8	41.4564998436
1893	961.5	4.43409676941
1894	594.5	1.00007424979
1895	785.4	1.30676800367
1896	745.8	1.13320196215
1897	785.6	1.30791445886
1898	768	1.21805154489
1899	604	1.00017368216
1900	851.9	1.89091289521
1901	829.4	1.64169967353
1902	770.7	1.2034473728
1903	833.5	1.68261687979
1904	794.1	1.35950103719
1905	977.6	5.1036989489
1906	915	3.00811198139
1907	886.8	2.41842684721
1908	785.4	1.30676800367
1909	968.3	4.70389093198
1910	783	1.29324466034
1911	899.5	2.66311394508
1912	641.9	1.00258657763
1913	664.8	1.00867420828
1914	458.9	1.
1915	880	2.29999426436
1916	898.3	2.63860725648
1917	762.5	1.19426045395
1918	680.6	1.01736839609
1919	794.8	1.36400524294
1920	764.2	1.20140881078
1921	1137.8	22.7353435216
1922	733.1	1.09692259277
1923	683.2	1.01928824794
1924	1101.3	16.0209470514
1925	685.2	1.02087334645
1926	985.2	5.45898879737
1927	1243.4	63.4357978726
1928	961.8	4.44561827561
1929	578.2	1.00001416381
1930	774.1	1.24675047297
1931	960.3	4.38835352956
1932	1128.3	20.7489923628
1933	1253.7	70.1586710483
1934	497.1	1.00000000002
1935	643.3	1.00280727081
1936	033.7	1.68466133748

AÑO

 $X_i$  $T_r$  ( periodo de retorno)

1937  
 1938  
 1939  
 1940  
 1941  
 1942  
 1943  
 1944  
 1945  
 1946  
 1947  
 1948  
 1949  
 1950  
 1951  
 1952  
 1953  
 1954  
 1955  
 1956  
 1957  
 1958  
 1959  
 1960  
 1961  
 1962  
 1963  
 1964  
 1965  
 1966  
 1967  
 1968  
 1969  
 1970  
 1971  
 1972  
 1973  
 1974  
 1975  
 1976  
 1977  
 1978  
 1979  
 1980  
 1981  
 1982  
 1983  
 1984

610.8  
 1159  
 503.3  
 595.4  
 584.6  
 1033.2  
 840  
 893.9  
 701.1  
 722.6  
 581.5  
 822.9  
 809.5  
 1214.5  
 920.6  
 808  
 770.8  
 1196.4  
 911  
 660.4  
 637.1  
 998.8  
 669.5  
 964  
 655.2  
 760.3  
 950.4  
 915.5  
 811.9  
 1006.2  
 760.1  
 826.5  
 933  
 993.6  
 618.3  
 799  
 652.8  
 949.4  
 973  
 689.4  
 736.8  
 616.1  
 838  
 717.4  
 1045.6  
 726.1  
 616  
 782

1.00214905399  
 81.4934681052  
 1.00000000007  
 1.00008075278  
 1.00002807441  
 8.44158155752  
 1.75144474856  
 2.55128073388  
 1.0372831685  
 1.07275832933  
 1.00002024516  
 1.58059527878  
 1.46821662097  
 47.8398028127  
 3.1467056768  
 1.45670747589  
 1.23091575385  
 40.1071816719  
 2.91381598136  
 1.00701437503  
 1.00193675021  
 6.16562426567  
 1.01077993128  
 4.53116940194  
 1.00539361776  
 1.18527632836  
 4.03114399537  
 3.02016984724  
 1.4870654902  
 6.5920433526  
 1.18447433498  
 1.61387898867  
 3.48291900451  
 5.88413663184  
 1.0005421875  
 1.39187943946  
 1.00475630374  
 3.9969860473  
 4.90132538706  
 1.02452641849  
 1.10665705798  
 1.00045976514  
 1.72973648272  
 1.06255939902  
 9.47115973776  
 1.08026544149  
 1.00045629319  
 1.287736225

INTERVALOS RELATIVOS DE PERIODOS DE RETORNO  
PERIODO: 1891-1984

TABLA Nº 4

<u>INTERVALOS DE PERIODOS DE RETORNO</u>	<u>PRECIPITACION mm</u>	<u>Nº AÑOS</u>	<u>FRECUENCIA RELATIVA %</u>
1-2	459-852	60	63,8
2-4	852-949	11	11,7
4-6	949-994	10	10,6
6-10	994-1046	4	4,2
10-22	1046-1128	2	2,1
22-42	1128-1200	3	3,2
42-64	1200-1243	2	2,1
64-72	1243-1254	1	1,1
72-82	1254-1269	1	1,1

PERIODO DE RETORNO:

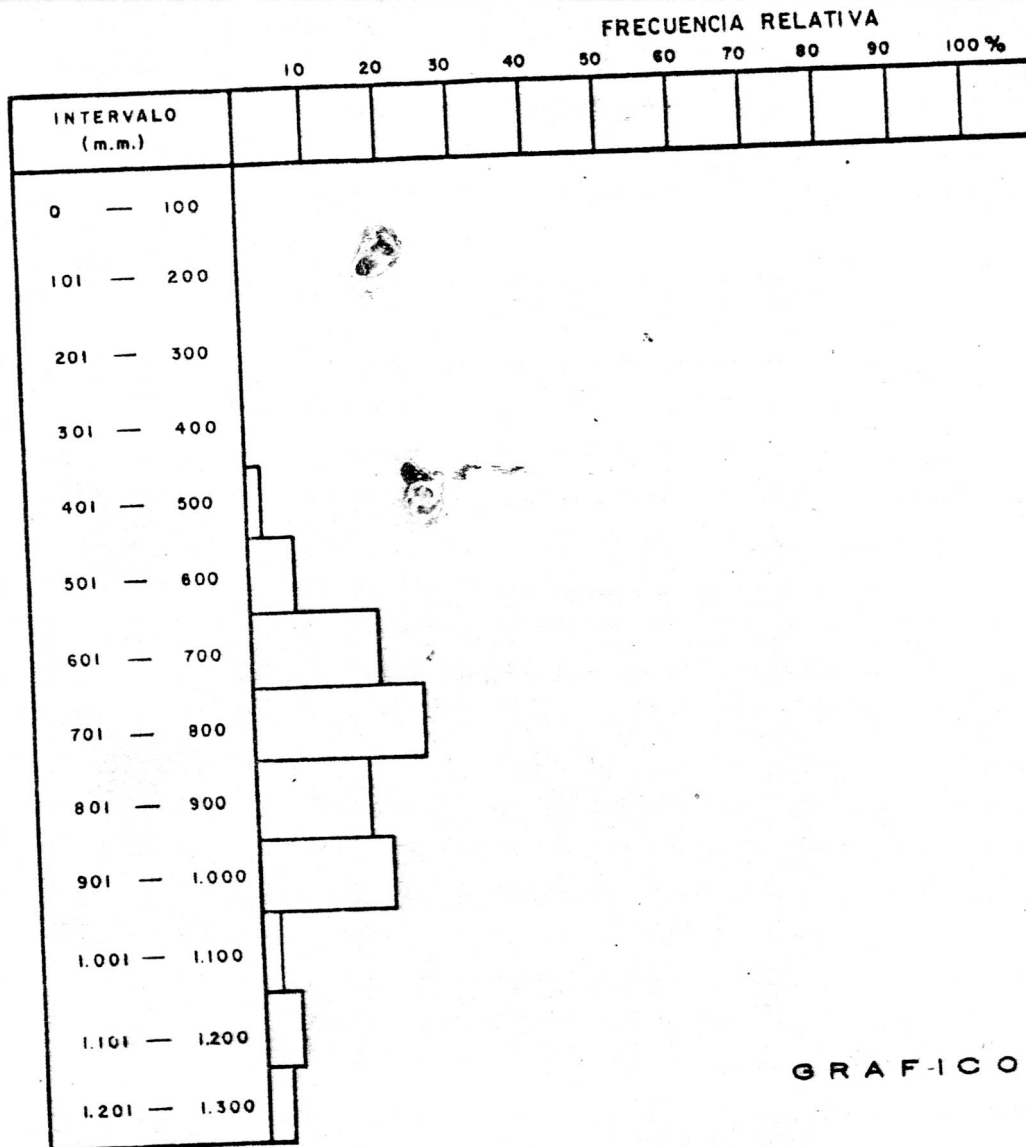
Para una mejor interpretación de los resultados obtenidos; se agruparon los valores de precipitación en intervalos de acuerdo a sus períodos de retorno. Analizando el cuadro Nº 1 se observa que los valores de precipitación comprendidos entre 450 y 860; la frecuencia de ocurrencia es mucho mayor (63,8%); -- luego, su período de retorno o recurrencia se da cada uno ó dos años, y para el período analizado (94 años), el número de años es mucho mayor (60 años). De ello se puede deducir y observando dicho cuadro, que la frecuencia de ocurrencia de los valores de precipitación, tienden a disminuir en la medida que estos van aumentando; es decir el período de retorno se prolonga en períodos de años más amplios.

## HISTOGRAMA DE FRECUENCIA:

En el gráfico de Histogramas de Frecuencia de precipitaciones Anuales (Período 1891-1982), se observa que hay un máximo de frecuencia relativa (24%), entre el intervalo de 700-800 mm de precipitación y un mínimo en la frecuencia (2%), en el intervalo 400-500 milímetros de precipitación. Encontrándose un coeficiente de variación de 0,22 lo que indica que no existe mucha dispersión en los valores anuales.

Con respecto a los histogramas de frecuencia de precipitaciones, mensuales, podemos observar que en el mes de Febrero se encuentra la mas alta dispersión ( $Cv= 2,29$ ) en todo el registro, con una frecuencia relativa de un 48% entre el intervalo de 0-3 mm de precipitación. El mes que tiene la menor dispersión ( $Cv= 0,408$ ) es Agosto con una frecuencia relativa de 16% correspondiente al intervalo entre 120-140 milímetros de precipitación.

Referente a los demás meses, estos se encuentran entre los valores de dispersión mencionados anteriormente. Es de destacar que el mes de Septiembre encontramos la máxima frecuencia relativa (27%) en los intervalos comprendidos entre 100-120 mm de precipitación.



PARAMETROS ESTADISTICOS

$\bar{X}$  = 822.76 m.m.

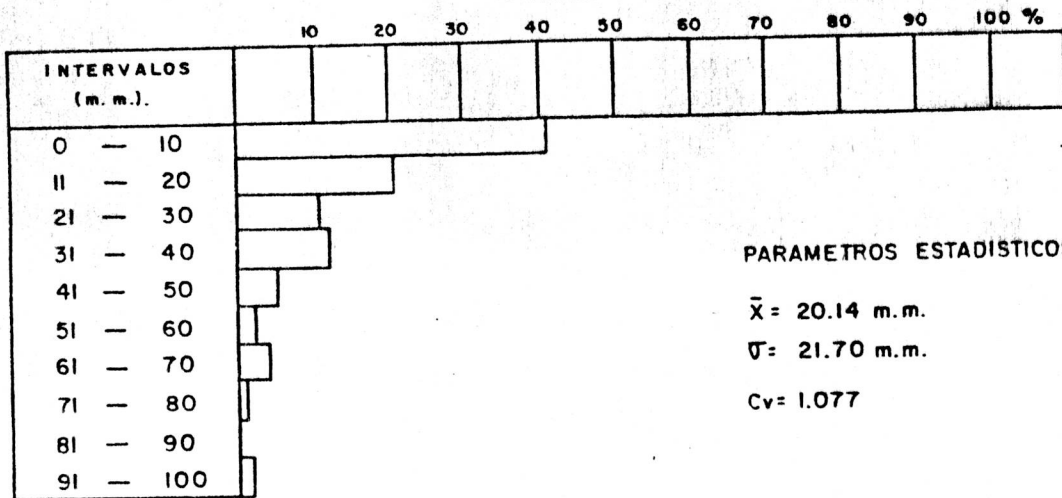
$\sigma$  = 181.91 m.m.

Cv = 0.2211

GRAFICO 16

ENERO

FRECUENCIAS RELATIVAS



PARAMETROS ESTADISTICOS

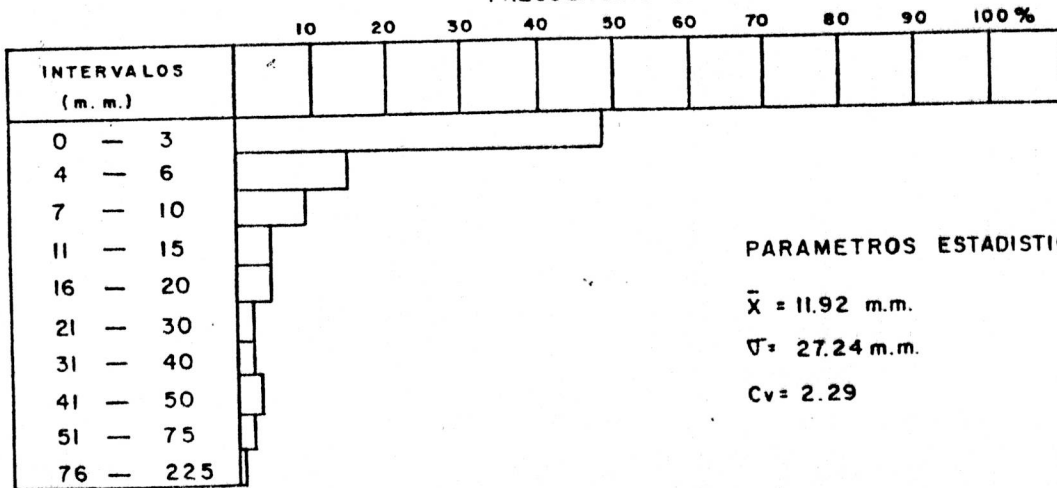
$\bar{X} = 20.14$  m.m.

$\sigma = 21.70$  m.m.

$Cv = 1.077$

FEBRERO

FRECUENCIAS RELATIVAS



PARAMETROS ESTADISTICOS

$\bar{X} = 11.92$  m.m.

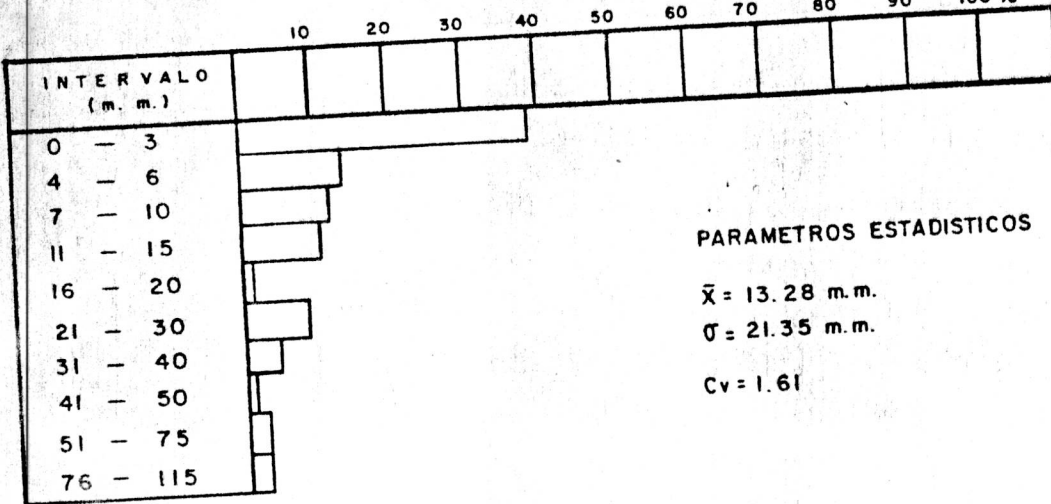
$\sigma = 27.24$  m.m.

$Cv = 2.29$

GRAFICO 17

MARZO

FRECUENCIA RELATIVA



PARAMETROS ESTADISTICOS

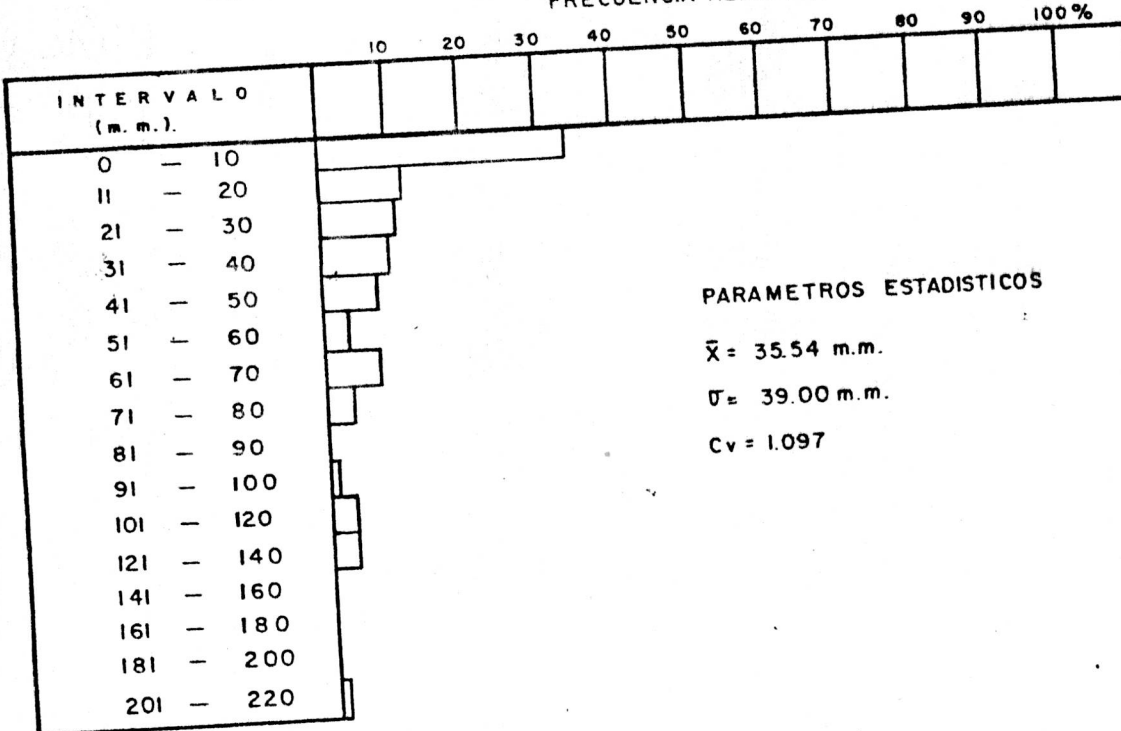
$\bar{X} = 13.28$  m.m.

$\sigma = 21.35$  m.m.

$Cv = 1.61$

ABRIL

FRECUENCIA RELATIVA



PARAMETROS ESTADISTICOS

$\bar{X} = 35.54$  m.m.

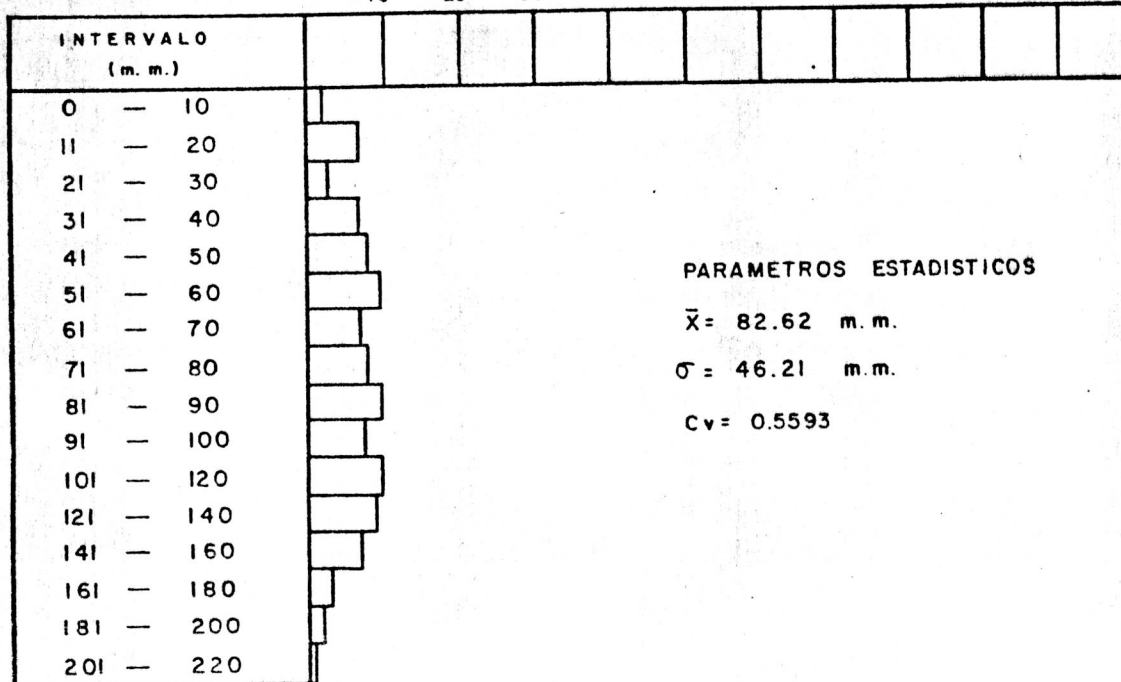
$\sigma = 39.00$  m.m.

$Cv = 1.097$

MAYO

FRECUENCIA RELATIVA

10 20 30 40 50 60 70 80 90 100%



PARAMETROS ESTADISTICOS

$\bar{X} = 82.62$  m.m.

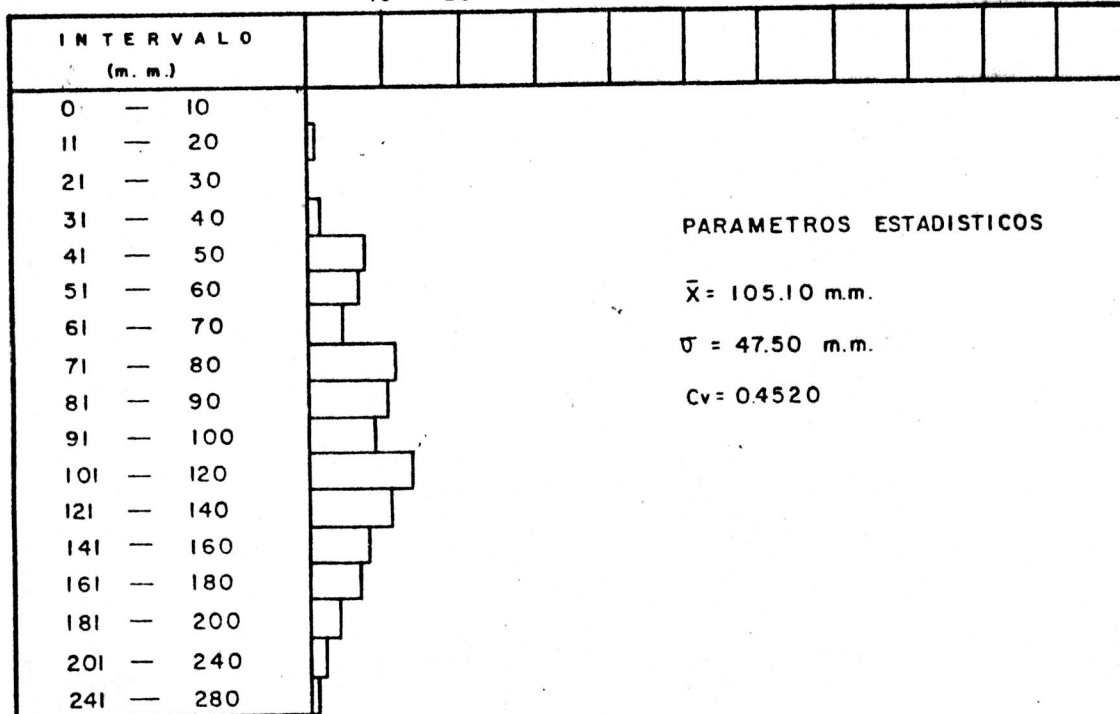
$\sigma = 46.21$  m.m.

$Cv = 0.5593$

JUNIO

FRECUENCIA RELATIVA

10 20 30 40 50 60 70 80 90 100%



PARAMETROS ESTADISTICOS

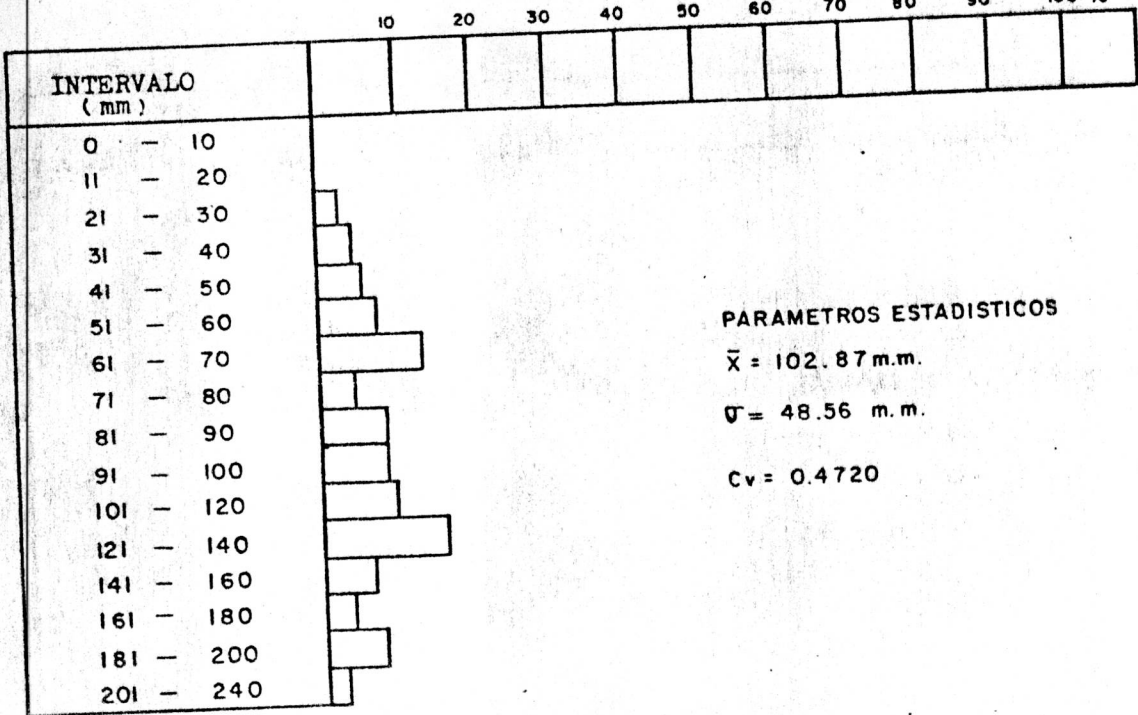
$\bar{X} = 105.10$  m.m.

$\sigma = 47.50$  m.m.

$Cv = 0.4520$

JULIO

FRECUENCIA RELATIVA



PARAMETROS ESTADISTICOS

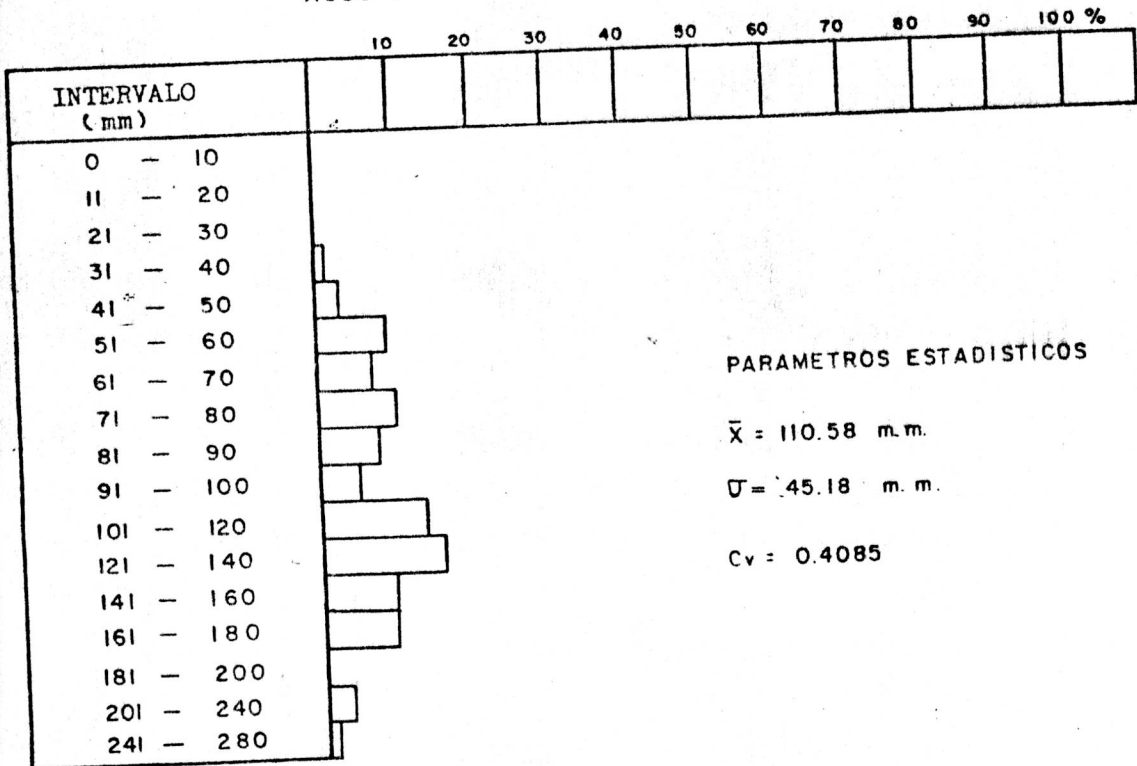
$\bar{X} = 102.87 \text{ m.m.}$

$\sigma = 48.56 \text{ m.m.}$

$C_v = 0.4720$

AGOSTO

FRECUENCIA RELATIVA



PARAMETROS ESTADISTICOS

$\bar{X} = 110.58 \text{ m.m.}$

$\sigma = 45.18 \text{ m.m.}$

$C_v = 0.4085$

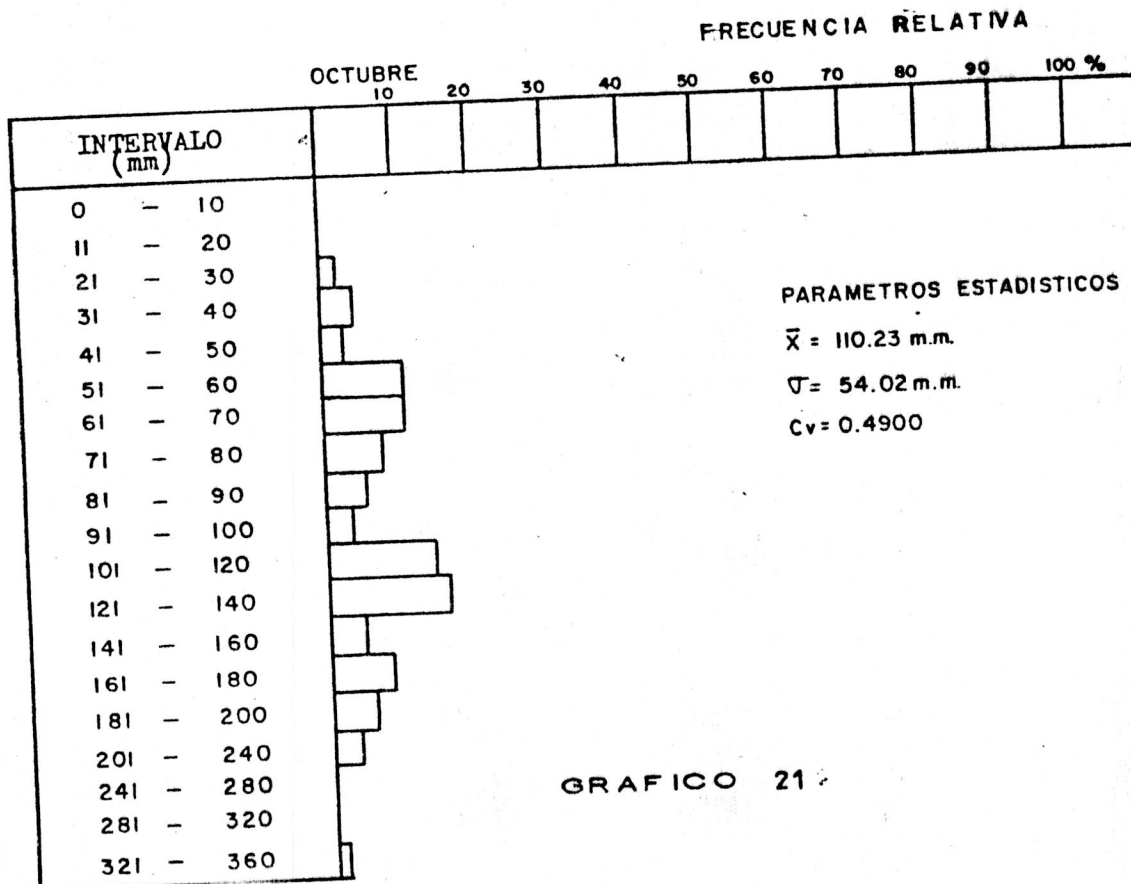
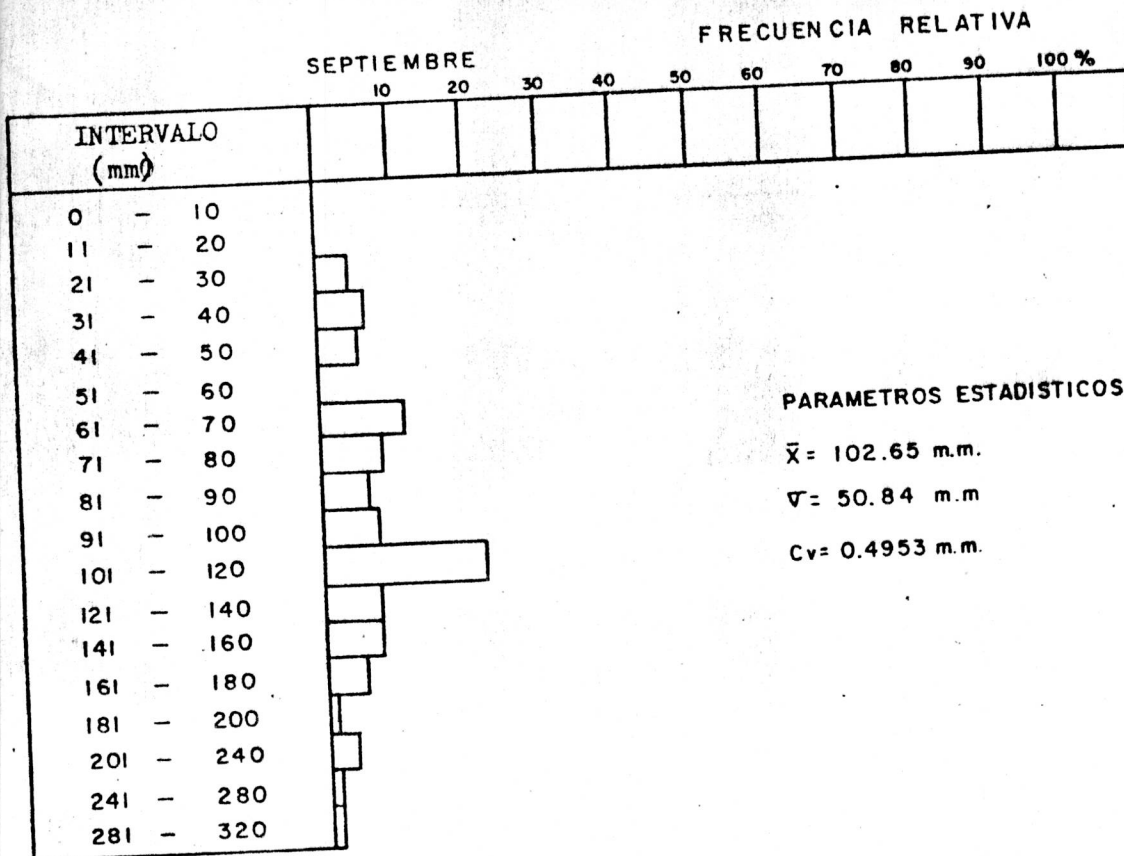
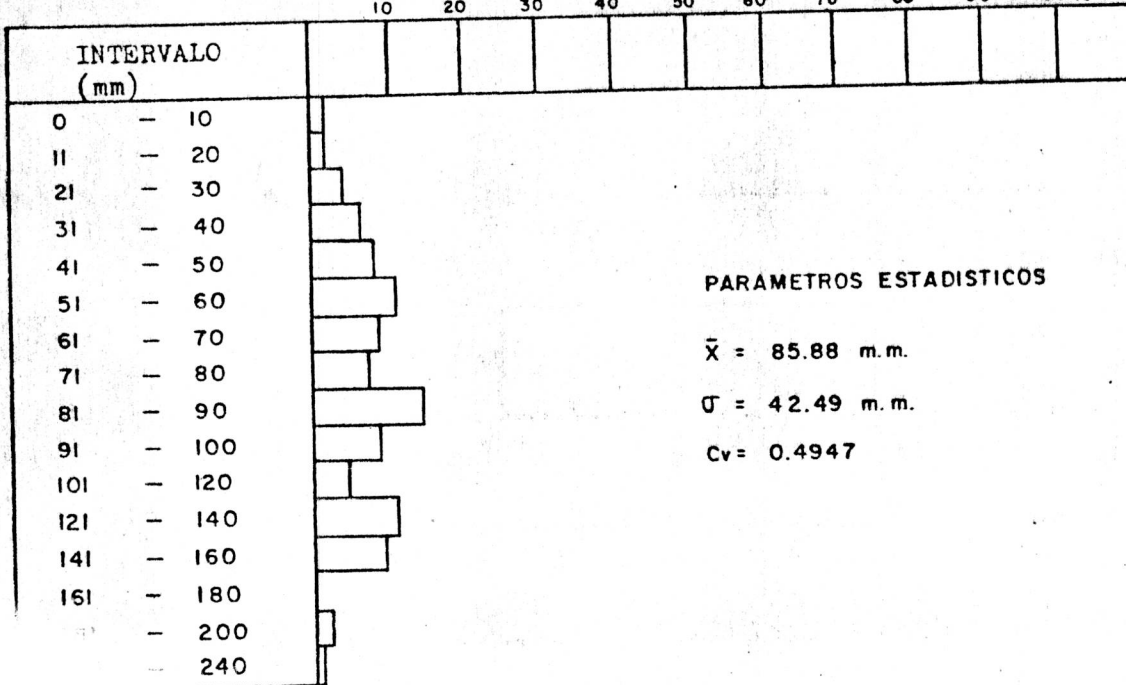


GRAFICO 21

NOVIEMBRE

FRECUENCIA RELATIVA

10 20 30 40 50 60 70 80 90 100%



PARAMETROS ESTADISTICOS

$\bar{X} = 85.88$  m.m.

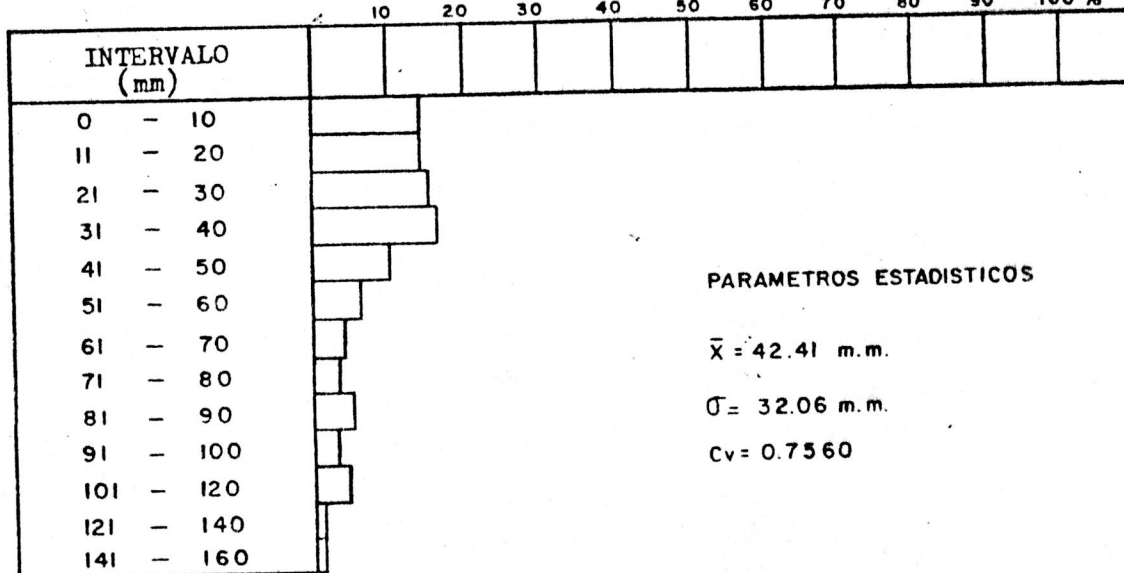
$\sigma = 42.49$  m.m.

$C_v = 0.4947$

DICIEMBRE

FRECUENCIA RELATIVA

10 20 30 40 50 60 70 80 90 100%



PARAMETROS ESTADISTICOS

$\bar{X} = 42.41$  m.m.

$\sigma = 32.06$  m.m.

$C_v = 0.7560$

GRAFICO DE PRECIPITACION MENSUAL  
DEL AÑO MAS PLUVIOSO: 1.938  
ESTACION OBSERVATORIO CAJIGAL (1.891-1.982).  
TOTAL DE PRECIPITACION: 1.269.0 m.m.

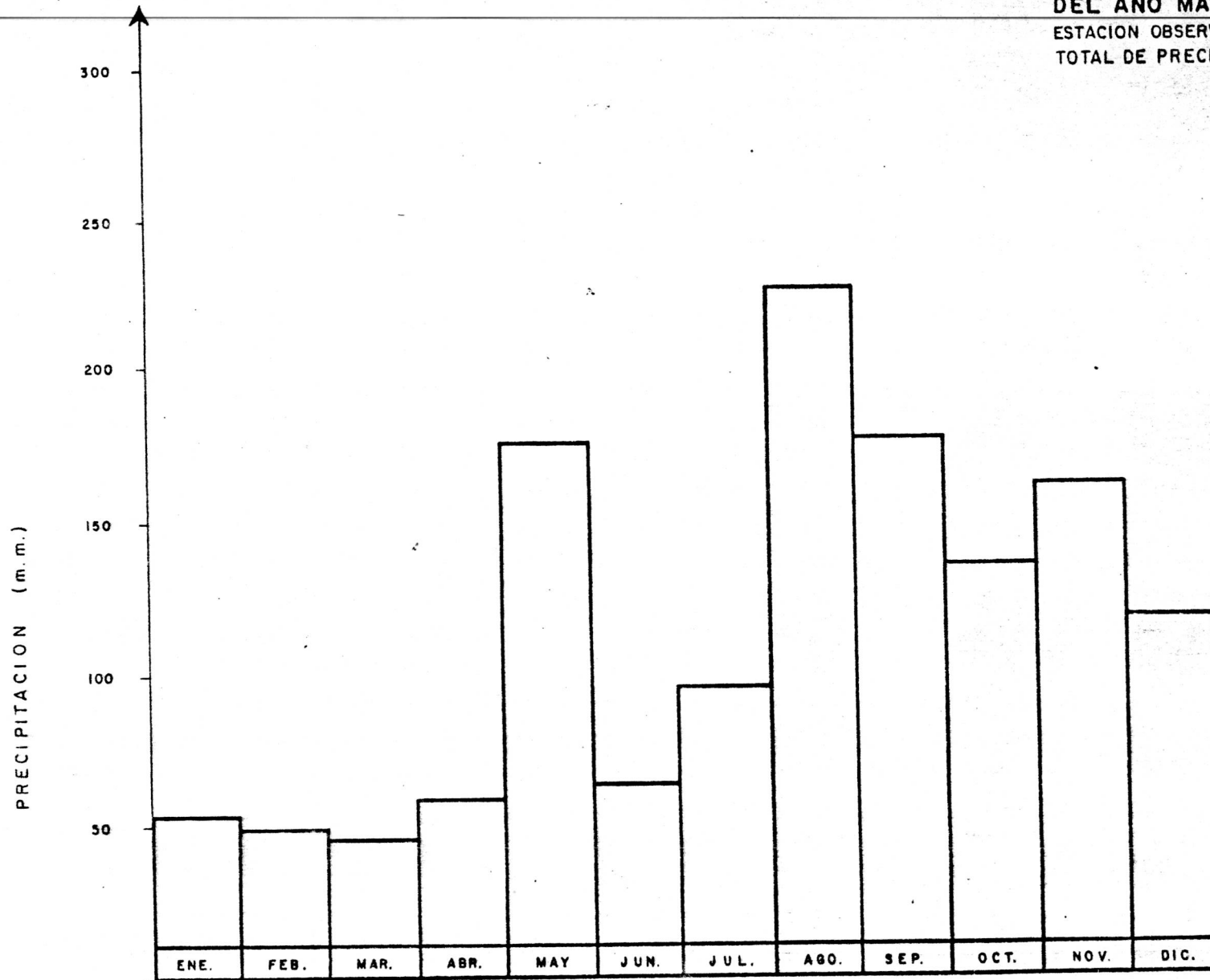


GRAFICO 23

GRAFICO DE PRECIPITACION  
DEL AÑO MAS SECO: 1914  
ESTACION OBSERVATORIO CAJIGAL (1891-1982)  
TOTAL DE PRECIPITACION: 455.9 mm.

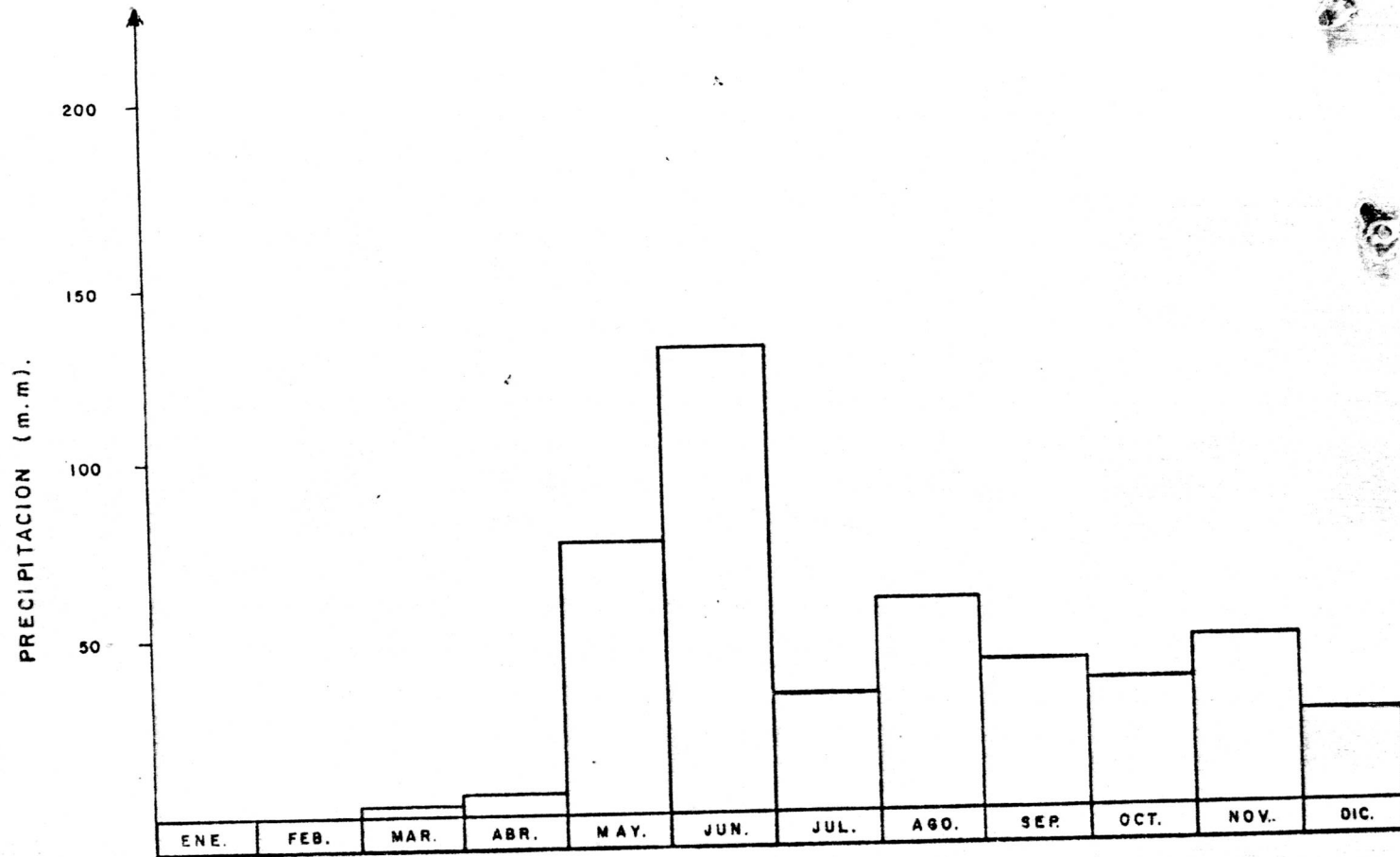


GRAFICO 24

Del análisis realizado se obtuvieron los siguientes resultados: la precipitación promedio para el período es de 824.3 mm.

El grado de dispersión ó desviación típica (S) de los datos con respecto a la media es de:  $S = 178.5$  mm.

La docimasia estadística indica la no existencia de algún cambio significativo en la precipitación en las series analizadas, que permitan indicar ó inferir la presencia de un cambio climático. El comportamiento mensual de la precipitación está bien definido por la presencia de una época seca (Diciembre-Abril) y una época lluviosa (Mayo-Noviembre).

Las características de la lluvia indican una ligera tendencia a ser un área seca, ya que presenta un 54.3% por abajo de la media, y un 45.7% por arriba del promedio anual.

El mes más lluvioso es Julio con 131.5 mm de promedio, seguido por Octubre y Junio con 124.4 y 102.2 mm respectivamente. Graf 23-24.

El año con mayor precipitación registrada en la serie fué en 1938 con un total de 1269 mm; y el de menor precipitación fué en 1914 con 458.9 mm.

El mes con mayor precipitación fué Octubre, ya que registró una máxima absoluta de 327.4 mm, en 1954, seguida por Septiembre con 288.1 mm en 1927.

Analizando el comportamiento anual y mensual de las lluvias en la serie completa (92 años); se observa que no hay oscilaciones marcadas en los promedios, que indiquen algún cambio de orden climático local; solo una ligera variación en algunos períodos, donde existe cierto desfazamiento de la precipitación mensual; es decir que los meses con mayores lluvias, no siempre son los mismos, en algunos años varía. De allí la dificultad en poder determinar el comportamiento de este parámetro en el tiempo (anualmente); ya que no siguen ningún patrón de distribución bien definido, que nos permitan predecir los períodos de retorno de las lluvias ó de sequías, y por ende tomar las previsiones para efectos de planificación regional y urbana.

No obstante la variabilidad interanual analizada sigue una tendencia cíclica cada diez años; de allí que el ciclo del año 1980 al 90 la curva sigue por arriba de la media, lo cual es un indicativo

de que sí se cumple dicho ciclo; es factible que los próximos años del 85 al 89 sean años lluviosos ó normales por encima del promedio anual.

Sin embargo el análisis de sólo éste parámetro no es suficiente, ya que existe una interrelación entre todos los parámetros meteorológicos, tales como: temperatura, humedad, radiación, insolación, viento, etc. Ello nos permitiría vislumbrar en forma cualitativa y cuantitativa alguna variación climática que pudiera haber ocurrido en el área estudiada. De allí la necesidad de continuar trabajando e investigando con todos estos parámetros meteorológicos.

A N E X O S

ESTACION: Caracas-Cagigal.

Lat : 10° 30' N.

Long: 66° 55' W.

Elevación: 1.035 m.S.N.M.

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
	PRECIPITACION (mm)												
1891	18.7	4.0	16.1	48.6	54.2	45.3	165.0	69.3	96.6	112.1	83.1	42.9	755.9
92	33.2	33.0	37.4	94.4	85.5	164.8	187.3	122.9	95.7	138.0	88.6	19.0	1199.8
93	4.0	8.6	0.7	29.3	131.8	71.3	203.2	43.0	46.0	151.9	79.4	92.3	961.5
94	23.6	15.1	5.1	0.0	42.3	30.6	60.9	106.2	99.3	64.8	87.4	59.2	594.5
95	60.9	3.6	13.7	17.7	45.0	136.8	56.0	65.4	93.9	117.3	135.0	40.1	785.4
96	13.2	0.2	4.8	115.3	110.0	118.4	36.6	69.8	30.8	64.5	128.0	54.2	745.8
97	41.5	0.8	0	5.4	79.0	99.1	126.1	93.3	38.6	139.2	81.4	78.2	785.6
98	9.9	0	68.3	17.7	23.9	78.8	107.2	150.4	114.1	79.6	105.8	12.3	768.0
99	15.5	4.4	2.1	0	0	116.0	63.5	88.2	100.3	114.2	98.8	41.0	604.0
1900	22.2	4.8	50.5	28.8	14.4	84.0	169.5	138.8	88.1	141.3	109.5	0	851.9
--Media 1891-1900	24.3	7.8	19.9	35.7	68.6	94.5	117.5	94.7	90.3	112.3	95.7	43.9	805.2

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
	PRECIPITACION (mm)												
1901	16.4	0.4	1.1	0.9	38.6	76.9	192.9	119.3	75.4	141.4	128.1	38.0	829.4
02	61.6	0	0	15.4	104.4	114.9	93.2	75.5	178.0	52.5	27.0	68.3	770.7
03	6.9	0	0	30.2	73.8	109.4	130.0	126.1	66.1	121.6	83.7	85.7	833.5
04	15.9	3.4	101.2	126.2	39.6	95.5	75.6	124.4	82.8	74.9	41.9	12.3	794.1
05	9.7	2.6	9.8	105.1	165.0	61.7	119.6	117.8	109.7	60.9	159.6	58.8	977.6
06	1.6	6.2	0.3	4.1	95.1	183.4	126.2	103.5	110.8	133.8	55.8	94.2	915.0
07	99.3	7.4	69.1	8.7	107.4	86.2	184.4	81.3	47.6	105.1	80.6	9.7	886.8
08	0	1.1	0.4	49.7	62.1	90.9	67.1	93.8	206.9	113.8	58.4	41.2	785.4
09	42.6	4.5	1.7	124.5	48.8	90.0	97.2	157.4	34.5	127.4	97.5	142.2	968.3
1910	44.1	59.4	24.8	20.4	142.1	133.6	29.9	94.7	57.5	60.6	86.7	29.2	783.0
--Media 1901-1910	29.8	8.5	20.8	48.6	85.7	104.3	111.3	109.4	96.9	99.2	81.9	58.0	854.4

ESTACION: Caracas-Cagigal.

Lat : 10° 30' N.

Long: 66° 55' W.

Elevación: 1.035 m.S.N.M.

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
	PRECIPITACION (mm)												
1911	10.5	25.5	6.4	40.0	95.0	162.8	153.7	174.8	45.2	61.3	85.2	39.1	899.5
12	1.8	0	0	3.2	26.9	115.2	138.7	102.5	86.5	54.7	81.2	31.2	641.9
13	44.9	0.9	12.2	0	53.6	78.3	66.2	90.3	113.6	73.5	87.9	43.5	664.8
14	0	0	1.0	5.9	79.3	131.2	34.5	60.0	39.8	35.2	47.3	24.7	458.9
15	19.5	43.7	0	122.1	52.7	128.2	77.0	118.2	169.4	120.1	23.5	5.6	880.0
16	11.6	30.7	13.9	3.3	42.3	80.0	126.8	168.9	174.4	58.5	145.7	42.2	898.3
17	14.4	10.4	6.3	30.9	31.3	181.1	141.6	73.3	80.0	62.5	28.8	101.9	762.5
18	12.7	14.2	12.8	20.1	101.2	87.2	139.7	119.6	26.8	91.6	44.0	10.7	680.6
19	0	0.3	23.2	113.0	35.4	122.8	63.9	104.4	108.1	95.1	123.1	4.7	794.8
1920	2.2	1.3	6.0	0	94.5	131.6	98.5	79.6	209.5	43.9	78.5	18.6	764.2
Media 1911-1920	11.8	12.7	8.2	33.9	61.2	121.8	104.1	109.2	105.3	69.7	74.5	32.2	744.6

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
	PRECIPITACION (mm)												
1921	25.1	0.3	33.5	16.9	59.1	230.2	95.1	147.9	151.6	141.8	145.6	90.7	1137.8
22	33.4	4.1	7.0	0.9	129.8	69.5	41.0	78.9	109.4	136.0	75.5	47.6	733.1
23	67.4	0	6.2	9.4	67.0	42.6	89.8	74.7	75.6	125.6	58.9	66.0	683.2
24	3.4	1.6	0	45.2	60.3	74.3	152.2	154.1	251.9	198.4	151.9	8.0	1101.3
25	4.7	1.8	9.8	6.3	54.4	101.3	49.3	172.9	130.4	100.5	42.8	11.0	685.2
26	0.9	0	0.3	0	48.1	72.4	133.6	170.4	120.9	185.8	135.3	117.5	985.2
27	33.7	7.5	30.3	67.0	84.6	118.3	138.1	86.0	288.1	67.2	217.1	39.5	1243.4
28	52.4	1.1	2.7	4.4	18.4	133.2	114.0	252.0	68.1	131.2	143.5	40.8	961.8
29	0	1.9	19.3	11.7	145.2	61.9	42.1	64.4	107.0	50.0	67.4	7.3	578.2
1930	17.0	5.0	1.0	35.6	33.6	102.4	62.5	53.1	136.9	168.9	140.1	18.0	774.1
Media 1921-1930	23.8	8.9	11.0	19.7	70.1	100.6	91.8	125.4	144.0	130.5	117.8	44.6	888.3

ESTACION: Caracas-Cagigal.

Lat : 10° 30' N.

Long: 66° 55' W.

Elevación: 1.035 m.S.N.M.

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
	PRECIPITACION (mm)												
1931	1.3	0.0	0	9.4	113.9	130.7	232.3	74.4	77.6	138.6	149.5	32.6	960.3
32	50.7	2.8	12.5	24.6	135.9	88.8	146.3	215.0	82.1	161.5	130.1	78.0	1128.3
33	38.4	15.6	14.8	25.1	122.9	69.8	197.6	169.7	183.7	138.2	145.9	132.0	1253.7
34	29.2	2.7	4.0	0	66.9	17.3	35.7	45.7	68.6	177.3	24.9	24.8	497.1
35	4.1	10.7	4.2	38.1	133.4	32.0	67.4	125.0	40.8	51.0	99.1	37.5	643.3
36	0.5	4.6	9.2	12.9	106.7	108.9	125.6	53.4	66.1	226.1	90.8	28.9	833.7
37	63.7	6.8	0	38.9	81.7	100.9	50.2	90.5	82.7	50.6	95.6	22.2	638.8
38	45.1	41.8	36.8	50.7	167.7	54.2	87.7	218.5	168.1	136.1	153.2	109.1	269.0
39	5.0	2.9	2.5	3.7	18.2	61.7	29.5	134.6	40.3	78.7	96.8	29.4	503.3
40	0.6	3.0	5.3	7.1	22.1	78.9	86.5	107.9	48.5	131.8	82.7	21.0	595.4
Media 1931-1940	23.9	9.1	8.9	21.1	96.9	74.3	105.9	123.5	85.9	129.0	106.9	51.6	832.3

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
	PRECIPITACION (mm)												
1941	4.1	0.9	0	10.9	77.8	75.0	95.0	75.8	121.3	84.6	36.6	2.6	584.6
42	24.5	0.2	12.8	46.4	167.2	142.4	65.1	61.6	172.0	192.9	82.6	65.7	1033.2
43	39.1	25.5	22.4	72.5	118.3	44.9	62.7	60.7	129.2	132.6	92.8	39.3	840.0
44	8.1	2.1	0.2	12.3	148.9	112.6	86.0	127.5	126.8	60.1	191.1	18.2	893.9
45	0.6	0.9	1.5	31.1	158.3	168.2	45.4	58.0	67.8	113.1	37.9	18.3	701.1
46	4.9	1.2	3.7	33.7	112.9	88.1	64.9	129.8	120.0	105.9	18.0	39.5	722.6
47	11.5	0.5	0	1.0	47.6	98.5	119.1	134.7	61.2	63.6	31.5	12.3	581.5
48	12.9	1.3	23.6	76.9	60.5	147.0	139.3	179.4	50.2	65.8	42.8	23.2	822.9
49	0.4	12.7	21.4	0	16.8	161.3	61.0	65.6	45.6	221.2	122.4	81.1	809.5
1950	99.2	15.8	4.3	12.9	114.7	235.2	57.0	140.7	113.6	228.4	155.0	37.7	1214.5
Media 1941-1950	20.5	9.1	9.0	29.8	102.3	127.3	79.6	103.4	100.8	126.8	81.1	33.8	820.4

ESTACION: Caracas-Cagigal.

Lat : 10° 30' N.

Long: 66° 55' W.

Elevación: 1.035 m.S.N.M.

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
	PRECIPITACION (mm)												
1951	37.5	224.0	46.6	61.2	56.9	97.1	102.2	45.0	61.0	39.1	105.2	44.8	920.6
52	5.2	0	5.4	49.7	120.2	52.6	66.5	94.2	144.0	107.1	48.3	114.8	808.0
53	29.4	24.7	1.9	9.8	97.8	87.5	98.8	87.3	125.0	104.8	70.8	33.0	770.8
54	11.4	9.9	0.4	76.3	54.2	141.7	182.7	149.6	84.1	327.4	60.5	98.2	1196.4
55	37.5	3.5	11.8	58.5	36.8	156.6	132.5	86.9	154.4	138.9	75.6	13.0	911.0
56	72.7	6.1	23.2	3.1	39.2	74.9	85.0	121.4	61.4	73.7	36.0	63.7	660.4
57	23.3	1.5	0	37.1	72.4	88.1	56.3	74.0	108.1	115.1	48.8	12.4	637.1
58	2.8	3.9	0.9	14.8	151.4	260.6	145.1	178.9	142.4	58.3	35.1	4.6	998.8
59	0.2	0.0	0	0.9	185.0	57.4	94.8	56.3	100.1	77.1	89.9	7.8	669.5
60	5.4	7.3	8.1	125.1	73.6	95.9	113.9	179.8	93.4	57.8	121.9	81.8	964.0
Media 1951-1960	22.5	28.1	9.8	43.7	88.8	111.2	108.3	107.3	107.4	109.9	69.2	47.4	853.7

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
	PRECIPITACION (mm)												
1961	0.6	3.4	3.8	1.2	9.8	44.4	167.6	120.2	111.1	61.6	92.9	38.6	655.2
62	6.0	3.2	8.4	1.2	91.1	143.9	90.3	159.5	67.0	86.2	63.1	40.4	760.3
63	28.8	0.0	0.6	50.3	207.9	147.1	90.5	93.0	158.2	66.6	94.0	13.4	950.4
64	2.0	0.0	0	6.2	103.8	197.2	153.6	161.2	107.9	101.4	52.3	29.9	915.5
65	37.0	49.8	0	6.0	81.7	124.5	195.3	110.8	80.5	66.8	53.7	5.8	811.9
66	20.5	20.0	0	71.2	44.6	168.4	107.7	102.3	67.9	161.5	190.0	52.1	1006.2
67	16.8	1.8	11.5	19.7	50.4	51.1	131.6	73.2	106.6	176.3	95.4	26.7	760.1
68	1.5	44.1	3.9	66.4	139.8	135.6	119.8	59.0	127.5	49.6	49.0	30.3	826.5
69	39.6	36.1	32.6	63.7	59.5	73.0	81.6	132.0	114.8	178.8	64.8	56.5	933.0
70	27.1	0.2	81.5	28.0	85.9	181.6	131.9	149.1	108.6	83.2	70.6	45.9	993.6
Media 1961-1970	18.0	15.9	14.2	31.4	87.5	126.7	127.0	116.1	104.9	103.2	82.6	34.0	861.3

ESTACION: Caracas-Cagigal.

Lat : 10° 30' N.

Long: 66° 55' W.

Elevación: 1.035 m.S.N.M.

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
	PRECIPITACION (mm)												
1971	8.1	5.9	3.3	26.9	89.2	49.5	57.1	77.8	73.0	103.9	78.0	45.6	618.3
72	38.6	10.6	14.4	41.2	151.7	57.9	55.9	38.4	28.4	191.6	54.9	15.4	799.0
73	0.8	0.2	0.1	52.9	19.8	56.6	31.2	125.5	115.8	85.6	108.9	55.4	652.8
74	13.0	2.9	20.5	0.3	85.2	46.4	200.0	210.6	118.6	177.8	70.2	3.9	949.4
75	6.9	6.5	0.0	22.3	63.7	90.0	63.6	147.7	214.8	193.9	73.8	89.8	973.0
76	13.1	9.4	12.3	25.0	13.6	104.8	97.7	134.9	20.4	168.7	57.0	32.5	689.4
77	0	1.2	2.3	0.1	83.4	142.6	80.6	144.3	67.8	79.6	131.5	3.4	736.8
78	0	0	4.3	68.8	96.2	91.1	101.4	55.6	37.6	82.1	37.5	41.5	616.1
79	12.4	1.9	27.5	48.6	82.7	176.0	74.5	62.7	77.7	138.0	60.2	75.8	838.0
80	11.7	2.4	0	64.2	77.4	46.9	131.6	121.4	109.5	54.2	67.8	27.6	717.4
Media 1971-1980	10.5	4.1	18.5	35.0	76.3	86.2	89.4	112.0	86.4	127.5	74.0	39.1	759.0

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
	PRECIPITACION (mm)												
1981	7.5	72.0	8.7	216.8	129.5	92.7	137.9	113.5	151.8	30.3	61.1	25.2	1045.6
82	30.3	16.4	9.3	76.3	98.5	108.6	60.9	48.6	110.8	129.3	3.8	33.3	726.1

## BIBLIOGRAFIA

1. Comandancia General de la Armada. Dirección de Hidrografía y Navegación. Archivo datos de precipitación. 1891-1980. Sección de Climatología. Caracas
2. FREILE, ALFONSO. Meteorología y Climatología Tropical de Venezuela. Estado Mayor Conjunto. Caracas, 1969. 359 p.
3. GROSSKE, FERDINAND. Sobre la Pluviosidad en Caracas. Ediciones del Concejo Municipal del Dto. Federal. Caracas, 1968. 143 P.
4. GOLDBRUNNER, ANTONIO. El Clima de Venezuela y su Clasificación Curso de Extensión en Meteorología. Caracas. 1976. 14 p.
5. PACHECO, PEDRO PABLO. Características de las Precipitaciones en Venezuela. Curso de Extensión en Meteorología. Caracas. 1976. 16 p.
6. ----- Perturbaciones Meteorológicas que originan Inundaciones en Caracas. I Jornadas de Protección Civil del Distrito Sucre. Caracas. 1982. 40 p.
7. KURTY HUBSCHMANN. PERDOMO, MATA. Temporada de lluvias en las Costas Venezolanas, durante el año 1975. Simposium sobre Investigaciones Marinas en el Caribe y Regiones Adyacentes. Caracas, 12-16 Julio. 1976. 16 p.
8. PIÑERO, ALFREDO. Desplazamiento de la Convergencia Intertropical sobre Territorio Venezolano. U.C.V. Escuela de Geografía. Caracas, 1976. 114 p.
9. ----- Elementos Básicos de Meteorología. Primer Curso Básico. Ministerio de la Juventud. Dirección Sectorial. Promoción Juvenil. Caracas, 1980. 74 p.
10. RIEHL, HERBERT Sobre el estado del tiempo en Venezuela. Resumen de los Experimentos realizados en Venezuela en - 1969 y 1972. National Center for Atmospheric Research Boulder. Colorado. Dic 1977. 41 p.
11. RODRIGUEZ, E MARIA E. MARTIENA L. EDGAR. La pluviosidad en Caracas. 1891-1982. Trabajo especial para optar al Título de Ing. Hidrometeorologista. U.C.V. 1984.
12. SPIEGEL, MURRAY. Estadística. Mc Graw Hill de Mexico. 1970. 357 p.