III.2. Materiales y Métodos

III.2.1. Definición de la *Ventana de Trabajo*

El principal problema a enfrentar en el análisis temporal de las precipitaciones es que en los 172 km^2 que abarca el *Área de Estudio*, definido en el Capítulo II, no existen estaciones pluviométricas (Figura III.4). La estación más próxima se encuentra a más de 20 km de distancia y sus registros sólo cubren los últimos 44 años (Estación Palenque, Serial 3502[1], Lapso 1953-1997). Según los objetivos planteados en este capítulo, y en el estudio general, es importante establecer cual ha sido la dinámica de las precipitaciones en la zona a varias escalas temporales de trabajo. Para generar datos confiables y representativos de la historia de las precipitaciones se decidió por establecer una *Ventana de Trabajo* conformada por estaciones pluviométricas que pertenecían a la misma provincia climática. Partiendo del centro geométrico del *Área de Estudio*, coordenadas LAT 8°50'10,5'' N y LON 66°44'26,6'' W (UTM, Huso 19: LAT 748.500, LON 977.500), y describiendo una espiral excéntrica, fueron consideradas para conformar la *Ventana de Trabajo* todas aquellas estaciones que presentaban una misma distribución relativa anual de precipitaciones. Esto se realizó hasta lograr disponer de datos suficientes para cubrir la serie temporal más amplia dentro del menor radio de *ventana* posible. Los datos de las estaciones fueron suministrados por el Servicio de Hidrología del Ministerio del ambiente (MARN).

Según Fernández-García (1996), un análisis espacial como el que se platea en este trabajo permite establecer las relaciones entre los valores puntuales registrados en una población de estaciones pluviométricas e identificar los factores que los determinan. Se trata, por tanto, de un modelo de distribución espacial que permite extrapolar la información puntual a un espacio más extenso con el fin de poder inferir la precipitación registrada en un área de particular interés. Tradicionalmente, los mapas de isoyetas han servido como principal herramienta en la modelización espacio-temporal de la dinámica de las precipitaciones. Las isoyetas son líneas que unen puntos de igual precipitación, por lo que en realidad definen áreas de precipitación cuyo valor corresponde a la media de las dos isoyetas que lo delimitan. La

[1] Serial asignado por el Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales.

densidad de estaciones y los valores registrados en ellas condicionan el intervalo de su trazado. En el presente trabajo, el programa SURFER™ sirvió para establecer las relaciones espaciales y obtener las representaciones gráficas que resultaban de interpolaciones Krigging. La interpolación Krigging es un método geoestadístico de cuadriculación que permite la expresión espacial de las tendencias de una población de datos.

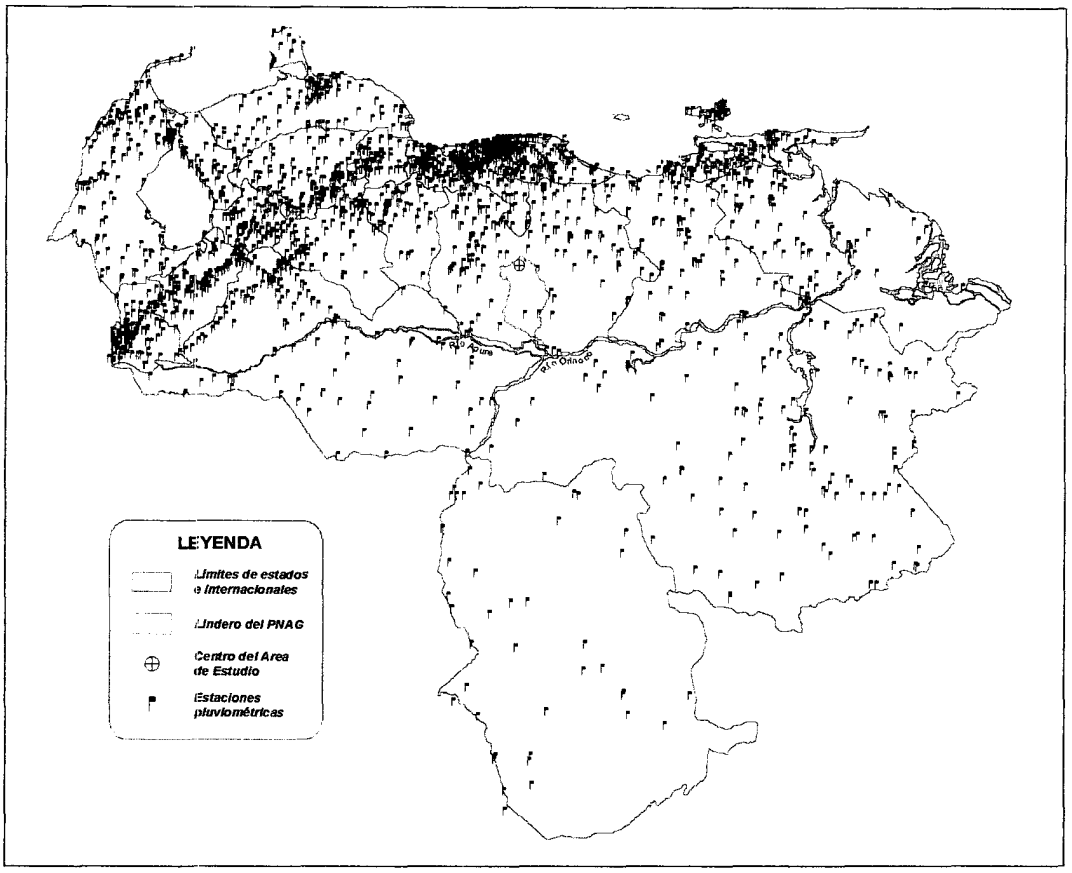


Figura III.4. Distribución espacial de las estaciones con registros pluviométricos en base mensual disponibles en el MARN.

III.2.2. Análisis de los datos de la *Ventana de Trabajo*

Los datos de la *ventana de trabajo* fueron analizados sobre la base de diferentes escalas temporales, a saber: *mensual*, *estacional* y *anual*. Sobre la estacionalidad en Los Llanos del Orinoco, Monasterio (1970) y Goldbrunner (1976) plantean la existencia de dos períodos de transición entre las dos principales estaciones climáticas: seca y lluviosa. Los datos de las estaciones pluviométricas que conforman la *Ventana de Trabajo* se encuentran originalmente

en base mensual; en este sentido, para confirmar la observación de estos autores así como facilitar el estudio de la dinámica temporal de la estacionalidad presente, se procedió a agrupar, en primer lugar, aquellos meses contiguos que por sus valores de precipitación media, relativa al total anual, pudieran ser identificados fácilmente como pertenecientes a una de las dos principales estaciones. Luego, aquellos meses contiguos cuyos valores se ubicaran intermedios a estos dos principales grupos, fueron a su vez agrupados y tratados cómo de transición a la estación húmeda (*entrada de las lluvias*) y a la estación seca (*salida de las lluvias*).

La serie completa de datos en base mensual comprende 76 años. Sobre ésta se realizaron análisis de la variación temporal medias relativas mensuales, estacionales y anuales agrupando los datos en 4 series anuales contiguas de 19 años cada una: *1922-1940*, *1941-1959*, *1960-1978* y *1979-1997*. Tanto el análisis sobre la base de series anuales, así como los otros análisis arriba descritos, están referidos a una media relativa (mensual, estacional o anual según el caso) a la de la serie. Las series se escogieron no sólo en base a que fueran de igual duración, sino también a que fueran representativas de la historia pluviométrica previa a cada misión aerofotográfica fotointerpretada en el Capítulo II del presente trabajo (*1938*, *1961*, *1978* y *1997*), información que facilitaría la identificación de posibles relaciones entre la dinámica espacio-temporal de las leñosas y aquella de las precipitaciones (Capítulo IV).

III.2.3. Análisis en *base diaria* de las precipitaciones

Para el análisis en base diaria se utilizaron los datos de aquella estación pluviométrica más cercana al centro geométrico del área de estudio y con la mayor cantidad de años de registros ininterrumpidos disponibles. En este caso, la estación *San Fernando de Apure* (Serial 4404), ubicada a 129 km y con 37 años (1961-1997), presentaba la base de datos de registros más confiable y extensa de aquellas disponibles en el MARN. Además, Goldbrunner (1976) sostiene que, para conocer la distribución diaria anual de la precipitación en gran parte de Venezuela con sus períodos de sequía y lluvia, San Fernando de Apure puede servir de prototipo.

Considerando como *día de precipitación* aquel que presentara una intensidad $\geq 0,1$ mm/día, se realizaron análisis de su frecuencia mensual, estacional y anual agrupándolos en

clases de frecuencia cuyas intensidades (en mm/día) correspondían a: ***<1***, ***1-5***, ***5-10***, ***10-25***, ***25-50***, ***50-75*** y ***>75***. La significación en las relaciones entre la distribución temporal de los eventos de precipitación de diferentes intensidades y con las precipitaciones medias mensuales, estacionales y anuales, se establecieron a través de correlaciones *Pearson*. Esto para las series anuales ***1961-1978*** (18 años), ***1979-1997*** (19 años) y global (***1961-1997***, 37 años).

Para el análisis de la dinámica temporal de *veranitos*, definidos estos como aquella serie ≥5 días consecutivos con precipitaciones de <1mm comprendida dentro la estación húmeda (Assad *et al.* 1994); en nuestro caso, desde abril hasta noviembre. Para facilitar los análisis, los *veranitos* fueron agrupados en tres clases: de ***5 días***, de ***10 días*** y de ***15 días*** de duración. En cada caso y dependiendo de la escala temporal considerada, la frecuencia de *veranitos* fue correlacionada (*Pearson*) con la distribución media de las precipitaciones mensual, estacional o anual, según el caso.

III.2.4. Relación entre las precipitaciones de la *ventana de trabajo* y la dinámica temporal de las *variables macroclimáticas*

Para establecer las posibles causas de la variabilidad temporal de las precipitaciones para la *ventana de trabajo* se analizaron las correlaciones *Pearson* que resultan al relacionar las bases de datos mensuales de precipitación con aquellas de las principales *variables macroclimáticas* (*VM*). Para identificar y conocer mejor posibles interacciones entre las precipitaciones y las *VM*, el análisis se realizó bajo siete condiciones diferentes de retardo o *lags* en las *VM*: *0*, *-1*, *-2*, *-3*, *-4*, *-5* y *-6*. Es decir, una población de datos de precipitación para un tiempo *t* era relacionada con aquella de las *VM* para un tiempo *t-n*. Por ejemplo, para un *lag -3* los datos de precipitación de octubre eran relacionados con aquellos de las *VM* del julio anterior. Para un *lag 0*, los datos tanto de precipitación como de las *VM* correspondían al mismo mes del mismo año. Para facilitar la identificación de posibles relaciones entre las precipitaciones y las *VM*, se decidió agrupar los datos utilizando las mismas series anuales empleadas en la sección III.2.2, es decir: *1922-1940*, *1941-1959*, *1960-1978* y *1979-1997*; así como la serie completa de 76 años *1922-1979*.

La selección de las *VM* se realizó en base a información disponible en la bibliografía sobre los efectos directos o indirectos, positivos o negativos, de sus dinámicas (teleconexiones) en el clima del norte de Sudamérica y el Caribe, y por consiguiente en el área que comprende el presente estudio. Según el NRC-PCVDCTS (1998), Giannini *et al.* (2000), Hurrell (2000), Hurrell y Deser (2001), Martelo (2002) y el NRC-CACC (2002), las principales *VM* para considerar son las variables atmosféricas: *Oscilación del Atlántico Norte* (**NAO**), *Indice de Oscilación Sur* (**SOI**) e *Indice del Pacífico Norte* (**NPI**), que expresan la diferencia en la presión atmosférica a nivel del mar (*SSP*) entre dos puntos geográficos distintos; así como las variables oceánicas: *Atlántico Norte Tropical* (**NATL**), *Atlántico Sur Tropical* (**SATL**), *Región Niño 3.4* (**N34**), *Oscilación Decadal del Pacífico* (**PDO**) y *Norte del Atlántico Norte* (**NAN**), cuyas unidades expresan la temperatura media de la superficie del mar (*SST*) en una región determinada. De igual forma, y dentro también del contexto de los cambios climáticos globales, hemos incluido en los análisis información sobre la variabilidad temporal de las temperaturas tanto marinas como terrestres para una extensa región comprendida entre los paralelos 20°N-20°S (**TROPICO 20-20**), así como la temperatura global (**GLOBAL**). En la Tabla III.1 se presenta una lista de las *VM* seleccionadas y la fuente donde se obtuvieron los datos; la Figura III.5 expresa la distribución espacial de algunas de estas *VM*.

Tabla III.1. ***Variables macroclimáticas*** **usadas para explicar la variabilidad temporal en las precipitaciones del área de estudio.**

Variable Macroclimática	Nombre	Unidades[2]	Fuente
NAO	Oscilación del Atlántico Norte	*SSP* – anom.	http://www.cru.uea.ac.uk/cru/data/nao.htm
SOI	Indice de Oscilación Sur	*SSP* – anom.	http://www.cru.uea.ac.uk/cru/data/soi.htm
NPI	Indice del Pacífico Norte	*SSP* – anom.	http://www.cgd.ucar.edu/cas/catalog/climind/npi.html
NATL	Atlántico Norte Tropical	*SST* – anom.	http://www.cdc.noaa.gov/Correlation/natl.data
SATL	Atlántico Sur Tropical	*SST* – anom.	http://www.cdc.noaa.gov/Correlation/tsa.data
N34	Región Niño 3.4	*SST* – anom.	http://www.cgd.ucar.edu/cas/catalog/climind/TNI_N34/index.html
PDO	Oscilación Decadal del Pacífico	*SST* – anom.	http://jisao.washington.edu/pdo/PDO.latest
NAN	Norte del Atlántico Norte	*SST* – anom.	http://tao.atmos.washington.edu/data_sets/surface_temperature.htm
TROPICO 20-20	Temperatura entre 20°N-20°S	*Temp* – anom.	http://tao.atmos.washington.edu/data_sets/tropical_sstanomaly
GLOBAL	Temperatura Global	*Temp* – anom.	http://www.cru.uea.ac.uk/cru/climon/data.dtm

[2] *SSP* – presión atmosférica a la superficie del mar; *SST* – temperatura de la superficie del mar; *Temp.* – incluye tanto temperaturas atmosféricas marinas como terrestres; todas como unidades de anomalía.

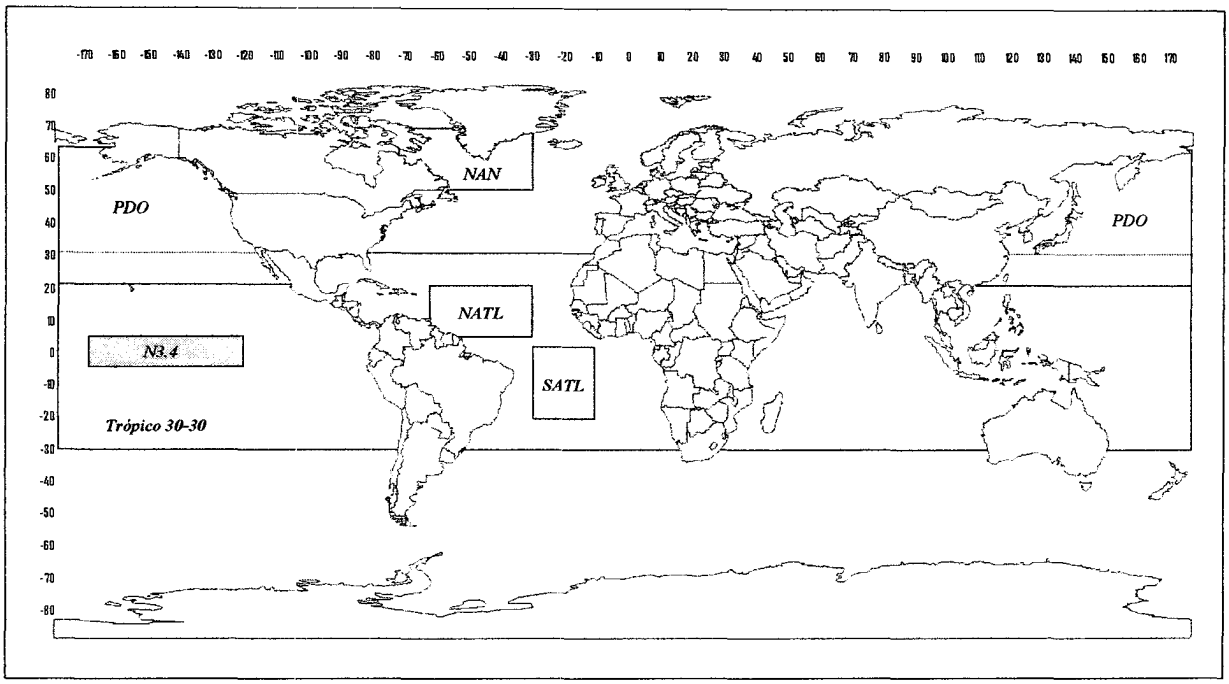


Figura III.6. Ubicación relativa de las regiones donde se obtienen los registros de temperatura para las variables macroclimáticas *Atlántico Norte Tropical* (NATL), ***Atlántico Sur Tropical*** (SATL), ***Región Niño 3.4*** (N34), ***Oscilación Decadal del Pacífico*** (PDO), ***Norte del Atlántico Norte*** (NAN), **así como la de la zona entre los paralelos 20°N-20°S** (TROPICO 20-20). **La *VM*** GLOBAL **comprende el área total de esta figura.**

III.2.5. Relación entre las precipitaciones diarias para San Fernando de Apure y la dinámica temporal de las *variables macroclimáticas*

Los resultados de la sección III2.3 de este Capítulo sobre las variaciones interanuales e interestacionales en el número de días con precipitaciones de diferente intensidad, de días secos y de días secos vinculados a *veranitos*, serán correlacionados con los valores los valores de anomalía correspondientes de las *variables macroclimáticas* descritas en la sección anterior. Para facilitar la interpretación de los resultados, los análisis se harán agrupando los datos en las mismas series de la sección III.2.3, a saber: ***1961-1978***, ***1979-1997*** y ***1961-1997***.

III.3. Resultados

III.3.1. Análisis espacial y temporal sobre la totalidad de la base de datos disponible

La Figura III.5 muestra las isoyetas que resultan de la interpolación Krigging de los promedios anuales para las 1.005 estaciones pluviométricas con datos disponibles (ver Fig. III.4). El polígono en azul se refiere a los límites del PNAG[1]. Las isolíneas son confiables sólo para el territorio nacional: la sección Sur-Oeste, perteneciente a Colombia; la sección Sur-Este, Brasil; y la perteneciente al Mar Caribe (Norte), pueden reflejar estimaciones con una elevada probabilidad de error debido a la ausencia de datos (estaciones pluviométricas) para estas regiones. De la figura se puede confirmar la existencia del gradiente Norte-Sur de precipitaciones así como la influencia del relieve sobre su distribución espacial.

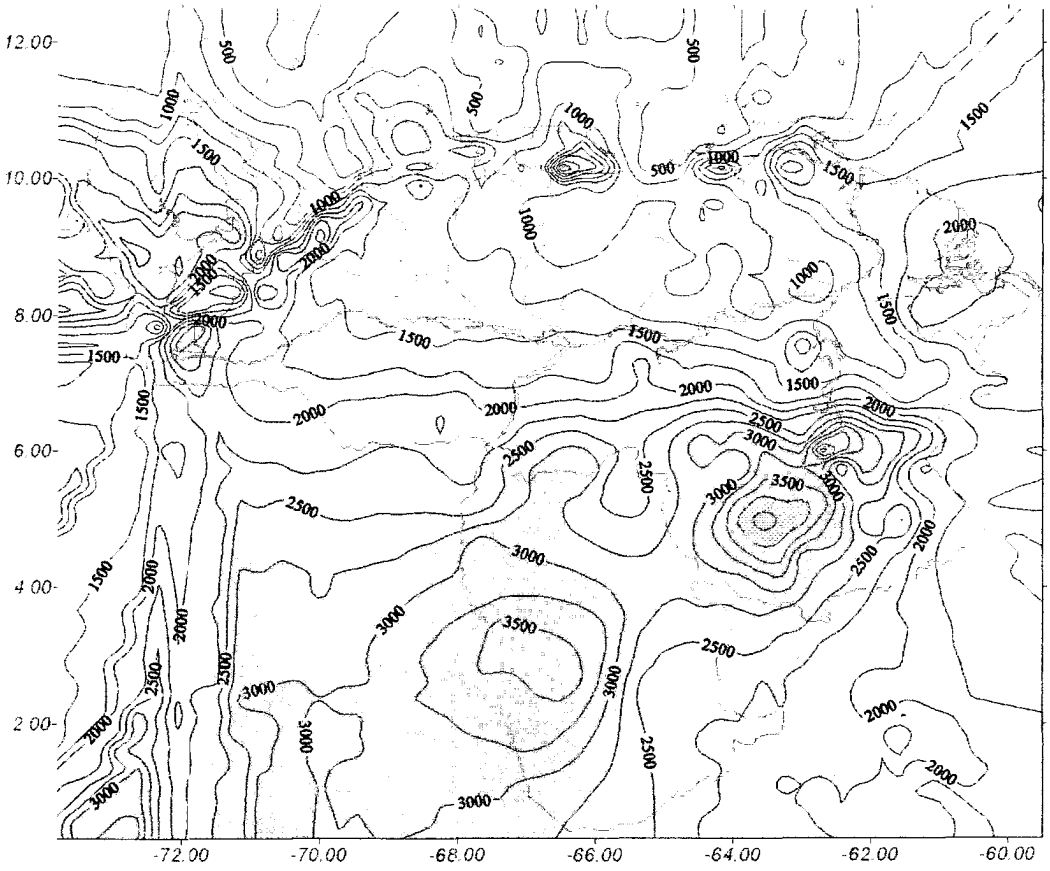


Figura III.5. Isolíneas de precipitación (en mm) para la media anual en Venezuela. Línea en azul representa los límites del PNAG.

[1] Parque Nacional Aguaro-Guariquito

La serie de Figuras III.6 a la III.9 muestra las isolíneas de precipitación que resultan de la interpolación de los promedios agrupados en varias series temporales identificados como de especial interés para la región de Los Llanos por la bibliografía (Goldbrunner 1963, Monasterio 1970, Moreau y Deffit 1979) en lo que respecta a la distribución anual de las precipitaciones: meses más secos (Figura III.6); entrada o transición a las lluvias (Figura III.7); meses más húmedos (Figura III.8); y salida o transición a la estación seca (Figura III.9).

En la Figura III.6 se observa que durante el cuatrimestre diciembre-enero-febrero-marzo más de 2/3 del territorio nacional presenta precipitaciones que corresponden apenas al 10% del total anual (<5% para el PNAG), es decir a un período o estación definitivamente seco. Por otro lado, en la región deltáica y el extremo Sur de Venezuela las precipitaciones acumuladas para el mismo cuatrimestre pueden alcanzar el 25% del total anual; mientras que para la región andina, sur del Lago de Maracaibo y buena parte del litoral venezolano, las precipitaciones pueden superar el 30% del total anual.

La Figura III.7 muestra que para el bimestre abril-mayo las precipitaciones acumuladas presentan un gradiente Sur-Norte, donde para el PNAG este puede llegar a ser >15%. En el litoral desciende a <10%, en el Delta del Orinoco <15% y <20% en el estado Zulia y Los Andes.

Durante los siguientes cuatro meses (junio-julio-agosto-septiembre), a excepción de las tierras bajas del estado Táchira y parte Sur del Lago de Maracaibo, el territorio nacional presenta una condición definitivamente más húmeda. Esto es especialmente cierto para la región que comprende Los Llanos del Orinoco (>55% del total anual, Figura III.8) con un máximo de >70% en el centro de esta región (incluye al PNAG), disminuyendo progresivamente hacia el Sur, y de forma casi abrupta hacia el Oeste por las barreras orográficas impuestas por la Cordillera de Los Andes y de la Costa hacia el Norte.

Finalmente, y con respecto al análisis espacial de las precipitaciones en Venezuela para diferentes series temporales, la Figura III.9 señala un gradiente en las precipitaciones de octubre-noviembre: <20% al Norte y <15% al Sur. Nuevamente, la región deltáica, Sur del Lago, andina y costera muestran valores diferenciables de aquella de Los Llanos: por lo general, >25%.

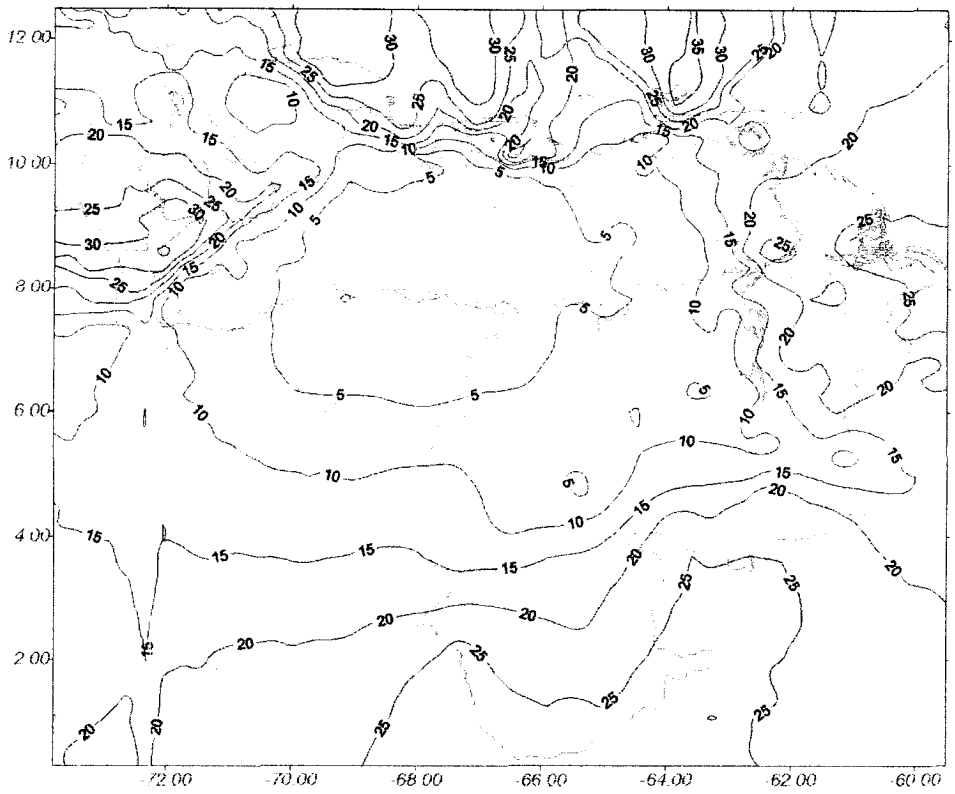


Figura III.6. Isolíneas de precipitación relativa (% de la media anual) para el lapso diciembre-enero-febrero-marzo. Línea en azul representa los límites del PNAG.

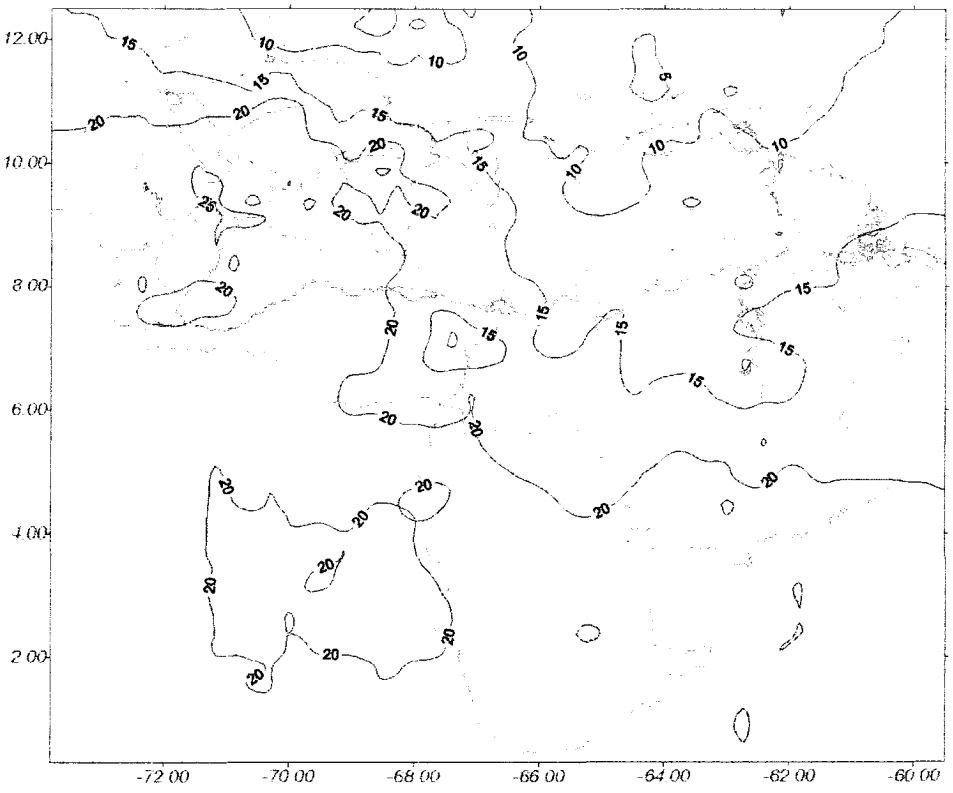


Figura III.7. Isolíneas de precipitación relativa (% de la media anual) para el lapso abril-mayo. Línea en azul representa los límites del PNAG.

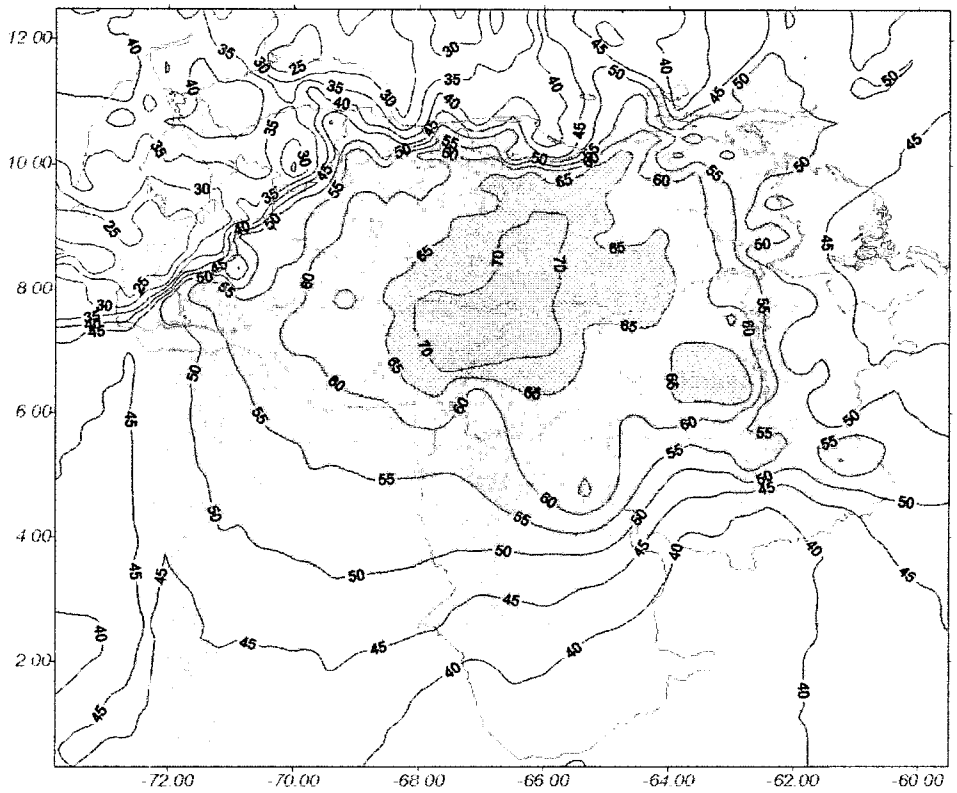


Figura III.8. Isolíneas de precipitación relativa (% de la media anual) para el lapso junio-julio-agosto-septiembre. Línea en azul representa los límites del PNAG.

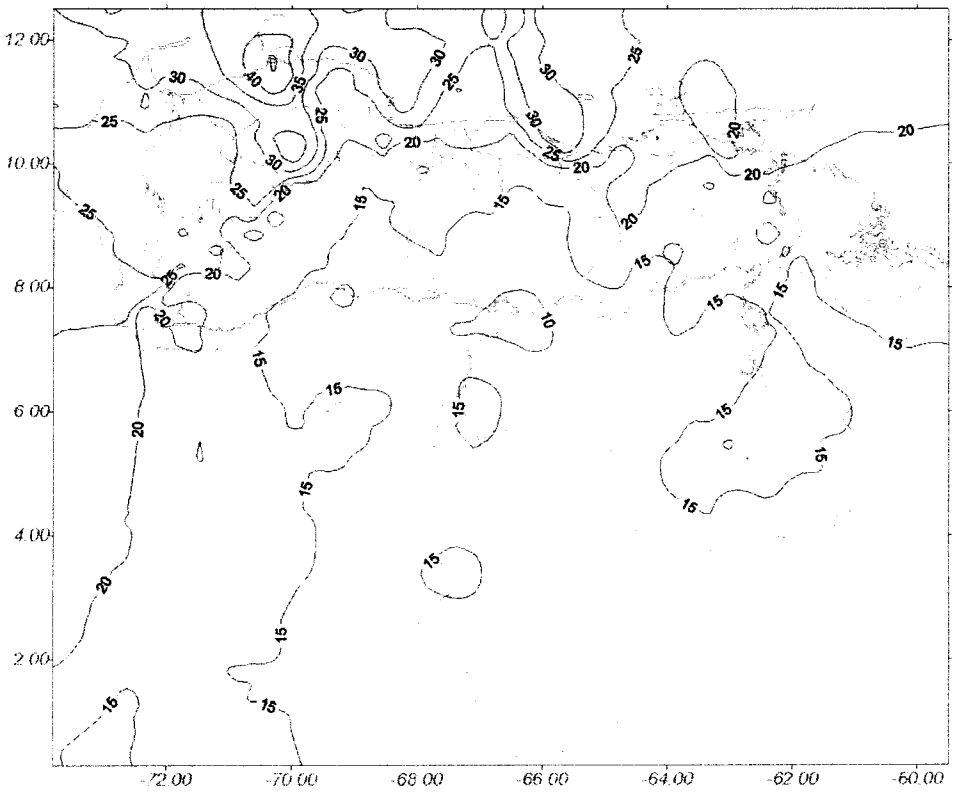


Figura III.9. Isolíneas de precipitación relativa (% de la media anual) para el lapso octubre-noviembre. Línea en azul representa los límites del PNAG.

III.3.2. Análisis espacial y temporal de las precipitaciones en la *ventana de trabajo*

La Figura III.10 muestra la distribución espacial de las estaciones pluviométricas del MARN con datos en base mensual y que han servido para definir la *ventana de trabajo*, y contienen la información analizada agrupándolos en base a diferentes series temporales: mensual, estacional, anual y series anuales.

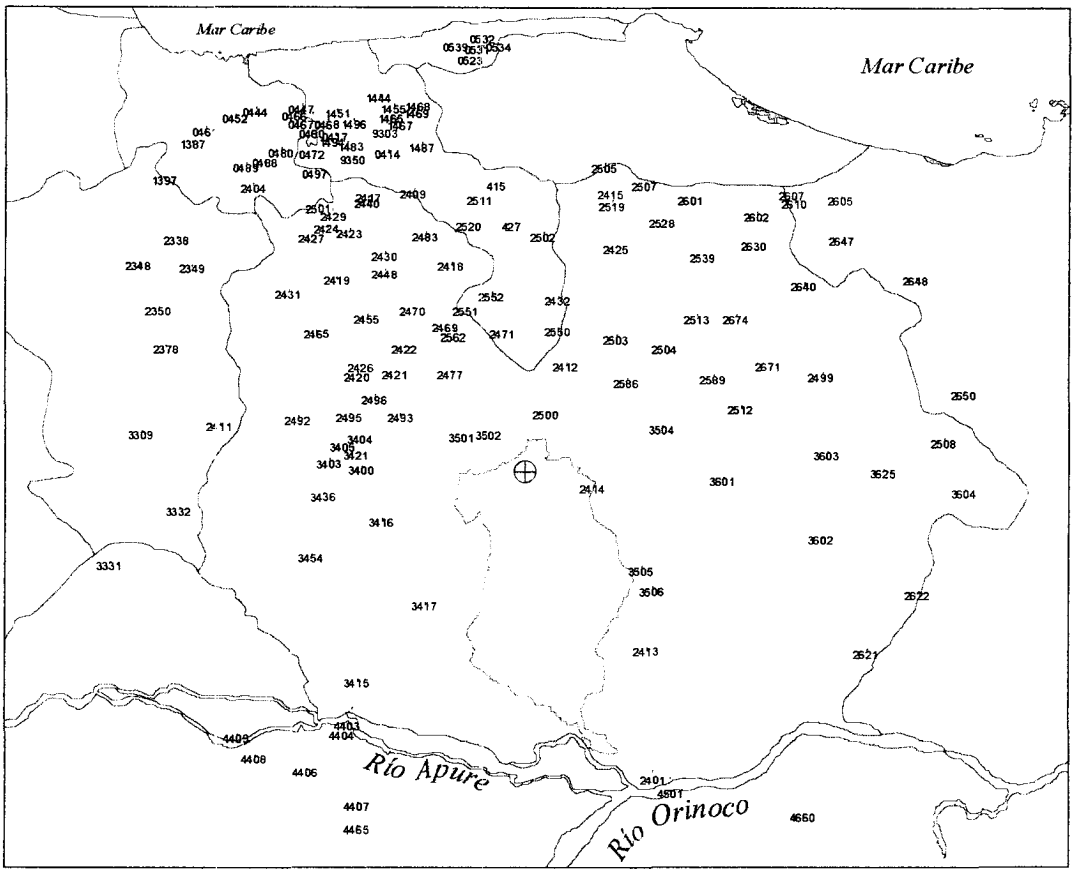


Figura III.10. Distribución espacial de las estaciones con registros pluviométricos disponibles en el MARN. Los números se refieren al serial de cada estación.

En la Tabla III.1 se presenta la lista de 146 estaciones seleccionadas ordenadas por su distancia al centro geométrico de *área de estudio* (UTM, Huso 19: LAT 748.500, LON 977.500). La estación más próxima es Palenque (serial 3502, a 24,5 km al NW) y la más lejana es Valencia (seriales 0461 y 1387, a 205 km al NW). La *ventana de trabajo* incluye 74 estaciones del estado Guárico, 31 de Aragua, 10 de Carabobo, 8 de Anzoátegui, 8 de Cojedes, 7 de Apure, 5 del Distrito Capital, 2 de Bolívar y 1 de Barinas. La precipitación media anual para la *ventana de trabajo* es de 1.063,2 mm.

Tabla III.1. Estaciones que conforman la *ventana de trabajo*. El serial corresponde a aquel asignado por el MARN. La disponibilidad de datos se refiere al lapso y al número de años con datos disponibles, y empleados en los análisis. La distancia se refiere a aquella (en km) que existe entre la estación pluviométrica y el centro geométrico del *área de estudio* (UTM, Huso 19: LAT 748.500, LON 977.500).

			Coordenadas		Disponibilidad de datos			Distancia del área de estudio		Precipitación media relativa (%) mensual												pp media anual (mm)
Serial	Estado	Estación	LAT	LON	desde	hasta	Años	km	Dir.	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	
3502	Guárico	PALENQUE-DISPENSARIO	8.99	-66.90	jun-52	dic-97	46	24.5	*NW*	0.6	0.1	0.1	0.2	4.3	12.6	17.2	18.2	20.2	12.4	9.9	4.1	**1037,9**
2500	Guárico	EL PUNZON	9.07	-66.66	ene-71	dic-97	27	26.8	*NE*	0.6	0.1	0.0	0.2	4.7	11.9	15.3	20.5	18.3	14.5	9.5	4.4	**762,4**
2414	Guárico	VAQUERITO	8.78	-66.47	jul-67	dic-97	30	30.4	*ESE*	1.0	0.3	0.3	0.3	4.5	10.0	17.1	23.0	19.6	12.4	8.5	3.1	**940,9**
3501	Guárico	EL CALVARIO	8.98	-66.99	jun-52	dic-83	32	32.4	*WNW*	0.8	0.1	0.1	0.2	3.9	14.3	17.6	18.6	18.6	12.7	8.7	4.3	**1195,8**
2412	Guárico	PIRITAL	9.26	-66.58	jul-67	dic-83	16	50.6	*NNE*	0.6	0.6	0.3	0.4	3.5	15.3	17.3	17.3	19.7	12.7	8.2	4.1	**813,1**
2477	Guárico	ENCRUCIJADA-CALABOZO	9.23	-67.03	jul-52	jul-96	44	53.7	*NW*	0.8	0.2	0.3	0.5	4.1	14.3	18.0	17.7	17.5	11.7	10.2	4.7	**1066,2**
2686	Guárico	ROBLECITO	9.20	-66.34	ene-41	dic-70	30	60.1	*NE*	2.6	0.4	0.3	0.1	2.7	12.5	18.6	22.6	17.4	10.7	8.2	3.9	**1020,6**
2493	Guárico	PALO SECO	9.06	-67.23	feb-52	dic-97	46	60.2	*WNW*	0.9	0.2	0.5	0.8	5.2	13.2	16.8	17.3	18.0	12.3	9.3	5.6	**1074,8**
2471	Guárico	KILOMETRO 25	9.39	-66.83	sep-62	dic-97	35	62.0	*N*	1.1	0.2	0.2	0.3	3.9	14.5	16.8	19.3	16.6	10.4	11.0	5.7	**893,9**
3504	Guárico	LA CULEBRA	9.01	-66.20	ene-69	dic-97	29	62.9	*ENE*	0.8	0.4	0.4	0.4	3.1	10.4	18.8	17.9	20.3	13.7	9.3	4.6	**889,0**
2550	Guárico	MEMC KILOMETRO 50	9.40	-66.61	ago-61	dic-97	36	63.4	*NNE*	1.4	0.2	0.2	0.9	3.3	13.0	18.7	18.4	18.1	11.8	8.5	5.4	**861,0**
3416	Guárico	EL MANGUITO	8.65	-67.30	mar-69	dic-97	29	65.8	*WSW*	0.4	0.1	0.0	0.8	4.0	14.3	14.3	19.6	19.1	13.6	8.6	5.2	**1288,0**
3505	Guárico	SAN ANTONIO	8.46	-66.28	ene-69	dic-97	29	66.5	*SE*	0.9	0.2	0.2	0.6	2.4	11.8	16.4	21.1	18.3	14.4	9.0	4.8	**1236,7**
2562	Guárico	CARRIZAL-B A	9.39	-67.02	ene-53	sep-87	35	68.4	*NNW*	1.3	0.5	0.1	0.8	2.9	13.6	19.2	16.2	17.7	11.6	10.7	5.4	**1011,5**
2459	Guárico	EL SOMBRERO	9.39	-67.05	abr-43	dic-97	55	70.1	*NNW*	1.5	0.3	0.2	0.5	4.2	12.8	18.3	18.7	16.3	11.5	10.1	5.5	**1028,2**
2603	Guárico	LOS ARBOLITOS	9.37	-66.38	abr-68	dic-97	30	70.8	*NE*	1.3	0.4	0.3	0.4	2.8	12.4	18.3	18.1	19.0	13.1	10.2	3.7	**830,0**
3400	Guárico	ESTACIÓN BIOLÓGICA LOS LLANOS	8.85	-67.38	ene-69	dic-97	29	71.6	*W*	0.8	0.2	0.3	0.6	5.1	13.4	17.2	17.5	18.5	11.7	9.9	4.9	**1326,5**
2421	Guárico	LA JUANERA	9.23	-67.25	feb-69	dic-83	15	71.6	*NW*	0.9	0.6	0.1	0.3	7.1	13.3	13.9	15.7	18.2	12.1	13.1	4.8	**973,3**
3417	Guárico	PASO EL CABALLO	8.32	-67.13	abr-69	dic-97	29	72.2	*SW*	0.4	0.1	0.1	0.7	4.6	11.5	15.1	20.6	18.2	14.6	9.8	4.2	**1182,7**
2496	Guárico	LA CEIBA	9.13	-67.33	ago-52	dic-70	18	73.6	*WNW*	1.2	0.2	0.1	1.2	3.1	12.0	17.2	19.5	18.9	11.2	10.4	5.0	**1182,1**
2422	Guárico	SOSA	9.33	-67.21	ago-70	dic-83	13	75.2	*NW*	0.6	0.4	0.7	0.6	5.5	13.2	15.2	17.0	17.4	12.5	12.4	4.6	**931,0**
2551	Aragua	BARBACOAS	9.48	-66.97	jul-52	dic-95	43	75.5	*NNW*	1.4	0.4	0.2	0.7	4.0	12.4	18.3	17.3	17.7	12.1	10.5	5.1	**1041,0**
3506	Guárico	TORO NEGRO	8.38	-66.24	jul-69	may-96	27	75.6	*SE*	0.5	0.2	0.2	0.5	3.1	9.4	16.4	19.1	22.1	14.4	9.8	4.4	**1279,6**
3404	Guárico	CALABOZO-AEROPUERTO	8.93	-67.42	ene-52	jul-57	6	76.0	*W*	0.6	0.2	0.0	1.7	3.1	9.6	18.0	21.2	17.1	14.1	11.1	3.3	**1348,5**
3421	Guárico	CALABOZO-AEROPUERTO	8.93	-67.42	jul-90	nov-97	7	76.0	*W*	0.4	0.0	0.1	1.5	5.5	10.1	22.9	19.5	13.5	12.5	8.7	5.2	**1300,3**
2432	Aragua	LOS GUIRES	9.52	-66.61	jul-67	dic-95	28	77.3	*NNE*	0.9	0.2	0.2	0.2	3.2	12.4	18.6	17.6	18.2	14.6	9.5	4.4	**733,2**
3405	Guárico	CALABOZO	8.94	-67.43	ene-21	jun-50	29	77.4	*W*	1.0	0.1	0.3	0.7	5.3	13.1	14.6	17.8	16.7	14.0	9.9	6.5	**1305,8**
2552	Aragua	EL PLAYON	9.54	-66.87	ago-62	dic-95	33	79.7	*NNW*	1.0	0.3	0.2	0.5	2.9	13.6	19.6	17.7	16.7	11.6	10.1	5.6	**949,9**
2495	Guárico	EL RASTRO	9.06	-67.43	jun-58	dic-83	26	81.2	*WNW*	1.0	0.1	0.2	0.6	5.3	13.5	18.3	17.0	18.1	11.1	9.6	5.1	**1187,3**
2504	Guárico	SALINETAS MANAPIRE	9.33	-66.19	abr-68	dic-97	30	81.9	*NE*	1.6	0.5	0.2	0.4	2.4	10.9	19.5	20.7	15.8	14.6	8.8	4.6	**886,4**
2420	Guárico	MAPURITE	9.22	-67.40	jun-68	dic-83	16	84.5	*WNW*	0.7	0.6	0.4	0.7	8.1	13.7	16.2	14.8	18.8	11.5	10.6	3.9	**1170,3**
2426	Guárico	LA YEGUERA	9.25	-67.38	jul-59	dic-97	38	84.9	*NW*	1.2	0.2	0.2	0.6	5.4	12.7	17.0	17.0	17.7	12.3	9.9	5.9	**1122,0**
3403	Guárico	LOS NARANJOS	8.88	-67.51	jul-52	dic-97	45	85.7	*W*	0.9	0.2	0.1	0.6	3.6	14.0	17.6	17.8	17.4	12.7	10.7	4.5	**1232,3**
2470	Guárico	EL SOMBRERO-KILOMETRO 18	9.48	-67.18	ago-61	dic-82	21	86.9	*NW*	1.6	0.4	0.5	0.8	4.4	14.5	17.6	14.6	16.4	12.5	11.1	5.5	**1076,7**
3601	Guárico	EL PALITO	8.81	-65.96	sep-68	dic-97	29	87.2	*E*	1.3	0.3	0.2	0.7	2.5	9.9	17.2	22.8	20.0	12.7	8.2	4.1	**1033,8**
3436	Guárico	BANCOS DE SAN PEDRO	8.75	-67.53	ene-61	dic-83	28	88.8	*W*	0.9	0.1	0.2	0.4	4.0	13.6	19.1	17.3	17.6	12.8	9.9	3.9	**1346,0**
2599	Guárico	VALLE DE LA PASCUA	9.21	-66.00	may-68	dic-97	30	92.2	*ENE*	1.8	1.0	0.5	0.8	2.9	9.9	20.3	17.9	17.8	12.7	9.7	4.7	**908,3**
2413	Guárico	SANTA RITA	8.14	-66.26	jun-67	dic-97	31	94.4	*SE*	0.8	0.1	0.2	0.8	3.6	11.9	16.9	22.3	18.7	13.0	8.0	3.8	**1269,6**
2418	Guárico	VEGA GRANDE	9.66	-67.03	sep-67	nov-87	20	97.0	*NNW*	1.2	0.4	0.4	0.4	4.0	12.4	17.0	13.9	20.0	14.5	11.4	4.3	**1027,7**
2455	Guárico	MORROCOYES	9.45	-67.36	ene-61	dic-82	22	97.1	*NW*	1.2	0.4	0.1	0.6	5.5	14.8	16.5	14.2	16.5	12.8	11.0	6.4	**1079,8**
2512	Guárico	BELLA VISTA	9.09	-65.89	ene-70	dic-97	28	98.4	*E*	2.0	0.6	0.3	0.7	2.2	9.2	20.8	19.1	18.0	14.1	7.9	5.0	**973,0**
3454	Guárico	COROZO PANDO	8.51	-67.58	jun-52	dic-97	46	100.7	*WSW*	0.8	0.1	0.3	0.4	3.7	12.3	17.0	18.0	17.3	14.0	10.8	5.4	**1415,2**
2513	Guárico	PRESA TAMANACO	9.45	-66.06	ene-70	dic-97	28	101.3	*NE*	2.3	0.9	0.6	0.5	2.7	9.3	17.4	18.5	17.6	14.5	10.7	5.2	**914,6**
2492	Guárico	GUARDATINAJAS	9.05	-67.63	jul-69	dic-97	28	102.1	*WNW*	0.6	0.4	0.0	0.5	6.1	13.8	18.9	16.8	16.8	11.1	9.5	5.4	**1129,4**
2502	Aragua	TAGUAY	9.76	-66.67	jul-66	mar-93	27	105.2	*N*	1.8	0.4	0.4	0.5	3.4	10.1	15.6	15.2	16.2	14.4	14.0	6.0	**943,8**
2448	Guárico	ORTIZ	9.63	-67.29	abr-52	dic-97	46	106.4	*NW*	1.4	0.3	0.2	0.7	5.1	12.3	18.3	15.8	17.2	13.5	9.9	5.2	**1116,6**
2426	Guárico	LEZAMA	9.73	-66.38	ene-52	dic-97	46	106.5	*NNE*	1.7	0.4	0.2	0.3	3.3	10.3	20.3	17.8	18.9	12.2	9.9	4.6	**942,0**
0427	Aragua	LA ESPINOSA	9.82	-66.78	ene-68	ene-97	29	108.7	*N*	1.6	0.8	0.4	0.4	3.9	10.6	16.3	16.4	18.5	14.1	11.2	5.8	**1037,2**
2466	Guárico	SAN JOSE DE TIZNADOS	9.39	-67.56	ene-53	dic-97	45	109.9	*NW*	1.0	0.3	0.2	0.5	5.6	15.5	15.5	16.3	18.5	11.5	9.4	5.7	**1087,9**
2520	Aragua	EMBALSE DE CAMATAGUA	9.82	-66.96	ene-71	dic-97	27	111.3	*NNW*	1.8	0.3	0.2	0.8	4.4	11.3	16.4	16.9	17.0	14.8	11.5	5.0	**1090,8**
2483	Guárico	FALTRIQUERA	9.78	-67.13	ene-67	dic-97	31	112.7	*NNW*	1.2	0.4	0.2	0.5	4.7	12.8	16.8	16.5	17.1	15.0	11.1	3.7	**866,5**
2430	Guárico	PARAPARA	9.70	-67.29	jul-61	dic-97	36	113.9	*NW*	1.3	0.5	0.2	0.9	4.1	12.7	16.5	15.2	17.5	13.0	12.3	5.7	**1016,5**
2674	Guárico	EL PALMAR	9.45	-65.91	ene-69	dic-97	29	114.5	*NE*	2.2	0.6	0.5	0.6	2.0	10.6	16.4	19.2	18.0	13.8	10.9	5.3	**838,2**
2671	Guárico	TUCUPIDO	9.26	-65.78	sep-69	dic-93	24	117.0	*ENE*	2.1	1.1	0.2	0.5	2.6	9.1	20.6	19.2	17.7	14.3	7.5	4.7	**875,7**
2419	Guárico	LA PALMITA	9.60	-67.48	sep-67	dic-97	30	117.6	*NW*	1.5	0.2	0.2	0.7	5.0	13.8	15.3	15.3	18.8	13.5	11.0	4.6	**990,4**
3416	Guárico	GUAYABAL	8.01	-67.40	ene-70	dic-82	13	117.9	*SW*	0.7	0.1	0.5	0.8	6.2	11.1	15.8	21.2	19.7	11.9	8.2	3.7	**1369,3**
2511	Aragua	VALLE MORIN	9.92	-66.92	ago-61	dic-97	36	122.0	*N*	1.4	0.4	0.2	0.8	3.5	11.0	16.8	17.8	18.2	14.3	11.5	4.3	**1236,1**
2539	Guárico	SAN ANTONIO DE TAMANACO	9.69	-66.04	abr-52	dic-97	36	122.5	*NE*	2.6	0.9	0.4	0.5	3.0	9.3	16.6	18.0	16.6	14.7	11.2	6.1	**983,6**
2519	Guárico	OROCOYAL-VENADO	9.91	-66.40	ene-61	dic-82	22	125.4	*NNE*	1.6	0.6	0.5	0.3	3.1	12.3	16.0	16.5	18.2	14.4	10.8	5.6	**1057,6**
2528	Guárico	PASO REAL	9.83	-66.20	sep-59	dic-97	38	125.8	*NNE*	2.6	0.6	0.6	0.5	2.5	10.6	16.9	17.0	19.2	14.5	10.1	5.1	**918,2**
2416	Guárico	GUANAPITO	9.93	-66.40	ene-67	dic-97	31	126.7	*NNE*	2.0	0.6	0.3	0.7	3.5	11.3	16.2	16.1	17.8	14.7	11.3	5.4	**1022,9**
0415	Aragua	LOS MANIRES	9.98	-66.84	ene-67	dic-97	31	126.8	*N*	2.2	0.7	0.3	0.7	3.9	10.9	14.2	16.7	18.1	15.8	10.9	5.6	**1221,5**
4404	Apure	SAN FERNANDO APURE-AEROPUERTO	7.90	-67.42	ene-21	dic-97	77	128.8	*SW*	0.7	0.1	0.2	0.8	4.9	11.9	18.1	20.4	19.4	11.8	8.5	3.2	**1400,4**
2431	Guárico	RIO VERDE	9.55	-67.67	ene-67	dic-97	31	129.8	*NW*	1.3	0.3	0.2	0.4	5.9	14.2	16.3	15.7	17.7	11.6	10.7	5.6	**1150,9**
2423	Guárico	CANTA GALLO	9.79	-67.43	jul-61	dic-83	22	130.8	*NW*	1.3	0.6	0.3	0.9	5.5	14.8	15.9	15.0	16.1	13.2	11.3	5.0	**1215,3**
4403	Apure	SAN FERNANDO APURE	7.88	-67.43	ene-70	dic-82	13	131.4	*SW*	0.3	0.1	0.3	0.6	6.3	12.0	17.4	21.0	18.4	14.0	6.9	2.7	**1356,3**
2409	Aragua	SAN SEBASTIAN	9.95	-67.18	ago-51	dic-97	46	132.5	*NNW*	1.4	0.4	0.2	0.8	4.4	12.1	16.7	17.3	17.4	13.1	11.1	5.0	**1077,5**
3603	Guárico	MATA LINDA	8.91	-65.55	sep-69	dic-97	28	132.8	*E*	1.9	0.8	0.4	0.7	2.1	9.6	16.8	18.9	19.9	13.3	9.0	6.6	**1058,8**
3602	Guárico	ALTAMIRA	8.58	-65.57	ene-69	dic-97	29	133.6	*ESE*	2.1	0.3	0.3	0.8	3.2	10.3	16.4	18.0	19.6	14.0	7.8	7.1	**1144,1**
2411	Cojedes	LOS ARAGUANEYES	9.00	-67.94	ene-71	dic-92	22	135.1	*W*	1.1	0.2	0.0	1.2	4.9	13.3	18.3	13.7	17.0	12.3	11.6	6.4	**1086,3**
2499	Guárico	QUEBRADA HONDA	9.22	-65.57	ago-64	dic-97	33	136.9	*ENE*	2.8	1.0	0.9	0.5	2.1	8.4	18.0	18.1	18.6	14.4	8.5	6.5	**1070,6**
2507	Guárico	SAN FRANCISCO DE MACAIRA	9.98	-66.27	abr-46	dic-97	52	137.3	*NNE*	3.9	2.6	1.4	1.5	3.3	9.3	15.7	15.1	16.3	14.2	10.3	6.4	**1158,6**
2424	Guárico	PASO PELAO	9.80	-67.52	ago-61	dic-82	22	137.5	*NNW*	1.4	0.8	0.6	1.1	5.9	13.5	17.5	12.9	17.0	13.0	11.1	5.2	**1201,5**
2440	Guárico	SAN JUAN DE LOS MORROS	9.91	-67.36	ene-87	dic-92	6	137.6	*NNW*	0.8	0.6	0.1	1.1	2.7	10.6	16.9	15.2	18.2	16.2	11.3	5.8	**1140,8**
2417	Guárico	SAN JUAN DE LOS MORROS	9.92	-67.36	may-50	oct-86	36	138.6	*NNW*	1.7	0.8	0.4	0.8	5.6	12.2	16.7	15.3	15.4	14.0	11.3	5.7	**1198,8**
2505	Guárico	GUATOPO	10.05	-66.43	ene-48	dic-97	50	139.1	*NNE*	6.7	5.2	3.1	2.0	3.2	8.5	14.1	14.1	14.1	10.7	10.5	7.8	**1448,9**

Tabla III.1. Continuación...

			Coordenadas		Disponibilidad de datos			Distancia del área de estudio		Precipitación media relativa (%) mensual												pp media anual (mm)
Serial	Estado	Estación	LAT	LON	desde	hasta	Años	km	Dir.	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	
2427	Guárico	HATO PARADERO	9,77	-67,58	ago-61	dic-97	36	139,4	NW	1,4	0,5	0,2	0,8	5,1	14,0	16,9	16,0	16,3	12,4	10,8	5,6	1004,2
2501	Guárico	SOUBLETTE	9,92	-66,09	sep-59	dic-97	38	139,9	NNE	3,7	1,1	1,0	0,8	2,9	10,1	15,7	16,8	17,4	14,3	9,4	6,9	1020,0
2630	Guárico	UVERAL	9,74	-65,84	ene-60	dic-83	24	141,2	NE	3,0	1,3	0,7	0,6	3,8	9,1	16,6	19,4	15,8	14,6	9,0	6,2	861,2
2429	Guárico	LA SOCORRITA	9,87	-67,50	ene-65	dic-97	33	142,1	NW	1,5	0,5	0,5	0,7	6,5	13,3	15,1	15,3	16,0	14,0	10,8	5,8	1562,9
2401	Guárico	CABRUTA	7,65	-66,24	jun-67	dic-83	17	143,0	SSE	0,6	0,3	0,4	0,7	5,3	11,8	17,3	19,3	20,2	15,6	6,2	2,3	1616,2
2640	Guárico	KILOMETRO 133-COROMOTO	9,58	-65,64	sep-59	dic-97	38	147,6	NE	2,5	1,0	0,8	0,9	1,2	8,0	21,1	17,9	16,6	12,7	10,1	7,1	938,2
2501	Carabobo	CARTANAL	9,89	-67,55	abr-66	dic-97	32	147,7	NW	3,4	0,8	0,4	1,8	6,6	11,9	15,3	12,7	14,8	13,0	13,1	6,1	860,5
4501	Bolívar	CAICARA DEL ORINOCO	7,62	-66,17	abr-70	mar-91	21	150,3	SSE	1,1	0,3	0,3	0,8	5,3	11,7	15,8	19,7	22,6	13,8	6,1	2,6	1496,9
1487	Aragua	TIARA	10,13	-67,15	feb-52	dic-97	46	150,6	NNW	2,6	1,2	0,7	0,8	3,6	10,9	16,1	15,8	16,0	13,2	12,8	6,3	1427,5
3332	Cojedes	JOBALITO	9,69	-68,10	ene-72	dic-97	26	151,7	W	0,9	0,2	0,3	0,8	5,9	13,8	18,4	18,7	14,1	12,8	9,2	4,9	1405,2
0414	Aragua	SAN FRANCISCO PAO	10,10	-67,28	oct-66	ago-94	28	152,3	NNW	1,8	0,6	0,4	0,9	5,4	12,0	15,4	16,6	16,8	14,5	9,7	6,0	1086,6
2602	Guárico	SAN JOSE DE GUARIBE	9,86	-65,83	may-60	dic-97	38	152,5	NE	3,0	1,0	0,9	0,7	3,3	8,8	16,3	17,4	17,2	13,1	10,1	8,3	836,6
3625	Guárico	SANTA MARIA DE IPIRE	8,84	-65,33	oct-66	dic-97	31	156,8	E	3,1	0,9	0,3	0,8	3,5	8,5	15,8	17,5	17,3	14,5	10,6	7,2	1139,6
9350	Aragua	EL CORTIJO	10,08	-67,42	oct-71	abr-93	22	157,3	NNW	1,6	0,3	0,3	1,3	5,9	13,8	14,9	13,9	16,0	16,9	11,3	5,0	955,1
0497	Aragua	LAS CENIZAS	10,03	-67,57	dic-60	dic-97	37	160,8	NW	2,7	0,8	0,8	1,1	7,5	12,2	12,9	14,0	15,0	14,4	11,1	7,5	927,6
9303	Aragua	FILA GUARAIMA	10,18	-67,29	abr-72	may-94	22	161,6	NNW	2,2	0,4	0,6	0,4	5,8	10,7	14,7	15,5	17,0	15,3	11,0	6,4	966,0
4406	Apure	SAN JUAN DE PAYARA	7,66	-67,60	feb-68	dic-97	30	162,8	SW	0,2	0,1	0,2	0,6	4,4	11,8	18,5	22,2	20,0	11,3	8,4	2,3	1470,9
4407	Apure	SAN RAFAEL ATAMAICA	7,52	-67,40	ene-70	dic-82	13	164,1	SSW	0,2	0,1	0,5	0,6	4,3	10,1	16,4	21,8	22,5	12,8	9,0	1,7	1599,9
1483	Aragua	CASUPITO	10,14	-67,44	jul-44	may-94	50	164,6	NNW	2,3	0,6	0,5	1,0	4,9	12,4	12,4	12,9	16,2	15,0	14,3	7,5	971,2
1469	Aragua	LAS TEJERIAS	10,26	-67,17	jun-53	jun-94	41	164,6	NNW	2,3	1,7	0,7	1,3	4,1	12,3	16,4	14,6	13,9	12,8	13,0	6,9	872,3
1467	Aragua	SANTA TERESA	10,23	-67,25	ene-21	dic-46	26	165,0	NNW	2,2	0,4	0,1	0,8	4,3	12,7	14,4	16,2	15,0	13,4	13,0	7,4	1045,0
1468	Aragua	LAS TEJERIAS-GFV	10,26	-67,17	ene-21	oct-66	46	165,1	NNW	2,9	0,8	0,5	0,7	3,8	11,8	16,6	15,7	15,2	12,4	11,5	7,2	989,3
2378	Cojedes	CAÑO BENITO	9,33	-68,15	jun-53	dic-97	45	166,4	WNW	1,7	0,5	0,4	1,0	5,2	14,1	16,9	17,9	16,0	11,4	8,6	6,3	1253,1
1465	Aragua	EL CONSEJO	10,24	-67,27	jun-53	may-94	41	166,7	NNW	1,9	0,5	0,5	1,1	4,6	10,3	16,1	16,7	17,0	14,0	11,2	5,2	916,9
2610	Anzoátegui	BOTIJON	9,91	-65,68	sep-62	dic-95	33	167,1	NE	4,1	1,7	1,4	1,0	5,3	8,3	16,5	14,9	15,6	13,7	11,1	6,4	924,1
2607	Anzoátegui	VALLE DE GUANAPE	9,92	-65,68	nov-51	ago-95	44	168,1	NE	4,1	1,7	1,5	0,9	4,9	7,8	14,3	15,3	17,1	13,1	12,1	7,1	958,0
1494	Aragua	EMBALSE TAIGUAIGUAY	10,15	-67,50	ago-51	dic-97	46	168,1	NNW	1,6	0,5	0,4	1,1	5,7	11,5	13,0	15,0	17,4	14,8	11,8	7,1	916,4
3309	Cojedes	EL BAUL-CARRETERA	8,99	-68,25	abr-61	dic-97	37	168,6	W	1,6	0,3	0,6	1,0	4,8	14,0	18,2	16,9	15,3	12,1	9,9	5,5	1470,1
0472	Aragua	TOCORON-CASERIO	10,10	-67,58	jul-51	dic-97	46	169,1	NW	2,2	0,4	0,5	1,1	5,8	12,9	12,2	14,4	17,0	14,9	11,8	6,9	824,3
0417	Aragua	SANTA CRUZ EDAFOLOGICA	10,17	-67,49	ene-66	dic-97	32	169,4	NNW	1,7	0,4	0,3	1,3	5,1	11,5	14,0	15,0	16,0	15,5	12,9	6,2	984,4
2621	Anzoátegui	BARRANCAS DE ZUATA	8,13	-65,39	jun-68	jul-95	27	169,9	ESE	2,2	0,7	0,4	1,2	4,0	7,7	17,1	17,5	20,4	14,2	9,7	5,0	1086,9
1456	Aragua	LA URBINA-QUEBRADA SECA	10,28	-67,26	abr-40	dic-97	58	170,5	NNW	3,0	0,9	0,4	1,2	4,6	13,1	15,9	15,0	15,1	14,1	11,0	5,8	820,6
1496	Aragua	SAN MATEO-HACIENDA EL PALMAR	10,22	-67,42	ene-21	dic-46	26	170,6	NW	1,8	0,6	0,3	1,1	4,7	12,9	12,5	14,0	16,9	14,1	11,6	9,5	1046,9
4409	Apure	LOS ALGARROBOS	7,79	-67,87	abr-73	dic-97	25	171,1	SW	0,5	0,1	0,1	1,3	4,6	12,6	17,8	21,8	18,8	12,7	8,9	3,0	1430,3
2349	Cojedes	EL PAO-OFICINA	9,65	-68,05	mar-44	dic-97	54	171,3	WNW	2,3	0,5	0,5	1,3	6,2	14,3	15,4	15,9	15,8	11,8	9,1	6,8	1283,2
4408	Apure	ARICHUNA	7,71	-67,80	ene-73	dic-97	25	172,2	SW	0,3	0,0	0,2	0,6	3,2	9,6	18,9	20,9	23,8	11,5	8,0	2,7	1547,6
2404	Carabobo	MANUARE	9,97	-67,81	ago-58	ago-94	36	172,4	NW	3,4	1,1	0,8	1,6	6,7	13,4	13,1	12,9	15,4	11,9	11,1	8,7	1211,4
4465	Apure	CUNAVICHE	7,43	-67,40	oct-68	dic-97	29	172,8	SSW	0,3	0,0	0,4	0,7	4,6	10,4	16,8	24,8	18,2	14,9	7,4	1,6	1517,6
2647	Anzoátegui	GUARIBE-TENEPE	9,76	-65,49	mar-60	dic-97	38	173,1	NE	3,3	1,1	0,9	0,7	2,2	7,6	17,2	17,5	15,8	15,3	10,0	8,6	944,1
2350	Cojedes	GALERA	9,48	-68,18	jun-58	dic-97	40	174,7	WNW	2,3	0,5	0,5	1,3	6,3	12,4	16,6	17,4	15,2	12,1	8,8	6,6	1318,1
0460	Aragua	LA PERENA	10,18	-67,58	ene-60	dic-97	38	176,0	NNW	2,0	0,7	0,3	0,8	5,1	11,6	14,5	16,0	17,9	13,8	10,2	6,9	869,4
0480	Carabobo	YUMA-CASERIO	10,11	-67,70	oct-59	dic-94	35	176,7	NW	1,8	0,5	0,6	0,8	5,9	11,9	12,1	13,0	17,5	15,5	13,4	7,9	1084,3
0468	Aragua	GONZALITO	10,22	-67,52	oct-59	dic-97	38	176,7	NNW	1,8	0,6	0,5	1,2	5,8	12,6	13,0	13,7	18,4	14,8	11,3	6,5	847,2
1444	Aragua	PIE DEL CERRO	10,32	-67,32	abr-40	dic-97	58	177,2	NNW	2,9	1,1	0,8	1,3	5,7	11,2	13,2	12,4	14,4	13,8	14,4	8,7	898,8
0488	Carabobo	COLONIA EL TROMPILLO	10,06	-67,77	feb-60	ago-94	35	177,8	NW	2,7	0,6	0,6	0,9	5,7	12,1	14,1	14,5	15,5	14,3	11,8	7,2	1076,7
1451	Aragua	GUAYABITA	10,26	-67,48	dic-40	dic-97	57	178,3	NNW	2,0	0,7	0,7	1,5	5,2	12,5	12,1	13,7	16,8	15,2	12,6	6,9	876,7
2622	Anzoátegui	ZUATA	8,36	-65,19	oct-68	oct-97	29	180,1	ESE	2,1	0,6	0,8	1,0	3,0	9,5	16,0	19,5	18,5	12,5	11,3	5,3	998,8
0489	Carabobo	AGUA BLANCA	10,05	-67,84	ene-51	dic-97	47	181,4	NW	2,5	0,8	0,9	0,9	6,6	12,4	12,3	15,4	16,6	13,4	11,4	6,7	1274,8
2605	Anzoátegui	GUANAPE	9,92	-65,50	ene-60	dic-97	38	182,7	NE	4,0	1,2	0,6	0,6	3,2	6,9	16,9	16,6	17,9	13,3	12,0	6,9	905,8
0467	Aragua	MARACAY-PROVIDENCIA	10,25	-67,58	may-40	jun-70	30	182,7	NNW	2,4	0,7	0,6	0,6	4,2	14,2	13,3	14,5	18,6	15,6	10,5	4,9	862,9
2508	Guárico	EL DIVIDIVE	8,96	-65,09	ene-67	dic-97	31	183,6	E	3,1	1,0	0,8	0,4	4,0	7,1	12,7	18,9	16,8	15,8	12,1	7,3	1087,6
2338	Cojedes	EL PAO PLANTA	9,76	-68,11	ago-50	dic-97	47	183,8	NW	2,1	0,5	0,6	1,3	6,2	12,1	14,4	17,3	17,0	12,2	10,1	6,2	1373,3
0539	DC	CARACAS-CIUDAD UNIVERSITARIA	10,49	-66,89	jun-49	oct-94	45	184,8	N	4,5	2,0	1,6	1,5	6,1	9,6	13,6	11,9	13,7	12,4	12,8	10,2	860,4
3331	Barinas	ARISMENDI	8,48	-68,37	may-71	dic-91	21	185,6	WSW	1,0	0,1	0,4	0,7	7,4	14,0	18,1	16,7	15,3	12,0	9,6	4,6	1448,3
0523	DC	CARACAS-CAÑO AMARILLO	10,50	-66,92	ene-43	oct-66	24	185,7	N	2,9	2,8	0,9	0,8	2,9	11,7	17,1	13,2	14,6	10,5	12,6	9,9	867,7
0631	DC	CARACAS-OBSERVATORIO CAGIGAL	10,51	-66,93	ene-21	dic-97	77	186,6	N	4,8	2,3	1,4	1,3	4,0	10,0	12,5	12,4	13,8	12,7	14,6	10,2	843,6
0534	DC	CARACAS-ELECTRICIDAD	10,51	-66,91	ene-21	dic-46	26	186,6	N	5,6	2,1	0,9	1,1	3,0	10,8	11,3	10,6	13,0	13,7	14,9	12,9	803,5
0466	Aragua	MARACAY-BASE AEREA SUCRE	10,25	-67,65	ene-34	dic-97	64	186,7	NNW	2,0	0,5	0,6	0,7	4,2	12,0	13,7	15,0	20,3	15,0	10,6	5,6	894,5
0632	DC	CARACAS-SANTA INES-GFV	10,51	-66,92	ene-21	dic-46	26	186,8	N	5,9	2,2	1,0	1,1	3,1	10,7	11,1	10,9	13,9	12,6	14,5	13,1	859,6
0447	Aragua	MARACAY-C E N I A P	10,28	-67,62	ene-61	oct-86	26	187,8	NNW	2,4	0,4	0,7	0,8	5,7	10,7	12,6	14,3	17,9	14,0	12,7	7,8	963,7
2648	Anzoátegui	ONOTO	9,60	-65,20	abr-48	oct-97	50	191,4	ENE	3,7	1,1	0,8	0,6	1,9	6,0	16,3	18,1	18,4	14,4	11,6	7,0	1069,3
2348	Cojedes	MORITA-CASERIO	9,66	-68,26	nov-56	dic-97	41	191,7	WNW	2,5	0,5	0,7	1,3	5,7	14,3	15,3	16,8	16,2	11,1	9,4	6,1	1328,2
3604	Guárico	LOMA DEL VIENTO	8,76	-65,01	mar-71	ene-96	25	192,8	E	3,1	0,4	1,0	0,5	5,0	5,8	15,4	15,8	18,8	15,1	10,8	8,2	1038,0
4860	Bolívar	SANTA ROSALIA	7,48	-65,64	may-68	dic-97	30	194,2	SE	3,2	1,4	0,6	0,8	4,2	9,7	17,9	19,1	18,5	12,2	7,3	5,1	1898,8
2650	Anzoátegui	EL CHAPARRO-PUEBLO	9,15	-65,01	nov-59	dic-97	38	195,6	E	2,9	1,0	0,8	0,6	2,7	7,3	14,4	17,5	19,8	14,8	11,4	6,8	1060,3
0444	Carabobo	SAN JOAQUIN-GFV	10,27	-67,80	jul-54	oct-66	12	197,7	NW	0,9	0,3	0,0	0,5	1,4	12,7	17,2	16,2	18,8	16,2	10,8	4,9	973,6
0452	Carabobo	GUACARA	10,24	-67,88	jul-49	oct-93	44	200,8	NW	1,7	0,4	0,4	1,1	5,9	14,0	16,3	15,0	17,0	12,8	10,2	5,2	912,4
1397	Carabobo	CAMPO DE CARABOBO	10,00	-68,16	may-51	may-94	43	204,3	NW	2,0	0,7	0,9	1,3	5,9	13,5	13,6	16,3	17,8	12,1	9,5	6,4	1362,0
0461	Carabobo	VALENCIA-GFV	10,19	-68,00	ene-21	dic-97	77	205,2	NW	1,8	0,3	0,4	1,2	5,0	12,7	14,5	15,8	15,8	13,6	12,2	6,7	1053,0
1387	Carabobo	VALENCIA-SAN LUIS	10,14	-68,05	ago-41	may-94	53	205,3	NW	1,3	0,5	0,6	0,7	6,3	13,9	15,1	15,5	16,8	12,8	11,3	5,3	1152,8

La disponibilidad de datos entre las estaciones es variable y está comprendida entre enero de 1921 y diciembre de 1997; con una mínima de 6 años y una máxima de 77, presentan un promedio global de 34 años. La Figura III.11 muestra la disponibilidad temporal de estaciones con datos. Se observa que existe un mínimo disponible en los primeros 30 años: entre 1922 y 1952 promedia 11,4 estaciones. A partir de este momento, y por los próximos 25

años, el número de estaciones se incrementa hasta alcanzar un máximo de 130 en 1976. Luego, la disponibilidad de estaciones con datos disminuye hasta 75 en 1997.

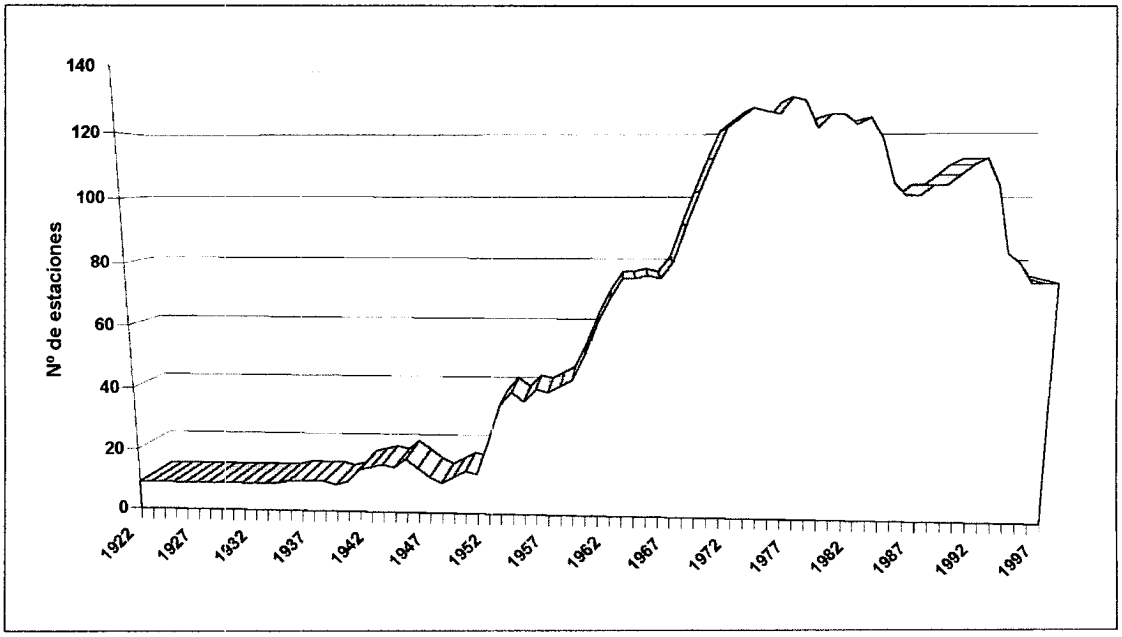


Figura III.11. Número de estaciones pluviométricas con datos mensuales disponibles por año para la serie de 76 años, 1922-1997.

Los promedios que resultan de la población de datos de las estaciones que conforman la *ventana de trabajo* presentan una correlación significativa (Pearson $P<0,0001$; $r=0,78$; $R^2=0,61$, ver Figura III.12) con aquellos de la estación más próxima al *área de estudio* (Palenque, serial 3502, a 24,5 km).

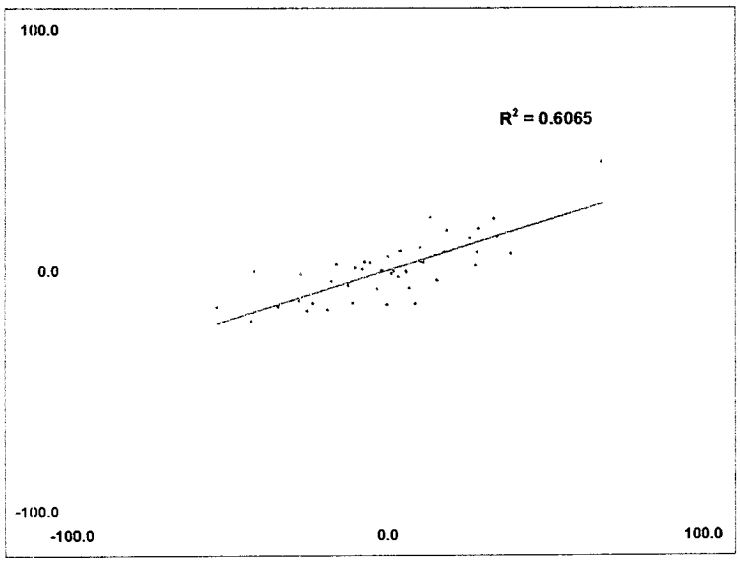


Figura III.12. Correlación lineal entre la media anual de la estación más próxima al *área de estudio* (Palenque, Serial 3502, 24,5 km) y aquella que resulta para la *ventana de trabajo*.

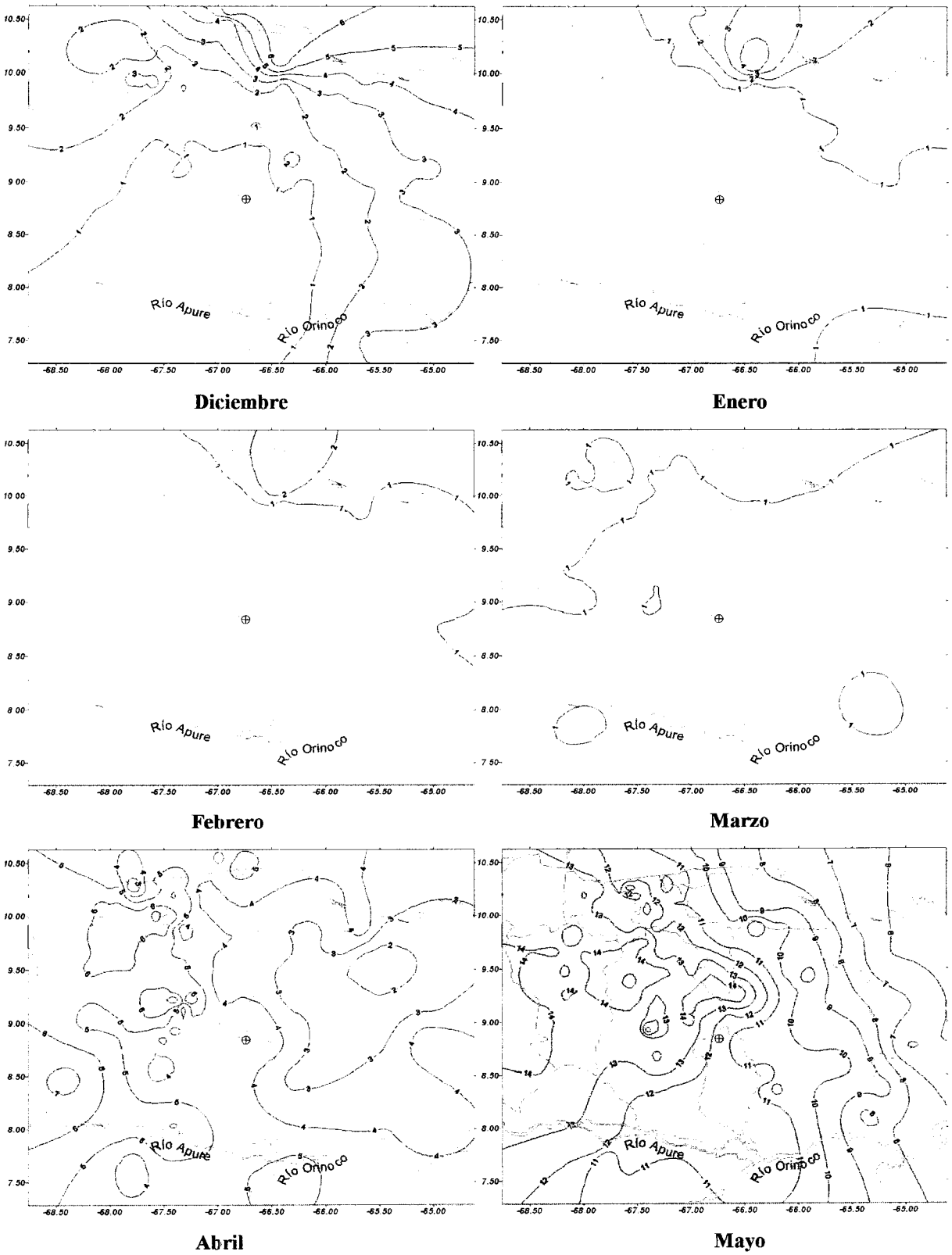
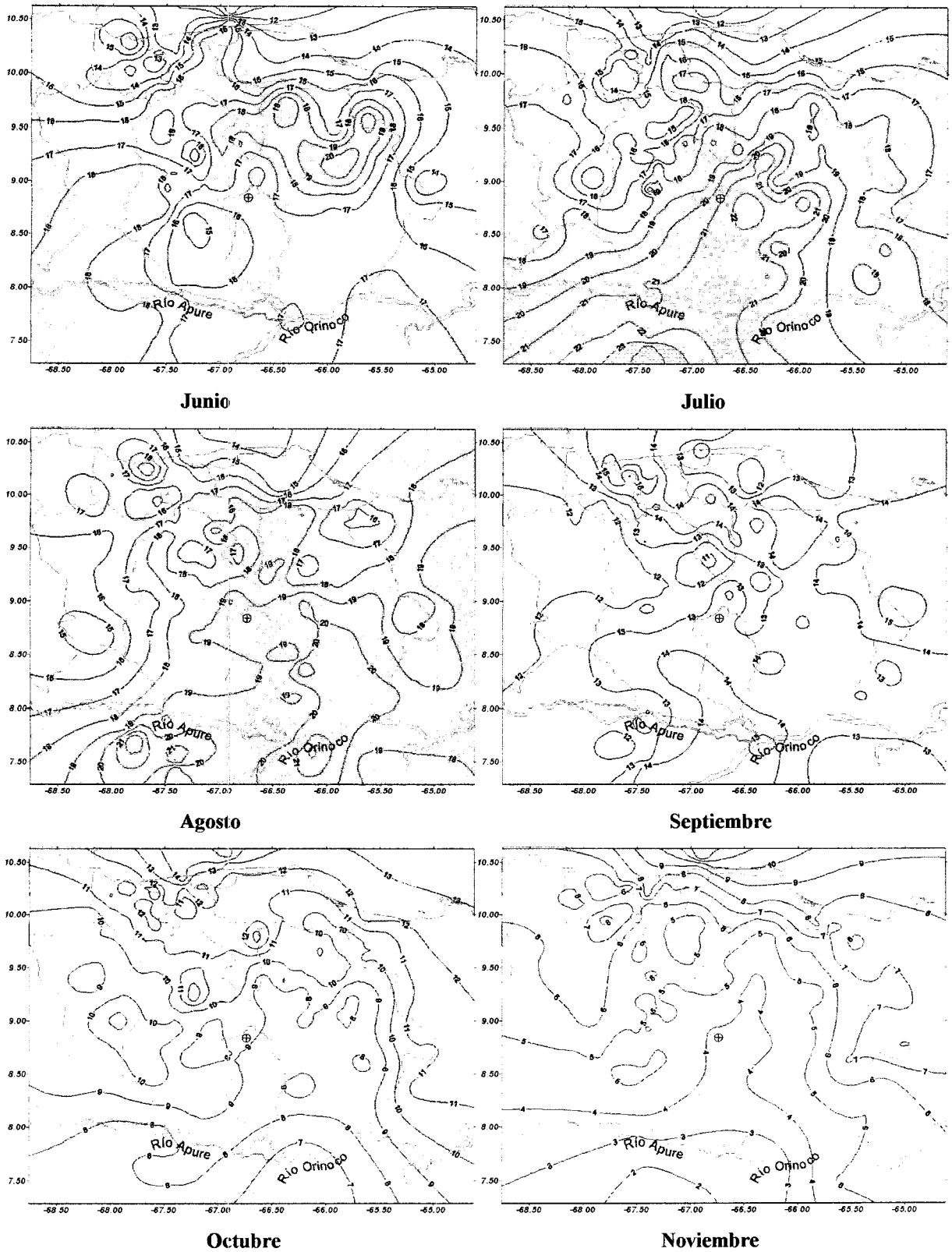


Figura III.14. Isolíneas de precipitación relativa mensual (% de la media anual) para la *Ventana de Trabajo*. Línea en azul representa los límites del PNAG y la marca amarilla el centro geométrico del Área de Estudio.



Junio **Julio**

Agosto **Septiembre**

Octubre **Noviembre**

Figura III.14. Continuación...

Lo anterior puede resumirse en las Figuras III.15 y III.16 que resultan de los promedios mensuales y agrupados de los valores de la *ventana de trabajo*. Aquí se observa que efectivamente los cuatro primeros meses considerados, son los más secos: con una sumatoria de 4,5% del total medio anual (47,4 mm), representan un cuatrimestre o estación ***SECA***. Los siguientes dos meses, Abril y Mayo, se presentan como un período de "entrada" o transición a las lluvias: ***T1***, el 15,8% de las precipitaciones (167,8 mm) ocurre en este bimestre. Seguida de esta transición, se presenta un cuatrimestre o estación definitivamente ***HUMEDA*** y es cuando precipita el 62,1% del total anual o lo que equivale a 659,9 mm. Por último, se tiene el bimestre Octubre-Noviembre (***T2***) y que es similar en sus valores a la primera transición que se observa en el año: bimestre Abril-Mayo (15,8% *vs.* 17,7%); aunque esta segunda y nueva transición ocurre de forma temporalmente inversa y representa la "salida" de las lluvias o una transición a la estación ***SECA***.

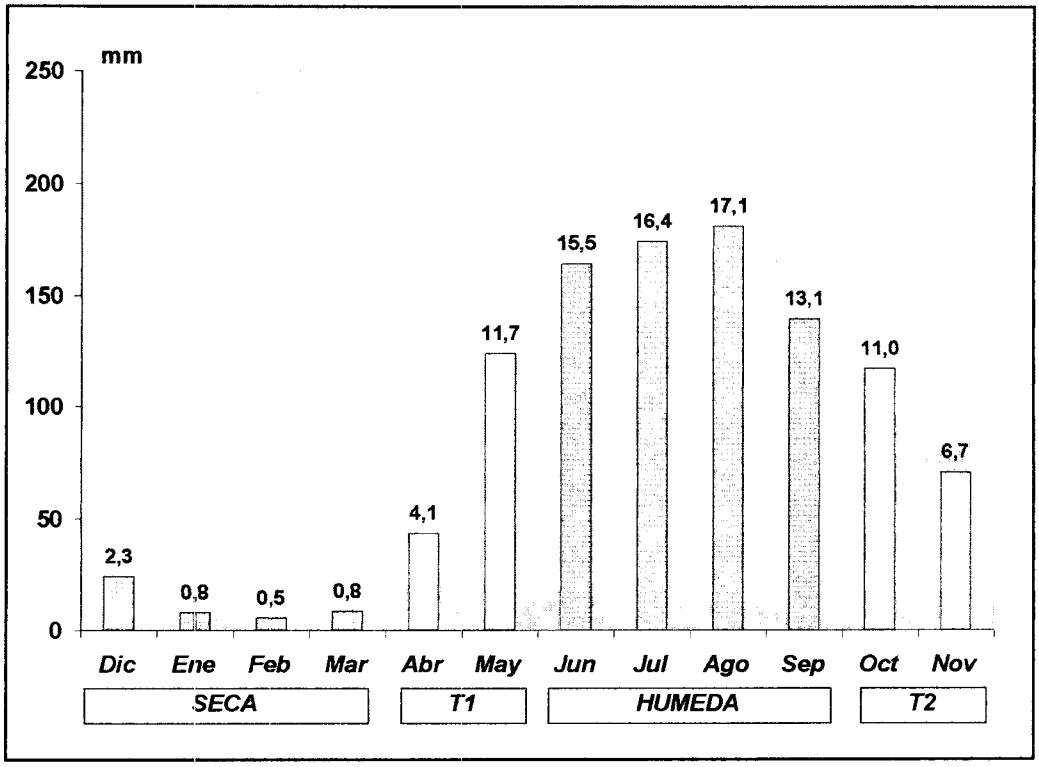


Figura III.15. Distribución anual de las precipitaciones para la *ventana de trabajo*. Los rótulos sobre las barras señalan el % de la media anual aportado por las precipitaciones de cada mes.

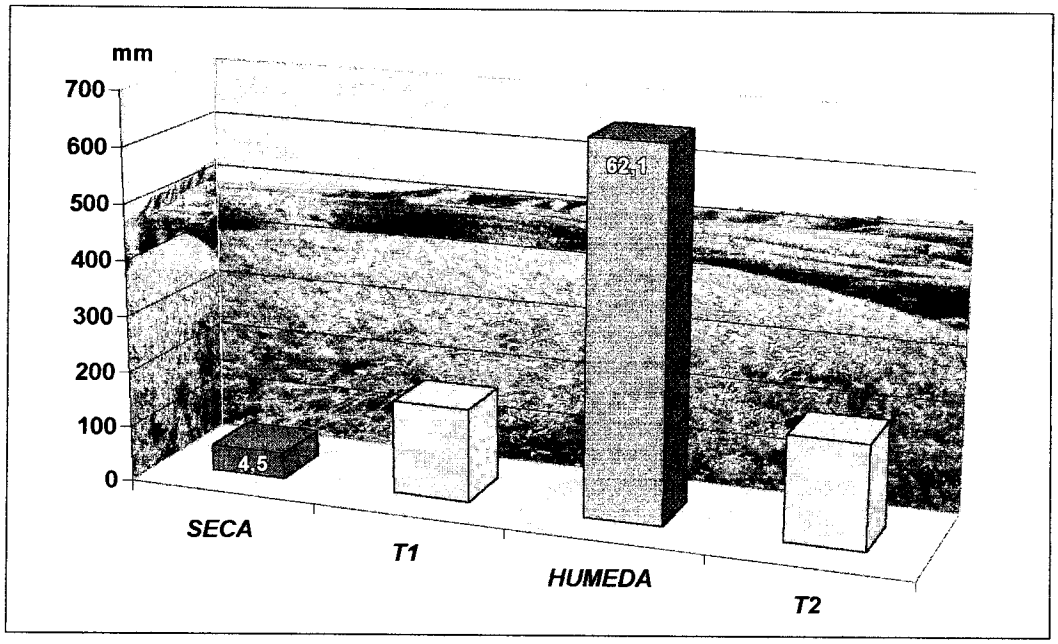


Figura III.16. Distribución estacional relativa de las precipitaciones para la *ventana de trabajo*. Los rótulos expresan el % de la media anual.

Las Figuras III.17 a la III.20 resultan de interpolar los promedios que resultan de agrupar los datos de los meses que componen las estaciones climáticas identificadas en los análisis previos: ***SECA*** (Diciembre-Enero-Febrero-Marzo), ***T1*** (*entrada de las lluvias*, Abril-Mayo), ***HUMEDA*** (Junio-Julio-Agosto-Septiembre) y ***T2*** (*salida de las lluvias*, Octubre-Noviembre). La Figura III.17 muestra que durante la estación ***SECA*** la mayor sección de la *ventana de trabajo* presenta precipitaciones con un aporte inferior al 5% del total anual. Para esta estación climática, la región correspondiente al estado Miranda presenta valores distintivos con precipitaciones que pueden acumular hasta el 15% de la media anual. Durante la estación ***T1***, primera transición o *entrada de las lluvias* (Figura III.18), las precipitaciones triplican en promedio aquellas de la estación ***SECA***. Se evidencia un gradiente Oeste-Este en las precipitaciones. La estación ***HUMEDA*** (Figura III.19) presenta los valores más elevados en el centro y Sur de la *ventana de trabajo*. Cerca del 70% de las precipitaciones medias anuales ocurren en el *área de estudio* durante el cuatrimestre que comprende la estación. Por último, se tiene la estación ***T2***, segunda transición o *salida de las lluvias* (Figura III.20), donde el gradiente espacial es Norte-Sur, presentándose precipitaciones algo por debajo del 15% para el *área de estudio*.

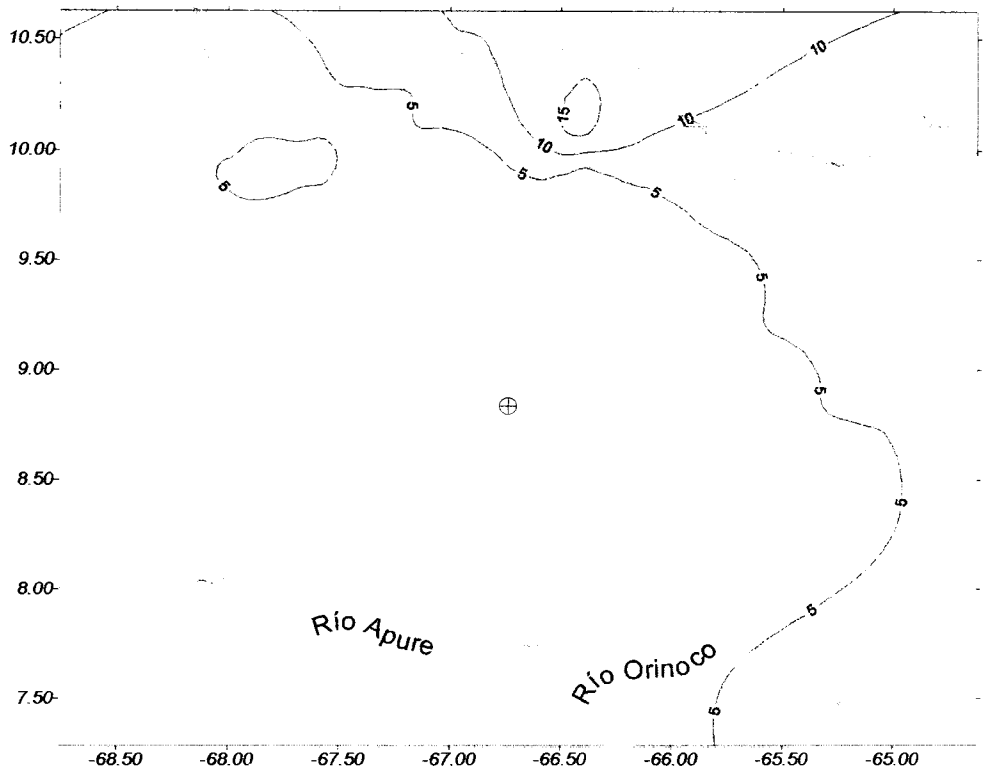


Figura III.17. Isolíneas de precipitación relativa (% de la media anual) para la estación *SECA* (diciembre-enero-febrero-marzo). Línea en azul representa los límites del PNAG y la marca amarilla el centro geométrico del Área de Estudio.

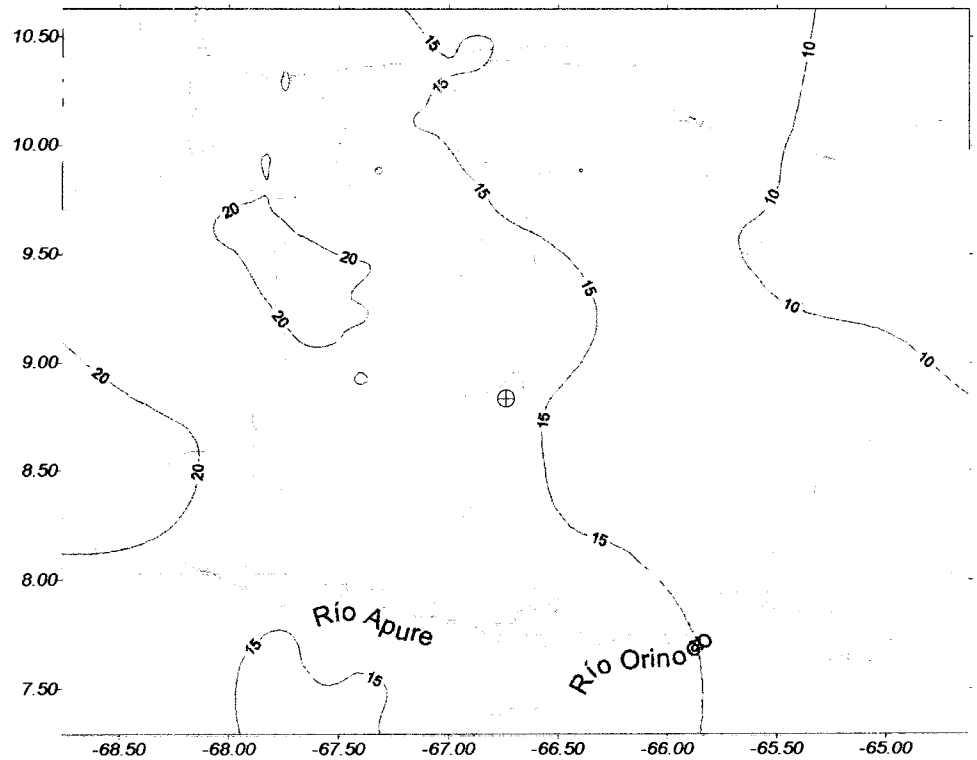


Figura III.18. Isolíneas de precipitación relativa (% de la media anual) para la estación de transición *T1* (abril-mayo). Línea en azul representa los límites del PNAG y la marca amarilla el centro geométrico del Área de Estudio.

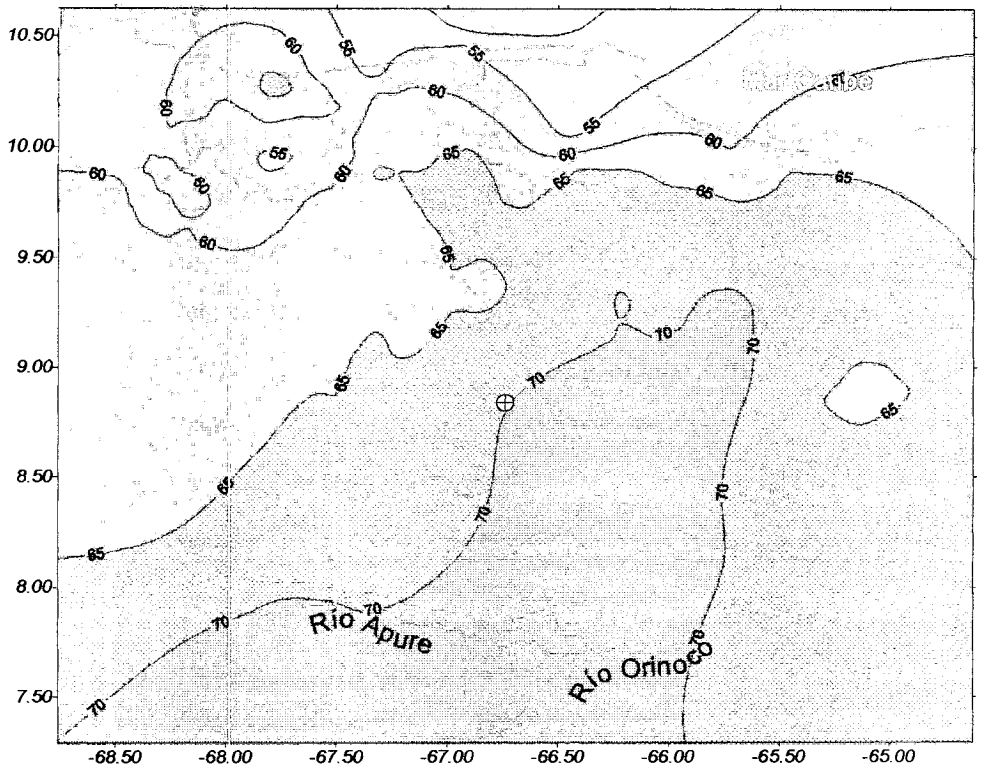


Figura III.19. Isolíneas de precipitación relativa (% de la media anual) para la estación *HUMEDA* (junio-julio-agosto-septiembre). Línea en azul representa los límites del PNAG y la marca amarilla el centro geométrico del Área de Estudio.

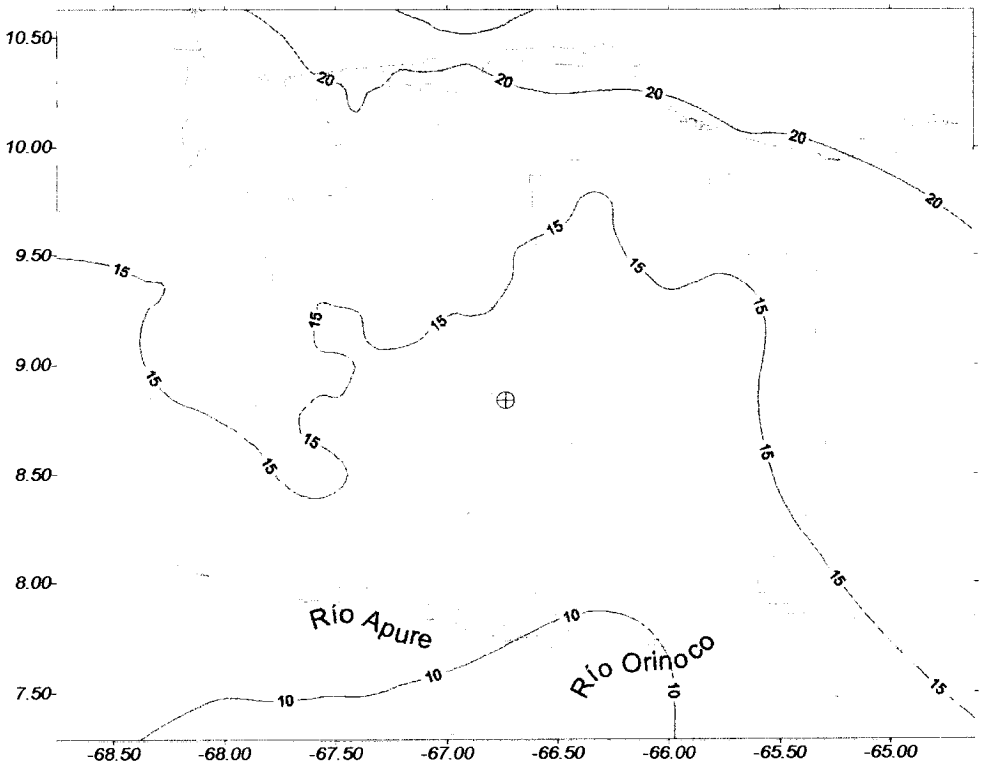


Figura III.20. Isolíneas de precipitación relativa (% de la media anual) para la estación de transición *T2* (octubre-noviembre). Línea en azul representa los límites del PNAG y la marca amarilla el centro geométrico del Área de Estudio.

III.3.2.2. Análisis en base anual de las precipitaciones en la *ventana de trabajo*

En la Figura III.21 se expresa la dinámica temporal de las precipitaciones anuales en relación con la diferencia que existe con la media anual global (1922-1997; 1.063,2 mm). Los colores de las barras se refieren al porcentaje de estaciones que presentan una misma tendencia o anomalía con respecto a la media global para un año determinado.

Aquí se observa que el 63,2% de los años que conforman la serie se presentan como fenómenos climáticos generalizados al tomar en cuenta que más del 70% de las estaciones pluviométricas que conforman la *ventana de trabajo* presentan igual comportamiento. En líneas generales, no se observó una tendencia lineal significativa (Pearson, $P>0,05$) hacia un incremento o disminución en las precipitaciones medias anuales durante los 76 años que comprende el lapso 1922-1997. Por otro lado, es evidente la existencia de "pulsos" de precipitación importantes (tanto secos como húmedos) y que involucran más del 71% de los años. La duración más frecuente de estos pulsos es de 2 años (n=12; 31,6% de los años): 7 pulsos secos (-21,6±12,6) y 5 pulsos húmedos (+25,5±22,0). La mayor diferencia acumulada por un pulso seco de 2 años es de –35,2% de la media global (1922-1923), mientras que la menor diferencia es de –4,9% (1967-1968). Para los pulso bienales húmedos la mayor diferencia acumulada es de +62,7% (1969-1970) y la menor es de +8,5% (1995-1996). Los pulsos bienales que presentan las mayores diferencias acumuladas tienden a presentarse como fenómenos generalizados en la *ventana de trabajo*, esto al tomar en cuenta que para uno o los dos años que conforman el bienio, en promedio, el 76,0% de las estaciones presentan igual tendencia o anomalía.

Siguiendo con el análisis de la frecuencia de los pulsos de precipitación, los trienios ocupan el segundo lugar (n=4; 15,8% de los años). Dos pulsos son secos: -80,5% (1939-1941) y -31,5% (1947-1949); y dos húmedos: +48,1% (1931-1933) y +20,4% (1986-1988). Los pulsos trienales se presentan como fenómenos climáticos algo más generalizados en la *ventana de trabajo* que los bienios, esto al tomar en cuenta que el 77,8% de las estaciones presentan igual tendencia. Sobre esto, el trienio 1939-1941 presentó >90% de homogeneidad espacial (*ie.* >90% de las estaciones pluviométricas con igual tendencia).

El análisis también evidencia tres pulsaciones cuyas duraciones son muy importantes: un quinquenio seco (-59,5%, 1971-1975), un sextenio húmedo (+72,1%, 1978-1983) y un

septenio también húmedo (+57,5%, 1950-1956). El quinquenio mostró la mayor homogeneidad espacial (>83% de las estaciones), mientras que el sextenio fue algo más heterogéneo que el septenio (68% vs. 72%). En todo caso, los años con una mayor diferencia de la media perteneciente a cualquiera de estos pulsos se presentaron como fenómenos espacialmente homogéneos (>80% de las estaciones).

Para la serie de 76 años (1922-1997) el año más seco fue 1941 (-27,1% de la media), asociado a un trienio; y el más húmedo es 1969 (+45,3%), asociado a un bienio. Con respecto a años no asociados a pulsos de cualquier extensión, se tiene a 1989 como el más seco (-19,2% de la media) y 1924 como el más húmedo (+22,0%). Si bien el trienio 1939-1941 se presenta como el pulso con una mayor diferencia acumulada (–80,5% en 3 años), el bienio 1969-1970 logra acumular la mayor diferencia de la media en un lapso menor de tiempo (+62,7% en 2 años). Los años con mayor variabilidad espacial (*ie.* <60% de las estaciones con igual tendencia; n=12), tienen pocas repercusiones en la variabilidad temporal pues su promedio absoluto de diferencia acumulada con respecto a la media es apenas de 4,3%.

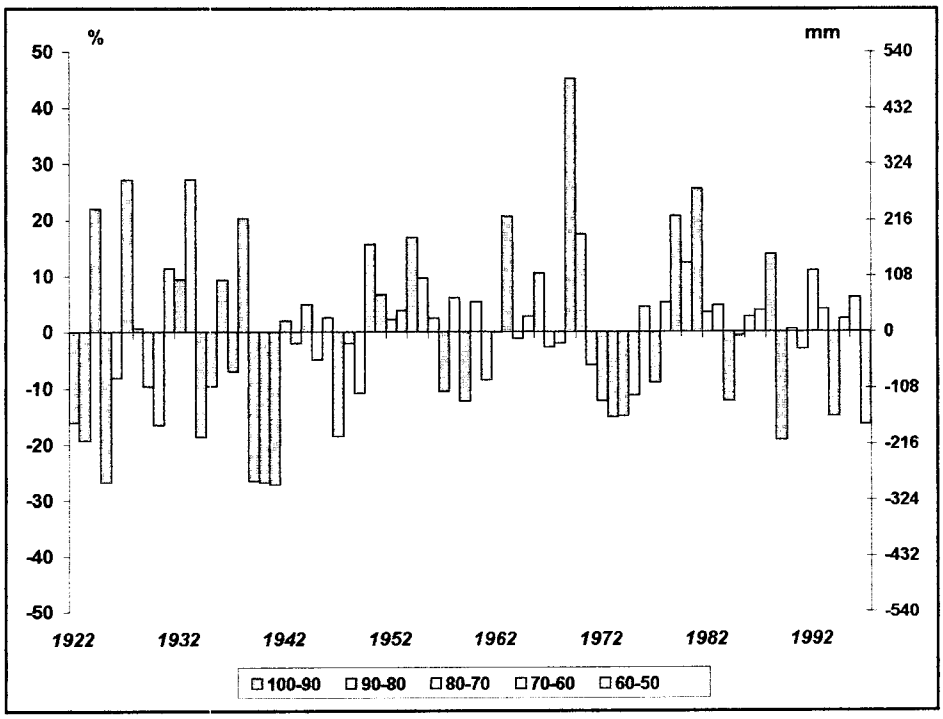


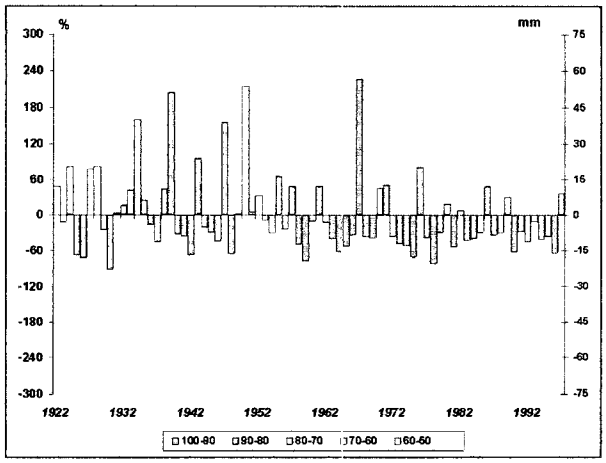
Figura III.21. Diferencia relativa y real con respecto a la media anual. Valores positivos reflejan años por encima de la media y negativos por debajo. La codificación de colores se refiere al porcentaje de estaciones de la *ventana de trabajo* (n=146) que presentan igual tendencia (diferencia positiva o negativa).

Cronológicamente, la secuencia de pulsos y años no-asociados, secos y húmedos, que se observa en los primeros 17 años (1922-1938) le infiere una gran variabilidad. Luego, y a partir

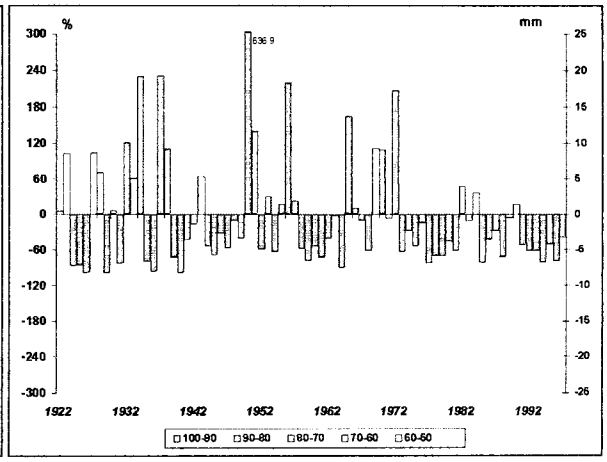
del trienio 1939-1941, la situación se torna sensiblemente seca hasta finales del trienio seco 1947-1949. El período de cuatro años no-asociados (1942 a 1946) infiere cierta variabilidad, pero carece de valores de diferencias de la media suficiente para generar variaciones de magnitud importante. Producto de la diferencia acumulada de la media aportada por el septenio 1950-1956, es a partir de 1950 cuando ocurre un incremento de las precipitaciones medias anuales hasta 1997. La variabilidad que se observa en este periodo se debe principalmente a la presencia de años secos no-asociados que alternan con pulsaciones y algunos años húmedos. Si bien el quinquenio seco 1971-1975 infringe un importante retroceso en la tendencia al incremento general de las precipitaciones, el sextenio húmedo 1978-1983 compensa esta situación. A pesar que la tendencia se conserva, la presencia de años no-asociados especialmente secos le infiere gran variabilidad interanual en las precipitaciones de los últimos diez años de la serie 1922-1997.

El conjunto de gráficas de la Figura III.22 muestra el comportamiento interanual por mes de las precipitaciones con respecto a su diferencia relativa con la media anual para la serie de 76 años (1922-1997). Se observa que, en líneas generales y para todos meses, los eventos extremos (tanto pulsos como años no-asociados, secos o húmedos) se presentan como fenómenos climáticos espacialmente homogéneos al considerar que, en la mayoría de los casos, involucran más del 80% de las estaciones pluviométricas que conforman la *ventana de trabajo*.

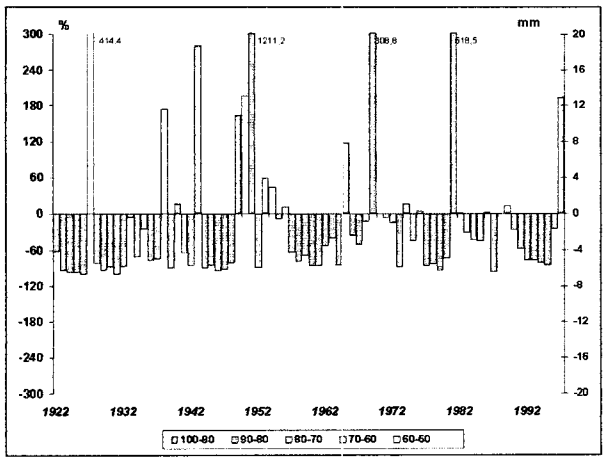
La variabilidad que se observa en los meses Diciembre, Enero, Febrero y Marzo viene dada por la presencia de años atípicos especialmente húmedos. La Figura III.23 presenta la dinámica que resulta al sumar los valores de las diferencias de la media para este cuatrimestre, o lo que es igual: para la estación climática ***SECA***. Espacialmente, el 65,8% de los años de esta estación son homogéneos para el 70% de las estaciones; temporalmente, se presenta la mayor variabilidad en la diferencia relativa de la media comparada con otras estaciones climáticas (Figuras III.24 a la III.26). Las pulsaciones trienales (n=10) son las más importantes al involucrar el 39,5% de los años. Siete fueron pulsos secos (-129,8%±38,4) y tres húmedos (+264,4%±174,9). El trienio 1949-1951 acumula la mayor diferencia de la media: +463,8%. En segundo término, los años no-asociados a pulsaciones involucran una cantidad importante de años de la serie: n=20; 7 secos (-36,6%±19,6) y 13 húmedos (+36,3±38,6).



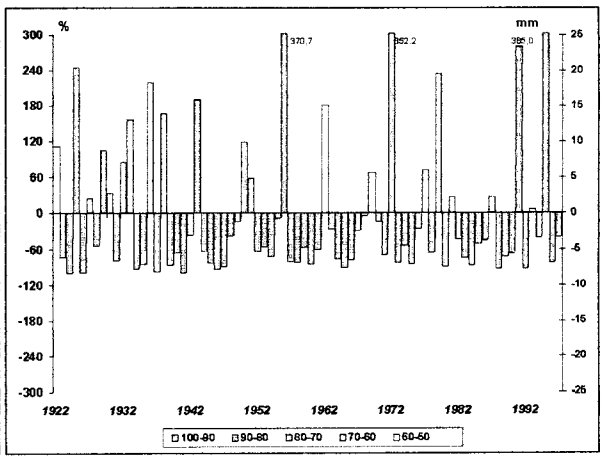
Diciembre



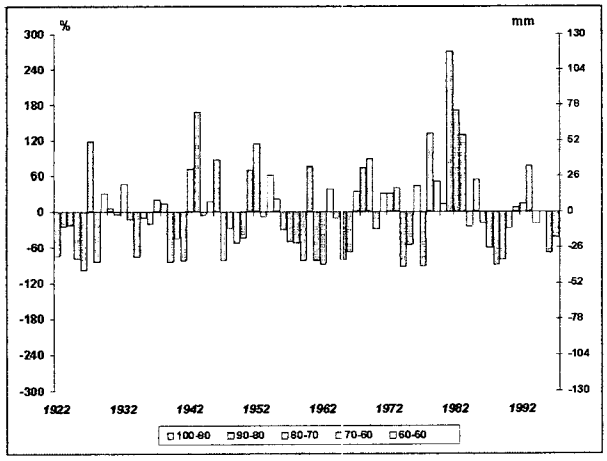
Enero



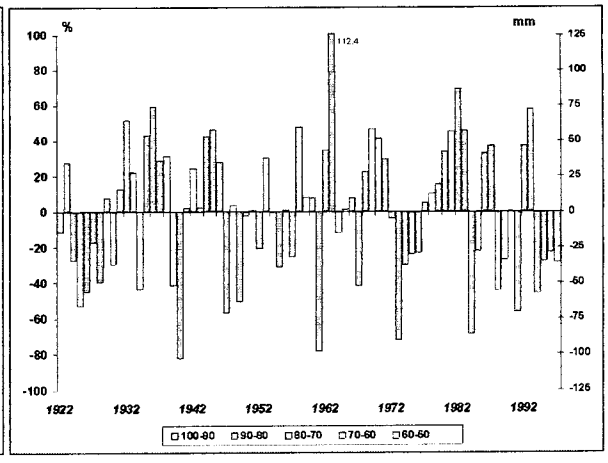
Febrero



Marzo

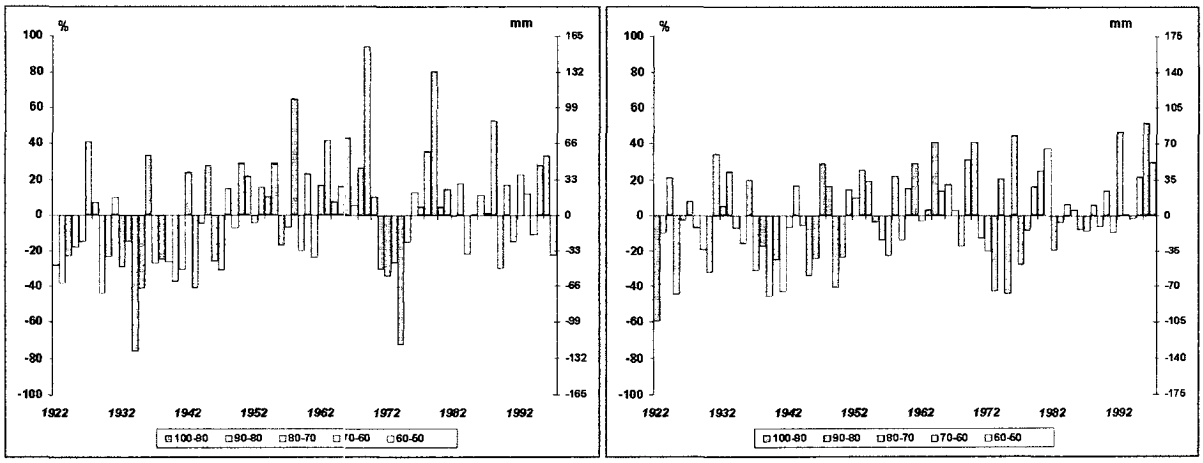


Abril

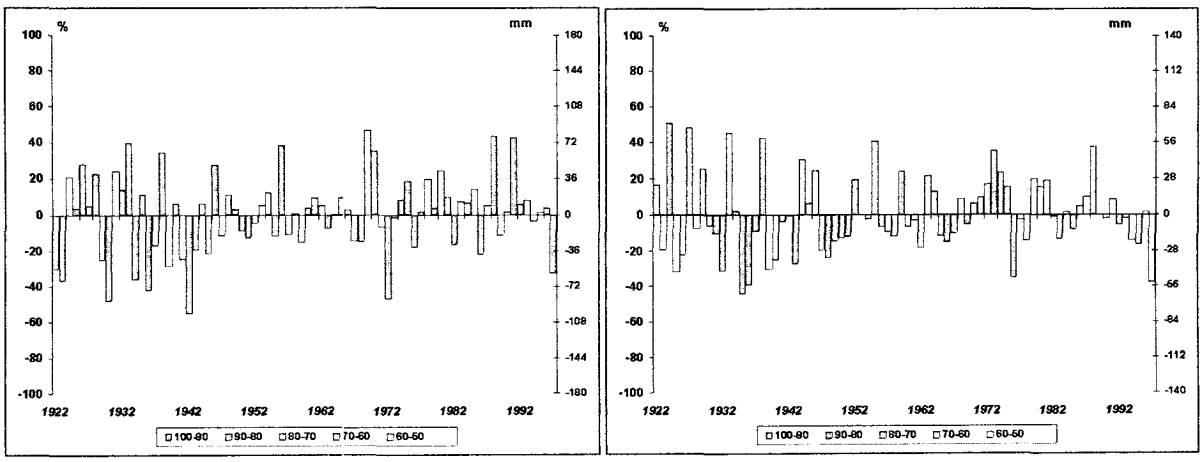


Mayo

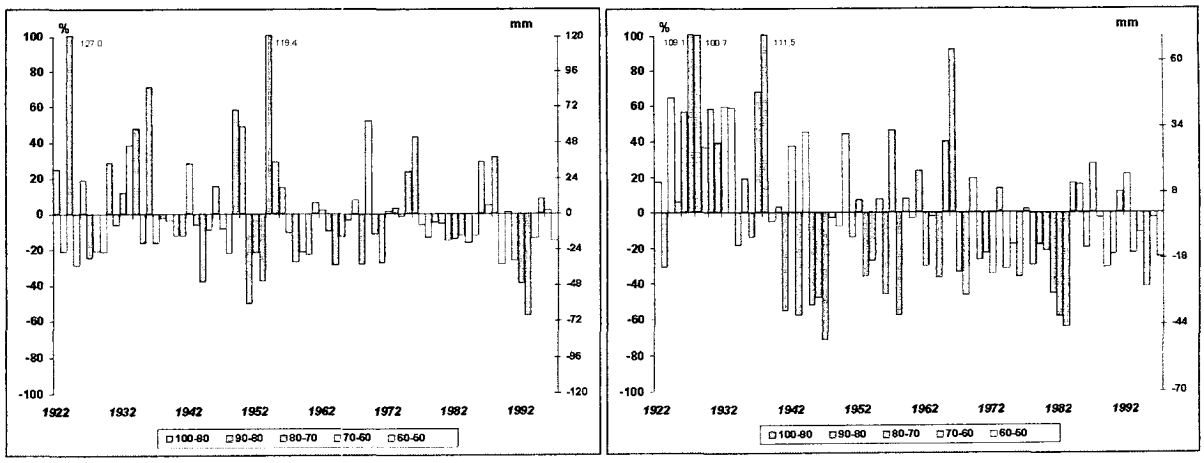
Figura III.22. Diferencia relativa con respecto a la media anual para cada mes. Valores positivos reflejan años por encima de la media y negativos por debajo. La codificación de colores se refiere al porcentaje de estaciones de la *ventana de trabajo* (n=146) que presentan igual tendencia (diferencia positiva o negativa). Rótulos en porcentaje.



Junio **Julio**



Agosto **Septiembre**



Octubre **Noviembre**

Figura III.22. Continuación...

La mayor diferencia para cualquier año no-asociado seco es –65,6% y de +130,2% para uno húmedo. Los cuatrienios, 21% de los años de la serie, son dominantemente secos (n=3), logrando acumular una diferencia de -147,6%±33,9. Para el cuatrienio húmedo la diferencia fue de +181,7%. Por último, se tienen los bienios: n=5, para el 13,3% de los años. Dos bienios fueron secos (-91,8%±23,4) y tres húmedos (+113,6%±69,8).

Para la serie 1922-1997, la secuencia de años no-asociados y pulsaciones presentes en la estación climática ***SECA*** le infiere gran variabilidad interanual. Hasta 1957, los eventos húmedos presentan valores de diferencia de la media suficientes para generar una tendencia a un incremento relativo en las precipitaciones de esta estación. A partir de 1958, la combinación de una mayor cantidad de eventos secos y de eventos húmedos de menor diferencia de la media, crea una tendencia generalizada a una disminución de las lluvias. Tendencia interrumpida solo por la variabilidad que genera el año no-asociado húmedo de 1967 y el pulso húmedo de 1969-1972.

Si bien presenta una variabilidad temporal relativa algo menor, espacialmente, las precipitaciones durante la estación climática ***T1*** (Abril-Mayo) son, para la serie 1922-1997, eventos mucho más homogéneos que aquellas de la estación climática anterior, la ***SECA***: 65,8% *vs.* 79,5% (Figura III.24). En el caso de años o pulsos con registros extremos, la homogeneidad espacial supera, en la mayoría de los casos, el 90% de la *ventana de trabajo*. La variabilidad temporal, expresada como de la diferencia acumulada media, es igual tanto para eventos secos como húmedos (33,7%). El 85,5% de los años que conforman la serie están vinculados a pulsos de precipitación de diferente duración: 6 pulsos de cuatro años (31,6%), 3 de cinco años (19,7%), 4 de tres años (15,8%), 4 de dos años (10,5%) y 1 de seis años (7,9%). Los años no-asociados a pulsos involucran el 14,5% de los años (n=11). Con respecto al promedio de la diferencia acumulada de la media el sextenio 1978-1983 presenta los máximos valores (+363,5%), le siguen los quinquenios (húmedos +172,8%, secos –149,0%), seguido por un cuatrienio seco (-118,7%), un trienio también seco (-116,3%), un cuatrienio húmedo (+94,6%); los bienios húmedos (+73,2%), el trienio húmedo (+71,3%) y un bienio seco (-60,5%) culminan esta secuencia. Los años no-asociados a pulsaciones presenta diferencias acumuladas de la media de –41,4%, los secos, y +18,5% los húmedos. A partir de 1963 todos los años estaban asociados a pulsaciones de diferente duración.

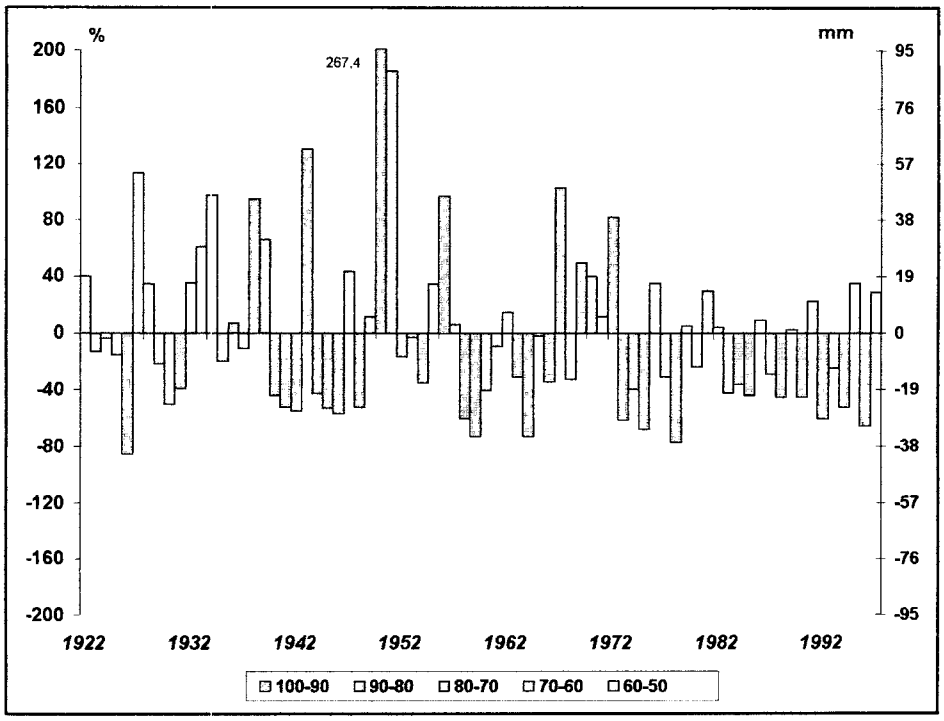


Figura III.23. Diferencia relativa y real con respecto a la media anual para la estación climática *SECA*. Valores positivos reflejan años por encima de la media y negativos por debajo. La codificación de colores se refiere al porcentaje de estaciones de la *ventana de trabajo* (n=146) que presentan igual tendencia (diferencia positiva o negativa). Rótulo en porcentaje.

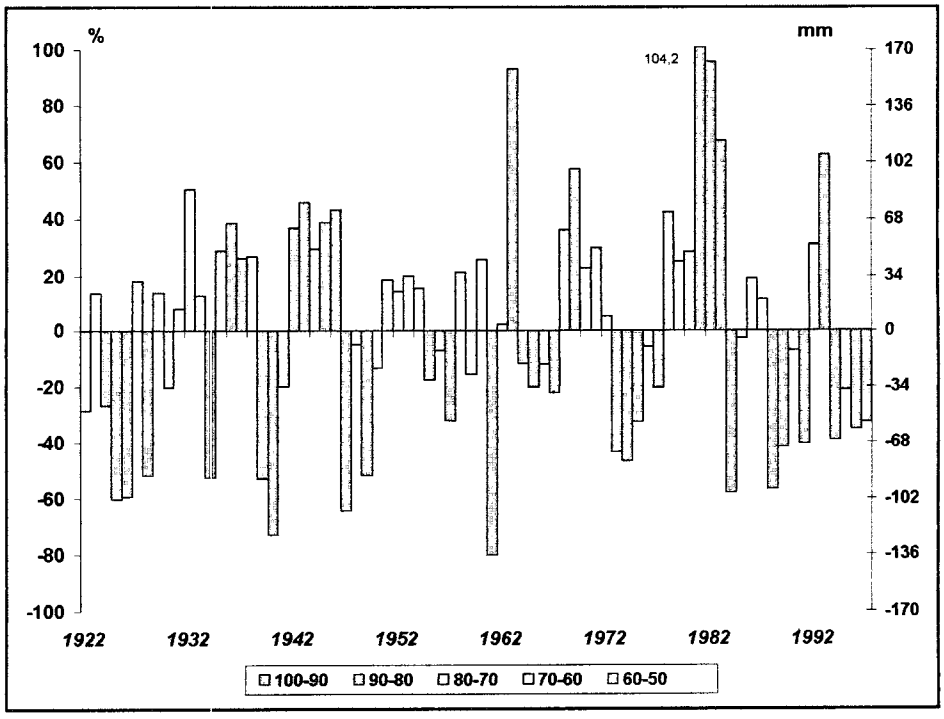


Figura III.24. Diferencia relativa y real con respecto a la media anual para la estación climática *T1*. Valores positivos reflejan años por encima de la media y negativos por debajo. La codificación de colores se refiere al porcentaje de estaciones de la *ventana de trabajo* (n=146) que presentan igual tendencia (diferencia positiva o negativa). Rótulo en porcentaje.

Para la estación climática ***T1*** se observa que la alternancia de pulsaciones, secas y húmedas, es la principal fuente de variabilidad en la serie 1922-1997. Si bien los primeros 9 años (1922-1930) y los últimos 10 años (1988-1997) son dominantemente secos, en el resto de la alternancia entre los pulsos lleva, en muchas ocasiones a compensar la diferencia de la media acumulada en el pulso anterior. Esto es cierto hasta el pulso húmedo de 1978-1983 donde se logra acumular una importante diferencia: +363,2 %, o lo que equivale a 609,8 mm.

Con respecto a la estación ***HUMEDA***, se puede observar en la Figura III.25 que, si bien la mayoría de los años no-asociados así como las pulsaciones con valores de variación extrema son eventos espacialmente homogéneos, también se obtiene una heterogeneidad espacial global algo mayor que en las estaciones climáticas anteriores: ***HUMEDA*** 75,2% *vs.* ***SECA*** 76,9% y ***T1*** 79,5%. En la estación ***HUMEDA*** las pulsaciones más frecuentes son las bienales (n=9), donde 5 son secas (1922-1923, 1925-1926, 1929-1930, 1949-1950 y 1967-1968) con un promedio de diferencia de -29,5%±20,6; y 4 son húmedas (1927-1928, 1969-1970, 1987-1988 y 1995-1996; +41,4%±17,8). El segundo lugar en frecuencia lo ocupan los cuatrienios (n=3): dos húmedos (1978-1981 y 1990-1993; +57,6%±26,5) y uno seco (1934-1937; -72,2%). Los quinquenios (n=2) involucran al 13,2% de los años de la serie (1939-1943 y 1971-1975). Ambos fueron eventos secos y lograron desviaciones de la media importantes de –57,8% y –107,3%. Dentro de la serie de 76 años que comprende el análisis, sólo se presentó un trienio. Este fue seco acumulando una diferencia de –14,5%. Se presentaron también un sextenio húmedo entre 1951-1956 (+43,2%) y un septenio entre 1960-1966 con +64,4% (húmedo). Los años no-asociados a pulsaciones (n=20) fueron tanto secos como húmedos. Los secos presentaron una diferencia de menor magnitud y menor variabilidad (-8,5%±4,1) que los húmedos (n=5; +10,3%±7,8).

Cronológicamente, la estación climática ***HUMEDA*** es sensiblemente más seca los primeros 29 años, hasta 1950. Durante este lapso la variabilidad es originada por la presencia de años no-asociados húmedos así como por un bienio húmedo. A partir de 1951 la situación se invierte: los eventos húmedos – pulsaciones principalmente – se ven interrumpidos por años secos. Esta tendencia sería menos variable de no ser por la presencia de un quinquenio seco (1971-1977) que inflige un retroceso de –57,7%, o lo que equivale 250,0 mm de diferencia acumulada.

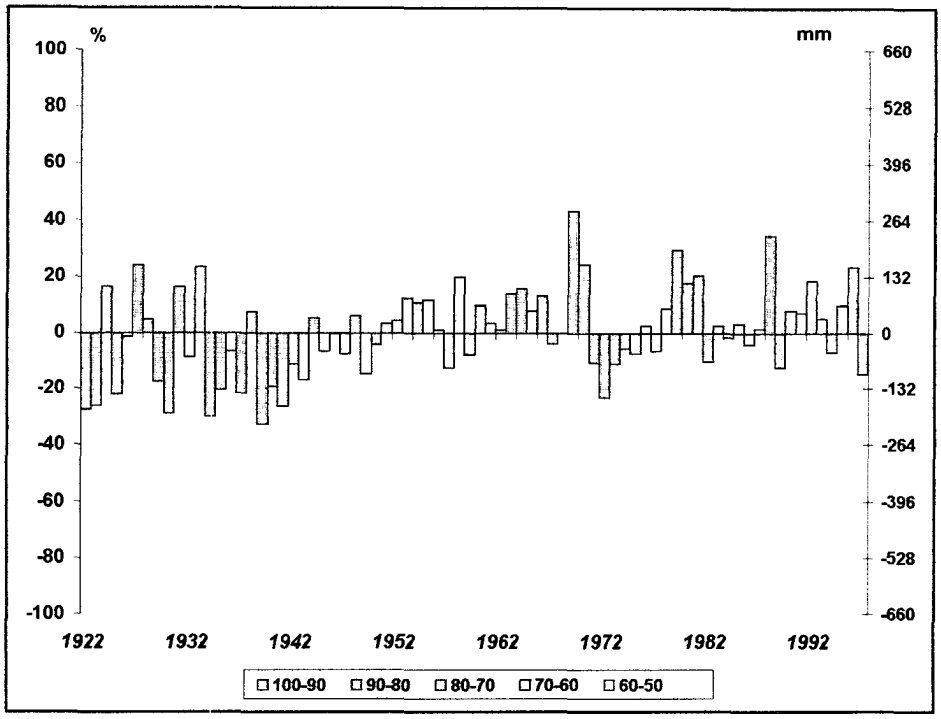


Figura III.25. Diferencia relativa y real con respecto a la media anual para la estación climática *HUMEDA*. Valores positivos reflejan años por encima de la media y negativos por debajo. La codificación de colores se refiere al porcentaje de estaciones de la *ventana de trabajo* (n=146) que presentan igual tendencia (diferencia positiva o negativa).

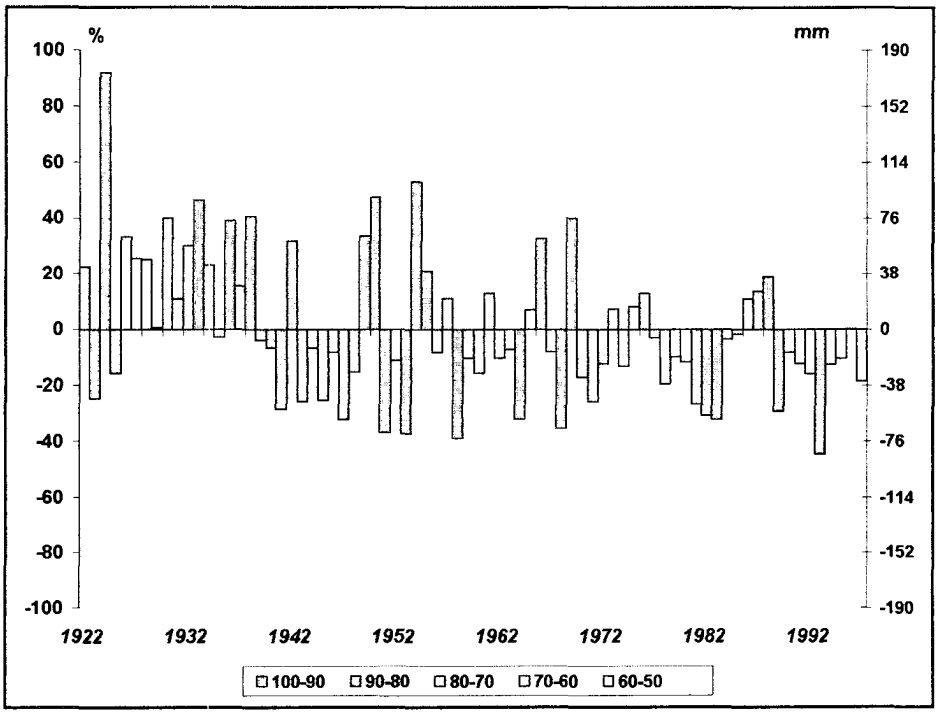


Figura III.26. Diferencia relativa y real con respecto a la media anual para la estación climática *T2*. Valores positivos reflejan años por encima de la media y negativos por debajo. La codificación de colores se refiere al porcentaje de estaciones de la *ventana de trabajo* (n=146) que presentan igual tendencia (diferencia positiva o negativa).

Por último, se tiene la Figura III.26. Aquí se observa que si bien los eventos extremos son espacialmente homogéneos, la estación climática ***T2*** es la que presenta la mayor variabilidad espacial (71,9%). Con respecto a la variabilidad interanual el 59,2% de los años fueron secos y el resto húmedos. El 81,6% de los 76 años de registro de esta estación climática pertenecen a pulsaciones de diversas magnitudes: 5 bienios (1 seco, –43,2%; y 4 húmedos +53,9%±28,4), 7 trienio (5 secos, –58,8%±17,5; y 2 húmedos, +69,1%±36,9), 1 sextenio seco (-113,7%), 1 septenio seco (-133,3%) y 2 novenios (1 seco, -139%; y 1 húmedo, +234,8%).

La configuración de los eventos en la serie histórica de esta estación climática le confiere una condición más húmeda en los primeros 17 años (1922-1938) cuya variabilidad sólo se ve afectada por unos pocos años secos no-asociados. A partir de 1939 los fenómenos secos comienzan a ser más frecuentes, tornando la situación a una condición cada vez más seca. La gradualidad de esta tendencia se ve interrumpida por la variabilidad que generan algunos eventos húmedos: 5 años no-asociados, 4 bienios y 1 trienio.

III.3.2.3. Análisis en base a series anuales de las precipitaciones en la *ventana de trabajo*

La Figura III.27 muestra el resultado de agrupar los 76 años de datos sobre las medias anuales en 4 serie temporales de 19 años cada una. Si bien se aprecia una tendencia al incremento a lo largo de las cuatro series, con una ganancia final de 5,4%, éste no es significativo (ANOVA, P>0,05). Esta ausencia de significancia estadística se evidencia no sólo en el conjunto de las cuatro series, sino entre cada una de ellas.

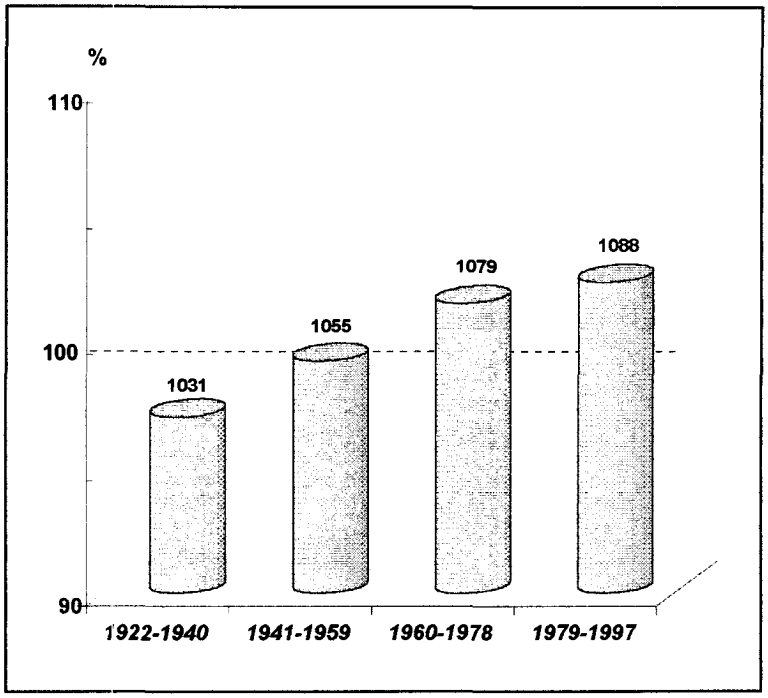


Figura III.27. Variación relativa por serie anual. Los rótulos expresan valores en mm.

Al realizar este análisis, ahora, agrupando los datos por su pertenencia a una estación climática (***SECA***, ***T1***, ***HUMEDA*** o ***T2***) y a una serie anual particular (***1922-1940***, ***1941-1959***, ***1960-1978*** o ***1979-1997***) se obtienen los resultados de la Figura III.28.

La estación climática ***SECA*** muestra un incremento muy discreto (1mm, +16,1%) entre la media de la serie ***1922-1940*** y la de ***1941-1959***. Luego, entre las series ***1941-1959/1960-1978*** ocurre un descenso de –30,1%, para luego continuar esta tendencia descendiendo –5,9% en la última serie, ***1979-1997***. Si bien esta dinámica global no es estadísticamente significativa (ANOVA, P>0,05), lo es cuando se considera el cambio ocurrido entre el valor inicial (53 mm en 1922-1940) y el final (39 mm en 1979-1997) (Test *t*, P=0,0458).

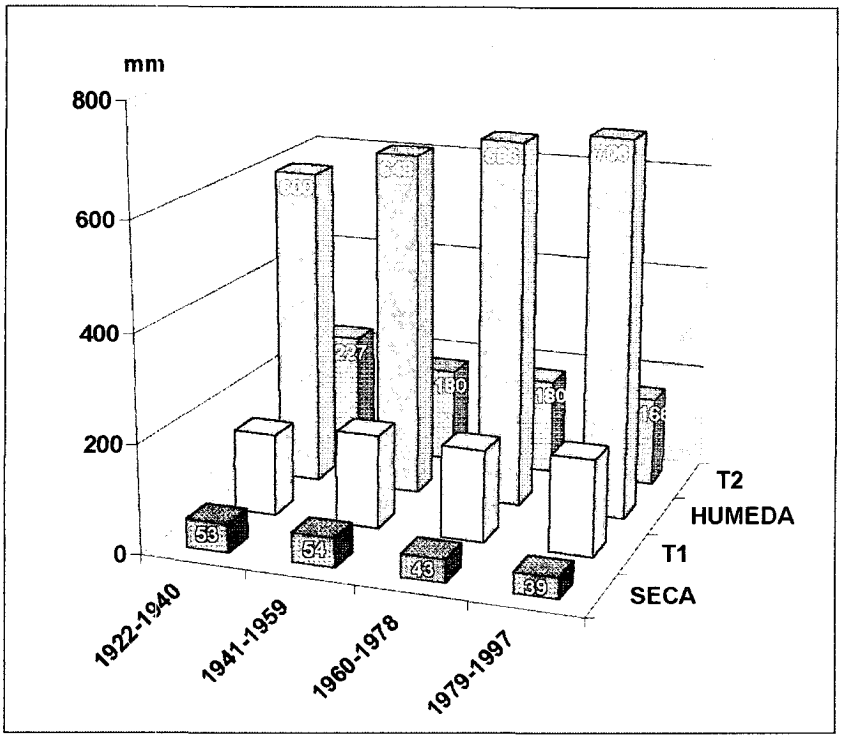


Figura III.28. Distribución estacional de las precipitaciones para las cuatro series anuales. Rótulos en mm.

En la Figura III.28 también se aprecia que la estación climática de transición ***T1*** presenta una variabilidad en los valores interseriales; pero, esta dinámica no es significativa (P>0,05). Al considerar la siguiente estación, la ***HUMEDA***, la dinámica se torna muy significativa (ANOVA, P<0,01), presentándose un incremento lineal significativo (P<0,001) y sostenido entre las cuatro series. Las mayores diferencias se tienen entre las series ***1922-1940/1960-1978*** (Test *t*, P=0,0241), ***1922-1940/1979-1997*** (Test *t*, P=0,0057) y ***1941-1959/1979-1997*** (Test *t*, P=0,0457). De igual forma, la última estación, ***T2***, expresa una dinámica temporal significativa (ANOVA, P<0,001) entre sus series anuales. A diferencia de la estación ***HUMEDA***, aquí la tendencia es a una disminución lineal significativa en los valores medios interseriales. Las diferencias más importantes se tienen entre las series ***1922-1940/1941-1959*** (Test *t*, P=0,0090), ***1922-1940/1960-1978*** (Test *t*, P=0,0028), lográndose una diferencia significativa entre el valor inicial (***1922-1940***: 227 mm) y el final (***1979-1997***: 166 mm) (Test *t*, P<0,0001).

El conjunto de Figuras III.29 a la III.32 refleja la variabilidad mensual en la dinámica de las estaciones para las diferentes series temporales. Para los meses pertenecientes a la estación ***SECA***, la variabilidad sólo es significativa para el mes de *diciembre* entre las series ***1922-1940/1979-1997*** (Test t, P=0,0286) (Figura III.29).

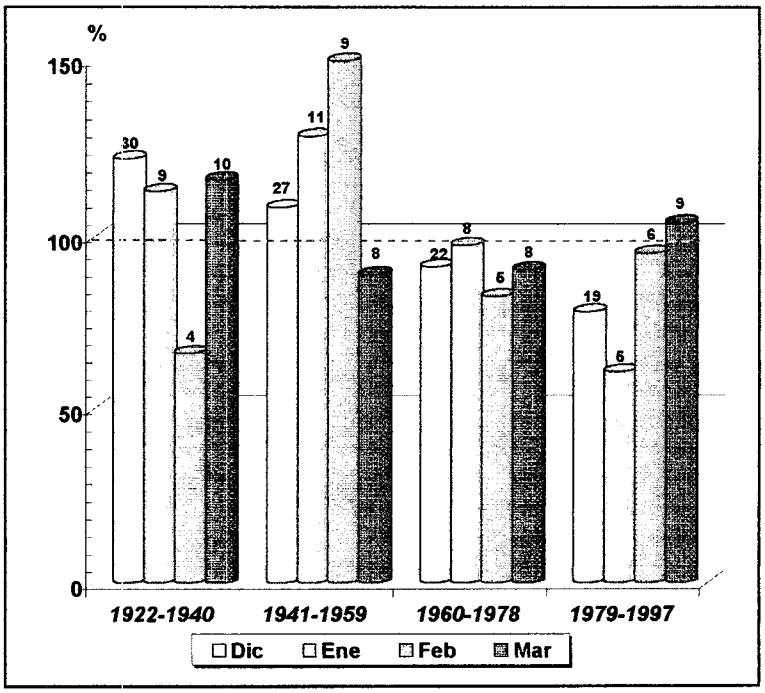


Figura III.29. Variación relativa por serie temporal para los meses que conforman la estación *SECA*. Rótulos en mm.

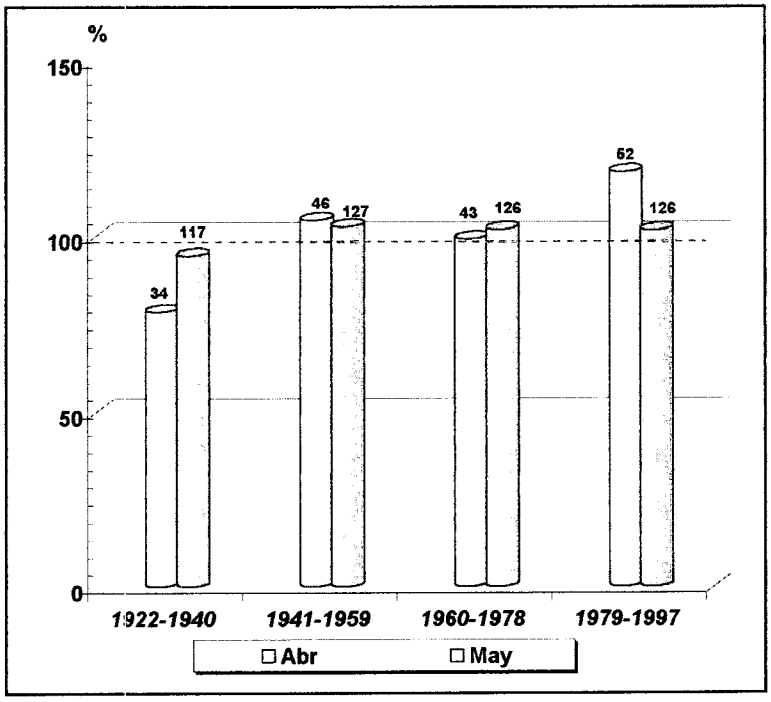


Figura III.30. Variación relativa por serie temporal para los meses que conforman la estación de transición *T1*. Rótulos en mm.

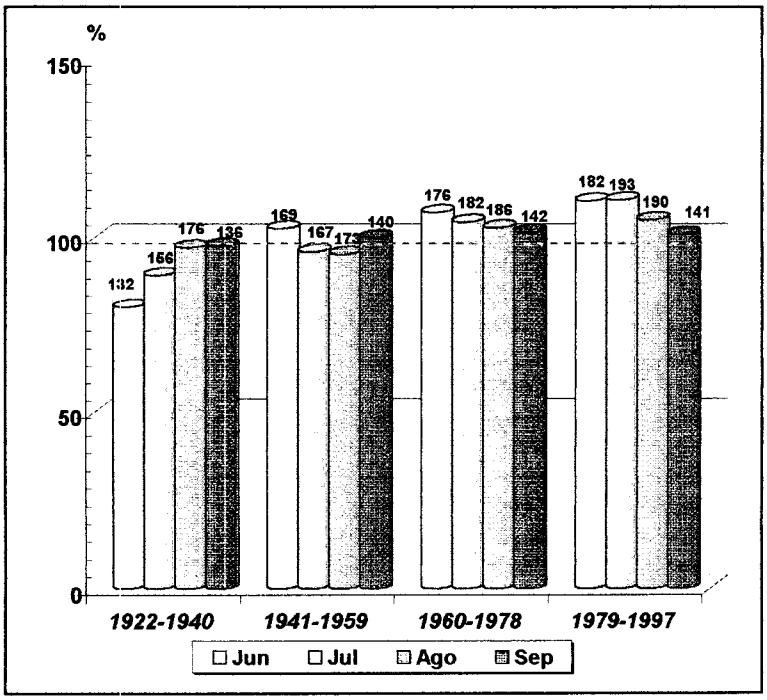


Figura III.31. Variación relativa por serie temporal para los meses que conforman la estación *HUMEDA*. Rótulos en mm.

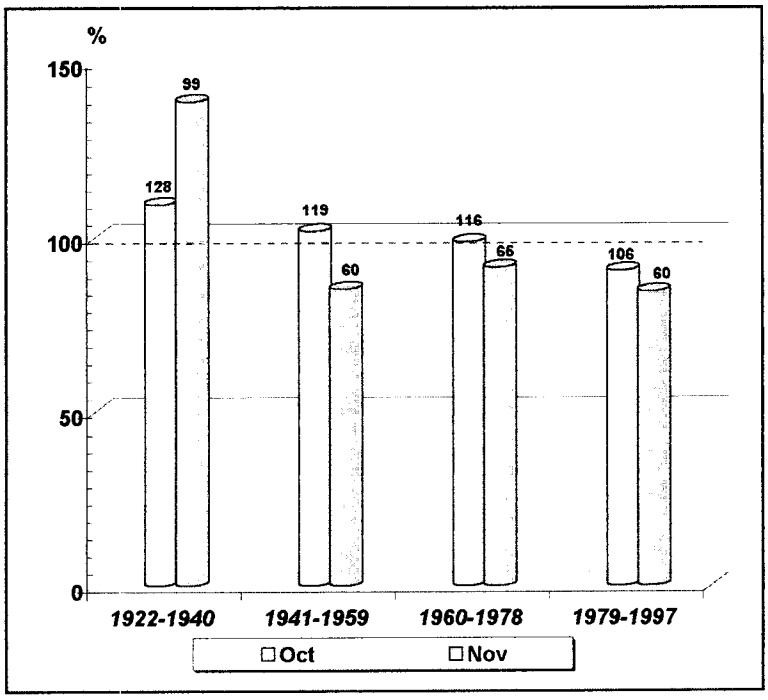


Figura III.32. Variación relativa por serie temporal para los meses que conforman la estación de transición *T2*. Rótulos en mm.

La variabilidad que se observa entre las diferentes series temporales para los meses que conforman la estación de transición ***T1*** no resulta en ningún caso significativa (Test *t*, P>0,05). Esto a pesar que para el mes de *abril* se obtiene un incremento del 39,9% entre la primera serie, ***1922-1940***, y la última, ***1979-1997*** (ver Figura III.30).

La dinámica temporal de los dos primeros meses de la estación ***HUMEDA*** muestran una variabilidad significativa que se manifiesta en un incremento lineal a lo largo de las series anuales (Figura III.31). Para *junio* esta tendencia presenta una significancia de P=0,0109 (ANOVA) y para *julio* se logra una P=0,0437 (ANOVA). La diferencia se tiene un incremento abrupto que ocurre en *junio* entre la primera serie anual y las demás, y por un incremento gradual a lo largo de las series de *julio*. Los otros dos meses que conforma esta estación, *agosto* y *septiembre*, no muestran variabilidad significativa en estos sentidos.

La estación de "salida de las lluvias", ***T2***, muestra una variabilidad temporal significativa con tendencia lineal a disminuir en los valores seriales de los meses que la conforman (Figura III.32). Para *octubre* se observa un descenso gradual de las precipitaciones que resulta en una diferencia significativa entre el valor inicial, ***1922-1940***, y el final, ***1979-1997***, para una reducción efectiva de 22,2 mm (-19%). La significancia en la variabilidad de *noviembre* se tiene por un descenso abrupto que ocurre en entre la primera serie anual y las demás.

La Figura III.33 resume no solo la distribución relativa mensual y estacional de las precipitaciones para cada una de las cuatro series temporales consideradas, sino confirma lo antes expuesto en esta sección del estudio (III.3.2.3) donde se evidencia un comportamiento diferencial en la dinámica temporal de las precipitaciones. Se tiene que para la estación ***SECA***, la variabilidad temporal resultante es consecuencia de una reducción gradual en el aporte de agua de las precipitaciones del mes de diciembre, alcanzando la significación estadística (P<0,05) al considerar la variación que ocurre entre sus valores iniciales y finales. La dinámica temporal del resto de los meses que conforman esta estación (enero, febrero y marzo) no afecta la significación de la variabilidad de esta estación climática (P>0,05). Como pudo evidenciarse en las Figuras III.28 y III.32, la variabilidad de los meses que conforman la estación de "entrada de lluvias", ***T1***, no es significativa (P>0,05). Esta situación cambia sustancialmente para los dos siguientes meses: junio y julio, pertenecientes a la estación **HUMEDA**. Un incremento en las precipitaciones, (junio: abrupto entre ***1922-1940*** y el resto

de las series; julio: gradual a lo largo de las series) ocasiona una variabilidad temporal significativa (P<0,05). En junio, el incremento resultante es del 3,9% de la media anual o lo que equivale a una incorporación adicional de 49,7 mm durante este mes. En julio, el incremento es del 2,6% de la media anual y equivale a unos 37,1 mm adicionales. Como resultado, la primera mitad de la estación ***HUMEDA*** experimenta un incremento histórico de 86,8 mm. Para la segunda mitad, agosto y septiembre, la variabilidad temporal pierde significación estadística (P>0,05), muy especialmente durante septiembre. Por último, la "salida de las lluvias", la estación ***T2***, presenta un comportamiento proporcional y temporalmente inverso a la primera mitad de la estación ***HUMEDA*** (junio-julio). Octubre, por ejemplo, presenta una gradualidad en la dinámica similar a la de julio, pero ocasiona esta vez una disminución: -2,7% de la media anual (-22,2 mm). Para noviembre se presenta, al igual que para junio, un cambio abrupto entre la primera serie y el resto. Pero en este caso, la dinámica temporal resulta en una reducción del 4,1% de la media anual de las precipitaciones o lo que equivale a un déficit de 38,8 mm. En conjunto, y producto de esta variabilidad, la estación ***T2*** experimenta una disminución histórica de 61,0 mm en sus precipitaciones.

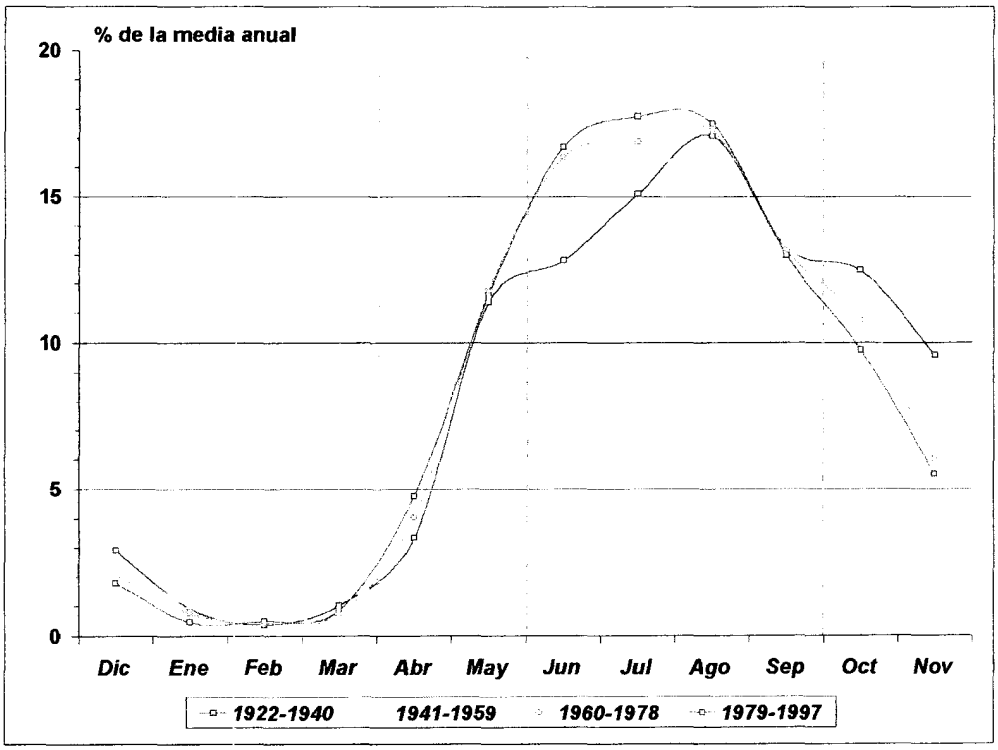


Figura III.33. Distribución relativa mensual y estacional de las precipitaciones para las cuatro series anuales.

Al desglosar los 4.492 días de precipitación por su pertenencia a una clase de intensidad mm/día) se tiene la Figura III.36. Aquí se observa que las precipitaciones más frecuentes son as que comprenden una intensidad entre ***1-5*** mm/día (35,2 eventos/año). Con un promedio de 2,6 mm, los eventos de esta clase aportan 91,5 mm a la media anual (6,8%). A estas precipitaciones le siguen en frecuencia aquellas cuya intensidad se encuentra entre ***10-25*** mm/día (25,5 eventos/año). Promedian 16,2 mm y su aporte anual es de 413,1 mm (30,8% de a media anual). La siguiente frecuencia se tiene para aquellas precipitaciones cuyo aporte a la media anual apenas alcanza el 0,7%; estas son aquellas cuya intensidad es inferior a 1 mm/día (***<1***). Con 24,7 eventos/año, y una intensidad promedio de 0,4 mm/día, aportan 9,9 mm a la media anual. Ocupando el cuarto lugar, las precipitaciones con intensidades entre ***5-10*** mm/día ocurren con una frecuencia de 19,7 eventos/año. Promedian 7,2 mm y contribuyen con 139,7 mm a la media anual (10,6%). Las tres últimas intensidades consideradas: ***25-50***, ***50-75*** y ***>75*** mm/día, suman una frecuencia de 16,4 eventos/año, pero su contribución a la media anual es muy importante pues aportan algo mas de la mitad del total (50,8%). En el caso de intensidades entre ***25-50*** mm/día, la frecuencia anual es de 12,5 eventos y acumulan 426,3 mm (31,8% de la media anual), más que cualquier otra intensidad.

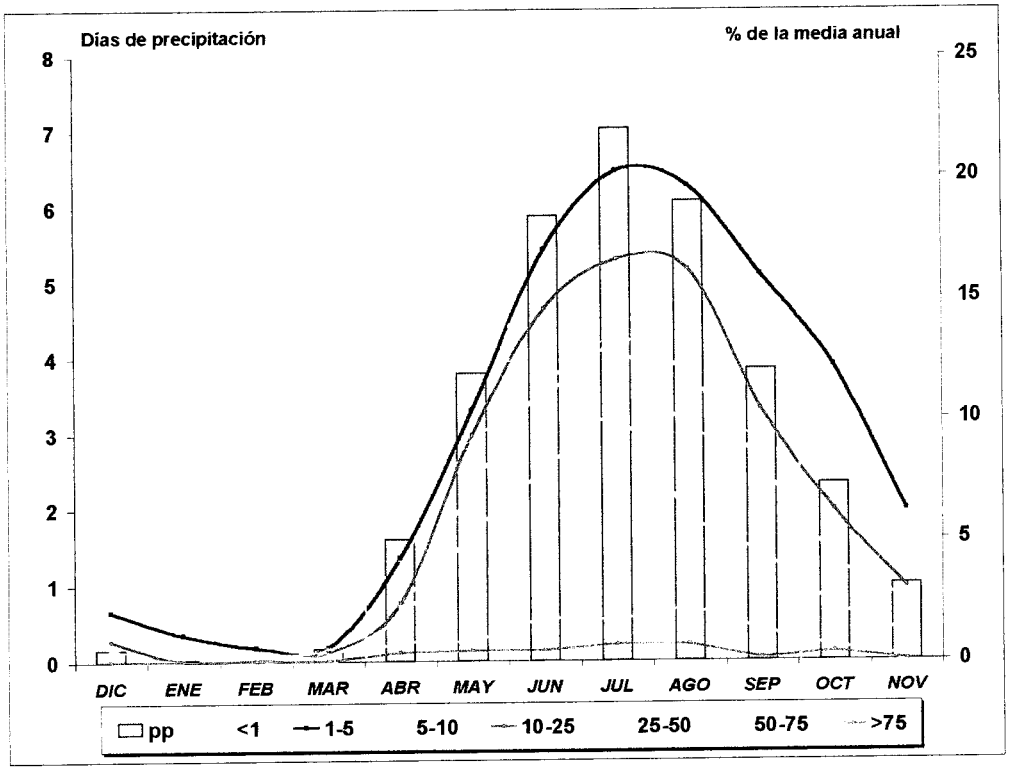


Figura III.36. Frecuencia de días de precipitación de diferente intensidad (mm/día) para el lapso 1961-1997 en San Fernando de Apure. Las barras se refieren al porcentaje de la media anual de las precipitaciones que ocurren en cada mes.

III.3.3. Análisis en base diaria de las precipitaciones en San Fernando de Apure

En los 37 años que comprende el lapso 1961-1997, San Fernando de Apure presentó una media anual de 1.342,0 mm; y es el resultado de 4.492 días de precipitación durante los 13.545 días que conforman el lapso (33,2%). Los eventos de precipitación presentaron intensidades que oscilaban entre una mínima de 0,1 mm/día y una máxima de 134,9 mm/día. Según la Figura III.35, la mayor frecuencia se tiene durante la estación climática ***HUMEDA***: 81,3 eventos en los cuatro meses de la estación, ó 20,3 eventos/mes. Esta es seguida por el bimestre de "entrada de lluvias", ***T1***, con un promedio de 9,3 días de precipitación por mes; y luego por la "salida de las lluvias", ***T2***, con 8,5 días/mes. Esto deja la estación ***SECA*** con la menor frecuencia de eventos de precipitación, promediando 1,1 días/mes. El mes con mayor frecuencia de precipitaciones es julio, cuando el 77,7% de los días que lo conforman presenta precipitaciones ≥1 mm. Si bien enero se presenta como el mes más seco (0,9 mm), es febrero el que presenta la menor frecuencia de precipitaciones: 0,5 días/mes. La distribución temporal en la frecuencia de los eventos de precipitación explica en un 99,1% la distribución mensual de las lluvias (días de pp/mes *vs.* mm/mes, R^2=0,9913).

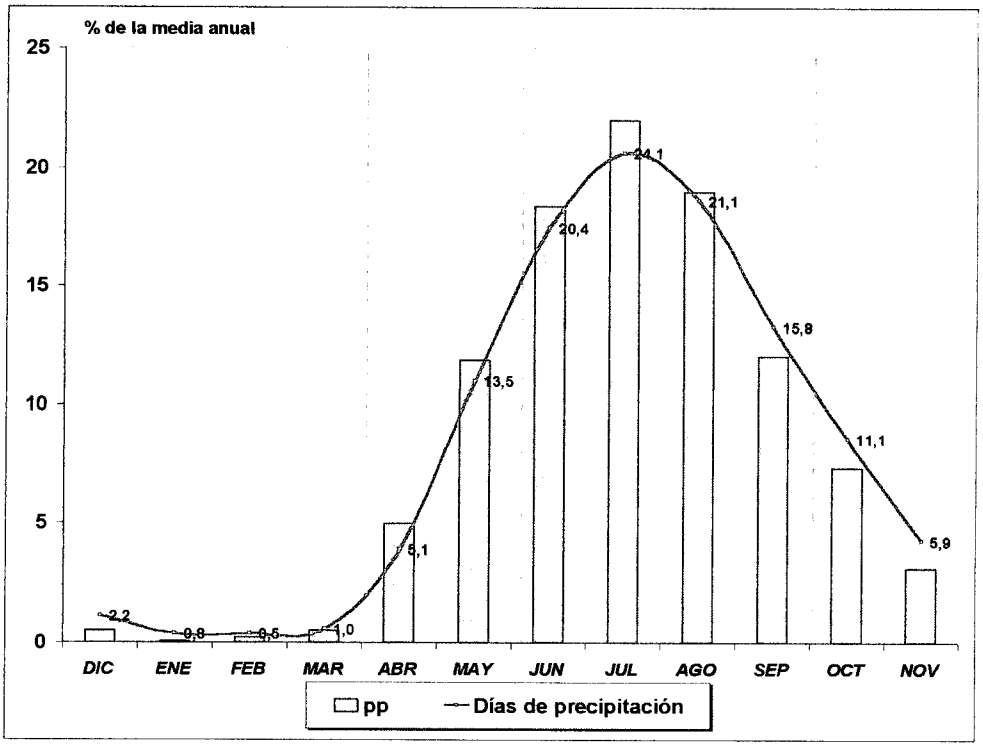


Figura III.35. Días de precipitación para el lapso 1961-1997 en San Fernando de Apure (estación pluviométrica MARN serial 4404). Rótulos en días de precipitación. Las barras se refieren al porcentaje de la media anual de las precipitaciones que ocurren en cada mes.

El último análisis de esta sección resulta en la Figura III.34, donde se observa que el semestre conformado por la estación de "salida de lluvias" y la consiguiente estación seca (*T2+SECA*) presenta una tendencia lineal a una disminución significativa de las precipitaciones (P<0,01) que resulta en –32,1% de la media anual (-75 mm). En esta dinámica, la principal variación ocurre entre la primera y la segunda serie anual. Para el segundo semestre, el conformado por la estación de "entrada de lluvias" y la húmeda (*T1+HUMEDA*), ocurre de igual forma una tendencia lineal significativa (P<0,01) pero esta vez en sentido opuesto: las precipitaciones se incrementan hasta lograr una variación del 16,0% de la media anual (+132 mm) al final de los 76 años del estudio.

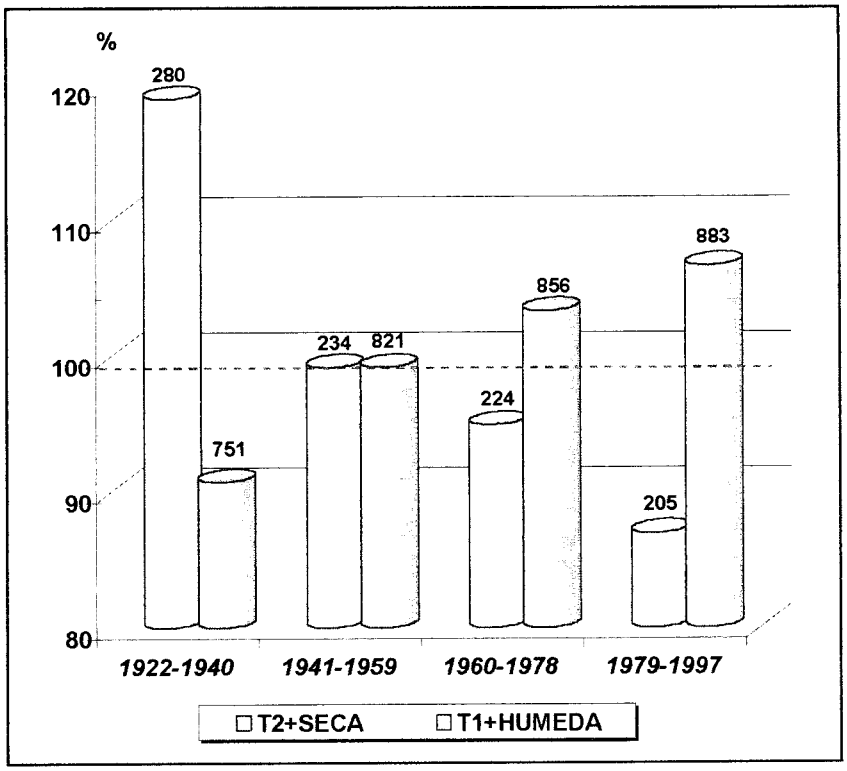


Figura III.34. Variación relativa por serie anual para las estaciones agrupadas en semestres: *T2+SECA* y *T1+HUMEDA*. Rótulos en mm.

Las precipitaciones especialmente intensas de ***50-75*** mm/día no son eventos atípicos en los registros pluviométricos de San Fernando de Apure, pudiendo presentarse con una frecuencia de hasta 2,9 eventos al año y elevar en 13,0% la media anual (174,9 mm). De igual forma, "vendavales" con una intensidad superior a los 75 mm/día (***>75***, media=88,8) pueden ocurrir con una frecuencia casi anual (0,9 eventos/año), para un aporte adicional de 79,9 mm a la media anual (6,0%).

La estación climática ***SECA*** acumula la menor frecuencia de eventos de precipitación de cualquier intensidad: 4,5 eventos en 4 meses, para una media estacional de 17,6 mm (1,3% media anual). Anualmente, 2,2 eventos son ***<1*** mm, 1,4 de ***1-5*** mm y 0,4 de ***5-10*** y ***10-25*** mm. Intensidades hasta 50 mm/día (***25-50***) sólo ocurren con una frecuencia de 1 evento cada 10 años. Se tiene entonces que el 96,3% de los días con precipitación de cualquier intensidad, y el 98,7% de las precipitaciones medias anuales, ocurren entre los meses de abril y noviembre: estaciones climáticas ***T1***, ***HUMEDA*** y ***T2***. La Figura III.37 presenta los resultados del análisis en la frecuencia de eventos de precipitación de diferente intensidad específicos para los meses que conforman este periodo.

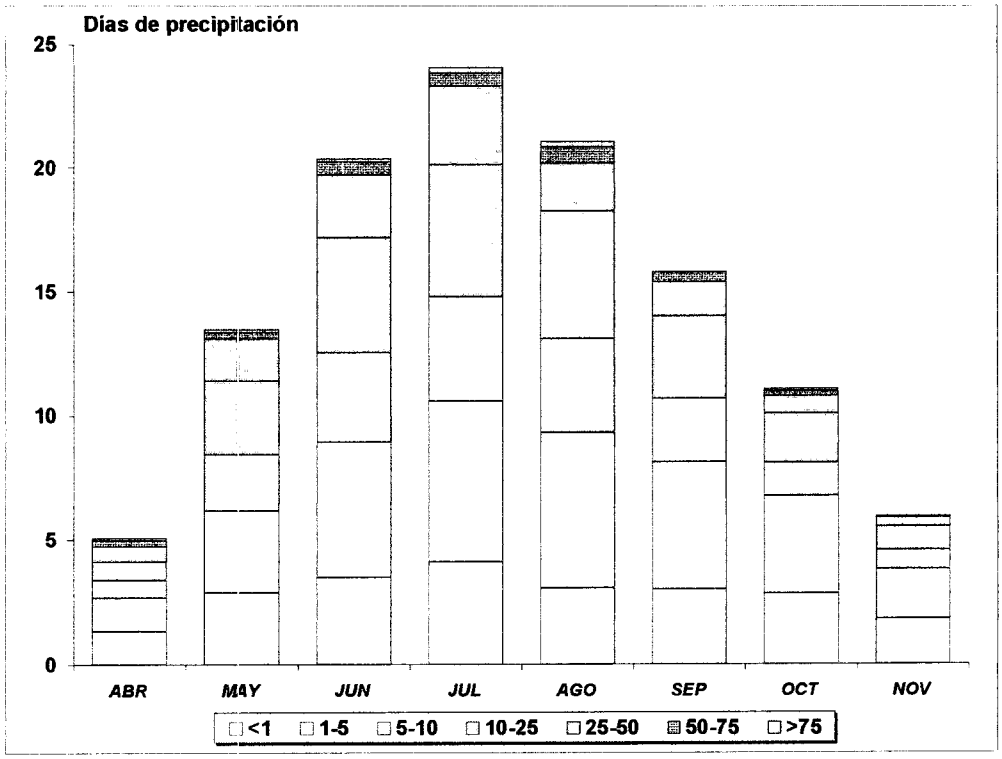


Figura III.37. Frecuencia de precipitaciones de diferente intensidad (mm/día) para los meses de abril a noviembre (T1+HUMEDA+T2) para el lapso 1961-1997 en San Fernando de Apure.

El mes de abril presenta una media de 67,1 mm que se obtiene a través de un promedio de 5,1 eventos de precipitación. Para el mes de mayo, por otro lado, el promedio se incrementa a 159,4 mm a raíz de un incremento también de los días de lluvia que se ubica en un promedio de 13,5. A pesar de estas diferencias, la frecuencia relativa de eventos de diferente intensidad así como el aporte relativo a la media mensual que resulta de éstos, no es significativamente distinto (Test *t*, $P>0,05$). Estacionalmente, el bimestre abril-mayo, ***T1***, presenta una media de 226,6 mm que se obtiene a través precipitaciones que ocurren en el 30,4% de los días que lo conforman. De éstos, el 63,6% de son eventos <10 mm/día, y su aporte neto a la media estacional es de apenas 15,6%. Con un aporte del 61,1% a la media estacional, son los eventos de ***10-25*** mm/día (20,1% de los días y 26,7% de aporte) y ***25-50*** mm/día (12,2% y 34,4%), los acontecimientos pluviométricos más importantes de la estación ***T1***. Precipitaciones con intensidades superiores a los 50 mm/día también son factibles durante este lapso. Con una frecuencia de 1 cada 2 años para los de ***50-75*** mm/día, y de 1 cada 5 años para lluvias ***>75*** mm/día, los eventos de intensidad extrema logran ocasionar un incremento del 23,3% en la media de esta estación climática.

Al igual que para ***T1***, los meses que conforman la estación ***HUMEDA*** (junio-julio-agosto-septiembre) presentan valores distintivos para el número de días de precipitación y para la cantidad en mm que estos aportan a la media. Pero, de nuevo, la proporción se conserva. Es decir, no existen diferencias significativas (Tukey-Kramer; $P>0,05$) en la ocurrencia relativa (%) de los eventos de diferente intensidad y el aporte relativo a la media entre los meses que la conforman. La estación ***HUMEDA*** presenta una media de 957,8 mm que se obtiene a través precipitaciones que ocurren en el 66,6% de los días que la conforman. De éstos, el 51,1% de son eventos <10 mm/día, y su aporte neto a la media estacional es de apenas 17,6%. Con un aporte del 63,3% a la media estacional, los eventos de ***10-25*** mm/día (22,7% de los días y 31,1% de aporte) y ***25-50*** mm/día (11,1% y 32,2%) son, al igual que para ***T1***, los acontecimientos pluviométricos más importantes de la estación ***HUMEDA***. Eventos especialmente intensos como ***50-75*** mm/día y ***>75*** mm/día ocurren con una frecuencia mayor que en ***T1***, de 2,2 y 0,6 por año, respectivamente; logrando ocasionar un incremento del 19,1% en la media.

T2, octubre y noviembre, con una media de 140,0 mm en 17,0 días de precipitación, conserva también la proporcionalidad entre los meses que la conforman, establecida para las dos estaciones climáticas anteriores. Los eventos <10 mm/día involucran el 74,4% de los días

de precipitación y ocasionan el 23,1% de la media estacional. Contrario a la estación ***T1***, para ***T2*** los eventos entre ***10-25*** mm/día, con 17,2% de los días y un aporte a la media del 33,5%, son más importantes que aquellos entre ***25-50*** mm/día (6,4% y 26,2%). Con respecto a eventos especialmente intensos, ***50-75*** mm/día y ***>75*** mm/día, estos son menos frecuentes que en ***T1***: 1,4% y 0,6%, respectivamente. Por consiguiente, el aporte a la media mensual por parte de estos eventos es a su vez inferior: ***T1***=23,3% *vs.* ***T2***=17,2%.

La Figura III.38 refleja la dinámica temporal en la frecuencia de precipitaciones de diferente intensidad para el lapso que comprende las estaciones ***T1+HUMEDA+T2*** (abril-noviembre), esto durante los 37 años de los que se disponen datos en base diaria para San Fernando de Apure. Relacionada a esta figura, la Tabla III.2 resume los valores promedio para el número de eventos de diferente intensidad, así como los estadísticos que resultan de la correlación (Pearson) entre su dinámica temporal y la de las precipitaciones medias que ocurren entre abril y noviembre para cada año, tanto para la serie completa (***1961-1997***) como para ***1961-1978*** y la subsiguiente, ***1979-1997***.

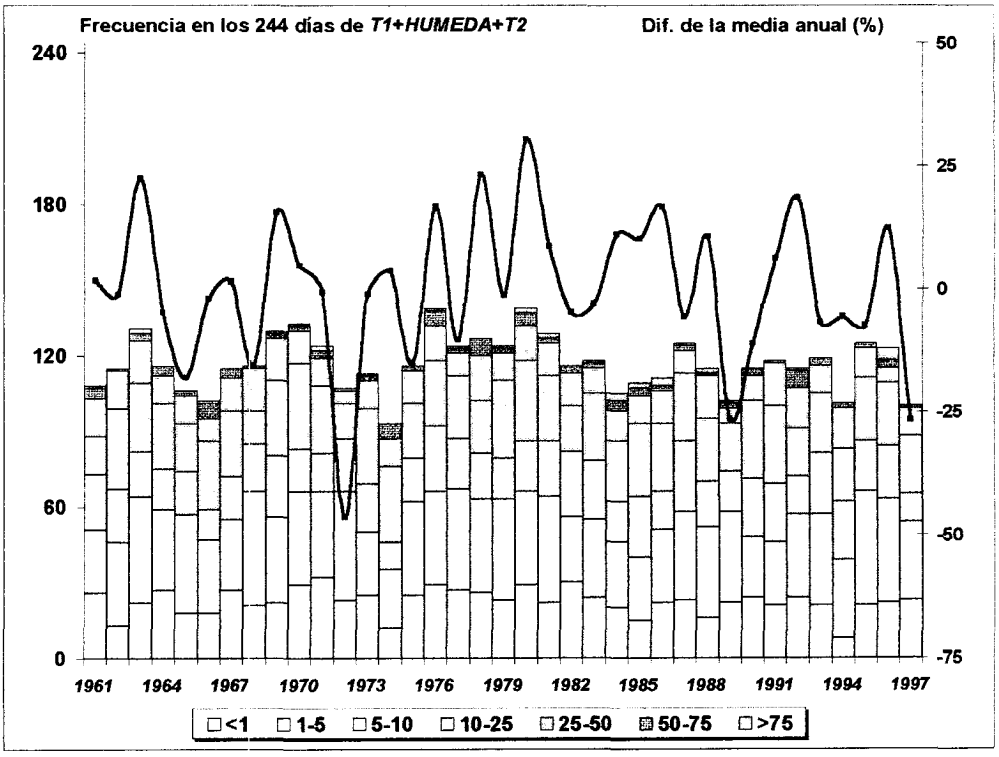


Figura III.38. En barras, frecuencia anual de precipitaciones de diferente intensidad (mm/día) para los meses de abril a noviembre (T1+HUMEDA+T2) y para el lapso 1961-1997 en San Fernando de Apure. La línea negra se refiere a la diferencia relativa de la media de las precipitaciones para el lapso abril-noviembre (*T1+HUMEDA+T2*).

Tabla III.2. Número promedio de eventos de diferente intensidad para el lapso abril-noviembre (*T1+HUMEDA+T2*) y para las series 1961-1978 (18 años), 1979-1997 (19 años) y 1961-1997 (37 años); así como su correlación con la diferencia de la media de las precipitaciones para la serie correspondiente.

				Estadísticos de correlación (Pearson)								
	Nº de eventos/año por serie			1961-1978			1979-1997			1961-1997		
Intensidad (mm/día)	1961-1978	1979-1997	1961-1997	r	R^2	P	r	R^2	P	r	R^2	P
<1	23,4	21,6	22,5	0,12	0,02	0,6277	0,07	0,01	0,7675	0,08	0,01	0,6319
1-5	34,4	33,2	33,8	-0,27	0,07	0,2757	0,04	0,00	0,8800	-0,13	0,02	0,4400
5-10	18,3	20,2	19,3	0,08	0,01	0,7429	0,03	0,00	0,9017	0,07	0,01	0,6637
10-25	24,7	25,5	25,1	0,53	0,28	0,0249	0,34	0,12	0,1534	0,45	0,21	0,0048
25-50	12,8	12,0	12,4	0,71	0,50	0,0009	0,44	0,19	0,0587	0,57	0,32	0,0003
50-75	3,3	2,6	2,9	0,53	0,28	0,0236	0,48	0,23	0,0368	0,48	0,23	0,0027
>75	0,6	1,3	0,9	0,43	0,18	0,0757	0,62	0,39	0,0043	0,52	0,27	0,0011
Total	117,5	116,3	116,9	0,52	0,27	0,0257	0,50	0,25	0,0278	0,51	0,26	0,0014

Según se aprecia, para ***1961-1997***, existe una correlación muy significativa (P<0,01), más no muy fuerte, entre la dinámica temporal de las medias de precipitación y aquella de los eventos cuya intensidad es ≥10 mm/día, pudiendo explicar, entre el 21 y 32% de la variabilidad en las precipitaciones interanuales. Durante el lapso de 18 años que comprende la serie ***1961-1978***, los eventos con un mayor impacto en la dinámica de las precipitaciones son aquellas cuyas intensidades se ubican entre 10-75 mm/día, siendo las de ***25-50*** mm/día las que presentan mayor significación estadística y explican el 50% de la variabilidad. Durante la siguiente serie, ***1979-1997***, los eventos ***>75*** mm/día adquieren la mayor significación (r=0,62; P=0,0043), mientras que las precipitaciones de intensidades entre 10-50 mm/día pierden significación (P>0,05). Las de entre ***50-75*** mm/día mantienen significación (P<0,05) pero una discreta reducción en la frecuencia entre las dos series (***1961-1978***=3,3 vs. ***1979-1997***=2,6) hace que esta sea algo menor.

Con respecto a la dinámica temporal de los eventos de precipitación durante la estación ***T1*** y su correlación con la media de las precipitaciones para el lapso abril-noviembre (***T1+HUMEDA+T2***), la Tabla III.3 y la Figura III.39 resumen los resultados de los análisis. Se observa que, en líneas generales, la dinámica temporal en la media de las precipitaciones es independiente de la frecuencia de los eventos; donde sólo los de intensidad ***>75*** mm/día logran explicar el 16% de la variabilidad. Esto es especialmente cierto durante la serie ***1961-1978*** cuando estos eventos extremos logran explicar hasta el 25%. Cualquier significación estadística (P<0,05) se pierde en la siguiente serie, ***1979-1997***, cuando, en el mejor de los casos, cualquier interpretación en la vinculación entre la dinámica temporal de eventos y la de la media de las precipitaciones presenta una P=0,16.

Tabla III.3. Número promedio de eventos de diferente intensidad para la estación *T1* (abril-mayo) y para las series 1961-1978 (18 años), 1979-1997 (19 años) y 1961-1997 (37 años); así como su correlación con la diferencia de la media de las precipitaciones (*T1+HUMEDA+T2*) para la serie correspondiente.

				Estadísticos de correlación (Pearson)								
	Nº de eventos/año por serie			*1961-1978*			*1979-1997*			*1961-1997*		
Intensidad (mm/día)	*1961-1978*	*1979-1997*	*1961-1997*	*r*	R^2	*P*	*r*	R^2	*P*	*r*	R^2	*P*
<1	4,3	4,1	4,2	0,12	0,01	0,6489	-0,05	0,00	0,8398	0,02	0,00	0,9087
1-5	4,4	4,9	4,6	0,32	0,10	0,2013	-0,08	0,01	0,7470	0,16	0,03	0,3488
5-10	2,6	3,3	3,0	0,26	0,07	0,3046	-0,02	0,00	0,9240	0,12	0,02	0,4659
10-25	3,5	3,9	3,7	0,17	0,03	0,5022	0,08	0,01	0,7386	0,12	0,01	0,4785
25-50	2,4	2,2	2,3	0,33	0,11	0,1782	0,02	0,00	0,9210	0,18	0,03	0,2796
50-75	0,4	0,6	0,5	0,32	0,10	0,1931	0,23	0,05	0,3353	0,28	0,08	0,0915
>75	0,2	0,3	0,2	0,50	0,25	0,0361	0,33	0,11	0,1617	0,40	0,16	0,0139
Total	17,8	19,3	18,6	0,41	0,16	0,0945	0,03	0,00	0,9123	0,21	0,04	0,2113

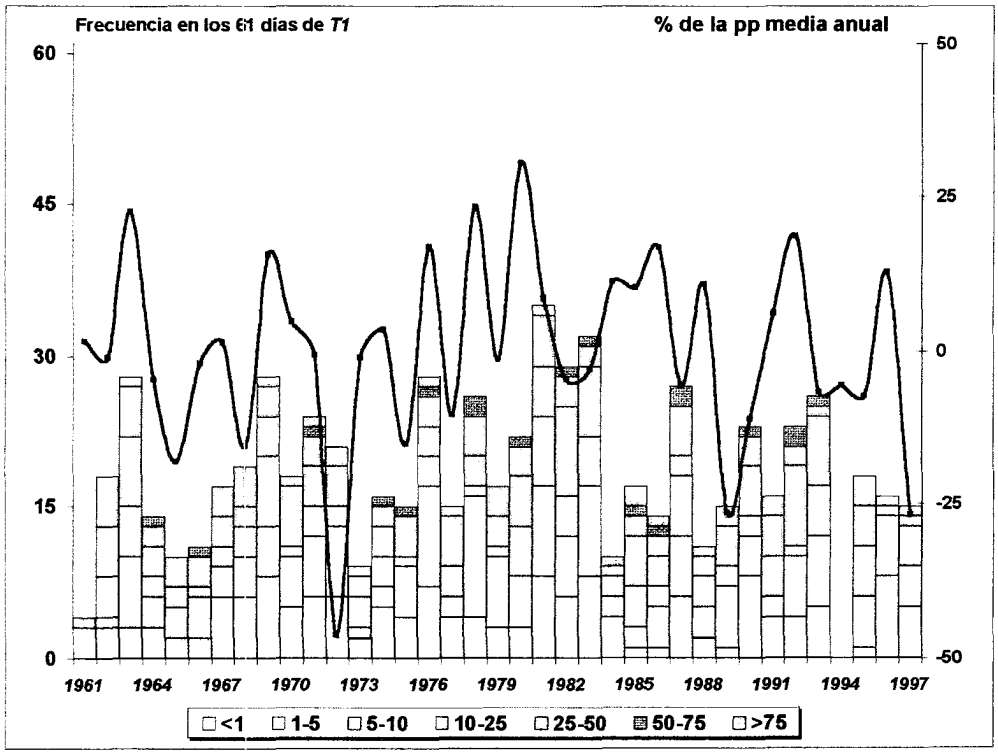


Figura III.39. Frecuencia anual de precipitaciones de diferente intensidad (mm/día) para la estación climática *T1* (abril-mayo) y para el lapso 1961-1997 en San Fernando de Apure. La línea negra se refiere a la diferencia relativa de la media de las precipitaciones para el lapso abril-noviembre (*T1+HUMEDA+T2*).

Los resultados sobre la dinámica temporal de los eventos de precipitación y su correlación con la media de las precipitaciones para la estación climática ***HUMEDA*** se presentan en la Tabla III.4 y la Figura III.40. Aquí se tiene que las precipitaciones con intensidades ≥10 mm/día presentan una correlación significativa (P<0,05) con respecto a la variabilidad temporal en la media de las precipitaciones (abril y noviembre); aunque no es lo suficientemente fuerte para explicar más del 19% de dinámica. Históricamente, las intensidades entre 10 y 75 mm/día presentan mayor correlación para el lapso ***1961-1978*** que

para el de ***1979-1997***, cuando sólo las precipitaciones extremas (***>75*** mm/día) corresponden significativamente a la variabilidad observada (P<0,05).

Tabla III.4. Número promedio de eventos de diferente intensidad para la estación *HUMEDA* (junio-julio-agosto-septiembre) y para las series 1961-1978 (18 años), 1979-1997 (19 años) y 1961-1997 (37 años); así como su correlación con la diferencia de la media de las precipitaciones (*T1+HUMEDA+T2*) para la serie correspondiente.

				Estadísticos de correlación (Pearson)								
	Nº de eventos/año por serie			*1961-1978*			*1979-1997*			*1961-1997*		
Intensidad (mm/día)	*1961-1978*	*1979-1997*	*1961-1997*	*r*	*R^2*	*P*	*r*	*R^2*	*P*	*r*	*R^2*	*P*
<1	13,7	13,6	13,6	0,15	0,02	0,5416	0,01	0,00	0,9585	0,10	0,01	0,5540
1-5	24,2	22,4	23,3	-0,43	0,18	0,0766	0,01	0,00	0,9690	-0,22	0,05	0,1862
5-10	13,6	14,8	14,2	-0,01	0,00	0,9626	0,03	0,00	0,9081	0,03	0,00	0,8800
10-25	18,4	18,4	18,4	0,52	0,27	0,0259	0,33	0,11	0,1628	0,44	0,19	0,0064
25-50	9,3	8,7	9,0	0,59	0,35	0,0096	0,30	0,09	0,2177	0,43	0,19	0,0073
50-75	2,6	1,7	2,2	0,49	0,24	0,0380	0,45	0,20	0,0528	0,42	0,18	0,0096
>75	0,3	0,9	0,6	0,17	0,03	0,4958	0,57	0,32	0,0116	0,40	0,16	0,0130
Total	82,1	80,6	81,3	0,48	0,23	0,0427	0,50	0,25	0,0304	0,48	0,23	0,0029

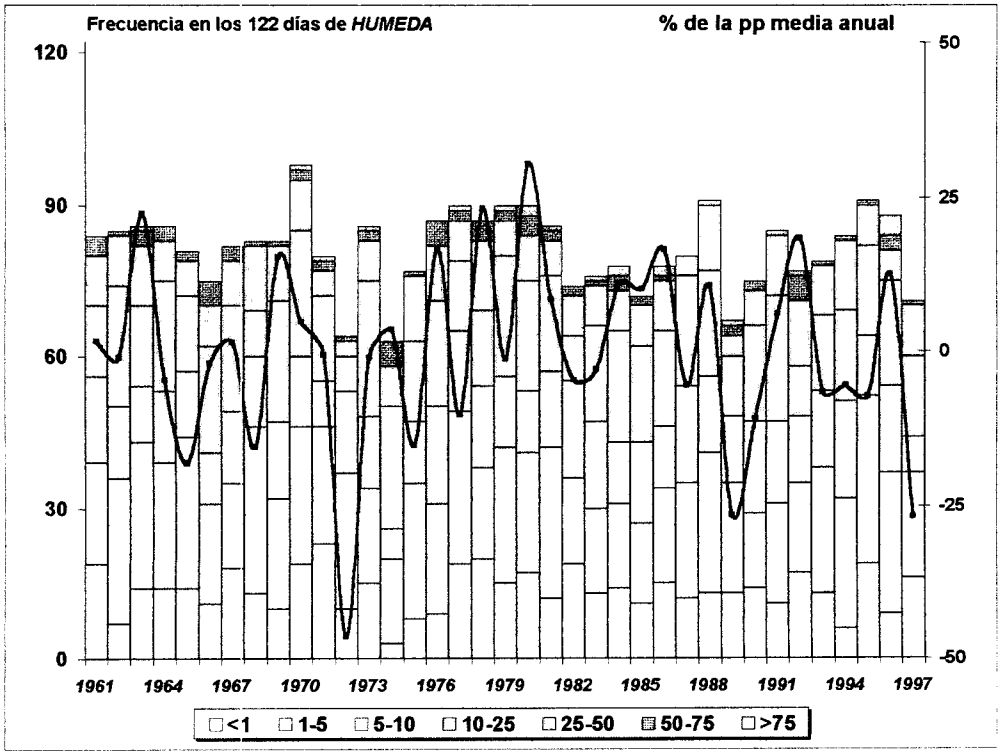


Figura III.40. Frecuencia anual de precipitaciones de diferente intensidad (mm/día) para la estación climática *HUMEDA* (junio-julio-agosto-septiembre) y para el lapso 1961-1997 en San Fernando de Apure. La línea negra se refiere a la diferencia relativa de la media de las precipitaciones para el lapso abril-noviembre (*T1+HUMEDA+T2*).

Para la estación ***T2*** (Tabla III.5 y Figura III.41) la frecuencia de eventos de diferentes intensidades tiende a ser independiente de la dinámica histórica de la media de las precipitaciones (P>0,05). Es sólo durante el lapso ***1979-1997*** y para aquellos con una

intensidad ***25-50*** mm/día que se logra establecer una relación en la evolución histórica de ambas variables (r=0,45; P=0,0363).

Tabla III.5. Número promedio de eventos de diferente intensidad para la estación *T2* (octubre-noviembre) y para las series 1961-1978 (18 años), 1979-1997 (19 años) y 1961-1997 (37 años); así como su correlación con la diferencia de la media de las precipitaciones (*T1+HUMEDA+T2*) para la serie correspondiente.

				Estadísticos de correlación (Pearson)								
	Nº de eventos/año por serie			*1961-1978*			*1979-1997*			*1961-1997*		
Intensidad (mm/día)	*1961-1978*	*1979-1997*	*1961-1997*	*r*	R^2	*P*	*r*	R^2	*P*	*r*	R^2	*P*
<1	5,5	3,8	4,6	-0,11	0,01	0,6536	0,19	0,04	0,4298	-0,02	0,00	0,9012
1-5	5,9	5,8	5,9	-0,36	0,13	0,1444	0,21	0,04	0,3895	-0,07	0,01	0,6640
5-10	2,2	2,1	2,1	-0,06	0,00	0,8225	0,07	0,00	0,7906	0,00	0,00	0,9876
10-25	2,7	3,1	2,9	0,01	0,00	0,9573	-0,13	0,02	0,6057	-0,05	0,00	0,7695
25-50	1,1	1,1	1,1	0,19	0,03	0,4615	0,48	0,23	0,0363	0,32	0,10	0,0537
50-75	0,2	0,3	0,2	0,37	0,13	0,1362	-0,04	0,00	0,8681	0,17	0,03	0,3264
>75	0,1	0,2	0,1	0,05	0,00	0,8571	0,14	0,02	0,5759	0,11	0,01	0,5184
Total	17,6	16,4	17,0	-0,19	0,03	0,4608	0,30	0,09	0,2129	0,06	0,00	0,7455

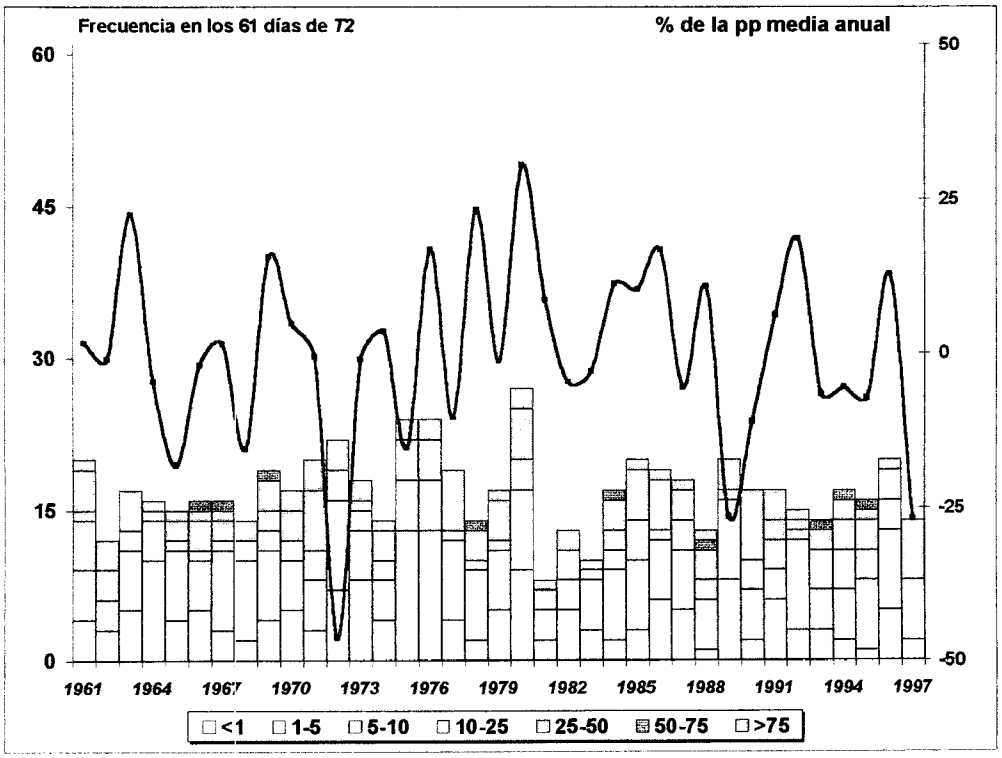


Figura III.41. Frecuencia anual de precipitaciones de diferente intensidad (mm/día) para la estación climática *T2* (octubre-noviembre) y para el lapso 1961-1997 en San Fernando de Apure. La línea negra se refiere a la diferencia relativa de la media de las precipitaciones para el lapso abril-noviembre (*T1+HUMEDA+T2*).

Ahora bien, otro aspecto importante a considerar para explicar la dinámica histórica en la media de las precipitaciones es la frecuencia, en la escala mensual e interanual, de pequeños episodios secos a los que hemos definido como *veranitos*. En promedio, de los 244 días que conforman el lapso ***T1+HUMEDA+T2*** (abril-noviembre), 149,6 días son secos (pp <0,1 mm). De estos, el 39,5% (59,1 días) se presentan vinculados a *veranitos* de diferente duración. Anualmente, y con un promedio de 7,14 eventos, se presentan 4,19 *veranitos* de ***5 días***, 1,22 de ***10 días*** y 1,73 de ***15 días*** (ver Tabla III.6). La Figura III.42 muestra la distribución media mensual de estos episodios secos entre los meses de abril y noviembre para la serie ***1961-1997*** en San Fernando de Apure. Según la figura, los *veranitos* son más frecuentes y duraderos en las estaciones de "entrada" y de "salida" de las lluvias, ***T1*** (abril-mayo) y ***T2*** (octubre-noviembre).

Tabla III.6. Frecuencia mensual y estacional de *veranitos* de diferente duración y días vinculados a estos para la serie 1961-1997 (37 años) en San Fernando de Apure.

	Veranitos (frecuencia)			*Días vinculados a veranitos*			
	5 días	*10 días*	*15 días*	*de 5 días*	*de 10 días*	*de 15 días*	*Total*
Abril	0,65	0,30	0,86	3,2	3,0	13,0	19,2
Mayo	0,68	0,24	0,19	3,4	2,4	2,8	8,6
Junio	0,22	0,08	0,00	1,1	0,8	0,0	1,9
Julio	0,08	0,03	0,00	0,4	0,3	0,0	0,7
Agosto	0,11	0,00	0,00	0,5	0,0	0,0	0,5
Septiembre	0,27	0,03	0,03	1,4	0,3	0,4	2,1
Octubre	1,16	0,19	0,00	5,8	1,9	0,0	7,7
Noviembre	1,03	0,35	0,65	5,1	3,5	9,7	18,3
T1	1,32	0,54	1,05	6,6	5,4	15,8	27,8
HUMEDA	0,68	0,14	0,03	3,4	1,4	0,4	5,2
T2	2,19	0,54	0,65	10,9	5,4	9,7	26,1
Total	4,19	1,22	1,73	20,9	12,2	25,9	59,1

Con 46,6 días secos, la estación ***T1*** presenta una elevada frecuencia de *veranitos*; de hecho el 59,7% del total de días secos están vinculados a estos episodios. La mayor frecuencia se tiene para los *veranitos* de ***5 días*** (1,32 eventos/estación) e involucran a 6,6 de los días secos. Los *veranitos* de ***15 días*** le siguen en frecuencia (1,05 eventos) pero en su dinámica, comprometen una mayor cantidad de días del total de secos (15,8 días). El 60,9% del total anual de los episodios secos de esta magnitud ocurren en ***T1***; y de éste, el 81,9% en el mes de abril, presentándose como un *retardo* en la "entrada de las lluvias". Para ***T1*** la duración de *veranito* menos frecuente es la de ***10 días*** (1 evento cada 2 años). Por su duración, vincula al 19,4% días secos de la estación. El 44,4% del total anual de *veranitos* de ***10 días*** ocurre en ***T1***.

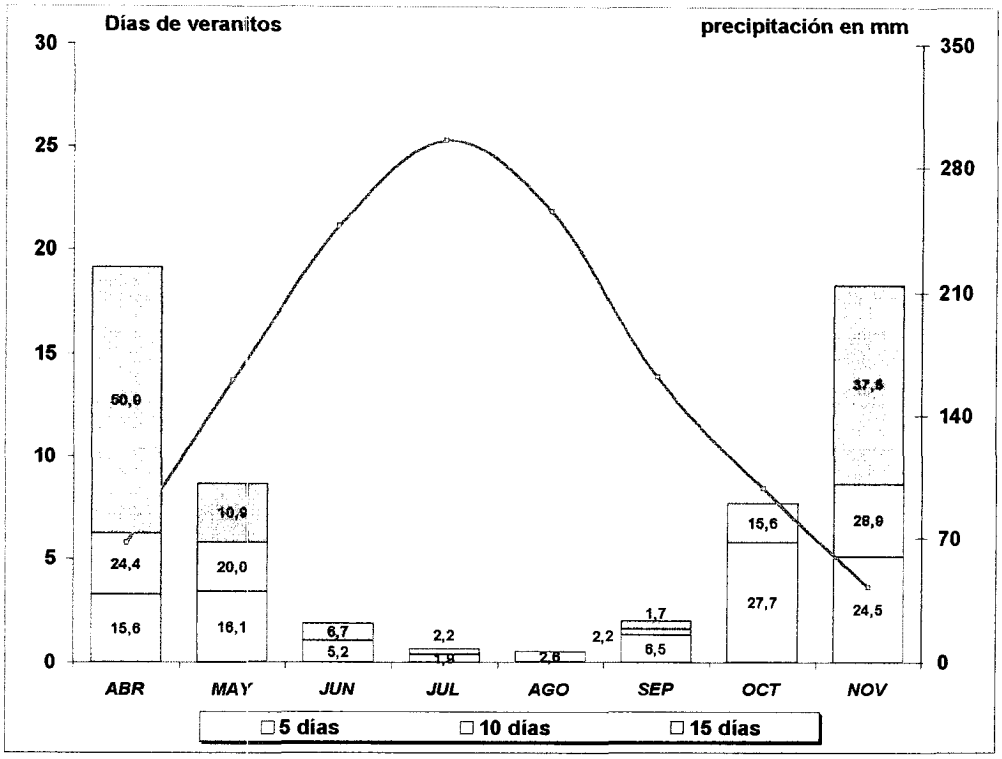


Figura III.42. Frecuencia mensual de *veranitos* de diferente duración entre los meses de abril y noviembre (T1+HUMEDA+T2) en San Fernando de Apure (eje *y*1). Los rótulos en las barras se refieren al porcentaje de la media anual de *veranitos* de una determinada duración que ocurren mensualmente. La línea azul se refleja la distribución mensual de las precipitaciones (en mm) (eje *y*2).

Para la estación ***HUMEDA***, el 44,5% de los días es secos (pp <1 mm); de estos, apenas el 9,5% se presenta como *veranitos*. Con una frecuencia de 0,68 eventos/año, los *veranitos* de ***5 días*** son los que ocurren con mayor regularidad. *Veranitos* de mayor duración son muy raros para esta estación climática: 1,4 eventos cada 10 años en el caso de los de ***10 días*** y 3 cada 100 años para los de ***15 días***. Con frecuencias de 0,11 eventos/año, julio y agosto se presentan cómo los meses con una menor incidencia de *veranitos* de cualquier duración. Para junio y septiembre, por otro lado, la ocurrencia de *veranitos* casi se triplica: 0,30 y 0,32 eventos/año, respectivamente. Aquí, dominan los *veranitos* de ***5 días*** (0,49 eventos/año), pero no se descarta la ocurrencia de *veranitos* de otras duraciones: 1,1 *veranitos* de ***10 días*** cada 10 años y uno de ***15 días*** cada 100 años.

Por último, en lo que respecta a la distribución estacional de *veranitos*, ***T2*** presenta una frecuencia de *veranitos* algo mayor que ***T1*** (3,38 *vs.* 2,92 eventos/año). Como resultado, aunque con una P>0,05, ***T2*** resulta más seco que ***T1***: 48,6 vs. 46,6 días sin lluvia. Durante ***T2***, la mayor frecuencia de *veranitos* es aquella para cuya duración es de ***5 días*** (2,19

eventos/año); seguida por los de ***15 días*** (0,65 eventos/año) y los de ***10 días*** (casi 1 cada 2 años). Los de ***15 días*** comprometen el 37,5% del total anual de *veranitos* de dicha duración.

Para la mejor interpretación de la significación dinámica temporal de los *veranitos*, la Tabla III.7 así como las Figuras III.43 y III.44 resumen los resultados de las relaciones que existen entre las variables: días de precipitación ≥1 mm (***DD pp***), días secos vinculados a *veranitos* (***DS ver***) y días secos no vinculados a éstos (***DS nv***); con respecto a la media de las precipitaciones de las series ***1961-1978***, ***1979-1997*** y ***1961-1997***; esto para las estaciones climáticas: ***T1+HUMEDA+T2*** (Total), ***T1***, ***HUMEDA*** y ***T2***.

Tabla III.7. Relaciones entre la media de las precipitaciones para diferentes series y las variables: días de precipitación (≥1 mm, DD pp), días secos vinculados a veranitos (DS ver) y días secos no vinculados a éstos, durante las estaciones climáticas *T1+HUMEDA+T2* (Total), *T1*, *HUMEDA* y *T2*.

					Estadísticos de correlación (Pearson)								
		Nº de eventos/año por serie			1961-1978			1979-1997			1961-1997		
Lapso	Variable	1961-1978	1979-1997	1961-1997	r	R^2	P	r	R^2	P	r	R^2	P
TOTAL	DD pp	94,1	94,7	94,4	0,58	0,34	0,0109	0,54	0,29	0,0168	0,56	0,32	0,0003
	DS ver	60,8	57,4	59,1	-0,38	0,15	0,1150	-0,40	0,16	0,0873	-0,40	0,16	0,0174
	DS nv	89,1	91,9	90,5	0,05	0,00	0,8336	0,10	0,01	0,6916	0,08	0,01	0,6269
T1	DD pp	13,6	15,2	14,4	0,44	0,20	0,0647	0,05	0,00	0,8283	0,25	0,06	0,1388
	DS ver	29,2	26,6	27,8	-0,29	0,08	0,2478	-0,10	0,01	0,6802	-0,20	0,04	0,2289
	DS nv	18,3	19,3	18,8	0,14	0,02	0,5732	0,13	0,02	0,5824	0,14	0,02	0,3965
HUMEDA	DD pp	68,4	67,0	67,7	0,46	0,22	0,0523	0,44	0,19	0,0598	0,43	0,19	0,0073
	DS ver	4,7	5,5	5,1	-0,70	0,48	0,0013	-0,41	0,16	0,0854	-0,56	0,32	0,0003
	DS nv	48,9	49,5	49,2	0,29	0,08	0,2492	-0,22	0,05	0,3651	0,02	0,00	0,9033
T2	DD pp	12,1	12,6	12,4	-0,09	0,01	0,7123	0,25	0,06	0,2950	0,09	0,01	0,5820
	DS ver	26,9	25,3	26,1	0,28	0,08	0,2563	-0,26	0,07	0,2850	0,00	0,00	0,9879
	DS nv	21,9	23,2	22,6	-0,33	0,11	0,1865	0,21	0,05	0,3769	-0,04	0,00	0,8020

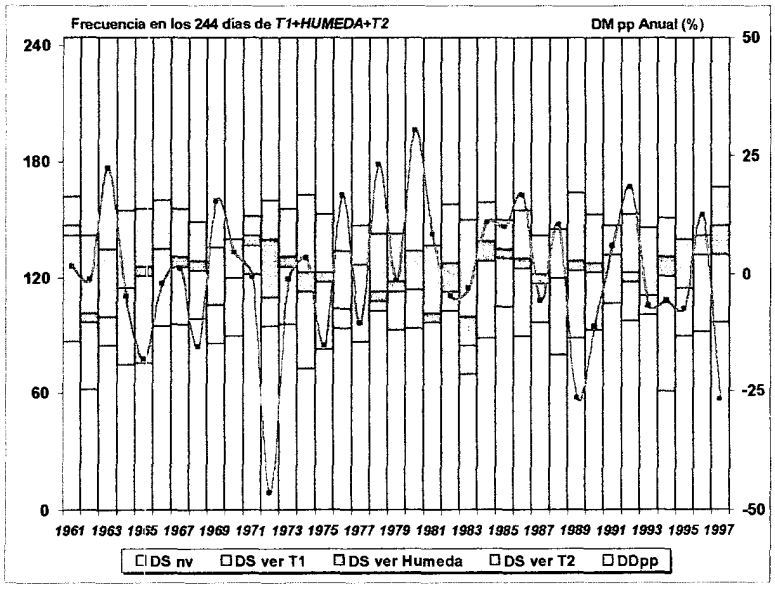


Figura III.43. Frecuencia relativa anual para las variables: días de precipitación (≥1 mm, DD pp), días secos vinculados a veranitos por estación (DS ver) y días secos no vinculados a éstos, durante el lapso *T1+HUMEDA+T2* (Total). La línea azul se refiere a la diferencia relativa de la media de las precipitaciones correspondiente y está expresada sobre el eje *y*2.

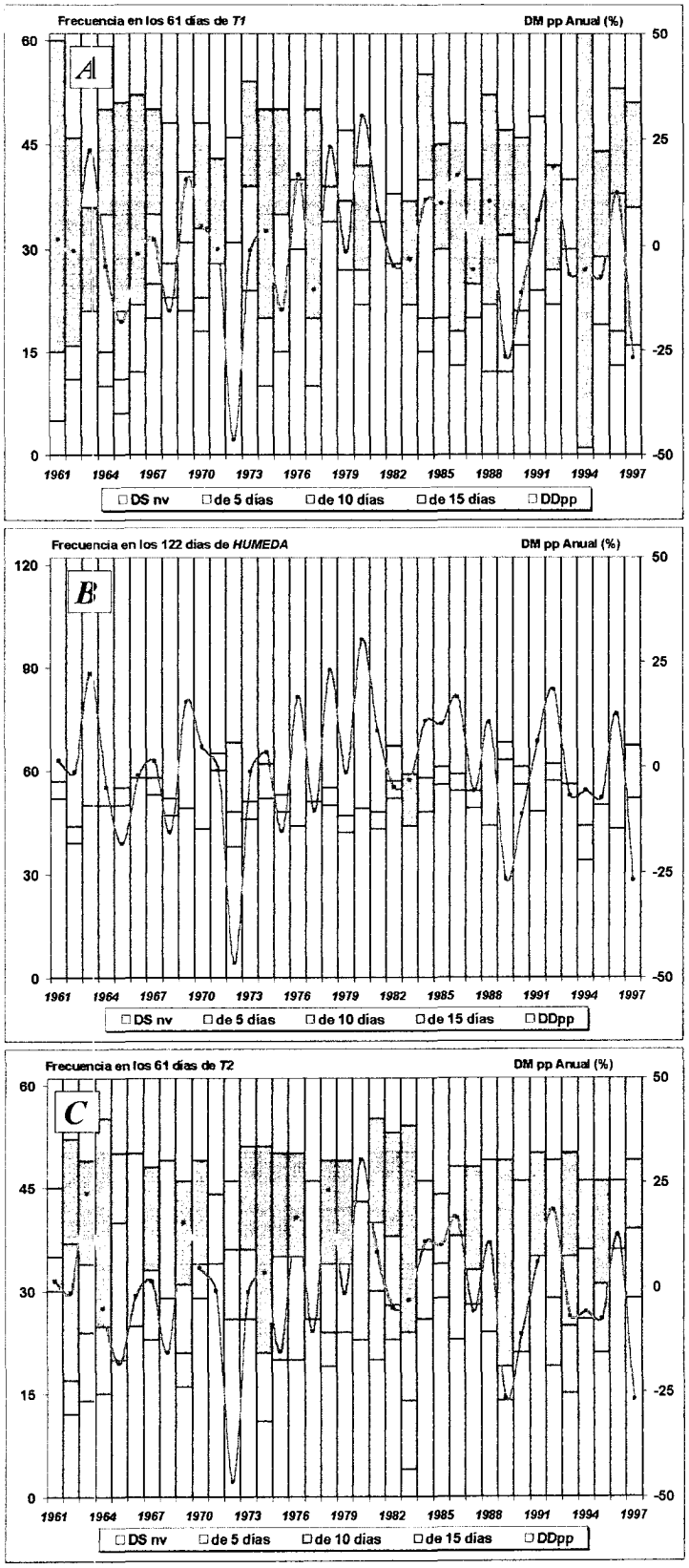


Figura III.44. Frecuencia relativa anual para las variables: días de precipitación (≥1 mm, DD pp), días secos vinculados a *veranitos* por estación (DS ver) y días secos no vinculados a éstos, durante la estación *T1* (A), *HUMEDA* (B) y *T2* (C). La línea azul se refiere a la diferencia relativa de la media de las precipitaciones para abril-noviembre y está expresada sobre el eje *y*2.

Para el lapso ***T1+HUMEDA+T2***, y durante la serie ***1961-1997***, la dinámica de los días de lluvia (***DDpp***) presenta, con respecto a la variabilidad de la media de las precipitaciones, una correlación de elevada significación estadística (r=0,56, P=0,0003). Los días vinculados a *veranitos* (***DSver***) explican también esta variabilidad de forma significativa (P=0,0174), pero ahora, a través de una correlación negativa (r= -0,40). La dinámica de los días secos no vinculados a *veranitos* (***DSnv***) tiende a ser, en todo momento, independiente de la variabilidad de las precipitaciones (r=0,08, P>0,05). Históricamente, la correlación entre ***DDpp*** y la variabilidad de la media de las precipitaciones, entre las series ***1961-1978*** y ***1979-1997***, se mantiene (P<0,05). ***DSver***, por otro lado, carece inicialmente de significación estadística (P>0,05), pero producto de una reducción en sus valores de esta variable, tiende con el tiempo a establecer una correlación negativa con la media de las precipitaciones.

Ni la estación de "entrada" así como de "salida" de las lluvias, ***T1*** y ***T2***, presentan una dinámica histórica significativa (P>0,05) en el número de días de precipitación, de días vinculados a *veranitos* y de días no vinculados a estos. Carecen, por lo tanto, de correlación con la variabilidad interanual de las precipitaciones. La estación ***HUMEDA***, por otro lado, manifiesta una dinámica histórica significativa (P<0,05) a través de sus variables ***DDpp*** y ***DSver***. La variabilidad de las precipitaciones se explica a través de correlación positiva con ***DDpp*** y negativa con ***DSver***, siendo la variabilidad más sensible a la frecuencia de *veranitos* que a los días de precipitación de cualquier intensidad (P=0,0003 *vs.* P=0,0073). Esto también se evidencia cuando se considera su comportamiento entre las series ***1961-1978*** y ***1979-1997***.

La Tabla III.8 resume los valores que resultan de la correlación *Pearson* entre la media de las precipitaciones entre abril y noviembre (***T1+HUMEDA+T2***) y la frecuencia de días sin precipitación vinculados a *veranitos*, y a los días con precipitaciones de diferentes intensidades: ***10-25***, ***25-50***, ***50-75*** y ***>75*** mm/día. De igual forma, la Figura III.45 ilustra las relaciones que resultan en este sentido. Se observa que la dinámica temporal en las precipitaciones de San Fernando de Apure puede ser explicada, en primer lugar, por la variabilidad histórica en la frecuencia de días con precipitaciones ***>10*** mm/día (R^2=0,66), donde la serie ***1961-1978*** muestra mayor sensibilidad para este tipo de precipitaciones, especialmente ante las de **25-50** mm/día (R^2=0,52); durante ***1979-1997***, en cambio, son las precipitaciones especialmente intensas (***>75*** mm/día) las que mejor explican la variabilidad (R^2=0,39). Como segunda causa de la dinámica en las precipitaciones se tiene la variabilidad histórica en la frecuencia de días secos vinculados a *veranitos*. Esto es especialmente cierto si

se trata de *veranitos* que ocurren durante la estación ***HUMEDA*** de la serie ***1961-1978*** y explican el 48% de su variabilidad. En el caso de la serie ***1979-1997***, la correlación pierde fuerza y la presencia de veranitos durante su estación ***HUMEDA*** explican solo el 16% de la variabilidad.

Tabla III.8. Correlación *Pearson* entre la media de las precipitaciones abril-noviembre (T1+HUMEDA+T2) y los días con precipitaciones (DDpp) de diferentes intensidades: 10-25, 25-50, 50-75 y >75 mm/día; así como la frecuencia de días sin precipitación vinculados a *veranitos* (DS ver). Para una $P<0,05$, la significación se alcanza cuando $r\geq0,33$.

		Precipitación media *T1+HUMEDA+T2*		
		1961-1978	**1979-1997**	**1961-1997**
TOTAL	**DDpp 10-25**	0,50	0,29	0,42
	DDpp 25-50	0,72	0,44	0,57
	DDpp 50-75	0,53	0,48	0,48
	DDpp >75	0,43	0,62	0,52
	DDpp TOTAL	0,87	0,76	0,81
	DSver	-0,38	-0,40	-0,40
T1	**DDpp 10-25**	0,17	0,08	0,12
	DDpp 25-50	0,33	0,02	0,18
	DDpp 50-75	0,32	0,23	0,28
	DDpp >75	0,50	0,33	0,40
	DDpp TOTAL	0,44	0,16	0,27
	DSver	-0,29	-0,10	-0,20
HUMEDA	**DDpp 10-25**	0,52	0,33	0,44
	DDpp 25-50	0,59	0,30	0,43
	DDpp 50-75	0,49	0,45	0,42
	DDpp >75	0,17	0,57	0,40
	DDpp TOTAL	0,78	0,66	0,71
	DSver	-0,70	-0,41	-0,56
T2	**DDpp 10-25**	0,01	-0,13	-0,05
	DDpp 25-50	0,19	0,48	0,32
	DDpp 50-75	0,37	-0,04	0,17
	DDpp >75	0,05	0,14	0,11
	DDpp TOTAL	0,23	0,18	0,21
	DSver	0,28	-0,26	0,00

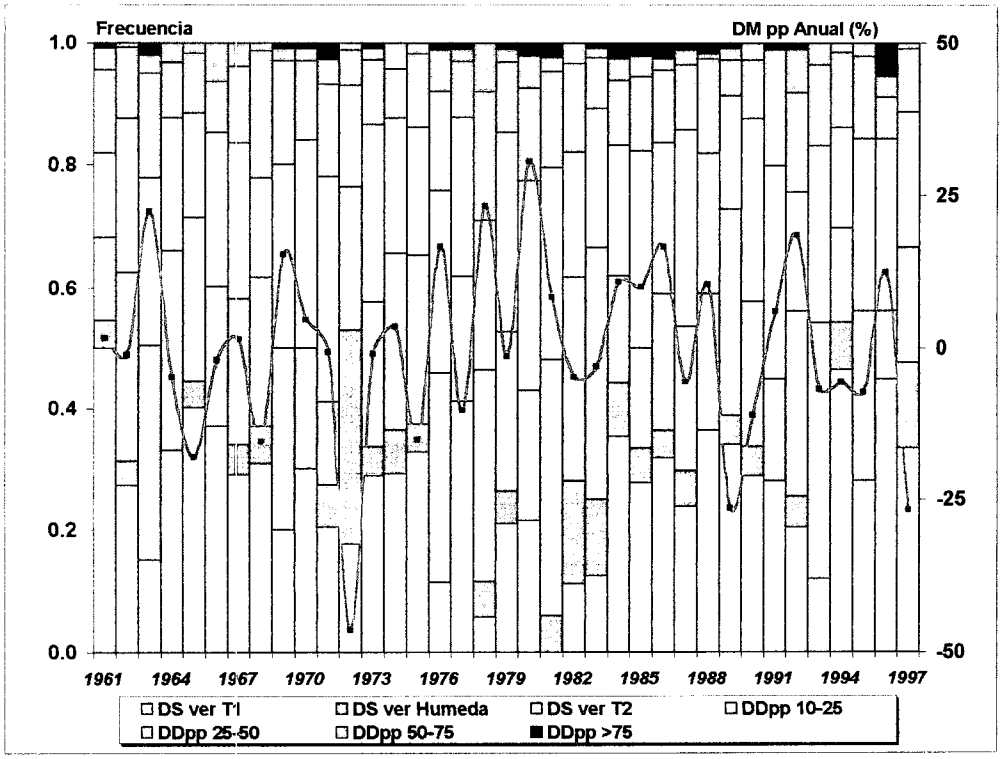


Figura III.45. Frecuencia relativa anual para las variables: días de precipitación de diferente intensidad (DD pp, en mm/día), días secos vinculados a *veranitos* por estación (DS ver) durante la estación climáticas *T1*, *HUMEDA* y *T2*. La línea azul se refiere a la diferencia relativa de la media de las precipitaciones para abril-noviembre y está expresada sobre el eje *y*2.