

AAR2292

Tesis
IA2004
C3.



UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO

VICERRECTORADO ACADÉMICO

ESTUDIOS DE POSTGRADO

ÁREA DE INGENIERÍA

Postgrado en Ingeniería Ambiental

Trabajo de Grado de Maestría

**MODELOS REGIONALES PARA LA ESTIMACIÓN DE LLUVIAS DE DISEÑO
EN EL ESTADO COJEDES**

Presentado por Nahir Carballo

Para optar al título de Magíster en Ingeniería Ambiental

Tutor

Msc. García Tonny

Caracas, Noviembre 2004

“Quién fuere capaz de resolver los problemas del agua sería merecedor de dos premios Nóbel, uno por la Paz y otro por la Ciencia”

John F. Kennedy

DEDICATORIA

A Dios Todopoderoso.

A mi Santa Patrona la Virgencita del Carmen.

A mi siempre Adorada y Amada Madre, por quien he llegado a ser lo que soy.

A mi Amado Esposo por su incondicional apoyo en los momentos difíciles, por el amor que me ha entregado y ser mi fiel acompañante.

AGRADECIMIENTOS

Al Profesor Franklin Paredes, por ser un guía constante en este camino a seguir.

Al Profesor Ediberto Guevara por brindarme todos y cada uno de sus conocimientos y hacer de mi una mejor profesional.

Al Msc. Ing. Tonny García por sus acertadas correcciones.

Al Profesor Cesar Abreu, por su siempre incondicional apoyo.

A la Profesora Iraidá Vivas por sus valiosos consejos.

A mi Amiga María Alejandra, por acompañarme en este largo camino.

A mí siempre guía Joaquina, por brindarme los sabios consejos en los momentos difíciles.

A la UNELLEZ.

A todas y cada una de las personas de que de una u otra manera sirvieron de sostén a esta nueva meta que hoy logro en mi vida y espero continuar con el favor de Dios Todopoderoso.

RESUMEN

**MODELOS REGIONALES PARA LA ESTIMACIÓN DE LLUVIAS DE DISEÑO
EN EL ESTADO COJEDES**

Los patrones de IDF de las lluvias extremas son empleados en el diseño de obras de drenajes. Dado que en el estado Cojedes es escasa la información sobre las mismas, esta investigación tuvo como objetivo generar modelos matemáticos para la estimación de tormentas de diseño en el estado. El estudio se basó en los registros históricos de 48 estaciones pluviográficas ubicadas en el estado Cojedes y sus adyacencias, a partir de los cuales se determinó la intensidad de las lluvias extremas para duraciones comprendidas entre 5 minutos y 24 horas. Se ajustaron los valores históricos de duración, intensidad y periodo de retorno a la ecuación $I = (k \cdot Tr^n) / (D+c)^m$. En cada estación se empleó un análisis de regresión no lineal para obtener los parámetros: k, m, n y c. Se cuantificó: el coeficiente de determinación, el porcentaje de la varianza explicada, el error estándar de los parámetros estimados, la matriz de correlación de los parámetros estimados; asimismo, se graficó: los valores predichos por el modelo versus los observados y la distribución de los residuales en papel normal. Se obtuvo un modelo regional para predecir el patrón IDF de las lluvias extremas de todo el estado Cojedes. Los modelos puntuales ostentaron R^2 entre 0,5415 y 0,99, siendo las estaciones: Tinaquillo y Pao Oficina los más inadecuados. El modelo matemático IDF para el estado Cojedes tuvo un R^2 de 99,471 %. Se encontró que el factor de reducción de las lluvias extremas en el estado Cojedes no depende del periodo de retorno, sino de las duraciones de las lluvias. Asimismo, se localizó en la zona noreste del estado un núcleo de alta intensidad de lluvia mientras que en el sureste se observó el fenómeno contrario. Se recomienda ampliar este estudio considerando un mayor número de registros históricos.

Palabras claves: lluvia de diseño, Patrón IDF, modelo regional.

ABSTRACT

**REGIONAL MODELS FOR THE ESTIMATE OF RAINS OF DESIGN
IN THE STATE COJEDES**

Intensity, Duration and Frequency (IDF) patterns of extreme rains are employed for designing drainage works. Since in Cojedes state the information about these patterns is scarce, the objective of this research was to generate mathematical models to estimate design storms in the state. The study was based in historical registers of 48 meteorological stations located in Cojedes state and its surroundings, from which the intensity of extreme rains with durations between 5 minutes and 24 hours was determined. Historical values of duration, intensity and period of return were adjusted with the equation $I = (k \cdot T^n) / (D + c)^m$. In every station a non linear regression analysis was used to obtain the parameters k , m , n , and c . Values as determination coefficient, percentage of explained variation, standard error of estimated parameters were quantified and these other values are presented graphically: comparison of observed and predicted values, and the distribution of residuals in normal paper. It was obtained a regional model to predict IDF patterns of extreme rains in the whole of the state. Punctual models showed R^2 between 0,5415 and 0,99 and the station Tinaquillo and Pao Oficina were the worst explained. The mathematical model for Cojedes reached R^2 equal to 99,471%. It was found that the reducing factor of return but rain durations. In the same way in the north east zone of the state it was found a high intensity rain nucleus while in south east zone the opposite fact was observed. It is recommended the enlargement of this research using a bigger historical data.

Key words: rains of design, Patron IDF, regional model.

ÍNDICE

	Página
DEDICATORIA	III
AGRADECIMIENTOS	IV
RESUMEN	V
ABSTRACT	VI
ÍNDICE	VII
ÍNDICE DE TABLAS	XIII
ÍNDICE DE FIGURAS	XXII
 INTRODUCCIÓN	
 CAPÍTULO I: EL PROBLEMA	
1.1 Planteamiento del problema.....	1
1.2 Justificación de la investigación.....	3
1.3 Objetivos de la investigación.....	4
1.3.1 Objetivo general de la investigación.....	4
1.3.2 Objetivos específicos de la investigación.....	4

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación.....	6
2.2 Fundamentos teóricos.....	10
2.3 Limitación.....	16

CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

3.1 Tipo de estudio.....	18
3.2 Nivel de investigación.....	18
3.3 Unidad de estudio.....	18
3.4 Muestra.....	19
3.5 Las variables y su operacionalización.....	21
3.6 Fases de la investigación.....	22

CAPITULO IV: DESCRIPCIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Fase 6. Cuantificación de la máxima carga orgánica que el río San Carlos puede soportar sin poner en riesgo la vida acuática presente en la localidad Caño Hondo durante la época de estiaje.....	41
Fase 7. Redacción del informe final de investigación.....	42

CAPÍTULO IV: DESCRIPCIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1 Estación climatológica Las Majaguas.....	26
4.2 Estación climatológica Auro	28
4.3 Estación climatológica Agua Blanca.....	30
4.4 Estación climatológica San Rafael de Onoto	32
4.5 Estación climatológica Tocuyano.....	34
4.6 Estación climatológica Central Matilde	36
4.7 Estación climatológica Guabinas	38
4.8 Estación climatológica Cojeditos	40
4.9 Estación climatológica Santa Teresa.....	42
4.10 Estación climatológica Guayabito.....	44
4.11 Estación climatológica Palo Quemao.....	46
4.12 Estación climatológica El Amparo.....	48
4.13 Estación climatológica Los Cogollos.....	50
4.14 Estación climatológica Ceiba-Camoruco.....	52
4.15 Estación climatológica Nirgua.....	54

4.16 Estación climatológica Morena.....	56
4.17 Estación climatológica Los Colorados.....	58
4.18 Estación climatológica Vegas-Charcote.....	60
4.19 Estación climatológica Temerla.....	62
4.20 Estación climatológica Miranda-La Trinidad.....	64
4.21 Estación climatológica Vallecito.....	66
4.22 Estación climatológica Manrique.....	68
4.23 Estación climatológica Hato Las Babas.....	70
4.24 Estación climatológica Canoabo.....	72
4.25 Estación climatológica Montalbán.....	74
4.26 Estación climatológica Tinaquillo.....	76
4.27 Estación climatológica La Aguadita.....	78
4.28 Estación climatológica Tinaco.....	80
4.29 Estación climatológica Baúl-Carretera.....	82
4.30 Estación climatológica Chirgua-Cabecera.....	84
4.31 Estación climatológica Bejuma Panamericana.....	86

4.32 Estación climatológica Morita Caserío.....	88
4.33 Estación climatológica Guataparo Dique.....	90
4.34 Estación climatológica Campo Carabobo.....	92
4.35 Estación climatológica Cachinche.....	94
4.36 Estación climatológica Pao Planta.....	96
4.37 Estación climatológica Pao Oficina.....	98
4.38 Estación climatológica Galeras.....	100
4.39 Estación climatológica Caño Benito.....	102
4.40 Estación climatológica Manaure.....	104
4.41 Estación climatológica Mata Oscura.....	106
4.42 Estación climatológica Hato Paradero.....	108
4.43 Estación climatológica San José de Tiznados.....	110
4.44 Estación climatológica Los Naranjos.....	112
4.45 Estación climatológica Corozo Pando.....	114
4.46 Estación climatológica Sarare.....	116
4.47 Estación climatológica Arismendi.....	118

4.48 Estación climatológica Robalito.....	120
4.49 Modelo regional IDF para el Estado Cojedes.....	122
4.50 Intensidades máximas de las tormentas a un periodo de retorno de 25, 50 y 100 años y duraciones de 15, 30, 45 y 60 minutos.....	124
4.51 Alturas de precipitación de las tormentas a un periodo de retorno de 25, 50 y 100 años y duraciones de 15, 30, 45 y 60 minutos.....	125
4.52 Relaciones entre las alturas de precipitación de cada duración y periodo de retorno con la correspondiente a 60 minutos.....	125
4.53 Modelo matemático para estimar la altura de precipitación de las lluvias extremas con duración igual o inferior a una hora a periodos de retorno de 25, 50 y 100 años....	127
4.54 Distribución espacial de las lluvias extremas del estado Cojedes con duraciones de 5, 15 y 30 minutos y periodos de retorno de 5, 10 y 15 años.....	129
CONCLUSIONES	134
RECOMENDACIONES	139
REFERENCIAS	140

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	Título	Página
1	Estaciones climatológicas empleadas en la elaboración de los modelos matemáticos para el análisis IDF de tormentas.....	20
2	VARIABLES Y SU OPERACIONALIZACIÓN EN LA ELABORACIÓN DE LOS MODELOS MATEMÁTICOS PARA EL ANÁLISIS IDF DE TORMENTAS DEL ESTADO COJEDES.....	22
3	Parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Las Majaguas.....	26
4	Correlación entre los parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Las Majaguas....	26
5	Parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Auro.....	28
6	Correlación entre los parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Auro.....	28
7	Parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Agua Blanca.....	30
8	Correlación entre los parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Agua Blanca.....	30
9	Parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación San Rafael de Onoto.....	32
10	Correlación entre los parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación San Rafael de Onoto.....	32

11	Parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Tocuyano.....	34
12	Correlación entre los parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Tocuyano.....	34
13	Parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Central Matilde.....	36
14	Correlación entre los parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Central Matilde...	36
15	Parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Guabinas.....	38
16	Correlación entre los parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Guabinas.....	38
17	Parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Cojeditos.....	40
18	Correlación entre los parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Cojeditos.....	40
19	Parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Santa Teresa.....	42
20	Correlación entre los parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Santa Teresa.....	42
21	Parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Guayabito.....	44
22	Correlación entre los parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Guayabito.....	44

23	Parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Palo Quemao.....	46
24	Correlación entre los parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Palo Quemao.....	46
25	Parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación El Amparo.....	48
26	Correlación entre los parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación El Amparo.....	48
27	Parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Los Cogollos.....	50
28	Correlación entre los parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Los Cogollos.....	50
29	Parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Ceiba-Camoruco.....	52
30	Correlación entre los parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Ceiba-Camoruco.	52
31	Parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Nirgua.....	54
32	Correlación entre los parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Nirgua.....	54
33	Parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Morena.....	56
34	Correlación entre los parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Morena.....	56

35	Parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Los Colorados.....	58
36	Correlación entre los parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Los Colorados....	58
37	Parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Vegas-Charcote.....	60
38	Correlación entre los parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Vegas-Charcote.	60
39	Parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Temerla.....	62
40	Parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Miranda-La Trinidad.....	64
41	Correlación entre los parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Miranda-La Trinidad.....	64
42	Parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Vallecito.....	66
43	Correlación entre los parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Vallecito.....	66
44	Parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Manrique.....	68
45	Correlación entre los parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Manrique.....	68

46	Parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Hato Las Babas.....	70
47	Correlación entre los parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Hato Las Babas...	70
48	Parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Canoabo.....	72
49	Correlación entre los parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Canoabo.....	72
50	Parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Montalbán.....	74
51	Correlación entre los parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Montalbán.....	74
52	Parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Tinaquillo.....	76
53	Parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación La Aguadita.....	78
54	Correlación entre los parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación La Aguadita.....	78
55	Parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Tinaco.....	80
56	Correlación entre los parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Tinaco.....	80
57	Parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Baúl-Carretera.....	82

58	Correlación entre los parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Baul-Carretera....	82
59	Parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Chirgua-Cabecera.....	84
60	Correlación entre los parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Chirgua-Cabecera	84
61	Parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Bejuma Panamericana.....	86
62	Correlación entre los parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Bejuma Panamericana.....	86
63	Parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Morita Caserío.....	88
64	Correlación entre los parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Morita Caserío...	88
65	Parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Guataparo Dique.....	90
66	Correlación entre los parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Guataparo Dique	90
67	Parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Campo Carabobo.....	92
68	Correlación entre los parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Campo Carabobo	92

69	Parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Cachinche.....	94
70	Correlación entre los parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Cachinche.....	94
71	Parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Pao Planta.....	96
72	Correlación entre los parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Pao Planta.....	96
73	Parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Pao Oficina.....	98
74	Correlación entre los parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Pao Oficina.....	98
75	Parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Galeras.....	100
76	Correlación entre los parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Galeras.....	100
77	Parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Caño Benito.....	102
78	Correlación entre los parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Caño Benito.....	102
79	Parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Manaure.....	104
80	Correlación entre los parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Manaure.....	104

81	Parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Mata Oscura.....	106
82	Correlación entre los parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Mata Oscura.....	106
83	Parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Hato Paradero.....	108
84	Correlación entre los parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Hato Paradero....	108
85	Parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación San José de Tiznados.....	110
86	Correlación entre los parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación San José de Tiznados.....	110
87	Parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Los Naranjos.....	112
88	Correlación entre los parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Los Naranjos.....	112
89	Parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Corozo Pando.....	114
90	Correlación entre los parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Corozo Pando....	114
91	Parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Sarare.....	116

92	Correlación entre los parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Sarare.....	116
93	Parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Arismendi.....	118
94	Correlación entre los parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Arismendi.....	118
95	Parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Jobalito.....	120
96	Correlación entre los parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Jobalito.....	120
97	Parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en el estado Cojedes.....	122
98	Correlación entre los parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en el estado Cojedes.....	122
99	Intensidades de las lluvias máximas esperables para duraciones de 5, 15, 30, 45 y 60 minutos a tiempos de retorno de 25, 50 y 100 años en el estado Cojedes.....	124
100	Alturas de precipitación de las lluvias máximas esperables para duraciones de 5, 15, 30, 45 y 60 minutos a tiempos de retorno de 25, 50 y 100 años en el estado Cojedes.....	125
101	Factor de reducción de las lluvias máximas esperables para duraciones de 5, 15, 30, 45 y 60 minutos a tiempos de retorno de 25, 50 y 100 años en el estado Cojedes.....	126

102	Estimadores del modelo matemático para estimar la altura de precipitación de las lluvias extremas del estado Cojedes con duración igual o inferior a una hora.....	127
103	Parámetros de los modelos matemáticos para estimar la intensidad de las lluvias extremas en función de su duración y tiempo de retorno en el estado Cojedes.....	127
104	Parámetros del modelo matemático regional para estimar la intensidad de las lluvias extremas en función de su duración y tiempo de retorno en el estado Cojedes.....	128

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Título	Página
1	Relación entre los valores predichos por el modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Las Majaguas y los valores observados.....	27
2	Normalidad de los residuales del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Las Majaguas.....	27
3	Relación entre los valores predichos por el modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Auro y los valores observados.....	29
4	Normalidad de los residuales del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Auro.....	29
5	Relación entre los valores predichos por el modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Agua Blanca y los valores observados	31
6	Normalidad de los residuales del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Agua Blanca.....	31
7	Relación entre los valores predichos por el modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación San Rafael de Onoto y los valores observados.....	33
8	Normalidad de los residuales del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación San Rafael de Onoto.....	33
9	Relación entre los valores predichos por el modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Tocuyano y los valores observados.....	35

10	Normalidad de los residuales del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Tocuyano.....	35
11	Relación entre los valores predichos por el modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Central Matilde y los valores observados.....	37
12	Normalidad de los residuales del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Central Matilde.....	37
13	Relación entre los valores predichos por el modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Guabinas y los valores observados	39
14	Normalidad de los residuales del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Guabinas.....	39
15	Relación entre los valores predichos por el modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Cojeditos y los valores observados	41
16	Normalidad de los residuales del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Cojeditos.....	41
17	Relación entre los valores predichos por el modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Santa Teresa y los valores observados.....	17
18	Normalidad de los residuales del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Santa Teresa.....	17
19	Relación entre los valores predichos por el modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Guayabito y los valores observados.....	45

20	Normalidad de los residuales del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Guayabito.....	45
21	Relación entre los valores predichos por el modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Palo Quemao y los valores observados.....	47
22	Normalidad de los residuales del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Palo Quemao.....	47
23	Relación entre los valores predichos por el modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación El Amparo y los valores observados.....	49
24	Normalidad de los residuales del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación El Amparo.....	49
25	Relación entre los valores predichos por el modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Los Cogollos y los valores observados.....	51
26	Normalidad de los residuales del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Los Cogollos.....	51
27	Relación entre los valores predichos por el modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Ceiba-Camoruco y los valores observados.....	53
28	Normalidad de los residuales del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Ceiba-Camoruco.....	53
29	Relación entre los valores predichos por el modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Nirgua y los valores observados.....	55

30	Normalidad de los residuales del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Nirgua.....	55
31	Relación entre los valores predichos por el modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Morena y los valores observados.....	57
32	Normalidad de los residuales del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Morena.....	57
33	Relación entre los valores predichos por el modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Los Colorados y los valores observados.....	59
34	Normalidad de los residuales del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Los Colorados.....	59
35	Relación entre los valores predichos por el modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Los Colorados y los valores observados.....	61
36	Normalidad de los residuales del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Los Colorados.....	61
37	Relación entre los valores predichos por el modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Temerla y los valores observados.....	63
38	Normalidad de los residuales del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Temerla.....	63
39	Relación entre los valores predichos por el modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Miranda-La Trinidad y los valores observados.....	65

40	Normalidad de los residuales del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Miranda-La Trinidad.....	65
41	Relación entre los valores predichos por el modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Vallecito y los valores observados.....	67
42	Normalidad de los residuales del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Vallecito.....	67
43	Relación entre los valores predichos por el modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Manrique y los valores observados.....	69
44	Relación entre los valores predichos por el modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Manrique y los valores observados.....	69
45	Relación entre los valores predichos por el modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Hato Las Babas y los valores observados.....	71
46	Normalidad de los residuales del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Hato Las Babas.....	71
47	Relación entre los valores predichos por el modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Canoabo y los valores observados.....	73
48	Normalidad de los residuales del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Canoabo.....	73
49	Relación entre los valores predichos por el modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Montalbán y los valores observados.....	75

50	Normalidad de los residuales del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Montalbán.....	75
51	Relación entre los valores predichos por el modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Tinaquillo y los valores observados.....	77
52	Normalidad de los residuales del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Tinaquillo.....	77
53	Relación entre los valores predichos por el modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Aguadita y los valores observados.....	79
54	Normalidad de los residuales del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Aguadita.....	79
55	Relación entre los valores predichos por el modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Tinaco y los valores observados.....	81
56	Normalidad de los residuales del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Tinaco.....	81
57	Relación entre los valores predichos por el modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Baúl-Carretera y los valores observados.....	83
58	Normalidad de los residuales del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Baúl-Carretera.....	83
59	Relación entre los valores predichos por el modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Chirgua-Cabecera y los valores observados.....	85

60	Normalidad de los residuales del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Chirgua-Cabecera.....	85
61	Relación entre los valores predichos por el modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Bejuma Panamericana y los valores observados.....	87
62	Normalidad de los residuales del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Bejuma Panamericana....	87
63	Relación entre los valores predichos por el modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Morita Caserío y los valores observados.....	89
64	Normalidad de los residuales del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Morita Caserío.....	89
65	Relación entre los valores predichos por el modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Guataparo Dique y los valores observados.....	91
66	Normalidad de los residuales del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Guataparo Dique.....	91
67	Relación entre los valores predichos por el modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Campo Carabobo y los valores observados.....	93
68	Normalidad de los residuales del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Campo Carabobo.....	93
69	Relación entre los valores predichos por el modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Cachinche y los valores observados.....	95

70	Normalidad de los residuales del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Cachinche.....	95
71	Relación entre los valores predichos por el modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Pao Planta y los valores observados.....	97
72	Normalidad de los residuales del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Pao Planta.....	97
73	Relación entre los valores predichos por el modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Pao Oficina y los valores observados.....	99
74	Normalidad de los residuales del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Pao Oficina.....	99
75	Relación entre los valores predichos por el modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Galeras y los valores observados.....	101
76	Normalidad de los residuales del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Galeras.....	101
77	Relación entre los valores predichos por el modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Caño Benito y los valores observados.....	103
78	Normalidad de los residuales del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Caño Benito.....	103
79	Relación entre los valores predichos por el modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Manaure y los valores observados.....	105

80	Normalidad de los residuales del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Manaure.....	105
81	Relación entre los valores predichos por el modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Mata Oscura y los valores observados.....	107
82	Normalidad de los residuales del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Mata Oscura.....	107
83	Relación entre los valores predichos por el modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Hato Paradero y los valores observados.....	109
84	Normalidad de los residuales del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Hato Paradero.....	109
85	Relación entre los valores predichos por el modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación San José de Tiznados y los valores observados.....	111
86	Normalidad de los residuales del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación San José de Tiznados...	111
87	Relación entre los valores predichos por el modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Los Naranjos y los valores observados.....	113
88	Normalidad de los residuales del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Los Naranjos.....	113
89	Relación entre los valores predichos por el modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Corozo Pando y los valores observados.....	115

90	Normalidad de los residuales del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Corozo Pando.....	115
91	Relación entre los valores predichos por el modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Sarare y los valores observados.....	117
92	Normalidad de los residuales del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Sarare.....	117
93	Relación entre los valores predichos por el modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Arismendi y los valores observados.....	119
94	Normalidad de los residuales del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Arismendi.....	119
95	Relación entre los valores predichos por el modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Jobalito y los valores observados.....	121
96	Normalidad de los residuales del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Jobalito.....	121
97	Relación entre los valores predichos por el modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en el estado Cojedes y los valores observados.....	123
98	Normalidad de los residuales del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en el estado Cojedes.....	123
99	Relación entre los valores predichos por el modelo y los valores observados....	128

100	Histograma de los residuales derivados del modelo generado.....	128
101	Distribución de los residuales en papel normal.....	129
102	Distribución espacial de las lluvias extremas en el estado Cojedes de duración 5 minutos y período de retorno 5 años.....	131
103	Distribución espacial de las lluvias extremas en el estado Cojedes de duración 15 minutos y período de retorno 5 años.....	132
104	Distribución espacial de las lluvias extremas en el estado Cojedes de duración 30 minutos y período de retorno 15 años.....	133

INTRODUCCIÓN

La determinación de las tormentas de diseño se basa en la información histórica de precipitación de un sitio o en aquella que se construye utilizando las características regionales de la precipitación en el área de estudio. Su aplicación varía desde el uso de valores puntuales de precipitación en el método racional para determinar los caudales picos en sistemas de drenaje urbano, vial y rural, hasta el uso del hietograma de tormentas como variables de entrada para el análisis de lluvia – escorrentía en embalses de detención de agua urbanas o en el diseño de vertederos en proyectos que involucren grandes embalses. Una tormenta de diseño puede definirse mediante un valor de profundidad de precipitación en un punto, mediante un hietograma de diseño que especifique la distribución temporal de la precipitación durante una tormenta, o como se conoce ordinariamente patrón IDF (patrón de Intensidad-Duración-Frecuencia de las lluvias extremas).

A pesar de la importancia de conocer el patrón IDF de una región al momento de diseñar obras hidráulicas, el estado Cojedes se caracteriza por tener poca información en torno a la manera cómo se distribuyen espacial y temporalmente las intensidades máximas de precipitación. Esta situación ha conducido a un subdimensionamiento o sobredimensionamiento de obras civiles, con el consiguiente aumento de los riesgos de fallas estructurales. Ante esta situación, se llevo a cabo una investigación que ha conducido al establecimiento de un modelo IDF para cada una de las 48 estaciones pluviográficas distribuidas en el estado Cojedes y adyacencias.

Se trata de una investigación de campo y de carácter exploratorio – explicativo (Ramírez, 1999; Sampieri, Collado y Lucio, 2002). La metodología comprende la recolección y ordenamiento de los registros anuales pluviométricos máximos; cuantificación de la intensidad máxima de precipitación anual para diferentes duraciones (con la estimación del periodo de

retorno). Para el análisis y prueba de bondad de los modelos se usó el software: STATISTICA™ 6.0.

En este documento se presenta el informe del estudio, el cual se estructuró de la siguiente manera: el Capítulo 1 se centra en el planteamiento del problema, la justificación y los objetivos de la investigación; el Capítulo 2 trata de los antecedentes de la investigación, fundamentos teóricos relacionados con en análisis de intensidad-duración-frecuencia de lluvias extremas y las limitaciones que tiene asociado el uso de modelos matemáticos como herramienta de predicción; el Capítulo 3 detalla los aspectos metodológicos, el Capítulo 4 aborda la descripción y discusión de los resultados, por último se presentan las conclusiones y recomendaciones que se consideraron pertinentes.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del problema

Desde mediados de la década del 90 el estado Cojedes ha evidenciado un crecimiento más o menos sostenido en lo referente a la construcción de obras hidráulicas. Este fenómeno se ha intensificado en los municipios: Falcón, San Carlos, Rómulo Gallegos y en menor grado, Tinaco. En algunas de estas obras (especialmente las asociadas con vialidad y urbanismo), es necesario diseñar estructuras hidráulicas que permitan canalizar la escorrentía superficial efectiva a lugares adecuados (río, quebrada u otro elemento de captación); en este sentido, es prioritario realizar un análisis de intensidad – duración – frecuencia de tormentas (denominado en lo sucesivo análisis IDF), a fin de estimar con un grado de precisión aceptable las intensidades máximas de precipitación para un tiempo de retorno y duración determinados.

El análisis IDF de tormentas no solamente es imprescindible en el diseño de drenajes, sino que últimamente ha tomado gran relevancia en el manejo de la contaminación difusa de la escorrentía en áreas rurales y urbanas (Guevara, 2002). Por otro lado, Tapia et al. (2001), Señalaron que el empleo de las curvas IDF se enmarcan en la estimación de crecidas de cuencas hidrográficas que tienen tiempos de concentración pequeños, y su utilidad principal es poder estimar la intensidad, duración y frecuencia de la precipitación en un lugar que no posee pluviógrafo, solamente pluviómetros totalizadores que entregan precipitaciones diarias o lugares donde no existe información pluviométrica. Asimismo, es importante subrayar que uno de los primeros pasos que deben seguirse en muchos proyectos de diseño hidrológico, como es el caso del diseño de un drenaje urbano, el aprovechamiento de recursos hídricos en la generación de energía eléctrica o el diseño de obras de ingeniería de regadíos, es la determinación del evento o eventos de lluvia que

deben usarse. La forma más común de hacerlo es utilizar una tormenta de diseño o un evento que involucre una relación entre la intensidad de lluvia, duración y frecuencias o períodos de retorno. Esta relación es la base de las curvas IDF, que son determinadas para cada sitio en particular (Chow et al., 1994).

El estado Cojedes no dispone de información sobre los patrones IDF; solo existe una escasa cantidad de datos disponibles para su elaboración. Esta situación ha traído como consecuencia la construcción de obras hidráulicas sobredimensionadas o subdimensionadas (Ramonés y Vivas, 2001). Ante este contexto, surgió la necesidad de desarrollar una investigación cuyo producto permitiera a los proyectistas de obras hidráulicas precisar en el menor tiempo posible la lluvia de diseño, partiendo de una duración y un tiempo de retorno predeterminados. Una alternativa plausible lo constituye la generación de modelos matemáticos que arrojasen la intensidad máxima de precipitación puntual en cualquier parte del estado Cojedes (Guevara, 2002; Chow et al., 1994; Mijares, 1987). En este caso, surgen interrogantes, como:

¿Cuan preciso serán los modelos matemáticos al momento de estimar los valores observados?

¿Cuál es el rango de duración de precipitación más idóneo para cada modelo al momento de predecir la intensidad de precipitación máxima?

¿Es posible generar un modelo general para el estado Cojedes?

¿Es factible obtener las curvas masa de precipitación a partir de los modelos matemáticos?

¿Qué porcentaje de error se esperaría al aplicar los modelos matemáticos?

¿Cuál es el coeficiente de correlación asociado a los modelos matemáticos?

¿La ocurrencia de lluvias extremas sigue algún patrón?

1.2 Justificación de la investigación

El diseño de estructuras hidráulicas, tan y como se mencionó en el apartado anterior, emplea el análisis de Intensidad - Duración - Frecuencia (IDF) de tormentas extremas para estimar las intensidades máximas que pueden darse en un área determinada de una cuenca hidrográfica. En zonas con escasa información hidrológica, como el estado Cojedes, hay que hacer uso de curvas IDF o modelos matemáticos derivados de registros históricos proveniente de estaciones pluviométricas. Puesto que esta investigación tiene por objeto establecer modelos matemáticos regionales que reemplacen al análisis IDF tradicional para estimar dichas intensidades, permitirá a los proyectistas hidráulicos diseñar adecuadamente obras hidráulicas en todo el estado Cojedes, pues, a partir de ellos pueden crearse hietogramas de precipitación de diseño y/o estimar la precipitación máxima probable en cualquier localidad cojedeña (Chow et al., 1994).

Otro elemento que justificó la consolidación de esta investigación lo constituyó el factor económico. Pues, los modelos que se generaron permitirán evitar el sobredimensionamiento o subdimensionamiento de obras hidráulicas, esta situación redundará en beneficios sociales para las comunidades aledañas a las obras hidráulicas. Si bien es cierto, que la generación de un modelo matemático requiere recabar una cantidad importante de datos en su fase inicial, una vez que se ha estandarizado, los análisis de lluvia extremas por la metodología IDF se ajustarán más adecuadamente a los patrones naturales.

En este proyecto de investigación se tomó como base la ecuación modificada de Bernard (1932: citado por Kothyari y Garde, 1992), la cual ha sido ampliamente utilizada con resultados muy satisfactorios en diferentes regiones del mundo.

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo general de la investigación

Generar modelos matemáticos para la estimación de tormentas de diseño en el estado Cojedes.

1.3.2 Objetivos específicos de la investigación

Con esta investigación se lograron los siguientes objetivos específicos, para cada estación pluviométrica considerada y para el estado:

- 1.- Cuantificar los parámetros del modelo matemático para estimar la intensidad de las lluvias extremas en función de su duración y tiempo de retorno, en cada estación y en el estado.
- 2.- Cuantificar los parámetros del modelo matemático para estimar la altura de precipitación acumulada de las lluvias extremas en función de su duración y tiempo de retorno (curva masa de precipitación), en cada estación y en el estado.
- 3.- Determinar la bondad de los modelos matemáticos. (calidad predictora del modelo).

Tomando como referencia el modelo matemático regional para la estimación de tormentas de diseño se obtuvo:

- 1.- Generar un modelo matemático para estimar la altura de precipitación de las lluvias extremas del estado Cojedes con duración igual o inferior a una hora y ajuste al Modelo de Guevara – Cartaya (1989).
- 2.- Generar una secuencia de mapas con los patrones de IDF de las lluvias de máxima intensidad del estado Cojedes con duraciones de 5, 15 y 30 minutos y periodos de retorno de 5, 10 y 15 años.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

Las curvas IDF son de utilidad en varios países dada su relevancia en el diseño y planificación de estudios hidrológicos. En este sentido, Wenzel (1982: citado por Chow et al., 1994) dedujo para algunas ciudades de los Estados Unidos, coeficientes para utilizarse en una ecuación de la forma:

$$I = \frac{c}{T_d^e + f} \quad (1)$$

Donde:

I: intensidad de la lluvia de diseño

T_d : duración de la lluvia

c, e y f: coeficientes que varían con el lugar y el periodo de retorno

Chen (1983) propuso una fórmula general para representar la relación intensidad-duración-frecuencia para los Estados Unidos. Este método tuvo gran potencial para la aplicación en el diseño de drenajes urbanos de aguas de lluvias, y es actualmente utilizado en dicho país por la "Federation Highway Administration", siendo necesario para su utilización, las lluvias de 10 años de período de retorno y 1 hora de duración, lluvias de 24 horas con 10 años de período de retorno y lluvias de 1 hora con 100 años de período de retorno. La fórmula planteada por Chen, fue la siguiente:

$$I_t^T = \frac{a I_t^{10} \cdot \log(10^{2-x} T^{x-1})}{(t+b)^c} \quad (2)$$

Donde:

I_t^T : intensidad de lluvia en mm/hr, correspondiendo a un período de retorno de T años y una lluvia de t minutos de duración.

R_t^{100} y R_t^{10} : precipitaciones asociadas a una duración de t horas y un período de retorno de 100 y 10 años.

x: relación de las frecuencias, R_t^{100} / R_t^{10}

a, b, y c: parámetros que dependen del lugar y de la relación R_t^{10} / R_{24}^{10}

I_t^{10} : intensidad de lluvia asociada a 10 años de período de retorno y una duración de t horas.

En India, la estimación de la intensidad de precipitación para diferentes duraciones y períodos de retorno se usan, para realizar estimaciones de inundaciones, para lo cual fue necesario utilizar los registros de lluvia menores a 24 horas de duración y regiones hidrológicas similares (Kothyari y Garde 1992). A partir de ellos, se planteó una fórmula general para describir la relación IDF, la cual es representada por la ecuación de Bernard (1932: citado por Kothyari y Garde, 1992):

$$I_t^T = \frac{a_0 \cdot T^{a_1}}{t^{a_2}} \quad (3)$$

Donde:

I_t^T : intensidad de lluvia en mm/hr, para una duración t y un periodo de retorno o recurrencia de T años.

a_0 , a_1 y a_2 : constantes del modelo.

La ecuación (3) es de vieja data, pues fue empleada en la generación de curvas de IDF para lluvias locales en Estados Unidos, por Meyer (1917: citado por Remenieras, 1974) y Yarnell

(1935: citado por Remenieras, 1974). Otros estudios se han llevado a cabo en India, y varios son los autores que han propuesto distintas fórmulas para la estimación de la intensidad de lluvia. Por ejemplo, Bell (1969: citado por Kothyari y Garde, 1992), presentó la siguiente ecuación:

$$R_t^T = (0,21 \ln T + 0,52) (0,54 t^{0,25} - 0,50) R_t^{10} \quad (4)$$

Donde:

R_t^T : intensidad de precipitación para un periodo de retorno de T años y una duración de t horas.

R_t^{10} es la lluvia de 1 hora de duración y un período de retorno de 10 años.

Usando los datos de 39 estaciones pluviográficas “Rain Babu”, Tejwani et al., (1979: citado por Kothyari y Garde, 1992), propusieron diferentes relaciones en distintas localidades geográficas de India. Dichas relaciones produjeron resultados con un error de 50 %. Posteriormente se fueron incorporando nuevas estaciones de control lo que derivó en la fórmula planteada por Chen [ecuación (2)], con ello obtuvieron mejores resultados que los arrojados por los estudios anteriores. Chow et al. (1994), en la ciudad de Denver en Estados Unidos, a partir de una curva Intensidad-Duración-Frecuencia, pudieron desarrollar un hietograma de diseño utilizando incrementos de tiempo de 10 minutos para una tormenta de 10 años y 2 horas.

En el ámbito nacional uno de los primeros estudios orientados al estudio de las precipitaciones máximas extrema fue llevado a cabo por el Ministerio de Obras Públicas [MOP], quien obtuvo las intensidades máximas nacionales para duraciones de 5 minutos a 12 horas y tiempos de retorno de 2 a 100 años (1963: citado por Ramones y Vivas, 2001). Posteriormente, el Instituto Nacional de Obras Sanitarias [INOS], generó una gama de isolíneas de intensidad-duración-frecuencia de lluvias para la región central del país (1972: citado por Ramones y Vivas, 2001). Ayala y Mendoza (1980: citado por Franceschi, 1983), regionalizaron las lluvias extremas en

Venezuela para usarse en el diseño de drenajes, la metodología que siguieron se fundamentó en la elaboración de 36 curvas de IDF para 14 regiones hidrológicas diferenciadas por condiciones topográficas y climáticas. Los estudios citados adolecieron de imprecisión, pues se fundamentaron en escalas muy pequeñas.

Dado que los problemas hidrológicos relacionados con el drenaje urbano y rural requieren lluvias de corta duración, Cartaya (1989) desarrolló la siguiente ecuación:

$$\frac{P_D}{P_{60}} = 0,14.D^{0,49} \quad (5)$$

Donde:

D: duración deseada en minutos ($D < 60$ minutos)

P_D : precipitación máxima en mm de una duración D en minutos

P_{60} : precipitación máxima de 60 minutos de duración en mm

Camacho (1996: citado por Ramones y Vivas, 2001), tomó de los manuales del INOS, las curvas IDF para: el Lago de Maracaibo, Los Andes, Llanos Occidentales, Centro Occidente, Norte Occidente, Litoral Central, Centro, Tuy – Barlovento, Llanos de Apure, Amazonas, Llanos Centrales, Delta del Orinoco, Oriente y Guayana. Dichas curvas tenían tiempos de retorno iguales a 2, 5, 10 y 20 años, y duraciones menores e igual a 60 minutos.

Recientemente, Guevara (2002), estableció un modelo regional para la estimación de las lluvias de diseño en la región central. Para ello utilizó los registros pluviométricos disponibles de 14 estaciones distribuidas sobre la región; la ecuación general de ajuste fue:

$$I = \frac{c.T^m}{(D + b)^n} \quad (6)$$

Donde:

I: intensidad de la lluvia en mm/h

T: tiempo de retorno en años

D: duración de la lluvia en horas

c, b, m y n: parámetros ajustados mediante regresión no lineal.

La correlación obtenida por Guevara (2002) fue muy buena, pues los coeficientes de correlación fueron mayores a 0,99, indicando que los modelos se podían utilizar como una herramienta útil y confiable para estudios preliminares en la región central de Venezuela.

A escala regional el único estudio relevante vinculado al análisis de tormentas extremas fue llevado a cabo por Ramones y Vivas (2001). Quienes, tomaron los registros históricos de 46 estaciones pluviométricas distribuidas a lo largo del estado Cojedes y sus áreas adyacentes. 24 estaciones poseían 15 años de registros y duraciones comprendidas entre 15 minutos y 24 horas, 11 estaciones tenían 15 años de registros y duraciones que abarcaban de 1 a 24 horas, y las 11 estaciones restante poseían 10 años de registros y duraciones comprendidas entre 15 y 30 minutos. A fin de realizar el análisis IDF ajustaron los datos a la distribución de valores extremos de Gumbel tipo I y probaron el ajuste de la citada distribución por medio del estadístico de Smirnov – Kolmogorov. A manera de conclusión, reportaron que la distribución empleada ajustó los datos de manera estadísticamente aceptable.

2.2 Fundamentos teóricos

Antes de abordar el análisis IDF de tormentas extremas, se desarrollará en forma sucinta algunos conceptos de importancia: probabilidad de ocurrencia, periodo de retorno y riesgo hidráulico.

La probabilidad de ocurrencia de un evento, $P(A)$, es el chance de ocurrencia de dicho evento cuando se lleva a cabo una observación de la variable aleatoria. Si una muestra de n observaciones posee n_A valores en el rango del evento A , entonces la frecuencia relativa de A es n_A/n . La frecuencia relativa se constituye en un estimado progresivamente mejor de la probabilidad de ocurrencia del evento a medida que el tamaño de la muestra se incrementa, es decir:

$$P(A) = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{n_A}{n} \quad (7)$$

Según Guevara y Cartaya (1991) a este tipo de probabilidades se denomina probabilidades objetivas o posteriores, debido a que depende totalmente de observaciones de la variable aleatoria. En contraposición a ellas, se tienen las probabilidades subjetivas o a priori, es decir, cuando se estima la ocurrencia de un evento sobre la base de juicios personales y experiencias.

Al conjunto de datos disponibles ordenados cronológicamente constituye la serie de duración total. Si de esta serie se seleccionan todos los valores mayores que una magnitud preestablecida o valor base de referencia, este nuevo conjunto de datos conforman una serie de duración parcial. Cuando la base de referencia se selecciona de modo tal que el número de valores en la serie sea igual al número de años de registro, entonces se le denomina serie anual de excedencia. Asimismo, se debe observar que una serie de valores extremos incluye el valor máximo o mínimo ocurrido en cada intervalo de igual longitud en que se divide el periodo de registro. Si la longitud del intervalo seleccionada es un año, la serie simplemente se denomina serie anual, indistintamente sea máxima o mínima (Guevara y Cartaya, 1991; Mijares, 1987).

El periodo de retorno T_E de cada evento de la serie parcial se relaciona con el periodo de retorno T correspondiente a los eventos de la serie de valores máximos anuales como sigue

(Chow, 1964: citado por Guevara y Cartaya, 1991):

$$T_E = \left[\ln \left(\frac{T}{T-1} \right) \right]^{-1} \quad (8)$$

Donde:

T_E : periodo de retorno de cada evento de la serie parcial

T : periodo de retorno correspondiente a los eventos de la serie de valores máximos anuales

Una de las limitaciones de la serie anual de excedencia está en la dificultad de verificar la independencia de las observaciones. Sin embargo, cuando se está tratando de estimar eventos con periodo de retorno pequeño ($T < 5$ años; caso de drenaje vial y urbano), se suele usar la serie parcial. Cuando el periodo de retorno es elevado, ambas series convergen (Guevara y Cartaya, 1991). La probabilidad o periodo de retorno de un evento dentro de una serie se puede calcular utilizando métodos de posición gráfica. El método más eficiente y más comúnmente usado en la posición de representación para cualquier distribución probabilística es el de Weibull (Kiely, 1999):

$$P = \frac{m}{n+1} \quad (9)$$

Donde:

P : cuando m va de menor a mayor significa probabilidad de no excedencia ($X \leq x$), en cambio cuando m va de mayor a menor significa probabilidad de excedencia ($X \geq x$)

n : número de valores

m : el número de orden de cada evento enumerado de mayor a menor o menor a mayor

En el diseño de obras hidráulicas se le da gran importancia al concepto de precipitación máxima

probable (PMP), la cual es definida por la Organización Meteorológica Mundial como “la magnitud de precipitación cercana al límite físico máximo que ocurre para una determinada duración sobre un cuenca dada” (Guevara y Cartaya, 1991:42). Para su cálculo, se selecciona como magnitud de diseño el evento extremo del registro histórico de N años. La probabilidad de que dicho evento sea igualado o excedido una vez durante los n años siguientes es:

$$P(N,n) = \frac{n}{N+n} \quad (10)$$

Donde:

N: número de años que conforman la serie histórica

n: número de años siguientes

P(N,n): probabilidad de que el evento sea igualado o excedido una vez durante n años

Con relación al análisis de riesgo hidráulico, éste parte del hecho de que la estructura pueda fallar si la magnitud para el periodo de retorno de diseño T es excedida durante la vida útil de dicha estructura. El riesgo hidrológico de falla se calcula como sigue (Guevara y Cartaya, 1991):

$$\bar{R} = 1 - [1 - P(x \geq X_T)]^n \quad (11)$$

Donde:

\bar{R} : probabilidad de que un evento $X \geq X_T$ ocurra por lo menos una vez en n años

n: número de años consecutivos

$P(X \geq X_T)$: vida útil esperada de la estructura

Por otro lado:

$$P(X \geq X_T) = \frac{1}{T} \quad (12)$$

En relación a la determinación de las curvas IDF. Mijares (1987), señaló que existen básicamente dos métodos con los que se puede determinar la relación entre las variables: intensidad, duración y tiempo de retorno para un sitio dado. El primero, llamado de intensidad-duración-periodo de retorno, relaciona estas tres variables para cada duración por separado mediante alguna de las funciones de distribución probabilidad usadas en hidrología: Normal, Log Normal, Pearson Tipo III, Gamma, Log Pearson Tipo III, Exponencial, Valores Extremos Tipo I (conocida como Gumbel), entre otras. El segundo método relaciona simultáneamente las tres variables en una familia de curvas cuya ecuación es:

$$I = \frac{k.T^m}{(d+c)^n} \quad (13)$$

Donde:

I: intensidad de la lluvia en mm/h

T: tiempo de retorno en años

d: duración de la lluvia en horas

k, m, n y c: parámetros ajustados mediante regresión no lineal

Tomando logaritmo en la ecuación 13, se obtiene:

$$\log I = \log k + m.\log T - n.\log(d+c) \quad (14)$$

Dado los siguientes cambios de variables:

$$y = \log(I) \quad (15)$$

$$a_0 = \log(k) \quad (16)$$

$$a_1 = m \quad (17)$$

$$x_1 = \log(T) \quad (18)$$

$$a_2 = -n \quad (19)$$

$$x_2 = \log(d+c) \quad (20)$$

Los cuales al ser reemplazados en la ecuación 14, dan:

$$y = a_0 + a_1 \cdot x + a_2 \cdot x_2 \quad (21)$$

La ecuación (21) es una familia de líneas rectas de pendiente a_2 , ordenada al origen a_0 y espaciamiento a_1 . Al hacer un ajuste de correlación lineal múltiple de una serie de tres variables, se obtiene un sistema de ecuaciones como el siguiente:

$$\sum y = Na_0 + a_1 \cdot \sum x_1 + a_2 \cdot \sum x_2 \quad (22)$$

$$\sum (x_1 \cdot y) = a_0 \cdot \sum x_1 + a_1 \sum (x_1^2) + a_2 \cdot \sum (x_1 \cdot x_2) \quad (23)$$

$$\sum (x_2 \cdot y) = a_0 \cdot \sum x_2 + a_1 \cdot \sum (x_1 \cdot x_2) + a_2 \cdot \sum (x_2)^2 \quad (24)$$

Donde:

N: número de datos

a_0 , a_1 y a_2 : parámetros a calcular

x_1 : logaritmo del periodo de retorno

x_2 : duración de la lluvia (con el valor c agregado de ser necesario)

y: intensidad de la lluvia, obtenidas de las estaciones pluviométricas

Una vez calculados los coeficientes: a_0 , a_1 y a_2 es posible valuar los parámetros k , m y n de la Ecuación (13). Multiplicando la ecuación (13) por la duración “ d ” se obtiene una expresión matemática (Ecuación 25) que da la altura de precipitación acumulada a la duración “ d ”, o sea, es posible generar la curva de masa de precipitación.

$$P_a = \frac{k.T^m}{(d+c)^n} \cdot d \quad (25)$$

Donde:

P_a : lluvia acumulada al tiempo d en mm

T : tiempo de retorno en años

d : duración de la lluvia en horas

k , m , n y c : parámetros ajustados mediante regresión no lineal

La curva de masa de precipitación, representa la altura total de precipitación que, en promedio, se produce en el área de influencia del pluviógrafo durante una tormenta. Esta curva se construye aplicando el método aritmético o el polígono de Thiessen, a las alturas de precipitación acumuladas en cada estación para diferentes tiempos. Asimismo, a partir de estas curvas es posible obtener un hietograma que puede ser usado como tormenta de diseño para alimentar a algún modelo de relación lluvia – escurrimiento (U.S. Army Corps of Engineers, 2000).

2.3 Limitación

Dado que en esta investigación se usó los registros de la base de datos de la Dirección de Hidrología y Meteorología, los modelos matemáticos que se generaron deberán usarse con cautela, pues de acuerdo a Kiely (1999), estos pueden emplearse para extrapolar lluvias extremas de hasta un máximo, el doble de registros utilizados en la elaboración de los mismos.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1 Tipo de investigación

De acuerdo con Ramírez (1999), el presente estudio se categoriza como: investigación de campo. Debido a que el investigador no tiene como objetivo el manipular las variables. No obstante, según Sampieri, Collado y Lucio (2002), esta investigación posee aspectos tanto de investigaciones correlacionales como de investigaciones explicativas; ya que pretende evaluar la relación que existe entre dos o más conceptos, categorías o variables y esta dirigida a responder a las causas de los eventos, sucesos y fenómenos físicos o sociales. Por último, es del tipo retrospectivo, pues hace uso de valores históricos para pronosticar el comportamiento futuro de las lluvias extremas.

3.2 Nivel de investigación

De conformidad con Ramírez (1999:85), esta investigación se ajusta a un nivel explicativo; debido a que sus “objetivos están concentrados en la comprobación de hipótesis de relación causal entre variables, van mucho más allá de la búsqueda de una cierta relación o asociación entre factores y circunstancias”.

3.3 Unidad de estudio

El estado Cojedes posee una superficie total de 14.800 Km² y está delimitado por las coordenadas geográficas: Longitud Oeste: 67° 45' 00" a 68° 59' 00" y Latitud Norte: 10° 05' 17" a 8° 30' 48". Presenta 9 municipios y su actividad económica se centra principalmente en la agricultura y la ganadería (INE, PNUD y Gobernación del estado Cojedes, 2001). Por otro lado, las principales cuencas hidrográficas del Estado son la de los ríos: Camoruco, Tinaco, Tirgua,

Pao y Cojedes; las cuales abarcan en forma conjunta 19.258,7 Km², y poseen tiempos de concentraciones iguales a: 6,54; 12,97; 10,39; 13,37 y 42,35 horas, respectivamente (Ruiz, 1990).

En relación con las precipitaciones sobre el estado Cojedes, Ruiz (1990:23-24), sostuvo que:

“Las precipitaciones del Estado se caracterizan por poseer un periodo lluvioso que va desde mayo a octubre, con dos máximas que oscilan alrededor de los 213 mm en los meses de junio a julio (distribución bimodal) y con una precipitación promedio en este lapso de 160 mm...el periodo seco, abarca los meses de noviembre a abril, con una mínima precipitación en los meses de enero a febrero alrededor de 8 mm y un promedio para dicho lapso de 160 mm...la precipitación media anual para el Estado, está ubicada alrededor de los 1.430 mm y fluctúa entre un máximo de 1.978 mm en la zona norte del Estado (zona montañosa) y un mínimo de 1.233 mm en los alrededores de las Galeras del Pao”

El número de estaciones pluviométricas emplazadas a lo largo del Estado y zonas periféricas a él, asciende a 58; no obstante, solamente 48 de éstas presentan homogeneidad en torno a las lecturas de altura de lluvia (Ramonés y Vivas, 2001).

3.4 Muestra

La muestra a usar en este estudio constituyó una fracción de los registros de la base de datos de la Dirección de Hidrología y Meteorología del MARN. Dichos datos provienen de 48 estaciones meteorológicas situadas en el estado Cojedes y regiones circunvecinas a él (Tabla 1).

En relación con las 48 estaciones señaladas, el período mínimo de registros es de 16 años (Estación El Amparo); el máximo es de 47 años (Estación Central Matilde); la media se encuentra en los 26,5 años. Cerca de un 44 % de las estaciones poseen registros entre 21 y 26 años. Las duraciones de lluvia se distribuyen de la siguiente manera: 91,30 % de las estaciones muestran lluvias máximas acaecidas entre 15 minutos y 24 horas; 6,52 % entre 5 minutos y 24

horas, y 2,17 % acotadas entre los 15 minutos y 9 horas.

Tabla 1. Estaciones climatológicas empleadas en la elaboración de los modelos matemáticos para el análisis IDF de tormentas.

Estación	Serial	Latitud N	Longitud O	Tipo	Estado
Las Majaguas	2334	09°39' 13"	68° 59' 37"	C2	Portuguesa
Auro	2228	09° 42' 39"	69° 14' 21"	PR	Lara
Agua Blanca	2238	09° 39' 30"	69° 05' 00"	C2	Portuguesa
S.R. de Onoto	2331	09° 41' 24"	68° 48' 25"	PR	Portuguesa
Tocuyano	2351	09° 32' 13"	68° 57' 09"	PR	Portuguesa
Central Matilde	1381	10° 08' 39"	68° 52' 11"	C3	Yaracuy
Guabinas	2357	09° 41' 27"	68° 52' 55"	PR	Cojedes
Cojeditos	2340	09° 38' 47"	68° 55' 10"	PR	Cojedes
Santa Teresa	2342	09° 31' 23"	68° 51' 37"	PR	Cojedes
Guayabito	2362	09° 30' 31"	68° 48' 31"	PR	Cojedes
Palo Quemado	3303	09° 25' 00"	68° 42' 00"	PR	Cojedes
El Amparo	3301	09° 18' 36"	68° 45' 25"	PR	Cojedes
Los Cogollos	6357	10° 09' 19"	68° 41' 38"	PR	Yaracuy
Ceiba – Camoruco	2333	09° 39' 03"	68° 44' 23"	PR	Cojedes
Nirgua	1373	10° 09' 43"	68° 33' 35"	PR	Yaracuy
Morena	2340	09° 41' 32"	68° 35' 47"	C3	Cojedes
Los Colorados	2354	09° 38' 33"	68° 37' 04"	PR	Cojedes
Vega – Charcote	2364	09° 30' 29"	68° 37' 58"	PR	Cojedes
Temerla	1380	10° 15' 33"	68° 25' 52"	PR	Yaracuy
Miranda – Trinidad	1385	10° 10' 32"	68° 25' 11"	PR	Carabobo
Vallecito	2308	09° 52' 52"	68° 27' 57"	PR	Cojedes
Manrique	2324	09° 48' 42"	68° 31' 02"	PR	Cojedes
Hato Las Babas	3304	09° 29' 52"	58° 29' 00"	PR	Cojedes
Canoabo	1370	10° 18' 15"	68° 16' 40"	PR	Carabobo
Montalbán	1365	10° 13' 02"	68° 20' 16"	PR	Carabobo
Tinaquillo	2316	09° 55' 18"	58° 17' 38"	PR	Cojedes

Tabla 1. Estaciones climatológicas empleadas en la elaboración de los modelos matemáticos para el análisis IDF de tormentas (continuación).

Estación	Serial	Latitud N	Longitud O	Tipo	Estado
La Aguadita	2326	09° 48' 49"	68° 22' 31"	PR	Cojedes
Tinaco	2336	09° 42' 12"	68° 26' 24"	PR	Cojedes
Baúl Carretera	3309	08° 59' 40"	68° 14' 51"	PR	Cojedes
Chirgua Cabecera	1318	10° 17' 40"	68° 10' 24"	PR	Carabobo
Bejuma Panamericana	1368	10° 10' 11"	68° 15' 33"	PR	Carabobo
Morita Caserío	2348	09° 39' 19"	68° 15' 30"	PR	Carabobo
Guataparo Dique	1359	10° 10' 30"	68° 03' 34"	C3	Carabobo
Campo de Carabobo	1397	10° 00' 13"	68° 09' 48"	PR	Carabobo
Cachinche	2318	09° 54' 00"	68° 08' 30"	PR	Carabobo
Pao Planta	2338	09° 45' 37"	68° 06' 44"	PR	Cojedes
Pao Oficina	2349	09° 39' 00"	68° 08' 00"	PR	Cojedes
Galera	2350	09° 28' 44"	68° 10' 31"	PR	Cojedes
Caño Benito	2378	09° 19' 52"	68° 09' 10"	PR	Cojedes
Manaure	2404	09° 57' 58"	67° 48' 20"	PR	Carabobo
Mata Oscura	2352	09° 31' 56"	68° 54' 20"	PR	Cojedes
Hato Paradero	2427	09° 46' 20"	67° 34' 40"	PR	Guarico
S.J. Tizado	2465	09° 23' 20"	67° 33' 42"	PR	Guarico
Los Naranjos	3403	08° 52' 38"	67° 30' 35"	PR	Guarico
Corozo Pando	3454	08° 31' 00"	67° 35' 00"	PR	Guarico
Sarare	2229	09° 47' 10"	69° 09' 09"	PR	Lara
Arismendi	3331	08° 29' 03"	68° 22' 13"	C2	Cojedes
Jobalito	3332	08° 41' 15"	68° 05' 43"	PR	Cojedes

Fuente: Ramones y Vivas (2001). p. 45

3.5 Las variables y su operacionalización

La generación de los modelos matemáticos conllevó la manipulación de un gran número de datos, que permitieron el cálculo de los parámetros de las ecuaciones 13 y 25; en esta investigación las variables utilizadas directamente en la creación de los referidos modelos fueron:

la duración de la lluvia expresada en horas, la intensidad de la lluvia dada en mm/h, y el tiempo de retorno definido en años. La Tabla 2 presenta en forma sucinta las variables recopiladas, fuente, técnica a aplicar, instrumento y unidad en que se realizará la recopilación.

Tabla 2. Variables y su operacionalización en la elaboración de los modelos matemáticos para el análisis IDF de tormentas del estado Cojedes.

Variable recopilada	Fuente	Técnica	Instrumento	Unidad
Lamina de lluvia	MARNR – Cojedes	Documental	Ficha registro	m m
Duración de la lluvia	MARNR – Cojedes	Documental	Ficha registro	hora
Año del registro	MARNR – Cojedes	Documental	Ficha registro	año
Serial de la estación	MARNR – Cojedes	Documental	Ficha registro	A*
Coordenadas geográficas de la estación	MARNR – Cojedes	Documental	Ficha registro	X° xx' xx"
Tipo de estación	MARNR – Cojedes	Documental	Ficha registro	A*
Estado donde se ubica	MARNR – Cojedes	Documental	Ficha registro	A*
Altura a la que se encuentra la estación	MARNR – Cojedes	Documental	Ficha registro	msnm ^A

Nota: A*: variable que carece de dimensión física; ^A: se lee metros sobre el nivel del mar.

3.6 Fases de la investigación

Con el propósito de facilitar la comprensión del método, se presentará dividido en tres fases: fase preliminar, fase de premodelado y fase de modelado.

1.- Fase preliminar: se recabó la mayor cantidad posible de registros históricos de las precipitaciones máximas anuales ocurridas en el estado Cojedes, para ello se tomó como punto de partida las lecturas realizadas por las estaciones pluviométricas enclavadas en el estado Cojedes y zonas aledañas (Tabla 1). Puesto que los citados registros se encuentran en la base de datos de la Dirección de Hidrología y Meteorología del MARN, se solicitó la colaboración del referido organismo. Las duraciones de interés para este estudio fueron: 5 minutos, 15 minutos, 30 minutos, 1 hora, 2 horas, 3 horas, 6 horas, 9 horas, 12 horas y 24 horas; pues según Ruiz (1990), la mayoría de las cuencas hidrográficas que conforman el estado Cojedes ostentan tiempos de concentración por debajo de 24 horas.

2.- Fase de premodelado: esta fase comprendió las siguientes etapas:

Recopilar para cada estación información sobre: serial, altura sobre el nivel del mar, coordenadas geográficas, tipo de estación y estado donde se encuentra.

Cada año de registro en cada estación pluviométrica existía una máxima profundidad de lluvia para: 5 minutos, 15 minutos, 30 minutos, 1 hora, 2 horas, 3 horas, 6 horas, 9 horas, 12 horas y 24 horas. En los casos donde faltó un registro, se dejó la casilla en blanco (en la ficha registro); por otro lado, solo se tomó en cuenta series anuales continuas, cuando se halló series discontinuas, se consideró para el análisis la subserie anual de mayor amplitud.

Los registros asociados a las diferentes duraciones, se ordenaron de mayor a menor, asignándoles un orden desde 1 (para el mayor registro) hasta n (siendo éste, el último registro). El tiempo de retorno se calculó, a través de la ecuación de Weibull:

$$Tr = \frac{n+1}{m} \quad (26)$$

Donde:

Tr: tiempo de retorno en años

n: numero de registros que contiene la serie

m: orden asignado al registro

A fin de obtener la intensidad promedio máxima, se dividió la profundidad de la lluvia entre el tiempo asociado a cada duración (Chow et al., 1994):

$$I = \frac{P}{D} \quad (27)$$

Donde:

I: intensidad promedio máxima expresada en mm/h

P. profundidad de la lluvia expresada en mm

D: duración de la lluvia en horas

3.- Fase de modelado: Las intensidades promedio máxima para cada duración y tiempo de retorno (lluvias locales) se procesaron usando el software estadístico STATISTICA (versión 6.0, 2000), y módulo Nonlinear Regression, en su función User – Specified Regression Function; con ello, se cuantificó los parámetros de la ecuación 13 (k, m, n y c) para cada una de las estaciones involucradas en el estudio. Se empleó el método de estimación: Quasi – Newton y la función de pérdida (loss function):

$$L = (obs - pred)^2 \quad (28)$$

Donde:

L. función de pérdida (Loss Function)

obs: valor observado

pred: valor predicho

En cada iteración el software evaluó la función a ajustar (ecuación 13) en diferentes puntos para estimar la primera y segunda derivada, y empleó esta información para dirigir su búsqueda hacia el establecimiento de los parámetros que minimizaran la función de pérdida (STATSOFT, 2000).

Con el propósito de evaluar la calidad predictora de cada modelo se calculó: el coeficiente de determinación (R^2), el porcentaje de la varianza explicada por el modelo, el error estándar de los parámetros estimados, la matriz de correlación de los parámetros estimados; asimismo, se graficó: los valores predichos por el modelo versus los observados, la distribución de los residuales y la distribución de los residuales en papel normal (Montgomery, 1991). Por último, se obtuvo la ecuación 25 para cada estación pluviométrica.

Para obtener los parámetros de las ecuaciones 13 y 25 del modelo regional, se consideraron las estaciones: Arismendi, El Baúl carretera, Cachinche, Campo Carabobo, Caño Benito, La Ceiba – Camoruco, Cojeditos, El Amparo, Galera, Guabinas, Guayabito, Hato Las Babas, Hato Paradero, Jobalito, Aguadita, Manaure, Manrique, Mata Oscura, La Morena, Palo Quemao, Pao Oficina, Pao Planta, San Rafael de Onoto, Tinaco, Vallecito y Las Vegas – Charcote. Las referidas estaciones tienen un área de influencia que cubre la totalidad del estado Cojedes (14.800 Km²). A fin de establecer el área de influencia de cada estación se empleó el método: Polígonos de Thiessen (Guevara y Cartaya, 1991; Chow, 1994). Por último, se debe destacar que se tomó un lapso temporal comprendido entre 1972 y 1983, y duraciones entre 15 minutos y 9 horas. La selección respondió a la existencia de registros continuos.

Una vez generado el modelo matemático regional para la estimación de las lluvias extremas en el estado Cojedes; se estableció un tiempo de retorno de 25 años para determinar las intensidades

máximas de precipitación para duraciones de 5, 15, 30, 45 y 60 minutos; se repitió el procedimiento para un tiempo de retorno de 50 años, y por último 100 años. Los valores generados se emplearon para obtener las constantes del modelo propuesto por Guevara y Cartaya (1989).

Tomando nuevamente como referencia la información generada en las fases anteriores se generaron tres modelos matemáticos del tipo exponencial (ecuación 29: uno para cada periodo de retorno). La variable dependiente fue el factor de reducción “R”; la variable independiente fue la duración de la lluvia expresada en minutos.

$$R = \frac{P_D}{P_{60}} = a.D^b \quad (29)$$

Donde:

D: duración de la lluvia en minutos ($D \leq 60$ minutos)

P_D : precipitación máxima en mm de una duración D en minutos ($D \leq 60$ minutos)

P_{60} : precipitación máxima de 60 minutos de duración en mm

a y b: constantes del modelo exponencial

Los pares duración-factor de reducción (cinco para cada periodo de retorno) se procesaron con el software estadístico STATISTICA (versión 6.0, 2000), haciendo uso del módulo Nonlinear Regression, en su función User – Specified Regression Function; con ello, se cuantificó los parámetros de la ecuación 29 (a y b). Se empleó el método de estimación: Quasi – Newton y la función de pérdida (loss function). (Ecuación 28).

4.- Distribución espacial de las lluvias del Estado Cojedes: en esta fase se procedió a la elaboración de los mapas de IDF para las lluvias extremas del estado Cojedes, basado en el

modelo matemático regional generado en la fase precedente. Para ello se seleccionaron las duraciones de lluvias y periodos de retornos más usados en el diseño de estructuras de drenaje vial y obras hidráulicas; duraciones de 5, 15 y 30 minutos y periodos de retorno de 5, 10 y 15 años. Los mapas se generaron a través del software Autocad Land versión 2004.

5.-Fase de redacción del informe final de investigación.

Una vez procesada toda la información y alcanzado los objetivos específicos planteados, se redactó el informe final de investigación, donde se desarrolló en detalle los resultados obtenidos en cada una de las fases de la investigación.

CAPÍTULO IV

DESCRIPCIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1 Estación climatológica Las Majaguas

La estación climatológica Las Majaguas se ubicó en el estado Portuguesa a una altitud de 182 m.s.n.m. (metros sobre el nivel del mar). Fue instalada en abril de 1962 y clausurada en enero de 1984. El modelo matemático se obtuvo ajustando 167 registros históricos, se abarcó desde 1963 a 1990, las duraciones consideradas fueron: 5 minutos a 24 horas. La función de pérdida se estabilizó en 1.827,87. Un 98,981 % de la variabilidad de la intensidad máxima de la lluvia fue explicada por el modelo. La Tabla 3 muestra los parámetros del modelo generado, así como el error estándar asociado a cada parámetro. La Tabla 4 exhibe la correlación entre los parámetros.

Tabla 3. Parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Las Majaguas.

	Parámetro			
	k	m	c	n
Estimador	43,182*	0,215*	0,257*	0,939*
Error estándar	2,423	0,007	0,048	0,045

Nota: *: $p < 0,05$ (significativo al 5 %).

Tabla 4. Correlación entre los parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Las Majaguas.

	k	m	c	n
k	1,000	-0,150	0,981	0,926
m	-0,150	1,000	-0,009	-0,017
c	0,981	-0,009	1,000	0,964
n	0,926	-0,017	0,964	1,000

A medida que la intensidad de la lluvia aumentaba el modelo presentó leves discrepancia con los valores observados (Figura 1). Los residuales se aproximaron moderadamente bien a la distribución normal; un valor extremo se detectó (Figura 2).

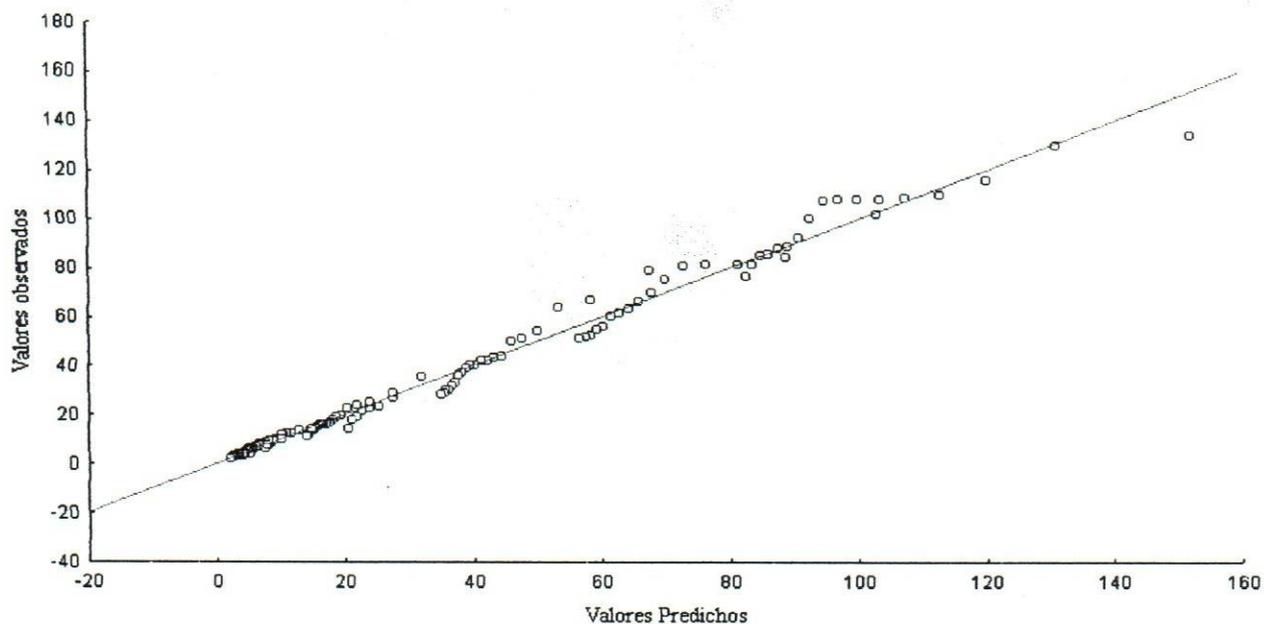


Figura 1. Relación entre los valores predichos por el modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Las Majaguas y los valores observados.

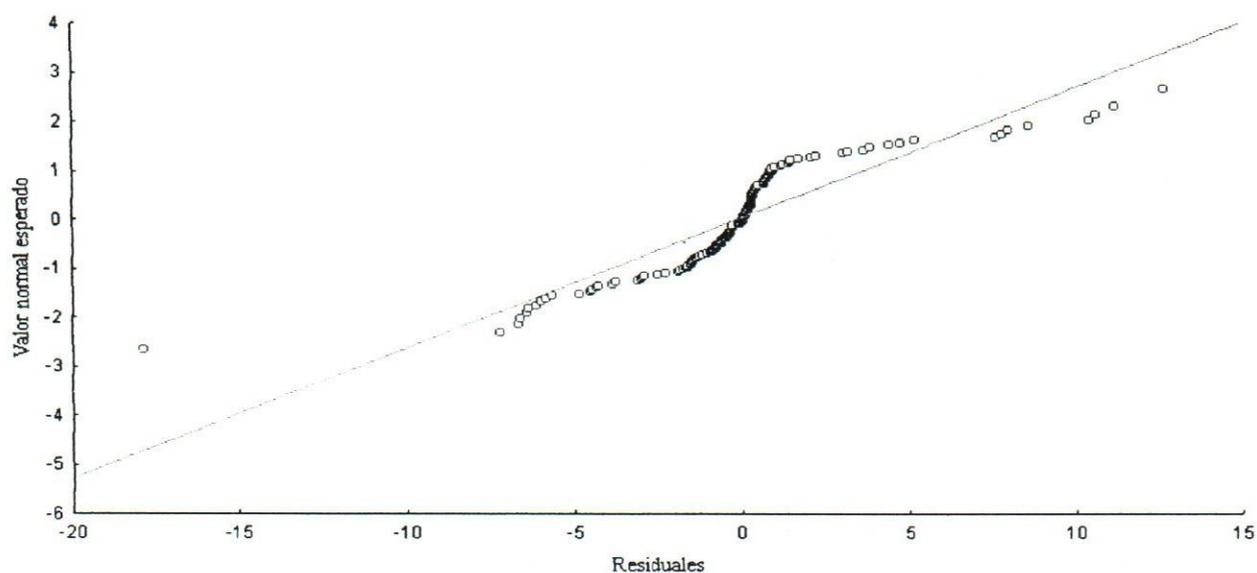


Figura 2. Normalidad de los residuales del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Las Majaguas.

4.2 Estación climatológica Auro

La estación climatológica Auro se ubicó en el estado Lara a una altitud de 280 m.s.n.m. Se instaló en julio de 1956 y fue clausurada en enero de 1984. El modelo matemático se obtuvo ajustando 186 registros históricos, se abarcó desde 1957 a 1983, las duraciones consideradas fueron: 15 minutos a 24 horas. La función de pérdida se estabilizó en 2.605,87. Un 98,024 % de la variabilidad de la intensidad máxima de la lluvia fue explicada por el modelo. La Tabla 5 muestra los parámetros del modelo generado, así como el error estándar asociado a cada parámetro. La Tabla 6 exhibe la correlación entre los parámetros.

Tabla 5. Parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Auro.

	Parámetro			
	k	m	c	n
Estimador	39,602*	0,273*	0,163*	0,848*
Error estándar	1,887	0,009	0,039	0,035

Nota: *: $p < 0,05$ (significativo al 5 %).

Tabla 6. Correlación entre los parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Auro.

	k	m	c	n
k	1,000	-0,409	0,951	0,865
m	-0,409	1,000	-0,169	-0,101
c	0,951	-0,169	1,000	0,946
n	0,865	-0,101	0,946	1,000

A medida que la intensidad aumentaba, el modelo presentó leves discrepancia con los valores observados, especialmente a medida que incrementaba la intensidad máxima de la lluvia (Figura 3). Los residuales se aproximan moderadamente bien a la distribución normal; tres valores

extremos se detectaron (Figura 4).

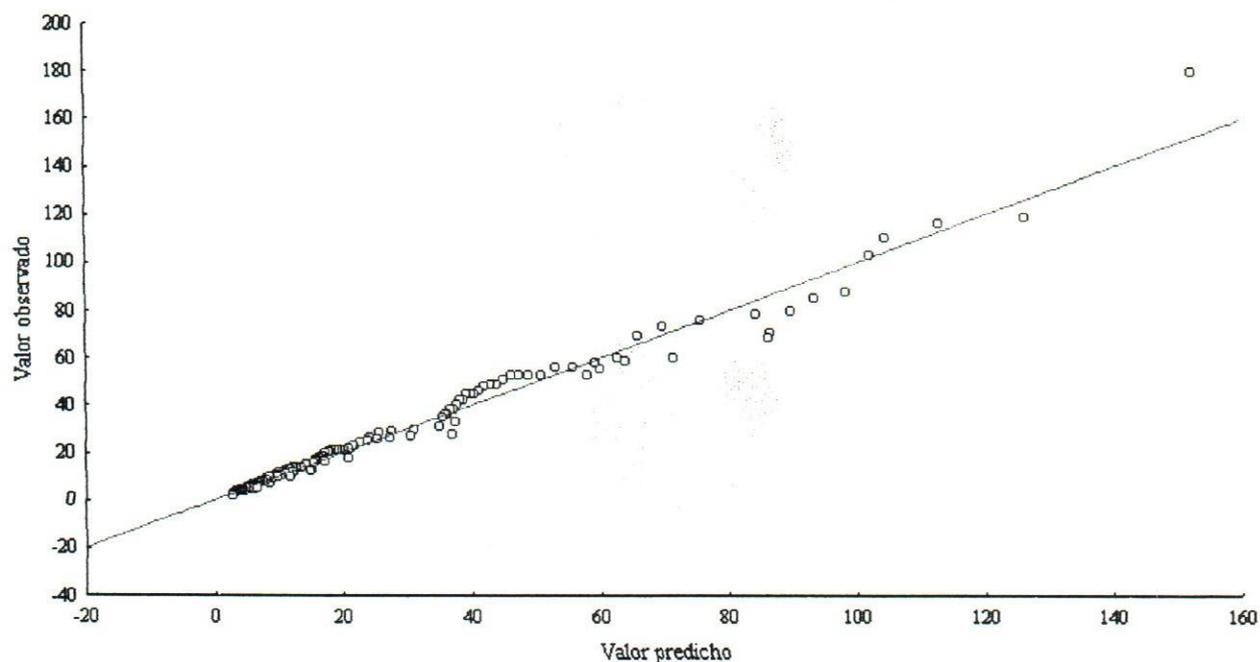


Figura 3. Relación entre los valores predichos por el modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Auro y los valores observados.

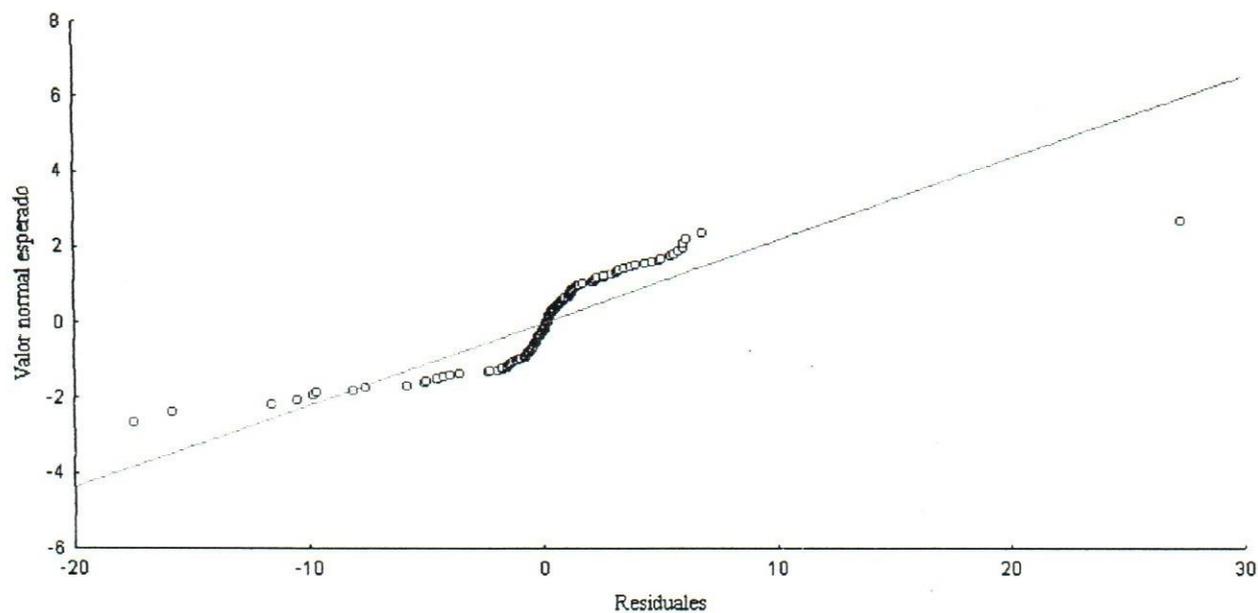


Figura 4. Normalidad de los residuales del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Auro.

4.3 Estación climatológica Agua Blanca

La estación climatológica Agua Blanca se ubicó en el estado Portuguesa a una altitud de 195 m.s.n.m. Se instaló en enero de 1942 y aún permanece operativa. El modelo matemático se obtuvo ajustando 237 registros históricos, se abarcó desde 1962 a 1990, las duraciones consideradas fueron: 15 minutos a 24 horas. La función de pérdida se estabilizó en 6.202,18. Un 97,569 % de la variabilidad de la intensidad máxima de la lluvia fue explicada por el modelo. La Tabla 7 muestra los parámetros del modelo generado, así como el error estándar asociado a cada parámetro. La Tabla 8 exhibe la correlación entre los parámetros.

Tabla 7. Parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Agua Blanca.

	Parámetro			
	k	m	c	n
Estimador	42,663*	0,222*	0,216*	0,829*
Error estándar	2,512	0,007	0,054	0,045

Nota: *: $p < 0,05$ (significativo al 5 %).

Tabla 8. Correlación entre los parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Agua Blanca.

	k	m	c	n
k	1,000	-0,221	0,974	0,907
m	-0,221	1,000	-0,058	-0,056
c	0,974	-0,058	1,000	0,957
n	0,907	-0,056	0,957	1,000

El modelo presentó discrepancia moderadas con los valores observados, especialmente en el rango de intensidad de lluvia comprendido entre 40 y 60 mm/h; en el referido rango, el modelo sobreestimó y subestimó el valor real en varias ocasiones (Figura 5). Los residuales se aproximan

ligeramente bien a la distribución normal; tres valores extremos se detectaron (Figura 6).

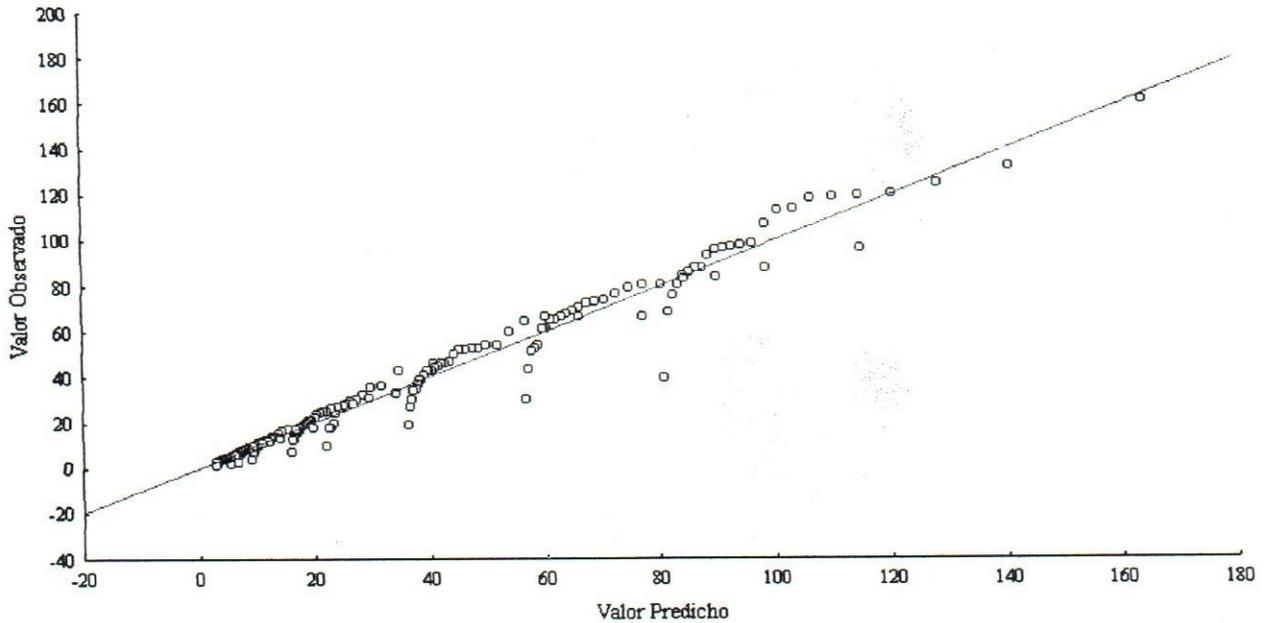


Figura 5. Relación entre los valores predichos por el modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Agua Blanca y los valores observados.

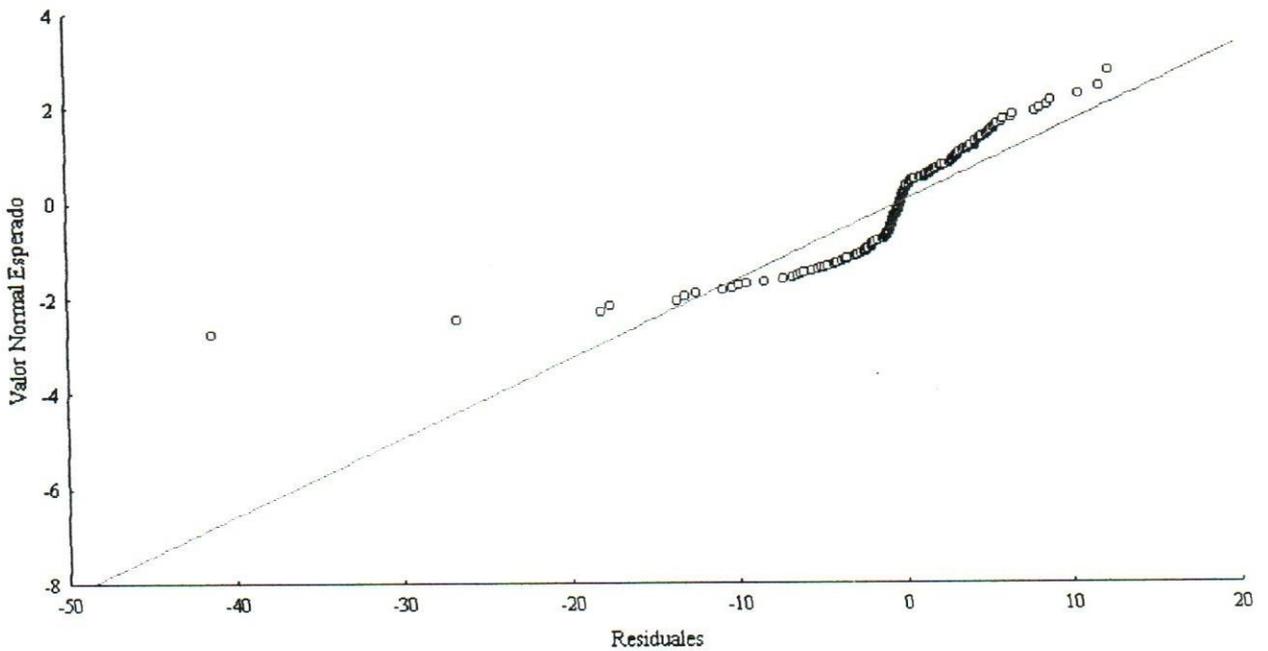


Figura 6. Normalidad de los residuales del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Agua Blanca.

4.4 Estación climatológica San Rafael de Onoto

La estación climatológica San Rafael de Onoto se ubicó en el estado Portuguesa a una altitud de 175 m.s.n.m. Se instaló en febrero de 1946 y aún se mantiene operativa. El modelo matemático se obtuvo ajustando 198 registros históricos, se abarcó desde 1955 a 1990, las duraciones consideradas fueron: 15 minutos a 24 horas. La función de pérdida se estabilizó en 5.526,12. Un 97,293 % de la variabilidad de la intensidad máxima de la lluvia fue explicada por el modelo. La Tabla 9 muestra los parámetros del modelo generado, así como el error estándar asociado a cada parámetro. La Tabla 10 exhibe la correlación entre los parámetros.

Tabla 9. Parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación San Rafael de Onoto.

	Parámetro			
	k	m	c	n
Estimador	53,976*	0,189*	0,385*	1,073*
Error estándar	6,479	0,009	0,098	0,088

Nota: *: $p < 0,05$ (significativo al 5 %).

Tabla 10. Correlación entre los parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación San Rafael de Onoto.

	k	m	c	n
k	1,000	-0,029	0,992	0,960
m	-0,029	1,000	0,076	0,134
c	0,992	0,076	1,000	0,978
n	0,960	0,134	0,978	1,000

El modelo presentó discrepancia leves con los valores observados, especialmente en el rango de intensidad de lluvia comprendido entre 15 y 120 mm/h; en el referido rango, el modelo sobreestimó y subestimó en algunas ocasiones el valor real (Figura 7). Los residuales se

aproximan bastante bien a la distribución normal; un ligero sesgo hacia la derecha de la curva normal se apreció, no se encontró valores extremos de importancia (Figura 8).

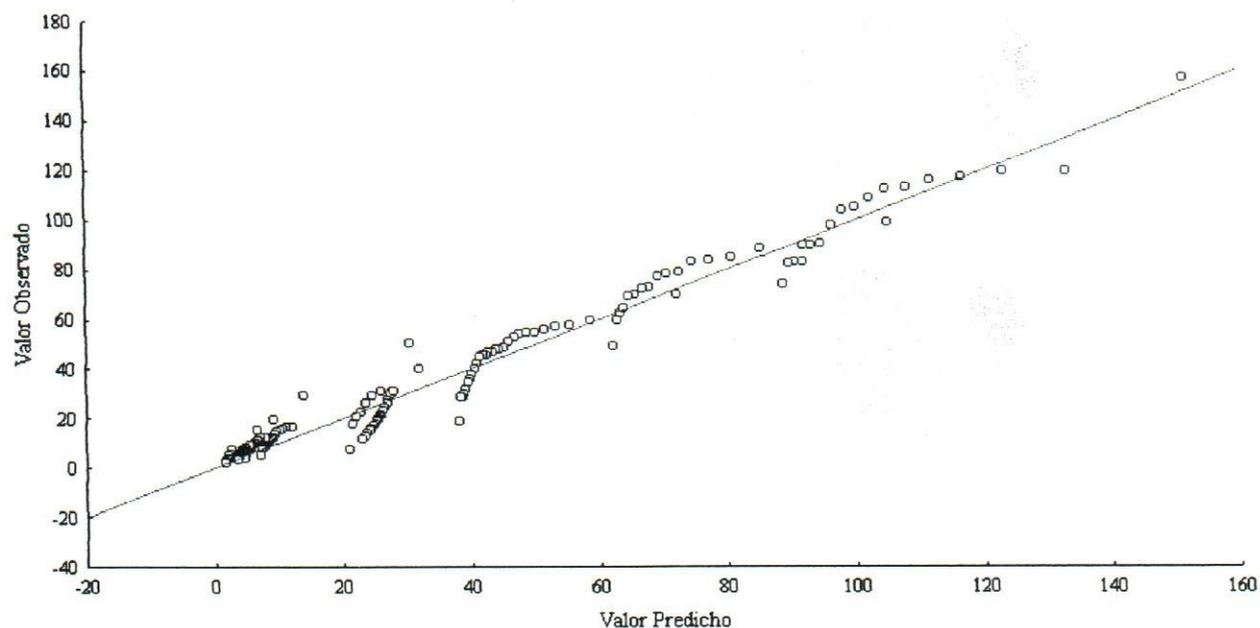


Figura 7. Relación entre los valores predichos por el modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación San Rafael de Onoto y los valores observados.

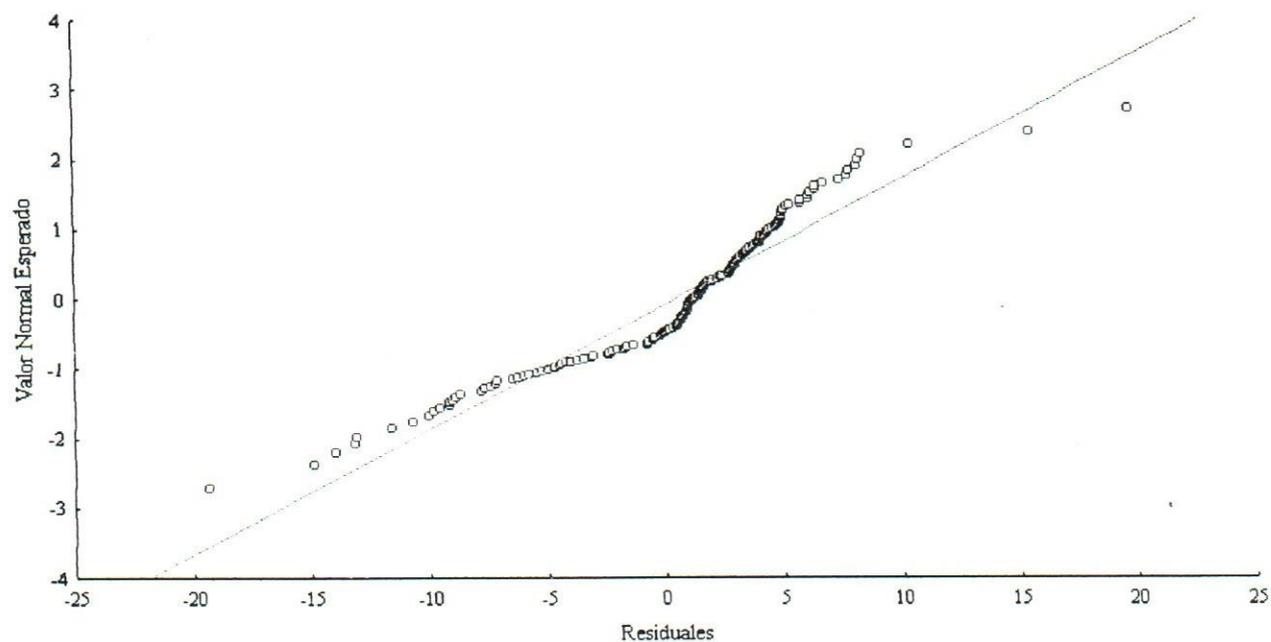


Figura 8. Normalidad de los residuales del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación San Rafael de Onoto.

4.5 Estación climatológica Tocuyano

La estación climatológica Tocuyano se ubicó en el estado Portuguesa a una altitud de 140 m.s.n.m. Se instaló en octubre de 1953 y fue clausurada en enero de 1984. El modelo matemático se obtuvo ajustando 225 registros históricos, se abarcó desde 1957 a 1983, las duraciones consideradas fueron: 15 minutos a 24 horas. La función de pérdida se estabilizó en 5.106,68. Un 97,870 % de la variabilidad de la intensidad máxima de la lluvia fue explicada por el modelo. La Tabla 11 muestra los parámetros del modelo generado, así como el error estándar asociado a cada parámetro. La Tabla 12 exhibe la correlación entre los parámetros.

Tabla 11. Parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Tocuyano.

	Parámetro			
	k	m	c	n
Estimador	50,975*	0,272*	0,378*	0,958*
Error estándar	4,129	0,008	0,072	0,055

Nota: *: $p < 0,05$ (significativo al 5 %).

Tabla 12. Correlación entre los parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Tocuyano.

	k	m	c	n
k	1,000	-0,207	0,987	0,946
m	-0,207	1,000	-0,080	-0,071
c	0,987	-0,080	1,000	0,964
n	0,946	-0,071	0,964	1,000

El modelo presentó discrepancia leves con los valores observados, especialmente en el rango de intensidad de lluvia comprendido entre 40 y 100 mm/h; en el referido rango, el modelo sobreestimó y subestimó en algunas ocasiones el valor real (Figura 9). Los residuales se

aproximan bastante bien a la distribución normal; un ligero sesgo hacia la derecha de la curva normal se apreció, se encontró cuatro valores extremos de importancia (Figura 10).

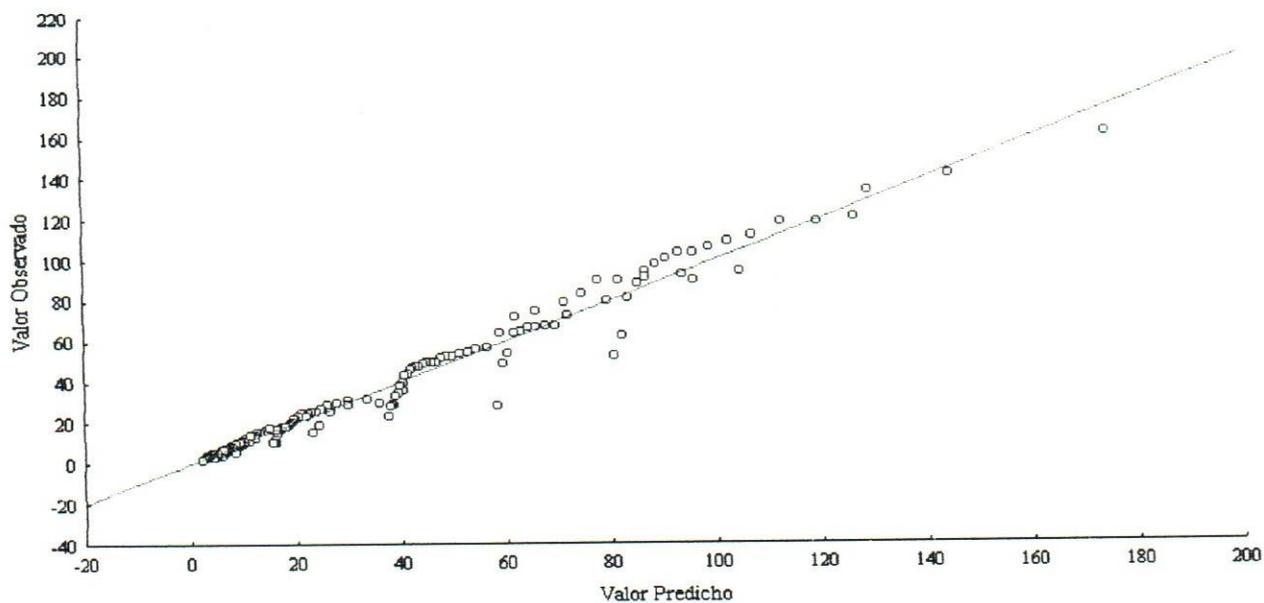


Figura 9. Relación entre los valores predichos por el modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Tocuyano y los valores observados.

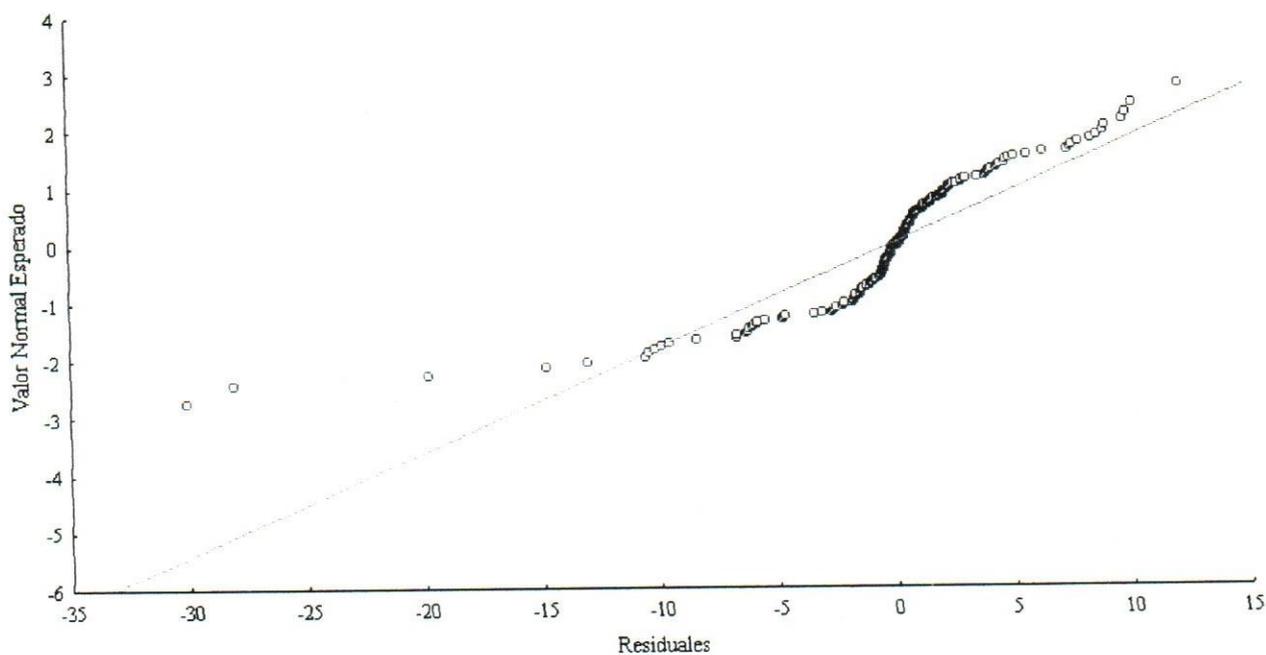


Figura 10. Normalidad de los residuales del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Tocuyano.

4.6 Estación climatológica Central Matilde

La estación climatológica Central Matilde se ubicó en el estado Yaracuy a una altitud de 235 m.s.n.m. Se instaló en noviembre de 1942 y aun se encuentra operativa. El modelo matemático se obtuvo ajustando 326 registros históricos, se abarcó desde 1943 a 1990, las duraciones consideradas fueron: 5 minutos a 24 horas. La función de pérdida se estabilizó en 4.769,14. Un 98,960 % de la variabilidad de la intensidad máxima de la lluvia fue explicada por el modelo. La Tabla 13 muestra los parámetros del modelo generado, así como el error estándar asociado a cada parámetro. La Tabla 14 exhibe la correlación entre los parámetros.

Tabla 13. Parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Central Matilde.

	Parámetro			
	k	m	c	n
Estimador	44,274*	0,281*	0,328*	0,983*
Error estándar	1,458	0,005	0,025	0,029

Nota: *: $p < 0,05$ (significativo al 5 %).

Tabla 14. Correlación entre los parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Central Matilde.

	k	m	c	n
k	1,000	-0,263	0,962	0,888
m	-0,263	1,000	-0,058	-0,028
c	0,962	-0,058	1,000	0,961
n	0,888	-0,028	0,961	1,000

El modelo presentó discrepancia leves con los valores observados, especialmente en el rango de intensidad de lluvia comprendido entre 40 y 100 mm/h; en el referido rango, el modelo sobreestimó y subestimó en algunas ocasiones el valor real (Figura 11). Los residuales se

aproximan moderadamente bien a la distribución normal; un ligero sesgo hacia la derecha de la curva normal se apreció, se encontró cinco valores extremos de importancia (Figura 12).

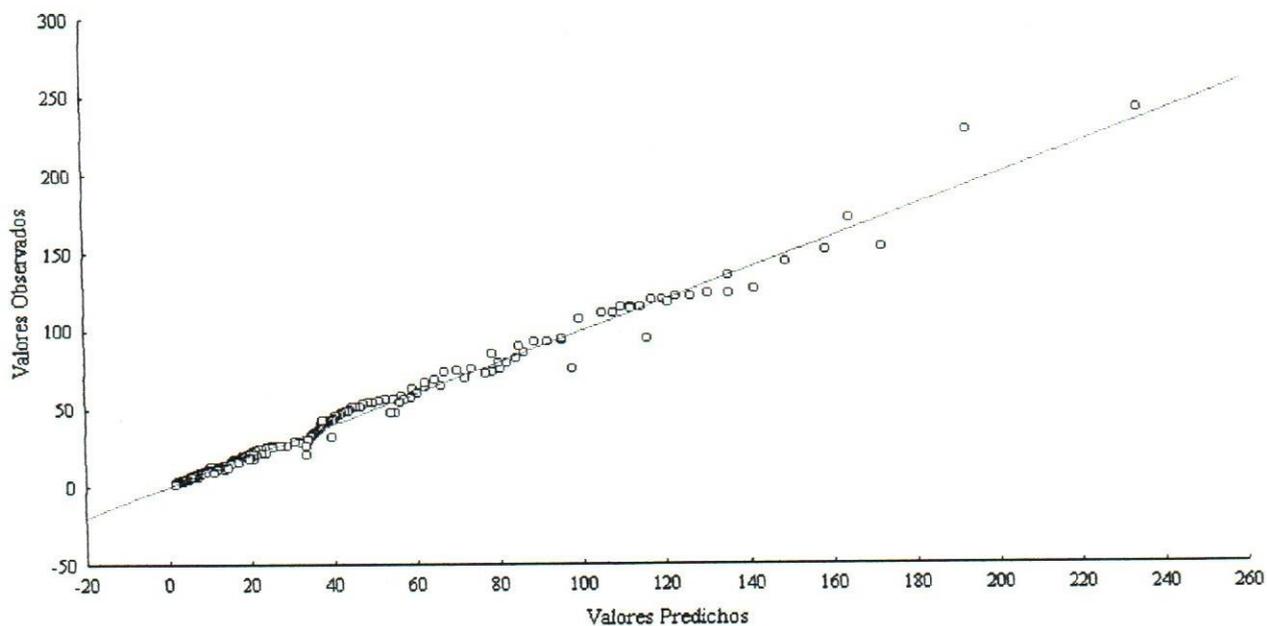


Figura 11. Relación entre los valores predichos por el modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Central Matilde y los valores observados.

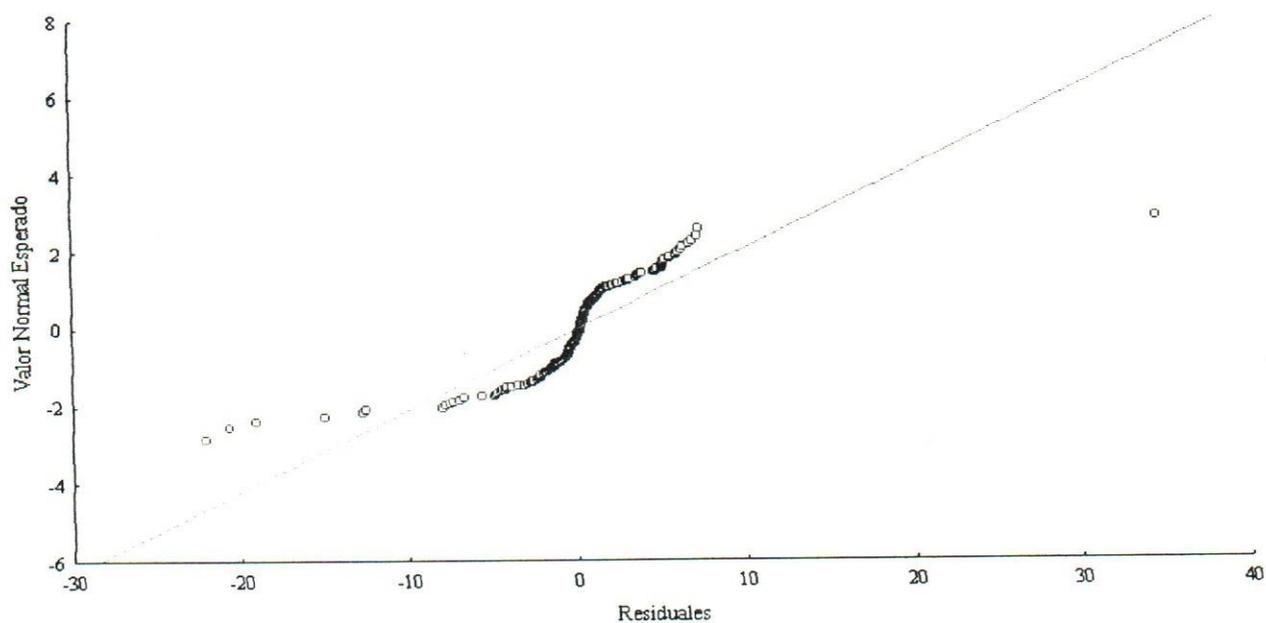


Figura 12. Normalidad de los residuales del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Central Matilde.

4.7 Estación climatológica Guabinas

La estación climatológica Guabinas se ubicó en el estado Cojedes a una altitud de 188 m.s.n.m. Se instaló en octubre de 1967 y fue clausurada en enero de 1993. El modelo matemático se obtuvo ajustando 198 registros históricos, se abarcó desde 1967 a 1990, las duraciones consideradas fueron: 15 minutos a 24 horas. La función de pérdida se estabilizó en 16.974,48. Un 92,108 % de la variabilidad de la intensidad máxima de la lluvia fue explicada por el modelo. La Tabla 15 muestra los parámetros del modelo generado, así como el error estándar asociado a cada parámetro. La Tabla 16 exhibe la correlación entre los parámetros.

Tabla 15. Parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Guabinas.

	Parámetro			
	k	m	c	n
Estimador	45,318*	0,301*	0,428*	0,899*
Error estándar	9,816	0,014	0,213	0,140

Nota: *: $p < 0,05$ (significativo al 5 %).

Tabla 16. Correlación entre los parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Guabinas.

	k	m	c	n
k	1,000	-0,138	0,993	0,965
m	-0,138	1,000	-0,044	-0,047
c	0,993	-0,044	1,000	0,974
n	0,965	-0,047	0,974	1,000

El modelo presentó discrepancia leves con los valores observados, especialmente en el rango de intensidad de lluvia comprendido entre 25 y 65 mm/h; en el referido rango, el modelo sobreestimó y subestimó en reiteradas ocasiones el valor real (Figura 13). Los residuales se

aproximan moderadamente bien a la distribución normal; un ligero sesgo hacia la derecha de la curva normal se apreció, se encontró cuatro valores extremos de importancia, siendo los residuales positivos los que con mayor frecuencia se hallaron (Figura 14).

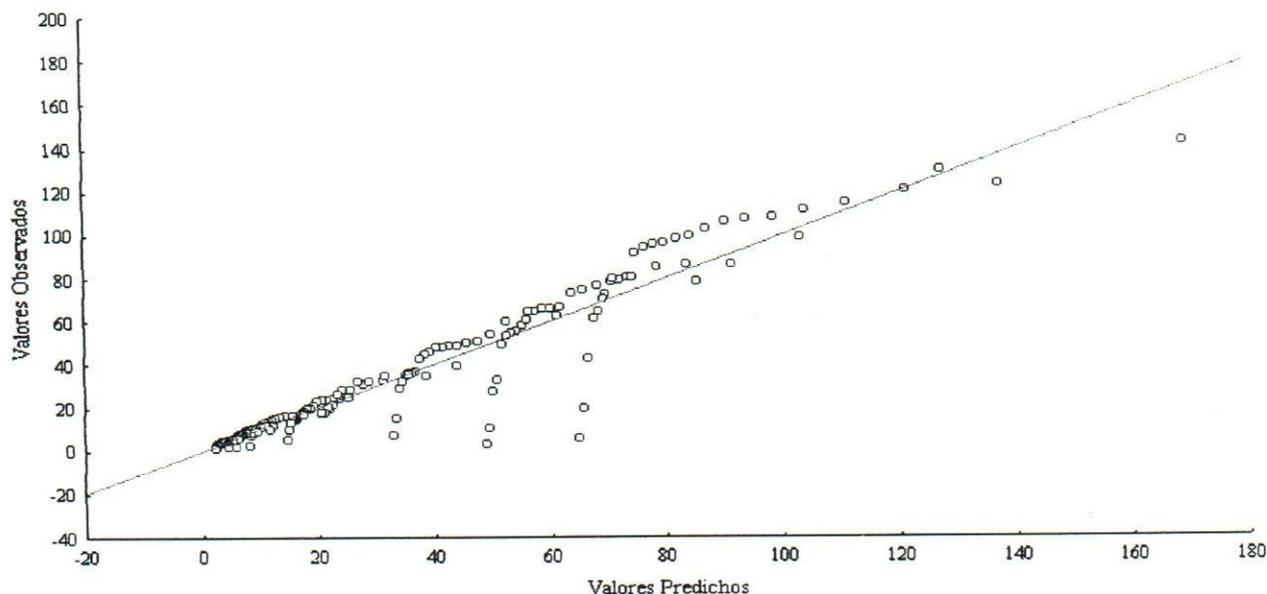


Figura 13. Relación entre los valores predichos por el modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Guabinas y los valores observados.

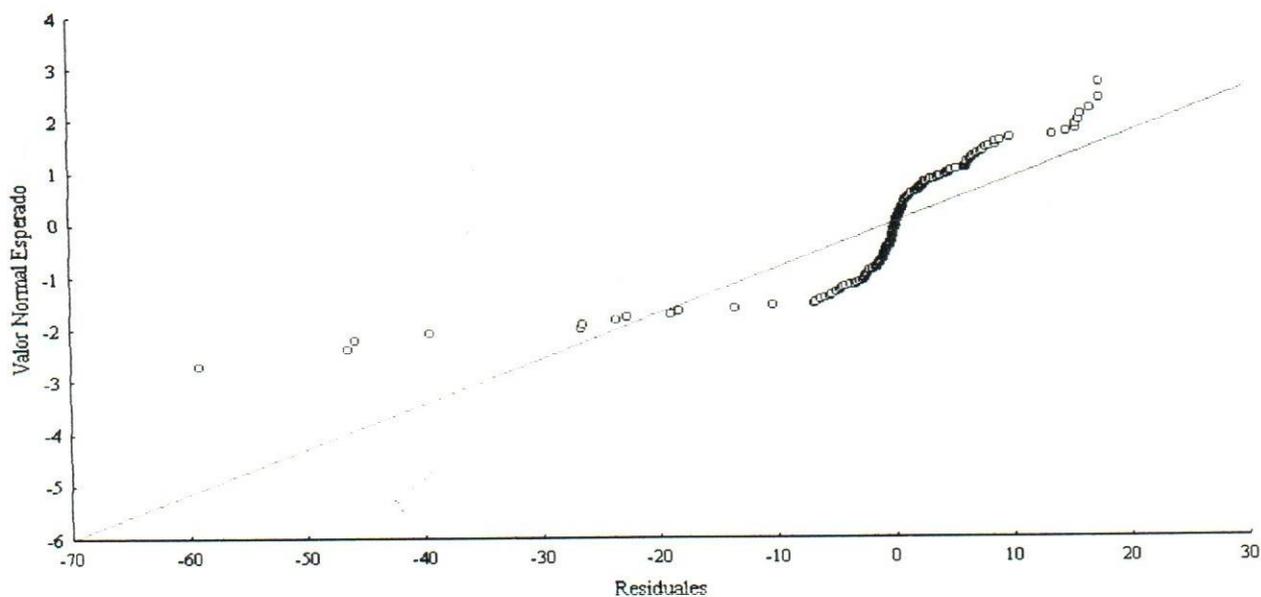


Figura 14. Normalidad de los residuales del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Guabinas.

4.8 Estación climatológica Cojeditos

La estación climatológica Cojeditos se ubicó en el estado Cojedes a una altitud de 160 m.s.n.m. Se instaló en abril de 1962 y fue clausurada en enero de 1984. El modelo matemático se obtuvo ajustando 165 registros históricos, se abarcó desde 1963 a 1983, las duraciones consideradas fueron: 15 minutos a 24 horas. La función de pérdida se estabilizó en 1.712,92. Un 98,968 % de la variabilidad de la intensidad máxima de la lluvia fue explicada por el modelo. La Tabla 17 muestra los parámetros del modelo generado, así como el error estándar asociado a cada parámetro. La Tabla 18 exhibe la correlación entre los parámetros.

Tabla 17. Parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Cojeditos.

	Parámetro			
	k	m	c	n
Estimador	34,867*	0,289*	0,184*	0,856*
Error estándar	1,505	0,006	0,037	0,036

Nota: *: $p < 0,05$ (significativo al 5 %).

Tabla 18. Correlación entre los parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Cojeditos.

	k	m	c	n
k	1,000	-0,248	0,962	0,876
m	-0,248	1,000	-0,049	-0,045
c	0,962	-0,049	1,000	0,952
n	0,876	-0,045	0,952	1,000

El modelo presentó discrepancia leves con los valores observados, especialmente en el rango de intensidad de lluvia comprendido entre 95 y 120 mm/h; en el referido rango, el modelo sobreestimó y subestimó en reiteradas ocasiones el valor real (Figura 15). Los residuales se

aproximan moderadamente bien a la distribución normal; un ligero sesgo hacia la izquierda de la curva normal se apreció, se encontró cinco valores extremos de importancia, siendo los residuales negativos los que con mayor frecuencia se hallaron (Figura 16).

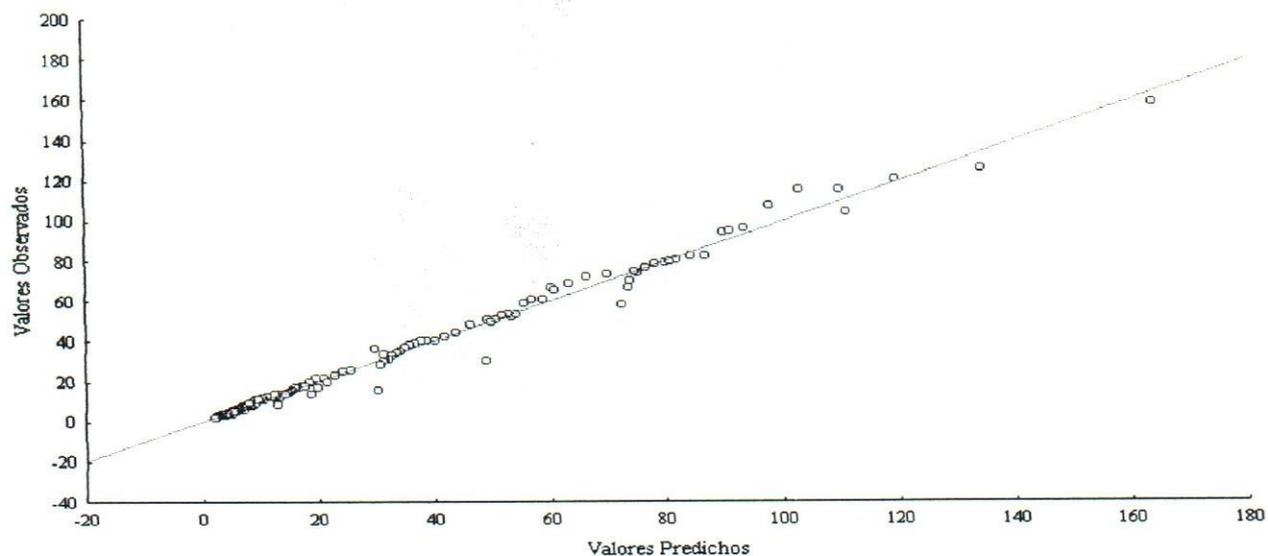


Figura 15. Relación entre los valores predichos por el modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Cojeditos y los valores observados.

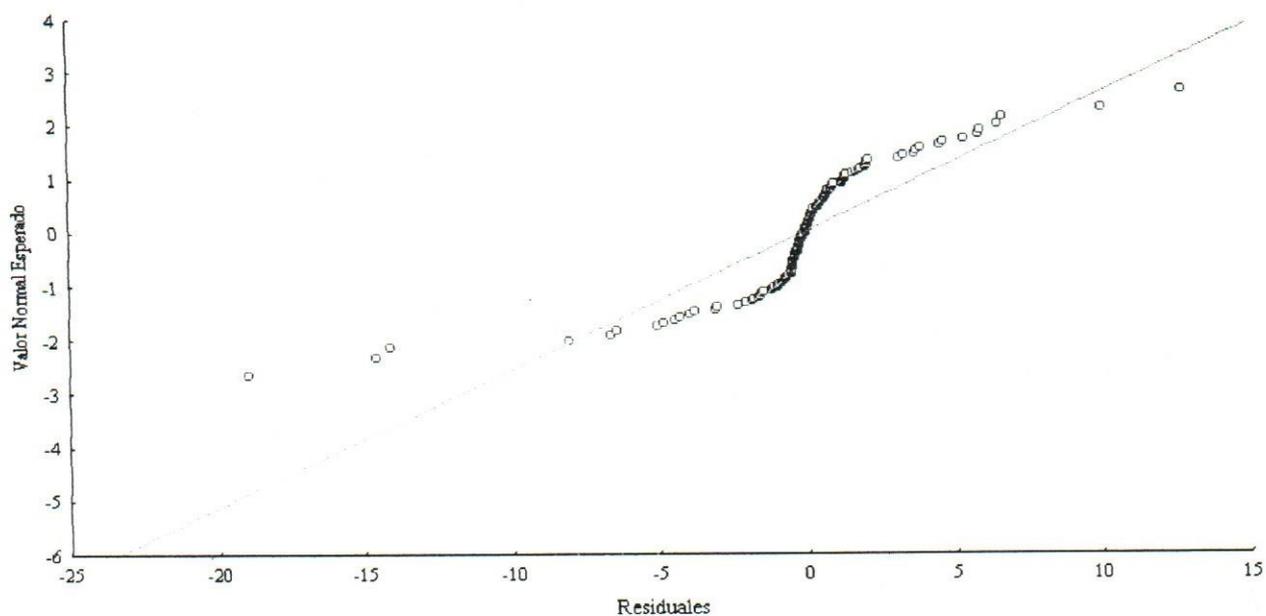


Figura 16. Normalidad de los residuales del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Cojeditos.

4.9 Estación climatológica Santa Teresa

La estación climatológica Santa Teresa se ubicó en el estado Cojedes a una altitud de 150 m.s.n.m. Se instaló en abril de 1948 y aún permanece operativa. El modelo matemático se obtuvo ajustando 216 registros históricos, se abarcó desde 1963 a 1990, las duraciones consideradas fueron: 15 minutos a 24 horas. La función de pérdida se estabilizó en 3.193,90. Un 98,396 % de la variabilidad de la intensidad máxima de la lluvia fue explicada por el modelo. La Tabla 19 muestra los parámetros del modelo generado, así como el error estándar asociado a cada parámetro. La Tabla 20 exhibe la correlación entre los parámetros.

Tabla 19. Parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Santa Teresa.

	Parámetro			
	k	m	c	n
Estimador	45,943*	0,228*	0,332*	0,885*
Error estándar	3,105	0,006	0,064	0,046

Nota: * : $p < 0,05$ (significativo al 5 %).

Tabla 20. Correlación entre los parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Santa Teresa.

	k	m	c	n
k	1,000	-0,175	0,988	0,948
m	-0,175	1,000	-0,054	-0,057
c	0,988	-0,054	1,000	0,967
n	0,948	-0,057	0,967	1,000

El modelo presentó discrepancia leves con los valores observados, especialmente en el rango de intensidad de lluvia comprendido entre 50 y 110 mm/h; en el referido rango, el modelo sobreestimó y subestimó en reiteradas ocasiones el valor real (Figura 17). Los residuales se

aproximan muy bien a la distribución normal; un ligero sesgo hacia la izquierda de la curva normal se apreció, se encontró cinco valores extremos de importancia, siendo los residuales negativos los que con mayor frecuencia se hallaron (Figura 18).

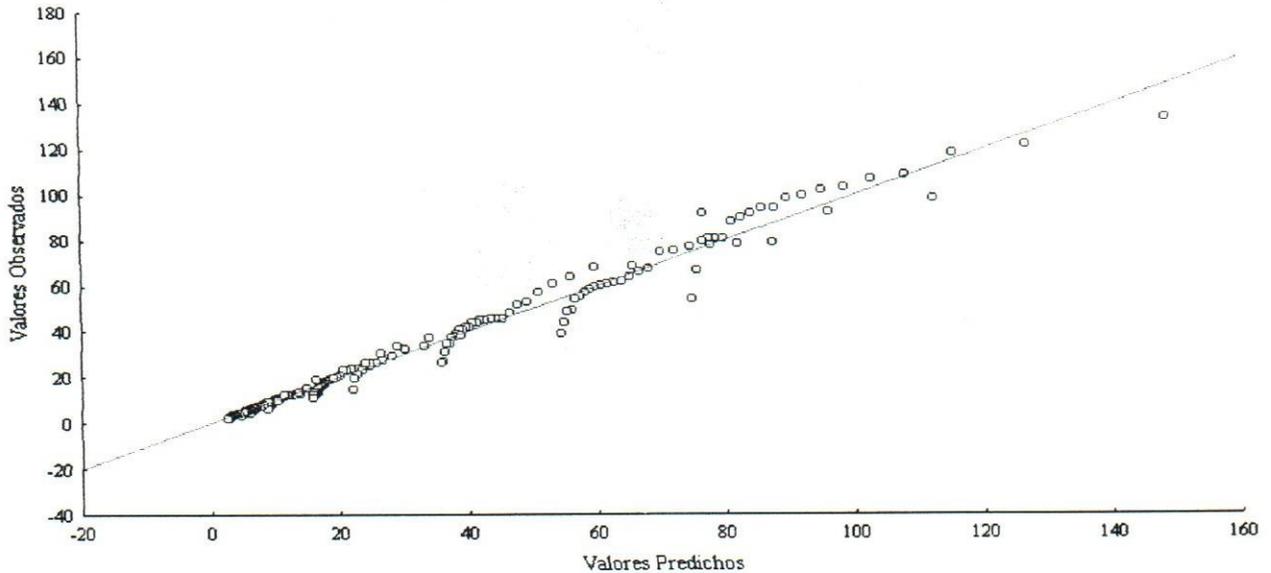


Figura 17. Relación entre los valores predichos por el modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Santa Teresa y los valores observados.

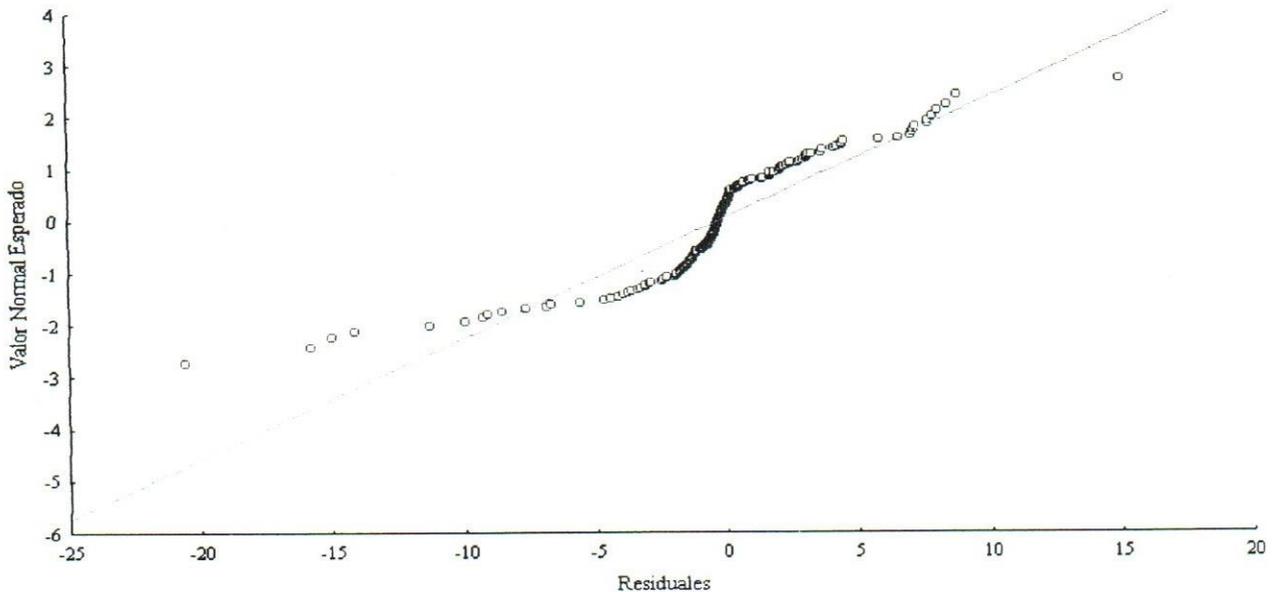


Figura 18. Normalidad de los residuales del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Santa Teresa.

4.10 Estación climatológica Guayabito

La estación climatológica Guayabito se ubicó en el estado Cojedes a una altitud de 140 m.s.n.m. Se instaló en noviembre de 1956 y se clausuró en enero 1984. El modelo matemático se obtuvo ajustando 194 registros históricos, se abarcó desde 1957 a 1983, las duraciones consideradas fueron: 15 minutos a 24 horas. La función de pérdida se estabilizó en 3.898,35. Un 97,797 % de la variabilidad de la intensidad máxima de la lluvia fue explicada por el modelo. La Tabla 21 muestra los parámetros del modelo generado, así como el error estándar asociado a cada parámetro. La Tabla 22 exhibe la correlación entre los parámetros.

Tabla 21. Parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Guayabito.

	Parámetro			
	k	m	c	n
Estimador	48,735*	0,229*	0,270*	0,863*
Error estándar	2,769	0,009	0,0520	0,040

Nota: *: $p < 0,05$ (significativo al 5 %).

Tabla 22. Correlación entre los parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Guayabito.

	k	m	c	n
k	1,000	-0,216	0,970	0,906
m	-0,216	1,000	-0,022	-0,020
c	0,970	-0,022	1,000	0,947
n	0,906	-0,020	0,947	1,000

El modelo presentó discrepancia leves con los valores observados, especialmente en el rango de intensidad de lluvia comprendido entre 90 y 160 mm/h; en el referido rango, el modelo sobreestimó y subestimó en reiteradas ocasiones el valor real (Figura 19). Los residuales se

aproximan muy bien a la distribución normal; un ligero sesgo hacia la izquierda de la curva normal se apreció, se encontró cuatro valores extremos de importancia, siendo los residuales negativos los que con mayor frecuencia se hallaron (Figura 20).

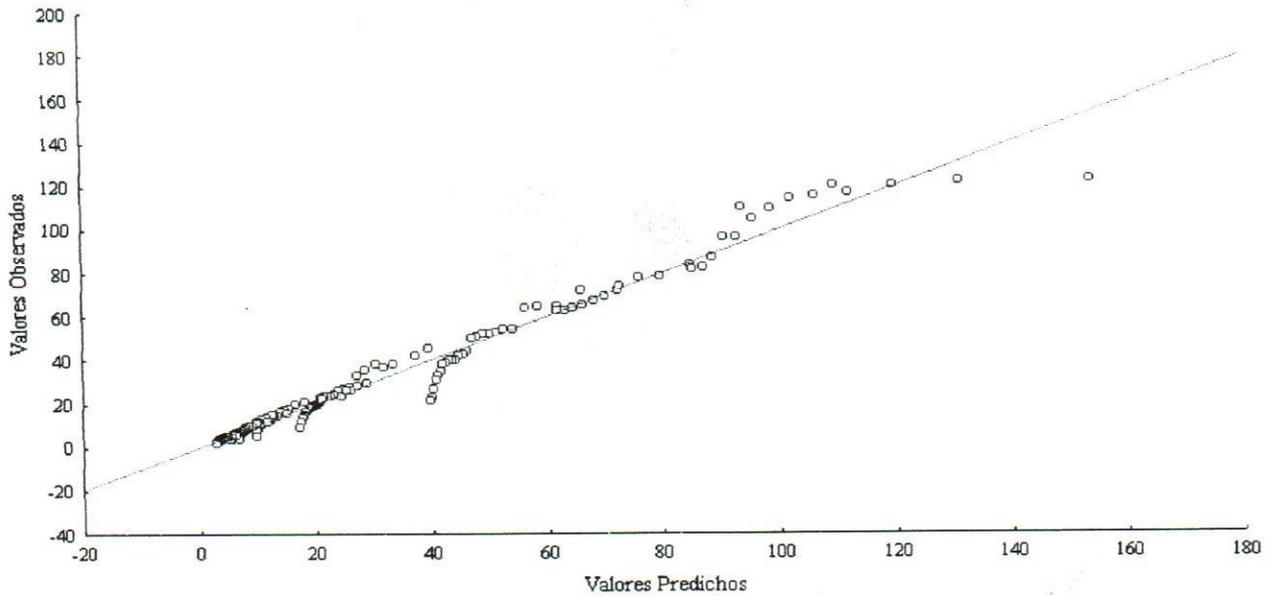


Figura 19. Relación entre los valores predichos por el modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Guayabito y los valores observados.

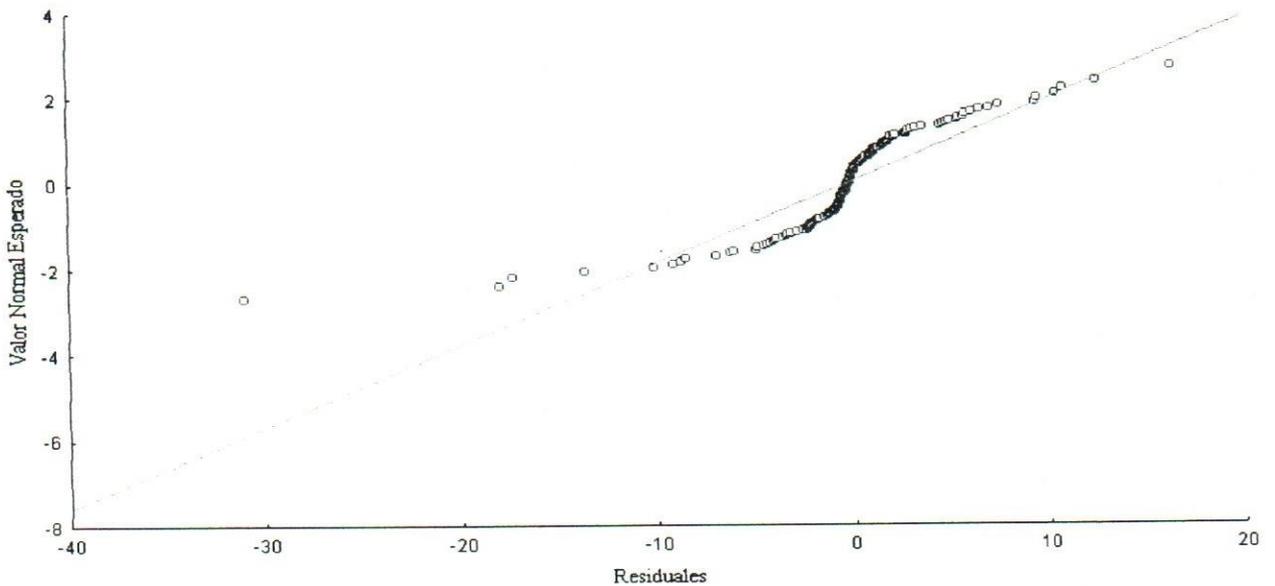


Figura 20 Normalidad de los residuales del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Guayabito.

4.11 Estación climatológica Palo Quemao

La estación climatológica Palo Quemao se ubicó en el estado Cojedes a una altitud de 136 m.s.n.m. Se instaló en agosto de 1967 y aún se encuentra operativa. El modelo matemático se obtuvo ajustando 178 registros históricos, se abarcó desde 1967 a 1990, las duraciones consideradas fueron: 15 minutos a 24 horas. La función de pérdida se estabilizó en 8.193,57. Un 96,014 % de la variabilidad de la intensidad máxima de la lluvia fue explicada por el modelo. La Tabla 23 muestra los parámetros del modelo generado, así como el error estándar asociado a cada parámetro. La Tabla 24 exhibe la correlación entre los parámetros.

Tabla 23. Parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Palo Quemao.

	Parámetro			
	k	m	c	n
Estimador	53,295*	0,343*	0,589*	1,031*
Error estándar	16,503	0,011	0,289	0,186

Nota: *: $p < 0,05$ (significativo al 5 %).

Tabla 24. Correlación entre los parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Palo Quemao.

	k	m	c	n
k	1,000	-0,228	0,998	0,988
m	-0,228	1,000	-0,175	-0,174
c	0,998	-0,175	1,000	0,989
n	0,988	-0,174	0,989	1,000

El modelo presentó discrepancia leves con los valores observados, especialmente en el rango de intensidad de lluvia comprendido entre 60 y 180 mm/h; en el referido rango, el modelo sobreestimó y subestimó en reiteradas ocasiones el valor real (Figura 21). Los residuales se

aproximan moderadamente bien a la distribución normal; un ligero sesgo hacia la derecha de la curva normal se apreció, se encontró cuatro valores extremos de importancia, siendo los residuales positivos los que con mayor frecuencia se hallaron (Figura 22).

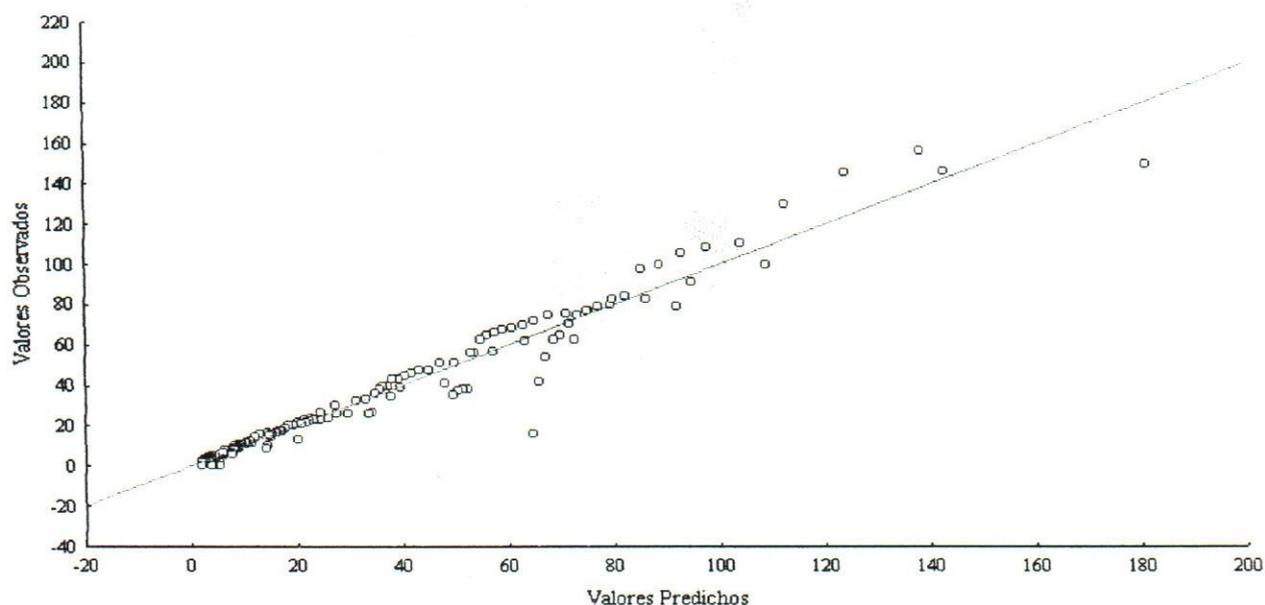


Figura 21. Relación entre los valores predichos por el modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Palo Quemao y los valores observados.

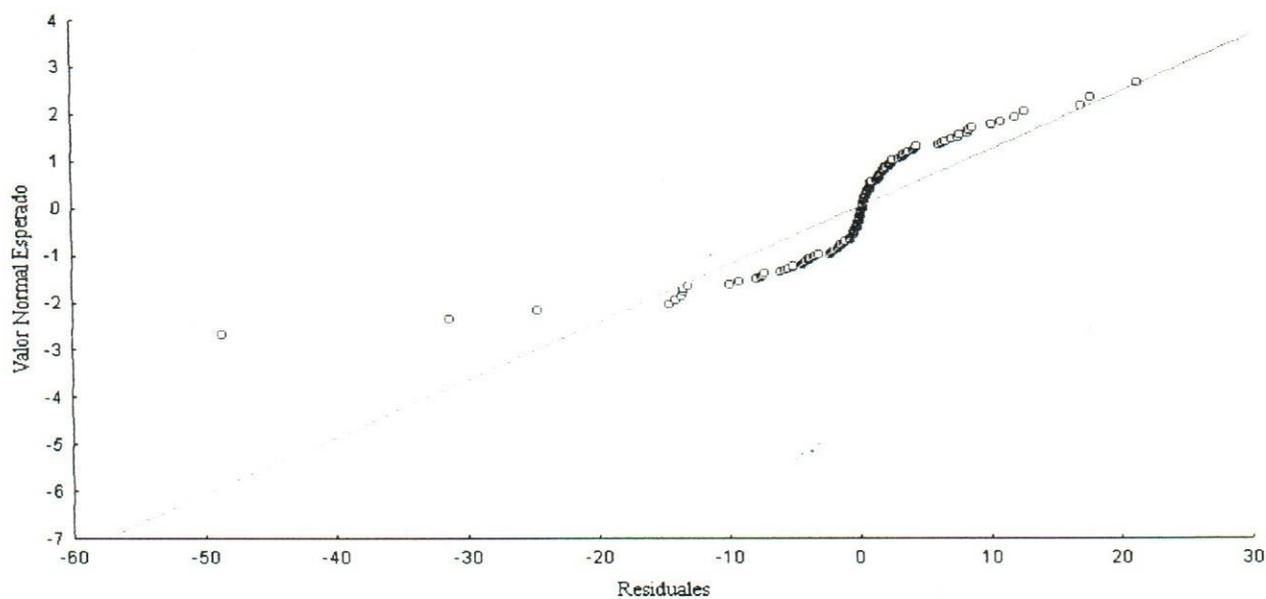


Figura 22. Normalidad de los residuales del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Palo Quemao.

4.12 Estación climatológica El Amparo

La estación climatológica El Amparo se ubicó en el estado Cojedes a una altitud de 134 m.s.n.m. Se instaló en agosto de 1967 y fue clausurada en enero de 1984. El modelo matemático se obtuvo ajustando 139 registros históricos, se abarcó desde 1967 a 1983, las duraciones consideradas fueron: 15 minutos a 24 horas. La función de pérdida se estabilizó en 9.558,043. Un 94,694 % de la variabilidad de la intensidad máxima de la lluvia fue explicada por el modelo. La Tabla 25 muestra los parámetros del modelo generado, así como el error estándar asociado a cada parámetro. La Tabla 26 exhibe la correlación entre los parámetros.

Tabla 25. Parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación El Amparo.

	Parámetro			
	k	m	c	n
Estimador	39,451*	0,299*	0,229 ^{n.s.}	0,852*
Error estándar	5,351	0,016	0,123	0,106

Nota: * : $p < 0,05$ (significativo al 5 %), ^{n.s.} : parámetro no significativo al 5 %

Tabla 26. Correlación entre los parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación El Amparo.

	k	m	c	n
k	1,000	-0,182	0,978	0,919
m	-0,182	1,000	-0,028	-0,031
c	0,978	-0,028	1,000	0,963
n	0,919	-0,031	0,963	1,000

El modelo presentó discrepancia leves con los valores observados, especialmente en el rango de intensidad de lluvia comprendido entre 10 y 100 mm/h; en el referido rango, el modelo sobreestimó y subestimó en reiteradas ocasiones el valor real (Figura 23). Los residuales se

aproximan moderadamente bien a la distribución normal; un ligero sesgo hacia la derecha de la curva normal se apreció, se encontró tres valores extremos de importancia, siendo los residuales positivos los que con mayor frecuencia se hallaron (Figura 24).

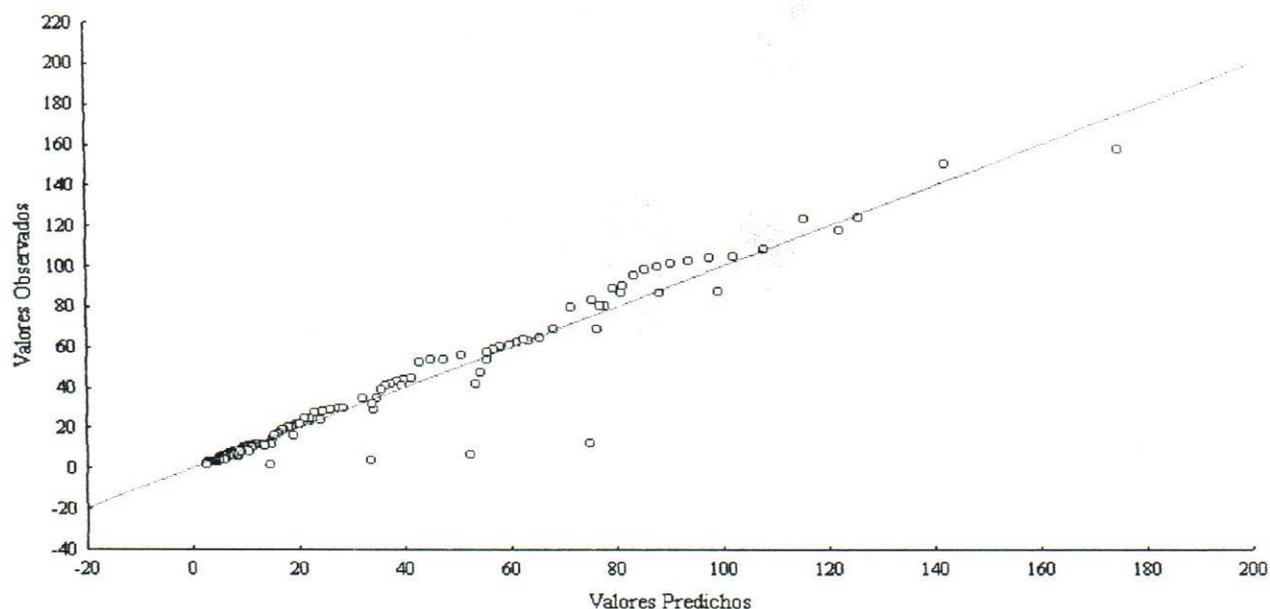


Figura 23. Relación entre los valores predichos por el modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación El Amparo y los valores observados.

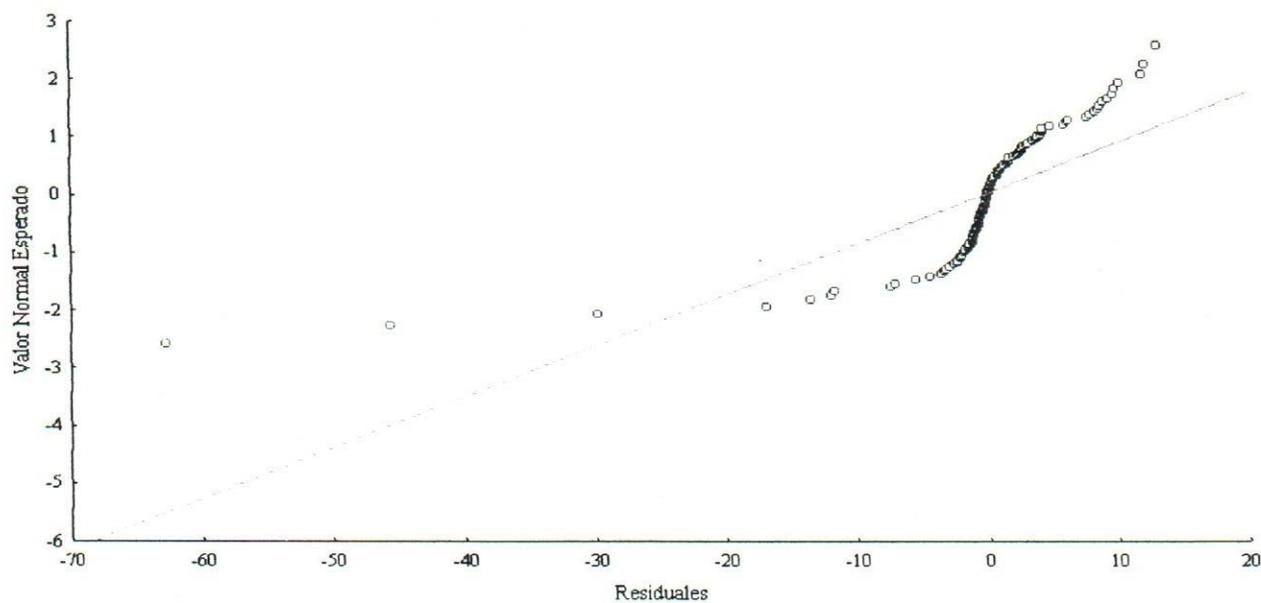


Figura 24. Normalidad de los residuales del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación El Amparo.

4.13 Estación climatológica Los Cogollos

La estación climatológica Los Cogollos se ubicó en el estado Yaracuy a una altitud de 590 m.s.n.m. Se instaló en octubre de 1960 y aún permanece operativa. El modelo matemático se obtuvo ajustando 201 registros históricos, se abarcó desde 1966 a 1990, las duraciones consideradas fueron: 15 minutos a 24 horas. La función de pérdida se estabilizó en 32.311,589. Un 91,046 % de la variabilidad de la intensidad máxima de la lluvia fue explicada por el modelo. La Tabla 27 muestra los parámetros del modelo generado, así como el error estándar asociado a cada parámetro. La Tabla 28 exhibe la correlación entre los parámetros.

Tabla 27. Parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Los Cogollos.

	Parámetro			
	k	m	c	n
Estimador	17,091*	0,496*	-0,117*	0,671*
Error estándar	1,101	0,018	0,030	0,064

Nota: *: $p < 0,05$ (significativo al 5 %)

Tabla 28. Correlación entre los parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Los Cogollos.

	k	m	c	n
k	1,000	-0,677	0,476	0,205
m	-0,677	1,000	-0,140	-0,068
c	0,476	-0,140	1,000	0,932
n	0,205	-0,068	0,932	1,000

El modelo presentó discrepancia leves con los valores observados, especialmente en el rango de intensidad de lluvia comprendido entre 125 y 300 mm/h; en el referido rango, el modelo sobreestimó y subestimó en reiteradas ocasiones el valor real (Figura 25). Los residuales se

aproximan moderadamente bien a la distribución normal; un ligero sesgo hacia la izquierda de la curva normal se apreció, se encontró cinco valores extremos de importancia, siendo los residuales negativos los que con mayor frecuencia se hallaron (Figura 26).

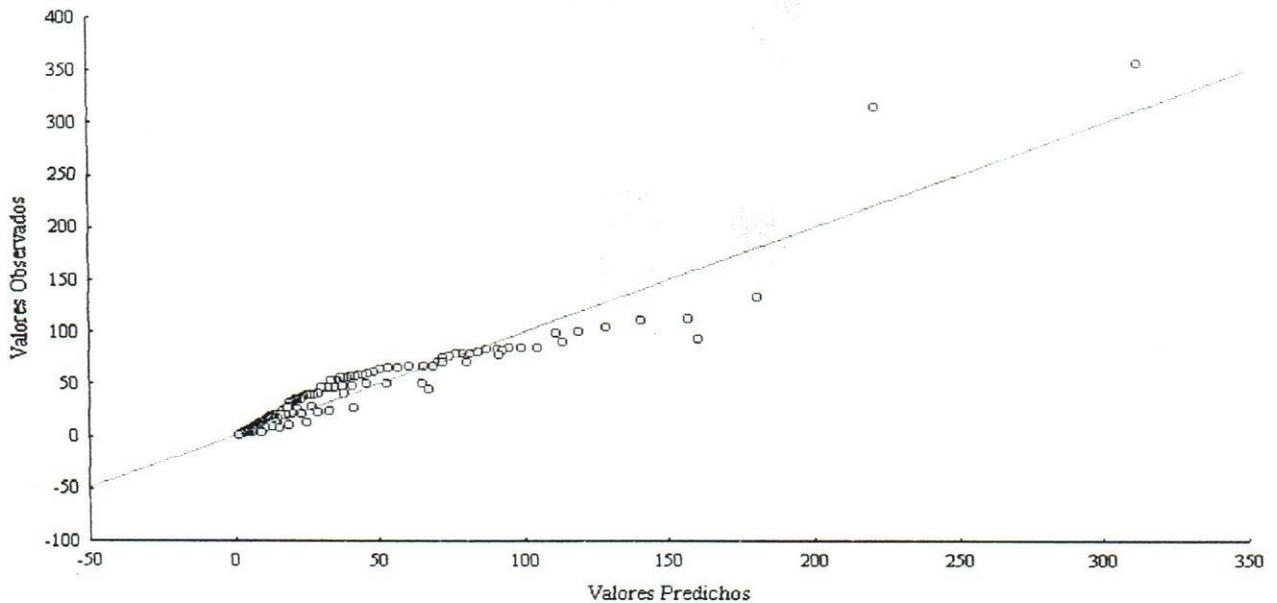


Figura 25. Relación entre los valores predichos por el modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Los Cogollos y los valores observados.

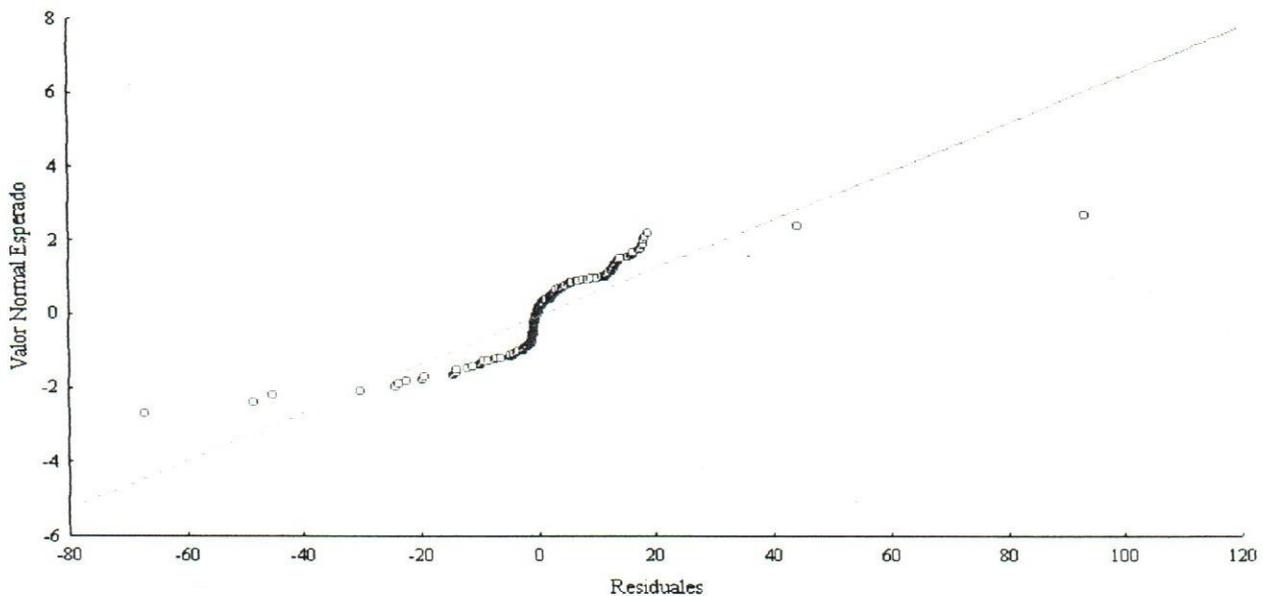


Figura 26. Normalidad de los residuales del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Los Cogollos.

4.14 Estación climatológica Ceiba-Camoruco

La estación climatológica Ceiba-Camoruco se ubicó en el estado Cojedes a una altitud de 180 m.s.n.m. Se instaló en septiembre de 1954 y fue clausurada en enero de 1984. El modelo matemático se obtuvo ajustando 168 registros históricos, se abarcó desde 1963 a 1983, las duraciones consideradas fueron: 15 minutos a 24 horas. La función de pérdida se estabilizó en 20.411,39. Un 89,768 % de la variabilidad de la intensidad máxima de la lluvia fue explicada por el modelo. La Tabla 29 muestra los parámetros del modelo generado, así como el error estándar asociado a cada parámetro. La Tabla 30 exhibe la correlación entre los parámetros.

Tabla 29. Parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Ceiba-Camoruco.

	Parámetro			
	k	m	c	n
Estimador	60,208*	0,168*	0,439 ^{n.s.}	0,952*
Error estándar	15,123	0,021	0,236	0,167

Nota: *: $p < 0,05$ (significativo al 5 %), ^{n.s.}: no significativo al 5 %

Tabla 30. Correlación entre los parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Ceiba-Camoruco.

	k	m	c	n
k	1,000	-0,110	0,993	0,962
m	-0,110	1,000	-0,015	-0,020
c	0,993	-0,015	1,000	0,971
n	0,962	-0,020	0,971	1,000

El modelo presentó discrepancia leves con los valores observados, especialmente en el rango de intensidad de lluvia comprendido entre 40 y 150 mm/h; en el referido rango, el modelo sobreestimó y subestimó en reiteradas ocasiones el valor real (Figura 27). Los residuales se

aproximan moderadamente bien a la distribución normal; un ligero sesgo hacia la izquierda de la curva normal se apreció, se encontró ocho valores extremos de importancia, siendo los residuales negativos los que con mayor frecuencia se hallaron (Figura 28).

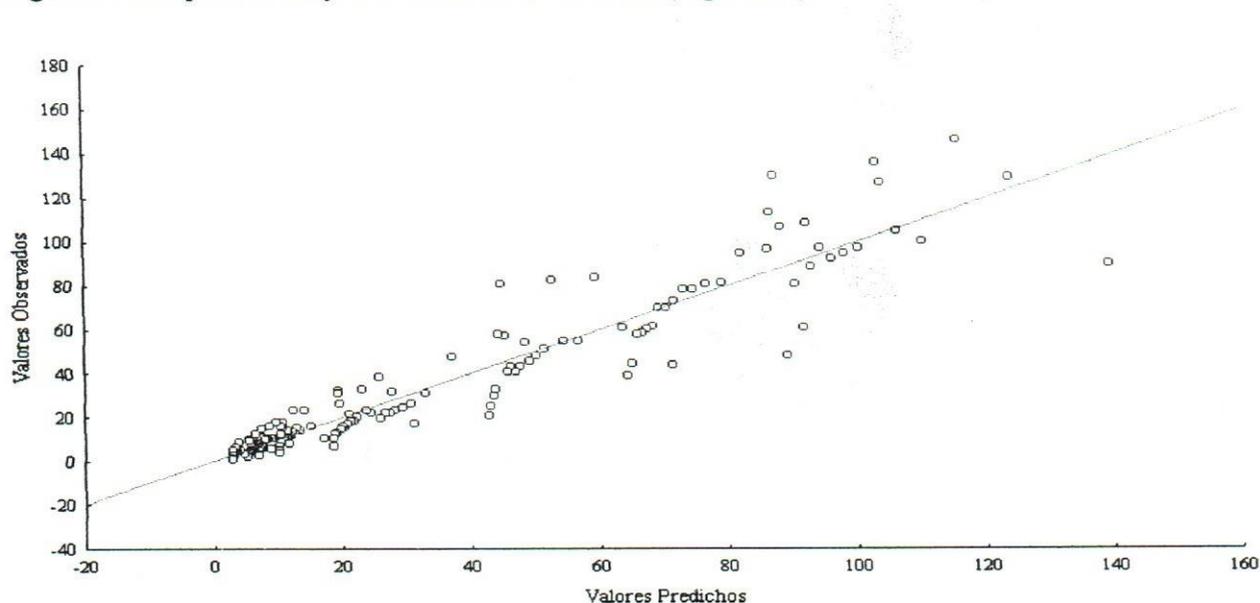


Figura 27. Relación entre los valores predichos por el modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Ceiba-Camoruco y los valores observados.

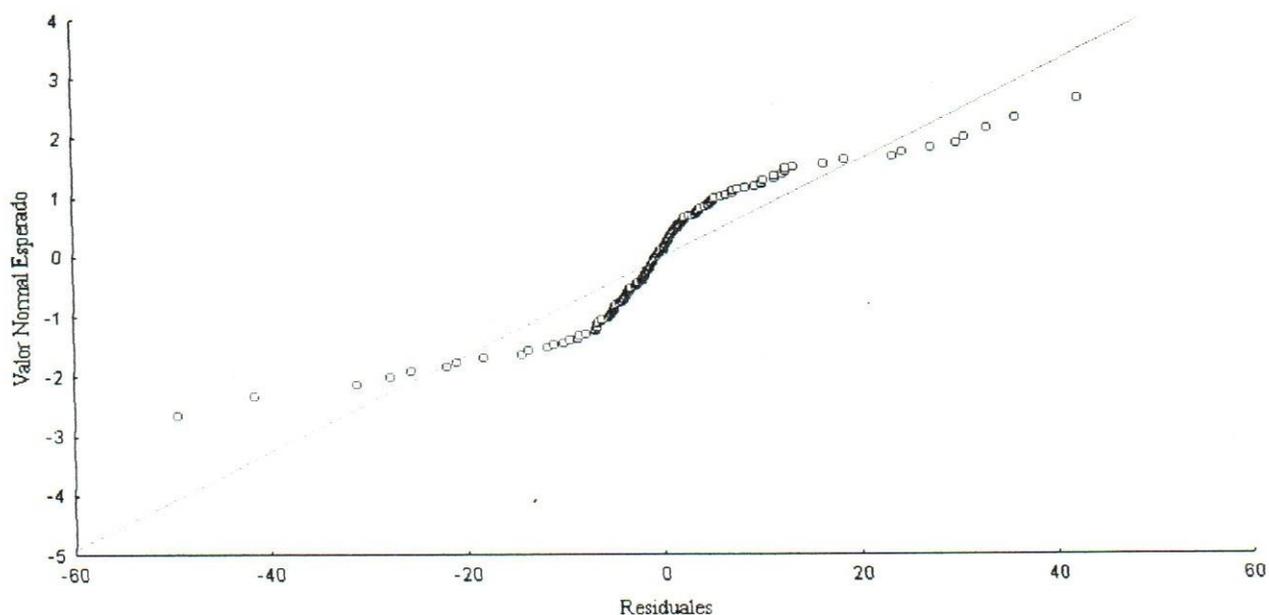


Figura 28. Normalidad de los residuales del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Ceiba-Camoruco.

4.15 Estación climatológica Nirgua

La estación climatológica Nirgua se ubicó en el estado Yaracuy a una altitud de 810 m.s.n.m. Se instaló en noviembre de 1940 y aún se mantiene operativa. El modelo matemático se obtuvo ajustando 199 registros históricos, se abarcó desde 1967 a 1990, las duraciones consideradas fueron: 15 minutos a 24 horas. La función de pérdida se estabilizó en 8.786,99. Un 95,358 % de la variabilidad de la intensidad máxima de la lluvia fue explicada por el modelo. La Tabla 31 muestra los parámetros del modelo generado, así como el error estándar asociado a cada parámetro. La Tabla 32 exhibe la correlación entre los parámetros.

Tabla 31. Parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Nirgua.

	Parámetro			
	k	m	c	n
Estimador	22,619*	0,450*	0,203*	0,934*
Error estándar	2,721	0,011	0,100	0,105

Nota: *: $p < 0,05$ (significativo al 5 %)

Tabla 32. Correlación entre los parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Nirgua.

	k	m	c	n
k	1,000	-0,247	0,974	0,913
m	-0,247	1,000	-0,080	-0,071
c	0,974	-0,080	1,000	0,968
n	0,913	-0,071	0,968	1,000

El modelo presentó discrepancia leves con los valores observados, especialmente en el rango de intensidad de lluvia comprendido entre 20 y 100 mm/h; en el referido rango, el modelo sobreestimó y subestimó en reiteradas ocasiones el valor real (Figura 29). Los residuales se

aproximan moderadamente bien a la distribución normal; un ligero sesgo hacia la derecha de la curva normal se apreció, se encontró cuatro valores extremos de importancia, siendo los residuales positivos los que con mayor frecuencia se hallaron (Figura 30).

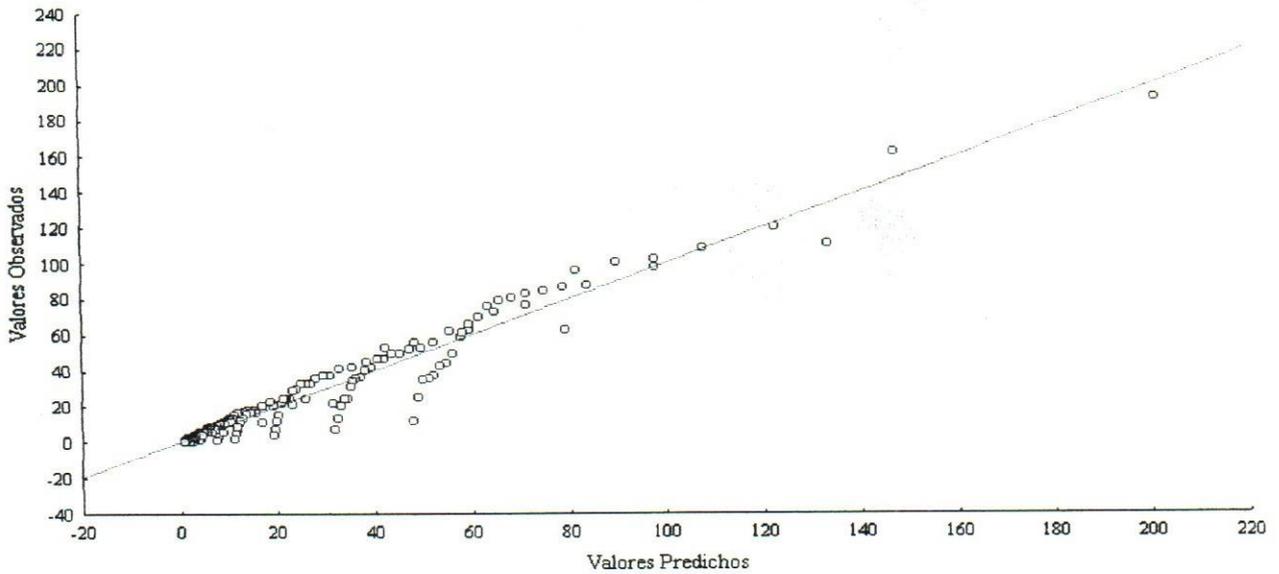


Figura 29. Relación entre los valores predichos por el modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Nirgua y los valores observados.

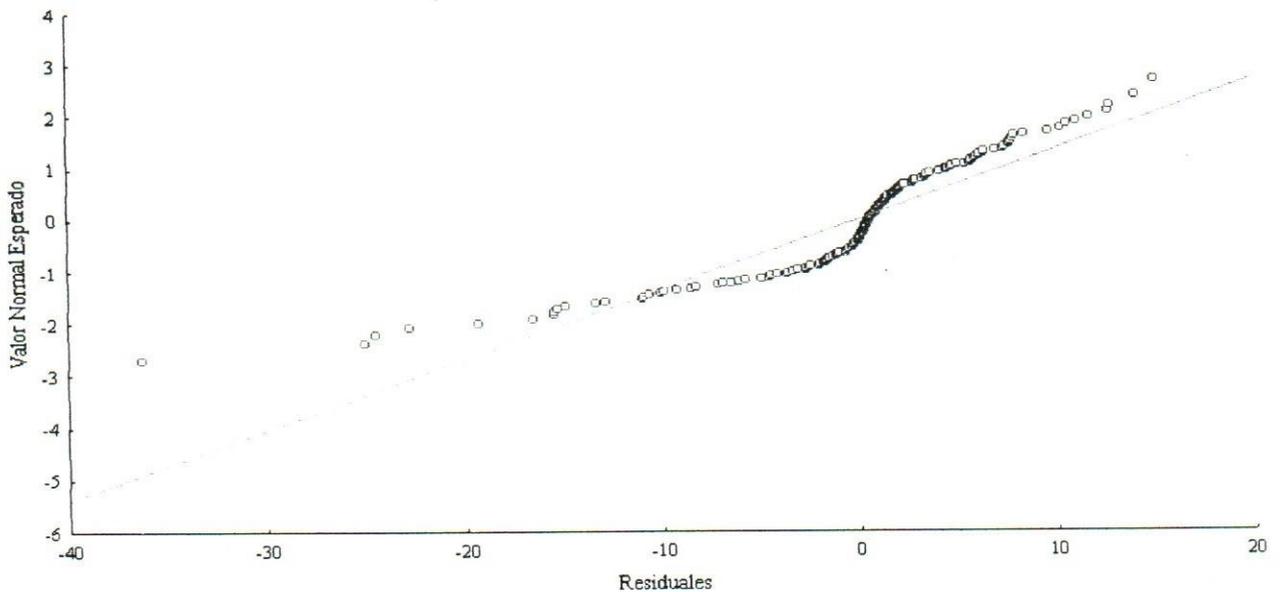


Figura 30. Normalidad de los residuales del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Nirgua.

4.16 Estación climatológica Morena

La estación climatológica Morena se ubicó en el estado Cojedes a una altitud de 160 m.s.n.m. Se instaló en septiembre de 1940 y fue clausurada en enero de 1984. El modelo matemático se obtuvo ajustando 187 registros históricos, se abarcó desde 1959 a 1983, las duraciones consideradas fueron: 15 minutos a 24 horas. La función de pérdida se estabilizó en 2.337,25. Un 98,575 % de la variabilidad de la intensidad máxima de la lluvia fue explicada por el modelo. La Tabla 33 muestra los parámetros del modelo generado, así como el error estándar asociado a cada parámetro. La Tabla 34 exhibe la correlación entre los parámetros.

Tabla 33. Parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Morena.

	Parámetro			
	k	m	c	n
Estimador	44,469*	0,270*	0,297*	0,890*
Error estándar	2,480	0,007	0,0509	0,039

Nota: * : $p < 0,05$ (significativo al 5 %)

Tabla 34. Correlación entre los parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Morena.

	k	m	c	n
k	1,000	-0,242	0,978	0,922
m	-0,242	1,000	-0,075	-0,061
c	0,978	-0,075	1,000	0,955
n	0,922	-0,061	0,955	1,000

El modelo presentó discrepancia leves con los valores observados, especialmente en el rango de intensidad de lluvia comprendido entre 20 y 40 mm/h; en el referido rango, el modelo sobreestimó y subestimó en reiteradas ocasiones el valor real (Figura 31). Los residuales se

aproximan moderadamente bien a la distribución normal; un ligero sesgo hacia la derecha de la curva normal se apreció, se encontró dos valores extremos de importancia, siendo los residuales positivos los que con mayor frecuencia se hallaron (Figura 32).

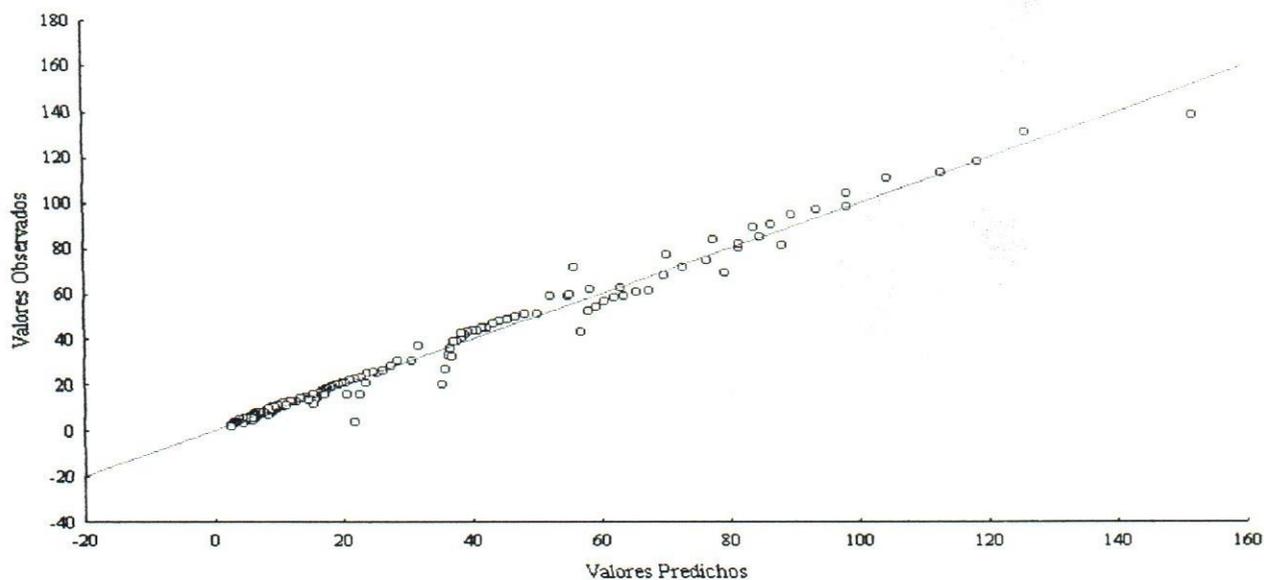


Figura 31. Relación entre los valores predichos por el modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Morena y los valores observados.

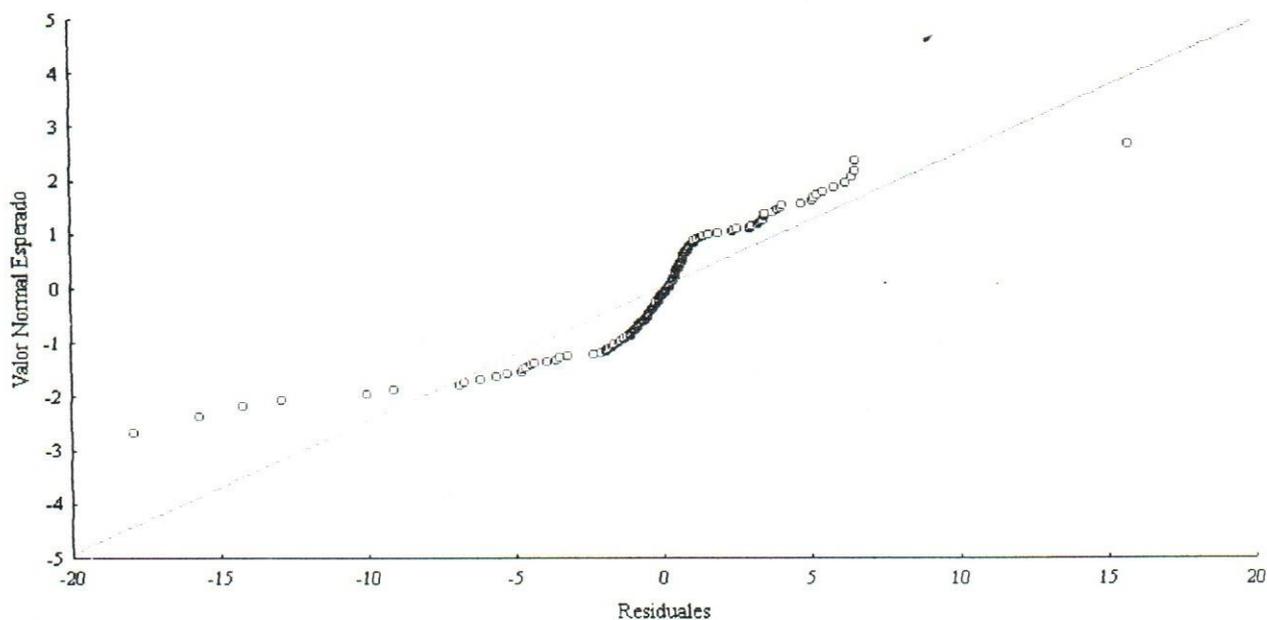


Figura 32. Normalidad de los residuales del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Morena.

4.17 Estación climatológica Los Colorados

La estación climatológica Los Colorados se ubicó en el estado Cojedes a una altitud de 157 m.s.n.m. Se instaló en julio de 1967 y fue clausurada en enero de 1984. El modelo matemático se obtuvo ajustando 142 registros históricos, se abarcó desde 1967 a 1983, las duraciones consideradas fueron: 15 minutos a 24 horas. La función de pérdida se estabilizó en 6.611,99. Un 95,530 % de la variabilidad de la intensidad máxima de la lluvia fue explicada por el modelo. La Tabla 35 muestra los parámetros del modelo generado, así como el error estándar asociado a cada parámetro. La Tabla 36 exhibe la correlación entre los parámetros.

Tabla 35. Parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Los Colorados.

	Parámetro			
	k	m	c	n
Estimador	45,977*	0,299*	0,419*	0,877*
Error estándar	8,379	0,014	0,181	0,115

Nota: * : $p < 0,05$ (significativo al 5 %)

Tabla 36. Correlación entre los parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Los Colorados.

	k	m	c	n
k	1,000	-0,179	0,992	0,962
m	-0,179	1,000	-0,079	-0,084
c	0,992	-0,079	1,000	0,972
n	0,962	-0,084	0,972	1,000

El modelo presentó discrepancia leves con los valores observados, especialmente en el rango de intensidad de lluvia comprendido entre 25 y 100 mm/h; en el referido rango, el modelo sobreestimó y subestimó en reiteradas ocasiones el valor real (Figura 33). Los residuales se

aproximan moderadamente bien a la distribución normal; un ligero sesgo hacia la izquierda de la curva normal se apreció, se encontró cinco valores extremos de importancia, siendo los residuales negativos los que con mayor frecuencia se hallaron (Figura 34).

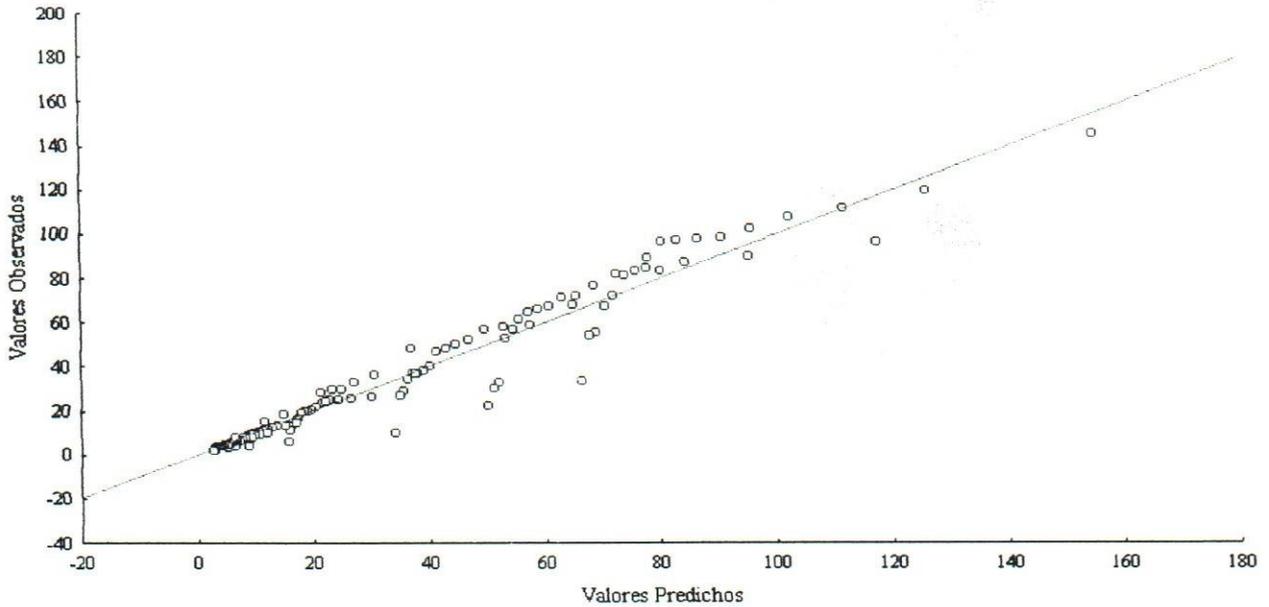


Figura 33. Relación entre los valores predichos por el modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Los Colorados y los valores observados.

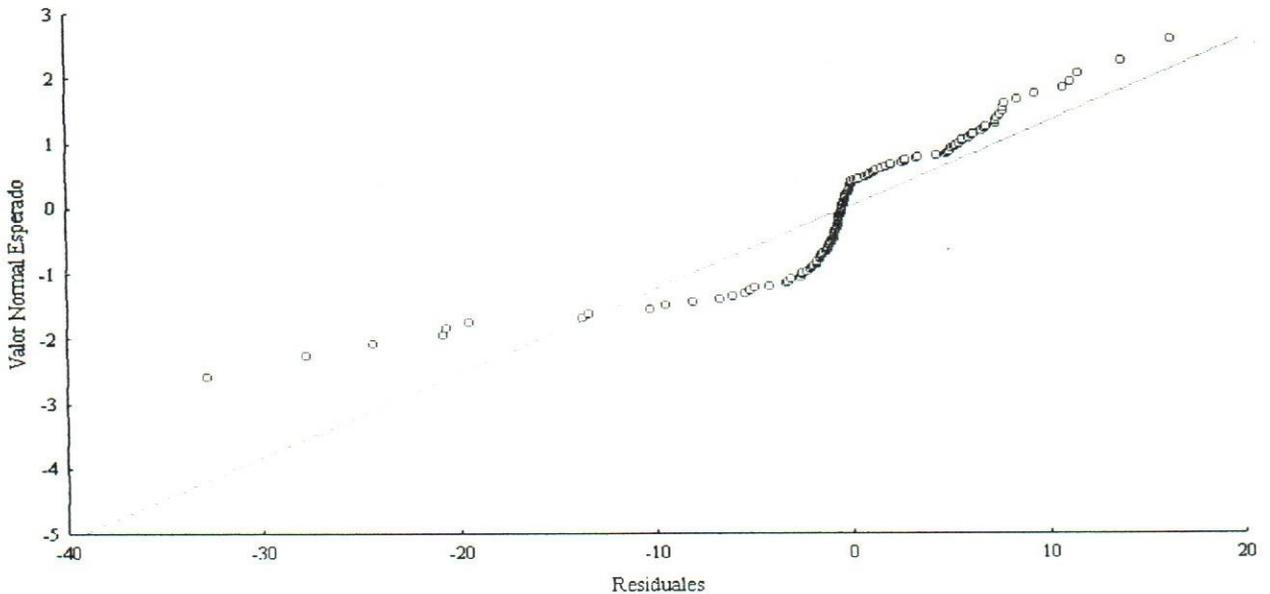


Figura 34. Normalidad de los residuales del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Los Colorados.

4.18 Estación climatológica Vegas-Charcote

La estación climatológica Vegas-Charcote se ubicó en el estado Cojedes a una altitud de 115 m.s.n.m. Se instaló en marzo de 1954 y aún permanece operativa. El modelo matemático se obtuvo ajustando 200 registros históricos, se abarcó desde 1955 a 1990, las duraciones consideradas fueron: 15 minutos a 9 horas. La función de pérdida se estabilizó en 3.772,06. Un 97,552 % de la variabilidad de la intensidad máxima de la lluvia fue explicada por el modelo. La Tabla 37 muestra los parámetros del modelo generado, así como el error estándar asociado a cada parámetro. La Tabla 38 exhibe la correlación entre los parámetros.

Tabla 37. Parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Vegas-Charcote.

	Parámetro			
	k	m	c	n
Estimador	32,924*	0,293*	0,179*	0,819*
Error estándar	1,740	0,008	0,048	0,044

Nota: *: $p < 0,05$ (significativo al 5 %)

Tabla 38. Correlación entre los parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Vegas-Charcote.

	k	m	c	n
k	1,000	-0,283	0,964	0,898
m	-0,283	1,000	-0,082	-0,071
c	0,964	-0,082	1,000	0,958
n	0,898	-0,071	0,958	1,000

El modelo presentó discrepancia leves con los valores observados, especialmente en el rango de intensidad de lluvia comprendido entre 25 y 100 mm/h; en el referido rango, el modelo sobreestimó y subestimó en reiteradas ocasiones el valor real (Figura 35). Los residuales se

aproximan bien a la distribución normal; un ligero sesgo hacia la izquierda de la curva normal se apreció, se encontró dos valores extremos de importancia, siendo los residuales negativos los que con mayor frecuencia se hallaron (Figura 36).

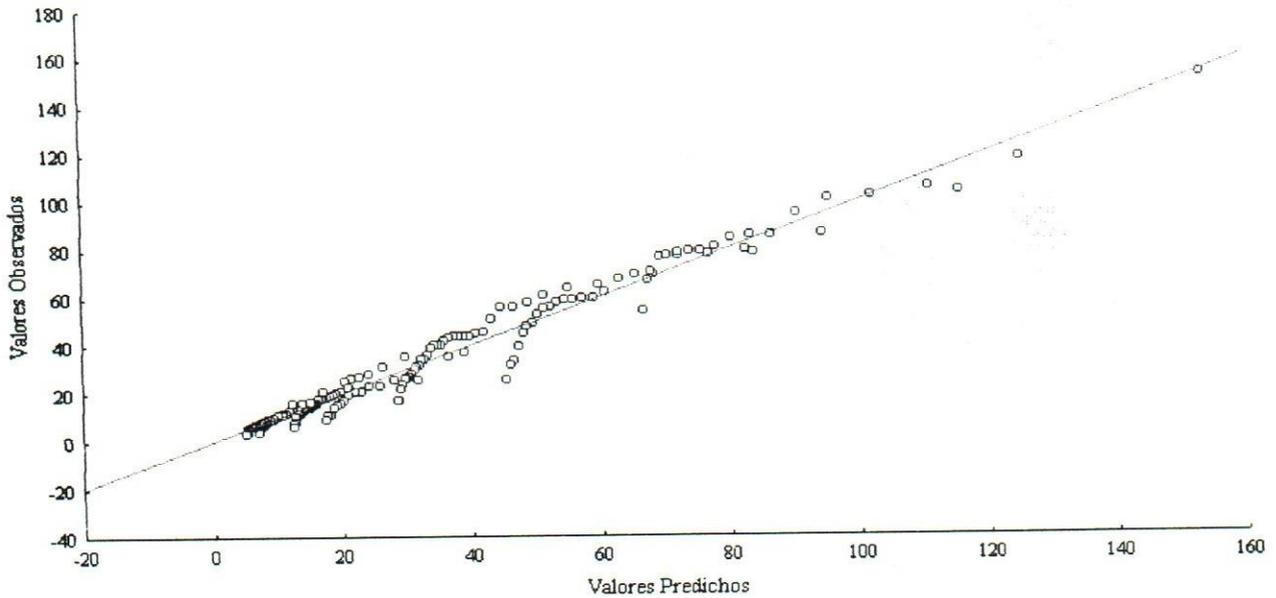


Figura 35. Relación entre los valores predichos por el modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Los Colorados y los valores observados.

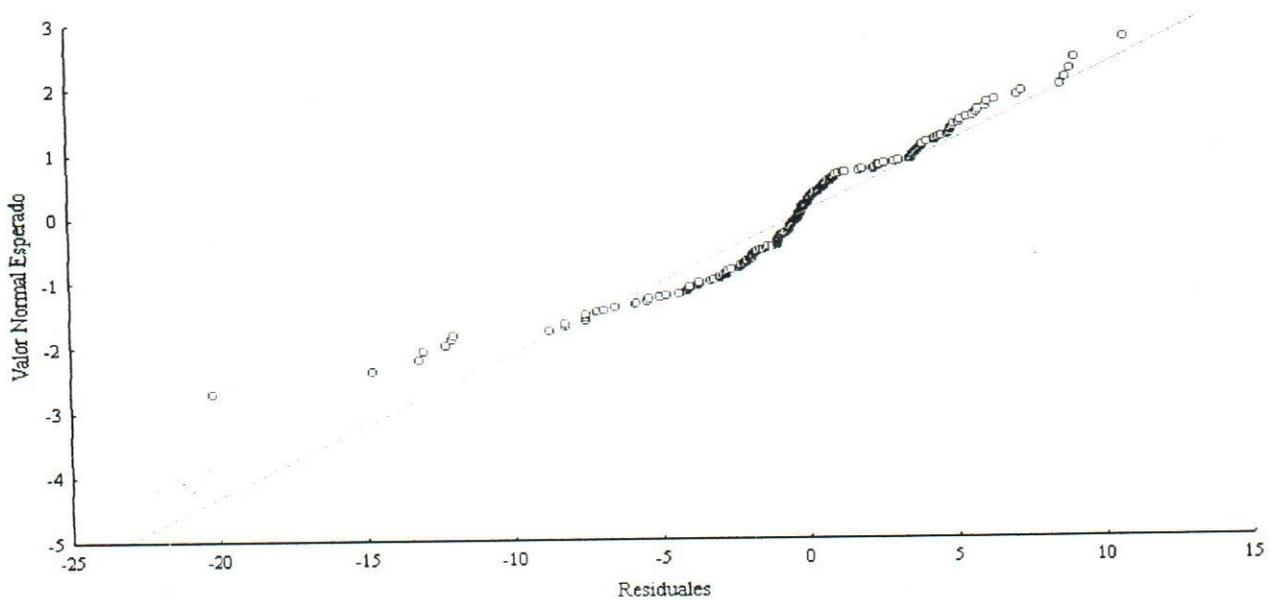


Figura 36. Normalidad de los residuales del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Los Colorados.

4.19 Estación climatológica Temerla

La estación climatológica Temerla se ubicó en el estado Yaracuy a una altitud de 435 m.s.n.m. Se instaló en octubre de 1959 y aún permanece operativa. El modelo matemático se obtuvo ajustando 229 registros históricos, se abarcó desde 1963 a 1990, las duraciones consideradas fueron: 15 minutos a 24 horas. La función de pérdida se estabilizó en 10.914,36. Un 96,589 % de la variabilidad de la intensidad máxima de la lluvia fue explicada por el modelo. La Tabla 39 muestra los parámetros del modelo generado.

Tabla 40. Parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Temerla.

	Parámetro			
	k	m	c	n
Estimador	84,934	0,241	0,766	1,277
Error estándar	-	-	-	-

Nota: el error estándar fue imposible calcular.

El modelo presentó discrepancia leves con los valores observados, especialmente en el rango de intensidad de lluvia comprendido entre 60 y 190 mm/h; en el referido rango, el modelo sobreestimó en reiteradas ocasiones el valor real (Figura 37). Los residuales se aproximan bien a la distribución normal; un ligero sesgo hacia la derecha de la curva normal se apreció, se encontró tres valores extremos de importancia, siendo los residuales positivos los que con mayor frecuencia se hallaron (Figura 38).

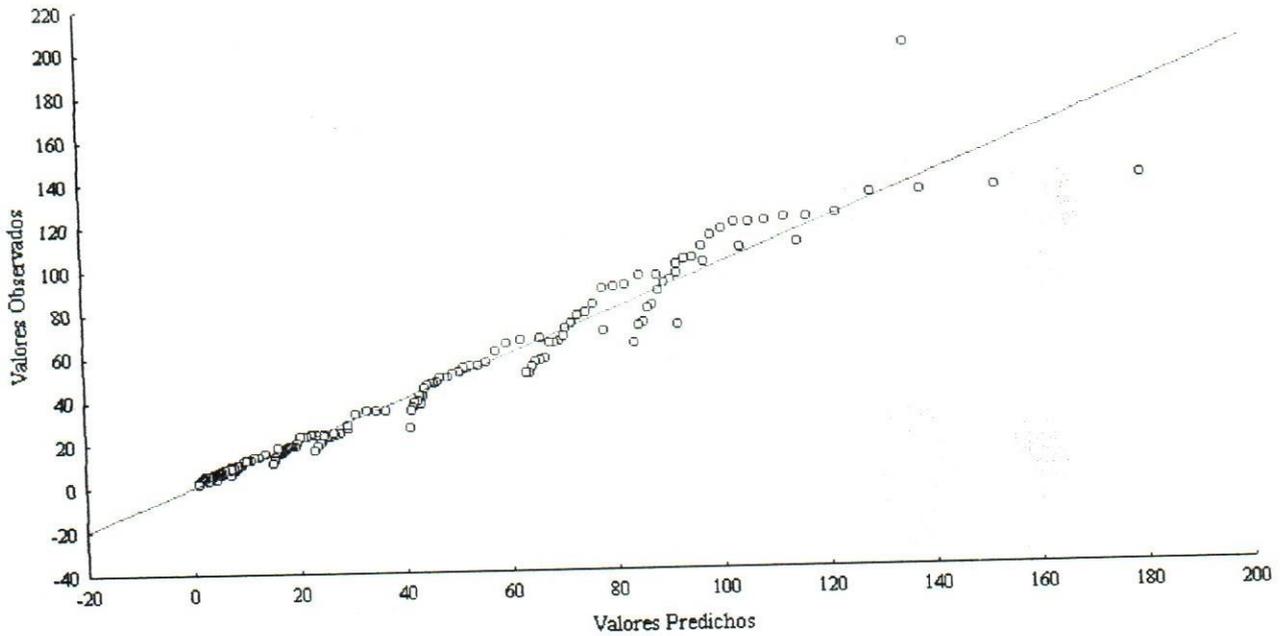


Figura 37. Relación entre los valores predichos por el modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Temerla y los valores observados.

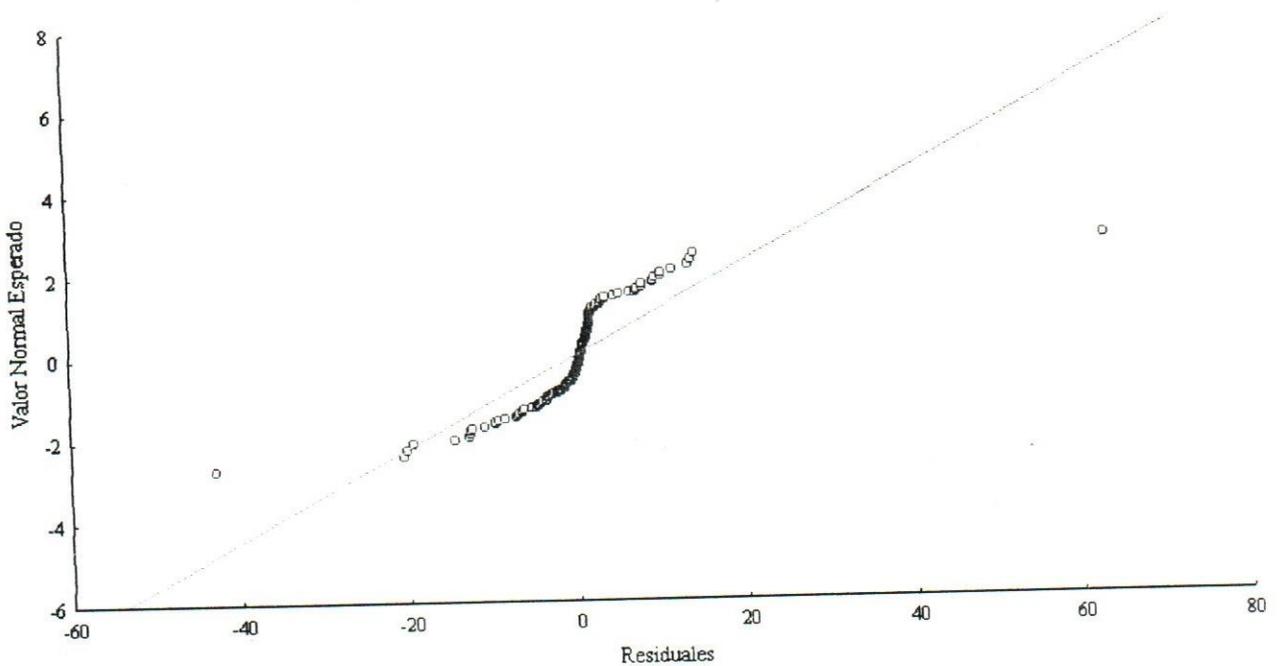


Figura 38. Normalidad de los residuales del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Temerla.

4.20 Estación climatológica Miranda-La Trinidad

La estación climatológica Miranda-La Trinidad se ubicó en el estado Carabobo a una altitud de 628 m.s.n.m. Se instaló en diciembre de 1940 y aún permanece operativa. El modelo matemático se obtuvo ajustando 204 registros históricos, se abarcó desde 1966 a 1990, las duraciones consideradas fueron: 15 minutos a 24 horas. La función de pérdida se estabilizó en 21.391,09. Un 91,176 % de la variabilidad de la intensidad máxima de la lluvia fue explicada por el modelo. La Tabla 40 muestra los parámetros del modelo generado, así como el error estándar asociado a cada parámetro. La Tabla 41 exhibe la correlación entre los parámetros.

Tabla 40. Parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Miranda-La Trinidad.

	Parámetro			
	k	m	c	n
Estimador	22,765*	0,324*	0,050 ^{n.s.}	0,815*
Error estándar	6,153	0,017	0,205	0,240

Nota: *: $p < 0,05$ (significativo al 5 %); ^{n.s.}: no significativo al 5 %

Tabla 41. Correlación entre los parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Miranda-La Trinidad.

	k	m	c	n
k	1,000	-0,144	0,987	0,962
m	-0,144	1,000	-0,058	-0,061
c	0,987	-0,058	1,000	0,991
n	0,962	-0,061	0,991	1,000

El modelo presentó discrepancia leves con los valores observados, especialmente en el rango de intensidad de lluvia comprendido entre 60 y 180 mm/h; en el referido rango, el modelo sobreestimó y subestimó en reiteradas ocasiones el valor real (Figura 39). Los residuales se

aproximan bien a la distribución normal; un ligero sesgo hacia la izquierda de la curva normal se apreció, se encontró siete valores extremos de importancia, siendo los residuales negativos los que con mayor frecuencia se hallaron (Figura 40).

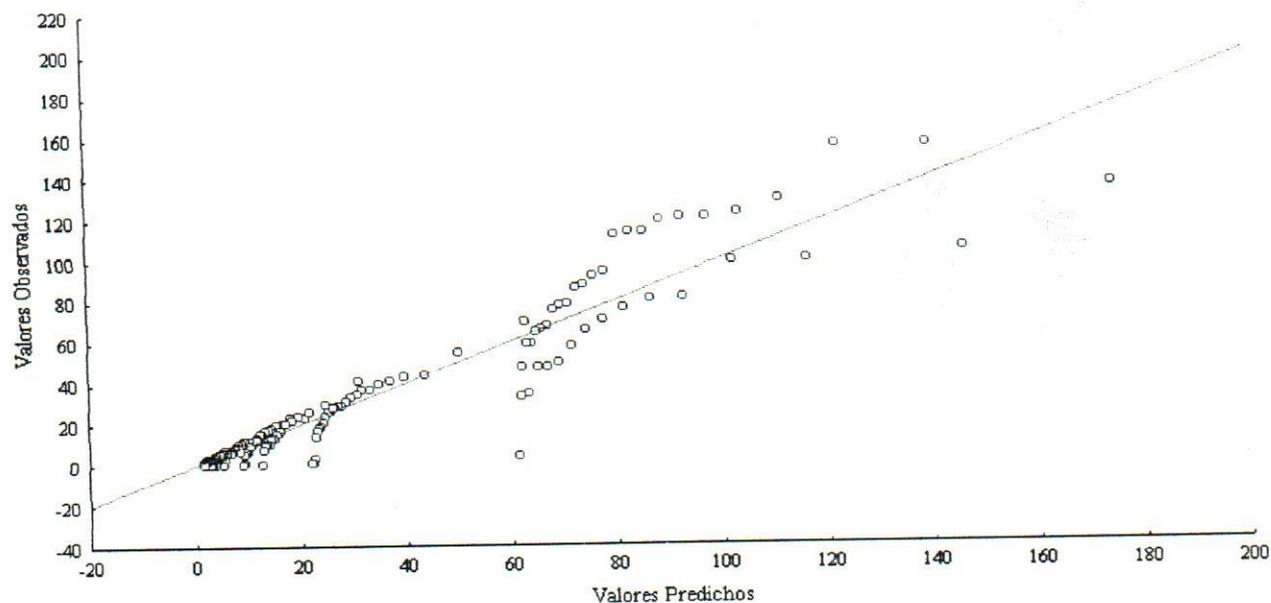


Figura 39. Relación entre los valores predichos por el modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Miranda-La Trinidad y los valores observados.

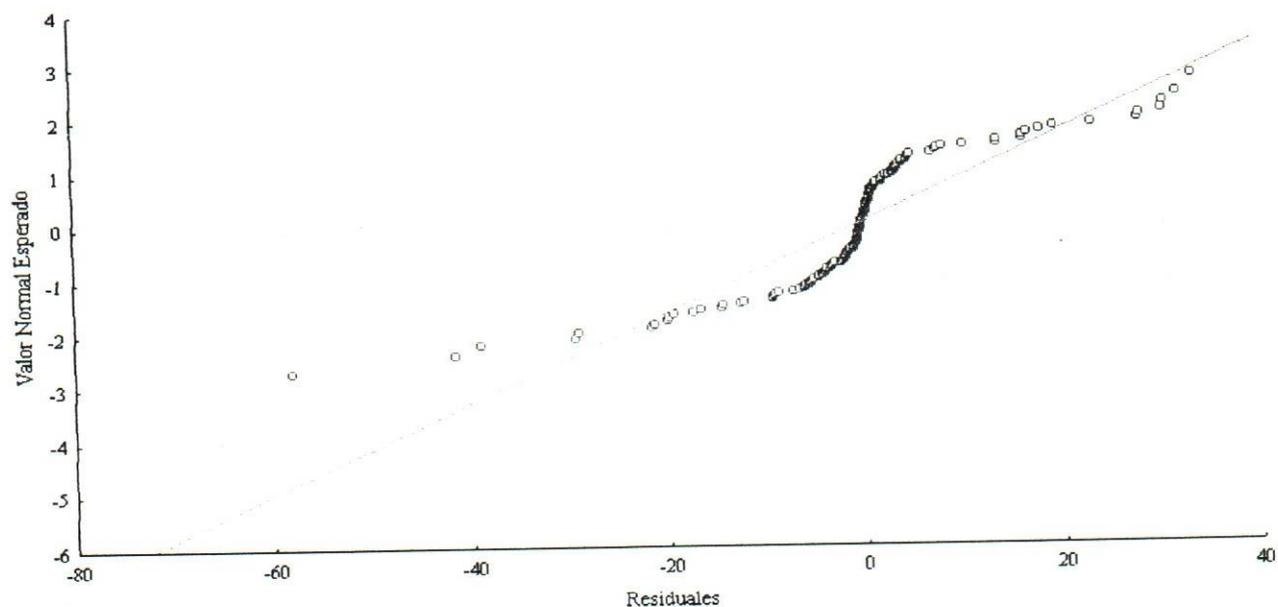


Figura 40. Normalidad de los residuales del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Miranda-La Trinidad.

4.21 Estación climatológica Vallecito

La estación climatológica Vallecito se ubicó en el estado Cojedes a una altitud de 474 m.s.n.m. Se instaló en marzo de 1952 y aún permanece operativa. El modelo matemático se obtuvo ajustando 230 registros históricos, se abarcó desde 1963 a 1990, las duraciones consideradas fueron: 15 minutos a 24 horas. La función de pérdida se estabilizó en 5.517,74. Un 97,699 % de la variabilidad de la intensidad máxima de la lluvia fue explicada por el modelo. La Tabla 42 muestra los parámetros del modelo generado, así como el error estándar asociado a cada parámetro. La Tabla 43 exhibe la correlación entre los parámetros.

Tabla 42. Parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Vallecito.

	Parámetro			
	k	m	c	n
Estimador	46,333*	0,189*	0,265*	0,884*
Error estándar	3,099	0,008	0,061	0,051

Nota: *: $p < 0,05$ (significativo al 5 %)

Tabla 43. Correlación entre los parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Vallecito.

	k	m	c	n
k	1,000	-0,170	0,982	0,929
m	-0,170	1,000	-0,033	-0,042
c	0,982	-0,033	1,000	0,962
n	0,929	-0,042	0,962	1,000

El modelo presentó discrepancia leves con los valores observados, especialmente en el rango de intensidad de lluvia comprendido entre 90 y 150 mm/h; en el referido rango, el modelo sobreestimó y subestimó en reiteradas ocasiones el valor real (Figura 41). Los residuales se

aproximan bien a la distribución normal; un ligero sesgo hacia la izquierda de la curva normal se apreció, se encontró tres valores extremos de importancia, siendo los residuales negativos los que con mayor frecuencia se hallaron (Figura 42).

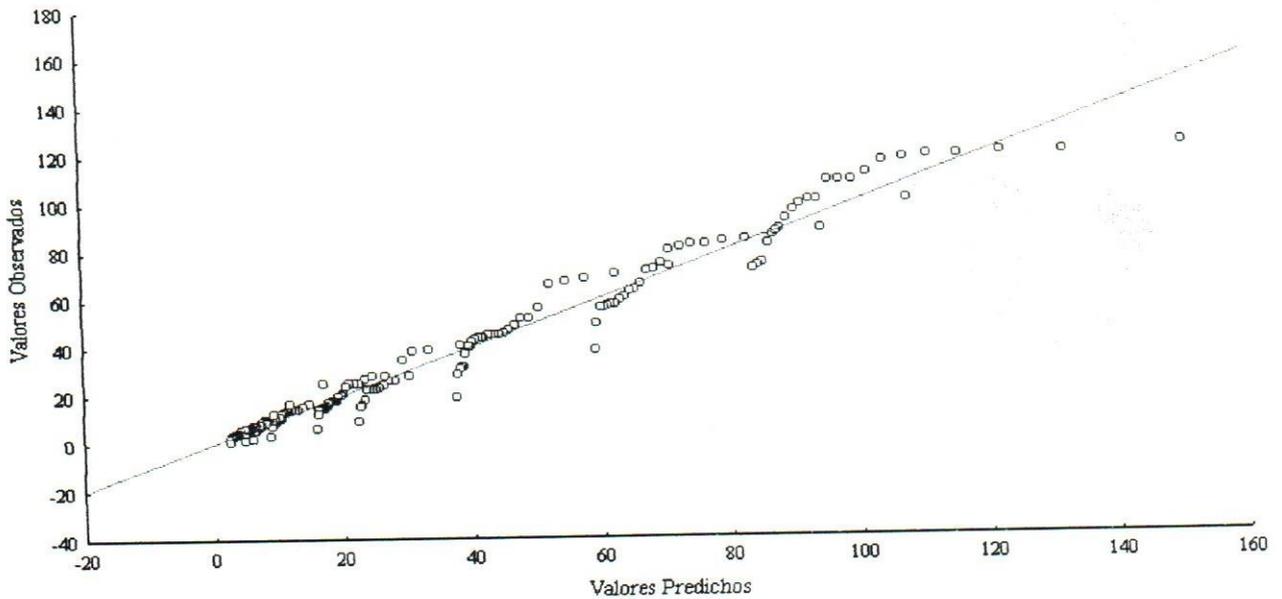


Figura 41. Relación entre los valores predichos por el modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Vallecito y los valores observados.

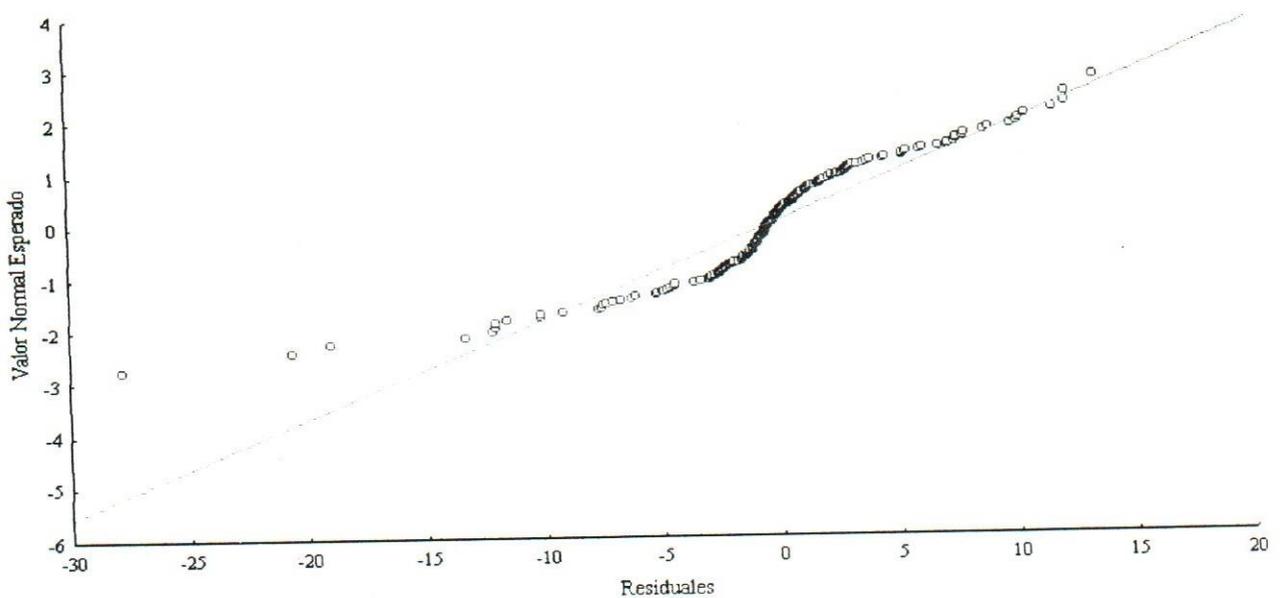


Figura 42. Normalidad de los residuales del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Vallecito.

4.22 Estación climatológica Manrique

La estación climatológica Manrique se ubicó en el estado Cojedes a una altitud de 450 m.s.n.m. Se instaló en octubre de 1945 y fue clausurada en enero de 1984. El modelo matemático se obtuvo ajustando 148 registros históricos, se abarcó desde 1966 a 1983, las duraciones consideradas fueron: 15 minutos a 24 horas. La función de pérdida se estabilizó en 3.395,57. Un 98,188 % de la variabilidad de la intensidad máxima de la lluvia fue explicada por el modelo. La Tabla 44 muestra los parámetros del modelo generado, así como el error estándar asociado a cada parámetro. La Tabla 45 exhibe la correlación entre los parámetros.

Tabla 44. Parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Manrique.

	Parámetro			
	k	m	c	n
Estimador	47,577*	0,243*	0,313*	0,931*
Error estándar	4,387	0,009	0,082	0,069

Nota: *: $p < 0,05$ (significativo al 5 %)

Tabla 45. Correlación entre los parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Manrique.

	k	m	c	n
k	1,000	-0,157	0,987	0,941
m	-0,157	1,000	-0,036	-0,039
c	0,987	-0,036	1,000	0,967
n	0,941	-0,039	0,967	1,000

El modelo presentó discrepancia leves con los valores observados, especialmente en el rango de intensidad de lluvia comprendido entre 40 y 100 mm/h; en el referido rango, el modelo sobreestimó y subestimó en reiteradas ocasiones el valor real (Figura 43). Los residuales se

aproximan moderadamente bien a la distribución normal; un ligero sesgo hacia la derecha de la curva normal se apreció, se encontró cuatro valores extremos de importancia, siendo los residuales positivos los que con mayor frecuencia se hallaron (Figura 44).

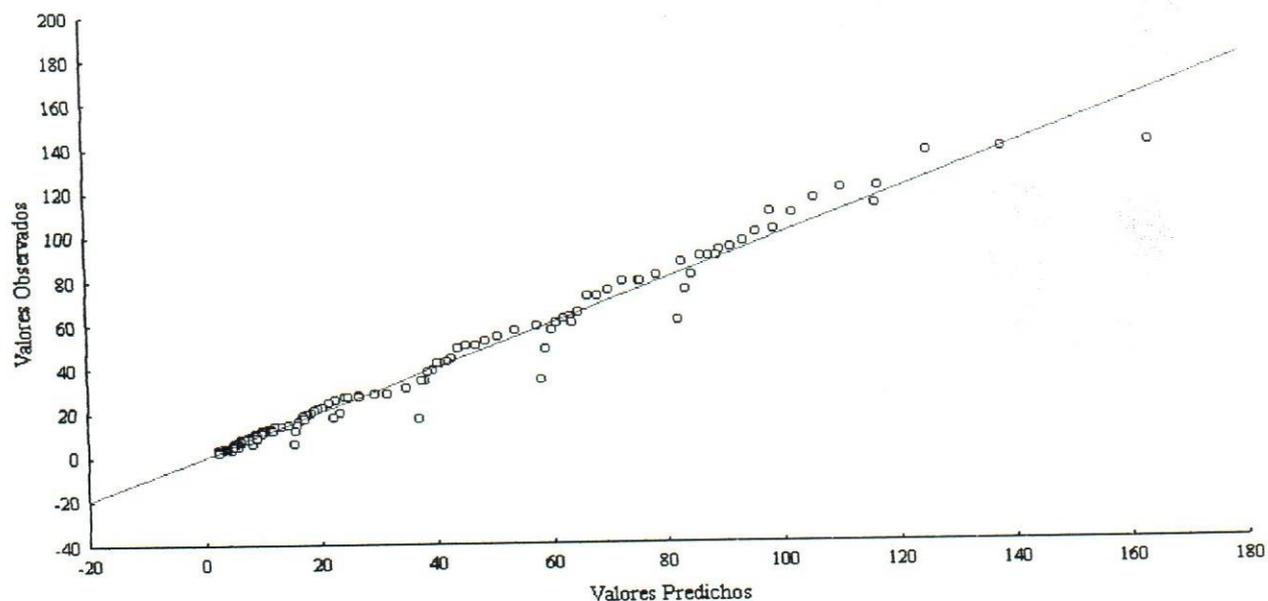


Figura 43. Relación entre los valores predichos por el modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Manrique y los valores observados.

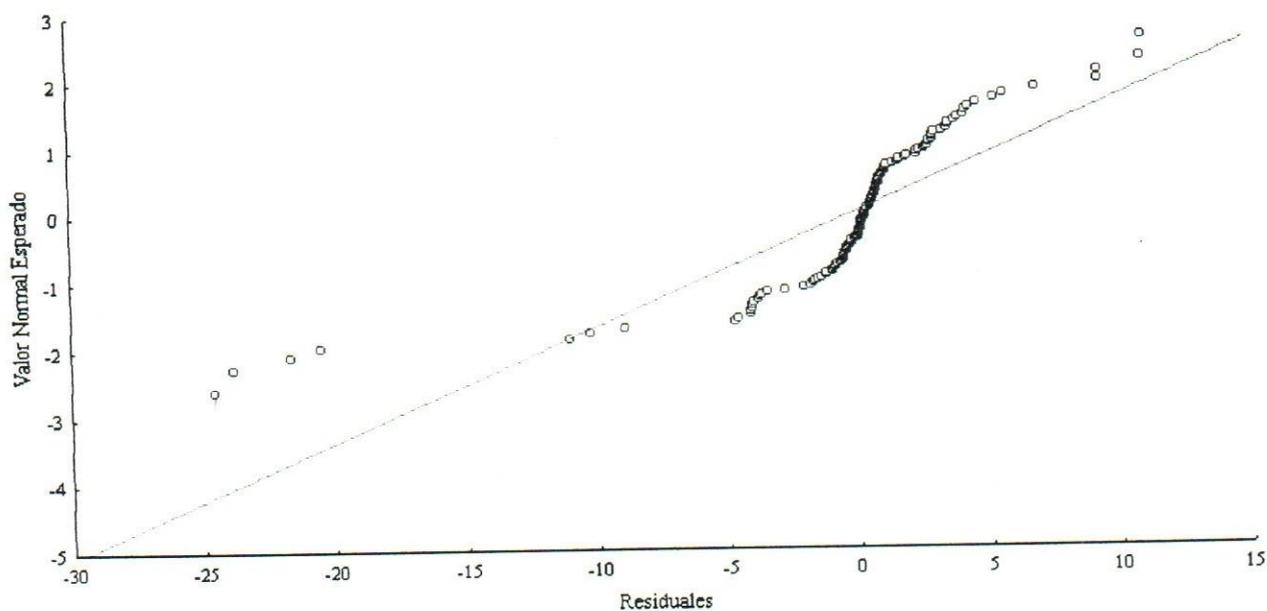


Figura 44. Normalidad de los residuales del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Manrique.

4.23 Estación climatológica Hato Las Babas

La estación climatológica Hato Las Babas se ubicó en el estado Cojedes a una altitud de 140 m.s.n.m. Se instaló en agosto de 1967 y aún se encuentra operativa. El modelo matemático se obtuvo ajustando 208 registros históricos, se abarcó desde 1967 a 1990, las duraciones consideradas fueron: 15 minutos a 24 horas. La función de pérdida se estabilizó en 7.986,51. Un 96,320 % de la variabilidad de la intensidad máxima de la lluvia fue explicada por el modelo. La Tabla 46 muestra los parámetros del modelo generado, así como el error estándar asociado a cada parámetro. La Tabla 47 exhibe la correlación entre los parámetros.

Tabla 46. Parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Hato Las Babas.

	Parámetro			
	k	m	c	n
Estimador	37,676*	0,302*	0,273*	0,862*
Error estándar	3,782	0,009	0,093	0,074

Nota: *: $p < 0,05$ (significativo al 5 %)

Tabla 47. Correlación entre los parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Hato Las Babas.

	k	m	c	n
k	1,000	-0,197	0,984	0,935
m	-0,197	1,000	-0,062	-0,067
c	0,984	-0,062	1,000	0,966
n	0,935	-0,067	0,966	1,000

El modelo presentó discrepancia leves con los valores observados, especialmente en el rango de intensidad de lluvia comprendido entre 30 y 100 mm/h; en el referido rango, el modelo sobreestimó y subestimó en reiteradas ocasiones el valor real (Figura 45). Los residuales se

aproximan moderadamente bien a la distribución normal; un ligero sesgo hacia la derecha de la curva normal se apreció, se encontró cuatro valores extremos de importancia, siendo los residuales positivos los que con mayor frecuencia se hallaron (Figura 46).

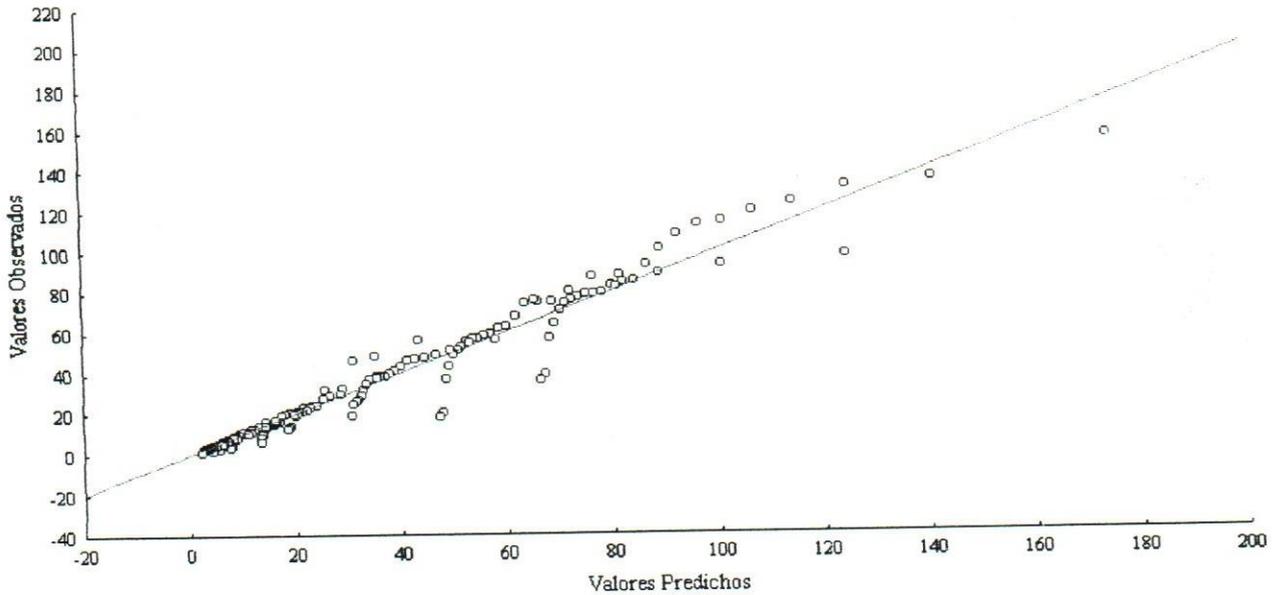


Figura 45. Relación entre los valores predichos por el modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Hato Las Babas y los valores observados.

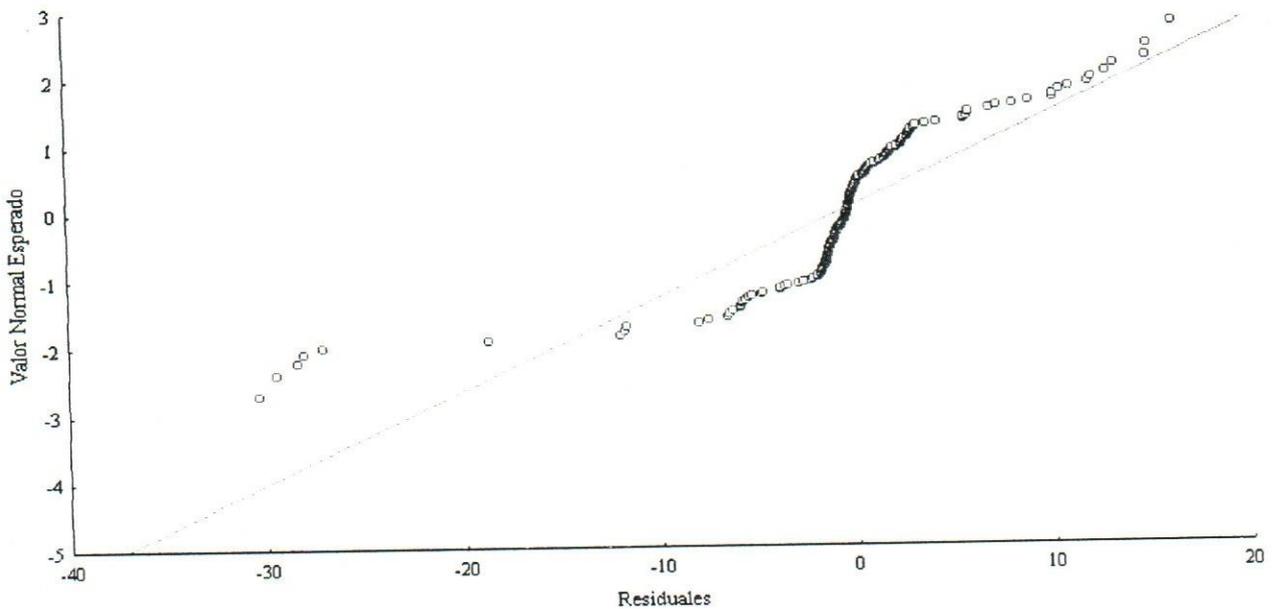


Figura 46. Normalidad de los residuales del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Hato Las Babas.

4.24 Estación climatológica Canoabo

La estación climatológica Canoabo se ubicó en el estado Carabobo a una altitud de 300 m.s.n.m. Se instaló en diciembre de 1959 y aún se encuentra operativa. El modelo matemático se obtuvo ajustando 200 registros históricos, se abarcó desde 1964 a 1990, las duraciones consideradas fueron: 15 minutos a 24 horas. La función de pérdida se estabilizó en 6.324,42. Un 95,661 % de la variabilidad de la intensidad máxima de la lluvia fue explicada por el modelo. La Tabla 48 muestra los parámetros del modelo generado, así como el error estándar asociado a cada parámetro. La Tabla 49 exhibe la correlación entre los parámetros.

Tabla 48. Parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Canoabo.

	Parámetro			
	k	m	c	n
Estimador	28,343*	0,264*	0,106*	0,863*
Error estándar	1,804	0,012	0,052	0,060

Nota: *: $p < 0,05$ (significativo al 5 %)

Tabla 49. Correlación entre los parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Canoabo.

	k	m	c	n
k	1,000	-0,316	0,933	0,822
m	-0,316	1,000	-0,069	-0,055
c	0,933	-0,069	1,000	0,946
n	0,822	-0,055	0,946	1,000

El modelo presentó discrepancia leves con los valores observados, especialmente en el rango de intensidad de lluvia comprendido entre 25 y 80 mm/h; en el referido rango, el modelo sobreestimó y subestimó en reiteradas ocasiones el valor real (Figura 47). Los residuales se

aproximan moderadamente bien a la distribución normal; un ligero sesgo hacia la derecha de la curva normal se apreció, se encontró siete valores extremos de importancia, siendo los residuales positivos los que con mayor frecuencia se hallaron (Figura 48).

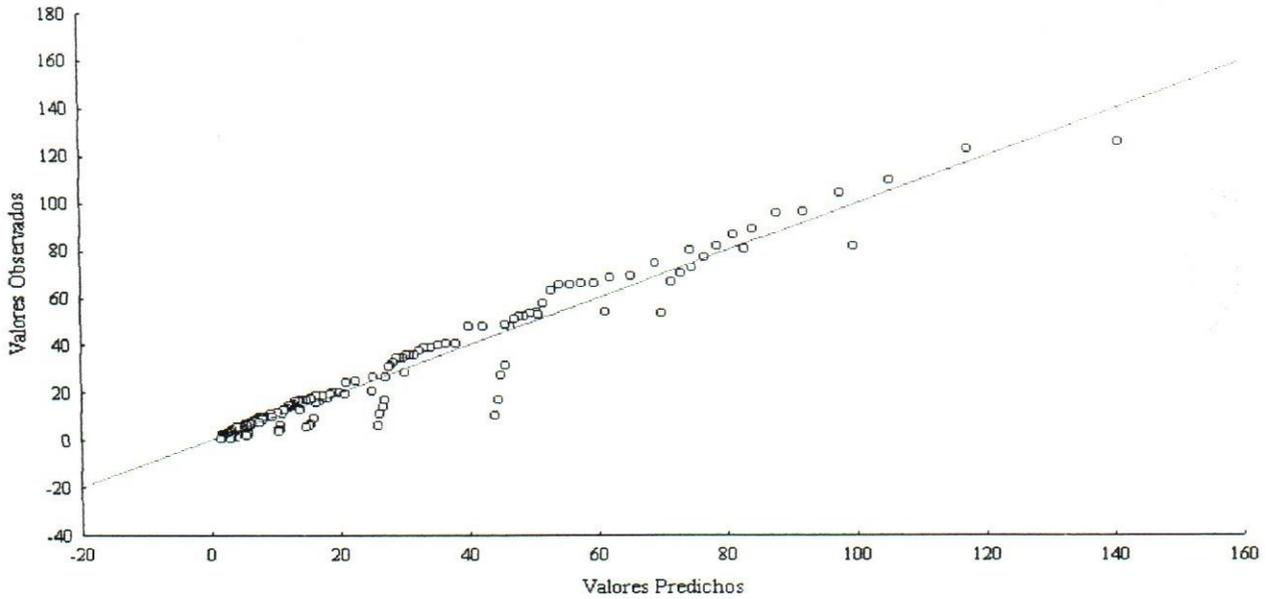


Figura 47. Relación entre los valores predichos por el modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Canoabo y los valores observados.

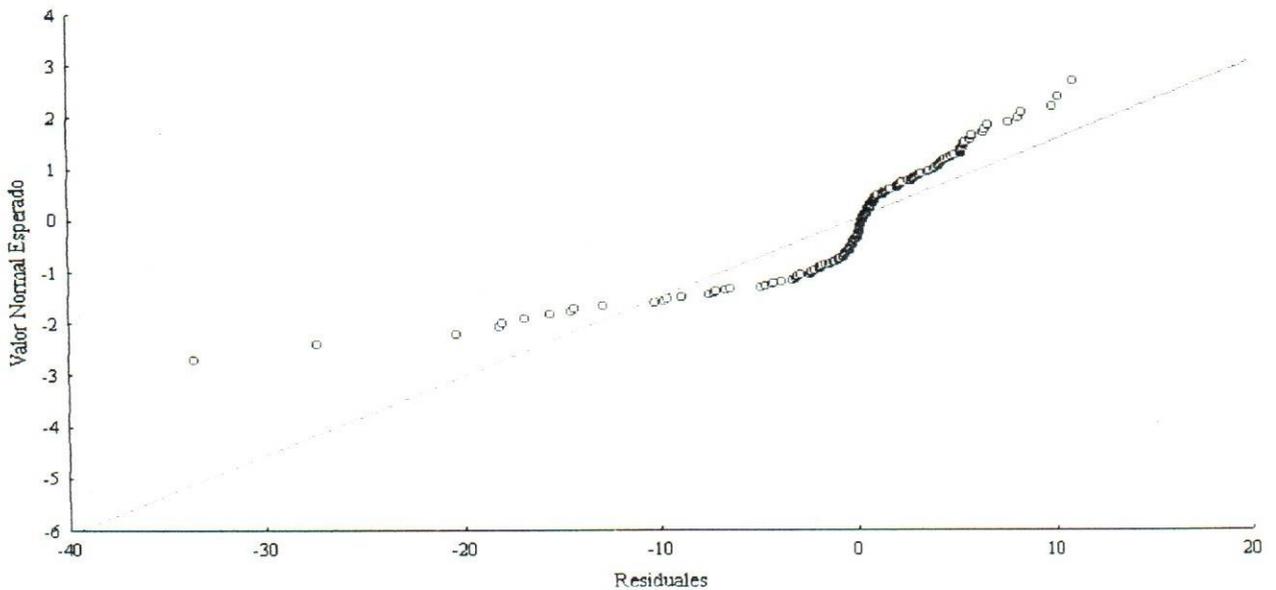


Figura 48. Normalidad de los residuales del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Canoabo.

4.25 Estación climatológica Montalbán

La estación climatológica Montalbán se ubicó en el estado Carabobo a una altitud de 700 m.s.n.m. Se instaló en noviembre de 1948 y aún se encuentra operativa. El modelo matemático se obtuvo ajustando 199 registros históricos, se abarcó desde 1966 a 1990, las duraciones consideradas fueron: 15 minutos a 24 horas. La función de pérdida se estabilizó en 6.906,69. Un 94,311 % de la variabilidad de la intensidad máxima de la lluvia fue explicada por el modelo. La Tabla 50 muestra los parámetros del modelo generado, así como el error estándar asociado a cada parámetro. La Tabla 51 exhibe la correlación entre los parámetros.

Tabla 50. Parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Montalbán.

	Parámetro			
	k	m	c	n
Estimador	29,988*	0,272*	0,345 ^{n.s.}	1,052*
Error estándar	6,527	0,013	0,179	0,173

Nota: *: $p < 0,05$ (significativo al 5 %); ^{n.s.}: no significativo al 5 %

Tabla 51. Correlación entre los parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Montalbán.

	k	m	c	n
k	1,000	-0,135	0,994	0,970
m	-0,135	1,000	-0,057	-0,069
c	0,994	-0,057	1,000	0,982
n	0,970	-0,069	0,982	1,000

El modelo presentó discrepancia leves con los valores observados, especialmente en el rango de intensidad de lluvia comprendido entre 20 y 70 mm/h; en el referido rango, el modelo sobreestimó y subestimó en reiteradas ocasiones el valor real (Figura 49). Los residuales se

aproximan moderadamente bien a la distribución normal; un ligero sesgo hacia la derecha de la curva normal se apreció, se encontró siete valores extremos de importancia, siendo los residuales positivos los que con mayor frecuencia se hallaron (Figura 50).

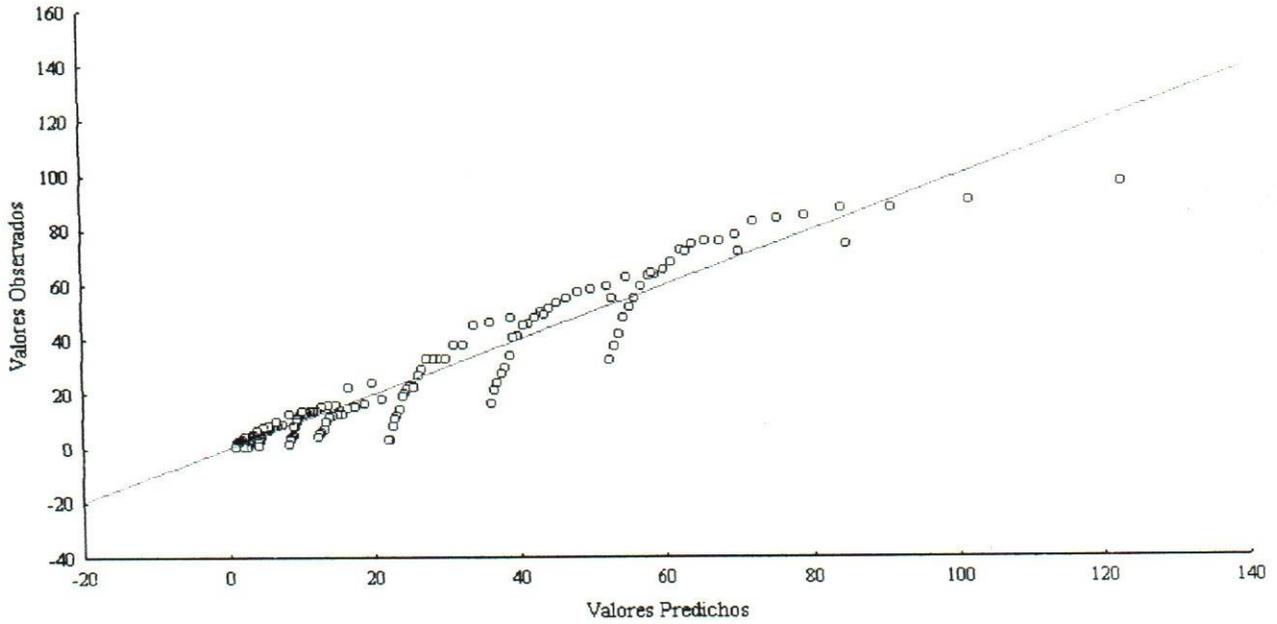


Figura 49. Relación entre los valores predichos por el modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Montalbán y los valores observados.

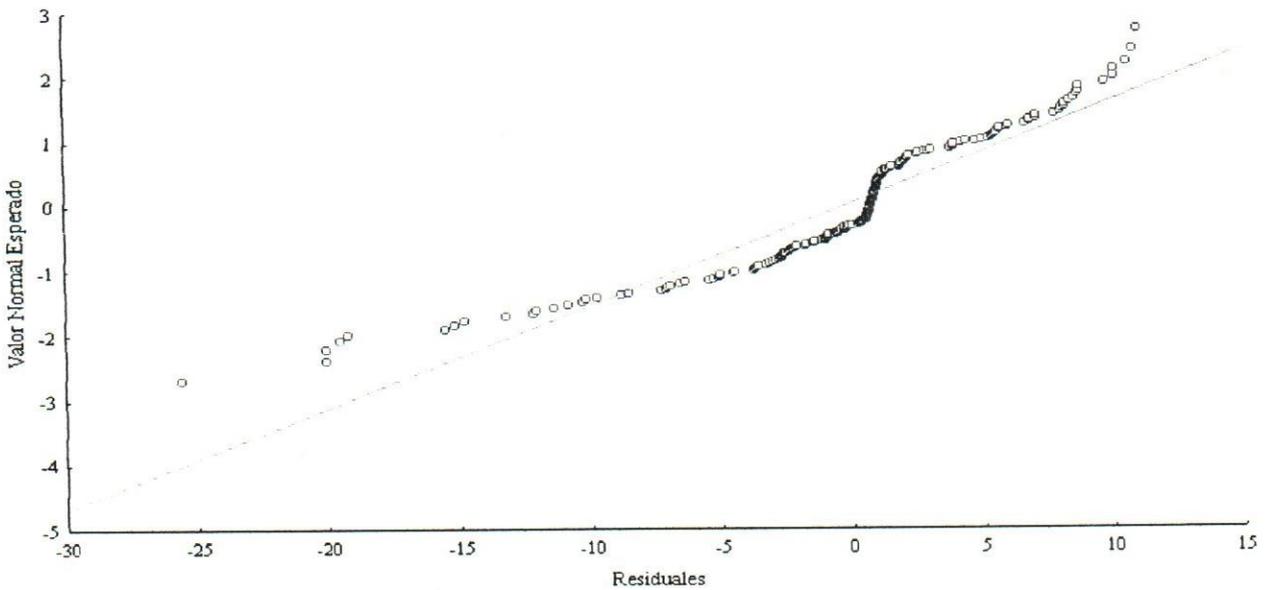


Figura 50. Normalidad de los residuales del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Montalbán.

4.26 Estación climatológica Tinaquillo

La estación climatológica Tinaquillo se ubicó en el estado Cojedes a una altitud de 386 m.s.n.m. Se instaló en enero de 1943 y fue clausurada en enero de 1997. El modelo matemático se obtuvo ajustando 186 registros históricos, se abarcó desde 1964 a 1990, las duraciones consideradas fueron: 15 minutos a 24 horas. La función de pérdida se estabilizó en 68.042,27. Un 54,152 % de la variabilidad de la intensidad máxima de la lluvia fue explicada por el modelo. La Tabla 52 muestra los parámetros del modelo generado.

Tabla 52. Parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Tinaquillo.

	Parámetro			
	k	m	c	n
Estimador	10,515	0,488	-0,250	0,135
Error estándar	-	-	-	-

Nota: el error estándar fue imposible calcular.

El modelo presentó discrepancia severas con los valores observados, especialmente en el rango de intensidad de lluvia comprendido entre 40 y 160 mm/h; en el referido rango, el modelo sobreestimó y subestimó en reiteradas ocasiones el valor real (Figura 51). Los residuales se alejan considerablemente de una distribución normal; un sesgo hacia la izquierda de la curva normal se apreció, se encontró siete valores extremos de importancia, siendo los residuales negativos los que con mayor frecuencia se hallaron (Figura 52). Dada todas las limitaciones en cuanto a bondad de ajuste, este modelo no puede utilizarse como herramienta para realizar pronósticos. Se infiere que los registros pudiesen presentar lecturas erróneas.

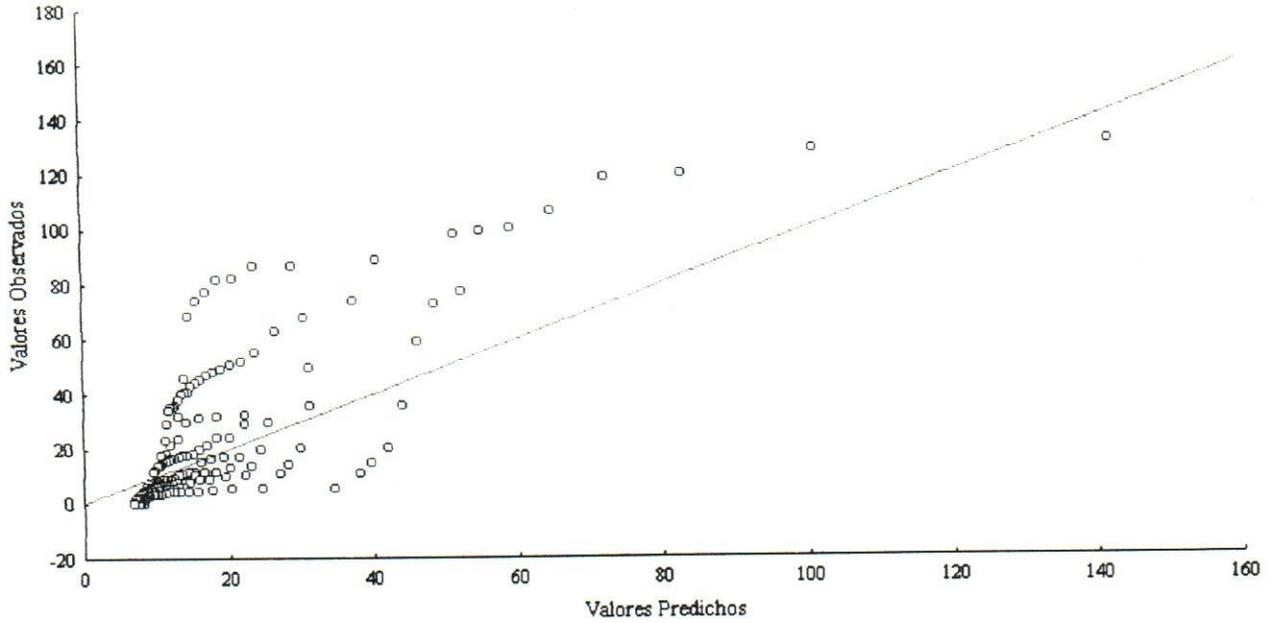


Figura 51. Relación entre los valores predichos por el modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Tinaquillo y los valores observados.

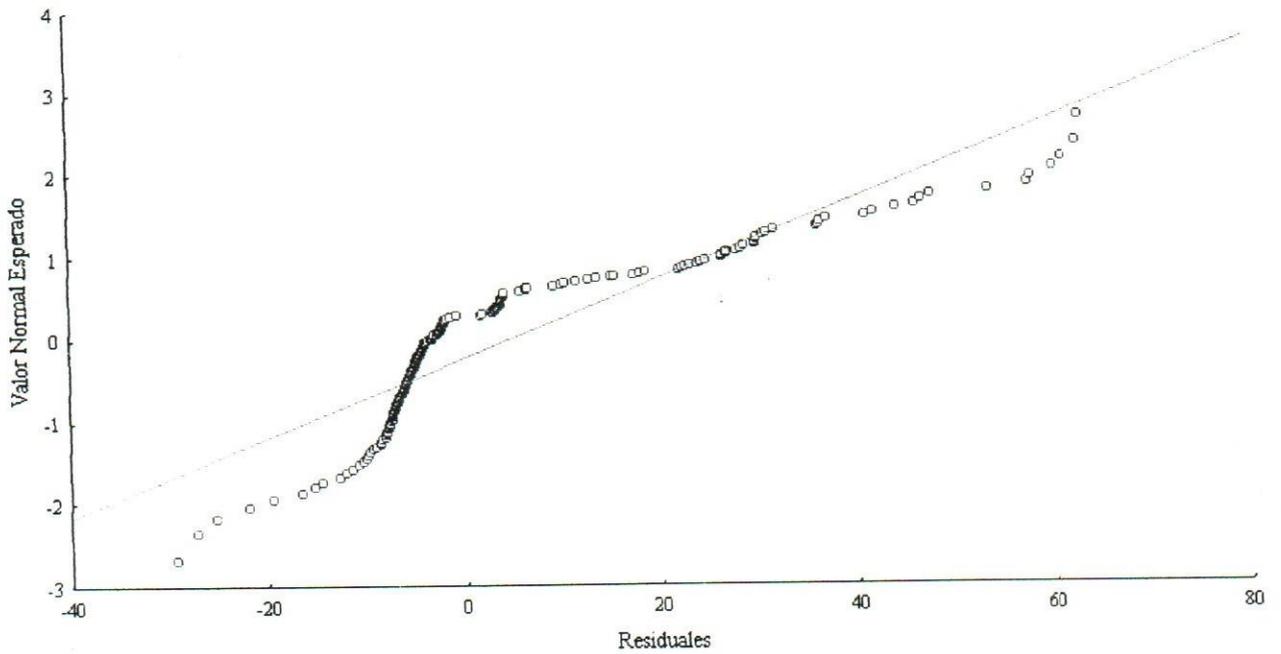


Figura 52. Normalidad de los residuales del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Tinaquillo.

4.27 Estación climatológica La Aguadita

La estación climatológica La Aguadita se ubicó en el estado Cojedes a una altitud de 219 m.s.n.m. Se instaló en septiembre de 1946 y fue clausurada en enero de 1984. El modelo matemático se obtuvo ajustando 139 registros históricos, se abarcó desde 1964 a 1983, las duraciones consideradas fueron: 15 minutos a 24 horas. La función de pérdida se estabilizó en 2.731,61. Un 98,243 % de la variabilidad de la intensidad máxima de la lluvia fue explicada por el modelo. La Tabla 53 muestra los parámetros del modelo generado. La Tabla 54 exhibe la correlación entre los parámetros.

Tabla 53. Parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación La Aguadita.

	Parámetro			
	k	m	c	n
Estimador	42,484*	0,233*	0,207*	0,812*
Error estándar	2,631	0,009	0,057	0,048

Nota: *: $p < 0,05$ (significativo al 5 %)

Tabla 54. Correlación entre los parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación La Aguadita.

	k	m	c	n
k	1,000	-0,249	0,972	0,903
m	-0,249	1,000	-0,076	-0,068
c	0,972	-0,076	1,000	0,957
n	0,903	-0,068	0,957	1,000

El modelo presentó leves discrepancia con los valores observados, especialmente en el rango de intensidad de lluvia comprendido entre 40 y 100 mm/h (Figura 53). Los residuales se

aproximan moderadamente bien a una distribución normal; un ligero sesgo hacia la izquierda de la curva normal se apreció, se encontró cinco valores extremos de importancia, siendo los residuales negativos los que con mayor frecuencia se hallaron (Figura 54).

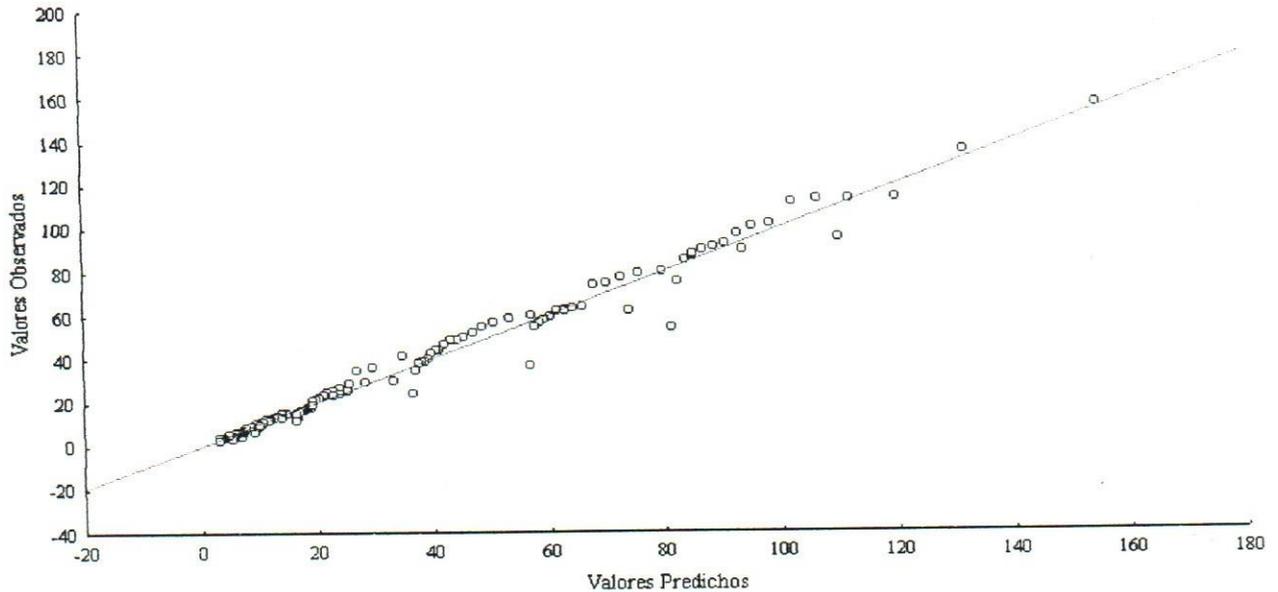


Figura 53. Relación entre los valores predichos por el modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Aguadita y los valores observados.

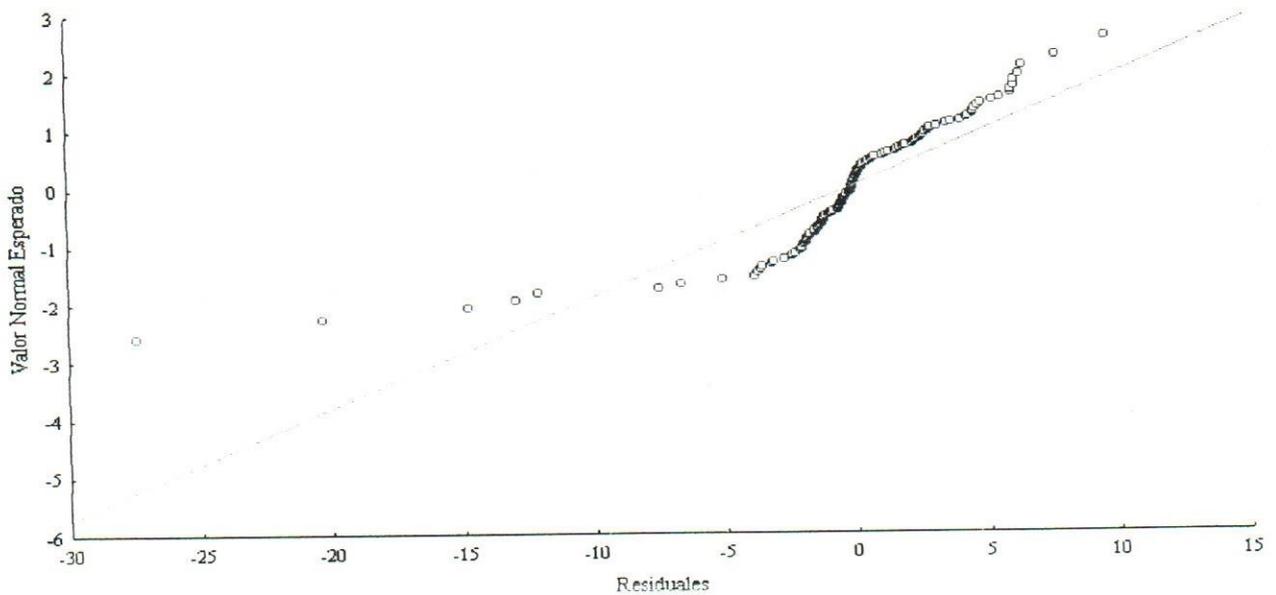


Figura 54. Normalidad de los residuales del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Aguadita.

4.28 Estación climatológica Tinaco

La estación climatológica Tinaco se ubicó en el estado Cojedes a una altitud de 151 m.s.n.m. Se instaló en enero de 1943 y aún se encuentra operativa. El modelo matemático se obtuvo ajustando 271 registros históricos, se abarcó desde 1956 a 1990, las duraciones consideradas fueron: 15 minutos a 24 horas. La función de pérdida se estabilizó en 8.344,24. Un 96,357 % de la variabilidad de la intensidad máxima de la lluvia fue explicada por el modelo. La Tabla 55 muestra los parámetros del modelo generado, y el error estándar de éstos. La Tabla 56 exhibe la correlación entre los parámetros.

Tabla 55. Parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Tinaco.

	Parámetro			
	k	m	c	n
Estimador	43,146*	0,262*	0,352*	0,882*
Error estándar	3,727	0,008	0,082	0,058

Nota: *: $p < 0,05$ (significativo al 5 %)

Tabla 56. Correlación entre los parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Tinaco.

	k	m	c	n
k	1,000	-0,173	0,986	0,942
m	-0,173	1,000	-0,040	-0,048
c	0,986	-0,040	1,000	0,961
n	0,942	-0,048	0,961	1,000

El modelo presentó leves discrepancia con los valores observados, especialmente en el rango de intensidad de lluvia comprendido entre 20 y 90 mm/h (Figura 55). Los residuales se

aproximan moderadamente bien a una distribución normal; un ligero sesgo hacia la izquierda de la curva normal se apreció, se encontró seis valores extremos de importancia, siendo los residuales negativos los que con mayor frecuencia se hallaron (Figura 56).

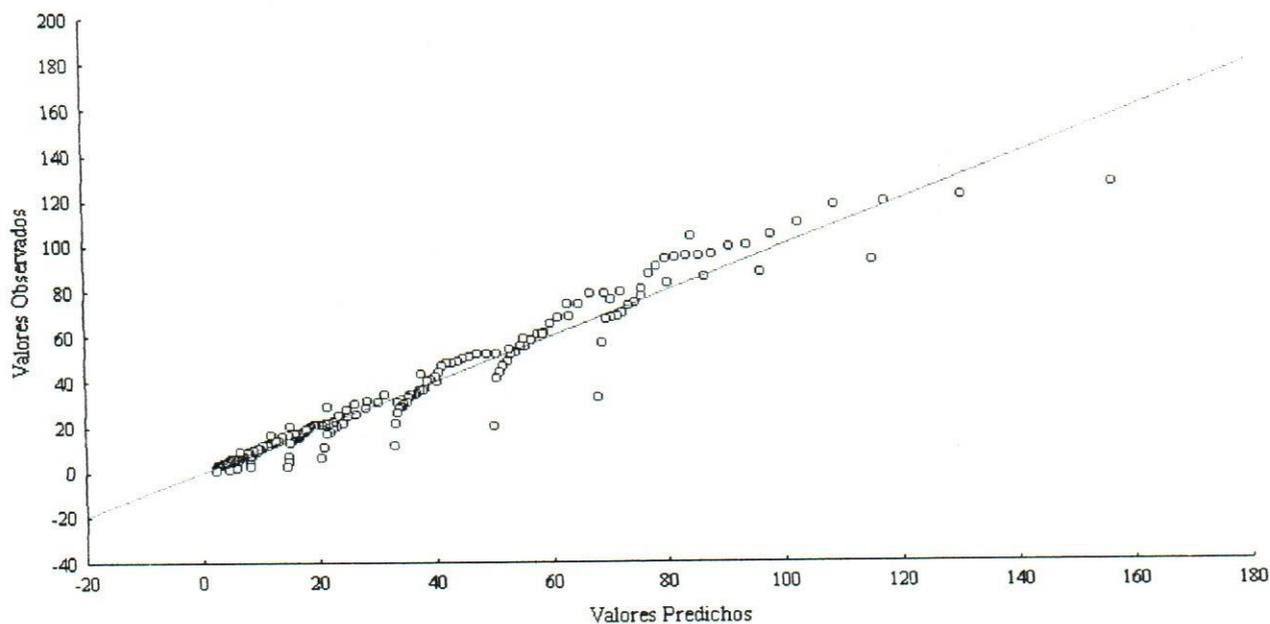


Figura 55. Relación entre los valores predichos por el modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Tinaco y los valores observados.

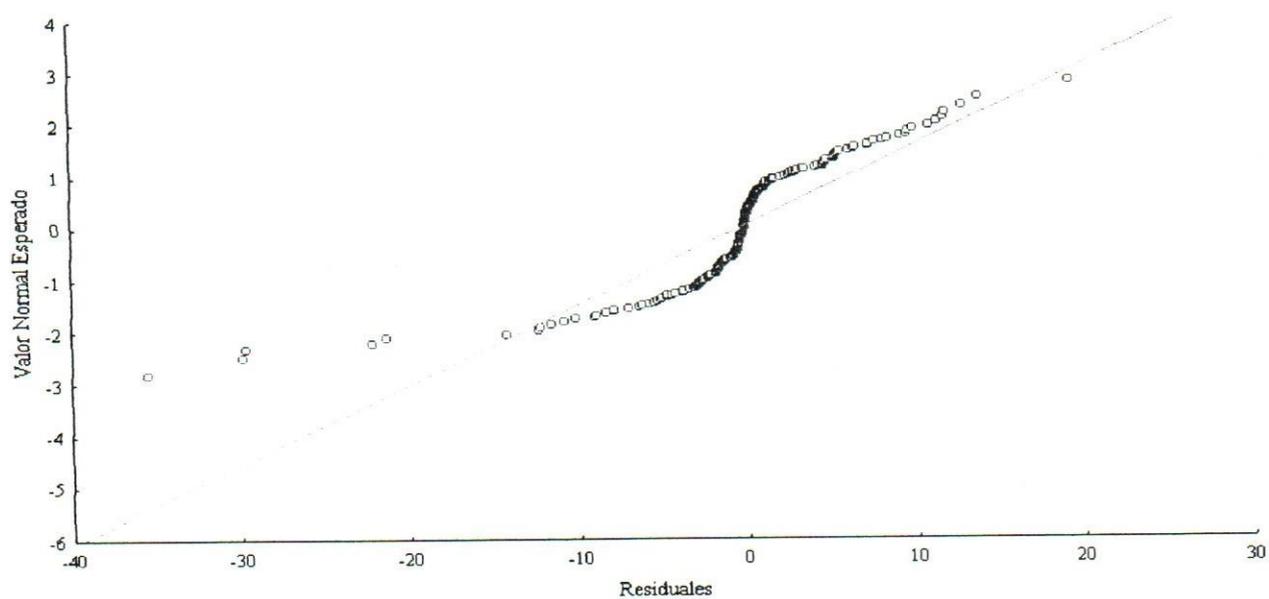


Figura 56. Normalidad de los residuales del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Tinaco.

4.29 Estación climatológica Baúl-Carretera

La estación climatológica Baúl-Carretera se ubicó en el estado Cojedes a una altitud de 102 m.s.n.m. Se instaló en abril de 1961 y aún se encuentra operativa. El modelo matemático se obtuvo ajustando 196 registros históricos, se abarcó desde 1964 a 1990, las duraciones consideradas fueron: 15 minutos a 24 horas. La función de pérdida se estabilizó en 4.835,77. Un 98,322 % de la variabilidad de la intensidad máxima de la lluvia fue explicada por el modelo. La Tabla 57 muestra los parámetros del modelo generado. La Tabla 58 exhibe la correlación entre los parámetros

Tabla 57. Parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Baúl-Carretera.

	Parámetro			
	k	m	c	n
Estimador	69,275*	0,218*	0,529*	1,049*
Error estándar	11,763	0,007	0,152	0,109

Nota: * : $p < 0,05$ (significativo al 5 %)

Tabla 58. Correlación entre los parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Baúl-Carretera.

	k	m	c	n
k	1,000	-0,158	0,998	0,986
m	-0,158	1,000	-0,105	-0,109
c	0,998	-0,105	1,000	0,988
n	0,986	-0,109	0,988	1,000

El modelo presentó discrepancias leves con los valores observados, especialmente en el rango de 40 a 60 mm/h de intensidad de lluvia (Figura 57). Los residuales se aproximan

moderadamente bien a una distribución normal; un ligero sesgo hacia la derecha de la curva normal se apreció, se encontró ocho valores extremos de importancia, siendo los residuales positivos los que con mayor frecuencia se hallaron (Figura 58).

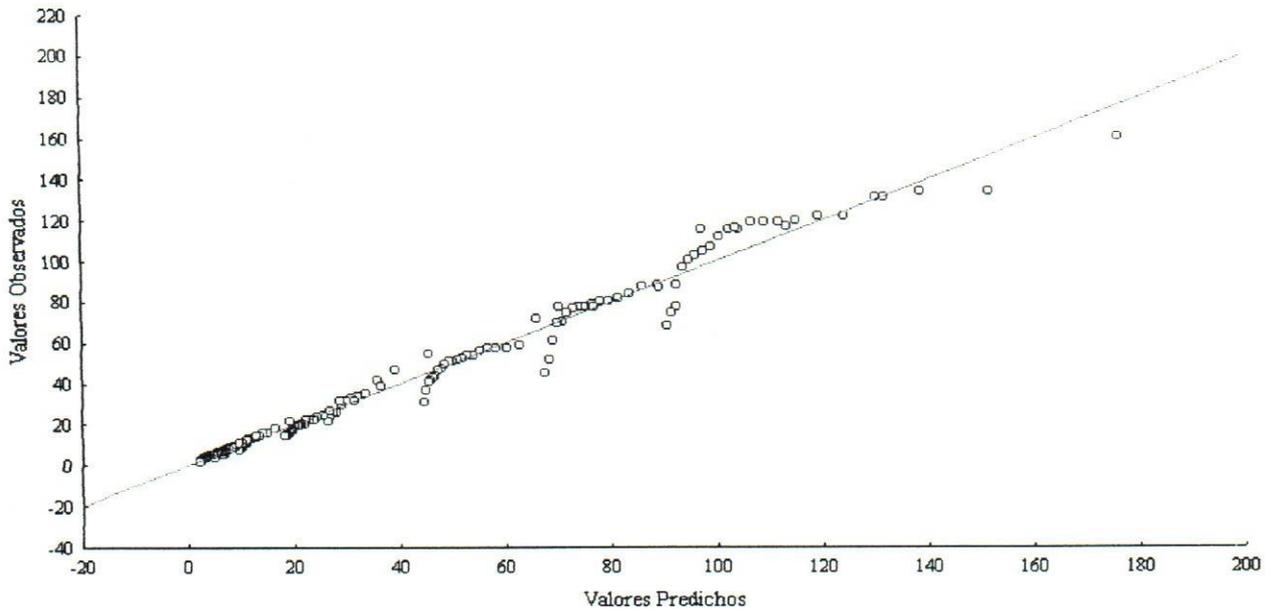


Figura 57. Relación entre los valores predichos por el modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Baúl-Carretera y los valores observados.

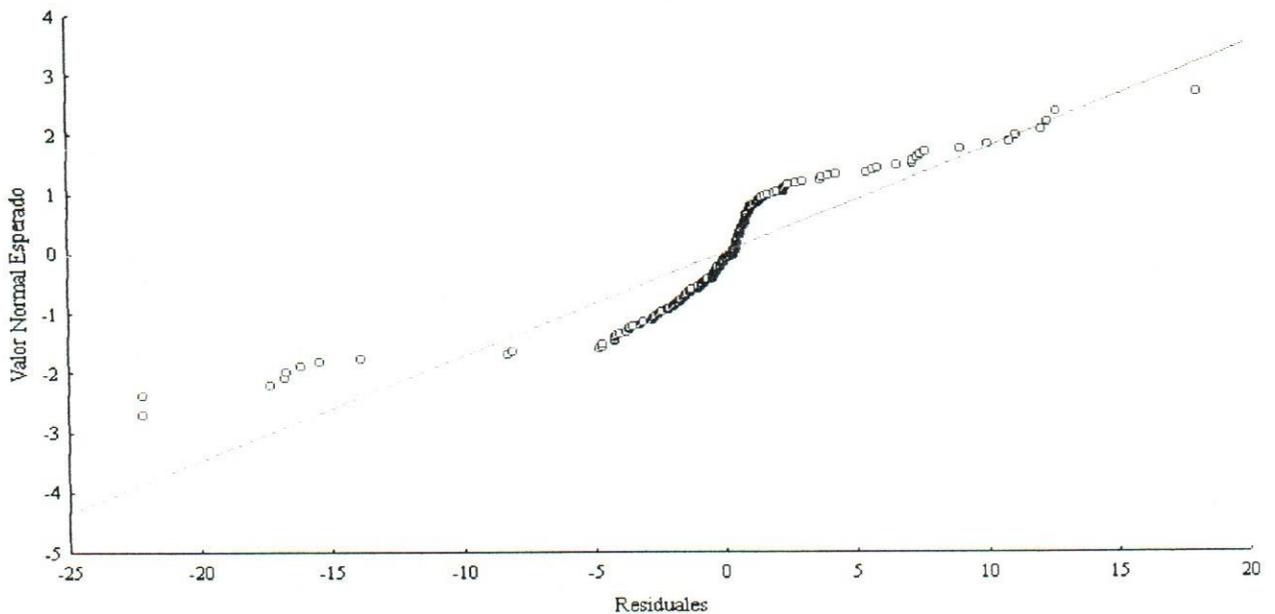


Figura 58. Normalidad de los residuales del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Baúl-Carretera.

4.30 Estación climatológica Chirgua-Cabecera

La estación climatológica Chirgua-Cabecera se ubicó en el estado Cojedes a una altitud de 770 m.s.n.m. Se instaló en abril de 1965 y aún se encuentra operativa. El modelo matemático se obtuvo ajustando 109 registros históricos, se abarcó desde 1967 a 1990, las duraciones consideradas fueron: 15 minutos a 24 horas. La función de pérdida se estabilizó en 28.805,83. Un 87,398 % de la variabilidad de la intensidad máxima de la lluvia fue explicada por el modelo. La Tabla 59 muestra los parámetros del modelo generado. La Tabla 60 exhibe la correlación entre los parámetros

Tabla 59. Parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Chirgua-Cabecera.

	Parámetro			
	k	m	c	n
Estimador	13,004*	0,632*	-0,171*	0,514*
Error estándar	1,392	0,034	0,033	0,082

Nota: *: $p < 0,05$ (significativo al 5 %)

Tabla 60. Correlación entre los parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Chirgua-Cabecera.

	k	m	c	n
k	1,000	-0,719	0,223	-0,068
m	-0,719	1,000	-0,159	-0,105
c	0,223	-0,159	1,000	0,921
n	-0,068	-0,105	0,921	1,000

El modelo presentó discrepancia leves con los valores observados, especialmente en la medida que la intensidad de lluvia incrementa (Figura 59). Los residuales se aproximan moderadamente

bien a una distribución normal; un ligero sesgo hacia la derecha de la curva normal se apreció, se encontró cinco valores extremos de importancia, siendo los residuales positivos los que con mayor frecuencia se hallaron (Figura 60).

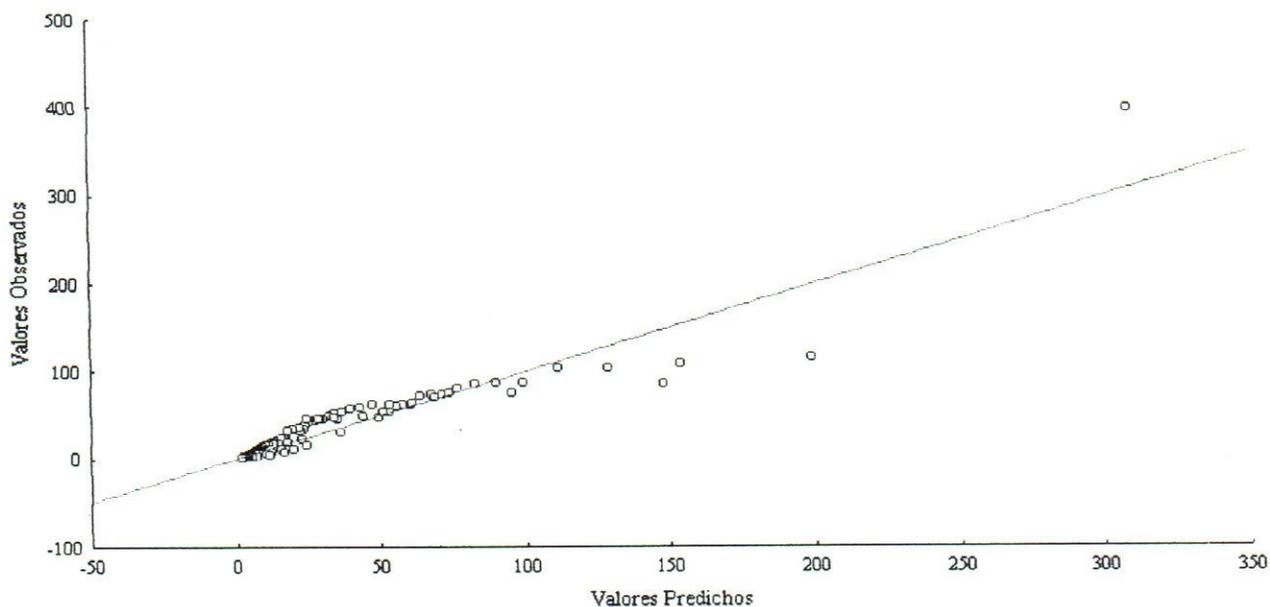


Figura 59. Relación entre los valores predichos por el modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Chirgua-Cabecera y los valores observados.

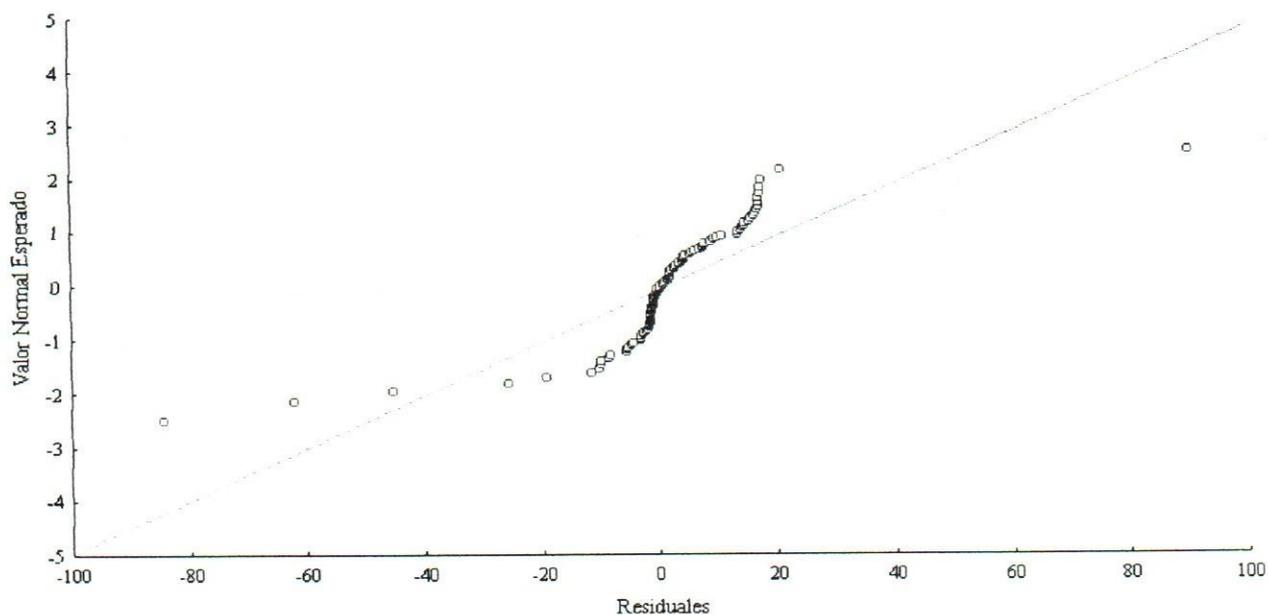


Figura 60. Normalidad de los residuales del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Chirgua-Cabecera.

4.31 Estación climatológica Bejuma Panamericana

La estación climatológica Bejuma Panamericana se ubicó en el estado Carabobo a una altitud de 650 m.s.n.m. Se instaló en febrero de 1961 y aún se encuentra operativa. El modelo matemático se obtuvo ajustando 223 registros históricos, se abarcó desde 1964 a 1990, las duraciones consideradas fueron: 15 minutos a 24 horas. La función de pérdida se estabilizó en 5.806,91. Un 95,655 % de la variabilidad de la intensidad máxima de la lluvia fue explicada por el modelo. La Tabla 61 muestra los parámetros del modelo generado. La Tabla 62 exhibe la correlación entre los parámetros

Tabla 61. Parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Bejuma Panamericana.

	Parámetro			
	k	m	c	n
Estimador	19,196*	0,394*	0,045 ^{n.s.}	0,702*
Error estándar	0,977	0,010	0,043	0,044

Nota: * : $p < 0,05$ (significativo al 5 %); ^{n.s.} : no significativo al 5 %

Tabla 62. Correlación entre los parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Bejuma Panamericana.

	k	m	c	n
k	1,000	-0,375	0,891	0,760
m	-0,375	1,000	-0,050	-0,053
c	0,891	-0,050	1,000	0,938
n	0,760	-0,053	0,938	1,000

El modelo presentó discrepancias leves con los valores observados, especialmente entre 20 y 60 mm/h de intensidad de lluvia (Figura 61). Los residuales se aproximan moderadamente bien a

una distribución normal; un ligero sesgo hacia la izquierda de la curva normal se apreció, se encontró seis valores extremos de importancia, siendo los residuales negativos los que con mayor frecuencia se hallaron (Figura 62).

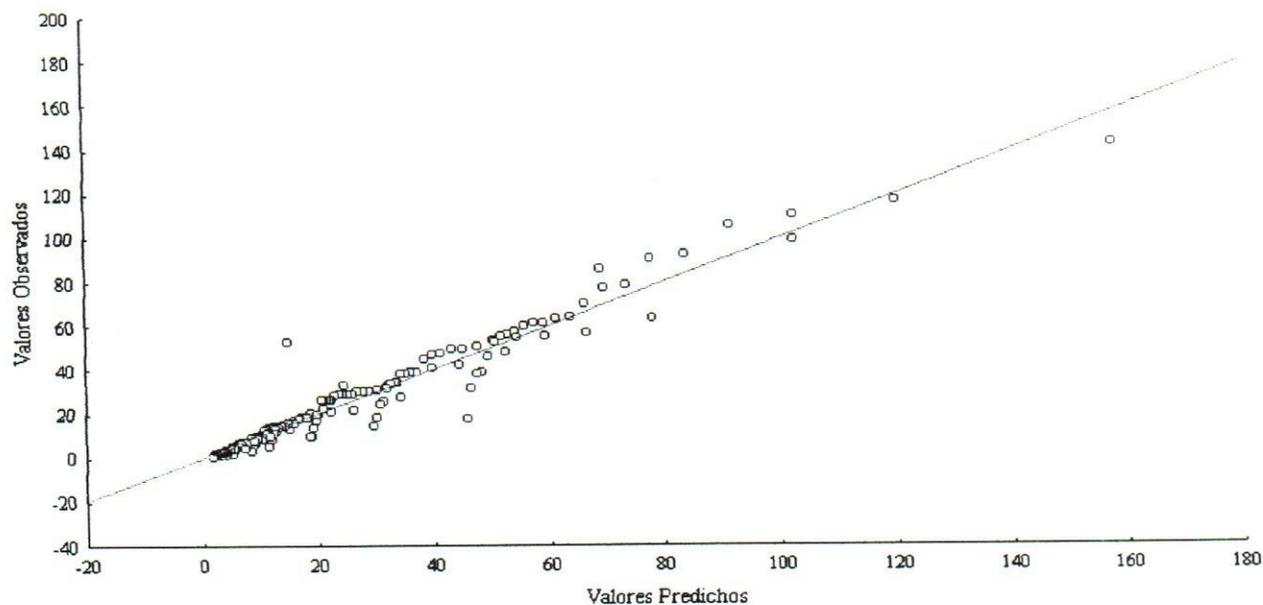


Figura 61. Relación entre los valores predichos por el modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Bejuma Panamericana y los valores observados.

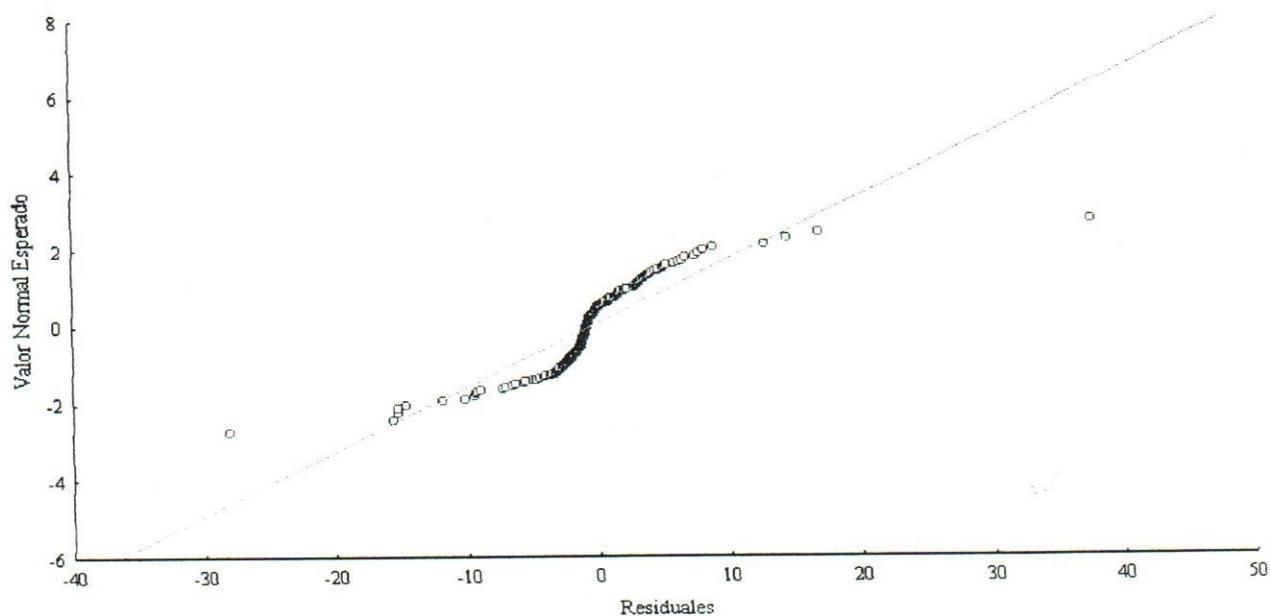


Figura 62. Normalidad de los residuales del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Bejuma Panamericana.

4.32 Estación climatológica Morita Caserío

La estación climatológica Morita caserío se ubicó en el estado Carabobo a una altitud de 122 m.s.n.m. Se instaló en octubre de 1956 y aún se encuentra operativa. El modelo matemático se obtuvo ajustando 256 registros históricos, se abarcó desde 1957 a 1990, las duraciones consideradas fueron: 15 minutos a 24 horas. La función de pérdida se estabilizó en 4.475,36. Un 98,481 % de la variabilidad de la intensidad máxima de la lluvia fue explicada por el modelo. La Tabla 63 muestra los parámetros del modelo generado. La Tabla 64 exhibe la correlación entre los parámetros

Tabla 63. Parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Morita Caserío.

	Parámetro			
	k	m	c	n
Estimador	53,244*	0,235*	0,417*	1,041*
Error estándar	4,461	0,006	0,071	0,059

Nota: * : $p < 0,05$ (significativo al 5 %)

Tabla 64. Correlación entre los parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Morita Caserío.

	k	m	c	n
k	1,000	-0,170	0,993	0,965
m	-0,170	1,000	-0,081	-0,075
c	0,993	-0,081	1,000	0,975
n	0,965	-0,075	0,975	1,000

El modelo presentó discrepancias leves con los valores observados, especialmente entre 25 y 90 mm/h de intensidad de lluvia (Figura 63). Los residuales se aproximan moderadamente bien a

una distribución normal; un ligero sesgo hacia la derecha de la curva normal se apreció, se encontró nueve valores extremos de importancia, siendo los residuales positivos los que con mayor frecuencia se hallaron (Figura 64).

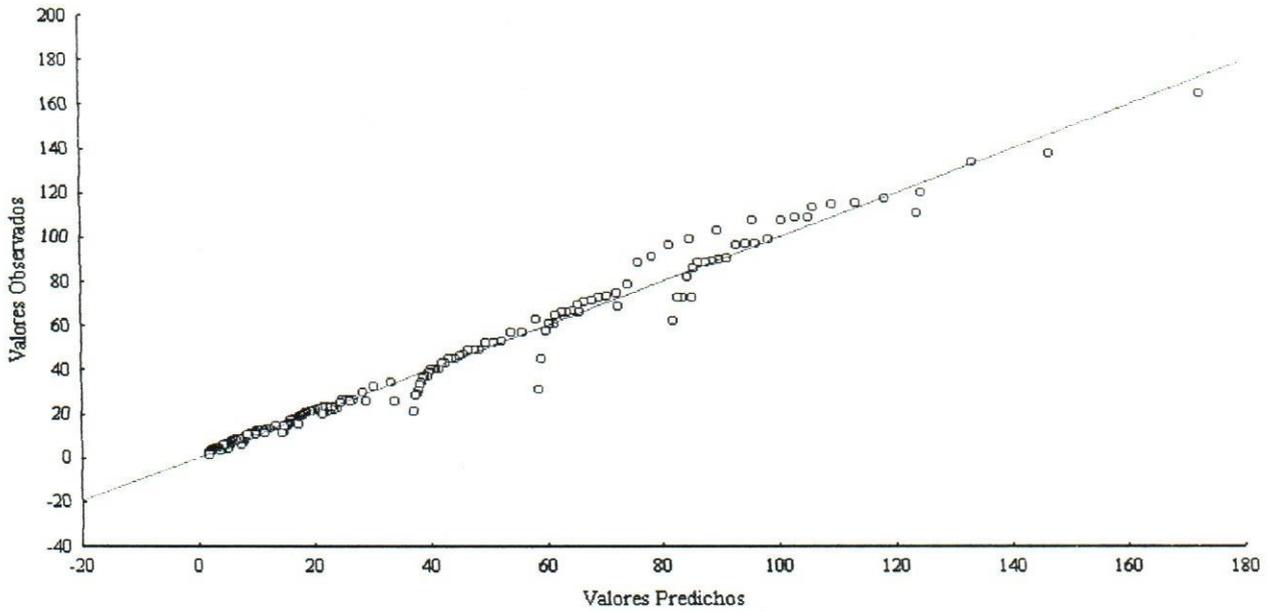


Figura 63. Relación entre los valores predichos por el modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Morita Caserío y los valores observados.

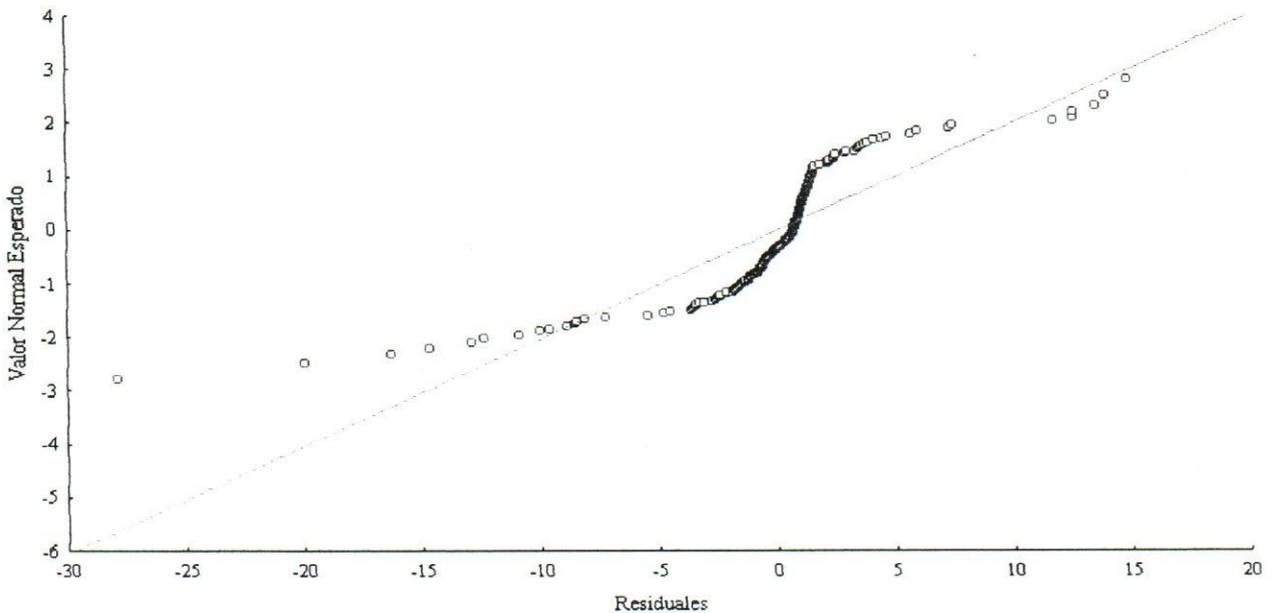


Figura 64. Normalidad de los residuales del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Morita Caserío.

4.33 Estación climatológica Guataparo Dique

La estación climatológica Guataparo Dique se ubicó en el estado Carabobo a una altitud de 495 m.s.n.m. Se instaló en junio de 1951 y fue clausurada en enero de 1984. El modelo matemático se obtuvo ajustando 260 registros históricos, se abarcó desde 1952 a 1984, las duraciones consideradas fueron: 5 minutos a 24 horas. La función de pérdida se estabilizó en 29.816,26. Un 96,135 % de la variabilidad de la intensidad máxima de la lluvia fue explicada por el modelo. La Tabla 65 muestra los parámetros del modelo generado. La Tabla 66 exhibe la correlación entre los parámetros

Tabla 65. Parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Guataparo Dique.

	Parámetro			
	k	m	c	n
Estimador	22,384*	0,457*	0,014 ^{n.s.}	0,669*
Error estándar	0,756	0,011	0,011	0,030

Nota: *: $p < 0,05$ (significativo al 5 %); ^{n.s.}: no significativo al 5 %

Tabla 66. Correlación entre los parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Guataparo Dique.

	k	m	c	n
k	1,000	-0,634	0,225	-0,112
m	-0,634	1,000	-0,006	0,048
c	0,225	-0,006	1,000	0,907
n	-0,112	0,048	0,907	1,000

El modelo presentó discrepancias leves con los valores observados, especialmente entre 200 y 450 mm/h de intensidad de lluvia (Figura 65). Los residuales se aproximan moderadamente bien

a una distribución normal; un ligero sesgo hacia la izquierda de la curva normal se apreció, se encontró seis valores extremos de importancia, siendo los residuales negativos los que con mayor frecuencia se hallaron (Figura 66).

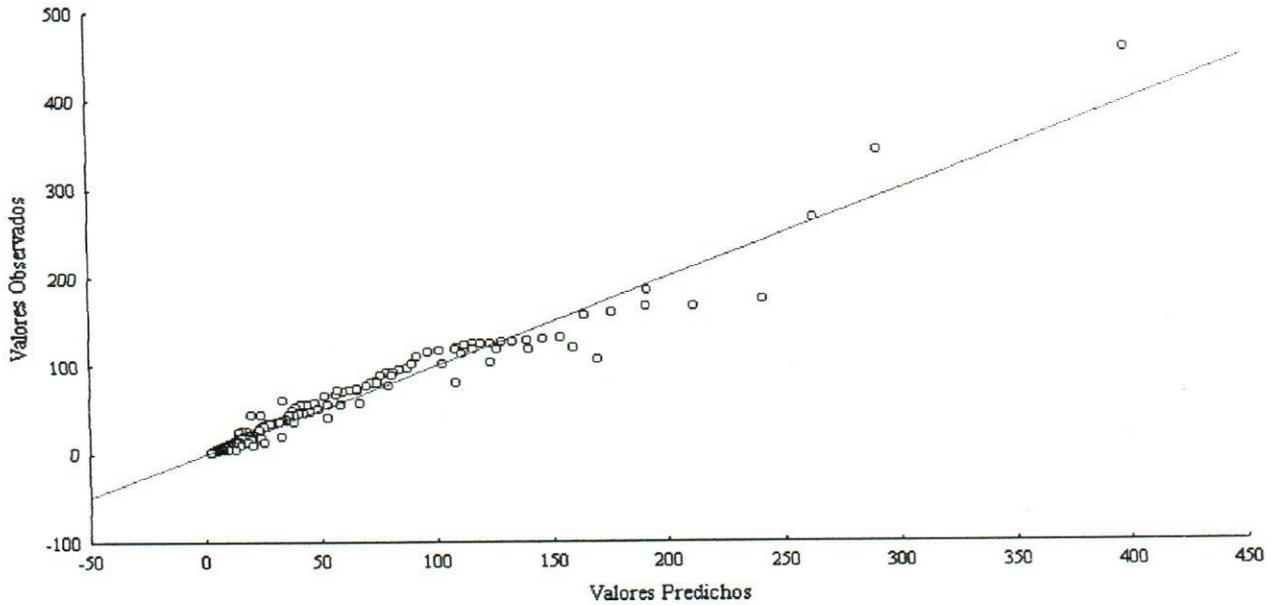


Figura 65. Relación entre los valores predichos por el modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Guataparo Dique y los valores observados.

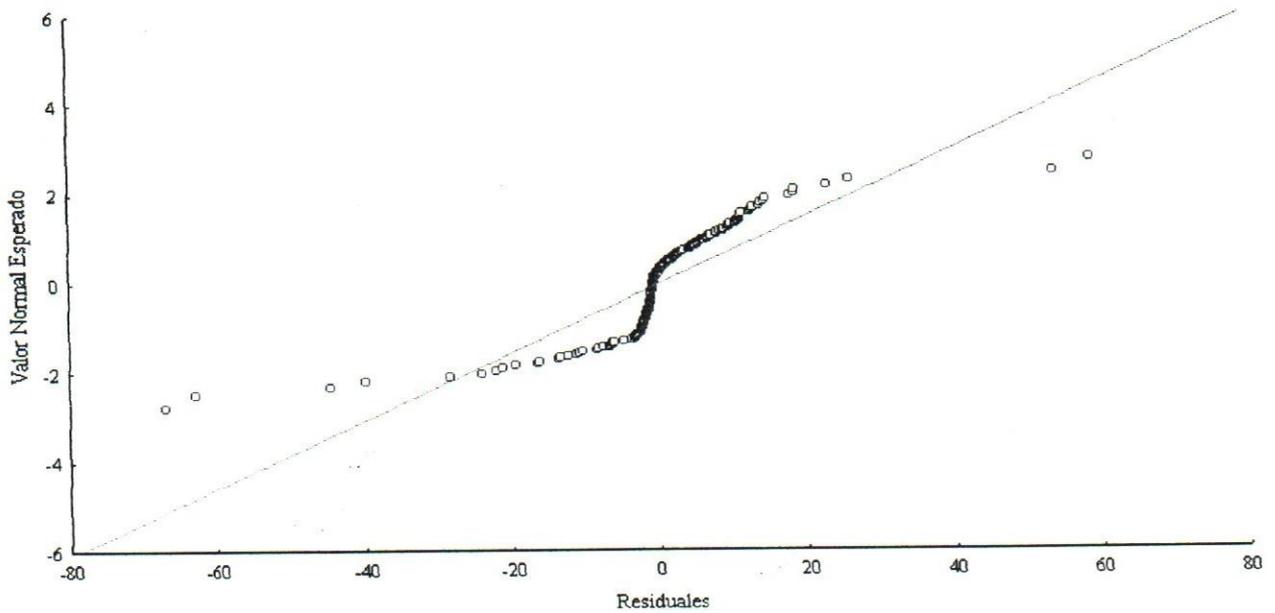


Figura 66. Normalidad de los residuales del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Guataparo Dique.

4.34 Estación climatológica Campo Carabobo

La estación climatológica Campo Carabobo se ubicó en el estado Carabobo a una altitud de 500 m.s.n.m. Se instaló en febrero de 1951 y fue clausurada en enero de 1995. El modelo matemático se obtuvo ajustando 304 registros históricos, se abarcó desde 1951 a 1990, las duraciones consideradas fueron: 15 minutos a 24 horas. La función de pérdida se estabilizó en 10.595,68. Un 96,272 % de la variabilidad de la intensidad máxima de la lluvia fue explicada por el modelo. La Tabla 67 muestra los parámetros del modelo generado. La Tabla 68 exhibe la correlación entre los parámetros

Tabla 67. Parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Campo Carabobo.

	Parámetro			
	k	m	c	n
Estimador	36,886*	0,334*	0,272*	0,893*
Error estándar	2,699	0,008	0,065	0,053

Nota: *: $p < 0,05$ (significativo al 5 %)

Tabla 68. Correlación entre los parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Campo Carabobo.

	k	m	c	n
k	1,000	-0,233	0,977	0,920
m	-0,233	1,000	-0,066	-0,054
c	0,977	-0,066	1,000	0,958
n	0,920	-0,054	0,958	1,000

El modelo presentó discrepancias leves con los valores observados, especialmente entre 20 y 80 mm/h de intensidad de lluvia (Figura 67). Los residuales se aproximan moderadamente bien a

una distribución normal; un ligero sesgo hacia la izquierda de la curva normal se apreció, se encontró nueve valores extremos de importancia, siendo los residuales negativos los que con mayor frecuencia se hallaron (Figura 68).

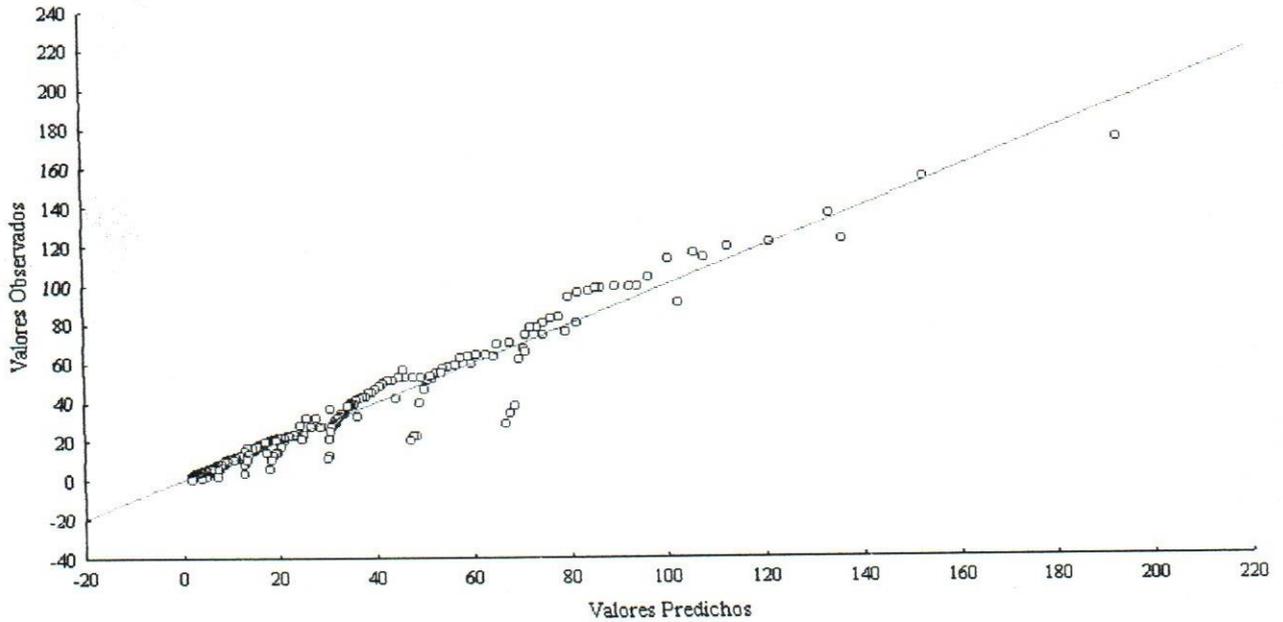


Figura 67. Relación entre los valores predichos por el modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Campo Carabobo y los valores observados.

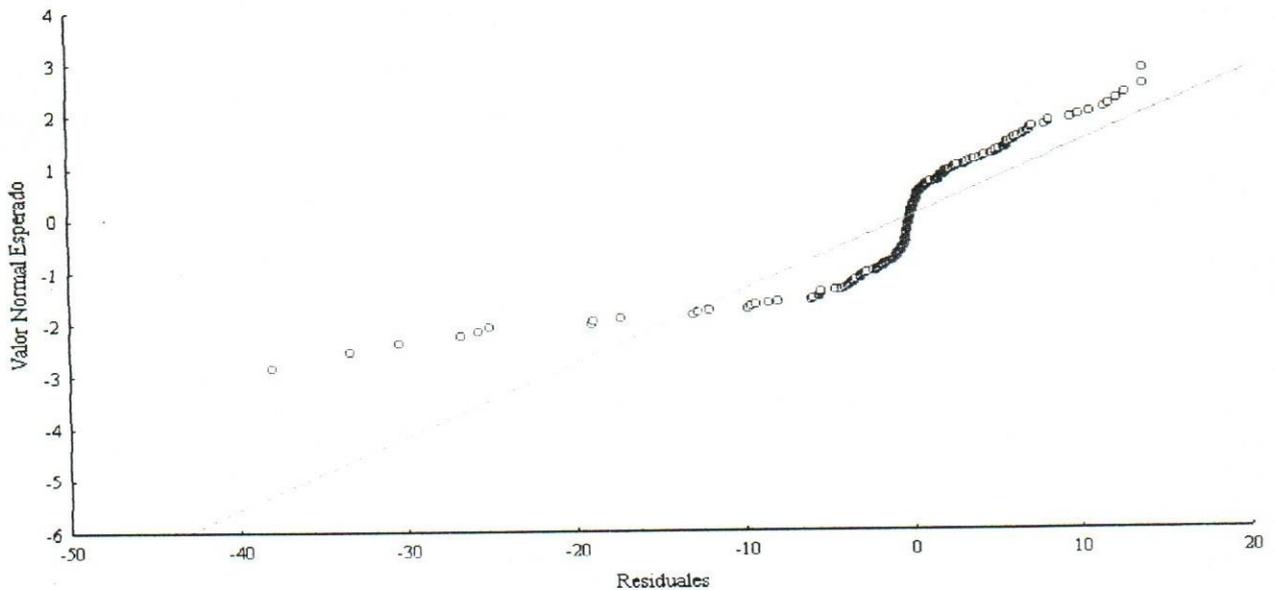


Figura 68. Normalidad de los residuales del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Campo Carabobo.

4.35 Estación climatológica Cachinche

La estación climatológica Cachinche se ubicó en el estado Carabobo. Se instaló en agosto de 1950 y aún permanece operativa. El modelo matemático se obtuvo ajustando 150 registros históricos, se abarcó desde 1968 a 1989, las duraciones consideradas fueron: 15 minutos a 24 horas. La función de pérdida se estabilizó en 7.504,29. Un 94,942 % de la variabilidad de la intensidad máxima de la lluvia fue explicada por el modelo. La Tabla 69 muestra los parámetros del modelo generado. La Tabla 70 exhibe la correlación entre los parámetros

Tabla 69. Parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Cachinche.

	Parámetro			
	k	m	c	n
Estimador	26,994*	0,286*	0,128 ^{n.s.}	0,845*
Error estándar	2,608	0,014	0,087	0,105

Nota: *: $p < 0,05$ (significativo al 5 %); ^{n.s.}: no significativo al 5 %

Tabla 70. Correlación entre los parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Cachinche.

	k	m	c	n
k	1,000	-0,256	0,944	0,838
m	-0,256	1,000	-0,062	-0,060
c	0,944	-0,062	1,000	0,956
n	0,838	-0,060	0,956	1,000

El modelo presentó discrepancias leves con los valores observados, especialmente entre 30 y 80 mm/h de intensidad de lluvia (Figura 69). Los residuales se aproximan moderadamente bien a una distribución normal; un ligero sesgo hacia la derecha de la curva normal se apreció, se

encontró cinco valores extremos de importancia, siendo los residuales positivos los que con mayor frecuencia se hallaron (Figura 70).

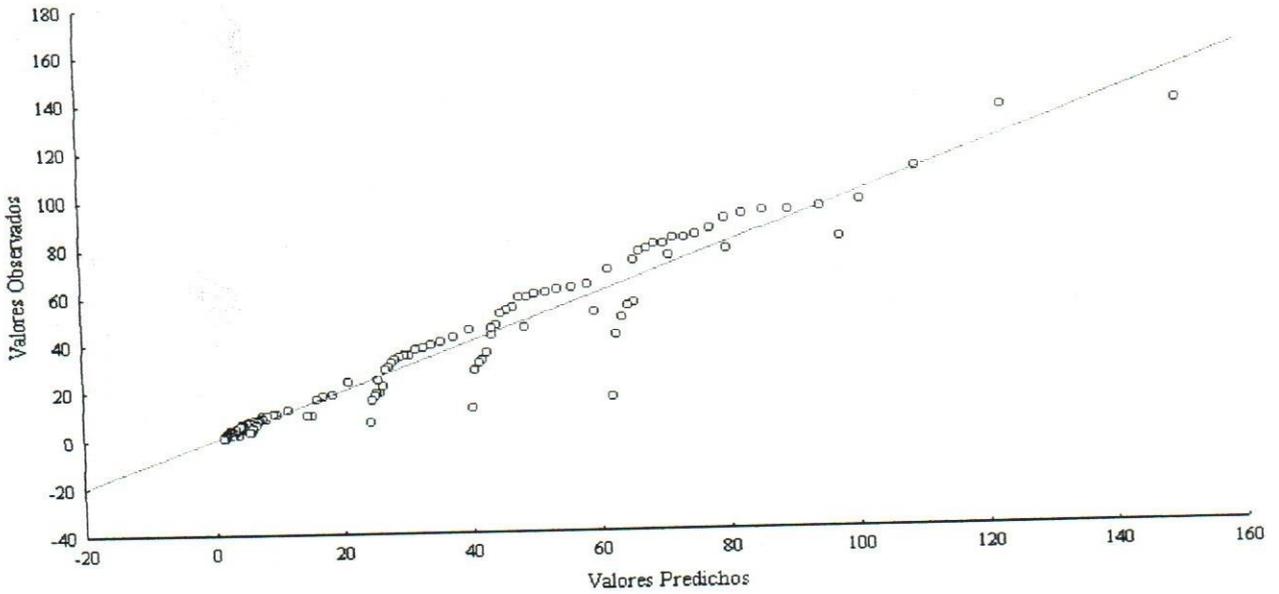


Figura 69. Relación entre los valores predichos por el modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Cachinche y los valores observados.

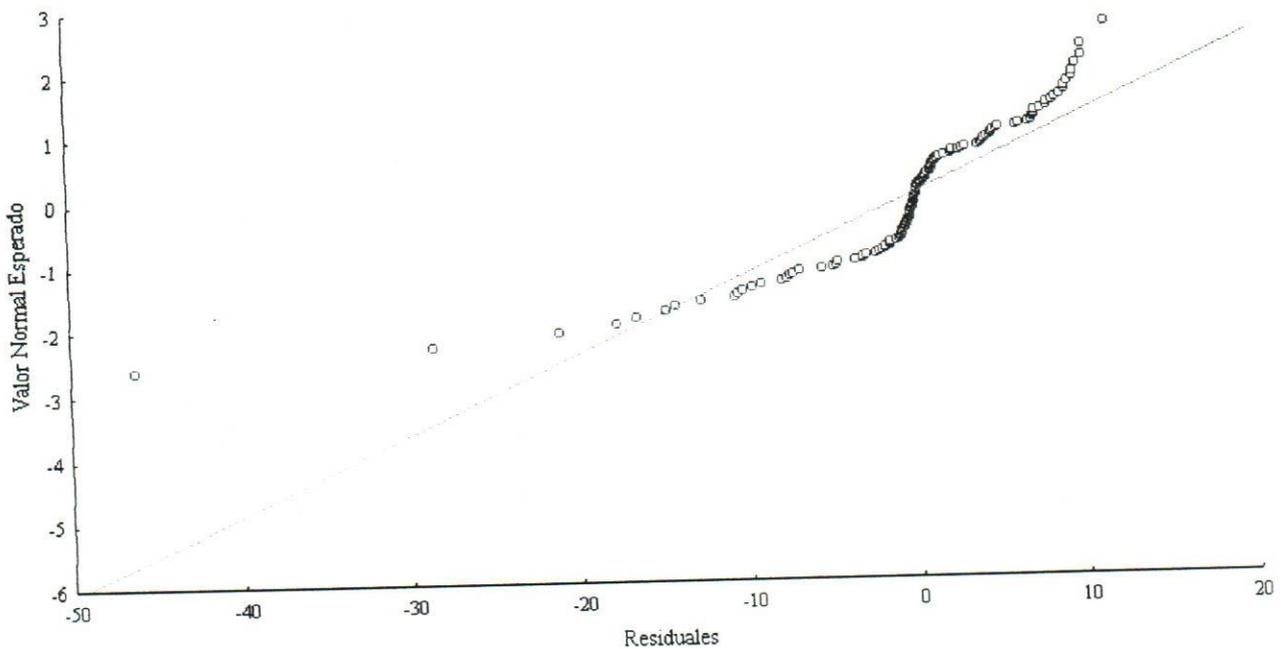


Figura 70. Normalidad de los residuales del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Cachinche.

4.36 Estación climatológica Pao Planta

La estación climatológica Planta se ubicó en el estado Cojedes, a una altitud de 178 m.s.n.m. Se instaló en agosto de 1950 y aún permanece operativa. El modelo matemático se obtuvo ajustando 190 registros históricos, se abarcó desde 1964 a 1990, las duraciones consideradas fueron: 15 minutos a 24 horas. La función de pérdida se estabilizó en 5.798,44. Un 96,068 % de la variabilidad de la intensidad máxima de la lluvia fue explicada por el modelo. La Tabla 71 muestra los parámetros del modelo generado. La Tabla 72 exhibe la correlación entre los parámetros

Tabla 71. Parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Pao Planta.

	Parámetro			
	k	m	c	n
Estimador	46,037*	0,370*	0,473*	1,059*
Error estándar	6,981	0,013	0,129	0,096

Nota: *: $p < 0,05$ (significativo al 5 %)

Tabla 72. Correlación entre los parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Pao Planta.

	k	m	c	n
k	1,000	-0,273	0,990	0,962
m	-0,273	1,000	-0,159	-0,130
c	0,990	-0,159	1,000	0,972
n	0,962	-0,130	0,972	1,000

El modelo presentó discrepancias leves con los valores observados, especialmente entre 10 y 70 mm/h de intensidad de lluvia (Figura 71). Los residuales se aproximan moderadamente bien a

una distribución normal; un ligero sesgo hacia la derecha de la curva normal se apreció, se encontró nueve valores extremos de importancia, siendo los residuales positivos los que con mayor frecuencia se hallaron (Figura 72).

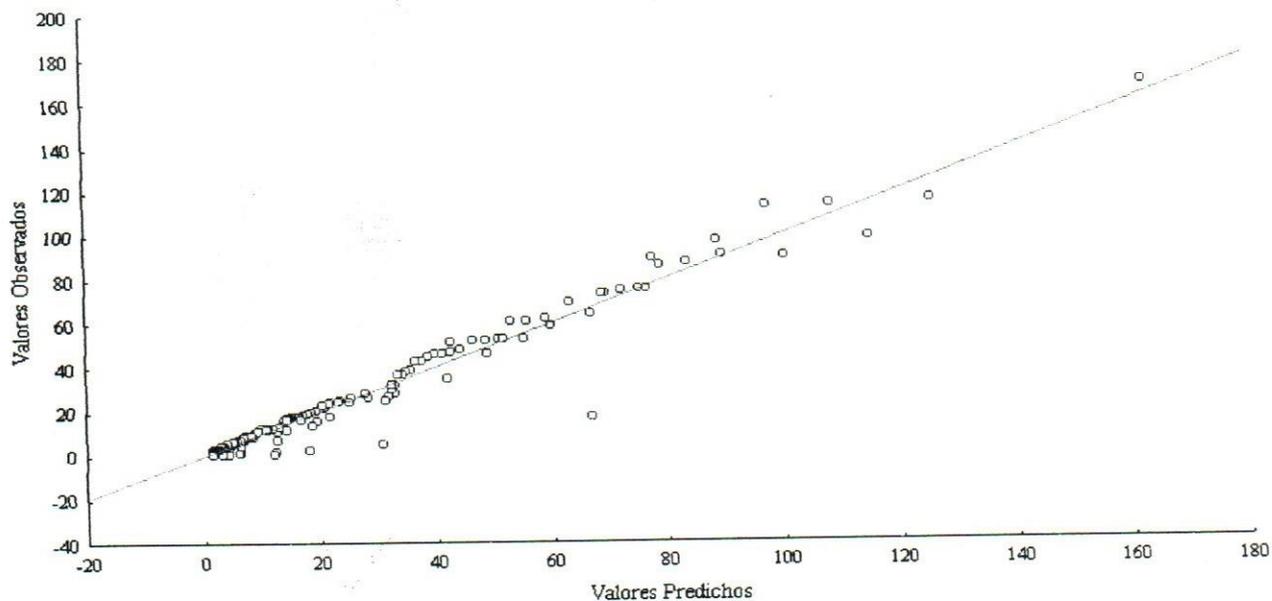


Figura 71. Relación entre los valores predichos por el modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Pao Planta y los valores observados.

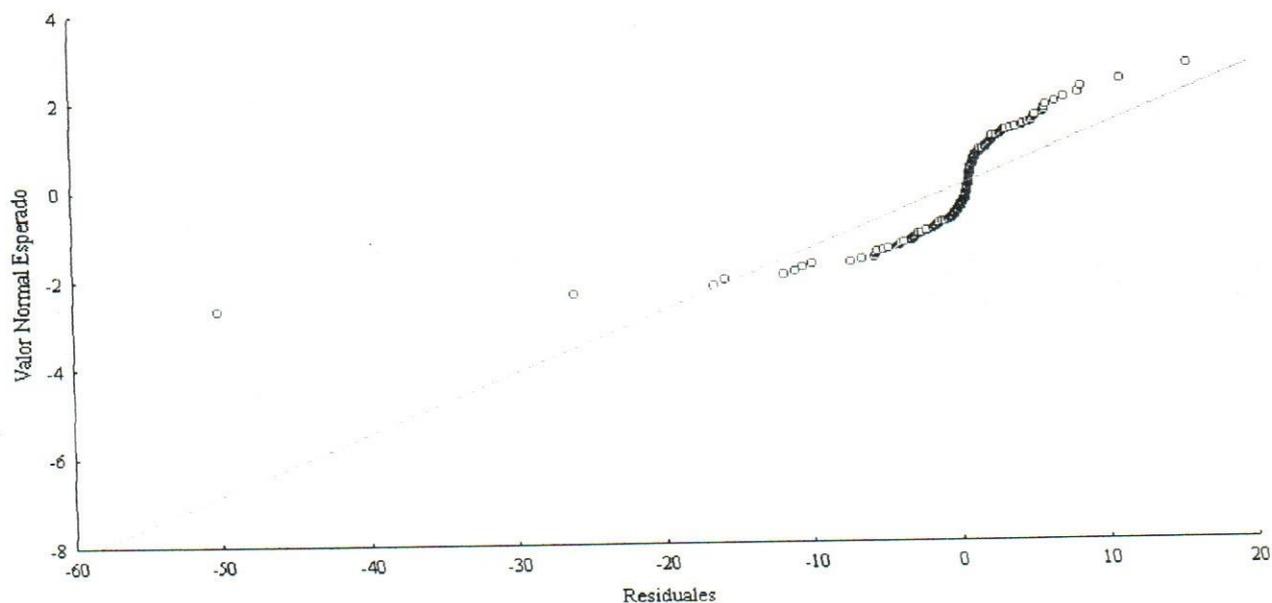


Figura 72. Normalidad de los residuales del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Pao Planta.

4.37 Estación climatológica Pao Oficina

La estación climatológica Pao Oficina se ubicó en el estado Cojedes, a una altitud de 128 m.s.n.m. Se instaló en marzo de 1954 y aún permanece operativa. El modelo matemático se obtuvo ajustando 232 registros históricos, se abarcó desde 1964 a 1990, las duraciones consideradas fueron: 15 minutos a 24 horas. La función de pérdida se estabilizó en 38.872,22. Un 84,201 % de la variabilidad de la intensidad máxima de la lluvia fue explicada por el modelo. La Tabla 73 muestra los parámetros del modelo generado. La Tabla 74 exhibe la correlación entre los parámetros

Tabla 73. Parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Pao Oficina.

	Parámetro			
	k	m	c	n
Estimador	31,544*	0,345*	0,171 ^{n.s.}	0,735*
Error estándar	4,204	0,019	0,128	0,098

Nota: *: $p < 0,05$ (significativo al 5 %); ^{n.s.}: no significativo al 5 %

Tabla 74. Correlación entre los parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Pao Oficina.

	k	m	c	n
k	1,000	-0,266	0,958	0,876
m	-0,266	1,000	-0,050	-0,064
c	0,958	-0,050	1,000	0,945
n	0,876	-0,064	0,945	1,000

El modelo presentó discrepancia moderadas con los valores observados, especialmente entre 20 y 100 mm/h de intensidad de lluvia (Figura 73). Los residuales se aproximan moderadamente

bien a una distribución normal; un ligero sesgo hacia la izquierda de la curva normal se apreció, se encontró ocho valores extremos de importancia, siendo los residuales negativos los que con mayor frecuencia se hallaron (Figura 74).

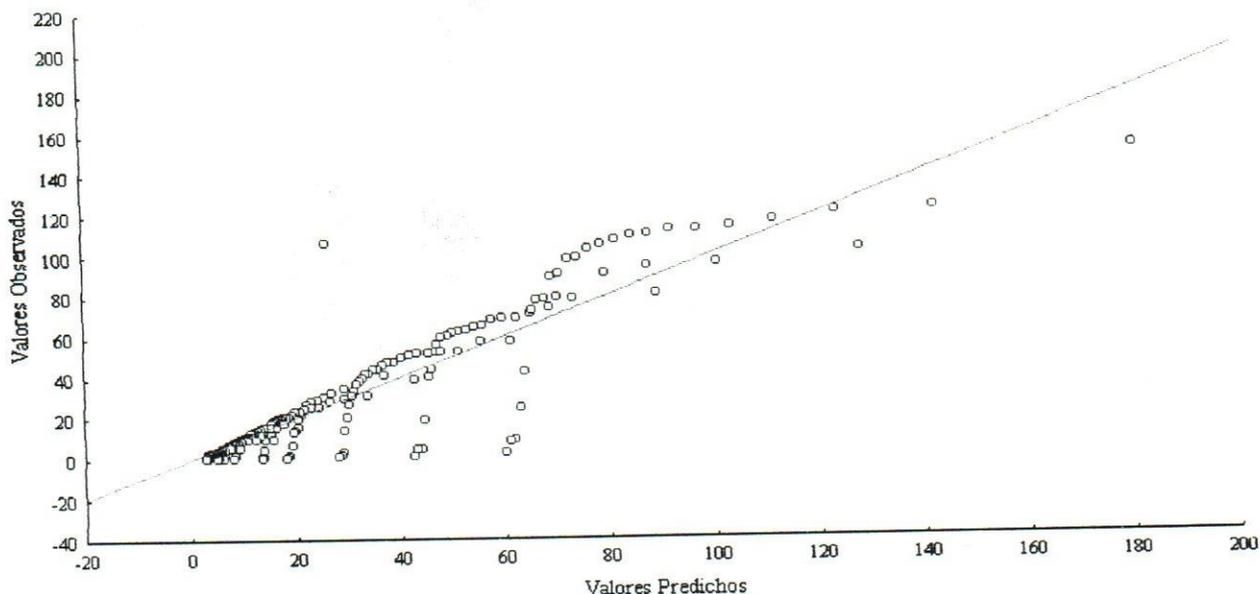


Figura 73. Relación entre los valores predichos por el modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Pao Oficina y los valores observados.

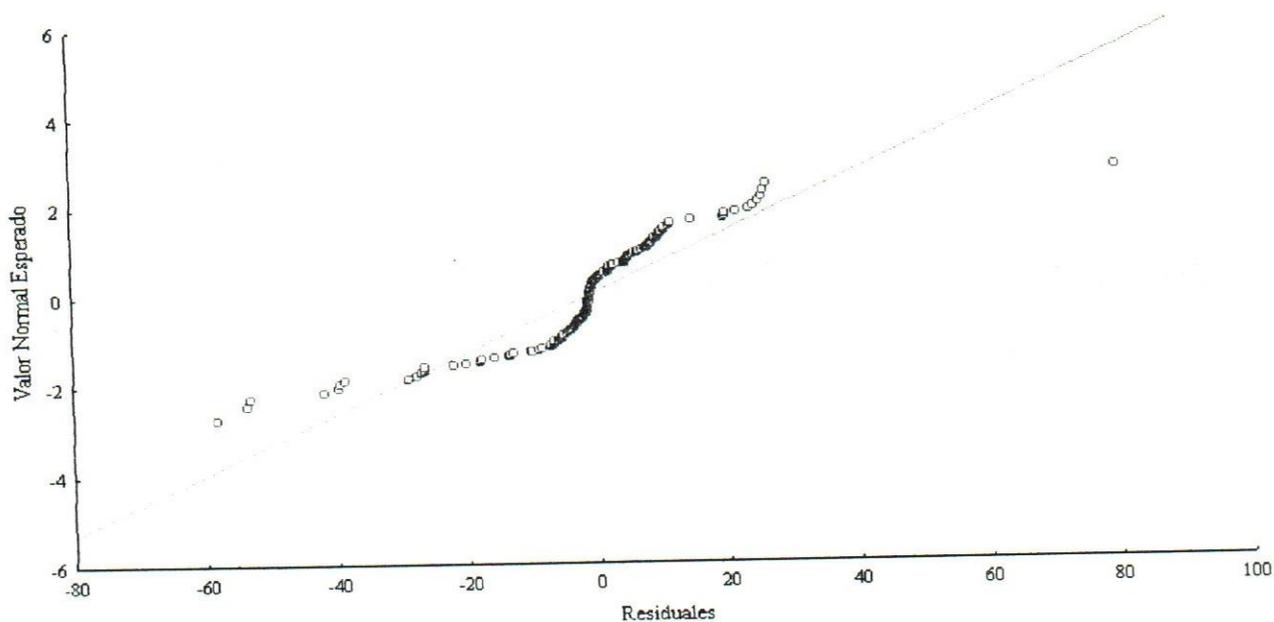


Figura 74. Normalidad de los residuales del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Pao Oficina.

4.38 Estación climatológica Galeras

La estación climatológica Galeras se ubicó en el estado Cojedes, a una altitud de 180 m.s.n.m. Se instaló en mayo de 1958 y aún permanece operativa. El modelo matemático se obtuvo ajustando 191 registros históricos, se abarcó desde 1964 a 1990, las duraciones consideradas fueron: 15 minutos a 24 horas. La función de pérdida se estabilizó en 1.661,27. Un 99,000 % de la variabilidad de la intensidad máxima de la lluvia fue explicada por el modelo. La Tabla 75 muestra los parámetros del modelo generado. La Tabla 76 exhibe la correlación entre los parámetros

Tabla 75. Parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Galeras.

	Parámetro			
	k	m	c	n
Estimador	47,394*	0,320*	0,328*	0,938*
Error estándar	2,238	0,006	0,041	0,032

Nota: *: $p < 0,05$ (significativo al 5 %)

Tabla 76. Correlación entre los parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Galeras.

	k	m	c	n
k	1,000	-0,251	0,976	0,927
m	-0,251	1,000	-0,073	-0,047
c	0,976	-0,073	1,000	0,957
n	0,927	-0,047	0,957	1,000

El modelo presentó discrepancias muy sutiles con los valores observados, especialmente a partir de 100 mm/h de intensidad de lluvia (Figura 75). Los residuales se aproximan bastante bien

a una distribución normal; un leve sesgo hacia la izquierda de la curva normal se apreció, se encontró tres valores extremos de importancia, siendo los residuales negativos los que con mayor frecuencia se hallaron (Figura 76).

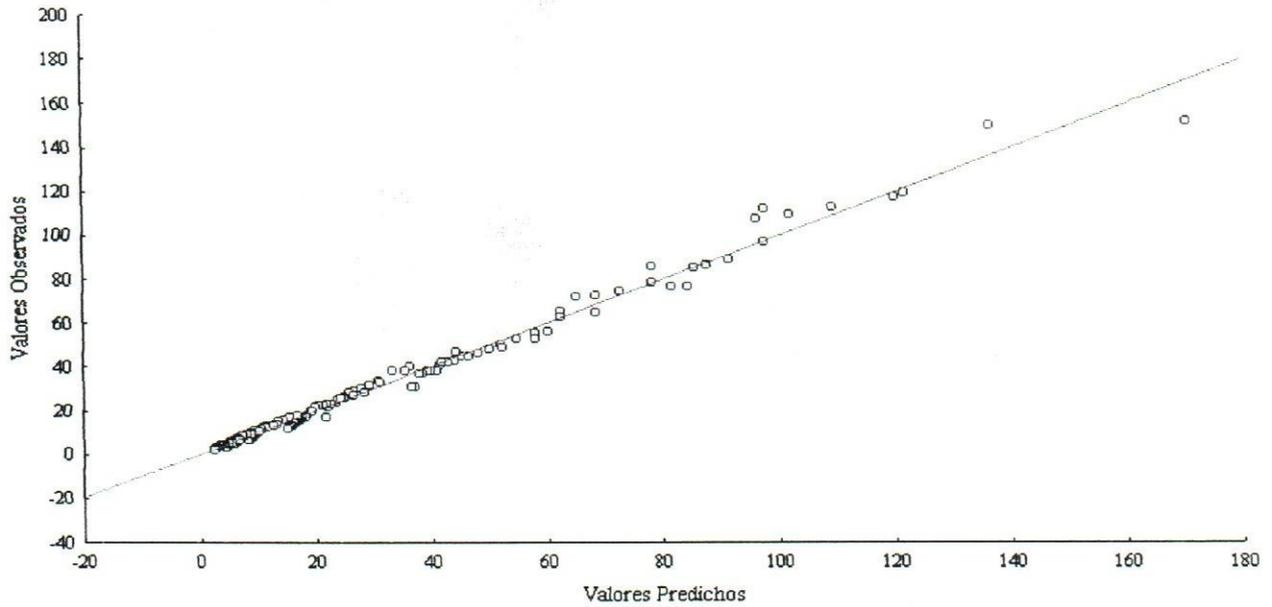


Figura 75. Relación entre los valores predichos por el modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Galeras y los valores observados.

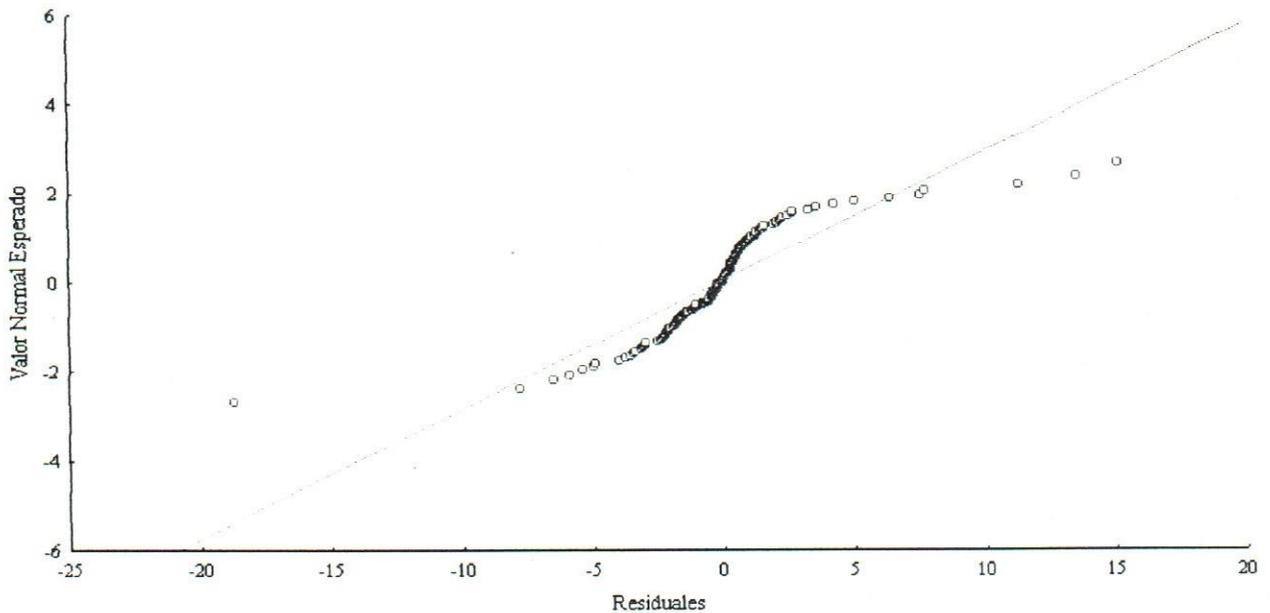


Figura 76. Normalidad de los residuales del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Galeras.

4.39 Estación climatológica Caño Benito

La estación climatológica Caño Benito se ubicó en el estado Cojedes, a una altitud de 160 m.s.n.m. Se instaló en mayo de 1953 y aún permanece operativa. El modelo matemático se obtuvo ajustando 194 registros históricos, se abarcó desde 1954 a 1990, las duraciones consideradas fueron: 15 minutos a 24 horas. La función de pérdida se estabilizó en 4.459,08. Un 96,322 % de la variabilidad de la intensidad máxima de la lluvia fue explicada por el modelo. La Tabla 77 muestra los parámetros del modelo generado. La Tabla 78 exhibe la correlación entre los parámetros

Tabla 77. Parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Caño Benito.

	Parámetro			
	k	m	c	n
Estimador	53,690*	0,303*	0,601*	1,065*
Error estándar	7,572	0,011	0,130	0,085

Nota: * : $p < 0,05$ (significativo al 5 %)

Tabla 78. Correlación entre los parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Caño Benito.

	k	m	c	n
k	1,000	-0,238	0,991	0,964
m	-0,238	1,000	-0,138	-0,110
c	0,991	-0,138	1,000	0,964
n	0,964	-0,110	0,964	1,000

El modelo presentó discrepancias muy sutiles con los valores observados, especialmente a partir de 65 mm/h de intensidad de lluvia (Figura 77). Los residuales se aproximan bastante bien

a una distribución normal; un leve sesgo hacia la derecha de la curva normal se apreció, se encontró once valores extremos de importancia, siendo los residuales positivos los que con mayor frecuencia se hallaron (Figura 78).

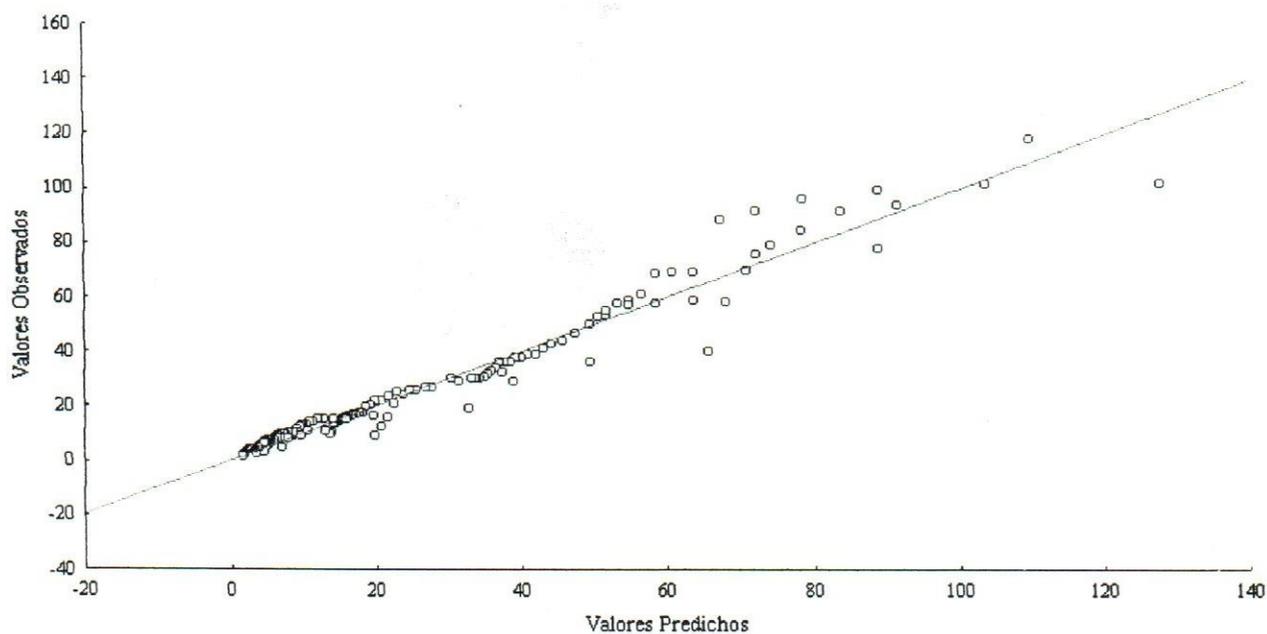


Figura 77. Relación entre los valores predichos por el modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Caño Benito y los valores observados.

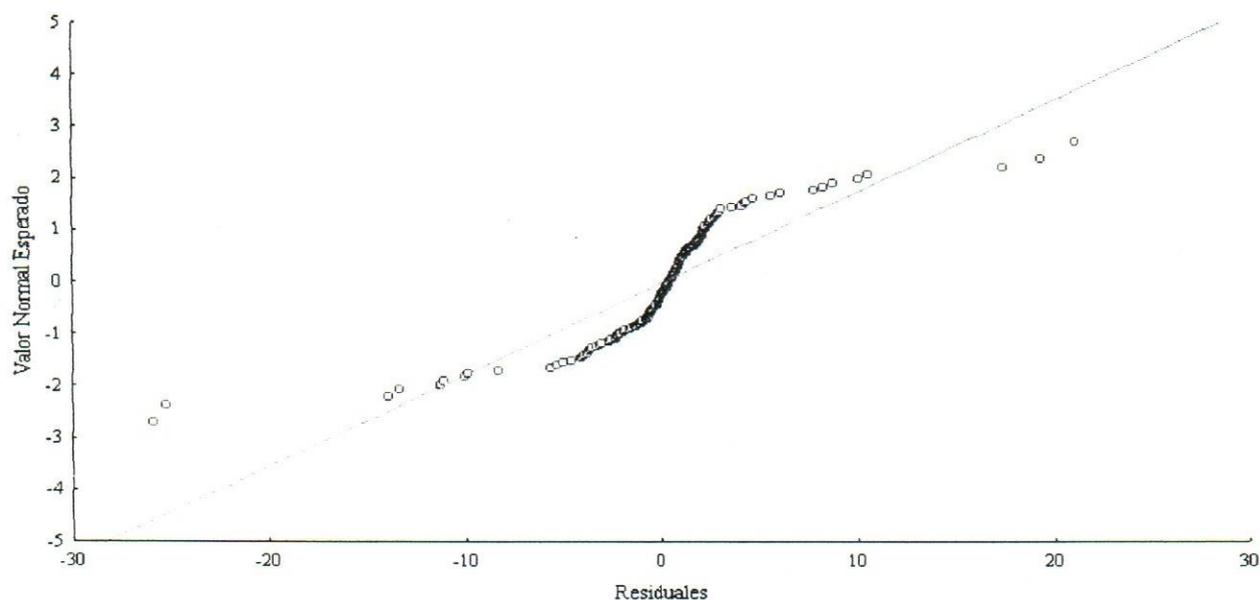


Figura 78. Normalidad de los residuales del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Caño Benito.

4.40 Estación climatológica Manaure

La estación climatológica Manaure se ubicó en el estado Carabobo, a una altitud de 640 m.s.n.m. Se instaló en julio de 1958 y aún permanece operativa. El modelo matemático se obtuvo ajustando 227 registros históricos, se abarcó desde 1963 a 1990, las duraciones consideradas fueron: 15 minutos a 24 horas. La función de pérdida se estabilizó en 12.330,03. Un 93,375 % de la variabilidad de la intensidad máxima de la lluvia fue explicada por el modelo. La Tabla 79 muestra los parámetros del modelo generado. La Tabla 80 exhibe la correlación entre los parámetros

Tabla 79. Parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Manaure.

	Parámetro			
	k	m	c	n
Estimador	36,474*	0,419*	0,513*	1,066*
Error estándar	9,761	0,013	0,232	0,175

Nota: * : $p < 0,05$ (significativo al 5 %)

Tabla 80. Correlación entre los parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Manaure.

	k	m	c	n
k	1,000	-0,252	0,996	0,978
m	-0,252	1,000	-0,175	-0,162
c	0,996	-0,175	1,000	0,982
n	0,978	-0,162	0,982	1,000

El modelo presentó discrepancias muy sutiles con los valores observados, especialmente entre 20 y 60 mm/h de intensidad de lluvia (Figura 79). Los residuales se aproximan moderadamente

bien a una distribución normal; un leve sesgo hacia la derecha de la curva normal se apreció, se encontró nueve valores extremos de importancia, siendo los residuales positivos los que con mayor frecuencia se hallaron (Figura 80).

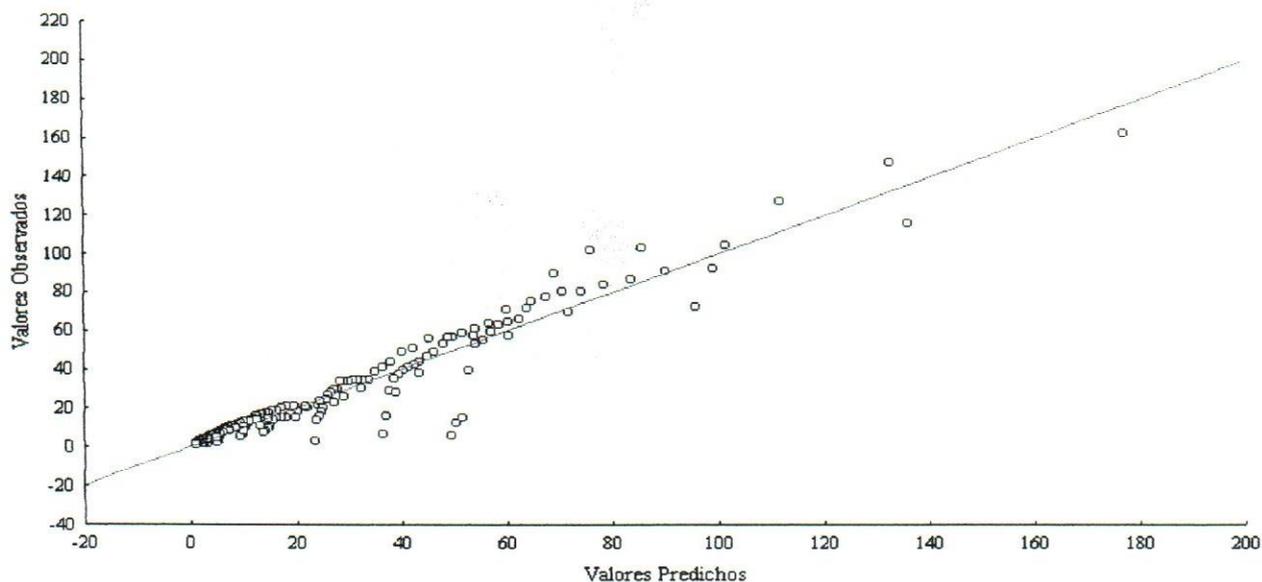


Figura 79. Relación entre los valores predichos por el modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Manaure y los valores observados.

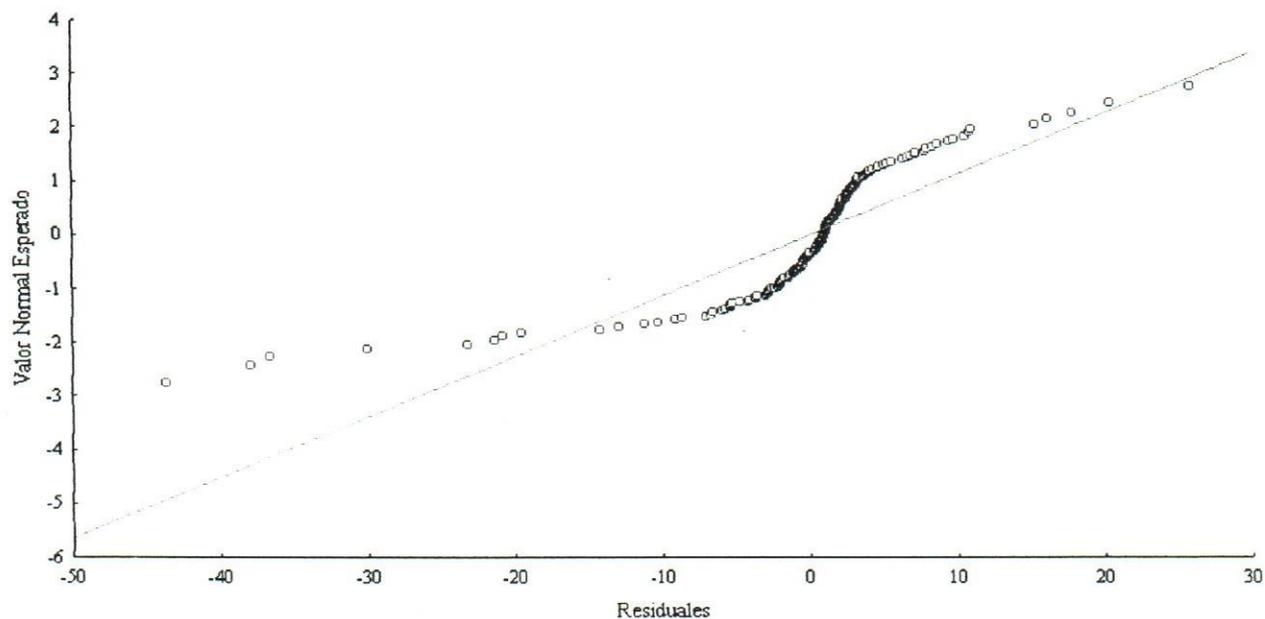


Figura 80. Normalidad de los residuales del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Manaure.

4.41 Estación climatológica Mata Oscura

La estación climatológica Mata Oscura se ubicó en el estado Cojedes, a una altitud de 120 m.s.n.m. Se instaló en mayo de 1958 y fue clausurada en enero de 1984. El modelo matemático se obtuvo ajustando 161 registros históricos, se abarcó desde 1963 a 1983, las duraciones consideradas fueron: 15 minutos a 24 horas. La función de pérdida se estabilizó en 14.549,53. Un 88,063 % de la variabilidad de la intensidad máxima de la lluvia fue explicada por el modelo. La Tabla 81 muestra los parámetros del modelo generado. La Tabla 82 exhibe la correlación entre los parámetros

Tabla 81. Parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Mata Oscura.

	Parámetro			
	k	m	c	n
Estimador	41,371*	0,114*	0,155 ^{n.s.}	0,779*
Error estándar	5,455	0,026	0,118	0,097

Nota: *: $p < 0,05$ (significativo al 5 %); ^{n.s.}: no significativo al 5 %

Tabla 82. Correlación entre los parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Mata Oscura.

	k	m	c	n
k	1,000	-0,365	0,960	0,873
m	-0,365	1,000	-0,161	-0,126
c	0,960	-0,161	1,000	0,945
n	0,873	-0,126	0,945	1,000

El modelo presentó discrepancias muy sutiles con los valores observados, especialmente a partir de 30 mm/h de intensidad de lluvia (Figura 81). Los residuales se aproximan

moderadamente bien a una distribución normal; un leve sesgo hacia la izquierda de la curva normal se apreció, se encontró once valores extremos de importancia, siendo los residuales negativos los que con mayor frecuencia se hallaron (Figura 82).

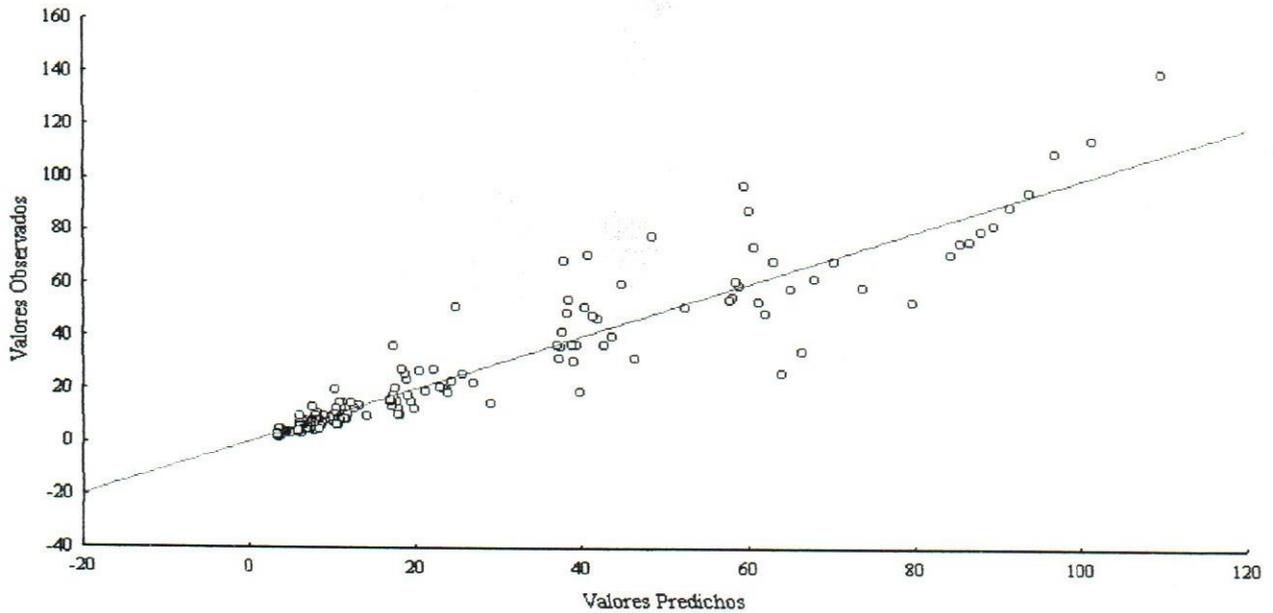


Figura 81. Relación entre los valores predichos por el modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Mata Oscura y los valores observados.

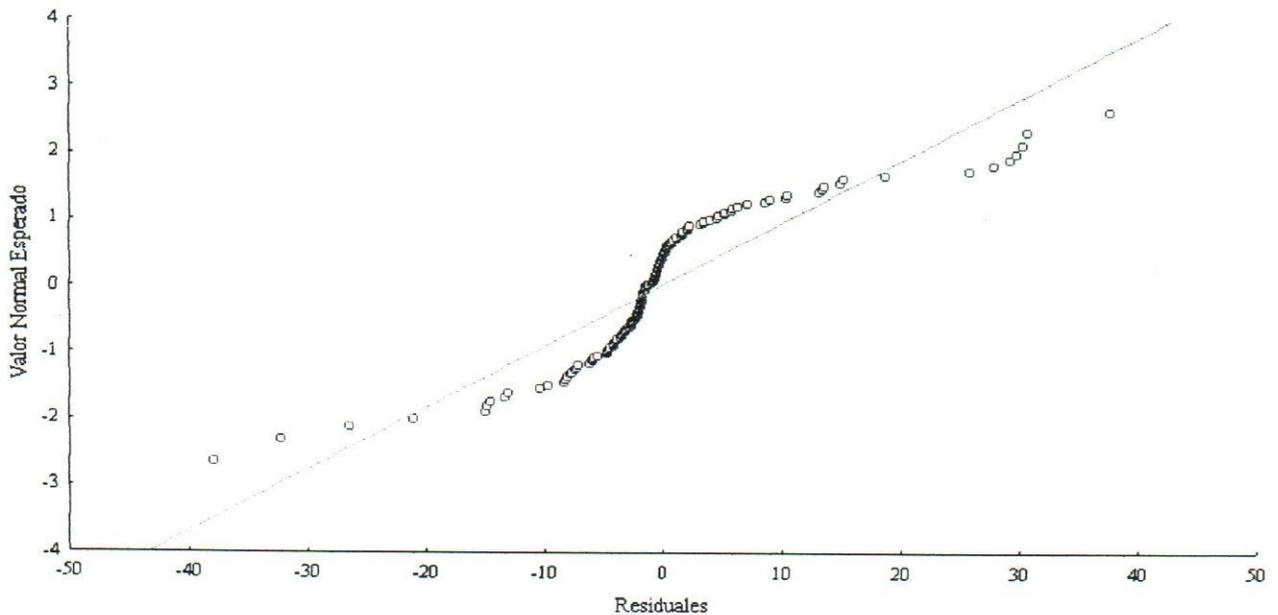


Figura 82. Normalidad de los residuales del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Mata Oscura.

4.42 Estación climatológica Hato Paradero

La estación climatológica Hato Paradero se ubicó en el estado Guárico, a una altitud de 318 m.s.n.m. Se instaló en agosto de 1961 y fue clausurada en enero de 1997. El modelo matemático se obtuvo ajustando 225 registros históricos, se abarcó desde 1961 a 1990, las duraciones consideradas fueron: 15 minutos a 24 horas. La función de pérdida se estabilizó en 5.035,86. Un 96,422 % de la variabilidad de la intensidad máxima de la lluvia fue explicada por el modelo. La Tabla 83 muestra los parámetros del modelo generado. La Tabla 84 exhibe la correlación entre los parámetros

Tabla 83. Parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Hato Paradero.

	Parámetro			
	k	m	c	n
Estimador	35,761*	0,295*	0,302*	0,945*
Error estándar	3,072	0,010	0,074	0,062

Nota: * : $p < 0,05$ (significativo al 5 %)

Tabla 84. Correlación entre los parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Hato Paradero.

	k	m	c	n
k	1,000	-0,248	0,979	0,926
m	-0,248	1,000	-0,088	-0,062
c	0,979	-0,088	1,000	0,960
N	0,926	-0,062	0,960	1,000

El modelo presentó discrepancias muy sutiles con los valores observados, especialmente entre 20 y 80 mm/h de intensidad de lluvia (Figura 83). Los residuales se aproximan moderadamente

bien a una distribución normal; un leve sesgo hacia la derecha de la curva normal se apreció, se encontró diez valores extremos de importancia, siendo los residuales positivos los que con mayor frecuencia se hallaron (Figura 84).

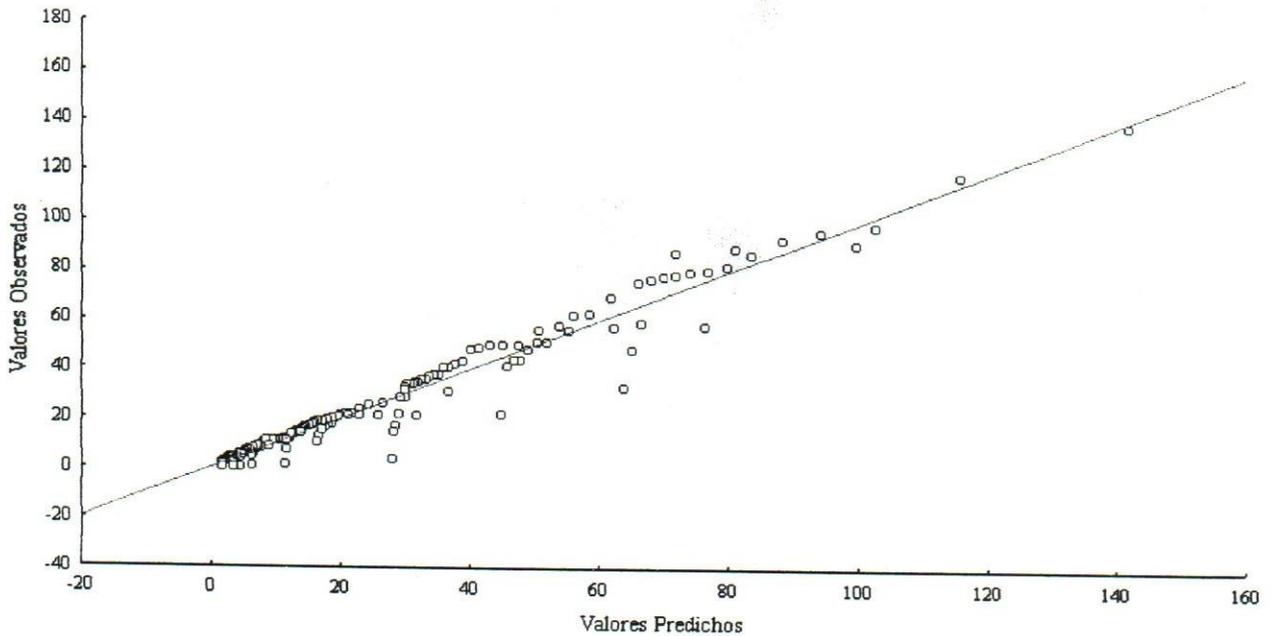


Figura 83. Relación entre los valores predichos por el modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Hato Paradero y los valores observados.

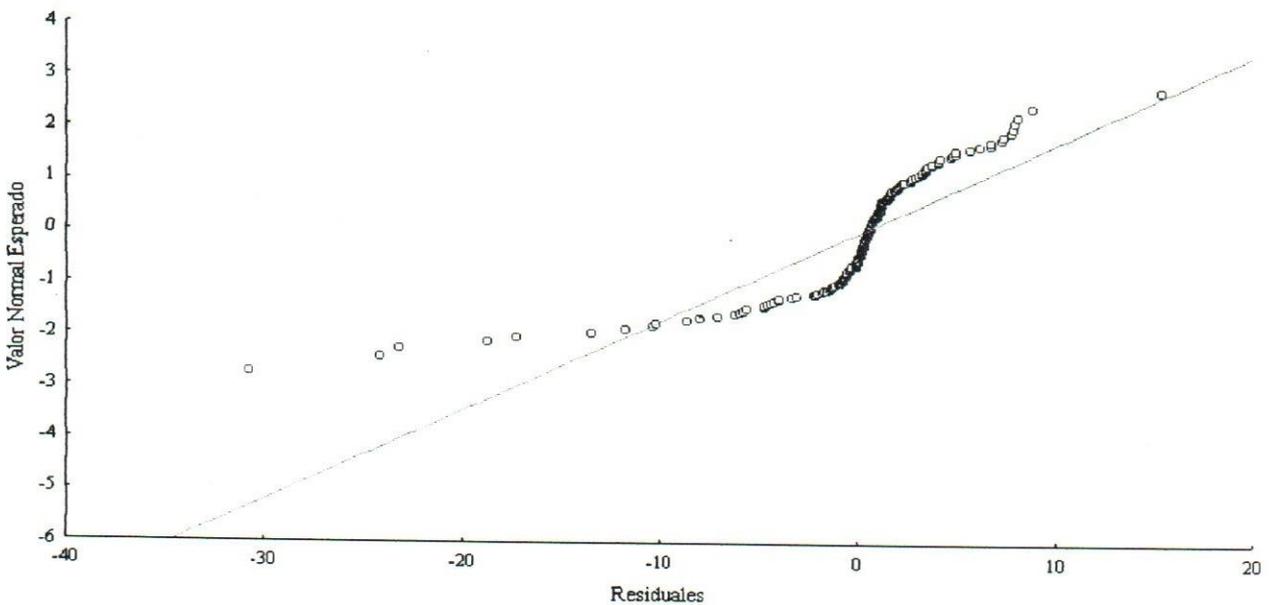


Figura 84. Normalidad de los residuales del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Hato Paradero.

4.43 Estación climatológica San José de Tiznados

La estación climatológica San José de Tiznados se ubicó en el estado Guárico, a una altitud de 126 m.s.n.m. Se instaló en agosto de 1961 y aún permanece operativa. El modelo matemático se obtuvo ajustando 136 registros históricos, se abarcó desde 1967 a 1990, las duraciones consideradas fueron: 15 minutos a 24 horas. La función de pérdida se estabilizó en 4.525,02. Un 96,401 % de la variabilidad de la intensidad máxima de la lluvia fue explicada por el modelo. La Tabla 85 muestra los parámetros del modelo generado. La Tabla 86 exhibe la correlación entre los parámetros

Tabla 85. Parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación San José de Tiznados.

	Parámetro			
	k	m	c	n
Estimador	54,583*	0,296*	0,591*	0,983*
Error estándar	13,521	0,013	0,243	0,146

Nota: * : $p < 0,05$ (significativo al 5 %)

Tabla 86. Correlación entre los parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación San José de Tiznados.

	k	m	c	n
k	1,000	-0,203	0,996	0,981
m	-0,203	1,000	-0,134	-0,132
c	0,996	-0,134	1,000	0,982
n	0,981	-0,132	0,982	1,000

El modelo presentó discrepancias muy sutiles con los valores observados, especialmente entre 40 y 90 mm/h de intensidad de lluvia (Figura 85). Los residuales se aproximan moderadamente

bien a una distribución normal; un leve sesgo hacia la derecha de la curva normal se apreció, se encontró ocho valores extremos de importancia, siendo los residuales positivos los que con mayor frecuencia se hallaron (Figura 86).

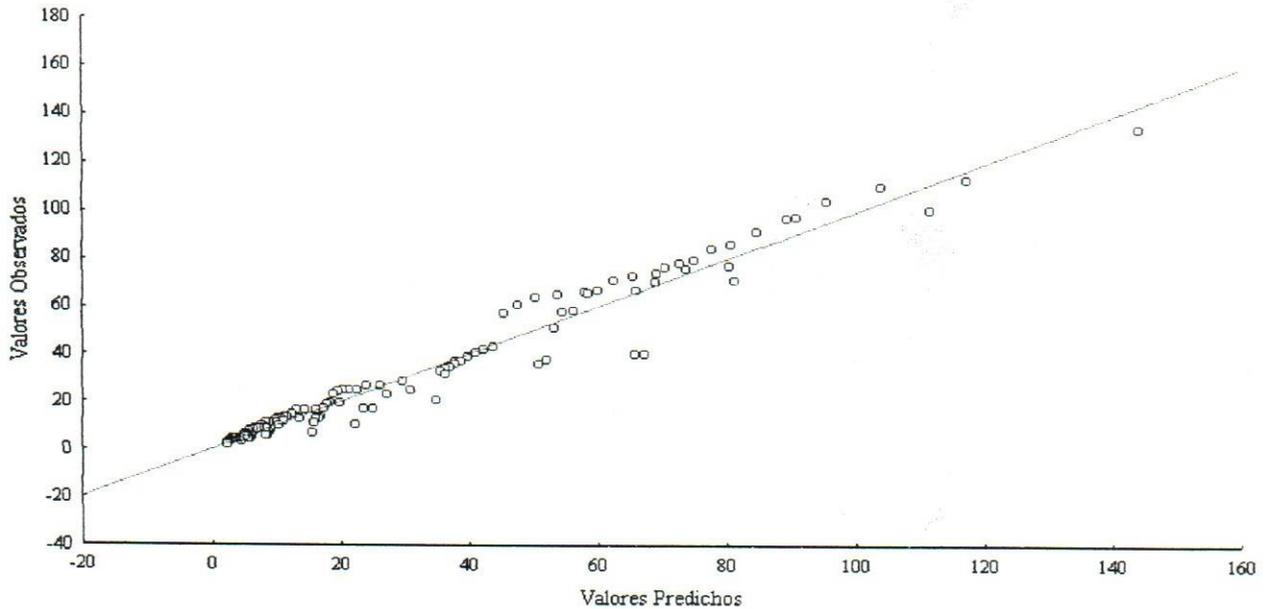


Figura 85. Relación entre los valores predichos por el modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación San José de Tiznados y los valores observados.

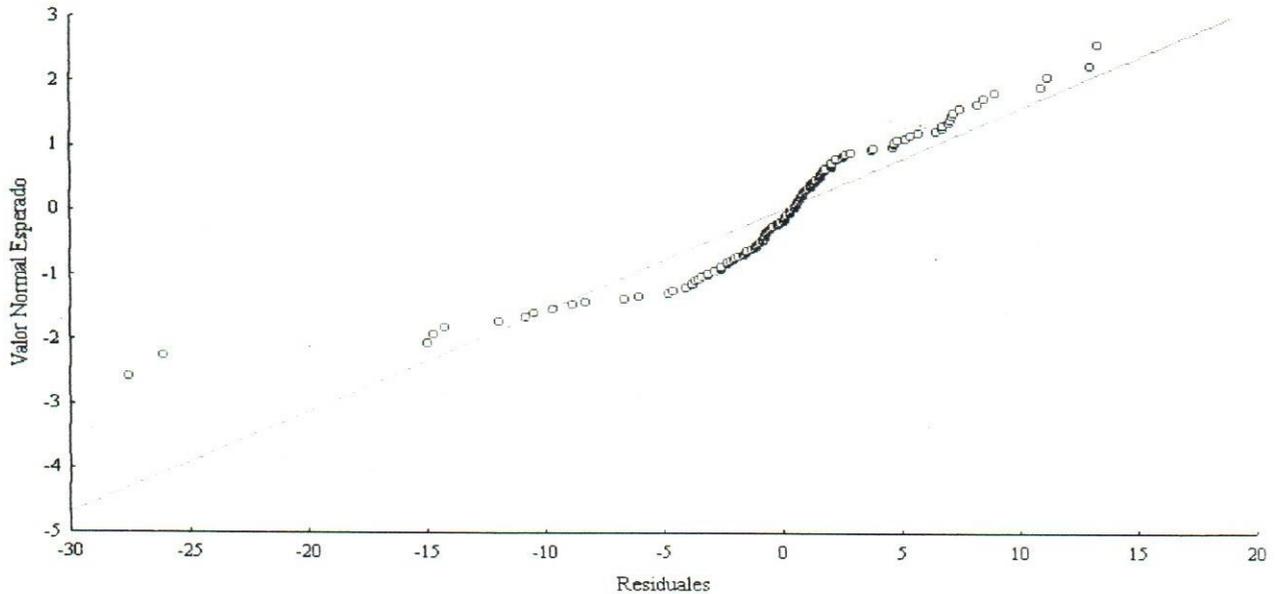


Figura 86. Normalidad de los residuales del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación San José de Tiznados.

4.44 Estación climatológica Los Naranjos

La estación climatológica Los Naranjos se ubicó en el estado Guárico, a una altitud de 78 m.s.n.m. Se instaló en junio de 1952 y aún permanece operativa. El modelo matemático se obtuvo ajustando 192 registros históricos, se abarcó desde 1954 a 1990, las duraciones consideradas fueron: 15 minutos a 24 horas. La función de pérdida se estabilizó en 13.315,33. Un 93,329 % de la variabilidad de la intensidad máxima de la lluvia fue explicada por el modelo. La Tabla 87 muestra los parámetros del modelo generado. La Tabla 88 exhibe la correlación entre los parámetros

Tabla 87. Parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Los Naranjos.

	Parámetro			
	k	m	c	n
Estimador	43,412*	0,331*	0,333*	0,957*
Error estándar	6,054	0,015	0,121	0,100

Nota: * : $p < 0,05$ (significativo al 5 %)

Tabla 88. Correlación entre los parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Los Naranjos.

	k	m	c	n
k	1,000	-0,229	0,981	0,931
m	-0,229	1,000	-0,074	-0,054
c	0,981	-0,074	1,000	0,960
n	0,931	-0,054	0,960	1,000

El modelo presentó discrepancias muy sutiles con los valores observados, siendo notable en el rango entre 20 y 90 mm/h de intensidad de lluvia (Figura 87). Los residuales se aproximan

moderadamente bien a una distribución normal; un leve sesgo hacia la derecha de la curva normal se apreció, se encontró dos valores extremos de importancia, siendo los residuales positivos los que con mayor frecuencia se hallaron (Figura 88).

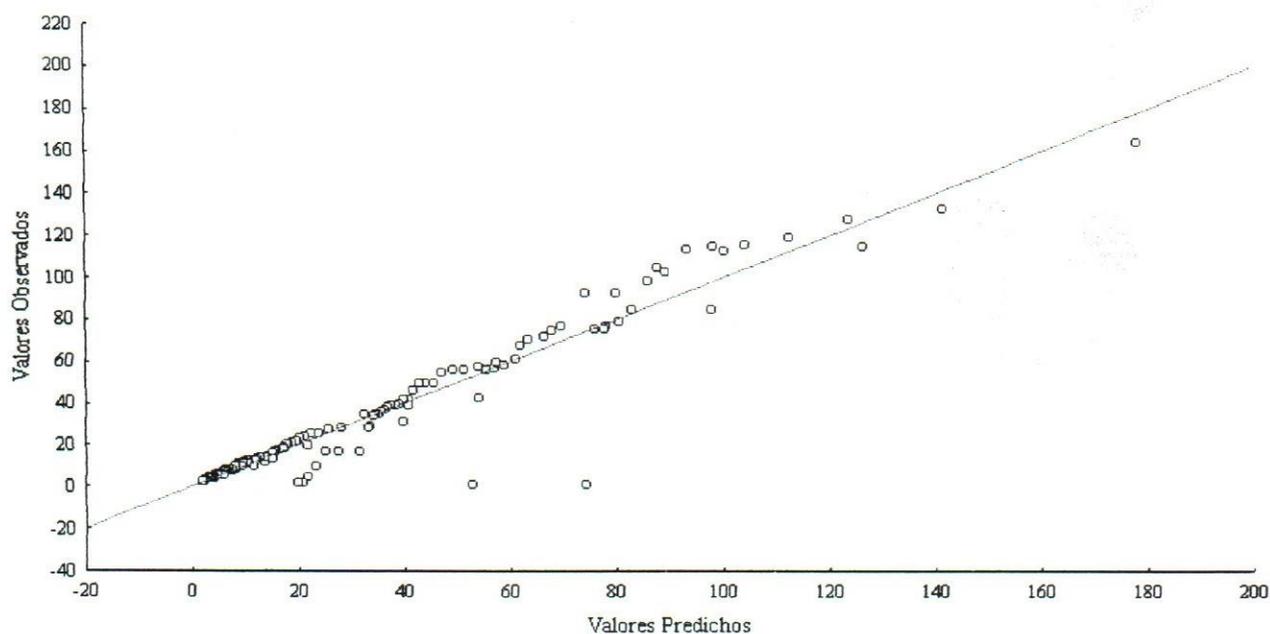


Figura 87. Relación entre los valores predichos por el modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Los Naranjos y los valores observados.

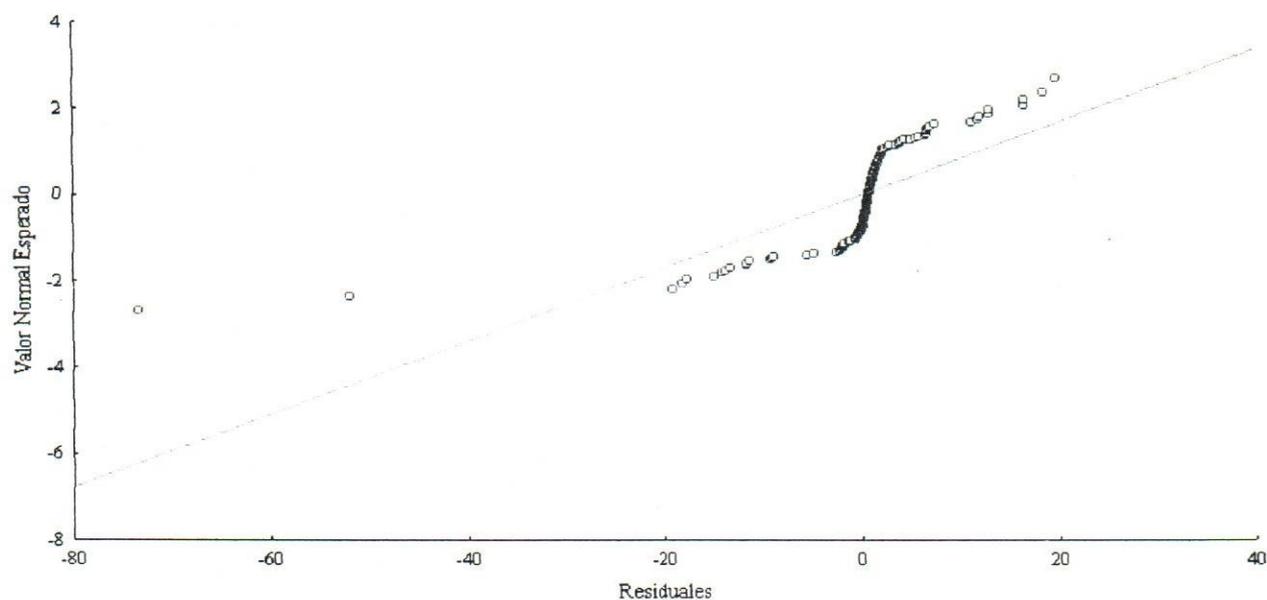


Figura 88. Normalidad de los residuales del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Los Naranjos.

4.45 Estación climatológica Corozo Pando

La estación climatológica Corozo Pando se ubicó en el estado Guárico, a una altitud de 65 m.s.n.m. Se instaló en junio de 1952 y aún permanece operativa. El modelo matemático se obtuvo ajustando 191 registros históricos, se abarcó desde 1959 a 1990, las duraciones consideradas fueron: 15 minutos a 24 horas. La función de pérdida se estabilizó en 8.282,51. Un 95,638 % de la variabilidad de la intensidad máxima de la lluvia fue explicada por el modelo. La Tabla 89 muestra los parámetros del modelo generado. La Tabla 90 exhibe la correlación entre los parámetros

Tabla 89. Parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Corozo Pando.

	Parámetro			
	k	m	c	n
Estimador	39,947*	0,275*	0,166*	0,823*
Error estándar	2,855	0,013	0,061	0,055

Nota: * : $p < 0,05$ (significativo al 5 %)

Tabla 90. Correlación entre los parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Corozo Pando.

	k	m	c	n
k	1,000	-0,301	0,954	0,869
m	-0,301	1,000	-0,073	-0,054
c	0,954	-0,073	1,000	0,947
n	0,869	-0,054	0,947	1,000

El modelo presentó discrepancias muy sutiles con los valores observados, especialmente entre 50 y 90 mm/h de intensidad de lluvia (Figura 89). Los residuales se aproximan moderadamente

bien a una distribución normal; un ligero sesgo hacia la izquierda de la curva normal se apreció, se encontró once valores extremos de importancia, siendo los residuales negativos los que con mayor frecuencia se hallaron (Figura 90).

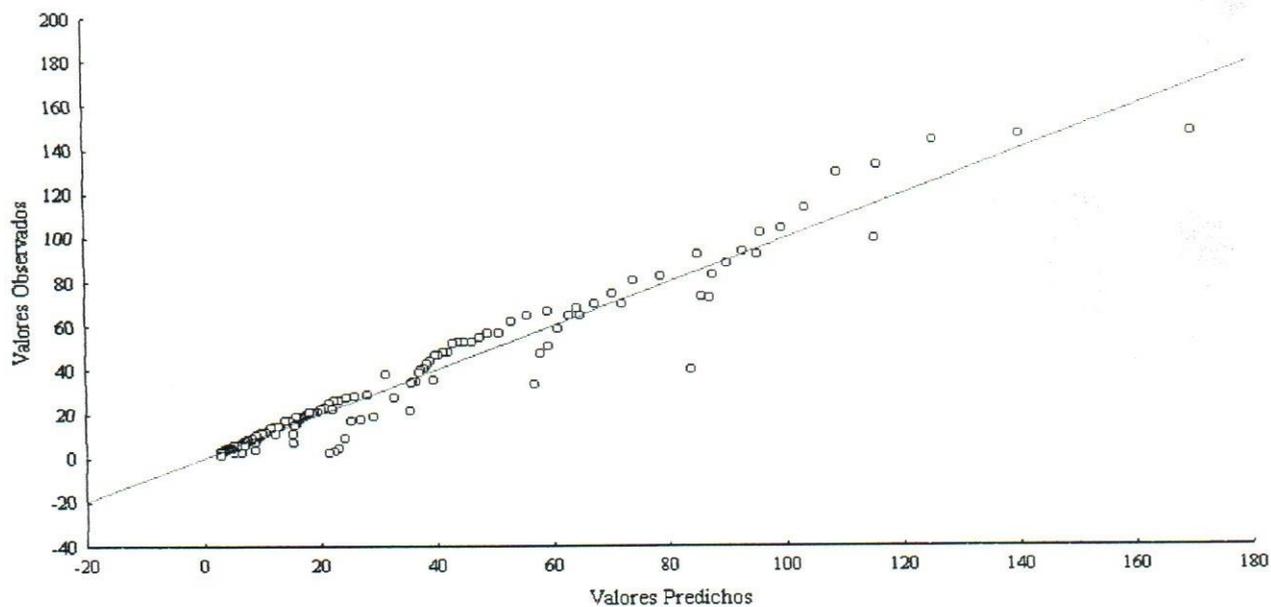


Figura 89. Relación entre los valores predichos por el modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Corozo Pando y los valores observados.

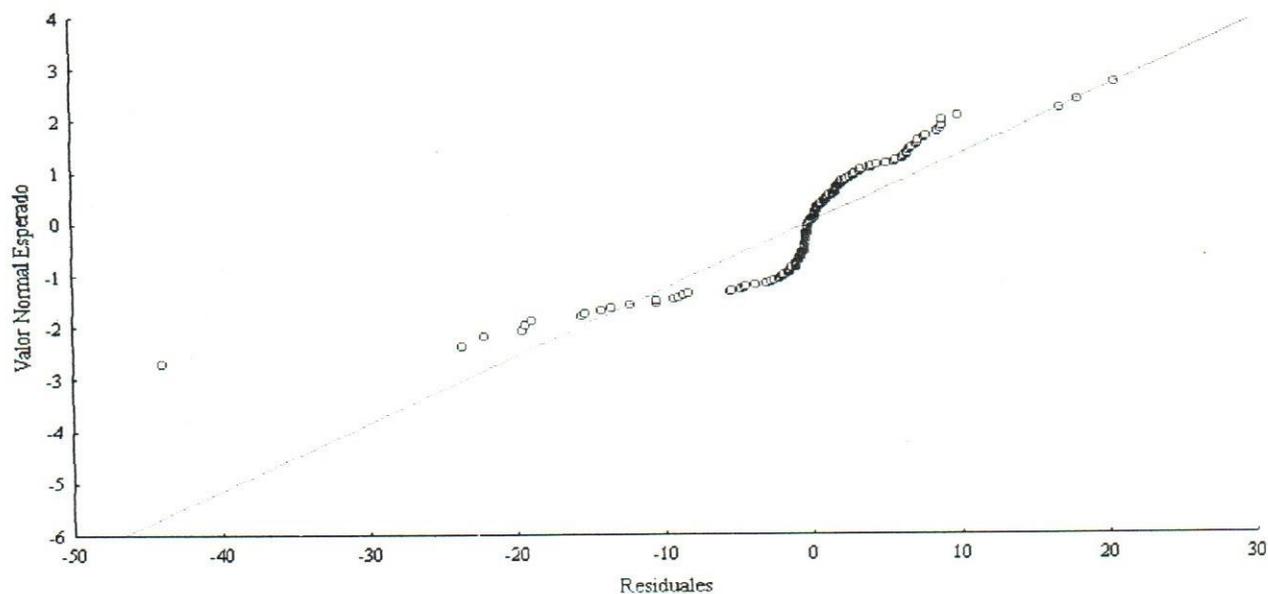


Figura 90. Normalidad de los residuales del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Corozo Pando.

4.46 Estación climatológica Sarare

La estación climatológica Sarare se ubicó en el estado Lara, a una altitud de 278 m.s.n.m. Se instaló en agosto de 1945 y aún permanece operativa. El modelo matemático se obtuvo ajustando 232 registros históricos, se abarcó desde 1958 a 1990, las duraciones consideradas fueron: 15 minutos a 24 horas. La función de pérdida se estabilizó en 3.154,50. Un 98,651 % de la variabilidad de la intensidad máxima de la lluvia fue explicada por el modelo. La Tabla 91 muestra los parámetros del modelo generado. La Tabla 92 exhibe la correlación entre los parámetros

Tabla 91. Parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Sarare.

	Parámetro			
	k	m	c	n
Estimador	37,420*	0,296*	0,215*	0,858*
Error estándar	1,630	0,006	0,039	0,034

Nota: *: $p < 0,05$ (significativo al 5 %)

Tabla 92. Correlación entre los parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Sarare.

	k	m	c	n
k	1,000	-0,211	0,969	0,897
m	-0,211	1,000	-0,022	-0,022
c	0,969	-0,022	1,000	0,954
n	0,897	-0,022	0,954	1,000

El modelo presentó discrepancias muy sutiles con los valores observados, especialmente entre 20 y 80 mm/h de intensidad de lluvia (Figura 91). Los residuales se aproximan moderadamente

bien a una distribución normal; un ligero sesgo hacia la izquierda de la curva normal se apreció, se encontró once valores extremos de importancia, siendo los residuales negativos los que con mayor frecuencia se hallaron (Figura 92).

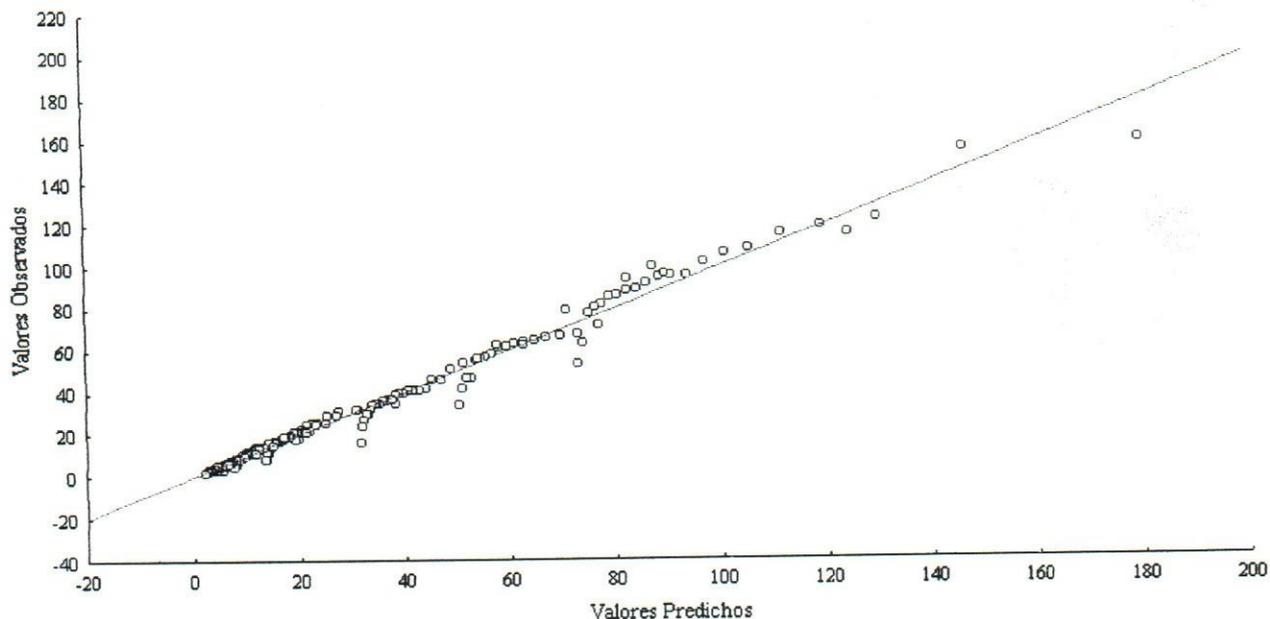


Figura 91. Relación entre los valores predichos por el modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Sarare y los valores observados.

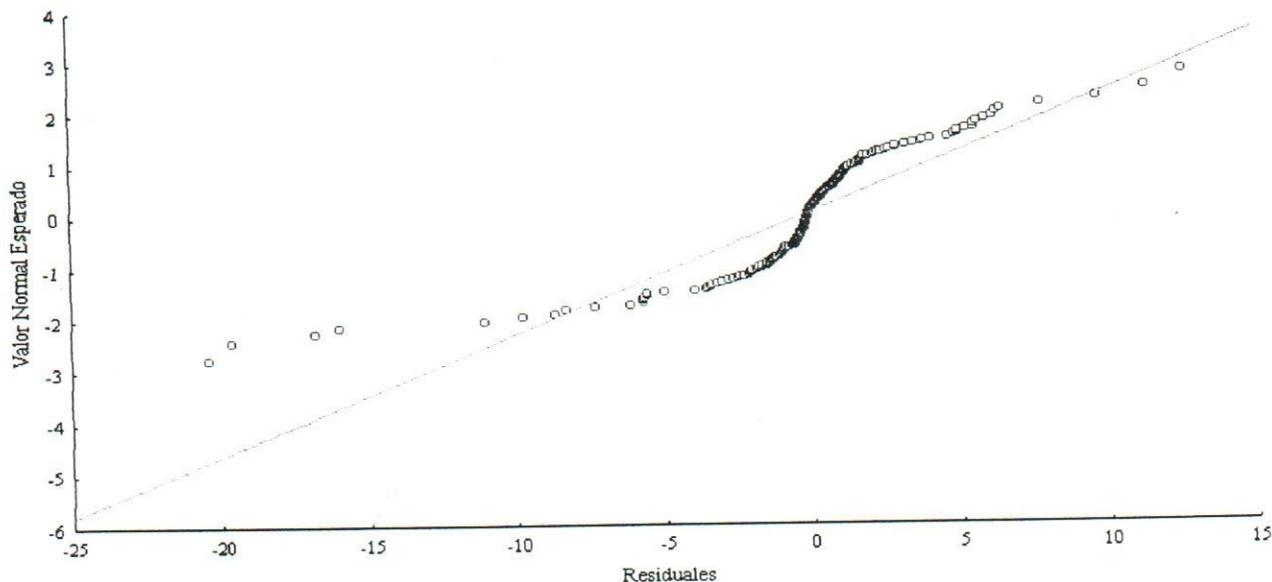


Figura 92. Normalidad de los residuales del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Sarare.

4.47 Estación climatológica Arismendi

La estación climatológica Arismendi se ubicó en el estado Cojedes, a una altitud de xxx m.s.n.m. Se instaló en agosto de xxx y aún permanece operativa. El modelo matemático se obtuvo ajustando 212 registros históricos, se abarcó desde 1971 a 1990, las duraciones consideradas fueron: 5 minutos a 24 horas. La función de pérdida se estabilizó en 94.142,713. Un 87,042 % de la variabilidad de la intensidad máxima de la lluvia fue explicada por el modelo. La Tabla 93 muestra los parámetros del modelo generado. La Tabla 94 exhibe la correlación entre los parámetros

Tabla 93. Parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Arismendi.

	Parámetro			
	k	m	c	N
Estimador	74,021*	-0,022	0,320	0,865*
Error estándar	15,412	0,025	0,180	0,183

Nota: *: $p < 0,05$ (significativo al 5 %)

Tabla 94. Correlación entre los parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Arismendi.

	k	m	c	n
k	1,000	-0,425	0,981	0,924
m	-0,425	1,000	-0,315	-0,277
c	0,981	-0,315	1,000	0,973
n	0,924	-0,277	0,973	1,000

El modelo presentó discrepancia con los valores observados, especialmente entre 100 y 180 mm/h de intensidad de lluvia (Figura 93). Los residuales se aproximan moderadamente bien a

una distribución normal; un ligero sesgo hacia la izquierda de la curva normal se apreció, se encontró cuatro valores extremos de importancia, siendo los residuales negativos los que con mayor frecuencia se hallaron (Figura 94).

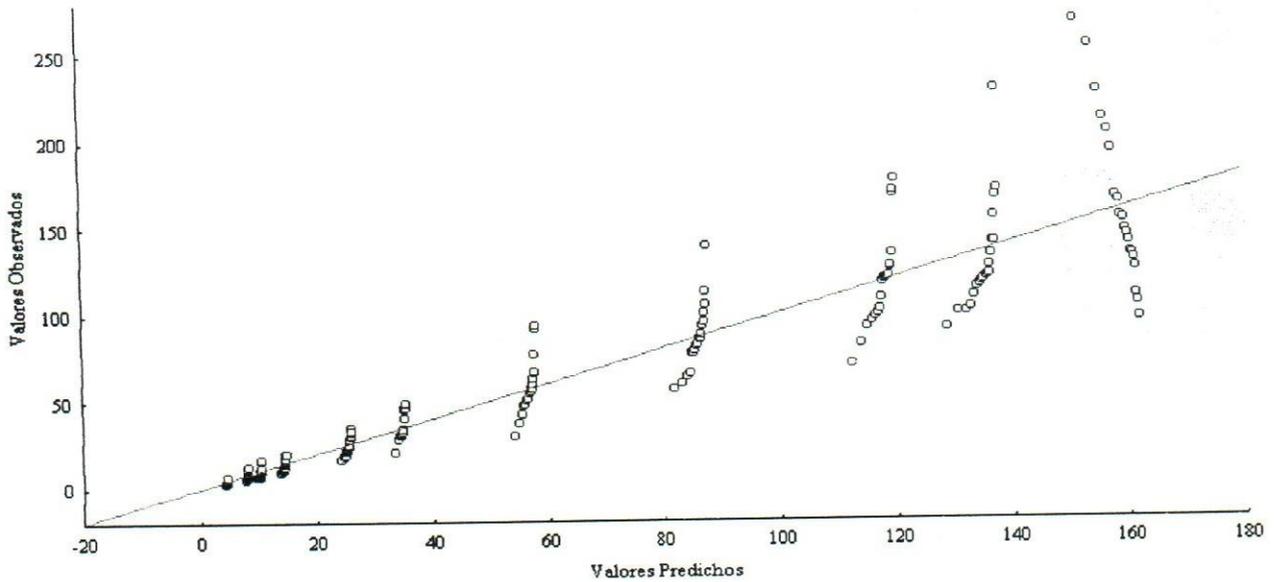


Figura 93. Relación entre los valores predichos por el modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Arismendi y los valores observados.

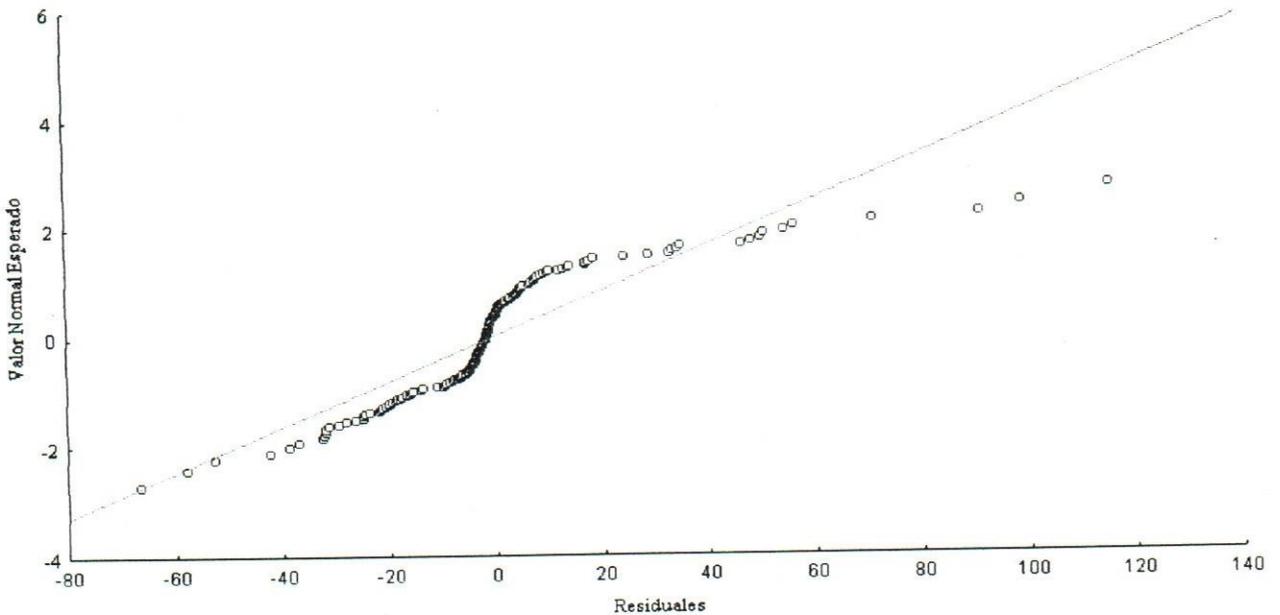


Figura 94. Normalidad de los residuales del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Arismendi.

4.48 Estación climatológica Jobalito

La estación climatológica Jobalito se ubicó en el estado Cojedes, a una altitud de xxx m.s.n.m. Se instaló en agosto de xxx y aún permanece operativa. El modelo matemático se obtuvo ajustando 140 registros históricos, se abarcó desde 1972 a 1990, las duraciones consideradas fueron: 30 minutos a 24 horas. La función de pérdida se estabilizó en 1.442,967. Un 98,076 % de la variabilidad de la intensidad máxima de la lluvia fue explicada por el modelo. La Tabla 95 muestra los parámetros del modelo generado. La Tabla 96 exhibe la correlación entre los parámetros

Tabla 95. Parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Jobalito.

	Parámetro			
	k	m	c	n
Estimador	85,014*	-0,765*	0,417*	0,848*
Error estándar	8,402	0,023	0,102	0,059

Nota: * : $p < 0,05$ (significativo al 5 %)

Tabla 96. Correlación entre los parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Jobalito.

	k	m	c	n
k	1,000	-0,137	0,990	0,960
m	-0,137	1,000	-0,033	-0,035
c	0,990	-0,033	1,000	0,967
n	0,960	-0,035	0,967	1,000

El modelo presentó ligeras discrepancia con los valores observados, especialmente entre 70 y 120 mm/h de intensidad de lluvia (Figura 95). Los residuales se aproximan moderadamente bien

a una distribución normal; un ligero sesgo hacia la izquierda de la curva normal se apreció, se encontró cinco valores extremos de importancia, siendo los residuales negativos los que con mayor frecuencia se hallaron (Figura 96).

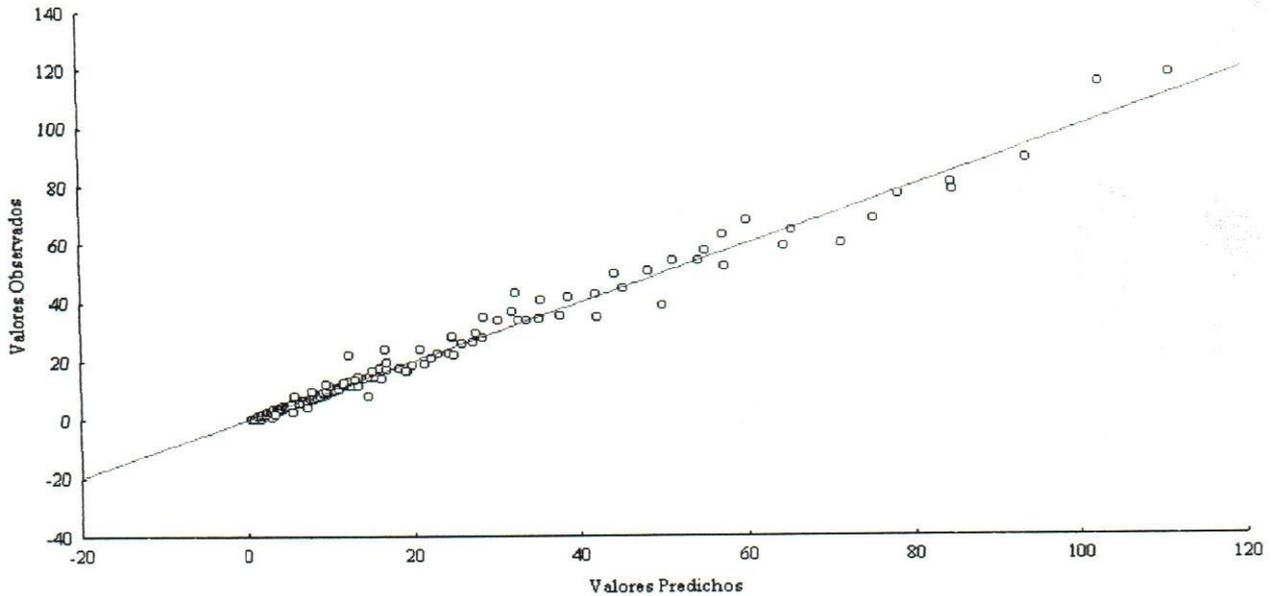


Figura 95. Relación entre los valores predichos por el modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Jobalito y los valores observados.

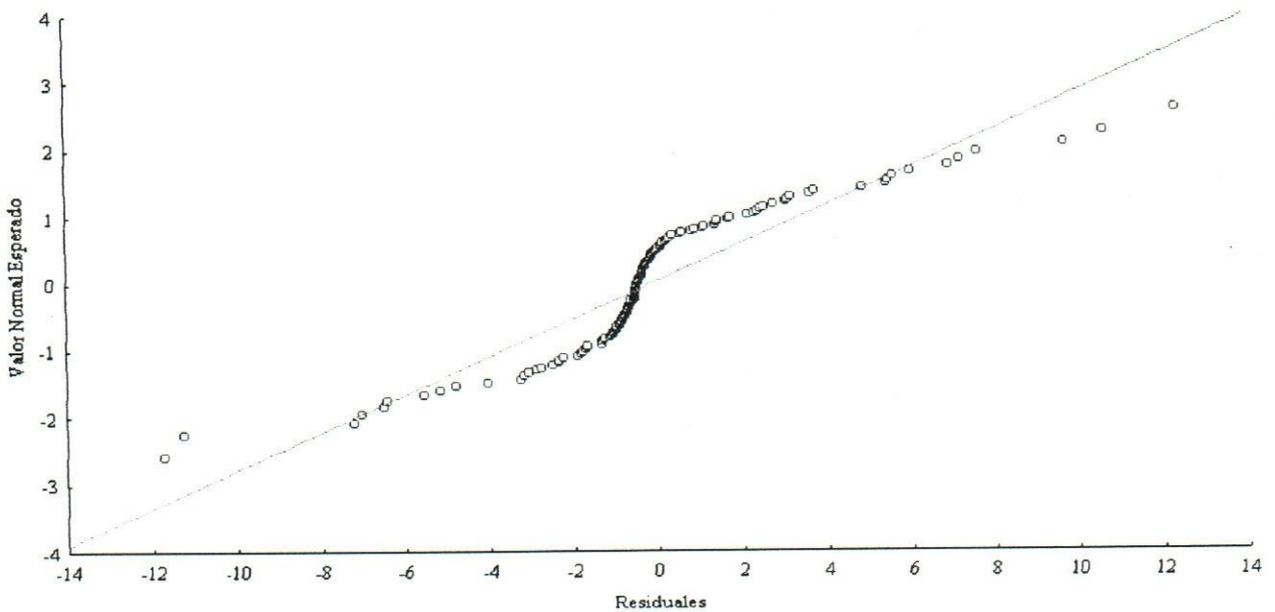


Figura 96. Normalidad de los residuales del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en la estación Jobalito.

4.49 Modelo regional IDF para el Estado Cojedes

El modelo matemático se obtuvo ajustando 84 registros históricos, se abarcó desde 1972 a 1983, las duraciones consideradas fueron: 15 minutos a 9 horas. La función de pérdida se estabilizó en 460,623. Un 99,471 % de la variabilidad de la intensidad máxima de la lluvia fue explicada por el modelo. La Tabla 97 muestra los parámetros del modelo generado. La Tabla 98 exhibe la correlación entre los parámetros

Tabla 97. Parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en el estado Cojedes.

	Parámetro			
	k	m	c	n
Estimador	53,126*	0,122*	0,320*	0,920*
Error estándar	3,888	0,006	0,066	0,056

Nota: *: $p < 0,05$ (significativo al 5 %)

Tabla 98. Correlación entre los parámetros del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en el estado Cojedes.

	k	m	c	n
k	1,000	-0,177	0,992	0,967
m	-0,177	1,000	-0,086	-0,084
c	0,992	-0,086	1,000	0,981
n	0,967	-0,084	0,981	1,000

El modelo presentó muy ligeras discrepancia con los valores observados (Figura 97). Los residuales se aproximan muy bien a una distribución normal; un ligero sesgo hacia la derecha de la curva normal se apreció, se encontró tres valores extremos de importancia, siendo los residuales positivos los que con mayor frecuencia se hallaron (Figura 98).

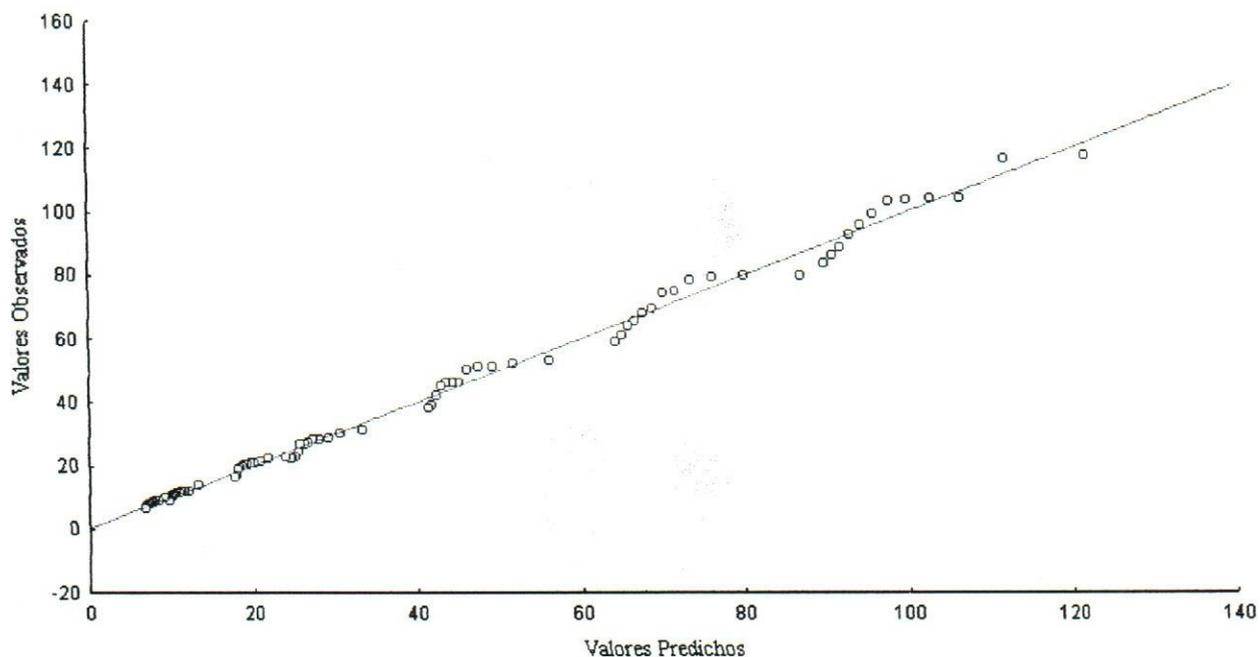


Figura 97. Relación entre los valores predichos por el modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en el estado Cojedes y los valores observados.

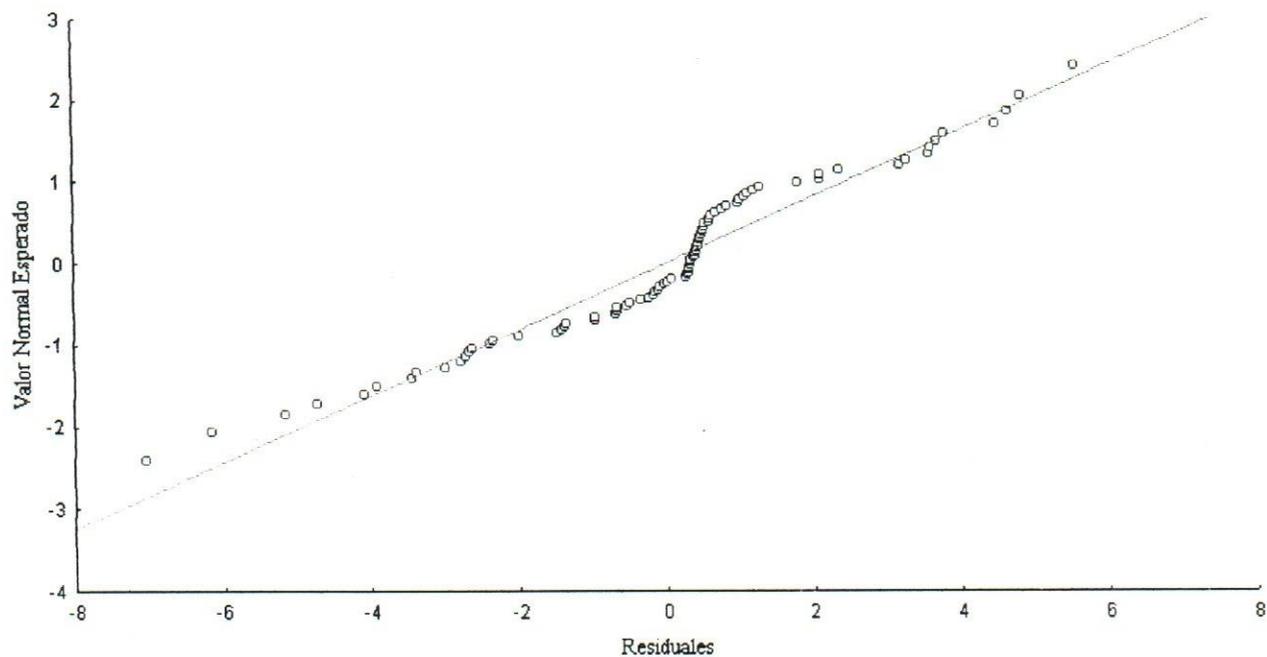


Figura 98. Normalidad de los residuales del modelo matemático para la estimación de las intensidades máximas de precipitación en el estado Cojedes.

4.50 Intensidades máximas de las tormentas a un periodo de retorno de 25, 50 y 100 años y duraciones de 15, 30, 45 y 60 minutos.

La Tabla 99 resume los resultados del empleo del modelo matemático regional. Se definieron tiempos de retorno de 25, 50 y 100 años para determinar las intensidades máximas esperables para duraciones de 5, 15, 30, 45 y 60 minutos.

Tabla 99. Intensidades de las lluvias máximas esperables para duraciones de 5, 15, 30, 45 y 60 minutos a tiempos de retorno de 25, 50 y 100 años en el estado Cojedes.

Tiempo de retorno (años)	Duración (minutos)	Intensidad máxima (mm/h)
25	5	16,91
25	15	6,39
25	30	3,41
25	45	2,36
25	60	1,81
50	5	18,40
50	15	6,95
50	30	3,71
50	45	2,56
50	60	1,97
100	5	20,02
100	15	7,57
100	30	4,04
100	45	2,79
100	60	2,14

4.51 Alturas de precipitación de las tormentas a un periodo de retorno de 25, 50 y 100 años y duraciones de 15, 30, 45 y 60 minutos.

La Tabla 100 muestra las alturas máximas de precipitación de las tormentas a un periodo de retorno de 25, 50 y 100 años y duraciones de 15, 30, 45 y 60 minutos.

Tabla 100. Alturas de precipitación de las lluvias máximas esperables para duraciones de 5, 15, 30, 45 y 60 minutos a tiempos de retorno de 25, 50 y 100 años en el estado Cojedes.

Tiempo de retorno (años)	Duración (minutos)	Altura máxima (mm)
25	5	84,53
25	15	95,83
25	30	102,28
25	45	105,99
25	60	108,64
50	5	91,98
50	15	104,29
50	30	111,30
50	45	115,35
50	60	118,22
100	5	100,10
100	15	113,49
100	30	121,13
100	45	125,53
100	60	128,66

4.52 Relaciones entre las alturas de precipitación de cada duración y periodo de retorno con la correspondiente a 60 minutos.

La Tabla 101 exhibe el factor de reducción de las lluvias extremas a un periodo de retorno de 25, 50 y 100 años y duraciones de 15, 30, 45 y 60 minutos.

Tabla 101. Factor de reducción de las lluvias máximas esperables para duraciones de 5, 15, 30, 45 y 60 minutos a tiempos de retorno de 25, 50 y 100 años en el estado Cojedes.

Tiempo de retorno (años)	Duración (minutos)	Factor de reducción
25	5	0,78
25	15	0,88
25	30	0,94
25	45	0,98
25	60	1,00
50	5	0,78
50	15	0,88
50	30	0,94
50	45	0,98
50	60	1,00
100	5	0,78
100	15	0,88
100	30	0,94
100	45	0,98
100	60	1,00

De la Tabla 101 se deduce que el tiempo de retorno no afecta el comportamiento del factor de reducción de las lluvias extremas, sino que su variación esta influenciada por la duración del evento mismo. Luego de realizar una comparación de media empleando la prueba de Tukey (Montgomery, 1991) a un nivel de significación del 5 % entre los resultados reportados por García y Torcate (2001) y los reflejados en la Tabla 4 se encontró que no existían diferencias significativas entre ambos, por lo que la dinámica de las lluvias extremas de una hora o menos en el estado Cojedes no difiere estadísticamente hablando a la de la región central de Venezuela.

4.53 Modelo matemático para estimar la altura de precipitación de las lluvias extremas con duración igual o inferior a una hora a periodos de retorno de 25, 50 y 100 años.

La Tabla 102 resume los resultados derivados del modelado, en donde se tomó como información base la Tabla 4.

Tabla 102. Estimadores del modelo matemático para estimar la altura de precipitación de las lluvias extremas del estado Cojedes con duración igual o inferior a una hora.

	a	b
Estimador	0,66728	0,10017
Error estándar	0,00715	0,00317
Estadístico t (g.l. = 3)	93,34502	31,60996
p (nivel)	0,00000	0,00007

El modelo explicó el 99,738 % de la variabilidad (R^2) del factor de reducción. La función de pérdida durante el modelado se estabilizó en 0,00008. El promedio de los residuales resultó igual a -0,000012; mientras que la desviación estándar fue 0,0045428.

La Figura 99 muestra gráficamente la buena calidad predictora del modelo, pues los puntos se encuentran muy cerca de la línea punteada. La Figura 100 pone de manifiesto que el modelo tiende a sobreestimar los valores observados y que estos no son del todo normales. La Figura 101 refuerza el hecho de que los residuales no son íntegramente normales, pero la referida anormalidad es bastante leve.

Dado que el factor de reducción, R , no depende del tiempo de retorno se generó un modelo único cuyos parámetros se definieron en la Tabla 102.

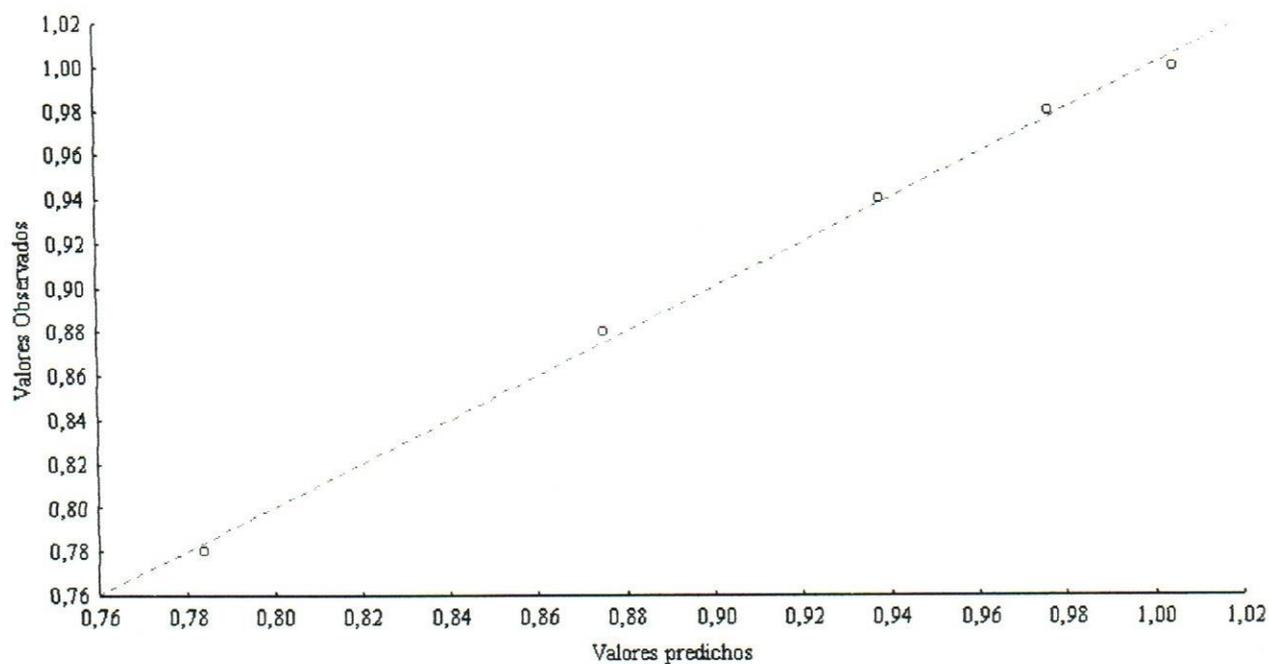


Figura 99. Relación entre los valores predichos por el modelo y los valores observados.

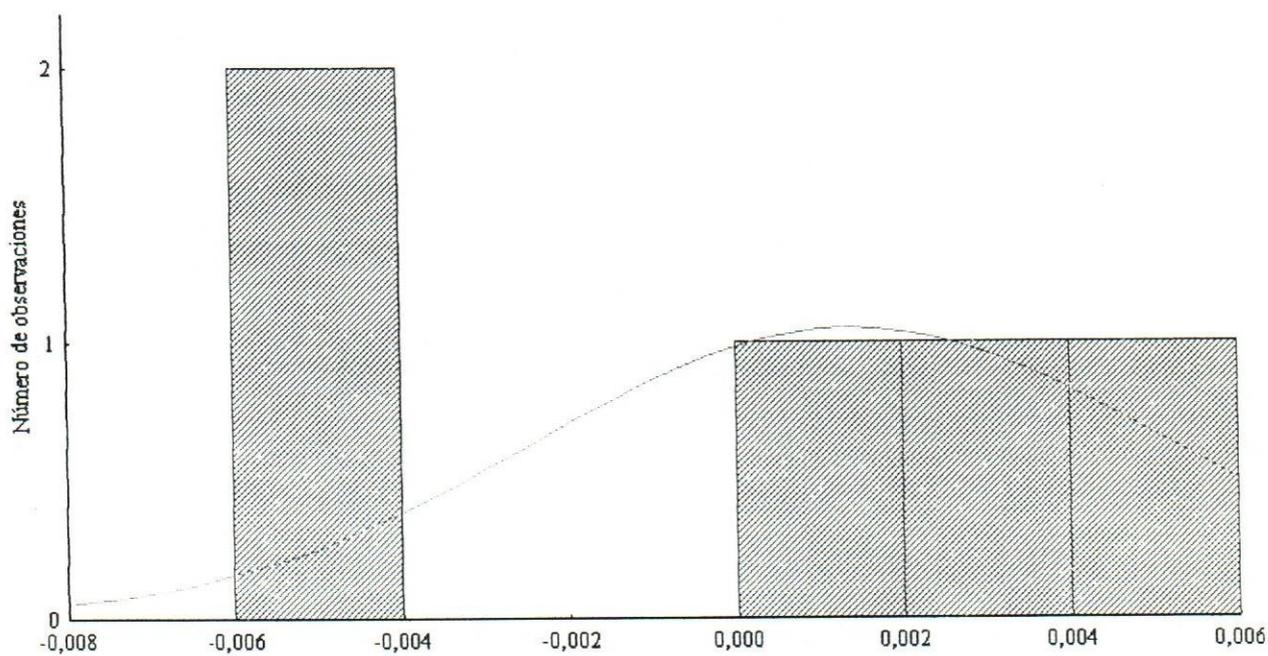


Figura 100. Histograma de los residuales derivados del modelo generado.

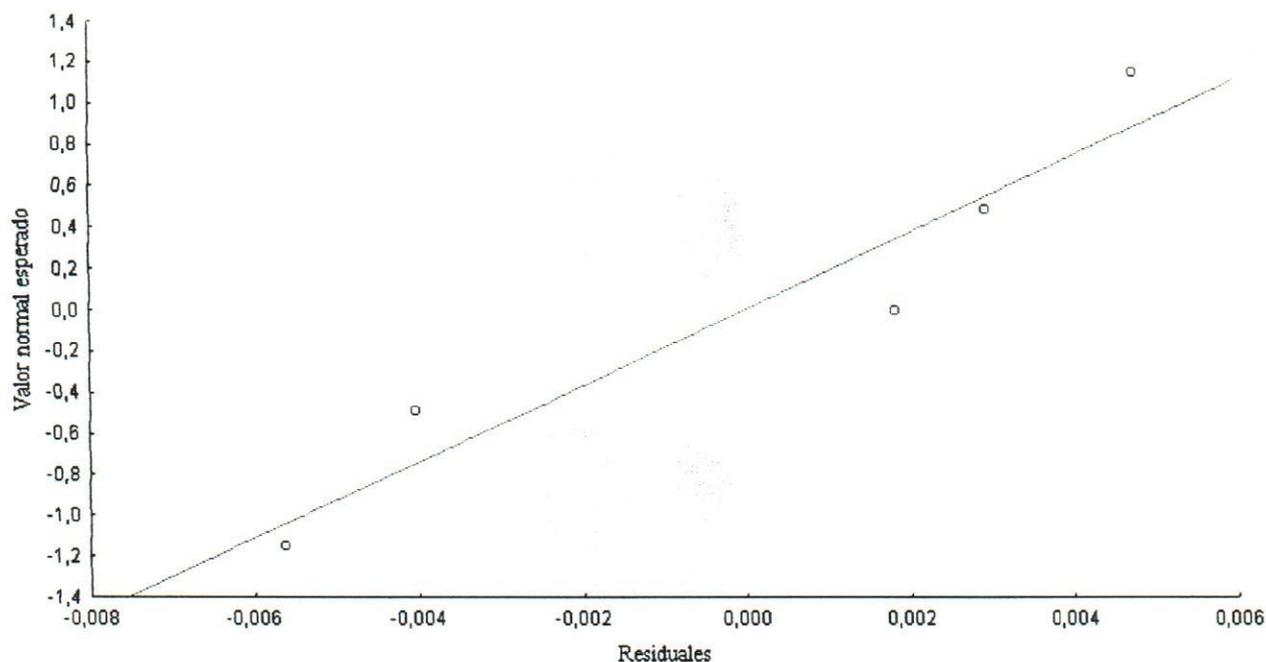


Figura 101. Distribución de los residuales en papel normal.

4.54 Distribución espacial de las lluvias extremas del estado Cojedes con duraciones de 5, 15 y 30 minutos y periodos de retorno de 5, 10 y 15 años.

Una vez generado el modelo matemático regional de distribución de las lluvias extremas para el estado Cojedes, se tomaron las 26 estaciones patrones y se establecieron duraciones de 5, 15 y 30 minutos para periodos de retorno de 5, 10 y 15 años respectivamente; se calcularon las intensidades máximas de lluvia.

En la figura 102 se muestra la distribución de las lluvias extremas en el estado Cojedes para una duración de 5 minutos y un periodo de retorno de 5 años; se puede observar como en la zona noreste del estado se presenta un núcleo de alta intensidad de lluvia, es importante señalar que dicho núcleo esta sobre las poblaciones de Nirgua y Montalbán del estado Yaracuy. Por otro lado en la zona sureste del estado se observa el fenómeno contrario, es decir; se presenta un núcleo

lluvias de baja intensidades, este núcleo se ubica al este del municipio Girardot del estado Cojedes en la frontera con el estado Guarico.

Al cambiar la duración y el periodo de retorno (figuras 103 y 104), se observa como estos núcleos de alta y baja intensidad se repiten en los mismos centros poblados. Debe recalcarse que la zona media del estado presenta en los tres mapas poca variabilidad en la distribución de las isolneas.



Figura 102. Distribución espacial de las lluvias extremas del estado Cojedes de duración de 5 minutos y periodo de retorno 5 años.



Figura 103. Distribución espacial de las lluvias extremas del estado Cojedes con duración de 15 minutos y periodo de retorno 5 años.



Figura 104. Distribución espacial de las lluvias extremas del estado Cojedes con duración de 30 minutos y periodo de retorno 15 años

CONCLUSIONES

La Tabla 103 resume los parámetros de los modelos matemáticos para estimar la intensidad de las lluvias extremas en función de su duración y tiempo de retorno en las 48 estaciones climatológicas estudiadas. La estructura básica del modelo es:

$$I = \frac{k.T^m}{(d+c)^n} \quad (30)$$

Donde:

I: intensidad de la lluvia en mm/h

T: tiempo de retorno en años

d: duración de la lluvia en horas

k, m, n y c: parámetros ajustados mediante regresión no lineal

Tabla 103. Parámetros de los modelos matemáticos para estimar la intensidad de las lluvias extremas en función de su duración y tiempo de retorno en el estado Cojedes.

Estación climatológica	Parámetro				
	k	m	c	n	R ²
Las Majaguas	43,182	0,215	0,257	0,939	98,981
Auro	39,602	0,273	0,163	0,848	98,024
Agua Blanca	42,663	0,222	0,216	0,829	97,569
S.R. de Onoto	50,975	0,272	0,378	0,958	97,870
Tocuyano	50,975	0,272	0,378	0,958	97,870
Central Matilde	44,274	0,281	0,328	0,983	98,960
Guabinas	45,318	0,301	0,428	0,899	92,108
Cojeditos	34,867	0,289	0,184	0,856	98,968
Santa Teresa	45,943	0,228	0,332	0,885	98,396
Guayabito	48,735	0,229	0,270	0,863	97,797

Tabla 103. Parámetros de los modelos matemáticos para estimar la intensidad de las lluvias extremas en función de su duración y tiempo de retorno en el estado Cojedes (continuación).

Estación climatológica	Parámetro				
	K	m	c	n	R ²
Palo Quemado	53,295	0,343	0,589	1,032	96,014
El Amparo	39,451	0,299	0,229 ^{n.s.}	0,852	94,694
Los Cogollos	17,091	0,496	-0,117 ^{n.s.}	0,671	91,046
Ceiba – Camoruco	60,208	0,168	0,439 ^{n.s.}	0,952	89,768
Nirgua	22,169	0,450	0,203	0,934	95,358
Morena	44,496	0,270	0,297	0,890	98,575
Los Colorados	45,977	0,299	0,419	0,877	95,530
Vega – Charcote	32,924	0,293	0,179	0,819	97,552
Temerla	84,934	0,241	0,766	1,277	96,589
Miranda – Trinidad	22,765	0,324	0,050 ^{n.s.}	0,815	91,176
Vallecito	46,333	0,189	0,265	0,884	97,699
Manrique	47,577	0,243	0,313	0,931	98,188
Hato Las Babas	36,676	0,302	0,273	0,862	96,320
Canoabo	28,343	0,264	0,106	0,863	95,661
Montalbán	29,988	0,272	0,345 ^{n.s.}	1,052	94,311
Tinaquillo	10,515	0,488	-0,250	0,135	54,152
La Aguadita	42,484	0,233	0,207	0,812	98,243
Tinaco	43,146	0,262	0,352	0,882	96,357
Baúl Carretera	69,275	0,218	0,529	1,049	98,322
Chirgua Cabecera	13,004	0,632	-0,171	0,514	87,398
Bejuma Panamericana	19,196	0,394	0,045 ^{n.s.}	0,702	95,655
Morita Caserío	53,244	0,235	0,417	1,041	98,481
Guataparo Dique	22,384	0,457	0,014 ^{n.s.}	0,669	96,135
Campo de Carabobo	36,886	0,334	0,272	0,893	96,272
Cachinche	26,994	0,286	0,128 ^{n.s.}	0,845	94,942
Pao Planta	46,037	0,370	0,473	1,059	96,068

Tabla 103. Parámetros de los modelos matemáticos para estimar la intensidad de las lluvias extremas en función de su duración y tiempo de retorno en el estado Cojedes (continuación).

Estación climatológica	Parámetro				
	K	m	c	n	R ²
Pao Oficina	31,544	0,345	0,171 ^{n.s.}	0,735	84,201
Galera	47,394	0,320	0,328	0,938	99,000
Caño Benito	53,690	0,303	0,601	1,065	96,322
Manaure	36,474	0,419	0,513	1,066	93,375
Mata Oscura	41,371	0,114	0,155 ^{n.s.}	0,779	88,063
Hato Paradero	35,761	0,295	0,302	0,945	96,422
S.J. Tizado	54,583	0,296	0,591	0,983	96,401
Los Naranjos	43,412	0,331	0,333	0,957	93,329
Corozo Pando	39,947	0,275	0,166	0,823	95,638
Sarare	37,420	0,296	0,215	0,858	98,651
Arismendi	74,021	-0,022 ^{n.s.}	0,320 ^{n.s.}	0,865	87,042
Jobalito	85,014	-0,765	0,417	0,848	98,076

Nota: ^{n.s.} : parámetro no significativo a un nivel de confianza del 95 %.

De todos los modelos generados, el derivado de la estación climatológica Tinaquillo no debe emplearse como herramienta de predicción, pues presentó un muy bajo porcentaje de varianza explicada (54,152 %). Por otro lado, los modelos asociados a las estaciones: Pao Oficina, Chirgua Cabecera, Mata Oscura, Arismendi y Ceiba Camoruco deben emplearse con cautela al momento de realizar pronósticos. El resto de los modelos producen intensidades de lluvia bastantes cercanas a las reales. Debe resaltarse que en los modelos matemáticos asociados a las estaciones climatológicas: El Amparo, Los Cogollos, Ceiba – Camoruco, Miranda Trinidad, Montalbán, Bejuma Panamericana, Guataparo Dique, Arismendi y Cachinche, el parámetro c no debe incluirse, pues no fue estadísticamente significativo a un nivel de confianza del 95 %; más aún, la estación climatológica Arismendi presentó un parámetro m no significativo. En términos

globales, los referidos modelos ostentan un coeficiente de determinación (R^2) promedio igual a 94,658 %; el cual es bastante bueno (Montgomery, 1991).

Los modelos matemáticos para estimar la altura de precipitación acumulada de las lluvias extremas en las diferentes estaciones climatológicas en función de su duración y tiempo de retorno (curva masa de precipitación extrema), se ajustaron a la siguiente función matemática:

$$P_a = \frac{k.T^m}{(d+c)^n} \cdot d \quad (31)$$

Donde:

P_a : lluvia acumulada al tiempo d en mm

T : tiempo de retorno en años

d : duración de la lluvia en horas

k , m , n y c : parámetros ajustados mediante regresión no lineal

Puesto que la ecuación 31 es una extensión de la ecuación 30, los parámetros (k , m , n , c) son los mostrados en la Tabla 104. Las limitaciones en torno al uso de los modelos matemáticos para estimar la intensidad de las lluvias extremas en función de su duración y tiempo de retorno, son aplicables a los modelos derivados de la ecuación 30.

Con relación al modelo matemático regional para la estimación de la intensidad de las lluvias extremas en función de su duración y tiempo de retorno, la Tabla 104 resume las principales características del mismo. Tal y como se mencionó en los párrafos precedentes los parámetros se sustituyen en la ecuación 31 para generar un modelo que estime la lluvia acumulada promedio.

Tabla 104. Parámetros del modelo matemático regional para estimar la intensidad de las lluvias extremas en función de su duración y tiempo de retorno en el estado Cojedes.

Parámetro				
k	m	c	n	r ²
53,126	0,122	0,320	0,920	99,471

El factor de reducción de las lluvias extremas en el estado Cojedes no depende del periodo de retorno considerado, sino únicamente de las duraciones de las referidas lluvias. El factor de reducción de las lluvias extremas en el estado Cojedes no difiere del factor de reducción para la región central de Venezuela reportado por García y Torcate (2001).

El modelo matemático para estimar la altura de precipitación de las lluvias extremas del estado Cojedes con duración igual o inferior a una hora es:

$$R = \frac{P_D}{P_{60}} = 0,66728.D^{0,10017} \quad (32)$$

Donde:

D: duración deseada en minutos ($D < 60$ minutos)

P_D : precipitación máxima en mm de una duración D en minutos

P_{60} : precipitación máxima de 60 minutos de duración en mm

R: factor de reducción de la precipitación máxima

Se localizó en la zona noreste del estado un núcleo de alta intensidad de lluvia mientras que en el sureste se observó el fenómeno contrario.

RECOMENDACIONES

En función de los resultados y conclusiones que se desprenden de este estudio se recomienda las siguientes acciones:

- 1.- Repetir esta investigación incluyendo registros históricos más recientes a fin de incrementar la calidad predictora de los modelos.
- 2.- Indagar la manera como se llevan los registros de lluvia acumulada en las estaciones pluviométricas: Tinaquillo, Pao Oficina, Chirgua Cabecera, Mata Oscura, Arismendi y Ceiba Camoruco, pues de acuerdo a los resultados obtenidos se infiere la existencia de problemas instrumental y/o humanos.

REFERENCIAS

- Cartaya, H. (1989) *Distribución de lluvias cortas*. El Agua N° 47. SVIH.
- Chen, C. (1983) *Rainfall intensity-duration-frequency formulas*. Journal of Hydraulic Engineering ASCE, 109(12). pp.1603 – 1621.
- Chow, V., Maidment, D. y Mays, L. (1994) *Manual de hidrología aplicada*. Santa Fé de Bogota, Colombia. Mc Graw – Hill. pp. 455-499.
- Franceschi, L. (1983) *Drenaje vial*. Fundación Juan José Aguerrevere. Caracas, Venezuela. pp. 54-55.
- Guevara, E. (2002, Noviembre). *Modelo regional para la estimación de las lluvias de diseño en la región central de Venezuela*. Ponencia presentada en el IV Congreso de Investigación y I Congreso de Postgrado de la Universidad de Carabobo. Valencia – Venezuela.
- Guevara, E. y Cartaya, H. (1991) *Hidrología: una introducción a la ciencia hidrológica aplicada*. Gueca Ediciones. Valencia, Venezuela. p. 18; p. 41;
- Guevara, E. y Cartaya, H. (1998) *Time distribution of short duration storms in Venezuela*. Ponencia presentada en International Conference on Stochastic and Statistical Methods in Hydrology and Environmental Engineering. University of Waterloo, Canadá.
- Hudson, N. (1981) *Soil Conservation*. (Segunda edición) Cornell University Press. New Cork. USA.
- INE, PNUD y Gobernación del estado Cojedes (2001) *Síntesis estadística del estado Cojedes 2001*. Documento del Proyecto Sistema de Información para la Gestión Local.
- Kiely, Gerard (1999) *Ingeniería ambiental: fundamentos, entornos, tecnologías y sistemas de gestión* (José Miguel Veza Trad.) Islas Gran Canaria, España: Mc Graw Hill. pp. 260-263.
- Kothyari, C. y Garde, J. (1992) *Rainfall intensity-duration-frequency*. Journal of Hydraulic Engineering ASCE. 118(2). pp. 323 – 336.
- Merino, P., Arteaga, R., Vásquez, M. y Almengor, R. (2003) *Frecuencias de lluvias máximas con fines de drenaje superficiales: estado de Tabasco, México*. [Documento en línea] Trabajo de investigación financiado por el departamento de Irrigación de la Universidad Autónoma Chapingo, México. Disponible: <http://www>. [Consulta: 2003, Agosto 09]

- Mijares, F. (1987) *Fundamentos de hidrológica de superficie*. Limusa Noriega Editores. México. pp. 166-175.
- Montgomery, D. (1991) *Diseño y análisis de experimentos* (Lic. Jaime Delgado Saldivar Trad.) México: Grupo Editorial Iberoamericana. pp. 429 – 462.
- Oropeza, M. (1977) *Cálculo aproximado para la determinación de la intensidad máxima de la lluvia*. Tesis profesional del Departamento de Irrigación de la Escuela Nacional de Agricultura. Chapingo, México.
- Ramírez, Tulio. (1999) *Como hacer un proyecto de investigación: Guía práctica*. Caracas: Editorial Panapo. pp. 72-102.
- Ramones, R. y Vivas, I. (2001) *Curvas de intensidad – duración – frecuencia de lluvias en el estado Cojedes*. Trabajo de ascenso no publicado. Universidad Nacional Experimental de los Llanos Ezequiel Zamora, Vicerrectorado de Infraestructura y Procesos Industriales. Cojedes, Venezuela. pp. 1-2; pp. 45-46 y anexo 2.
- Remenieras, G. (1974) *Tratado de hidrología aplicada*. (Segunda edición). Editores Técnicos Asociados S.A. Barcelona, España. pp.175-176.
- Ruiz, J. (1990) *Principales características morfométricas de cinco cuencas del estado Cojedes, su correlación e inferencias en el aspecto cualitativo del escurrimiento*. Proyecto de investigación. Universidad Nacional Experimental de los Llanos Ezequiel Zamora. Vicerrectorado de Infraestructura y Procesos Industriales. pp. 22-24.
- Sampieri, R., Collado, C. y Lucio, P. (2002) *Metodología de la investigación* (Tercera edición). México: Mc Graw-Hill. pp. 63-136.
- STATISTICA (versión 6.0) [Programa de computación en DC]. (2000). Disponible: <http://www.statsoft.com>
- STATSOFT (2000) *Nonlinear Estimation Procedures. Function Minimization Algorithms*. Manual electrónico del STATISTICA 6.0. Disponible: <http://www.statsoft.com>
- Tapia, P., Martínez, A. y Villanelo, J. (2001) *Análisis comparativo de las curvas intensidad – duración – frecuencia (IDF) en seis estaciones pluviográficas (VII región del Maule, Chile)*. [Documento en línea]. Universidad de Talca. Facultad de ciencias forestales. Departamento

de gestión forestal y ambiental. Disponible:
<http://www.unesco.org.uy/phi/libros/analisisMaule.pdf> [Consulta: 2003, Agosto 09]

U.S. Army Corps of Engineers (2000). *Hydrologic Modeling System HEC – HMS*. Davis, EUA.
pp. 123 – 126; p. 41.

ANEXOS

Anexo 1. Registros base de la estación pluviométrica Canoabo.

Año	Precipitación Máxima (mm)								
	15 minutos	30 minutos	1 hora	2 horas	3 horas	6 horas	9 horas	12 horas	24 horas
1964			41		63	67	67	67	86
1965			54		58	59	59	59	59
1966			39		51	58	63	64	71
1967	30,9	41	41	44	44	52	53	53	55
1968	16,8	24	35	41	45	45	45	45	46
1969	22,4	27	35		50	56	56	56	63
1970	17,6	26,9	27		39	40	42	42	59
1971	20,6	31,7	40		45	46	46	46	54
1972	24,2	25,5	31		46	47	47	52	57
1973	19,3	28,9	38		52	59	73	85	130
1974	24,1	34,7	48		51	60	63	63	65
1975	26,2	33,1	36	40	56	76	76	76	76
1976	31,7	40,6	53	58	58	77	86	86	99
1977	27,5	37,5	48	54	56	58	58	58	69
1978	18,3	26,2	39	50	54	69	71	71	73
1979	21,8	33	36	40	40	40	40	40	59
1980	13,4	13,6	14	14	14	14	14	14	45
1981	899,9	15,8	17	18	19	19	19	19	19
1982	21,4	26,3	32	32	38	45	45	45	50
1983	18,8	33,2	33	33	33	33	33	33	34
1984	26,8	40,1	49	49	49	49	49	49	64
1985	22,6	34,4	35	35	35	41	41	41	41
1986	5,2	8,7	11	11	11	11	12	12	12
1987	5	5,3	6	12	13	18	21	21	21
1988	22,1	32,8	36	36	36	36	36	36	36
1989									
1990	17,3	22,6	28	34	34	35	35	35	35

Fuente: MARNR- Seccional Cojedes

Anexo 2. Registros base de la estación pluviométrica Aguadita.

Año	Precipitación Máxima (mm)								
	15 minutos	30 minutos	1 hora	2 horas	3 horas	6 horas	9 horas	12 horas	24 horas
1964			62		80	81	81	84	
1965			39		70	74	100	112	
1966			59		66	66	66	72	
1967		28,9	38	38	40	40	40	40	
1968	22,5	31,2	49		53	59	61	69	
1969	39,2	47,8	50		50	67	69	80	
1970	28,3	39,8	44		47	55	73	74	
1971	23,2	28,4	44		76	79	79	99	
1972	25,4	32,2	35		40	48	48	57	
1973	21,3	29,7	39		67	90	105	115	
1974	25,1	31,7	40		51	74	76	76	
1975	33,9	43,9	55	10	74	74	74	78	
1976	28	38,7	57	38	63	65	65	67	
1977	13,5	18,4	24		35	46	48	48	
1978	24,3	37,3	49	51	54	75	80		85
1979	22,9	27,4	52	72	89	116	117		120
1980	18,8	31,3	43	47	50	51	51		53
1981	21,8	37,1	60	83	90	92	92		92
1982	28,4	40,1	47	49	50	51	54		90
1983	28,3	45,1	62	70	86	91	91		91

Fuente: MARNR- Seccional Cojedes

Anexo 3. Registros base de la estación pluviométrica Montalbán.

Año	Precipitación Máxima (mm)								
	15 minutos	30 minutos	1 hora	2 horas	3 horas	6 horas	9 horas	12 horas	24 horas
1966	20,8	32,2	3	61	5	5	5	5	6
1967	18,2	22,9	3	31	5	5	6	6	6
1968	21,3	29,2	49	47	72	74	74	74	74
1969	24,4	36	46		47	48	50	50	50
1970	19,6	37,5	48	69	48	48	48	48	55
1971	22,1	28,5	33		39	39	43	43	45
1972	19	23,9	27		33	34	41	42	60
1973	22,8	36,2	55		68	80	87	88	98
1974	14,9	25,6	33		40	41	41	41	41
1975	17,1	25	38	25	38	38	38	38	38
1976	19	22,6	38	30	39	41	43	43	46
1977	18,8	26,8	33	36	37	38	38	38	47
1978	16,4	20,7	29	29	29	35	35	38	40
1979	13,8	29,7	23	24	25	38	47	49	49
1980	9,4	10,8	23	11	11	25	25	25	25
1981	16	16,9	11	20	40	40	40	40	41
1982	21,1	27,5	20	45	45	45	47	47	66
1983	12	14,7	45	25	25	25	25	25	26
1984	22,1	31,4	19	33	33	33	36	36	36
1985	8,1	8,1	33	8	10	11	15	17	22
1986	10,4	12	8	12	12	15	15	15	15
1987	15,9	20,3	12	23	41	53	55	56	56
1988	12,9	13,7	22	14	14	14	14	52	52
1989			14						

Fuente: MARNR- Seccional Cojedes

Anexo 4. Registros base de la estación pluviométrica Hato Las Babas.

Año	Precipitación Máxima (mm)								
	15 minutos	30 minutos	1 hora	2 horas	3 horas	6 horas	9 horas	12 horas	24 horas
1967	9,8	10,1	19	19	19	19	19	19	20
1968	29,8	43,6	47		49	49	49	49	49
1969	16	18,6	32		39	39	39	39	39
1970	28,7	37,4	51		71	75	83	83	83
1971	28,3	31,5	46		56	63	63	63	69
1972	33,9	46,5	56		63	63	76	83	90
1973	19,6	37,2	48		60	73	77	77	82
1974	18,6	34	41		41	41	41	41	43
1975	21,2	29,3	35	47	97	97	101	101	101
1976	27	44,4	37	97	69	84	85	85	106
1977	18,9	27,9	29	59	39	62	65	65	70
1978	19,8	31	43	43	43	43	43	43	62
1979	19,3	28,6	38	42	43	62	62	65	78
1980	33	43,8	76	93	95	99	100	100	100
1981	21	24,5	25	25	25	25	65	67	73
1982	30,9	39,9	55	58	58	58	58	58	59
1983	20,7	29,5	38	48	48	48	50	51	51
1984	19,7	28,4	38	39	43	44	44	44	51
1985	17,6	26,3	37	40	40	40	41	41	57
1986	14,2	21,7	27	28	28	28	28	28	28
1987	9,1	9,1	40	42	43	43	43	43	43
1988	25,2	37,3	49	55	60	64	64	64	64
1989	38,9	48,7	82	112	112	112	128	128	128
1990	23,2	25,7	26	27	46	65	69	72	72

Fuente: MARNR- Seccional Cojedes

Anexo 5. Registros base de la estación pluviométrica Nirgua.

Año	Precipitación Máxima (mm)								
	15 minutos	30 minutos	1 hora	2 horas	3 horas	6 horas	9 horas	12 horas	24 horas
1967	10,7	12							
1968	21,2	23,3	36	41	53	66	66	66	66
1969	40,7	55,5	63		66	66	66	66	66
1970	27,1	38,4	42		50	52	52	61	67
1971	21,9	28	53		55	58	62	62	63
1972	20,1	25	33		37	37	42	42	42
1973	19,7	26	30		56	64	66	70	88
1974	48,3	49	61		61	61	61	61	61
1975	8,7	20,3	33	35	35	39	39	39	43
1976	9,4	10	12	12	12	12	12	38	44
1977	25,2	33	37		40	48	48	48	50
1978	11	18,4	24	27	27	27	27	27	31
1979	3	3,5	4	4	4	4	4	4	4
1980	6,2	6,7	7	9	9	10	12	14	14
1981	14,8	17	24	33	33	33	33	33	46
1982	19,1	23,5	24	31	31	32	32	32	32
1983	30	47,9	56	62	64	67	67	67	67
1984	25,6	26,4	33	49	51	52	52	52	52
1985	9	12,1	15	17	17	17	17	17	18
1986	15,8	18	22	23	25	25	26	26	33
1987	20,7	31	41	41	41	49	53	53	60
1988	21,8	36,3	45	48	50	51	51	54	101
1989	17,5	24,9	37	45	45	45	45	45	45
1990	12,4	20,9	29	33	33	33	33	33	36

Fuente: MARNR- Seccional Cojedes

Anexo 6. Registros base de la estación pluviométrica Los Colorados.

Año	Precipitación Máxima (mm)								
	15 minutos	30 minutos	1 hora	2 horas	3 horas	6 horas	9 horas	12 horas	24 horas
1967	13,5	16,4	40	40	40	63	65	65	87
1968	22,4	38,3	59		61	61	61	61	62
1969	30	35,8	38		50	59	59	77	82
1970	20,9	42,2	83		144	168	168	184	184
1971	25,7	30,6	34		44	44	44	44	50
1972	24,5	35,9	47		75	80	81	81	82
1973	8,4	11,3	10		17	24	37	41	42
1974	18	48,3	68		75	75	75	75	75
1975	16,8	26,5	29	58	34	49	50	50	50
1976	27	45	50	32	58	72	82	93	97
1977	20,4	33,6	52		60	60	60	60	84
1978	13,9	15,3	27	48	48	48	48	72	108
1979	24,3	33,2	57	74	78	86	89	92	93
1980	36,4	43,6	48	59	60	60	60	60	107
1981	24,6	41	58	66	70	70	70	70	88
1982	27,9	28,3	37	73	77	78	82	96	96
1983	24,2	32,4	37	59	65	65	66	66	66

Fuente: MARNR- Seccional Cojedes

Anexo 7. Registros base de la estación pluviométrica Morita Caserío.

Año	Precipitación Máxima (mm)								
	15 minutos	30 minutos	1 hora	2 horas	3 horas	6 horas	9 horas	12 horas	24 horas
1957			39		57	63	63	63	63
1958			49		67	86	99	102	103
1959			45		53	64	66	66	66
1960			30		64	76	76	76	76
1961			29		35	39	42	43	46
1962			45		69	73	73	73	73
1963			45		56	60	71	72	72
1964			66		74	74	74	74	75
1965			43		69	71	74	81	85
1966			57		69	70	77	77	77
1967	15,5	49,5	53	72	53	53	53	53	59
1968	24,2	34,6	43		44	44	44	49	49
1969	22,4	39,4	46		61	68	69	69	69
1970	24,4	31,8	33		52	62	62	126	132
1971	18,2	15,5	21		36	37	37	37	37
1972	33,6	54,7	57		57	68	69	69	72
1973	18,2	22,4	28		35	39	39	44	45
1974	27	36,6	40		41	41	42	42	42
1975	24,8	44,4	47	40	60	61	61	61	104
1976	20,5	33,2	34	72	34	34	34	34	34
1977	41,4	53,8	73		77	77	77	77	88
1978	34,6	45,6	52	59	64	77	83	84	84
1979	22,2	35,8	49	53	54	64	66	69	85
1980	28,8	33,3	37	45	47	55	55	56	67
1981	30,1	55,6	65	69	76	76	90	91	93
1982	22,7	37,3	69	74	77	86	86	86	110
1983	29	48,2	63	64	65	66	76	76	76
1984	24,3	30,3	37	42	51	67	69	72	74
1985	28,4	36,4	40	41	41	44	44	44	44
1986	22,2	28,8	40	43	43	45	61	61	92
1987	29,5	51,6	52	52	52	52	52	52	52
1988	27,3	35,5	49	52	62	92	92	92	100
1989	22,5	30,4	36	40	46	46	47	47	57
1990	21,5	33	40	43	47	47	47	47	62

Fuente: MARNR- Seccional Cojedes

Anexo 8. Registros base de la estación pluviométrica Manrique.

Año	Precipitación Máxima (mm)								
	15 minutos	30 minutos	1 hora	2 horas	3 horas	6 horas	9 horas	12 horas	24 horas
1966			42		72	74	75	75	75
1967	30,1	37,3	44	49	51	55	55	55	73
1968	24,2	39,5	59		84	84	87	88	91
1969	23,5	31,4	49		82	87	90	90	91
1970	28,9	56,5	79		81	81	81	88	91
1971	22,5	36,1	54		56	65	67	67	76
1972	15,2	17	17		17	71	77	77	79
1973	18,7	28,3	52		77	101	103	104	111
1974	23,1	36	39		50	51	52	52	52
1975	25,1	54,8	57	57	57	62	63	65	67
1976	22,5	24,2	34	11	47	64	70	70	70
1977	34,2	45,1	50		63	64	64	64	69
1978	27,3	39,2	50	56	65	70	70	70	70
1979	34,6	43,6	60	62	67	76	91	97	98
1980	25,5	31	42	54	57	69	72	73	78
1981	30,2	32,3	34	36	36	36	39	39	47
1982	20,4	29,9	38	40	43	45	45	50	71
1983	35,1	40,8	43	54	60	64	68	68	68

Fuente: MARNR- Seccional Cojedes

Anexo 9. Registros base de la estación pluviométrica Los Cogollos.

Año	Precipitación Máxima (mm)								
	15 minutos	30 minutos	1 hora	2 horas	3 horas	6 horas	9 horas	12 horas	24 horas
1964		29,4	36	42	51	67	77	80	80
1965		45,2	48	45	50	64	64	64	71
1966	18,7	26,6	39	50	42	42	42	42	42
1967	17,7	27,8	28	42	28	32	32	32	36
1968	21,4	32	37	35	43	45	45	45	45
1969	26,1	35,8	47	49	52	52	53	93	93
1970	33,3	41	50		53	54	54	56	69
1971	27,7	29,1	40		40	40	40	40	45
1972	21,4	26,5	41		54	56	56	56	56
1973	20,1	33,6	35		50	52	57	64	83
1974	28,1	33	33		34	32	32	52	52
1975	20,9	30,3	51		65	68	69	69	69
1976	78,9	28,2	47		59	64	64	64	64
1977	21	27	38	49	67	80	81	81	81
1978	19,8	30,8	40	41	41	41	41	44	44
1979	19,8	26,7	32	34	34	34	34	34	38
1980	19,9	29,4	31	37	38	38	38	38	45
1981	19,2	33,2	36	40	40	40	40	42	47
1982	21,4	33,9	50	57	65	82	89	89	89
1983	25	35,8	48	50	60	65	65	67	70
1984	89,4	46,9	78	81	83	83	83	83	89
1985	16,8	28,4	47	51	51	51	51	51	51
1986	24,9	28,5	34	37	38	38	38	38	38
1987	11,3	11,9	27	29	30	30	30	30	43
1988									
1989									
1990	24	29,5	37	51	57	65	73	73	75

Fuente: MARNR- Seccional Cojedes

Anexo 10. Registros base de la estación pluviométrica Temerla.

Año	Precipitación Máxima (mm)								
	15 minutos	30 minutos	1 hora	2 horas	3 horas	6 horas	9 horas	12 horas	24 horas
1963			66		85	85	85	85	122
1964			61		71	74	74	74	86
1965			52		53	53	53	53	67
1966			55		57	57	57	57	74
1967	29,8	47,7	55	39	57	60	61	61	65
1968	25,1	35,6	47	60	61	61	61	82	85
1969	33,1	36,8	50		56	56	56	56	77
1970	22	28,8	39		72	85	86	86	98
1971	29,6	54,7	56		56	56	56	56	76
1972	29,6	41	51		72	94	96	96	96
1973	25,8	44,5	67		105	108	109	110	110
1974	30,6	45,5	47		47	47	48	48	48
1975	18,3	27	41	48	48	48	48	48	48
1976	30,3	50,5	68	68	44	44	44	44	78
1977	20	28	36		49	51	52	52	52
1978	28,9	32,6	50	53	54	54	54	54	55
1979	30,2	48	70	70	70	76	76	76	119
1980	16	99,9	41	42	42	42	42	42	42
1981	34,5	53,8	72	75	75	76	76	76	77
1982	20,3	25,6	38	38	38	45	49	59	60
1983	18,1	25,8	27	33	34	34	34	34	97
1984	25,6	39,2	50	50	50	50	57	57	57
1985	22,9	32,4	45	46	46	54	59	59	78
1986	33,4	47,6	48	48	49	49	49	49	49
1987	28,3	38,7	54	66	69	74	75	76	76
1988	33	45	65	70	70	70	70	70	74
1989	27	32,8	46	46	47	47	47	48	60
1990	23,3	28,6	35	41	44	48	48	48	60

Fuente: MARNR- Seccional Cojedes

Anexo 11. Registros base de la estación pluviométrica Pao Oficina.

Año	Precipitación Máxima (mm)								
	15 minutos	30 minutos	1 hora	2 horas	3 horas	6 horas	9 horas	12 horas	24 horas
1963			38		53	61	62	62	76
1964			58		65	67	67	67	72
1965			58		76	92	106	112	118
1966			44		70	82	83	83	83
1967	27,5	37,2	44	53	44	44	59	59	60
1968	30,2	48	81		89	91	91	91	91
1969	26,9	30,1	48		61	61	80	82	82
1970	26,2	32,8	40		60	87	100	116	116
1971	38	47,3	52		57	59	60	60	63
1972	24,6	31,7	42		84	93	94	94	94
1973	28,1	45,2	46		58	58	58	58	58
1974	17,8	22	33		37	38	39	39	40
1975	24,5	34,6	50	77	54	54	54	54	55
1976	28,1	30,4	31	54	31	35	43	53	64
1977	19,4	20,1	20	31	75	75	76	76	79
1978	28,4	36,5	37	65	69	73	73	73	79
1979	29,1	32,3	53	82	93	103	103	103	103
1980	25,8	31,2	48	61	61	61	61	61	68
1981	22,4	34,7	42	44	47	57	58	61	64
1982	19,6	39,2	53	57	57	57	57	57	80
1983	0,6	0,6	1	1	1	1	1	1	1
1984	2,1	2,1	2	2	2	2	2	2	3
1985	27,3	31,1	51	69	77	78	79	79	79
1986	30,6	51	79	113	117	118	118	118	121
1987	22,7	34,1	52	58	59	638	86	92	92
1988	2,2	2,4	3	3	3	12	12	12	13
1989	6,2	9,3	14	14	14	15	15	15	15
1990	10,6	26,3	27	28	29	30	30	30	42

Fuente: MARNR- Seccional Cojedes

Anexo 12. Registros base de la estación pluviométrica Pao Planta.

Año	Precipitación Máxima (mm)								
	15 minutos	30 minutos	1 hora	2 horas	3 horas	6 horas	9 horas	12 horas	24 horas
1964	21,8		90	29	97	97	98	98	139
1965			46		59	65	66	66	68
1966			64		71	73	75	75	75
1967		23	25		35	40	49	49	45
1968		34,8	39		62	62	62	62	68
1969		48,7	53		69	78	78	83	103
1970		37,6	48		84	98	108	144	147
1971		49,2	59		72	73	73	74	100
1972		30,9	47		54	54	54	55	67
1973		30,4	30		53	54	60	62	83
1974		30,5	46		56	57	57	57	83
1975	1,8	26,3	37	53	42	42	42	42	42
1976		36,7	43	42	48	49	49	52	52
1977			37		50	56	59	59	59
1978	28,3	32,2	32	32	33	42	44	44	49
1979	18,8	34,5	43	49	52	53	53	53	70
1980	21,5	28,9	52	52	52	54	55	55	55
1981	18,6	24,1	27	27	37	37	37	37	38
1982	18,3	31,2	38	44	54	63	64	70	71
1983	22,7	28,8	45	50	51	53	54	54	73
1984	4,2	5,1	5	5	5	5	5	5	5
1985	29	45,9	53	53	54	54	54	54	82
1986	28,4	42,4	52	57	57	76	76	76	76
1987	42	60,2	89	103	105	107	107	107	110
1988					2	7	7	7	7
1989	29	54	69	72	73	73	73	73	73
1990	8	18,6	22	22	22	22	22	22	22

Fuente: MARNR- Seccional Cojedes

Anexo 13. Registros base de la estación pluviométrica Campo Carabobo.

Año	Precipitación Máxima (mm)								
	15 minutos	30 minutos	1 hora	2 horas	3 horas	6 horas	9 horas	12 horas	24 horas
1951			45		62	68	75	76	78
1952			53		125	127	127	127	127
1953			55		55	60	60	60	96
1954			53		65	65	65	65	71
1955			48		48	48	48	48	55
1956			41		41	56	56	56	69
1957			32		41	42	42	54	57
1958			64		65	65	36	50	74
1959			38		44	50	50	50	50
1960			34		71	90	90	90	90
1961			27		97	98	98	100	101
1962			81		96	105	109	111	111
1963			39		46	46	46	55	57
1964			60		109	116	117	117	117
1965			53		59	59	59	59	59
1966			59		63	63	63	64	83
1967	34	38	39	45	53	53	59	60	61
1968	24,9	35,3	42	39	46	46	46	46	46
1969	24,3	31,4	47		56	65	66	66	66
1970	24	34,8	50		54	54	54	54	71
1971	25,9	28,7	33		50	50	50	60	72
1972	24,6	32,2	34		41	53	54	54	63
1973	23,5	31,8	51		65	65	65	66	83
1974	28,2	37,2	45		46	46	51	53	77
1975	15,5	29	43	47	48	54	54	54	72
1976	30,4	49,8	53	54	58	58	66	69	82
1977	9,6	11,4	43	46	52	55	56	56	60
1978	7,2	10,2	11	11	11	11	13	13	13
1979	20,7	32,4	34	46	59	61	61	62	62
1980	8,6	11,4	13	20	23	26	30	30	30
1981	24,8	27,6	28	28	28	28	28	28	28
1982	21	29,6	38	46	46	56	56	56	56
1983	29,8	49,1	51	61	84	98	99	99	99
1984	43,6	57	66	66	67	68	69	78	86
1985	38,8	61,7	91	113	119	120	120	120	138
1986	16,9	23,4	25	35	35	35	39	47	47
1987	29,1	37,2	54	55	64	72	73	73	74
1988	20,2	25,7	30	40	40	40	40	40	41
1989	19,5	19,8	21	26	26	26	26	36	38

1990	19,5	26,2	29	29	29	29	31	31	31
------	------	------	----	----	----	----	----	----	----

Fuente: MARNR- Seccional Cojedes

Anexo 14. Registros base de la estación pluviométrica Tinaquillo.

Año	Precipitación Máxima (mm)								
	15 minutos	30 minutos	1 hora	2 horas	3 horas	6 horas	9 horas	12 horas	24 horas
1964			34		49	52	53	53	71
1965			41		41	41	41	49	72
1966			36		41	47	48	48	48
1967	32,1	40,8	51	51	52	52	57	57	58
1968	29,9	43,4	45		46	46	46	46	49
1969	24,8	41	48		49	64	64	64	88
1970	29,6	43,3	68		73	98	131	133	133
1971	24,6	34,2	43		51	53	57	60	60
1972	18,2	22,9	23		23	37	38	38	40
1973	32,9	38,6	55		60	68	72	75	100
1974	14,8	16	29		42	54	55	55	55
1975	26,7	44,3	74	39	107	119	119	119	121
1976	25,1	36,9	44	47	55	68	68	68	109
1977			40		48	49	60	63	75
1978	26,9	41,2	63	64	64	65	69	71	71
1979	30,6	41,7	47	59	89	103	103	104	104
1980	21,9	25,8	41	47	52	56	60	60	70
1981	28,3	43,3	52	63	73	102	102	102	102
1982			49	65	87	94	94	94	98
1983			9	9	9	9	9	9	9
1984	15,6	30,8	35	35	35	46	46	46	46
1985	19,6	30	35	36	36	45	46	46	46
1986	30	44	77	99	107	121	126	130	130
1987	19,7	27,7	38	43	45	48	49	49	50
1988						1	1	1	1
1989	2	2,2	58	100	122	122	122	126	126
1990	23,7	33,8	36	45	50	53	53	54	57

Fuente: MARNR- Seccional Cojedes

Anexo 15. Registros base de la estación pluviométrica Tinaco.

Año	Precipitación Máxima (mm)								
	15 minutos	30 minutos	1 hora	2 horas	3 horas	6 horas	9 horas	12 horas	24 horas
1956			51		51	51	51	51	79
1957			34		47	71	78	78	81
1958			48		8	63	70	72	80
1959			104		130	174	181	196	212
1960			61		64	66	66	66	66
1961			31		42	49	49	49	65
1962			40		57	73	73	73	86
1963			26		90	98	105	106	125
1964			37		103	103	103	103	104
1965			42		54	55	56	61	76
1966			36		75	82	83	83	84
1967	21,8	27,6	29	29	43	53	58	58	96
1968	29,8	46,7	54		54	54	54	54	54
1969	30,5	37,1	52		61	80	84	84	84
1970	23,9	37,1	41		45	57	62	70	78
1971	23,5	29	35		46	52	58	58	65
1972	24	30,7	44		45	45	45	45	48
1973	29,4	39,2	52		67	113	126	126	136
1974	27,4	43	76		95	96	96	115	134
1975	17,5	24,5	33	9	43	60	68	72	73
1976	26,1	39,8	48	48	56	64	67	70	88
1977	18,6	40,3	50		65	65	65	65	80
1978	18,4	27,7	34	43	45	54	55	55	66
1979	31,8	44	69	80	83	83	84	84	84
1980	19,4	26,1	34	41	45	55	56	56	56
1981	22,6	39,5	52	62	66	66	69	69	69
1982	23,9	30,4	47	57	63	72	80	80	83
1983	23,7	34,1	49	51	64	76	79	79	79
1984	24,9	41,5	59	62	63	80	81	81	81
1985	24,8	32,8	36	36	42	43	43	44	68
1986	17	22,2	28	34	39	50	60	63	65
1987	17,2	20,9	22	22	22	22	22	22	22
1988	8,2	10,3	12	13	13	13	13	13	13
1989	14,2	26,4	29	39	39	39	41	41	57
1990	16,9	23,4	30	50	60	60	60	60	60

Fuente: MARNR- Seccional Cojedes

Anexo 16. Registros base de la estación pluviométrica Vallecito.

Año	Precipitación Máxima (mm)								
	15 minutos	30 minutos	1 hora	2 horas	3 horas	6 horas	9 horas	12 horas	24 horas
1963			44		75	85	86	86	99
1964			37		45	82	83	83	83
1965			46		72	92	96	96	96
1966			43		51	51	61	62	65
1967		36	42	42	42	49	53	54	74
1968		35,7	56		59	59	59	61	71
1969	29,4	41,1	45		45	60	60	60	63
1970	25,1	28,7	29		51	54	69	70	70
1971	22	29,4	67		84	151	151	151	154
1972	25,1	33	40		44	46	55	55	71
1973	27,1	41,2	52		60	79	88	91	94
1974	21,5	27,9	44		54	55	55	55	56
1975	29,7	31,6	47	31	76	85	85	85	86
1976	24,1	41,7	45	45	45	55	57	57	74
1977	23,1	27,9	32	32	36	49	51	51	52
1978	24,6	30,3	32	45	45	47	48	48	48
1979	29,9	40	66	70	75	79	88	92	93
1980	29	40,4	68	78	80	85	86	86	86
1981	29,6	50,1	73	77	84	100	100	100	109
1982	27	31,4	40	46	46	48	52	76	78
1983	27	43,4	45	45	53	62	62	62	63
1984	18,2	19,3	19	19	19	19	19	19	19
1985	18,5	28,5	49	53	54	64	64	64	74
1986	20,5	28,3	44	49	62	72	72	72	76
1987	18	24,8	31	37	42	48	48	48	50
1988	27,9	37,2	52	53	53	60	60	60	62
1989	30	44,2	45	45	45	50	51	51	58
1990	30,7	42,1	70	82	85	86	86	103	131

Fuente: MARNR- Seccional Cojedes

Anexo 17. Registros base de la estación pluviométrica San Rafael de Onoto.

Año	Precipitación Máxima (mm)								
	15 minutos	30 minutos	1 hora	2 horas	3 horas	6 horas	9 horas	12 horas	24 horas
1955		28,9	29	40	48	54	55	56	59
1956			36		42	47	70	70	71
1957			46		94	100	110	110	129
1958			70		74	75	75	75	75
1959			49		151	177	177	183	183
1960			55		58	60	66	70	70
1961			19		22	30	32	36	43
1962			30		39	45	63	72	74
1963			56		61	61	61	64	69
1964			42		52	55	83	92	92
1965			47		93	97	109	109	115
1966			47		57	57	57	59	72
1967	18,5		29		35	35	44	47	
1968	27,3	41,6	48		54	54	58	60	
1969	22,6	42,6	54		54	54	54	54	
1970	39,2	44,3	46		79	90	90	90	
1971	26,3	36,3	40		48	52	52	52	
1972	28,3	34,6	60		63	82	83	83	
1973	20,8	30	32		46	49	53	55	
1974	26,0	39,2	63		82	92	99	99	
1975	29,3	42	53		59	60	60	69	
1976	29,9	49,7	57	62	62	62	83	89	
1977	29	45	51	53	70	74	74	74	
1978	20,7	32,2	38	41	42	43	44	48	
1979	24,5	36,6	48	59	65	71	88	93	
1980	22,5	38,8	55	62	64	66	66	66	
1981	30	39,6	45	45	47	50	53	53	
1982	20,8	24,6	35	35	35	35	38	38	
1983	28,2	35	58	80	89	98	99	99	
1984									
1985									
1986	11,4	13,5	19	25	31	36	37	37	
1987	24,8	39,2	60	64	110	114	114	114	
1988	29,5	57,2	77	80	80	80	96	100	
1989	17,7	27,9	29	33	55	65	65	65	
1990	30	45	66	66	66	66	66	66	

Fuente: MARNR- Seccional Cojedes

Anexo 18. Registros base de la estación pluviométrica Tocuyano.

Año	Precipitación Máxima (mm)								
	15 minutos	30 minutos	1 hora	2 horas	3 horas	6 horas	9 horas	12 horas	24 horas
1953			40		54	57	57	57	64
1954			38		43	44	44	48	52
1955			80		87	92	92	92	93
1956			29		32	45	45	45	45
1957			23		30	38	40	41	51
1958			52		54	58	58	58	58
1959			64		74	77	82	92	101
1960			53		95	108	110	114	119
1961			53		65	77	80	82	82
1962			48		51	61	78	81	81
1963			50		59	62	62	62	62
1964			50		54	54	54	54	61
1965			75		108	140	160	169	169
1966			48		54	55	55	55	66
1967	33,4	47,2	72	47	90	96	97	120	120
1968	29,6	46,6	57		74	74	74	75	83
1969	40,4	60,6	90		93	93	93	93	93
1970	35,4	45	79		80	82	82	82	122
1971	20,3	32	46		46	47	47	47	64
1972	23,6	34	47		65	74	74	75	82
1973	27,3	41,8	49		49	49	57	62	62
1974	22,2	36,3	50		76	81	84	88	98
1975	29,6	45,1	55		77	102	102	102	107
1976	15,6	24,6	28	56	31	38	41	41	45
1977	24,4	33,4	54		73	81	48	48	48
1978	13,2	14,3	33		36	38	39	39	39
1979	25,2	27	29	30	30	32	35	36	38
1980	28,1	45,7	56	59	62	66	66	66	73
1981	26,7	32,6	44	51	53	56	67	67	67
1982	25,9	34	35	38	57	59	59	59	59
1983	26	33,4	43	58	69	99	99	100	100

Fuente: MARNR- Seccional Cojedes

Anexo 19. Registros base de la estación pluviométrica Central Matilde.

Año	Precipitación Máxima (mm)									
	5 min	15 min	30 min	1 hora	2 horas	3 horas	6 horas	9 horas	12 horas	24 horas
1943				46		52	52	52	52	60
1944				30		46	46	46	46	46
1945				30		32	36	42	42	42
1946				30		54	60	60	60	60
1947				32		54	54	54	54	60
1948				46		46	60	62	62	62
1949				52		77	77	77	77	77
1950				47		48	48	48	55	60
1951		11	19	35	43	36	36	47	47	47
1952				21		37	37	37	37	37
1953				26		39	50	50	50	50
1954				76		96	104	106	106	106
1955				56		60	76	76	76	76
1956				65		80	84	86	86	86
1957				76		80	80	80	80	113
1958				55		59	59	59	59	59
1959				50		58	58	58	58	75
1960				44	38	44	44	59	59	59
1961				58	62	71	75	75	75	77
1962				43	27	43	44	44	45	50
1963				48	48	53	61	61	61	61
1964				49	69	52	52	52	52	52
1965			46	53	54	54	54	54	54	66
1966			31	38	53	68	68	75	75	80
1967			33	34	39	36	63	65	66	85
1968		43	50	54	57	60	60	63	63	63
1969		25	38	64	151	80	80	80	80	81
1970				52		64	76	76	76	82
1971				36		37	41	41	41	42
1972	13			41		42	53	54	55	66
1973	13	30	45	63		74	91	91	91	153
1974	10	23	37	54		57	57	57	57	63
1975	10	18	24	35		38	46	49	50	60
1976	20	34	43	56		63	67	67	67	73
1977	10	20	34	42		65	84	85	85	92
1978	10	22	38	41	42	42	42	42	42	51
1979	11	21	30	34	41	45	46	49	51	51
1980	9	19	24	33	35	35	36	36	36	47
1981	10	23	27	40	51	51	65	65	65	67

1982	10	20	38	49	58	74	80	84	100	101
1983	19	43	48	70	86	86	96	96	106	108
1984	10	27	29	40	43	43	44	50	50	84
1985	10	28	34	37	37	37	40	41	41	61
1986	12	29	48	52	53	53	54	54	54	69
1987	10	23	28	43	43	43	43	43	43	50

Fuente: MARNR- Seccional Cojedes

Anexo 20. Registros base de la estación pluviométrica Guabinas.

Año	Precipitación Máxima (mm)								
	15 minutos	30 minutos	1 hora	2 horas	3 horas	6 horas	9 horas	12 horas	24 horas
1967	16,2	16,5							
1968	23,6	33,5	48,0		72,0	81,0	87,0	87,0	115,0
1969	25,8	32,9	46,0		71,0	71,0	71,0	71,0	81,0
1970	24,0	43,3	79,0		104,0	120,0	120,0	120,0	145,0
1971	28,8	43,2	51,0		56,0	60,0	65,0	65,0	68,0
1972	19,8	32,3	48,0		92,0	100,0	104,0	104,0	104,0
1973	19,7	24,7	29,0		45,0	58,0	62,0	63,0	65,0
1974	10,8	13,9	15,0		15,0	15,0	15,0	20,0	22,0
1975	20,1	36,6	50,0	54,0	52,0	53,0	53,0	53,0	57,0
1976	30,3	49,7	63,0	52,0	63,0	65,0	80,0	81,0	82,0
1977	4,9	5,2	7,0		29,0	101,0	101,0	101,0	103,0
1978	18,2	27,3	36,0		40,0	47,0	55,0	55,0	64,0
1979	26,6	40,5	49,0	52,0	54,0	77,0	83,0	95,0	115,0
1980	31,0	42,6	49,0	57,0	60,0	63,0	64,0	64,0	109,0
1981	28,0	40,0	61,0	64,0	75,0	92,0	92,0	92,0	97,0
1982	15,3	26,6	32,0	36,0	42,0	48,0	53,0	73,0	75,0
1983	27,0	32,3	37,0	57,0	60,0	94,0	94,0	94,0	94,0
1984	24,6	27,6	45,0	79,0	98,0	98,0	108,0	108,0	108,0
1985	24,1	38,3	60,0	70,0	72,0	87,0	90,0	90,0	98,0
1986	27,2	33,0	35,0	36,0	43,0	46,0	46,0	46,0	46,0
1987	35,7	65,1	71,0	71,0	71,0	77,0	77,0	77,0	77,0
1988	1,5	1,7	54,0	64,0	69,0	69,0	69,0	69,0	69,0
1989	23,0	29,0	36,0	41,0	41,0	51,0	52,0	52,0	102,0
1990	24,9	37,4	43,0	44,0	44,0	44,0	61,0	61,0	61,0

Fuente: MARNR- Seccional Cojedes

Anexo 21. Registros base de la estación pluviométrica Cojeditos.

Año	Precipitación Máxima (mm)								
	15 minutos	30 minutos	1 hora	2 horas	3 horas	6 horas	9 horas	12 horas	24 horas
1963			48,0		69,0	83,0	84,0	84,0	84,0
1964			40,0		43,0	55,0	58,0	64,0	65,0
1965			44,0		66,0	76,0	126,0	129,0	129,0
1966			30,0		45,0	45,0	45,0	46,0	46,0
1967	17,5	24,6	35,0	26,0	42,0	47,0	49,0	55,0	59,0
1968	23,7	40,0	51,0		59,0	67,0	71,0	71,0	71,0
1969	19,2	25,5	38,0		47,0	48,0	48,0	55,0	57,0
1970	29,0	36,8	52,0		54,0	63,0	63,0	63,0	73,0
1971	20,7	29,5	33,0		42,0	46,0	46,0	52,0	52,0
1972	39,8	52,4	37,0		51,0	65,0	66,0	66,0	78,0
1973	30,2	36,1	40,0		54,0	67,0	71,0	72,0	72,0
1974	19,8	26,3	40,0		65,0	76,0	76,0	76,0	76,0
1975	20,1	32,8	42,0		44,0	46,0	56,0	56,0	56,0
1976	19,7	26,8	31,0	42,0	35,0	47,0	48,0	49,0	52,0
1977	27,0	37,5	67,0		101,0	106,0	106,0	106,0	106,0
1978	14,6	15,1	16,0		26,0	45,0	45,0	45,0	45,0
1979	24,2	34,4	39,0	50,0	51,0	68,0	75,0	79,0	90,0
1980	31,6	47,5	67,0	73,0	76,0	78,0	78,0	78,0	87,0
1981	18,5	30,5	34,0	39,0	42,0	47,0	48,0	49,0	91,0
1982	20,6	26,8	28,0	28,0	28,0	35,0	37,0	37,0	52,0
1983	29,0	30,5	31,0	34,0	42,0	43,0	46,0	46,0	51,0

Fuente: MARNR- Seccional Cojedes

Anexo 22. Registros base de la estación pluviométrica Santa Teresa.

Año	Precipitación Máxima (mm)								
	15 minutos	30 minutos	1 hora	2 horas	3 horas	6 horas	9 horas	12 horas	24 horas
1963			68		71	74	75	75	75
1964			44		46	50	51	51	51
1965			35		37	38	45	45	45
1966			48		49	50	50	50	52
1967	18	32	69	42	76	78	79	79	79
1968		46	92		112	117	121	121	121
1969		30	35		40	41	42	45	45
1970		37	42		74	77	83	83	84
1971	27	40	46		52	55	55	65	75
1972	24	34	53		59	64	64	64	66
1973	26	30	41		69	74	83	85	85
1974	20	22	27		59	67	67	67	75
1975	23	31	52		63	75	75	75	84
1976	20	29	37	62	40	47	47	47	62
1977	24	28	45		101	112	112	112	112
1978	23	29	31		36	61	61	61	61
1979	27	33	41	53	55	65	81	96	106
1980	25	27	38	52	54	58	59	59	61
1981	20	31	57	59	60	61	63	67	84
1982	30	39	39	39	40	46	50	50	50
1983	25	25	46	53	56	68	69	70	
1984	22	31	44	65	71	71	86	86	
1985	33	49	64	67	69	69	69	69	72
1986	17	25	42	43	46	46	46	49	54
1987	20	39	61	77	91	91	91	91	98
1988	26	39	46	46	48	66	69	71	72
1989	14	19	26	29	34	37	38	38	38
1990	31	38	45	55	56	56	66	66	67

Fuente: MARNR- Seccional Cojedes

Anexo 23. Registros base de la estación pluviométrica Guayabito.

Año	Precipitación Máxima (mm)								
	15 minutos	30 minutos	1 hora	2 horas	3 horas	6 horas	9 horas	12 horas	24 horas
1957			27		27	31	37	42	49
1958			38		42	49	50	50	55
1959			22		50	50	50	59	62
1960			40		58	88	93	93	100
1961			35		36	50	58	63	100
1962			23		35	60	66	67	76
1963			72		89	102	104	104	104
1964			54		62	69	70	70	70
1965			53		84	105	118	119	122
1966			31		45	48	48	48	52
1967	31	55	64	40	70	74	76	84	84
1968	22	31	42		70	76	80	81	81
1969	29	39	50		60	64	66	66	66
1970	29	37	52		78	127	139	139	141
1971	24	39	51		58	61	64	68	87
1972	30	32	33		43	49	52	65	78
1973	29	41	52		69	75	85	94	94
1974	27	34	39		60	66	75	76	84
1975	26	31	40		56	62	62	62	69
1976	21	35	40	53	51	70	78	80	88
1977	31	60	84	47	127	134	135	135	135
1978	24	33	43	71	73	75	75	75	75
1979			65	76	81	99	106	113	115
1980			65	66	70	75	76	77	77
1981	13	45	72	77	83	86	87	87	87
1982	26	39	54	91	111	120	121	121	121
1983	25	36	44	53	55	81	81	83	84

Fuente: MARNR- Seccional Cojedes

Anexo 24. Registros base de la estación pluviométrica La Ceiba – Camoruco.

Año	Precipitación Máxima (mm)								
	15 minutos	30 minutos	1 hora	2 horas	3 horas	6 horas	9 horas	12 horas	24 horas
1963			55		65	71	71	72	115
1964			84		93	94	94	95	107
1965			43		51	84	100	119	119
1966			54		60	62	62	62	69
1967	34	48	51	39	51	52	52	59	75
1968	23	40	58		115	138	145	146	146
1969	15	22	25		31	31	31	36	38
1970	32	55	83		98	105	112	114	115
1971	12	20	21		21	22	22	22	22
1972	22	29	30		37	40	43	45	56
1973	25	41	57		78	81	81	81	81
1974	29	48	61		69	93	94	94	95
1975	24	35	41		66	92	92	92	92
1976	33	39	41	62	55	86	112	116	116
1977	20	39	55	49	97	97	97	100	100
1978	27	36	46	47	48	64	64	64	71
1979	37	64	81	95	95	138	160	179	214
1980	26	35	44	44	44	56	56	56	60
1981	23	30	48	52	55	57	57	57	75
1982	24	31	33	39	39	65	88	97	97
1983	24	29	43	44	46	56	89	69	69

Fuente: MARNR- Seccional Cojedes

Anexo 25. Registros base de la estación pluviométrica El Amparo.

Año	Precipitación Máxima (mm)								
	15 minutos	30 minutos	1 hora	2 horas	3 horas	6 horas	9 horas	12 horas	24 horas
1967	20	24							
1968	27	27	35		43	52	75	82	82
1969	23	30	43		49	49	50	54	54
1970	24	32	45		51	67	67	67	67
1971	31	44	54		95	95	95	95	95
1972	25	30	44		56	62	70	72	72
1973	3	4	4		4	36	37	38	39
1974	17	21	29		35	38	41	41	51
1975	40	59	81	55	88	97	97	97	97
1976	26	42	64	83	71	71	72	72	72
1977	25	35	54	70	70	72	72	72	72
1978	38	44	58	59	65	65	65	65	69
1979	25	32	39	43	53	60	77	81	82
1980	26	31	42	49	61	66	68	74	77
1981	31	40	53	58	67	71	71	71	71
1982	26	44	56	57	62	62	62	62	71
1983	22	32	41	50	56	59	59	59	63

Fuente: MARNR- Seccional Cojedes

Anexo 26. Registros base de la estación pluviométrica Palo Quemao.

Año	Precipitación Máxima (mm)								
	15 minutos	30 minutos	1 hora	2 horas	3 horas	6 horas	9 horas	12 horas	24 horas
1967	10	18							
1968	20	78	79		97	101	101	101	126
1969	37	50	56		56	56	57	57	57
1970	33	41	63		81	86	101	101	101
1971	18	19	27		32	35	38	38	38
1972	24	32	38		49	52	64	75	75
1973	28	39	57		92	95	100	106	107
1974	37	46	62		65	69	69	69	72
1975	27	38	48	42	118	132	133	133	133
1976	20	34	51	82	70	76	93	97	97
1977	16	35	40	69	62	65	65	67	82
1978	19	34	43	45	52	63	63	63	69
1979	16	31	51	67	71	104	134	144	154
1980	38	42	46	48	51	51	51	55	89
1981	19	19	36	52	62	69	70	70	70
1982	4	28	45	47	51	65	77	80	80
1983	27	38	43	47	48	52	59	59	61
1984	21	33	40	43	46	51	53	66	68
1985	25	36	48	52	53	53	53	53	57
1986	14	19	26	27	27	40	40	40	40
1987							4	4	9
1988						4	4	4	4
1989	9	11	13	13	13	13	13	14	14
1990	17	26	26	47	49	49	49	49	49

Fuente: MARNR- Seccional Cojedes

Anexo 27. Registros base de la estación pluviométrica Las Vegas – Charcote.

Año	Precipitación Máxima (mm)						
	15 minutos	30 minutos	1 hora	2 horas	3 horas	6 horas	9 horas
1955			56		107	135	142
1956			26		36	37	51
1957			42		55	57	57
1958			58		59	68	68
1959			26		37	69	70
1960			36		47	51	54
1961			34		35	47	48
1962			24		43	44	55
1963			44		47	66	70
1964			40		43	48	48
1965			80		80	80	80
1966			64		75	76	76
1967	20	30	40	68	41	45	49
1968	30	35	46		57	61	61
1969	21	30	43		53	57	57
1970	20	35	65		106	126	148
1971	20	25	27		35	37	42
1972	19	20	28		45	49	63
1973	38	52	61		62	71	82
1974	24	31	56		60	60	60
1975	26	39	44		47	57	62
1976	20	27	44	46	85	97	102
1977	25	43	67	47	94	99	99
1978	22	28	45	51	53	55	56
1979	14	23	27	28	32	61	88
1980	19	29	34	34	34	34	34
1981	22	34	39	39	39	40	58
1982	26	39	44	51	55	56	60
1983	18	28	30	41	42	52	55
1984		39	51	75	79	81	81
1985		24	31	31	32	34	34
1986	24	29	32	32	32	32	32
1987	13	16	17	22	23	23	33
1988	15	17	22	22	25	43	43
1989	10	13	17	18	18	29	29
1990	24	29	40	41	43	43	43

Fuente: MARNR- Seccional Cojedes

Anexo 28. Registros base de la estación pluviométrica Corozo Pando.

Año	Precipitación Máxima (mm)								
	15 minutos	30 minutos	1 hora	2 horas	3 horas	6 horas	9 horas	12 horas	24 horas
1954			68		86	88	88	88	88
1955			70		78	86	86	92	92
1956			65		114	125	125	125	142
1957			57		59	64	69	69	69
1958			53		85	86	88	91	91
1959			35		58	58	58	58	58
1960			52		52	55	62	64	100
1961			53		53	53	53	53	53
1962			47		61	73	73	73	73
1963			40		62	73	74	75	75
1964			48		50	52	53	65	70
1965			67		75	75	79	103	106
1966			39		67	104	104	104	104
1967	23	25	47	60	79	115	129	132	139
1968	33	46	55		55	55	55	59	70
1969	37	50	73		124	135	135	135	137
1970	36	41	48		69	72	72	72	72
1971	25	32	34		34	44	46	48	56
1972	22	29	57		64	75	75	75	75
1973	28	35	53		83	104	105	109	112
1974	20	32	44		48	51	52	52	73
1975	36	46	62		63	64	64	70	88
1976	32	40	43	43	58	71	72	72	79
1977	18	24	35	35	47	62	62	62	66
1978	10	16	22	22	22	22	25	26	26
1979	26	37	41	44	60	65	65	65	65
1980									
1981									
1982			6	6	6	6	6	6	6
1983			34	34	34	34	34	34	34
1984			9	9	9	15	15	15	15
1985	8	12	14	18	18	19	19	19	19
1986	15	24	33	36	38	39	39	39	39
1987	32	46	55	55	55	55	55	55	60
1988	18	33	39	71	94	101	101	101	101
1989	2	3	5	5	8	11	12	12	12
1990	18	32	38	38	47	48	48	48	50

Fuente: MARNR- Seccional Cojedes

Anexo 29. Registros base de la estación pluviométrica Morena.

Año	Precipitación Máxima (mm)								
	15 minutos	30 minutos	1 hora	2 horas	3 horas	6 horas	9 horas	12 horas	24 horas
1959			20		42	43	43	43	128
1960			45		70	79	80	81	81
1961			42		63	63	63	63	63
1962			44		55	59	59	60	80
1963			43		55	61	71	76	76
1964			39		54	54	54	54	54
1965			50		85	86	117	132	132
1966			62		76	76	76	76	76
1967		28,2	51	51	52	52	52	52	71
1968		30,6	45	8	49	50	50	50	53
1969		36	59		60	74	91	96	98
1970		21,5	63		66	70	75	87	87
1971		30	33		43	47	47	47	56
1972	28,5	40,3	51		61	61	73	73	87
1973	27,8	35,8	59		59	96	120	129	129
1974	22,3	26,3	27		35	55	56	56	56
1975	32,9	59,4	85		97	97	98	98	120
1976	17,4	27,1	44	32	52	59	75	80	80
1977	20,6	29,3	39		62	64	64	64	69
1978	24,6	37,3	41		46	47	48	50	67
1979	21	34,2	49	53	56	59	71	76	95
1980	24,3	29,6	36	41	41	41	41	41	51
1981	34,8	52,2	77	85	91	96	96	96	119
1982	23,8	30,8	48	74	75	77	111	120	120
1983	22,7	40,7	47	61	67	87	92	93	93

Fuente: MARNR- Seccional Cojedes

Anexo 30. Registros base de la estación pluviométrica Miranda – La Trinidad.

Año	Precipitación Máxima (mm)								
	15 minutos	30 minutos	1 hora	2 horas	3 horas	6 horas	9 horas	12 horas	24 horas
1966	25,1	34	3	48	3	3	3	3	4
1967	17,7	19,5	1	2	1	1	1	1	1
1968	26,2	30,3	55	70	70	70	70	70	83
1969	20,2	28,4	37	0	50	50	50	50	54
1970	14,4	19,7	29		34	37	39	42	47
1971	12,4	16,2	17		70	71	71	71	71
1972	19,1	28,5	29		34	34	34	34	34
1973	20,3	29,9	33		58	75	76	61	135
1974	24,8	32,4	35		37	37	37	37	41
1975	16,4	23,1	31		45	52	65	72	72
1976	8,6	14,7	18	19	20	22	22	22	35
1977	12	14,8	24	26	34	42	42	42	51
1978	12	19	19	20	20	20	20	20	29
1979	8,3	17	27	27	36	38	38	38	38
1980		12	14	15	16	24	24	25	26
1981	0,8	0,9	1	1	1	1	1	1	1
1982	7	16,5	21	21	21	30	30	30	30
1983	15,6	22	26	31	35	36	38	39	40
1984	23,5	39	70	83	84	85	85	85	85
1985	15,9	30,8	37	40	40	45	45	54	55
1986	20,2	28,1	43	52	55	55	55	55	60
1987	29,3	39,1	44	48	52	63	70	71	72
1988	15,6	21,6	40	59	62	67	67	67	117
1989	22,3	30,3	41	44	45	45	48	61	80
1990	17,7	23,6	28	34	36	39	39	39	63

Fuente: MARNR- Seccional Cojedes

Anexo 31. Registros base de la estación pluviométrica Bejuma Panamericana.

Año	Precipitación Máxima (mm)								
	15 minutos	30 minutos	1 hora	2 horas	3 horas	6 horas	9 horas	12 horas	24 horas
1964			34		51	51	51	51	56
1965	16	23	30	26	38	38	38	38	39
1966			48		68	74	84	91	102
1967			29		30	39	40	40	48
1968	15	19	30	29	44	45	46	45	55
1969	36	50	86		101	101	101	101	101
1970	19	23	26		48	52	51	79	79
1971	16	26	41		42	42	47	47	48
1972	27	32	42		43	43	44	49	61
1973	29	25	26		56	77	82	85	93
1974	12	13	14		18	18	18	19	19
1975	13	20	29		29	33	33	33	44
1976	23	26	30	32	32	38	51	52	54
1977	10	20	26	31	45	47	476	47	47
1978	10	12	26	26	31	31	31	31	31
1979	16	28	32	42	99	47	47	57	61
1980	15	19	19	20	20	20	20	20	23
1981	14	16	18	27	19	19	19	19	28
1982	8	9	10	55	62	63	63	63	113
1983	23	25	26	36	39	39	39	39	42
1984	18	27	39	43	43	44	44	45	47
1985	28	28	28	29	29	29	29	29	47
1986	14	17	20	22	22	22	22	22	24
1987	14	17	29	37	39	44	44	44	44
1988	5	7	10	10	10	10	11	11	11
1989	15	23	31	39	41	42	42	42	67
1990	20	24	29	29	29	32	32	36	46

Fuente: MARNR- Seccional Cojedes

Anexo 32. Registros base de la estación pluviométrica Arismendi.

Año	Precipitación Máxima (mm)										
	5 min	10 min	15 min	30 min	1 h	2 h	3 h	6 h	9 h	12 h	24 h
1971	9	17	25	38	42		49	53	59	60	60
1972	10	20	30	44	47		73	73	73	73	73
1973	16	29	34	43	48		102	118	144	149	149
1974	9	15	18	30	30		55	62	62	62	62
1975	14	23	34	39	67	4	90	90	90	90	90
1976	8	17	24	32	57	57	57	57	57	57	60
1977	13	20	30	50	54		72	75	75	75	88
1978	14	21	30	52	93		100	100	100	100	132
1979	11	22	31	53	77	90	95	96	96	96	96
1980	18	23	27	46	63	98	103	105	105	112	115
1981	17	20	25	43	54	92	104	120	138	138	138
1982	12	20	24	40	55	56	57	57	57	57	58
1983	12	18	23	28	37	41	84	84	84	84	84
1984	19	28	42	69	92	92	92	92	92	92	92
1985	13	20	29	38	57	81	85	86	86	86	95
1986	21	26	43	48	57	63	63	64	64	68	80
1987	11	17	21	33	50	61	70	88	88	88	89
1988	22	38	44	56	66	67	67	68	69	84	85
1989	11	19	32	41	51	61	64	66	67	67	67
1990	12	19	30	46	59	64	72	102	102	131	131

Fuente: MARNR- Seccional Cojedes

Anexo 33. Registros base de la estación pluviométrica Jobalito.

Año	Precipitación Máxima (mm)								
	15 minutos	30 minutos	1 hora	2 horas	3 horas	6 horas	9 horas	12 horas	24 horas
1972			45		46	51	57	67	86
1973			52		70	87	89	89	89
1974						4	4	4	4
1975	9	26	28	40	34	34	34	40	42
1976	30	36	42	44	52	66	71	75	98
1977			54		57	57	58	58	105
1978			45		55	85	87	87	87
1979			51	59	79	106	108	110	110
1980			68	68	68	68	68	70	86
1981	4	4	4	5	5	5	5	5	5
1982	29	38	54	69	78	86	86	86	86
1983	20	30	37	42	44	47	58	58	62
1984	17	26	43	71	104	118	118	118	121
1985	30	39	63	68	68	68	68	68	68
1986	13	14	24	24	24	24	24	24	24
1987	16	18	24	27	37	39	39	39	39
1988	11	17	28	33	50	53	61	62	64
1989	14	19	22	28	29	29	29	29	29
1990	22	30	41	44	51	69	95	95	102

Fuente: MARNR- Seccional Cojedes

Anexo 34. Registros base de la estación pluviométrica Hato Paradero.

Año	Precipitación Máxima (mm)								
	15 minutos	30 minutos	1 hora	2 horas	3 horas	6 horas	9 horas	12 horas	24 horas
1961			50		50	50	52	52	68
1962			50		59	69	74	74	76
1963			50		64	66	71	104	124
1964			38		40	42	52	52	54
1965			37		63	65	69	79	79
1966			57		61	82	98	101	101
1967	20	22	34	46	54	54	63	64	67
1968	23	44	56		64	68	68	69	94
1969	24	35	38		45	60	61	61	62
1970	25	38	41		45	47	48	55	57
1971	21	31	41		50	91	98	98	99
1972	30	46	49		64	66	70	75	101
1973	15	21	29		40	49	55	58	61
1974	22	22	22		39	41	45	45	59
1975	20	26	42	51	51	51	51	51	51
1976	19	29	43	44	56	66	75	84	97
1977	20	31	36	44	44	44	44	44	45
1978	35	45	56	57	57	86	97	57	101
1979	12	24	48	48	48	48	48	48	56
1980	8	11	15	26	36	37	38	38	43
1981	20	26	35	40	46	64	66	67	86
1982			32	32	35	35	35	35	35
1983			35	35	35	35	47	47	47
1984			58	62	65	65	65	65	68
1985	11	24	34	52	55	55	60	60	64
1986	9	12	17	21	22	26	43	44	44
1987	20	27	33	33	33	39	39	48	62
1988	19	29	36	43	43	43	43	43	43
1989	21	32	34	35	35	35	35	35	53
1990	4	4	4	4	4	4	4	4	4

Fuente: MARNR- Seccional Cojedes

Anexo 35. Registros base de la estación pluviométrica Manaure.

Año	Precipitación Máxima (mm)								
	15 minutos	30 minutos	1 hora	2 horas	3 horas	6 horas	9 horas	12 horas	24 horas
1963	23	29	35	39	41	44	47	48	59
1964			58		60	62	62	62	67
1965			30		36	36	39	42	43
1966			44		53	90	97	98	98
1967			34		49	56	62	63	63
1968		52	58	40	64	65	65	72	100
1969		36	49		84	89	89	89	90
1970	17	21	30		30	30	30	30	33
1971	37	53	70		71	72	72	72	81
1972	23	45	51		63	66	67	67	68
1973	15	24	41		50	51	51	51	69
1974	32	51	57		57	57	57	57	57
1975	23	24	34		57	80	82	82	83
1976	21	32	35	36	49	55	55	55	79
1977	19	29	35	30	42	44	45	45	58
1978	22	30	34	34	53	81	96	100	102
1979	2	8	14	15	15	15	18	21	50
1980	16	20	20	20	20	20	20	25	31
1981	3	3	3	47	50	64	77	80	92
1982	20	31	35	41	42	43	48	48	50
1983	19	21	27	31	32	32	32	32	32
1984	4	22	25	28	30	38	38	43	59
1985	14	18	18	19	19	19	19	19	21
1986	10	15	16	17	17	19	19	19	19
1987	41	58	73	76	79	82	82	82	91
1988	20	36	56	61	63	65	68	68	68
1989	13	19	28	31	31	32	34	34	34
1990	16	27	39	43	43	74	74	74	75

Fuente: MARNR- Seccional Cojedes

Anexo 36. Registros base de la estación pluviométrica Los Naranjos.

Año	Precipitación Máxima (mm)								
	15 minutos	30 minutos	1 hora	2 horas	3 horas	6 horas	9 horas	12 horas	24 horas
1954			68		72	72	72	72	78
1955			50		104	110	115	115	115
1956			50		52	58	66	66	80
1957			40		50	74	74	74	83
1958			37		50	60	60	60	62
1959			34		36	50	50	50	53
1960			75		77	81	81	83	94
1961			60		83	97	97	97	117
1962			56		60	72	74	74	77
1963			50		60	73	73	73	108
1964			39		44	44	51	59	59
1965			28		43	54	54	54	59
1966			39		66	70	70	70	71
1967	28,4	35,9	42	46	47	65	73	73	85
1968	28,8	38,4	46		54	67	71	75	79
1969	32	35,4	42		52	66	89	89	89
1970	25,7	57,6	58		64	73	73	73	73
1971	29,9	46,5	55		70	75	84	117	119
1972	19,2	21,3	29		39	53	55	55	71
1973	29	52,4	76		117	118	118	118	118
1974	41,2	46,6	56		77	85	89	89	89
1975	19	29,3	38	34	43	50	50	50	50
1976	24,6	30,8	35	37	37	47	52	53	65
1977	33,2	56,4	85	85	85	85	102	102	102
1978	21,3	28,2	35	54	57	63	63	63	72
1979	19,9	28,4	36	43	44	48	60	62	62
1980	0,3	0,5							
1981									
1982									
1983			6	9	10	15	15	15	15
1984			11	19	22	37	37	37	37
1985	18,8	31,5	33	33	33	57	60	60	60
1986	16,5	23,1	33	33	33	33	37	38	54
1987	19,7	31	55	62	72	101	110	111	174
1988	2,4	2,6	3	4	4	4	4	5	9
1989	1,6	2,4	4	4	4	4	5	5	5
1990	1,8	18,4	33	34	36	46	46	46	54

Fuente: MARNR- Seccional Cojedes

Anexo 37. Registros base de la estación pluviométrica Caño Benito.

Año	Precipitación Máxima (mm)									
	15 minutos	30 minutos	1 hora	2 horas	3 horas	6 horas	9 horas	12 horas	24 horas	
1954			30			66	79	82	82	82
1955			57			81	91	93	93	95
1956			30			41	46	46	46	55
1957			36			71	93	99	99	99
1958			31			31	43	64	65	65
1959			19			46	90	91	91	95
1960			36			52	54	56	57	63
1961			33			52	75	87	87	89
1962			38			41	41	44	44	49
1963			55			59	59	59	59	66
1964			39			43	85	87	87	103
1965			50			76	79	79	79	80
1966			39			50	54	58	58	58
1967			44,4	47	48	48	54	73	73	82
1968	29,1	45,9	59			61	61	64	64	74
1969	22,9	26,4	36			49	52	52	52	52
1970	24,9	48,2	58			90	91	91	91	103
1971	5,1	26,7	30			30	30	30	30	36
1972		29,5	41			43	44	84	108	109
1973		34,7	38			50	50	50	50	59
1974	25,8	34,4	43			66	67	67	68	70
1975	22,8	34,8	44			49	52	56	57	69
1976	27,9	49,9	78	59		97	97	97	97	98
1977	23,9	30,5	34	95		41	42	42	43	47
1978	39,6	59,4	76	77		77	77	77	95	157
1979	20,9	28,8	32	44		47	84	89	89	89
1980	14,9	18,1	30	41		44	47	47	48	55
1981										
1982	21,2	33,3	50	51		52	62	69	69	75
1983	23	30,1	49	54		63	102	102	102	102
1984	17,5	30,4	39	41		54	59	60	60	60
1985	25,5	32,6	45	48		49	50	50	50	53
1986	23,6	39,8	56	58		62	67	75	77	78
1987	25,7	37,8	55	58		74	98	151	158	158
1988	10	13,8	16	18		18	18	18	18	18
1989	19,8	21,7	29	32		34	34	34	48	49
1990	14,6	23,8	25	25		26	26	26	26	26

Fuente: MARNR- Seccional Cojedes

Anexo 38. Registros base de la estación pluviométrica Las Majaguas.

Año	Precipitación Máxima (mm)								
	15 minutos	30 minutos	1 hora	2 horas	3 horas	6 horas	9 horas	12 horas	24 horas
1963			40		48	59	59	68	68
1964			36		41	47	60	74	79
1965			51		67	69	85	89	89
1966			28		39	42	42	42	44
1967	27	27,5	30		35	36	36	36	40
1968	21,5	25,5	42		58	60	60	60	60
1969	26,9	51,2	79		86	86	86	86	86
1970	33,6	40,7	50		57	72	76	76	83
1971	22,2	26	30		47	48	48	48	65
1972	29,1	40,8	64		76	82	85	85	95
1973	21,3	26,2	29		34	38	58	68	68
1974	22,1	28,1	32		43	50	63	74	80
1975	23,1	23,7	43		48	48	58	60	60
1976	27	35,1	39	46	46	47	53	53	53
1977	27,3	30,7	44	28	48	70	70	70	70
1978	32,6	37,7	40	43	45	47	47	48	62
1979	27,5	40,5	54	54	54	54	54	55	68
1980	20,4	31,8	42	45	49	56	57	57	57
1981	25,1	42,2	67	71	72	73	73	73	77
1982	27	33,2	37	38	41	59	72	72	72
1983	19,1	30,2	33	35	40	51	52	52	71

Fuente: MARNR- Seccional Cojedes

Anexo 39. Registros base de la estación pluviométrica Galera.

Año	Precipitación Máxima (mm)								
	15 minutos	30 minutos	1 hora	2 horas	3 horas	6 horas	9 horas	12 horas	24 horas
1964			38		40	40	40	40	56
1965			37		39	39	39	39	53
1966			97		140	154	157	157	157
1967	27,5	28,6	46	44	47	47	53	54	72
1968			38		39	40	40	40	62
1969			37		45	46	52	53	53
1970			43		67	90	101	107	108
1971			49		53	56	56	56	56
1972			53		67	77	88	88	88
1973			86		98	103	104	104	116
1974			31		36	43	43	43	46
1975			45		65	68	71	71	104
1976	16,2	30,8	38	61	43	46	47	56	59
1977	16,2	48,5	65	63	69	73	73	73	80
1978			53	53	59	78	79	79	79
1979			63	82	84	96	98	99	101
1980			45	47	51	52	55	58	68
1981	19,2	32,7	42	46	48	63	79	82	87
1982	19,2	27,7	31	34	37	43	55	57	59
1983	22,3	35,9	42	44	44	46	60	68	68
1984	28,3	36,5	48	67	69	74	74	75	75
1985	27,4	39,2		58	59	65	73	73	72
1986	26,9	42,5	51	57	74	106	111	111	113
1987	37,6	56,4	84	100	114	120	121	123	123
1988	29,5	37,4	67	77	77	77	77	77	77
1989	21,6	28,2	29	51	52	56	61	62	62
1990	38	60	75	80	81	81	85	87	88

Fuente: MARNR- Seccional Cojedes

Anexo 40. Registros base de la estación pluviométrica Auro.

Año	Precipitación Máxima (mm)								
	15 minutos	30 minutos	1 hora	2 horas	3 horas	6 horas	9 horas	12 horas	24 horas
1957			36		64	70	70	71	71
1958			31		55	56	56	56	56
1959			53		63	64	68	73	102
1960			40		47	58	63	66	66
1961			60		76	90	114	114	119
1962			69		69	74	78	81	85
1963			59		74	105	106	116	117
1964			45		63	63	63	63	64
1965			49		65	70	70	70	71
1966			38		40	46	46	50	51
1967	40,4	50	53	53	53	70	70	93	93
1968			56		80	83	84	84	86
1969			56		78	79	79	79	99
1970			46		55	69	79	80	90
1971			45		52	84	85	85	100
1972			51		63	83	90	90	90
1973			35		40	53	56	57	68
1974			36		82	94	95	121	122
1975			48		52	52	52	52	52
1976	27,7	30,2	38	43	43	43	43	43	43
1977	21,4	36,6	42	48	54	57	57	57	57
1978	22	38,1	53	56	59	59	59	59	59
1979	29,7	34,7	49	53	62	100	101	101	101
1980	20	27,8	45	58	63	63	63	63	65
1981	29,1	39,4	53	59	62	63	63	63	68
1982	45	51,7	58	66	73	78	78	78	78
1983	17,7	26,5	42	46	50	50	50	50	61

Fuente: MARNR- Seccional Cojedes

Anexo 42. Registros base de la estación pluviométrica Agua Blanca.

Año	Precipitación Máxima (mm)								
	15 minutos	30 minutos	1 hora	2 horas	3 horas	6 horas	9 horas	12 horas	24 horas
1962			30		37	44	58	61	61
1963			67		73	73	73	73	98
1964			39		49	55	56	56	61
1965			67		82	92	92	93	93
1966			41		50	64	65	67	83
1967	19	21,9	27	41	45	49	53	59	59
1968	40,4	48,4	54		80	83	84	84	86
1969	28,3	34,2	45		64	65	65	66	66
1970	30	42	46		57	61	63	67	68
1971	24,3	35,5	43		46	46	46	59	59
1972	28,5	40,4	60		74	81	85	85	93
1973	23,3	34,7	43		53	60	76	79	80
1974	33,1	41,5	46		59	69	69	131	136
1975	21,5	38,4	67		99	103	103	103	105
1976	26,8	37,1	50	92	54	55	55	55	55
1977	24,5	39,7	52	53	67	69	82	90	90
1978	22	25,8	35	36	42	46	46	46	62
1979	24,1	32,7	54	64	79	98	99	99	99
1980	24,7	36,4	47	56	64	68	74	77	77
1981	29,8	43,9	52	59	71	76	76	76	77
1982	30,1	40,2	65	72	85	106	115	115	115
1983	24	33,3	53	71	74	77	78	78	78
1984	21,2	36,8	53	86	93	101	101	101	101
1985	22	30,6	43	48	56	70	84	84	87
1986	9,9	15	19	20	21	21	21	21	28
1987	31,3	32,7	44	61	63	63	63	63	75
1988	17,2	27,1	37	39	40	40	60	62	69
1989	20,2	26,5	34	36	38	45	45	45	61
1990	29,6	30,6	39	54	62	62	62	62	65

Fuente: MARNR- Seccional Cojedes

Anexo 43. Registros base de la estación pluviométrica El Baúl Carretera.

Año	Precipitación Máxima (mm)								
	15 minutos	30 minutos	1 hora	2 horas	3 horas	6 horas	9 horas	12 horas	24 horas
1964			31		46	54	61	64	85
1965			50		50	51	51	52	53
1966			47		47	49	49	49	63
1967	27	35	41		56	65	65	65	85
1968	29	39	58		67	67	67	67	69
1969	30	44	54		75	78	83	83	83
1970	30	44	58		59	74	81	82	82
1971	19	26	37		44	45	45	45	45
1972	19	35	56		96	109	110	110	110
1973	24	30	59		61	62	69	73	74
1974	29	38	51		67	77	82	82	82
1975	26	39	48	33	59	68	77	79	79
1976	30	39	54	68	72	84	84	84	84
1977	34	58	78	63	95	95	95	95	125
1978	31	40	52	52	53	44	45	46	54
1979	26	44	58	66	67	79	79	79	80
1980	33	58	44	48	48	48	48	79	86
1981	34	42	51	52	53	55	55	55	55
1982	17	23	43	71	80	84	86	86	86
1983	28	37	53	60	61	64	64	64	64
1984	30	59	87	110	117	130	132	132	132
1985	31	41	42	44	44	44	47	53	57
1986	25	40	78	94	821	95	99	99	103
1987	40	64	72	84	85	88	88	88	93
1988									
1989	1	1				26	26	26	26
1990	22	34	50	51	52	52	52	52	52

Fuente: MARNR- Seccional Cojedes

Anexo 44. Registros base de la estación pluviométrica Chirgua Cabecera.

Año	Precipitación Máxima (mm)								
	15 minutos	30 minutos	1 hora	2 horas	3 horas	6 horas	9 horas	12 horas	24 horas
1967	18	32	55	57	58	74	80	80	80
1968	18	23	28	31	34	65	38	39	43
1969	21	22							
1970	22	38							
1971	25	29							
1972	21	26							
1973	15	22							
1974	13	21	25		32	32	36	36	36
1975	28	43	50		50	52	53	54	59
1976	15	31	36		43	56	57	57	60
1977	25	31	46		60	69	71	71	72
1978	18	23	33	41	46	47	49	50	80
1979	20	26	35	40	51	52	52	52	52
1980	100	24	24	25	40	40	40	40	51
1981	11	19	48	51	51	54	65	66	73
1982	27	37	71	93	93	93	93	93	93
1983	13	17	18	30	30	31	44	44	44
1984	15	28	46	65	68	68	68	69	69
1985									
1986	17	20	22	25	59	59	59	59	66
1987	34	52	68	83	83	83	83	83	83
1988	6,2	7	9	11	12	12	28	28	38
1989	13,4	24	29	33	34	36	42	42	48
1990	10,3	20	27	34	34	35	35	35	35

Fuente: MARNR- Seccional Cojedes

Anexo 45. Registros base de la estación pluviométrica Cachinche.

Año	Precipitación Máxima (mm)								
	15 minutos	30 minutos	1 hora	2 horas	3 horas	6 horas	9 horas	12 horas	24 horas
1968	27	37	46	35			49	67	67
1969	34	34	45				66	73	98
1970	19	30	39				80	84	84
1971	23	29	32				48	48	55
1972	21	31	37				51	51	57
1973	23	29	40				95	97	107
1974	12	14	19				39	39	44
1975	20	40	52				74	74	74
1976	23	31	33	33			33	33	47
1977	22	29	35	48			46	48	59
1978	20	23	34	37			41	41	41
1979	24	38	46	49		53	53	53	63
1980	10	17	18	20		27	27	37	37
1981	13	15	19	20		20	20	20	20
1982	20	27	35	35		37	37	37	47
1983	20	25	29			31	34	34	45
1984	4	6	7			43	43	43	48
1985	23	30	30			48	48	48	48
1986	19	21	22			62	65	83	91
1987	33	36	38			59	68	68	68
1988	19	26	42			72	74	116	139
1989	13	16	16			18	18	20	25

Fuente: MARNR- Seccional Cojedes

Anexo 46. Registros base de la estación pluviométrica Guataparo Dique.

Año	Precipitación Máxima (mm)										
	5 minutos	10 minutos	15 minutos	30 minutos	1 hora	2 horas	3 horas	6 horas	9 horas	12 horas	24 horas
1952					48		93	102	102	102	102
1953					44		51	51	52	52	61
1954					35		61	61	75	76	76
1955					35		44	44	44	45	57
1956					27		27	34	34	34	40
1957					38		39	40	40	40	41
1958					34		41	41	47	48	49
1959					27		29	34	36	36	36
1960					33		33	56	56	56	57
1961					26		29	29	32	32	32
1962					89		109	109	109	109	109
1963					40		64	68	68	68	73
1964					24		28	44	47	47	47
1965					30		31	71	99	99	104
1966					29		50	50	50	53	53
1967			26	36	34	45	60	69	70	71	71
1968	12	20	23	38	57	43	82	86	86	86	97
1969	14	19	25	40	46		55	55	57	67	85
1970	10	16	19	24	26		26	27	31	31	31
1971	9	13	18	28	36		43	44	51	63	63
1972	10	20	26	32	35		61	70	73	106	112
1973	10	19	25	37	44		65	70	77	87	94
1974	10	18	20	26	36		40	40	40	40	62
1975	9	14	17	29	34		38	74	74	74	87
1976	10	15	17	18	20	26	27	29	30	30	50
1977	10	15	18	28	30		45	49	49	49	49
1978	27	31			33		50	70	83	83	83
1979	36	45			51	52	59	67	67	61	83
1980	12	20	27	43	46	49	51	57	61	61	66
1981	10	16	20	37	114	120	121	121	121	121	121
1982	10	15	20	29	37	53	53	56	70	73	73
1983	13	20	25	36	56	87	106	110	111	111	121
1984	13	20	25	36	56	87	103	110	111	111	121

Fuente: MARNR- Seccional Cojedes

Anexo 47. Registros base de la estación pluviométrica San José de Tiznado.

Año	Precipitación Máxima (mm)								
	15 minutos	30 minutos	1 hora	2 horas	3 horas	6 horas	9 horas	12 horas	24 horas
1964			64		76	78	78	78	78
1965			42		51	62	68	76	76
1966			61		74	98	99	99	103
1967	17	25	37	40	41	42	44	44	52
1968	33	50	65		96	117	117	120	123
1969	27	37	57		76	88	89	93	93
1970	21	38	66		87	99	100	101	104
1971	26	36	41		69	77	77	78	78
1972	20	28	35		39	49	52	52	58
1973	24	29	36		81	98	102	104	105
1974	21	33	67		81	82	104	104	112
1975	19	35	39	50	58	63	64	64	68
1976	23	37	43	47	57	74	76	76	77
1977	19	33	34	34	34	35	42	46	61
1978	28	49	71	75	76	81	86	90	101
1979	10	18	33	34	38	39	39	39	42
1980	10	18	21	21	21	34	37	38	42
1981									
1982			27	39	43	47	47	47	47
1983			23	23	23	23	23	23	26
1984			5	5	5	5	6	6	6
1985	8	8	9	9	9	9	15	15	15
1986	19	22	24	25	25	25	28	28	41
1987	20	23	24	24	24	26	28	29	38
1988									
1989									
1990	15	19	20	23	23	23	23	23	25

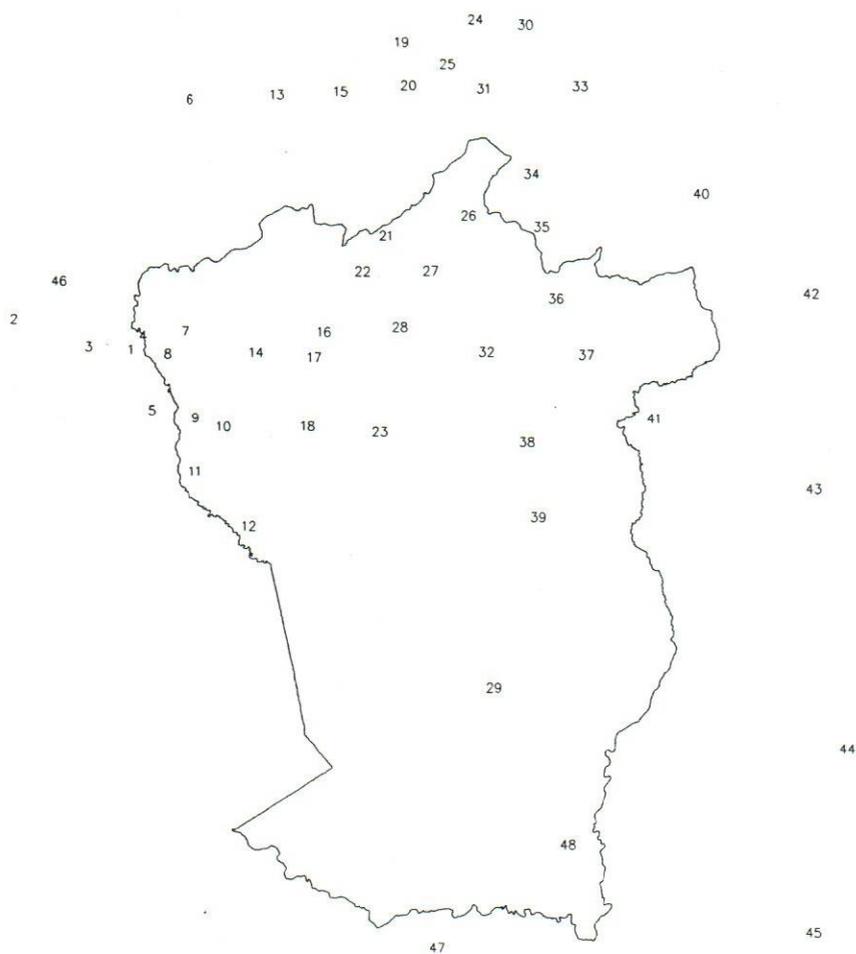
Fuente: MARNR- Seccional Cojedes

Anexo 48. Registros base de la estación pluviométrica Mata Oscura.

Año	Precipitación Máxima (mm)								
	15 minutos	30 minutos	1 hora	2 horas	3 horas	6 horas	9 horas	12 horas	24 horas
1963			51		55	58	58	59	70
1964			78		83	83	83	83	83
1965			32		57	76	77	86	87
1966			60		80	87	88	88	88
1967	33	26	40	85	38	63	65	65	87
1968		29	37		45	51	52	56	56
1969		34	47		52	53	78	78	87
1970		31	48		71	88	96	96	115
1971		17	71		78	78	78	78	78
1972		29	51		82	88	90	90	113
1973		13	19		31	50	71	74	74
1974	23	34	37		37	37	37	37	37
1975	19	24	31		31	40	40	40	49
1976	17	26	37	29	46	66	74	76	79
1977	27	37	54	45	60	74	74	81	82
1978	35	44	49	52	53	63	67	68	77
1979	28	48	69	102	109	117	117	117	117
1980	20	29	42	46	46	52	52	52	52
1981	19	30	36	39	40	44	44	44	44
1982	22	27	32	40	46	53	53	53	71
1983	20	26	37	42	47	50	50	50	56

Fuente: MARNR- Seccional Cojedes

Anexo 49. Ubicación de las estaciones pluviométrica.



1. Las Majaguas
2. Auro
3. Agua Blanca
4. S.R. de Onoto
5. Tocuyano
6. Central Matilde
7. Guabinas
8. Cojeditos
9. Santa Teresa
10. Guayabito
11. Palo Quemado
12. El Amparo
13. Los Cogollos
14. Ceiba - Camoruco
15. Nirgua
16. Morena
17. Los Colorados
18. Vega - Charcote
19. Temeria
20. Miranda - Trinidad
21. Vallecito
22. Manrique
23. Hato Las Babas
24. Canoabo
25. Montalbán
26. Tinaquillo
27. La Aguadita
28. Tinaco
29. Baúl Carretera
30. Chirgua Cabecera
31. Bejuma Panamericana
32. Morita Caserio
33. Guataparo Dique
34. Campo de Carabobo
35. Cachinche
36. Pao Planta
37. Pao Oficina
38. Galera
39. Caño Benito
40. Manaure
41. Mata Oscura
42. Hato Paradero
43. S.J. Tiznado
44. Los Naranjos
45. Corozo Pando
46. Sarare
47. Arismendi
48. Jobalito