

**ESTUDIO DE LA VARIACIÓN DEL RÉGIMEN DE LLUVIAS EN LA  
CUENCA SUPERIOR DEL RÍO LEBRIJA (C.S.R.L.).**

**JUAN PABLO ARENAS SEGURA  
JUAN SEBASTIAN RUIZ LIZARRALDE**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICOMECANICAS  
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
BUCARAMANGA**

**2005**

**ESTUDIO DE LA VARIACIÓN DEL RÉGIMEN DE LLUVIAS EN LA  
CUENCA SUPERIOR DEL RÍO LEBRIJA (C.S.R.L.).**

**JUAN PABLO ARENAS SEGURA  
JUAN SEBASTIAN RUIZ LIZARRALDE**

**Trabajo de Grado para optar al título de  
Ingeniero Civil**

**Director  
SULLY GOMEZ ISIDRO  
Ingeniera Civil MSc PhD**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICOMECANICAS  
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
BUCARAMANGA  
2005**

*A mis padres,  
A mi abuela,  
A mi hermana,  
A mi novia.*

*Juan Pablo Arenas Segura*

*A Dios,  
mis padres,  
mis hermanos  
y mis tíos.*

*Juan Sebastián Ruiz Lizarralde*

## **AGRADECIMIENTOS**

A nuestra directora de proyecto **Ing. MSc PhD Sully Gómez Isidro** por su apoyo y su confianza.

Al **Ing. MSc Jorge Alberto Guzmán**, por su respaldo, su conocimiento y colaboración oportuna.

Al IDEAM, Instituto de Hidrológica, Meteorología y Estudios Ambientales, quien suministró la información de las series hidrológicas de las estaciones que se utilizaron en este proyecto

Al Grupo en Predicción y Modelamiento Hidroclimático (GPH), por su valiosa colaboración.

A todos nuestros familiares, que nos brindaron su paciencia, entendimiento y ánimo incondicional para que de una u otra forma se culminara este proyecto.

**Juan Pablo Arenas Segura**  
**Juan Sebastián Ruiz Lizarralde**

## RESUMEN

### TITULO:

**ESTUDIO DE LA VARIACIÓN DEL REGIMEN DE LLUVIAS EN LA CUENCA SUPERIOR DEL RIO LEBRIJA (C.S.R.L.) \***

### AUTORES:

Juan Pablo Arenas Segura  
Juan Sebastián Ruiz Lizarralde \*\*

### PALABRAS CLAVES:

Series de tiempo hidrológicas, Metadatos, Test Paramétricos y no-Paramétricos, Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT), ENSO (El Niño-Oscilación del Sur).

### DESCRIPCIÓN:

El objetivo de este proyecto es el entendimiento de la variabilidad del clima en la C.S.R.L. mediante el análisis de series de tiempo de precipitación en resolución diaria, de tal forma que se lograra describir los fenómenos que se presentan en la región, y dar una explicación a los cambios que se presentan en la lluvia entre la zona metropolitana y la parte alta de la cuenca.

Después de hacer un inventario de las estaciones que están distribuidas en la cuenca, se llevó a cabo una exploración de la información que existía en cada estación, para poder generar un periodo de análisis lo suficientemente largo para la descripción de los fenómenos que influyen en la precipitación. Una vez se escogieron las estaciones con las cuales se trabajó, se procedió a un análisis de consistencia y homogeneidad, para detectar cambios y errores sistemáticos en las series de tiempo, y la corrección de estos errores basándose en los metadatos recolectados de cada estación.

Posteriormente se crearon los mapas de precipitación media multianual para ver la variación con respecto al número de estaciones utilizadas y la influencia de las estaciones de otras entidades sobre la distribución espacial de la lluvia. Mediante estos mapas se conoció la precipitación promedio anual de la cuenca teniendo en cuenta la ubicación de las estaciones y su variación con respecto a la altura.

A través de este proyecto se pudo establecer una gran diferencia en el ciclo anual de las lluvias entre la parte alta de la cuenca y la zona metropolitana, atribuido en gran parte a la influencia que genera el fenómeno del ENSO en los volúmenes de precipitación que se aumentan durante los meses de abril, y presentan una disminución durante el período seco de mitad de año.

---

\* Tesis

\*\* Escuela de Ingeniería Civil, Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas.  
Ing. Msc. PhD. Sully Gomez Isidro

## ABSTRACT

### TITLE:

**STUDY OF THE RAIN REGIME VARIATION IN THE LEBRIJA UPPER RIVER BASIN (C.S.R.L)**\*

### AUTHORS:

Juan Pablo Arenas Segura  
Juan Sebastián Ruiz Lizarralde \*\*

### KEYWORDS:

Hydrological time series, Metadata, Parametric and Non-Parametric Tests, Inter-Tropical Convergency Zone (ITCZ), ENSO (El Niño Southern Oscillation).

### DESCRIPTION:

The objective of this project is to understand the climatic variability in the C.S.R.L. through a daily resolution rainfall time series analysis, with the purpose of describing the macro-climatic phenomenon of the region and giving an explanation to the rain changes within the metropolitan zone and the upper sector of the Lebrija river basin.

After taking inventory of the stations spreading over the basin, we carried out a search of the information contained in each station in order to generate an analysis period being long enough for the description of the macro-climatic phenomenon affecting the precipitation. Once the stations were selected, a consistency and homogeneity analysis followed to detect changes and systematic errors in the time series, thus correcting the errors based on the metadata collected from each station.

Subsequently, we sketched the maps of multi-annual mean precipitation, so as to observe its variation with respect to the number of stations used and also the influence of other entities' stations on the rain's spatial distribution. These maps allowed us to know the annual average precipitation of the basin accounting for the location of the stations, and its variation with respect to the altitude.

Throughout this project we found a significant difference in the annual cycle of rainy days between the upper sector of the basin and the metropolitan zone, which was attributed to the influence of the ENSO phenomena on the volume of precipitation, that increased during april and showed a decrease during the dry mid-year period.

---

\* Thesis

\*\* Escuela de Ingeniería Civil, Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas.  
Ing. Msc. PhD. Sully Gomez Isidro

## TABLA DE CONTENIDO

<u>INTRODUCCION</u>	<u>1</u>
<u>1. LA CUENCA SUPERIOR DEL RIO LEBRIJA (C.S.R.L.)</u>	<u>2</u>
1.1. LOCALIZACION DE LA CUENCA	2
1.2. ESTUDIOS REALIZADOS	4
1.3. RED PLUVIOMETRICA	7
1.4. LONGITUD DE REGISTRO Y ESTACIONES DE LA C.S.R.L.	9
1.5. ESTACIONES A UTILIZAR	18
<u>2. ANÁLISIS DE CONSISTENCIA Y HOMOGENEIDAD</u>	<u>23</u>
2.1. ANÁLISIS DE CONSISTENCIA (CURVA DE DOBLE MASA)	24
2.1.1. CURVA DE DOBLE MASA DE LAS ESTACIONES PARTE ALTA DE LA C.S.R.L.	34
2.1.2. CURVA DE DOBLE MASA DE LAS ESTACIONES ZONA METROPOLITANA	41
2.2. COMPLEMENTACION DE SERIES	46
2.3. ANALISIS DE HOMOGENEIDAD	48
2.3.1. ESTACIONES ZONA METROPOLITANA	49
2.3.2. ESTACIONES DE LA PARTE ALTA DE LA CUENCA	54
2.3.3. ESTACIONES PARTE ALTA DE LA CUENCA	62
2.3.4. ESTACIONES ZONA METROPOLITANA	66
2.4. ANÁLISIS DE FRECUENCIA	69
<u>3. <u>ANALISIS DE FENOMENOS GLOBALES QUE INFLUYEN EN LA</u></u> <u>PRECIPITACION DE C.S.R.L.</u>	<u>72</u>
3.1 LA ZONA DE CONVERGENCIA INTERTROPICAL (ZCIT)	72
3.2. EL NIÑO-OSCILACIÓN DEL SUR (ENSO)	75

<u>4. DISTRIBUCION ESPACIAL DE LA PRECIPITACION EN LA CUENCA SUPERIOR DEL RIO LEBRIJA</u>	<u>82</u>
4.1. ELABORACION DE LOS MAPAS DE PRECIPITACION	82
4.1.1 MAPA DE PRECIPITACION DE LAS 13 ESTACIONES EN ESTUDIO	83
4.1.2 MAPA DE PRECIPITACION CON ESTACIONES CON MAS DE 10 AÑOS DE REGISTRO DEL IDEAM (18 ESTACIONES)	84
4.1.3 MAPA DE PRECIPITACION CON ESTACIONES CON MAS DE 5 AÑOS DE REGISTRO DEL IDEAM (27 ESTACIONES)	85
4.1.4 MAPA DE PRECIPITACION CON ESTACIONES CON MAS DE 5 AÑOS DE REGISTRO DEL IDEAM MAS ESTACIONES DE LA CDMB Y CMB (34 ESTACIONES)	86
4.2. OPTIMO PLUVIOMETRICO	87
<u>5. ANALISIS DE RESULTADOS</u>	<u>89</u>
5.1. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	89
5.2. CICLO ANUAL	90
5.3. DISTRIBUCION ESPACIAL DE LA PRECIPITACION	95
5.4. DISTRIBUCION PROMEDIO REPRESENTATIVA DE LA CUENCA	98
<u>6. CONCLUSIONES</u>	<u>99</u>
<u>7. RECOMENDACIONES</u>	<u>101</u>
<u>BIBLIOGRAFÍA</u>	<u>102</u>
<u>ANEXOS</u>	<u>104</u>

## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Listado de las estaciones de la C.S.R.L. organizado por entidad	11
<b>Tabla 2.</b> Número de datos de cada estación de tipo mensual	13
<b>Tabla 3.</b> Metadatos	30
<b>Tabla 4.</b> Coeficientes de Correlación estaciones parte alta de la Cuenca	46
<b>Tabla 5.</b> Coeficientes de Correlación estaciones zona metropolitana	47
<b>Tabla 6.</b> Coeficientes de Correlación totales mensuales estaciones parte Alta.	47
<b>Tabla 7.</b> Coeficientes de Correlación totales mensuales estaciones zona Metropolitana.	47
<b>Tabla 8.</b> Coeficientes de Correlación totales mensuales agrupados por meses de las 13 estaciones seleccionadas	48
<b>Tabla 9.</b> Resumen test para la evaluación da la homogeneidad parte alta	62
<b>Tabla 10.</b> Resumen test para la evaluación de la homogeneidad zona Metropolitana	66
<b>Tabla 11.</b> Resumen análisis de Frecuencia estaciones parte alta.	71
<b>Tabla 12.</b> Resumen análisis de Frecuencia estaciones zona metropolitana	71
<b>Tabla 13.</b> Promedio de número de días de lluvia, totales mensuales y máximos mensuales, estaciones parte alta de la cuenca	77
<b>Tabla 14.</b> Promedio de número de días de lluvia, totales mensuales y máximos mensuales, estaciones zona metropolitana de Bucaramanga	79
<b>Tabla 15.</b> Estaciones utilizadas en los mapas	87
<b>Tabla 16.</b> Precipitación total promedio multianual y altura de Las estaciones de la CSRL	88

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b>	Cuenca Superior del Río Lebrija	3
<b>Figura 2.</b>	Localización de las estaciones	10
<b>Figura 3.</b>	Localización de las estaciones utilizadas	21
<b>Figura 4.</b>	Mapa de precipitación de las 13 estaciones en estudio	83
<b>Figura 5.</b>	Mapa de precipitación de las estaciones con más de 10 años de registro	84
<b>Figura 6.</b>	Mapa de precipitación de las estaciones con más de 5 años de registro	85
<b>Figura 7.</b>	Mapa de precipitación de las estaciones con más de 5 años de registro y estaciones de la CDMB y la CAMB	86
<b>Figura 8.</b>	Distribución espacial de la lluvia en la CSRL	97

## LISTA DE GRAFICAS

<b>Gráfica 1.</b>	Tiempo de operación de las estaciones en la CSRL (Fuente IDEAM)	9
<b>Grafica 2.</b>	Número de estaciones instaladas en la CSRL (Fuente IDEAM)	17
<b>Gráfica 3.</b>	Valor total de precipitación media multianual en las estaciones de la parte alta de la CSRL	20
<b>Gráfica 4.</b>	Valor total de precipitación media multianual en las estaciones de la zona metropolitana de Bucaramanga	20
<b>Gráfica 5.</b>	Curva de doble masa estación Cachirí	26
<b>Gráfica 6.</b>	Corrección curva de doble masa estación Cachirí	28
<b>Gráfica 7.</b>	Serie de tiempo original de precipitación estación Cachirí	28
<b>Gráfica 8.</b>	Serie de tiempo corregida de precipitación estación Cachirí	29
<b>Gráfica 9.</b>	Curva de doble masa estación la Galvicia	34
<b>Gráfica 10.</b>	Curva de doble masa estación Palmas	35
<b>Gráfica 11.</b>	Curva de doble masa estación Vivero Suratá	36
<b>Gráfica 12.</b>	Curva de doble masa estación Matajira	37
<b>Gráfica 13.</b>	Curva de doble masa estación Vetas el Pozo	38
<b>Gráfica 14.</b>	Curva de doble masa estación Berlín	39
<b>Gráfica 15.</b>	Curva de doble masa estación El Picacho	40
<b>Gráfica 16.</b>	Curva de doble masa estación Apto. Palonegro	41
<b>Gráfica 17.</b>	Curva de doble masa estación Llano Grande	42
<b>Gráfica 18.</b>	Curva de doble masa estación Granja Piedecuesta	43
<b>Gráfica 19.</b>	Curva de doble masa estación Palogordo	44
<b>Gráfica 20.</b>	Curva de doble masa estación Uis	45
<b>Grafica 21.</b>	Test de Pettit estación Palonegro	49
<b>Grafica 22.</b>	Test para la estabilidad de la media estación Apto. Palonegro	49
<b>Grafica 23.</b>	Test de Pettit estación Granja Piedecuesta	50

<b>Grafica 24.</b> Test para la estabilidad de la media estación Granja Piedecuesta	50
<b>Grafica 25.</b> Test de Pettit estación Llano Grande	51
<b>Grafica 26.</b> Test para la estabilidad de la media estación Llano Grande	51
<b>Grafica 27.</b> Test de Pettit estación Palogordo	52
<b>Grafica 28.</b> Test para la estabilidad de la media estación Palogordo	52
<b>Grafica 29.</b> Test de Pettit estación UIS	53
<b>Grafica 30.</b> Test para la estabilidad de la media estación UIS	53
<b>Grafica 31.</b> Test de Pettit estación Berlín	54
<b>Grafica 32.</b> Test para la estabilidad de la media estación Berlín	54
<b>Grafica 33.</b> Test de Pettit estación Cachirí	55
<b>Grafica 34.</b> Test estabilidad de la media estación Cachirí	55
<b>Grafica 35.</b> Test de Pettit estación el Picacho	56
<b>Grafica 36.</b> Test estabilidad de la media estación el Picacho	56
<b>Grafica 37.</b> Test de Pettit estación La Galvicia	57
<b>Grafica 38.</b> Test para la estabilidad de la media estación La Galvicia	57
<b>Grafica 39.</b> Test de Pettit estación Matajira	58
<b>Grafica 40.</b> Test para la estabilidad de la media estación Matajira	58
<b>Grafica 41.</b> Test de Pettit estación Palmas	59
<b>Grafica 42.</b> Test para la estabilidad de la media estación Palmas	59
<b>Grafica 43.</b> Test de Pettit estación Vetas el Pozo	60
<b>Grafica 44.</b> Test para la estabilidad de la media estación Vetas el Pozo	60
<b>Grafica 45.</b> Test de Pettit estación Vivero Suratá	61
<b>Grafica 46.</b> Test para la estabilidad de la media estación Vivero Suratá	61
<b>Gráfica 47.</b> Test para la evaluación de la Homogeneidad estación Berlín mes Abril	64
<b>Gráfica 48.</b> Test para la evaluación de la Homogeneidad estación Palmas mes Abril	65
<b>Gráfica 49.</b> Test para la evaluación de la Homogeneidad estación Palogordo mes Octubre	67

<b>Gráfica 50.</b> Test para la evaluación de la Homogeneidad estación Granja Piedecuesta mes Agosto	69
<b>Gráfica 51.</b> Distribución de Frecuencia para eventos de duración 1 Día Estación Berlín	70
<b>Gráfica 52.</b> Número de eventos extremos en la estación Berlín organizados por meses	70
<b>Gráfica 53.</b> Eventos extremos en la estación Berlín organizado por meses	70
<b>Gráfica 54.</b> Ciclo anual de precipitación Parte alta de la CSRL	73
<b>Gráfica 55.</b> Ciclo anual precipitación zona metropolitana	74
<b>Gráfica 56.</b> Fenómenos del ENSO registrados en la CSRL estación Berlín valores diarios de precipitación	76
<b>Gráfica 57.</b> Fenómenos del ENSO registrados en C.S.R.L. estación Berlín valores totales mensuales de precipitación	76
<b>Gráfica 58.</b> Influencia del Enso en el número de días de lluvia. Estación Vetas el Pozo	80
<b>Gráfica 59.</b> Influencia del ENSO en el promedio de la precipitación total. Estación Vetas el Pozo	81
<b>Gráfica 60.</b> Influencia del ENSO en el promedio de máximos mensuales. Estación Vetas el Pozo	81
<b>Gráfica 61.</b> Función de distribución de la precipitación media multianual. Mapa 1	83
<b>Gráfica 62.</b> Función de distribución de la precipitación media multianual. Mapa 2	84
<b>Gráfica 63.</b> Función de distribución de la precipitación media multianual. Mapa 3	85
<b>Gráfica 64.</b> Función de distribución de la precipitación media multianual. Mapa 4	86
<b>Gráfica 65.</b> Precipitación media multianual estaciones parte alta de la cuenca	92

<b>Gráfica 66.</b> Precipitación media multianual estaciones Zona metropolitana de Bucaramanga	93
<b>Gráfica 67.</b> Precipitación promedio mensual multianual estación UIS	94
<b>Gráfica 68.</b> Precipitación promedio mensual multianual estación Apto. Gomez Niño 1952 – 1961	94

## LISTA DE ANEXOS

<b>Anexos A.</b> Series de tiempo totales mensuales	105
<b>Anexos B.</b> Graficas totales anuales	118
<b>Anexos C.</b> Test aplicados a las series totales mensuales	125
<b>Anexos D.</b> Influencia del ENZO en la precipitación	130
<b>Anexos E.</b> Análisis de frecuencia	142
<b>Anexos F.</b> Periodos de Registro del ENSO (1972 – 2003)	157

## INTRODUCCION

La variabilidad del clima repercute sobre las condiciones socioeconómicas de todos los habitantes del planeta, esta depende de las condiciones topográficas, localización, los fenómenos meteorológicos de diversas escalas y efectos antrópicos entre otros. El entendimiento de tal variabilidad es fundamental para prevenir y mitigar sus efectos adversos y para obtener los mayores beneficios de su correcta predicción. A través del estudio de la precipitación en la Cuenca Superior del Río Lebrija (C.S.R.L) se busca dar una visión general y específica de la distribución de las lluvias en la región, y su variación en el tiempo y en el espacio.

El primer capítulo de este proyecto presenta una descripción de las principales características de la cuenca, se hace un breve resumen acerca de los estudios e investigaciones previas, un inventario de las estaciones climatológicas así como su localización, longitud de registro y con este último se define un periodo de análisis.

En el capítulo segundo con base en la información recolectada y en los metadatos se realizó un análisis de homogeneidad y consistencia. Se corrigieron los errores sistemáticos de cada estación para posteriormente analizar estadísticamente las series determinando si son homogéneas o no. Mediante estos test se evaluó la tendencia de la lluvia y si esta es significativa, al igual que los cambios en la media y en la varianza.

En el tercer capítulo se profundizó sobre la relación con los fenómenos macroclimáticos que intervienen en el clima de la región y las variaciones climáticas que se presentan debido a estos fenómenos, así como su tiempo de duración.

Después de haber hecho todos estos análisis se procedió a construir los mapas de distribución de la precipitación en la cuenca con la ayuda del programa SURFER, para después calcular la precipitación media anual espacializada obteniendo datos importantes para hacer un balance hídrico a largo plazo y comparar este resultado con los estudios anteriores. A través de esta espacialización se logra encontrar el óptimo pluviométrico, relacionado con la altura de todas las estaciones de la cuenca.

Un correcto análisis de la información recolectada permitirá dar una visión más óptima en cuanto al manejo de los recursos hídricos, así como la planeación de proyectos urbanos y de manejo agrario importantes en el crecimiento de la región, los cuales se pueden traducir en ahorros económicos por parte del Estado dirigidas hacia la inversión social.

## **1. LA CUENCA SUPERIOR DEL RIO LEBRIJA (C.S.R.L.)**

### **1.1. LOCALIZACION DE LA CUENCA**

La cuenca superior del río Lebrija (C.S.R.L) como se muestra en la Figura 1.1 constituye la más grande fuente abastecedora de agua de Bucaramanga y su área metropolitana. Su superficie alcanza los 1273 Km<sup>2</sup> aproximadamente y abarca alrededor de 10 municipios del departamento de Santander. La cuenca se encuentra ubicada en la parte norte de la cordillera Oriental, aproximadamente entre los 6°54` y 7°27` de latitud norte (1254535.049 y 1315700.024) y los 73°15` y 72°15` de longitud al Oeste de Greenwich (1091838.511 y 1202149.020).

La delimitan aguas abajo la unión de los ríos Oro y Suratá; al Sur, a unos 1600m de altitud, la Mesa de los Santos por encima de la depresión de Piedecuesta; hacia el Este, la Mesa de los Santos entra en contacto con la falla del macizo ígneo-metamórfico de Santander que culmina en el Páramo de Santurbán a poco mas de 4000 m; hacia el Oeste, a unos 1100 m.s.n.m. las mesetas de arenisca de Llano de Palmas y de Lebrija, que dominan al norte el gran valle del Magdalena y más al sur, el cañón del río Suárez.

La cuenca pertenece a la provincia de Soto y en esta misma se encuentran los municipios de Bucaramanga, Floridablanca, Girón, Piedecuesta, Suratá, California, Vetas, Matanza, Charta y Tona. (Rojas et al 2002).

Dentro de la C.S.R.L. se encuentran cuatro subcuencas, que son Río de Oro -corriente principal la unión de los ríos de Oro y del Hato o Lato-, Río Frío -corriente principal río Frío- Río Tona -corriente principal río Tona- y Río Suratá -corriente principal unión de los ríos Suratá, Vetas, y Charta-.

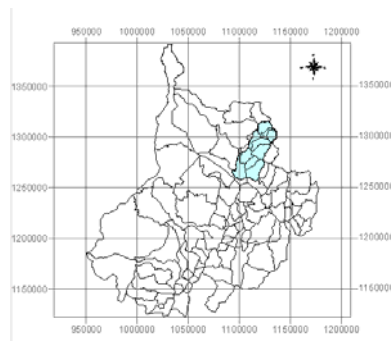


Figura 1. Cuenca Superior del Río Lebrija

## 1.2. ESTUDIOS REALIZADOS

La creciente demanda sobre los recursos hídricos en la región requiere un profundo análisis y estudios que permitan ampliar y estimar los factores que inciden en las variables hidrológicas, como es el trabajo realizado por Rojas et al, 2002 sobre “Distribución espacial de la precipitación y la evapotranspiración en la C.S.R.L.”, entre otra la predicción de eventos extremos ocasionados por factores climáticos que fueron analizados por Duarte D. en el año 2002 con “Estudio de variables extremos de precipitación en la cuenca del río de Oro” y “Estudio de la Precipitación para el Departamento de Santander” por Barrera et al, 1998.

En el estudio que realizaron Rojas et al, 2002, mediante la construcción de mapas de distribución se pudo observar variaciones de pluviosidad a medida que aumentaba la altura del terreno, pero el aumento de la precipitación no aumentaba linealmente con la altura, sino que llegaba hasta una altura determinada y a partir de este punto empezaba a decrecer. En este estudio se determinó que el punto donde se presenta la mayor pluviosidad se presenta entre los 2000 y los 2200 m.s.n.m. donde aproximadamente se localiza el óptimo pluviométrico de la cuenca, donde predomina el carácter convectivo de las lluvias tropicales. Es importante y característico en la región la existencia del óptimo pluviométrico, para el cual la precipitación es máxima a una determinada altitud. La ubicación de tal óptimo es muy variable, y varía dependiendo de la humedad absoluta en la región. Un factor predominante en la explicación del óptimo pluviométrico es el carácter convectivo de las lluvias tropicales, las zonas bajas reciben menos lluvias por que se benefician menos del ascenso orográfico y por que están afectadas por la evaporación de la lluvia que cae desde la base de las nubes. La disminución de la humedad del aire con la altura a escala global, y la cantidad de agua precipitable en las nubes convectivas a escala local son

los factores que explican la disminución de la precipitación con la altura. En la mayoría de las zonas montañosas, la precipitación se comporta siguiendo un patrón muy definido, aunque con diferencias acondicionadas por aspectos topográficos que expresa fenómenos climáticos regionales.

Uno de los objetivos que se plantea en este trabajo es conocer el comportamiento particular en el área comprendida por la meseta de Bucaramanga, donde se observa niveles de precipitación mayores que los registrados en sus alrededores (entre 1000 y 1200 mm/año), esto es consecuencia del frente de humedad proveniente del Magdalena medio y el sistema montañoso del cerro de Palonegro que actúa a manera de cortina ocasionando que únicamente las masas altas de nubes saturadas que logran sobrepasarlo, al encontrarse con la cordillera oriental produzca mayor pluviosidad, mientras que en las zona inferior del río de Oro permanece seco. La distribución de las lluvias puede llegar a ser muy irregular presentándose contrastes de una zona a otra, esto se debe a que la topografía excesivamente quebrada de la región propicia la formación de algunos microclimas que no son detectadas por las redes de medición.

El estudio realizado por Duarte D 2002, realiza un análisis que fue el resultado de una recopilación de datos de series históricas de precipitación, las cuales se obtuvieron de las estaciones meteorológicas del departamento de Santander, con registros pluviográficos y pluviométricos que están funcionando actualmente dentro de la cuenca del río de Oro. En la cuenca se dispone de estaciones provenientes de Entidades como el IDEAM, la CDMB, AMB, y el comité de cafeteros, pero debido a la carencia y disponibilidad de información, solo se trabajó con estaciones de la CDMB, seis en total. Dentro de la información contenida, hubo la necesidad de hacer una evaluación sobre las estaciones para poder garantizar una buena calidad de los datos.

En este trabajo se procesa la información de eventos extremos en las seis estaciones a través del tiempo mediante la utilización de las curvas de HUFF, importante para la obtención de información cuando esta sea escasa. Se destaca la obtención de las curvas de intensidad-frecuencia-duración para periodos de 2, 5, 10, 25, 50, 100, 200, 500, y 1000 años de período de retorno, útiles en el modelo de lluvia-escorrentía aplicable para el cálculo de tormentas de diseño, hietogramas de diseño, hidrógrafas unitarias, precipitación efectiva y caudales máximos.

En el estudio de Barrera et al 1998, se realizó un inventario de las estaciones en todo el departamento de Santander y a partir de aquí se trabajó sobre planos a escala 1:200000 para la corrección de las coordenadas que se encuentran en los registros suministrados por el IDEAM, también se elaboraron mapas de isoyetas para valores medios mensuales en escala 1:200000, para valores medios de precipitación máxima en 24 horas en escala 1:250000, la elaboración de un mapa para el número de días de lluvia a escala 1:200000 para el departamento de Santander, además de un análisis estadístico de las series de precipitación, y el análisis de los resultados teniendo en cuenta los factores que influyen en la precipitación del departamento. Las conclusiones que se plantean en este trabajo tienen que ver con el comportamiento en el régimen bimodal de las lluvias en el departamento, así como los tipos de lluvia que principalmente ocurren sobre el departamento como son las convectivas de mayor ocurrencia en el Valle del Magdalena Medio, y las de tipo orográfico en la Serranía de los Yariguies que está ubicada al flanco occidental de la cordillera Oriental. La comparación de los mapas de isoyetas anuales, máximos en 24 horas y número de días de lluvia muestran que en la zona comprendida entre Puerto Wilches y Sabana de Torres la precipitación es de mayor intensidad pero de menor frecuencia, en los Municipios entre Charalá y Coromoro las lluvias son de menor intensidad pero se presentan con mayor frecuencia y en la zona de

la meseta de Bucaramanga se presentan lluvias de baja intensidad y bajos niveles de precipitación máxima.

Los estudios mencionados sirven como base para nuevos estudios hidrológicos en la región, en donde se pretende identificar cómo y en qué forma se distribuye la precipitación integrando variables que pueden ser determinantes como son la altitud del terreno, la humedad de las masas de aire, la temperatura y el viento, y así comprender el comportamiento anual para establecer una representación real de los eventos para predicciones climáticas.

### **1.3. RED PLUVIOMETRICA**

La red hidro-climática de la C.S.R.L. esta conformada por una serie de estaciones en las que se observa, miden y/o registran los diferentes fenómenos y elementos atmosféricos que son necesarios para la determinación del estado del tiempo o del clima de la región, para su posterior aplicación a diversos usos y objetivos. Dentro de los tipos de estaciones que se encuentran en la cuenca, tenemos: Climatológica ordinaria, Climatológica principal, Pluviográfica y Pluviométrica.

Los registros hidrometeorológicos comprenden datos agregados horarios, diarios, mensuales y anuales de precipitación de las estaciones distribuidas sobre la C.S.R.L. con medición análoga desde 1922 con la estación mas antigua San Pedro Claver instalada en esa fecha.

La información de precipitación proviene de los archivos del Instituto de Hidrología, Meteorología y estudios Ambientales (IDEAM), de la Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga (CDMB)

y el Acueducto Metropolitano de Bucaramanga (AMB) y la Federación Nacional de Cafeteros.

El IDEAM en su base de datos cuenta con 65 estaciones distribuidas en los municipios de Bucaramanga, Floridablanca, Girón, Lebrija, Piedecuesta, Vetas, Suratá, Tona, Charta, Matanza y California, de las cuales 37 son Pluviométricas, 9 Pluviográficas, 11 Climatológicas Ordinarias, 6 Climatológicas Principales, 1 Sinóptica Suplementaria y 1 Sinóptica Principal. De la CDMB se cuenta con información de precipitación de 11 estaciones. De la AMB se cuenta con información de precipitación de 9 estaciones. En la Figura 1.2 se presenta la localización de estas 65 estaciones, donde se observa que la mayoría de las estaciones se encuentran dentro de la cuenca.

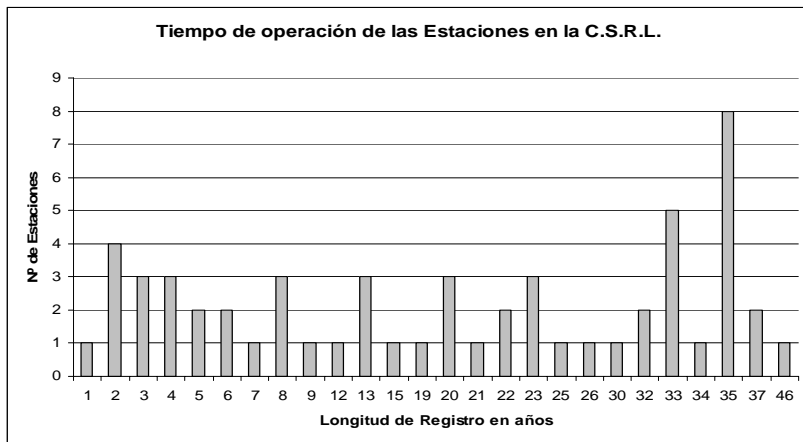
En la Tabla 1.1 se relaciona para cada estación la siguiente información: Código de la estación, Tipo de estación (T.E.), Nombre de la estación, Subcuenca a la que pertenece, departamento, Municipio, Ubicación de la estación en coordenadas, elevación sobre el nivel del mar, Fecha de instalación y Fecha de suspensión.

Con esta tabla se investigó en el IDEAM el número de datos que tenía cada estación de tipo mensual, de las cuales 57 estaciones presentaban datos en esta institución. La información se tabuló en la Tabla 1.2 para mayor comprensión y poder visualizar un periodo común de análisis donde abarcara el mayor número de estaciones y la mayor longitud de registro.

#### 1.4. LONGITUD DE REGISTRO Y ESTACIONES DE LA C.S.R.L.

El tiempo de operación de las estaciones es variable, y algunas de ellas se encuentran en servicio actualmente, debido a cambios en la red meteorológica, a reubicación de algunas estaciones (como es el caso de la estación Apto Gómez Niño, ahora Apto Palonegro), o porque algunas de ellas con tiempo de operación menor a cinco años fueron instaladas provisionalmente para algún tipo de investigación en particular.

En la Gráfica 1.1 se observa que son pocas las estaciones que tiene un registro de más de 40 años encontrándose la estación UIS con el mayor registro de 46 años, y el mayor numero de estaciones con un registro de 35 años en las que se encuentra Matajira, Palogordo, Vivero Suratá, Picacho, Pantano, Palmas, Berlín y La Galvicia.



Gráfica 1. Tiempo de operación de las estaciones en la C.S.R.L. Fuente IDEAM



Tabla 1. Listado de estaciones en C.S.R.L. organizado por entidades

IDEAM									
CODIGO	TIPO	NOMBRE	SUBCUENCA	DEPTO.	MUNICIPIO	COORD.	ELEV.	F. INST	F. SUSP
2319004	PM	BUCARAMANGA	DE ORO	SANT	BUCARAMANGA	0708N7306W	1018	1953/01	
2319059	PG	LA FLORESTA	Q DE LA IGLESIA	SANT	BUCARAMANGA	0705N7308W	925	1978/06	
2319065	PM	CEYLAN	SURATA	SANT	BUCARAMANGA	0709N7308W	1300	1968/01	
2319072	PG	TELECOM	LEBRIJA	SANT	BUCARAMANGA	0708N7308W	950	1979/01	
2319073	PG	LA FLORA	LEBRIJA	SANT	BUCARAMANGA	0705N7307W	1100	1979/01	
2319080	PM	HIMAT R.11	DE ORO	SANT	BUCARAMANGA	0707N7308W	1010	1984/06	1989/05
2319083	PG	BUCARAMANGA IDEAM	SURATA	SANT	BUCARAMANGA	0707N7307W	1025	1996/10	
2319501	CO	SAN PEDRO CLAVER	SURATA	SANT	BUCARAMANGA	0708N7309W	1018	1922/09	1937/12
2319503	SS	APTO GOMEZ NINO	DE ORO	SANT	BUCARAMANGA	0708N7308W	931	1940/06	1974/07
2319504	CP	UNIV IND SANTANDER	TONA	SANT	BUCARAMANGA	0708N7306W	1018	1957/01	
2319505	CP	VIVERO CHIIMITA	SURATA	SANT	BUCARAMANGA	0707N7309W	830	1968/08	1971/06
2319017	PM	FLORIDABLANCA	DE ORO	SANT	FLORIDABLANCA	0704N7305W	860	1958/10	
2319027	PM	LIMONCITO	FRIO	SANT	FLORIDABLANCA	0703N7306W	820	1967/05	1971/09
2319040	PM	LA GALVICIA	TONA	SANT	FLORIDABLANCA	0709N7302W	1779	1968/01	
2319063	PM	LA LOMA	DE ORO	SANT	FLORIDABLANCA	0704N7305W	1400	1967/12	
2319064	PM	MIPORAL	DE ORO	SANT	FLORIDABLANCA	0704N7306W	1200	1967/06	
2319079	PG	CLUB CAMPESTRE	LEBRIJA	SANT	FLORIDABLANCA	0703N7302W	940	1982/10	
2319519	CP	SAN ANTONIO	FRIO	SANT	FLORIDABLANCA	0706N7304W	1480	1991/01	
2319521	CP	LA ESPERANZA	LEBRIJA	SANT	FLORIDABLANCA	0704N7302W	1020	1979/09	
2319028	PM	PALO GORDO	DE ORO	SANT	GIRON	0658N7308W	950	1967/06	
2319060	PM	EL PANTANO	Q LA ANGULA	SANT	GIRON	0700N7314W	1280	1967/11	
2319061	PM	BONANZA	DE ORO	SANT	GIRON	0704N7310W	1250	1967/11	
2319511	CO	LLANO GRANDE	DE ORO	SANT	GIRON	0703N7311W	777	1971/07	
2319515	CO	LOS TOTUMOS	FRIO	SANT	GIRON	0704N7309W	785	1985/08	
2406001	PG	LA PARROQUIA	Q AGUABLANCA	SANT	GIRON	0704N7319W	267	1959/09	1965/06
2406002	PM	CAMP LA PAZ	SOGAMOSO	SANT	GIRON	0706N7324W	190	1960/08	1964/06
2406007	PG	LA PARROQUIA	Q AGUA BLANCA	SANT	GIRON	0704N7319W	267	1959/09	
2406503	CP	HDA TRIGUEROS	SOGAMOSO	SANT	GIRON	0705N7321W	400	1996/03	
2319008	PM	PTO SANTOS	LEBRIJA	SANT	LEBRIJA	0725N7323W	120	1958/01	1964/12
2319023	PM	PROVIDENCIA	LEBRIJA	SANT	LEBRIJA	0725N7326W	100	1965/10	1974/12
2319026	PM	LA LAGUNA	Q LA ANGULA	SANT	LEBRIJA	0705N7313W	1050	1967/05	
2319038	PM	PALMAS	Q HONDA	SANT	LEBRIJA	0713N7313W	855	1967/11	
2319039	PM	CAMPAMENTO	LEBRIJA	SANT	LEBRIJA	0724N7320W	350	1968/01	1968/07
2319044	PM	EL NARANJO	Q SAN BENITO	SANT	LEBRIJA	0713N7318W	825	1971/04	
2319508	CO	LA URBINA	LEBRIJA	SANT	LEBRIJA	0725N7321W	410	1968/05	1976/06
2319513	SP	APTO PALONEGRO	DE ORO	SANT	LEBRIJA	0708N7311W	1189	1974/08	
2406003	PM	BONANZA	SOGAMOSO	SANT	LEBRIJA	0708N7320W	1500	1978/08	
2406502	CP	LA HDA ESPERANZA	SOGAMOSO	SANT	LEBRIJA	0704N7318W	520	1974/10	1986/02
2319006	PM	EL OCASO	DE ORO	SANT	PIEDRECUESTA	0659N7308W	1280	1956/08	1961/01

Tabla 1. Listado de estaciones en C.S.R.L. organizado por entidades (continuacion)

CODIGO	TIPO	NOMBRE	SUBCUENCA	DEPTO.	MUNICIPIO	COORD.	ELEV.	F. INST	F. SUSP
2319010	PM	PLTA ELECTRICA	Q EL RASGON	SANT	PIEDRECUESTA	0659N7302W	1000	1958/03	1971/09
2319033	PM	BUENAVISTA	LATO	SANT	PIEDRECUESTA	0700N7303W	1020	1967/10	1971/09
2319043	PG	PIEDRECUESTA	LATO	SANT	PIEDRECUESTA	0659N7303W	1000	1969/01	1971/09
2319070	PG	PIEDRECUESTA GJA	LATO	SANT	PIEDRECUESTA	0700N7305W	1000	1970/07	
2319075	PM	SEVILLA	LEBRIJA	SANT	PIEDRECUESTA	0701N7253W	1900	1981/07	
2319502	CO	GJA PIEDECUESTA	DE ORO	SANT	PIEDRECUESTA	0700N7304W	990	1937/01	1945/12
2319045	PM	VETAS-EL POZO	VETAS	SANT	VETAS	0719N7253W	3220	1971/03	
2319020	PM	CACHIRI	CACHIRI	SANT	SURATA	0729N7301W	1967	1959/10	1972/08
2319078	PM	LAGO ALTO	LEBRIJA	SANT	SURATA	0727N7301W	2700	1981/08	
2319509	CO	VIVERO SURATA	SURATA	SANT	SURATA	0721N7300W	1725	1968/09	
2319520	CO	CACHIRI	CACHIRI	SANT	SURATA	0729N7300W	1850	1971/06	
2319030	PM	EL PICACHO	TONA	SANT	TONA	0707N7258W	3310	1967/07	
2319041	PM	EL BRASIL	TONA	SANT	TONA	0709N7301W	1090	1968/07	1971/11
2319069	PM	HDA LA MARIANA	SURATA	SANT	TONA	0707N7300W	2210	1967/10	1969/08
2319074	PM	MARIANA	LEBRIJA	SANT	TONA	0707N7300W	2250	1981/06	
2319506	CO	LA MARIANA	SURATA	SANT	TONA	0707N7300W	2250	1968/10	1975/10
2319516	CO	EL GRAMAL	TONA	SANT	TONA	0712N7258W	2350	1984/10	
3701502	CO	BERLIN	JORDAN	SANT	TONA	0711N7252W	3306	1968/05	
2319077	PM	EL ROBLE	LEBRIJA	SANT	CHARTA	0718N7301W	2200	1981/08	
2319510	CO	CHARTA	SURATA	SANT	CHARTA	0717N7258W	1935	1984/11	
2319005	PM	STA CRUZ	NEGRO	SANT	MATANZA	0725N7305W	950	1956/04	1957/12
2319012	PM	MATANZA	SURATA	SANT	MATANZA	0722N7302W	1570	1958/05	1971/10
2319029	PM	STA CRUZ	LEBRIJA	SANT	MATANZA	0725N7307W	1000	1967/08	1971/09
2319034	PM	MATAJIRA	SURATA	SANT	MATANZA	0713N7304W	996	1967/10	
2319037	PM	MATANZA	SANTA CRUZ	SANT	MATANZA	0722N7302W	1560	1967/10	1969/12
2319016	PM	VETAS	VETAS	SANT	CALIFORNIA	0719N7252W	3100	1958/07	1972/07

**CDMB**

CODIGO	TIPO	NOMBRE	SUBCUENCA	DEPTO.	MUNICIPIO	COORD.	ELEV.	F. INST
2319072	PG	CDMB	LEBRIJA	SANT	BUCARAMANGA	708N7308W	950	1972/01
2319510	CO	CHARTA	SURATA	SANT	CHARTA	717N7528W	1935	1984/01
2319079	PG	CLUB CAMPESTRE	FRIO	SANT	FLORIDABLANCA	703N7302W	940	1982/10
2319516	CO	EL GRAMAL	TONA	SANT	TONA	712N7258W	2350	1984/10
2319739	CO	EL RASGON	Q. EL RASGON	SANT	PIEDRECUESTA	701N7301W	1950	1985/05
2319521	CP	LA ESPERANZA	LEBRIJA	SANT	FLORIDABLANCA	704N7302W	1020	1979/09
2319073	PG	LA FLORA	LEBRIJA	SANT	BUCARAMANGA	705N7307W	1100	1972/01
2319074	PM	LA MARIANA	LEBRIJA	SANT	TONA	707N7302W	2250	1981/06
2319078	PM	LAGO ALTO	SURATA	SANT	SURATA	727N7301W	2700	1981/08
2319075	PM	SEVILLA	RIO DE ORO	SANT	PIEDRECUESTA	701N7253W	1885	1981/07
2319739	CO	PTAR	Q. EL RASGON	SANT	PIEDRECUESTA	701N7301W	1950	1985/05

**AMB**

TIPO	NOMBRE	SUBCUENCA	DEPTO.	MUNICIPIO	COORD.	ELEV.	F. INST
PM	LA GRANJA	SURATA	SANT	SURATA		1240	1982/05
CO	LA LORA	SURATA	SANT	SURATA	723N7258W	2200	1982/09
CO	LA PLAZUELA	RIO FRIO	SANT	TONA	0709N7258W	2200	1982/07
PM	MARTIN GIL	SURATA	SANT	TONA	0713N7258W	2110	1982/07
PM	LA PALMITA	SURATA	SANT	SURATA		3075	1982/09
PM	PANTANOS	RIO CHARTA	SANT			2200	1985/05
PM	POVEDAS	RIO CALIFORNIA	SANT				1985/10
PM	ROBLE LA ALDEA		SANT	MATANZA			1985/07
PM	SANTA RITA	TONA	SANT	TONA			1985/05



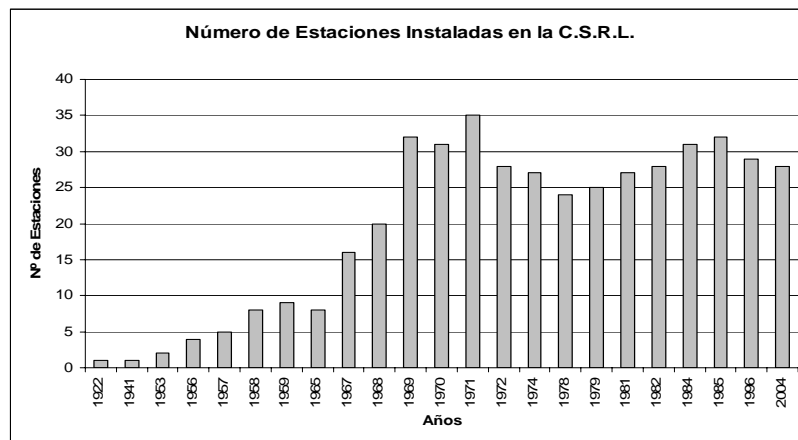






La Grafica 1.2 nos muestra una estadística del número de estaciones que han sido instaladas a través del tiempo, y se muestra que a partir de 1922 se empezaron a registrar los valores de precipitación sobre la cuenca con la estación San Pedro Claver ubicada en el municipio de Bucaramanga, la cual tuvo un periodo de registro de 15 años, la segunda estación que se instaló fue la del Aeropuerto Gómez Niño, que posteriormente fue trasladada a Palonegro.

Se observa un aumento en la cantidad de estaciones hacia finales de los años 60 y comienzos de los 70, lo cual demuestra el interés que tomo en la región el llevar los registros de precipitación para satisfacer la necesidad de información y poder entender la variabilidad del clima que es importante en la planificación y diseño de la infraestructura urbana de la región que resuelvan las necesidades de la población.



Gráfica 2. Número de Estaciones Instaladas en la C.S.R.L. Fuente IDEAM

Los datos suministrados por el IDEAM para la elaboración de estas tablas y graficas son totales diarios de precipitación, en donde se presentan datos faltantes, los cuales pueden afectar de alguna forma los análisis y estudios, por lo que se hace necesario establecer o llevar un registro de la información

faltante y las causas que generaron esos vacíos o inconvenientes que presenta la estación en cuestión, es decir los metadatos de cada estación, los cuales ayudan entre otros a determinar errores sistemáticos en los datos, y que deben ser corregidos para que no se vean alterados los resultados por causas humanas a la hora de registrar la información.

### **1.5. ESTACIONES A UTILIZAR**

Para este estudio se buscó un periodo común de análisis, el cual debía ser lo suficientemente largo para describir el comportamiento a través del tiempo y abarcara el máximo número de estaciones.

(ver Grafica 1.1 y Tabla 1.2)

El periodo de tiempo con el cual se trabajó en la parte alta de la cuenca fue 31 años, los cuales van desde el 1 de enero de 1972, hasta el 31 de Diciembre de 2003 y el periodo de tiempo con el cual se trabajó en la zona metropolitana fue 27 años, los cuales van desde el 1 de enero de 1975, hasta el 31 de Diciembre 2002.

Obtenido el periodo se arreglaron los registros independientes de cada estación de tal forma que se pudiera crear una base de datos para una mayor facilidad de manipulación. En cada una de ellas se encuentran las características de identificación y localización, así como los datos de precipitación diaria, que posteriormente fueron convertidas a datos totales mensuales y totales anuales, para verificar su comportamiento.

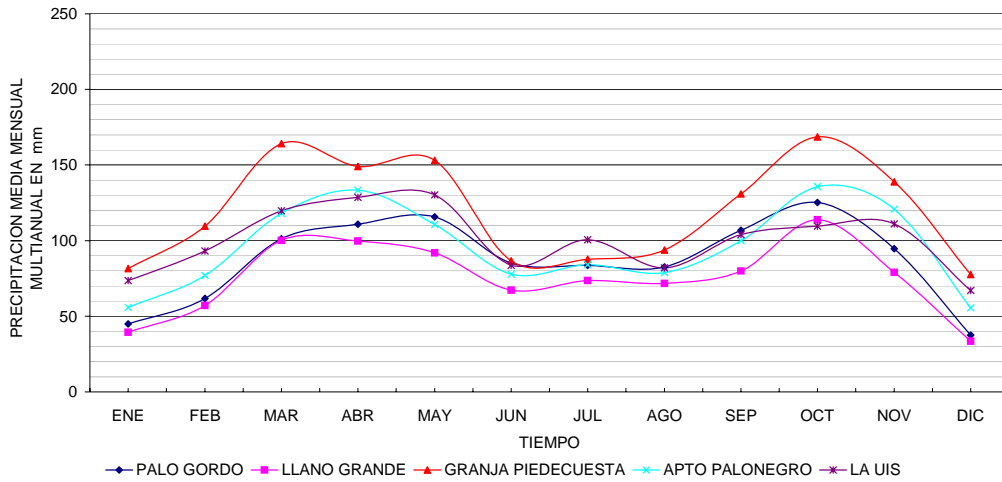
Después de verificar el comportamiento anual de la precipitación de las estaciones como se muestra en la Grafica 1.3 y Grafica 1.4, se pudo establecer una diferencia entre la parte alta de la cuenca y la zona

metropolitana (en cuanto a la bimodalidad anual en la cuenca), con lo cual se crea un gran interrogante acerca de la variación en dicho ciclo.

Por este comportamiento se dividieron en los que tienen ciclo anual bimodal bien definido, y los que no, esto nos lleva a separar la cuenca en la parte alta y la zona metropolitana.

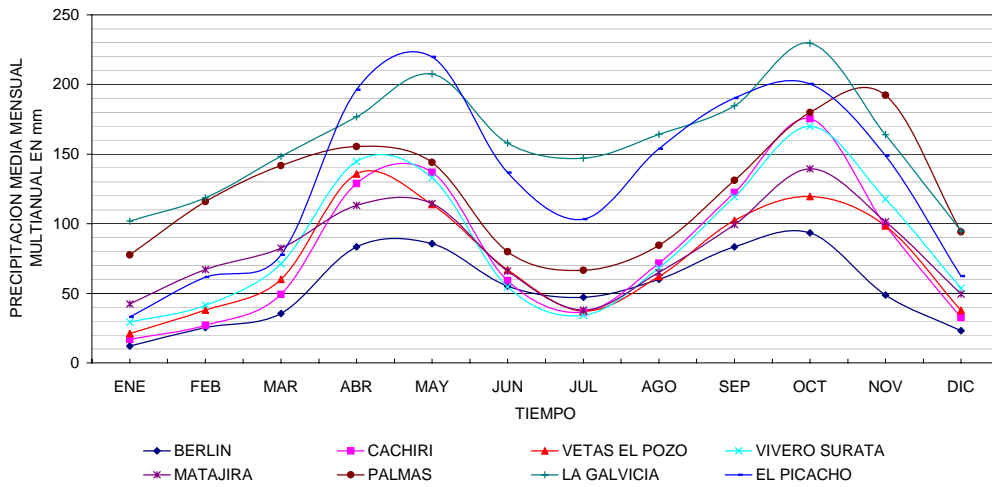
La figura 1.3 muestra las estaciones El Picacho, Matajira, La Galvicia, Vetas el Pozo, Vivero Suratá, Cachirí y Berlín de la parte alta con las cuales se trabajó, y en la zona Metropolitana las estaciones Palogordo, Granja Piedecuesta, Llano Grande, Apto. Palonegro, La Uis.

**CICLO ANUAL PARTE ZONA METROPOLITANA**



Grafica 3. Valor total de precipitación media multianual en las estaciones de la zona metropolitana

**CICLO ANUAL PARTE ALTA CSRL**



Grafica 4. Valor total de precipitación media multianual en las estaciones de la parte alta en la C.S.R.L.

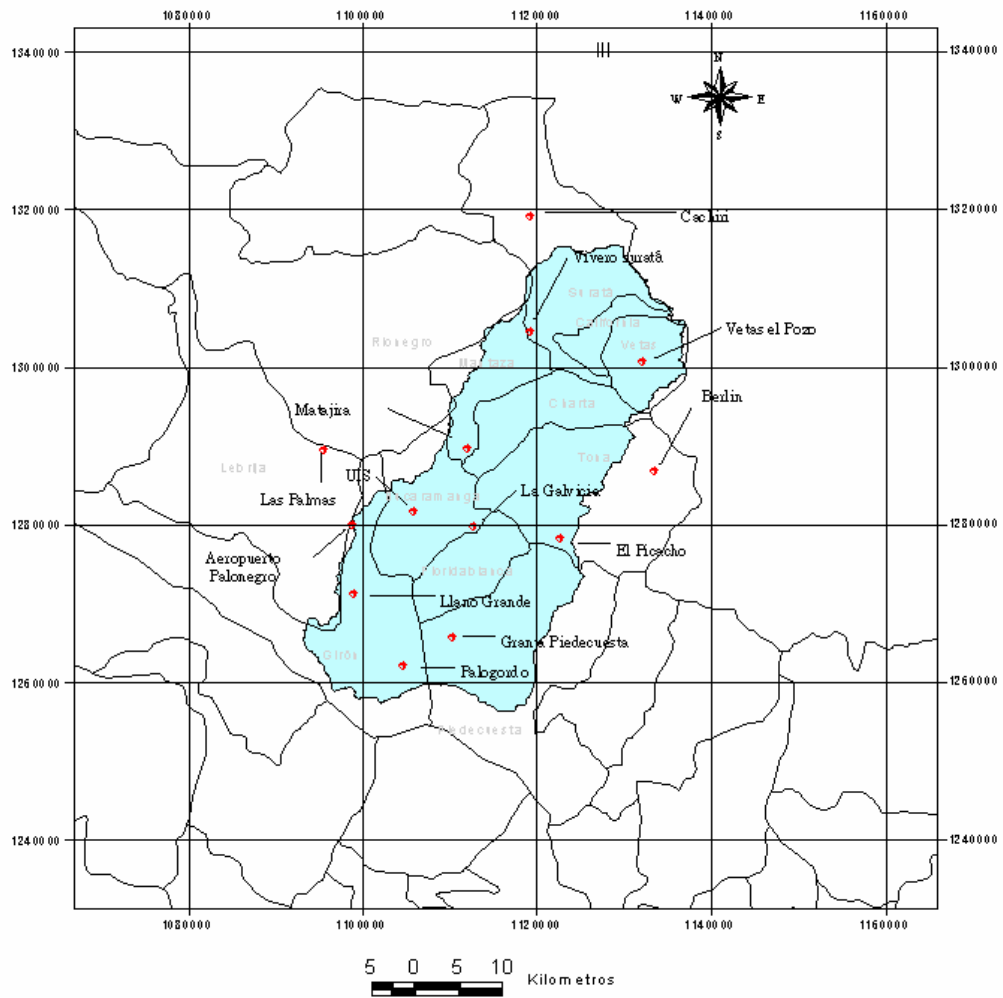


Figura 3. Localización de las estaciones utilizadas

Cuadro resumen de las estaciones utilizadas en cada período de análisis

<b>PORCENTAJE DE DATOS FALTANTES- ZONA METROPOLITANA</b>				
<b>ESTACION</b>	<b>TIPO</b>	<b>N DATOS</b>	<b>DF</b>	<b>% DF</b>
PALOGORDO	PM	10188	39	0.38
GJA PIEDECUESTA	PG	10010	217	2.12
LLANO GRANDE	CO	9605	622	6.08
APTO PALONEGRO	SP	10020	207	2.02
UIS	CP	9579	648	6.34

<b>PORCENTAJE DE DATOS FALTANTES-PARTE ALTA</b>				
<b>ESTACION</b>	<b>TIPO</b>	<b>N DATOS</b>	<b>DF</b>	<b>% DF</b>
BERLIN	CO	11261	427	3.65
PICACHO	PM	11536	152	1.30
CACHIRI	CO	11356	332	2.84
VIVERO SURATA	CO	11248	440	3.76
VETAS EL POZO	PM	11592	96	0.82
LA GALVICIA	PM	11217	471	4.03
PALMAS	PM	11485	203	1.74
MATAJIRA	PM	11683	5	0.04

## 2. ANÁLISIS DE CONSISTENCIA Y HOMOGENEIDAD

El análisis de las series de tiempo consiste en la descripción y medida de varios cambios que van apareciendo en las series de datos durante un periodo de tiempo. Las series de tiempo hidrológicas están caracterizadas por dos componentes principales: los componentes determinísticos y los componentes estocásticos. Los componentes determinísticos están exhibidos por la presencia de tendencia y periodicidad (variaciones cíclicas y temporales). La tendencia es causada por inconsistencias y no-homogeneidades en las series de tiempo. La no-homogeneidad resulta de cambios naturales o la mano del hombre que altera el medio ambiente circundante durante el tiempo de recolección de los datos.

Los componentes estocásticos incluyen variaciones aleatorias o residuales en el ciclo hidrológico como integrante de un sistema complejo (atmósfera, biosfera, litosfera).

Antes de analizar cualquier serie de tiempo es importante tener en cuenta las características de los metadatos (describen el contenido, la calidad, la condición y otras características de los datos, "datos sobre los datos". Estas características determinarán el método apropiado para el análisis de los datos. El primer paso en el análisis de las series de tiempo es aislar los diferentes componentes tendencia periodicidad y los componentes estocásticos. Una vez los componentes han sido separados el uno del otro, estos pueden ser descritos y cuantificados por los procesos que cada uno representa.

Antes de realizar cualquier estimación estadística es necesario detectar cambios o tendencias en los datos. El siguiente paso será hacer un análisis exploratorio, en el cual mediante gráficos y pruebas estadísticas básicas se buscará dar una primera evaluación al comportamiento de los datos. Las

pruebas estadísticas incluyen media, varianza, coeficiente de asimetría, desviación típica y mediana, los gráficos incluyen series de tiempo y curvas de doble masa en la cual se comparan dos estaciones cercanas para detectar la consistencia de los datos.

Finalmente se hace un análisis confirmatorio o de homogeneidad que consiste en determinar estadísticamente la presencia o ausencia de ciertas propiedades de los datos, este análisis consiste en una serie de tests paramétricos (SNHT) o no paramétricos, los cuales determinaran la calidad de la información utilizada, estos son: independencia, tendencia y homogeneidad. (Guzmán et al, 2005)

## **2.1. ANÁLISIS DE CONSISTENCIA (CURVA DE DOBLE MASA)**

Uno de los análisis utilizado para determinar la consistencia de los datos es la curva de doble masa, en la cual se busca identificar cambios en la precipitación debido a errores sistemáticos, es decir, cambios de operador, lecturas mal tomadas, cambios de instrumentos, reubicación de las estaciones, y en general toda clase de inconvenientes generados por la mano del hombre.

Detectar estos cambios o errores es una estadística muy importante, ya que en la solución de problemas hidrológicos interesa asegurarse que los cambios de tendencia en el tiempo se deban sólo a causas meteorológicas y no a la manera en que se hacen las observaciones. De este modo, se logra también una consistencia en el tiempo del registro pluviométrico para que pueda ser comparado con el de otra estación vecina.

En el análisis se enfrentan los valores diarios acumulados de la estación en estudio contra los valores medios diarios acumulados de las estaciones circundantes, con las mismas características en el régimen de lluvias, de tal forma que se pueda determinar qué estaciones presentan mayores

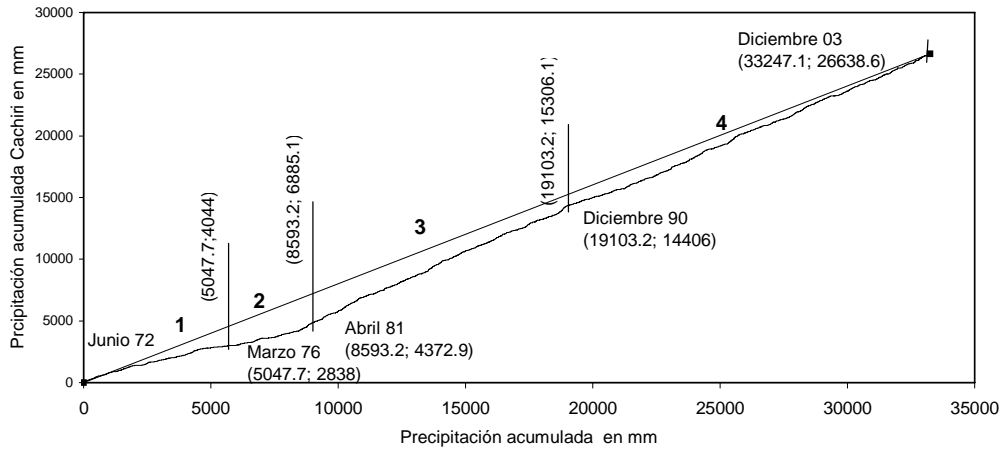
problemas sistemáticos, y así poder establecer un método para la corrección y ajuste de dichos datos. La mejor forma de detectar los cambios sistemáticos es remitirse a los registros del observador y allí poder establecer la fecha en que se produjeron los problemas de medición, y a qué se han debido estos problemas, para no hacer correcciones innecesarias y asegurarse que los datos a corregir sean verdaderamente los que fueron mal tomados o alterados por la mano del hombre.

En la tabla 2.1 se muestran los metadatos de las estaciones a las cuales se les evaluó la consistencia, a través del análisis de doble masa, en donde se identifican errores en la toma de datos y problemas debido a los inconvenientes ya mencionados, muchos de estos informes coinciden con cambios de pendiente en la curva, como se podrá observar mas adelante.

A continuación a manera de ejemplo se muestra la metodología que se siguió para corregir los datos en la estación de Cachirí, la cual presenta mayores problemas de consistencia con respecto a las demás estaciones.

La Gráfica 2.1 muestra la curva de doble masa de la estación Cachirí, en donde se puede observar una gran variación respecto a la tendencia que debe describir. En esta gráfica están enfrentados los valores acumulados de la estación Cachirí contra el promedio de los valores acumulados de precipitación diaria de las estaciones: Berlín, El Picacho, Matajira, Vivero Suratá, Vetas el Pozo, Palmas y la Galvicia. A partir de los metadatos se pudo determinar que en estas fechas o cerca de estas fechas se presentaron problemas en la estación de tipo sistemático (ver tabla de metadatos).

Curva de Doble Masa estación Cachiri



Gráfica 5. Curva de Doble masa estación Cachiri

Para la corrección de los datos se siguieron los siguientes pasos:

1. Determinar las coordenadas de los puntos de inflexión.
2. Para cada segmento es determinado un factor de corrección. El factor de corrección es el porcentaje que los datos de Cachirí están sobreestimados o subestimados con respecto a la línea de tendencia. El valor corregido saldrá de multiplicar el factor de corrección con el valor original, y computarlo con el valor al cual se va a ajustar.

3. Línea 1. de Junio de 1972 hasta Marzo de 1976

Cachirí está subestimado por:

$$\frac{4044 - 2838}{2838} = 42.49\%$$

Factor de corrección = 1.42

Corrección acumulada en Cachirí =  $1.42 * (\sum P_i)$

4. Línea 2; corrección de Marzo de 1976 hasta Abril de 1981.

Después de corregir la línea 1, en la línea 2 se tiene en cuenta la diferencia acumulada  $4044 - 2838 = 1206$  por debajo manteniendo la

$$\frac{(6885.1 - 4372.9) - (4044 - 2838)}{4372.9 - 2838} = 85.1\%$$

continuidad de la línea 1 y 2.

Cachirí es subestimado por:

$$\text{Factor de corrección} = 1 + 0.851 = 1.851$$

$$\text{Corrección acumulada en Cachirí} = 1.851 * (\sum P_i - 2838) + 4044$$

5. Línea 3; corrección de Abril de 1981 hasta Diciembre de 1990.

$$\frac{(15306.1 - 14406) - (6885.1 - 4372.9)}{14406 - 4372.9} = -16.07\%$$

Cachirí es sobreestimado por:

$$\text{Factor de corrección} = 1 - 0.1607 = 0.84$$

$$\text{Corrección acumulada} = 0.84 * (\sum P_i - 4372.9) + 6885.1$$

6. Línea 4; corrección de Diciembre de 1990 hasta Diciembre de 2003

$$\frac{(26638.6 - 26638.6) - (15306.1 - 14406)}{26638.6 - 14406} = -7.36\%$$

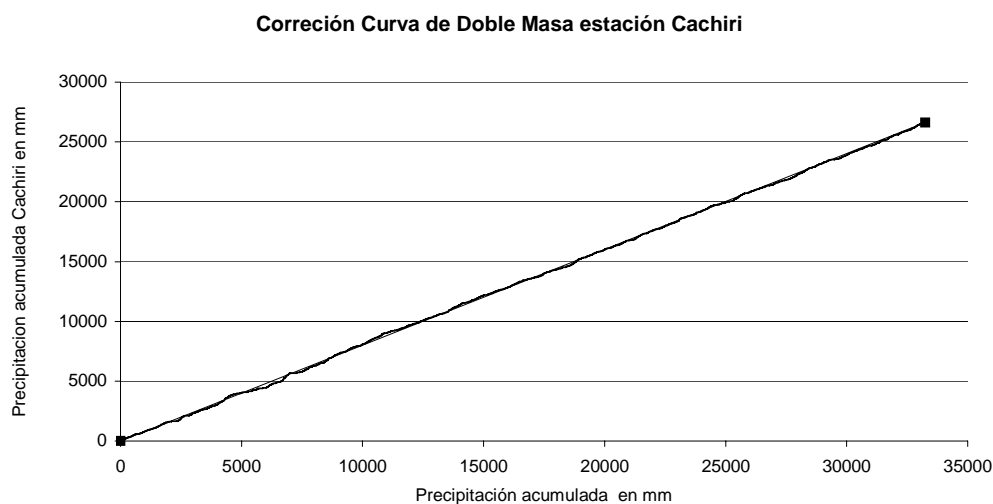
Cachirí es sobreestimado por:

$$\text{Factor de corrección} = 1 - 0.0736 = 0.926$$

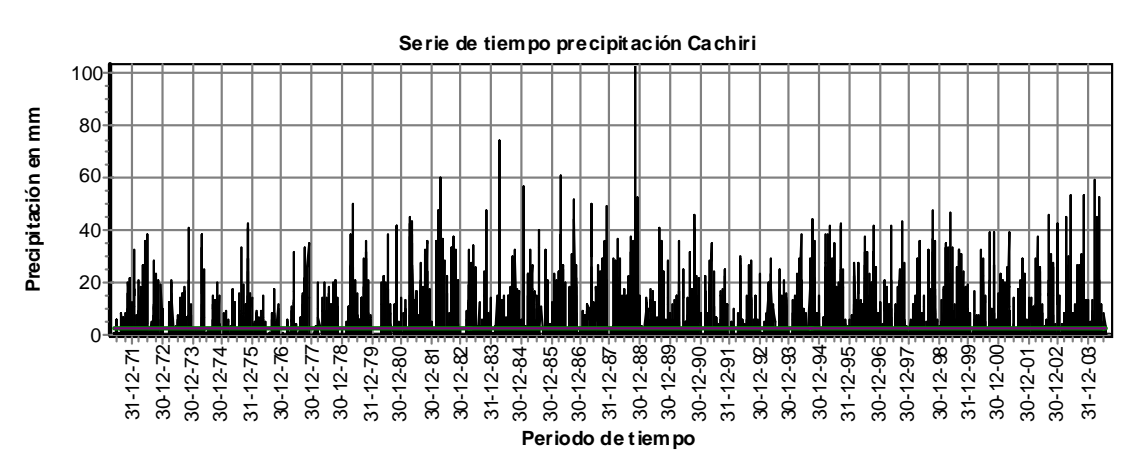
$$\text{Corrección acumulada} = 0.926 * (\sum P_i - 14406) + 15306.1$$

Los valores corregidos de precipitación diaria se muestran en la gráfica 2.2, estos valores se ajustan a una línea recta, que era el objetivo de este análisis, con el cual se eliminaron los errores sistemáticos. Con estos valores se generó la nueva serie de tiempo (gráfica 2.4.), para posteriores análisis de homogeneidad y tendencia.

En la Gráfica 2.3 muestra la serie de tiempo de la estación Cachirí, donde se aprecia la variación de la precipitación desde el año 1972 hasta el año 2003, y una subestimación en los volúmenes de lluvia durante los primeros años de funcionamiento de la estación, debido a los posibles errores en la toma de datos, con lo cual se hace necesario llevar a cabo un análisis de consistencia para determinar los métodos de corrección de los datos.



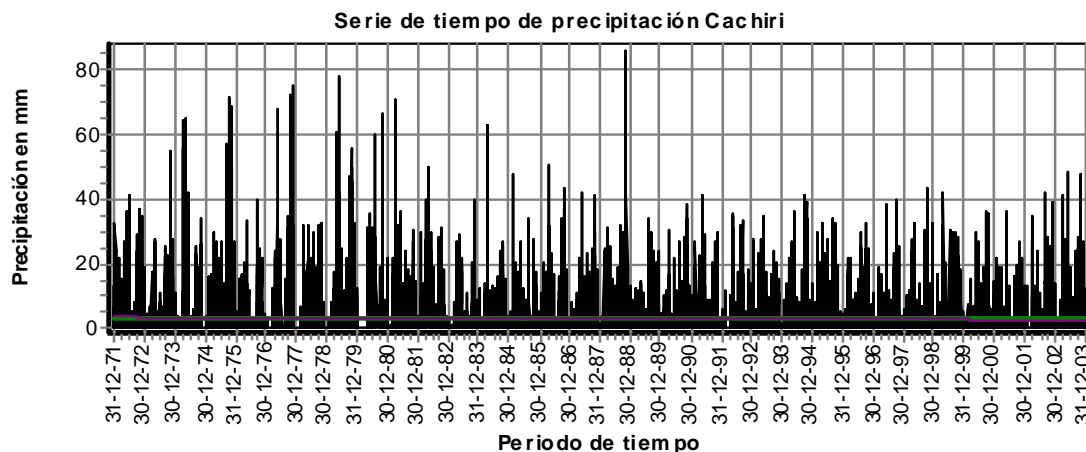
Gráfica 6. Corrección curva de doble masa estación Cachiri.



Gráfica 7. Serie de tiempo original de precipitación Cachiri

La gráfica 2.4 muestra la serie de tiempo de precipitación de la estación de Cachiri, donde se observa que en el periodo comprendido entre diciembre

de 1972 y diciembre de 1988 se presenta una variación del volumen de lluvia diaria que excede los 40 mm, comparado con el periodo que va desde diciembre de 1988 a diciembre de 2003. Las variaciones generadas por la corrección en la curva de doble masa, nos muestra que los posibles errores de medición que se cometieron durante los primeros años de funcionamiento han sido altamente sensibles a través del tiempo, con lo cual nos vemos sometidos a realizar este tipo de correcciones para ajustar la serie de tiempo de tal forma que tenga la misma tendencia lineal que las demás estaciones con el mismo régimen de lluvias.



Gráfica 9. Serie de tiempo corregida de precipitación Cachiri

En las demás estaciones se llevó acabo la misma metodología para la corrección de datos ocasionados por error sistemático, en las siguientes gráficas se muestran las correcciones de la curva de doble masa de las estaciones en la cuenca, además del periodo en el cual los errores se presentaron de manera más notoria.

TABLA 3. REGISTROS DE LAS ESTACIONES

CACHIRI	
Agosto de 71	Se cambió el tornillo micrométrico al PVG, porque el que estaba se hallaba trabado, la gente entra a la caseta de la estación y descorrege los instrumentos
Enero de 72	Se cambió el observador
Febrero de 72	Se instaló un ANEMOMETRO nuevo, se cambió el tornillo micrométrico al PVG
Agosto de 72	La estación está desnivelada notablemente por encontrarse en la cuesta de un cerro no aceptan cambiar la estación de lugar.
Noviembre de 72	El reloj del PVG estaba retrasado desde 2 meses atrás en 2 horas
Noviembre de 73	Se arregló el PVG que estaba dañado por falta del reloj.
Febrero de 74	Se arregló el PVG estaba dañado desde el mes de noviembre del 73.
Enero de 75	Calibración del PVG
Agosto de 75	Se tienen problemas ya que los muchacho se la pasan tirándole piedras a los instrumentos.
Septiembre de 75	Se calibró el PVG, faltaron los días 10 y 11 de septiembre
Diciembre de 75	Se calibró el PVG.
Abril de 78	Se retiró el reloj del pluviógrafo porque estaba dañado
Febrero de 79	Se suspendió el pluviógrafo por falta de reloj, ee cambió el observador por ser dudosos los datos tomados
Septiembre de 79	Se instaló un nuevo sifón en el pluviógrafo y se calibró, se reemplazó el PM por abolladuras, se volvió a cambiar el operador por algunas lecturas defectuosas
Junio de 81	Los pluviones del PVG están defectuosos
Septiembre de 81	El reloj fue reemplazado junto con los pluviones.
Mayo de 82	Se reparó el reloj del PVG
Octubre de 82	El reloj que se había arreglado se dañó después de 2 horas, se cambió el reloj
Agosto de 83	Cambio de observador.
Noviembre de 83	Volvió el antiguo observador
Abril de 84	Es necesario volver a instalar el reloj del PVG, datos aceptables
Junio de 84	Se reparó el reloj del PVG.
Septiembre de 84	Calibración del PVG, cambio de operador
Julio de 85	Se robaron el reloj del PVG, y dañaron el brazo de la plumilla y el sifón.
Agosto de 85	Se cambió el observador
Octubre de 85	No hay datos del PVG por falta del reloj.

CACHIRI	
Marzo de 86	Instalado reloj del PVG y remendado el sifón, a partir de esta fecha se cambia el observador, por datos demasiado incompletos.
Diciembre de 86	No hubo datos de los días 20, 21, 22 porque se perdieron las llaves.
Junio de 87	Se cambió el sifón del PVG
Septiembre de 88	Cambio de operador.
Junio de 89	No había lecturas correspondientes a la hora 19:00, se cambió de observador
Septiembre de 89	Cambio de observador
Septiembre de 90	Lecturas incompletas por problemas de orden público.
Junio de 92	No se visitó la estación por problemas de orden público, el observador llevo los datos hasta la regional, no se informó ninguna anomalidad en la estación.
Agosto de 92	No se visitó la estación por problemas de orden público, el observador llevo los datos hasta la regional, no se informó ninguna anomalidad en la estación
Octubre de 92	No se visitó la estación por problemas de orden público, el observador llevo los datos hasta la regional, no se informó ninguna anomalidad en la estación.
Noviembre de 92	Se cambió el sifón del PVG.
Agosto de 94	El reloj del PG estaba deñado desde Julio.
Septiembre de 94	Reinstalación del reloj del PVG
Septiembre de 95	Cambio de observador
Diciembre de 95	Cambio de observador
Septiembre de 96	Se encontró el reloj del PVG averiado.
Octubre de 97	No se visitó la estación por problemas de orden público, el observador llevo los datos hasta la regional, no se informó ninguna anomalidad en la estación.
Octubre de 98	Se encontró roto el sifón del PVG

TABLA 3. REGISTROS DE LAS ESTACIONES ( CONTINUACION )

PALONEGRO	
Julio de 76	se coloco rejilla al pluviografo y se calibró
Octubre de 77	traslado de la estacion de 7° 6' latitud 73° 12' longitud a 7° 7' latitud 73° 11' longitud de acuerdo a instrucciones de la division
Abril de 79	Sifon PVG roto
Mayo de 79	Cambio del sifon difencil de calibrar
Julio de 79	Se reemplaza colector defecucoso y reloj
Febrero de 81	Se bajo el colector de agua y se le hizo mantenimiento al sistema de flotacion
Octubre de 82	Se reemplazo el PVG,se cambio el sifon ( sistema de colector diferente)
Agosto del 83	Se coloco tornillo para el anclaje del PVG( nivelacion)
Septiembre de 83	Se instalo sifon al pluviografo
Octubre de 87	Limpieza del PVG
Septiembre de 90	Suspendido PVG por falla en reloj
Septiembre de 94	P.V.G descargaba mal, se calibro
Julio de 97	Arreglo del reloj del PVG

LLANO GRANDE	
Septiembre de 73	Se arreglo brazo y plumillas al pluviografo
Marzo de 75	Los datos de precipitación no fueron tomados por falta de instrucciones en el cambio de operador
Noviembre de 78	Datos de este mes no son confiables, observador enfermo y encargado dudoso
Junio de 79	Se reemplazo la plumilla del pluviografo
Agosto de 83	datos aceptables
Abril de 84	datos aceptables
Agosto de 88	Cambio de operador
Septiembre de 93	Plumilla dañada del pluviografo
Mayo de 97	Se suspende la estación temporalmente mientras se reubica, la información tomada es mala, el observador se inventa los datos
Noviembre de 97	Se instaló la estación entre el 3 y 5 de noviembre de 97 y se cambió el observador la reubicación se hizo a 1 km de la anterior de elevación mas o menos 5 m
Abril de 02	Se instaló el colector-flotador sifón y reloj al pluviografo, no funcionaba desde su reubicación
Marzo de 02	Se atrazó el pluviografo
Julio de 03	la plumilla del pluviografo no registra bien

BERLIN	
Marzo de 72	Se arreglo el pluviografo que estaba dañado desde el 1 de marzo
Agosto de 72	El reloj del pluviografo se atrasaba 5 minutos en el día, pero no se cambió por falta de repuesto
Octubre de 72	Fue reinstalada la estación
Julio de 73	Se calibró el reloj del Pluviografo que estaba dañado desde julio de 72.
Febrero de 74	Se cambió el reloj del pluviografo, el pluviografo registra como si tuviera el sifón roto o le entra aire, debido a que el agua del flotador se congela
Abril de 74	Se le cambió el piñon # 80 al pluviografo por que operaba mal
Junio de 75	Se cambió el sifón del pluviografo se habia roto el dia 6 de junio
Diciembre de 75	Se cambió el reloj al pluviografo por daño desde diciembre de 75, al cambiarlo el que se llevaba de repuesto resultó dañado y por lo tanto la estación quedó sin reloj hasta el dia 22
Septiembre de 76	Reloj dañado del pluviografo con unos dientes del piñon rotos
Enero de 77	Se arreglo el pluvografo, estaba fuera de servicio desde el 4 de diciembre de 76 por daño en el reloj
Febrero de 78	Se retiró el reloj del pluviografo por que estaba dañado
Julio de 80	El reloj estaba fallando
Octubre de 80	Se cambió el reloj y los piñones del pluviografo
Febrero de 81	El pluviografo esa suspendido por falta de reloj
Julio de 82	Se instaló el reloj, sifón y plumilla al pluviografo
Abril de 83	Se instaló el reloj, piñon y plumillas al pluviografo
Octubre de 83	Piñon del pluviografo tiene varios dientes rotos
Diciembre de 83	Se cambió plumillas y reloj al pluviografo
Octubre de 84	Se cambio el observador
Noviembre de 84	El reloj del pluviografo se detiene periodicamente
Enero de 85	Se reemplazo el reloj del pluviografo diario por semanal
Abril de 85	Se cambió el reloj del pluviografo y se puso en funcionamiento
Octubre de 85	No concuerdan muchas veces el registro del pluviometro con el del pluviografo, se equivocan en las fechas
Mayo de 86	El pluvografo está descaragando 3 decimas por debajo
Junio de 86	Se retiró el reloj del pluviografo por que estaba dañado
Agosto de 86	Se cambió el observador, se instaló el reloj y el sifón al pluviografo
Diciembre de 86	No funciona el pluviografo
Febrero de 87	Cambio de operador
Marzo de 87	Se cambio el reloj semanal a diario
Agosto de 88	El pluviografo estaba suspendido o falta de graficos
Enero de 91	Piñon roto del pluviografo
Abril de 91	Se arreglo el pluviografo
Febrero de 92	El reloj del pluviografo estab atrazado 25
Septiembre de 99	Cambio de operador
Julio de 03	Se reemplazo el colector y el sofón del pluviografo

TABLA 3. REGISTROS DE LAS ESTACIONES ( CONTINUACION )

VIVERO SURATA	
Agosto de 71	Se retiró el reloj del pluviógrafo
Agosto de 71	Se cambio todo el pluviógrafo
Noviembre de 71	Faltan días 14 a 18 por cambio de estación
Julio de 73	Cambio de observador
Febrero de 74	Cambio de observador
Julio de 74	Marca los registros el pluviometro según lo que marca el pluviógrafo, se encontro acumulado 18mm en el pluviometro
Septiembre de 74	Cambio de observador
Enero de 78	Reemplazo tambory reloj del pluviógrafo semanal a diario
Noviembre de 78	Pluviógrafo suspendido por el reloj
Julio de 79	Se instaló en reloj en el pluviógrafo
Mayo de 87	Pluviometro se encuentra perforado
Mayo de 83	Se colocó plumillas al pluviógrafo
Mayo de 84	Estación semidestruida por un semental
Febrero de 85	Pluviógrafo suspendido desde enero de 85, reloj defectuoso
Agosto de 85	Se reemplazo el pluviógrafo
Diciembre de 85	El pluviógrafo no tiene filtro
Febrero de 87	Estación destruida por el semental de la granja
Junio de 87	Se reubicó la estación 200 m arriba
Agosto de 88	Pluviógrafo de larga duración sin registros desde 15 de julio de 88
Septiembre de 89	El pluviógrafo esta operando con gráfica distinta a la original, la escala de tiempo no es identica
Septiembre de 93	Se cambió el reloj del pluviógrafo de larga duración
Mayo de 94	Pluviógrafo sin reloj
Septiembre de 94	Instalación del reloj del pluviógrafo
Noviembre de 94	Reloj del pluviograjo sin funcionamiento
Septiembre de 98	Se cambió el pluviógrafo de larga duración por uno diario
Marzo de 99	Se reparó reloj del pluviógrafo
Mayo de 03	Se reparó reloj del pluviógrafo, sifón y piñones

MATAJIRA	
Julio de 70	Cambio de observador
Noviembre de 73	Cambio de observador
Mayo de 76	Se cambió el pluviometro por mal estado

PICACHO	
Febrero de 73	Se retiró el pluviometro por que se coloco otro en el mes de diciembre a un km de distancia
Febrero de 79	Pluviometro deteriorado por fuertes pedreras escolares
Septiembre de 79	Pluviometro reemplazado
Marzo de 96	Reubicación de pluviometro
Abril de 98	Cambio de operador

LA GALVICIA	
Julio de 73	Cambio de regilla al observador
Febrero de 74	Se reubica la estación a la derecha de la carretera por derrumbes
Julio de 79	Nuevo operador
Octubre de 83	Reubicación estación
Junio de 83	La estación estaba suspendida desde el 5 de mayo de 83 por falta de observador
Septiembre de 87	Cambio de observador
Agosto de 89	Desmonte parcial de la estación, ubicación en nuevo sitio

GRANJA PIEDECUESTA	
Marzo de 70	Se descalibra con facilidad el pluviógrafo por que el sifón es movil
Julio de 70	Se instaló pluviometro
Marzo de 72	Se destapó el sifón
Febrero de 73	Se arreglo la cuerda al reloj
Abril de 73	Se quitó el sifón del pluviógrafo para arreglarlo
Junio de 73	Se reinstaló la estación, operador no colocaba la fecha de puesta ni retirada de las graficas
Junio de 74	Se traslado la pluviógrafo ya que se encontraba en una base antigua
Abril de 80	Se traslado la estructura
Agosto de 83	Se cambió las plumillas
Octubre de 85	El reloj del pluviógrafo se daño
Noviembre de 85	el pluviógrafo no tien reloj
Junio de 86	Se instaló el reloj al pluviógrafo
Septiembre de 88	Se instaló el reloj al pluviógrafo
Enero de 94	Se cambió las plumillas
Septiembre de 96	Cambio de sifón
Octubre de 99	Reubicación a 150m del sitio anterior(NE) con diferencia de altura de aprox 10m
Agosto de 00	Se cambió reloj y plumillas del pluviógrafo

UIS	
Abril de 74	Se cambia plumillas y sifón
Junio de 75	Se cambia sifón
Noviembre de 78	Se construye un muro de ladrillo que interfiere con las tomas de datos
Mayo de 78	Cambio de observador
Junio de 83	Brazo de la plumilla y colector del pluviometro defectuoso
Junio de 83	Cambio de observador
Mayo de 84	Reloj del pluviógrafo fallando
Mayo de 88	Pluviógrafo deteriorado
Mayo de 91	Obstaculos influyen sobre los instrumentos, arboles cercanos
Junio de 93	se suspende la estación por que se encerro el predio con muros de ladrillo
Junio de 94	Reubicación de la estación
Septiembre de 94	Cambio de sifón
Julio de 01	Reemplazo de plumillas
Abril e 02	Retirado reloj del pluviógrafo
Marzo de 03	Se robaron los instrumentos
Marzo de 03	Se robaron los instrumentos que quedaban
Junio de 03	Destruyeron el pluviógrafo
Octubre de 04	Instalan pluviometro
Diciembre de 04	Suspendida por falta de seguridad

**TABLA 3. REGISTROS DE LAS ESTACIONES ( CONTINUACION )**

**VETAS EL POZO**

<b>Marzo de 72</b>	Cambio de operador
<b>Mayo de 72</b>	Cambio de operador
<b>Junio de 76</b>	Cambio de regilla anterior no se podia leer
<b>Agosto de 76</b>	Por equivocacion de observador al mes de agosto se le coloco el de mes de julio

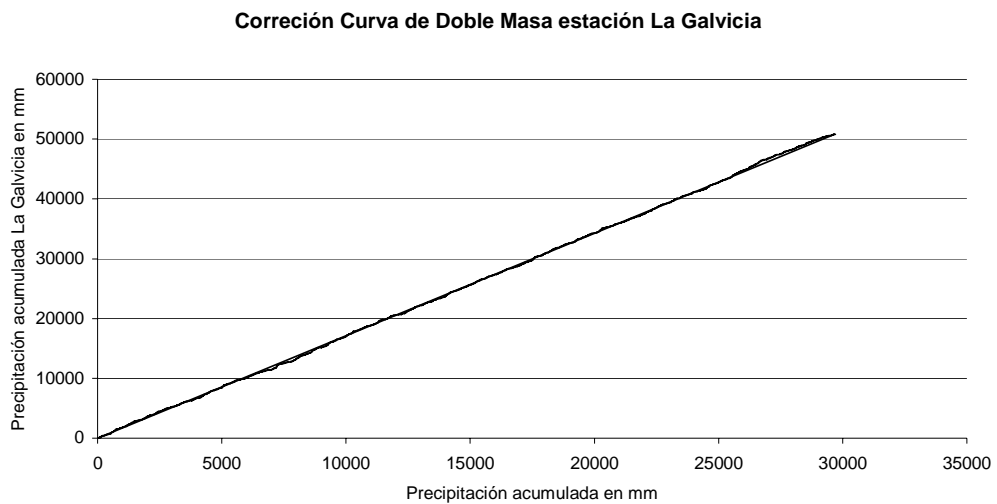
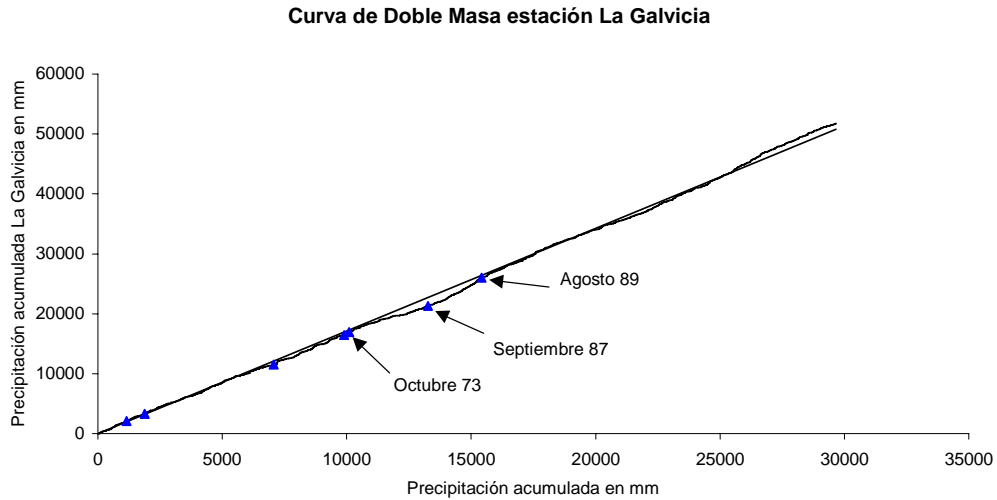
**PALMAS**

<b>Marzo de 71</b>	Cambio de observador
<b>Octubre de 71</b>	Cambio de observador, se encontró una lluvia de 50 mm acumulada de varios días
<b>Mayo de 72</b>	Cambio de operador
<b>Noviembre de 72</b>	Observador abandonó la estacion desde el 21 del mes no espero reemplazo para ir a la ciudad
<b>Abril de 73</b>	Se cambio el pluviometro
<b>Junio de 73</b>	Fue reinstalada a 2 Km de la antigua, cambio de operador, los datos de la estacion antigua fueron retirados el día 4 del presente mes
<b>Octubre de 76</b>	Se le dan instrucciones al observador para la lluvia del día 1° de cada mes
<b>Septiembre de 77</b>	Cambio de observador
<b>Diciembre de 86</b>	Sin dato desde 13 de noviembre del 86
<b>Diciembre de 87</b>	Cambio de observador
<b>Febrero de 03</b>	Se colocó tapon al pluviometro
<b>Agosto de 04</b>	Se robaron el pluviometro y se instalo otro, mes de agosto no hubo datos, informacion de julio y septiembre incompleta
	Resumen: datos irregulares debido al continuo cambio de observador y abandono de la estacion.

**PALOGORDO**

<b>Noviembre de 70</b>	Cambio de observador
<b>Marzo de 71</b>	Cambio de observador
<b>Diciembre de 80</b>	Cambio de observador
<b>Abril de 86</b>	Cambio de observador
<b>Junio de 91</b>	Se traslado el pluviometro 2Km al sur
<b>Diciembre de 97</b>	Cambio de operador
<b>Febrero de 03</b>	Se le coloco tapon de caucho al pluviometro
<b>Agosto de 04</b>	Sin registro desde julio del 04
<b>Dicimbre de 04</b>	se encontro libreta sin anotaciones desde el 24 de noviembre, el observador anota solo lluvia fuertes.

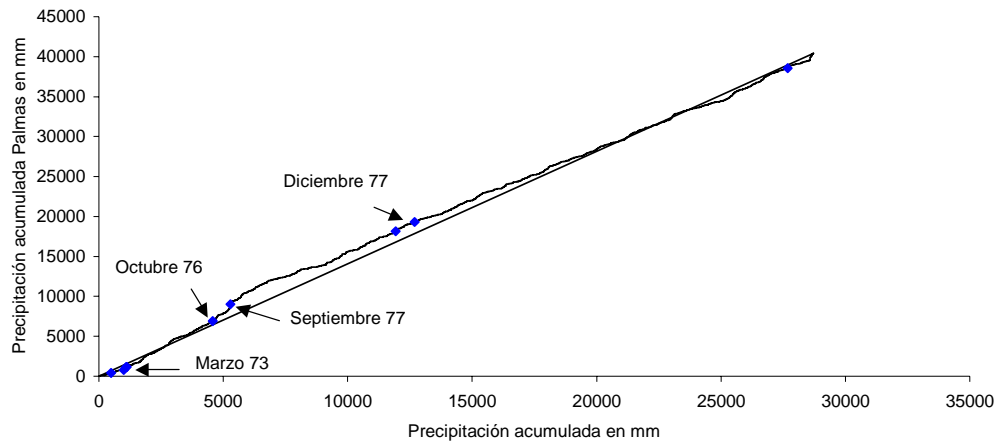
### 2.1.1. Curva de doble masa de las estaciones parte alta de la C.S.R.L.



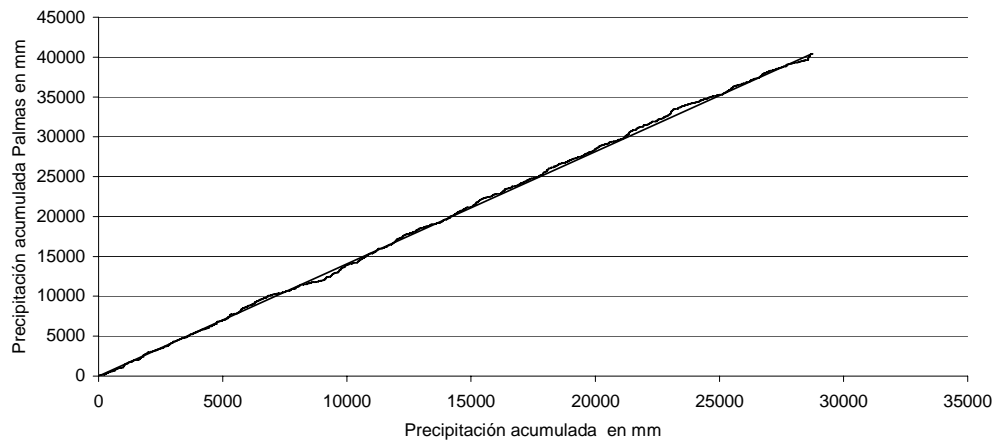
Gráfica 9. Curva de Doble Masa estación La Galvicia

En la estación la Galvicia se puede observar que entre el periodo de octubre de 1983 a agosto de 1989 los errores de operación influyeron notablemente en la relación de precipitación con respecto a las demás estaciones, y a partir de esta fecha se corrigieron los datos para ajustarlos a la tendencia de las demás estaciones.

**Curva de Doble Masa estación Palmas**



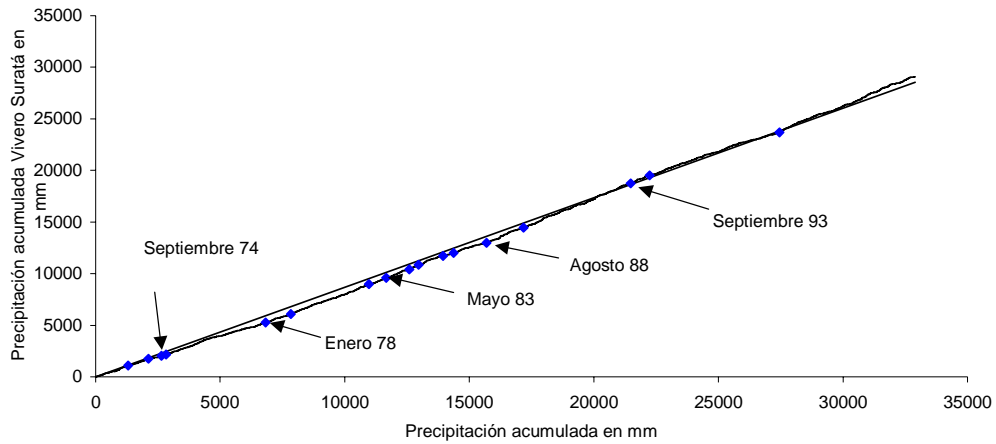
**Corrección Curva de Doble Masa estación Palmas**



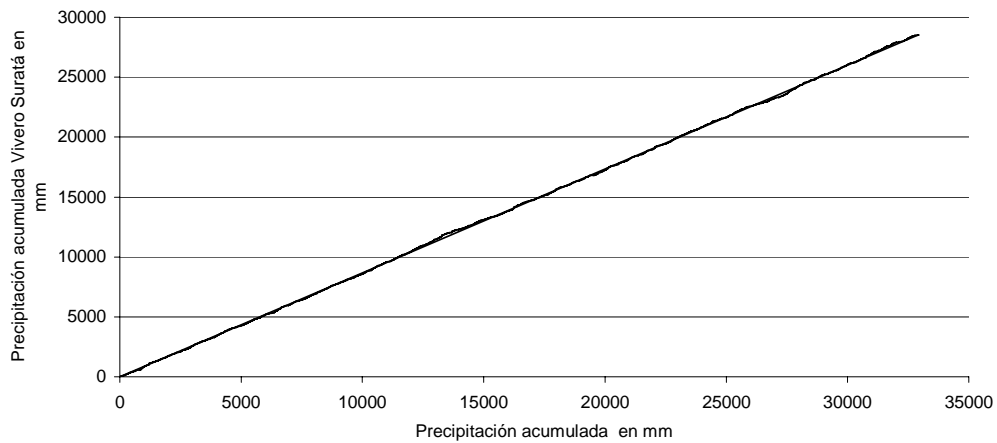
**Gráfica 10. Curva de Doble Masa estación Palmas**

En las gráficas se pueden observar las curvas de doble masa de la estación Palmas antes y después de la corrección, a finales del año 1976 se empiezan a sobrevalorar los datos de precipitación, lo cual indica que es importante efectuar una corrección a partir de esta fecha para eliminar estos errores, y seguir adelante con los análisis de homogeneidad.

**Curva de Doble Masa Estación Vivero Suratá**



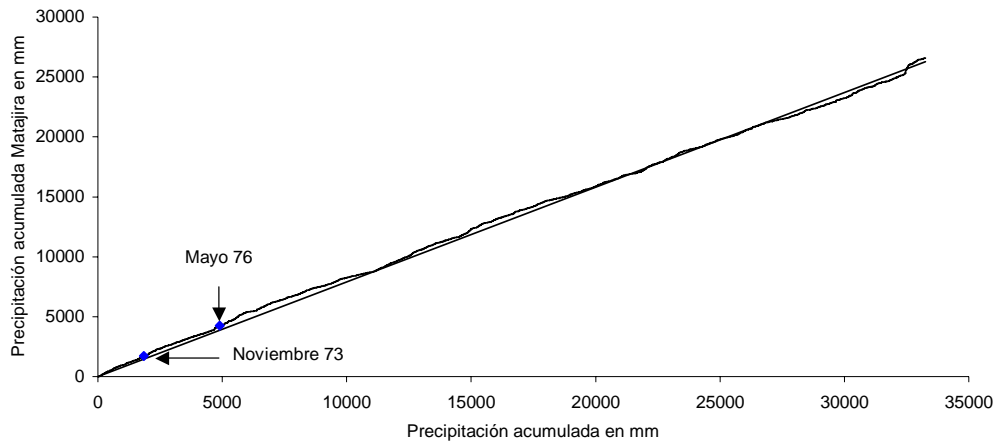
**Corrección Curva de Doble Masa estación Vivero Surata**



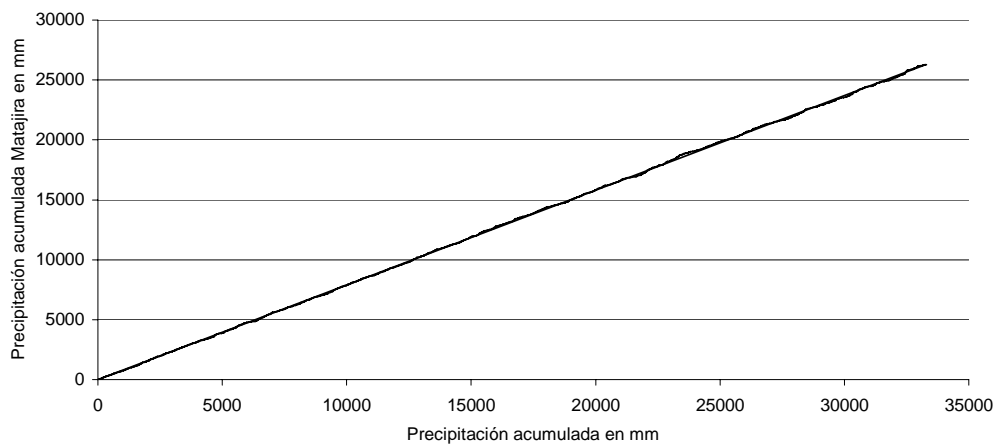
**Gráfica 11. Curva de Doble Masa estación Vivero Suratá**

En las gráficas se observa las curvas de doble masa de la estación Vivero Suratá antes y después de la corrección, antes del año 1978 se observa una subvaloración de los datos de precipitación, lo que hizo indispensable una corrección de estos valores para ajustarlos al comportamiento de las demás estaciones.

**Curva de Doble Masa estación Matajira**



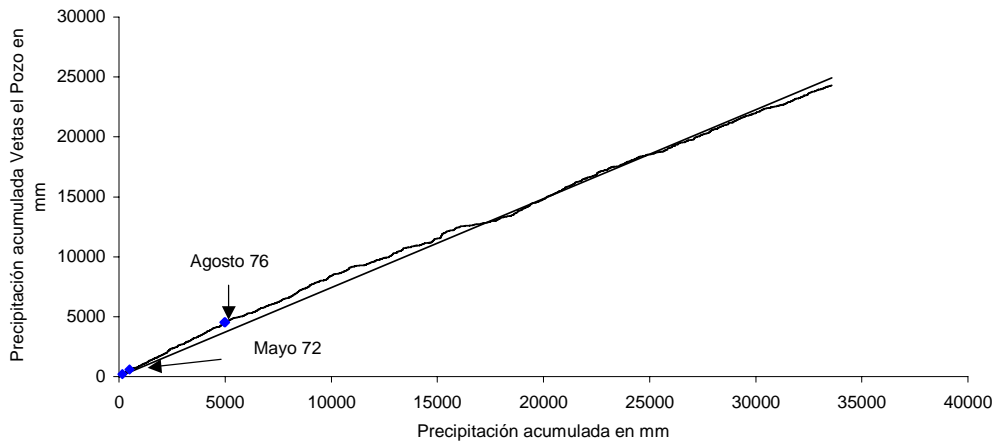
**Corrección Curva de Doble Masa estación Matajira**



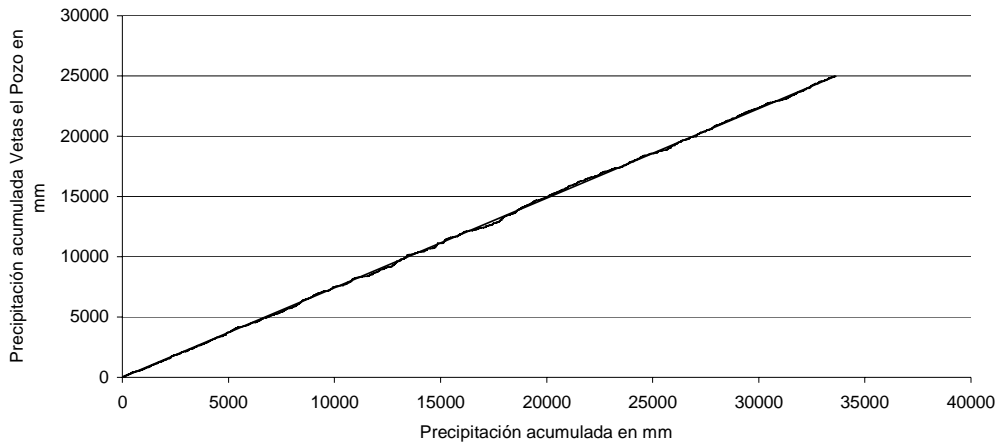
**Gráfica 12. Curva de Doble Masa estación Matajira**

En las gráficas de la estación Matajira se pueden observar las curvas de doble masa antes y después de la corrección correspondiente, a partir del mes de noviembre de 1973 los datos de precipitación en esta estación son sobrevalorados, pero no son muy significativos como en otras estaciones, y con el tiempo se fueron compensando los datos, así que sólo se corrigieron los datos entre noviembre de 1973 y septiembre de 1991.

**Curva de Doble Masa estación Vetás el Pozo**



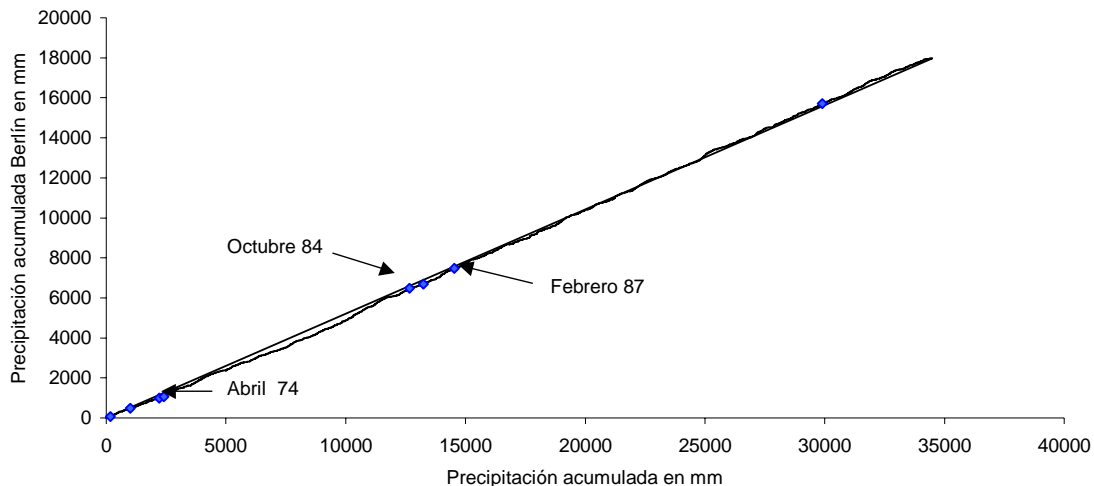
**Corrección Curva de Doble Masa estación Vetás el Pozo**



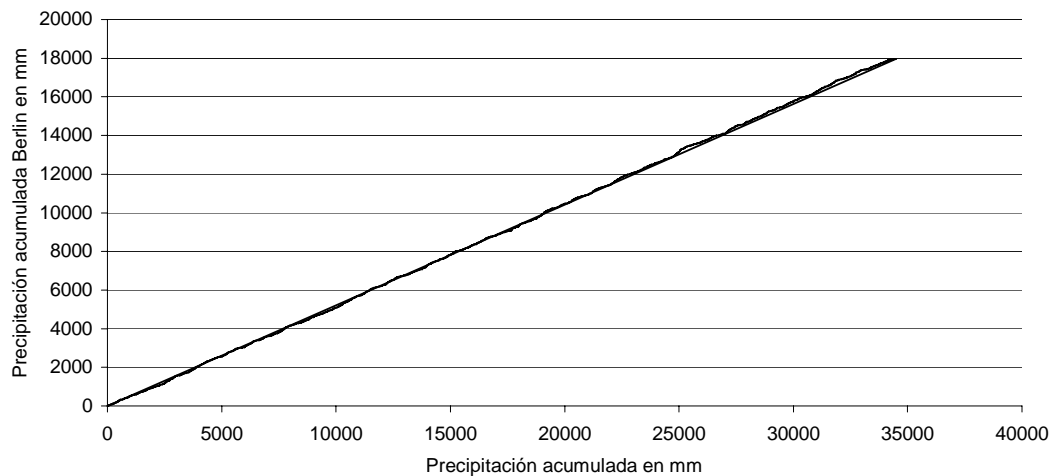
**Gráfica 13. Curva de Doble Masa estación Vetás el pozo**

En gráfica de la curva de doble masa de la estación Vetás el Pozo, se observa que la serie está descompensada casi desde el inicio del periodo de análisis, y que los valores de precipitación son altamente sobrevalorados desde el mes de mayo de 1972 hasta agosto de 1990, y a partir de este año los datos tienden a compensarse con respecto a las demás estaciones.

**Curva de Doble Masa estación Berlin**

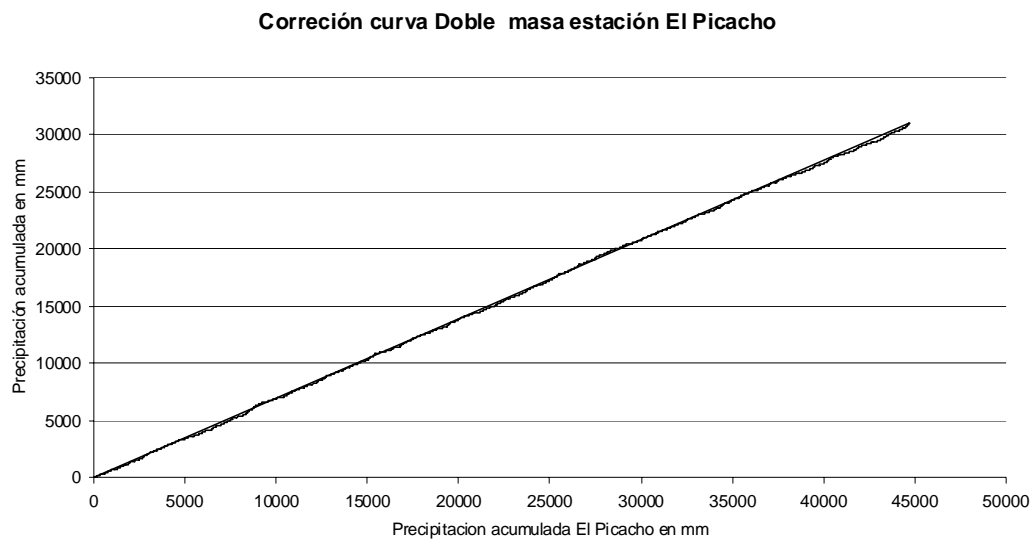
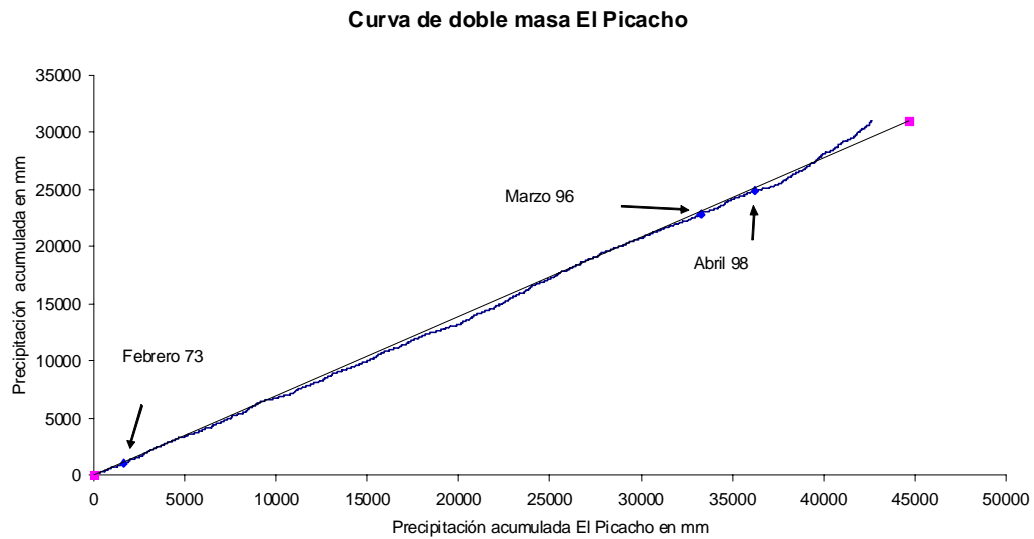


**Corrección Curva de Doble Masa estación Berlin**



Gráfica 14. Curva de Doble Masa estación Berlín

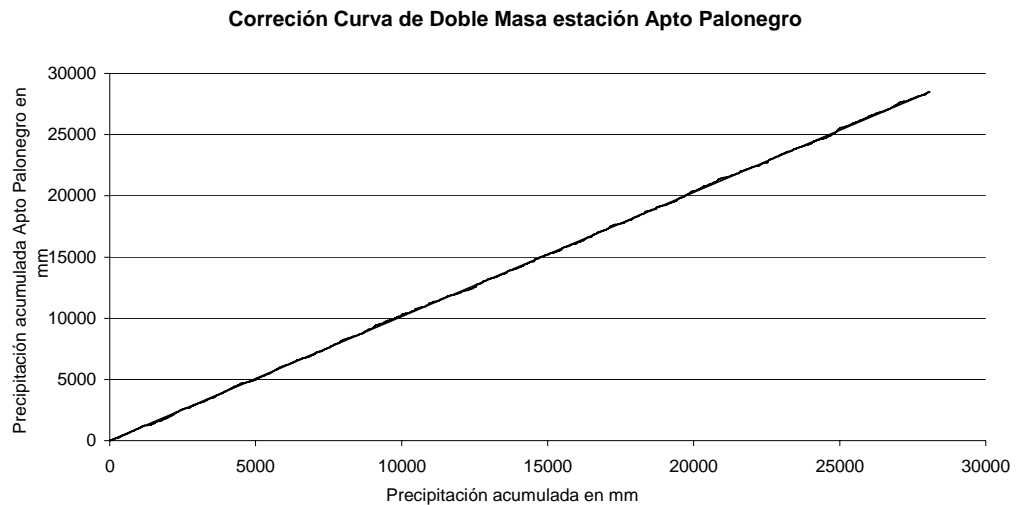
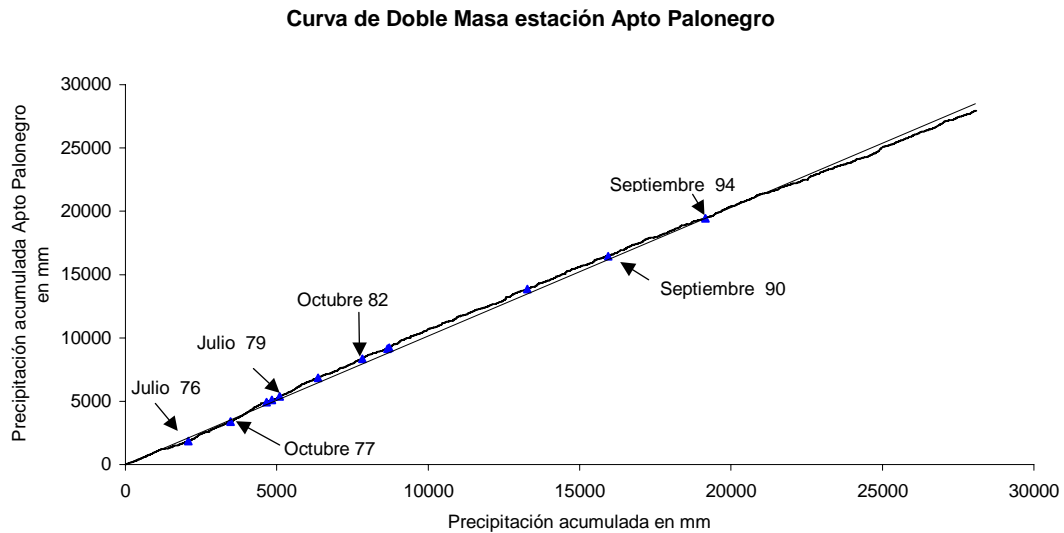
En la gráfica de la curva de doble masa de la estación Berlín se observa que el mes de abril de 1974 y febrero de 1987 hay una subvaloración en los datos de precipitación que se van compensando con el tiempo con respecto a las demás estaciones, y durante este periodo se corrigieron los datos necesarios para el ajuste correspondiente.



Gráfica 15. Curva de Doble Masa estación El Picacho

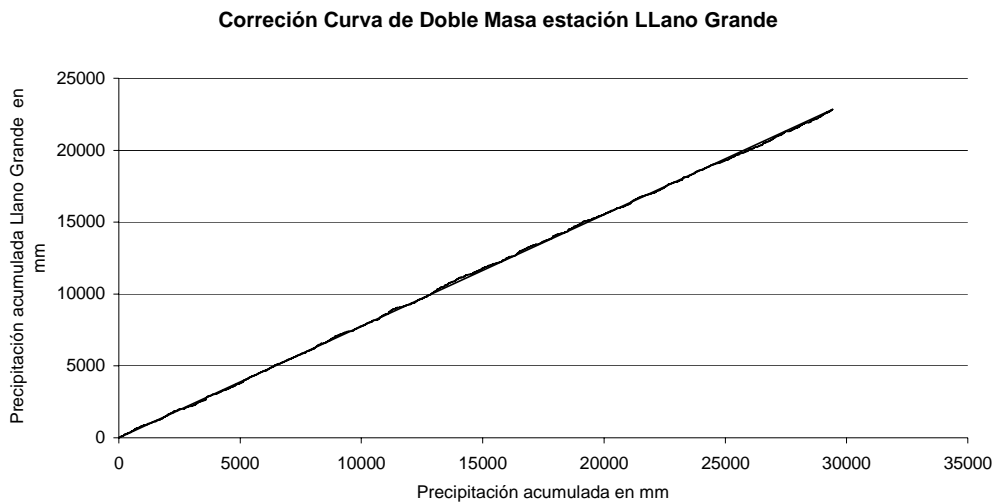
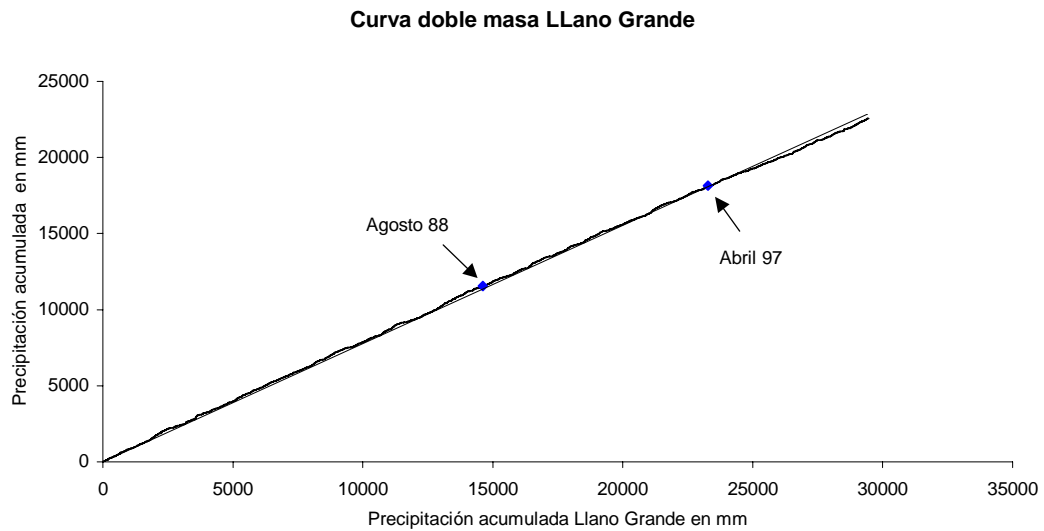
En la gráfica se puede observar que la curva de doble masa de la estación el Picacho no presenta mayores problemas durante la longitud de la serie, pero al final del periodo de análisis, en el mes de abril de 1978, empiezan a ser sobrevalorados los datos de precipitación en la estación, lo cual hace necesario corregir estos datos, para ajustarlos a las demás estaciones.

## 2.1.2. Curva de doble masa de las estaciones Zona Metropolitana



Gráfica 16. Curva de Doble Masa estación Apto. Palonegro

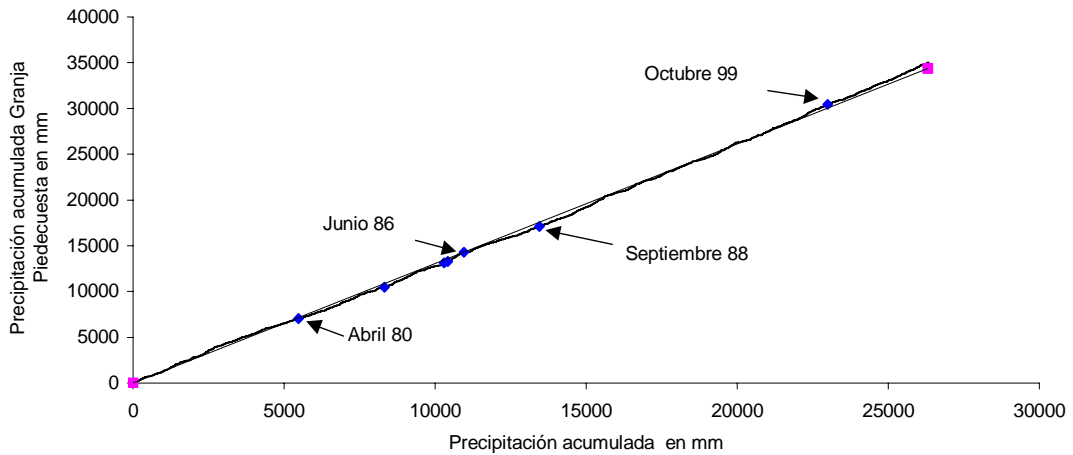
En la gráfica de la curva de doble masa de la estación Aeropuerto Palonegro se observa que a partir del mes de julio de 1979 se empiezan a registrar unos valores de precipitación sobrevalorados, que con el tiempo tienden a compensarse, y desde esta fecha se hacen las correcciones necesarias sobre los datos.



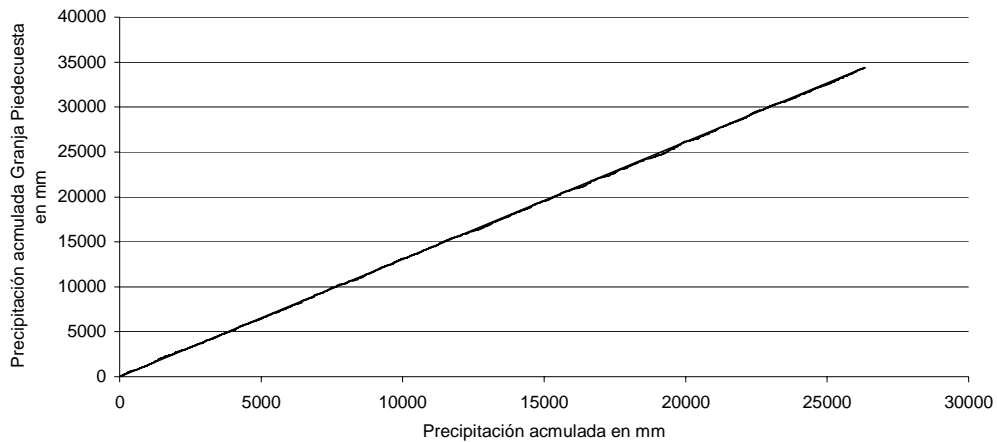
Gráfica 17. Curva de Doble Masa estación Liano grande

En la gráfica de la curva de doble masa de la estación Liano Grande se puede observar que existe una muy buena relación entre los datos de esta estación con respecto a las demás estaciones analizadas, y la correcciones que se realizaron sobre los datos de esta estación fueron a partir del mes de abril de 1997.

**Curva de Doble Masa estación Granja Piedecuesta**

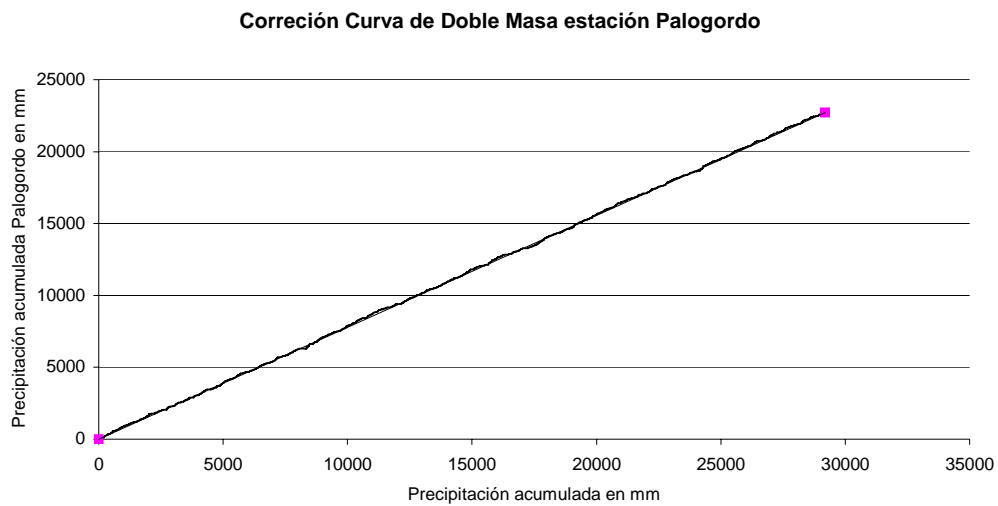
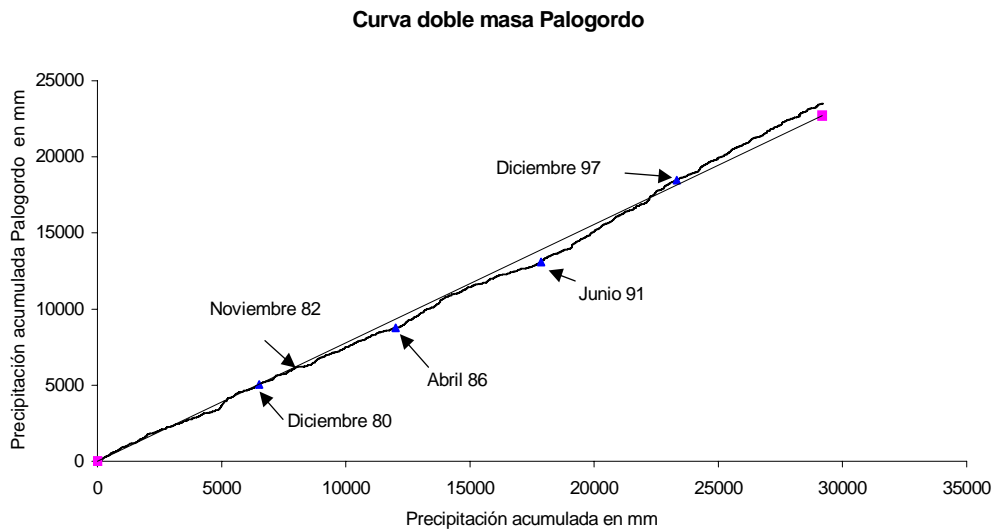


**Corrección Curva de Doble Masa estación Granja Piedecuesta**



**Gráfica 18. Curva de Doble Masa estación Granja Piedecuesta**

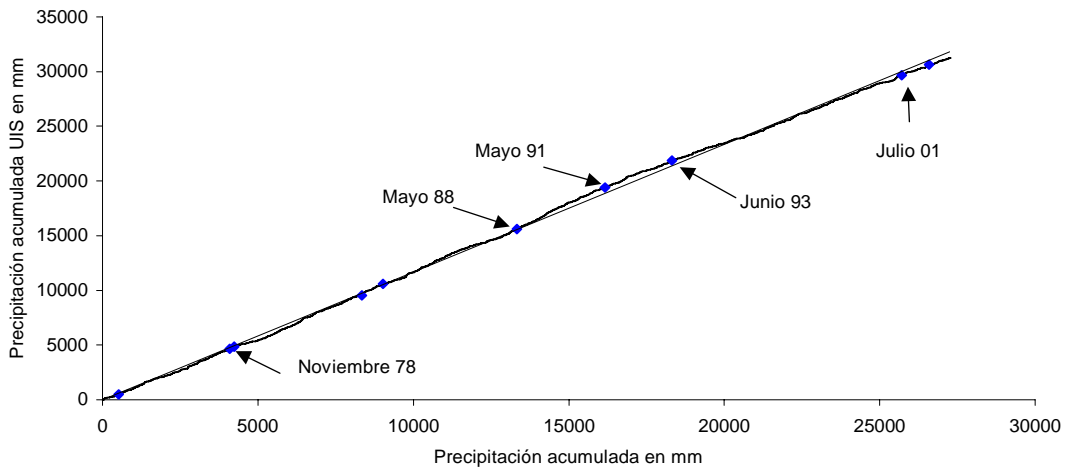
En la gráfica de la curva de doble masa de la estación Granja Piedecuesta se puede observar que existen variaciones significativas en la tendencia de esta estación con respecto a las demás estaciones de la zona analizadas, por lo tanto los errores que se observan son entre junio de 1986 y febrero de 1991, donde se subvaloran los datos de precipitación, y después de octubre de 1999 se observa una sobre valoración en los datos, que va aumentando con el tiempo.



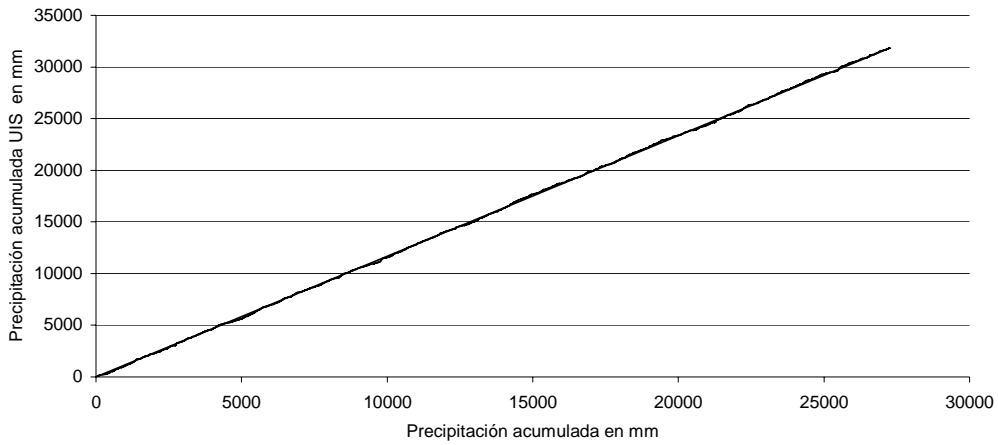
Gráfica 19. Curva de Doble Masa estación Palogordo

En la gráfica de la curva de doble masa de la estación Palogordo se observa una gran descompensación en los datos a partir de noviembre de 1982, y a partir de esta fecha se hacen los ajustes necesarios a los datos para ajustarlos a la tendencia de las demás estaciones.

**Curva de Doble Masa estación UIS**



**Corrección Curva de Doble Masa estación UIS**



**Gráfica 20. Curva de Doble Masa estación UIS**

La gráfica muestra la curva de doble masa de la estación UIS, en donde se puede observar que después del mes de mayo de 1988 los datos de precipitación son sobreestimados, y los datos son corregidos a partir de esta fecha.

A través del análisis de doble masa que se llevó a cabo se ha podido descubrir que en la gran mayoría de las estaciones no se ha llevado un buen control de los datos por partes de los observadores, esto hace que la información con la cual se cuenta no sea del todo confiable, y a través de todas las gráficas se ha podido observar que los datos son muy sensibles a los cambios que se generan en la estación, y que el tiempo para autorregularse es muy grande, por esto se hace necesario ajustar los datos.

## 2.2. COMPLEMENTACION DE SERIES

Algunas de las series de las estaciones empleadas presentan datos faltantes debido a inconvenientes con el operador o fallas en el aparato.

Analizando los datos diarios de cada estación se hizo una regresión múltiple para obtener la correlación que había en cada una de ellas, se observa que el coeficiente de correlación múltiple varía entre 0.3 y 0.63 no estando los datos diarios de precipitación de la cuenca muy relacionados entre ellos.

En la tabla 2.1 y 2.2 se observan la correlación de los datos de precipitación diaria de las estaciones de la cuenca.

Tabla 4. Coeficientes de Correlación estaciones parte alta de la Cuenca

ESTACION	Coeficiente de correlación múltiple	Coeficiente de determinación R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> ajustado	Error típico
<b>BERLIN</b>	0.44	0.19	0.19	1.26
<b>CACHIRI</b>	0.37	0.14	0.13	2.41
<b>EL PICACHO</b>	0.48	0.23	0.22	2.98
<b>LA GALVICIA</b>	0.39	0.16	0.15	9.31
<b>VETAS EL POZO</b>	0.40	0.16	0.15	3.08
<b>MATAJIRA</b>	0.50	0.25	0.25	3.79
<b>VIVERO SURATA</b>	0.52	0.27	0.27	2.13
<b>PALMAS</b>	0.34	0.11	0.11	8.21

Como la correlación a escala diaria era muy baja, se procedió a realizar una correlación de los valores totales mensuales de las estaciones para

completar los datos faltantes y proceder al análisis de homogeneidad. En la siguiente tabla se presentan los resultados de la correlación de toda la serie y por meses para mejorar los factores.

Con este último resultado se procedió a completar las series de tipo mensual.

Tabla 5. Coeficientes de Correlación estaciones zona metropolitana

ESTACION	Coeficiente de correlación múltiple	Coeficiente de determinación R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> ajustado	Error típico
<b>APTO PALONEGRO</b>	0.63	0.39	0.39	6.68
<b>GRANJA PIEDECUESTA</b>	0.57	0.32	0.32	8.11
<b>LLANO GRANDE</b>	0.63	0.40	0.40	5.43
<b>PALOGORDO</b>	0.45	0.20	0.20	7.44
<b>UIS</b>	0.59	0.35	0.35	7.13

Tabla 6. Coeficientes de Correlación totales mensuales estaciones parte alta

ESTACION	Coeficiente de correlación múltiple	Coeficiente de determinación R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> ajustado	Error típico
<b>BERLIN</b>	0.79	0.63	0.63	24.72
<b>CACHIRI</b>	0.89	0.79	0.79	33.68
<b>EL PICACHO</b>	0.88	0.77	0.76	47.46
<b>LA GALVICIA</b>	0.72	0.51	0.50	57.73
<b>VETAS EL POZO</b>	0.84	0.71	0.70	34.64
<b>MATAJIRA</b>	0.50	0.25	0.25	3.79
<b>VIVERO SURATA</b>	0.52	0.27	0.27	2.13
<b>PALMAS</b>	0.34	0.11	0.11	8.21

Tabla 7. Coeficientes de Correlación totales mensuales estaciones zona metropolitana

ESTACION	Coeficiente de correlación múltiple	Coeficiente de determinación R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> ajustado	Error típico
<b>APTO PALONEGRO</b>	0.77	0.59	0.58	37.02
<b>GRANJA PIEDECUESTA</b>	0.74	0.55	0.54	41.71
<b>LLANO GRANDE</b>	0.79	0.62	0.61	29.50
<b>PALOGORDO</b>	0.70	0.49	0.49	36.95
<b>UIS</b>	0.74	0.54	0.53	40.72

Tabla 8. Coeficientes de Correlación totales mensuales agrupados por meses de las 13 estaciones seleccionadas

ESTACION	Coeficiente de correlación múltiple											
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
PARTE ALTA												
<b>BERLIN</b>	0.74	0.80	0.91	0.89	0.86	0.88	0.76	0.84	0.74	0.85	0.89	0.91
<b>CACHIRI</b>	0.71	0.77	0.83	0.91	0.89	0.84	0.90	0.88	0.86	0.66	0.92	0.85
<b>EL PICACHO</b>	0.84	0.81	0.85	0.90	0.82	0.88	0.77	0.94	0.75	0.83	0.81	0.88
<b>LA GALVICIA</b>	0.67	0.71	0.82	0.78	0.56	0.83	0.51	0.89	0.70	0.70	0.90	0.76
<b>VETAS EL POZO</b>	0.65	0.86	0.84	0.87	0.80	0.81	0.81	0.86	0.83	0.88	0.80	0.85
<b>MATAJIRA</b>	0.71	0.83	0.87	0.90	0.72	0.74	0.68	0.76	0.73	0.79	0.91	0.85
<b>VIVERO SURATA</b>	0.79	0.87	0.78	0.89	0.73	0.80	0.90	0.95	0.75	0.88	0.94	0.87
<b>PALMAS</b>	0.74	0.67	0.75	0.66	0.64	0.69	0.56	0.69	0.26	0.77	0.60	0.58
ZONA METROPOLITANA												
<b>APTO PALONEGRO</b>	0.81	0.83	0.76	0.78	0.80	0.63	0.66	0.76	0.67	0.75	0.91	0.71
<b>GRANJA PIEDECUESTA</b>	0.73	0.83	0.43	0.70	0.72	0.72	0.49	0.77	0.80	0.72	0.65	0.79
<b>LLANO GRANDE</b>	0.88	0.83	0.49	0.78	0.73	0.81	0.77	0.66	0.83	0.55	0.89	0.92
<b>PALOGORDO</b>	0.81	0.63	0.54	0.74	0.69	0.68	0.65	0.61	0.60	0.63	0.65	0.95
<b>UIS</b>	0.80	0.76	0.65	0.72	0.71	0.83	0.65	0.67	0.73	0.64	0.90	0.84

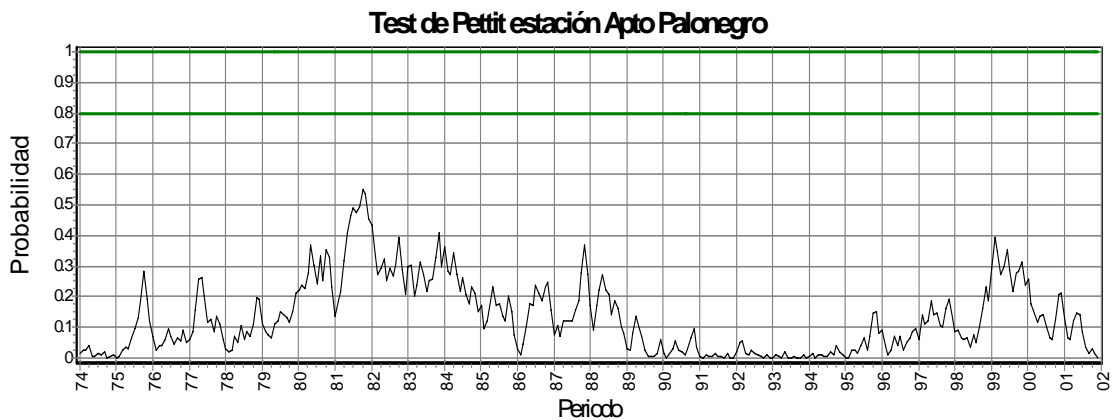
### 2.3. ANALISIS DE HOMOGENEIDAD

Después de llevar a cabo la corrección por error sistemático, es importante hacer un análisis estadístico con el cual se pueda establecer el método conveniente para el análisis de las series de tiempo. La primera consideración es escoger el tipo de test que se va a utilizar, ya sea paramétrico o no paramétrico. Cuando en la hipótesis de prueba se asume que los datos tienen una distribución en particular (usualmente normal) se utilizan los llamados *test paramétricos*. Esto se debe a que la información contenida en los datos está resumida por parámetros, usualmente la media y la desviación estándar, y el test estadístico es computando estos parámetros. Los test en donde la hipótesis no requiere que los datos sigan cierta distribución se llaman *test no-paramétricos*.

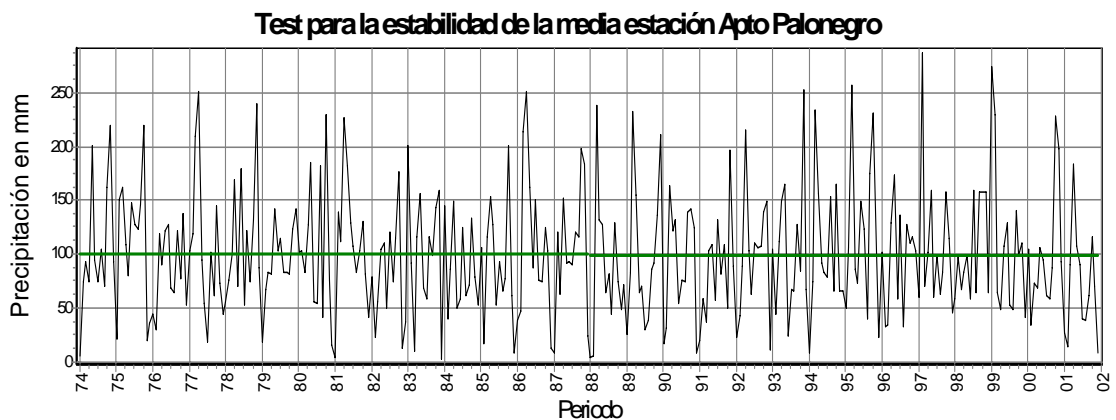
A continuación se muestran los análisis de las series de tiempo de las estaciones de la cuenca durante el periodo de tiempo correspondiente, para determinar si estas series son o no homogéneas.

Los test aplicados son el test de Pettit, mediante el cual se busca determinar el periodo de tiempo en el cual se han presentado cambios significativos en los datos. El test de Spearman, el cual determina si la tendencia que describen los datos son o no significativas, es decir si los datos están correlacionados entre si. Y los test para la estabilidad en la media y en la varianza, mediante los cuales se puede establecer si los cambios que se han dado en los datos son significativos en el tiempo, y la fecha en donde existe tal cambio.

### 2.3.1. Estaciones zona metropolitana

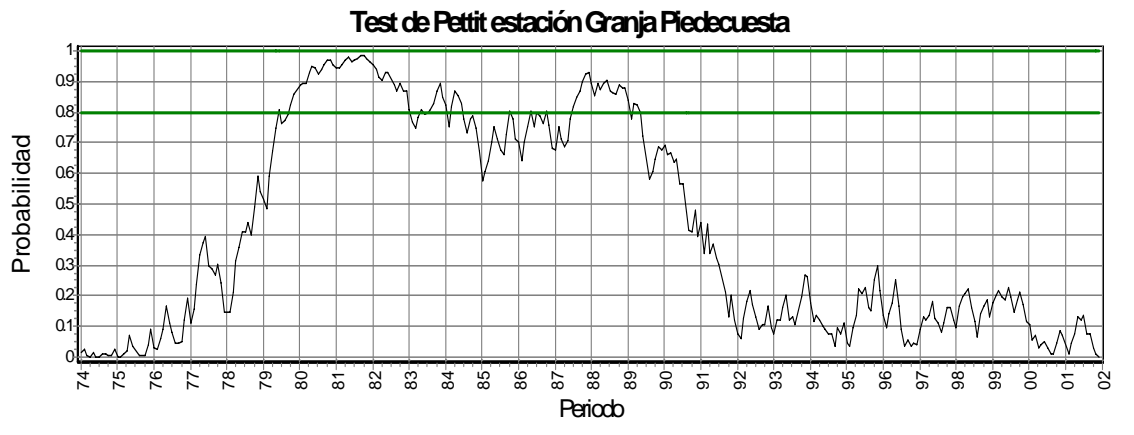


Grafica 21. Test de Pettit estación Palonegro

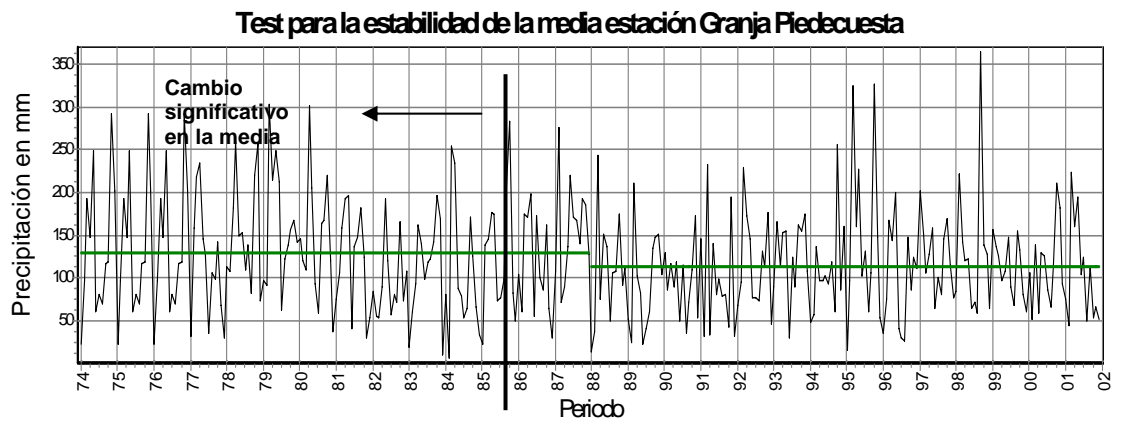


Grafica 22. Test para la estabilidad de la media estación Apto. Palonegro

A través del test de Pettit se puede observar en la gráfica 2.17 de la estación Palonegro que la variación de la precipitación en el tiempo no presenta cambios significativos. La serie muestra una tendencia decreciente, pero aplicando el test de Spearman se determina que no es significativa. Los cambios que se presentan en la media y en la varianza no son significativos



Gráfica 23. Test de Pettit estación Granja Piedecuesta

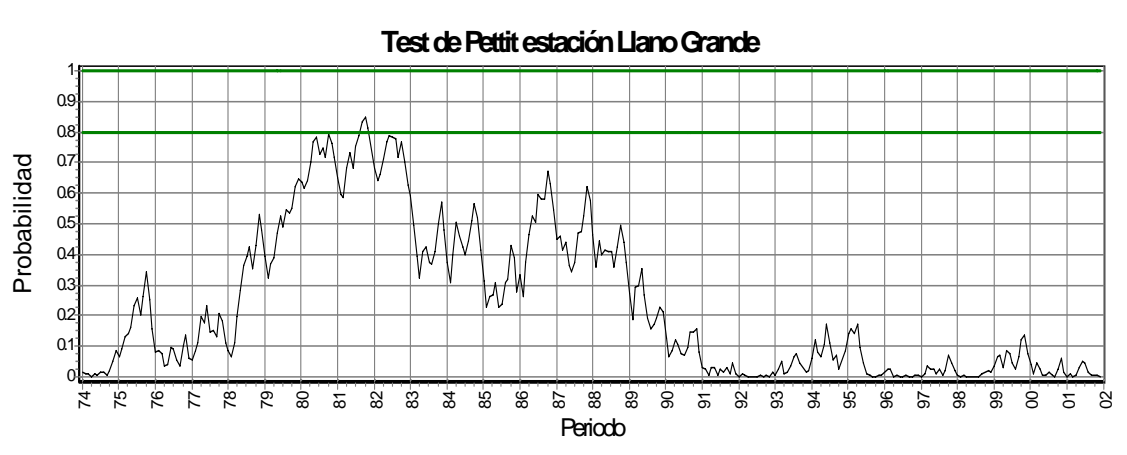


Gráfica 24. Test para la estabilidad de la media estación Granja Piedecuesta

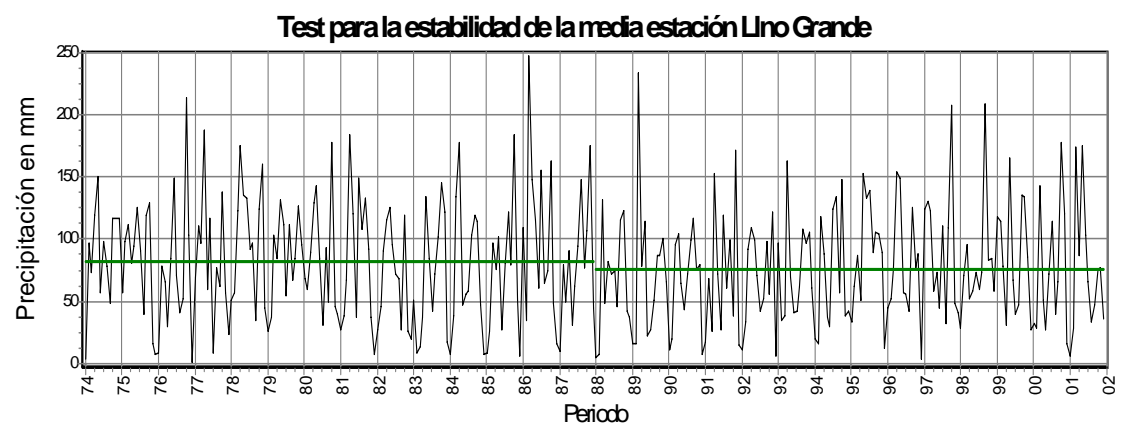
A través del test de Pettit en la estación Granja Piedecuesta se observa que entre el periodo de 1980 a 1983 y el periodo de 1987 a 1989 existe una alta probabilidad de que se presenten cambios significativos en la media o en la varianza, como lo muestra la figura 2.19. Los cambios que se presentan en la

media son significativos, mostrando una disminución en los registros después del año 1988, pero los cambios en la varianza no son significativos.

El test de Spearman muestra que hay una tendencia decreciente en la precipitación, pero esta no es significativa.

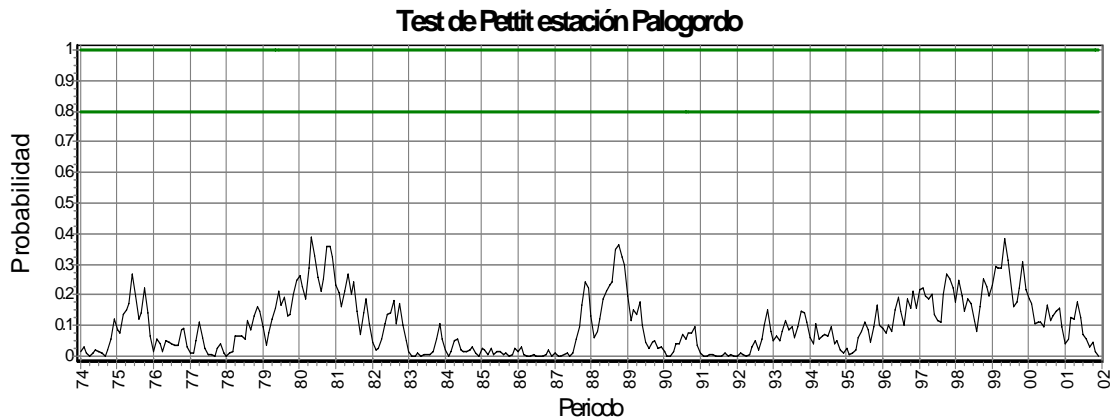


Grafica 25. Test de Pettit estación Llano Grande

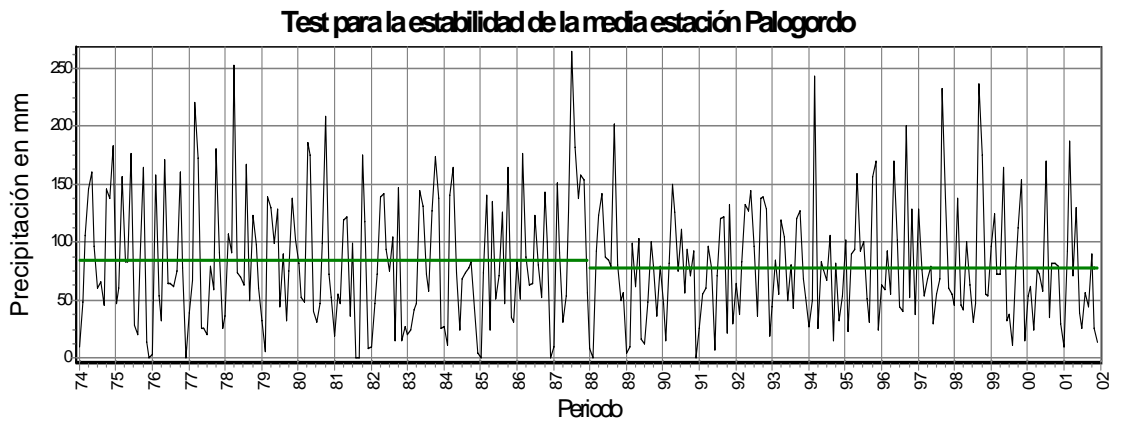


Grafica 26. Test para la estabilidad de la media estación Llano Grande

En el test de Pettit en la estación Llano Grande se observa que entre los años 1981 y 1982 existe una gran probabilidad de que se presenten cambios significativos en la media o en la varianza, pero mediante el test de estabilidad de la media los cambios que se presentan no son significativos, al igual que los cambios en la varianza. El test de Spearman muestra que hay una tendencia decreciente, pero que no es significativa.



Grafica 27. Test de Pettit estación Palogordo



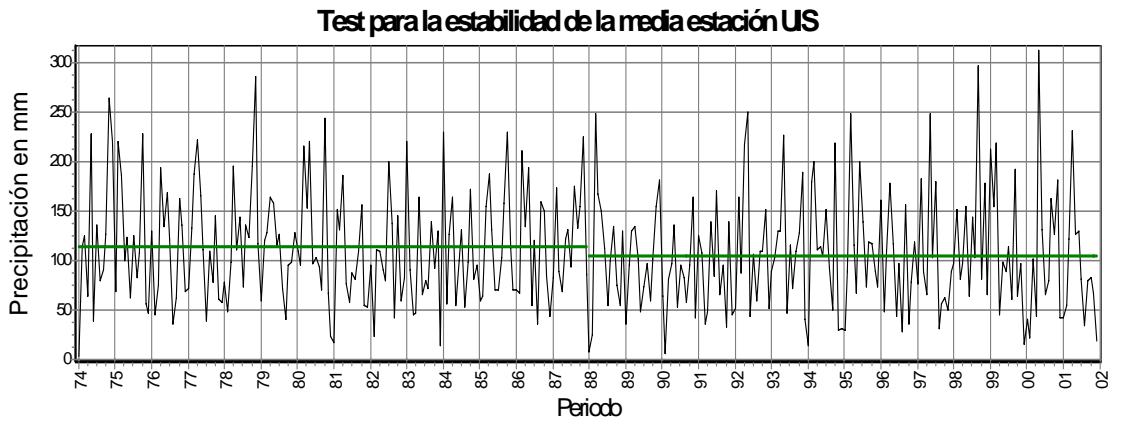
Grafica 28. Test para la estabilidad de la media estación Palogordo

En el test de Pettit para la estación Palogordo se observa que no hay cambios significativos en la media o en la varianza que estén asociados a una alta probabilidad de ocurrencia de tales eventos, que es confirmado por los test de estabilidad de la media y estabilidad de la varianza, en donde no se muestran cambios significativos en los datos.

El test de Spearman muestra que hay una tendencia decreciente, pero que no es significativa.



Grafica 29. Test de Pettit estación UIS

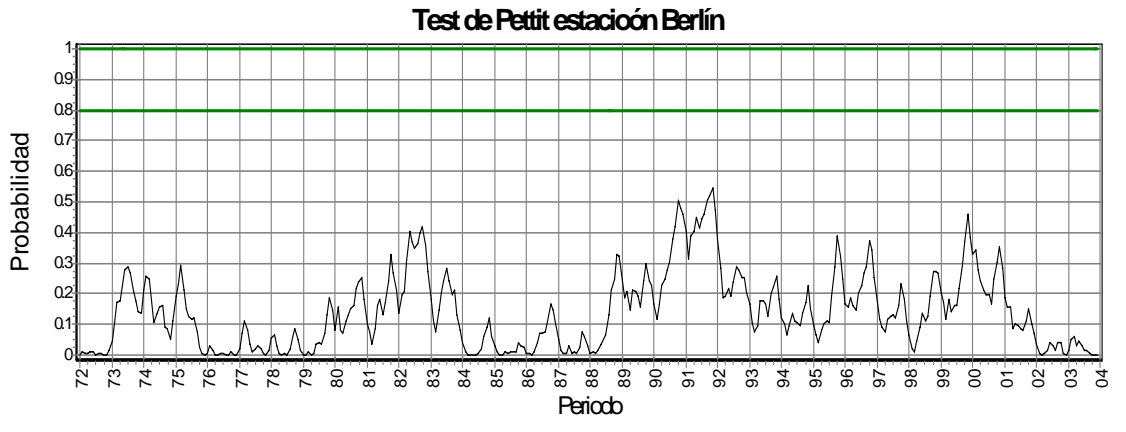


Grafica 30. Test para la estabilidad de la media estación UIS

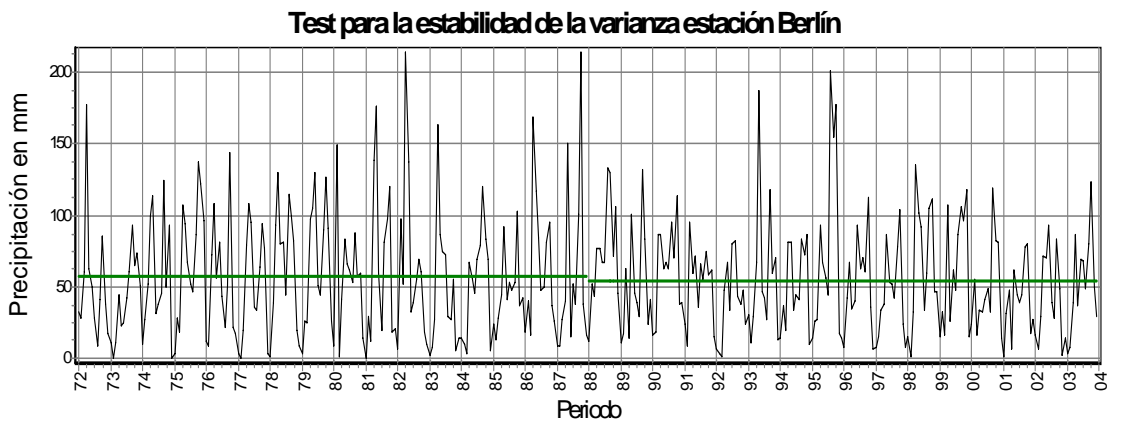
En el test de Pettit para la estación UIS se observa que durante los años 1980 y 1988 es probable que se presenten cambios significativos en la media o en la varianza, pero mediante los test de estabilidad de la media y la varianza se determinó que los cambios que se presentan no son significativos.

El test de Spearman muestra que hay una tendencia decreciente, pero no es significativa.

### 2.3.2. Estaciones de la parte alta de la cuenca



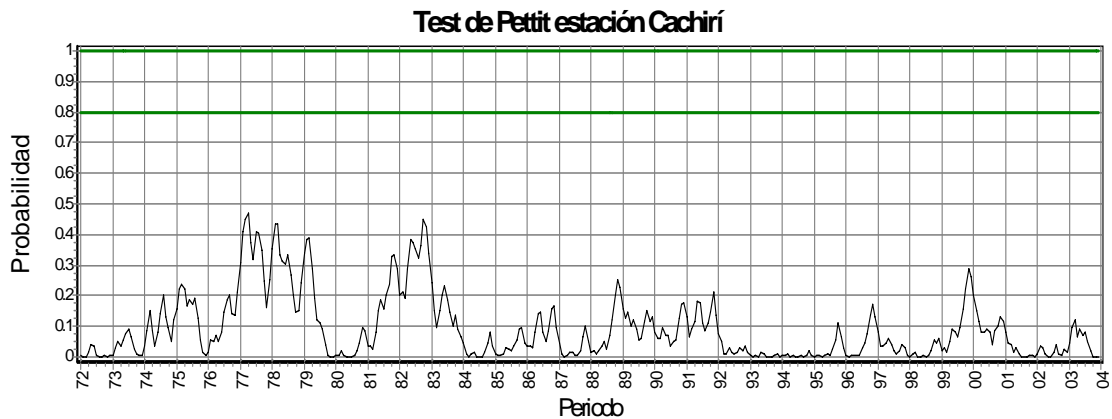
Grafica 31. Test de Pettit estación Berlín



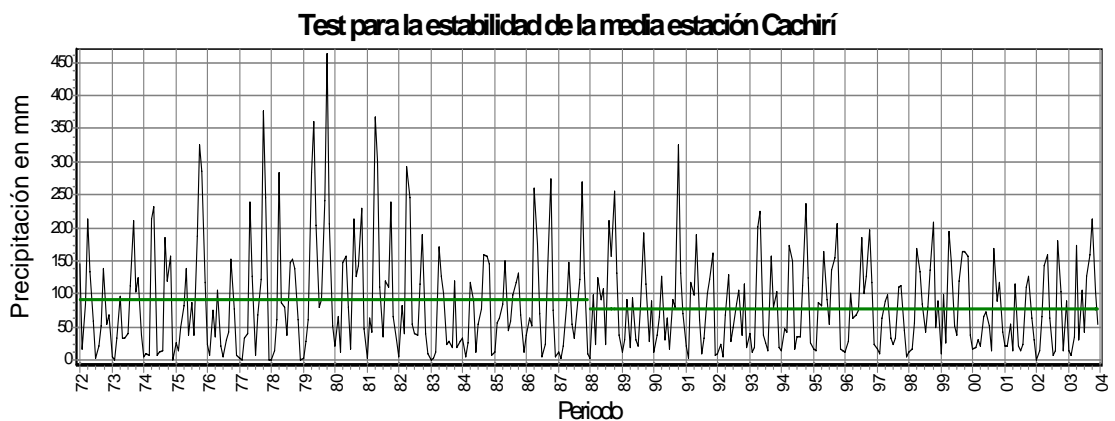
Grafica 32. Test para la estabilidad de la media estación Berlín

En el test de Pettit para la estación Berlín no se presentan probabilidades alta que estén asociadas con cambios significativos en la media o en la varianza, pero mediante el test de estabilidad de la varianza se determinó que existen cambios significativos durante el periodo analizado, y también se determinó que los cambios que se presentan en la media no son significativos.

El test de Spearman muestra que hay una tendencia decreciente, pero que no es significativa.

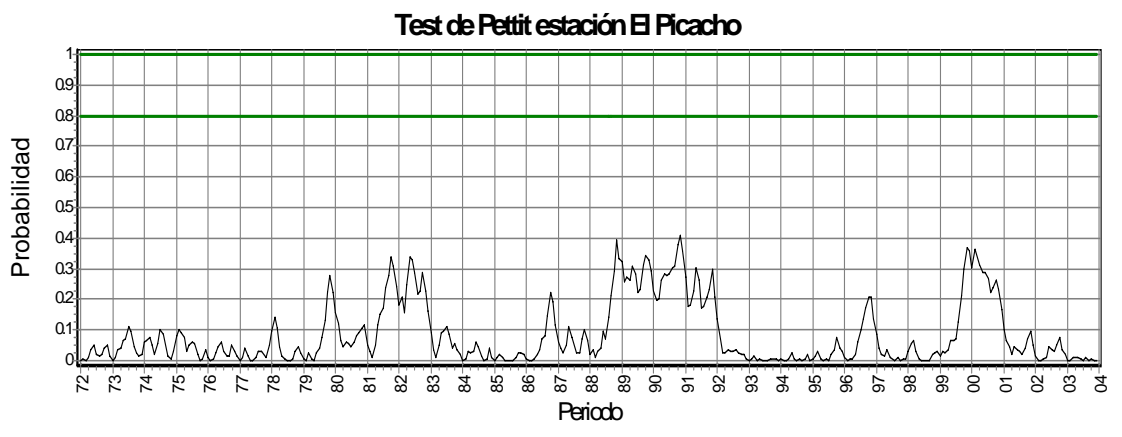


Grafica 33. Test de Pettit estación Cachirí

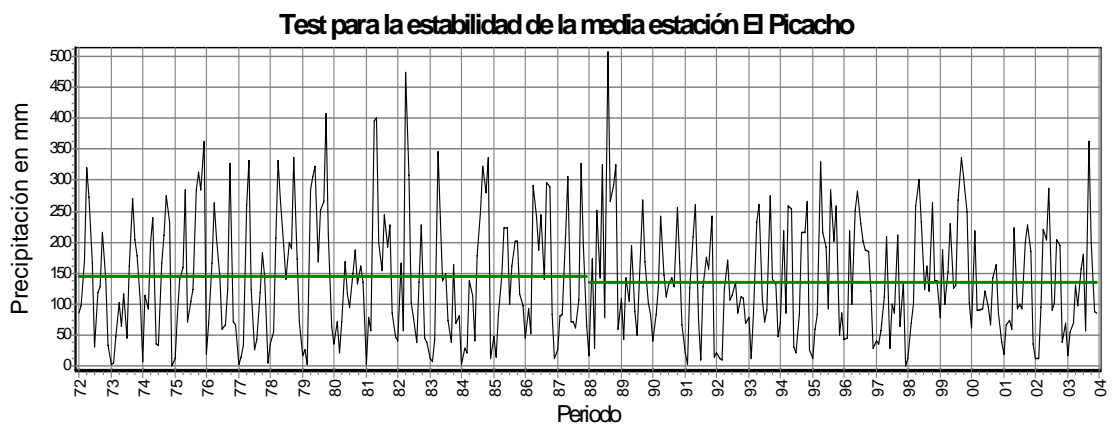


Grafica 34. Test estabilidad de la media estación Cachirí

En el test de Pettit para la estación Cachirí se observa que las probabilidades de que se presenten variaciones significativas en media o en varianza son escasas, pero se determinó por medio del test de estabilidad de la varianza que los cambios que se presentan en el tiempo son significativos, caso contrario con la media, cuyas variaciones en el tiempo no son significativas. El test de Spearman muestra que hay una tendencia decreciente, pero no es significativa.



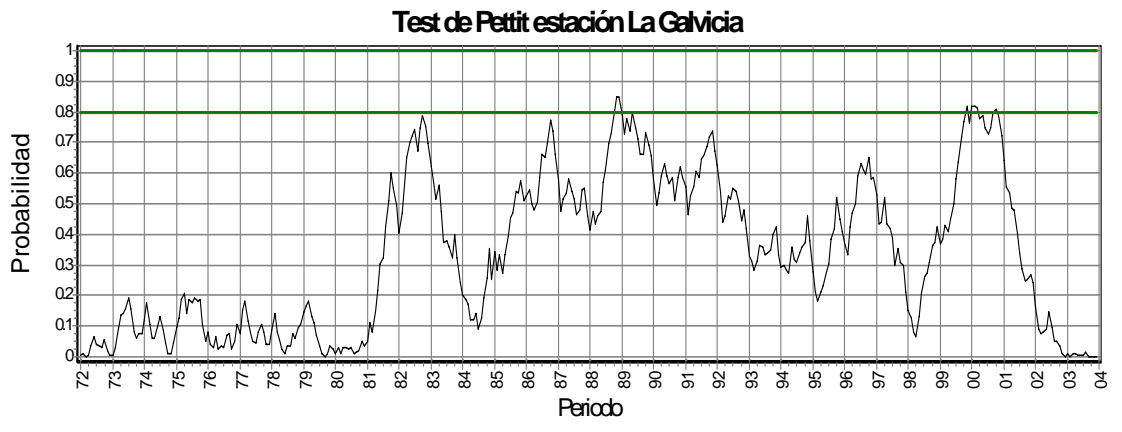
Grafica 35. Test de Pettit estación el Picacho



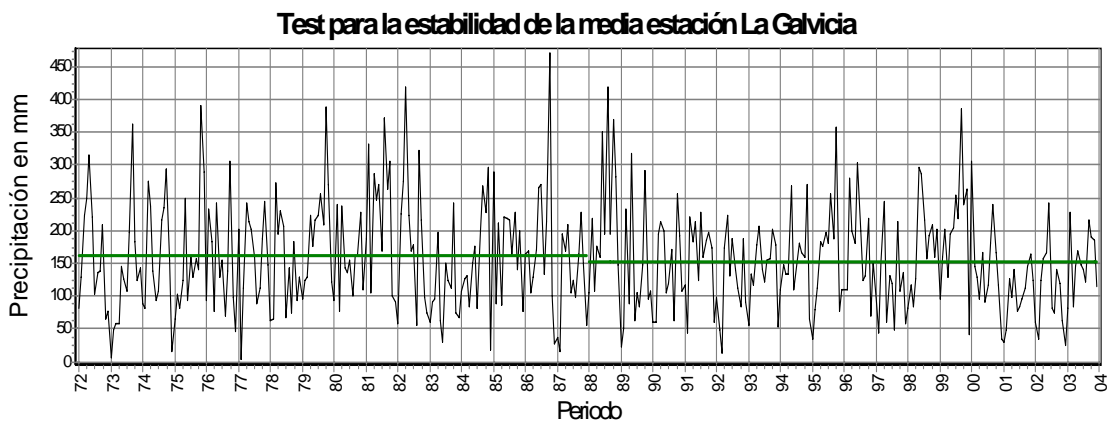
Grafica 36. Test estabilidad de la media estación el Picacho

En el test de Pettit para la estación el Picacho se observa que las probabilidades de que se presenten cambios significativos en la media o en la varianza son muy bajas, pero mediante la aplicación del test de estabilidad de la varianza se determinó que los cambios que se presentan en el tiempo son significativos, caso contrario ocurre con la media, cuyas variaciones en el tiempo no son significativas.

El test de Spearman muestra que hay una tendencia decreciente, pero no es significativa.



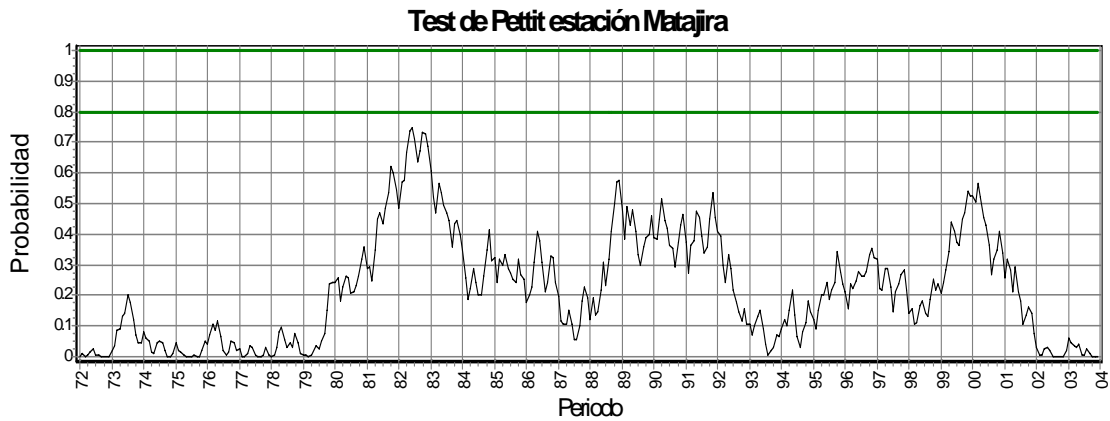
Grafica 37. Test de Pettit estación La Galvicia



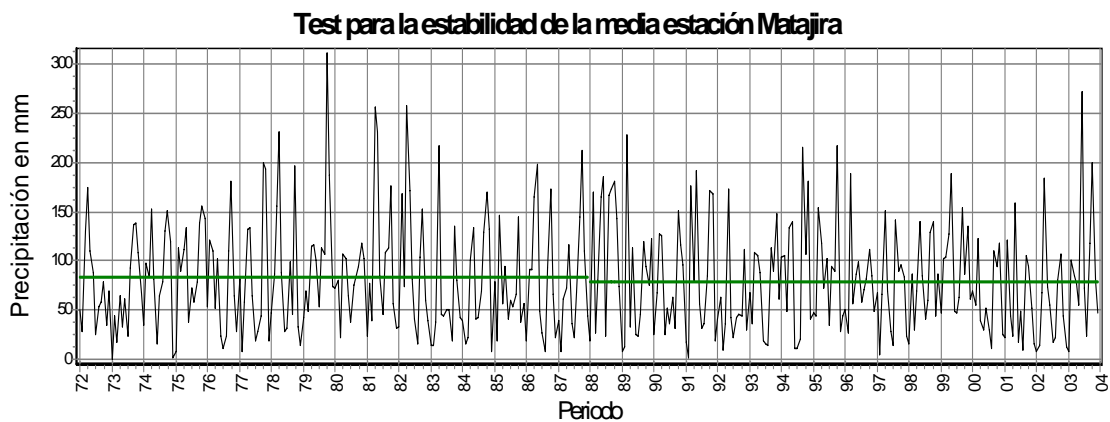
Grafica 38. Test para la estabilidad de la media estación La Galvicia

En el test de Pettit para la estación La Galvicia se observa que después del año 1981 existe una alta probabilidad de que se presenten variaciones significativas en la media o en la varianza con mayor marcación en los años 1982, 1989 y 2000, pero mediante los test para la estabilidad de la media y la varianza se determinó que los cambios que se presentan no son significativos.

El test de Spearman muestra que hay una tendencia decreciente, pero no es significativa.



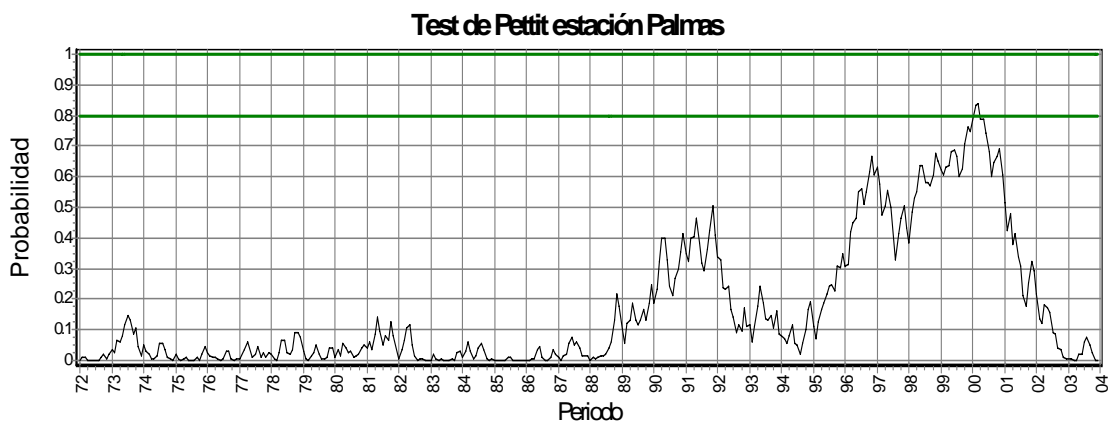
Grafica 39. Test de Pettit estación Matajira



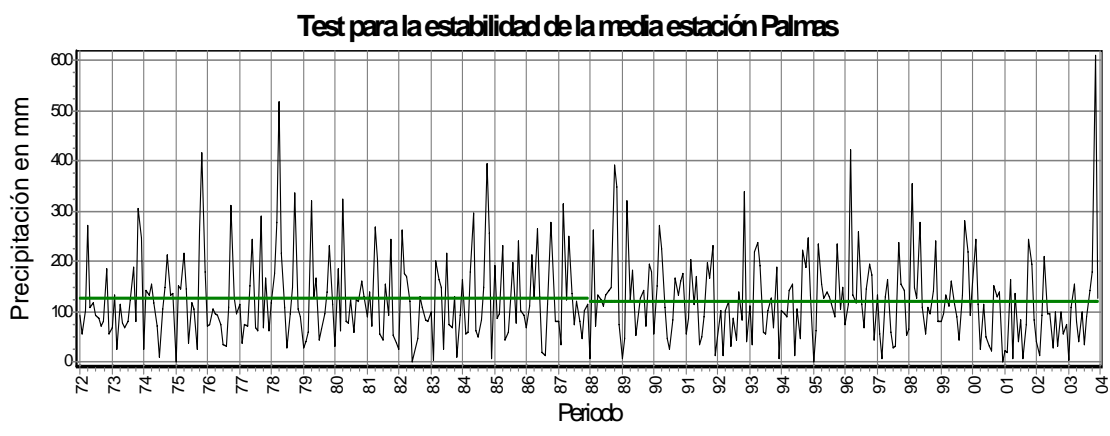
Grafica 40. Test para la estabilidad de la media estación Matajira

En el test de Pettit para la estación Matajira se observa que no se presentan altas probabilidades de cambios significativos en la media o en la varianza, que es confirmado por los test de estabilidad de la media y la varianza, en donde se determinó que los cambios que se presentan en el tiempo no son significativos.

El test de Spearman muestra que hay una tendencia decreciente, pero no es significativa.



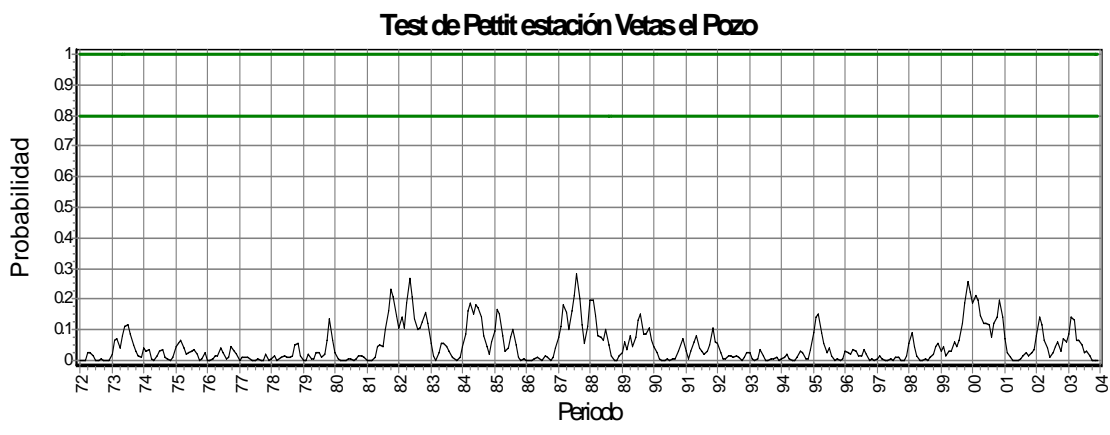
Grafica 41. Test de Pettit estación Palmas



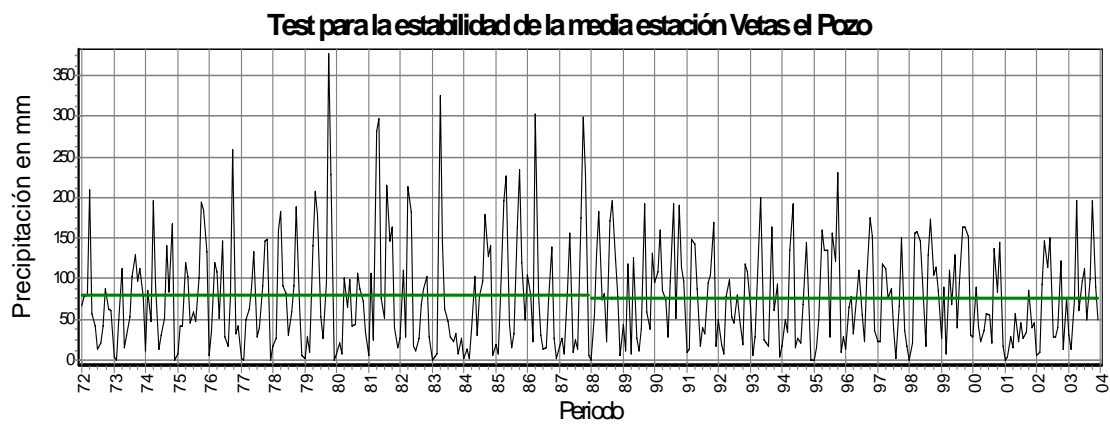
Grafica 42. Test para la estabilidad de la media estación Palmas

En el test de Pettit para la estación Palmas se observa que hacia el año 2000 existe una alta probabilidad de que se presenten cambios significativos en la media o en la varianza, pero mediante los test de estabilidad en la media y en la varianza se determinó que las variaciones que se presentan no son significativas.

El test de Spearman muestra que hay una tendencia decreciente, pero no es significativa.



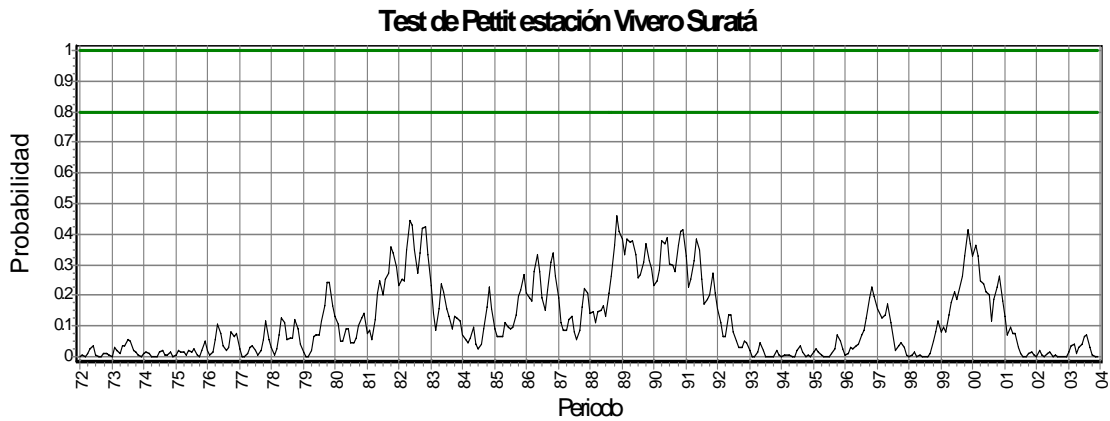
Grafica 43. Test de Pettit estación Vetas el Pozo



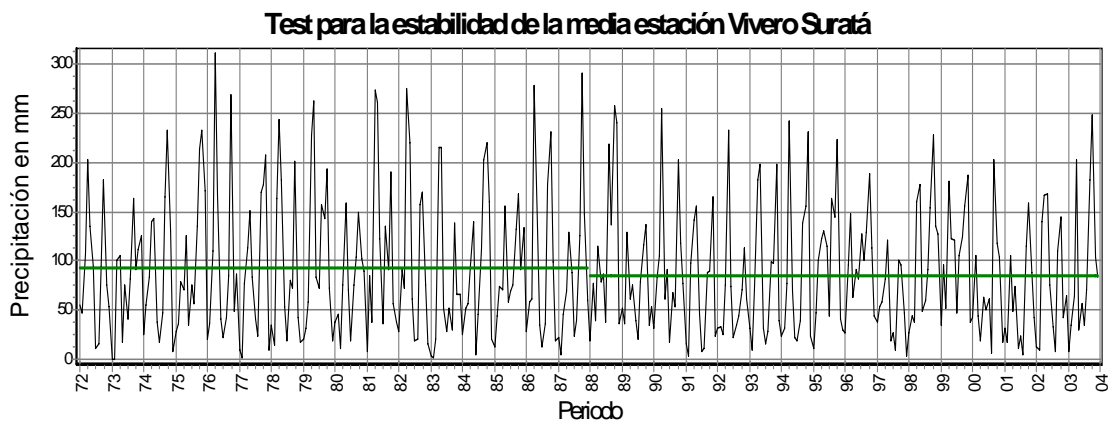
Grafica 44. Test para la estabilidad de la media estación Vetas el Pozo

En el test Pettit para la estación Vetas el Pozo se observa que las probabilidades de que se presenten cambios significativos en la media o en la varianza son muy bajas, pero mediante la aplicación del test de estabilidad de la varianza se determinó que los cambios que se presentan en el tiempo son significativos, caso contrario ocurre con la media, cuyas variaciones en el tiempo no son significativas.

El test de Spearman muestra que hay una tendencia decreciente, pero no es significativa.



Grafica 45. Test de Pettit estación Vivero Suratá



Grafica 46. Test para la estabilidad de la media estación Vivero Suratá

En el test de Pettit para la estación Vivero Suratá se observa que las probabilidades de que se presenten cambios significativos en la media o en la varianza son muy bajas, pero mediante la aplicación del test de estabilidad de la varianza se determinó que los cambios que se presentan en el tiempo son significativos, caso contrario ocurre con la media, cuyas variaciones en el tiempo no son significativas.

El test de Spearman muestra que hay una tendencia decreciente, pero no es significativa.

Después de analizar las series en todo el período, se estudiaron las series 7totales mensuales separadas por mes, es decir todos los enero, todos los febreros, independientes de cada estación, se crearon 12 series por estación, para un total de 156 series de tiempo, en donde se analizaron mediante los test antes aplicados, pero en lugar de aplicar el test SNHT se aplicó el test de Pettit para puntos de cambio, que determina cual es la probabilidad que existan cambios significativos en la media o en la varianza de los datos a través del tiempo, y la fecha en donde es posible que se presente tal cambio. La siguiente tabla muestra el resumen de los test aplicados, donde se determina si existen cambios significativos en los datos, y alguna posible explicación a tales variaciones.

### 2.3.3. Estaciones parte alta de la cuenca

Tabla 9. Resumen test para la evaluación da la homogeneidad.

Berlín Mensuales Totales 1972 - 2003												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
<b>Pettit</b>	81 - 85	NO HAY	NO HAY	82 - 90	87 - 98	NO HAY	81 - 83	NO HAY	NO HAY	NO HAY	NO HAY	NO HAY
<b>Tendencia</b>	N S C	N S D	N S D	S D	N S D	N S D	N S C	N S C	N S C	N S C	N S D	N S D
<b>Est. Varianza</b>	N S	S	N S	N S	N S	N S	N S	S	N S	N S	N S	S
<b>Est. Media</b>	N S	N S	N S	S	N S	N S	N S	N S	N S	N S	N S	N S

Cachirí Mensuales Totales 1972 - 2003												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
<b>Pettit</b>	NO HAY	77 - 79	NO HAY	86	87 - 99	NO HAY	81 - 83	NO HAY	NO HAY	NO HAY	NO HAY	NO HAY
<b>Tendencia</b>	N S D	N S C	N S C	N S D	N S D	N S D	N S C	N S C	N S C	N S C	N S D	N S D
<b>Est. Varianza</b>	S	N S	N S	N S	N S	N S	N S	S	N S	N S	N S	N S
<b>Est. Media</b>	N S	N S	N S	S	N S	N S	N S	N S	N S	N S	N S	N S

El Picacho Mensuales Totales 1972 - 2003												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
<b>Pettit</b>	83 - 85	NO HAY	NO HAY	83 - 91	82 Y 83	NO HAY	77	NO HAY	NO HAY	87 - 91	NO HAY	NO HAY
<b>Tendencia</b>	N S C	N S C	N S D	S D	N S D	N S C	N S C	N S D	N S C	N S D	N S D	N S D
<b>Est. Varianza</b>	N S	N S	N S	N S	N S	N S	N S	N S	N S	N S	N S	S
<b>Est. Media</b>	N S	N S	N S	S	N S	N S	N S	N S	N S	S	N S	N S

La Galvicia Mensuales Totales 1972 - 2003												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
<b>Pettit</b>	NO HAY	NO HAY	NO HAY	82 Y 83	NO HAY	NO HAY	NO HAY	NO HAY	NO HAY	89 - 91	NO HAY	NO HAY
<b>Tendencia</b>	N S C	N S D	N S D	N S D	N S D	N S C	N S C	N S D	N S D	N S D	N S D	N S D
<b>Est. Varianza</b>	N S	N S	N S	S	N S	N S	N S	N S	N S	N S	N S	N S
<b>Est. Media</b>	N S	N S	N S	N S	N S	N S	N S	N S	N S	N S	N S	N S

**S** = Significativo; **N S** = No Significativo; **C** = Creciente; **D** = Decreciente;

Tabla 9. Resumen test para la evaluación da la homogeneidad. (Continuación)

Matajira Mensuales Totales 1972 - 2003												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Pettit	NO HAY	NO HAY	NO HAY	82 - 88	NO HAY	NO HAY	NO HAY	88 Y 99	NO HAY	87 - 91	NO HAY	NO HAY
Tendencia	N S D	N S D	N S C	N S D	N S D	N S C	N S D	N S D	N S C	N S D	N S D	N S D
Est. Varianza	N S	N S	N S	N S	N S	S	N S	N S	N S	N S	N S	N S
Est. Media	N S	N S	N S	S	N S	N S	N S	N S	N S	S	N S	N S

Palmas Mensuales Totales 1972 - 2003												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Pettit	NO HAY	NO HAY	85	82 - 98	NO HAY	NO HAY	NO HAY	NO HAY	NO HAY	NO HAY	88	81 Y 91
Tendencia	N S D	N S D	N S C	S D	N S C	N S D	N S D	N S D	N S C	N S D	N S C	N S D
Est. Varianza	N S	N S	N S	S	N S	N S	N S	N S	N S	N S	N S	N S
Est. Media	N S	N S	N S	S	N S	N S	N S	N S	N S	N S	N S	N S

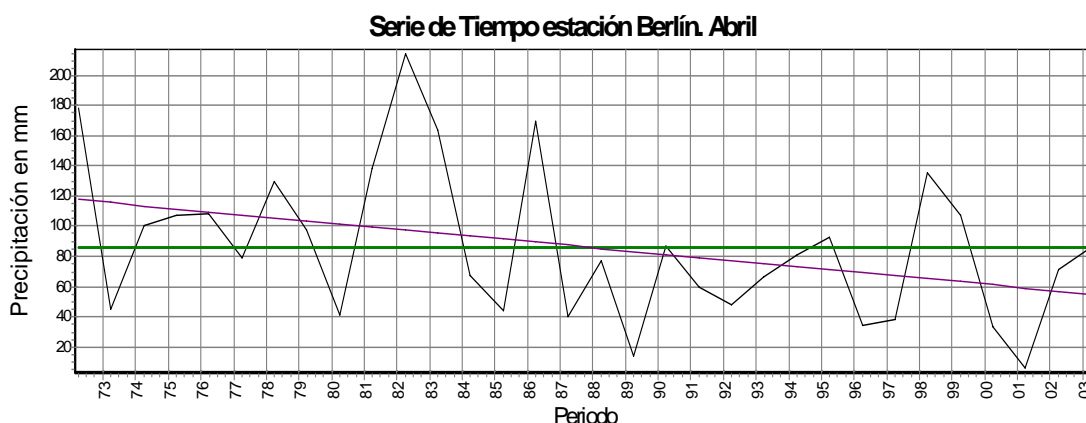
  

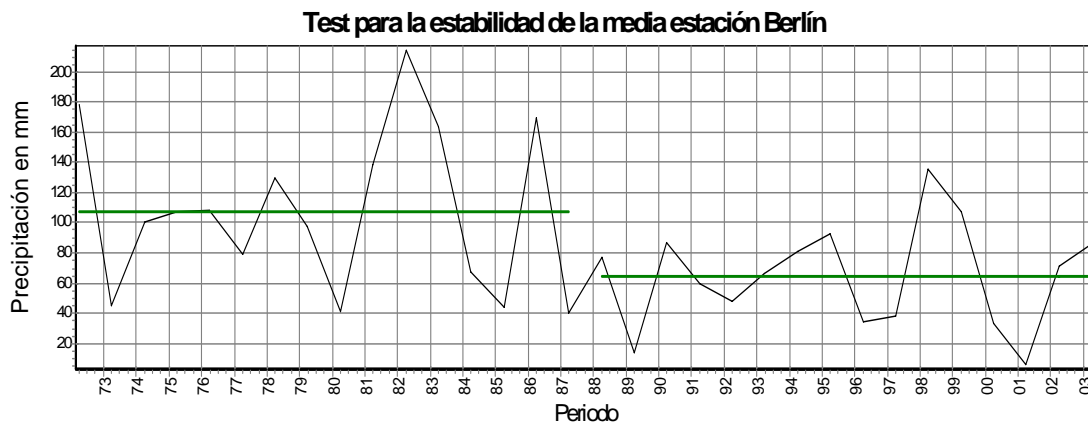
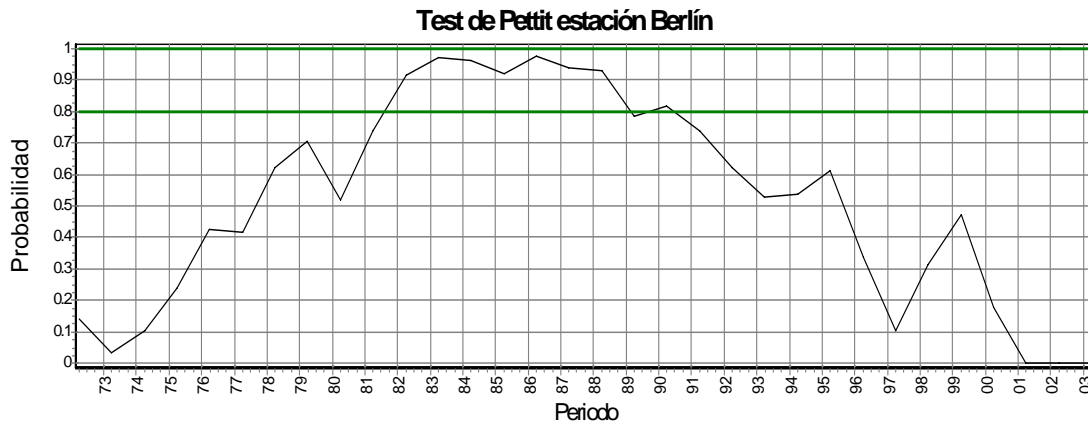
Vetas el Pozo Mensuales Totales 1972 - 2003												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Pettit	NO HAY	NO HAY	87	86 - 88	NO HAY	94	NO HAY	NO HAY	NO HAY	NO HAY	NO HAY	NO HAY
Tendencia	N S C	N S D	N S C	N S D	N S D	N S C	N S C	N S C	N S C	N S D	N S D	N S C
Est. Varianza	N S	N S	N S	N S	N S	N S	N S	N S	N S	N S	N S	N S
Est. Media	N S	N S	N S	S	N S	N S	N S	N S	N S	N S	N S	N S

Vivero Suratá Mensuales Totales 1972 - 2003												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Pettit	NO HAY	NO HAY	78 - 79	83	82 - 88	NO HAY	93 - 95	NO HAY	NO HAY	88 - 91	NO HAY	NO HAY
Tendencia	N S C	N S C	N S D	N S D	N S D	N S D	N S C	N S D	N S C	N S D	N S C	N S D
Est. Varianza	N S	N S	N S	N S	N S	N S	N S	N S	N S	N S	N S	N S
Est. Media	N S	N S	N S	N S	S	N S	N S	N S	N S	N S	N S	N S

En la gráfica se puede observar la aplicación de los test para la determinación de la homogeneidad de las series de tiempo, durante el periodo analizado durante los meses de abril, se ha podido determinar que existe una tendencia decreciente y significativa en los datos, es decir que durante el primer periodo húmedo del año el volumen total de precipitación que se ha registrado ha venido decreciendo significativamente. Además se puede apreciar un cambio importante en la media a partir del año 1987. Se puede concluir que esta serie de tiempo es no estacionaria.

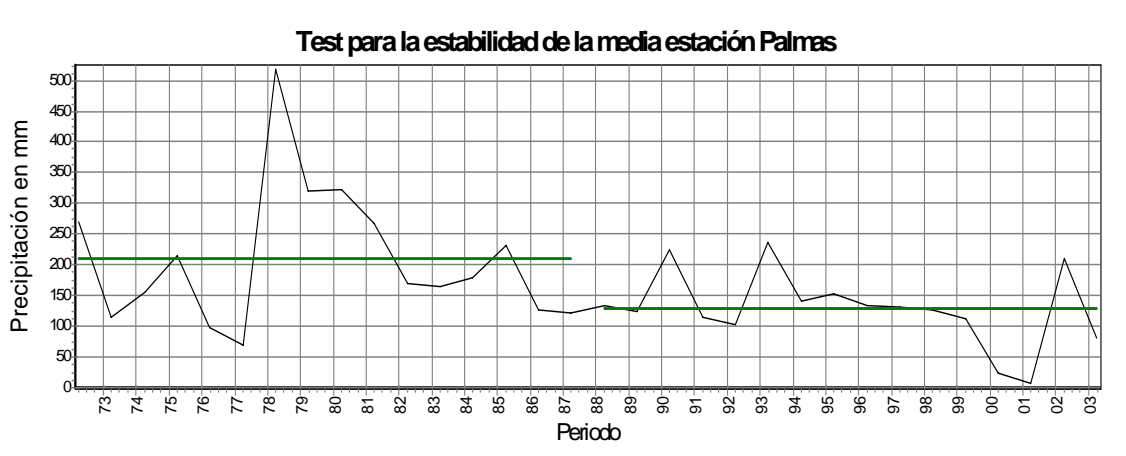
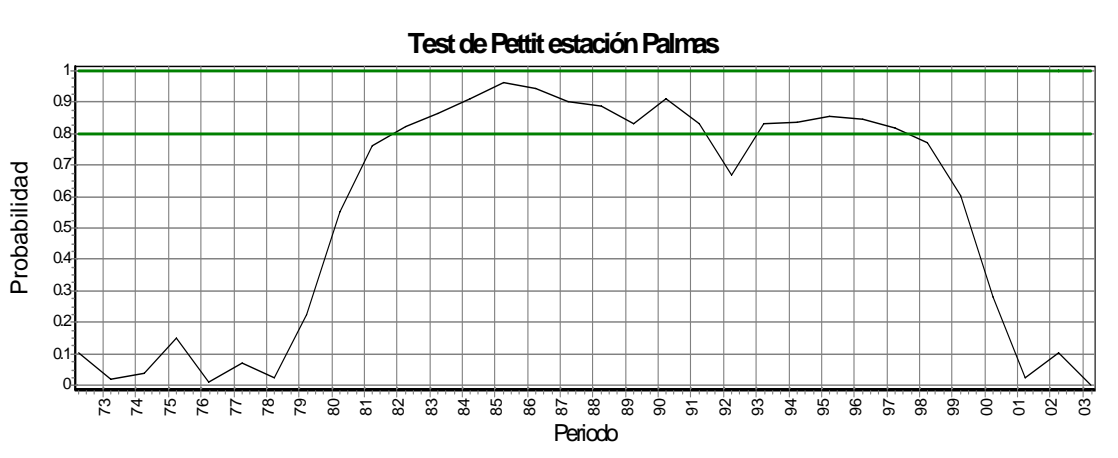
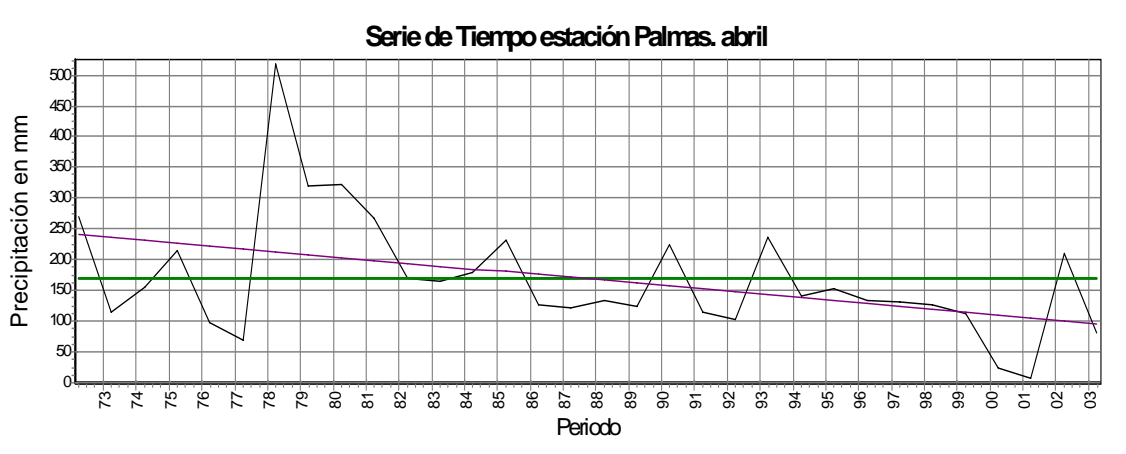




Gráfica 47. Test para la evaluación de la Homogeneidad estación Berlín mes Abril

De los test aplicados a las estaciones de la parte alta de la C.S.R.L. se puede concluir que en la mayoría de estaciones se presentan cambios significativos en la media de los datos en el mes de abril, este mes coincide con el primer periodo húmedo del año en la cuenca, y también se puede atribuir que en muchas de estas estaciones existe una tendencia decreciente en el volumen total de lluvia mensual, y que esta tendencia es significativa, aunque en el segundo periodo húmedo del año que se presenta entre septiembre y noviembre también se ha venido presentando una tendencia decreciente en el volumen de lluvia, pero no es significativas. Por otro lado, en los periodos

secos se observa que la tendencia de la lluvia ha venido en aumento en los últimos años, pero no son significativa en el periodo de análisis



Gráfica 48. Test para la evaluación de la Homogeneidad estación Palmas mes Abril

### 2.3.4. Estaciones Zona Metropolitana

UIS Mensuales Totales 1975 - 2002												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Pettit	NO HAY	NO HAY	NO HAY	NO HAY	NO HAY	NO HAY	NO HAY	89 - 92	83	81 - 96	NO HAY	90
Tendencia	N S C	N S D	N S D	N S D	N S C	N S C	N S C	N S D	N S C	S D	N S D	N S D
Est. Varianza	N S	N S	N S	N S	N S	N S	N S	N S D	N S	N S	N S	N S
Est. Media	N S	N S	N S	N S	N S	N S	N S	N S	N S	S	N S	N S

Granja Piedecuesta Mensuales Totales 1975 - 2002												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Pettit	NO HAY	82	NO HAY	82 - 89	NO HAY	NO HAY	NO HAY	82 - 96	NO HAY	NO HAY	NO HAY	87
Tendencia	N S C	N S D	N S C	N S D	N S D	N S D	N S D	S D	N S C	N S D	N S D	N S C
Est. Varianza	N S	N S	N S	N S	N S	N S	N S	N S	N S	N S	S	N S
Est. Media	N S	N S	N S	S	N S	N S	N S	S	N S	N S	N S	N S

Llano Grande Mensuales Totales 1975 - 2002												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Pettit	NO HAY	78 - 83	NO HAY	94 , 95	NO HAY	79 - 85	NO HAY	88 - 97	81 - 88	86 - 90	NO HAY	NO HAY
Tendencia	N S C	N S D	N S C	N S D	N S D	N S D	N S C	N S D	N S C	N S D	N S C	N S D
Est. Varianza	N S	N S	N S	N S	N S	N S	N S	N S	N S	N S	N S	N S
Est. Media	N S	N S	N S	N S	N S	N S	N S	S	S	N S	N S	N S

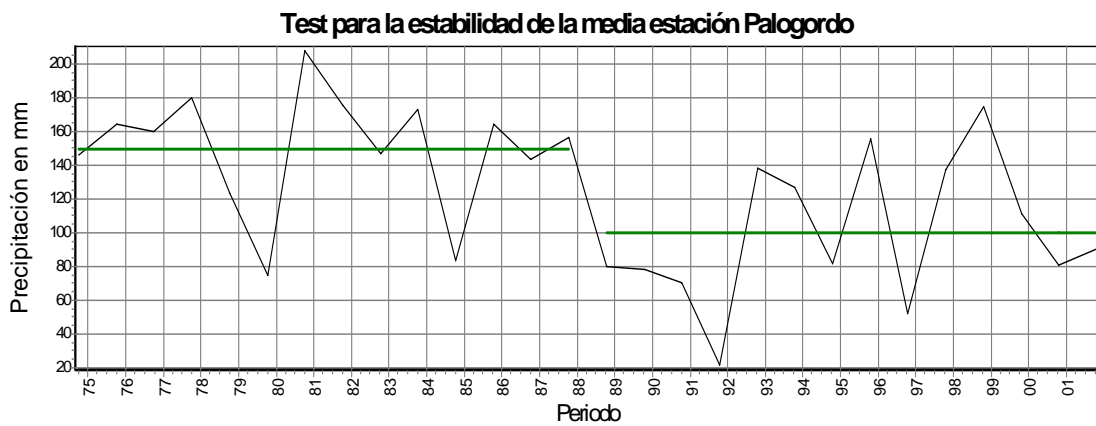
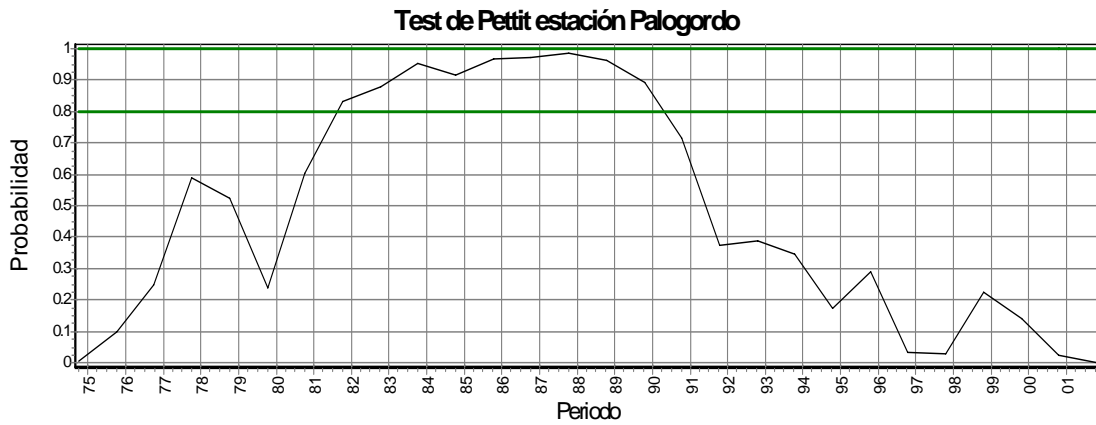
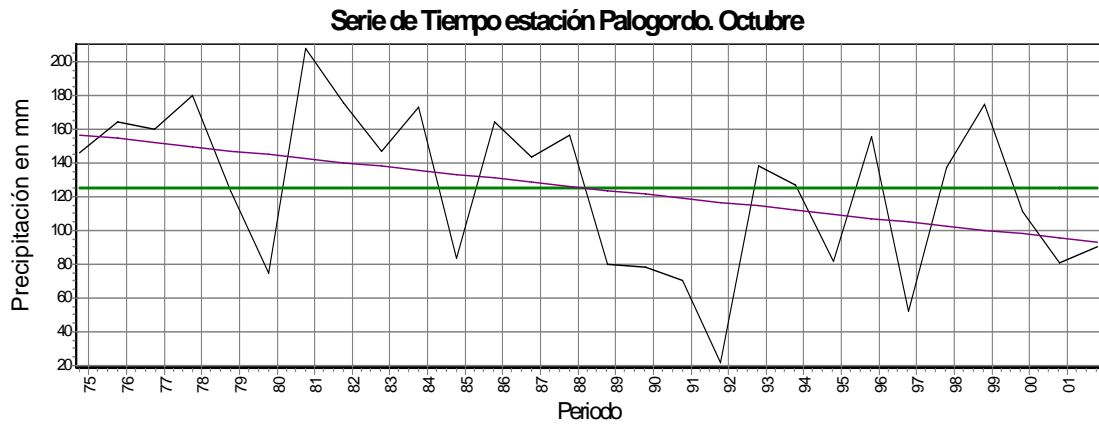
Palogordo Mensuales Totales 1975 - 2002												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Pettit	89 - 95	96 - 97	NO HAY	81 - 87	NO HAY	NO HAY	81 - 82	88 - 96	82 - 87	82 - 90	NO HAY	NO HAY
Tendencia	N S C	N S C	N S D	S D	N S C	N S D	N S C	N S D	N S C	S D	N S C	N S D
Est. Varianza	N S	N S	N S	S	N S	N S	N S	N S	S	N S	N S	S
Est. Media	N S	N S	N S	N S	N S	N S	N S	N S	S	S	N S	N S

UIS Mensuales Totales 1975 - 2002												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Pettit	NO HAY	NO HAY	96	94	NO HAY	82	NO HAY	81 - 97	85 - 87	NO HAY	NO HAY	NO HAY
Tendencia	N S C	N S C	N S D	N S D	N S D	N S D	N S C	S D	N S C	N S D	N S C	N S D
Est. Varianza	N S	S	N S	N S	N S	N S	N S	N S	N S	N S	N S	N S
Est. Media	N S	N S	N S	N S	N S	N S	N S	S	N S	N S	N S	N S

Tabla 10. Resumen test para la evaluación de la homogeneidad

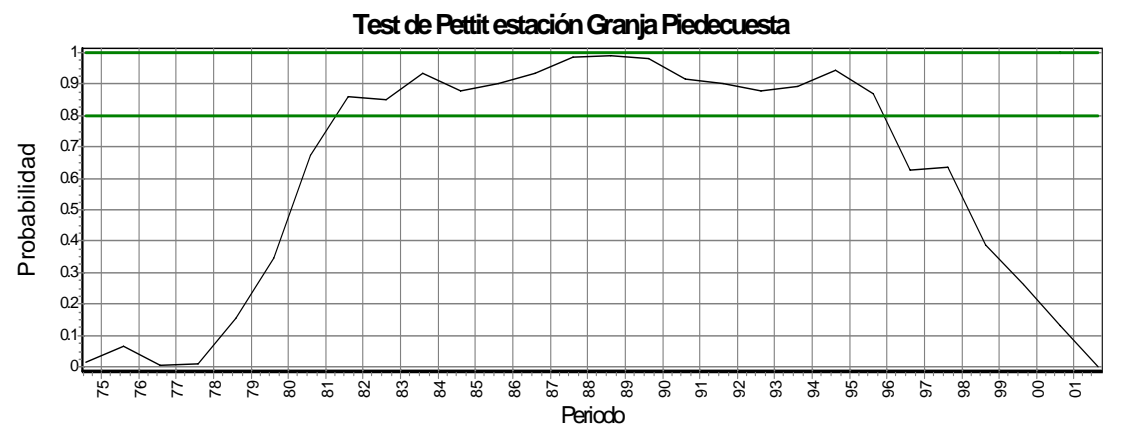
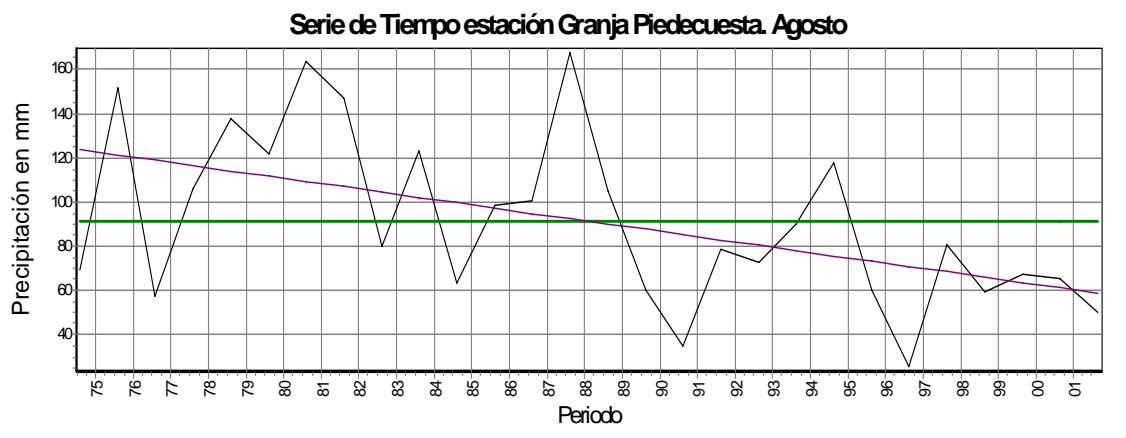
En la gráfica 2.45 se observan los test aplicados a la estación Palogordo para la evaluación de la homogeneidad en el mes de octubre, que muestran que la tendencia es decreciente y significativa, el test de punto de cambio muestra que entre 1982 y 1990 existe una alta probabilidad que se presenten cambios en la media o en la varianza que es confirmado por el test de estabilidad de la media, en donde se aprecia que existen cambios significativos a partir de 1989, y una disminución apreciable del volumen de precipitación mensual a partir de esta fecha.

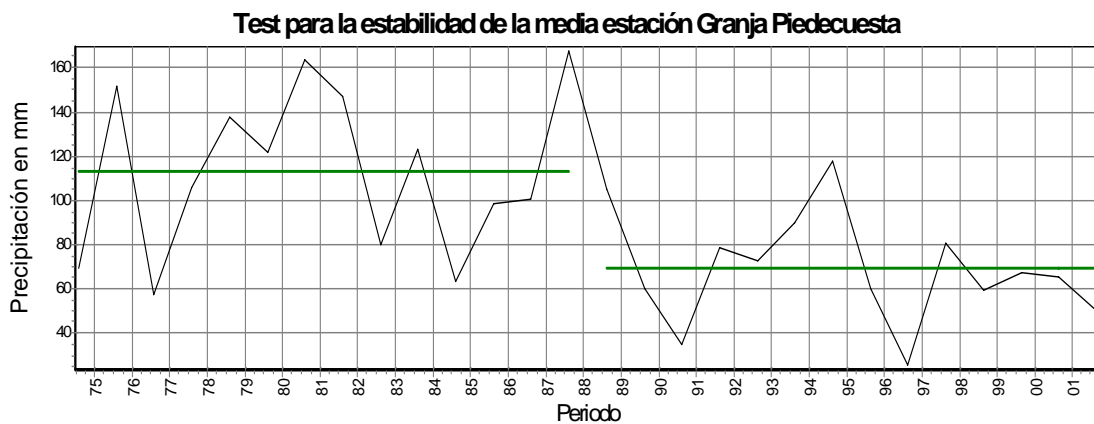


Gráfica 49. Test para la evaluación de la Homogeneidad estación Palogordo mes Octubre

En la gráfica 2.46 se presentan las gráficas de los test para la evaluación de la homogeneidad en la estación Granja Piedecuesta en el mes de agosto, en donde se observan cambios significativos en los datos, con una tendencia decreciente significativa y variaciones importantes en la media de los datos con disminución apreciable del volumen de precipitación a partir del año 1989.

Las variaciones que se presentan en los datos en la parte alta de la cuenca se presentan durante el primer semestre del año, mientras los cambios en la zona metropolitana se presentan durante el segundo semestre del año.



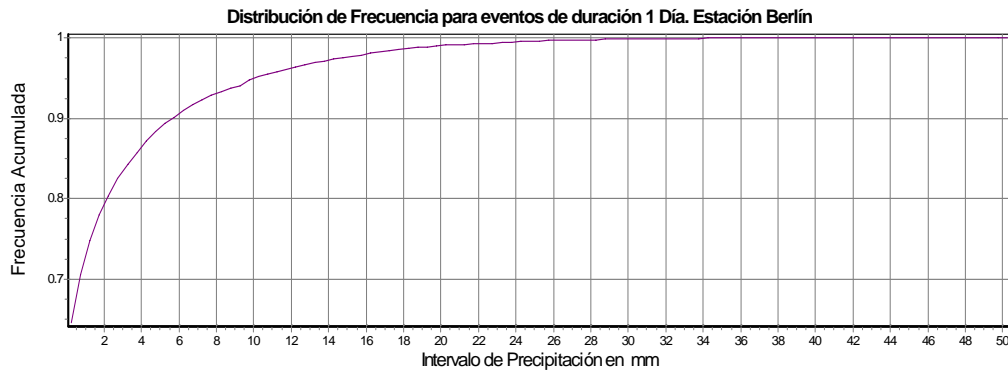


Gráfica 50. Test para la evaluación de la Homogeneidad estación Granja Piedecuesta mes Agosto

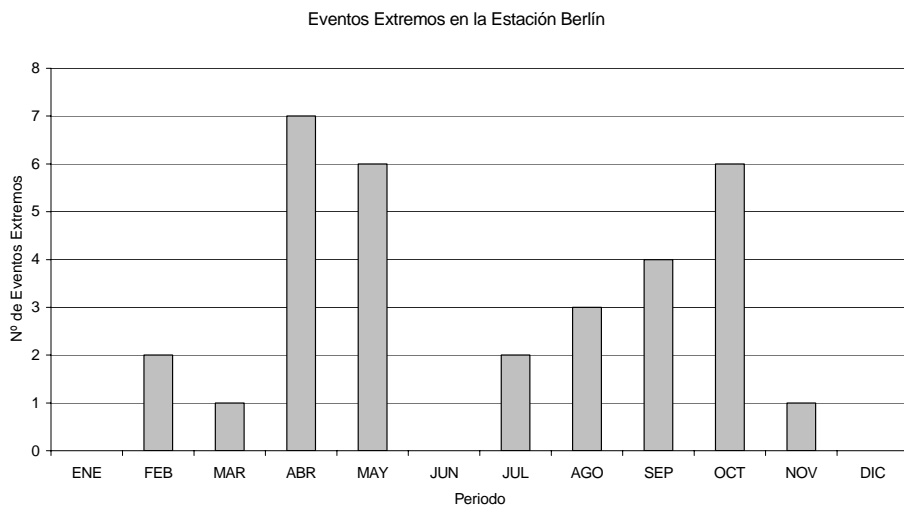
## 2.4. ANÁLISIS DE FRECUENCIA

En la gráfica 2.47 se presenta el análisis de frecuencia para la estación de Berlín para eventos de duración de 1 día, mediante este análisis se determinó que durante el periodo de registro de 1972 – 2003 se presentaron 7279 eventos de lluvia entre 0 – 0.5 mm, lo que corresponde alrededor del 70% de eventos de lluvia sobre esta región, para los eventos extremos se consideran aquellos que están por encima del 99% de los datos, en la estación Berlín mayores a 28 mm. Se presentaron 32 eventos de lluvia por encima de 28 mm, con un evento máximo de 50.5 mm. En la gráfica 2.48 se muestra el número de eventos extremos que se han presentado en la región donde se localiza la estación Berlín, hallándose que durante los periodos húmedos se han registrado el mayor número de eventos extremos, con un máximo de 3 eventos extremos durante los periodos secos, y en la gráfica 2.48 se observa el valor total de estos eventos, en donde se destaca que los eventos más grandes de lluvia sobre esta región se presentaron durante periodo seco.

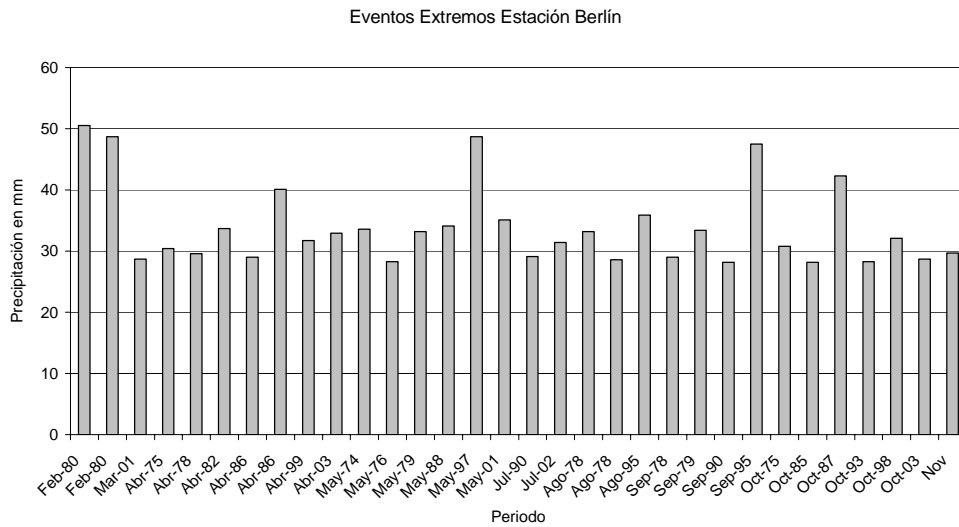
Durante este periodo se registraron 53 días seguidos sin lluvia.



Gráfica 51. Distribución de Frecuencia para eventos de duración 1 Día Estación Berlín



Gráfica 52. Número de eventos extremos en la estación Berlín organizados por meses



Gráfica 53. Eventos extremos en la estación Berlín organizado por meses.

Tabla 11. Resumen análisis de Frecuencia estaciones parte alta.

Estaciones parte alta de la Cuenca																																							
75 - 99 % Mayor al 99%	<table border="1"> <thead> <tr><th colspan="2">Berlín</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>0 - 0.5 mm</td><td>7279</td></tr> <tr><td>0.5 - 1 mm</td><td>669</td></tr> <tr><td>1 - 28 mm</td><td>3281</td></tr> <tr><td>mayores a 28 mm</td><td>32</td></tr> <tr><td>Días sin Lluvia</td><td>53</td></tr> </tbody> </table>	Berlín		0 - 0.5 mm	7279	0.5 - 1 mm	669	1 - 28 mm	3281	mayores a 28 mm	32	Días sin Lluvia	53	<table border="1"> <thead> <tr><th colspan="2">Palmas</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>0 - 0.5 mm</td><td>8750</td></tr> <tr><td>0.5 - 2.5 mm</td><td>351</td></tr> <tr><td>2.5 - 77 mm</td><td>2336</td></tr> <tr><td>mayores a 77 mm</td><td>48</td></tr> <tr><td>Días sin Lluvia</td><td>55</td></tr> </tbody> </table>	Palmas		0 - 0.5 mm	8750	0.5 - 2.5 mm	351	2.5 - 77 mm	2336	mayores a 77 mm	48	Días sin Lluvia	55	<table border="1"> <thead> <tr><th colspan="2">Matajira</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>0 - 0.5 mm</td><td>8125</td></tr> <tr><td>0.5 - 2 mm</td><td>547</td></tr> <tr><td>2 - 41 mm</td><td>2942</td></tr> <tr><td>mayores a 41 mm</td><td>69</td></tr> <tr><td>Días sin Lluvia</td><td>45</td></tr> </tbody> </table>	Matajira		0 - 0.5 mm	8125	0.5 - 2 mm	547	2 - 41 mm	2942	mayores a 41 mm	69	Días sin Lluvia	45
	Berlín																																						
	0 - 0.5 mm	7279																																					
	0.5 - 1 mm	669																																					
	1 - 28 mm	3281																																					
mayores a 28 mm	32																																						
Días sin Lluvia	53																																						
Palmas																																							
0 - 0.5 mm	8750																																						
0.5 - 2.5 mm	351																																						
2.5 - 77 mm	2336																																						
mayores a 77 mm	48																																						
Días sin Lluvia	55																																						
Matajira																																							
0 - 0.5 mm	8125																																						
0.5 - 2 mm	547																																						
2 - 41 mm	2942																																						
mayores a 41 mm	69																																						
Días sin Lluvia	45																																						
75 - 99 % Mayor al 99%	<table border="1"> <thead> <tr><th colspan="2">Cachirí</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>0 - 0.5 mm</td><td>7365</td></tr> <tr><td>0.5 - 1.5 mm</td><td>867</td></tr> <tr><td>1.5 - 43 mm</td><td>3085</td></tr> <tr><td>mayores a 28 mm</td><td>37</td></tr> <tr><td>Días sin Lluvia</td><td>79</td></tr> </tbody> </table>	Cachirí		0 - 0.5 mm	7365	0.5 - 1.5 mm	867	1.5 - 43 mm	3085	mayores a 28 mm	37	Días sin Lluvia	79	<table border="1"> <thead> <tr><th colspan="2">El Picacho</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>0 - 0.5 mm</td><td>6723</td></tr> <tr><td>0.5 - 5.5 mm</td><td>1807</td></tr> <tr><td>5.5 - 49 mm</td><td>2973</td></tr> <tr><td>mayores a 49 mm</td><td>33</td></tr> <tr><td>Días sin Lluvia</td><td>59</td></tr> </tbody> </table>	El Picacho		0 - 0.5 mm	6723	0.5 - 5.5 mm	1807	5.5 - 49 mm	2973	mayores a 49 mm	33	Días sin Lluvia	59	<table border="1"> <thead> <tr><th colspan="2">Vetas El Pozo</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>0 - 0.5 mm</td><td>7800</td></tr> <tr><td>0.5 - 2.5 mm</td><td>875</td></tr> <tr><td>2.5 - 31 mm</td><td>2845</td></tr> <tr><td>mayores a 31 mm</td><td>72</td></tr> <tr><td>Días sin Lluvia</td><td>102</td></tr> </tbody> </table>	Vetas El Pozo		0 - 0.5 mm	7800	0.5 - 2.5 mm	875	2.5 - 31 mm	2845	mayores a 31 mm	72	Días sin Lluvia	102
	Cachirí																																						
	0 - 0.5 mm	7365																																					
	0.5 - 1.5 mm	867																																					
	1.5 - 43 mm	3085																																					
mayores a 28 mm	37																																						
Días sin Lluvia	79																																						
El Picacho																																							
0 - 0.5 mm	6723																																						
0.5 - 5.5 mm	1807																																						
5.5 - 49 mm	2973																																						
mayores a 49 mm	33																																						
Días sin Lluvia	59																																						
Vetas El Pozo																																							
0 - 0.5 mm	7800																																						
0.5 - 2.5 mm	875																																						
2.5 - 31 mm	2845																																						
mayores a 31 mm	72																																						
Días sin Lluvia	102																																						
75 - 99 % Mayor al 99%	<table border="1"> <thead> <tr><th colspan="2">La Galvicia</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>0 - 0.5 mm</td><td>5986</td></tr> <tr><td>0.5 - 6 mm</td><td>2386</td></tr> <tr><td>6 - 55 mm</td><td>2768</td></tr> <tr><td>mayores a 55 mm</td><td>77</td></tr> <tr><td>Días sin Lluvia</td><td>38</td></tr> </tbody> </table>	La Galvicia		0 - 0.5 mm	5986	0.5 - 6 mm	2386	6 - 55 mm	2768	mayores a 55 mm	77	Días sin Lluvia	38	<table border="1"> <thead> <tr><th colspan="2">Vivero Suratá</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>0 - 0.5 mm</td><td>6773</td></tr> <tr><td>0.5 - 2.5 mm</td><td>1483</td></tr> <tr><td>2.5 - 36 mm</td><td>2936</td></tr> <tr><td>mayores a 36 mm</td><td>56</td></tr> <tr><td>Días sin Lluvia</td><td>72</td></tr> </tbody> </table>	Vivero Suratá		0 - 0.5 mm	6773	0.5 - 2.5 mm	1483	2.5 - 36 mm	2936	mayores a 36 mm	56	Días sin Lluvia	72													
	La Galvicia																																						
	0 - 0.5 mm	5986																																					
	0.5 - 6 mm	2386																																					
	6 - 55 mm	2768																																					
mayores a 55 mm	77																																						
Días sin Lluvia	38																																						
Vivero Suratá																																							
0 - 0.5 mm	6773																																						
0.5 - 2.5 mm	1483																																						
2.5 - 36 mm	2936																																						
mayores a 36 mm	56																																						
Días sin Lluvia	72																																						

Tabla 12. Resumen análisis de Frecuencia estaciones zona metropolitana

Estaciones Zona Metropolitana de Bucaramanga																																							
75 - 99 % Mayor al 99%	<table border="1"> <thead> <tr><th colspan="2">Apto Palonegro</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>0 - 0.5 mm</td><td>6255</td></tr> <tr><td>0.5 - 2 mm</td><td>1229</td></tr> <tr><td>2 - 53 mm</td><td>2473</td></tr> <tr><td>mayores a 53 mm</td><td>63</td></tr> <tr><td>Días sin Lluvias</td><td>48</td></tr> </tbody> </table>	Apto Palonegro		0 - 0.5 mm	6255	0.5 - 2 mm	1229	2 - 53 mm	2473	mayores a 53 mm	63	Días sin Lluvias	48	<table border="1"> <thead> <tr><th colspan="2">Granja Piedecuesta</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>0 - 0.5 mm</td><td>5934</td></tr> <tr><td>0.5 - 2.5 mm</td><td>1451</td></tr> <tr><td>2.5 - 55 mm</td><td>2559</td></tr> <tr><td>mayores a 55 mm</td><td>66</td></tr> <tr><td>Días sin Lluvias</td><td>35</td></tr> </tbody> </table>	Granja Piedecuesta		0 - 0.5 mm	5934	0.5 - 2.5 mm	1451	2.5 - 55 mm	2559	mayores a 55 mm	66	Días sin Lluvias	35	<table border="1"> <thead> <tr><th colspan="2">Llano Grande</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>0 - 0.5 mm</td><td>6443</td></tr> <tr><td>0.5 - 1 mm</td><td>436</td></tr> <tr><td>1 - 42 mm</td><td>2669</td></tr> <tr><td>mayores a 42 mm</td><td>57</td></tr> <tr><td>Días sin Lluvias</td><td>41</td></tr> </tbody> </table>	Llano Grande		0 - 0.5 mm	6443	0.5 - 1 mm	436	1 - 42 mm	2669	mayores a 42 mm	57	Días sin Lluvias	41
	Apto Palonegro																																						
	0 - 0.5 mm	6255																																					
	0.5 - 2 mm	1229																																					
	2 - 53 mm	2473																																					
mayores a 53 mm	63																																						
Días sin Lluvias	48																																						
Granja Piedecuesta																																							
0 - 0.5 mm	5934																																						
0.5 - 2.5 mm	1451																																						
2.5 - 55 mm	2559																																						
mayores a 55 mm	66																																						
Días sin Lluvias	35																																						
Llano Grande																																							
0 - 0.5 mm	6443																																						
0.5 - 1 mm	436																																						
1 - 42 mm	2669																																						
mayores a 42 mm	57																																						
Días sin Lluvias	41																																						
75 - 99 % Mayor al 99%	<table border="1"> <thead> <tr><th colspan="2">Palogordo</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>0 - 0.5 mm</td><td>8360</td></tr> <tr><td>0.5 - 3 mm</td><td>194</td></tr> <tr><td>3 - 46 mm</td><td>1560</td></tr> <tr><td>mayores a 46 mm</td><td>74</td></tr> <tr><td>Días sin Lluvias</td><td>86</td></tr> </tbody> </table>	Palogordo		0 - 0.5 mm	8360	0.5 - 3 mm	194	3 - 46 mm	1560	mayores a 46 mm	74	Días sin Lluvias	86	<table border="1"> <thead> <tr><th colspan="2">UIS</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>0 - 0.5 mm</td><td>5597</td></tr> <tr><td>0.5 - 2.5 mm</td><td>1535</td></tr> <tr><td>2.5 - 50 mm</td><td>2368</td></tr> <tr><td>mayores a 50 mm</td><td>79</td></tr> <tr><td>Días sin Lluvias</td><td>30</td></tr> </tbody> </table>	UIS		0 - 0.5 mm	5597	0.5 - 2.5 mm	1535	2.5 - 50 mm	2368	mayores a 50 mm	79	Días sin Lluvias	30													
	Palogordo																																						
	0 - 0.5 mm	8360																																					
	0.5 - 3 mm	194																																					
	3 - 46 mm	1560																																					
mayores a 46 mm	74																																						
Días sin Lluvias	86																																						
UIS																																							
0 - 0.5 mm	5597																																						
0.5 - 2.5 mm	1535																																						
2.5 - 50 mm	2368																																						
mayores a 50 mm	79																																						
Días sin Lluvias	30																																						

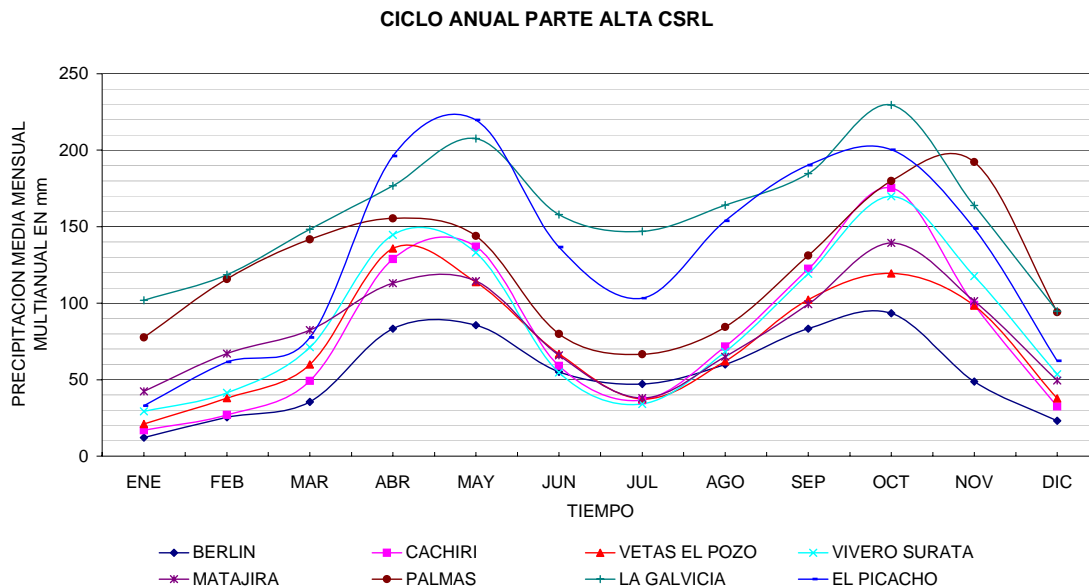
En las tablas se muestra el análisis de frecuencia de las estaciones de la parte alta y la zona metropolitana para los eventos de duración 1 día. Se observa que en la región donde se encuentra ubicada la estación Vetas el Pozo se ha registrado un máximo de 102 días seguidos sin lluvia, seguida por la estación Palogordo en donde se han registrado hasta 86 días seguidos sin lluvia.

### **3. ANALISIS DE FENOMENOS GLOBALES QUE INFLUYEN EN LA PRECIPITACION DE C.S.R.L.**

#### **3.1 LA ZONA DE CONVERGENCIA INTERTROPICAL (ZCIT)**

La distribución espacio-temporal de las lluvias en Colombia está determinada fundamentalmente por la oscilación meridional de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT) generada por las masas de aire originados en los océanos que rodean el país, en donde los fenómenos convectivos locales y corrientes de aire cálido y húmedo proveniente de latitudes subtropicales de los dos hemisferios confluyen en una franja denominada (ZCIT).

Como ya se había mencionado anteriormente en el primer capítulo de este libro en la zona alta de la cuenca superior del río Lebrija se presenta una distribución bimodal de la precipitación, en donde se puede diferenciar muy bien dos periodos secos, y dos periodos húmedos, los cuales concuerdan con el paso de la ZCIT por la región. Entre los extremos del calendario, la ZCIT pasa dos veces por encima del territorio colombiano en su camino hacia el sur en época de octubre a noviembre y hacia el norte en la época de abril a mayo, produciendo las temporadas de más alta pluviosidad en la cuenca, la época seca se presenta de diciembre a febrero, y de junio a agosto, como se observa en la grafica 3.1. (Poveda G. 2000).



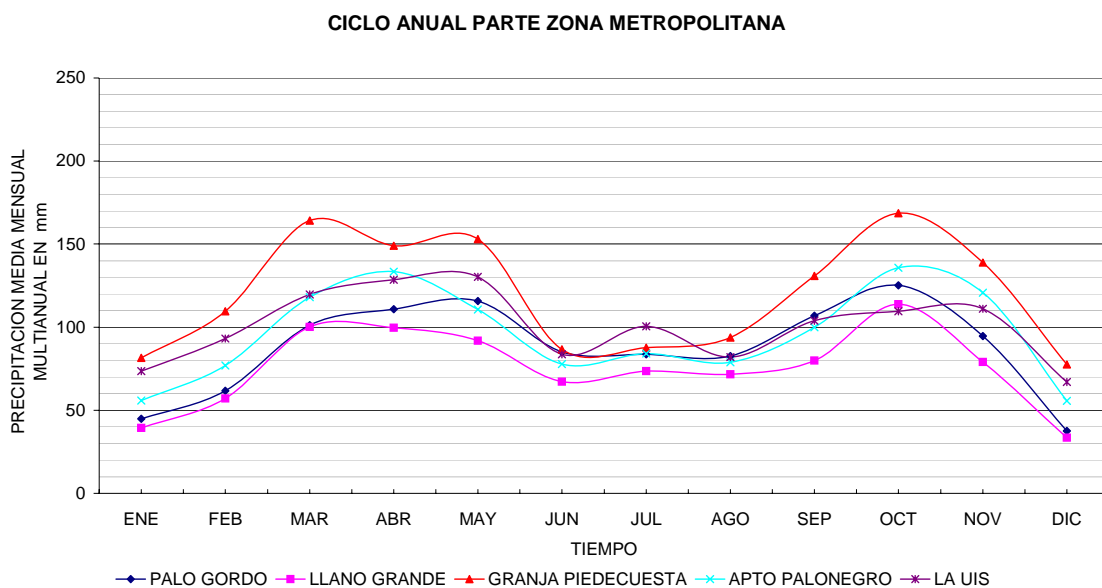
Grafica 54. Ciclo anual parte alta

La posición de la ZCIT está asociada con la intensidad de los vientos alisios del este del hemisferio contrario, y su oscilación no es simétrica alrededor del ecuador terrestre, ya que su posición media se encuentre desplazada alrededor de  $5^{\circ}$  -  $10^{\circ}$  N. La ZCIT constituye el lugar preferente para la convergencia superficial los vientos alisios, y es una región preferente de baja presiones atmosféricas superficiales, ascenso de vientos húmedos, desarrollo de mecanismos de convección profunda, alta nubosidad y divergencia en la atmósfera. (Poveda G. 2000)

La ZCIT presenta periódicamente actividad asociada con fuertes precipitaciones debido a procesos ondulatorios en la misma. Estas perturbaciones que se propagan hacia el oeste, accionadas por la acumulación de calor latente en las áreas convectivas de precipitación que acompañan a las ondas, desempeñan en consecuencia un papel esencial en

la circulación general de la atmósfera en la determinación del estado de tiempo en nuestro país. (J. Eslava 2000).

Los fenómenos que se desarrollan en el Pacífico influyen en el comportamiento de la ZCIT, y por lo tanto en la distribución de las lluvias. Estos fenómenos son responsables de oscilaciones marcadas en la variabilidad climática de la región, causando un efecto sobre el régimen de lluvias que no siguen un patrón único.



Grafica 55. Ciclo anual zona metropolitana

En la gráfica 3.2 se puede observar que en la parte baja de la cuenca o alrededores de la zona metropolitana de Bucaramanga se puede observar un pequeño pico de precipitación que se da durante la época seca de junio a agosto, que difiere con respecto a la bimodalidad que describen las estaciones de la parte alta de la cuenca.

### 3.2. El Niño-Oscilación del Sur (ENSO)

El fenómeno El Niño-Oscilación del Sur (ENSO) es un evento natural que se da como resultado de la interacción entre el océano y la atmósfera en la región del Océano Pacífico ecuatorial. El ENSO es uno de los efectos a escala global que afectan directamente la situación hidroclimática en Colombia. La componente atmosférica del ENSO, conocida como Oscilación del Sur es una onda estacionaria en la masa atmosférica que produce un gradiente de presiones entre el oeste y el este del pacífico ecuatorial. Generalmente, un centro de alta presión se localiza cerca de Tahití (18 °S, 150 °O) mientras que un centro de baja presión se localiza entre Indonesia y norte de Australia cerca de Darwin (12 °S, 131 °E). Este gradiente de presiones atmosféricas es comúnmente representado por el Índice de Oscilación del Sur (SOI), definido como la diferencia estandarizada entre las presiones atmosféricas de ambos sitios.

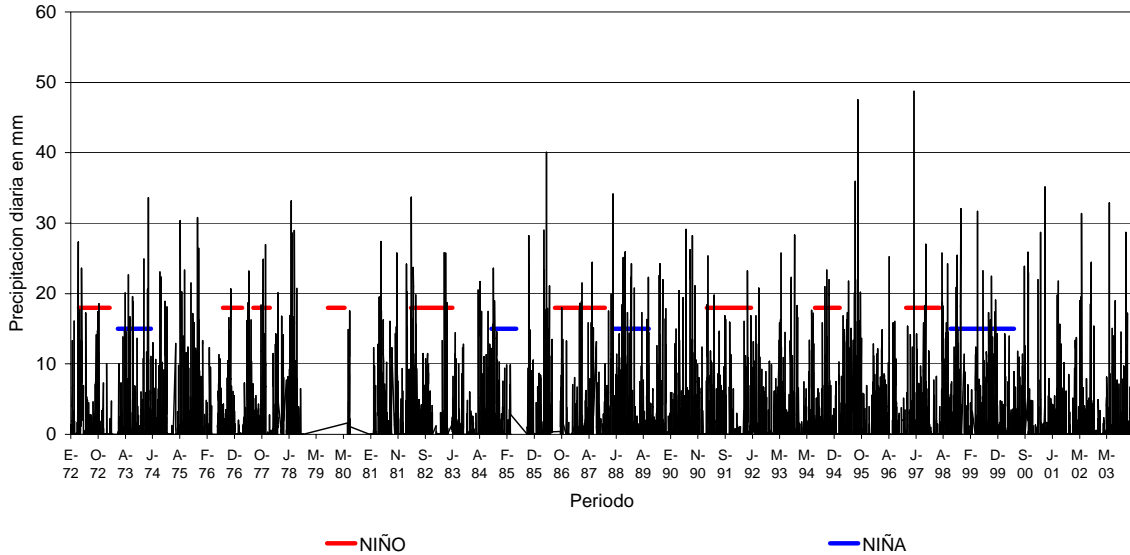
Durante la fase cálida del Enso (NIÑO) se presentan anomalías negativas, es decir periodos más secos de lo normal en la región tropical de América del Sur, lo contrario sucede en la fase fría del ENSO (NIÑA), en donde se presentan anomalías positivas, es decir periodos más lluviosos, esto se debe al desplazamiento del centro de convección dentro de la ZCIT hacia el sur y hacia el oeste de su posición normal. *Poveda 2000*

El Niño tiene un promedio de duración de doce (12) meses; sin embargo, han sido registrados fenómenos muy cortos, con duración de siete (7) meses (1946), y eventos prolongados hasta veintiocho (28) meses (1939-1942). El calentamiento del océano relacionado con el fenómeno El Niño es recurrente, aunque no periódico y, en términos generales, se presenta entre cada dos (2) y cada siete (7) años.

En el pasado ocurrieron fenómenos El Niño con diferentes intensidades. Así, por ejemplo, los fenómenos El Niño de 1982- 1983 y 1997- 1998 se

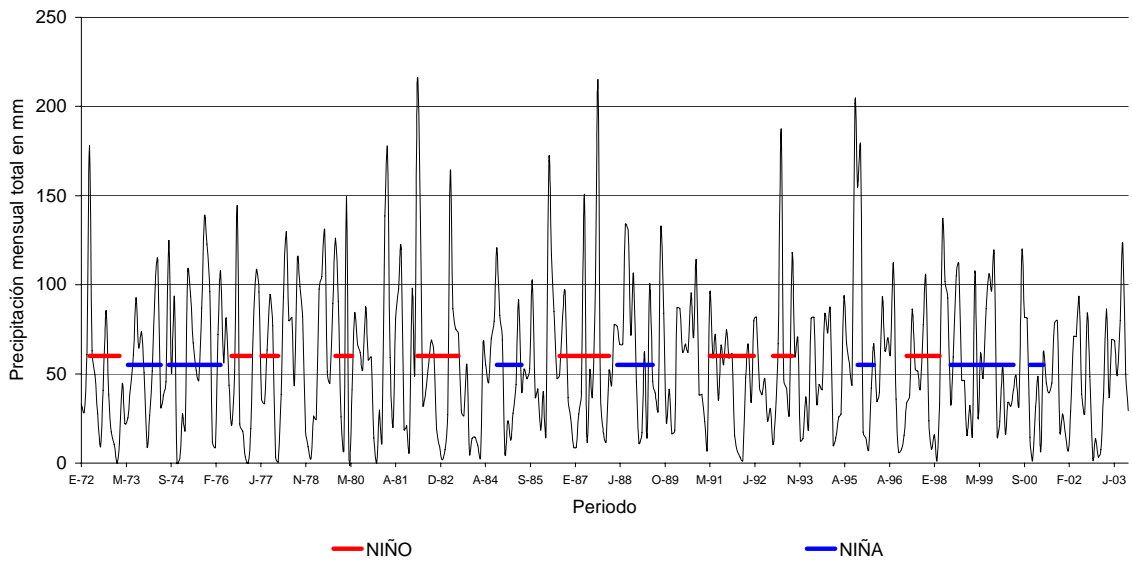
consideran muy fuertes, los de 1957-1958, 1965-1966, 1972-1973 y 1991-1992, fuertes y los de 1976-1978 y 1986-1987, moderados.

Fenomeno del NIÑO y la NIÑA en la Precipitacion de Berlin



Gráfica 56. Fenómenos del ENSO registrados en la CSRL estación Berlín valores diarios de precipitación

Fenomeno del NIÑO y la NIÑA en la Precipitación total mensual en Berlín



Gráfica 57. Fenómenos del ENSO registrados en al CSRL. Estación Berlín valores totales mensuales de precipitación

Tabla 13. Promedio de número de días de lluvia, totales mensuales y máximos mensuales, estaciones parte alta de la cuenca

		Nº días de Lluvia Berlin	Berlin totales mensuales	Berlin Máximos Diarios	Nº días de Lluvia Cachiri	Cachiri totales mensuales	Cachiri Máximos Diarios	Nº días de Lluvia El Picacho	El Picacho totales mensuales	Picacho Máximos Diarios	Nº días de Lluvia La Galvicia	La Galvicia totales mensuales	La Galvicia Máximos Diarios
<b>Periodo normal</b>	<b>Ene</b>	5.7	13.3	6.2	5.0	24.6	10.0	5.2	36.4	13.2	8.5	95.6	42.1
	<b>Feb</b>	9.6	29.8	9.0	7.8	35.0	11.7	7.6	80.0	22.9	10.1	139.1	36.6
	<b>Mar</b>	10.3	37.5	11.0	8.9	53.5	18.1	9.1	85.2	22.8	11.5	149.2	41.3
	<b>Abr</b>	16.8	93.7	21.3	16.1	150.3	37.3	18.3	229.5	37.7	15.7	168.2	39.5
	<b>May</b>	18.0	78.0	19.4	15.5	141.1	31.3	17.6	224.5	35.5	18.2	194.7	41.3
	<b>Jun</b>	21.2	69.8	16.5	12.5	72.9	20.7	14.8	164.0	31.1	16.1	172.2	36.9
	<b>Jul</b>	20.3	51.3	11.9	11.3	38.7	10.1	11.9	121.5	28.5	15.2	144.4	32.9
	<b>Ago</b>	19.1	66.3	17.9	15.5	85.8	21.1	15.5	159.7	28.8	17.5	170.5	31.3
	<b>Sep</b>	17.5	82.2	20.4	18.8	138.5	26.4	17.3	195.1	36.3	17.8	152.2	33.8
	<b>Oct</b>	18.0	82.8	20.2	18.4	146.7	27.2	17.0	195.5	32.4	16.9	195.9	41.8
	<b>Nov</b>	11.6	36.1	12.2	14.0	88.1	24.9	12.9	116.2	26.0	13.4	137.2	36.7
	<b>Dic</b>	9.9	32.0	8.7	8.7	42.3	14.2	8.6	99.9	27.8	11.0	111.5	35.8
<b>NIÑO</b>	<b>Ene</b>	3.4	7.1	4.1	2.8	6.6	4.1	3.2	15.1	9.8	6.6	79.5	36.1
	<b>Feb</b>	4.9	25.9	10.4	3.8	8.5	4.6	4.7	36.6	18.0	6.0	86.3	34.8
	<b>Mar</b>	8.2	35.6	11.8	7.8	39.1	12.2	7.4	60.4	19.7	9.4	124.4	34.8
	<b>Abr</b>	17.6	101.1	19.1	18.9	152.1	25.6	17.4	253.3	37.7	16.4	226.5	55.8
	<b>May</b>	19.3	106.2	24.9	19.3	161.8	35.9	19.1	253.8	36.7	16.9	189.1	27.5
	<b>Jun</b>	18.3	37.4	10.0	10.3	42.6	18.6	10.9	85.9	19.2	15.0	141.2	33.1
	<b>Jul</b>	22.9	46.1	8.2	9.4	24.4	10.5	8.1	54.3	14.6	16.1	144.3	27.4
	<b>Ago</b>	18.9	35.8	8.5	10.6	36.1	14.9	10.1	85.1	24.8	15.0	112.5	32.4
	<b>Sep</b>	16.0	70.0	16.0	14.4	100.8	23.1	13.9	168.1	38.2	15.7	183.9	47.1
	<b>Oct</b>	19.6	105.6	22.1	20.1	233.4	40.9	19.2	241.2	34.3	19.7	246.8	44.4
	<b>Nov</b>	13.0	50.6	15.4	12.8	115.7	34.9	12.5	153.5	31.7	13.2	160.4	45.6
	<b>Dic</b>	7.2	14.9	6.1	5.8	18.8	8.1	5.1	32.1	11.4	7.1	73.0	30.1
<b>NIÑA</b>	<b>Ene</b>	6.0	11.9	4.3	4.9	15.1	8.1	6.2	43.6	13.4	8.2	122.2	34.7
	<b>Feb</b>	9.1	28.2	10.4	7.1	31.3	13.6	9.1	93.1	24.1	10.9	113.2	37.9
	<b>Mar</b>	11.9	39.1	14.8	9.0	49.1	13.8	12.5	110.9	26.7	13.6	180.0	58.2
	<b>Abr</b>	13.1	59.1	16.2	11.6	89.9	23.6	12.0	129.4	25.2	13.3	128.8	37.1
	<b>May</b>	16.9	76.2	20.9	15.6	131.6	33.0	15.7	200.6	37.6	17.8	203.8	44.3
	<b>Jun</b>	16.8	55.2	17.0	10.0	57.5	19.6	15.5	160.3	26.1	17.5	193.4	28.2
	<b>Jul</b>	18.2	48.3	11.7	12.6	45.9	14.6	11.6	96.7	24.2	18.8	186.3	37.6
	<b>Ago</b>	17.8	77.4	21.0	16.6	111.8	22.5	18.6	244.2	35.4	20.2	224.0	37.4
	<b>Sep</b>	18.1	115.0	26.0	19.9	169.0	31.5	20.4	251.9	33.3	20.5	247.8	41.4
	<b>Oct</b>	17.0	99.2	20.8	20.0	192.4	41.3	19.8	273.8	38.5	19.9	252.2	48.7
	<b>Nov</b>	16.7	85.7	17.8	15.4	132.8	33.0	15.6	224.0	34.4	15.9	218.5	48.0
	<b>Dic</b>	9.9	32.0	8.7	8.7	42.3	14.2	8.6	99.9	27.8	11.0	111.5	35.8

Tabla 13. Promedio de número de días de lluvia, totales mensuales y máximos mensuales, estaciones parte alta de la cuenca (continuación)

		Nº días de Lluvia Palmas	Palmas totales mensuales	Palmas Máximos Diarios	Nº días de Lluvia Vivero Surata	Vivero Surata totales mensuales	Vivero Máximos Diarios	Nº días de Lluvia Matajira	Matajira totales mensuales	Matajira Máximos Diarios	Nº días de Lluvia Vetas El Pozo	Vetas el pozo totales mensuales	Vetas el Pozo Máximos Diarios
<b>Período normal</b>	<b>Ene</b>	4.9	77.1	39.9	7.4	26.2	11.4	5.0	39.3	20.5	3.7	33.4	13.8
	<b>Feb</b>	5.6	114.9	52.7	9.8	49.2	13.6	7.5	71.5	27.3	5.9	50.9	17.9
	<b>Mar</b>	7.1	149.2	53.7	11.3	86.8	23.0	8.9	80.4	25.7	8.1	70.8	18.6
	<b>Abr</b>	10.4	193.7	55.4	18.6	176.2	38.6	13.0	121.6	30.3	15.4	142.8	26.0
	<b>May</b>	9.5	155.2	49.9	17.3	125.8	23.7	12.9	111.4	29.7	13.1	109.2	19.7
	<b>Jun</b>	6.8	97.3	42.3	12.2	58.6	17.1	8.9	66.0	20.0	13.5	81.2	17.8
	<b>Jul</b>	5.8	68.7	28.6	10.6	36.4	12.2	7.5	39.1	13.3	8.8	44.6	13.7
	<b>Ago</b>	7.9	87.2	32.8	13.1	69.3	18.5	10.4	60.8	17.8	10.7	68.8	18.3
	<b>Sep</b>	8.9	112.5	38.2	16.6	105.8	22.7	12.2	82.6	27.6	12.9	99.8	22.0
	<b>Oct</b>	9.1	162.0	52.8	19.1	158.2	29.5	13.5	123.8	31.8	14.1	121.5	24.5
	<b>Nov</b>	7.9	177.4	53.7	13.8	91.0	23.0	8.5	82.8	28.3	10.4	79.5	19.8
	<b>Dic</b>	6.8	106.7	40.5	10.9	63.7	19.7	7.3	56.7	22.6	6.7	42.8	11.7
<b>NIÑO</b>	<b>Ene</b>	2.9	56.7	29.5	4.7	17.9	7.6	3.6	36.7	19.2	1.0	8.9	6.2
	<b>Feb</b>	4.8	104.6	46.9	3.7	21.0	10.9	4.0	42.3	21.4	2.0	12.8	8.4
	<b>Mar</b>	6.6	145.7	52.0	8.6	46.9	15.5	7.0	68.9	22.9	5.1	46.3	13.5
	<b>Abr</b>	10.4	163.6	54.8	18.5	155.5	27.1	12.6	136.9	34.6	17.0	162.4	26.4
	<b>May</b>	7.9	158.3	51.6	21.1	175.6	30.5	14.0	120.9	31.6	14.5	125.2	24.8
	<b>Jun</b>	4.9	55.9	25.6	9.9	54.3	19.2	7.0	45.5	17.5	6.1	33.3	12.0
	<b>Jul</b>	5.3	60.3	27.0	7.0	17.6	6.9	6.0	22.9	9.6	6.6	25.0	8.8
	<b>Ago</b>	4.5	62.5	31.1	11.0	26.7	10.3	6.1	40.8	15.5	6.1	20.7	8.9
	<b>Sep</b>	8.3	160.4	50.6	15.6	126.4	36.5	10.7	105.1	31.0	11.3	84.0	21.2
	<b>Oct</b>	9.8	153.5	47.0	20.8	184.7	29.2	14.6	168.2	37.3	17.3	174.0	23.8
	<b>Nov</b>	6.9	168.2	75.8	13.4	121.7	35.5	9.9	115.0	32.1	10.9	111.1	30.3
	<b>Dic</b>	3.6	79.5	42.7	7.2	32.7	13.5	5.2	37.9	21.0	3.2	17.2	7.1
<b>NIÑA</b>	<b>Ene</b>	4.4	69.6	25.8	7.3	30.4	11.6	5.9	41.1	15.6	3.7	17.2	7.2
	<b>Feb</b>	7.2	107.7	39.7	11.1	58.0	17.0	6.1	74.4	33.1	7.2	47.3	13.1
	<b>Mar</b>	8.3	150.9	45.6	13.1	84.6	22.0	10.0	115.9	35.1	8.5	60.5	16.2
	<b>Abr</b>	6.7	124.0	50.1	14.0	84.3	23.8	8.4	78.3	21.2	9.9	95.2	22.6
	<b>May</b>	8.7	126.9	44.3	18.4	109.0	28.2	12.9	115.2	30.8	11.7	104.0	25.9
	<b>Jun</b>	7.5	82.3	26.2	15.0	79.2	18.7	11.0	83.2	23.3	10.8	71.1	22.0
	<b>Jul</b>	6.0	94.6	40.2	12.8	52.2	11.8	7.2	41.5	12.1	7.8	38.6	15.5
	<b>Ago</b>	7.6	104.0	43.9	19.0	110.7	25.5	11.6	87.8	27.8	14.2	109.3	21.4
	<b>Sep</b>	8.9	121.8	40.3	21.4	153.4	28.9	14.8	127.8	32.2	18.6	150.4	25.8
	<b>Oct</b>	13.4	249.8	58.5	21.9	203.0	31.9	15.1	152.6	32.2	18.0	140.6	21.5
	<b>Nov</b>	10.5	252.9	88.6	18.0	154.9	35.4	11.9	108.1	28.3	14.1	120.1	22.7
	<b>Dic</b>	6.8	106.7	40.5	10.9	63.7	19.7	7.3	56.7	22.6	6.7	42.8	11.7

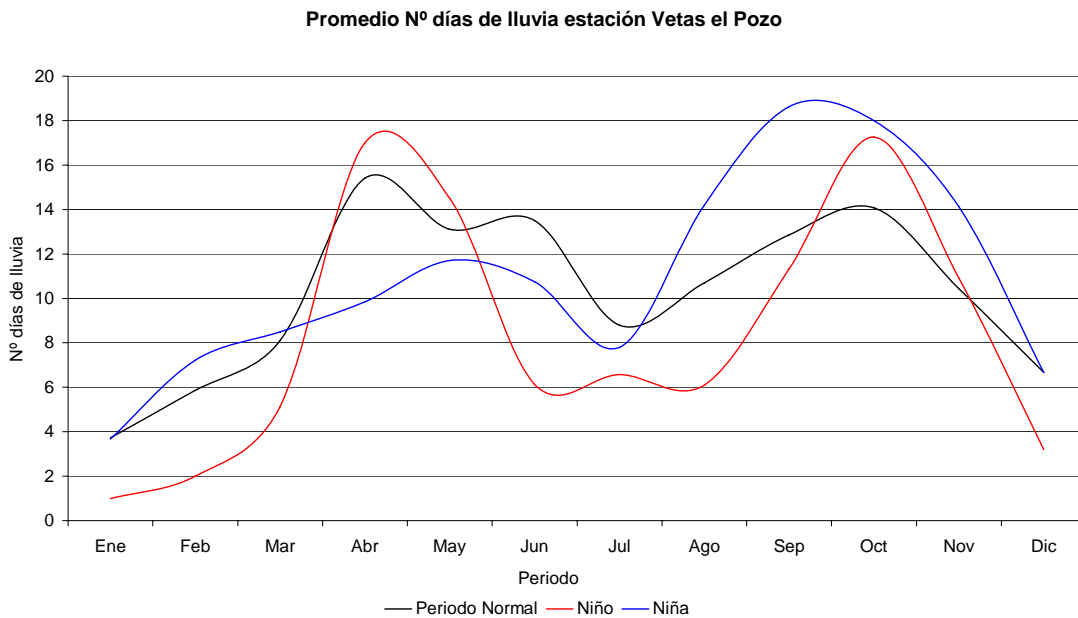
Tabla 14. Promedio de número de días de lluvia, totales mensuales y máximos mensuales, estaciones zona metropolitana de Bucaramanga

		Nº días de Lluvia UIS	UIS totales mensuales	UIS Máximos Diarios	Nº días de Lluvia Palogordo	Palogordo totales mensuales	Palogordo Máximos Diarios	Nº días de Lluvia Apto palonegro	Apto palonegro totales mensuales	Apto palonegro Máximos	Nº días de Lluvia Llano grande	Llano grande totales mensuales	Llano grande Máximos Diarios	Nº días de Lluvia Granja	Granja totales mensuales	Granja Máximos Diarios
Periodo normal	Enero	11.3	84.0	27.3	3.1	35.4	17.8	7.7	61.1	30.2	6.4	38.3	18.7	8.1	70.9	34.1
	Febrero	11.9	87.4	33.8	4.2	65.7	34.2	10.5	68.5	28.3	8.1	44.2	20.3	10.4	114.5	38.5
	Marzo	13.8	137.5	46.8	5.1	104.1	38.6	13.6	138.6	53.3	11.3	98.2	38.3	12.9	154.0	44.2
	Abril	19.6	142.1	42.0	5.3	95.0	35.6	18.8	138.9	40.5	15.3	94.9	26.5	17.1	163.3	45.5
	Mayo	18.4	155.5	46.9	6.7	108.9	37.7	18.6	114.8	31.9	15.5	100.0	29.8	20.3	156.0	51.2
	Junio	18.1	107.5	33.6	4.9	68.6	32.9	17.2	90.4	27.1	14.9	83.0	27.1	16.5	108.8	34.5
	Julio	17.3	106.7	29.8	5.1	61.1	27.3	17.4	79.7	32.1	15.6	76.2	26.1	15.8	88.4	28.2
	Agosto	19.2	85.1	22.4	5.7	74.8	33.1	19.6	83.1	26.2	16.3	74.7	21.2	18.6	93.4	27.0
	Septiembre	18.3	101.5	30.6	6.1	80.5	30.6	17.9	96.3	30.9	14.8	77.6	22.0	18.8	119.5	30.1
	Octubre	16.0	114.3	35.4	7.8	111.4	39.2	16.8	138.2	41.1	14.4	107.4	34.0	17.5	154.9	42.2
	Noviembre	13.6	98.8	42.5	5.4	87.0	37.9	12.8	105.8	41.3	10.2	87.7	38.6	13.6	121.8	41.0
	Diciembre	9.6	82.1	34.1	3.3	38.3	20.3	9.5	66.8	27.8	6.4	31.7	15.6	9.7	70.3	29.7
NINO	Enero	8.6	84.9	30.8	2.9	39.7	21.0	6.6	35.1	17.0	4.3	45.3	27.0	8.8	110.1	56.5
	Febrero	8.9	111.2	44.8	3.5	59.5	31.1	7.3	78.7	46.2	6.1	58.0	31.1	8.0	80.5	35.6
	Marzo	13.8	105.9	40.7	5.9	100.7	40.3	12.0	96.9	34.4	9.2	104.6	43.9	14.3	182.4	59.6
	Abril	16.6	138.6	41.4	7.6	110.9	35.3	17.1	164.5	54.0	16.3	138.4	41.5	16.3	116.8	40.1
	Mayo	17.7	143.3	40.7	9.4	117.9	32.0	17.3	139.2	40.6	18.0	99.6	24.9	19.0	165.4	50.4
	Junio	13.2	56.1	17.9	4.4	67.7	29.0	13.9	67.7	24.4	12.8	46.9	14.0	14.6	53.7	16.7
	Julio	18.4	102.9	34.0	5.3	92.3	39.8	18.8	108.3	42.9	16.6	92.1	28.9	15.6	103.7	38.5
	Agosto	18.1	65.2	19.4	3.3	51.3	23.4	16.4	76.9	34.2	15.8	73.5	28.1	16.6	86.5	34.2
	Septiembre	18.0	114.8	31.0	5.8	84.0	29.7	17.4	114.7	41.5	17.1	97.3	26.8	18.0	132.6	37.7
	Octubre	19.1	153.5	49.6	6.9	131.2	44.4	18.3	135.8	36.5	19.1	134.4	39.0	18.6	159.5	42.0
	Noviembre	14.1	128.9	36.0	4.3	80.9	38.4	13.7	126.2	42.1	12.3	75.1	22.8	14.1	123.2	40.2
	Diciembre	8.3	66.8	33.7	1.7	21.0	11.3	6.6	46.7	23.6	4.9	17.1	10.6	6.6	63.2	33.0
NINA	Enero	8.8	86.5	29.1	4.1	48.5	25.1	7.9	83.1	37.4	5.6	35.6	15.1	9.4	78.2	29.3
	Febrero	10.8	104.2	31.8	4.5	58.1	22.2	9.8	92.4	34.0	7.1	64.6	27.7	11.6	111.5	32.7
	Marzo	16.1	155.4	49.1	6.3	90.6	31.7	15.4	112.3	38.0	13.4	109.6	32.1	16.9	182.9	51.3
	Abril	13.8	97.1	31.3	6.3	103.6	35.7	13.5	92.9	36.1	10.0	80.0	25.6	15.3	122.6	39.5
	Mayo	18.5	134.5	33.7	7.2	115.6	39.8	18.8	112.7	32.1	13.5	88.8	30.1	15.3	142.4	40.4
	Junio	22.5	85.4	20.5	7.5	110.9	27.7	19.0	93.8	29.3	17.5	59.4	11.7	14.5	140.4	33.4
	Julio	21.3	138.4	43.4	8.3	102.4	22.2	19.0	110.9	33.5	15.3	90.8	21.8	19.0	105.7	24.1
	Agosto	21.8	97.1	24.8	7.0	90.6	28.7	20.5	88.6	25.7	14.8	82.9	23.1	19.3	94.4	27.1
	Septiembre	19.2	127.7	41.2	8.8	132.1	30.2	20.7	98.9	34.9	18.5	100.3	25.3	21.5	161.7	41.3
	Octubre	18.8	122.5	37.1	10.2	145.1	37.5	21.2	164.2	39.1	15.5	134.4	44.7	20.5	178.6	40.7
	Noviembre	18.2	146.0	34.3	7.5	96.0	27.5	16.7	150.0	42.3	12.7	97.0	26.0	18.2	162.8	45.6
	Diciembre	11.4	74.4	26.3	5.0	63.2	29.2	12.0	48.6	18.7	7.3	49.7	24.6	13.9	100.2	41.6

En la tabla 3.1 se registran los promedios de los números de días de lluvia, la precipitación total, y la lluvia máxima en 24 horas para las estaciones de la parte alta de la cuenca durante el periodo de 1972 – 2003.

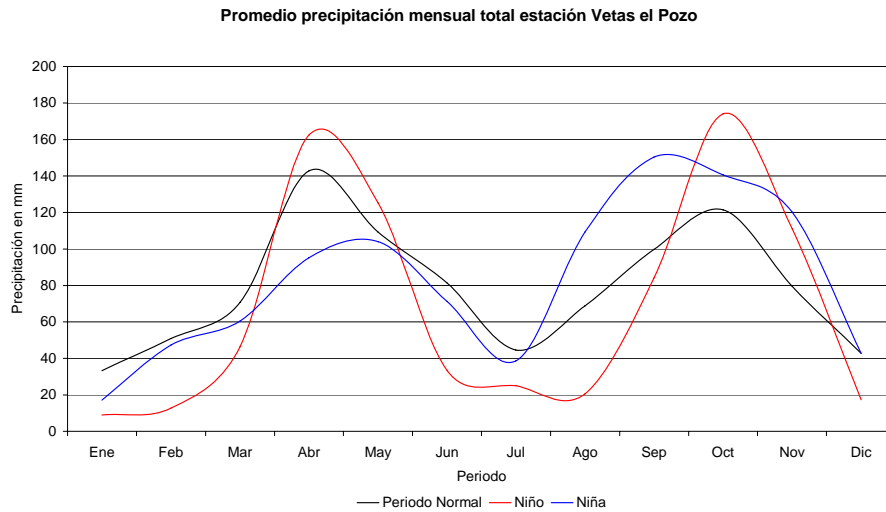
A través de estas tablas se puede determinar algunos puntos interesantes en cuanto a cómo los fenómenos del ENSO actúan sobre la precipitación de la cuenca.

En la gráfica 3.5 se muestra que durante la presencia de la fase cálida del ENSO, es decir el Niño, el número de días de lluvia es inferior durante gran parte del año, que cuando se presenta la fase fría del ENSO (Niña), pero durante el periodo húmedo de abril y mayo el número de días de lluvia durante la presencia del niño es mayor, lo que muestra que durante este periodo pierde fuerza la niña, y el niño desarrolla una mayor influencia sobre la lluvia en esta época.

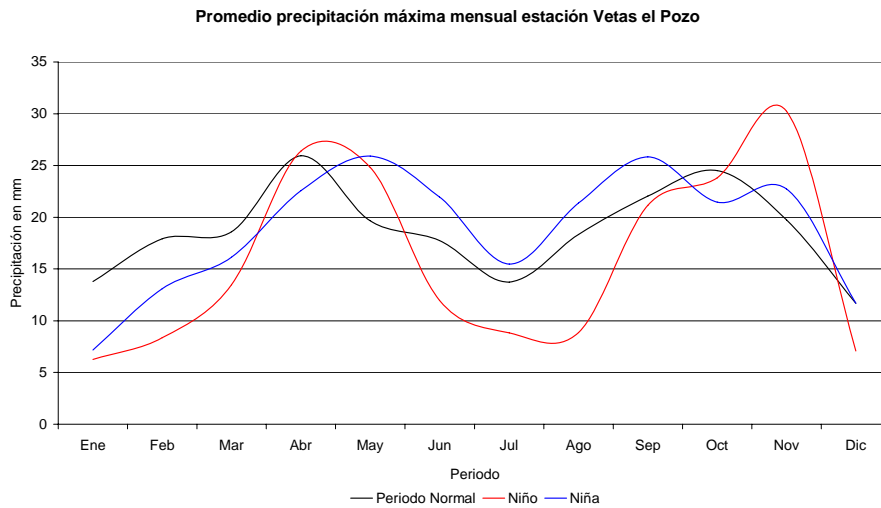


Gráfica 58. Influencia del Enso en el número de días de lluvia. Estación Vetas el Pozo

La gráfica 3.6 muestra la variación de la precipitación total mensual durante las fases del ENSO, confirmando que la influencia de estos fenómenos no es siempre igual, y varían dependiendo de la época del año en la cual se registran. De la misma forma la gráfica 3.7 determina los máximos mensuales y la variación anual.



Gráfica 59. Influencia del ENSO en el promedio de la precipitación total. Estación Vetas el Pozo



Gráfica 60. Influencia del ENSO en el promedio de máximos mensuales. Estación Vetas el Pozo

## **4. DISTRIBUCION ESPACIAL DE LA PRECIPITACION EN LA CUENCA SUPERIOR DEL RIO LEBRIJA**

### **4.1. ELABORACION DE LOS MAPAS DE PRECIPITACION**

En la elaboración de los mapas de precipitación de la cuenca superior del río Lebrija se utilizó el programa SURFER el cual es un sistema que permite realizar mallas de distribución espacial (grid de una variable mediante la interpolación de archivos de datos que contienen información en X Y y Z). Utilizando las coordenadas de cada estación y la precipitación media anual y haciendo uso de la información de las otras estaciones del IDEAM, la CDMB y el CAMB se elaboraron 4 mapas de distribución dependiendo de la longitud de registro.

#### 4.1.1 MAPA DE PRECIPITACION DE LAS 13 ESTACIONES EN ESTUDIO

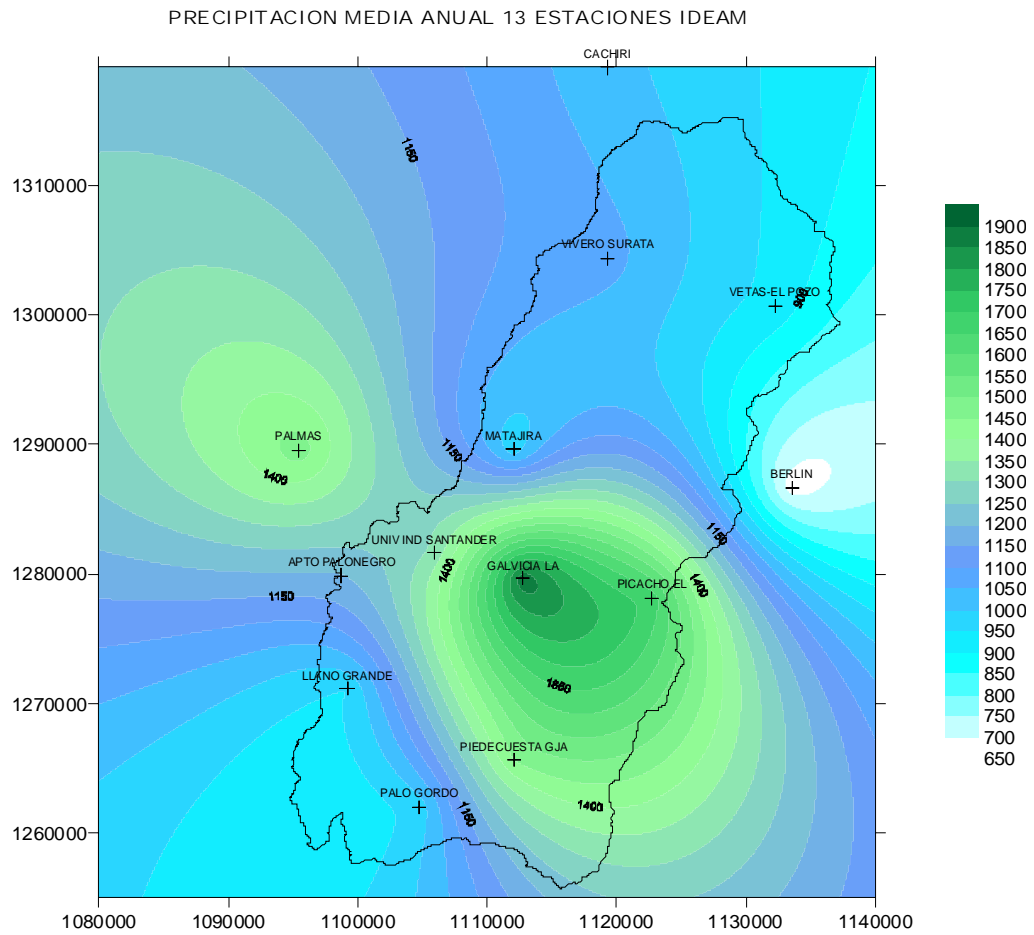
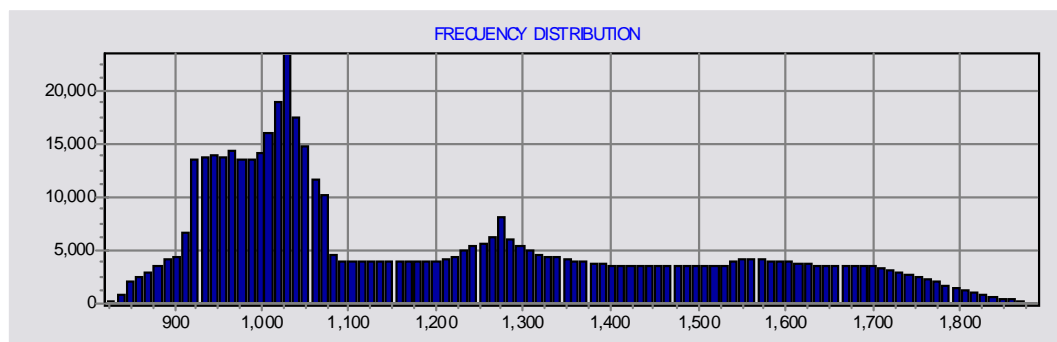


FIGURA 4. Mapa de precipitación de las 13 estaciones en estudio IDEAM



Gráfica 61. Función de distribución de la precipitación media multianual.

En el análisis de frecuencia se observa que la moda de la precipitación se encuentra aproximadamente en 1026 mm/año.

#### 4.1.2 MAPA DE PRECIPITACION CON ESTACIONES CON MAS DE 10 AÑOS DE REGISTRO DEL IDEAM (18 ESTACIONES)

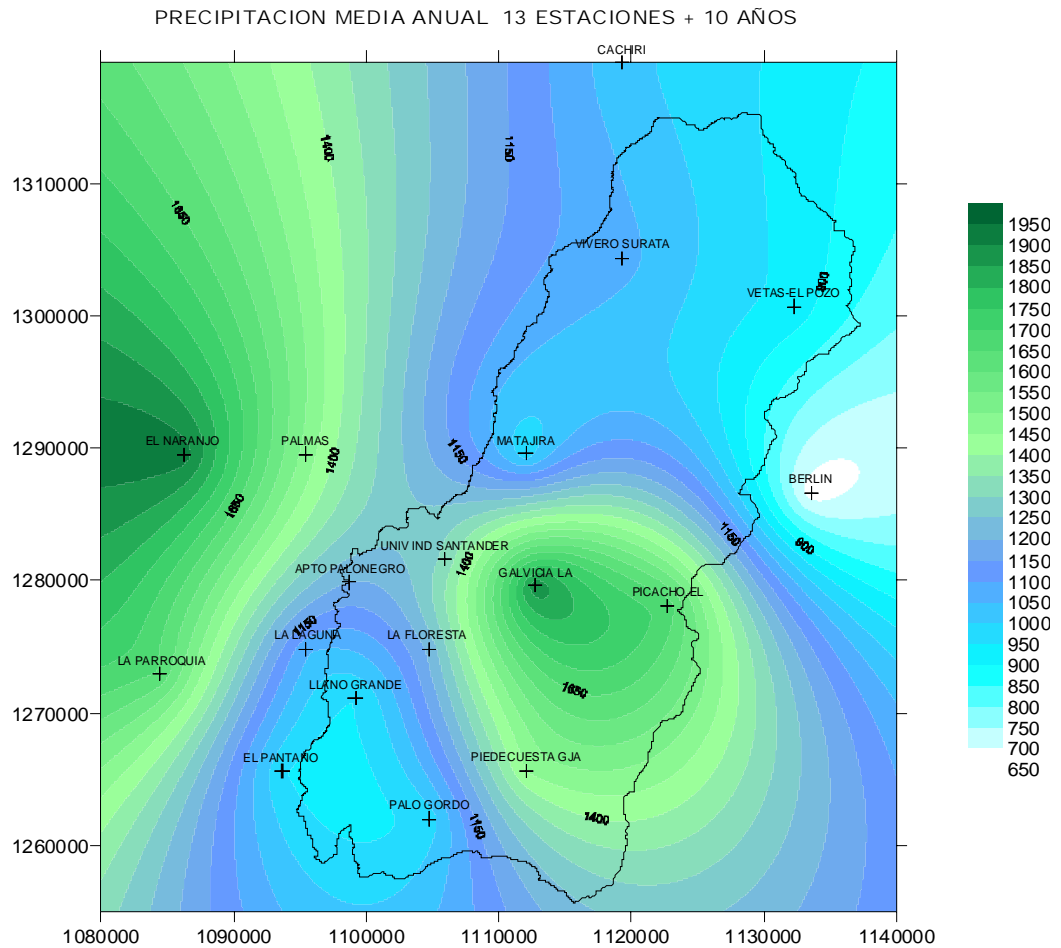
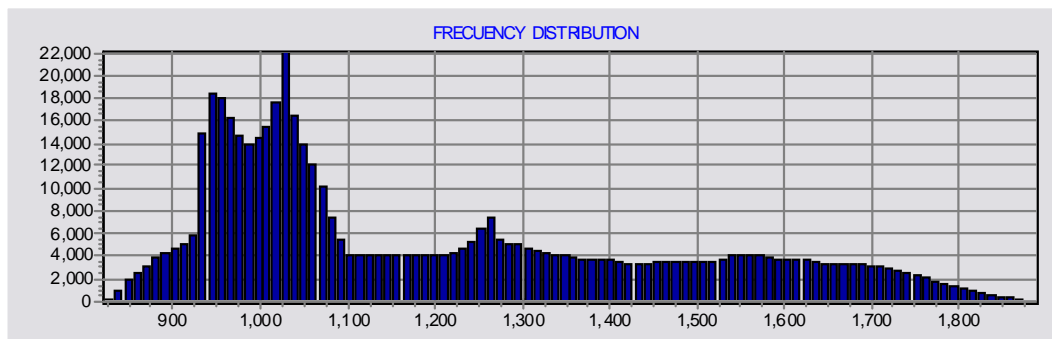


FIGURA 5. Mapa de precipitación estaciones con mas de 10 años de registro IDEAM



Gráfica 62. Función de distribución de la precipitación media multianual

En el análisis de frecuencia se observa que la moda de la precipitación se encuentra aproximadamente en 1028 mm/año.

### 4.1.3 MAPA DE PRECIPITACION CON ESTACIONES CON MAS DE 5 AÑOS DE REGISTRO DEL IDEAM (27 ESTACIONES)

PRECIPITACION MEDIA ANUAL 13 ESTACIONES + 5 AÑOS

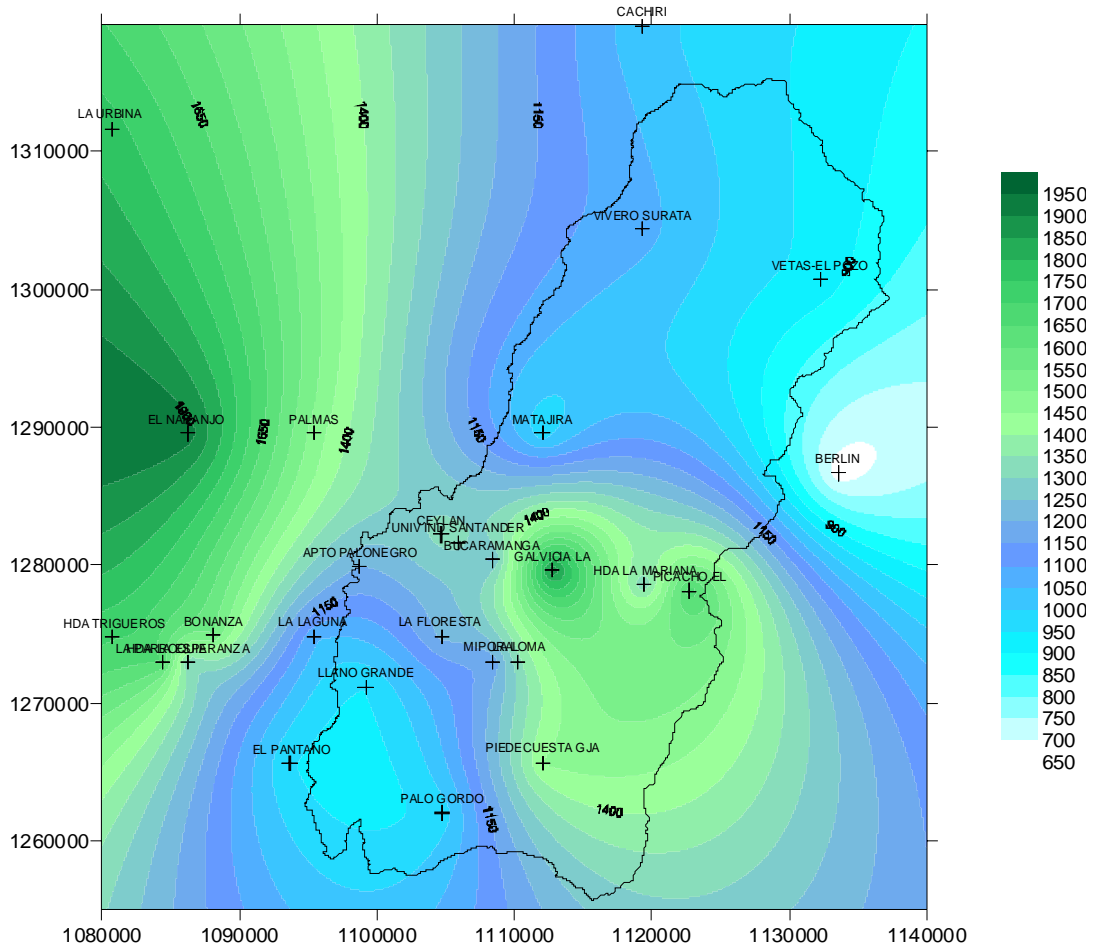
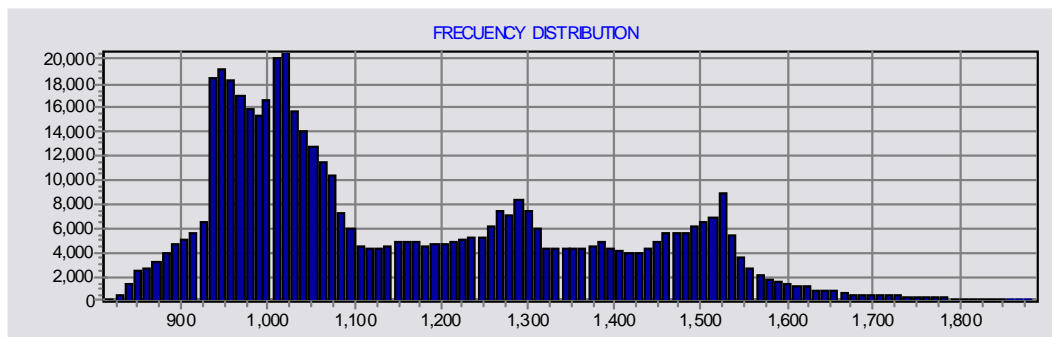


FIGURA 6. Mapa de precipitación estaciones con mas de 5 años de registro IDEAM



Gráfica 63. Función de distribución de la precipitación media multianual

En el análisis de frecuencia se observa que la moda de la precipitación se encuentra aproximadamente en 1016mm/año.

#### 4.1.4 MAPA DE PRECIPITACION CON ESTACIONES CON MAS DE 5 AÑOS DE REGISTRO DEL IDEAM MAS ESTACIONES DE LA CDMB Y CAMB (34 ESTACIONES)

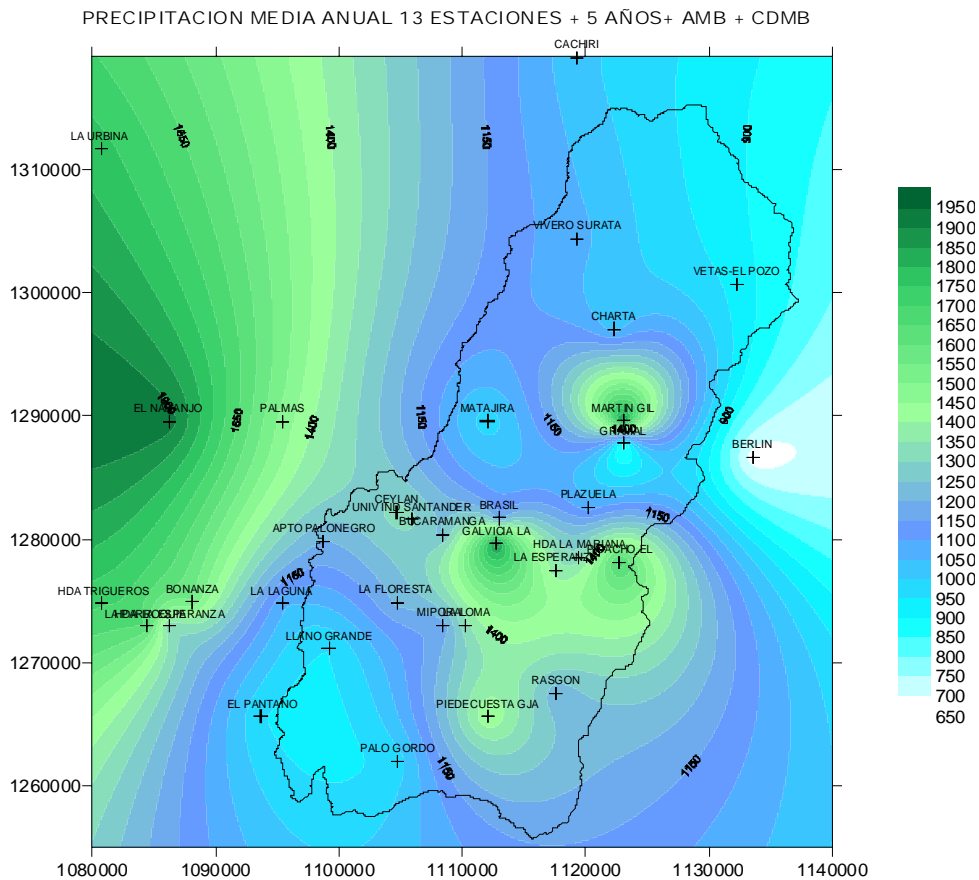
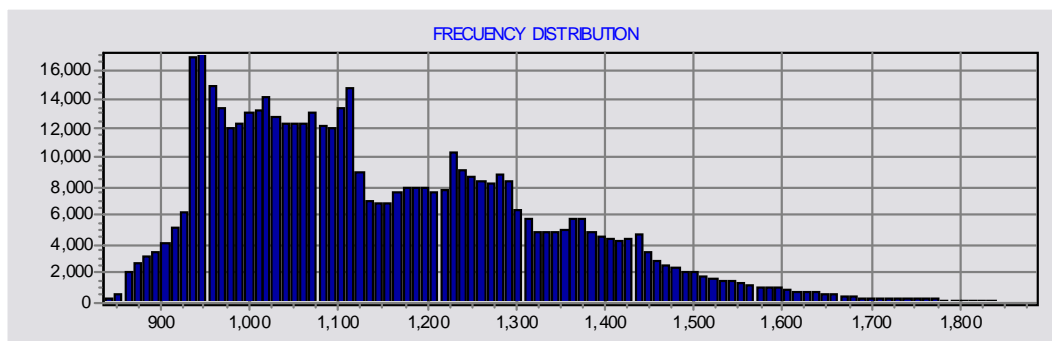


FIGURA 7. Mapa de precipitación estaciones con mas de 5 años de registro IDEAM mas estaciones de la CDMB y la CMB



Gráfica 64. Función de distribución de la precipitación media multianual.

En el análisis de frecuencia se observa que la moda de la precipitación se encuentra aproximadamente en 945 mm/año.

Tabla 15. Estaciones utilizadas en los mapas

ESTACION	ESTE	NORTE	PROMEDIO ANUAL
EL PICACHO	1122762.01	1278135.34	1676.33
BERLIN	1133550.21	1286667.11	671.28
VIVERO SURATA	1119356.544	1304365.775	1069.12
CACHIRI	1119320.642	1319114.204	1015.53
MATAJIRA	1112027.432	1289600.514	971.53
PALMAS	1095458.08	1289566.389	1478.17
VETAS-EL POZO	1132250.64	1300711.314	931.31
LA GALVICIA	1112782.3	1279643.43	1886.42
APTO PALONEGRO	1098742.93	1279868.85	1197.49
LLANO GRANDE	1099175.963	1271139.18	951.54
PALO GORDO	1104750.18	1262018.95	972.07
UNIV IND SANTANDER	1105933.6	1281632.7	1313.89
GJA PIEDECUESTA	1112079.394	1265635.129	1452.39
HDA TRIGUEROS	1080753.722	1274793.762	1703.69
LA URBINA	1080694.366	1311661.099	1768.67
HDA LA MARIANA	1119417.858	1278556.227	1312.64
BONANZA	1088119.688	1274902.163	1545.97
LA LOMA	1110222.275	1273005.092	1330.00
CEYLAN	1104678.44	1282210.83	1317.38
MIPORAL	1108380.61	1273001.18	1166.38
BUCARAMANGA	1108365.004	1280375.069	1244.17
HDA LA ESPERANZA	1086281.28	1272959.376	1304.18
EL NARANJO	1086253.167	1289549.787	1925.36
LA FLORESTA	1104693.555	1274837.006	1211.23
EL PANTANO	1093660.954	1265598.655	956.06
LA LAGUNA	1095485.769	1274819.052	1060.35
LA PARROQUIA	1084439.72	1272956.321	1643.19
MARTIN GIL	1123074.07	1289626.29	1881.87
PLAZUELA	1120207.52	1282625.53	1075.76
BRASIL	1113013.2	1281729.76	1174.45
GRAMAL	1123078.575	1287782.736	833.49
RASGON	1117601.624	1267490.857	1215.36
CHARTA	1122280.61	1297072.88	1025.38
LA ESPERANZA	1117601.624	1277490.857	1368.18

#### 4.2. OPTIMO PLUVIOMETRICO

La existencia de un óptimo pluviométrico es uno de los rasgos mas reconocidos de la distribución de la precipitación con la altitud en Colombia. Este óptimo corresponde a la elevación para la cual la precipitación es máxima entre el nivel de la base a la cima de la cordillera. La ubicación altitudinal de tal óptimo es muy variable, teniendo en cuenta la variabilidad de la humedad absoluta, del nivel base del valle y de las circulaciones locales. Un factor principal del óptimo pluviométrico es el carácter predominante convectivo de las lluvias tropicales, las zonas bajas reciben menos lluvia por

que se benefician menos del ascenso orográfico y porque están afectadas por la evaporación de la lluvia que cae desde la base de las nubes. Por encima del óptimo pluviométrico, la disminución de la humedad del aire con la altura a escala global y de cantidad de agua precipitable en las nubes convectivas a escala local, son los dos factores que explican la disminución de la precipitación con la altura. (Poveda G. et al 2000)

A partir de la distribución espacial se puede determinar la existencia de tal óptimo localizándose en la subcuenca del río Tona, donde está ubicada la estación La Galvicia a una altura de 1779 m.s.n.m. con una precipitación total promedio multianual de 1886.42 mm/año. A partir de esta altura la precipitación desciende considerablemente, exceptuando la estación Martín Gil, ubicada a 2210 m.s.n.m donde se presenta una alta pluviosidad con 1881.87 mm/año.

Tabla 16. Precipitación total promedio multianual y altura de las estaciones de la CSRL

ESTACION	PROMEDIO ANUAL	ALTURA
EL PICACHO	1676.33	3310
BERLIN	671.28	3214
VIVERO SURATA	1069.12	1725
CACHIRI	1015.53	1850
MATAJIRA	971.53	996
PALMAS	1478.17	855
VETAS-EL POZO	931.31	3220
<b>LA GALVICIA</b>	<b>1886.42</b>	<b>1779</b>
APTO PALONEGRO	1197.49	1189
LLANO GRANDE	951.54	777
PALO GORDO	972.07	950
UNIV IND SANTANDER	1313.89	1018
GJA PIEDECUESTA	1452.39	990
LA LOMA	1330.00	1400
CEYLAN	1317.38	1300
MIPORAL	1166.38	1200
BUCARAMANGA	1244.17	1018
HDA LA ESPERANZA	1304.18	520
LA FLORESTA	1211.23	925
EL PANTANO	956.06	1280
LA LAGUNA	1060.35	1050
<b>MARTIN GIL</b>	<b>1881.87</b>	<b>2110</b>
PLAZUELA	1075.76	2200
BRASIL	1174.45	1090
GRAMAL	833.49	2350
RASGON	1215.36	1950
CHARTA	1025.38	1935
LA ESPERANZA	1368.18	1020

## **5. ANALISIS DE RESULTADOS**

En este capítulo se presenta análisis de los resultados obtenidos de 13 estaciones pluviométricas operadas por el IDEAM en la cuenca superior del río Lebrija entre 1972 y 2003.

### **5.1. ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

El análisis de homogeneidad aplicado a las estaciones muestra que no existen mayores inconvenientes con las series de tiempo, ya que no se presentan cambios significativos en la media de los datos, pero se nota una tendencia decreciente en la precipitación, a pesar que esta no es significativa puede ser determinante para establecer cambios futuros que puedan alterar la oferta hídrica y la alimentación de los cuerpos de agua en la cuenca.

Las series de la parte alta presentan cambios significativos en la media durante el primer periodo húmedo del año, especialmente en el mes de abril donde se registra una tendencia decreciente y significativa en la precipitación, y en la zona metropolitana se presentan variaciones en la media entre los meses de agosto y octubre.

En esta investigación llamamos evento extremo aquel valor de precipitación que sobrepasa el 99% de las lluvias más frecuente con una duración de 24 horas. En las estaciones que se analizaron de la cuenca se encontró que los eventos extremos en la parte alta de la cuenca están por encima de los 30 mm y alcanzando hasta los 150 mm.

En los análisis de frecuencia se observa que durante los periodos húmedos se presentan la mayor cantidad de eventos extremos, pero durante los periodos secos se encontraron los mayores eventos en mucha de las estaciones, por ejemplo en Berlín durante el mes de febrero de 1980 se

registró el máximo evento de 50.5 mm en los últimos 32 años siendo febrero un periodo seco. El Picacho también registró durante diciembre de 1975 el máximo valor de precipitación de 105.1 mm durante los últimos 32 años. En la zona metropolitana los máximos valores registrados se han presentado durante los periodos secos entre diciembre y febrero.

## **5.2. CICLO ANUAL**

Como ya se había mencionado en el primer capítulo en la parte superior de la cuenca existen dos periodos húmedos y dos periodos secos, pero se observa que en los últimos años se han venido presentando variaciones significativas en este ciclo, lo que confirma las variaciones y cambios en el volumen de precipitación y la tendencia que se ha mostrado a través de los diferentes test aplicados en las series.

En la gráfica 5.1 se presenta el ciclo anual de la precipitación en las estaciones de la parte alta de la cuenca, separadas por décadas, (1972 – 1979, 1980 – 1989, 1990 – 2003), en donde se puede observar un comportamiento bimodal muy bien definido característico del clima en la región, y atribuido a la circulación de la ZCIT, que se ha mantenido invariable en el tiempo, presentando siempre dos periodos húmedos y dos periodos secos en el año. En esta gráfica no se presenta el ciclo anual de la estación La Galvicia ya que por estar en una zona de alta humedad la pluviosidad que presenta todo el año es mayor que en las demás estaciones lo que impide observar mejor la distribución temporal de las demás estaciones, a pesar de que en esta zona también se presenta el comportamiento bimodal.

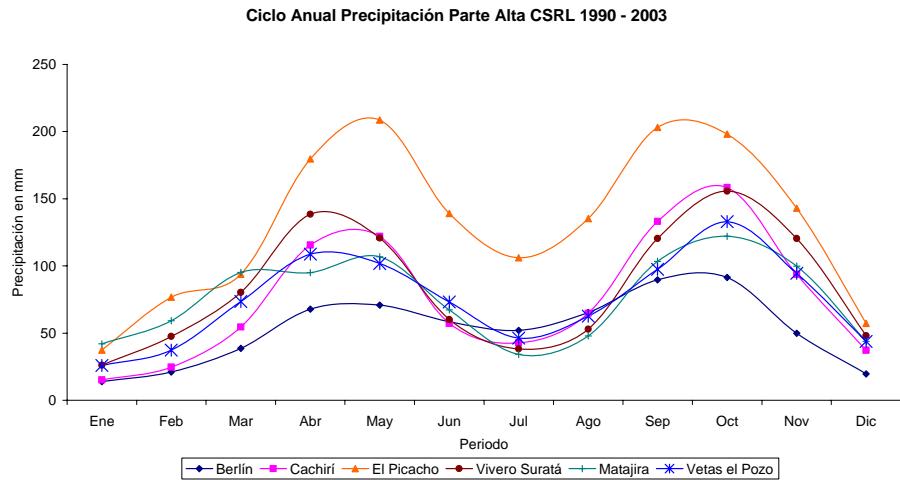
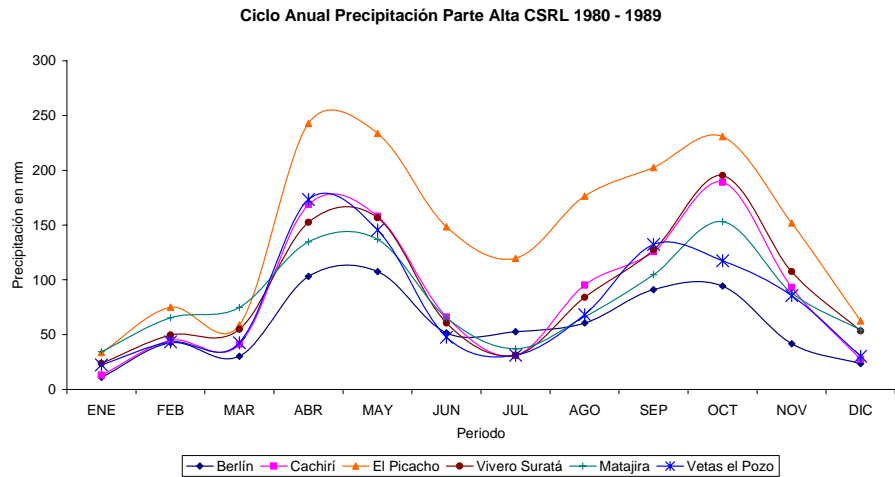
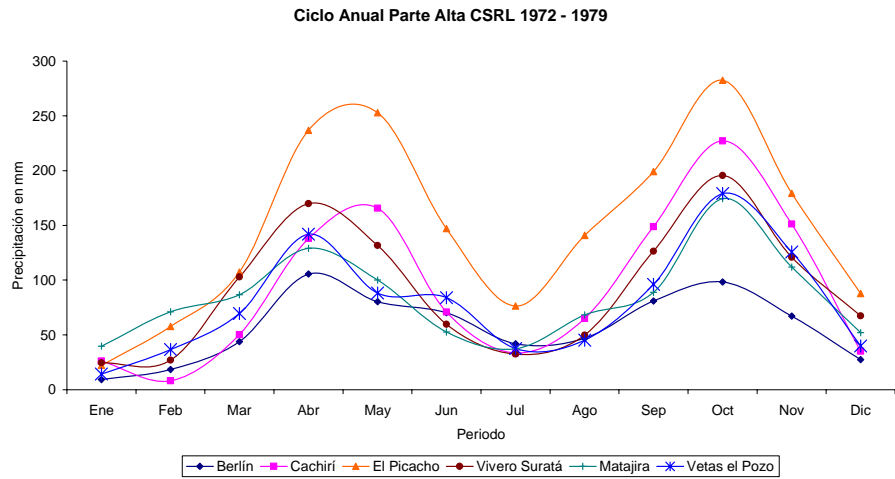
Inicialmente se estableció en la zona metropolitana de Bucaramanga (zona más baja de la cuenca, entre 900 y 1200 m.s.n.m) un comportamiento

diferente al ciclo bimodal que se presenta en la parte alta de la cuenca (zona montañosa, entre 1300 y 3300 m.s.n.m.).

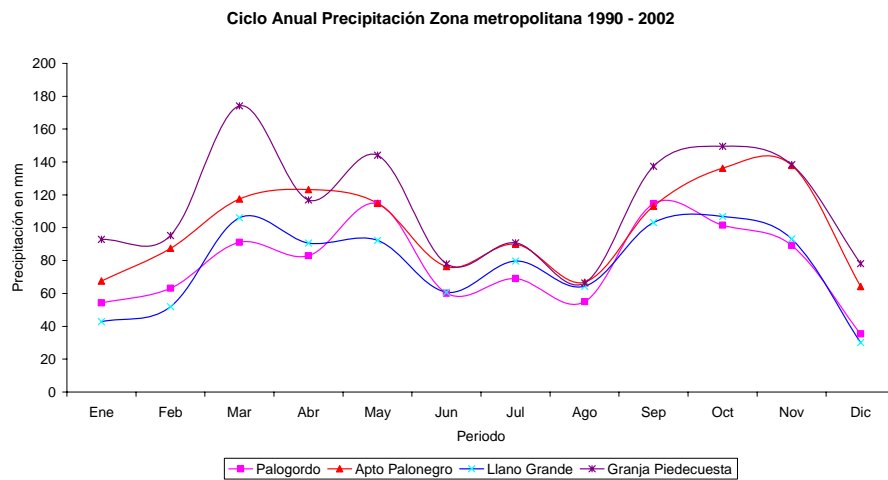
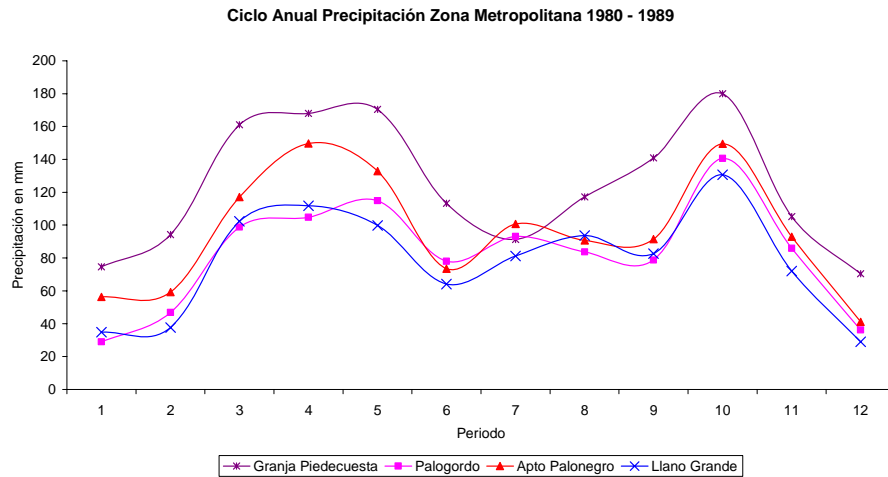
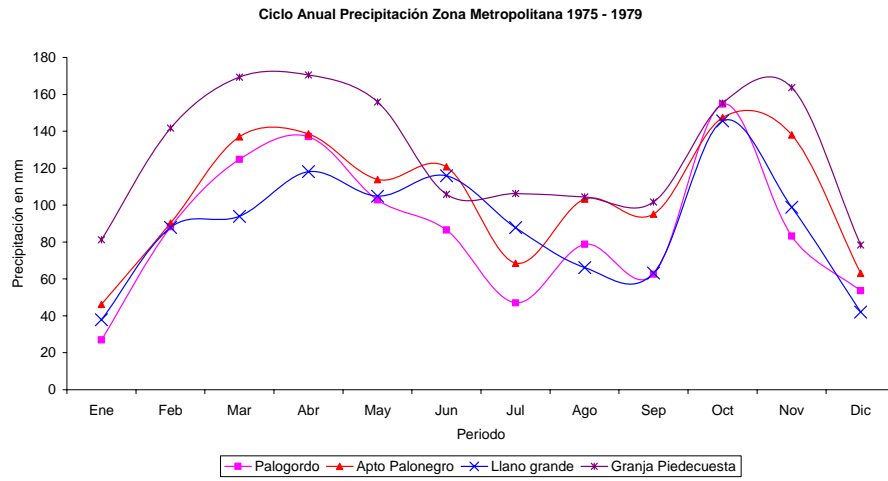
En la gráfica 5.2 se presenta el ciclo anual de la precipitación en las estaciones de la zona metropolitana de Bucaramanga por décadas que comprende los años (1975 – 1979, 1980 – 1989, 1990 – 2002), a través de estas gráficas se puede percibir que desde los años 70 o quizás un tiempo atrás se venían presentando alteraciones en el ciclo, que a través del tiempo se fueron haciendo más significativas, en donde el régimen se vuelve multimodal provocando aumento en la precipitación durante los periodos secos, y disminución de la misma durante las épocas húmedas. En la gráfica 5.3 se observa el ciclo anual de la precipitación en la estación UIS desde 1975 hasta el 2002 presentando una variación que se ha ido alterando significativamente a través del tiempo, mostrando una multimodalidad marcada durante la última década.

Para tratar de explicar estas variaciones se recurrió a analizar la información primaria de la estación Apto Gomez Niño que tiene un registro desde 1940 hasta 1974, en la gráfica 5.4 se observa que el ciclo anual presenta una multimodalidad que indica que este comportamiento desde esta época, pero no es ciento por ciento confiable, ya que no existe otra estación con la que pueda ser comparada y por tanto la confiabilidad de los datos presentes no puede ser evaluada.

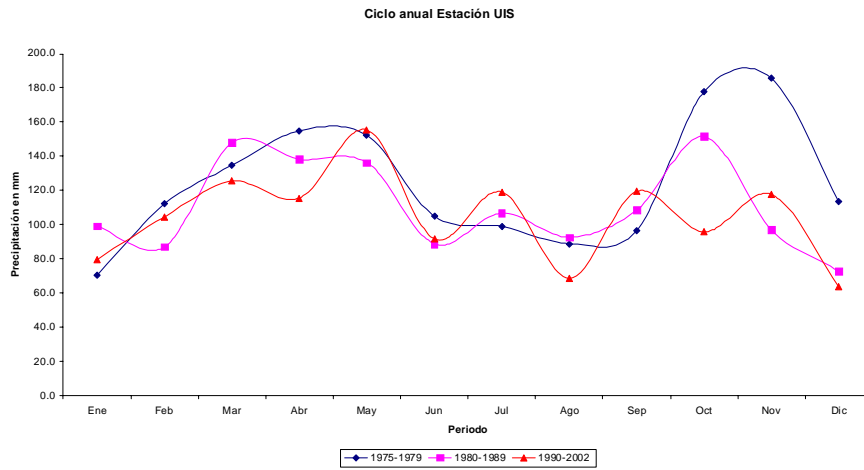
Por otro lado se estudió la influencia del ENSO en el ciclo anual, en donde los efectos de multimodalidad disminuyen en la zona metropolitana de Bucaramanga cuando no se presentan estos fenómenos como se observa en la gráfica 5.5, lo que nos lleva a concluir que existe una clara influencia en las variaciones de precipitación que se presentan tanto en la parte alta de la cuenca como en la zona metropolitana. Ver resultados en ANEXO D



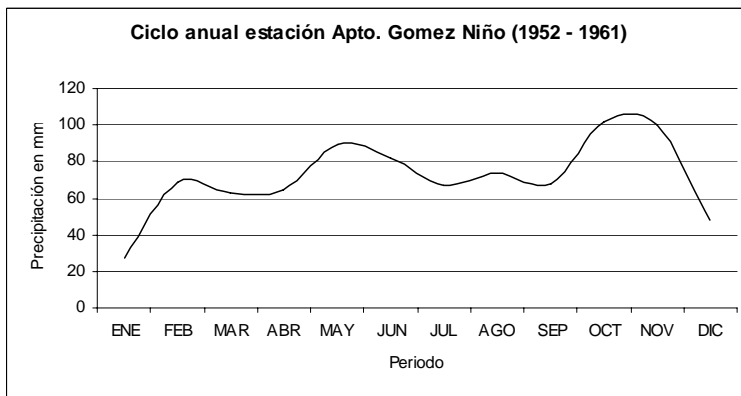
Gráfica 65. Precipitación media multianual estaciones parte alta por décadas



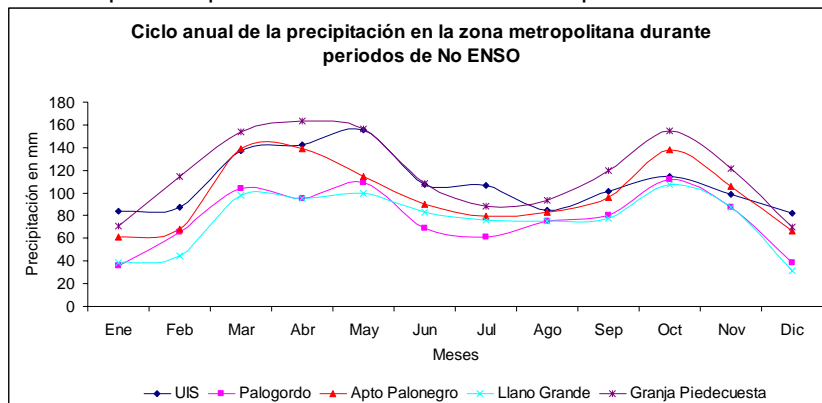
Gráfica 66. Precipitación media multianual estaciones zona metropolitana de Bucaramanga



Gráfica 67. Precipitación promedio mensual multianual estación UIS



Gráfica 68. Precipitación promedio mensual multianual Apto. Gomez Niño 1952 - 1961



Gráfica 69. Ciclo anual de precipitación en la zona metropolitana de Bucaramanga durante periodo de No ENSO

### 5.3. DISTRIBUCION ESPACIAL DE LA PRECIPITACION

La distribución espacial de la precipitación en la C.S.R.L. se realizó construyendo mapas de distribución a partir de las precipitaciones medias multianuales medidas en 34 estaciones, divididas en 4 mapas según su longitud de registro utilizando métodos geoestadísticos de interpolación (Técnica de Kriging). Los mapas se pueden observar en la figura 5.1.

En el primer mapa están ubicadas 13 estaciones con las cuales se trabajó en todo el proyecto, encontrándose en la estación la Galvicia la más alta precipitación anual de 1886.42 mm a una altura de 1779 m.s.n.m., a partir de esta altura la precipitación en la cuenca empieza a disminuir. La precipitación media en la cuenca tiene un valor de 1206.63 mm /año, la mediana 1095.74mm/año que significa que 50% de los registros esta por debajo de este valor y la moda de 1026 mm/año que es el valor mas frecuente de precipitación en la cuenca.

En el segundo mapa se utilizó las 13 estaciones mas otras estaciones del IDEAM con registro de mas de 10 años, encontrándose la Galvicia, Granja Piedecuesta y el picacho con las mayores precipitaciones entre 1452.39 y 1886.42 muestra una disminución es su media con respecto al anterior mapa con un valor de 1200.08 mm/año, la mediana 1086.56 mm/año y la moda de 1028 mm/año.

En el tercer mapa se utilizó las 13 estaciones mas otras estaciones del IDEAM con registro de mas de 5 años, encontrándose además de las estaciones nombradas como las mayores de precipitación la estación bonanza y estaciones como Miporal, Ceylan y la floresta cambiando considerablemente la distribución de la lluvia, alrededor de estos puntos.

En cuarto mapa se utilizó las 13 estaciones, las estaciones del IDEAM con registro de mas de 5 años y estaciones de las entidades de la CDMB y CAMB, cambiando las estaciones de Charta, Martín Gil, la Plazuela, y el gramal la distribución de la lluvia y ubicando a Martín Gil como una de las estaciones donde mas llueve en el año con una precipitación de 1881.87 mm/año.

Comparando los 4 mapas, la zona de alta pluviosidad se va disminuyendo significativamente a medida que se aumentan las estaciones.

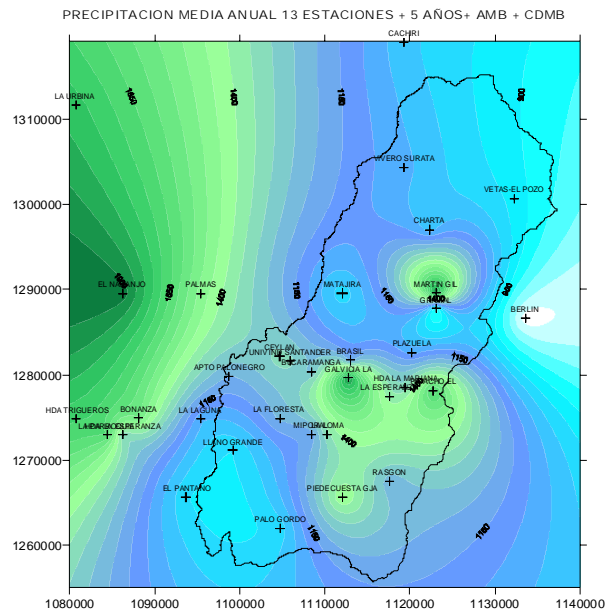
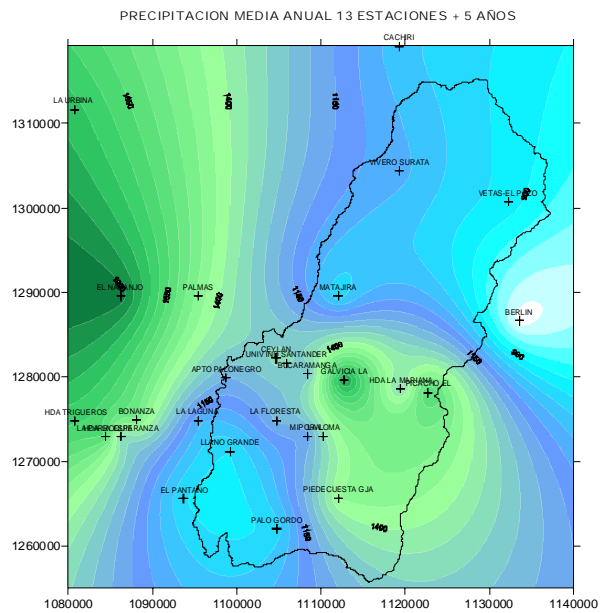
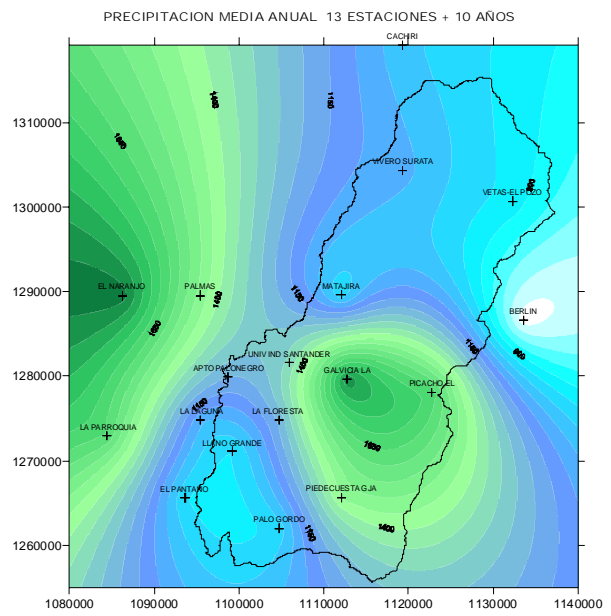
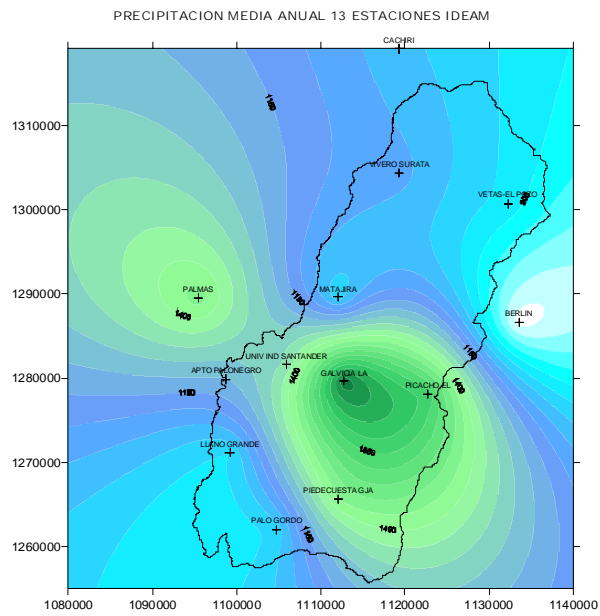


Figura 8. Distribución espacial de la lluvia en la C.S.R.L.

Cuadro resumen mapas de precipitación

MAPA	ENTIDAD	LONGITUD DE REGISTRO	NUMERO DE ESTACIONES	MODA	MEDIA	MEDIANA
13 ESTACIONES	IDEAM	MAS DE 28 AÑOS	13	1026	1206.63	1095.74
13 ESTACIONES MAS OTRAS ESTACIONES CON MAS DE 10 AÑOS DE REGISTRO	IDEAM	MAS DE 10 AÑOS	18	1028	1200.08	1086.56
13 ESTACIONES MAS OTRAS ESTACIONES CON MAS DE 5 AÑOS DE REGISTRO	IDEAM	MAS DE 5 AÑOS	27	1016	1160.11	1074.42
13 ESTACIONES MAS OTRAS ESTACIONES CON MAS DE 5 AÑOS DE REGISTRO + CDMB + CAMB	IDEAM CDMB CAMB	MAS DE 5 AÑOS	34	945	1148.88	1109.25

#### 5.4. DISTRIBUCION PROMEDIO REPRESENTATIVA DE LA CUENCA

A través de la distribución espacial de la precipitación en la cuenca se pudo establecer la variación de esta en la región, y las zonas de más alta pluviosidad.

Se encontró que la precipitación media en la cuenca utilizando las 13 estaciones analizadas es de 1206.6 mm /año. Este valor disminuye a medida que se incluyen mas estaciones, sin embargo, el hecho de que a las demás estaciones no se les pudo hacer análisis de calidad debido a su corto tiempo de registro o por sus registros discontinuos, nos indica que estos valores no se pueden tomar como valores representativos de la precipitación media de la cuenca.

Los valores de precipitación media en la cuenca son valiosos para tener valores confiables de oferta hídrica y por lo tanto ser utilizados en proyectos de planificación del recurso hídrico y toma de decisiones sobre disponibilidad de este recurso.

## 6. CONCLUSIONES

- Después de haber realizado el proceso de selección y análisis de la información de las estaciones del IDEAM (45 en total) se concluye que son 13 las estaciones con una buena calidad en cuanto a la longitud de sus registros (más de 28 años) y consistencia de sus datos. Las demás estaciones no se analizaron debido a los inconvenientes que se han presentado en la toma de datos y a la suspensión de un buen número de ellas.
- En la parte superior de la cuenca se pudo observar un ciclo anual muy bien definido que se ha mantenido invariable a través del tiempo donde se presentan dos periodos secos y dos periodos húmedos atribuidos a la circulación de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT). Mediante el análisis de homogeneidad llevado a cabo a las estaciones de la zona metropolitana de Bucaramanga se pudo determinar una variación en la tendencia mensual de las lluvias a través de los últimos años, observándose un comportamiento anual de la precipitación que no sigue un comportamiento bimodal. A partir del análisis por décadas se muestra que estos cambios de régimen se han venido acentuando en la zona metropolitana de Bucaramanga. Los análisis en el ciclo anual de la precipitación durante los años en los cuales se registraron los fenómenos del ENSO muestran una mejor distribución anual semejante a la que se presenta en la parte alta.
- Después de analizar las variables de número de días de lluvia, precipitación promedio mensual y precipitación máxima en 24 horas se aprecian los efectos del ENSO sobre la cuenca, generando un mayor volumen de precipitación en el primer periodo húmedo del año y disminuciones apreciables hasta del 50% en el periodo seco de mitad de

año. Especialmente estas variaciones se observan en la parte alta de la cuenca cuando se presenta la fase cálida del ENSO. El efecto de la Niña actúa presentando mayores precipitaciones en el segundo periodo del ciclo reflejándose en mayor número de días de lluvia en el mes. Se puede observar que los efectos causados por el ENSO en la cordillera oriental del país, zona en donde se encuentra ubicada la CSRL son menos fuertes e inmediatos que en las cordilleras central y occidental, en donde es notable la influencia de la fase cálida y fase húmeda, provocando inviernos y veranos más intensos.

- La distribución espacial de la precipitación en la cuenca muestra una precipitación promedio anual entre 1148.8 mm/año y 1206.63 mm/año, Se encontró que la precipitación media en la cuenca utilizando las 13 estaciones analizadas es de 1206.6 mm /año. Este valor disminuye a medida que se incluyen mas estaciones, sin embargo, el hecho de que a las demás estaciones no se les pudo hacer análisis de calidad debido a su corto tiempo de registro o por sus registros discontinuos, nos indica que estos valores no se pueden tomar como valores representativos de la precipitación media de la cuenca. Los valores de precipitación media en la cuenca son valiosos para tener valores confiables de oferta hídrica y por lo tanto ser utilizados en proyectos de planificación del recurso hídrico y toma de decisiones sobre disponibilidad de este recurso.
- Los análisis de frecuencia para eventos extremos indicó que durante los periodos húmedos se presentan la mayor cantidad de eventos, sin embargo durante los periodos secos (entre diciembre y febrero) se encontraron los mayores eventos registrados en la mayoría de las estaciones, este análisis juega un papel importante en la prevención de desastres que atenten contra la población produciendo perdidas económicas.

## 7. RECOMENDACIONES

- Se recomienda a las entidades encargadas de la toma de registros climatológicos seguir con ellos, haciendo controles más detallados y estrictos en cuanto a la toma de datos debido a que en algunas estaciones se presentan mayores problemas según sus metadatos, todo esto con el fin de obtener longitudes de registro mucho más grandes con un mayor número de estaciones para poder validar la información y obtener resultados mucho más acertados.
- Debido a las variaciones presentes en el régimen de lluvia sobre la zona metropolitana se recomienda profundizar en el entendimiento de los fenómenos que inciden en este comportamiento integrando variables que pueden ser determinantes como son la altitud del terreno, la humedad de las masas de aire, la temperatura y la dirección del viento para llegar a establecer una representación real de los eventos para predicciones climáticas.
- Los efectos producidos por los fenómenos macroclimáticos en la precipitación de la cuenca analizados en este proyecto sirven de base para continuar en la búsqueda de los factores físicos que interviene en la variación de la lluvia sobre la región.
- Se recomienda tener en cuenta los efectos causados por el fenómeno del ENSO en la región para proyectos de inversión especialmente en la época de verano de mitad de año en la parte alta de la cuenca donde se presentan disminuciones en la precipitación hasta de un 50% con respecto a los periodos normales y mayores aumentos en la precipitación durante el segundo periodo húmedo del año cuando se presenta la fase fría del ENSO.

## BIBLIOGRAFÍA

Hall, M. J., (2002), *urban hydrology and hydraulics notes*. Páginas 12- 18, la influencia del efecto de urbanización en el ciclo hidrológico.

G. E. León A., J. A. Zea M., J. A. Eslava R., *Meteorología Colombiana*, N° 1, páginas 31-38, Marzo 2000, Santa Fe de Bogotá. Papel que ejerce la zona de convergencia intertropical en el comportamiento de la precipitación en el ámbito regional

Mesa O. J., Poveda G., Carvajal L. F. , *Introducción al clima de Colombia*, universidad nacional de Colombia sede Medellín, postgrado en aprovechamiento de recursos hídricos 1997. Imprenta universal nacional. Resumen de los principales fenómenos océano- atmosféricos de gran escala que tienen influencia sobre Colombia, la ENSO y la NAO.

Vélez J. I., Poveda G., Mesa O., *Balances hídricos de Colombia*, colciencias unidad de plantación minero energética UPME, diciembre de 2000, factores que determinan la variabilidad espacial del clima de Colombia.

Maradei Z., Rojas J, *Distribución espacial de variables hidrológicas en la cuenca superior del río Lebrija utilizando geoestadística*; director Sully Gómez Isidro, Universidad Industrial de Santander. Escuela de Ingeniería Civil. Tesis (pregrado), 2002, introducción a la distribución de la precipitación en la cuenca superior del río Lebrija.

Duarte D. *Estudio de valores extremos de precipitación en la cuenca del río de oro*; director Jorge Alberto Guzmán Jaimes Universidad Industrial de Santander. Escuela de Ingeniería Civil. Tesis (pregrado) 2002, recopilación de datos de series históricas de precipitación donde se mira el comportamiento de la precipitación máxima en el tiempo.

Gómez S., Vargas W., Duarte J; *La precipitación en la cuenca superior del río Lebrija*, Grupo de predicción y modelamiento hidroclimático, universidad industrial de Santander, 2002, manejo de la información de la precipitación en la cuenca superior del río Lebrija.

[www.cdmb.gov.co](http://www.cdmb.gov.co) series tiempo totales mensuales de precipitación de las estaciones manejadas por esta entidad

[www.ideam.gov.co](http://www.ideam.gov.co) , listado de las estaciones distribuidas en la cuenca y manejadas por esta entidad.

[http://www.duluthsteams.org/stormwater/stormwater\\_hydrology.html](http://www.duluthsteams.org/stormwater/stormwater_hydrology.html), influencia de la urbanización en el ciclo hidrológico.

<http://earthobservatory.nasa.gov/Newsroom/>, influencia de la urbanización en el ciclo hidrológico.

<http://jguzman.spymac.net/Cursos-UIS.htm>, INTRODUCTION TO HYDROLOGICAL TIME SERIES ANALYSIS, Jorge A. GUZMAN Ma. Librada CHU GRUPO EN PREDICCIÓN Y MODELAMIENTO HIDROCLIMATICO – GPH ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER Revisión: Bucaramanga, Julio 2004.

## **ANEXOS**

## ANEXO A: SERIES DE TIEMPO

### ZONA METROPOLITANA

Tipo	CP	Estacion	2319504
Entidad	01 IDEAM	Latitud	0708 N
Municipio	BUCARAMANGA	Longitud	7306 W
Fecha ins	1957-ENE	Elevacion	1018 m.s.n.m
Fecha sus	2003-Mar	Departamento	SANTANDER

#### ESTACION UIS

Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1975	3.1	114.6	125.7	64.3	228.4	38.8	135.3	79.5	91.2	126.0	264.0	220.5
1976	69.4	220.0	186.6	99.4	123.3	62.3	124.6	82.8	108.4	227.6	56.4	47.5
1977	129.5	45.1	75.0	193.2	133.6	169.0	121.9	36.1	62.5	162.0	136.1	68.0
1978	71.2	132.1	187.4	222.5	165.1	110.4	38.6	109.2	77.8	144.7	61.5	58.0
1979	78.2	48.4	98.2	194.9	110.7	143.2	74.0	136.4	123.7	195.4	285.8	117.6
1980	59.9	120.1	128.6	164.4	158.2	115.9	126.4	72.2	40.9	95.8	98.8	127.5
1981	109.5	96.0	216.1	153.3	220.1	96.4	103.4	93.4	70.4	244.1	67.1	23.1
1982	17.4	151.8	131.0	186.4	77.3	57.3	87.2	81.1	108.6	156.5	54.0	52.9
1983	94.7	23.7	110.2	108.7	90.3	80.3	199.4	138.0	42.0	145.3	59.4	82.8
1984	220.0	91.1	44.9	47.1	164.6	66.3	80.3	72.5	139.5	92.8	129.8	14.1
1985	230.4	55.8	126.0	164.1	54.4	100.5	130.5	53.0	98.2	171.8	81.4	95.8
1986	58.9	64.2	154.7	187.5	131.2	70.1	69.9	102.8	157.2	230.0	112.7	70.4
1987	70.6	67.6	210.8	134.1	194.2	55.0	120.3	36.6	159.6	150.5	84.7	44.4
1988	83.1	173.7	89.8	69.0	121.6	132.0	93.8	174.6	132.1	154.2	225.2	85.2
1989	7.2	24.7	247.8	167.5	149.8	111.9	54.1	99.7	134.8	74.8	54.9	129.8
1990	35.8	95.1	129.2	134.6	101.9	48.9	74.1	96.8	59.1	102.2	154.9	181.6
1991	64.7	5.6	81.2	96.9	135.2	52.8	94.9	82.1	57.2	94.8	163.4	41.7
1992	125.2	107.1	36.1	48.6	138.5	84.0	170.6	65.6	95.3	33.4	138.3	45.1
1993	51.2	163.8	87.1	216.8	250.2	43.4	106.8	59.2	110.1	109.2	151.6	51.6
1994	88.7	103.0	130.2	129.1	227.0	46.3	115.9	71.6	108.7	128.8	188.8	40.0
1995	14.7	179.3	200.4	110.9	113.8	104.8	152.1	92.5	49.9	218.5	29.8	31.9
1996	29.7	89.4	248.8	115.4	67.6	200.5	139.2	74.0	118.5	117.9	88.3	74.1
1997	161.5	47.8	110.0	178.7	117.5	44.2	96.4	28.7	156.0	35.5	78.1	119.0
1998	76.6	182.5	89.1	65.6	248.2	103.4	180.4	31.5	56.3	63.1	49.3	88.4
1999	97.4	152.0	82.0	96.3	154.9	64.6	144.1	102.9	297.3	80.6	177.8	65.4
2000	213.2	155.2	218.6	46.0	97.9	89.5	114.2	60.3	192.0	63.6	96.1	15.2
2001	41.3	22.0	101.4	44.3	312.5	132.0	66.0	79.0	163.1	126.3	180.6	42.0
2002	42.9	55.3	122.6	231.2	126.4	128.9	80.5	34.4	80.3	82.5	67.0	19.4

<b>Tipo</b>	PM	<b>Estacion</b>	2319028
<b>Entidad</b>	01 IDEAM	<b>Latitud</b>	0658 N
<b>Municipio</b>	GIRON	<b>Longitud</b>	7308 W
<b>Fecha ins</b>	1967-JUN	<b>Elevacion</b>	950 m.s.n.m
<b>Fecha sus</b>		<b>Departamento</b>	SANTANDER

**ESTACION PALOGORDO**

<b>Año</b>	<b>ENE</b>	<b>FEB</b>	<b>MAR</b>	<b>ABR</b>	<b>MAY</b>	<b>JUN</b>	<b>JUL</b>	<b>AGO</b>	<b>SEP</b>	<b>OCT</b>	<b>NOV</b>	<b>DIC</b>
1975	10.0	48.0	105.0	146.0	160.0	96.0	60.0	66.0	46.0	146.0	138.0	183.0
1976	47.0	60.0	155.9	83.1	83.2	176.2	28.4	19.6	84.2	164.3	12.7	0.0
1977	2.6	157.9	53.0	32.3	171.0	64.7	64.6	62.0	75.0	160.3	77.6	0.0
1978	38.8	67.3	219.8	172.1	25.9	25.9	19.4	79.0	58.2	179.9	90.5	25.9
1979	36.1	107.4	90.5	252.0	73.7	69.8	62.8	167.4	49.2	123.4	97.2	59.5
1980	31.4	5.2	139.2	129.6	98.4	128.7	43.8	88.8	32.4	74.3	138.1	101.3
1981	81.6	52.2	48.1	185.1	174.5	39.7	30.3	47.1	99.2	208.1	72.3	52.2
1982	18.9	54.5	47.1	119.2	121.3	35.5	99.2	0.0	0.0	175.4	117.0	7.7
1983	9.4	46.9	72.6	138.9	141.9	93.9	74.9	104.5	14.1	146.6	14.1	26.9
1984	19.9	23.4	41.1	47.0	144.4	131.4	72.6	57.0	126.6	173.6	137.2	25.9
1985	26.9	10.5	139.7	164.3	74.0	23.5	67.5	72.9	77.4	83.2	42.2	3.5
1986	0.0	73.9	139.7	23.5	135.0	50.9	70.5	125.2	47.0	164.4	35.2	31.3
1987	83.9	50.1	176.3	86.2	62.6	63.4	123.4	80.2	51.9	143.3	99.8	0.0
1988	9.9	150.8	91.0	31.1	53.7	125.8	264.2	182.0	137.1	156.9	153.3	56.2
1989	7.5	0.0	92.2	122.1	142.1	87.3	83.5	78.5	201.8	79.8	49.8	56.1
1990	3.7	9.9	98.5	62.0	102.2	16.2	12.5	48.7	99.7	78.5	36.1	78.5
1991	47.3	15.0	81.0	149.5	125.9	74.8	110.3	55.9	93.6	70.6	91.6	0.0
1992	25.0	54.1	60.3	95.8	78.0	6.2	70.8	119.8	121.9	21.4	132.6	29.8
1993	63.7	37.3	82.9	131.8	126.7	144.4	96.2	35.6	136.8	138.5	128.6	18.2
1994	44.0	83.8	54.7	119.3	103.6	49.0	80.4	42.3	120.2	126.8	67.9	52.3
1995	26.5	48.9	243.0	24.9	82.9	76.3	66.3	105.3	14.9	81.9	32.4	53.1
1996	101.1	23.2	89.6	92.9	158.4	92.7	100.3	51.3	30.9	155.7	169.2	23.4
1997	62.1	58.5	92.7	54.9	169.2	100.8	44.1	40.5	199.8	52.2	128.7	37.8
1998	128.7	75.6	54.0	67.5	79.2	29.7	54.9	67.5	232.2	137.7	60.3	54.9
1999	45.0	137.7	45.9	41.4	99.9	62.1	30.6	46.8	235.8	174.6	54.9	54.0
2000	96.3	124.2	72.0	72.0	163.8	32.4	36.9	10.8	79.2	111.6	153.9	15.3
2001	54.0	61.2	23.4	75.6	72.0	57.6	170.1	35.1	81.9	81.0	78.3	29.7
2002	9.0	91.8	187.2	70.2	129.6	38.7	25.2	55.8	44.1	90.0	25.2	13.5

<b>Tipo</b>	SO	<b>Estacion</b>	2319513
<b>Entidad</b>	01 IDEAM	<b>Latitud</b>	0708 N
<b>Municipio</b>	LEBRIJA	<b>Longitud</b>	7311 W
<b>Fecha ins</b>	1974-AGO	<b>Elevacion</b>	1189 m.s.n.m
<b>Fecha sus</b>		<b>Departamento</b>	SANTANDER

**ESTACION APTO PALONEGRO**

<b>Año</b>	<b>ENE</b>	<b>FEB</b>	<b>MAR</b>	<b>ABR</b>	<b>MAY</b>	<b>JUN</b>	<b>JUL</b>	<b>AGO</b>	<b>SEP</b>	<b>OCT</b>	<b>NOV</b>	<b>DIC</b>
1975	5.7	74.5	92.7	73.9	200.2	94.3	74.0	104.9	69.9	162.8	220.1	93.3
1976	21.9	151.1	162.8	108.9	80.6	148.0	128.0	123.1	146.6	219.7	19.5	36.0
1977	45.2	30.4	119.3	90.4	122.3	127.8	68.8	65.0	122.1	77.5	137.4	52.8
1978	102.9	119.3	209.7	251.2	95.4	54.5	18.0	101.8	61.4	145.1	73.7	45.0
1979	55.6	76.3	100.6	168.8	71.0	179.3	53.8	121.7	75.3	132.0	239.8	88.2
1980	19.2	67.5	83.8	82.5	141.7	103.5	115.2	83.2	83.6	81.9	123.1	142.4
1981	102.3	102.6	83.5	127.8	184.9	55.6	54.6	182.9	41.4	230.2	75.8	16.4
1982	4.3	139.3	112.0	226.5	182.6	128.6	107.2	83.0	103.8	131.2	82.3	42.1
1983	79.3	22.8	56.2	104.2	111.0	50.8	119.8	74.9	115.4	176.7	12.6	37.5
1984	201.4	92.2	10.4	116.8	156.8	69.1	58.4	115.8	98.9	143.3	159.2	2.9
1985	144.5	39.6	86.0	149.7	49.8	58.3	124.2	61.1	72.4	133.8	79.1	52.4
1986	106.4	17.1	116.8	153.8	127.9	53.0	93.8	66.2	77.2	200.3	61.0	8.7
1987	38.5	47.0	214.1	250.8	162.8	87.6	151.1	75.5	74.7	124.7	103.1	13.0
1988	8.3	121.2	63.2	152.5	92.1	93.3	90.7	120.6	116.7	198.6	183.1	25.0
1989	4.8	5.4	237.9	132.0	127.1	64.5	81.6	44.3	129.6	74.3	49.2	71.2
1990	26.1	83.3	232.4	154.5	64.4	70.1	30.4	38.8	86.1	91.4	136.8	210.7
1991	17.1	31.1	164.2	121.9	131.6	54.3	76.6	74.6	138.9	141.6	125.1	8.9
1992	20.4	58.2	36.8	103.3	108.6	57.7	131.4	81.7	108.6	49.8	197.2	89.3
1993	22.6	42.7	89.2	215.1	103.8	63.2	111.0	105.9	107.8	139.7	148.8	11.2
1994	105.4	44.5	112.0	148.6	165.6	24.0	67.7	66.0	127.6	84.4	252.4	67.7
1995	9.3	74.3	234.3	156.6	91.3	82.6	78.8	153.3	66.2	164.9	65.6	66.1
1996	50.0	106.8	257.3	86.7	72.7	149.1	123.8	40.6	175.6	231.2	101.2	23.0
1997	102.2	33.1	34.1	129.7	173.8	58.7	135.9	32.7	127.0	110.4	115.5	102.7
1998	60.5	286.9	70.4	101.2	159.6	59.7	99.3	63.8	83.8	158.4	114.8	46.6
1999	59.3	97.4	68.1	82.6	99.6	59.1	159.5	65.0	158.0	157.4	157.3	64.8
2000	273.5	229.4	64.8	49.5	107.5	129.3	53.0	49.3	140.5	98.3	110.7	41.4
2001	105.2	34.8	73.7	69.5	106.8	94.7	61.5	59.2	87.5	228.5	197.7	93.7
2002	26.9	14.6	90.8	183.0	108.2	91.0	40.0	38.2	62.4	115.5	69.7	8.5

<b>Tipo</b>	CO	<b>Estacion</b>	2319511
<b>Entidad</b>	01 IDEAM	<b>Latitud</b>	0703 N
<b>Municipio</b>	GIRON	<b>Longitud</b>	7311 W
<b>Fecha ins</b>	1971-JUL	<b>Elevacion</b>	777 m.s.n.m
<b>Fecha sus</b>		<b>Departamento</b>	SANTANDER

**ESTACION LLANO GRANDE**

<b>Año</b>	<b>ENE</b>	<b>FEB</b>	<b>MAR</b>	<b>ABR</b>	<b>MAY</b>	<b>JUN</b>	<b>JUL</b>	<b>AGO</b>	<b>SEP</b>	<b>OCT</b>	<b>NOV</b>	<b>DIC</b>
1975	3.8	97.1	72.7	119.6	149.8	57.2	98.5	77.8	48.7	116.3	116.2	116.0
1976	56.4	98.2	111.9	80.4	94.8	125.0	91.0	39.3	118.8	129.1	16.3	6.9
1977	9.0	77.7	66.1	29.4	83.9	148.5	70.1	40.8	52.0	213.0	102.9	1.1
1978	69.9	110.0	96.5	186.8	60.0	116.6	8.9	76.7	61.8	138.1	57.0	23.2
1979	50.3	56.4	122.5	174.5	135.5	132.2	91.8	96.4	34.6	124.0	159.9	44.2
1980	25.9	37.2	102.8	84.7	131.2	111.1	54.7	111.2	67.1	84	126.5	95.4
1981	68.0	59.9	89.8	129.1	142.8	84.5	31.5	93.6	49.8	177.4	45.9	39.4
1982	27.8	38.9	66.4	184.0	120.8	37.0	148.7	107.9	132.2	92.0	36.8	7.4
1983	27.6	45.7	90.6	115.4	124.9	94.9	71.4	68.3	27.6	119.5	26.1	19.4
1984	50.5	8.3	13.2	36.7	134.1	83.9	42.7	72.0	101.3	145.2	121.5	17.6
1985	7.0	38.0	134.4	178.0	46.8	55.2	58.3	102.5	119.5	114.1	47.6	7.0
1986	8.3	26.4	97.3	76.0	101.1	26.6	80.8	122.0	79.5	183.2	51.2	6.2
1987	109.3	34.3	247.0	148.1	115.8	60.9	155.0	64.4	74.0	162.1	48.6	16.0
1988	10.4	79.1	50.0	90.4	30.5	61.5	94.1	148.2	77.3	106.2	174.4	44.9
1989	4.8	7.4	131.7	48.3	81.7	72.2	74.2	46.1	115.9	123.4	41.5	36.9
1990	15.8	16.1	233.4	77.8	113.9	22.8	27.6	50.2	87.0	86.3	100.1	65.8
1991	10.7	19.9	96.1	104.6	64.5	43.9	72.5	99.1	117.2	75.2	79.1	7.4
1992	17.5	68.0	25.7	153.1	72.5	27.7	118.7	60.2	98.7	37.9	170.7	15.3
1993	11.0	33.8	92.0	109.7	98.9	71.1	41.6	51.7	98.0	55.2	121.6	5.9
1994	96.7	34.4	37.8	162.1	69.7	40.8	42.7	62.5	107.5	96.8	105.7	61.3
1995	19.4	16.3	117.8	87.8	37.0	29.7	124.2	134.5	56.9	148.1	37.8	42.3
1996	33.9	62.1	86.3	51.3	152.3	133.3	138.6	88.7	105.5	104.0	89.2	12.6
1997	44.7	52.1	76.2	153.7	149.1	56.8	55.4	41.7	125.5	76.3	88.2	3.6
1998	123.8	130.1	123.3	58.7	73.6	44.2	110.6	32.2	108.6	207.0	48.1	40.8
1999	28.8	70.4	95.6	52.4	58.1	73.5	59.9	73.4	208.9	83.6	84.1	58.6
2000	117.5	114.3	78.5	30.4	165.6	67.1	39.2	46.6	135.8	133.9	85.5	27.6
2001	32.5	28.9	142.4	51.0	26.6	71.9	114.7	40.1	65.2	177.9	120.3	15.9
2002	5.6	28.5	174.0	87.0	174.5	102.9	66.3	33.9	47.6	75.0	76.9	35.6

<b>Tipo</b>	PG	<b>Estacion</b>	2319070
<b>Entidad</b>	01 IDEAM	<b>Latitud</b>	0700 N
<b>Municipio</b>	PIEDECUESTA	<b>Longitud</b>	7305 W
<b>Fecha ins</b>	1970-JUL	<b>Elevacion</b>	1000 m.s.n.m
<b>Fecha sus</b>		<b>Departamento</b>	SANTANDER

**ESTACION GRANJA PIEDECUESTA**

<b>Año</b>	<b>ENE</b>	<b>FEB</b>	<b>MAR</b>	<b>ABR</b>	<b>MAY</b>	<b>JUN</b>	<b>JUL</b>	<b>AGO</b>	<b>SEP</b>	<b>OCT</b>	<b>NOV</b>	<b>DIC</b>
1975	22.8	97.1	192.2	148.1	248.8	61.2	81.3	69.3	117.6	119.2	291.7	200.9
1976	22.8	97.1	192.2	148.1	248.8	61.2	81.3	69.3	117.6	119.2	291.7	200.9
1977	22.8	97.1	192.2	148.1	248.8	61.2	81.3	69.3	117.6	119.2	291.7	200.9
1978	31.7	157.9	217.8	233.4	144.8	127.3	35.4	105.7	98.7	141.4	67.3	29.2
1979	113.3	108.4	182.3	259.8	148.4	152.2	109.5	137.8	82.7	220.1	257.2	73.9
1980	96.3	91.4	302.1	214.0	248.0	212.5	63.4	122.0	138.5	155.8	166.6	142.8
1981	145.0	120.3	109.4	300.9	205.0	93.9	59.2	163.6	167.2	219.2	121.2	37.0
1982	74.7	106.7	158.5	193.2	196.5	40.9	137.4	146.9	181.8	123.7	30.4	53.3
1983	83.4	55.1	54.0	88.8	191.9	120.4	56.3	80.2	72.0	165.7	73.5	108.2
1984	18.7	61.5	92.5	161.9	140.8	98.6	119.0	123.0	141.7	196.1	169.2	11.0
1985	81.2	6.5	254.5	234.2	87.8	79.3	53.3	63.8	171.2	126.5	66.1	33.9
1986	22.1	138.0	145.7	176.0	175.1	74.2	77.7	98.7	203.1	283.3	82.9	49.1
1987	103.3	60.7	175.4	170.8	197.3	56.1	172.6	100.5	85.4	162.0	64.4	29.9
1988	107.5	276.4	72.3	89.7	136.9	219.5	170.2	167.6	139.8	192.7	185.8	127.3
1989	14.6	38.1	243.2	75.8	151.5	137.3	49.7	105.0	108.1	174.7	91.3	111.6
1990	51.5	24.1	210.9	102.9	81.6	22.8	40.3	60.3	135.7	147.9	150.6	103.4
1991	128.8	86.1	116.5	89.6	118.1	49.9	114.6	34.7	70.8	110.1	172.2	53.9
1992	146.1	30.9	232.4	33.5	140.0	80.7	98.6	79.0	80.1	43.4	194.7	32.1
1993	67.5	94.7	228.9	173.3	145.3	77.4	77.5	73.1	131.5	113.3	176.4	47.0
1994	90.2	165.4	112.6	153.5	154.6	29.6	123.4	89.8	162.8	154.9	175.3	108.4
1995	48.0	57.3	136.7	97.6	96.6	103.1	93.2	118.0	61.1	256.5	86.7	159.4
1996	16.3	96.5	325.2	160.3	227.0	102.8	131.3	59.9	106.3	326.3	147.7	53.5
1997	36.0	76.0	167.5	144.7	199.9	41.4	30.6	25.7	146.8	85.9	124.4	111.6
1998	201.0	151.2	105.1	128.3	157.4	63.9	99.8	80.9	145.4	168.5	115.7	76.4
1999	84.7	220.9	141.4	120.9	121.3	63.9	71.4	59.6	364.3	138.3	127.6	64.5
2000	156.7	137.5	124.9	96.7	108.2	147.6	89.5	67.6	154.7	133.8	80.3	61.6
2001	105.7	52.3	137.6	59.6	128.6	126.3	85.6	65.7	113.9	211.5	180.9	93.5
2002	75.5	44.9	224.0	159.6	194.4	104.0	124.5	50.1	112.3	53.7	66.2	51.1

## PARTE ALTA DE LA CUENCA

<b>Tipo</b>	CP	<b>Estacion</b>	3701502
<b>Entidad</b>	01 IDEAM	<b>Latitud</b>	0711 N
<b>Municipio</b>	TONA	<b>Longitud</b>	7252 W
<b>Fecha ins</b>	1968-MAY	<b>Elevacion</b>	3214 m.s.n.m
<b>Fecha sus</b>		<b>Departamento</b>	SANTANDER

### ESTACION BERLIN

<b>Año</b>	<b>ENE</b>	<b>FEB</b>	<b>MAR</b>	<b>ABR</b>	<b>MAY</b>	<b>JUN</b>	<b>JUL</b>	<b>AGO</b>	<b>SEP</b>	<b>OCT</b>	<b>NOV</b>	<b>DIC</b>
1972	32.8	28.6	60.9	177.9	63	49.4	28	9.2	40.8	85.5	38.3	17.4
1973	10.5	0	11.1	44.8	22.2	25.2	42.1	60.7	92.8	64.8	73.5	50.5
1974	9.3	26.7	51.6	100.1	113.3	31.5	37.7	45.6	124.8	50.3	92.8	0
1975	27.7	26.9	18.7	107.7	93.7	67.4	52.0	46.7	86.8	137.7	122.9	96.1
1976	11.9	8.6	72.1	108.0	56.6	81.2	43.7	21.2	50.7	144.4	21.9	17.8
1977	3.3	0.2	19.3	79.0	108.6	95.8	36.1	33.4	63.4	94.5	77.0	3.3
1978	0.7	38.6	93.3	129.6	79.9	81.6	43.9	114.3	99.3	82.5	19.5	9.1
1979	2.9	26.4	24.4	97.6	104.7	129.6	51.1	44.8	89.4	126.2	90.7	25.9
1980	8.3	149.6	1.2	41.3	83.9	66.5	61.9	52.9	87.7	57.8	59.5	14
1981	0.0	29.7	12.3	138.6	176.1	59.3	20.0	80.9	97.5	120.0	18.6	21.0
1982	6.8	97.8	51.7	214.2	137.7	32.6	39.3	54.7	69	60.1	18.9	9.3
1983	1.8	7.5	27.1	163.6	86.5	75.1	72.4	29.2	26.6	55.2	5.1	13.8
1984	14.5	10.1	3.2	67.4	55.0	45.3	69.7	79.5	120.7	82.9	69.2	5.6
1985	23.6	12.9	27.9	44.1	91.6	40.7	52.7	47.3	53.0	102.5	36.8	41.7
1986	18.4	40.1	16.6	169.4	116.8	85	47.6	49.5	80.8	95.5	36.9	25.5
1987	8.9	8.9	27.6	40.0	150.6	14.7	52.2	37.8	100.6	214.4	37.7	16.6
1988	12.0	51.8	43.4	77.4	76.6	66.6	66.6	133.6	129.4	71.9	106.4	45.5
1989	11.1	16.9	62.5	14.2	100.2	45.7	39.2	29.5	131.7	83.8	23.5	41.5
1990	16.3	18.4	86.9	86.6	62.4	66.6	62.4	95.4	70.4	113.9	38.4	38.6
1991	23.4	8.2	95.2	59.3	71.9	35.2	65.8	55.0	74.8	58.8	61.3	15.4
1992	6.5	3.3	1.3	48.1	66.6	33.9	79.8	81.9	43.2	38.3	47.2	23.9
1993	30.4	10.4	28.8	66.9	187.4	47.0	41.7	27.5	117.8	60.0	70.0	12.5
1994	13.6	37.0	19.5	81.0	81.7	33.5	44.2	41.4	83.1	72.9	86.2	9.9
1995	14.0	25.8	27.6	93.1	67.6	55.8	44.8	201.5	154.5	177.4	17.4	14.2
1996	7.7	42.1	67.0	34.6	39.8	92.9	63.2	70.2	61.0	112.2	35.8	6.1
1997	7.8	15.6	33.6	38.4	86.2	52.7	51.5	41.8	77.7	104.1	23.6	7.7
1998	15.7	1.5	32.9	135.2	101.6	92.5	33.3	59.5	105.1	111.6	46.7	46.2
1999	15.6	32.4	16.0	107.7	25.7	61.6	47.6	86.6	106.0	96.6	117.5	15.2
2000	23.5	54.7	16.3	33.9	32.0	40.9	49.1	32.8	119.2	81.9	81.2	14.4
2001	1.3	31.4	47.8	6.2	61.7	44.8	39.4	44.9	78.2	79.7	17.2	27.5
2002	15.8	7.0	29.1	71.1	70.8	92.8	38.7	28.0	83.9	48.4	2.5	13.9
2003	3.4	7.4	38.5	86.3	36.9	69.0	68.3	49.0	80.0	123.2	49.9	29.4

<b>Tipo</b>	CO	<b>Estacion</b>	2319520
<b>Entidad</b>	01 IDEAM	<b>Latitud</b>	0729 N
<b>Municipio</b>	SURATA	<b>Longitud</b>	7300 W
<b>Fecha ins</b>	1971-JUN	<b>Elevacion</b>	1850 m.s.n.m
<b>Fecha sus</b>		<b>Departamento</b>	SANTANDER

**ESTACION CACHIRI**

<b>Año</b>	<b>ENE</b>	<b>FEB</b>	<b>MAR</b>	<b>ABR</b>	<b>MAY</b>	<b>JUN</b>	<b>JUL</b>	<b>AGO</b>	<b>SEP</b>	<b>OCT</b>	<b>NOV</b>	<b>DIC</b>
1972	145	15.5	84.8	213.4	132.3	58.6	1.809	19.9	51.16	138.8	53.78	67.71
1973	4.467	0	32.94	96.97	31.88	33.21	39.85	111.6	209.9	103.6	124.9	37.2
1974	5.025	8.709	6.029	213.9	231.5	5.862	11.56	13.73	185.4	120.3	157.4	0
1975	26.0	13.2	48.5	81.2	137.8	38.5	86.6	37.3	186.9	324.8	285.7	118.2
1976	22.4	6.5	74.2	34.9	105.9	20.4	5.1	29.6	41.4	152.1	76.7	6.0
1977	2.1	0.0	33.4	40.9	238.1	125.6	7.3	69.0	122.1	376.3	245.8	0.2
1978	0.0	12.9	61.7	284.0	86.4	80.1	36.4	147.6	152.3	138.2	59.7	0.0
1979	3.1	27.3	59.7	284.2	361.2	204.1	79.1	91.2	240.6	463.5	205.7	52.0
1980	21.1	64.7	11.8	147.1	157.5	80.7	15.9	213.6	127.3	142.3	229.7	47.1
1981	2.4	63.6	42.9	366.9	303.1	111.0	34.3	119.2	110.3	239.2	65.5	30.6
1982	4.7	81.0	39.7	293.7	245.4	54.14	40.3	36.34	114.7	189.3	39.7	9.484
1983	0.8	1.5	12.6	170.5	126.1	99.9	24.1	28.7	18.5	118.6	19.2	27.5
1984	33.7	5.0	25.9	116.6	89.8	10.9	54.2	77.4	158.2	157.5	144.4	7.8
1985	11.0	56.1	62.8	84.7	148.7	44.3	58.0	99.0	117.7	131.9	68.6	11.0
1986	37.52	63.79	52.37	259.4	174.9	69.92	5.8	22.7	134.2	274.7	75.1	5.791
1987	10.9	1.9	20.3	82.5	148.3	54.0	33.2	68.7	121.6	268.7	130.7	9.6
1988	3.2	97.9	23.8	125.0	92.2	106.6	23.4	209.9	157.3	254.8	130.1	36.5
1989	12.7	31.5	90.9	18.8	94.3	29.8	20.1	77.0	191.9	115.1	27.7	88.4
1990	12.8	36.5	64.7	125.8	30.7	63.9	17.3	90.6	80.5	325.3	131.9	71.2
1991	21.8	1.3	116.3	99.4	189.9	60.9	10.2	32.0	100.3	121.8	160.9	6.7
1992	10.0	22.9	3.7	67.4	129.5	27.2	48.5	83.8	104.2	36.4	114.2	19.3
1993	39.3	11.2	18.7	201.6	224.3	38.4	25.8	15.1	157.6	78.9	103.0	17.8
1994	13.8	47.2	42.2	173.6	148.8	16.0	36.2	34.0	112.4	236.0	123.9	25.3
1995	16.3	14.7	87.0	83.1	164.1	91.6	54.9	136.2	153.9	206.8	15.3	13.3
1996	12.5	27.6	99.5	62.2	68.7	73.8	185.2	100.9	126.0	197.0	117.8	22.3
1997	15.8	8.4	62.6	88.4	98.8	31.9	23.5	33.8	109.2	112.3	45.0	5.0
1998	11.1	16.1	56.9	167.6	132.4	83.5	41.1	80.0	136.3	207.3	48.1	89.5
1999	8.7	97.7	25.6	195.2	150.6	51.9	38.5	120.3	163.9	164.6	156.6	37.4
2000	15.7	19.8	30.8	22.2	66.3	73.5	51.7	13.9	169.7	89.7	116.3	41.1
2001	21.6	21.1	53.9	13.7	115.6	21.2	15.1	24.2	109.9	125.6	62.5	29.6
2002	0.2	14.6	66.2	143.2	160.0	62.4	7.8	14.7	179.9	102.2	13.2	90.0
2003	14.1	7.7	35.6	174.1	29.6	105.4	42.3	126.4	159.5	212.8	104.0	53.1

<b>Tipo</b>	PM	<b>Estacion</b>	2319030
<b>Entidad</b>	01 IDEAM	<b>Latitud</b>	0707 N
<b>Municipio</b>	TONA	<b>Longitud</b>	7258 W
<b>Fecha ins</b>	1967-JUL	<b>Elevacion</b>	3310 m.s.n.m
<b>Fecha sus</b>		<b>Departamento</b>	SANTANDER

#### ESTACION PICACHO

Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1972	85	97	170	320	273	167	30	118	129	216	141	34
1973	1.5	4	48	101	63.5	117	46	162	270	204	177.5	100
1974	6	114	93.5	199	240.5	35	34	165	210	276	232	1
1975	12.0	83.0	140.0	158.0	284.0	72.0	105.0	124.0	285.0	312.0	284.0	362.1
1976	20.0	68.0	166.0	262.1	206.8	145.0	60.0	66.0	123.0	327.0	71.0	67.0
1977	2.0	14.0	33.0	262.0	332.0	123.0	27.0	42.0	119.0	181.7	145.3	4.0
1978	34.5	55.4	205.7	332.7	269.4	195.2	140.7	200.2	190.5	335.9	172.0	70.4
1979	17.1	26.1	2.0	285.6	306.7	321.7	169.1	250.5	265.4	407.3	211.0	63.2
1980	35.1	71.3	22.1	72.3	169.3	115.4	95.5	150.2	186.9	132.8	161.8	134.6
1981	3.0	77.4	56.2	395.7	400.2	199.0	154.8	244.6	192.4	226.6	84.9	48.0
1982	40.4	165.8	56.7	474.7	309.4	101.9	77.5	38.7	136.2	226.9	44.9	38.5
1983	12.4	7.2	43.6	345.5	239.4	136.5	149.0	74.0	37.4	163.3	68.6	81.1
1984	3.1	28.9	21.8	138.4	113.5	39.5	178.1	248.8	323.7	280.5	336.2	11.6
1985	46.5	14.8	82.8	143.9	222.2	222.2	100.6	162.0	201.0	201.2	117.0	96.8
1986	45.9	91.4	52.5	292.4	242.6	186.4	243.3	140.0	296.0	289.9	83.8	10.9
1987	25.4	79.6	83.1	211.9	305.0	70.2	71.0	61.0	107.6	328.1	194.9	63.0
1988	16.7	172.3	27.4	250.7	141.5	325.6	77.3	507.5	266.5	291.3	325.6	58.3
1989	108.1	41.8	142.7	104.7	193.7	87.9	49.9	137.9	268.5	168.7	101.2	82.0
1990	40.4	82.0	128.6	240.8	148.0	111.0	130.0	142.0	128.0	255.0	166.0	66.0
1991	22.0	2.0	126.0	208.0	262.0	74.0	10.0	129.0	175.0	156.0	243.0	14.0
1992	21.0	12.0	9.0	123.0	170.0	107.0	114.0	134.0	85.0	111.0	108.0	69.0
1993	79.0	13.0	82.0	231.9	262.0	107.0	70.0	89.0	274.0	141.0	132.0	47.0
1994	69.0	218.9	85.0	258.9	254.9	32.0	22.0	82.0	216.0	216.0	264.9	26.0
1995	11.0	60.0	82.0	330.3	216.7	192.9	92.0	284.7	201.3	257.9	49.0	85.9
1996	41.8	46.2	217.0	100.1	251.0	281.9	228.9	202.5	187.1	186.0	121.3	27.5
1997	39.6	35.2	57.3	111.2	209.5	27.9	99.6	85.5	210.9	63.4	135.0	0.0
1998	11.1	68.6	99.6	258.8	300.8	231.7	123.8	160.5	121.3	264.1	137.5	137.6
1999	78.2	187.4	100.0	151.5	229.7	126.5	131.3	267.2	337.7	304.4	250.0	103.1
2000	61.2	217.3	89.0	89.2	92.3	120.3	93.9	67.4	142.4	92.5	84.5	39.1
2001	18.8	65.6	73.5	59.4	222.0	92.3	98.5	92.4	198.6	226.7	184.6	34.5
2002	12.6	12.6	93.7	220.8	204.7	286.2	89.5	101.9	203.4	194.1	37.5	67.7
2003	17.4	55.0	69.1	131.6	97.0	156.5	181.4	56.5	362.7	198.8	87.9	85.0

<b>Tipo</b>	PM	<b>Estacion</b>	2319040
<b>Entidad</b>	01 IDEAM	<b>Latitud</b>	0709 N
<b>Municipio</b>	FLORIDABLANCA	<b>Longitud</b>	7302 W
<b>Fecha ins</b>	1968-ENE	<b>Elevacion</b>	1779 m.s.n.m
<b>Fecha sus</b>		<b>Departamento</b>	SANTANDER

#### ESTACION LA GALVICIA

Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1972	82	128	224	250	315	220	102	137	138	209	66	76
1973	7	48	58	58	145	126	108	197	363	182	125	144
1974	88	82	276	238	138	94	108	216	234	294	155	15
1975	65.0	102.0	81.0	125.0	248.0	94.0	159.0	129.0	157.0	140.0	390.0	289.0
1976	94.0	233.0	183.0	76.0	243.0	129.0	154.0	70.0	139.0	305.0	98.0	46.0
1977	201.0	4.0	111.9	242.0	213.0	201.2	158.8	87.8	112.9	186.9	244.2	147.2
1978	62.6	64.8	273.6	194.0	230.9	206.0	67.8	142.0	75.1	183.8	93.3	128.9
1979	96.0	123.0	129.0	223.0	177.0	216.0	224.0	257.0	210.0	388.0	269.0	121.0
1980	93.0	240.0	76.0	237.0	141.9	135.4	155.2	101.4	162.0	160.8	227.9	110.1
1981	187.8	332.5	106.2	286.6	245.8	269.7	168.3	370.7	263.4	304.7	99.4	90.5
1982	59.3	226.0	274.5	418.3	222.7	169.1	177.4	56.2	321.4	216.3	97.7	74.5
1983	60.5	91.7	96.5	196.5	62.9	29.0	150.1	124.7	112.2	242.0	75.7	67.1
1984	107.5	125.5	131.2	83.3	149.2	175.2	82.2	199.2	267.8	228.2	296.0	17.7
1985	288.9	88.4	210.5	87.5	219.9	217.5	216.4	164.6	227.8	141.1	198.7	77.3
1986	164.4	169.7	105.2	128.3	170.8	264.6	269.5	132.4	213.0	470.4	100.4	27.6
1987	36.3	14.9	194.6	168.9	208.7	104.6	124.4	97.6	165.2	227.7	150.2	55.4
1988	104.7	217.7	108.7	175.4	159.1	349.7	195.4	418.6	195.3	368.6	282.6	148.4
1989	22.8	50.5	232.7	87.8	316.9	62.9	105.7	83.7	146.9	291.8	95.6	107.8
1990	60.6	59.8	195.0	213.8	200.1	106.0	120.4	172.1	63.4	256.7	193.2	108.7
1991	117.8	44.4	220.3	182.2	213.0	124.0	228.2	160.4	184.9	196.7	173.9	59.8
1992	97.9	48.1	13.4	172.7	223.1	131.2	188.4	140.0	112.2	84.0	187.3	91.9
1993	56.0	133.3	117.9	179.4	206.3	141.2	121.0	153.7	157.1	201.9	179.4	52.7
1994	109.7	148.0	133.5	133.5	266.8	108.9	137.8	180.4	167.1	160.2	269.3	64.5
1995	33.7	79.2	112.9	183.7	175.2	197.4	179.6	256.2	186.6	357.0	78.2	110.8
1996	110.0	110.9	280.7	198.5	180.1	302.7	199.3	123.7	130.1	218.4	69.0	153.0
1997	92.3	44.0	152.3	243.7	61.0	130.6	119.3	49.5	213.2	107.6	135.4	58.3
1998	81.5	117.4	83.4	125.5	295.9	286.6	214.9	157.8	192.5	208.9	158.7	202.3
1999	95.9	159.6	200.7	128.1	194.6	203.7	254.3	217.6	386.0	238.6	262.3	42.2
2000	304.7	145.2	129.8	96.0	165.9	91.5	116.7	180.1	239.3	166.8	117.4	34.2
2001	30.5	47.6	126.4	97.6	140.9	78.0	83.6	96.1	111.2	146.2	163.2	124.5
2002	60.0	35.0	123.0	157.0	166.7	241.1	82.4	75.5	140.8	118.5	63.7	26.1
2003	82.5	228.4	85.2	144.3	168.4	148.0	140.8	121.2	217.1	190.8	186.4	114.8

<b>Tipo</b>	PM	<b>Estacion</b>	2319038
<b>Entidad</b>	01 IDEAM	<b>Latitud</b>	0712 N
<b>Municipio</b>	LEBRIJA	<b>Longitud</b>	7313 W
<b>Fecha ins</b>	1967-NOV	<b>Elevacion</b>	855 m.s.n.m
<b>Fecha sus</b>		<b>Departamento</b>	SANTANDER

#### ESTACION PALMAS

Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1972	91.2	56.9	100.5	270.6	108.5	116.6	93.8	86.5	71.1	79	184.9	54.9
1973	68.3	134	25.9	115.1	78.36	67.2	78.7	122.6	188.1	81.3	306	245.3
1974	25.9	140.3	131.5	155.5	118.4	71.5	8.5	105.3	148.4	212.8	132.5	135.3
1975	1.3	151.5	145.1	215.4	146.1	36.6	118.1	103.9	24.8	262.3	417.1	178.3
1976	71.0	74.6	105.1	96.9	91.0	74.0	32.5	31.0	106.5	310.5	127.2	94.7
1977	113.1	37.7	74.0	69.6	150.9	242.6	68.3	63.0	288.5	67.7	167.9	61.2
1978	118.6	177.0	278.4	518.3	216.2	109.0	28.8	95.7	148.3	334.9	105.2	90.9
1979	28.7	39.3	58.5	319.7	125.4	167.4	43.1	65.0	95.6	138.8	231.5	114.8
1980	29.6	183.7	62.2	322.3	81.4	77.5	123.3	58.4	122.4	119.5	158.8	129.1
1981	88.0	138.7	71.9	266.8	204.7	55.5	42.1	154.0	91.8	243.0	53.5	37.3
1982	23.9	262.2	174.9	168.6	119.9	0	17.0	46.4	130.2	107.5	83.7	79.26
1983	99.6	2.3	201.4	164.1	147.1	23.7	217.2	73.5	67.9	129.0	10.2	93.9
1984	161.9	56.6	59.9	178.8	295.4	62.3	48.7	83.7	149.3	395.9	254.6	5.7
1985	192.4	84.9	96.1	230.9	41.8	58.8	124.5	197.0	78.0	241.0	101.8	92.9
1986	67.9	110.9	212.7	126.7	264.8	130.2	17.0	11.3	113.2	278.3	179.0	79.2
1987	79.2	35.1	314.6	122.3	250.1	134.7	72.5	118.7	81.5	45.2	101.7	113.2
1988	6.8	262.5	71.3	133.5	124.6	112.1	131.3	142.6	147.1	391.5	348.6	73.6
1989	5.7	47.6	321.6	123.4	182.3	52.1	89.5	126.8	142.8	72.3	195.6	178.7
1990	54.4	150.5	270.6	224.0	106.5	45.3	26.0	83.8	165.2	133.7	160.6	175.3
1991	54.3	86.0	202.7	114.4	169.8	34.0	49.8	88.4	195.8	165.3	229.7	11.4
1992	49.9	100.7	12.5	101.9	118.8	29.5	85.0	42.9	139.2	83.8	338.5	39.7
1993	110.9	32.8	219.6	236.5	190.1	60.0	56.6	100.7	126.7	66.8	187.8	6.8
1994	103.0	95.1	88.2	140.4	153.9	13.6	105.2	47.5	220.7	189.0	246.7	132.5
1995	0.0	61.2	235.5	152.9	125.8	138.1	130.1	114.4	89.5	233.3	105.3	149.4
1996	73.7	113.2	421.2	133.7	117.8	260.3	115.5	66.8	146.4	193.6	172.0	41.9
1997	133.5	54.4	6.8	130.2	161.9	59.0	27.2	31.6	236.5	153.8	140.4	53.2
1998	63.4	354.3	148.3	126.8	278.5	107.6	56.5	108.7	96.2	141.6	239.9	80.3
1999	80.4	96.1	131.3	111.1	160.6	113.2	88.3	42.0	131.3	279.7	219.1	92.1
2000	155.9	244.0	114.4	24.7	114.3	49.5	30.7	22.3	151.1	128.7	138.1	0.0
2001	20.5	17.1	162.1	6.8	134.8	40.1	82.0	6.9	73.6	243.9	195.3	82.7
2002	40.2	12.0	92.2	208.8	96.5	94.1	28.2	97.4	31.8	97.2	56.4	73.4
2003	2.7	106.6	152.9	80.3	39.5	97.3	33.4	87.9	140.9	180.0	610.4	127.2

<b>Tipo</b>	CO	<b>Estacion</b>	2319509
<b>Entidad</b>	01 IDEAM	<b>Latitud</b>	0721 N
<b>Municipio</b>	SURATA	<b>Longitud</b>	7300 W
<b>Fecha ins</b>	1968-SEP	<b>Elevacion</b>	1725 m.s.n.m
<b>Fecha sus</b>		<b>Departamento</b>	SANTANDER

**ESTACION VIVERO SURATA**

<b>Año</b>	<b>ENE</b>	<b>FEB</b>	<b>MAR</b>	<b>ABR</b>	<b>MAY</b>	<b>JUN</b>	<b>JUL</b>	<b>AGO</b>	<b>SEP</b>	<b>OCT</b>	<b>NOV</b>	<b>DIC</b>
1972	55	47	106.5	203.4	135.3	94.2	11.7	16.1	94	182.7	74.9	52.8
1973	0	0	101.4	104.8	17.9	74.9	40.1	81.8	163.8	91.1	111.1	125.7
1974	24.4	54.8	83.7	140.3	142.8	37.7	17.4	46.9	165.3	233.2	130.6	7.6
1975	28.9	36.4	78.9	70.9	125.1	34.7	76.1	56.6	135.4	213.8	232.0	171.9
1976	19.8	35.5	109.3	311.3	168.0	40.5	22.1	42.9	84.3	269.5	48.0	87.2
1977	8.9	2.2	77.2	113.8	150.3	83.4	41.5	24.0	169.5	177.6	207.7	9.7
1978	35.2	13.7	163.2	244.0	183.0	52.7	18.2	79.8	73.1	201.1	42.6	16.9
1979	20.0	31.1	58.3	228.6	263.2	83.5	72.4	157.9	143.2	193.4	71.7	18.7
1980	37.1	46.1	11.0	75.5	159.0	70.8	19.3	75.3	103.9	150.1	102.3	89.4
1981	8.1	84.5	37.4	274.2	260.8	123.2	36.0	134.8	91.2	189.7	56.5	38.2
1982	28.7	90.7	71.8	275.6	219.4	61.1	18.6	20.8	156.5	170.1	75.7	15
1983	2.9	1.7	21.2	214.9	215.3	51.6	27.9	51.3	29.8	138.9	66.4	66.1
1984	24.9	51.9	56.5	92.6	140.4	4.6	45.6	110.9	202.3	219.8	160.9	20.4
1985	13.1	43.5	73.9	70.3	155.3	57.5	68.4	76.2	132.4	167.6	90.9	134.2
1986	28.5	58.1	62.1	278.1	134.6	34.8	12.4	36.2	177.9	230.7	98.3	19.5
1987	22.6	5.4	45.5	68.5	129.2	88.5	23.8	38.6	126.2	290.2	148.1	60.1
1988	19.6	77.7	39.6	114.6	78.0	86.0	38.4	218.7	136.3	258.2	240.3	36.8
1989	52.5	35.9	129.3	60.9	75.9	38.8	20.8	78.5	116.1	137.2	35.0	53.0
1990	30.8	84.0	106.1	254.0	61.0	91.3	17.8	68.3	53.4	203.4	117.3	76.9
1991	15.2	3.1	97.3	142.1	154.9	46.2	8.5	11.1	88.8	89.1	164.8	24.3
1992	31.3	33.4	25.0	75.1	232.7	73.4	21.5	34.6	43.3	71.0	112.8	62.0
1993	31.3	9.3	70.2	182.3	197.5	30.7	15.5	28.8	99.3	97.2	198.6	39.1
1994	24.1	31.1	77.7	241.6	68.5	21.5	18.9	39.3	138.9	155.4	230.9	23.0
1995	11.0	47.3	100.2	122.5	129.8	114.4	43.6	164.0	145.2	223.9	40.7	29.2
1996	26.6	96.6	148.2	62.5	91.5	81.6	127.0	100.2	128.5	189.0	113.0	44.7
1997	38.1	54.1	58.4	82.1	120.6	19.1	26.4	9.6	101.2	96.6	46.5	2.7
1998	27.4	43.7	37.0	160.1	177.0	49.1	59.8	91.6	154.2	227.7	135.5	126.6
1999	35.3	96.1	52.1	181.2	122.3	121.1	46.4	104.6	124.5	156.2	187.7	38.2
2000	42.1	105.6	44.7	18.8	63.5	50.5	60.9	6.1	202.1	118.5	104.3	16.8
2001	30.7	17.2	104.9	48.0	73.7	11.6	23.7	4.6	114.3	158.3	88.4	43.1
2002	13.0	9.8	140.2	167.3	168.1	76.0	32.8	7.3	110.3	145.0	43.0	63.7
2003	7.8	34.1	63.9	202.2	29.4	56.3	34.2	70.4	182.9	248.2	103.3	83.8

<b>Tipo</b>	PM	<b>Estacion</b>	2319034
<b>Entidad</b>	01 IDEAM	<b>Latitud</b>	0712 N
<b>Municipio</b>	MATANZA	<b>Longitud</b>	7304 W
<b>Fecha ins</b>	1967-OCT	<b>Elevacion</b>	996 m.s.n.m
<b>Fecha sus</b>		<b>Departamento</b>	SANTANDER

#### ESTACION MATAJIRA

Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1972	49.8	28.4	130.1	174.4	110	88.7	25.6	52.9	58	78.4	34.7	69
1973	0	43.9	16.8	64.4	33.6	60.8	24.2	92.4	137.3	138	108	67.2
1974	34.3	97.5	83.6	153	82.5	16.3	64.2	78.1	130.2	151.8	119.3	2.2
1975	7.6	114.0	90.1	111.6	133.4	38.1	71.8	58.8	79.4	138.0	155.1	142.8
1976	53.8	121.7	110.2	51.4	102.6	23.2	10.4	24.2	110.6	181.6	63.8	29.0
1977	82.4	8.0	58.9	131.6	133.3	64.7	18.6	27.7	44.2	200.3	194.2	18.5
1978	47.2	86.4	156.2	231.5	87.5	28.8	31.0	99.7	45.2	196.5	33.0	13.4
1979	42.1	68.8	48.2	114.1	117.1	100.6	53.5	113.0	106.9	311.5	187.1	74.0
1980	71.9	80.2	22.7	106.9	102.8	64.8	38.2	76.0	84.2	94.8	118.1	102.9
1981	23.9	76.6	38.8	256.7	230.5	84.9	45.9	108.9	112.6	175.8	56.7	30.9
1982	32.4	167.7	74.2	257.6	170.8	82.2	40.3	15.9	103.7	152.6	60.3	39.4
1983	13.4	14.2	37.6	217.3	45.7	44.6	49.8	50.5	19.1	135.4	80.3	41.8
1984	38.6	15.1	22.7	100.1	134.5	40.2	41.9	70.0	129.7	170.1	131.6	7.9
1985	78.4	18.6	145.6	57.4	94.0	41.5	59.6	53.7	66.1	145.2	38.5	57.0
1986	19.2	90.9	91.6	165.8	197.8	49.3	26.6	7.9	92.4	172.6	65.6	21.3
1987	39.6	7.1	61.4	73.1	116.9	35.5	22.2	67.0	145.4	211.6	110.9	44.0
1988	18.4	170.1	26.3	79.7	164.7	185.7	23.6	166.0	173.0	180.3	143.1	73.5
1989	8.3	12.4	227.9	33.5	112.6	24.4	22.9	46.0	120.3	93.7	76.1	122.3
1990	25.3	68.3	128.2	125.8	25.5	52.5	36.2	63.5	31.1	151.5	117.2	96.4
1991	16.6	2.2	175.9	80.8	192.6	56.0	31.9	36.7	85.3	171.0	167.8	19.0
1992	41.0	62.3	8.9	36.2	173.1	43.2	22.6	42.4	45.0	43.3	111.9	30.5
1993	67.8	36.0	109.3	105.0	88.5	18.9	15.0	13.6	112.9	89.1	147.6	62.1
1994	104.3	105.5	49.2	133.2	139.6	11.4	11.1	20.5	216.1	106.4	181.3	40.5
1995	47.5	43.5	154.7	117.4	72.9	102.9	34.2	94.3	89.6	216.8	29.0	43.7
1996	50.2	26.9	188.4	57.0	86.8	99.4	58.0	71.4	82.1	112.3	85.7	49.3
1997	67.3	5.5	66.2	151.0	69.7	28.3	13.9	141.5	90.3	96.4	84.1	24.1
1998	16.1	85.9	29.5	70.0	139.5	84.4	41.0	59.7	128.9	140.1	43.7	85.9
1999	46.7	101.6	104.0	128.1	188.4	48.3	46.7	62.3	153.9	85.8	135.1	61.8
2000	68.5	55.0	122.2	40.0	30.5	51.4	30.3	10.5	109.9	94.3	117.5	25.6
2001	22.4	121.9	43.8	24.2	159.4	17.7	49.0	9.5	105.0	93.7	51.5	15.6
2002	8.5	14.1	68.4	184.2	74.6	55.5	16.9	22.4	80.7	107.2	43.7	12.5
2003	7.2	100.9	84.5	77.7	55.8	272.4	72.1	23.2	117.4	200.3	80.7	46.7

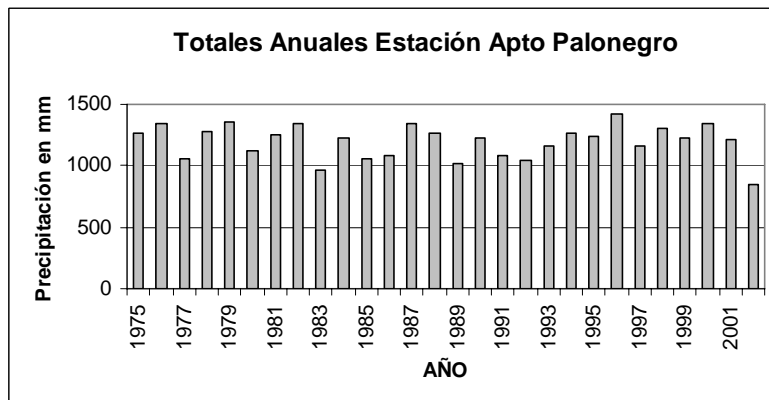
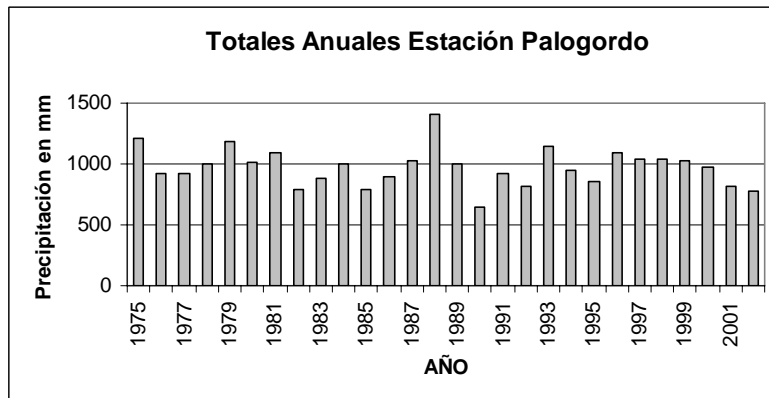
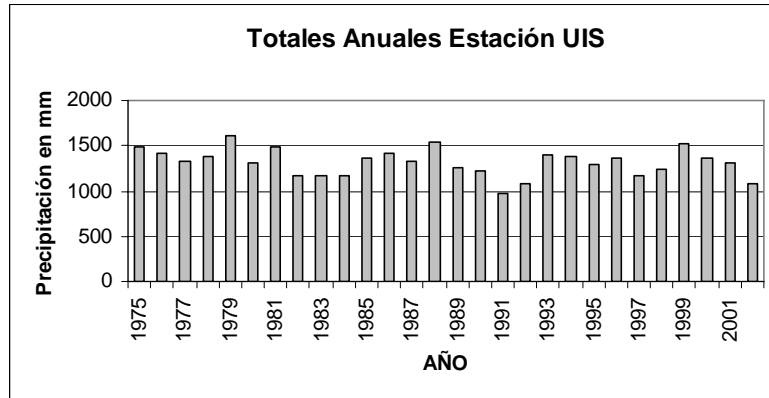
<b>Tipo</b>	PM	<b>Estacion</b>	2319045
<b>Entidad</b>	01 IDEAM	<b>Latitud</b>	0719 N
<b>Municipio</b>	VETAS	<b>Longitud</b>	7253 W
<b>Fecha ins</b>	1971-MAR	<b>Elevacion</b>	3220 m.s.n.m
<b>Fecha sus</b>		<b>Departamento</b>	SANTANDER

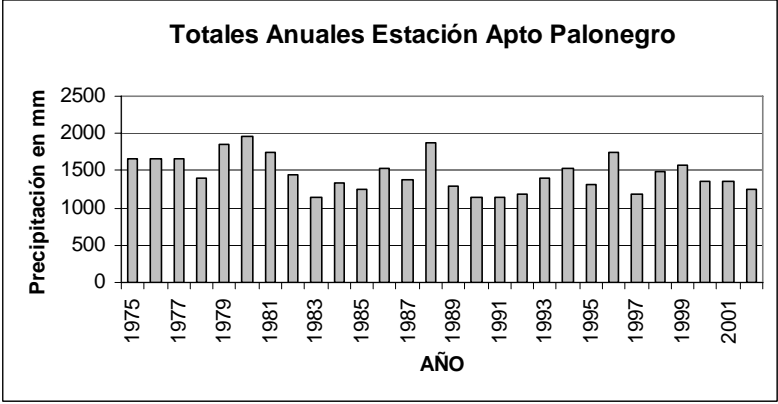
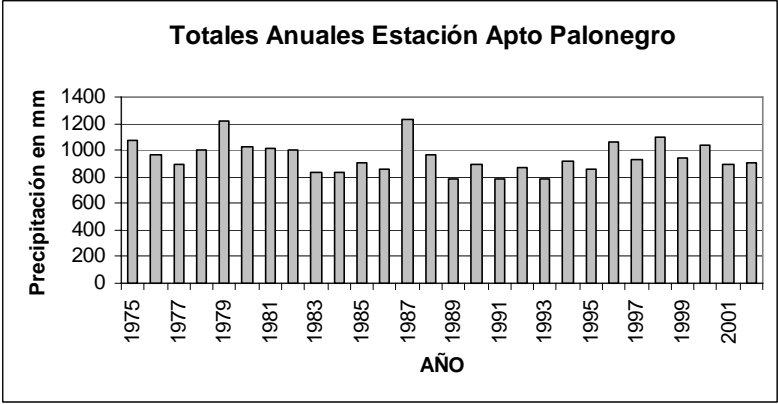
**ESTACION VETAS EL POZO**

<b>Año</b>	<b>ENE</b>	<b>FEB</b>	<b>MAR</b>	<b>ABR</b>	<b>MAY</b>	<b>JUN</b>	<b>JUL</b>	<b>AGO</b>	<b>SEP</b>	<b>OCT</b>	<b>NOV</b>	<b>DIC</b>
1972	67.1	77.2	79	209.9	56.8	42.6	14.2	20.5	41.8	87	63.2	61.5
1973	3.4	0	50.4	112.8	14.6	29.9	53.8	102.4	129.7	97.1	112.6	77.6
1974	11.9	85.4	46.9	195.5	92.2	13.7	30	50.8	140.3	83.5	168.1	0
1975	6.9	41.3	41.3	120.6	103.3	44.8	59.3	47.2	101.5	193.8	184.9	133.5
1976	5.1	34.4	119.8	109.3	50.8	147.1	29.0	16.4	77.8	258.6	33.3	41.2
1977	2.2	0.0	50.2	62.9	89.3	132.9	28.1	39.7	91.3	146.6	148.5	0.0
1978	16.4	26.2	160.1	182.8	92.2	81.4	31.0	59.3	91.2	188.4	66.9	5.8
1979	1.9	29.1	8.7	141.6	207.0	179.6	54.1	26.2	95.2	376.9	228.4	0.0
1980	7.8	20.4	6.8	100.8	65.0	98.9	41.7	44.4	106.6	87.4	72.8	35.0
1981	4.8	105.8	25.2	281.7	297.7	75.4	50.7	214.3	147.5	163.7	40.2	14.3
1982	25.9	111.2	27.9	213.8	182.4	17.3	11.2	26.4	69	87.6	102.1	28.5
1983	0.0	4.4	7.7	324.9	144.4	63.7	47.1	28.6	22.9	32.9	8.5	26.9
1984	2.4	13.3	1.2	37.9	102.6	30.4	77.1	97.6	178.4	128.4	140.6	4.8
1985	18.3	7.3	78.3	195.7	226.4	43.9	14.5	33.0	163.9	234.8	119.9	50.2
1986	104	79.4	23.2	302.4	80.7	30.3	13.4	15.8	72.1	138.5	27.1	2.7
1987	16.2	27.0	6.8	87.8	155.3	9.5	24.4	13.5	174.3	298.3	227.9	4.8
1988	0.0	54.5	129.9	182.2	74.7	81.0	22.0	171.0	195.5	123.9	78.5	5.2
1989	43.7	12.2	118.7	7.0	125.7	26.2	10.5	38.4	192.1	59.3	38.4	130.9
1990	94.3	108.4	160.7	85.6	73.4	27.9	97.8	191.5	51.3	190.3	114.2	97.7
1991	9.9	12.6	149.0	141.9	88.1	17.1	40.4	33.2	95.4	105.5	168.9	16.2
1992	50.3	19.8	7.2	77.3	98.9	53.0	45.0	80.9	51.3	18.9	118.7	107.7
1993	64.8	6.3	27.9	130.5	199.5	24.3	20.7	17.1	164.4	60.2	93.6	4.5
1994	18.0	48.6	35.1	135.8	191.5	14.4	26.1	21.6	68.4	145.6	75.5	0.0
1995	0.0	16.1	49.5	160.4	134.7	136.1	28.9	156.8	121.1	229.5	9.2	28.8
1996	12.7	64.7	78.4	32.3	77.4	110.9	54.3	22.0	101.5	175.4	152.4	35.8
1997	21.9	21.9	118.8	113.2	76.2	87.9	38.1	2.3	65.8	151.2	35.7	17.3
1998	0.0	20.8	156.9	157.2	146.7	95.0	18.0	129.9	172.9	104.3	115.0	86.4
1999	26.4	88.6	7.4	109.8	68.5	128.8	40.0	96.0	163.5	164.6	152.2	30.6
2000	29.5	88.6	42.2	22.2	37.0	57.9	54.8	21.1	137.1	84.3	145.6	17.9
2001	0.0	3.2	29.5	15.8	58.0	23.1	45.0	26.6	33.6	85.5	39.3	46.4
2002	5.8	10.4	92.4	147.0	114.5	151.3	27.8	28.9	40.4	122.7	13.8	75.2
2003	30.1	13.9	74.1	195.5	60.1	97.3	112.1	49.7	98.3	196.6	89.0	48.6

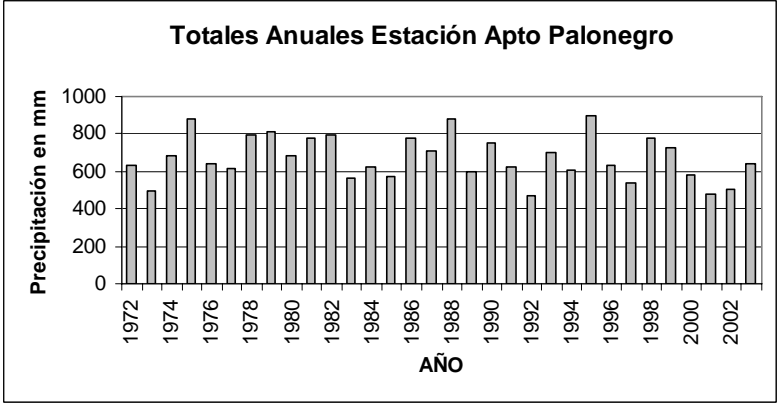
## ANEXO B: GRAFICAS TOTALES ANUALES

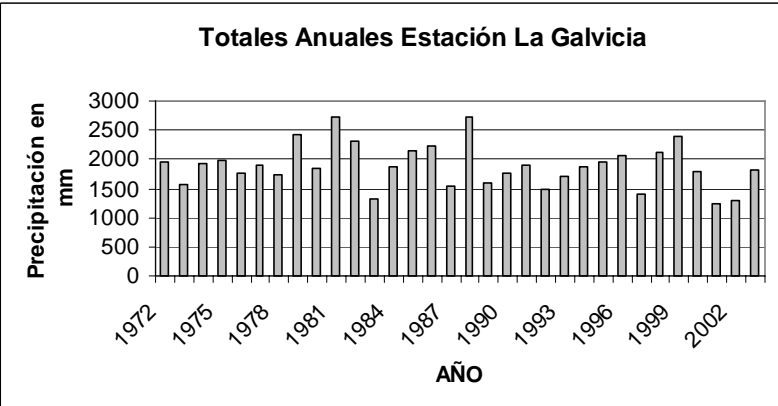
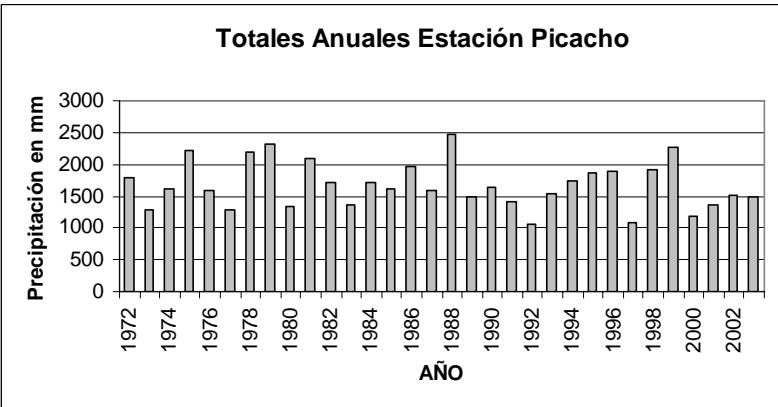
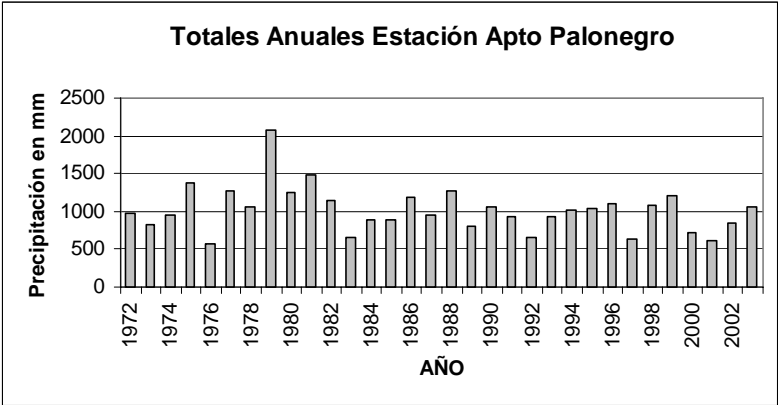
### ZONA METROPOLITANA

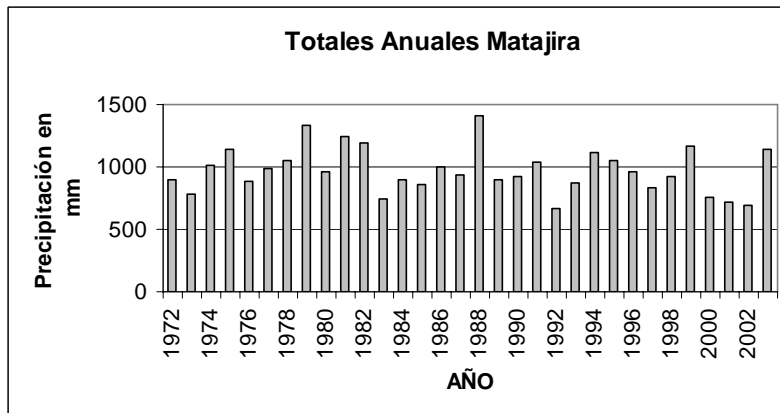
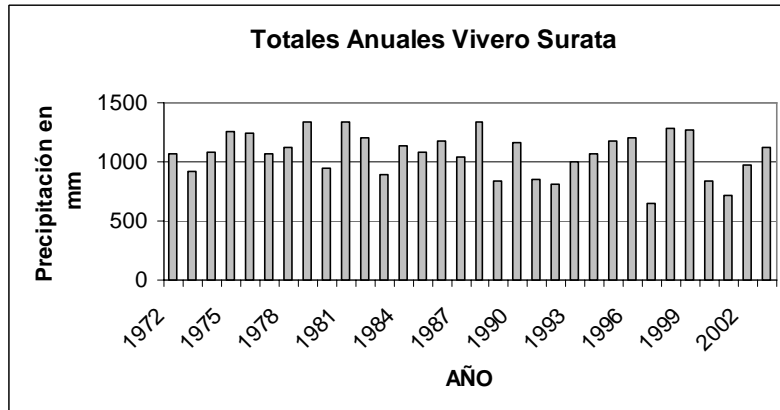
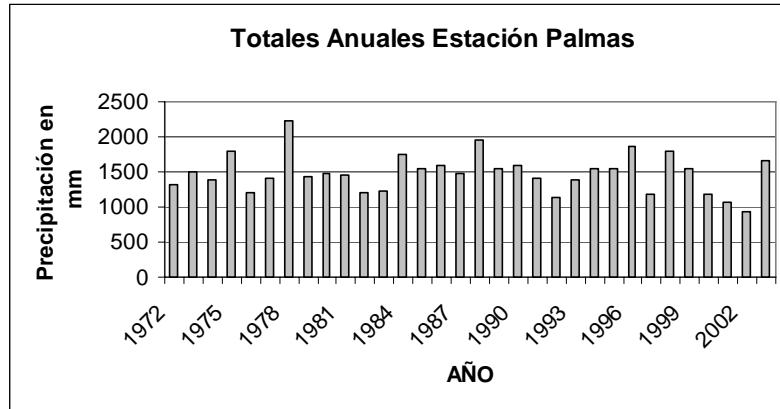


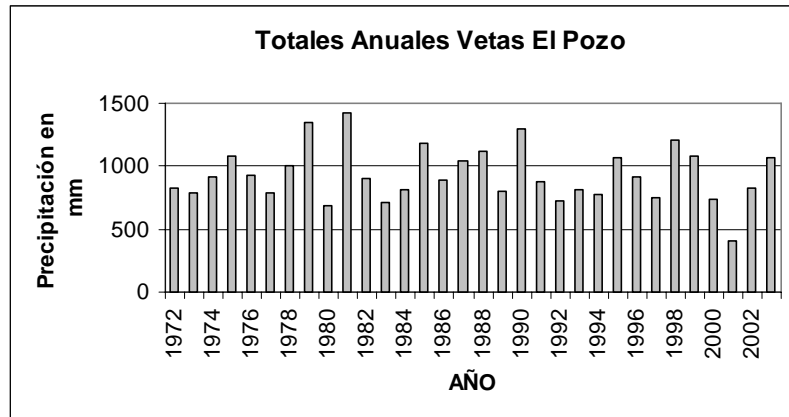


## PARTE ALTA DE LA CUENCA

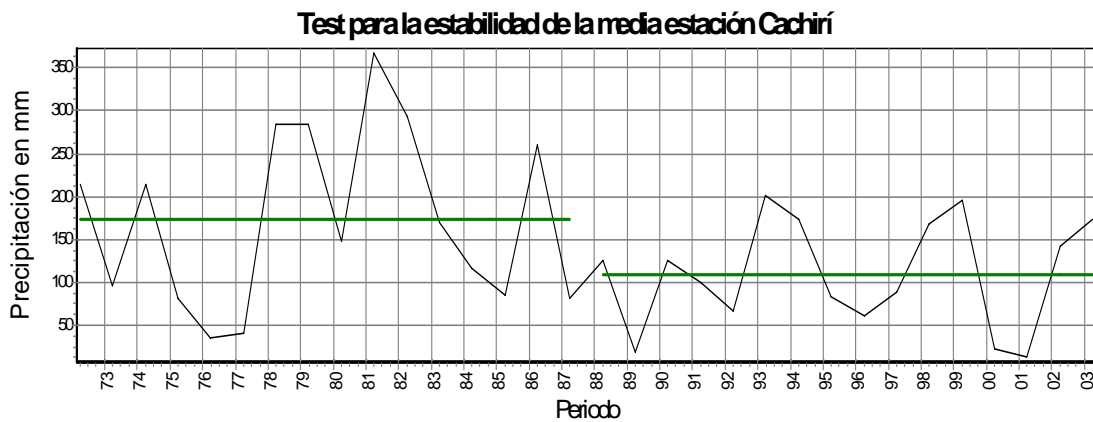
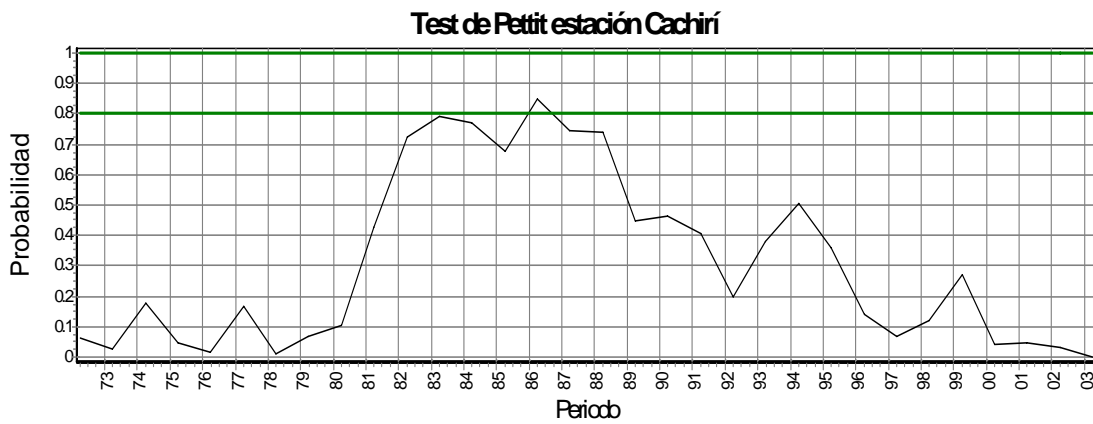
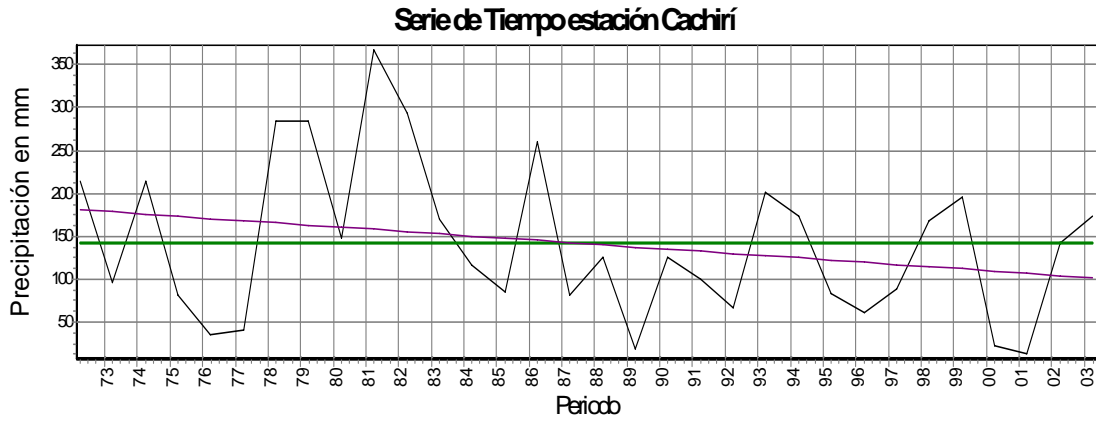




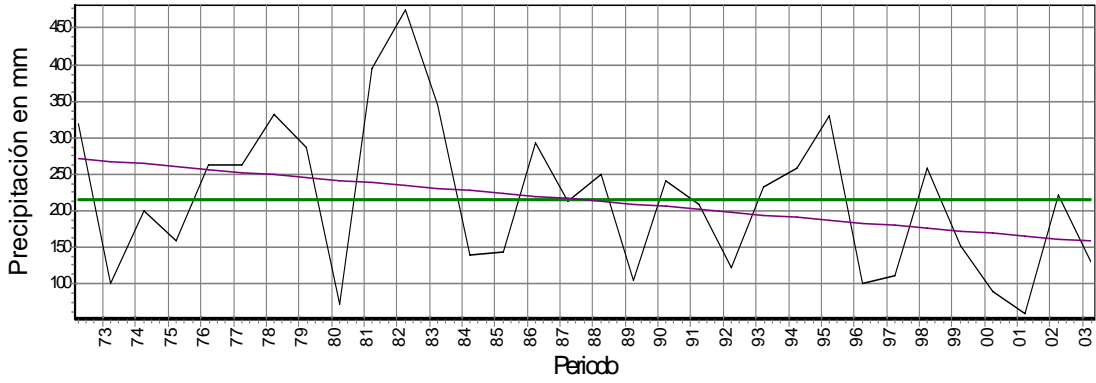




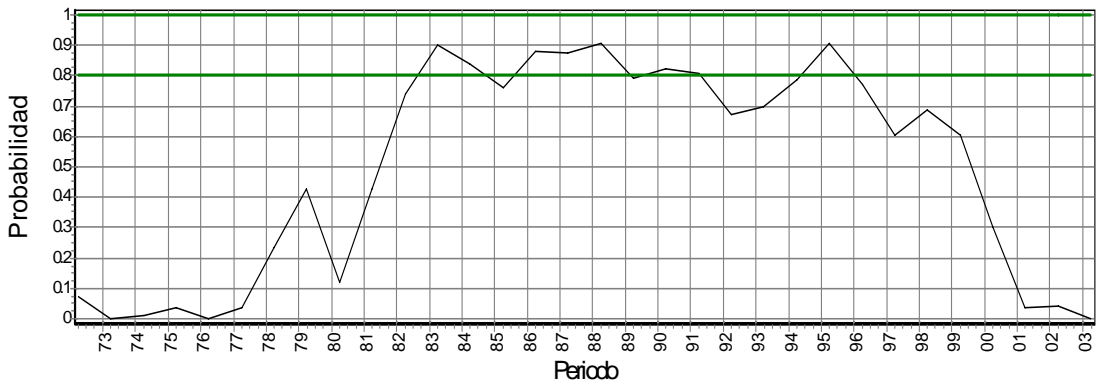
## ANEXO C: TEST APLICADOS A LAS SERIES TOTALES MENSUALES



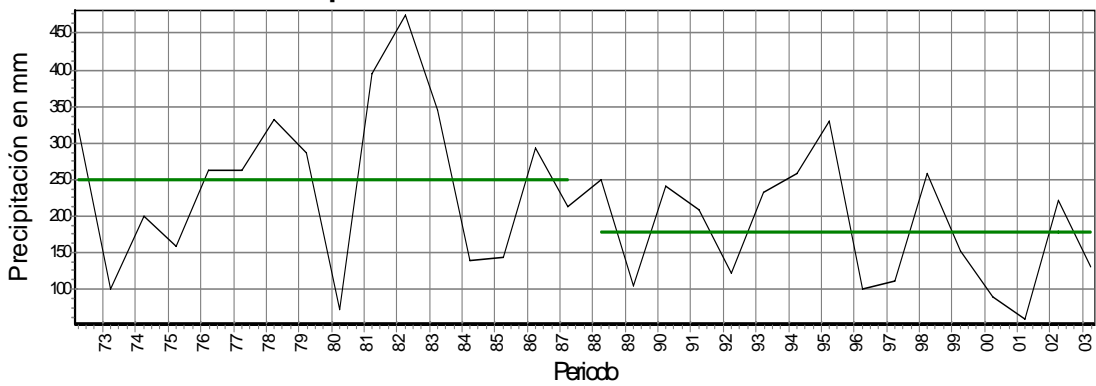
**Serie de Tiempo estación El Picacho Abril**



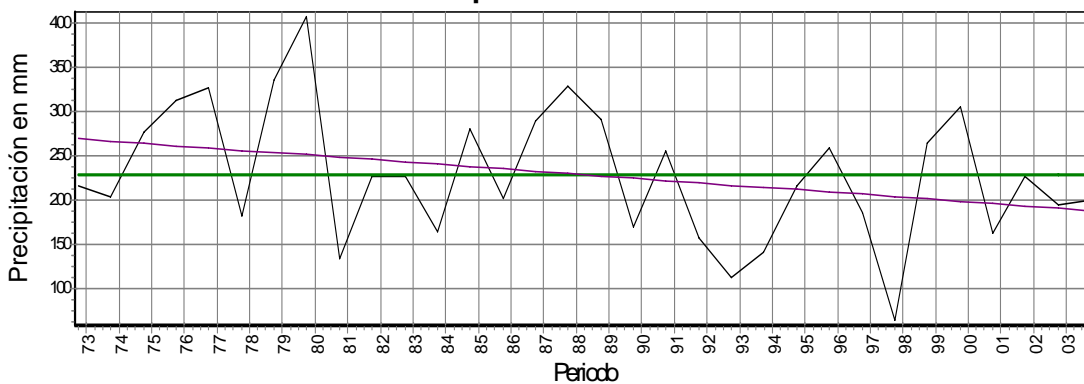
**Test de Pettit estación El Picacho**



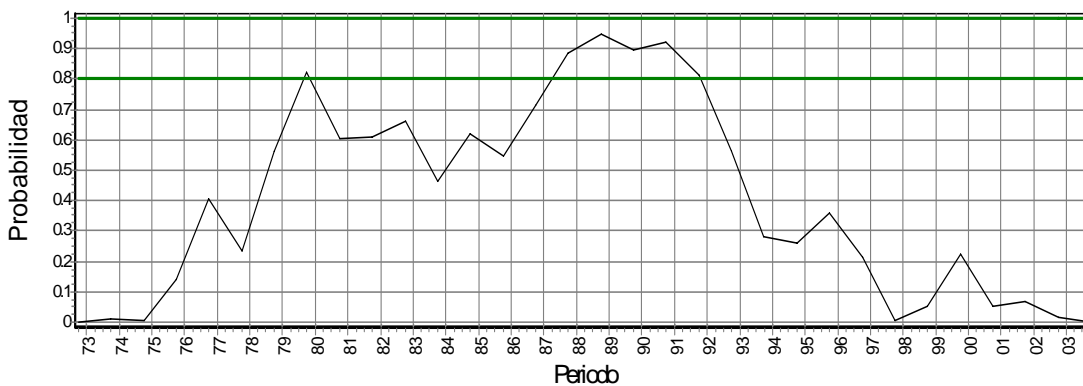
**Test para la estabilidad de la media estación El Picacho**



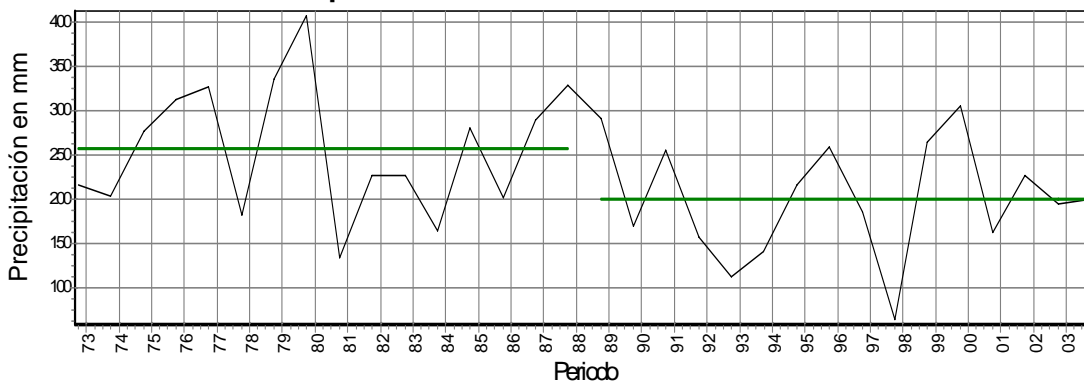
**Serie de Tiempo estación el Picacho Octubre**



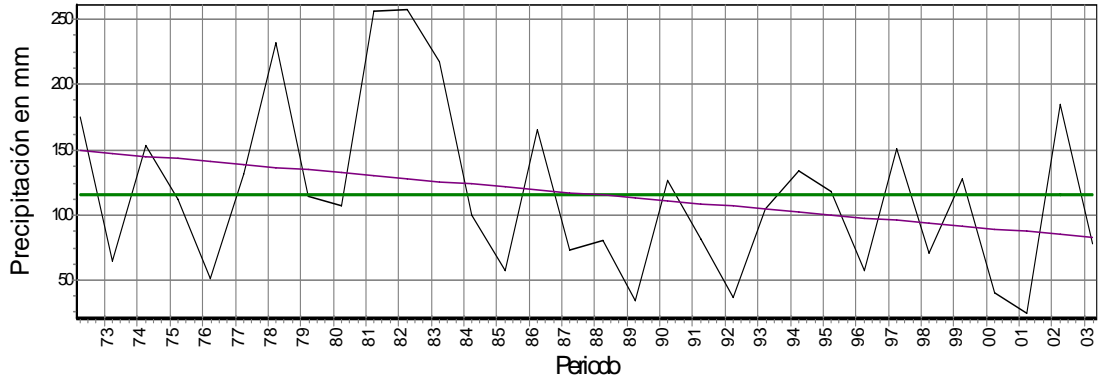
**Test de Pettit estación El Picacho**



**Test para la estabilidad de la media estación El Picacho**



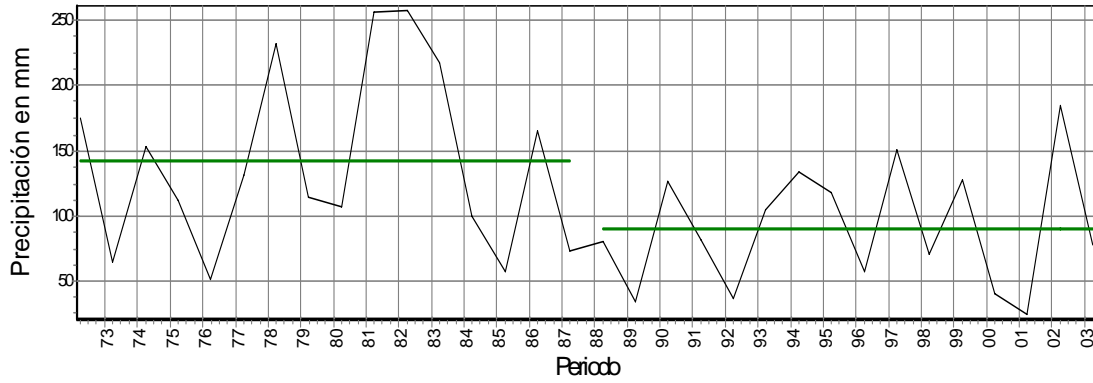
**Serie de Tiempo estación Matajira. Abril**



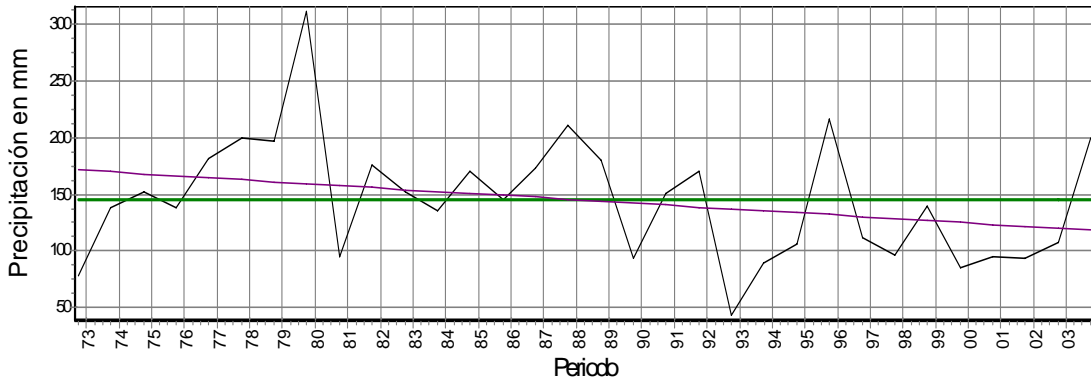
**Test de Pettit estación Matajira**



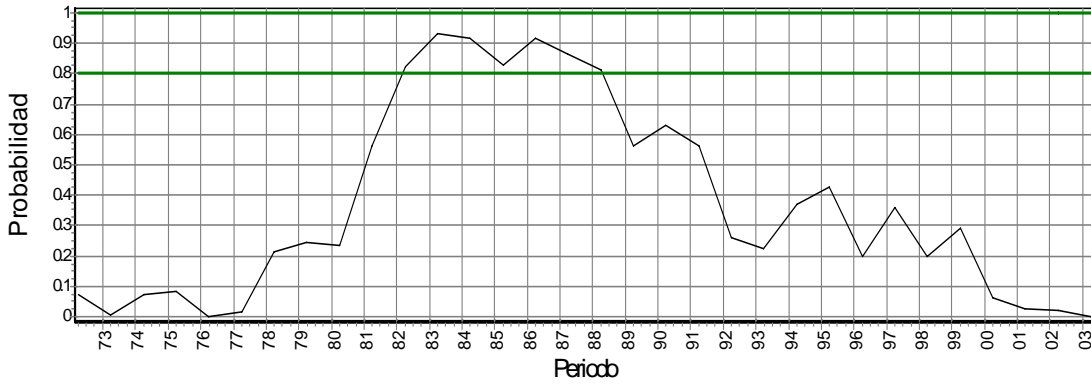
**Test para la estabilidad de la media estación Matajira**



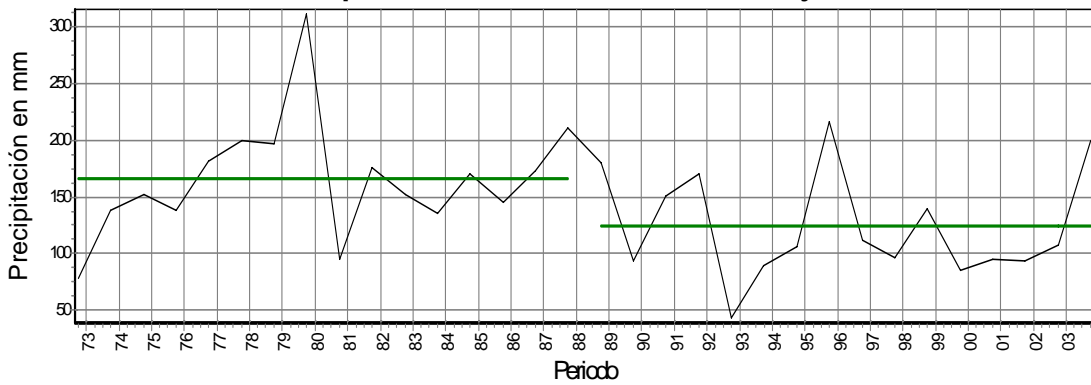
**Serie de Tiempo estación Matajira. Octubre**



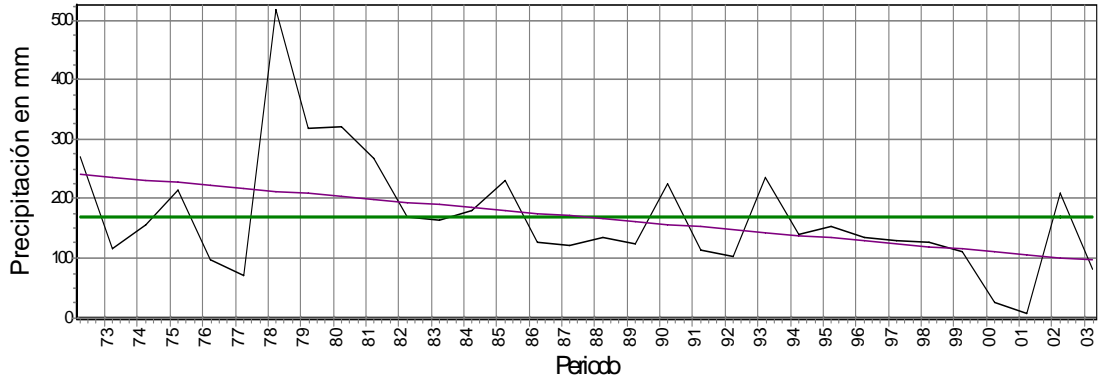
**Test para la estabilidad de la media estación Matajira**



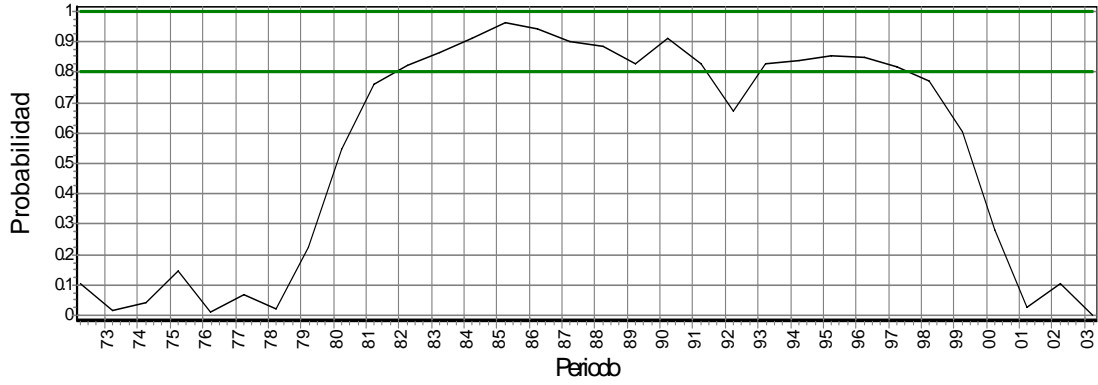
**Test para la estabilidad de la media estación Matajira**



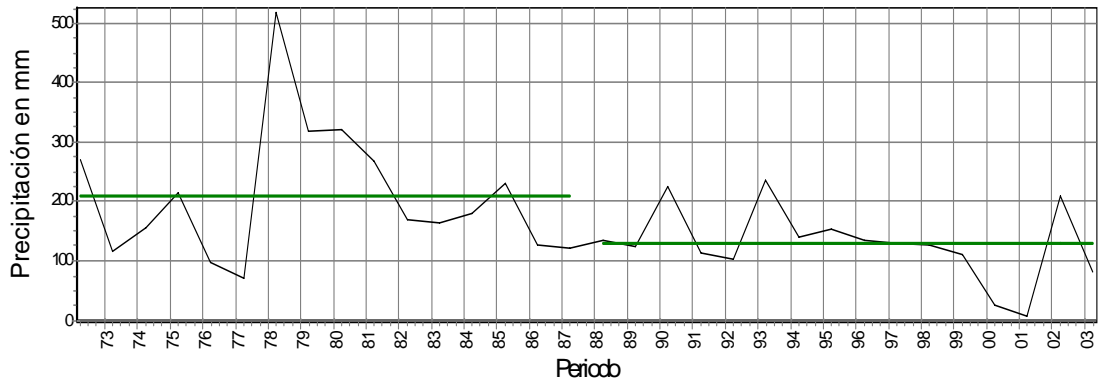
**Serie de Tiempo estación Palmas. Abril**



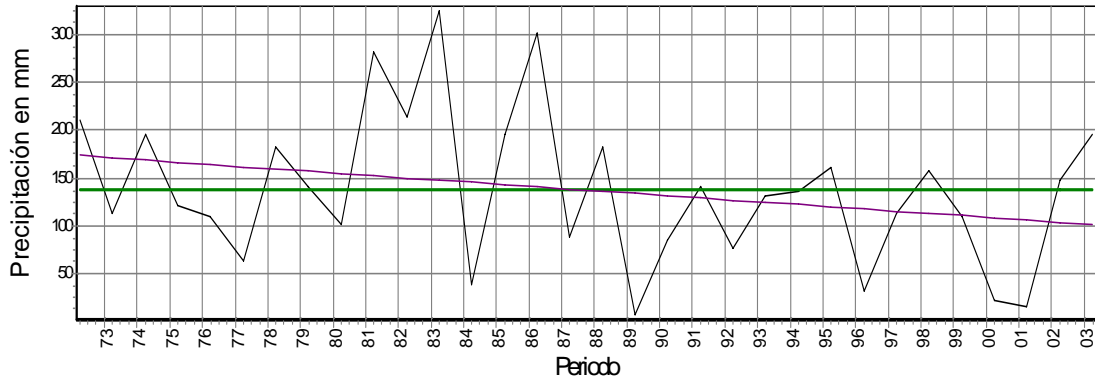
**Test de Pettit estación Palmas**



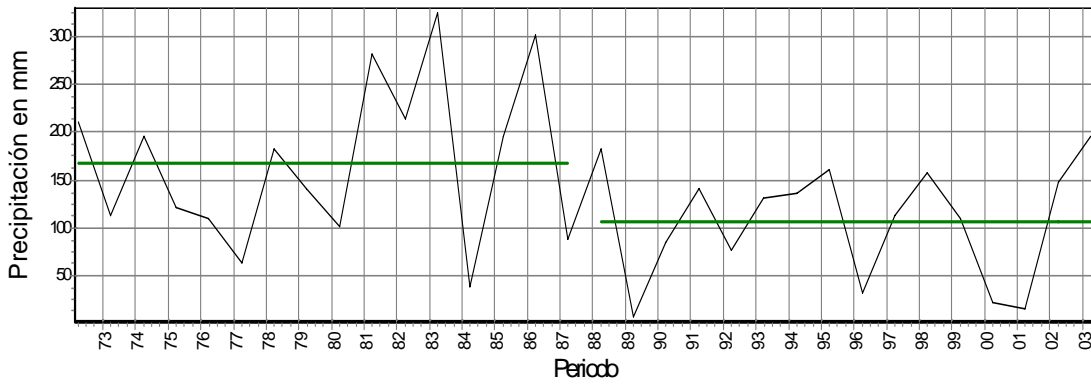
**Test para la estabilidad de la media estación Palmas**



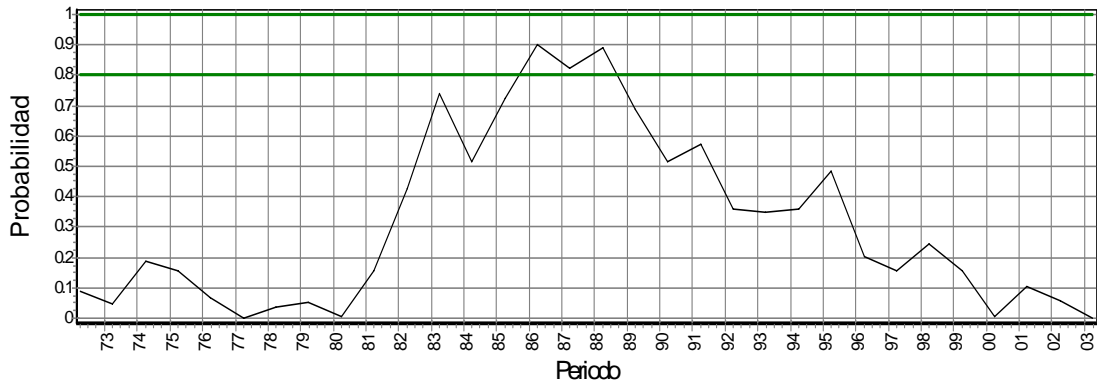
**Serie de Tiempo estación Vetas el Pozo. Abril**



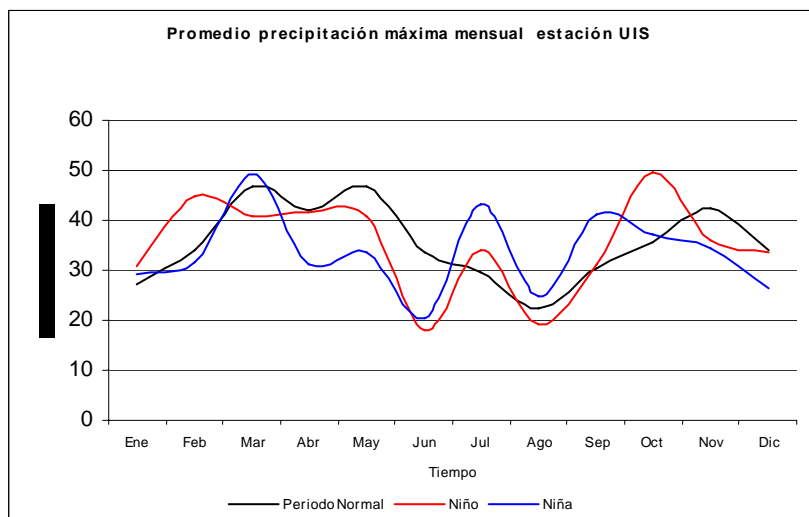
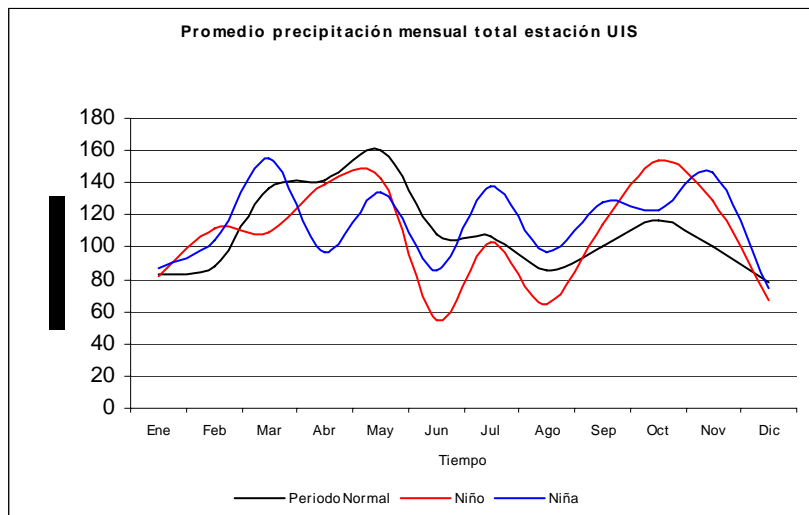
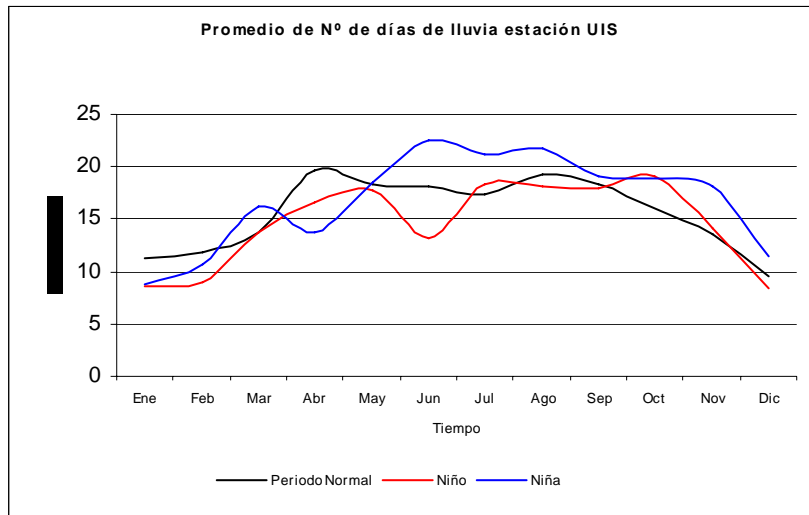
**Test para la estabilidad de la media estación Vetas el Pozo**

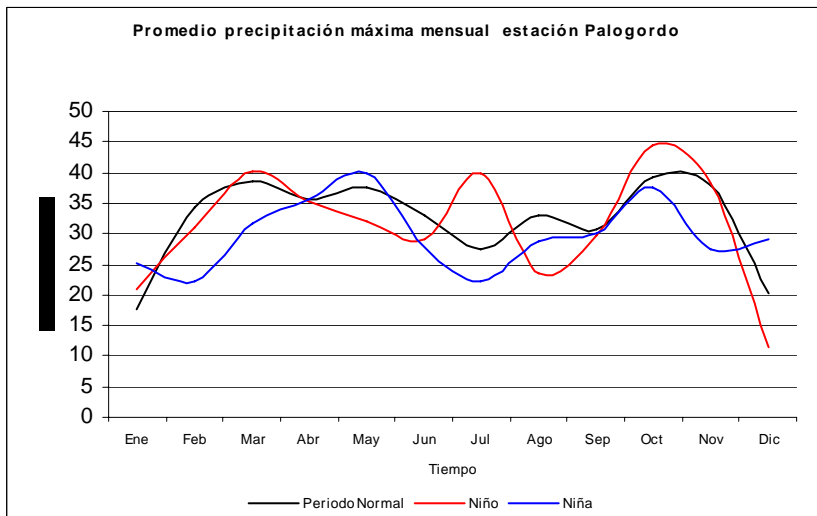
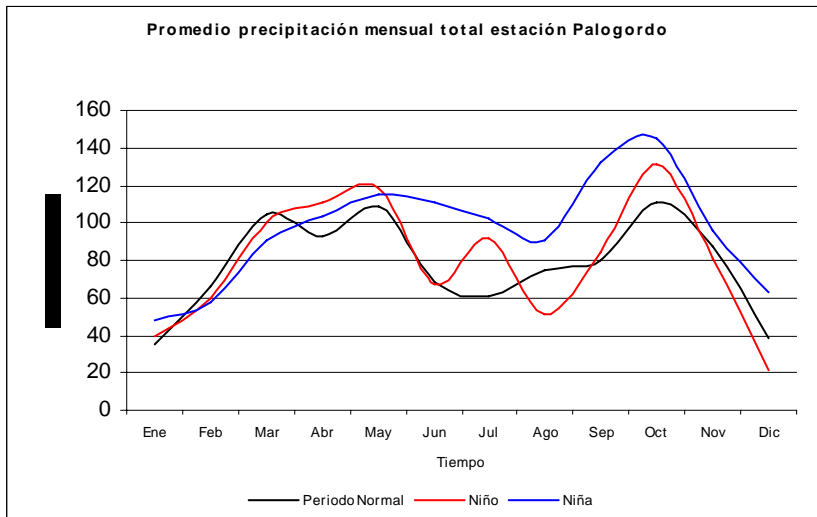
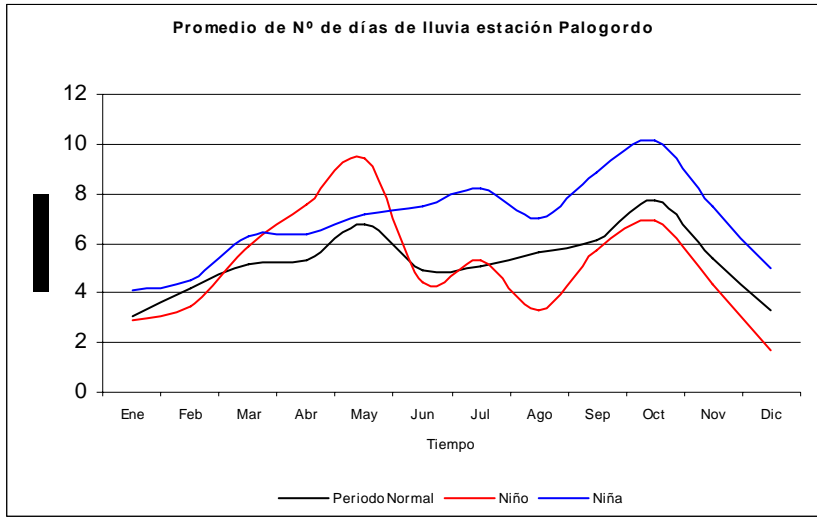


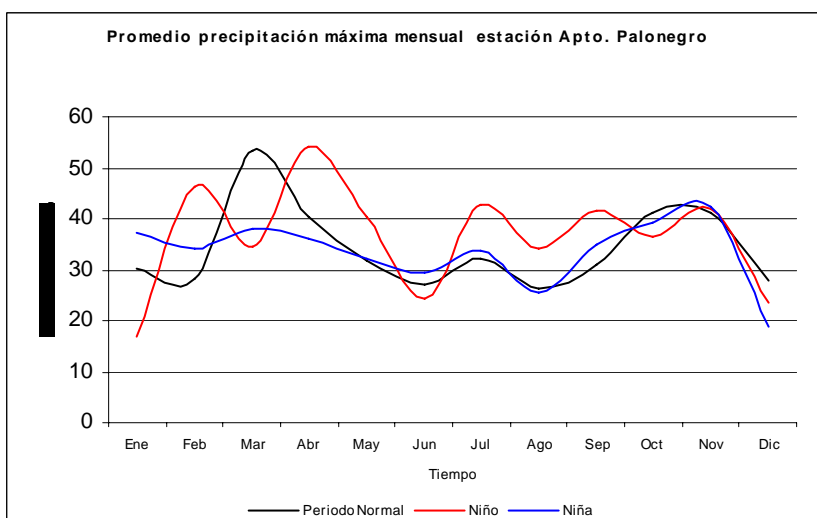
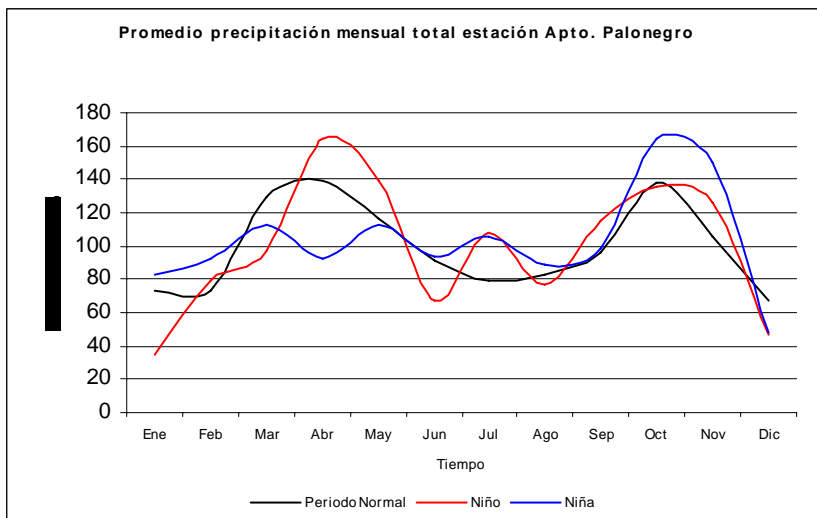
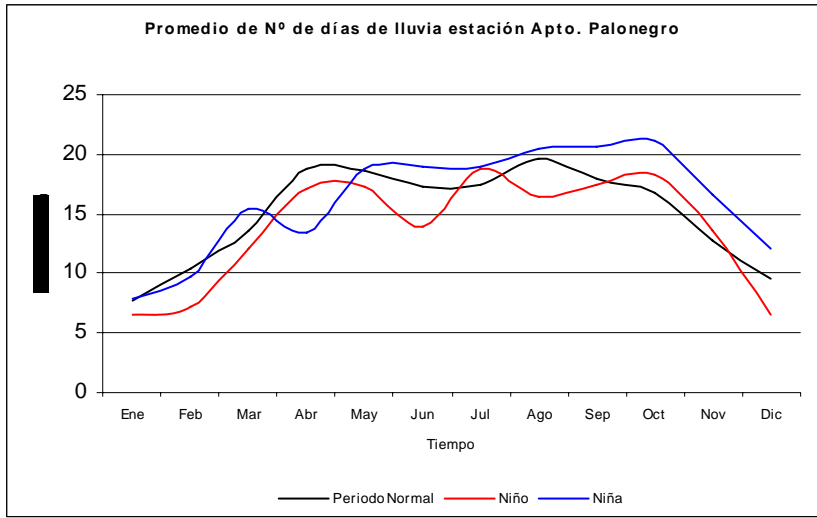
**Test de Pettit estación Vetas el Pozo**

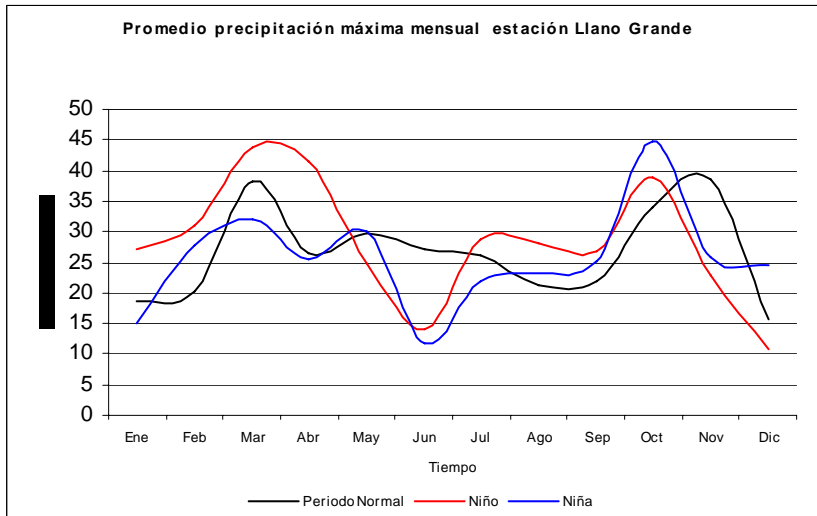
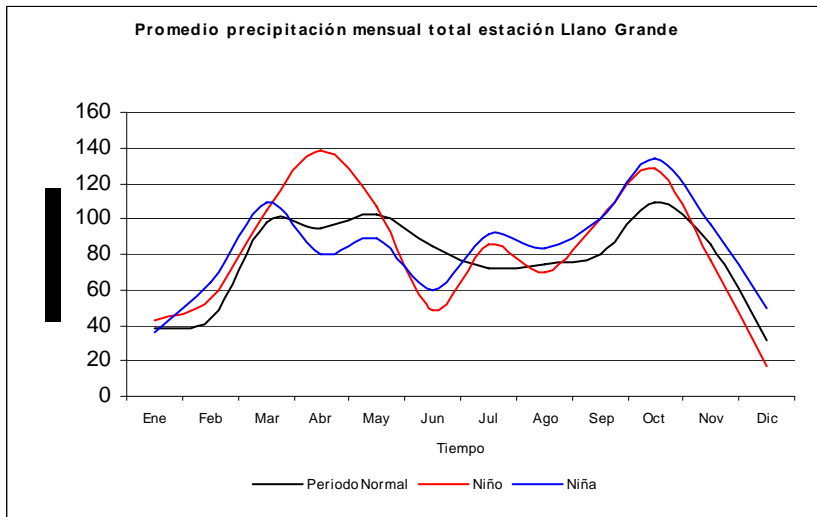
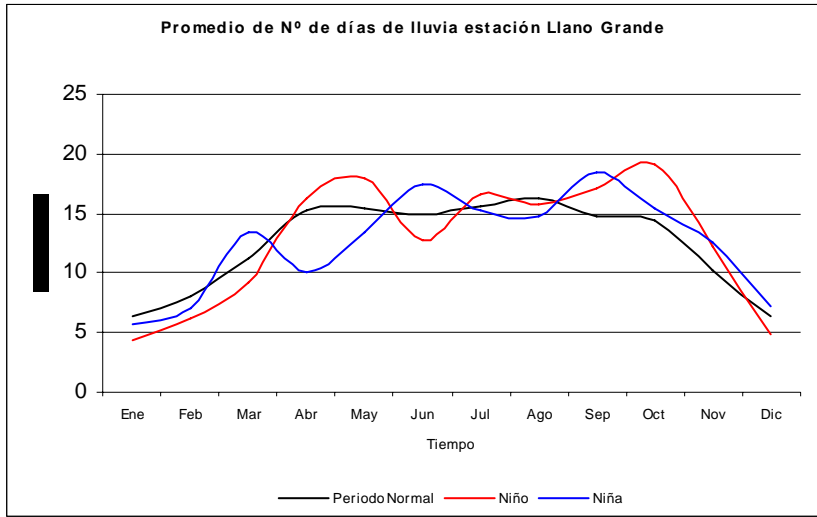


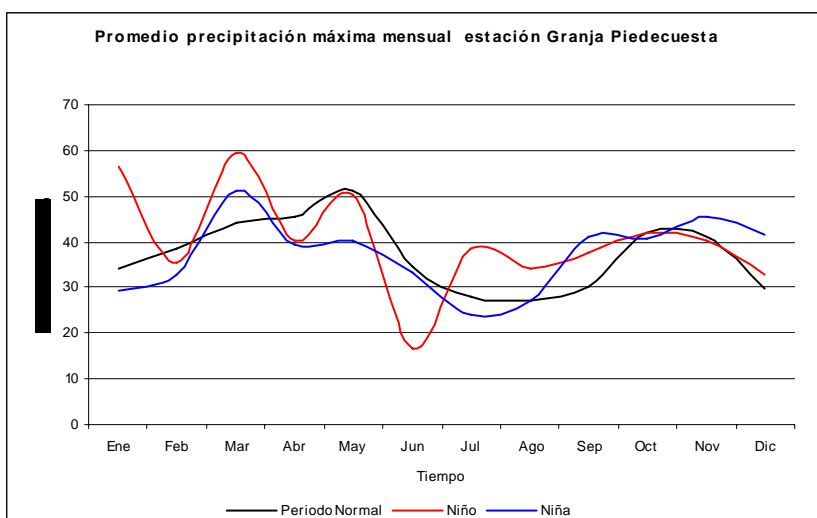
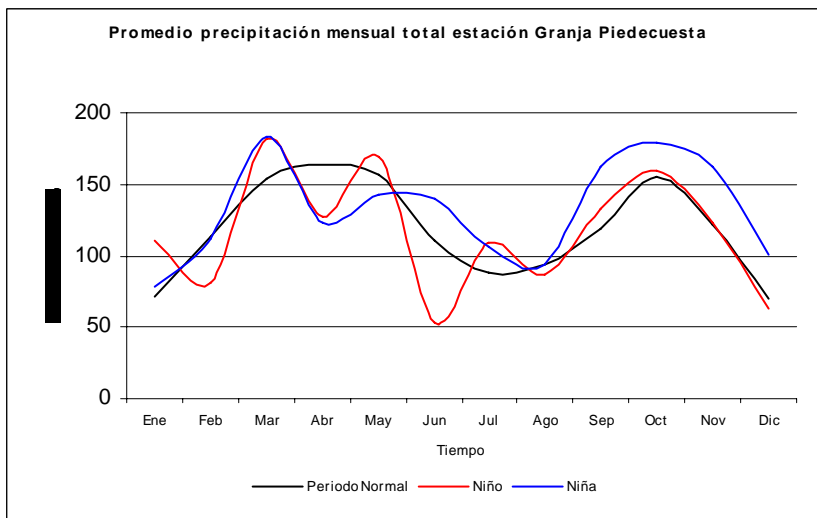
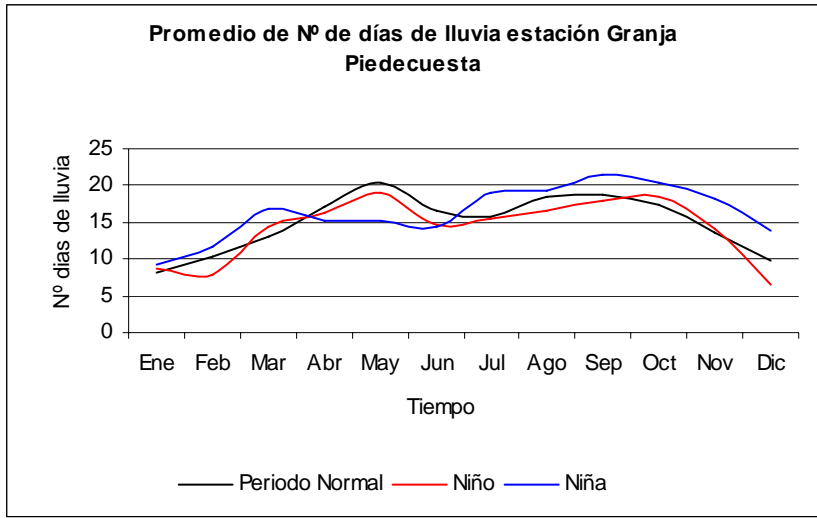
## ANEXO D: INFLUENCIA DEL ENSO EN LA PRECIPITACION

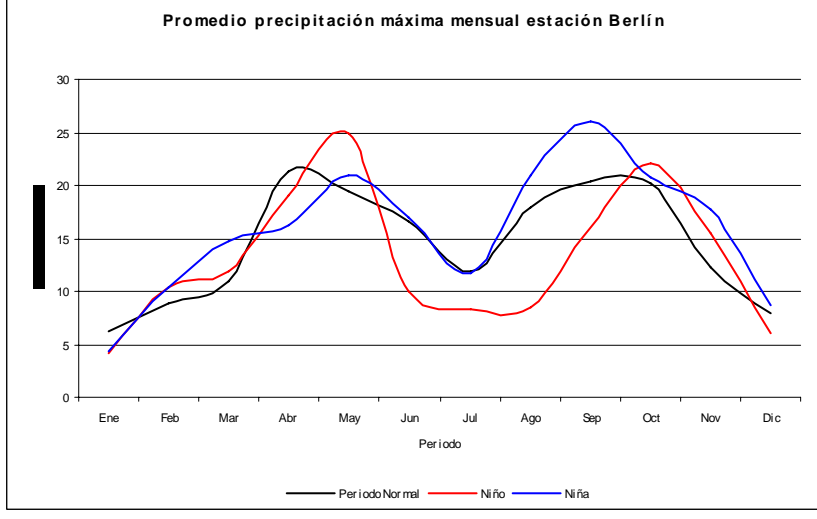
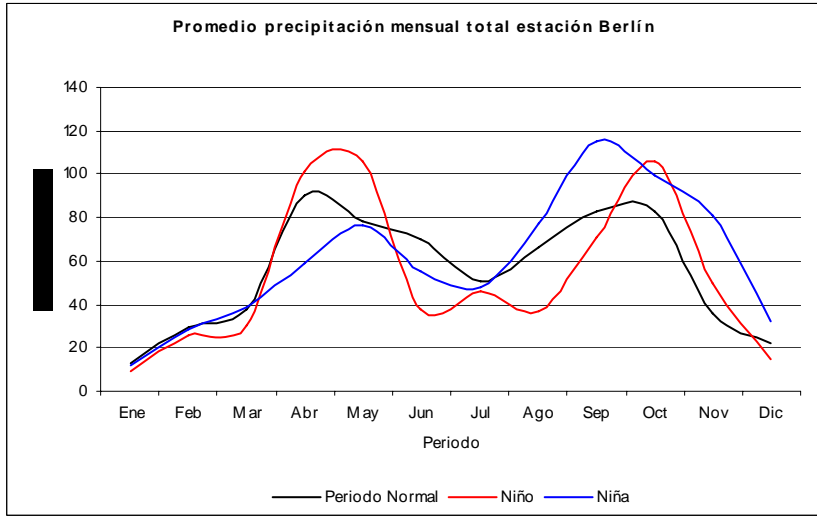
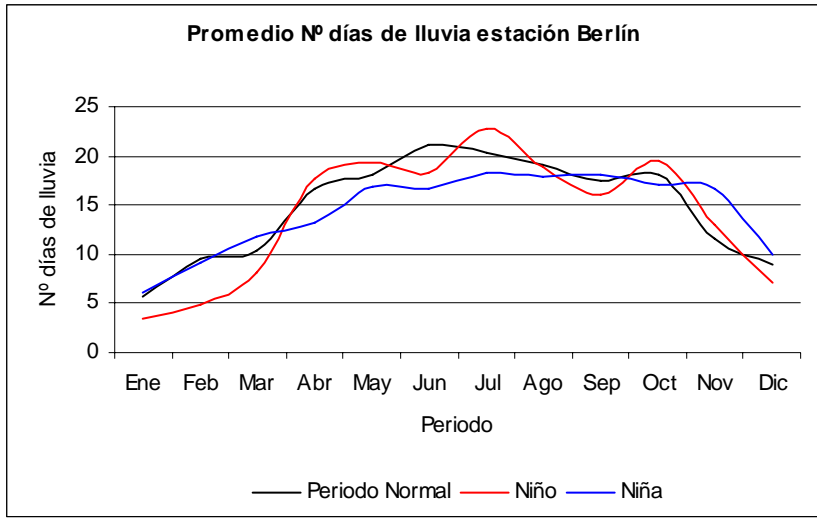


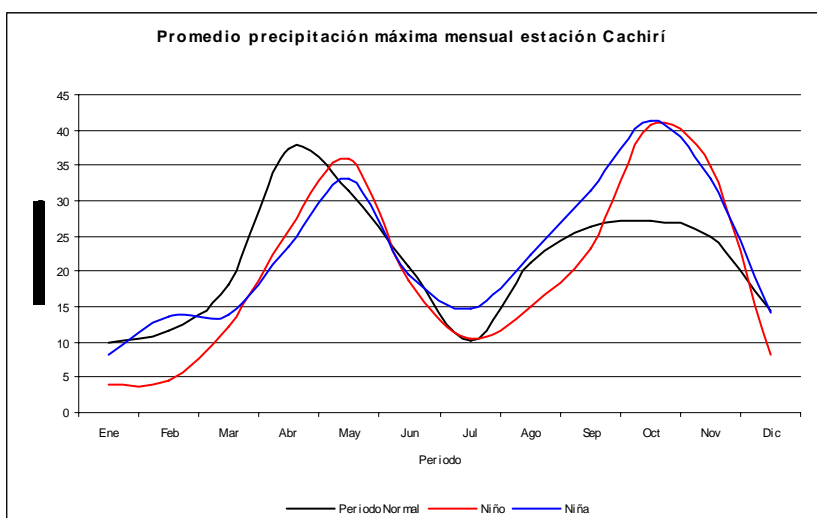
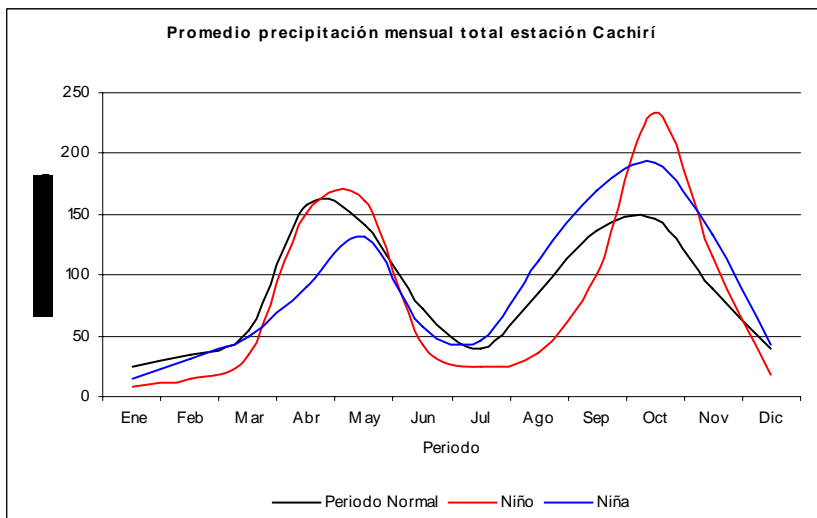
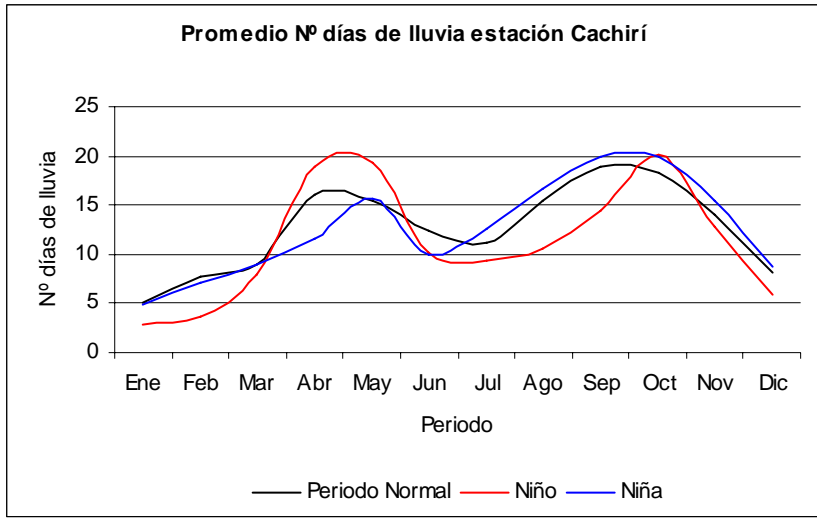


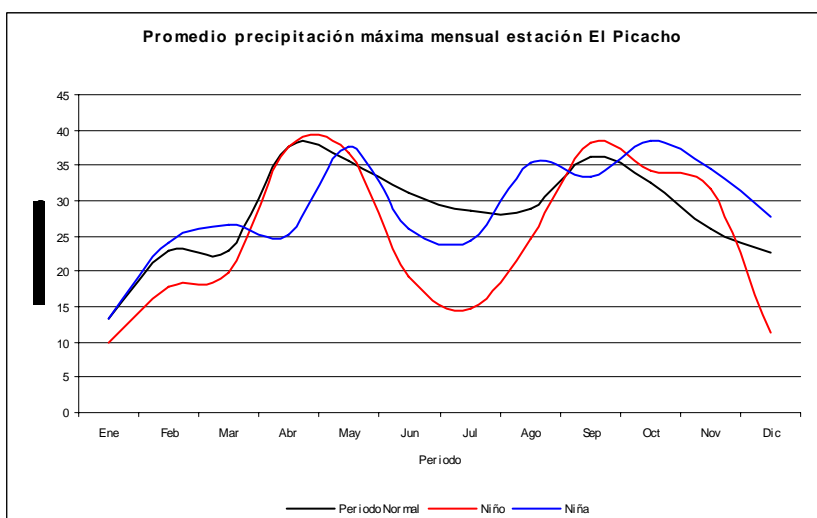
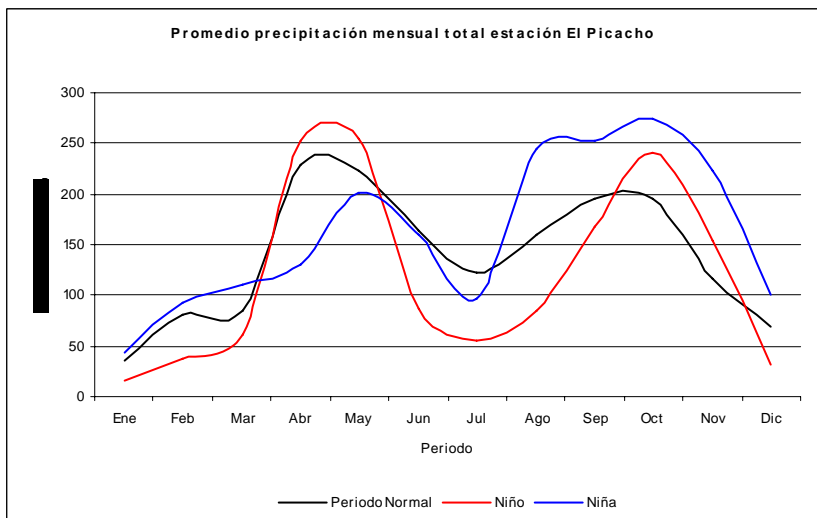
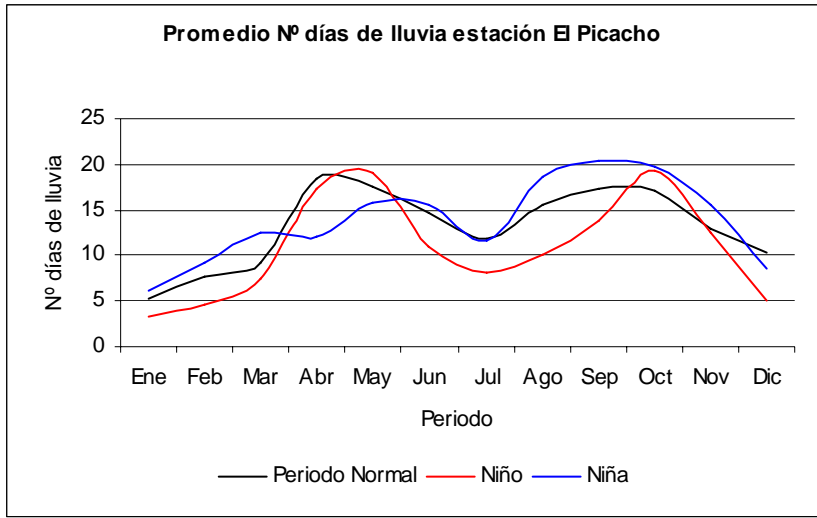


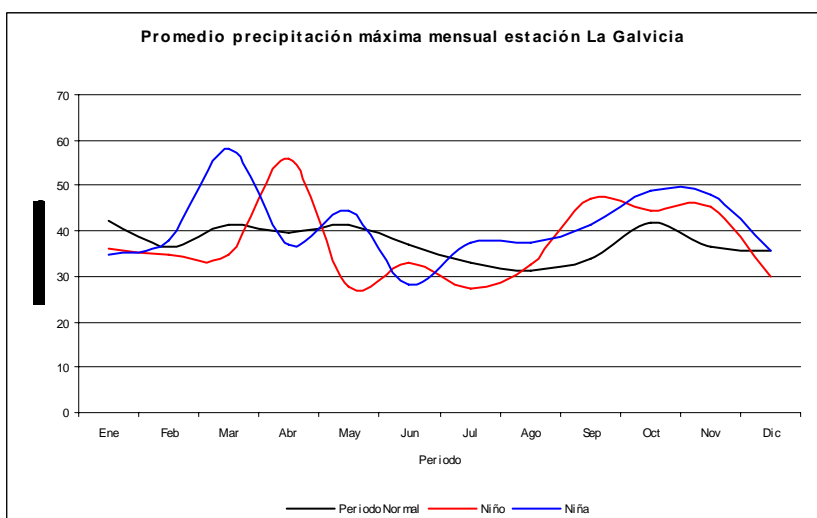
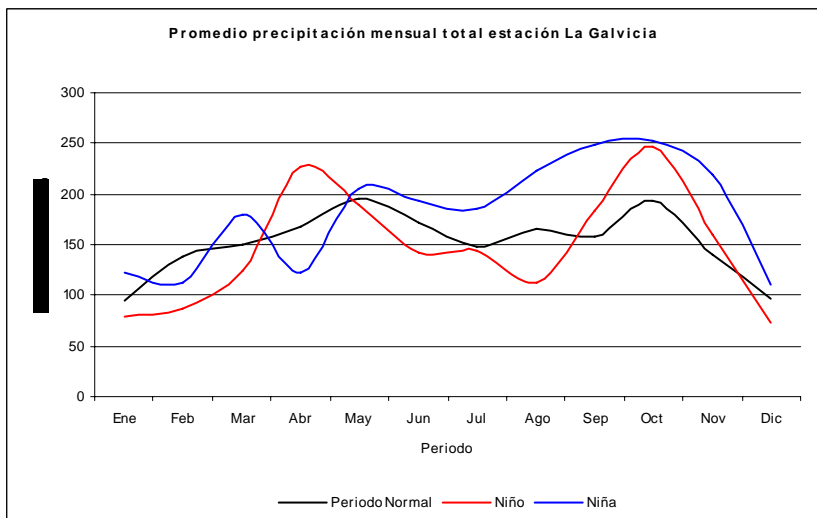
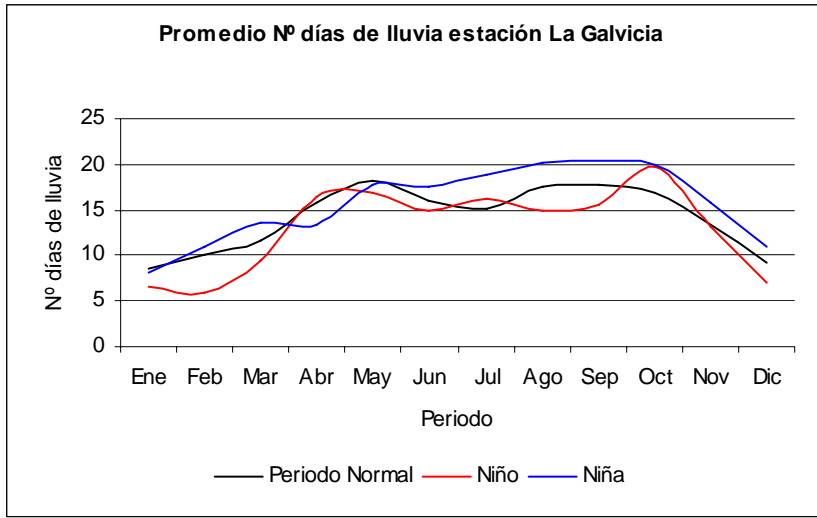


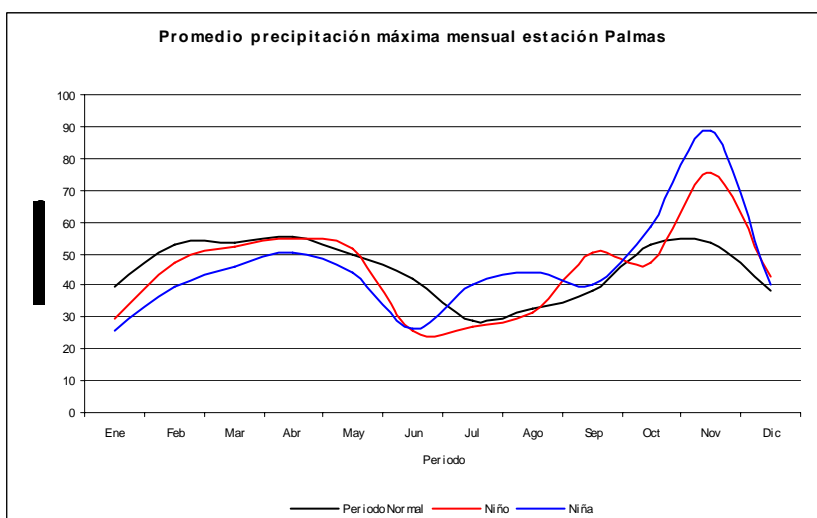
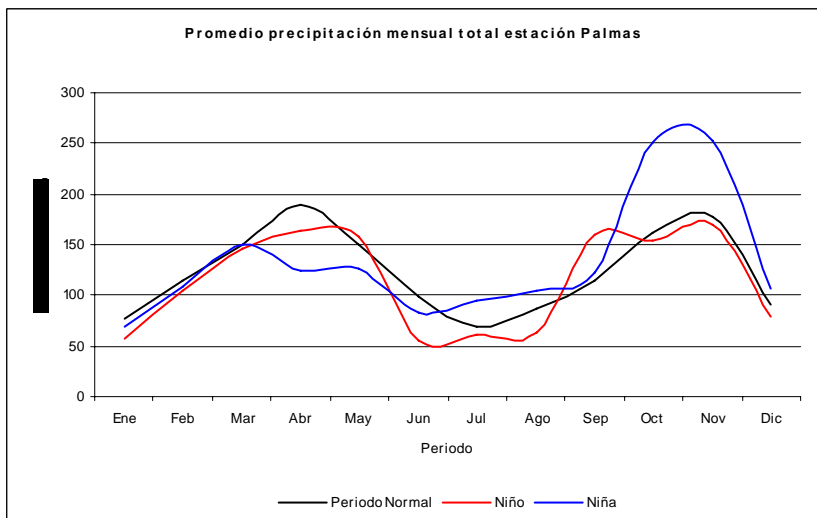
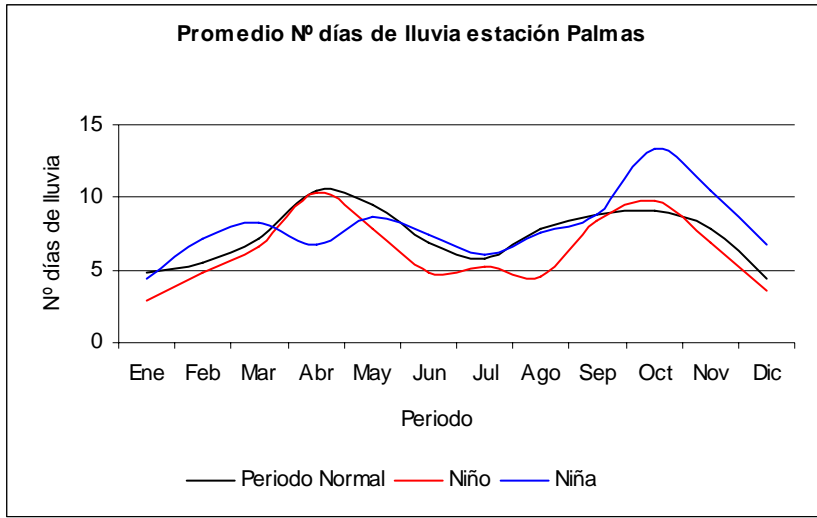


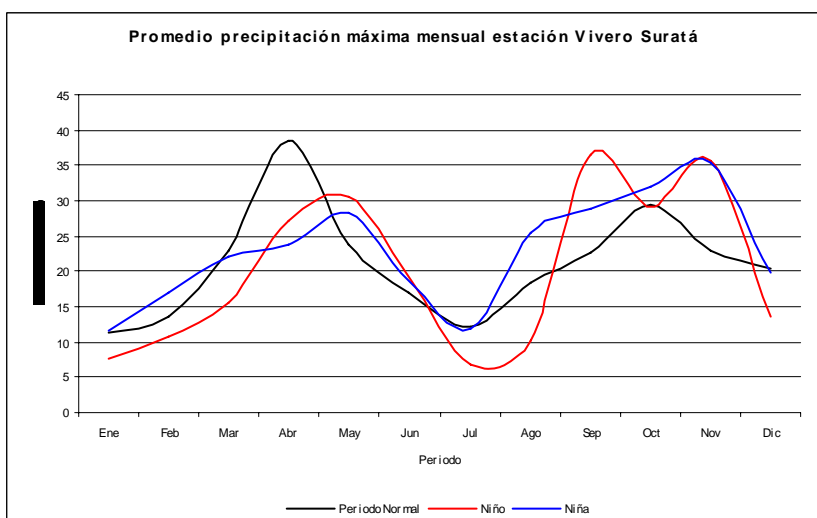
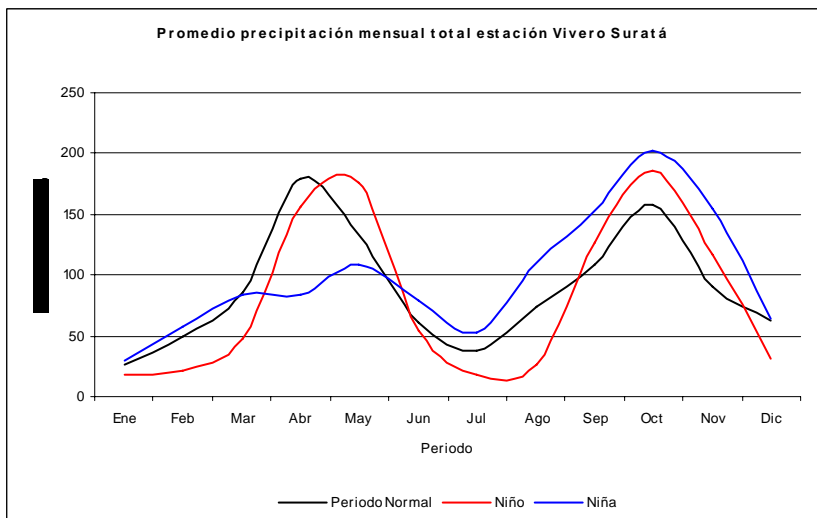
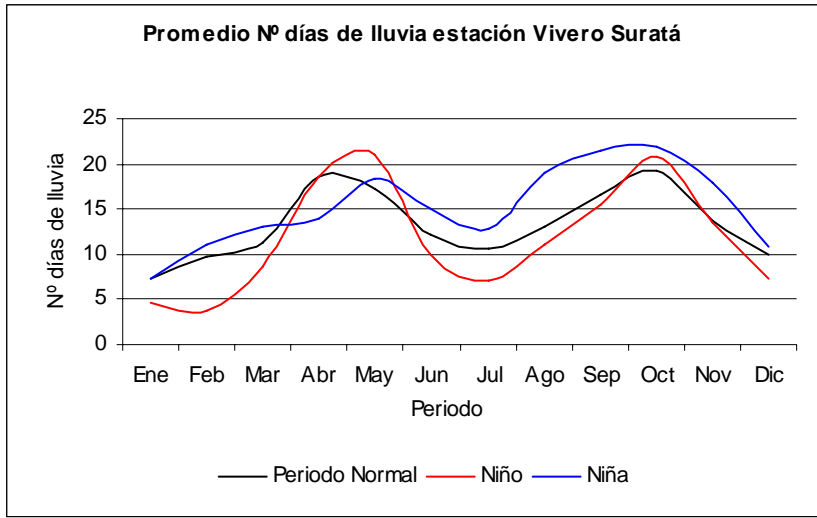


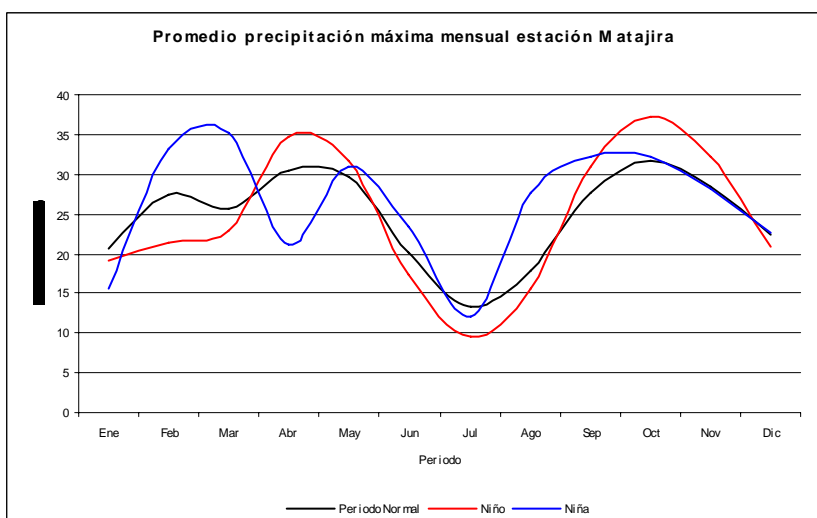
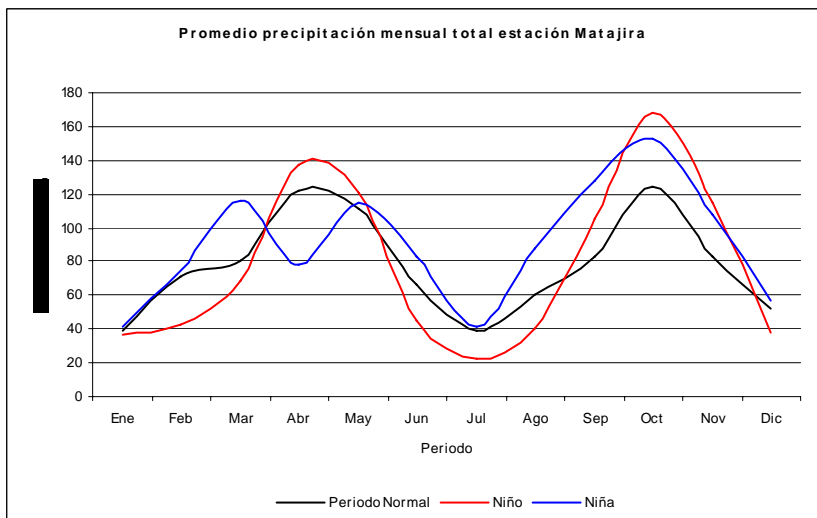
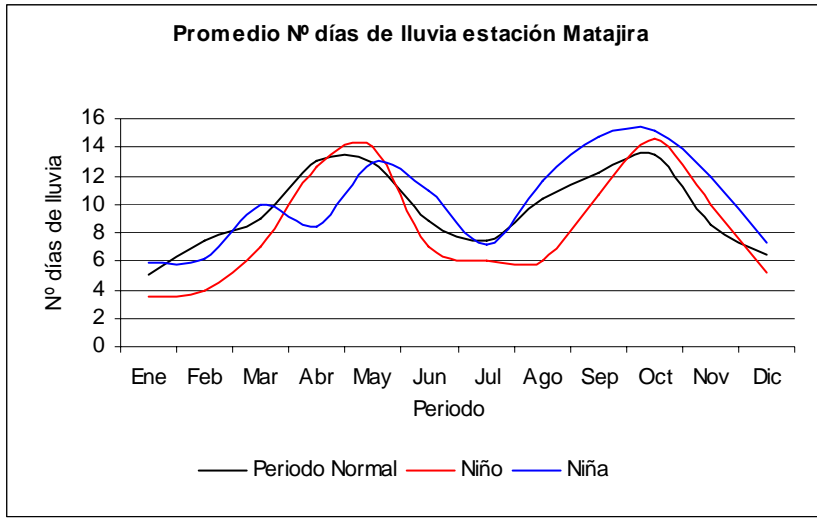




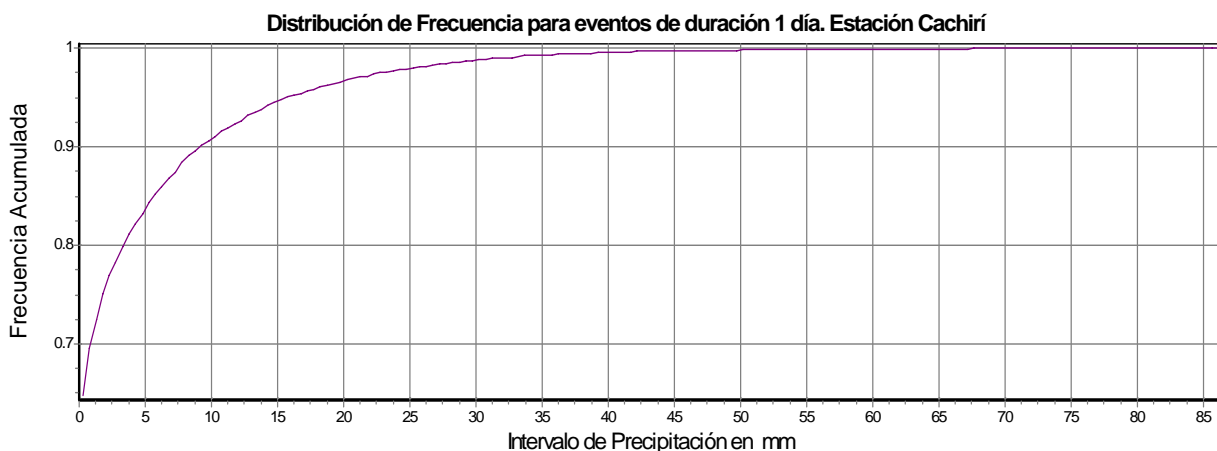




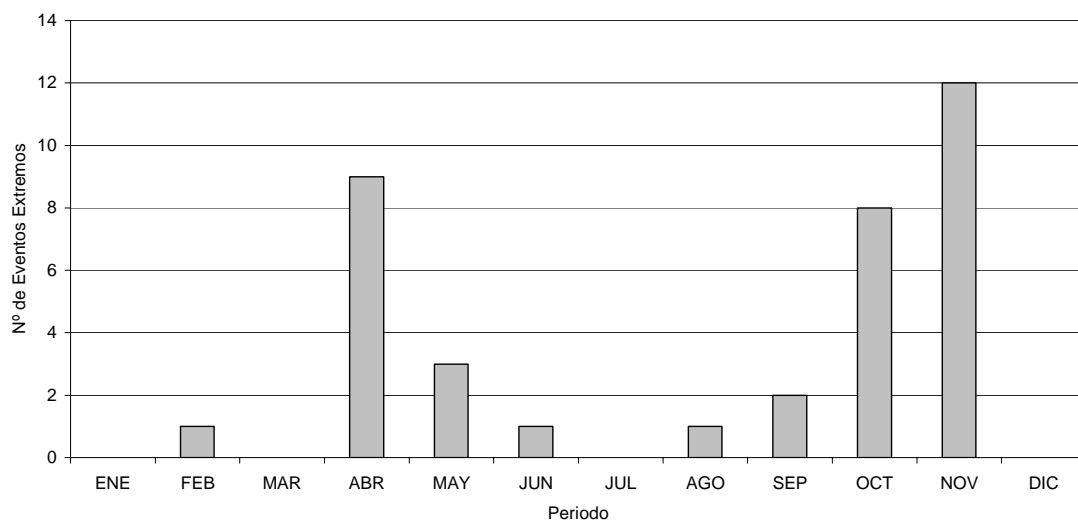




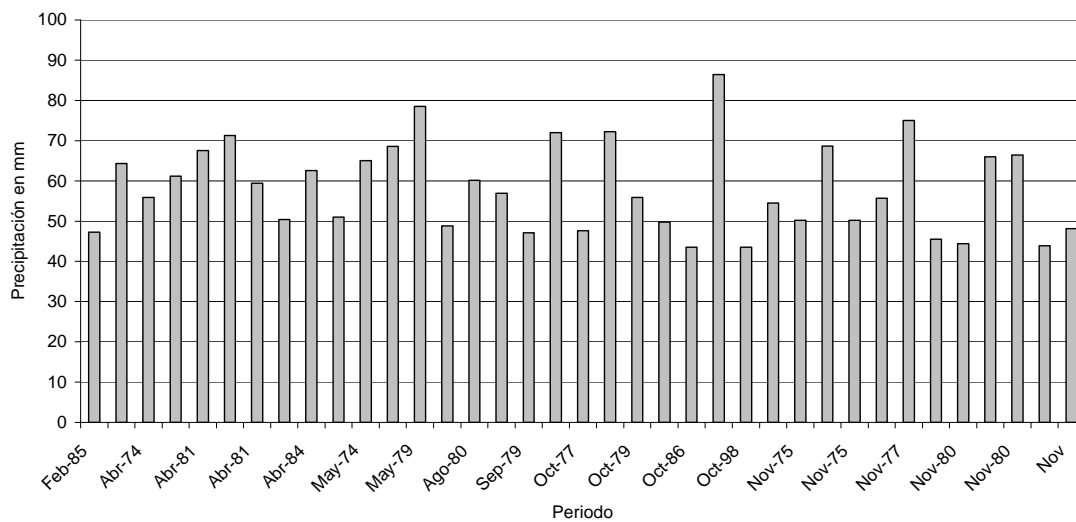
## ANEXO E: ANALISIS DE FRECUENCIA



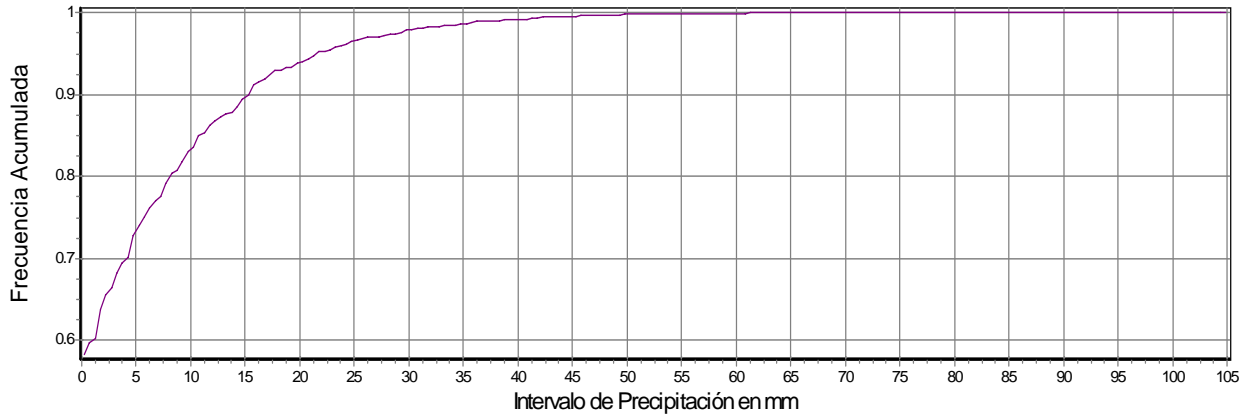
**Eventos Extremos en la Estación Cachirí**



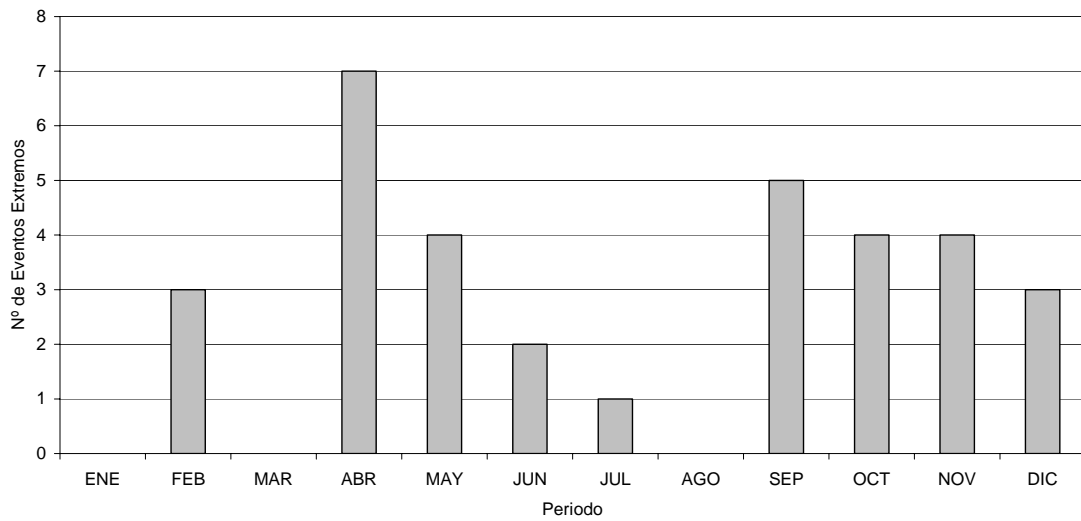
**Eventos Extremos Estación Cachirí**



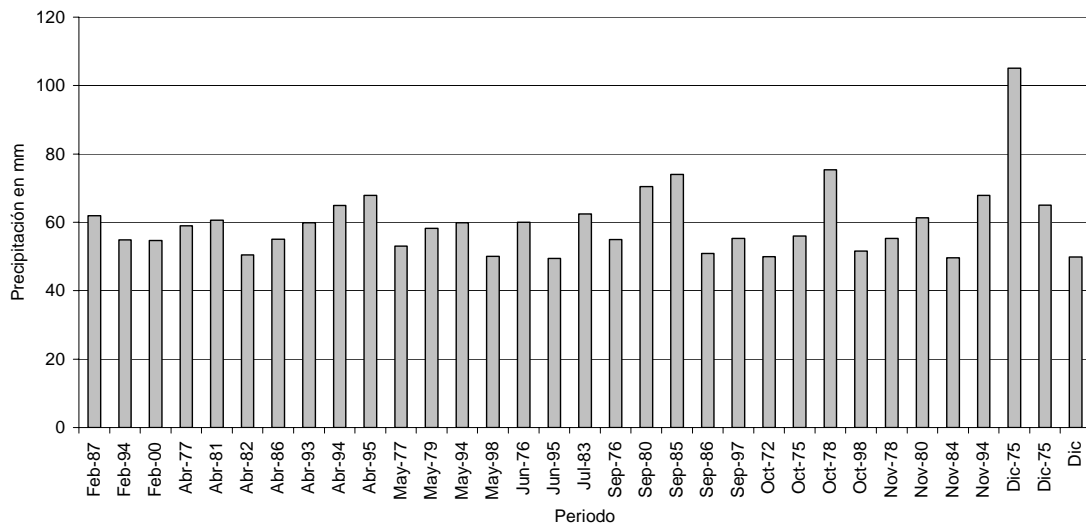
**Distribución de Frecuencia para eventos de duración 1 día. Estación El Picacho**



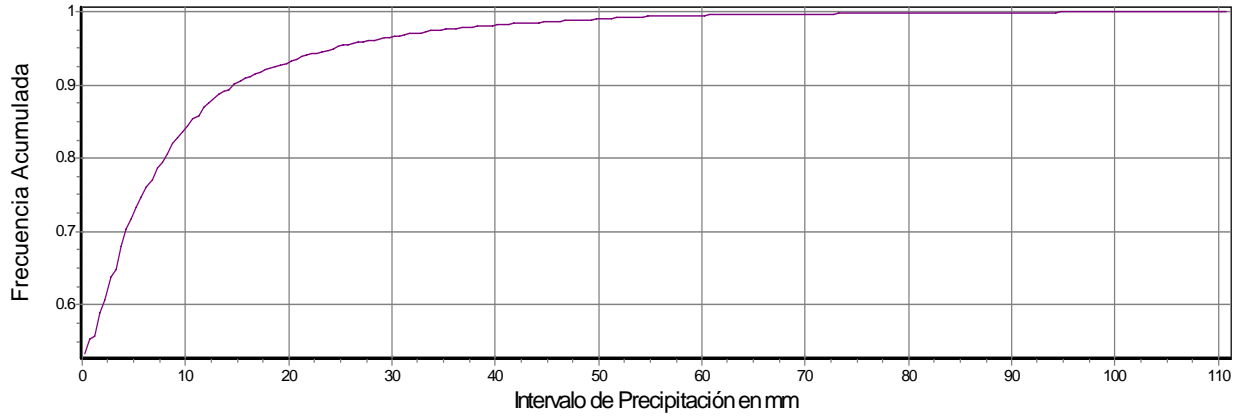
**Eventos Extremos Estación El Picacho**



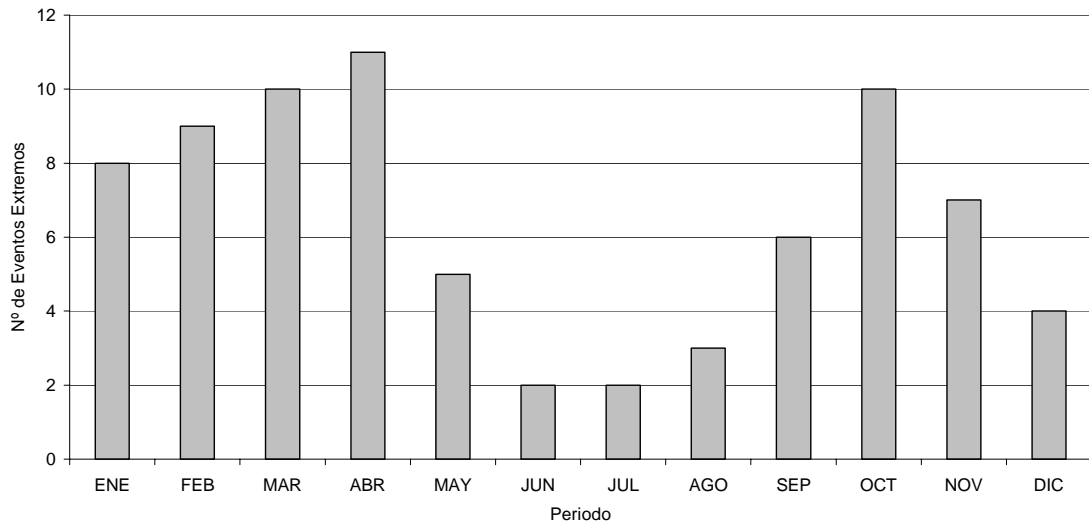
**Eventos Extremos Estación el Picacho**



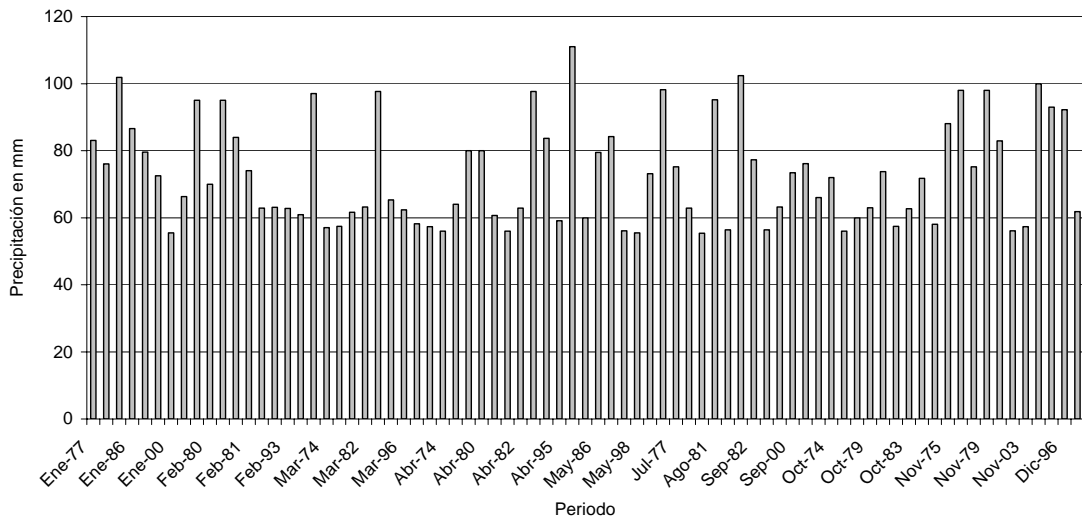
**Distribución de Frecuencia para eventos de dura 1 día. Estación La Galvicia**



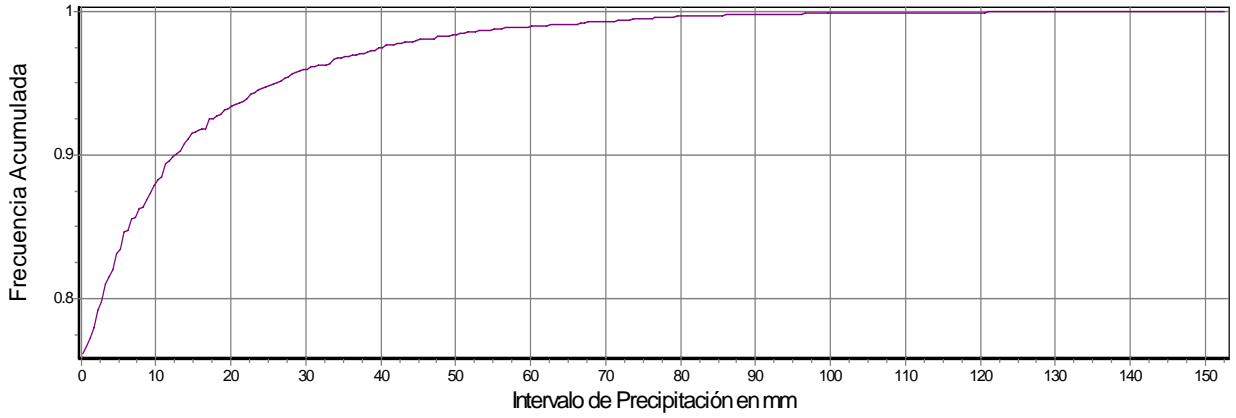
**Eventos Extremos Estación La Galvicia**



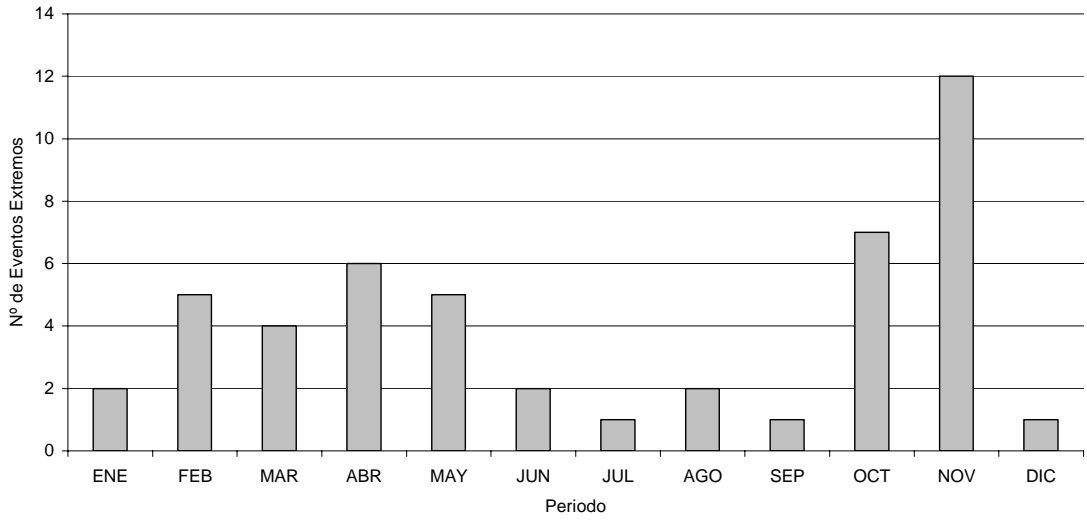
**Eventos Extremos Estación La Galvicia**



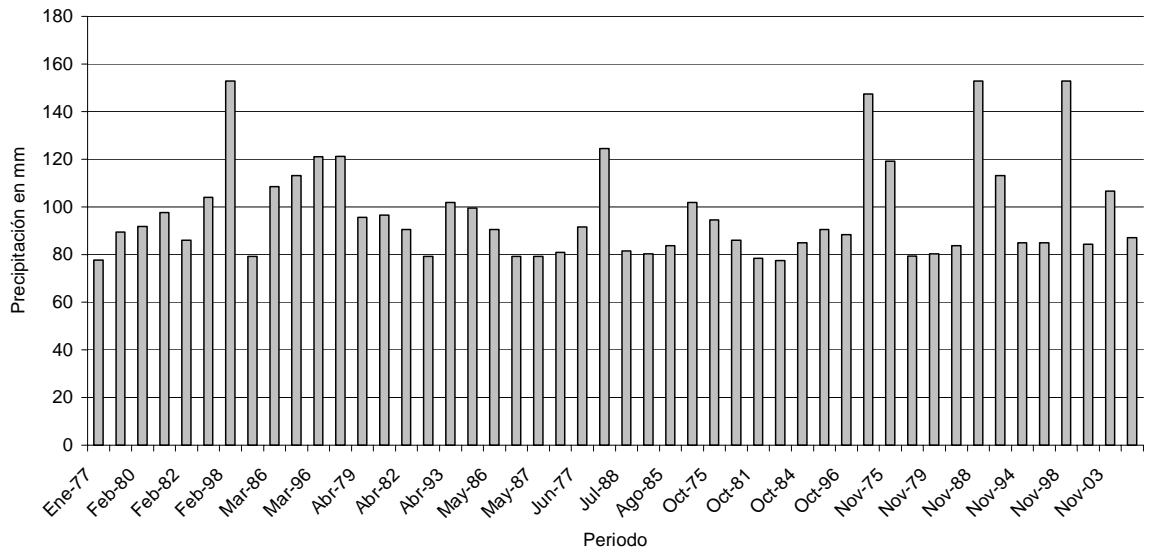
**Distribución de Frecuencia para eventos de duración 1 día. Estación Palmas**



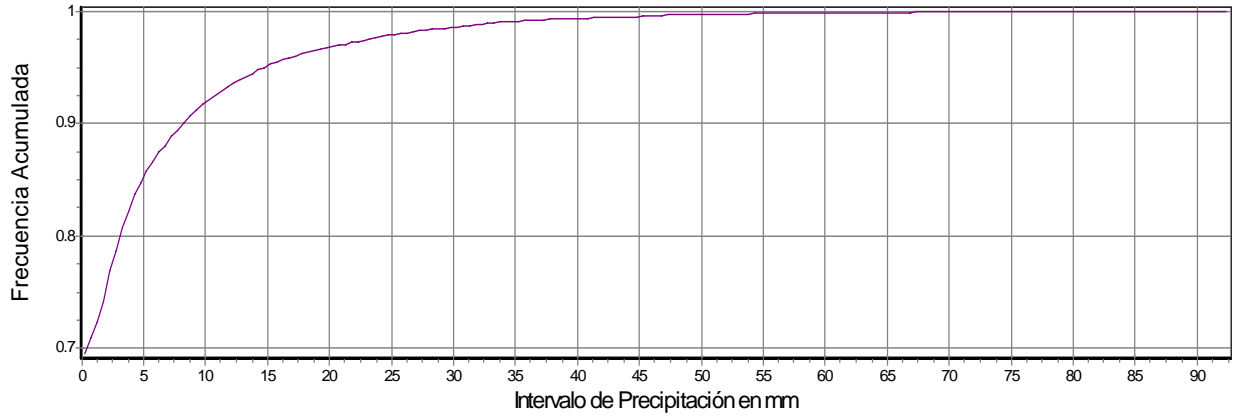
**Eventos Extremos Estación Palmas**



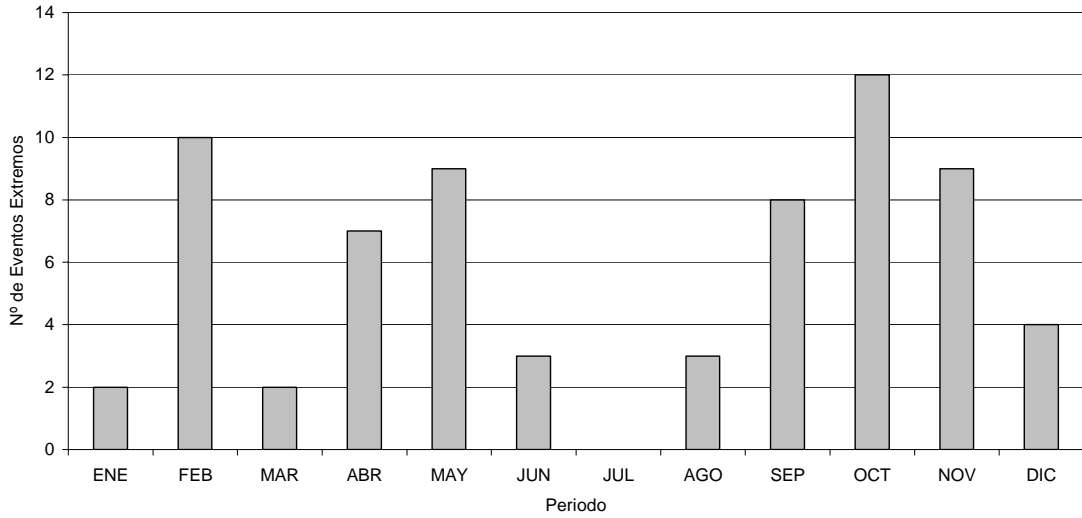
**Eventos Extremos Estación Palmas**



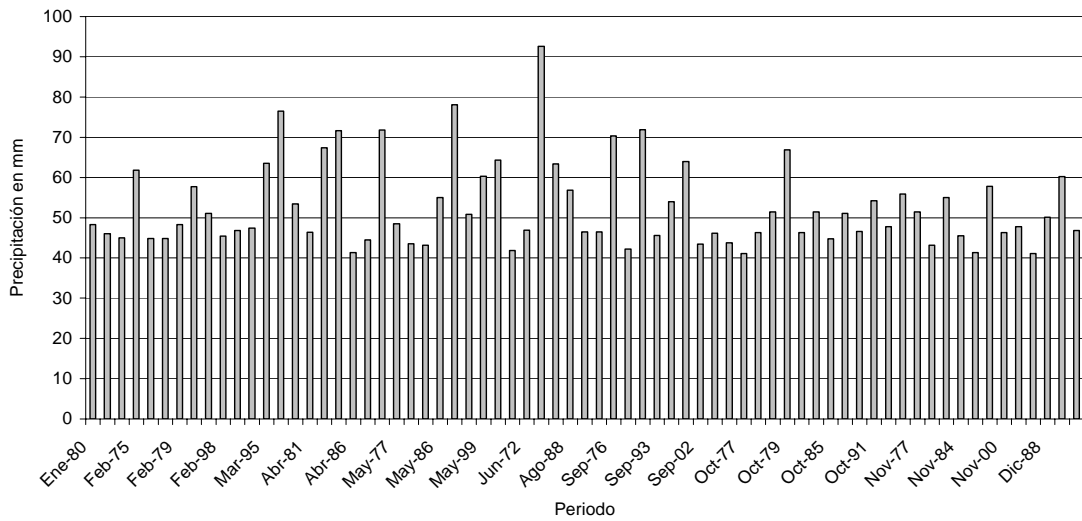
**Distribución de Frecuencia para eventos de suración 1 día. Estación Matajira**



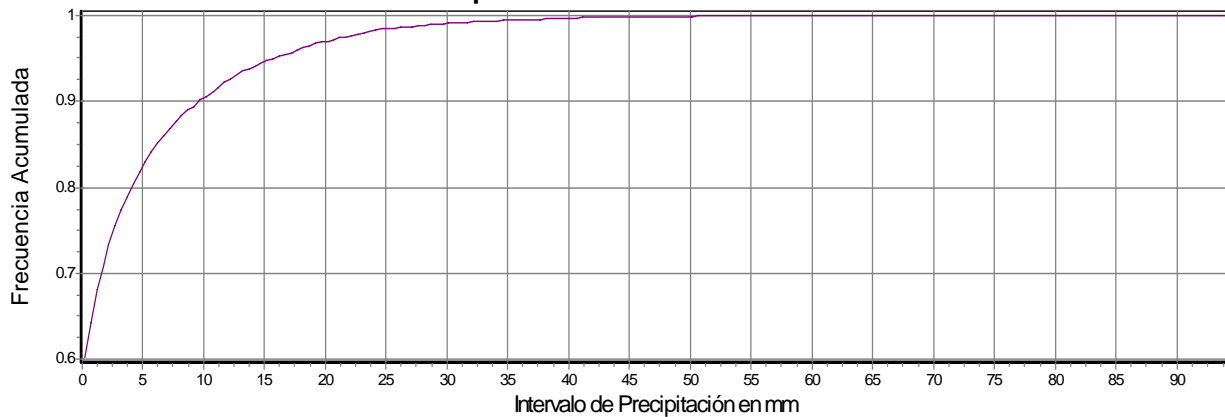
**Eventos Extremos Estación Matajira**



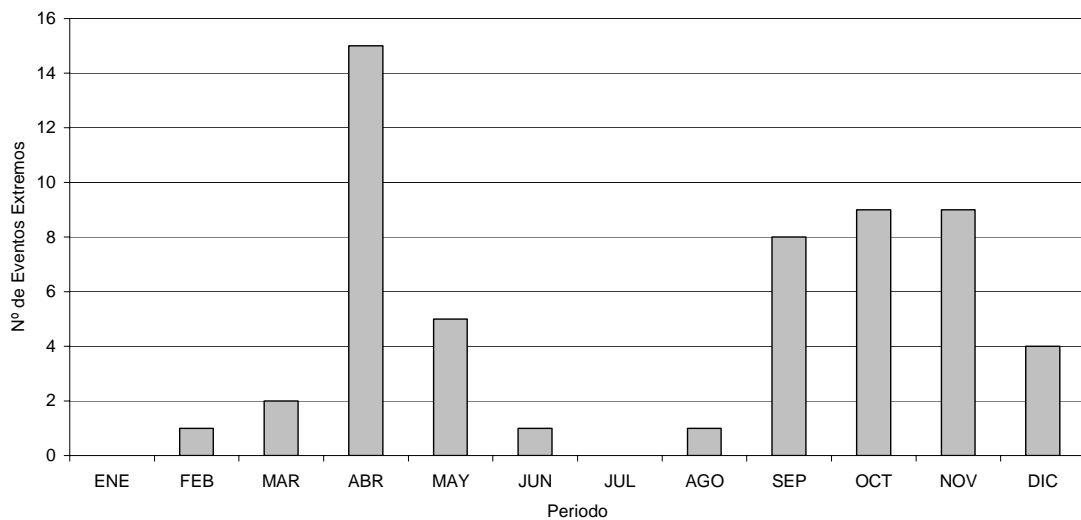
**Eventos Extremos Estación Matajira**



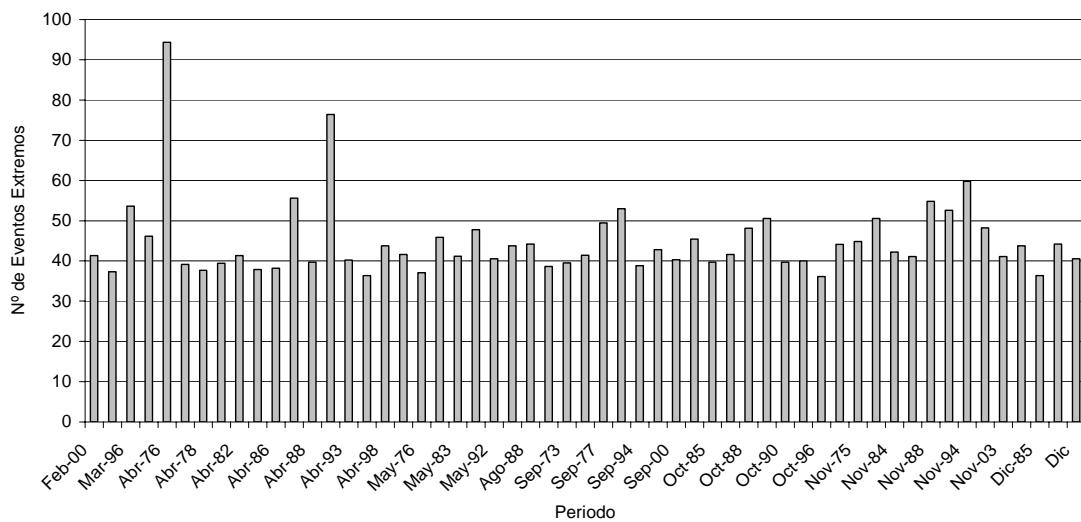
**Distribución de Frecuencia para eventos de duración 1 día. Estación Vivero Suratá**



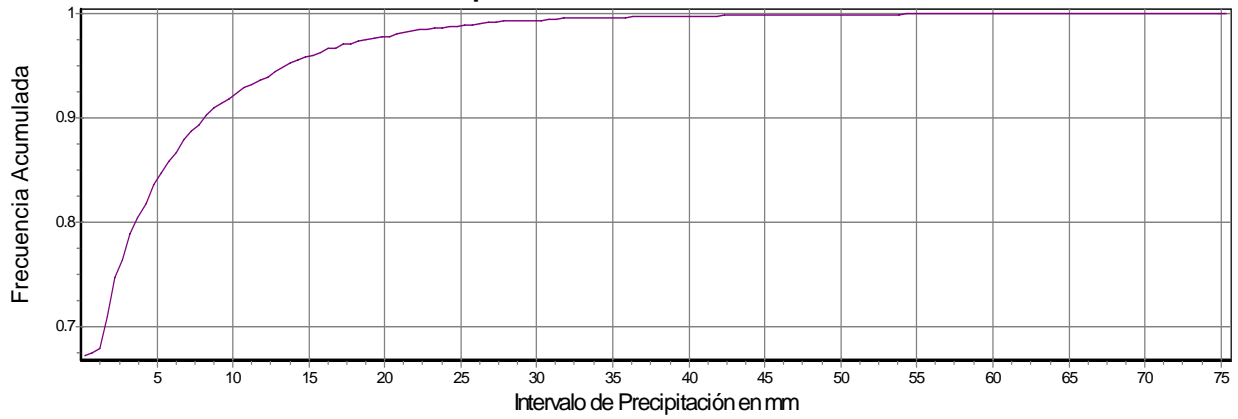
**Eventos Extremos Estación Vivero Suratá**



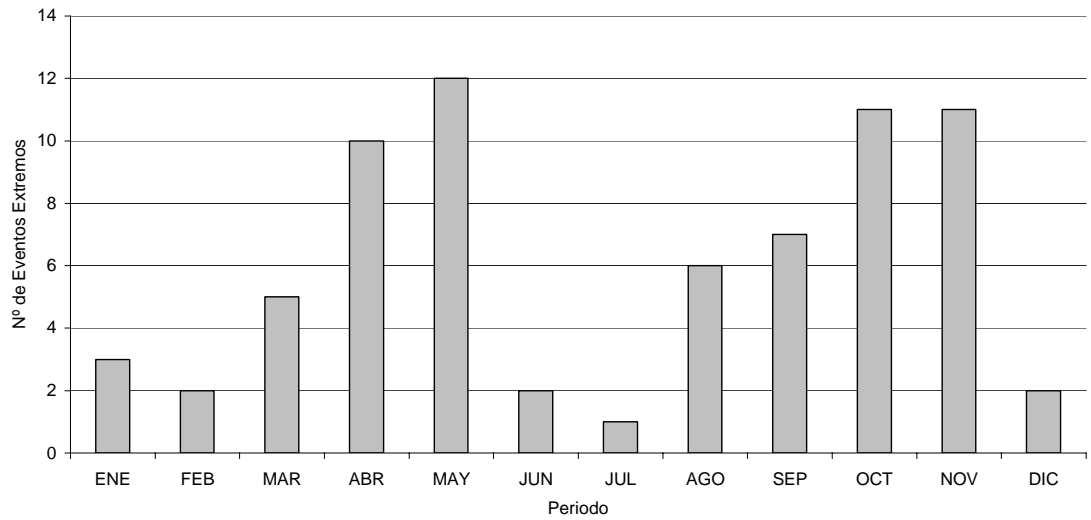
**Eventos Extremos Estación Vivero Suratá**



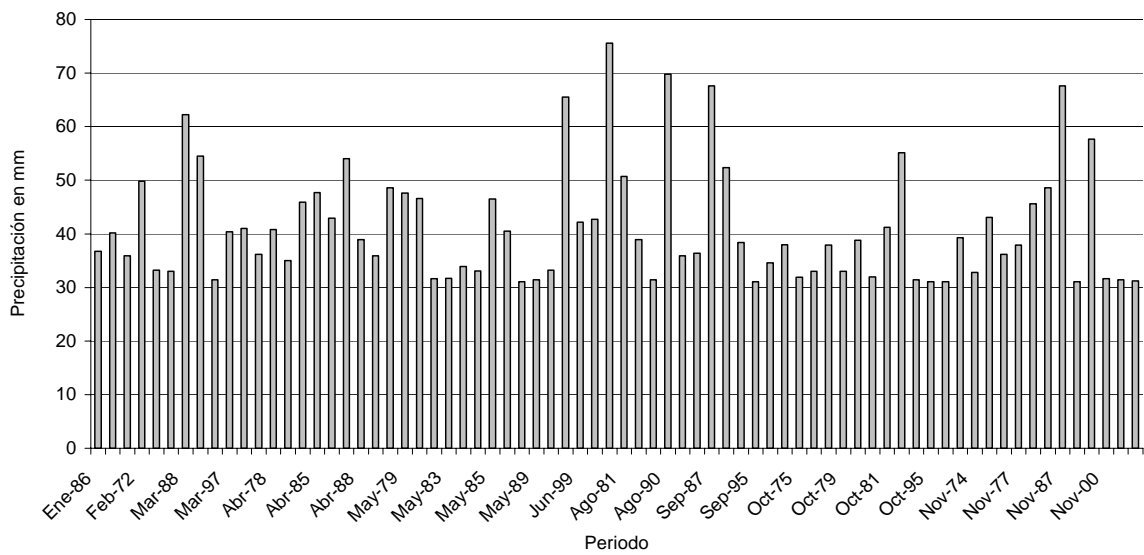
**Distribución de Frecuencia para eventos de duración 1 día. Estación Vetas el Pozo**



**Eventos Extremos Estación Vetas el Pozo**

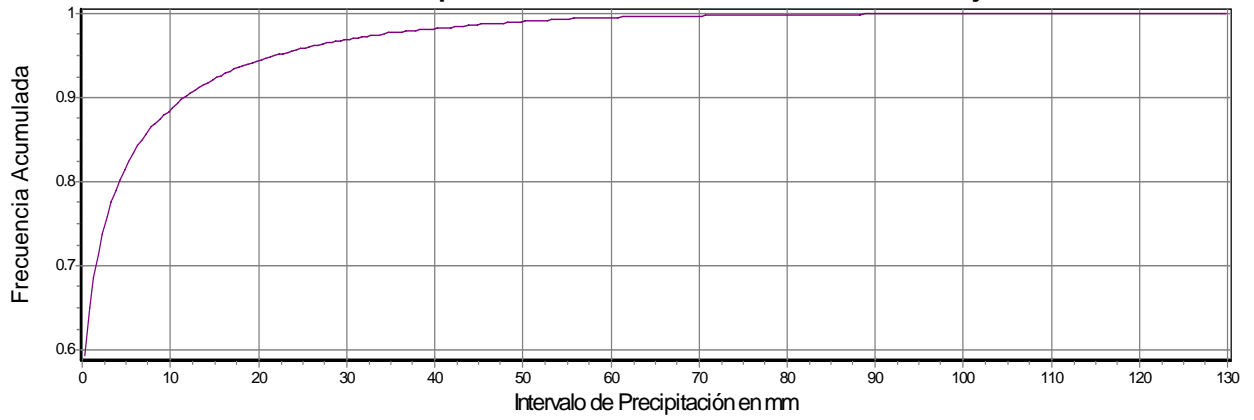


**Eventos Extremos Estación Vetas el Pozo**

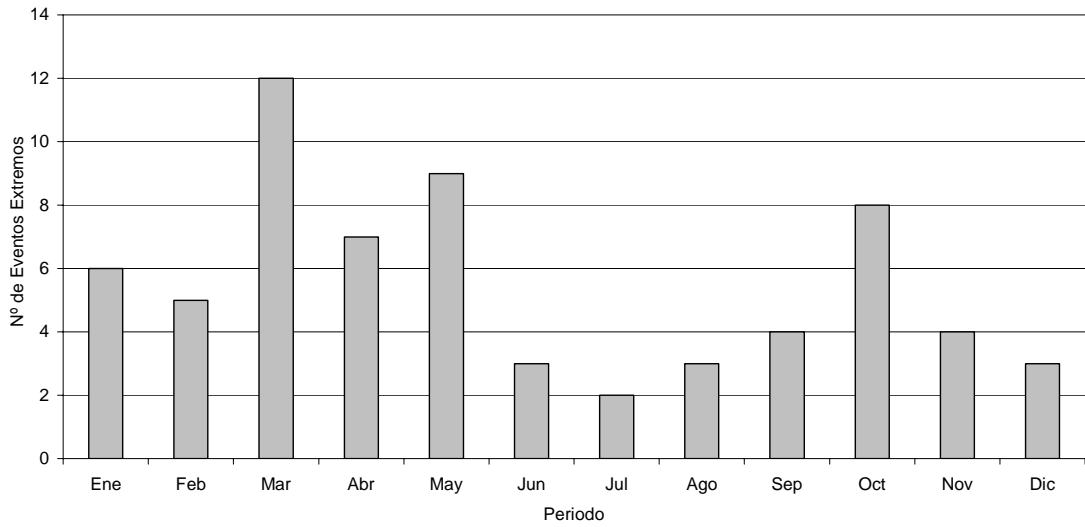




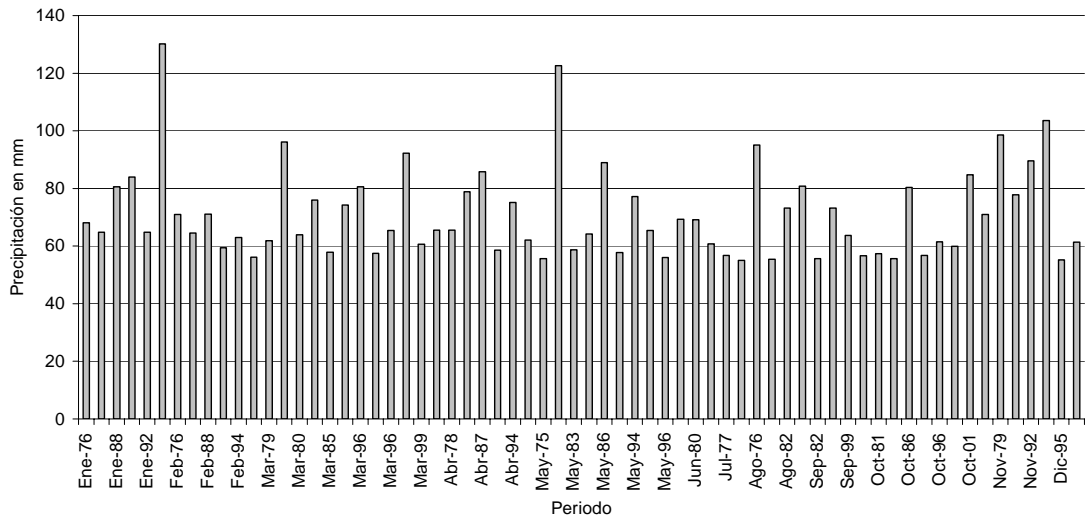
**Distribución de Frecuencia para eventos de duración 1 día. estación Granja Piedecuesta**



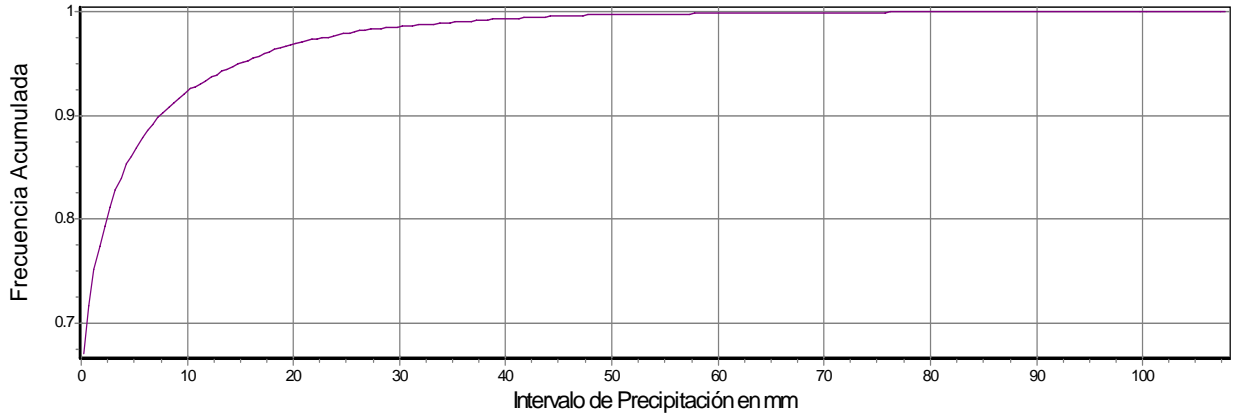
**Eventos Extremos Estación Granja Piedecuesta**



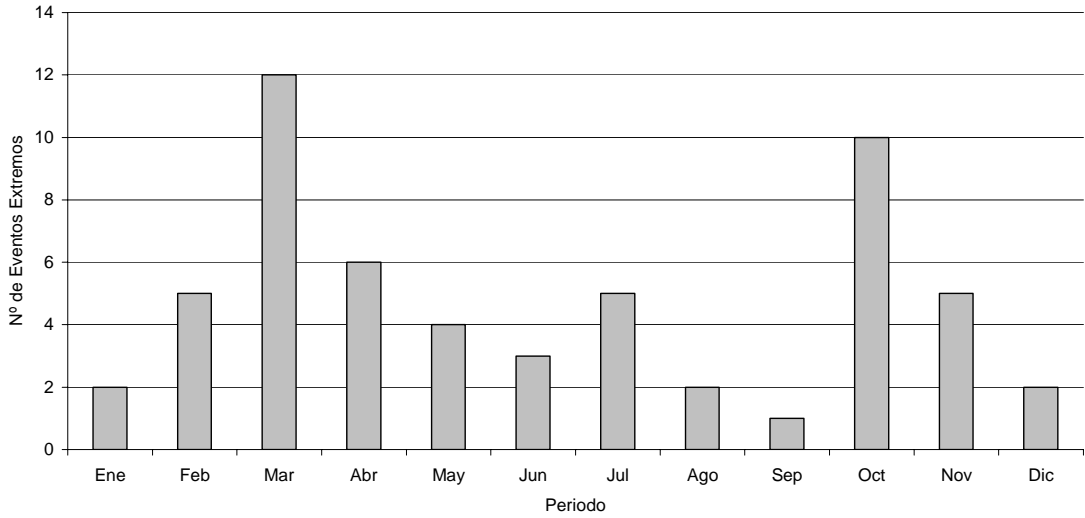
**Eventos Extremos Estación Granja Piedecuesta**



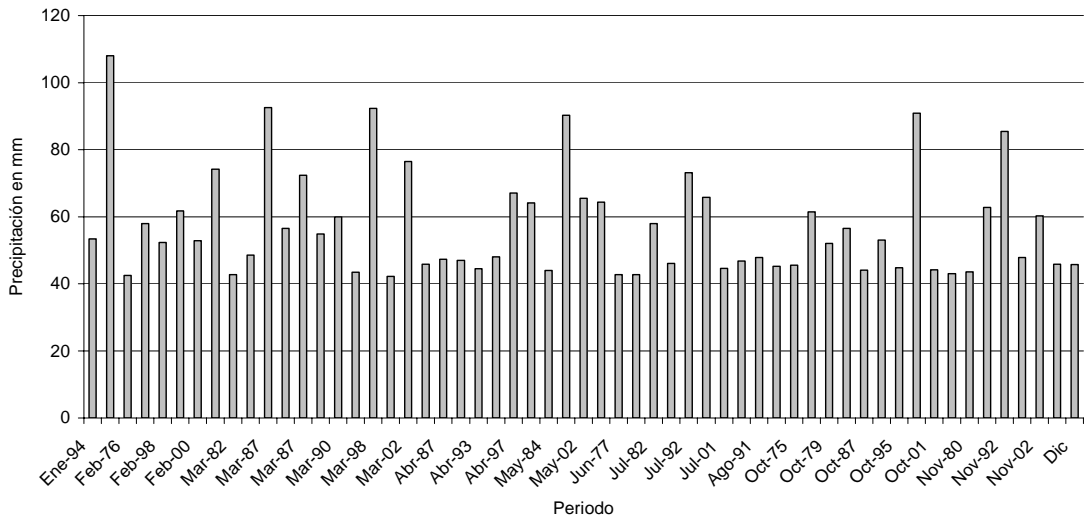
**Distribución de Frecuencia para eventos de duración 1 día. Estación Llano Grande**



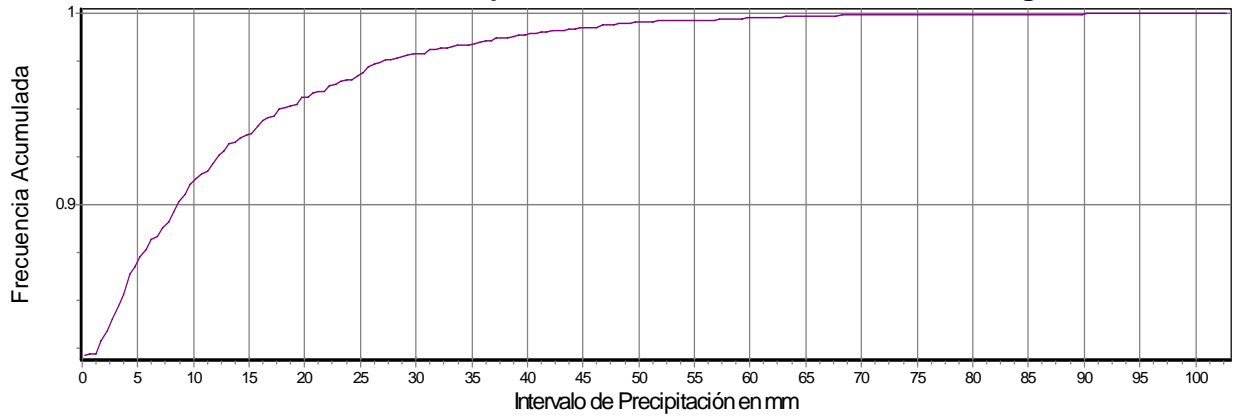
**Eventos Extremos Estación Llano grande**



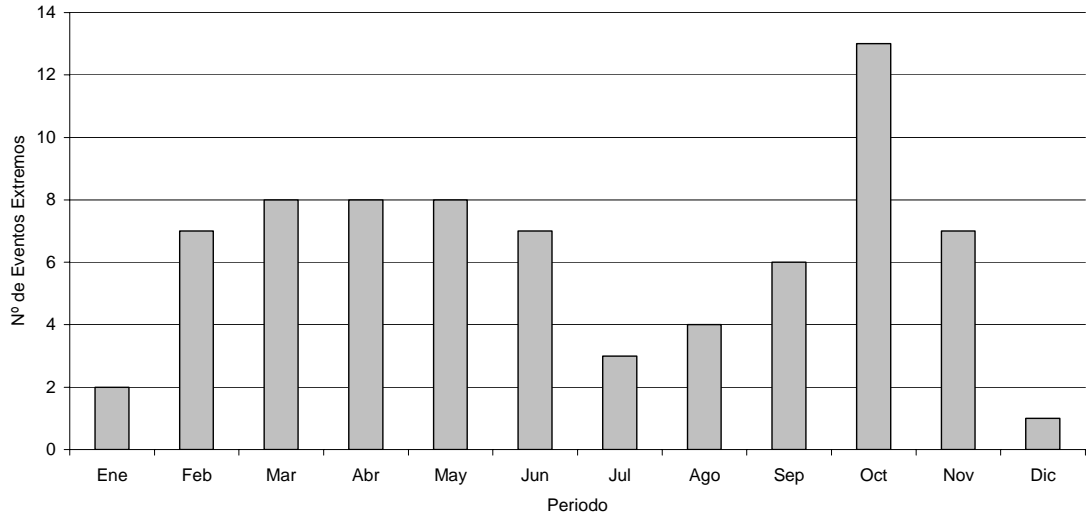
**Eventos Extremos Estación Llano grande**



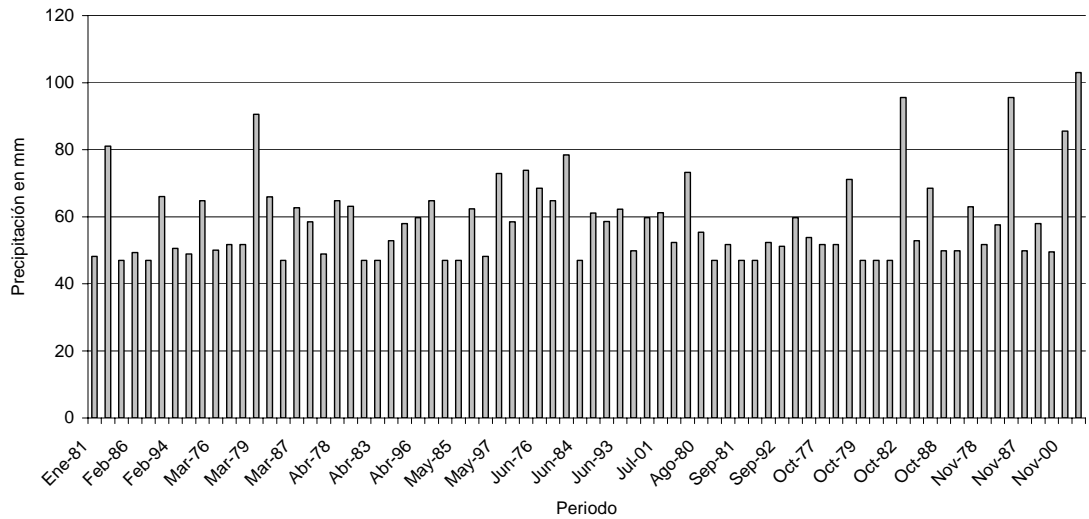
**Distribución de Frecuencia para eventos de duración 1 día. Estación Palogordo**



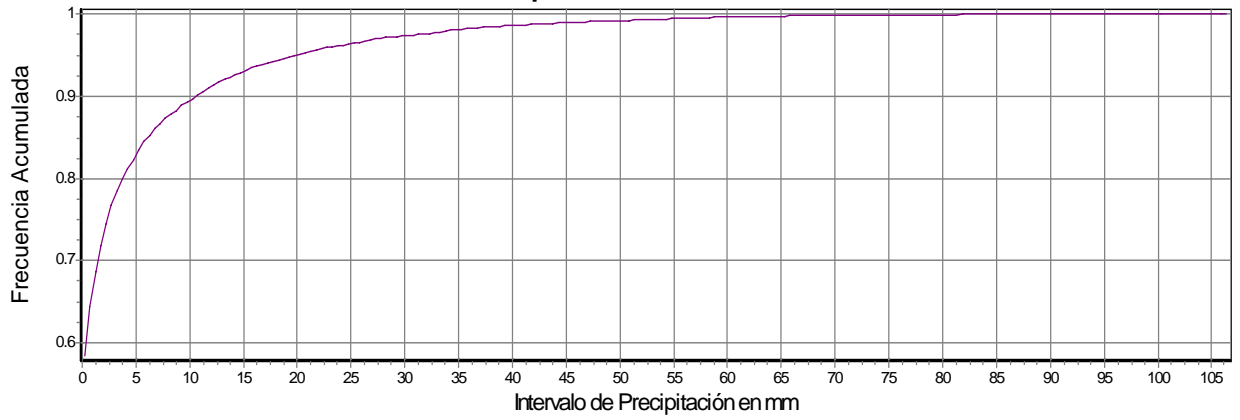
**Eventos Extremos Estación Palogordo**



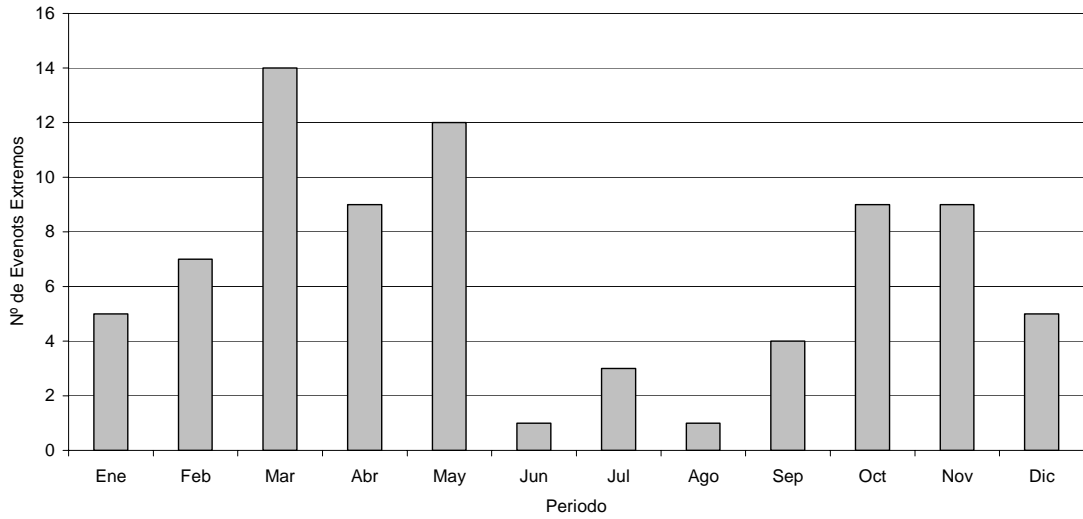
**Eventos Extremos Estación Palogordo**



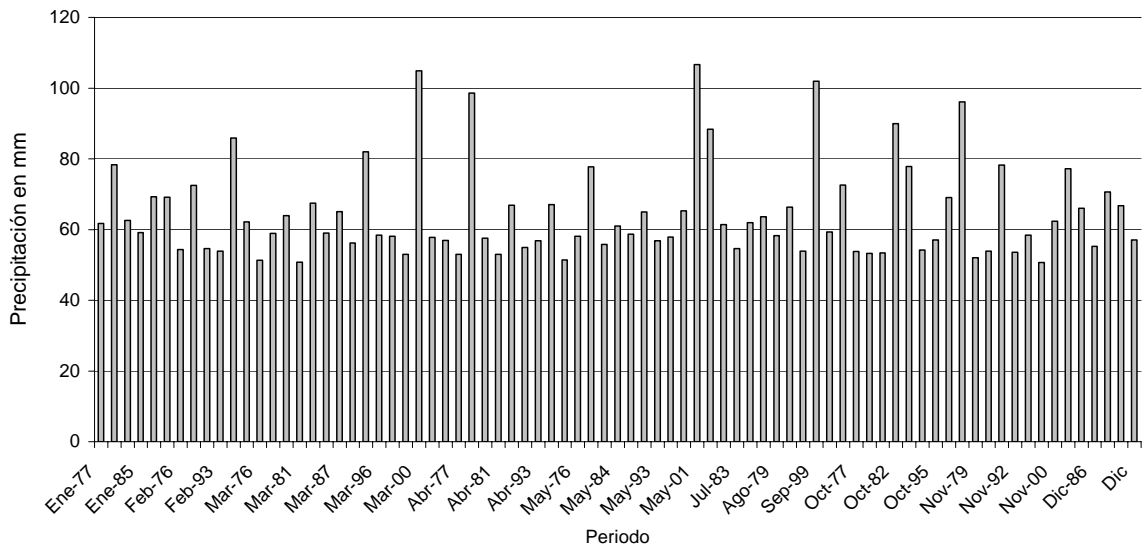
**Distribución de Frecuencia para eventos de duración 1 día. Estación UIS**



**Eventos Extremos Estación UIS**



**Eventos Extremos Estación UIS**



Estación Berlín		Estación Cachirí		Estación El Picacho		Estación Palmas		Estación Vivero Suratá	
01-Feb-80	50.5	08-Feb-85	47.3	01-Feb-87	61.9	18-Ene-77	77.6	26-Feb-00	41.3
01-Feb-80	48.7	24-Abr-74	64.3	01-Feb-94	54.9	05-Ene-84	89.4	28-Mar-78	37.3
01-Mar-01	28.7	30-Abr-74	55.9	01-Feb-00	54.7	19-Feb-80	91.8	09-Mar-96	53.6
01-Abr-75	30.4	22-Abr-79	61.2	01-Abr-77	59	03-Feb-82	97.6	15-Abr-74	46.1
01-Abr-78	29.6	04-Abr-81	67.5	01-Abr-81	60.6	18-Feb-82	86.1	14-Abr-76	94.3
01-Abr-82	33.7	16-Abr-81	71.3	01-Abr-82	50.5	04-Feb-90	104.1	17-Abr-76	39.2
01-Abr-86	29	18-Abr-81	59.4	01-Abr-86	55.1	05-Feb-98	152.8	07-Abr-78	37.7
01-Abr-86	40.1	28-Abr-82	50.4	01-Abr-93	59.9	25-Mar-83	79.2	04-Abr-81	39.4
01-Abr-99	31.7	29-Abr-84	62.6	01-Abr-94	64.9	01-Mar-86	108.6	06-Abr-82	41.3
01-Abr-03	32.9	16-Abr-86	51	01-Abr-95	67.9	17-Mar-93	113.2	27-Abr-84	37.9
01-May-74	33.6	05-May-74	65	01-May-77	53	10-Mar-96	121.1	16-Abr-86	38.2
01-May-76	28.3	15-May-77	68.6	01-May-79	58.3	29-Abr-75	121.3	17-Abr-86	55.6
01-May-79	33.2	17-May-79	78.5	01-May-94	59.9	27-Abr-79	95.7	11-Abr-88	39.7
01-May-88	34.1	02-Jun-03	48.8	01-May-98	50.1	04-Abr-81	96.6	25-Abr-90	76.4
01-May-97	48.7	08-Ago-80	60.1	01-Jun-76	60	29-Abr-82	90.5	13-Abr-93	40.2
01-May-01	35.1	05-Sep-75	56.9	01-Jun-95	49.5	05-Abr-84	79.2	28-Abr-94	36.4
01-Jul-90	29.1	14-Sep-79	47.1	01-Jul-83	62.5	06-Abr-93	101.8	13-Abr-98	43.8
01-Jul-02	31.4	28-Oct-75	72	01-Sep-76	55	14-May-84	99.6	05-Abr-99	41.6
01-Ago-78	33.2	09-Oct-77	47.6	01-Sep-80	70.4	28-May-86	90.5	02-May-76	37.1
01-Ago-78	28.6	12-Oct-77	72.2	01-Sep-85	74	31-May-86	79.2	12-May-83	45.9
01-Ago-95	35.9	21-Oct-79	55.9	01-Sep-86	50.9	23-May-87	79.2	20-May-83	41.2
01-Sep-78	29	28-Oct-79	49.8	01-Sep-97	55.3	05-May-01	81	16-May-85	47.8
01-Sep-79	33.4	15-Oct-86	43.5	01-Oct-72	50	30-Jun-77	91.7	14-May-92	40.6
01-Sep-90	28.2	30-Oct-88	86.4	01-Oct-75	56	22-Jun-86	124.5	01-Jun-81	43.8
01-Sep-95	47.5	13-Oct-98	43.5	01-Oct-78	75.4	25-Jul-88	81.5	30-Ago-88	44.2
01-Oct-75	30.8	11-Nov-73	54.5	01-Oct-98	51.6	26-Ago-75	80.3	23-Sep-72	38.6
01-Oct-85	28.2	06-Nov-75	50.2	01-Nov-78	55.3	27-Ago-85	83.7	16-Sep-73	39.5
01-Oct-87	42.3	08-Nov-75	68.7	01-Nov-80	61.3	16-Sep-91	101.8	24-Sep-76	41.4
01-Oct-93	28.3	11-Nov-75	50.2	01-Nov-84	49.7	26-Oct-75	94.5	20-Sep-77	49.4
01-Oct-98	32.1	12-Nov-77	55.7	01-Nov-94	67.9	14-Oct-78	86.1	01-Sep-86	53
01-Oct-03	28.7	13-Nov-77	75	01-Dic-75	105.1	14-Oct-81	78.4	24-Sep-94	38.8
12-Nov-03	29.7	12-Nov-79	45.5	01-Dic-75	65	26-Oct-81	77.5	27-Sep-98	42.8
		04-Nov-80	44.4	02-Dic-89	49.9	30-Oct-84	84.9	22-Sep-00	40.3
		05-Nov-80	66			17-Oct-86	90.5	27-Oct-81	45.4
		07-Nov-80	66.4			02-Oct-96	88.3	19-Oct-85	39.7
		19-Nov-88	43.9			27-Nov-72	147.4	10-Oct-87	41.6
		13-Nov-03	48.1			03-Nov-75	119.3	26-Oct-88	48.1
						13-Nov-77	79.4	30-Oct-88	50.6
						14-Nov-79	80.3	29-Oct-90	39.7
						27-Nov-82	83.7	10-Oct-95	40
						23-Nov-88	152.8	14-Oct-96	36.1
						29-Nov-92	113.2	13-Oct-98	44.1
						04-Nov-94	84.9	08-Nov-75	44.8
						11-Nov-95	84.9	07-Nov-77	50.6
						30-Nov-98	152.8	06-Nov-84	42.2
						26-Nov-01	84.4	01-Nov-87	41.1
						06-Nov-03	106.6	19-Nov-88	54.8
						07-Dic-90	87.1	04-Nov-91	52.6
								04-Nov-94	59.8
								06-Nov-99	48.2
								11-Nov-03	41.1
								02-Dic-73	43.8
								07-Dic-85	36.4
								06-Dic-98	44.2
								01-Dic-03	40.6

Estación Vetas el Pozo		Estación Vetas el Pozo		Estación La Galvicia		Estación La Galvicia		Estación Matajira	
25-Ene-86	36.7	29-Oct-85	55.1	18-Ene-77	83	10-Sep-03	76.1	18-Ene-80	48.3
17-Ene-90	40.2	17-Oct-89	31.4	30-Ene-77	76	04-Oct-73	66	08-Ene-94	46
02-Ene-92	35.9	06-Oct-95	31.1	25-Ene-81	101.8	25-Oct-74	72	10-Feb-74	45
11-Feb-72	49.8	11-Oct-96	31.1	23-Ene-86	86.6	06-Oct-76	56	18-Feb-75	61.8
20-Feb-90	33.2	05-Nov-72	39.3	12-Ene-88	79.6	14-Oct-79	60	07-Feb-76	44.8
28-Mar-78	33	12-Nov-74	32.8	06-Ene-91	72.5	21-Oct-79	63	08-Feb-76	44.8
29-Mar-88	62.2	21-Nov-74	43.1	24-Ene-00	55.5	07-Oct-82	73.7	26-Feb-79	48.3
30-Mar-88	54.5	08-Nov-75	36.2	15-Ene-03	66.3	19-Oct-83	57.4	19-Feb-82	57.7
06-Mar-89	31.4	12-Nov-77	37.9	08-Feb-76	95	21-Oct-83	62.7	03-Feb-88	51.1
11-Mar-97	40.4	13-Nov-77	45.6	03-Feb-80	70	18-Oct-93	71.8	08-Feb-98	45.4
23-Abr-74	41	06-Nov-79	48.6	29-Feb-80	95	20-Oct-95	58.1	19-Feb-99	46.8
19-Abr-75	36.2	03-Nov-87	67.6	15-Feb-81	84	05-Nov-75	88	26-Feb-01	47.4
07-Abr-78	40.8	25-Nov-87	31.1	19-Feb-81	74	12-Nov-75	98	16-Mar-95	63.5
16-Abr-81	35	12-Nov-96	57.7	17-Feb-82	62.9	14-Nov-77	75.2	23-Mar-00	76.5
19-Abr-83	45.9	02-Nov-00	31.6	19-Feb-82	63.1	14-Nov-79	98	21-Abr-78	53.4
19-Abr-85	47.7	05-Dic-89	31.4	02-Feb-93	62.8	07-Nov-84	82.9	05-Abr-81	46.4
22-Abr-86	42.9	02-Dic-03	31.2	17-Feb-03	60.9	03-Nov-94	56.1	07-Abr-83	67.4
30-Abr-87	54			13-Mar-74	97	19-Nov-03	57.3	18-Abr-83	71.6
04-Abr-88	38.9			20-Mar-74	57	23-Dic-75	100	16-Abr-86	41.3
29-Abr-94	35.9			08-Mar-78	57.4	12-Dic-77	93	28-Abr-95	44.5
16-May-79	48.6			31-Mar-78	61.6	29-Dic-96	92.2	01-Abr-97	71.8
17-May-79	47.6			16-Mar-82	63.2	02-Dic-03	61.8	15-May-77	48.5
06-May-81	46.6			19-Mar-85	97.7			23-May-81	43.5
09-May-81	31.6			25-Mar-90	65.3			12-May-86	43.2
20-May-83	31.7			09-Mar-96	62.3			27-May-86	55
23-May-83	33.9			22-Mar-00	58.2			19-May-91	78.1
14-May-85	33.1			19-Mar-01	57.3			03-May-98	50.8
16-May-85	46.5			21-Abr-74	56			09-May-99	60.3
23-May-87	40.5			29-Abr-79	64			07-May-01	64.3
13-May-88	31.1			12-Abr-80	80			26-May-01	41.9
27-May-89	31.4			21-Abr-80	80			13-Jun-72	46.9
25-May-91	33.2			27-Abr-81	60.7			02-Jun-03	92.6
16-Jun-76	65.5			01-Abr-82	56			06-Jun-03	63.4
23-Jun-99	42.2			06-Abr-82	62.9			30-Ago-88	56.8
27-Jul-73	42.7			08-Abr-82	97.7			02-Ago-97	46.5
13-Ago-81	75.6			02-Abr-87	83.7			09-Ago-97	46.5
24-Ago-81	50.7			28-Abr-95	59.1			24-Sep-76	70.3
20-Ago-88	38.9			01-Abr-97	111			13-Sep-81	42.2
31-Ago-88	31.4			15-May-77	60			09-Sep-88	71.9
28-Ago-90	69.8			19-May-86	79.5			13-Sep-93	45.6
30-Ago-90	35.9			10-May-89	84.2			26-Sep-94	54
01-Sep-81	36.4			12-May-94	56.1			13-Sep-99	64
29-Sep-87	67.6			02-May-98	55.5			26-Sep-02	43.4
01-Sep-88	52.4			30-Jun-77	73.1			19-Sep-03	46.1
24-Sep-88	38.4			11-Jun-81	98.2			04-Oct-73	43.8
12-Sep-95	31.1			31-Jul-77	75.2			09-Oct-77	41.1
24-Sep-96	34.6			15-Jul-86	62.9			14-Oct-78	46.3
22-Sep-00	38			13-Ago-81	55.4			24-Oct-78	51.4
16-Oct-75	31.9			21-Ago-81	95.1			14-Oct-79	66.8
24-Oct-79	33			23-Ago-81	56.4			16-Oct-79	46.3
17-Oct-79	37.9			05-Sep-82	102.4			21-Oct-79	51.4
18-Oct-79	33			06-Sep-82	77.3			28-Oct-85	44.7
29-Oct-79	38.8			19-Sep-84	56.4			03-Oct-87	51.1
31-Oct-79	32			16-Sep-86	63.2			06-Oct-90	46.6
27-Oct-81	41.2			22-Sep-00	73.4			07-Oct-91	54.2
								14-Oct-03	47.8
								11-Nov-73	55.9
								07-Nov-77	51.4
								24-Nov-79	43.2
								05-Nov-80	55
								07-Nov-84	45.5
								02-Nov-89	41.3
								04-Nov-94	57.8
								02-Nov-00	46.3
								04-Nov-00	47.8
								19-Dic-79	41.1
								04-Dic-88	50.1
								14-Dic-93	60.2
								06-Dic-98	46.8

Estación Apto Palonegro		Estación Granja Piedecuesta		Estación Llano Grande		Estación Llano Grande		Estación Uis	
25-Ene-81	59.8	16-Ene-76	68	14-Ene-94	53.4	17-Ene-81	48.1	18-Ene-77	61.7
21-Ene-85	98.2	25-Ene-81	64.8	27-Ene-98	108	27-Ene-98	81	06-Ene-84	78.3
23-Ene-00	54	15-Ene-88	80.6	20-Feb-76	42.5	22-Feb-81	47	19-Ene-85	62.6
31-Ene-00	88.6	06-Ene-91	84	12-Feb-78	58	19-Feb-86	49.3	22-Ene-85	59.1
25-Feb-95	68	05-Ene-92	64.8	07-Feb-98	52.3	7-Feb-87	47	31-Ene-00	69.2
07-Feb-98	168.1	27-Ene-98	130.1	08-Feb-98	61.7	10-Feb-88	66	08-Feb-76	69.1
08-Feb-98	63	23-Feb-76	71	23-Feb-00	52.8	3-Feb-94	50.6	09-Feb-76	54.3
23-Feb-00	95.7	10-Feb-88	64.5	24-Mar-79	74.2	25-Feb-95	48.9	28-Feb-78	72.5
21-Mar-77	58.3	21-Feb-88	71.1	02-Mar-82	42.7	26-Feb-02	64.8	06-Feb-84	54.6
01-Mar-86	59.8	15-Feb-91	59.4	26-Mar-85	48.6	5-Mar-76	50	06-Feb-93	53.9
04-Mar-87	64.8	02-Feb-94	62.9	04-Mar-87	92.5	7-Mar-78	51.7	25-Feb-95	85.8
30-Mar-87	64.3	07-Mar-78	56.2	15-Mar-87	56.5	30-Mar-78	51.7	08-Feb-98	62.1
29-Mar-88	58.1	20-Mar-79	61.9	30-Mar-87	72.4	24-Mar-79	90.5	15-Mar-76	51.3
10-Mar-89	75.6	18-Mar-80	96.1	20-Mar-90	54.8	21-Mar-80	65.9	23-Mar-77	58.9
09-Mar-90	95.7	29-Mar-80	63.9	31-Mar-90	59.9	16-Mar-86	47	24-Mar-81	63.9
07-Mar-95	56.6	19-Mar-85	76	27-Mar-97	43.4	15-Mar-87	62.7	25-Mar-81	50.8
10-Mar-96	71.4	22-Mar-85	57.9	22-Mar-98	92.3	14-Mar-02	58.5	04-Mar-87	67.5
16-Mar-96	89.3	15-Mar-92	74.3	09-Mar-02	42.2	25-Abr-76	48.9	13-Mar-87	59
17-Abr-78	65.4	01-Mar-96	80.6	11-Mar-02	76.4	9-Abr-78	64.7	30-Mar-87	65.1
11-Abr-82	72.7	10-Mar-96	57.5	27-Abr-79	45.8	27-Abr-79	63.1	10-Mar-89	56.2
25-Abr-86	54.3	20-Mar-96	65.4	24-Abr-87	47.3	27-Abr-81	47	19-Mar-95	82
03-Abr-87	71	26-Mar-97	92.3	21-Abr-92	47	13-Abr-83	47	10-Mar-96	58.4
09-Abr-87	83.6	21-Mar-99	60.6	27-Abr-93	44.5	3-Abr-85	52.8	26-Mar-97	58.1
27-Abr-88	66.8	29-Abr-75	65.5	26-Abr-95	48	28-Abr-93	58	20-Mar-98	53
01-Abr-89	53.6	17-Abr-78	65.5	03-Abr-97	67.1	21-Abr-96	59.7	23-Mar-00	104.9
26-Abr-93	68.5	16-Abr-86	78.9	22-May-79	64.1	15-May-77	64.7	26-Mar-02	57.8
27-Abr-93	57.8	02-Abr-87	85.8	13-May-84	44	13-May-84	47	01-Abr-77	56.9
26-May-97	65.2	27-Abr-93	58.6	20-May-00	90.2	6-May-85	47	02-Abr-77	53
20-Jun-76	56	21-Abr-94	75.1	01-May-02	65.5	4-May-90	62.3	17-Abr-78	98.6
28-Jun-79	59	21-Abr-96	62.1	20-Jun-76	64.3	8-May-96	48.1	27-Abr-79	57.5
12-Jul-76	55	02-May-75	55.7	05-Jun-77	42.7	31-May-97	72.9	04-Abr-81	52.9
07-Jul-85	88.3	15-May-80	122.6	06-Jun-77	42.7	20-May-00	58.5	27-Abr-86	66.8
16-Jul-87	60.8	18-May-83	58.7	01-Jul-82	58	1-May-02	73.8	05-Abr-89	54.9
25-Jul-92	66.6	13-May-84	64.2	10-Jul-87	46.1	20-Jun-76	68.5	04-Abr-93	56.8
07-Jul-97	66.5	27-May-86	89	02-Jul-92	73.1	5-Jun-77	64.7	25-Abr-97	67.1
18-Ago-76	65.8	31-May-91	57.7	22-Jul-95	65.8	12-Jun-80	78.4	28-May-75	51.4
12-Ago-81	65	12-May-94	77.2	22-Jul-01	44.6	29-Jun-84	47	25-May-76	58.1
09-Ago-93	59.3	07-May-96	65.4	08-Ago-85	46.8	1-Jun-89	61.1	30-May-80	77.7
21-Sep-83	85.4	09-May-96	56	24-Ago-91	47.8	28-Jun-91	58.6	30-May-81	55.8
03-Sep-96	66.7	01-Jun-80	69.3	07-Sep-96	45.2	26-Jun-93	62.2	13-May-84	61
19-Sep-97	56.7	11-Jun-80	69.2	25-Oct-75	45.5	4-Jul-88	49.8	06-May-87	58.7
26-Oct-75	66.2	30-Jun-00	60.8	11-Oct-77	61.4	29-Jul-93	59.7	15-May-87	65
23-Oct-81	76.9	18-Jul-77	56.8	21-Oct-79	52	14-Jul-01	61.2	04-May-93	56.8
07-Oct-91	61.4	16-Jul-87	55.1	23-Oct-81	56.5	23-Ago-79	52.3	05-May-97	57.9
14-Oct-96	78.5	12-Ago-76	95	03-Oct-87	44.1	30-Ago-79	73.2	03-May-98	65.3
27-Oct-96	54	23-Ago-79	55.4	04-Oct-89	53.1	21-Ago-80	55.4	07-May-01	106.6
09-Oct-97	58.8	20-Ago-82	73.2	20-Oct-95	44.8	4-Ago-83	47	26-May-01	88.4
20-Oct-01	63.5	20-Sep-77	80.8	27-Oct-98	90.9	26-Sep-78	51.7	07-Jun-01	61.4
14-Nov-79	78	15-Sep-82	55.7	20-Oct-01	44.2	3-Sep-81	47	02-Jul-83	54.6
24-Nov-79	63.3	13-Sep-99	73.2	26-Oct-01	43	14-Sep-84	47	22-Jul-83	61.9
24-Nov-88	55.4	26-Sep-99	63.7	05-Nov-80	43.5	4-Sep-89	52.3	30-Jul-98	63.6
04-Nov-90	61.4	23-Oct-81	56.6	04-Nov-90	62.8	12-Sep-92	51.2	23-Ago-79	58.3
29-Nov-92	85.6	27-Oct-81	57.4	22-Nov-92	85.4	23-Sep-94	59.7	23-Sep-92	66.3
04-Nov-94	87.6	15-Oct-83	55.7	26-Nov-01	47.8	22-Oct-76	53.8	12-Sep-99	53.9
08-Nov-94	53.1	06-Oct-86	80.3	07-Nov-02	60.3	7-Oct-77	51.7	13-Sep-99	101.9
30-Nov-98	67.9	02-Oct-96	56.8	22-Dic-75	45.8	9-Oct-77	51.7	22-Sep-00	59.3
02-Nov-00	56.6	12-Oct-96	61.5	25-Dic-94	45.7	15-Oct-78	71.1	02-Oct-76	72.6
26-Nov-01	54.5	29-Oct-00	59.9			20-Oct-79	47	07-Oct-77	53.8
27-Nov-01	64	20-Oct-01	84.7			24-Oct-81	47	21-Oct-79	53.3
07-Nov-02	57.7	14-Nov-79	71			26-Oct-81	47	27-Oct-81	53.4
07-Dic-90	99.4	24-Nov-79	98.6			8-Oct-82	95.6	20-Oct-82	89.9
14-Dic-97	58.3	05-Nov-90	77.8			20-Oct-84	52.8	19-Oct-85	77.8
08-Dic-01	58.3	28-Nov-92	89.6			3-Oct-87	68.5	03-Oct-87	54.2
		22-Dic-75	103.5			1-Oct-88	49.8	20-Oct-95	57
		17-Dic-95	55.2			20-Oct-88	49.8	27-Oct-96	69
		18-Dic-97	61.4			6-Oct-02	63	14-Nov-79	96.1
						8-Nov-78	51.7	24-Nov-79	52
						12-Nov-80	57.5	24-Nov-88	53.9
						3-Nov-82	95.6	05-Nov-90	78.2
						6-Nov-87	49.8	28-Nov-92	53.6
						22-Nov-92	58	04-Nov-94	58.4
						14-Nov-97	49.5	12-Nov-99	50.7
						9-Nov-00	85.5	02-Nov-00	62.4
						22-Dic-75	103	27-Nov-01	77.2
								22-Dic-75	66
								27-Dic-86	55.2
								05-Dic-89	70.6
								07-Dic-90	66.7
								06-Dic-98	57

## ANEXOS F. PERIODOS DE REGISTRO DEL ENSO

<b>EVENTOS NINO (FASE CALIDA)</b>	
<b>DE</b>	<b>HASTA</b>
Abril-72	Marzo-73
Agosto-76	Marzo-77
Julio-77	Enero-78
Octubre-79	Abril-80
Abril-82	Julio-83
Agosto-86	Febrero-88
Marzo-91	Julio-92
Febrero-93	Septiembre-93
Junio-94	Marzo-95
Marzo-97	Marzo-98

<b>EVENTOS NINA (FASE FRIA)</b>	
<b>DE</b>	<b>HASTA</b>
Junio-73	Junio-74
Septiembre-74	Abril-76
Septiembre-84	Junio-85
Mayo-88	Junio-89
Septiembre-95	Marzo-96
Julio-98	Junio-00
Diciembre-00	Mayo-01