

#### 4.5.4.46.3 Análisis Estadístico (Homogeneidad)

##### **Prueba de T Student**

Dividiendo en 50% - 50% la población

Estadístico de prueba  $t_d$ : 1.6865

Grados de libertad  $v$ : 29

Valor de  $t_c$  de la distribución  $t$  de Student para dos colas: 2.045

Resultado:

Se acepta la hipótesis nula  $H_0$

##### **Serie Homogénea**

##### **Prueba de Cramer**

Dividiendo en bloques el 60% y 30% de los últimos valores de la población

Estadístico  $t_w$  para el 60% de la población: 0.99329

Estadístico  $t_w$  para el 30% de la población: 0.021623

Grados de libertad  $v$ : 26

Valor de  $t_c$  de la distribución  $t$  de Student para dos colas: 2.056

Bloque del 60%

Se acepta la hipótesis nula  $H_0$

##### **Serie Homogénea**

Bloque del 30%

Se acepta la hipótesis nula  $H_0$

Bloque Homogénea

Resultado:

Se acepta la hipótesis nula  $H_0$

##### **Serie Homogénea**

##### **Prueba de Helmer**

Numero de secuencias  $S$ : 16

Numero de cambios  $C$ : 14

Valor de prueba ( $S^*-C^*$ ) de Helmer: 2

Valor de tolerancia  $\pm$ : 5.4772

Resultado:

Ans = 1

Se acepta la hipótesis nula H0

### Serie Homogénea

### RESUMEN

Número de pruebas homogéneas realizadas: 3

Número de pruebas que resultaron homogéneas: 3

### CONCLUSIÓN

Estación Homogénea

#### **4.5.4.47 Estación 27091 – Playa Larga**

Estado: Tabasco

Municipio: Jonuta

Coordenadas:

Longitud: -91.81

Latitud: 17.938

#### **4.5.4.47.1 Análisis Visual Gráfico**

En la Figura 4.181 se muestra la precipitación acumulada anual de un registro de 31 años para la estación 27091 – Playa Larga.

Años con datos: 27

Años sin datos: 4

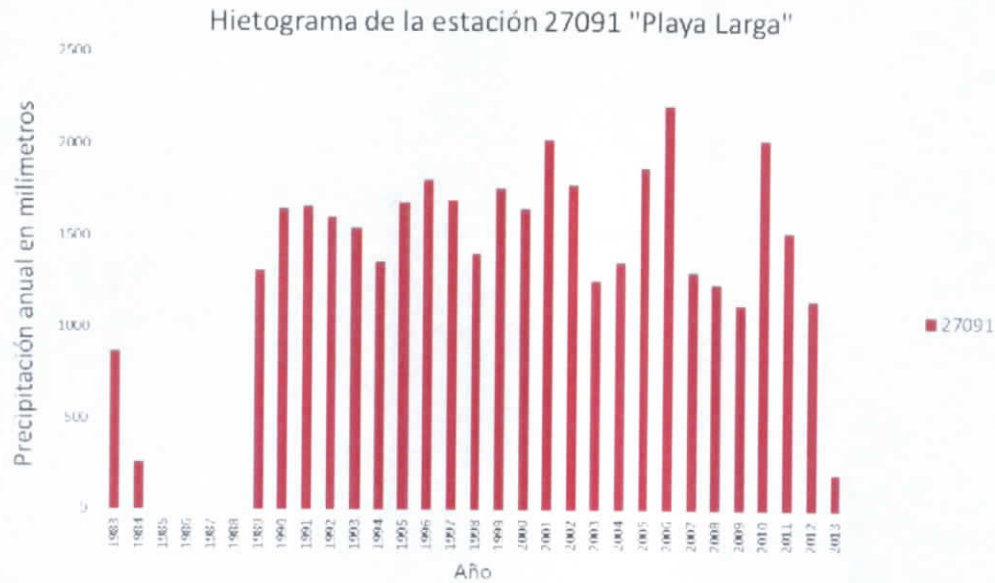


Figura 4.181 Hietograma de la estación 27091

4.5.4.47.2 Análisis de la Curva Doble Masa

Estación de comparación: 27012 - Emiliano Zapata

Distancia a la estación de comparación: 22.21 km (Figura 4.182)



Figura 4.182 Estación más cercana a la estación "Playa Larga"

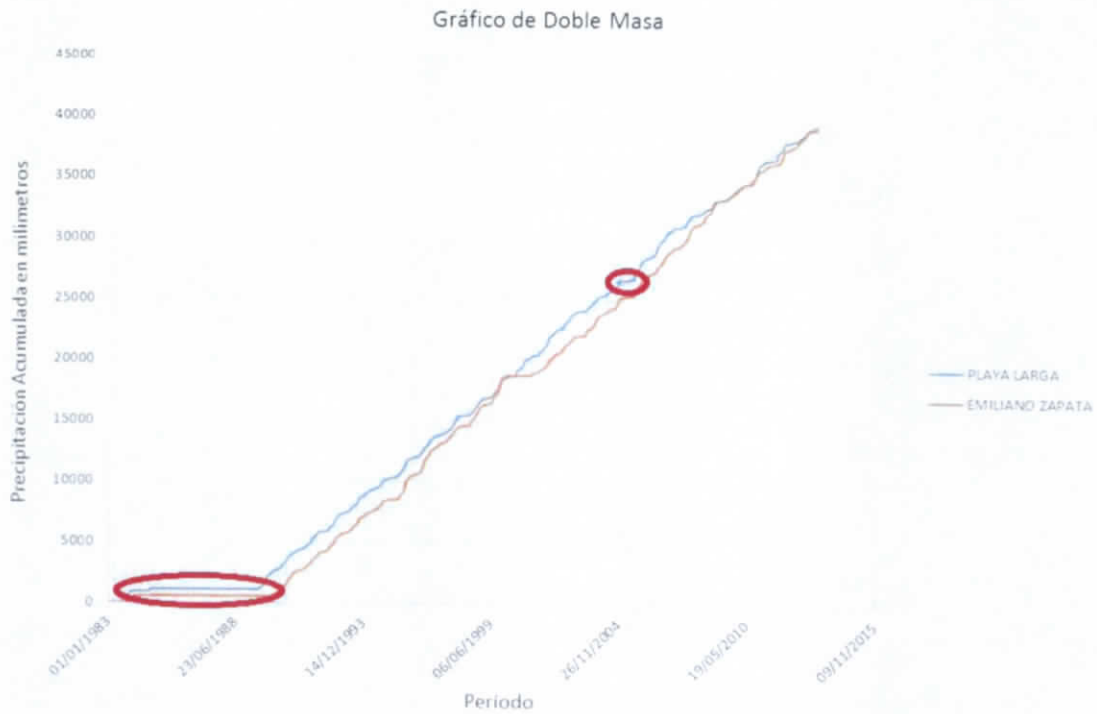


Figura 4.183 Gráfico de doble masa de la estación " Playa Larga"

**Conclusión:** La estación 27091 (línea azul) presenta dos periodos (84-90 y 04) con pendiente nula que significa la ausencia de datos (círculos rojos), en el resto del análisis se observa una pendiente constante y similar a la estación asociada (línea naranja).

#### 4.5.4.47.3 Análisis Estadístico (Homogeneidad)

##### Prueba de T Student

Dividiendo en 50% - 50% la población

Estadístico de prueba  $t_d: 0.87044$

Grados de libertad  $v: 29$

Valor de  $t_c$  de la distribución t de Student para dos colas: 2.045

Resultado:

Se acepta la hipótesis nula  $H_0$

##### Serie Homogénea

##### Prueba de Cramer



Dividiendo en bloques el 60% y 30% de los últimos valores de la población

Estadístico  $t_w$  para el 60% de la población: 1.2968

Estadístico  $t_w$  para el 30% de la población: 0.35055

Grados de libertad  $v$ : 26

Valor de  $t_c$  de la distribución  $t$  de Student para dos colas: 2.056

Bloque del 60%

Se acepta la hipótesis nula  $H_0$

**Serie Homogénea**

Bloque del 30%

Se acepta la hipótesis nula  $H_0$

Bloque Homogénea

Resultado:

Se acepta la hipótesis nula  $H_0$

**Serie Homogénea**

**Prueba de Helmer**

Numero de secuencias  $S$ : 15

Numero de cambios  $C$ : 15

Valor de prueba ( $S^*-C^*$ ) de Helmer: 0

Valor de tolerancia  $\pm$ : 5.4772

Resultado:

Ans = 1

Se acepta la hipótesis nula  $H_0$

**Serie Homogénea**

**RESUMEN**

**Número de pruebas homogéneas realizadas: 3**

**Número de pruebas que resultaron homogéneas: 3**

**CONCLUSIÓN**

**Estación Homogénea**

#### 4.5.4.48 Estación 27092 – Playas del Rosario

Estado: Tabasco

Municipio: Centro

Coordenadas:

Longitud: -92.93

Latitud: 17.854

##### 4.5.4.48.1 Análisis Visual Gráfico

En la Figura 4.184 se muestra la precipitación acumulada anual de un registro de 31 años para la estación 27092 – Playas del Rosario.

Años con datos: 28

Años sin datos: 3

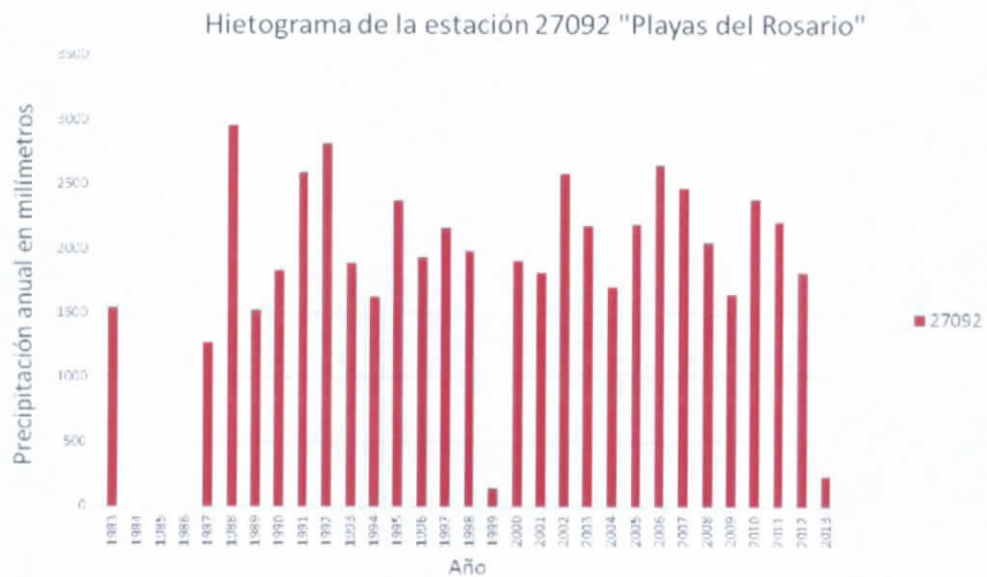


Figura 4.184 Hietograma de la estación 27092

##### 4.5.4.48.2 Análisis de la Curva Doble Masa

Estación de comparación: 27054 - Villahermosa (DGE)

Distancia a la estación de comparación: 15.58 km (Figura 4.185)



Figura 4.185 Estación más cercana a la estación "Playas del Rosario"

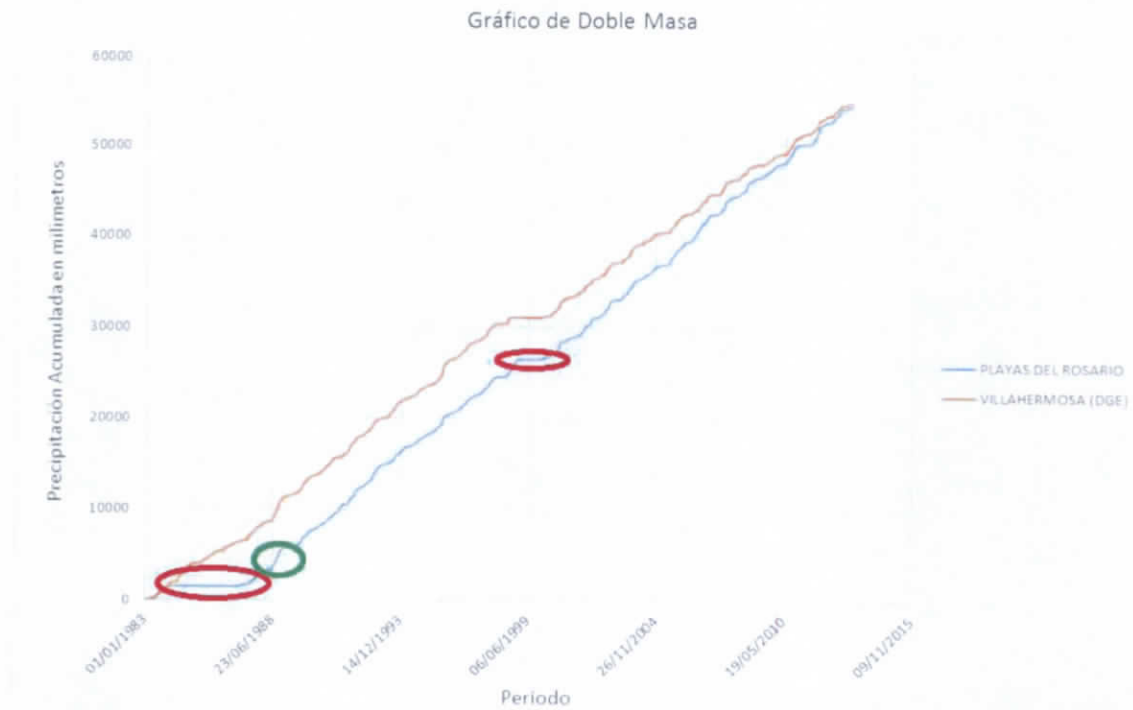


Figura 4.186 Gráfico de doble masa de la estación " Playas del Rosario"

**Conclusión:** La estación 27092 (línea azul) tiene dos períodos (84-87 y 98-00) con datos faltantes (círculos rojos) y un período (88-89) con un salto escalonado (círculos verdes), el

resto del análisis tiene una pendiente constante y similar con la estación asociada (línea naranja)

#### 4.5.4.48.3 Análisis Estadístico (Homogeneidad)

##### **Prueba de T Student**

Dividiendo en 50% - 50% la población

Estadístico de prueba  $t_d$ : 3.8295

Grados de libertad  $v$ : 29

Valor de  $t_c$  de la distribución  $t$  de Student para dos colas: 2.045

Resultado:

Se rechaza la hipótesis nula  $H_0$

**Serie no homogénea**

##### **Prueba de Cramer**

Dividiendo en bloques el 60% y 30% de los últimos valores de la población

Estadístico  $t_w$  para el 60% de la población: 4.0033

Estadístico  $t_w$  para el 30% de la población: 2.4168

Grados de libertad  $v$ : 26

Valor de  $t_c$  de la distribución  $t$  de Student para dos colas: 2.056

Bloque del 60%

Se rechaza la hipótesis nula  $H_0$

**Serie no homogénea**

Bloque del 30%

Se rechaza la hipótesis nula  $H_0$

Bloque no Homogénea

Resultado:

Se rechaza la hipótesis nula  $H_0$

**Serie no Homogénea**

##### **Prueba de Helmer**

Numero de secuencias  $S$ : 18

Numero de cambios  $C$ : 12

Valor de prueba ( $S^*-C^*$ ) de Helmer: 6

Valor de tolerancia +/-: 5.4772

Resultado:

Se rechaza la hipótesis nula H0

**Serie no Homogénea**

## **RESUMEN**

Número de pruebas homogéneas realizadas: 3

Número de pruebas que resultaron homogéneas: 0

## **CONCLUSIÓN**

Estación NO Homogénea

### **4.5.4.49 Estación 27093 – San Elpidio**

Estado: Tabasco

Municipio: Balancán

Coordenadas:

Longitud: -91.567

Latitud: 18.013

#### **4.5.4.49.1 Análisis Visual Gráfico**

En la Figura 4.187 se muestra la precipitación acumulada anual de un registro de 31 años para la estación 27093 – San Elpidio.

Años con datos: 27

Años sin datos: 4

JF

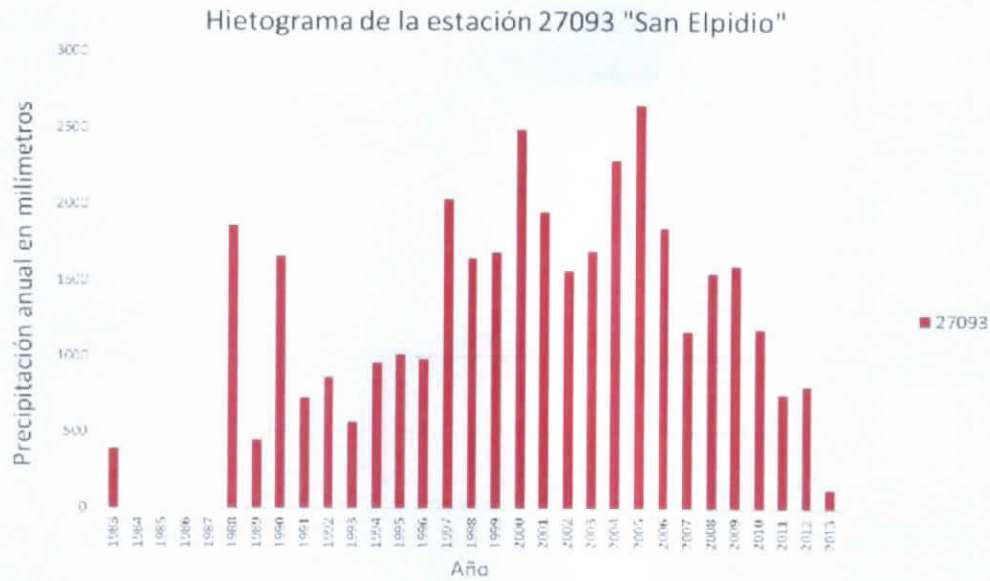


Figura 4.187 Hietograma de la estación 27093

#### 4.5.4.49.2 Análisis de la Curva Doble Masa

Estación de comparación: 27090 - El Pipila

Distancia a la estación de comparación: 6.48 km (Figura 4.188)



Figura 4.188 Estación más cercana a la estación "San Elpidio"

JF



Figura 4.189 Gráfico de doble masa de la estación " San Elpidio"

#### 4.5.4.49.3 Análisis Estadístico (Homogeneidad)

##### Prueba de T Student

Prueba de t Student, dividiendo en 50% - 50% la población

Estadístico de prueba  $t_d$ : 1.9772

Grados de libertad  $v$ : 29

Valor de  $t_c$  de la distribución t de Student para dos colas: 2.045

Resultado:

Se acepta la hipótesis nula  $H_0$

##### Serie Homogénea

##### Prueba de Cramer

Prueba de Cramer, dividiendo en bloques el 60% y 30% de los últimos valores de la población

Estadístico  $t_w$  para el 60% de la población: 0.412

Estadístico  $t_w$  para el 30% de la población: 1.0856

Grados de libertad  $v: 26$

Valor de  $t_c$  de la distribución  $t$  de Student para dos colas: 2.056

Bloque del 60%

Se acepta la hipótesis nula  $H_0$

**Serie Homogénea**

Bloque del 30%

Se acepta la hipótesis nula  $H_0$

Bloque Homogénea

Resultado:

Se acepta la hipótesis nula  $H_0$

**Serie Homogénea**

**Prueba de Helmer**

Numero de secuencias  $S: 26$

Numero de cambios  $C: 4$

Valor de prueba ( $S^*-C^*$ ) de Helmer: 22

Valor de tolerancia  $\pm: 5.4772$

Resultado:

Se rechaza la hipótesis nula  $H_0$

**Serie no Homogénea**

**RESUMEN**

Número de pruebas homogéneas realizadas: 3

Número de pruebas que resultaron homogéneas: 2

**CONCLUSIÓN**

Estación Homogénea

**4.5.4.50 Estación 27095 – INIFAP**

Estado: Tabasco

Municipio: Huimanguillo

Coordenadas:

Longitud: -93.23



Latitud: 17.51

#### 4.5.4.50.1 Análisis Visual Gráfico

En la Figura 4.190 se muestra la precipitación acumulada anual de un registro de 31 años para la estación 27095 – INIFAP.

Años con datos: 11

Años sin datos: 20

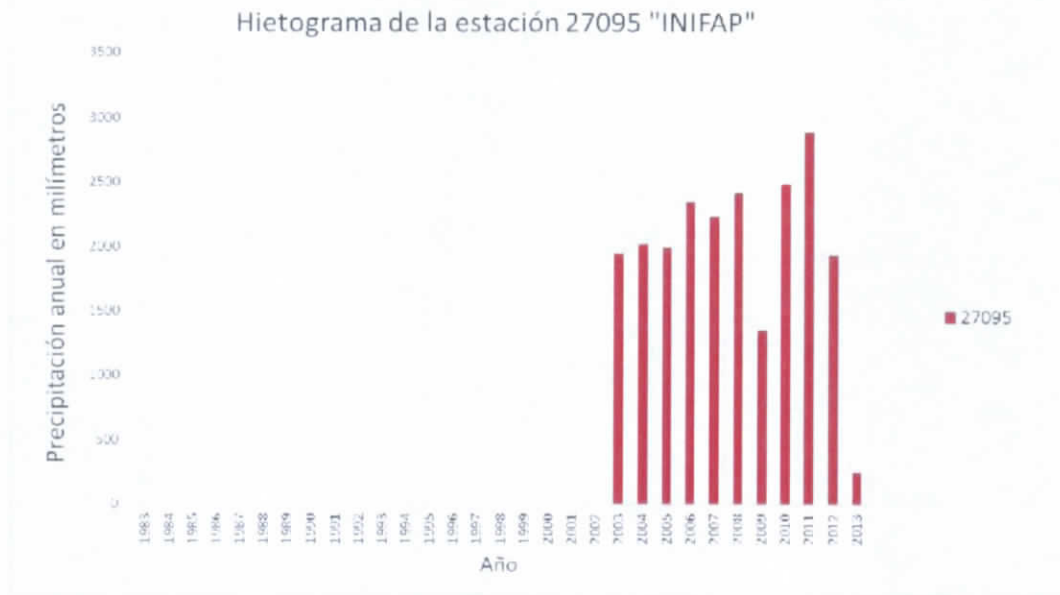


Figura 4.190 Gráfico de doble masa de la estación " San Elpidio"

#### 4.5.4.50.2 Análisis de la Curva Doble Masa

Estación de comparación: 27090 - Cárdenas

Distancia a la estación de comparación: 16.70 km (Figura 4.191)



Figura 4.191 Estación más cercana a la estación "INIFAP"

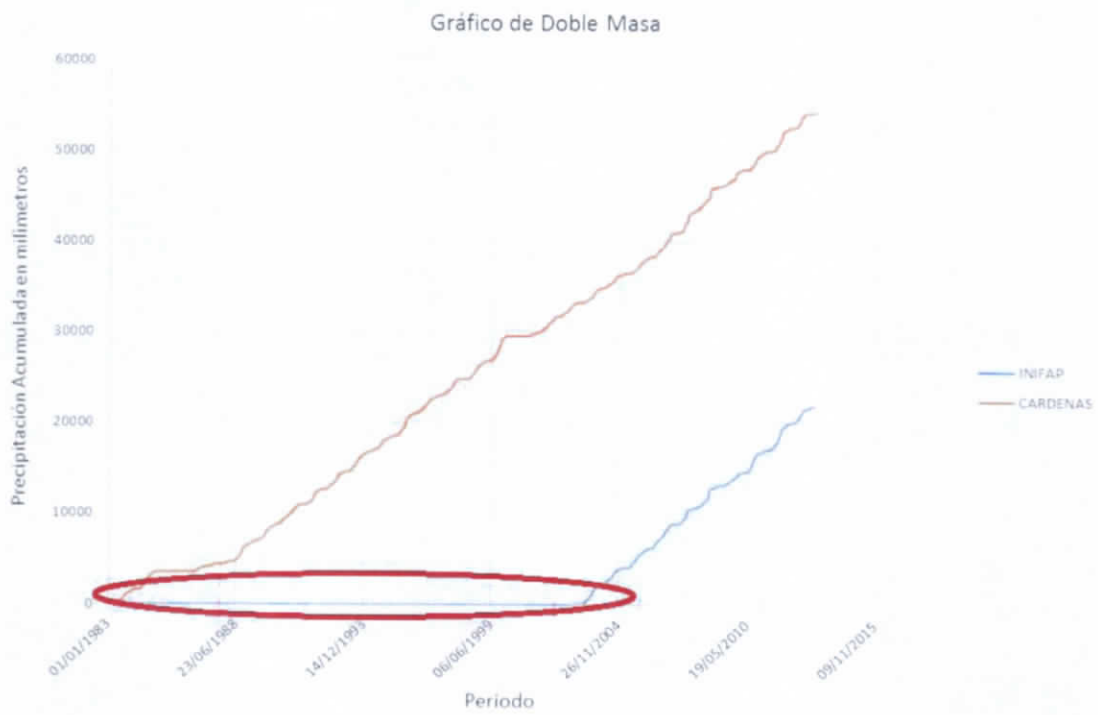


Figura 4.192 Gráfico de doble masa de la estación " INIFAP"

**Conclusión:** Gran parte del periodo de análisis (83-03) de la estación 27095 (línea azul) presenta ausencia de datos (círculo rojo), en el resto del análisis presente una pendiente constante y similar a la estación asociada (línea naranja).

#### 4.5.4.50.3 Análisis Estadístico (Homogeneidad)

##### **Prueba de T Student**

Prueba de t Student, dividiendo en 50% - 50% la población

Estadístico de prueba  $t_d$ : 3.7429

Grados de libertad  $v$ : 29

Valor de  $t_c$  de la distribución t de Student para dos colas: 2.045

Resultado:

Se rechaza la hipótesis nula  $H_0$

**Serie no homogénea**

##### **Prueba de Cramer**

Prueba de Cramer, dividiendo en bloques el 60% y 30% de los últimos valores de la población

Estadístico  $t_w$  para el 60% de la población: 3.225

Estadístico  $t_w$  para el 30% de la población: 3.1269

Grados de libertad  $v$ : 26

Valor de  $t_c$  de la distribución t de Student para dos colas: 2.056

Bloque del 60%

Se rechaza la hipótesis nula  $H_0$

**Serie no homogénea**

Bloque del 30%

Se rechaza la hipótesis nula  $H_0$

Bloque no Homogénea

Resultado:

Se rechaza la hipótesis nula  $H_0$

**Serie no Homogénea**

##### **Prueba de Helmert**

Numero de secuencias  $S$ : 16

Numero de cambios C: 14

Valor de prueba ( $S^*-C^*$ ) de Helmer: 2

Valor de tolerancia +/-: 5.4772

Resultado:

ans = 1

Se acepta la hipótesis nula  $H_0$

**Serie Homogénea**

### **RESUMEN**

Número de pruebas homogéneas realizadas: 3

Número de pruebas que resultaron homogéneas: 1

### **CONCLUSIÓN**

Estación NO Homogénea

#### ***4.5.4.51 Estación 27096 – Porvenir***

Estado: Tabasco

Municipio: Centro

Coordenadas:

Longitud: -92.523

Latitud: 18.003

##### ***4.5.4.51.1 Análisis Visual Gráfico***

En la Figura 4.193 se muestra la precipitación acumulada anual de un registro de 31 años para la estación 27096 – Porvenir.

Años con datos: 13

Años sin datos: 18

CF

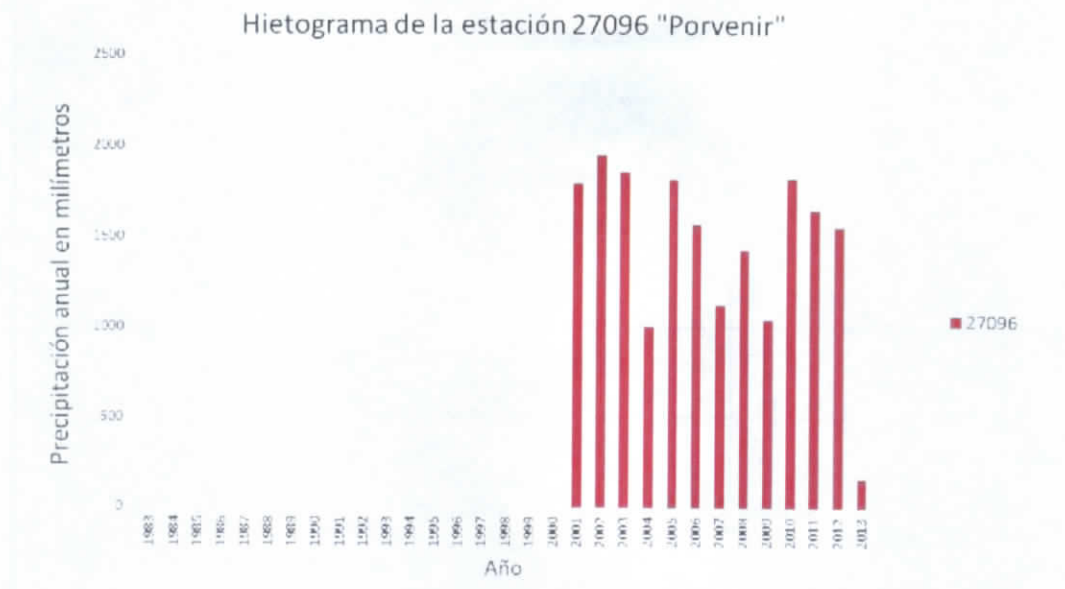


Figura 4.193 Hietograma de la estación 27096

#### 4.5.4.51.2 Análisis de la Curva Doble Masa

Estación de comparación: 27054 - Villahermosa (DGE)

Distancia a la estación de comparación: 5.58 km (Figura 4.194)

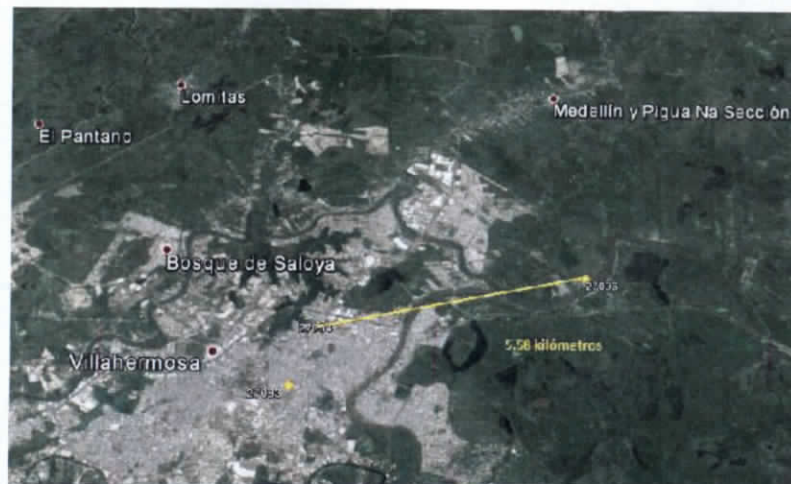
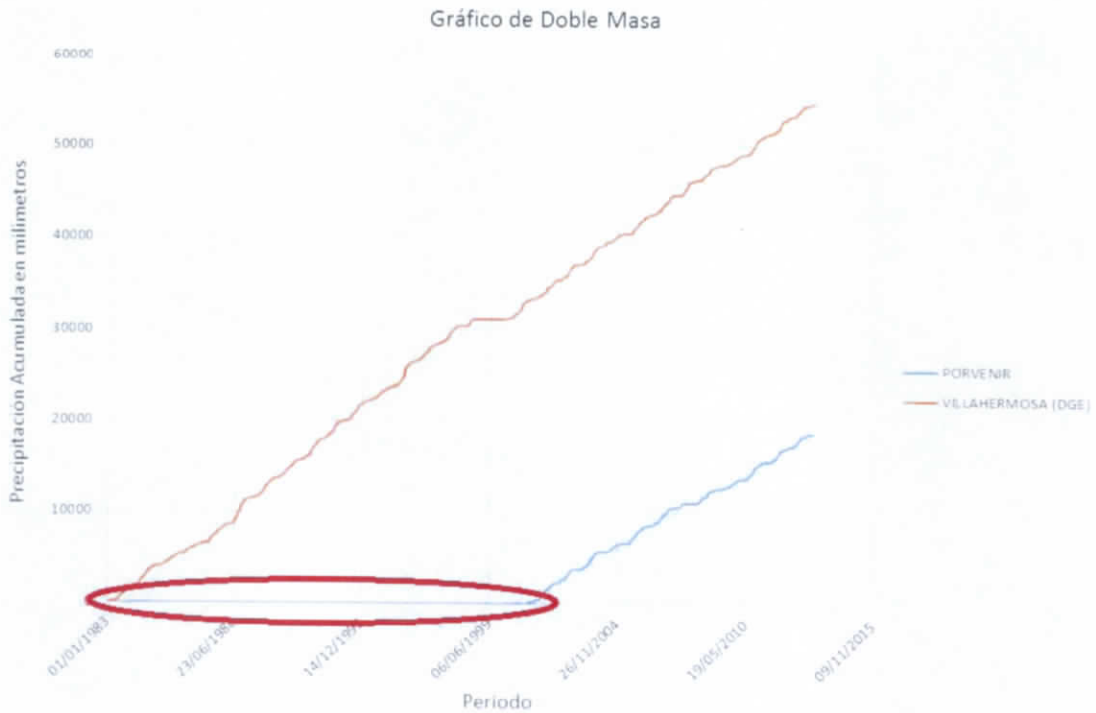


Figura 4.194 Estación más cercana a la estación "Porvenir"

CF



**Figura 4.195 Gráfico de doble masa de la estación " Porvenir"**

**Conclusión:** Gran parte del período de análisis (83-03) de la estación 27097 (línea azul) presenta ausencia de datos (círculo rojo), en el resto del análisis presente una pendiente constante y similar a la estación asociada (línea naranja).

#### 4.5.4.51.3 Análisis Estadístico (Homogeneidad)

##### Prueba de T Student

Prueba de t Student, dividiendo en 50% - 50% la población

Estadístico de prueba  $t_d: 0.97654$

Grados de libertad  $v: 29$

Valor de  $t_c$  de la distribución t de Student para dos colas: 2.045

Resultado:

Se acepta la hipótesis nula  $H_0$

##### Serie Homogénea

##### Prueba de Cramer

Prueba de Cramer, dividiendo en bloques el 60% y 30% de los últimos valores de la población

Estadístico  $\chi^2$  para el 60% de la población: 0.7161

Estadístico  $\chi^2$  para el 30% de la población: 2.1706

Grados de libertad  $v$ : 26

Valor de  $t_c$  de la distribución  $t$  de Student para dos colas: 2.056

Bloque del 60%

Se acepta la hipótesis nula  $H_0$

**Serie Homogénea**

Bloque del 30%

Se rechaza la hipótesis nula  $H_0$

Bloque no Homogénea

Resultado:

Se rechaza la hipótesis nula  $H_0$

**Serie no Homogénea**

**Prueba de Helmer**

Numero de secuencias  $S$ : 16

Numero de cambios  $C$ : 14

Valor de prueba ( $S^*-C^*$ ) de Helmer: 2

Valor de tolerancia  $\pm$ : 5.4772

Resultado:

$ans = 1$

Se acepta la hipótesis nula  $H_0$

**Serie Homogénea**

**RESUMEN**

**Número de pruebas homogéneas realizadas: 3**

**Número de pruebas que resultaron homogéneas: 2**

**CONCLUSIÓN**

**Estación Homogénea**



#### 4.5.4.52 Resumen del Análisis Estadístico -Tabasco (Prueba de Homogeneidad)

En la Tabla 4.13 se enlistan las 51 estaciones climatológicas del estado de Tabasco a las cuales se le aplicaron la prueba de homogeneidad. De estas 51 estaciones, 42 son homogéneas y 9 No homogéneas; a estas últimas se les aplicó un análisis estadístico con periodos menores, para conocer la posible causa de la No Homogeneidad.

**Tabla 4.13.- Resumen de los resultados de la prueba de homogeneidad (Continúa en la pág. 268)**

No.	ESTACION	NOMBRE	Prueba de Homogeneidad
1	27002	BENITO JUAREZ	Homogénea
2	27003	BLASILLO	No Homogénea
3	27004	BOCA DEL CERRO(DGE)	Homogénea
4	27006	BUENAVISTA, BALANCAN	Homogénea
5	27007	CAMPO E. W. 75, CARDENAS	Homogénea
6	27008	CARDENAS, CARDENAS (DGE)	Homogénea
7	27009	COMALCALCO, COMALCALCO	Homogénea
8	27011	DOS PATRIAS, TACOTALPA	Homogénea
9	27012	EMILIANO ZAPATA,E.ZAPATA	No Homogénea
10	27015	FCO. RUEDA, HUIMANGUILLO	Homogénea
11	27019	JALAPA, JALAPA (DGE)	Homogénea
12	27020	JALPA DE MENDEZ, JALPA	Homogénea
13	27021	MACTUM, TENOSIQUE (DGE)	Homogénea
14	27024	LA HUASTECA, TEAPA (DGE)	Homogénea
15	27028	JONUTA, JONUTA (DGE)	No Homogénea
16	27030	MACUSPANA,MACUSPANA(DGE)	Homogénea
17	27034	PARAISO, PARAISO (DGE)	Homogénea
18	27036	PASO DE CUNDUACAN, (DGE)	Homogénea
19	27037	PUEBLO NUEVO, CENTRO	Homogénea
20	27039	SAMARIA, CUNDUACAN	Homogénea
21	27040	SAN PEDRO, BALANCAN	Homogénea
22	27042	TAPIJULAPA, TACOTALPA	Homogénea
23	27044	TEAPA, TEAPA (DGE)	Homogénea
24	27047	TENOSIQUE, TENOSIQUE	Homogénea
25	27048	TEPETITAN, MACUSPANA	Homogénea
26	27049	TEQUILA, JALAPA (DGE)	Homogénea
27	27050	TRES BRAZOS,CENTLA (DGE)	Homogénea
28	27051	TULIPAN, CUNDUACAN	No Homogénea
29	27053	VICENTE GUERRERO, CENTLA	Homogénea
30	27054	VILLAHERMOSA,CENTRO (DGE)	Homogénea
31	27059	EL TRIUNFO, BALANCAN	Homogénea
32	27060	GONZALEZ, CENTRO (DGE)	Homogénea
33	27061	PUYACATENGO, TEAPA (DGE)	Homogénea



No.	ESTACION	NOMBRE	Prueba de Homogeneidad
34	27070	OXOLOTAN, TACOTALPA (DGE)	Homogénea
35	27071	AQUILES SERDAN SAN FDO	Homogénea
36	27073	POBLADO C-09, CARDENAS	Homogénea
37	27074	POBLADO C-11, CARDENAS	Homogénea
38	27075	POBLADO C-15, CARDENAS	Homogénea
39	27076	POBLADO C-16, CARDENAS	No Homogénea
40	27077	POBLADO C-22, CARDENAS	Homogénea
41	27078	POBLADO C-28, CARDENAS	No Homogénea
42	27080	P. C-32, HUIMANGUILLO	Homogénea
43	27084	NACAJUCA, NACAJUCA (DGE)	Homogénea
44	27087	HULERIA, BALANCAN	Homogénea
45	27088	LA T, BALANCAN	No Homogénea
46	27090	EL PIPILA, BALANCAN	Homogénea
47	27091	PLAYA LARGA, JONUTA	Homogénea
48	27092	PLAYAS DEL ROSARIO	No Homogénea
49	27093	SAN ELPIDIO, BALANCAN	Homogénea
50	27095	INIFAP	No Homogénea
51	27096	PORVENIR	Homogénea

Continuación de la pág. 267

4.5.4.52.1 *Análisis estadístico con periodos menores, para conocer la posible causa de la No Homogeneidad*

**Revisión de cambios de tendencia y puntos extraños de las estaciones con inconsistencias en los análisis de homogeneidad**

**Justificación**

Debido a que con las pruebas de homogeneidad de Hemert, t de Student y Cramer, en combinación con los resultados de la aplicación de la técnica de doble masa realizada para el análisis de consistencia de los datos en las estaciones 27003, 27012, 27028, 27051, 27076, 27078, 27088, 27092 y 27095 presentan resultados de las pruebas estadísticas que revelan inconsistencias en sus series de datos, fue necesario realizar una revisión detallada de estas series para entender el origen de las inconsistencias encontradas.

**Marco Teórico**

Para un análisis a detalle de las series de precipitación máxima en 24 horas se realizaron diferentes pruebas estadísticas. La elección de que pruebas aplicar para cada estación fue realizada de acuerdo a la interpretación de los resultados precedentes obtenidos. La metodología de los estudios realizados se presenta a continuación.

### Prueba estadística no paramétrica de Mann-Kendall

La prueba de Mann-Kendall<sup>1 2</sup> ha sido ampliamente utilizada para probar la tendencia de la series de tiempo de tipo climático. La prueba es del tipo no paramétrica que asume que las observaciones de una serie  $n$  de datos ( $Q_1, Q_2, \dots, Q_n$ ) son independientes e idénticamente distribuidos, y supone la aceptación previa de la hipótesis nula  $H_0$ , que supone la no existencia de tendencia.

Esta prueba se define con la expresión siguiente:

$$S = \sum_{k=1}^{n-1} \sum_{j=k+1}^n \text{sgn}(Q_j - Q_k)$$

Donde

$$\text{sgn}(Q_j - Q_k) = \begin{cases} 1 \rightarrow (Q_j - Q_k) > 0 \\ 0 \rightarrow (Q_j - Q_k) = 0 \\ -1 \rightarrow (Q_j - Q_k) < 0 \end{cases}$$

De acuerdo con  $H_0$  la distribución  $S$  es normal en el límite cuando  $n \rightarrow \infty$ , la media de la varianza de  $S$ , considerando que puede haber nodos en las series  $Q$ , son:

$E[S] = 0$  y

$$\text{var}[S] = \frac{[n(n - 2n + 5) - \sum_t t(t - 1)(2t + 5)]}{18}$$

Donde  $t$  es la longitud de alguna cola y  $\sum_t$  denota a la sumatoria de todos los datos iguales, asunción de la normalidad de  $S$  se encuentra aún para una  $n$  pequeña ( $n=10$ ), son una correlación de  $\pm 1$  y la variación estándar típica es utilizada para probar la hipótesis.

---

<sup>1</sup> Mann, 1945

<sup>2</sup> Kendall, 1975

$$Z = \left\{ \begin{array}{l} \frac{s-1}{[\text{var}(s)]^{\frac{1}{2}}} \rightarrow s > 0 \\ 0 \rightarrow s = 0 \\ \frac{s+1}{[\text{var}(s)]^{\frac{1}{2}}} \rightarrow s < 0 \end{array} \right\}$$

En una prueba de dos lados para tendencias, la hipótesis nula es rechazada en un nivel de significancia de  $\alpha$  si  $|Z| > Z_{(1-\alpha/2)}$ , donde  $Z_{(1-\alpha/2)}$  es el valor de la distribución normal que excede a  $\alpha/2$ . Un valor positivo de Z indica una tendencia ascendente; un valor negativo indica una tendencia descendente en la serie de tiempo evaluada. La presencia de una tendencia estadísticamente significativa es evaluada usando el valor de Z, que tienen una distribución normal. Un valor positivo (negativo) de Z indica tendencia creciente (decreciente).

#### **Análisis de puntos extraños (Outliers)**

Un outlier es una observación que se desvía significativamente del conjunto de los datos, lo cual se debe a la colección de información o a causas naturales. Los outliers causan serias modificaciones en el análisis de frecuencias para detectarlos se puede emplear la prueba de Grubbs y Beck que se determina como:

$$x_H = \exp(\bar{x} + k_N s)$$

$$x_L = \exp(\bar{x} - k_N s)$$

Donde  $\bar{x}$  y  $s$  son la media y desviación estándar de los logaritmos naturales de la muestra respectivamente, y  $k_N$  es el estadístico G-B tabulado para varios tamaños de muestra y niveles de significancia por Grubbs y Beck (1972). Para un nivel de significancia de 10%, es usada la siguiente aproximación propuesta por Pilon et. al. (1985), donde N es el tamaño de la muestra.

$$k_N = -3.62201 + 6.28466N^{\frac{1}{4}} - 2.49835N^{\frac{1}{2}} + 0.491436N^{\frac{3}{4}} - 0.037911N$$

Valores de la muestra que sobrepasen el valor de  $x_H$  son considerados como puntos atípicos altos, mientras que valores menores que el límite  $x_L$  son considerados puntos atípicos bajos.

#### **Comparación de curvas masas**

La curva de doble masa se utiliza para comprobar la consistencia de muchos tipos de datos hidrológicos por fecha de comparación para una sola estación con la de un patrón compuesto de los datos de varias otras estaciones en el área. La gráfica de los datos acumulados de una variable frente a los datos acumulados de una variable relacionada es una línea recta siempre que la relación entre las variables es una proporción fija. Las interrupciones de la curva de doble masa de tales variables son causadas por cambios en la relación entre las variables. Estos cambios pueden deberse a cambios en el método de recogida de datos o a los cambios físicos que afectan a la relación.

### **Análisis de la variación espacial de la precipitación**

Diversos factores determinan la variación de la precipitación en el espacio. En general los principales factores que influyen son: la latitud, la distancia a los frentes de humedad (mar, etc.) y la fisiografía de la región.

La hipótesis a verificar fue que la precipitación debería variar gradualmente con la latitud. Esta relación se distorsiona debido a la influencia de una serie de factores: regímenes de viento, distribución de masas continentales y mares, corrientes marinas, etc.

Con respecto a la influencia de la distancia a las fuentes de humedad, puede decirse que en general las precipitaciones tienden a ser mayores en regiones cercanas al mar. Por supuesto existen otros factores que pueden modificar esta relación general. Los principales son la influencia del régimen de vientos, barreras orográficas, relieve y perturbaciones asociadas con frentes (desplazamiento de los frentes ecuatoriales y polares, por ejemplo).

### **Análisis de la series de precipitación máxima en 24 horas**

#### **27003 BLASILLO**

El registro con el que cuenta la CONAGUA data del año 1967; la muestra se analizó desde el año 1983 y hasta el año 2012 dado que en este periodo de tiempo se cuenta con el 97% de datos completos. Los datos faltantes se obtuvieron mediante la técnica de interpolación de la distancia inversa al cuadrado; la serie anual de precipitación máxima en 24 horas que extrajo de esta serie con datos completos y fue comparada con la serie

sin completar; se observó que solo en un año hubo variación en el registro (1985), esto se explica fundamentalmente a que debido a que el registro ya cuenta con la mayoría de los datos antes de aplicar la técnica de interpolación. La serie de datos junto con su representación se presentan a continuación en la Figura 4.196.

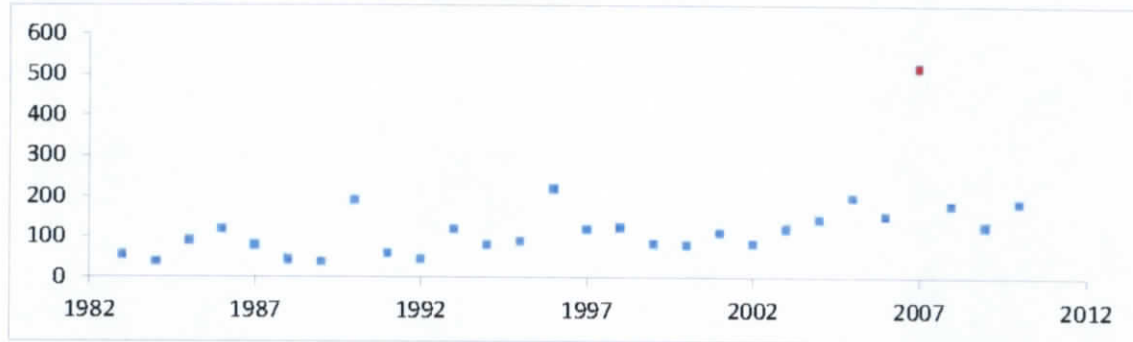


Figura 4.196 Gráfico de la precipitación máxima de la estación Blasillo

Tabla 4.14 Precipitación Máxima en 24 horas de la estación Blasillo (Continúa en la pág. 273)

Año	Precipitación máxima en 24 horas
1983	56.0
1984	40.0
1985	91.8
1986	119.0
1987	79.9
1988	44.0
1989	40.0
1990	190.2
1991	60.3
1992	45.2
1993	120.4
1994	81.0
1995	90.6
1996	220.0
1997	120.0

Año	Precipitación máxima en 24 horas
1998	124.0
1999	83.7
2000	80.5
2001	110.0
2002	84.0
2003	121.0
2004	143.0
2005	198.0
2006	152.0
2007	518.0
2008	180.0
2009	127.3
2010	186.3

**Continuación de la tabla 4.14 pág. 272**

En la gráfica que el registro presenta un dato visiblemente mayor a los demás (año 2007), lo que explica el resultado preliminar en las tres pruebas de tendencia aplicadas anteriormente a la serie, se realizó la prueba de Mann Kendall para corroborar la existencia de tendencia en la serie, la prueba de Grubbs para verificar que el elemento observado sea identificado como punto extraño y la comparación de curvas masas con las estaciones vecinas para identificar un posible evento extraordinario en la región.

La Prueba de Mann-Kendall muestra que el valor de la variable Z es significativamente mayor que el límite de confianza para la distribución normal, por lo que se confirma la existencia de tendencia en la serie de datos. Por otra parte la prueba de Grubbs y Beck revela la existencia de un evento atípico. Los valores estandarizados de los registros se muestran gráficamente en la Figura 4.197.



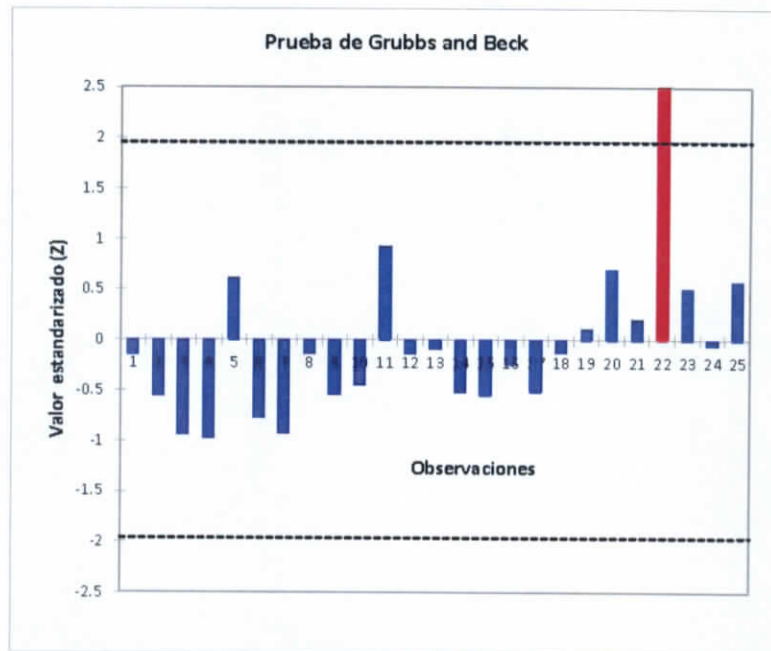
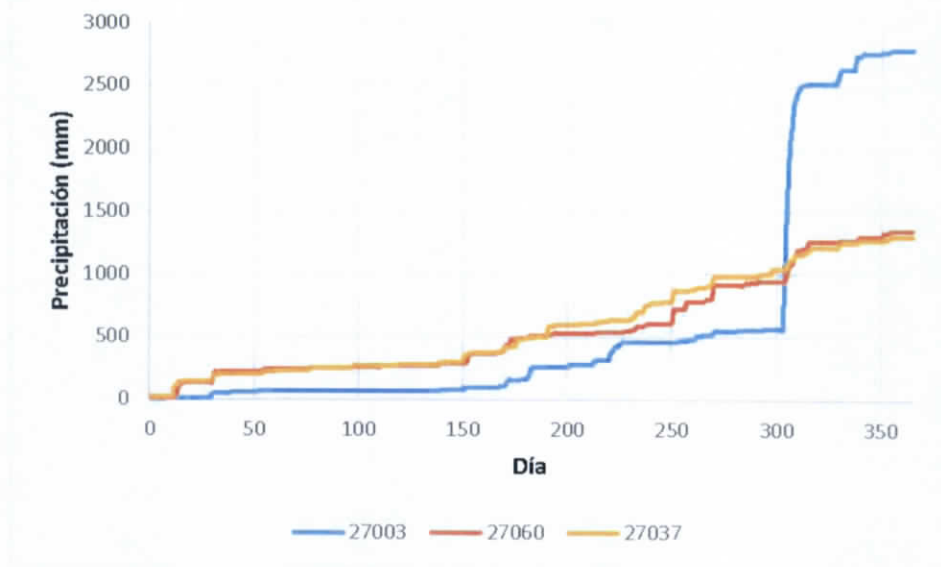


Figura 4.197 Prueba de Grubbs and Beck de la estación Blasillo

Al observar que el dato correspondiente al año 2009 (518 mm) se consideró necesario analizar de manera geoespacial el evento que provocó la precipitación mencionada.

De acuerdo con la base de datos CLICOM, según esta fuente el evento se presentó con igual magnitud en dos días consecutivos 31 de octubre y 1 de noviembre de 2009; se revisaron las estaciones cercanas con datos en el registro durante las fechas mencionadas (27060 y 27037 a 23 km de la estación estudiada), la curva masa de precipitación anual de las estaciones consultadas se encuentra a continuación en la Figura 4.198.



**Figura 4.198 Curva masa de la estación Blasillo**

La gráfica muestra que el evento de tal magnitud no se presentó en las estaciones vecinas. Se concluye que el valor no tiene correspondencia temporal y espacial.

#### *27012 EMILIANO ZAPATA*

La estación Emiliano Zapata presenta registros desde el año 1963; sin embargo, para los efectos de este apartado se analizó el periodo comprendido entre los años 1990 y 2012 debido a la inexistencia de datos completos en los años anteriores (1985-1989). La representación gráfica de las precipitaciones máximas en 24 horas para el periodo estudiado se muestra en la **figura 4.185**.



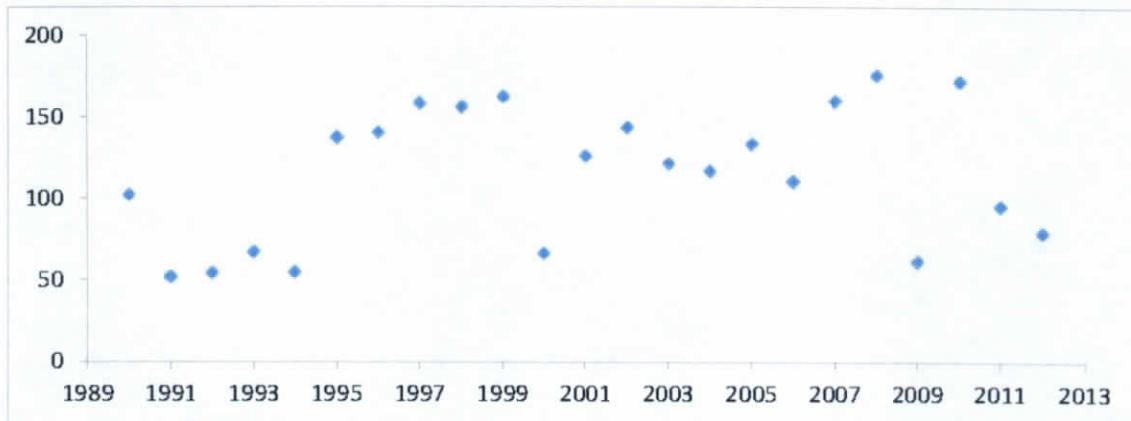


Figura 4.199 Gráfico de la precipitación máxima de la estación Emiliano Zapata

Tabla 4.15 Precipitación máxima en 24 horas de la estación Emiliano Zapata

Año	Precipitación máxima en 24 horas
1990	102.1
1991	51.7
1992	54.2
1993	66.8
1994	54.6
1995	137.0
1996	140.0
1997	158.1
1998	155.8
1999	162.1
2000	65.9
2001	125.6
2002	143.2
2003	121.3
2004	116.3
2005	133.2
2006	110.2
2007	159.6
2008	175.2
2009	61.3
2010	171.5

Se realizó la prueba de Mann Kendall para corroborar la existencia de tendencia en la serie, la prueba de Grubbs para verificar que el elemento observado sea identificado como punto extraño.

La Prueba de Mann-Kendall muestra que el valor de la variable Z no es significativamente mayor que el límite de confianza para la distribución normal, por lo que, de acuerdo a esta prueba, es rechazada la hipótesis de que exista tendencia en las series de datos. Por otra parte la prueba de Grubbs y Beck no revela la existencia de un evento atípico. Los valores estandarizados de los registros se muestran gráficamente en la Figura 4.200.

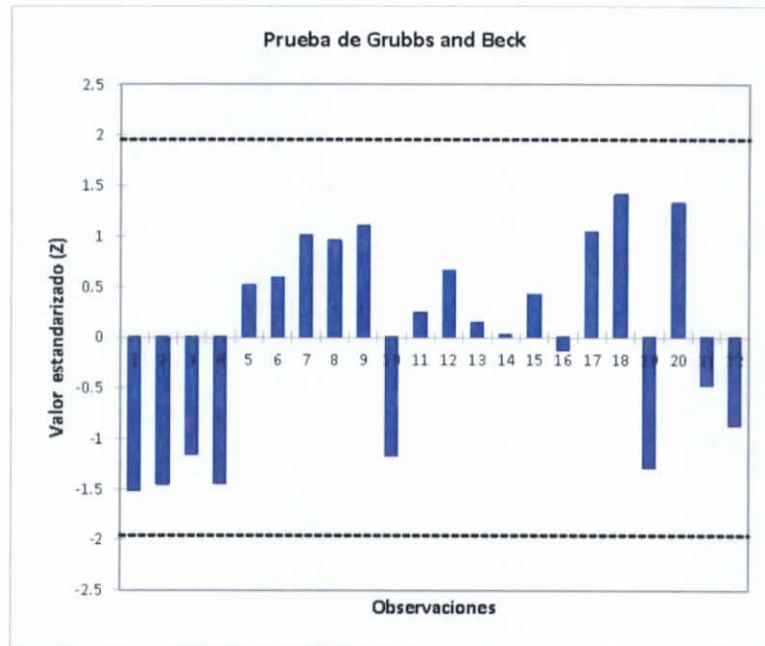


Figura 4.200 Prueba de Grubbs and Beck de la estación.

En conclusión, se observa que esta estación no presenta tendencia o valores atípicos.

Análisis similares se presentan en las estaciones 27028, 27051, 27076, 27078, 27088, 27092, 27095 en los cuales no se encontraron signos de valores atípicos.

#### 4.5.5 Análisis de Homogeneidad -Estaciones climatológicas Chiapas



##### 4.5.5.1 Estación 7002 – Abelardo L. Rodríguez

Estado: Chiapas

Municipio: Comitán de Domínguez

Coordenadas:

Longitud: -92.523

Latitud: 18.003

##### 4.5.5.1.1 Análisis Visual Gráfico

En la Figura 4.201 se muestra la precipitación acumulada anual de un registro de 30 años para la estación 7002 – Abelardo L. Rodríguez.

Años con datos: 30

Años sin datos: 0

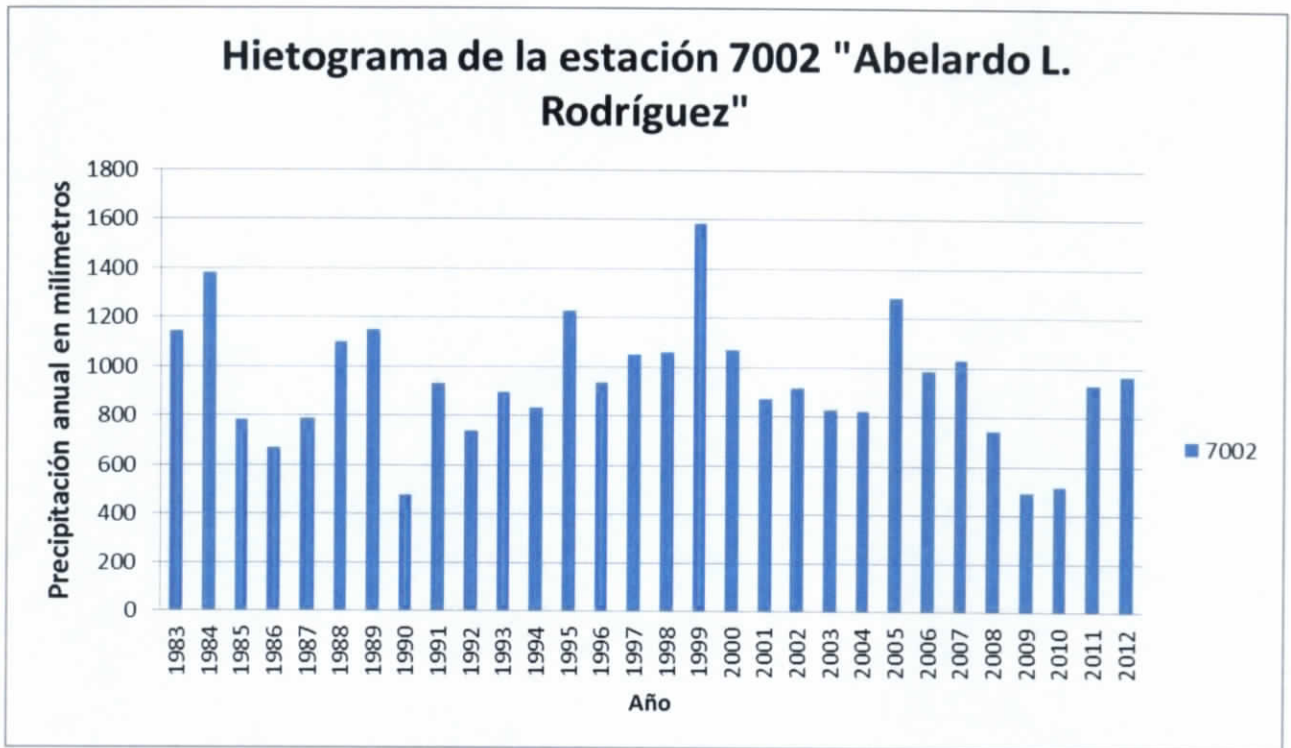


Figura 4.201 Hietograma de la estación 7002

#### 4.5.5.1.2 Análisis de la Curva Doble Masa

Estación de comparación: 7331 - Villa Las Rosas

Distancia a la estación de comparación: 14.12 km





Figura 4.202 Estación más cercana a la estación "Abelardo L. Rodríguez"



Figura 4.203 Gráfico de doble masa de la estación "Abelardo L. Rodríguez"

Conclusión:

La estación 7002 (línea azul) presenta unos saltos escalonados (círculos verdes) en algunos periodos (99-00 y 04-05). Se aprecia una pendiente constante en el resto del análisis y similar con la estación asociada (línea naranja)

#### 4.5.5.1.3 Análisis Estadístico (Homogeneidad)

--- t de Student ---

Prueba de t Student, dividiendo en 50% - 50% la población

Estadístico de prueba  $t_d$ : 1.1002

Grados de libertad  $v$ : 28

Valor de  $t_c$  de la distribución t de Student para dos colas: 2.048

Resultado:

Se acepta la hipótesis nula  $H_0$

**Serie Homogénea**

--- Cramer ---

Prueba de Cramer, dividiendo en bloques el 60% y 30% de los últimos valores de la población

Estadístico  $t_w$  para el 60% de la población: 0.67853

Estadístico  $t_w$  para el 30% de la población: 1.1941

Grados de libertad  $v$ : 25

Valor de  $t_c$  de la distribución t de Student para dos colas: 2.06

Bloque del 60%

Se acepta la hipótesis nula  $H_0$

**Serie Homogénea**

Bloque del 30%

Se acepta la hipótesis nula  $H_0$

Bloque Homogénea

Resultado:

Se acepta la hipótesis nula  $H_0$

**Serie Homogénea**

--- Helmert ---

Numero de secuencias  $S$ : 15

Numero de cambios C: 14

Valor de prueba ( $S^*-C^*$ ) de Helmer: 1

Valor de tolerancia +/-: 5.3852

Resultado:

ans = 1

Se acepta la hipótesis nula  $H_0$

**Serie Homogénea**

### **RESUMEN**

Número de pruebas homogéneas realizadas: 3

Número de pruebas que resultaron homogéneas: 3

### **CONCLUSIÓN**

**Estación Homogénea**

#### **4.5.5.2 Estación 7003 – Alcalá**

Estado: Chiapas

Municipio: Alcalá

Coordenadas:

Longitud: -92.523

Latitud: 18.003

##### **4.5.5.2.1 Análisis Visual Gráfico**

En la Figura 4.204 se muestra la precipitación acumulada anual de un registro de 30 años para la estación 7003 – Alcalá.

Años con datos: 30

Años sin datos: 0

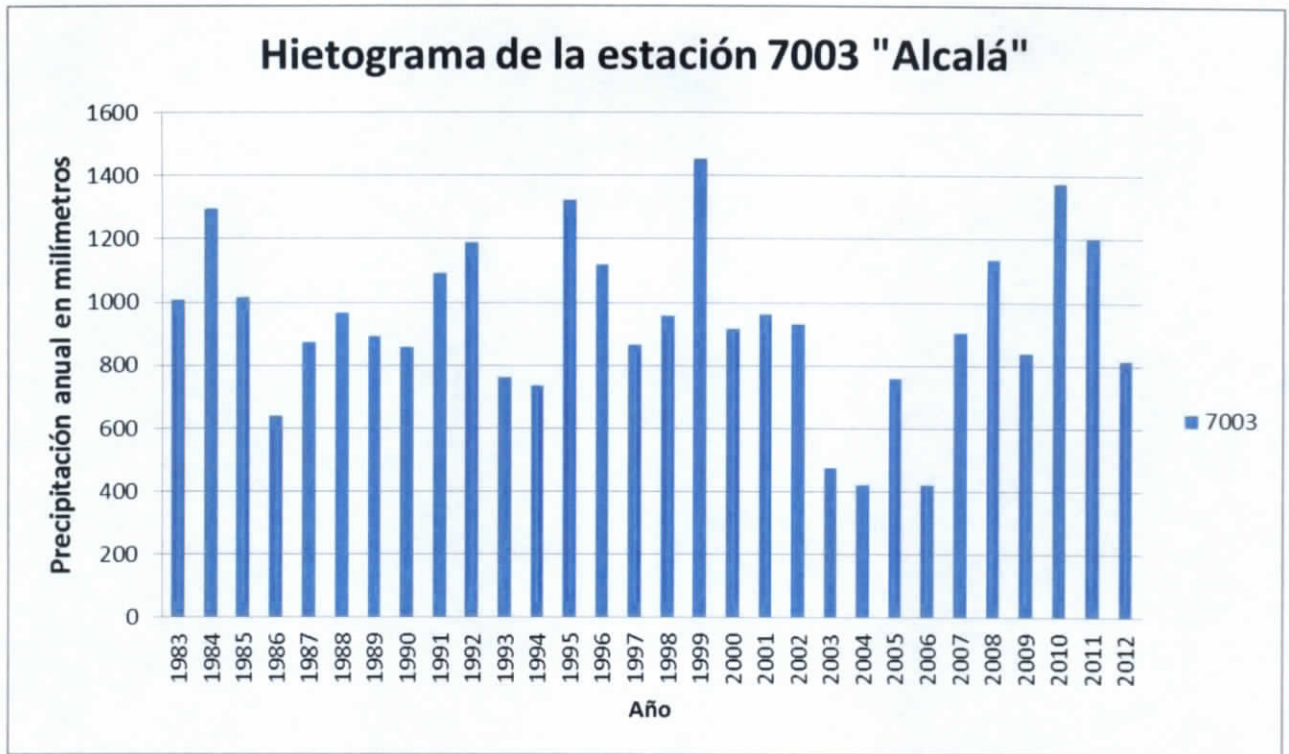


Figura 4.204 Hietograma de la estación 7003

#### 4.5.5.2.2 Análisis de la Curva Doble Masa

Estación de comparación: 7034 - Chiapilla

Distancia a la estación de comparación: 9.88 km



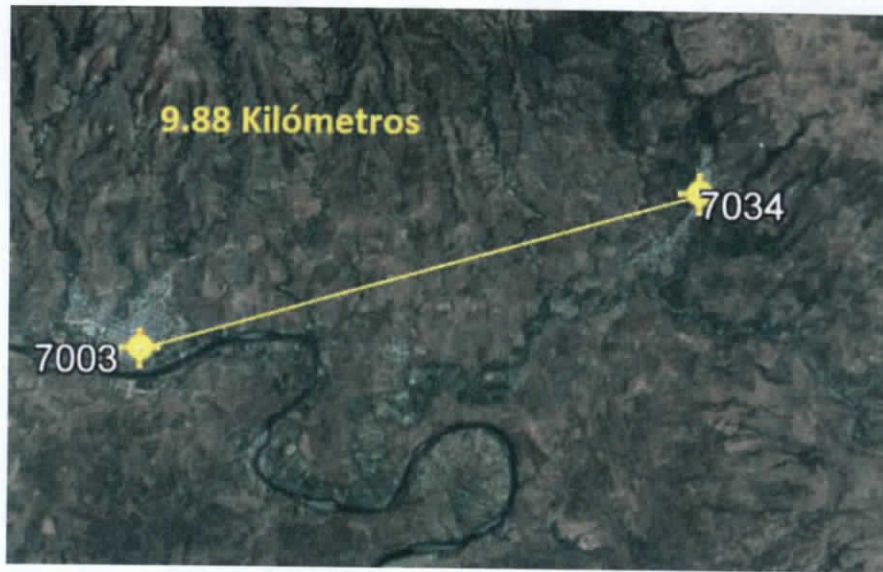


Figura 4.205 Estación más cercana a la estación "Alcalá"



Figura 4.206 Gráfico de doble masa de la estación "Alcalá"

Conclusión:

Gran parte del análisis para la estación (línea azul) presenta una pendiente constante y similar con la estación asociada (línea naranja), a excepción de dos periodos (94-95, 99-00) en donde se aprecian saltos abruptos indicando presencia de eventos extraordinarios.

#### 4.5.5.2.3 Análisis Estadístico (Homogeneidad)

--- t de Student ---

Prueba de t Student, dividiendo en 50% - 50% la población

Estadístico de prueba  $t_d: 0.26513$

Grados de libertad  $v: 28$

Valor de  $t_c$  de la distribución t de Student para dos colas: 2.048

Resultado:

Se acepta la hipótesis nula  $H_0$

**Serie Homogénea**

--- Cramer ---

Prueba de Cramer, dividiendo en bloques el 60% y 30% de los últimos valores de la población

Estadístico  $t_w$  para el 60% de la población: 1.242

Estadístico  $t_w$  para el 30% de la población: 1.3183

Grados de libertad  $v: 25$

Valor de  $t_c$  de la distribución t de Student para dos colas: 2.06

Bloque del 60%

Se acepta la hipótesis nula  $H_0$

**Serie Homogénea**

Bloque del 30%

Se acepta la hipótesis nula  $H_0$

Bloque Homogénea

Resultado:

Se acepta la hipótesis nula  $H_0$

**Serie Homogénea**

--- Helmer ---

Numero de secuencias S: 17

Numero de cambios C: 12

Valor de prueba ( $S^*-C^*$ ) de Helmer: 5

Valor de tolerancia +/-: 5.3852

Resultado:

ans = 1

Se acepta la hipótesis nula  $H_0$

**Serie Homogénea**

### **RESUMEN**

Número de pruebas homogéneas realizadas: 3

Número de pruebas que resultaron homogéneas: 3

### **CONCLUSIÓN**

**Estación Homogénea**

#### **4.5.5.3 Estación 7006 – Altamirano (SMN)**

Estado: Chiapas

Municipio: Altamirano

Coordenadas:

Longitud: -92.523

Latitud: 18.003

##### **4.5.5.3.1 Análisis Visual Gráfico**

En la Figura 4.207 se muestra la precipitación acumulada anual de un registro de 30 años para la estación 7006 – Altamirano (SMN).

Años con datos: 30

Años sin datos: 0

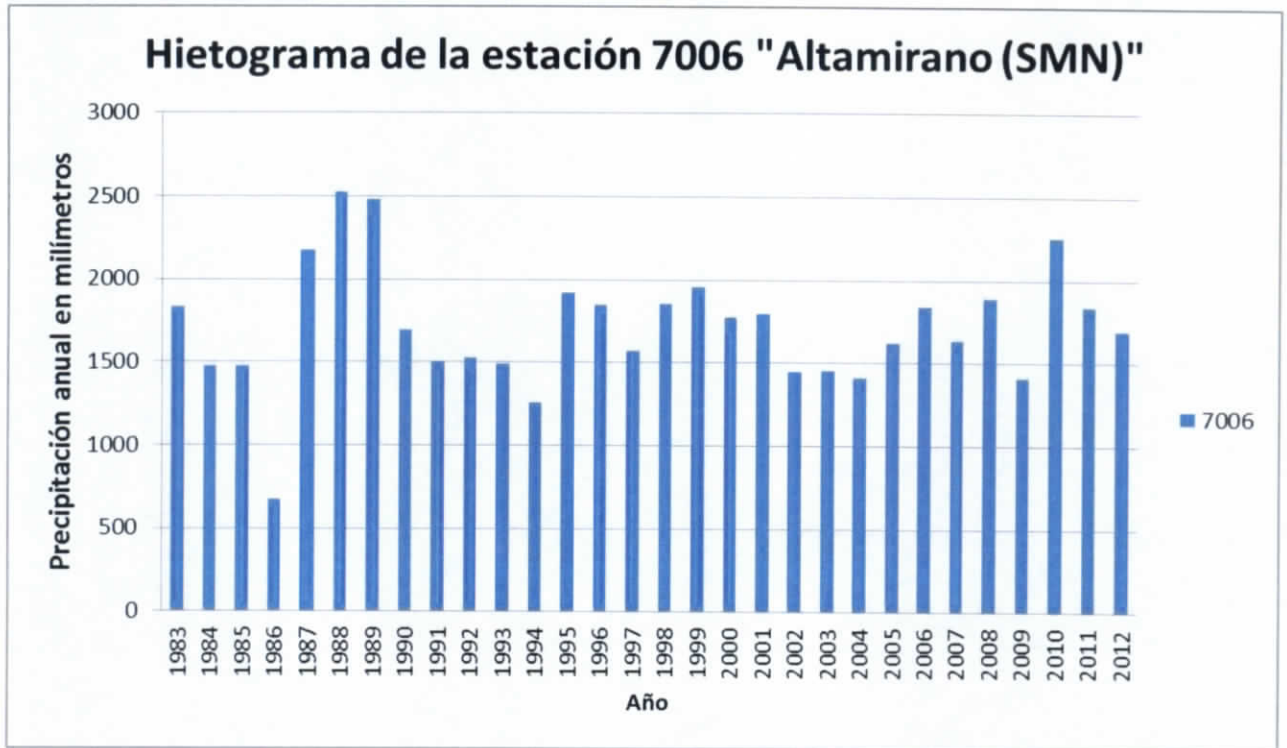


Figura 4.207 Hietograma de la estación 7006

#### 4.5.5.3.2 Análisis de la Curva Doble Masa

Estación de comparación: 7031 - Chanal

Distancia a la estación de comparación: 25.55 km

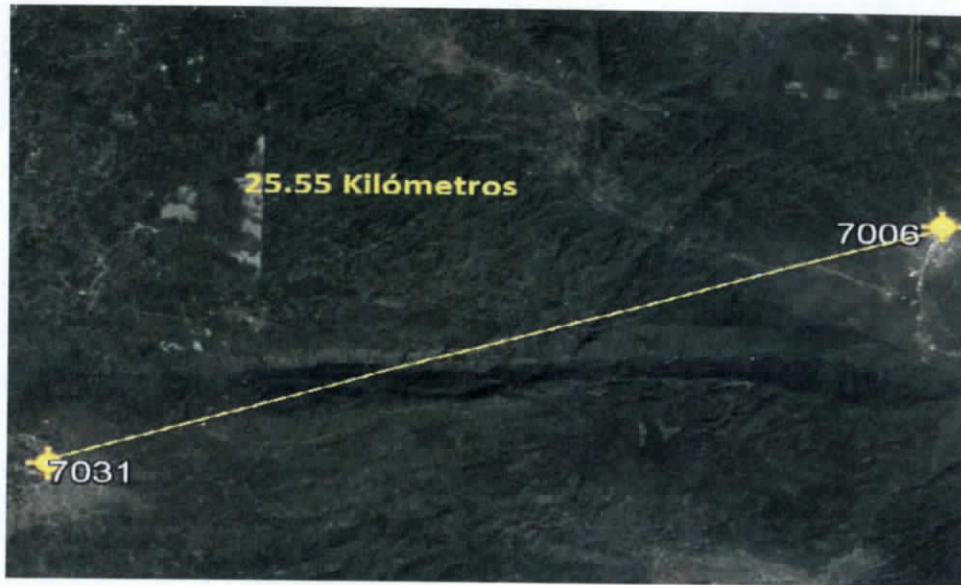


Figura 4.208 Estación más cercana a la estación "Altamirano (SMN)"

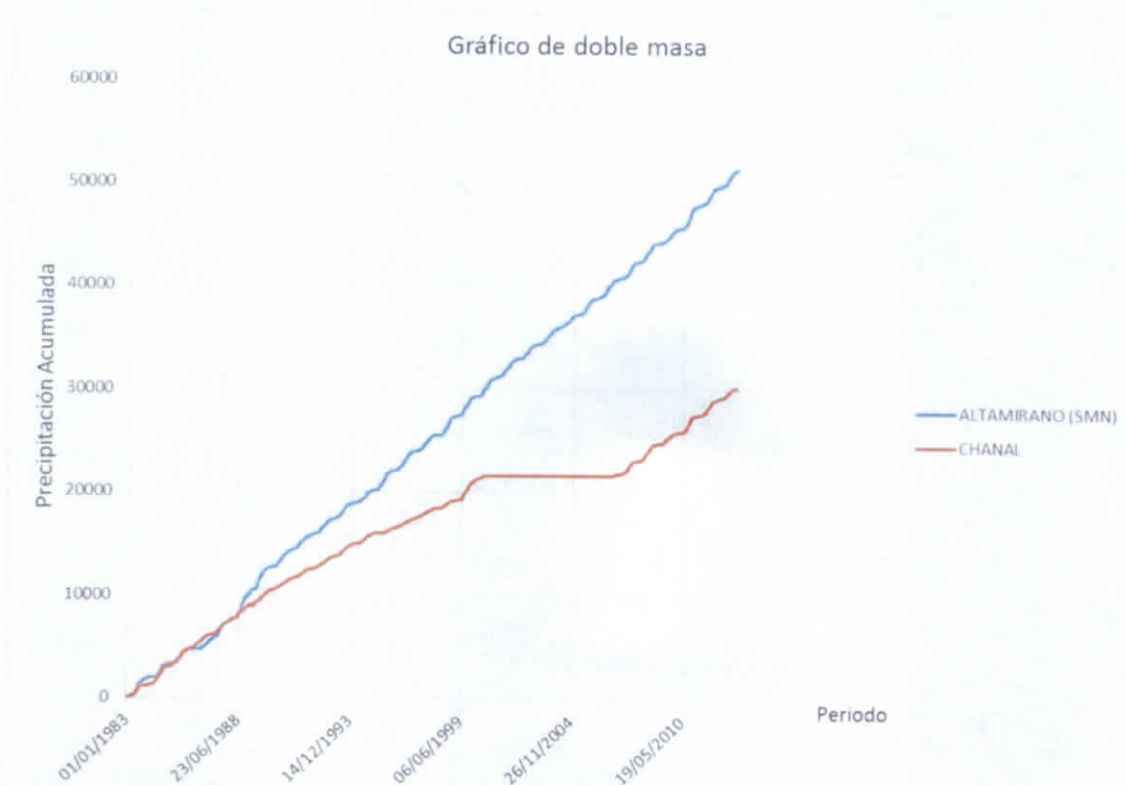


Figura 4.209 Gráfico de doble masa de la estación "Altamirano (SMN)"

**Conclusión:**

Se observa que la estación (línea azul) tiene una pendiente constante sin presencia de eventos extraordinarios o ausencia de datos.

**4.5.5.3.3 Análisis Estadístico (Homogeneidad)**

--- t de Student ---

Prueba de t Student, dividiendo en 50% - 50% la población

Estadístico de prueba  $t_d$ : 2.8484

Grados de libertad  $v$ : 28

Valor de  $t_c$  de la distribución t de Student para dos colas: 2.048

Resultado:

Se rechaza la hipótesis nula  $H_0$

**Serie no homogénea**

--- Cramer ---

Prueba de Cramer, dividiendo en bloques el 60% y 30% de los últimos valores de la población

Estadístico  $t_w$  para el 60% de la población: 3.3289

Estadístico  $t_w$  para el 30% de la población: 3.2861

Grados de libertad  $v$ : 25

Valor de  $t_c$  de la distribución t de Student para dos colas: 2.06

Bloque del 60%

Se rechaza la hipótesis nula  $H_0$

**Serie no homogénea**

Bloque del 30%

Se rechaza la hipótesis nula  $H_0$

**Bloque no Homogénea**

Resultado:

Se rechaza la hipótesis nula  $H_0$

**Serie no Homogénea**

--- Helmert ---

Numero de secuencias S: 19

Numero de cambios C: 10

Valor de prueba ( $S^*-C^*$ ) de Helmer: 9

Valor de tolerancia +/-: 5.3852

Resultado:

Se rechaza la hipótesis nula  $H_0$

**Serie no Homogénea**

### **RESUMEN**

Número de pruebas homogéneas realizadas: 3

Número de pruebas que resultaron homogéneas: 0

### **CONCLUSIÓN**

**Estación NO Homogénea**

#### **4.5.5.4 Estación 7007 – Amatenango del Valle**

Estado: Chiapas

Municipio: Teopisca

Coordenadas:

Longitud: -92.523

Latitud: 18.003

##### **4.5.5.4.1 Análisis Visual Gráfico**

En la Figura 4.210 se muestra la precipitación acumulada anual de un registro de 30 años para la estación 7007 – Amatenango del Valle

Años con datos: 30

Años sin datos: 0

\_\_\_\_\_  
Ing. Víctor F. ...

VF



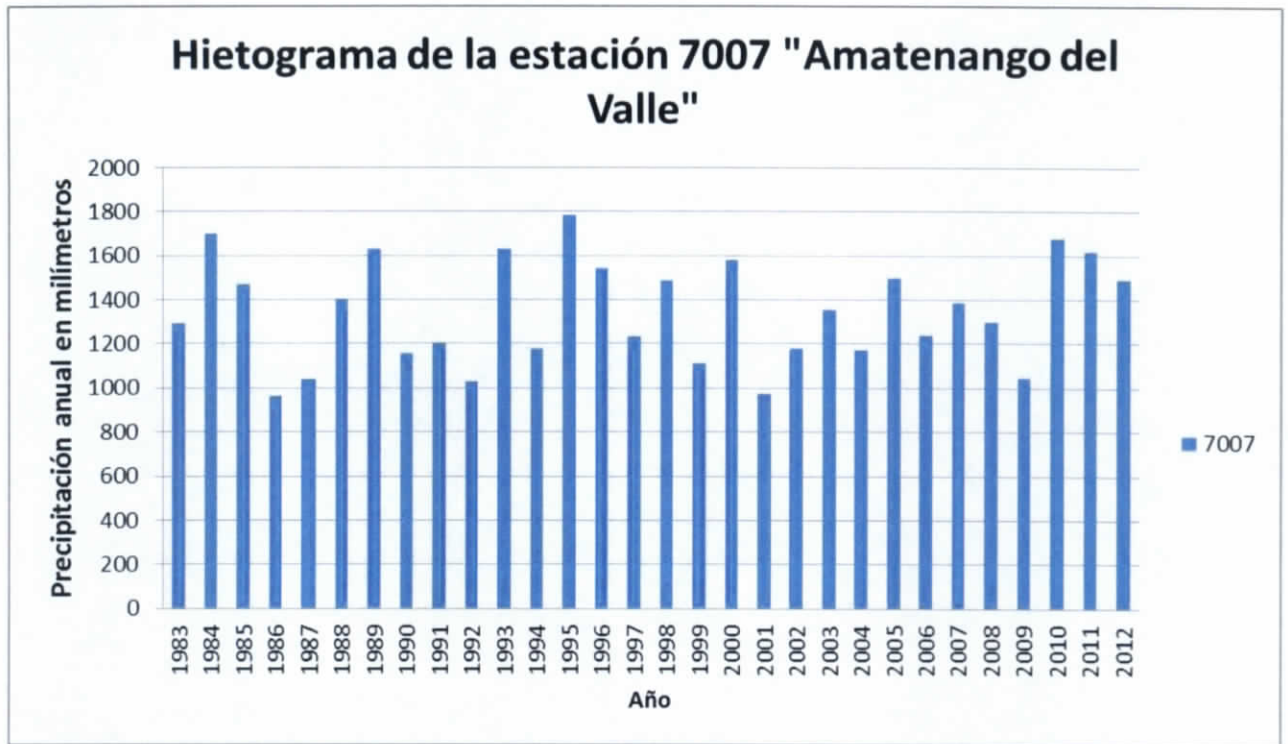


Figura 4.210 Hietograma de la estación 7007

#### 4.5.5.4.2 Análisis de la Curva Doble Masa

Estación de comparación: 7036 - Chilil

Distancia a la estación de comparación: 13.78 km

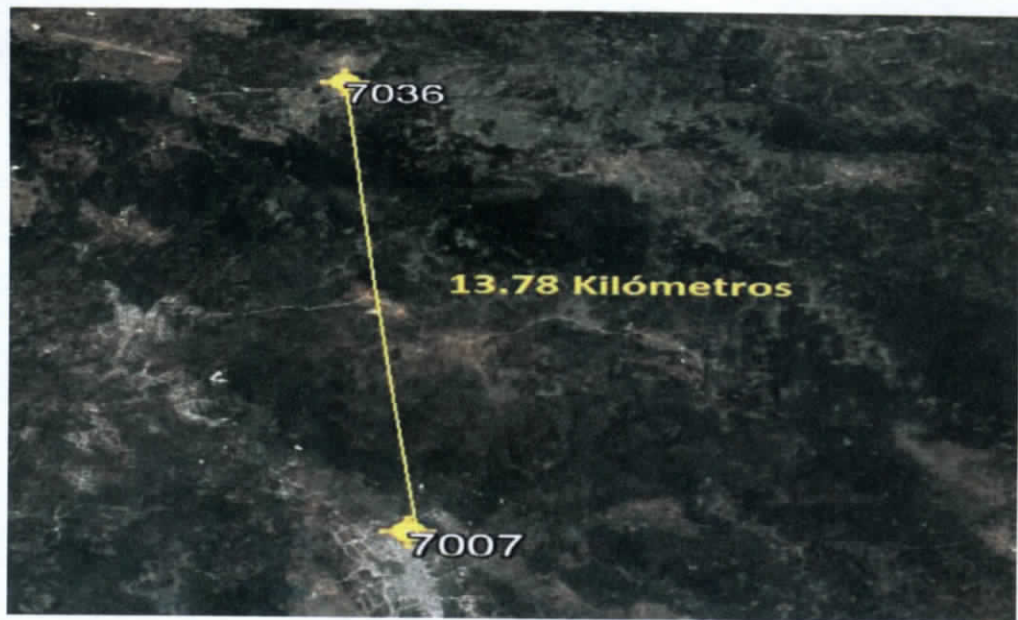


Figura 4.211 Estación más cercana a la estación "Amatenango del Valle"



Figura 4.212 Gráfico de doble masa de la estación "Amatenango del Valle"

**Conclusión:**

El análisis para la estación 7007 (línea azul) muestra una pendiente casi constante, sin embargo, se pueden apreciar pequeñas ausencias de datos (círculos rojos) así como saltos pequeños (círculos verdes).

**4.5.5.4.3 Análisis Estadístico (Homogeneidad)**

--- t de Student ---

Prueba de t Student, dividiendo en 50% - 50% la población

Estadístico de prueba  $t_d$ : 0.060824

Grados de libertad  $v$ : 28

Valor de  $t_c$  de la distribución t de Student para dos colas: 2.048

Resultado:

Se acepta la hipótesis nula  $H_0$

**Serie Homogénea**

--- Cramer ---

Prueba de Cramer, dividiendo en bloques el 60% y 30% de los últimos valores de la población

Estadístico  $t_w$  para el 60% de la población: 0.51508

Estadístico  $t_w$  para el 30% de la población: 0.80514

Grados de libertad  $v$ : 25

Valor de  $t_c$  de la distribución t de Student para dos colas: 2.06

Bloque del 60%

Se acepta la hipótesis nula  $H_0$

**Serie Homogénea**

Bloque del 30%

Se acepta la hipótesis nula  $H_0$

**Bloque Homogénea**

Resultado:

Se acepta la hipótesis nula  $H_0$

**Serie Homogénea**

--- Helmert ---

Numero de secuencias S: 12

Numero de cambios C: 17

Valor de prueba ( $S^*-C^*$ ) de Helmert: -5

Valor de tolerancia +/-: 5.3852

Resultado:

ans = 1

Se acepta la hipótesis nula  $H_0$

**Serie Homogénea**

### **RESUMEN**

Número de pruebas homogéneas realizadas: 3

Número de pruebas que resultaron homogéneas: 3

### **CONCLUSIÓN**

**Estación Homogénea**

#### **4.5.5.5 Estación 7012 – Finca Argovia**

Estado: Chiapas

Municipio: Tapachula

Coordenadas:

Longitud: -92.523

Latitud: 18.003

##### **4.5.5.5.1 Análisis Visual Gráfico**

En la Figura 4.2104 se muestra la precipitación acumulada anual de un registro de 30 años para la estación 7012 – Finca Argovia

Años con datos: 30

Años sin datos: 0



Figura 4.213 Hietograma de la estación 7012

#### 4.5.5.5.2 Análisis de la Curva Doble Masa

Estación de comparación: 7061 - Finca Genova

Distancia a la estación de comparación: 5.94 km

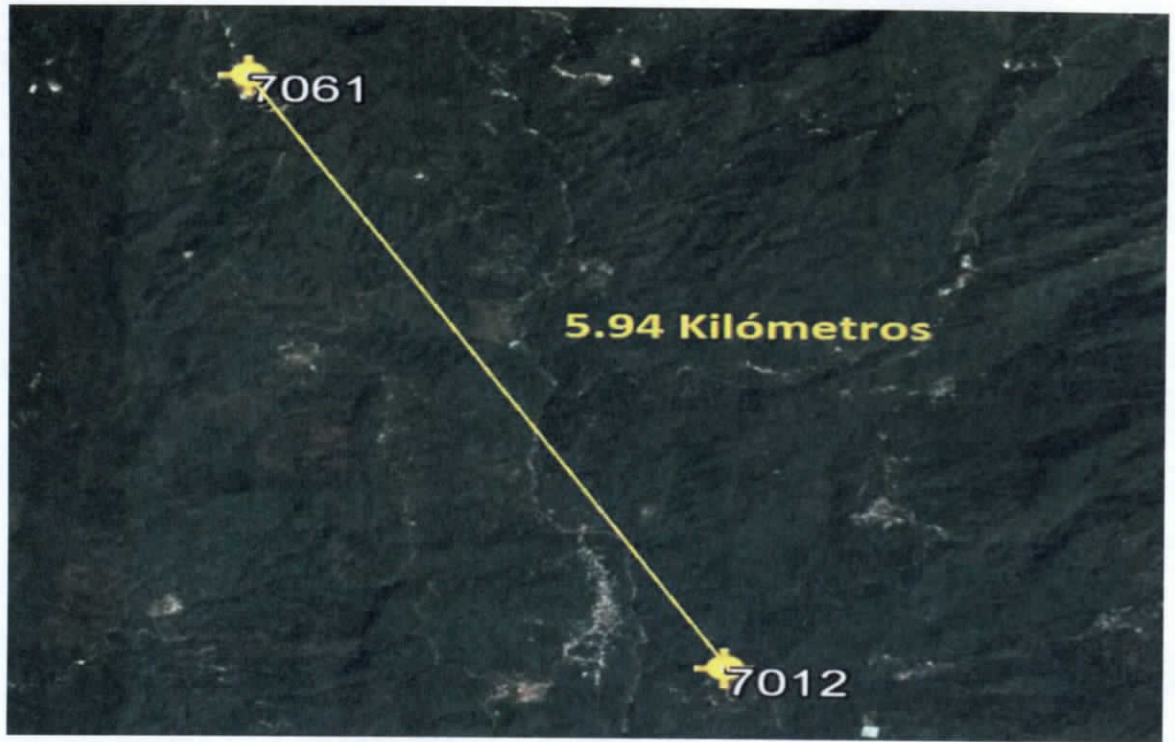


Figura 4.214 Estación más cercana a la estación "Finca Argovia"



Figura 4.215 Gráfico de doble masa de la estación "Finca Argovia"

**Conclusión:**

Para el análisis de la estación Finca Argovia (línea azul) la pendiente que se obtuvo fue casi constante, con pequeñas líneas horizontales (círculos rojos) que indican falta de datos.

4.5.5.5.3 *Análisis Estadístico (Homogeneidad)*

--- t de Student ---

Prueba de t Student, dividiendo en 50% - 50% la población

Estadístico de prueba  $t_d: 0.47505$

Grados de libertad  $v: 28$

Valor de  $t_c$  de la distribución t de Student para dos colas: 2.048

Resultado:

Se acepta la hipótesis nula  $H_0$

**Serie Homogénea**



--- Cramer ---

Prueba de Cramer, dividiendo en bloques el 60% y 30% de los últimos valores de la población

Estadístico  $t_w$  para el 60% de la población: 0.35602

Estadístico  $t_w$  para el 30% de la población: 1.4474

Grados de libertad  $v$ : 25

Valor de  $t_c$  de la distribución  $t$  de Student para dos colas: 2.06

Bloque del 60%

Se acepta la hipótesis nula  $H_0$

**Serie Homogénea**

Bloque del 30%

Se acepta la hipótesis nula  $H_0$

Bloque Homogénea

Resultado:

Se acepta la hipótesis nula  $H_0$

**Serie Homogénea**

--- Helmer ---

Numero de secuencias  $S$ : 18

Numero de cambios  $C$ : 11

Valor de prueba ( $S^*-C^*$ ) de Helmer: 7

Valor de tolerancia  $\pm$ : 5.3852

Resultado:

Se rechaza la hipótesis nula  $H_0$

**Serie no Homogénea**

## **RESUMEN**

Número de pruebas homogéneas realizadas: 3

Número de pruebas que resultaron homogéneas: 2

## **CONCLUSIÓN**

## Estación Homogénea

### 4.5.5.6 Estación 7015 – Bochil

Estado: Chiapas

Municipio: Bochil

Coordenadas:

Longitud: -92.523

Latitud: 18.003

#### 4.5.5.6.1 Análisis Visual Gráfico

En la Figura 4.2107 se muestra la precipitación acumulada anual de un registro de 30 años para la estación 7015 – Bochil.

Años con datos: 30

Años sin datos: 0

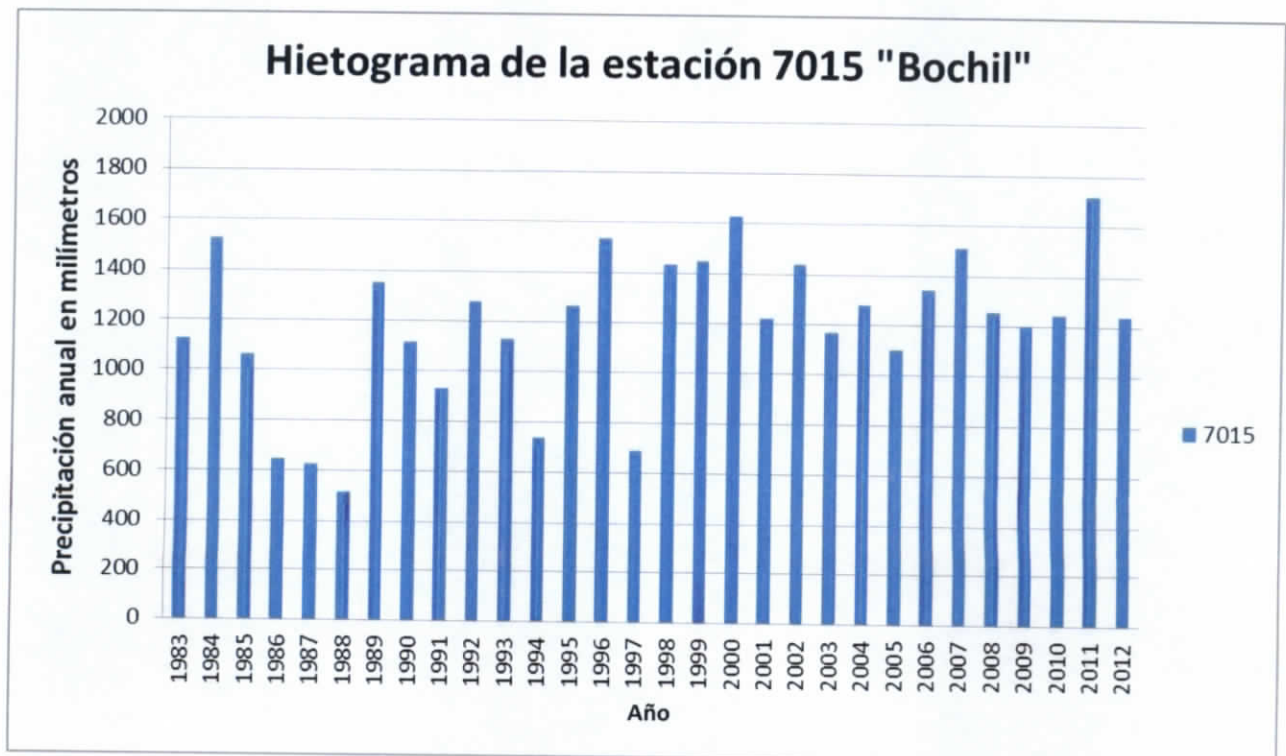


Figura 4.216 Hietograma de la estación 7015

VF

4.5.5.6.2 *Análisis de la Curva Doble Masa*

Estación de comparación: 7162 - Soyalo

Distancia a la estación de comparación: 10.83 km

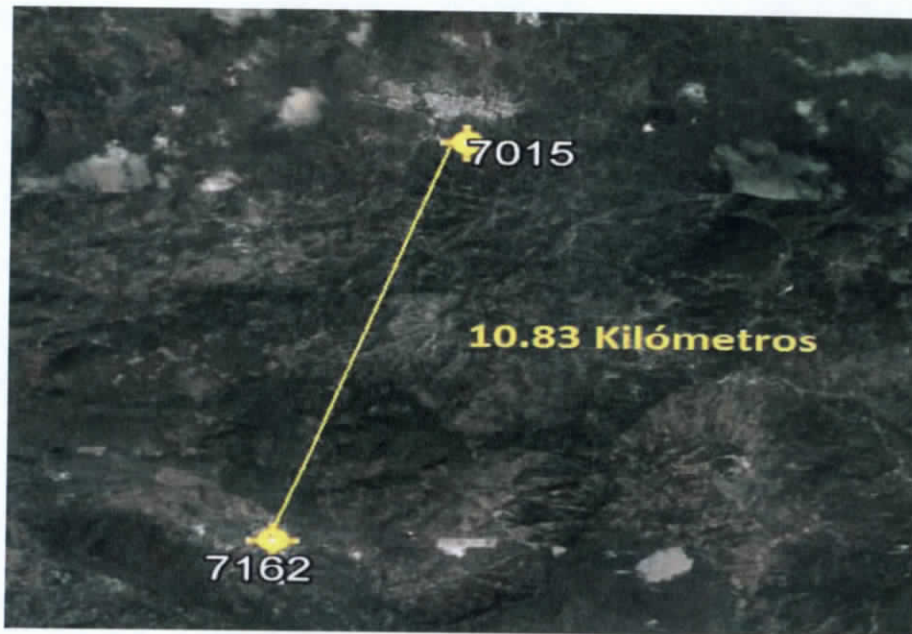


Figura 4.217 Estación más cercana a la estación "Bochil"



Figura 4.218 Gráfico de doble masa de la estación "Bochil"

#### Conclusión:

La estación (línea azul) muestra una pendiente con pocas variaciones, es decir, casi constante. Dentro de los círculos rojos se aprecian pequeñas líneas horizontales indicando la ausencia de datos, mientras que los círculos verdes muestran saltos para representar los eventos extraordinarios.

#### 4.5.5.6.3 Análisis Estadístico (Homogeneidad)

--- t de Student ---

Prueba de t Student, dividiendo en 50% - 50% la población

Estadístico de prueba  $t_d: 0.92487$

Grados de libertad  $v: 28$

Valor de  $t_c$  de la distribución t de Student para dos colas: 2.048

Resultado:

Se acepta la hipótesis nula  $H_0$

**Serie Homogénea**

--- Cramer ---

Prueba de Cramer, dividiendo en bloques el 60% y 30% de los últimos valores de la población

Estadístico  $t_w$  para el 60% de la población: 1.2186

Estadístico  $t_w$  para el 30% de la población: 1.278

Grados de libertad  $v$ : 25

Valor de  $t_c$  de la distribución  $t$  de Student para dos colas: 2.06

Bloque del 60%

Se acepta la hipótesis nula  $H_0$

**Serie Homogénea**

Bloque del 30%

Se acepta la hipótesis nula  $H_0$

Bloque Homogénea

Resultado:

Se acepta la hipótesis nula  $H_0$

**Serie Homogénea**

--- Helmer ---

Numero de secuencias  $S$ : 19

Numero de cambios  $C$ : 10

Valor de prueba ( $S^*-C^*$ ) de Helmer: 9

Valor de tolerancia +/-: 5.3852

Resultado:

Se rechaza la hipótesis nula  $H_0$

**Serie no Homogénea**

## **RESUMEN**

Número de pruebas homogéneas realizadas: 3

Número de pruebas que resultaron homogéneas: 2

## **CONCLUSIÓN**

### **Estación Homogénea**

#### **4.5.5.7 Estación 7018 – Cacahoatan**

Estado: Chiapas

Municipio: Cacahoatan

Coordenadas:

Longitud: -92.523

Latitud: 18.003

##### **4.5.5.7.1 Análisis Visual Gráfico**

En la Figura 4.219 se muestra la precipitación acumulada anual de un registro de 30 años para la estación 7018 – Cacahoatan.

Años con datos: 27

Años sin datos: 3

VF

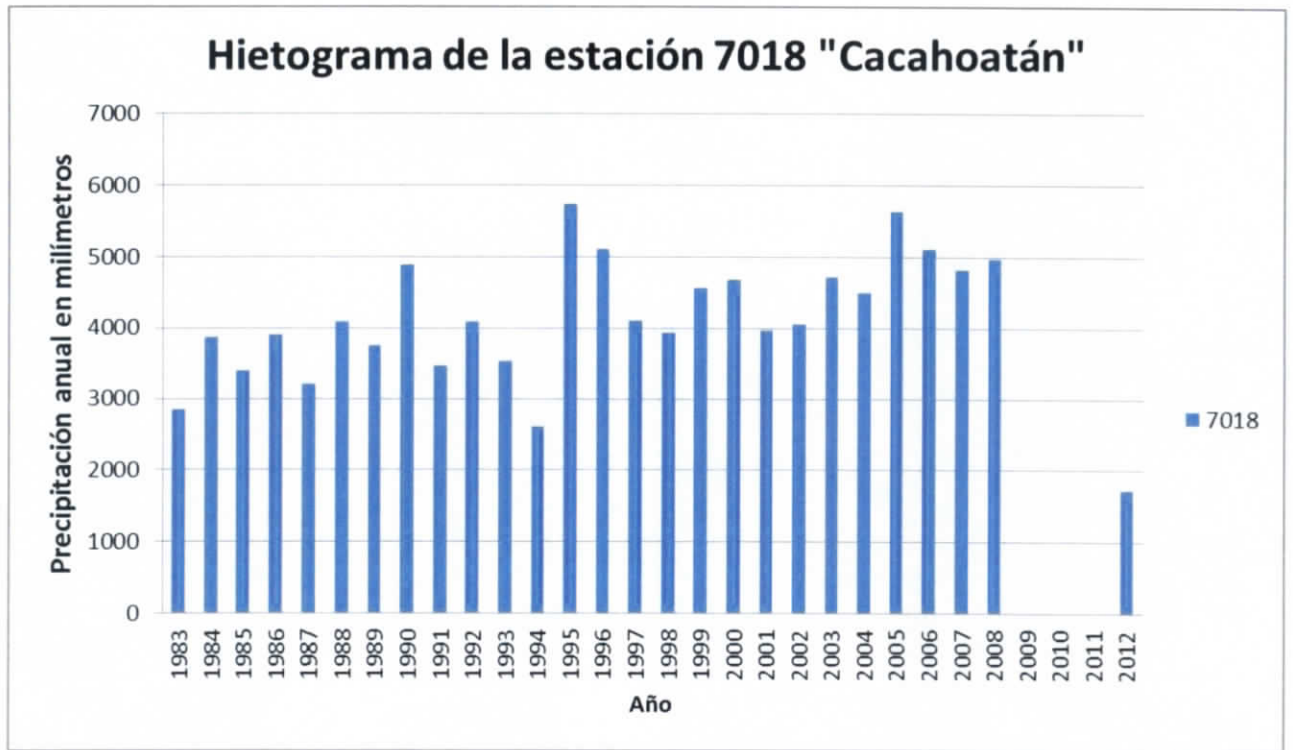


Figura 4.219 Hietograma de la estación 7018

#### 4.5.5.7.2 Análisis de la Curva Doble Masa

Estación de comparación: 7166 - Talismán

Distancia a la estación de comparación: 3.36 km



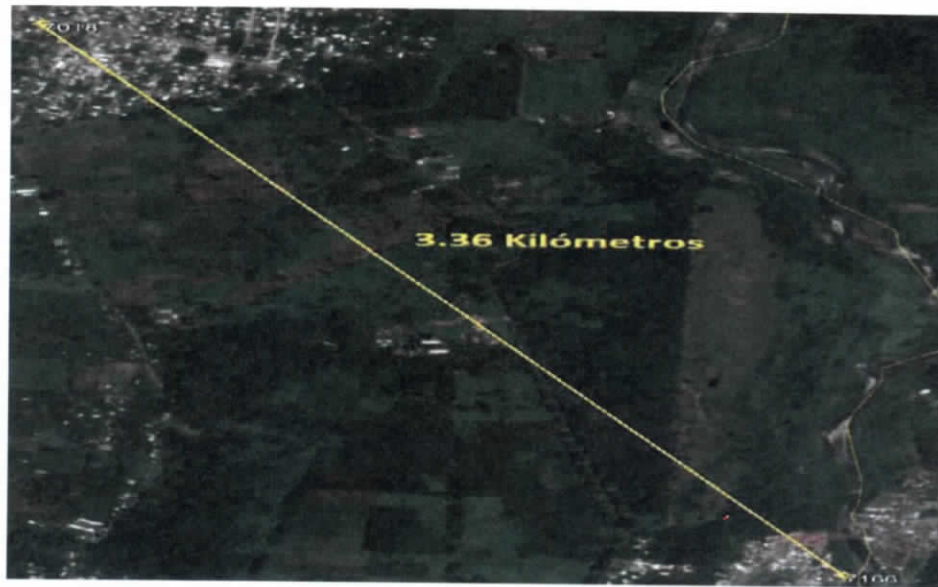


Figura 4.220 Estación más cercana a la estación "Cacahoatan"



Figura 4.221 Gráfico de doble masa de la estación "Cacahoatan "

**Conclusión:**

Se puede observar en la gráfica de la estación (línea azul) una pendiente constante hasta un periodo de ausencia de datos comprendido entre 2008 y 2012 (círculo rojo), lo que modifico la pendiente del gráfico.

**4.5.5.7.3 Análisis Estadístico (Homogeneidad)**

--- t de Student ---

Prueba de t Student, dividiendo en 50% - 50% la población

Estadístico de prueba  $t_d$ : 1.1993

Grados de libertad  $v$ : 28

Valor de  $t_c$  de la distribución t de Student para dos colas: 2.048

Resultado:

Se acepta la hipótesis nula  $H_0$

**Serie Homogénea**

--- Cramer ---

Prueba de Cramer, dividiendo en bloques el 60% y 30% de los últimos valores de la población

Estadístico  $t_w$  para el 60% de la población: 0.70978

Estadístico  $t_w$  para el 30% de la población: 2.9052

Grados de libertad  $v$ : 25

Valor de  $t_c$  de la distribución t de Student para dos colas: 2.06

Bloque del 60%

Se acepta la hipótesis nula  $H_0$

**Serie Homogénea**

Bloque del 30%

Se rechaza la hipótesis nula  $H_0$

Bloque no Homogénea

Resultado:

Se rechaza la hipótesis nula  $H_0$

**Serie no Homogénea**

VF

--- Helmert ---

Numero de secuencias S: 18

Numero de cambios C: 11

Valor de prueba ( $S^*-C^*$ ) de Helmert: 7

Valor de tolerancia +/-: 5.3852

Resultado:

Se rechaza la hipótesis nula  $H_0$

**Serie no Homogénea**

### **RESUMEN**

Número de pruebas homogéneas realizadas: 3

Número de pruebas que resultaron homogéneas: 1

### **CONCLUSIÓN**

**Estación NO Homogénea**

#### **4.5.5.8 Estación 7021 – Catarinitas**

Estado: Chiapas

Municipio: La Concordia

Coordenadas:

Longitud: -92.523

Latitud: 18.003

##### **4.5.5.8.1 Análisis Visual Gráfico**

En la Figura 4.222 se muestra la precipitación acumulada anual de un registro de 30 años para la estación 7021 – Catarinitas.

Años con datos: 28

Años sin datos: 2

VF

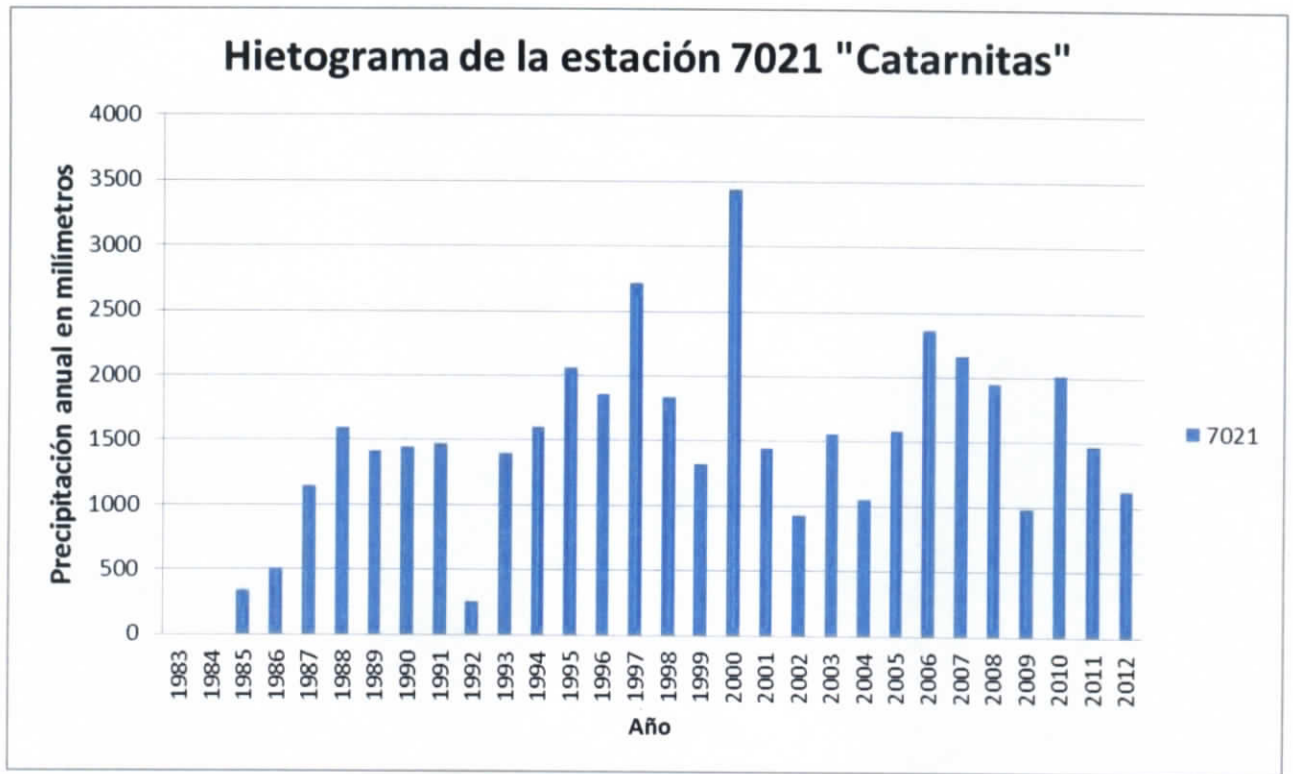


Figura 4.222 Hietograma de la estación 7021

#### 4.5.5.8.2 Análisis de la Curva Doble Masa

Estación de comparación: 7180 - Jalteogo

Distancia a la estación de comparación: 26.09 km



Figura 4.223 Estación más cercana a la estación "Catarinitas"



Figura 4.224 Gráfico de doble masa de la estación "Catarinitas"

Conclusión:

Se puede observar en el acumulado de la estación (línea azul) que existe ausencia de datos en algún periodo de año (83-86, 90-92, 03-04) presentan un acumulado menor (circulo rojo) a la media del estudio lo que genera una pendiente menos pronunciada.

#### 4.5.5.8.3 Análisis Estadístico (Homogeneidad)

--- t de Student ---

Prueba de t Student, dividiendo en 50% - 50% la población

Estadístico de prueba  $t_d: 0.081526$

Grados de libertad  $v: 28$

Valor de  $t_c$  de la distribución t de Student para dos colas: 2.048

Resultado:

Se acepta la hipótesis nula  $H_0$

**Serie Homogénea**

--- Cramer ---

Prueba de Cramer, dividiendo en bloques el 60% y 30% de los últimos valores de la población

Estadístico  $t_w$  para el 60% de la población: 0.34296

Estadístico  $t_w$  para el 30% de la población: 0.68824

Grados de libertad  $v: 25$

Valor de  $t_c$  de la distribución t de Student para dos colas: 2.06

Bloque del 60%

Se acepta la hipótesis nula  $H_0$

**Serie Homogénea**

Bloque del 30%

Se acepta la hipótesis nula  $H_0$

**Bloque Homogénea**

Resultado:

Se acepta la hipótesis nula  $H_0$

**Serie Homogénea**

--- Helmer ---

Numero de secuencias  $S: 18$

Numero de cambios C: 11

Valor de prueba ( $S^*-C^*$ ) de Helmer: 7

Valor de tolerancia +/-: 5.3852

Resultado:

Se rechaza la hipótesis nula  $H_0$

**Serie no Homogénea**

### **RESUMEN**

Número de pruebas homogéneas realizadas: 3

Número de pruebas que resultaron homogéneas: 2

### **CONCLUSIÓN**

**Estación Homogénea**

#### **4.5.5.9 Estación 7022 – Playas de Catazaja**

Estado: Chiapas

Municipio: Catazaja

Coordenadas:

Longitud: -92.523

Latitud: 18.003

##### **4.5.5.9.1 Análisis Visual Gráfico**

En la Figura 4.2226 se muestra la precipitación acumulada anual de un registro de 30 años para la estación 7022 – Playas de Catazaja.

Años con datos: 9

Años sin datos: 21

VF



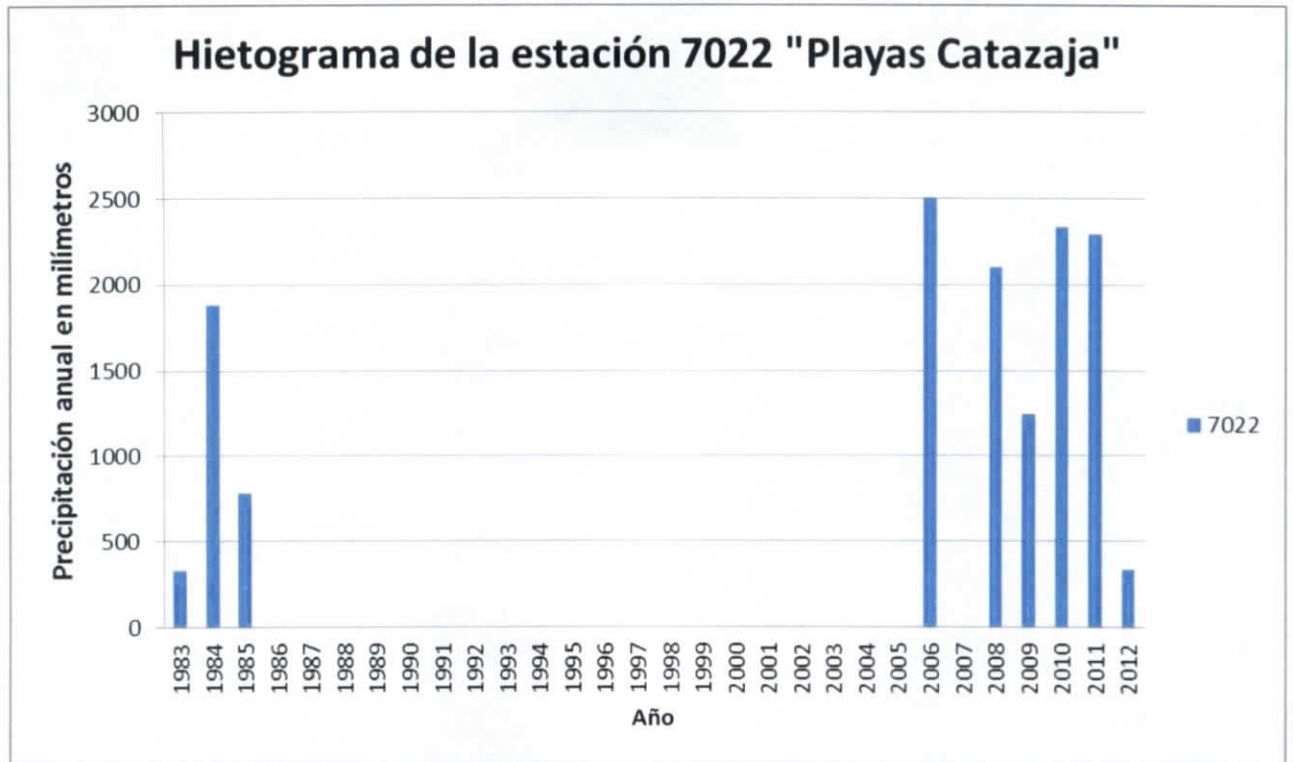


Figura 4.225 Hietograma de la estación 7022

#### 4.5.5.9.2 Análisis de la Curva Doble Masa

Estación de comparación: 7085 – Km. 336

Distancia a la estación de comparación: 24.47 km

VF

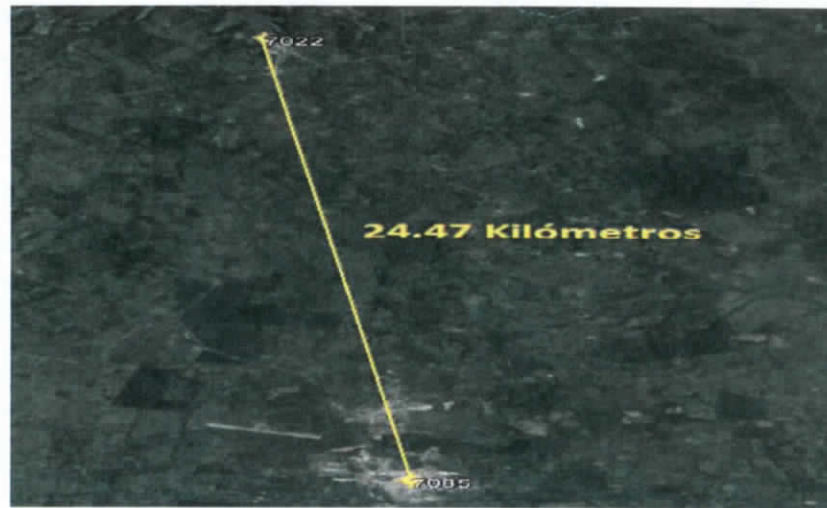


Figura 4.226 Estación más cercana a la estación "Playas de Catazaja"

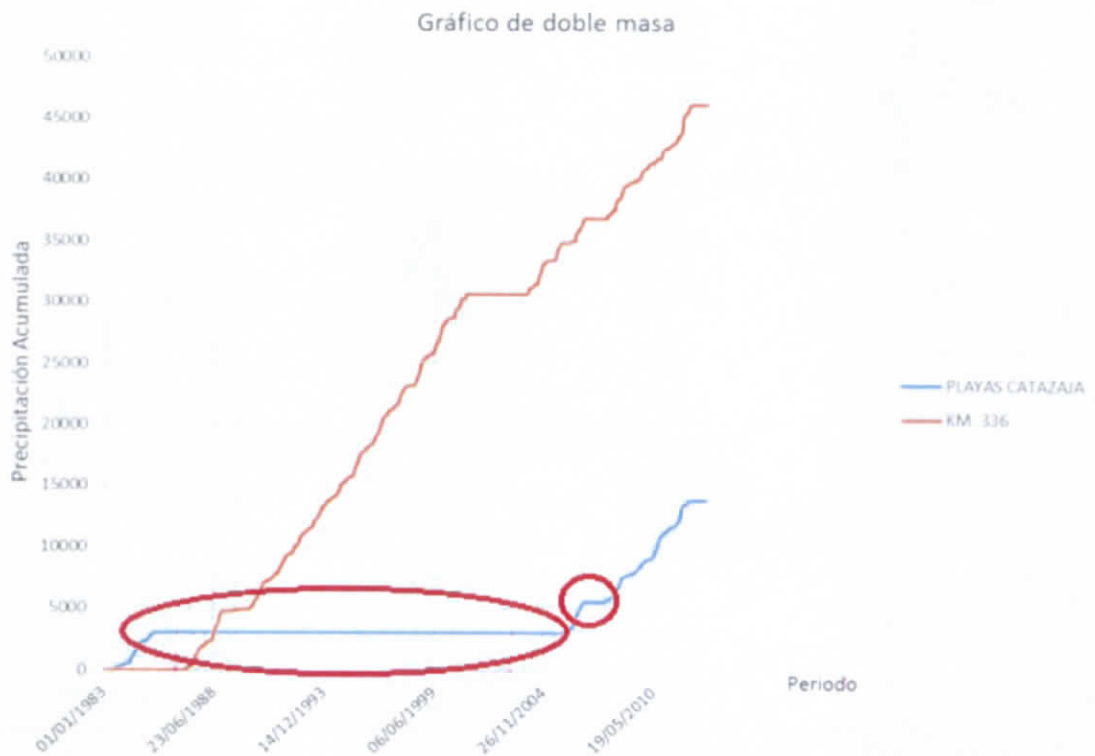


Figura 4.227 Gráfico de doble masa de la estación "Playas de Catazaja"

Conclusión:

En el gráfico se observa que para la estación (línea azul) existen dos grandes cambios de pendiente (círculo rojo), indicando falta de datos y por lo tanto alterando la pendiente del análisis.

#### 4.5.5.9.3 Análisis Estadístico (Homogeneidad)

--- t de Student ---

Prueba de t Student, dividiendo en 50% - 50% la población

Estadístico de prueba  $t_d: 0.74985$

Grados de libertad  $v: 28$

Valor de  $t_c$  de la distribución t de Student para dos colas: 2.048

Resultado:

Se acepta la hipótesis nula  $H_0$

**Serie Homogénea**

--- Cramer ---

Prueba de Cramer, dividiendo en bloques el 60% y 30% de los últimos valores de la población

Estadístico  $t_w$  para el 60% de la población: 2.5567

Estadístico  $t_w$  para el 30% de la población: 0.86624

Grados de libertad  $v: 25$

Valor de  $t_c$  de la distribución t de Student para dos colas: 2.06

Bloque del 60%

Se rechaza la hipótesis nula  $H_0$

**Serie no homogénea**

Bloque del 30%

Se acepta la hipótesis nula  $H_0$

**Bloque Homogénea**

Resultado:

Se rechaza la hipótesis nula  $H_0$

**Serie no Homogénea**

--- Helmert ---

Numero de secuencias  $S: 16$

Numero de cambios C: 13

Valor de prueba ( $S^*-C^*$ ) de Helmert: 3

Valor de tolerancia +/-: 5.3852

Resultado:

ans = 1

Se acepta la hipótesis nula  $H_0$

**Serie Homogénea**

### **RESUMEN**

Número de pruebas homogéneas realizadas: 3

Número de pruebas que resultaron homogéneas: 2

### **CONCLUSIÓN**

**Estación Homogénea**

#### **4.5.5.10 Estación 7028 – Chacamax**

Estado: Chiapas

Municipio: Palenque

Coordenadas:

Longitud: -92.523

Latitud: 18.003

##### **4.5.5.10.1 Análisis Visual Gráfico**

En la Figura 4.228 se muestra la precipitación acumulada anual de un registro de 30 años para la estación 7028 – Chacamax.

Años con datos: 1

Años sin datos: 29

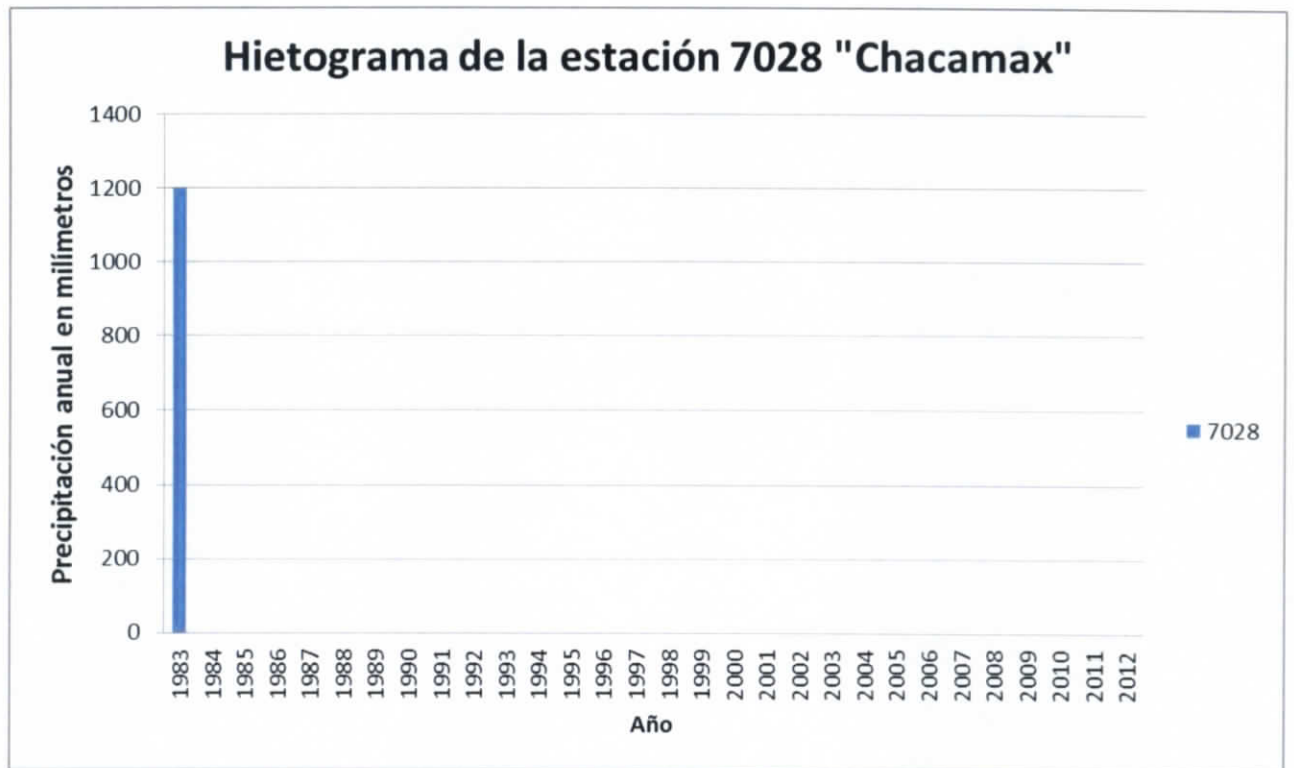


Figura 4.228 Hietograma de la estación 7028

#### 4.5.5.10.2 Análisis de la Curva Doble Masa

Estación de comparación: 7085 – Km. 336

Distancia a la estación de comparación: 29.38 km

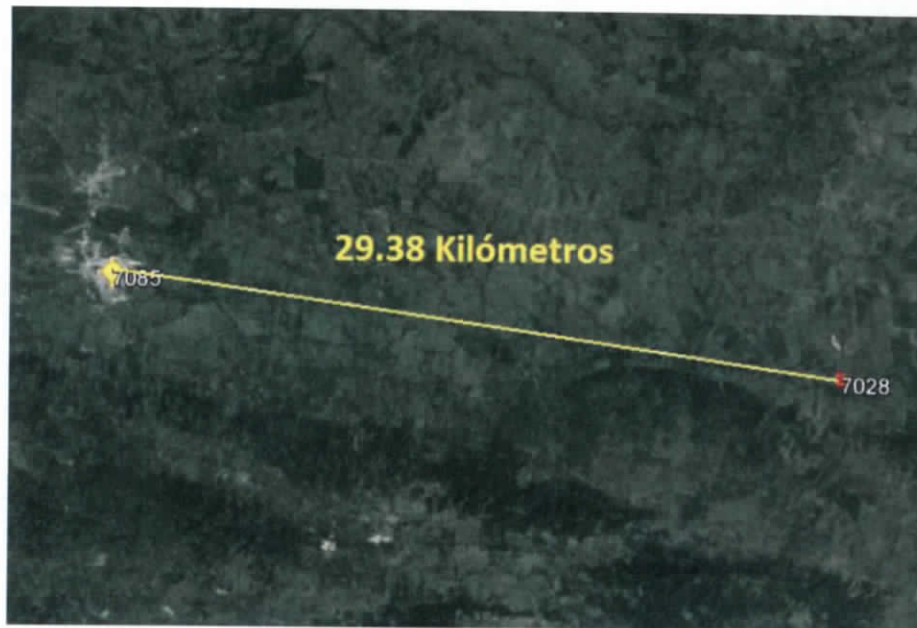


Figura 4.229 Estación más cercana a la estación "Chacamax"

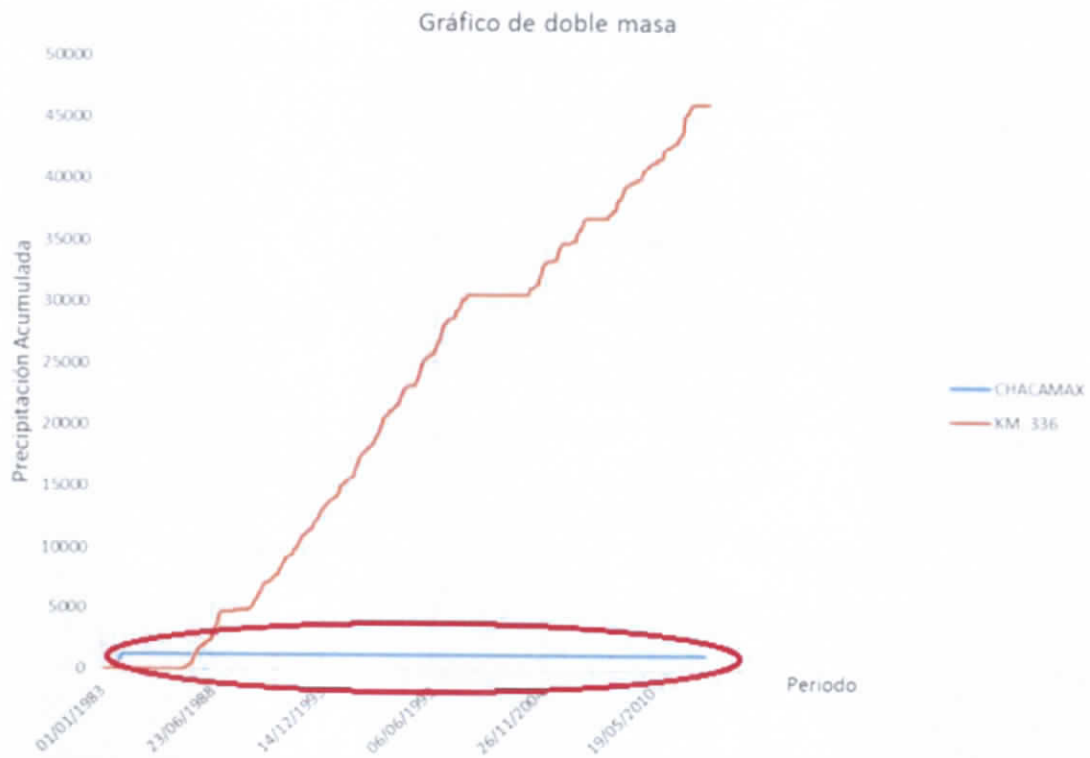


Figura 4.230 Gráfico de doble masa de la estación "Playas de Catazaja"

**Conclusión:**

El análisis para la estación (línea azul) arrojó una línea que es casi horizontal, es decir, la estación no cuenta con datos para ser analizados.

**4.5.5.10.3 Análisis Estadístico (Homogeneidad)**

--- t de Student ---

Prueba de t Student, dividiendo en 50% - 50% la población

Estadístico de prueba  $t_d$ : 0.7376

Grados de libertad  $v$ : 28

Valor de  $t_c$  de la distribución t de Student para dos colas: 2.048

Resultado:

Se acepta la hipótesis nula  $H_0$

**Serie Homogénea**

--- Cramer ---

Prueba de Cramer, dividiendo en bloques el 60% y 30% de los últimos valores de la población

Estadístico  $t_w$  para el 60% de la población: 0.7531

Estadístico  $t_w$  para el 30% de la población: 0.35106

Grados de libertad  $v$ : 25

Valor de  $t_c$  de la distribución t de Student para dos colas: 2.06

Bloque del 60%

Se acepta la hipótesis nula  $H_0$

**Serie Homogénea**

Bloque del 30%

Se acepta la hipótesis nula  $H_0$

Bloque Homogénea

Resultado:

Se acepta la hipótesis nula  $H_0$

**Serie Homogénea**

--- Helmert ---



Numero de secuencias S: 14  
Numero de cambios C: 15  
Valor de prueba (S\*-C\*) de Helmert: -1  
Valor de tolerancia +/-: 5.3852

Resultado:

ans = 1

Se acepta la hipótesis nula H0

**Serie Homogénea**

### **RESUMEN**

Número de pruebas homogéneas realizadas: 3

Número de pruebas que resultaron homogéneas: 3

### **CONCLUSIÓN**

**Estación Homogénea**

#### **4.5.5.11 Estación 7030 – Chamula**

Estado: Chiapas

Municipio: Chamula

Coordenadas:

Longitud: -92.523

Latitud: 18.003

##### **4.5.5.11.1 Análisis Visual Gráfico**

En la Figura 4.231 se muestra la precipitación acumulada anual de un registro de 30 años para la estación 7030 – Chamula.

Años con datos: 1

Años sin datos: 29

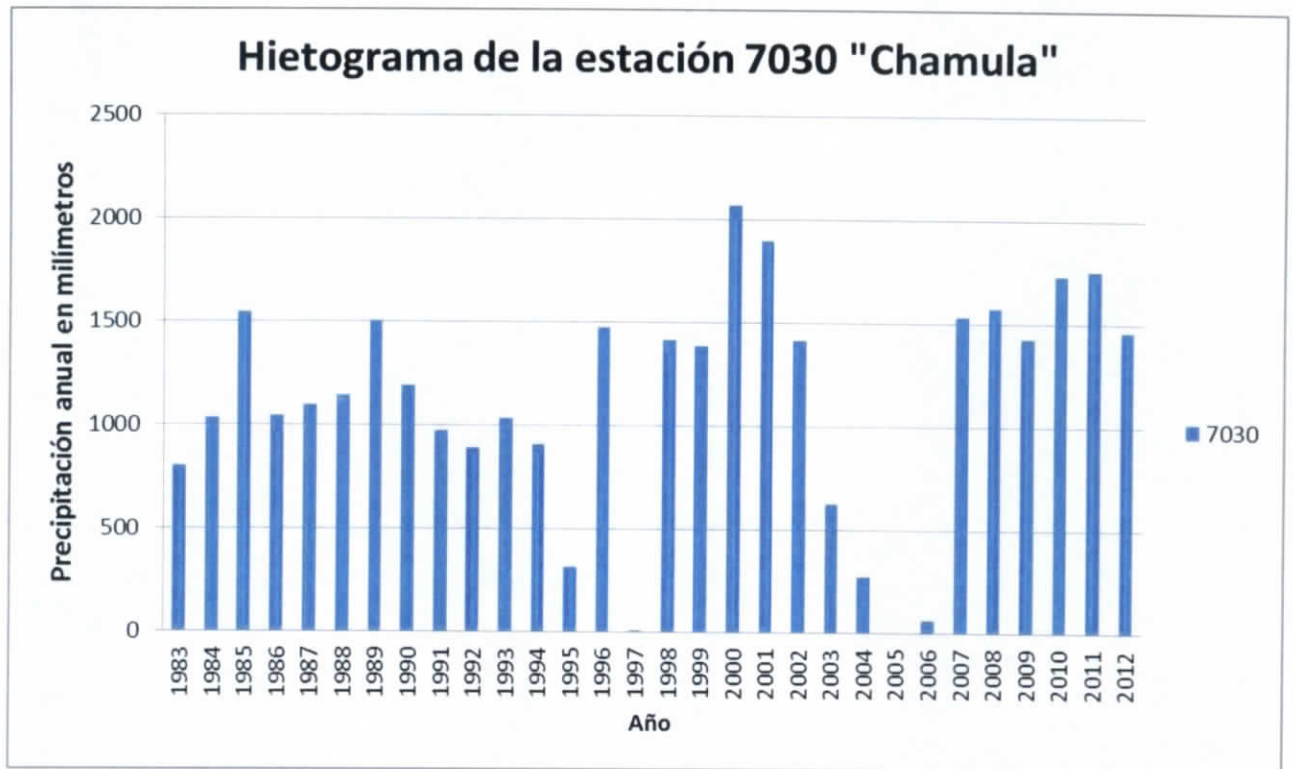


Figura 4.231 Hietograma de la estación 7030

#### 4.5.5.11.2 Análisis de la Curva Doble Masa

Estación de comparación: 7207 – Larrainzar

Distancia a la estación de comparación: 10.15 km

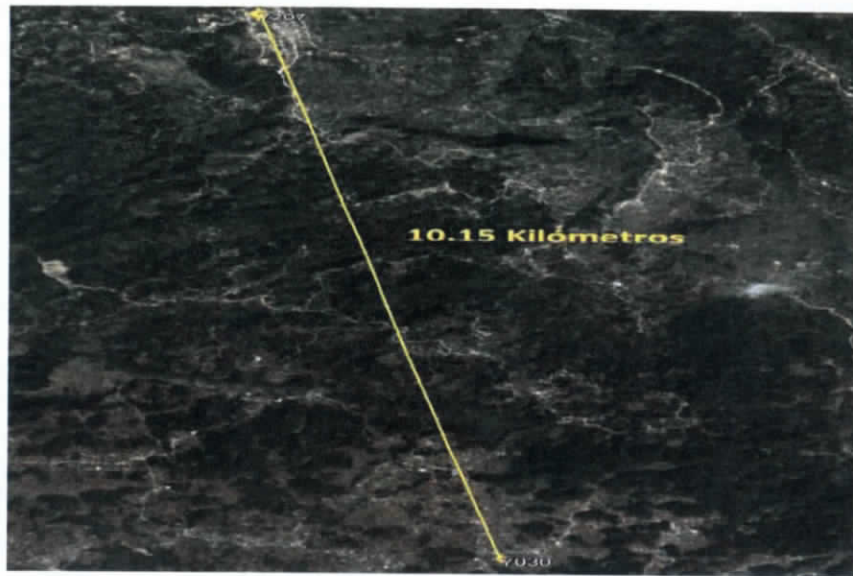


Figura 4.232 Estación más cercana a la estación "Chamula"



Figura 4.233 Gráfico de doble masa de la estación "Playas de Catzaja"

**Conclusión:**

Se puede observar en la gráfica (línea azul) que en dos periodos (96-98 y 02-06) la estación presento ausencia de datos (círculos rojos).

**4.5.5.11.3 Análisis Estadístico (Homogeneidad)**

--- t de Student ---

Prueba de t Student, dividiendo en 50% - 50% la población

Estadístico de prueba  $t_d: 0.22262$

Grados de libertad  $v: 28$

Valor de  $t_c$  de la distribución t de Student para dos colas: 2.048

Resultado:

Se acepta la hipótesis nula  $H_0$

**Serie Homogénea**

--- Cramer ---

Prueba de Cramer, dividiendo en bloques el 60% y 30% de los últimos valores de la población

Estadístico  $t_w$  para el 60% de la población: 0.09347

Estadístico  $t_w$  para el 30% de la población: 0.7872

Grados de libertad  $v: 25$

Valor de  $t_c$  de la distribución t de Student para dos colas: 2.06

Bloque del 60%

Se acepta la hipótesis nula  $H_0$

**Serie Homogénea**

Bloque del 30%

Se acepta la hipótesis nula  $H_0$

**Bloque Homogénea**

Resultado:

Se acepta la hipótesis nula  $H_0$

**Serie Homogénea**

--- Helmert ---

Numero de secuencias  $S: 12$

Numero de cambios C: 17

Valor de prueba ( $S^*-C^*$ ) de Helmert: -5

Valor de tolerancia +/-: 5.3852

Resultado:

ans = 1

Se acepta la hipótesis nula  $H_0$

**Serie Homogénea**

### **RESUMEN**

Número de pruebas homogéneas realizadas: 3

Número de pruebas que resultaron homogéneas: 3

### **CONCLUSIÓN**

**Estación Homogénea**

#### **4.5.5.12 Estación 7031 – Chanal**

Estado: Chiapas

Municipio: Chanal

Coordenadas:

Longitud: -92.523

Latitud: 18.003

##### **4.5.5.12.1 Análisis Visual Gráfico**

En la Figura 4.2315 se muestra la precipitación acumulada anual de un registro de 30 años para la estación 7031 – Chanal.

Años con datos: 25

Años sin datos: 5

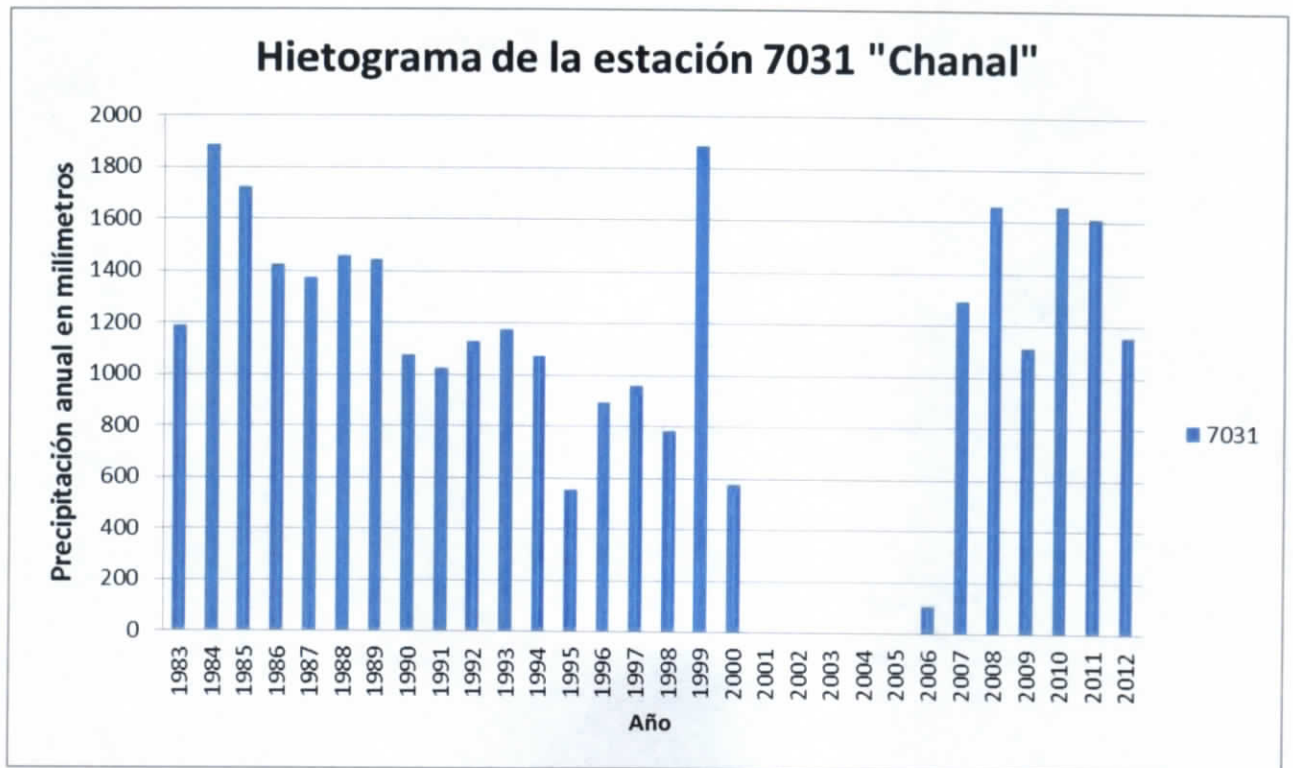


Figura 4.234 Hietograma de la estación 7031

#### 4.5.5.12.2 Análisis de la Curva Doble Masa

Estación de comparación: 7125 – Oxchuc

Distancia a la estación de comparación: 37.97 km

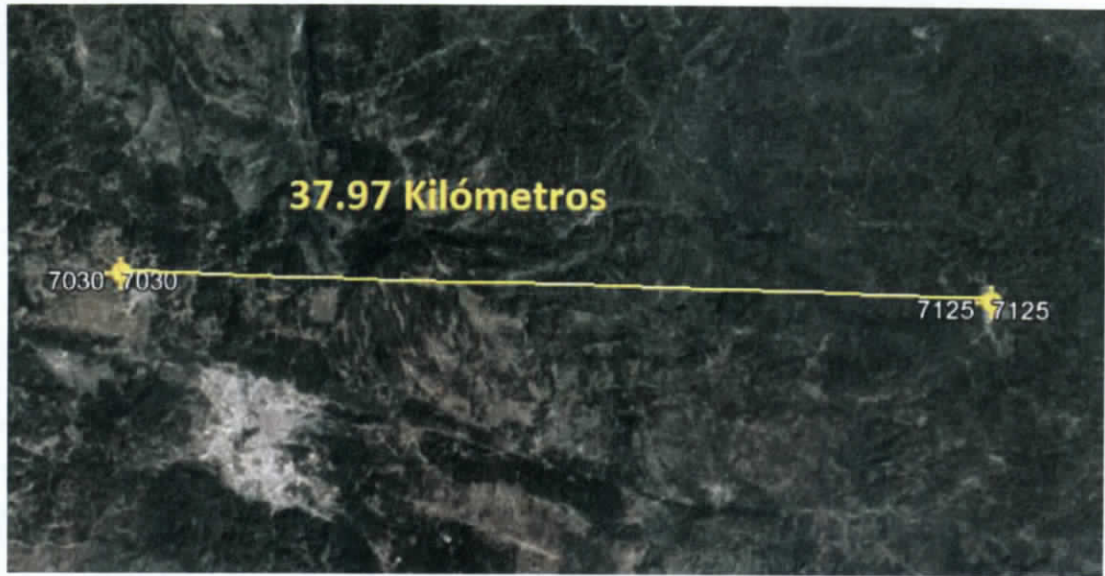


Figura 4.235 Estación más cercana a la estación "Chanal"

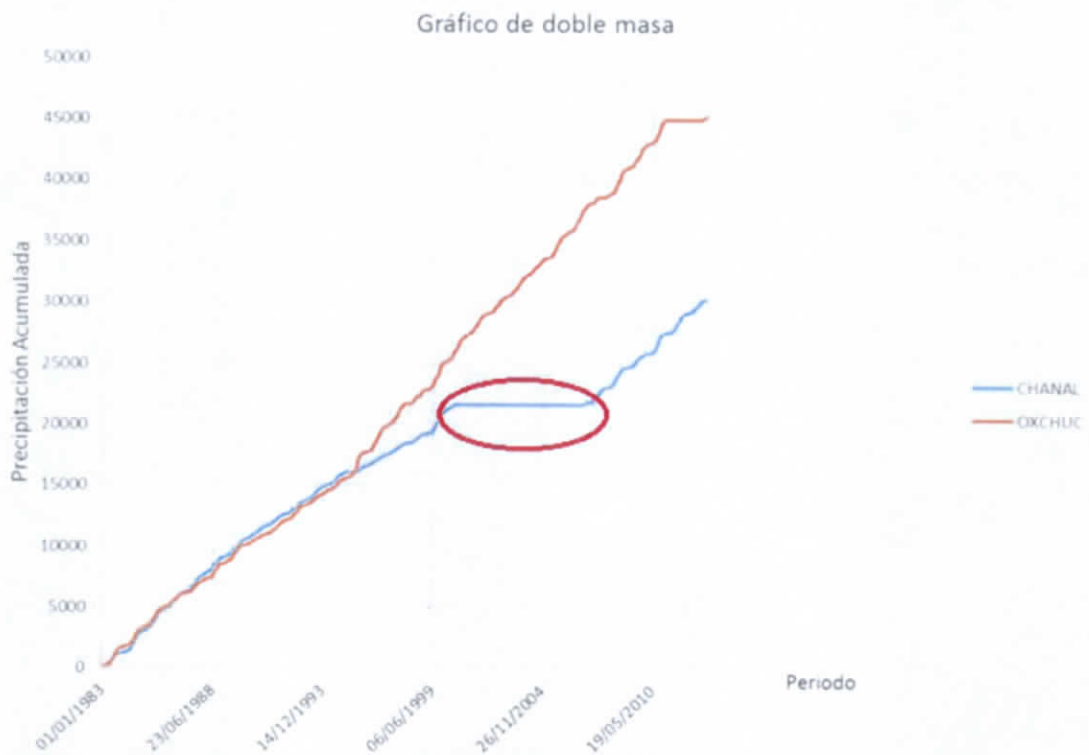


Figura 4.236 Gráfico de doble masa de la estación "Chanal"

**Conclusión:**

Existe un periodo comprendido entre los años 2000 y 2006 en donde la estación (línea azul) presenta ausencia de datos por lo que modifica el análisis y como resultado se altera la pendiente.

**4.5.5.12.3 Análisis Estadístico (Homogeneidad)**

--- t de Student ---

Prueba de t Student, dividiendo en 50% - 50% la población

Estadístico de prueba  $t_d$ : 1.9033

Grados de libertad  $v$ : 28

Valor de  $t_c$  de la distribución t de Student para dos colas: 2.048

Resultado:

Se acepta la hipótesis nula  $H_0$

**Serie Homogénea**

--- Cramer ---

Prueba de Cramer, dividiendo en bloques el 60% y 30% de los últimos valores de la población

Estadístico  $t_w$  para el 60% de la población: 1.1884

Estadístico  $t_w$  para el 30% de la población: 1.6516

Grados de libertad  $v$ : 25

Valor de  $t_c$  de la distribución t de Student para dos colas: 2.06

Bloque del 60%

Se acepta la hipótesis nula  $H_0$

**Serie Homogénea**

Bloque del 30%

Se acepta la hipótesis nula  $H_0$

Bloque Homogénea

Resultado:

Se acepta la hipótesis nula  $H_0$

**Serie Homogénea**

--- Helmert ---



Numero de secuencias S: 16  
Numero de cambios C: 13  
Valor de prueba ( $S^*-C^*$ ) de Helmer: 3  
Valor de tolerancia +/-: 5.3852

Resultado:

ans = 1

Se acepta la hipótesis nula  $H_0$

**Serie Homogénea**

### **RESUMEN**

Número de pruebas homogéneas realizadas: 3

Número de pruebas que resultaron homogéneas: 3

### **CONCLUSIÓN**

**Estación Homogénea**

#### **4.5.5.13 Estación 7034 – Villa de Chiapilla**

Estado: Chiapas

Municipio: Chiapilla

Coordenadas:

Longitud: -92.523

Latitud: 18.003

#### **4.5.5.13.1 Análisis Visual Gráfico**

En la Figura 4.237 se muestra la precipitación acumulada anual de un registro de 30 años para la estación 7034 – Villa de Chiapilla.

Años con datos: 30

Años sin datos: 0

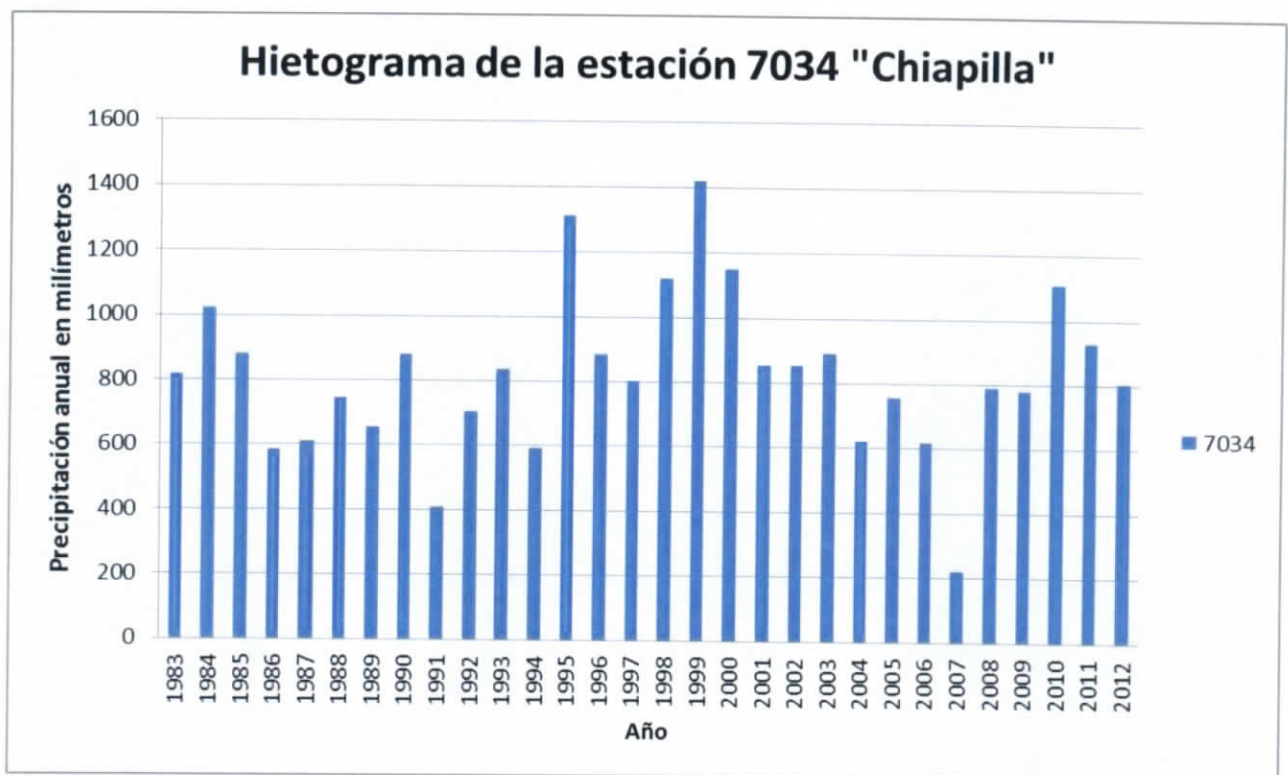


Figura 4.237 Hietograma de la estación 7034

#### 4.5.5.13.2 Análisis de la Curva Doble Masa

Estación de comparación: 7003 – Acalá

Distancia a la estación de comparación: 9.8 km

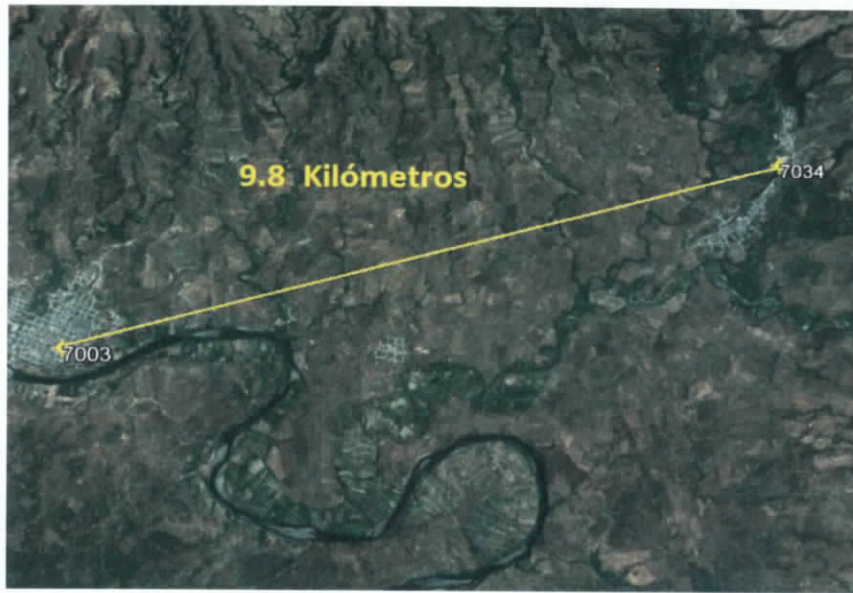


Figura 4.238 Estación más cercana a la estación "Chiapilla"



Figura 4.239 Gráfico de doble masa de la estación "Chiapilla"

Handwritten signature or initials in black ink, located in the bottom right corner of the page.

### **Conclusión:**

Para la estación (línea azul) se observan eventos extraordinarios (círculos verdes) que alteran levemente la pendiente del análisis.

#### *4.5.5.13.3 Análisis Estadístico (Homogeneidad)*

##### ---- t de Student ---

Prueba de t Student, dividiendo en 50% - 50% la población

Estadístico de prueba  $t_d$ : 3.1991

Grados de libertad  $v$ : 28

Valor de  $t_c$  de la distribución t de Student para dos colas: 2.048

Resultado:

Se rechaza la hipótesis nula  $H_0$

**Serie no homogénea**

##### ---- Cramer ---

Prueba de Cramer, dividiendo en bloques el 60% y 30% de los últimos valores de la población

Estadístico  $t_w$  para el 60% de la población: 2.622

Estadístico  $t_w$  para el 30% de la población: 3.0538

Grados de libertad  $v$ : 25

Valor de  $t_c$  de la distribución t de Student para dos colas: 2.06

Bloque del 60%

Se rechaza la hipótesis nula  $H_0$

**Serie no homogénea**

Bloque del 30%

Se rechaza la hipótesis nula  $H_0$

Bloque no Homogénea

Resultado:

Se rechaza la hipótesis nula  $H_0$

**Serie no Homogénea**

##### ---- Helmert ---

Numero de secuencias  $S$ : 19

Numero de cambios C: 10

Valor de prueba ( $S^*-C^*$ ) de Helmert: 9

Valor de tolerancia +/-: 5.3852

Resultado:

Se rechaza la hipótesis nula  $H_0$

**Serie no Homogénea**

### **RESUMEN**

Número de pruebas homogéneas realizadas: 3

Número de pruebas que resultaron homogéneas: 0

### **CONCLUSIÓN**

**Estación NO Homogénea**

#### **4.5.5.14 Estación 7035 – Chicoasén**

Estado: Chiapas

Municipio: Chicoasén

Coordenadas:

Longitud: -92.523

Latitud: 18.003

##### **4.5.5.14.1 Análisis Visual Gráfico**

En la Figura 4.23721 se muestra la precipitación acumulada anual de un registro de 30 años para la estación 7035 – Chicoasén.

Años con datos: 17

Años sin datos: 13

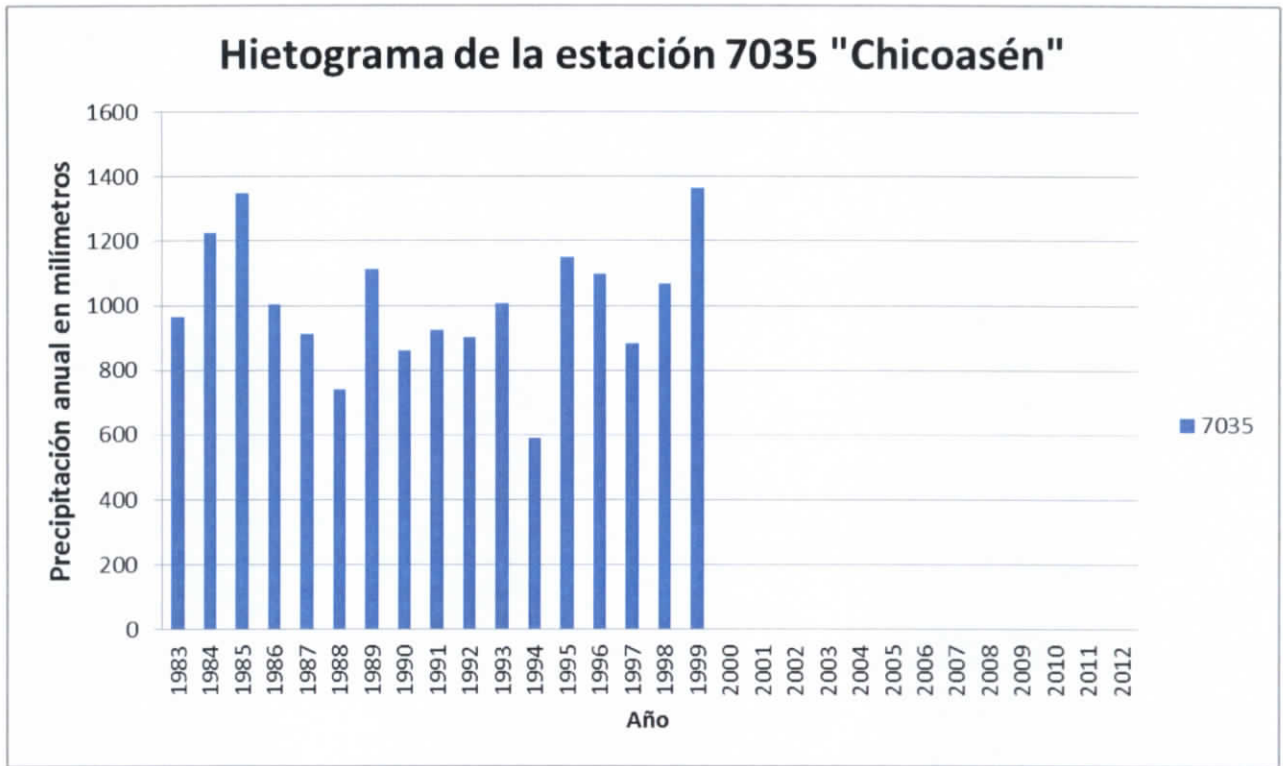


Figura 4.240 Hietograma de la estación 7035

#### 4.5.5.14.2 Análisis de la Curva Doble Masa

Estación de comparación: 7069 – Grijalva

Distancia a la estación de comparación: 3.15 km



Figura 4.241 Estación más cercana a la estación "Chicoasén"

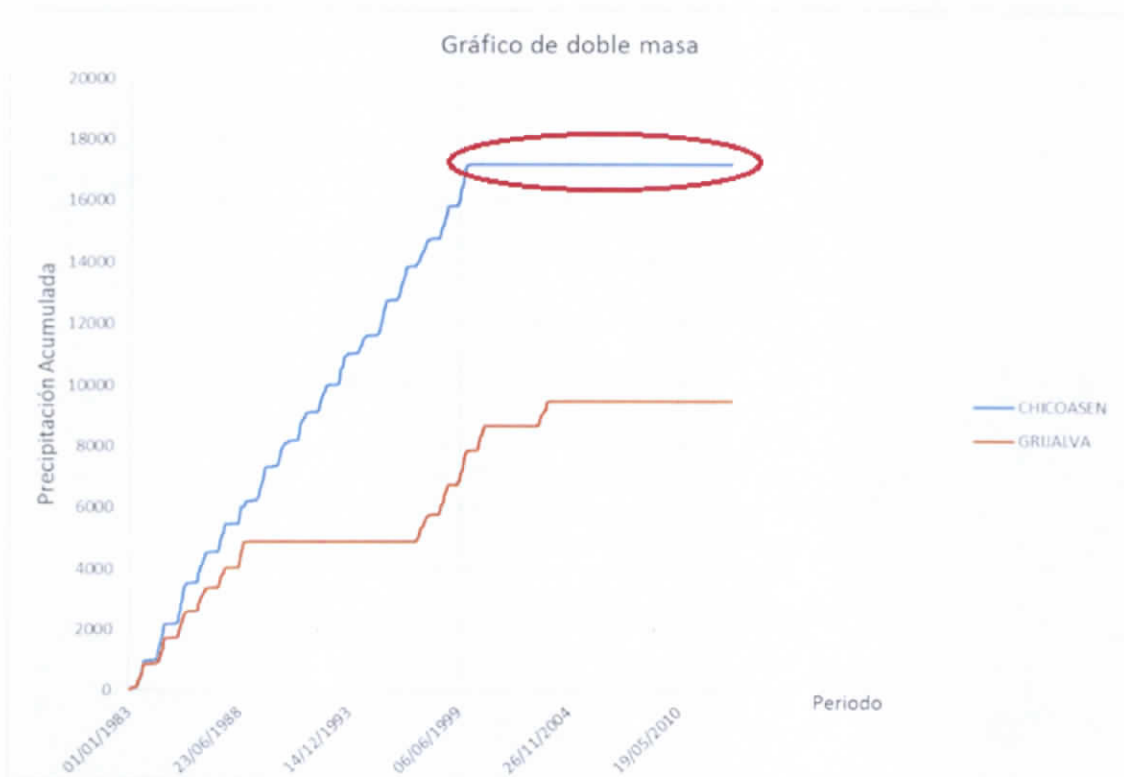


Figura 4.242 Gráfico de doble masa de la estación "Chicoasén"

### **Conclusión:**

Para el análisis de la estación (línea azul) observamos una pendiente casi constante, sin embargo, a partir del año 1999 se presente una línea horizontal (enmarcada en un círculo rojo) que representa ausencia de datos a partir de ese año en adelante.

#### *4.5.5.14.3 Análisis Estadístico (Homogeneidad)*

---- t de Student ---

Prueba de t Student, dividiendo en 50% - 50% la población

Estadístico de prueba  $t_d$ : 1.0905

Grados de libertad  $v$ : 28

Valor de  $t_c$  de la distribución t de Student para dos colas: 2.048

Resultado:

Se acepta la hipótesis nula  $H_0$

**Serie Homogénea**

---- Cramer ---

Prueba de Cramer, dividiendo en bloques el 60% y 30% de los últimos valores de la población

Estadístico  $t_w$  para el 60% de la población: 0.89954

Estadístico  $t_w$  para el 30% de la población: 0.64336

Grados de libertad  $v$ : 25

Valor de  $t_c$  de la distribución t de Student para dos colas: 2.06

Bloque del 60%

Se acepta la hipótesis nula  $H_0$

**Serie Homogénea**

Bloque del 30%

Se acepta la hipótesis nula  $H_0$

Bloque Homogénea

Resultado:

Se acepta la hipótesis nula  $H_0$

**Serie Homogénea**

---- Helmert ---



Numero de secuencias S: 15  
Numero de cambios C: 14  
Valor de prueba (S\*-C\*) de Helmert: 1  
Valor de tolerancia +/-: 5.3852

Resultado:

ans = 1

Se acepta la hipótesis nula H0

**Serie Homogénea**

### **RESUMEN**

Número de pruebas homogéneas realizadas: 3

Número de pruebas que resultaron homogéneas: 3

### **CONCLUSIÓN**

**Estación Homogénea**

#### **4.5.5.15 Estación 7036 – Chilil**

Estado: Chiapas

Municipio: Huixtán

Coordenadas:

Longitud: 184.400

Latitud: 55.446

##### **4.5.5.15.1 Análisis Visual Gráfico**

En la Figura 4.23724 se muestra la precipitación acumulada anual de un registro de 30 años para la estación 7036 – Chilil.

Años con datos: 30

Años sin datos: 0

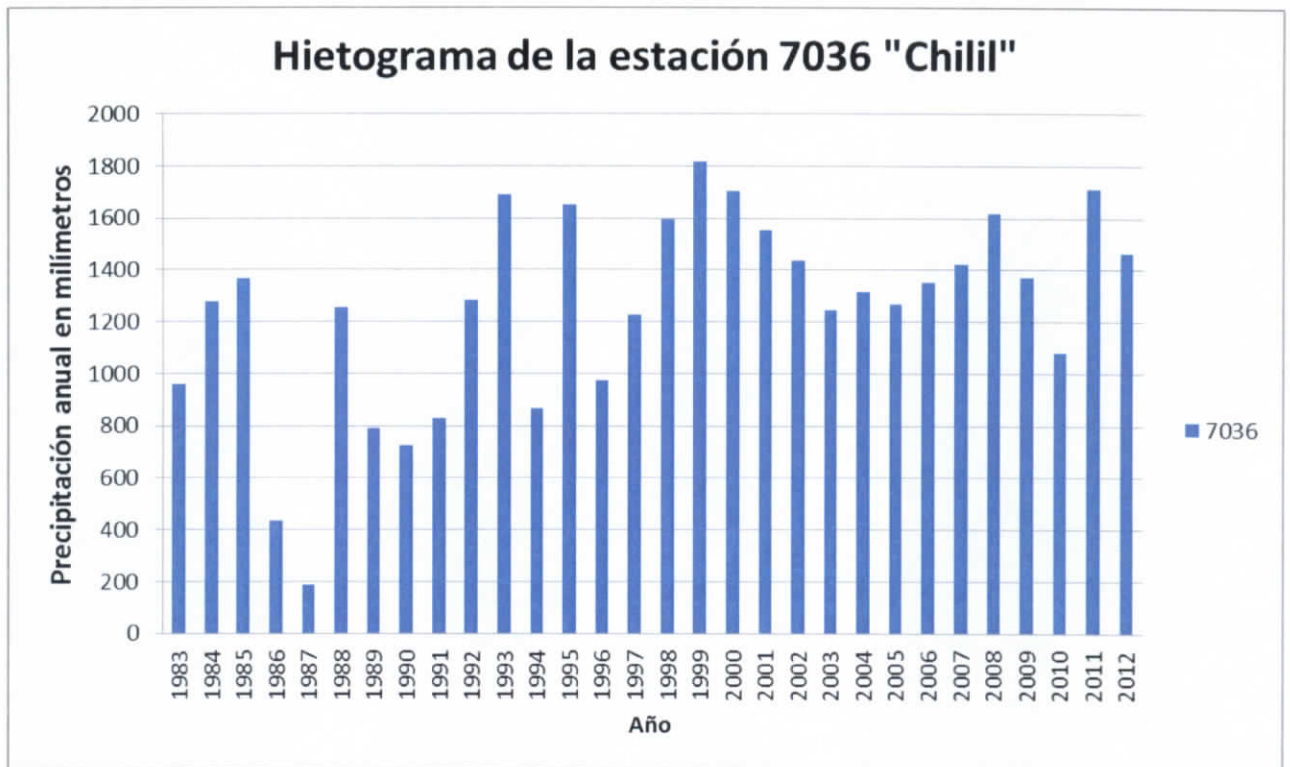


Figura 4.243 Hietograma de la estación 7036

#### 4.5.5.15.2 Análisis de la Curva Doble Masa

Estación de comparación: 7007 – Amatenango del Valle

Distancia a la estación de comparación: 13.91 km

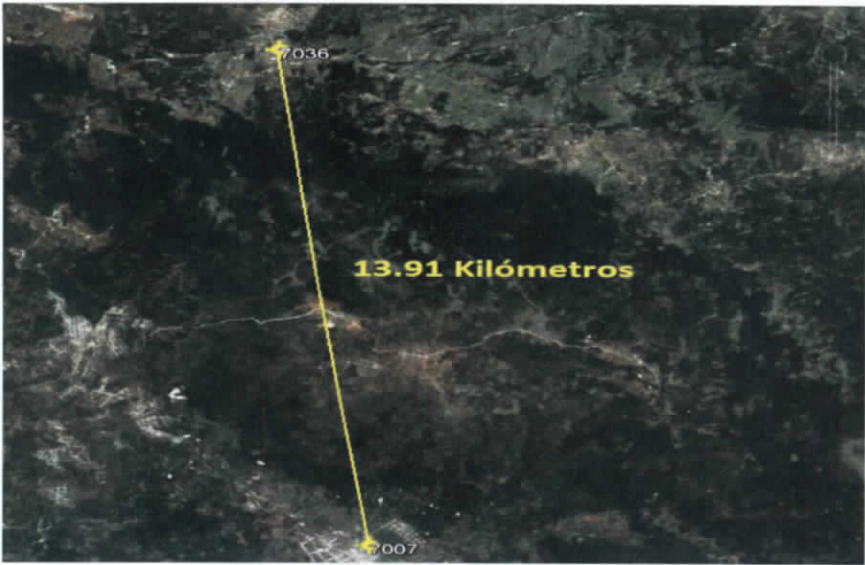


Figura 4.244 Estación más cercana a la estación "Chilil"



Figura 4.245 Gráfico de doble masa de la estación "Chilil"

### **Conclusión:**

En el gráfico que representa el análisis para la estación (línea azul) se observa una pendiente casi constante a excepción de del periodo 85-88 en donde se aprecia una línea horizontal (enmarcada en el círculo rojo) la cual se interpreta como ausencia de datos dentro del análisis.

#### *4.5.5.15.3 Análisis Estadístico (Homogeneidad)*

---- t de Student ---

Prueba de t Student, dividiendo en 50% - 50% la población

Estadístico de prueba  $t_d: 0.28815$

Grados de libertad  $v: 28$

Valor de  $t_c$  de la distribución t de Student para dos colas: 2.048

Resultado:

Se acepta la hipótesis nula  $H_0$

#### **Serie Homogénea**

---- Cramer ---

Prueba de Cramer, dividiendo en bloques el 60% y 30% de los últimos valores de la población

Estadístico  $t_w$  para el 60% de la población: 0.768

Estadístico  $t_w$  para el 30% de la población: 0.38514

Grados de libertad  $v: 25$

Valor de  $t_c$  de la distribución t de Student para dos colas: 2.06

Bloque del 60%

Se acepta la hipótesis nula  $H_0$

#### **Serie Homogénea**

Bloque del 30%

Se acepta la hipótesis nula  $H_0$

Bloque Homogénea

Resultado:

Se acepta la hipótesis nula  $H_0$

#### **Serie Homogénea**