

## 3. APLICACIÓN A LAS CUENCAS DEL RÍO GRIJALVA

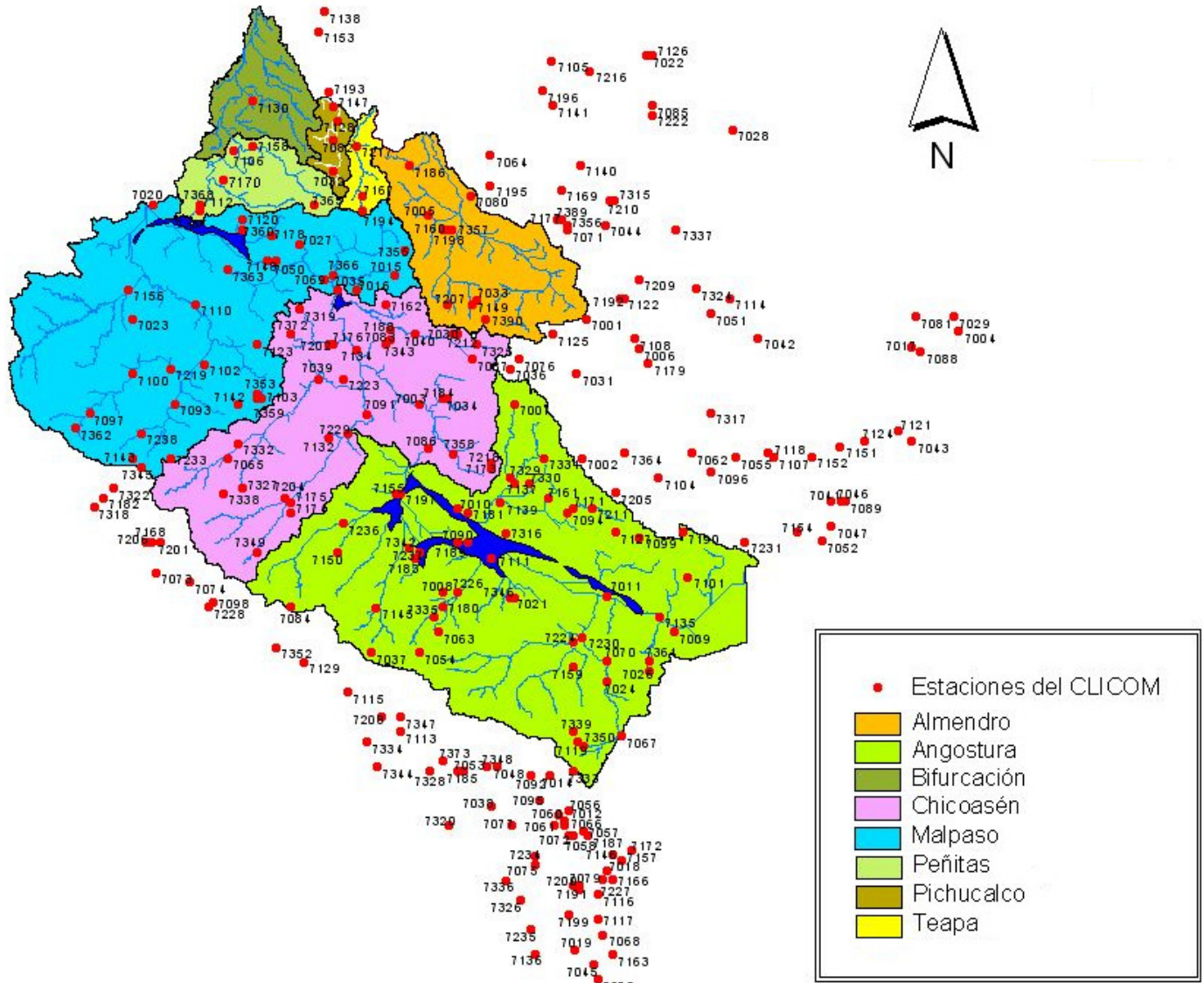
---

### 3.1 Ajustes individuales

Para el cálculo de las tormentas de diseño en las cuencas del río Grijalva, la zona en estudio se dividió en ocho cuencas; Almandro, Angostura, Bifurcación, Chicoasén, Malpaso, Peñitas, Pichucalco y Teapa.

Se trabajó fundamentalmente con los datos contenidos en la base de datos CLICOM (climate computing) 2008, elaborada por el Sistema Meteorológico Nacional. La figura 3.1 muestra las estaciones climatológicas localizadas en la zona, además de presentar la división de cada una de las cuencas.

### 3. Aplicación a las cuencas del río Grijalva



**Figura 3.1. Localización de estaciones climatológicas y delimitación de las cuencas.**

La información recolectada para cada estación se estudió y se verificó que los datos de cada año estuvieran completos, y que como mínimo, cada estación contara con 10 años de registro y las estaciones que no cumplieron con estas limitaciones fueron eliminadas del estudio. La selección de las estaciones climatológicas en primera instancia se basó en su ubicación geográfica; posteriormente se realizó un análisis estadístico para cada grupo de estaciones pertenecientes a cada una de las cuencas. La figura 3.2 muestra las estaciones que quedaron dentro del análisis regional.

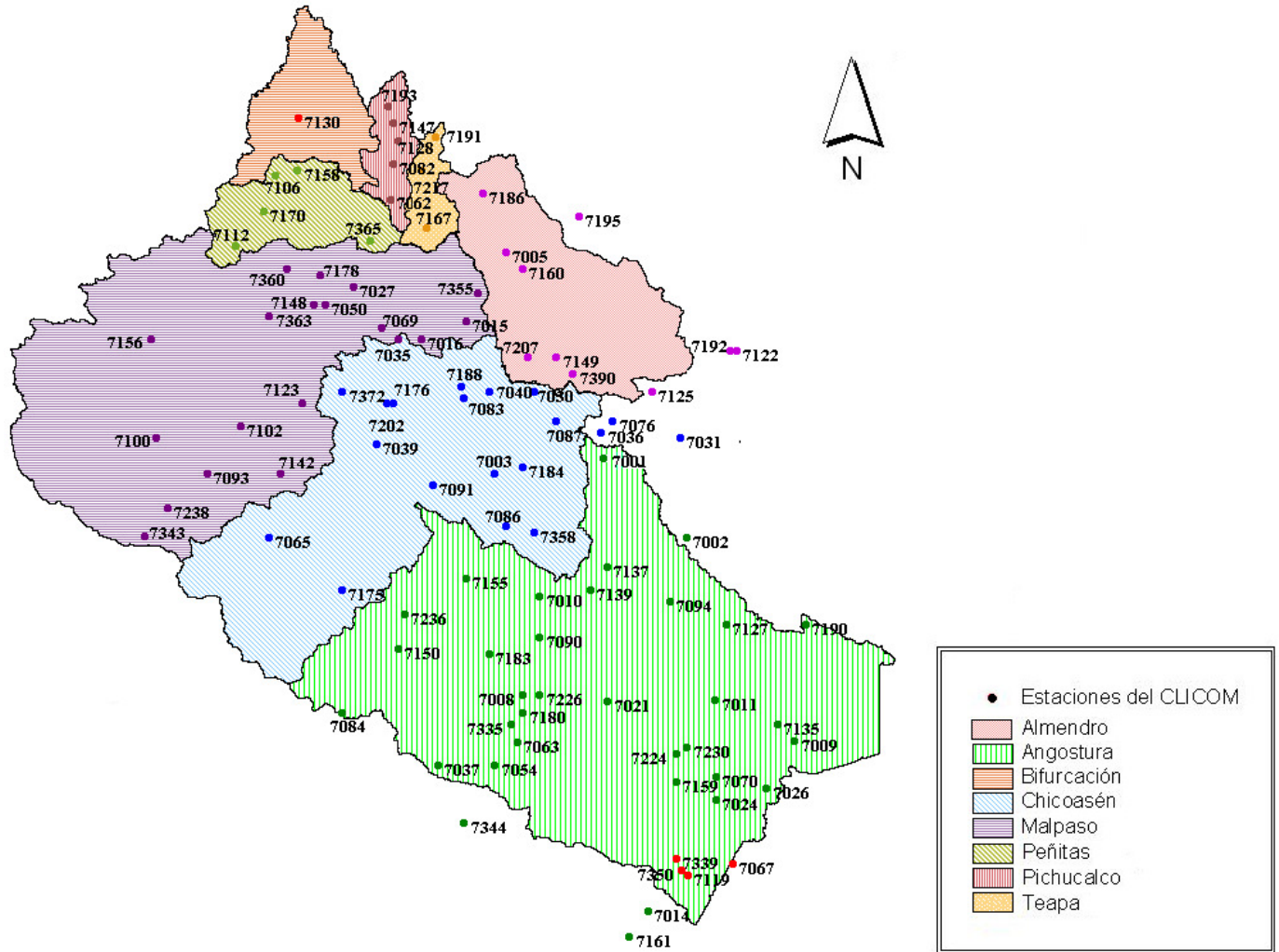


Figura 3.2 Estaciones climatológicas consideradas en el análisis

Debido a la gran cantidad de información que tiene cada cuenca, en este capítulo solo se muestra la parte más importante de la información y los resultados; el grueso de la información se tiene en cada uno de los siguientes anexos:

<b>Anexo A</b>	Almandro
<b>Anexo B</b>	Angostura
<b>Anexo C</b>	Bifurcación
<b>Anexo D</b>	Chicoasén
<b>Anexo E</b>	Malpaso
<b>Anexo F</b>	Peñitas
<b>Anexo G</b>	Pichucalco
<b>Anexo H</b>	Teapa

### 3. Aplicación a las cuencas del río Grijalva

#### 3.1.1 Almandro

En la tabla 3.1 se presenta la clave, el nombre, el periodo de registro y la ubicación de las estaciones que fueron utilizadas en el análisis de la cuenca de Almandro.

**Tabla 3.1. Datos de las estaciones de la cuenca Almandro**

CLAVE	NOMBRE	LATITUD		LONGITUD		AÑOS
		grados	minutos	grados	minutos	
7005	ALMANDRO, HUITTUPAN	17	11	92	46	65-70, 72-94
7033	CHAPULTENANGO	17	20	93	6	40-42, 46-69
7122	OCOSINGO, OCOSINGO (SMN)	16	54	92	5	27-31, 33-36, 46-51, 53-81, 02-06
7125	OXCHUC, OXCHUC	16	47	92	20	70-07
7149	SAN PEDRO CHENALHO	16	53	92	37	67, 70-02, 04-05, 07
7160	SIMOJOVEL DE A. S. DE A.	17	8	92	43	69-70, 72-07
7186	FINCA EL ESCALON, AMATAN	17	21	92	50	44-47, 49-56, 60-64, 68, 70, 73-74
7192	OCOSINGO, OCOSINGO (CFE)	16	54	92	6	64-88
7195	SABANILLA, SABANILLA	17	17	92	33	72-85, 89-99
7207	LARRAINZAR, LARRAINZAR	16	53	92	42	73-90, 92-07
7390	CACALUTA, ACACOYAGUA	17	50	92	34	85-07

En la tabla 3.2 se presenta, para la estación Almandro los valores máximos anuales de precipitación diaria para los años de registro dados en mm. En los últimos tres renglones de cada tabla se indican las medias, desviaciones estándar y coeficientes de variación de los máximos anuales. Las tablas completas de datos para cada una de las estaciones de la cuenca Almandro se presentan en el anexo A.

**Tabla 3.2 Precipitaciones, estación 7005**

**7005 ALMANDRO**

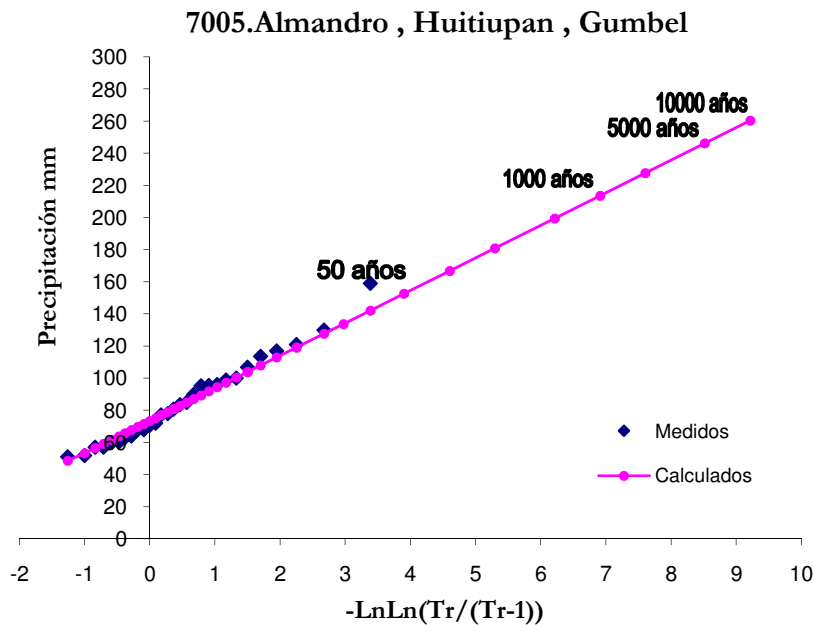
Año	Precipitación	Año	Precipitación
1965	68	1981	72
1966	60	1982	57
1967	159	1983	63
1968	64	1984	96
1969	81	1985	52
1970	117	1986	114
1972	78	1987	107
1973	100	1988	77
1974	130	1989	96
1975	121	1990	90
1976	68	1991	60
1977	57	1992	99
1978	85	1993	95
1979	71	1994	51
1980	84		
		Media	85
		Des. Est	26
		C.V.	0.31

Con los datos anteriores se hizo un análisis estadístico asociando a los datos medidos una función de distribución de ajuste, empleando el programa AX. Las funciones de distribución que se emplearon fueron Gumbel y Doble Gumbel. En la tabla 3.3 se presentan los resultados de la extrapolación de las precipitaciones máximas anuales para varios periodos de retorno. Para cada estación se obtuvieron las gráficas de ajuste, aquí solo se incluyen, a manera de muestra, los resultados de la estación 7005. Almandro, Huitiupan, figura 3.3 los demás resultados se tienen en el anexo A.

**Tabla 3.3 Extrapolación estación 7005 Almandro, Huitiupan**

Año	hp(mm)
2	80.91
5	103.9
10	119.13
20	133.74
50	152.64
100	166.81
200	180.92
500	199.55
1000	213.62
2000	227.69
5000	246.29
10000	260.35

Para esta estación la función de distribución de mejor ajuste resulto ser la Gumbel.



**Figura 3.3. Estación Almandro, Huitiupan.**

### 3. Aplicación a las cuencas del río Grijalva

#### 3.1.2. Angostura

La tabla 3.4 muestra la clave, nombre, periodo de registro y la ubicación de las estaciones usadas para el análisis de la cuenca de Angostura.

**Tabla 3.4. Datos de las estaciones de la cuenca Angostura**

CLAVE	NOMBRE	LATITUD		LONGITUD		AÑOS
		grados	minutos	grados	minutos	
7001	ABASOLO CHIAPAS, OCOSINGO	16	50	92	13	70-99
7002	ABELARDO RODRIGUEZ, COMIT	16	22	92	14	44-48, 63-07
7008	ANGEL ALBINO CORZO	15	55	92	43	45-07
7009	AQUESPALA, COMALAPA	15	47	91	55	57-07
7010	ARCO DE PIEDRA, V.C.	16	12	92	40	49-73
7011	ARGELIA, LA TRINITARIA	15	54	92	9	48-50, 52-74
7014	BELIZARIO DOMINGUEZ	15	18	92	21	63-83, 85-89, 91-01
7021	CATARINITAS, LA CONCORDIA	15	54	92	28	67-73, 77-78, 87-07
7024	COMALAPA, BELLAVISTA	15	37	92	9	67-83, 90-99
7026	CD. CUAHTEMOC COMALAPA	15	39	92	0	62-64, 66-99
7037	CUSTEPEQUES, LA CONCORDIA	15	43	92	58	53-77, 80-85, 87-2007
7054	FINCA A. PRUSIA, A. A. CORZO	15	43	92	48	54-81, 85-93, 97-02, 04, 07
7063	FINCA LIQUIDAMBAR. A. A. C.	15	47	92	44	54-76, 80-84
7070	GPE. GRIJALVA, COMOLOAPAN	15	41	92	9	61-07
7084	JESUS CHIAPAS, PIJJIAPAN	15	52	93	15	65-95, 99-03
7090	LA CONCORDIA (DGE)	16	5	92	40	52-70, 72-73
7094	LA MESILLA, SOCOLTENANGO	16	11	92	17	71-72, 74, 83, 85-02, 04-07
7127	P.DEL SOLDADO, INDEPENDENCIA	16	7	92	7	63-70, 72-76
7135	PUENTE CONCORDIA, COMALAPA	15	50	91	58	62-99
7137	PUJILTIC, V. CARRANZA	16	17	92	28	57-70, 72-79
7139	RIO BLANCO, V. CARRANZA	16	13	92	31	64-96
7150	SAN PEDRO CHIAPAS	16	3	93	5	52, 54-70, 72-75, 77
7155	SANTA ISABEL (DGE)	16	15	92	53	56-72
7159	SILTEPEC, SILTEPEC	15	40	92	16	70, 72-83
7180	JALTENANGO, A.A. CORZO (CFE)	15	52	92	43	70-07
7183	BENITO JUAREZ, LA CONCORDIA	16	2	92	49	72-77, 79, 89-93, 95-99
7205	COMITAN, COMITAN	16	15	92	7	62-69, 71-07,
7190	LA TRINITARIA, TRINITA	16	7	91	53	70, 72-83, 90-07
7224	CHICOMUSELO, CHICOMUSELO	15	45	92	16	76-83, 85-87, 92, 94-96, 98, 00, 02-07
7226	REFORMA, LA CONCORDIA	15	55	92	40	76-87, 89-07
7230	SAN MIGUEL, CHICOMISELO	15	46	92	14	77-83, 90-99
7236	REVOLUCION MEXICANA	16	9	93	4	77, 79-87, 89-90, 92-96, 98-00, 02-06
7330	SOYATITAN, V. CARRANZA	16	17	92	25	81-07
7335	QUERETARO, A. A. CORZO	15	50	92	45	81-85, 88-07
7344	EJIDO IBARRA, MAPASTEPEC	15	20	92	57	82, 84-93, 95-96, 98-07

En la tabla 3.5 se presenta, para la estación Angostura los valores máximos anuales de precipitación diaria para los años de registro de esta estación en particular. En los últimos tres renglones de cada tabla se indican las medias, desviaciones estándar y coeficientes de variación de los máximos anuales. Las tablas completas de datos para cada una de las estaciones de la cuenca Angostura se presentan en el anexo B.

**Tabla 3.5 Precipitaciones, estación 7001**

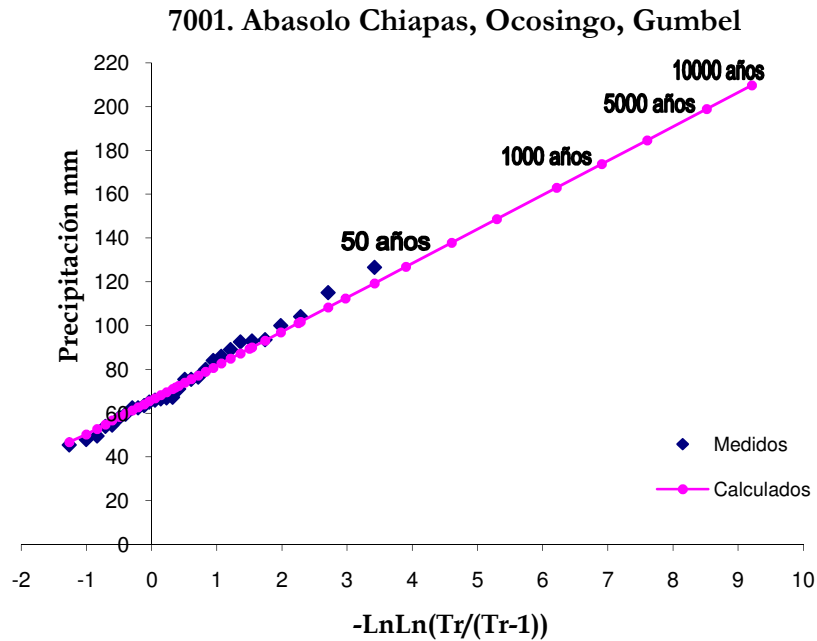
7001 ABASOLO CHIAPAS, OCOSINGO			
Año	Precipitaciones	Año	Precipitaciones
1970	48	1985	49.5
1971	92.5	1986	62.5
1972	65	1987	80
1973	115	1988	100
1974	86	1989	67
1975	126.5	1990	54
1976	54.5	1991	84
1977	76.5	1992	89
1978	104	1993	45.5
1979	58	1994	59.5
1980	93.5	1995	67.2
1981	75.5	1996	66
1982	62.5	1997	63.5
1983	71	1998	66.5
1984	93	1999	75.4
		<b>Media</b>	<b>75</b>
		<b>Desv. Est.</b>	<b>20</b>
		<b>C.V.</b>	<b>0.27</b>

El ajuste a una función de distribución se realizó de igual manera que en Almandro con el programa Ax. La tabla 3.6 presenta los resultados de la extrapolación de las precipitaciones máximas anuales para la estación 7001 de Angostura y la figura 3.4 muestra la gráfica de ajuste a una distribución Gumbel. Para las demás estaciones los resultados se presentan en el anexo B.

**Tabla 3.6 Extrapolación estación 7001 Abasolo Chiapas, Ocosingo.**

Año	hp(mm)
2	71.75
5	89.42
10	101.12
20	112.35
50	126.87
100	137.76
200	148.61
500	162.92
1000	173.73
2000	184.54
5000	198.83
10000	209.64

3. Aplicación a las cuencas del río Grijalva



**3.1.3 Bifurcación**

Para esta cuenca se cuenta solo con una estación climatológica para su análisis, los datos de misma se presentan en la tabla 3.7.

**Tabla 3.7. Datos de la estación de la cuenca Bifurcación**

CLAVE	NOMBRE	LATITUD		LONGITUD		AÑOS
		grados	minutos	grados	minutos	
7130	PLATANAR, PICHUCALCO	17	34	93	23	64-70/72-85/87-88

Los valores registrados de las precipitaciones máximas anuales dado en mm para esta estación se presentan en la tabla 3.8



**Tabla 3.8. Precipitaciones, estación 7130**

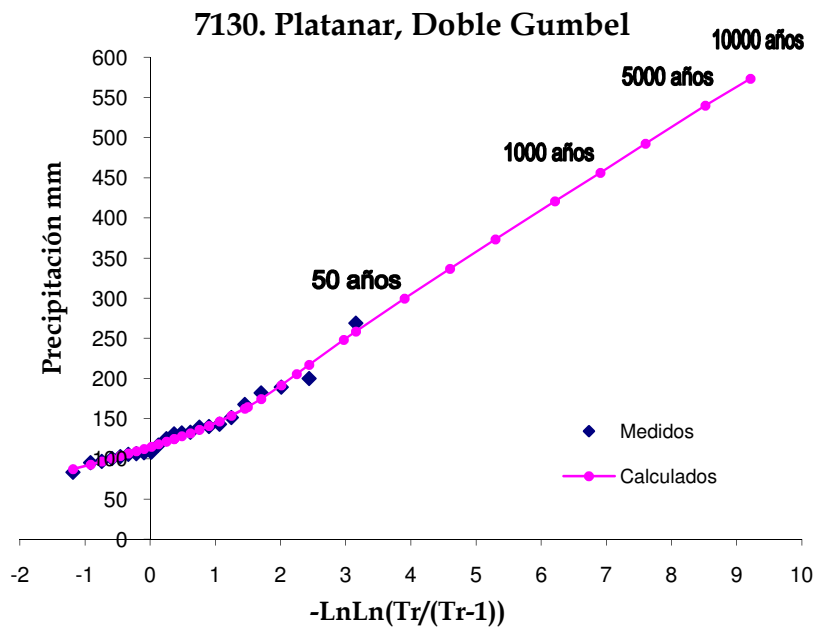
7130 PLATANAR, PICHUCALCO			
Año	Precipitaciones	Año	Precipitaciones
1964	140	1977	97
1965	117	1978	106
1966	84	1979	125
1967	200	1980	269
1968	140	1981	168
1969	108	1982	101
1970	133	1983	95
1972	133	1984	143
1973	109	1985	107
1974	103	1987	190
1975	152	1988	182
1976	131		
		<b>Media</b>	<b>136</b>
		<b>Desv. Est.</b>	<b>43</b>
		<b>C.V.</b>	<b>0.31</b>

Al ajustar estos datos a una función de distribución Doble Gumbel, la gráfica que da como resultado a dicho ajuste es la mostrada en la figura 3.5, la tabla 3.9 muestra los resultados de los datos extrapolados.

**Tabla 3.9 Extrapolación estación 7130 Platanar**

Año	hp(mm)
2	124.71
5	164.81
10	205.87
20	248.26
50	299.84
100	336.95
200	373.28
500	420.94
1000	456.4
2000	492.42
5000	540.08
10000	573.33

### 3. Aplicación a las cuencas del río Grijalva



**Figura 3.5. Estación Platanar**

#### 3.1.4 Chicoasén

En la tabla 3.10 se presenta la clave, el nombre, el periodo de registro y la ubicación de las estaciones que fueron utilizadas en el análisis de la cuenca de Chicoasén.

**Tabla 3.10. Datos de las estaciones de la cuenca Chicoasén**

CLAVE	NOMBRE	LATITUD		LONGITUD		AÑOS
		grados	minutos	grados	minutos	
7003	ACALA, ACALA	16	33	92	48	63-77, 81-07
7030	CHAMULA, CHAMULA	16	47	92	41	58-67, 72-79, 82-94, 96, 98-04, 07
7031	CHANAL, CHENALHO	16	39	92	15	69-99, 07
7036	CHILIL, HUIXTAN	16	40	92	29	68, 70-86, 89-07
7039	EL BOQUERON, SUCHIAPA	16	38	93	9	49-05
7040	EL BARRERO, IXTAPA	16	47	92	49	51-85, 87-07
7065	F. OCOTITLAN, VILLAFLORES	16	22	93	28	61, 63-69, 71, 73-78, 81-83, 86, 88-06
7076	HUISTAN, HUISTAN	16	42	92	27	65-77, 79-99
7083	IXTAPA, IXTAPA (SMN)	16	46	92	54	48-56, 58-60, 69-76
7086	LA ANGOSTURA, V. ALCALA	16	24	92	46	63-99
7087	LA CABAÑA, S.C.LAS CASAS	16	42	92	37	57-71, 74-07
7091	LA ESCALERA, CHIAPA DE C.	16	31	92	59	54-70, 72-07

3. Aplicación a las cuencas del río Grijalva

7162	SOYALO, SOYALO	16	53	92	55	62-72, 74-90, 95-96
7175	VILLA FLORES (SMN)	16	13	93	15	34-51, 84-02, 04-07
7176	TUXTLA GTZ. (VIVERO CFE)	16	45	93	6	72-82, 89-90, 95-96
7184	CHIAPILLA, CHIAPILLA CFE	16	34	92	43	70, 72-83, 88-90
7188	IXTAPA, IXTAPA (CFE)	16	48	92	54	62-71, 73-99
7202	TUXTLA GUTIERREZ (DGE)	16	45	93	7	51-07
7358	FLORES MAGON, V. CARRANZA	16	23	92	41	83-85, 87-07
7372	BERRIOZABAL, BERRIOZABAL	16	47	93	15	89-07

La tabla 3.11 presenta, para la estación Acala, los valores máximos anuales de precipitación diaria en mm. Se indica la media, desviación estándar y coeficiente de variación de los máximos anuales. Para las demás estaciones las tablas de datos se encuentran en el anexo D.

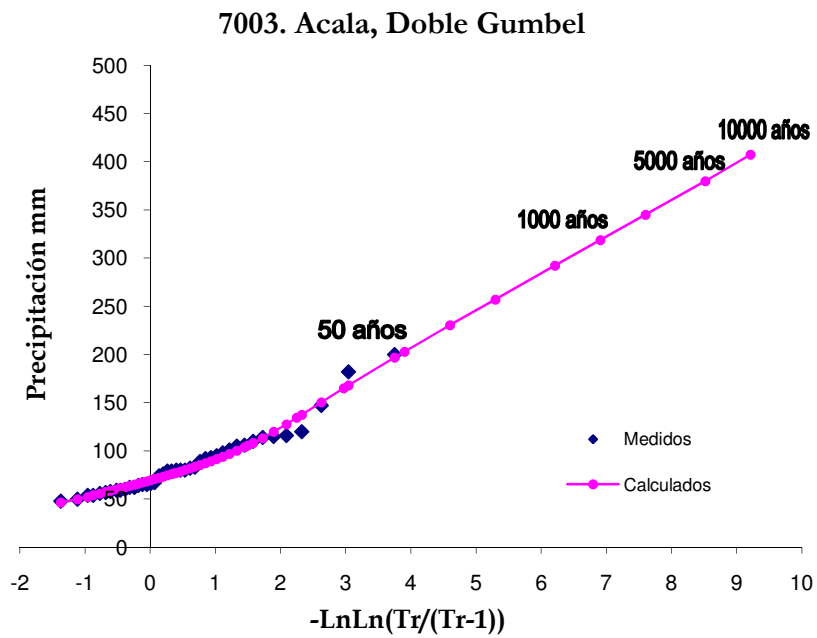
**Tabla 3.11 Precipitaciones, estación 7003**

7003 ACALA			
Año	Precipitaciones	Año	Precipitaciones
1963	79	1987	80
1964	80	1988	62
1965	56	1989	60
1966	62	1990	57
1967	59	1991	89
1968	64	1992	116
1969	147	1993	101
1970	80	1994	59
1971	58	1995	106
1972	114	1996	110
1973	95	1997	182
1974	48	1998	120
1975	66	1999	115
1976	200	2000	76
1977	54	2001	65
1981	67	2002	74
1982	105	2003	50
1983	93	2004	92
1984	82	2005	83
1985	65	2006	54
1986	79	2007	98
		<b>Media</b>	<b>86</b>
		<b>Desv. Est.</b>	<b>35</b>
		<b>C.V.</b>	<b>0.41</b>

Utilizando los datos anteriores se realiza el análisis estadístico con el programa AX, la función de distribución de mejor ajuste para los datos es la Gumbel. La tabla 3.12 muestra los datos extrapolados y la figura 3.6 su gráfica correspondiente.

**Tabla 3.12. Extrapolación estación 7003 Acala**

Año	hp(mm)
2	76.73
5	105.54
10	134.41
20	165.06
50	202.99
100	230.37
200	257.22
500	292.33
1000	318.90
2000	345.06
5000	379.80
10000	407.60



**Figura 3.6. Estación Acala.**

Los resultados obtenidos para cada una de las demás estaciones se encuentran en el anexo D.

**3.1.5. Malpaso**

Los datos de las estaciones climatológicas utilizadas para el análisis de la cuenca de Malpaso se muestran en la tabla 3.13.

**Tabla 3.13. Datos de las estaciones de la cuenca Malpaso**

CLAVE	NOMBRE	LATITUD		LONGITUD		AÑOS
		grados	minutos	grados	minutos	
7015	BOCHIL, BOCHIL	16	59	92	53	44-48, 50-87, 89-07
7016	BONBANA, BOCHIL	16	56	93	1	45-50/52-72/74-99
7027	COPAINALA, COPAINALA	17	5	93	13	27-29/31/33-64/66-69
7035	CHICOASEN, CHICOASEN	16	56	93	5	62-99
7050	EL PROGRESO, OCOZOCOAUTLA	17	2	93	18	54-62/64/67-85/88-07
7069	GRIJALVA, CHICOASEN	16	58	93	8	65-86/97-00/03
7093	LA LIBERTAD, JIQUIPILAS	16	33	93	39	64/68-04
7100	LA UNION, CINTALAPA	16	39	93	48	63-64/69-92/94-00/02-05/07
7102	LAS FLORES, JIQUIPILAS	16	41	93	33	49/51-07
7123	OCOZOCUAUTLA	16	45	93	22	40/42-48/50-07
7142	SAN ANTONIO, OCOZOCUAUTLA	16	33	93	26	65-83
7148	SAN JUAN, SAN FERNANDO	17	2	93	20	62-70/72-83
7156	SANTA MARIA, CINTALAPA	16	56	93	49	61-01
7178	YAMONHO, TECPATAN	17	7	93	19	68-70/72-02
7238	CATARINAS, JIQUIPILAS	16	27	93	46	87-00/05-07
7343	CUAHUTEMOC, IXTAPA	16	45	92	55	82-85/92-94/96-07
7355	UNION ZARAGOZA, JIOTOTOL	17	4	92	51	82-07
7360	LUIS ESPINOZA, TECPATAN	17	8	93	25	82-07
7363	LA SELVA, O. DE ESPINOZA	17	0	93	28	82-99

La tabla 3.14 presenta los valores máximos anuales de precipitación diaria en mm, para la estación Bochil. Las tablas completas de datos para cada una de las estaciones de la cuenca de Malpaso se presentan en el anexo E.

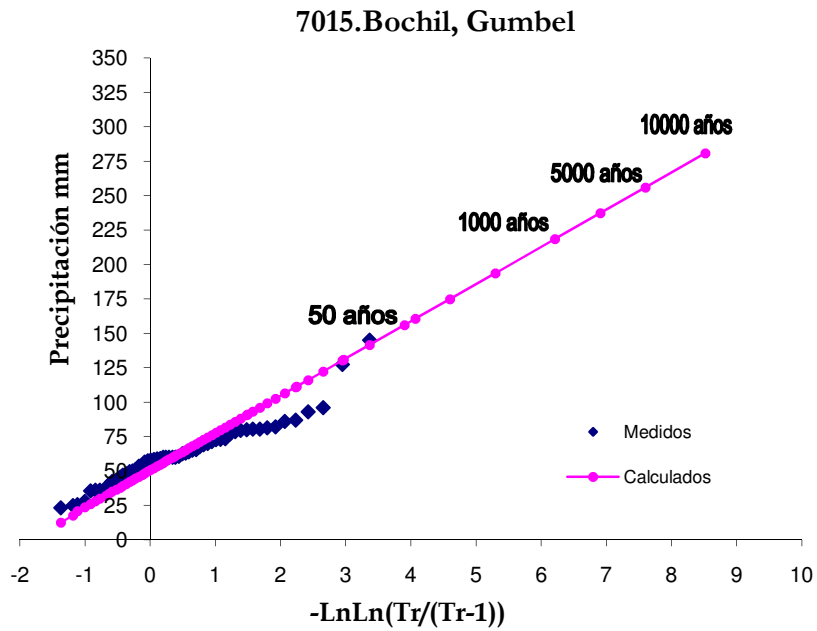
**Tabla 3.14 Precipitaciones, estación 7015**

7015 BOCHIL, BOCHIL			
Año	Precipitaciones	Año	Precipitaciones
1944	80.5	1974	36
1945	35.5	1975	36
1946	25	1976	70
1947	60	1977	60
1948	86	1978	50
1950	62.5	1979	28
1951	72.7	1980	40
1952	82.1	1981	59
1953	43.6	1982	73
1954	60	1983	265
1955	48	1984	87
1956	53.5	1985	96
1957	54.5	1986	37
1958	57.5	1987	25.5
1959	47	1989	80
1960	145	1990	63
1961	93	1991	60
1962	64	1992	58
1963	51	1993	45.6
1964	69	1994	58.9
1965	71.5	1995	67.7
1966	78.5	1996	42.4
1967	65.5	1997	23.4
1968	79.5	1998	60.8
1969	56.5	1999	80.5
1970	77	2000	65.2
1971	73.5	2001	58.4
1972	60	2002	81.4
1973	127.5	2003	49.5
		<b>Media</b>	<b>66</b>
		<b>Desv. Est.</b>	<b>35</b>
		<b>C.V.</b>	<b>0.52</b>

Al aplicar el análisis estadístico y ajustar los valores medidos en la estación 7015 se obtuvo que el mejor ajuste es a una distribución Gumbel, la tabla 3.15 muestra los valores de la extrapolación de las precipitaciones máximas anuales para varios periodos de retorno mientras que la figura 3.7 muestra la gráfica de mejor ajuste. Los resultados de las extrapolaciones para ajustar una función de distribución a los datos medidos para las demás estaciones en estudio se localizan en el anexo E.

**Tabla 3.15. Extrapolación estación 7015**

Año	hp(mm)
2	60.46
5	91.11
10	111.39
20	130.85
50	156.04
100	174.92
200	193.72
500	218.54
1000	237.29
2000	256.03
5000	280.81
10000	299.55



**Figura 3.7 Estación Bochil**

### 3.1.6 Peñitas

En la tabla 3.16 se presenta la clave, el nombre, el periodo de registro y la ubicación de las estaciones que fueron utilizadas en el análisis de la cuenca de Peñitas.

**Tabla 3.16. Datos de las estaciones de la cuenca Peñitas**

CLAVE	NOMBRE	LATITUD		LONGITUD		AÑOS
		grados	minutos	grados	minutos	
7106	LAS PEÑITAS, OSTUACAN	17	24	93	27	68-83/88-92/94-99
7112	MALPASO, TECPATAN	17	12	93	34	54-56/59-95/97/01-05
7158	SAYULA, OSTUCAN	17	25	93	23	61-70, 72-81
7170	TZIMBAC, TECPATAN	17	18	93	29	62-70, 72-83
7365	OCOTEPEC, OCOTEPEC	17	13	93	10	85-86, 88-07

La tabla 3.17 presenta los valores máximos anuales de precipitación diaria en mm, para la estación Las Peñitas, Las tablas completas de datos para cada una de las estaciones de la cuenca de Peñitas se presentan en el anexo F.

**Tabla 3.17 Precipitaciones, estación 7106**

7106 LAS PEÑITAS, OSTUACAN			
Año	Precipitaciones	Año	Precipitaciones
1968	151	1982	159
1969	147	1983	94
1970	171	1988	198
1971	130	1989	230
1972	179	1990	120
1973	124	1991	186
1974	168	1992	179
1975	127	1993	258
1976	130	1994	161
1977	96	1995	259
1978	171	1996	135
1979	135	1997	134
1980	183	1998	206
1981	237	1999	200
		Media	167
		Desv. Est.	44
		C.V.	0.27

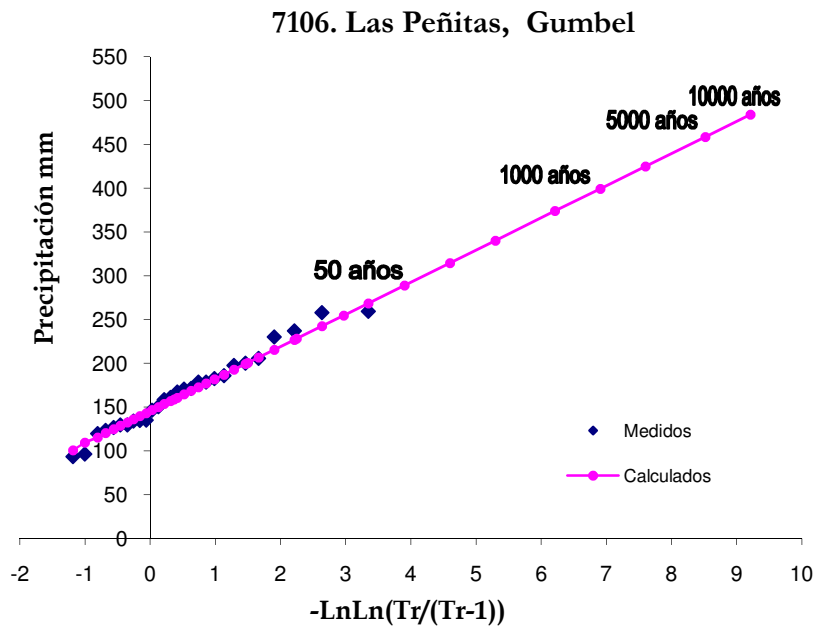
Con los valores anteriores se realizó un análisis estadístico con el programa AX, la tabla 3.18 muestra los resultados de la extrapolación de las precipitaciones máximas anuales para distintos periodos de retorno, en la figura 3.8 se presenta la gráfica de mejor ajuste. Los resultados obtenidos para las demás estaciones de la cuenca Peñitas se localizan en el anexo F.



**Tabla 3.18. Extrapolación estación 7106**

Año	hp (mm)
2	159.09
5	200.73
10	228.31
20	254.76
50	289.00
100	314.65
200	340.22
500	373.94
1000	399.43
2000	424.91
5000	458.58
10000	484.06

El mejor ajuste se tuvo para una distribución de probabilidad Gumbel.



### 3.1.7 Pichucalco

La tabla 3.19 presenta las estaciones que fueron utilizadas en el análisis de la cuenca Pichucalco.

**Tabla 3.19. Datos de las estaciones de la cuenca Pichucalco**

CLAVE	NOMBRE	LATITUD		LONGITUD		AÑOS
		grados	minutos	grados	minutos	
7062	F.LA SOLEDAD,LAS MARGARITAS	16	23	91	51	61-77, 80-95, 97-07
7082	IXTACOMITAN, IXTACOMITAN	17	26	93	6	69-83
7128	PICHUCALCO, PICHUCALCO	17	30	93	5	27-28. 45-79, 81-83
7147	SAN JOAQUIN, PICHUCALCO	17	33	93	6	62-70, 72-91
7193	PICHUCALCO (DGE)	17	36	93	7	84-96, 98-00, 02, 04

En la tabla 3.20 se presenta, para la estación F. La Soledad los valores de precipitación diaria máximos anuales para los años de registro dados en mm. En los últimos tres renglones de cada tabla se indican las medias, desviaciones estándar y coeficientes de variación de los máximos anuales. Las tablas completas de datos para cada una de las estaciones de la cuenca Pichucalco se presentan en el anexo G.

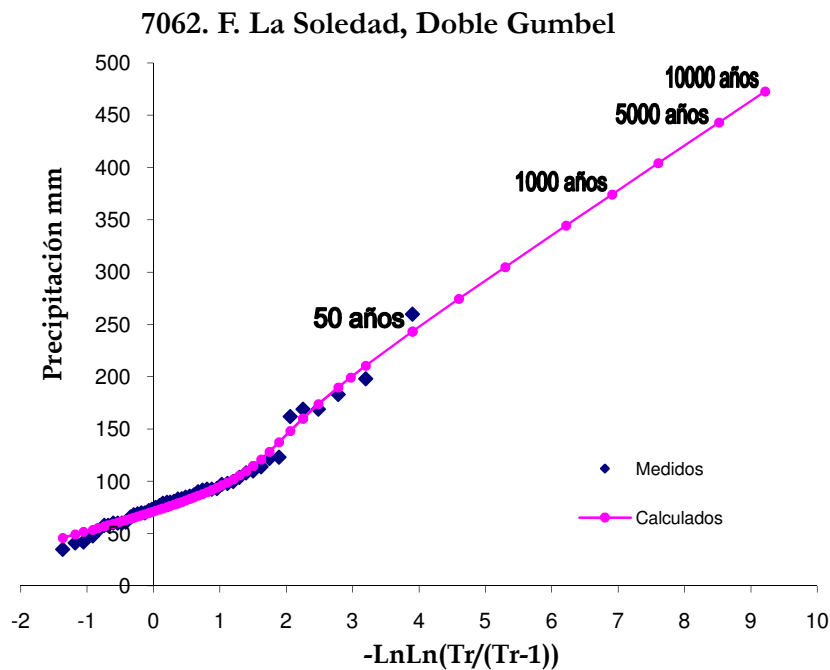
**Tabla 3.20 Precipitaciones, estación 7062**

7062 F.LA SOLEDAD,LAS MARGARITAS			
Año	Precipitaciones	Año	Precipitaciones
1961	62	1985	66
1962	48	1986	66
1963	56	1987	43
1964	36	1988	39
1965	47	1989	55
1966	64	1990	28
1967	61	1991	50
1968	67	1992	64
1969	47	1993	113
1970	40	1994	113
1971	22	1995	35
1972	44	1997	60
1973	45	1998	58
1974	89	1999	104
1975	34	2000	65
1976	33	2001	71
1977	27	2002	46
1980	42	2003	76
1981	46	2004	37
1982	63	2005	74
1983	61	2006	45
1984	77	2007	46
		Media	56
		Desv. Est.	21
		C.V.	0.37

El ajuste a una función de distribución se realizó de igual manera que en las demás cuencas con el programa Ax. La tabla 3.21 presenta los resultados de la extrapolación de las precipitaciones máximas anuales para la estación 7062 de Pichucalco y la figura 3.9 muestra la gráfica de ajuste a una distribución Doble Gumbel, para las demás estaciones los resultados se presentan en el anexo G.

**Tabla 3.21. Extrapolación estación 7062**

Año	hp (mm)
2	79.12
5	114.71
10	160.29
20	199.35
50	243.29
100	274.43
200	304.83
500	344.51
1000	374.39
2000	404.39
5000	443.15
10000	472.69



**Figura 3.9 Estación F. La Soledad.**

### 3.1.8 Teapa

Para el análisis de la cuenca Teapa se utilizaron tres estaciones climatológicas, la clave, el nombre, el periodo de registro y la ubicación se muestran en la tabla 3.22.

**Tabla 3.22. Datos de las estaciones de la cuenca Teapa**

CLAVE	NOMBRE	LATITUD		LONGITUD		AÑOS
		grados	minutos	grados	minutos	
7167	TAPILULA, TAPILULA	17	15	93	0	65-00, 02-07
7191	MALPASO, TAPACHULA	14	55	92	15	61-07
7217	SOLOSUCHIAPAN	17	25	93	1	73-83, 99-00, 02-06

La tabla 3.23 presenta, para la estación Tapilula, los valores de precipitación diaria máxima anual en mm. Se indica la media, desviación estándar y coeficiente de variación de los máximos anuales. Para las demás estaciones las tablas de datos se encuentran en el anexo H.

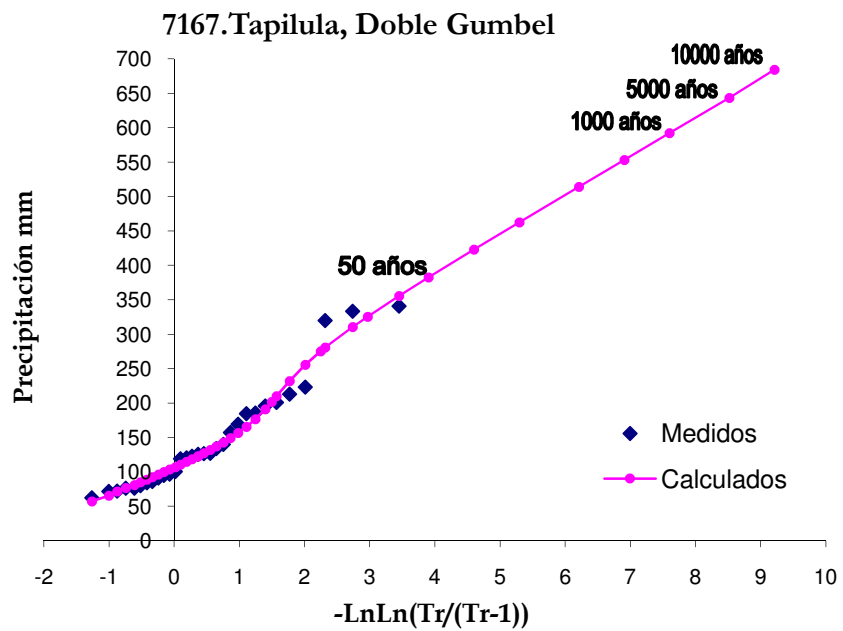
**Tabla 3.23 Precipitaciones, estación 7167**

7167 TAPILULA			
Año	Precipitaciones	Año	Precipitaciones
1965	80	1991	341
1966	97	1992	333
1967	196	1993	72
1968	140	1994	72
1969	157	1995	101
1970	126	1996	185
1971	86	1997	185
1972	121	1998	62
1973	320	1999	84
1974	201	2000	134
1975	123	2002	127
1976	91	2003	76
1977	127	2004	95
1978	169	2005	76
1979	223	2006	213
1990	119		
		Media	146
		Desv. Est.	77
		C.V.	0.52

Al aplicar el análisis estadístico y ajustar los valores medidos en la estación 7167 se obtuvo que el mejor ajuste es a una distribución Doble Gumbel, la tabla 3.24 muestra los valores de la extrapolación de las precipitaciones máximas anuales para varios periodos de retorno mientras que la figura 3.10 muestra la gráfica de mejor ajuste. Los resultados de las extrapolaciones para ajustar una función de distribución a los datos medidos para las demás estaciones en estudio se localizan en el anexo H.

**Tabla 3.24 Extrapolación estación 7167**

Año	hp (mm)
2	122.91
5	201.91
10	275.39
20	325.70
50	382.50
100	422.96
200	462.63
500	514.34
1000	553.40
2000	592.46
5000	643.33
10000	684.52



**Figura 3.10 Estación Tapilula.**

### 3.2 Análisis de coeficientes de variación

Para comparar la variabilidad de la cantidad de precipitación entre las estaciones podemos recurrir al parámetro estadístico conocido como coeficiente de variación, el cual viene dado por el cociente entre la desviación estándar y la media.

Para el proceso de regionalización es necesario contar con datos homogéneos entre sí, es por ello que para el análisis regional se realizó un estudio de los coeficientes de variación de los valores máximos anuales de cada estación climatológica los cuales se muestran en la figura 3.11. De acuerdo con la figura se puede observar que los coeficientes de variación para una determinada cuenca son similares por lo que el proceso de regionalización incluye todas las estaciones climatológicas que se encuentran dentro de cada una de las cuencas. Sin embargo puede notarse una zona en la cuenca de Angostura en la que los coeficientes de variación son muy altos respecto a los demás, esto se debe a la influencia del volcán Tacaná, es por ello que para esta zona se realizó un análisis de regionalización independiente al de las demás estaciones de la cuenca.

El coeficiente de variación según su localización nos ayuda a agrupar las estaciones climatológicas que pueden incluirse en un análisis regional, es un método para conocer la homogeneidad de los datos de manera sencilla y con resultados confiables, tal como se observó en el capítulo anterior con la aplicación de este método a la cuenca de Almandro.

Al conocer el coeficiente de variación de los datos medidos estandarizados y la localización de la estación en la zona de estudio, se puede optar por utilizar los datos de algunas estaciones climatológicas o de excluirlas del estudio por la heterogeneidad que presentan en sus datos. La figura 3.11 muestra los coeficientes de variación para las estaciones utilizadas por el método de regionalización en las cuencas del río Grijalva.

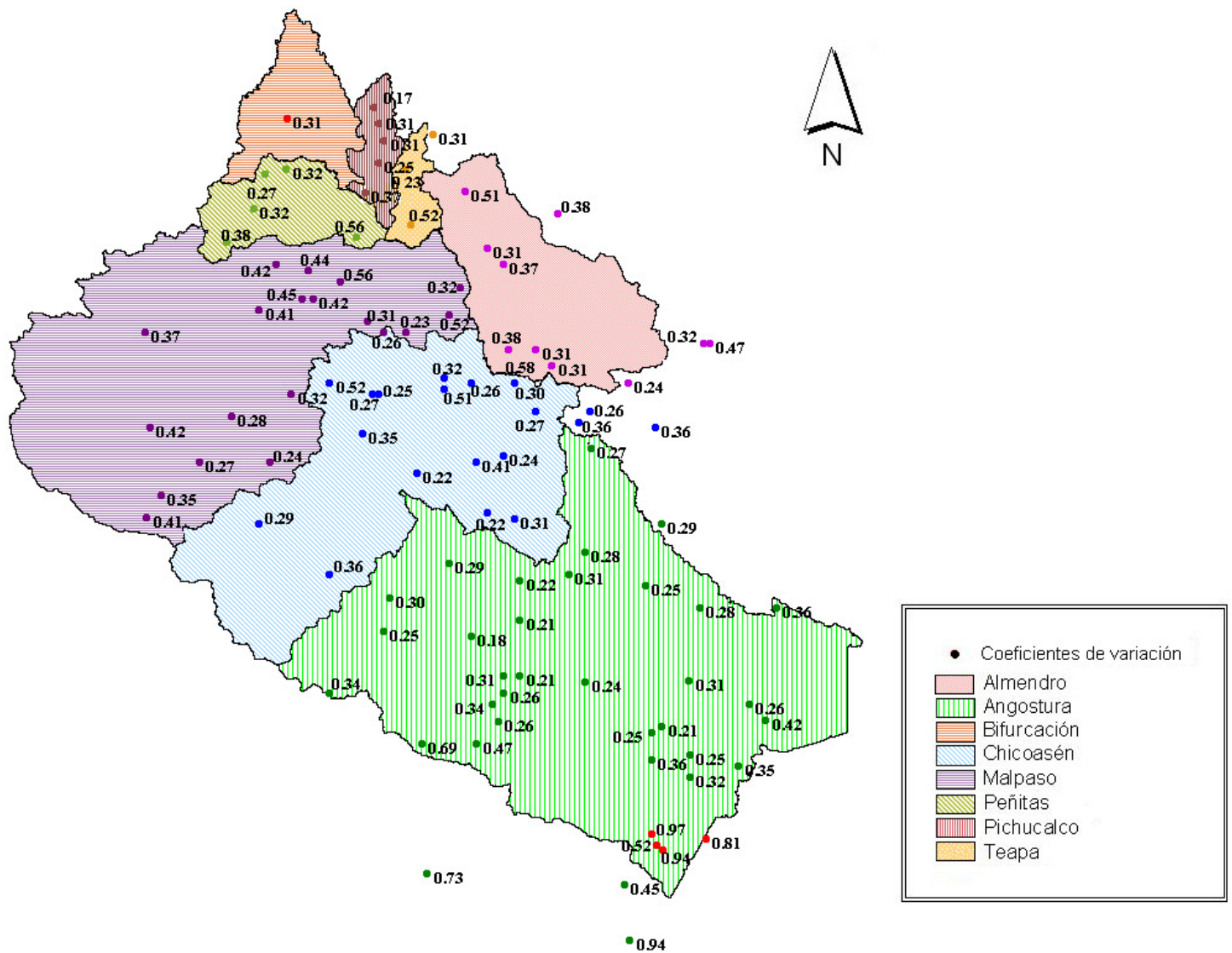


Figura 3.11 Coeficientes de variación según su ubicación en las cuencas

### 3.3 Regionalización

#### 3.3.1 Regionalización en la cuenca Almandro

En la tabla 3.25 se presentan el registro de los datos máximos anuales para 1 día de duración dados en mm y para cada una de las estaciones que integran la cuenca de Almandro.

3. Aplicación a las cuencas del río Grijalva

**Tabla 3.25 Datos individuales Cuenca Almandro**

CLAVE AÑO	7005	7033	7122	7125	7149	7160	7186	7192	7195	7207	7390
1927			93								
1928			73								
1929			84								
1930			61								
1931			80								
1932											
1933			100								
1934			66								
1935			92								
1936			75								
1940		40									
1941		65									
1942		86									
1943											
1944											
1945											
1946		49	48				57				
1947		51	77				95				
1948		52	81								
1949		57	70				92				
1950		50	80				127				
1951		60	85				311				
1952		100					227				
1953		75	83				273				
1954		70	169				274				
1955		64	260				288				
1956		72	183				128				
1957		80	72								
1958		60	60								
1959		84	35								
1960		220	60				148				
1961		100	70				200				
1962		60	87				141				
1963		50	69				89				
1964		55	108				40	95			
1965	68	65	58					35			
1966	60	100	123					73			
1967	159	247	122		87			100			
1968	64	107	162				157	60			
1969	81	96	169			51		66			
1970	117		79	78	88	108	202	68			
1971			198	78	91			78			
1972	78		110	67	56	70		61	137		
1973	100		97	60	70	86	322	70	165	95	
1974	130		58	61	100	80	321	68	133	117	
1975	121		60	80	82	98		69	146	98	
1976	68		98	37	43	71		86	100	67	
1977	57		68	70	63	80		61	93	48	



### 3. Aplicación a las cuencas del río Grijalva

1978	85		41	80	91	60		58	120	44	
1979	71		42	67	60	67		96	106	35	
1980	84		104	51	69	80		61	96	48	
1981	72		90	56	48	70		54	80	61	
1982	57			32	49	80		42	60	35	
1983	63			52	100	66		35	80	150	
1984	96			56	70	86		63	99	61	
1985	52			60	51	59		39	32	95	93
1986	114			60	65	85		38		60	217
1987	107			46	83	164		38		67	175
1988	77			48	62	109		32		45	280
1989	96			63	69	70			100	50	162
1990	90			39	95	47			178	52	162
1991	60			51	59	121			80	58	110
1992	99			44	59	136			105		151
1993	95			47	57	98			65	44	134
1994	51			53	46	150			110	36	126
1995				89	68	180			94	59	160
1996				103	48	130			99	66	102
1997				62	55	95			220	53	104
1998				60	42	113			61	58	108
1999				65	62	100			88	65	150
2000				80	42	81				65	140
2001				57	65	134				93	117
2002			92	49	42	102				57	205
2003			93	67		94				57	115
2004			86	66	40	77				63	114
2005			114	68	46	61				70	238
2006			53	77		83				75	199
2007				63	124	209				111	160
<b>Media</b>	<b>85.18</b>	<b>82.01</b>	<b>92.6</b>	<b>61.52</b>	<b>66.03</b>	<b>95.92</b>	<b>183.61</b>	<b>61.8</b>	<b>105.76</b>	<b>66.35</b>	<b>153.08</b>
<b>Desv.Est.</b>	<b>26.02</b>	<b>47.57</b>	<b>43.46</b>	<b>14.78</b>	<b>20.16</b>	<b>35.95</b>	<b>92.99</b>	<b>19.76</b>	<b>40.49</b>	<b>25.27</b>	<b>48.17</b>
<b>C.V.</b>	<b>0.31</b>	<b>0.58</b>	<b>0.47</b>	<b>0.24</b>	<b>0.31</b>	<b>0.37</b>	<b>0.51</b>	<b>0.32</b>	<b>0.38</b>	<b>0.38</b>	<b>0.31</b>

El siguiente paso es dividir entre la media de cada una de las estaciones para poder estandarizar los datos, como se muestra en la tabla 3.26. Estos datos se ordenan en un archivo con extensión .AJU y en este proceso serán la nueva muestra de datos que defina cualquier estación que se encuentre dentro de la región denominada Almandro.

3. Aplicación a las cuencas del río Grijalva

**Tabla 3.26 Valores Estandarizados Cuenca Almandro**

CLAVE AÑO	7005	7033	7122	7125	7149	7160	7186	7192	7195	7207	7390
1927			1								
1928			0.79								
1929			0.9								
1930			0.66								
1931			0.86								
1932											
1933			1.08								
1934			0.71								
1935			0.99								
1936			0.81								
1940		0.49									
1941		0.79									
1942		1.05									
1943											
1944											
1945											
1946		0.6	0.52				0.31				
1947		0.62	0.83				0.52				
1948		0.64	0.87				0				
1949		0.7	0.76				0.5				
1950		0.61	0.86				0.69				
1951		0.73	0.92				1.69				
1952		1.22					1.23				
1953		0.91	0.9				1.49				
1954		0.85	1.83				1.49				
1955		0.78	2.81				1.57				
1956		0.87	1.98				0.7				
1957		0.98	0.78								
1958		0.73	0.65								
1959		1.02	0.38								
1960		2.68	0.65				0.8				
1961		1.22	0.76				1.09				
1962		0.73	0.94				0.77				
1963		0.61	0.75				0.48				
1964		0.67	1.17				0.22	1.54			
1965	0.8	0.79	0.63					0.57			
1966	0.7	1.22	1.33					1.18			
1967	1.87	3.01	1.32		1.32			1.62			
1968	0.75	1.3	1.75				0.85	0.97			
1969	0.95	1.16	1.83			0.53		1.07			
1970	1.37		0.85	1.27	1.33	1.13	1.1	1.1			
1971			2.14	1.27	1.37			1.26			
1972	0.92		1.19	1.09	0.84	0.73		0.99	1.3		
1973	1.17		1.05	0.98	1.05	0.89	1.75	1.13	1.56	1.43	
1974	1.53		0.63	0.99	1.51	0.83	1.75	1.1	1.26	1.76	
1975	1.42		0.65	1.3	1.24	1.02		1.12	1.38	1.48	

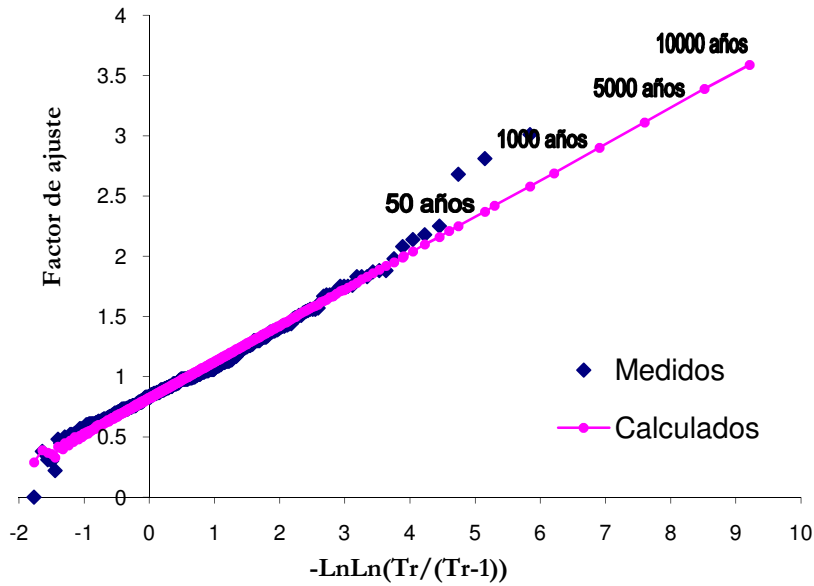
### 3. Aplicación a las cuencas del río Grijalva

1976	0.8		1.06	0.6	0.64	0.74		1.39	0.95	1.01	
1977	0.67		0.73	1.14	0.95	0.83		0.98	0.87	0.72	
1978	1		0.44	1.3	1.38	0.62		0.94	1.13	0.67	
1979	0.83		0.45	1.09	0.91	0.69		1.55	1	0.53	
1980	0.98		1.12	0.83	1.04	0.83		0.98	0.9	0.73	
1981	0.85		0.97	0.91	0.73	0.73		0.88	0.76	0.92	
1982	0.67			0.52	0.75	0.83		0.69	0.57	0.53	
1983	0.74			0.85	1.51	0.68		0.57	0.76	2.25	
1984	1.13			0.9	1.06	0.89		1.03	0.94	0.92	
1985	0.61			0.98	0.77	0.62		0.62	0.3	1.43	0.61
1986	1.33			0.98	0.98	0.89		0.61		0.91	1.42
1987	1.25			0.74	1.25	1.71		0.61		1.01	1.14
1988	0.91			0.78	0.94	1.14		0.51		0.68	1.83
1989	1.12			1.02	1.04	0.73			0.95	0.75	1.06
1990	1.06			0.63	1.44	0.48			1.68	0.79	1.06
1991	0.71			0.82	0.89	1.26			0.76	0.87	0.72
1992	1.16			0.71	0.89	1.41			0.99		0.99
1993	1.12			0.76	0.86	1.02			0.61	0.66	0.88
1994	0.6			0.86	0.7	1.56			1.04	0.54	0.82
1995				1.44	1.03	1.88			0.89	0.89	1.05
1996				1.67	0.73	1.36			0.94	0.99	0.66
1997				1.01	0.83	0.99			2.08	0.79	0.68
1998				0.98	0.64	1.17			0.57	0.87	0.71
1999				1.06	0.94	1.04			0.83	0.98	0.98
2000				1.3	0.64	0.84				0.97	0.92
2001				0.92	0.98	1.4				1.39	0.76
2002			1	0.79	0.64	1.06				0.86	1.34
2003			1	1.09		0.98				0.86	0.75
2004			0.93	1.06	0.61	0.8				0.94	0.75
2005			1.23	1.11	0.7	0.63				1.05	1.56
2006			0.57	1.24		0.87				1.13	1.3
2007				1.02	1.88	2.18				1.68	1.05
Media	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

A los datos estandarizados se les hizo un análisis estadístico de las funciones de distribución asociando a los datos medidos una función de ajuste, empleando el programa AX para encontrar los valores extrapolados para diferentes periodos de retorno. Las funciones de distribución que se emplearon fueron Doble Gumbel y Gumbel. En las figuras 3.12 y 3.13 se presentan los resultados de la extrapolación de las precipitaciones máximas anuales estandarizadas para varios periodos de retorno y para ambas funciones de distribución. En el eje de las abscisas se presentan los valores de  $-\ln\ln(\text{Tr}/(\text{Tr}-1))$  y en el de las ordenadas las precipitaciones estandarizadas; las precipitaciones extrapoladas para los diferentes periodos de retorno se muestra a la derecha de la figura. Este procedimiento se siguió de igual manera para las demás cuencas.

3. Aplicación a las cuencas del río Grijalva

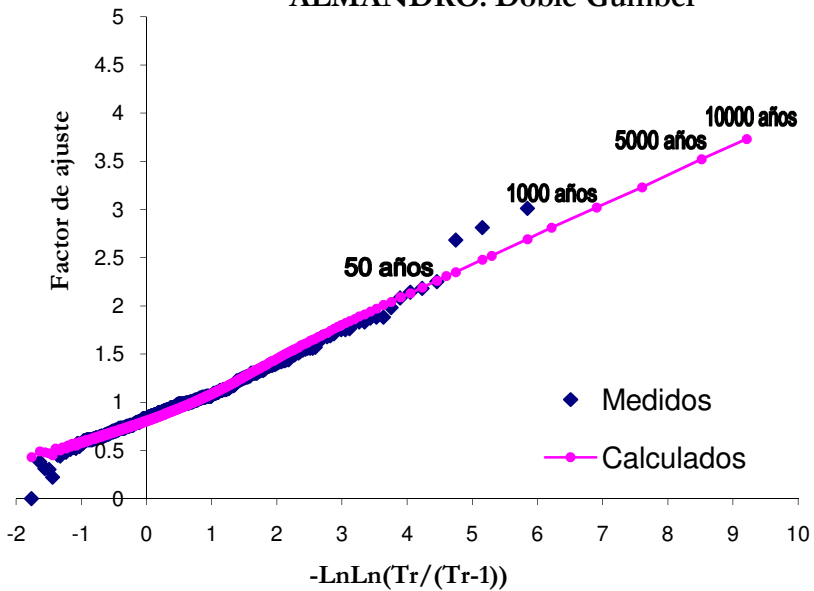
ALMANDRO. Gumbel



Año	Factor
2	0.93
5	1.27
10	1.5
20	1.72
50	2
100	2.21
200	2.42
500	2.69
1000	2.9
2000	3.11
5000	3.39
10000	3.59

Figura 3.12 Regionalización cuenca Almandro Gumbel

ALMANDRO. Doble Gumbel



Año	Factor
2	0.9
5	1.27
10	1.54
20	1.79
50	2.09
100	2.31
200	2.52
500	2.81
1000	3.02
2000	3.23
5000	3.52
10000	3.73

Figura 3.13 Regionalización cuenca Almandro Doble Gumbel

El mejor ajuste se genera con la función de distribución Doble Gumbel.

3.3.2 Regionalización en la cuenca Angostura

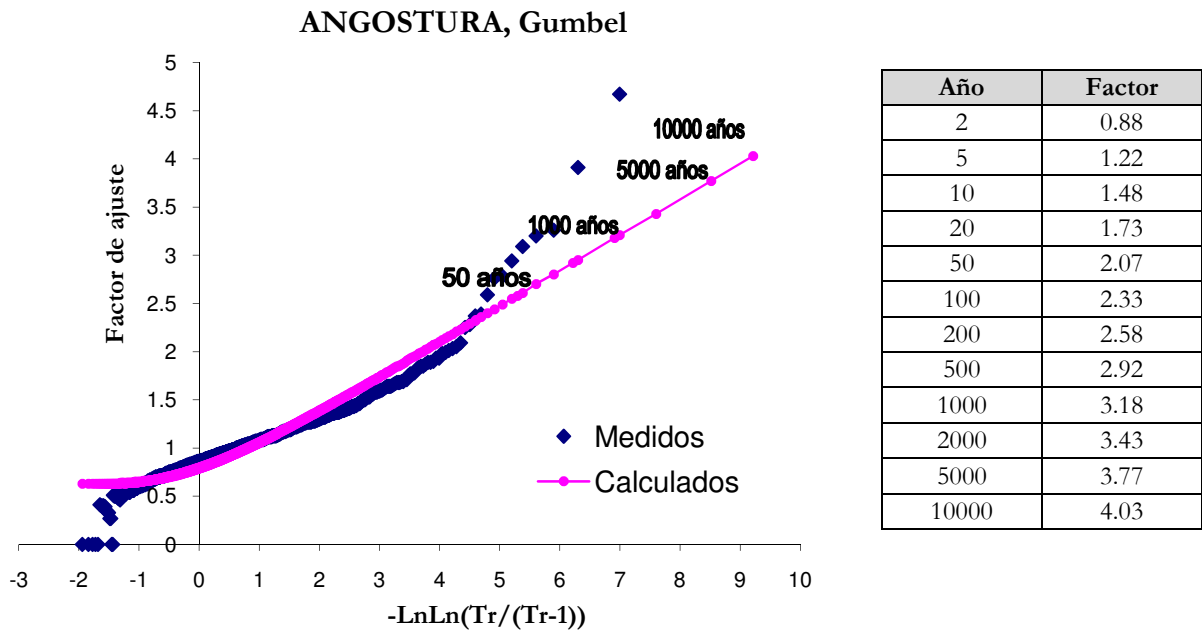
En la tabla 3.27 se muestra el registro de los datos máximos anuales para 1 día de duración y para cada una de las estaciones que integran la cuenca de Angostura.





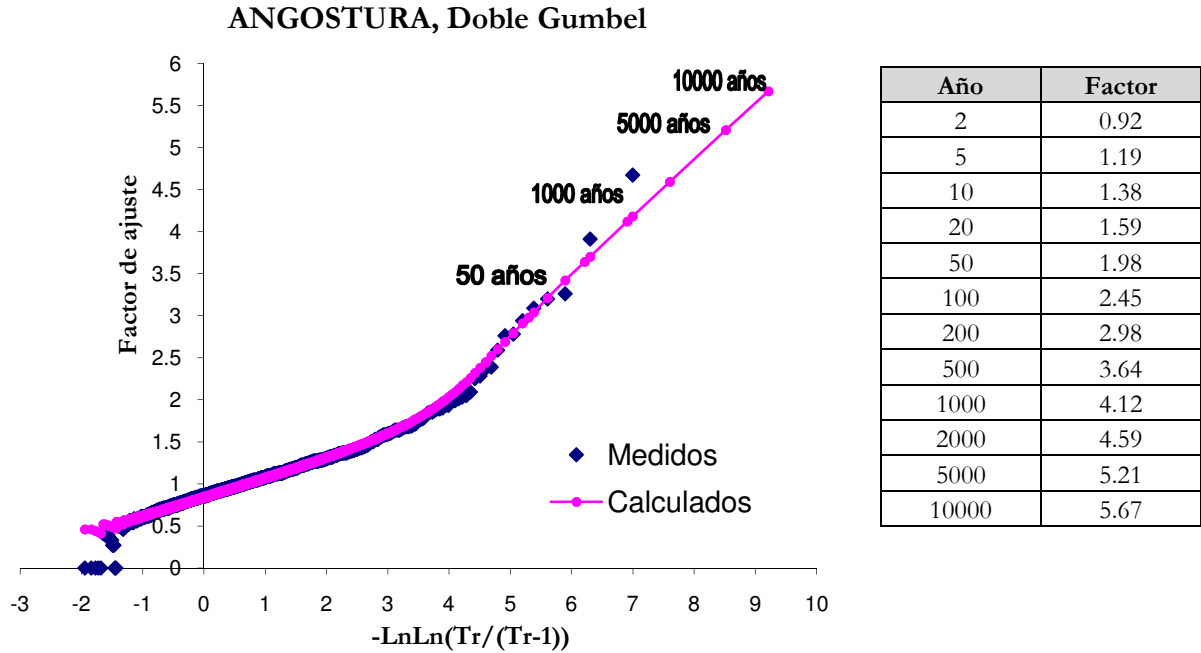
Al estandarizar los datos de la tabla 3.27 dividiéndolos entre la media de cada estación se obtienen los datos de la tabla 3.28. Esta nueva muestra corresponde a cualquier estación que se encuentre dentro de la región denominada Angostura.

Al realizar el análisis estadístico de las funciones de distribución asociando a los datos medidos una función de ajuste, utilizando las funciones Gumbel y Doble Gumbel se obtiene los resultados de las figuras 3.14 y 3.15.



**Figura 3.14 Regionalización cuenca Angostura Gumbel**

3. Aplicación a las cuencas del río Grijalva



**Figura 3.15 Regionalización cuenca Angostura Doble Gumbel**

El mejor ajuste se genera con la función de distribución Doble Gumbel.

El análisis anterior se realizó sin tomar en cuenta las estaciones cercanas al volcán Tacaná, a continuación se presenta el estudio realizado a esta zona en particular.

**Región del volcán Tacaná**

En la tabla 3.29 se muestra el registro de las estaciones utilizadas para la regionalización en la zona del volcán Tacaná el cual se encuentra dentro de la cuenca de Angostura.

**Tabla 3.29 Datos individuales de la región del volcán Tacaná**

CLAVE AÑO	7067	7119	7339	7350
1922		22.2		
1923		55		
1924		29		
1925				
1926		29.8		
1927		31.3		
1928		30.2		
1929		23.4		
1930		26.2		
1931		27.5		
1932				
1933		61.3		



3. Aplicación a las cuencas del río Grijalva

1934		30		
1935		39		
1936		52		
1937		40.5		
1938		23.2		
1939		27.7		
1940		23.3		
1941		50.7		
1942				
1943				
1944		79		
1945		41		
1946		33		
1947		30.6		
1948		23		
1949		46		
1950		33.5		
1951		30.5		
1952		32		
1953		52.4		
1954		57.2		
1955		76.5		
1956		37.2		
1957		23.5		
1958		74		
1959		45.2		
1960		65		
1961	36			36
1962	32			50.2
1963	38			75
1964	21			54
1965	21			44
1966	21			32.5
1967				42.5
1968				33
1969				39
1970	201.4			65.5
1971	40.8			41
1972	40.5			43.5
1973	40.1			70.5
1974				43
1975				42.5
1976	201.7			34
1977	20.1			55.8
1978	20.8			33.8
1979	60			48
1980	40.5			140.7
1981	20.9			32
1982	40.5		136	20.5
1983	40.7		96	20
1984	40.7	18	57	
1985	40.2	20.5	73	

### 3. Aplicación a las cuencas del río Grijalva

1986	35		50	
1987	33	22	71	
1988	61.8	23	53	
1989	66.3	38	71	
1990		54		
1991		30	86	
1992		35	60.7	
1993		50	67.2	
1994	40	46	67	
1995	97	112.3		
1996	30.5	44		
1997	91	155	56.5	
1998	134	175	38.5	
1999	148.5	35	38	
2000	180	40	48.5	
2001	46.5	28	28	
2002	62	37	25	
2003	34.5	40	22	
2004	40.2	34	45	
2005	77.4	320	375	
2006	73.3	76		
2007	28.7	34	62	
<b>Media</b>	<b>60.46</b>	<b>49.46</b>	<b>73.93</b>	<b>47.70</b>
<b>Desv. Est.</b>	<b>49.20</b>	<b>46.36</b>	<b>71.84</b>	<b>24.58</b>
<b>C.V</b>	<b>0.81</b>	<b>0.94</b>	<b>0.97</b>	<b>0.52</b>

Al dividir entre la media de cada cuenca se obtiene los valores estandarizados de la tabla 3.30.

**Tabla 3.30 Valores Estandarizados región del volcán Tacaná**

CLAVE AÑO	7067	7119	7339	7350
1922		0.448844424		
1923		1.112001952		
1924		0.586328302		
1925				
1926		0.602502876		
1927		0.632830202		
1928		0.610590163		
1929		0.473106285		
1930		0.529717294		
1931		0.556000976		
1932				
1933		1.239376721		
1934		0.606546519		
1935		0.788510475		
1936		1.0513473		
1937		0.818837801		
1938		0.469062642		
1939		0.56004462		

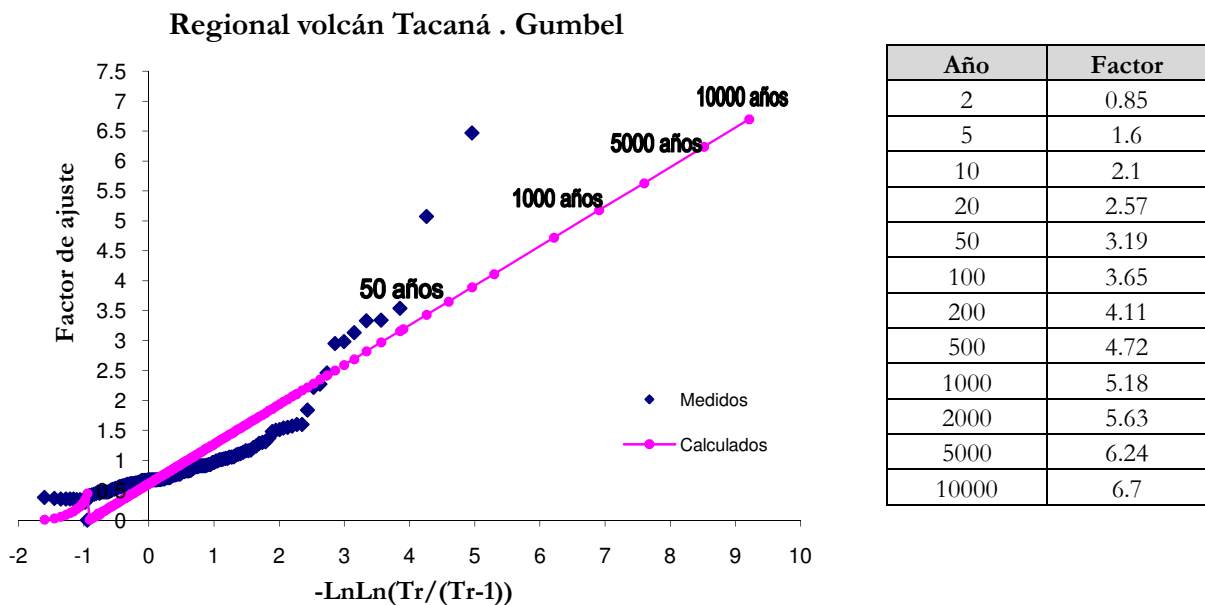
3. Aplicación a las cuencas del río Grijalva

1940		0.471084463		
1941		1.025063618		
1942				
1943				
1944		1.597239168		
1945		0.82894691		
1946		0.667201171		
1947		0.61867745		
1948		0.465018998		
1949		0.930037996		
1950		0.67731028		
1951		0.616655628		
1952		0.646982954		
1953		1.059434587		
1954		1.15648203		
1955		1.546693624		
1956		0.752117684		
1957		0.475128107		
1958		1.496148081		
1959		0.913863422		
1960		1.314184125		
1961	0.5954039			0.754785779
1962	0.529247911			1.052506837
1963	0.628481894			1.572470374
1964	0.347318942			1.132178669
1965	0.347318942			0.922515953
1966	0.347318942			0.681403829
1967				0.891066545
1968				0.691886964
1969				0.817684594
1970	3.330954039			1.373290793
1971	0.674791086			0.859617138
1972	0.669829387			0.912032817
1973	0.663213788			1.478122151
1974				0.901549681
1975				0.891066545
1976	3.335915738			0.712853236
1977	0.332433844			1.169917958
1978	0.344011142			0.708659982
1979	0.992339833			1.006381039
1980	0.669829387			2.949954421
1981	0.345665042			0.670920693
1982	0.669829387		1.839645844	0.429808569
1983	0.673137187		1.298573537	0.419325433
1984	0.673137187	0.363927912	0.771028037	
1985	0.664867688	0.414473455	0.98745696	
1986	0.578864903		0.676340384	
1987	0.545786908	0.444800781	0.960403345	
1988	1.022110028	0.465018998	0.716920807	
1989	1.096535515	0.768292258	0.960403345	
1990		1.091783735		
1991		0.606546519	1.16330546	

### 3. Aplicación a las cuencas del río Grijalva

1992		0.707637606	0.821077226	
1993		1.010910866	0.909001476	
1994	0.661559889	0.930037996	0.906296114	
1995	1.60428273	2.270505804		
1996	0.504439415	0.889601562		
1997	1.505048747	3.133823683	0.764264634	
1998	2.216225627	3.538188029	0.520782095	
1999	2.456041086	0.707637606	0.514018692	
2000	2.977019499	0.808728692	0.656050172	
2001	0.76906337	0.566110085	0.378750615	
2002	1.025417827	0.748074041	0.338170192	
2003	0.570595404	0.808728692	0.297589769	
2004	0.664867688	0.687419389	0.608706345	
2005	1.280118384	6.46982954	5.072552878	
2006	1.212308496	1.536584516		
2007	0.47466922	0.687419389	0.838662076	
Media	1.00	1.00	1.00	1.00

Los resultados de la extrapolación de las precipitaciones máximas anuales estandarizadas se presentan en la figura 3.16. y 3.17



**Figura 3.16 Regionalización zona del volcán Tacaná Gumbel**

Regional volcán Tacaná . Doble Gumbel

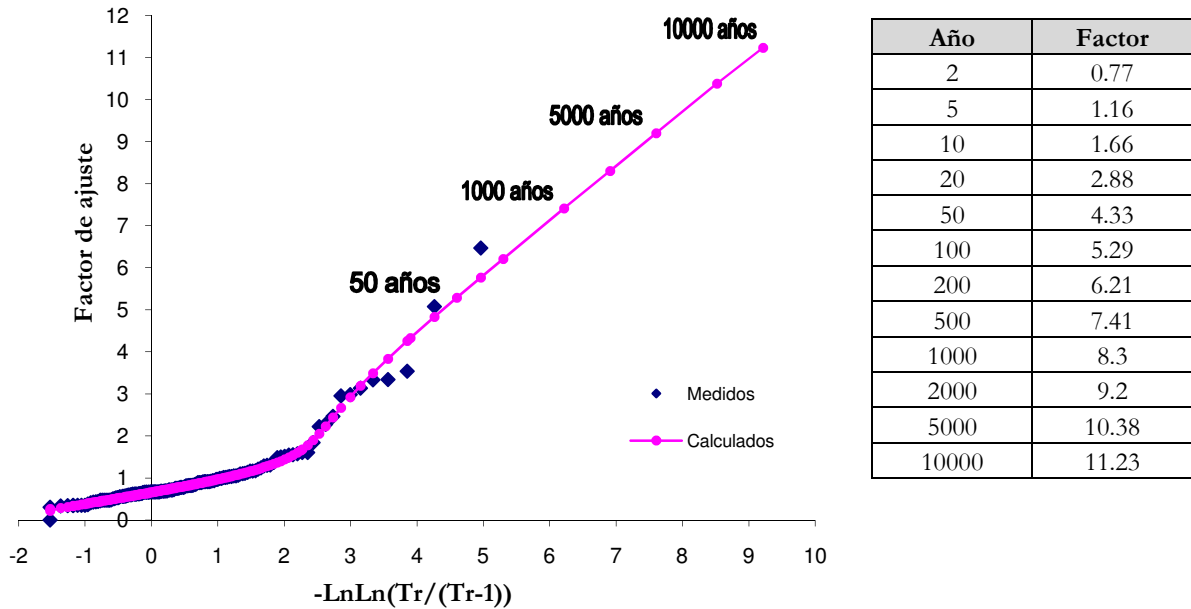


Figura 3.17 Regionalización zona del volcán Tacaná Doble Gumbel

Como se puede observar en los resultados el mejor ajuste resulta el de la función Doble Gumbel.

**3.3.3 Regionalización en la cuenca Bifurcación**

Esta cuenca solo cuenta con una sola estación, es por ello que no se realizó el proceso de regionalización.

**3.3.4 Regionalización en la cuenca Chicoasén**

En la tabla 3.31 se presenta el registro de los datos máximos anuales para 1 día de duración en mm y para cada una de las estaciones que integran la cuenca de Chicoasén.

Tabla 3.31 Datos individuales de cuenca Chicoasén

CLAVE AÑO	7083	7372	7003	7030	7031	7036	7039	7040	7065	7076	7086	7087	7091	7175	7176	7184	7188	7202	7358
1934														62					
1935														52					
1936														95					
1937														78					
1938														55					
1939														58					
1940														81					
1941														56					
1942														68					
1943														73					
1944														135					
1945														60					
1946														83					
1947														59					

### 3. Aplicación a las cuencas del río Grijalva

1948	62													95						
1949	78						42							65						
1950	100						42							71						
1951	80						45	97						79					62	
1952	180						36	77											60	
1953	50						33	94											51	
1954	70						58	79						76					64	
1955	85						42	67						65					77	
1956	60						127	69						70					81	
1957							34	52					53	74					60	
1958	41			59			120	95					70	113					96	
1959	70			44			64	104					77	62					66	
1960	60			75			135	62					97	80					64	
1961				60			55	54	60				84	68					106	
1962				50			62	57					58	73				57	69	
1963			79	60			64	46	91		95		82	75				73	56	
1964			80	46			77	40	28		93	43	75					64	46	
1965			56	54			63	52	62	42	73	43	67					53	104	
1966			62	64			73	58	65	60	82	58	77					49	76	
1967			59	60			59	54	71	36	61	60	80					67	95	
1968			64			62	51	71	36	46	109	47	67					45	52	
1969	31		147		47		55	47	26	58	81	60	103					45	74	
1970	40		80		41	157	61	62		35	89	61	99				84	68	62	
1971	65		58		84	111	92	51	50	57	73	50						40	59	
1972	60		114	39	45	46	48	54		39	50			60		37	71		64	
1973	35		95	93	50	44	76	118	67	78	91			55		78	101	50	88	
1974	32		48	106	62	48	92	84	65	46	116	56	89			64	46	43	87	
1975	35		66	82	60	56	68	65	95	53	70	44	83			82	74	55	80	
1976	102		200	45	67	60	60	46	41	56	86	71	108			100	83	33	97	
1977			54	79	65	35	77	68	55	96	80	43	64			54	71	45	59	
1978				80	65	36	60	59	76		74	54	74			47	68	60	47	
1979				41	71	78	70	58		48	89	46	69			79	87	48	76	
1980					63	70	72	107		64	105	99	70			53	102	85	50	
1981			67		63	45	60	64	71	36	113	39	59			59	87	88	59	
1982			105	35	95	60	70	93	65	77	85	66	55			60	100	75	60	
1983			93	85	55	40	75	84	73	62	85	55	75				77	92	80	120
1984			82	42	75	55	76	73		42	81	70	55	109				124	148	115
1985			65	91	80	71	92	60		50	111	52	83	73				70	73	75
1986			79	54	102	71	58		64	45	71	54	60	68				90	105	
1987			80	60	52		69	100		39	68	80	76	74				60	77	45
1988			62	47	50		82	71	90	51	60	76	107	70			40	60	66	120
1989		117	60	98	63	75	75	64	80	45	71	66	89	60	88	56	48	87	111	
1990		47	57	58	40	56	61	50	60	40	62	41	52	70	72	92	53	63	96	
1991		97	89	73	47	73	74	100	55	45	106	37	58	70			100	82	83	
1992		70	116	49	40	104	78	67	80	74	100	70	74	126				52	40	83
1993		45	101	52	50	88	69	66	80	45	85	54	58	59				60	82	69
1994		42	59	80	40	60	70	71	40	48	51	42	116	64				40	72	69
1995		60	106		35	80	100	93	40	48	84	44	84	74	84			63	78	110
1996		73	110	40	30	60	145	78	40	39	112	93	110	78	62			81	72	120
1997		108	182		23	76	85	54	80	59	47	68	69	73				45	49	75
1998		120	120	55	40	81	144	75	80	57	65	74	77	74				100	61	65
1999		60	115	56	56	50	87	73	60	61	77	53	70	62				80	54	138
2000		76	76	50		56	61	110	81			77	48	216				53	135	
2001		82	65	65		82	84	54	76			59	88	101					52	66
2002		79	74	41		46	79	69	81			49	53	66					78	84
2003		226	50	59		48	65	77	90			52	58						85	81
2004		45	92	54		60	47	74	62			65	58	80					92	95
2005		65	83			32	70	81	42			105	66	116					50	141
2006		57	54			64		76	47			75	76	88					63	170
2007		74	98	89	117	75		76				45	69	82					78	75
Media	66.80	81.21	86	62	59	65	72	71	64	52	82	61	74	80	68	77	64	72	97	
Desv.Est.	34.15	42.21	35	18	21	24	25	18	18	14	18	17	17	29	17	19	20	19	30	
Coef.Var.	0.51	0.52	0.41	0.30	0.36	0.36	0.35	0.26	0.29	0.26	0.22	0.27	0.22	0.36	0.25	0.24	0.32	0.27	0.31	

En la tabla 3.32 se presentan los valores estandarizados de la cuenca Chicoasén.

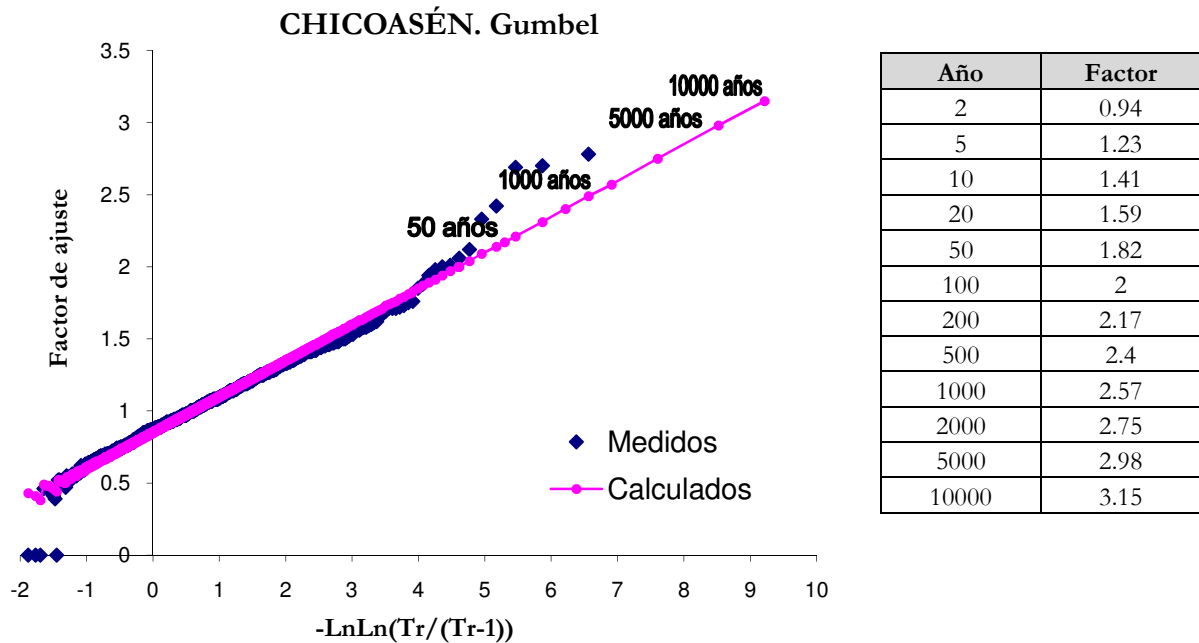
**Tabla 3.32 Valores estandarizados cuenca Chicoasén**

CLAVE AÑO	7083	7372	7003	7030	7031	7036	7039	7040	7065	7076	7086	7087	7091	7175	7176	7184	7188	7202	7358
1934														0.775					
1935														0.65					
1936														1.188					
1937														0.975					
1938														0.688					
1939														0.725					
1940														1.013					
1941														0.7					
1942														0.85					
1943														0.913					
1944														1.688					
1945														0.75					
1946														1.038					
1947														0.738					
1948	0.928													1.188					
1949	1.168						0.583							0.813					
1950	1.497						0.583							0.888					
1951	1.198						0.625	1.366						0.988				0.861	
1952	2.695						0.5	1.085										0.833	
1953	0.749						0.458	1.324										0.708	
1954	1.048						0.806	1.113					1.027					0.889	
1955	1.272						0.583	0.944					0.878					1.069	
1956	0.898						1.764	0.972					0.946					1.125	
1957							0.472	0.732				0.869	1					0.833	
1958	0.614			0.952			1.667	1.338				1.148	1.527					1.333	
1959	1.048			0.71			0.889	1.465				1.262	0.838					0.917	
1960	0.898			1.21			1.875	0.873				1.59	1.081					0.889	
1961				0.968			0.764	0.761	0.938			1.377	0.919					1.472	
1962				0.806			0.861	0.803				0.951	0.986				0.891	0.958	
1963			0.919	0.968			0.889	0.648	1.422		1.159	1.344	1.014				1.141	0.778	
1964			0.93	0.742			1.069	0.563	0.438		1.134	0.705	1.014				1	0.639	
1965			0.651	0.871			0.875	0.732	0.969	0.808	0.89	0.705	0.905				0.828	1.444	
1966			0.721	1.032			1.014	0.817	1.016	1.154	1	0.951	1.041				0.766	1.056	
1967			0.686	0.968			0.819	0.761	1.109	0.692	0.744	0.984	1.081				1.047	1.319	
1968			0.744			0.954	0.708	1	0.563	0.885	1.329	0.77	0.905				0.703	0.722	
1969	0.464		1.709		0.797		0.764	0.662	0.406	1.115	0.988	0.984	1.392				0.703	1.028	
1970	0.599		0.93		0.695	2.415	0.847	0.873		0.673	1.085	1	1.338			1.091	1.063	0.861	
1971	0.973		0.674		1.424	1.708	1.278	0.718	0.781	1.096	0.89	0.82					0.625	0.819	
1972	0.898		1.326	0.629	0.763	0.708	0.667	0.761		0.75	0.61		0.811		0.544	0.922		0.889	
1973	0.524		1.105	1.5	0.847	0.677	1.056	1.662	1.047	1.5	1.11		0.743		1.147	1.312	0.781	1.222	
1974	0.479		0.558	1.71	1.051	0.738	1.278	1.183	1.016	0.885	1.415	0.918	1.203		0.941	0.597	0.672	1.208	
1975	0.524		0.767	1.323	1.017	0.862	0.944	0.915	1.484	1.019	0.854	0.721	1.122		1.206	0.961	0.859	1.111	
1976	1.527		2.326	0.726	1.136	0.923	0.833	0.648	0.641	1.077	1.049	1.164	1.459		1.471	1.078	0.516	1.347	
1977			0.628	1.274	1.102	0.538	1.069	0.958	0.859	1.846	0.976	0.705	0.865		0.794	0.922	0.703	0.819	
1978				1.29	1.102	0.554	0.833	0.831	1.188		0.902	0.885	1		0.691	0.883	0.938	0.653	
1979				0.661	1.203	1.2	0.972	0.817		0.923	1.085	0.754	0.932		1.162	1.13	0.75	1.056	
1980					1.068	1.077	1	1.507		1.231	1.28	1.623	0.946		0.779	1.325	1.328	0.694	
1981			0.779		1.068	0.692	0.833	0.901	1.109	0.692	1.378	0.639	0.797		0.868	1.13	1.375	0.819	
1982			1.221	0.565	1.61	0.923	0.972	1.31	1.016	1.481	1.037	1.082	0.743		0.882	1.299	1.172	0.833	
1983			1.081	1.371	0.932	0.615	1.042	1.183	1.141	1.192	1.037	0.902	1.014			1	1.438	1.111	1.237
1984			0.953	0.677	1.271	0.846	1.056	1.028		0.808	0.988	1.148	0.743	1.363			1.938	2.056	1.186
1985			0.756	1.468	1.356	1.092	1.278	0.845		0.962	1.354	0.852	1.122	0.913			1.094	1.014	0.773
1986			0.919	0.871	1.729	1.092	0.806		1	0.865	0.866	0.885	0.811	0.85			1.406	1.458	
1987			0.93	0.968	0.881		0.958	1.408		0.75	0.829	1.311	1.027	0.925			0.938	1.069	0.464
1988			0.721	0.758	0.847		1.139	1	1.406	0.981	0.732	1.246	1.446	0.875		0.519	0.938	0.917	1.237
1989		1.441	0.698	1.581	1.068	1.154	1.042	0.901	1.25	0.865	0.866	1.082	1.203	0.75	1.294	0.727	0.75	1.208	1.144
1990		0.579	0.663	0.935	0.678	0.862	0.847	0.704	0.938	0.769	0.756	0.672	0.703	0.875	1.059	1.195	0.828	0.875	0.99
1991		1.194	1.035	1.177	0.797	1.123	1.028	1.408	0.859	0.865	1.293	0.607	0.784	0.875			1.563	1.139	0.856
1992		0.862	1.349	0.79	0.678	1.6	1.083	0.944	1.25	1.423	1.22	1.148	1	1.575			0.813	0.556	0.856

### 3. Aplicación a las cuencas del río Grijalva

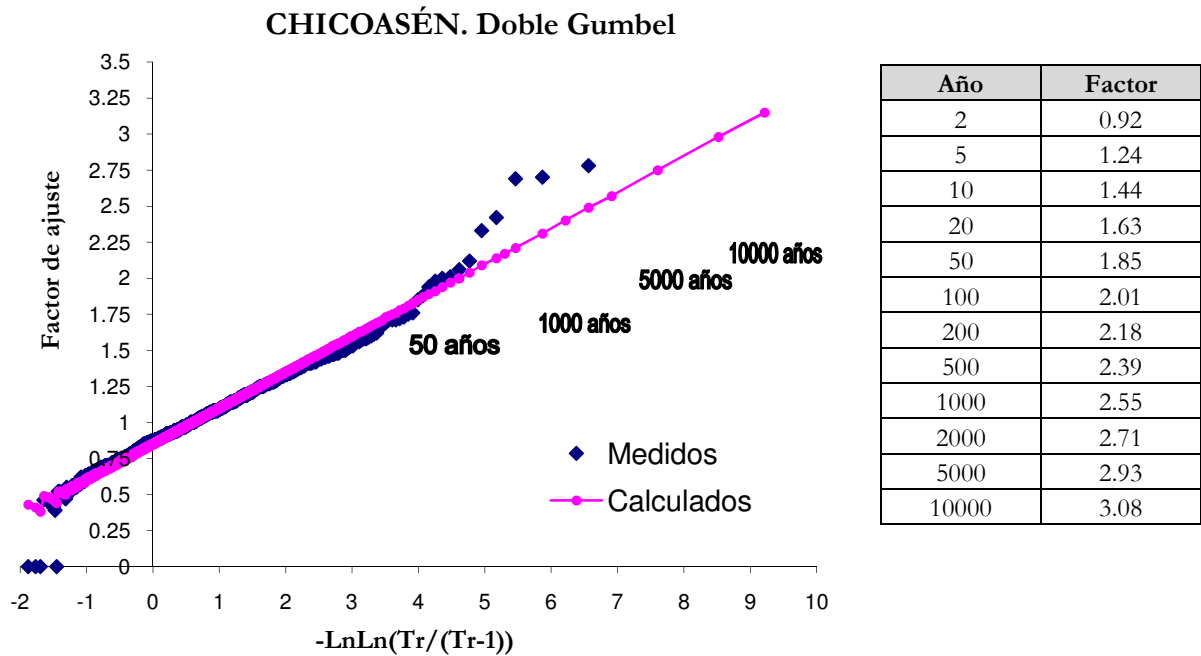
1993		0.554	1.174	0.839	0.847	1.354	0.958	0.93	1.25	0.865	1.037	0.885	0.784	0.738			0.938	1.139	0.711
1994		0.517	0.686	1.29	0.678	0.923	0.972	1	0.625	0.923	0.622	0.689	1.568	0.8			0.625	1	0.711
1995		0.739	1.233		0.593	1.231	1.389	1.31	0.625	0.923	1.024	0.721	1.135	0.925	1.235		0.984	1.083	1.134
1996		0.899	1.279	0.645	0.508	0.923	2.014	1.099	0.625	0.75	1.366	1.525	1.486	0.975	0.912		1.266	1	1.237
1997		1.33	2.116		0.39	1.169	1.181	0.761	1.25	1.135	0.573	1.115	0.932	0.913			0.703	0.681	0.773
1998		1.478	1.395	0.887	0.678	1.246	2	1.056	1.25	1.096	0.793	1.213	1.041	0.925			1.563	0.847	0.67
1999		0.739	1.337	0.903	0.949	0.769	1.208	1.028	0.938	1.173	0.939	0.869	0.946	0.775			1.25	0.75	1.423
2000		0.936	0.884	0.806		0.862	0.847	1.549	1.266			1.262	0.649	2.7				0.736	1.392
2001		1.01	0.756	1.048		1.262	1.167	0.761	1.188			0.967	1.189	1.263				0.722	0.68
2002		0.973	0.86	0.661		0.708	1.097	0.972	1.266			0.803	0.716	0.825				1.083	0.866
2003		2.783	0.581	0.952		0.738	0.903	1.085	1.406			0.852	0.784					1.181	0.835
2004		0.554	1.07	0.871		0.923	0.653	1.042	0.969			1.066	0.784	1				1.278	0.979
2005		0.8	0.965			0.492	0.972	1.141	0.656			1.721	0.892	1.45				0.694	1.454
2006		0.702	0.628			0.985		1.07	0.734			1.23	1.027	1.1				0.875	1.753
2007		0.911	1.14	1.435	1.983	1.154		1.07				0.738	0.932	1.025				1.083	0.773
Media	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

A los datos estandarizados se les hizo un análisis estadístico de las funciones de distribución asociando a los datos medidos una función de ajuste, las figuras 3.18 y 3.19 se presentan los resultados de la extrapolación de las precipitaciones máximas anuales estandarizadas para varios periodos de retorno, para las funciones de distribución Gumbel y Doble Gumbel.



**Figura 3.18 Regionalización cuenca Chicoasén Gumbel**





**Figura 3.19 Regionalización cuenca Chicoasén Doble Gumbel**

El mejor ajuste se genera con la función de distribución Doble Gumbel.

### 3.3.5 Regionalización en la cuenca Malpaso

La tabla 3.33 muestra los valores máximos anuales de precipitación dados en mm registrados en las estaciones climatológicas correspondientes a la cuenca de Malpaso.

3. Aplicación a las cuencas del río Grijalva

Tabla 3.33 Datos individuales de cuenca Malpaso

CLAVE AÑO	7015	7016	7027	7035	7050	7069	7093	7100	7102	7123	7142	7148	7156	7178	7238	7343	7355	7360	7363
1927			90																
1928			57																
1929			94																
1930																			
1931			140																
1932																			
1933			91																
1934			72																
1935			99																
1936			77																
1937			86																
1938			6																
1939			49																
1940			81							72									
1941			80																
1942			21							39									
1943			25							94									
1944	81		18							65									
1945	36	72	47							61									
1946	25	61	20							45									
1947	60	71	29							62									
1948	86	68	75							63									
1949		80	80						71										
1950	63	123	100							21									
1951	73		202						55	80									
1952	82	65							60	68									
1953	44	57							68	62									
1954	60	104	42		131				87	58									
1955	48	74	124		86				64	79									
1956	54	78	60		147				76	9									
1957	55	60	45		82				45	45									
1958	58	55	60		75				33	63									
1959	47	60	80		100				70	76									
1960	145	69	60		94				80	67									
1961	93	67	75		120				56	88			90						
1962	64	53	36	62	72				75	49		49	128						
1963	51	84	105	66				55	89	81		108	90						
1964	69	87	26	84	72		58	66	78	73		80	112						
1965	72	57		53		59			56	81	117	131	133						
1966	79	77	30	67		71			72	113	72	106	64						
1967	66	64	63	59	257	62			63	94	67	180	131						
1968	80	65	52	89	80	53	36		68	58	51	60	85	189					
1969	57	61	69	70	95	57	41	54	92	63	76	91	103	150					
1970	77	66		49	116	40	80	50	62	58	80	78	94	174					
1971	74	54		51	92	50	89	120	86	75	56		82						
1972	60	53		67	113	48	81	63	100	80	99	73	126	154					
1973	128			116	120	140	85	156	108	98	107	114	112	318					
1974	36	72		63	125	65	81	106	111	97	72	170	93	215					
1975	36	39		46	93	40	84	20	84	53	80	95	101	124					
1976	70	48		76	68	83	90	40	74	52	71	46	83	68					
1977	60	84		57	81	66	81	80	69	61	56	40	104	101					
1978	50	59		73	47	90	70	50	115	68	83	79	90	293					
1979	28	72		82	95	110	100	60	81	92	113	166	127	195					
1980	40	39		64	80	75	127	47	95	83	60	46	111	79					
1981	59	53		70	180	78	135	57	67	53	72	110	80	220					
1982	73	52		71	100	76	100	50	83	53	85	69	91	180		21	100	164	140
1983	265	56		58	85	42	80	31	77	46	87	52	99	57		21	73	75	66
1984	87	54		74	94	61	80	111	65	80			172	88		20	60	78	80
1985	96	59		88	80	77	93	44	102	54			68	166		34	73	60	72
1986	37	96		97		90	101	80	143	107			261	200			100	260	74
1987	26	95		108			52	65	48	46			81	77	40		100	227	88
1988		66		66	81		55	77	48	80			68	180	43		70	226	110
1989	80	63		65	70		136	106	94	93			71	180	104		70	125	96
1990	63	61		59	65		67	81	66	96			74	90	56		40	106	211

### 3. Aplicación a las cuencas del río Grijalva

1991	60	41		97	84		80	40	52	72			57	161	55		70	120	103
1992	58	61		62	67		72	120	63	68			90	162	45	64	80	215	91
1993	46	63		58	60		51		94	153			94	95	80	68	48	196	78
1994	59	63		35	52		68	50	80	55			128	194	55	60	80	91	120
1995	68	70		50	61		76	76	90	62			145	126	85		60	118	180
1996	42	61		67	81		70	68	74	90			107	86	40	116	70	136	79
1997	23	65		69	66	58	83	45	60	61			57	56	45	80	59	84	51
1998	61	70		116	20	61	80	56	109	86			54	91	40	79	32	157	95
1999	81	80		94	70	80	82	36	98	82			78	130	100	89	30	196	
2000	65				47	81	97	65	88				73	188	40	57	53	304	
2001	58				86		78		64				59	75		66	60	108	
2002	81				64		80	89	66					96		62	65	140	
2003	50				89	86	81	100	97							51	40	153	
2004					44		85	75	65							55	68	247	
2005					86			58	124						61	57	70	88	
2006					86				143						58	67	60	164	
2007					60			41	76						77	78	120	200	
Media	66.2	66	67	71	88	70	81	68	79	70	79	92	99	146	60	60	67	155	102
Desv.Est.	34.7	15.6	38.0	18.8	36.9	22.1	21.5	28.8	22.2	22.7	19.0	41.8	36.9	64.1	21.2	24.4	21.4	64.7	41.3
CV	0.52	0.23	0.56	0.26	0.42	0.31	0.27	0.42	0.28	0.32	0.24	0.45	0.37	0.44	0.35	0.41	0.32	0.42	0.41

Al estandarizar los datos de la tabla 3.33 dividiéndolos entre la media de cada estación se obtienen los datos de la tabla 3.34. Con esta nueva muestra se define cualquier estación que se encuentre dentro de la región denominada Malpaso.

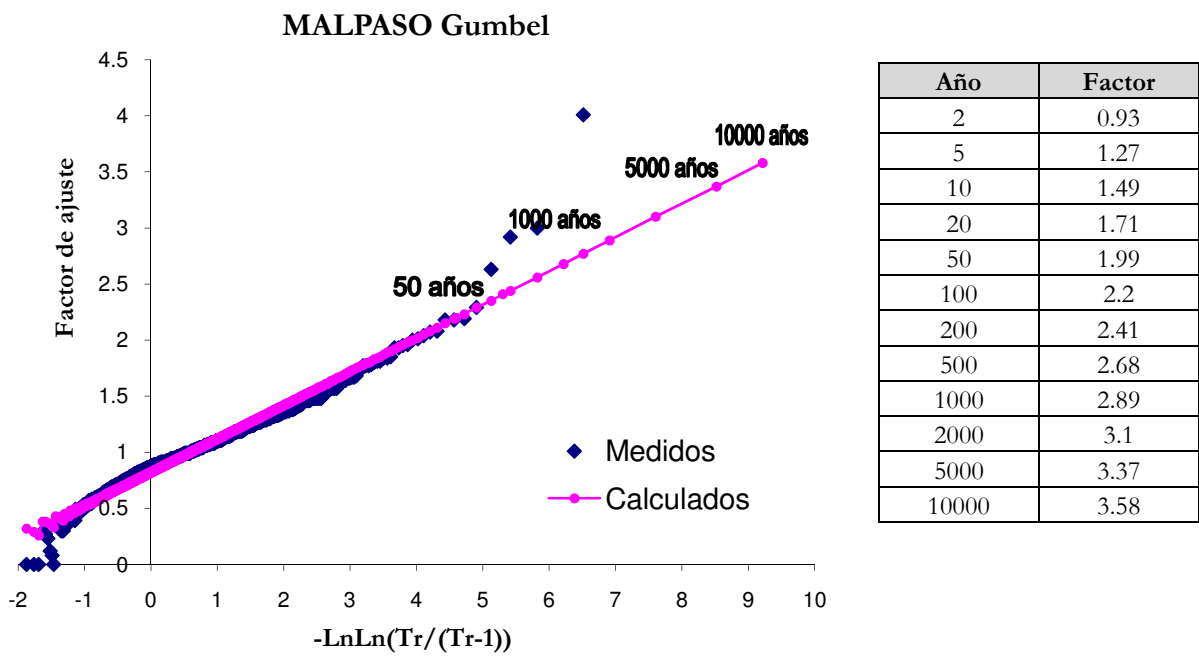
**Tabla 3.34 Valores estandarizados cuenca Malpaso**

CLAVE AÑO	7015	7016	7027	7035	7050	7069	7093	7100	7102	7123	7142	7148	7156	7178	7238	7343	7355	7360	7363
1927			1.34																
1928			0.84																
1929			1.39																
1930																			
1931			2.08																
1932																			
1933			1.35																
1934			1.07																
1935			1.46																
1936			1.14																
1937			1.27																
1938			0.08																
1939			0.72																
1940			1.20							1.02									
1941			1.19																
1942			0.30							0.56									
1943			0.37							1.34									
1944	1.22		0.27							0.92									
1945	0.54	1.08	0.70							0.87									
1946	0.38	0.92	0.30							0.64									
1947	0.91	1.06	0.43							0.88									
1948	1.30	1.03	1.11							0.90									
1949		1.21	1.19						0.90										
1950	0.94	1.85	1.48							0.30									
1951	1.10		3.00							0.70	1.14								
1952	1.24	0.98								0.76	0.97								
1953	0.66	0.86								0.86	0.88								
1954	0.91	1.57	0.62		1.48					1.10	0.83								
1955	0.73	1.11	1.84		0.98					0.81	1.12								
1956	0.81	1.18	0.89		1.67					0.96	0.12								

### 3. Aplicación a las cuencas del río Grijalva

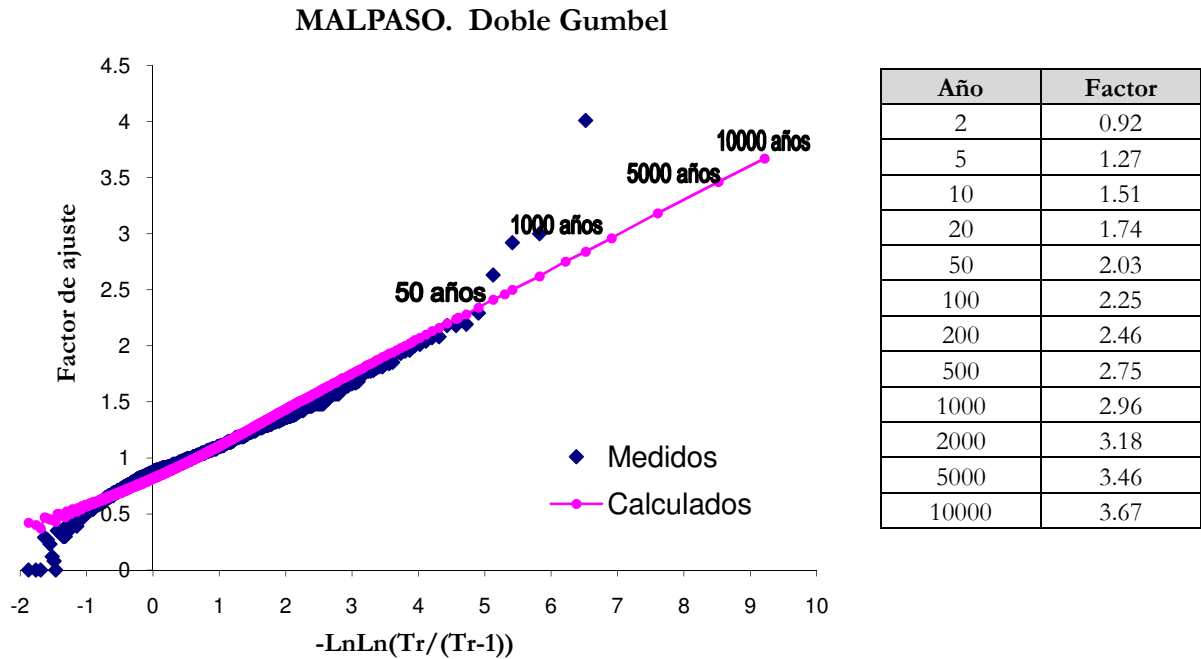
1957	0.82	0.90	0.67		0.93				0.57	0.64									
1958	0.87	0.82	0.89		0.85				0.42	0.90									
1959	0.71	0.90	1.19		1.14				0.89	1.08									
1960	2.19	1.04	0.89		1.06				1.01	0.95									
1961	1.41	1.01	1.11		1.36				0.72	1.25			0.91						
1962	0.97	0.79	0.53	0.87	0.82				0.95	0.70		0.53	1.29						
1963	0.77	1.27	1.56	0.93				0.81	1.13	1.15		1.16	0.91						
1964	1.04	1.30	0.39	1.19	0.82		0.72	0.97	0.99	1.03		0.87	1.13						
1965	1.08	0.85		0.75		0.83			0.70	1.15	1.48	1.42	1.35						
1966	1.19	1.15	0.45	0.94		1.01			0.91	1.61	0.91	1.15	0.64						
1967	0.99	0.96	0.93	0.83	2.92	0.88			0.80	1.33	0.84	1.95	1.33						
1968	1.20	0.98	0.77	1.26	0.91	0.75	0.44		0.86	0.83	0.64	0.65	0.85	1.30					
1969	0.85	0.92	1.02	0.99	1.08	0.81	0.50	0.79	1.17	0.90	0.96	0.98	1.03	1.03					
1970	1.16	0.99		0.69	1.32	0.57	0.99	0.73	0.78	0.82	1.01	0.84	0.95	1.19					
1971	1.11	0.81		0.72	1.04	0.71	1.09	1.77	1.08	1.07	0.71		0.83						
1972	0.91	0.80		0.94	1.28	0.68	0.99	0.93	1.27	1.14	1.25	0.79	1.27	1.06					
1973	1.93			1.64	1.36	2.00	1.05	2.29	1.37	1.39	1.36	1.23	1.13	2.18					
1974	0.54	1.09		0.88	1.42	0.92	0.99	1.56	1.40	1.38	0.91	1.84	0.94	1.48					
1975	0.54	0.58		0.65	1.06	0.57	1.04	0.29	1.07	0.75	1.01	1.03	1.02	0.85					
1976	1.06	0.72		1.07	0.77	1.18	1.11	0.59	0.94	0.73	0.90	0.50	0.84	0.47					
1977	0.91	1.27		0.80	0.92	0.94	0.99	1.18	0.87	0.86	0.70	0.43	1.05	0.69					
1978	0.76	0.89		1.02	0.53	1.28	0.86	0.74	1.46	0.97	1.04	0.85	0.91	2.01					
1979	0.42	1.08		1.16	1.08	1.57	1.24	0.88	1.03	1.30	1.42	1.80	1.28	1.34					
1980	0.60	0.59		0.90	0.91	1.07	1.57	0.69	1.20	1.18	0.76	0.49	1.12	0.54					
1981	0.89	0.79		0.99	2.04	1.11	1.66	0.83	0.85	0.75	0.91	1.19	0.81	1.51					
1982	1.10	0.78		1.00	1.14	1.08	1.23	0.74	1.05	0.75	1.07	0.74	0.92	1.24		0.34	1.48	1.06	1.38
1983	4.01	0.84		0.81	0.96	0.59	0.99	0.45	0.97	0.65	1.10	0.56	1.00	0.39		0.34	1.08	0.48	0.65
1984	1.32	0.81		1.04	1.07	0.86	0.99	1.62	0.82	1.14			1.74	0.61		0.33	0.89	0.50	0.79
1985	1.45	0.88		1.24	0.91	1.10	1.14	0.65	1.29	0.76			0.69	1.14		0.57	1.08	0.39	0.71
1986	0.56	1.44		1.36		1.29	1.24	1.18	1.81	1.52			2.63	1.37			1.48	1.67	0.73
1987	0.39	1.43		1.52			0.64	0.96	0.61	0.66			0.81	0.53	0.66		1.48	1.46	0.86
1988		0.99		0.94	0.92		0.68	1.13	0.61	1.14			0.69	1.24	0.71		1.04	1.46	1.08
1989	1.21	0.94		0.92	0.79		1.68	1.56	1.19	1.33			0.71	1.23	1.72		1.04	0.81	0.94
1990	0.95	0.91		0.83	0.74		0.83	1.18	0.84	1.37			0.74	0.61	0.93		0.60	0.68	2.07
1991	0.91	0.61		1.37	0.95		0.99	0.59	0.66	1.02			0.57	1.10	0.91		1.04	0.77	1.01
1992	0.88	0.91		0.87	0.76		0.89	1.77	0.80	0.97			0.91	1.11	0.75	1.07	1.19	1.38	0.89
1993	0.69	0.94		0.82	0.68		0.62		1.19	2.18			0.95	0.65	1.33	1.12	0.71	1.26	0.77
1994	0.89	0.94		0.49	0.59		0.84	0.74	1.02	0.78			1.29	1.33	0.91	0.99	1.19	0.58	1.18
1995	1.02	1.06		0.70	0.69		0.94	1.12	1.14	0.88			1.46	0.86	1.41		0.89	0.76	1.77
1996	0.64	0.92		0.94	0.92		0.86	1.00	0.94	1.27			1.08	0.59	0.66	1.93	1.04	0.88	0.78
1997	0.35	0.98		0.97	0.75	0.83	1.03	0.66	0.76	0.86			0.58	0.38	0.75	1.32	0.88	0.54	0.50
1998	0.92	1.06		1.64	0.23	0.87	0.99	0.82	1.38	1.23			0.54	0.62	0.66	1.32	0.47	1.01	0.93
1999	1.22	1.21		1.32	0.79	1.14	1.01	0.52	1.24	1.17			0.78	0.89	1.66	1.48	0.45	1.26	
2000	0.99				0.53	1.15	1.20	0.96	1.11				0.73	1.29	0.66	0.94	0.78	1.96	
2001	0.88				0.98		0.96		0.81				0.60	0.51		1.10	0.89	0.69	
2002	1.23				0.73		0.99	1.31	0.83				0.66			1.03	0.97	0.90	
2003	0.75				1.01	1.22	0.99	1.47	1.23							0.84	0.59	0.98	
2004					0.49		1.05	1.10	0.82							0.91	1.01	1.59	
2005					0.97			0.85	1.57							1.02	0.95	1.04	0.57
2006					0.97				1.81							0.96	1.11	0.89	1.06
2007					0.69			0.60	0.96							1.27	1.30	1.78	1.29
Media	1.0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Al realizar el análisis estadístico de las funciones de distribución asociando a los datos medidos una función de ajuste, utilizando las funciones Gumbel y Doble Gumbel se obtiene los resultados de las figuras 3.20 y 3.21.



**Figura 3.20 Regionalización cuenca Malpaso Gumbel**

3. Aplicación a las cuencas del río Grijalva



**Figura 3.21 Regionalización cuenca Malpaso Doble Gumbel**

El mejor ajuste se genera con la función de distribución Gumbel por lo tanto el análisis de regionalización se hará con esta función.

**3.3.6 Regionalización en la cuenca Peñitas**

La tablas 3.35 y 3.36 muestra los datos medidos en las estaciones y los valores estandarizados para la cuenca de Peñitas.

**Tablas 3.35 Datos individuales de cuenca Peñitas.**

CLAVE AÑO	7365	7106	7112	7158	7170
1954			240		
1955			156		
1956			165		
1957					
1958					
1959			86		
1960			92		
1961			126	199	
1962			74	137	106
1963			140	172	166
1964			142	179	200
1965			92	256	108
1966			77	138	105
1967			250	392	238
1968		151	140	171	125
1969		147	85	192	92

### 3. Aplicación a las cuencas del río Grijalva

1970		171	117	184	121
1971		130	77		
1972		179	80	245	164
1973		124	89	203	146
1974		168	126	332	158
1975		127	95	183	159
1976		130	96	241	83
1977		96	128	174	150
1978		171	107	274	113
1979		135	149	201	156
1980		183	123	120	74
1981		237	97	154	113
1982		159	104		237
1983		94	80		170
1984			80		
1985	70		69		
1986	71		192		
1987			79		
1988	121	198	103		
1989	251	230	160		
1990	645	120	96		
1991	163	186	110		
1992	115	179	115		
1993	207	258	143		
1994	214	161	75		
1995	184	259	125		
1996	186	135			
1997	262	134	79		
1998	217	206			
1999	165	200			
2000	285				
2001	118		85		
2002	220		62		
2003	180		246		
2004	261		121		
2005	173		123		
2006	164				
2007	288				
<b>Media</b>	<b>207.3</b>	<b>166.6</b>	<b>117.2</b>	<b>207.4</b>	<b>142.0</b>
<b>Desv.Est.</b>	<b>115.9</b>	<b>44.2</b>	<b>45.0</b>	<b>66.9</b>	<b>45.3</b>
<b>CV</b>	<b>0.56</b>	<b>0.27</b>	<b>0.38</b>	<b>0.32</b>	<b>0.32</b>

3. Aplicación a las cuencas del río Grijalva

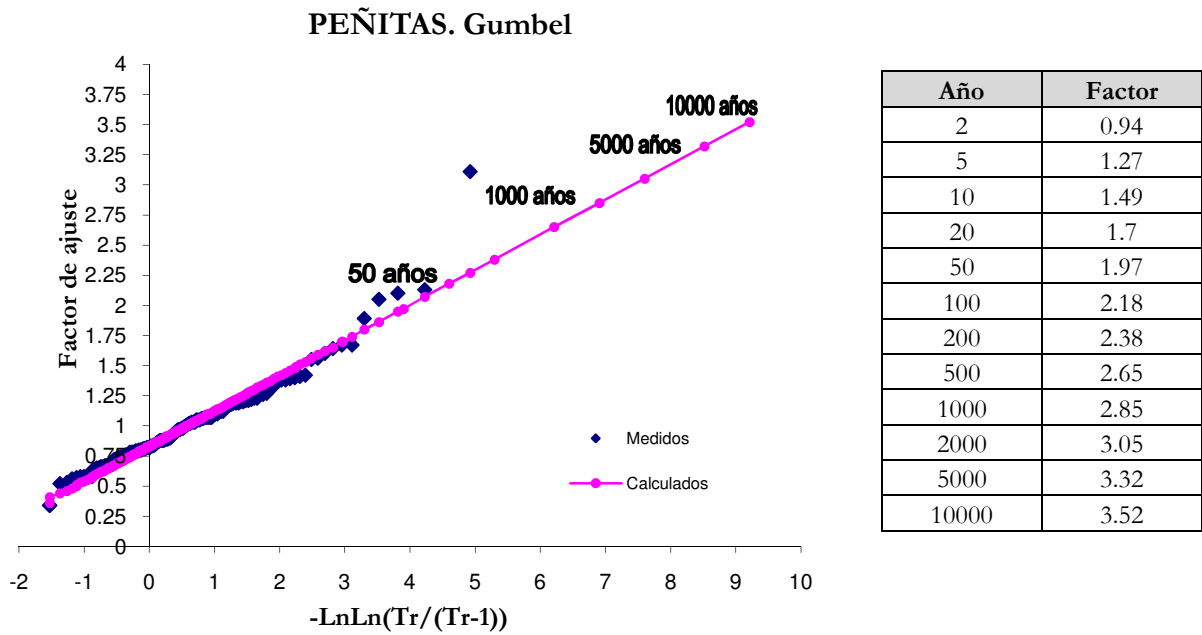
**Tabla 3.36 Valores estandarizados cuenca Peñitas**

CLAVE AÑO	7365	7106	7112	7158	7170
1954			2.04824		
1955			1.32709		
1956			1.4039		
1957					
1958					
1959			0.73737		
1960			0.78516		
1961			1.07191	0.96157	
1962			0.62727	0.66258	0.7466
1963			1.19481	0.83136	1.17203
1964			1.20761	0.86319	1.40869
1965			0.78089	1.23451	0.75858
1966			0.65288	0.66741	0.73604
1967			2.13358	1.89034	1.67282
1968		0.90344	1.19481	0.82413	0.88043
1969		0.88063	0.72542	0.92733	0.65011
1970		1.0289	0.99425	0.88586	0.85226
1971		0.77858	0.65885		
1972		1.07212	0.68275	1.17905	1.15442
1973		0.74196	0.7587	0.98086	1.02482
1974		1.00549	1.07362	1.59859	1.10934
1975		0.76057	0.81247	0.88007	1.11779
1976		0.77918	0.81929	1.16217	0.58461
1977		0.57868	1.09239	0.83908	1.05722
1978		1.0241	0.91317	1.32131	0.79591
1979		0.81219	1.27332	0.96832	1.09878
1980		1.09613	1.04972	0.57964	0.52121
1981		1.42389	0.82783	0.74263	0.79239
1982		0.95266	0.89098		1.66577
1983		0.56247	0.68275		1.2002
1984			0.67933		
1985	0.33776		0.5846		
1986	0.34162		1.642		
1987			0.6708		
1988	0.58142	1.18558	0.87989		
1989	1.21062	1.38067	1.36549		
1990	3.11218	0.72035	0.81503		
1991	0.78408	1.11654	0.93878		
1992	0.55633	1.07332	0.98145		
1993	0.99928	1.54755	1.22297		
1994	1.03016	0.96647	0.63751		
1995	0.88878	1.55656	1.06679		
1996	0.89554	0.81039			
1997	1.26176	0.80439	0.66994		
1998	1.04849	1.2348			
1999	0.79807	1.20238			
2000	1.3766				
2001	0.57129		0.72371		



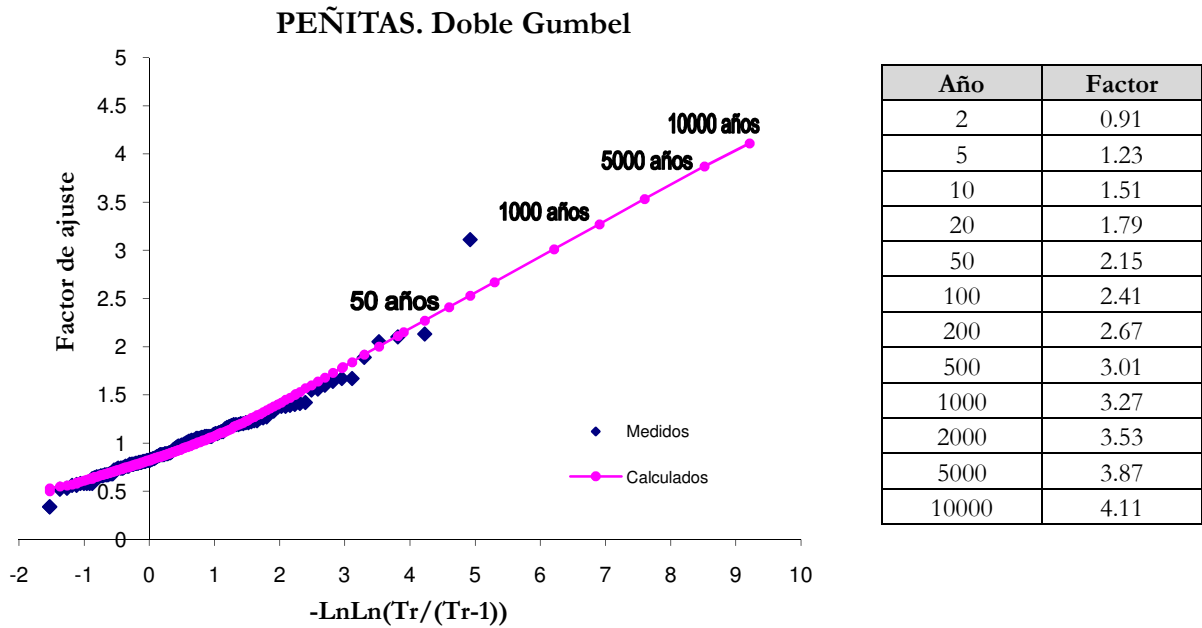
2002	1.06297		0.52657		
2003	0.86996		2.09518		
2004	1.25694		1.02924		
2005	0.83667		1.04972		
2006	0.79083				
2007	1.38866				
Media	1	1	1	1	1

Al realizar el análisis estadístico de las funciones de distribución asociando a los datos medidos una función de ajuste, utilizando las funciones Gumbel y Doble Gumbel se obtiene los resultados de las figuras 3.22 y 3.23.



**Figura 3.22 Regionalización cuenca Peñitas Gumbel.**

3. Aplicación a las cuencas del río Grijalva



**Figura 3.23 Regionalización cuenca Peñitas Doble Gumbel.**

Para esta cuenca el mejor ajuste se tiene para la función de distribución Doble Gumbel.

**3.3.7 Regionalización en la cuenca Pichucalco**

La tabla 3.37 muestra los valores máximos anuales registrados en mm, en las estaciones climatológicas correspondientes a la cuenca de Pichucalco.

**Tabla 3.37 Datos individuales de la cuenca Pichucalco.**

CLAVE AÑO	7062	7082	7128	7147	7193
1927			97		
1928			110		
1929					
1930					
1931					
1932					
1933					
1934					
1935					
1936					
1937					
1938					

3. Aplicación a las cuencas del río Grijalva

1939					
1940					
1941					
1942					
1943					
1944					
1945			168		
1946			179		
1947			224		
1948			180		
1949			183		
1950			161		
1951			235		
1952			164		
1953			147		
1954			91		
1955			227		
1956			291		
1957			157		
1958			286		
1959			236		
1960			128		
1961	62		183		
1962	48		254	118	
1963	56		188	156	
1964	36		246	227	
1965	47		193	142	
1966	64		106	167	
1967	61		238	294	
1968	67		145	222	
1969	47	99	124	130	
1970	40	93	169	163	
1971	22	112	169		
1972	44	111	235	188	
1973	45	193	127	206	
1974	89	135	230	230	
1975	34	163	173	119	
1976	33	104	120	128	
1977	27	98	80	180	
1978		92	115	214	
1979		90	133	190	
1980	42	101		249	
1981	46	115	162	152	
1982	63	121	234	213	
1983	61	95	240	95	
1984	77			115	226
1985	66			314	232
1986	66			148	232
1987	43			127	152
1988	39			248	308
1989	55			129	210
1990	28			147	216

### 3. Aplicación a las cuencas del río Grijalva

1991	50			144	226
1992	64				235
1993	113				215
1994	113				221
1995	35				189
1996					230
1997	60				
1998	58				195
1999	104				164
2000	65				248
2001	71				
2002	46				214
2003	76				
2004	37				301
2005	74				
2006	45				
2007	46				
Media	55.986364	114.64	178.0675	177.68276	222.97222
Desv.Est.	20.946616	29	54.806374	55.44449	38.401115
CV	0.3741378	0.2529671	0.3077843	0.312042	0.1722238

Al dividir entre la media de cada cuenca se obtiene los valores estandarizados de la tabla 3.38.

**Tabla 3.38 Valores estandarizados cuenca Pichucalco.**

CLAVE AÑO	7062	7082	7128	7147	7193
1927			0.54473725		
1928			0.61549693		
1929					
1930					
1931					
1932					
1933					
1934					
1935					
1936					
1937					
1938					
1939					
1940					
1941					
1942					
1943					
1944					
1945			0.94346245		
1946			1.00242885		
1947			1.25514201		

3. Aplicación a las cuencas del río Grijalva

1948			1.01085263		
1949			1.02770017		
1950			0.90134359		
1951			1.31972426		
1952			0.91987589		
1953			0.82552964		
1954			0.50823424		
1955			1.27479748		
1956			1.63140382		
1957			0.88393446		
1958			1.60725568		
1959			1.32253219		
1960			0.71602061		
1961	1.10741252		1.02489225		
1962	0.85735163		1.42642537	0.66523055	
1963	1.00024357		1.05297149	0.87571806	
1964	0.64301372		1.38037542	1.27755783	
1965	0.83949014		1.08385865	0.79748874	
1966	1.1431355		0.59752622	0.93987735	
1967	1.08955103		1.33657181	1.65238317	
1968	1.19671998		0.81149002	1.25054339	
1969	0.83949014	0.86706211	0.6980499	0.73164105	
1970	0.71445969	0.80774599	0.9490783	0.91736532	
1971	0.39295283	0.9743545	0.94627037		
1972	0.78590566	0.96999302	1.31691634	1.05919112	
1973	0.80376715	1.68353105	0.71545903	1.15768126	
1974	1.58967281	1.17411026	1.29164502	1.29613026	
1975	0.61443533	1.42184229	0.96873377	0.67085856	
1976	0.5804985	0.90282624	0.67390175	0.71869663	
1977	0.48226029	0.85223308	0.44926783	1.01416705	
1978		0.79815073	0.64582251	1.20214252	
1979		0.78506629	0.74690777	1.06650753	
1980	0.75018267	0.87665736		1.39856001	
1981	0.82162864	1.00314027	0.91145212	0.85320602	
1982	1.12527401	1.05111654	1.31410841	1.20101692	
1983	1.08955103	0.83217027	1.3478035	0.53184676	
1984	1.3753349			0.64496973	1.01357917
1985	1.17885849			1.76832014	1.04048835
1986	1.17885849			0.8346336	1.04048835
1987	0.76804417			0.71588263	0.68169926
1988	0.6965982			1.3946204	1.38133798
1989	0.98238207			0.72601304	0.94182135
1990	0.49297719			0.82731719	0.96738508
1991	0.88593002			0.81043316	1.01178522
1992	1.14849395				1.05483992
1993	2.01834862				0.96559113
1994	2.01834862				0.98891242
1995	0.62515223				0.84943316
1996					1.0324156
1997	1.06275879				
1998	1.03596655				0.87589386
1999	1.85759519				0.7332752

3. Aplicación a las cuencas del río Grijalva

2000	1.160997				1.11179768
2001	1.26816595				
2002	0.82162864				0.96155475
2003	1.35747341				
2004	0.66087521				1.34770151
2005	1.32175043				
2006	0.7948364				
2007	0.82162864				
Media	1	1	1	1	1

A los datos estandarizados se les hizo un análisis estadístico de las funciones de distribución asociando a los datos medidos una función de ajuste, las figuras 3.24 y 3.25 se presentan los resultados de la extrapolación de las precipitaciones máximas anuales estandarizadas para varios periodos de retorno, para las funciones de distribución Gumbel y Doble Gumbel.

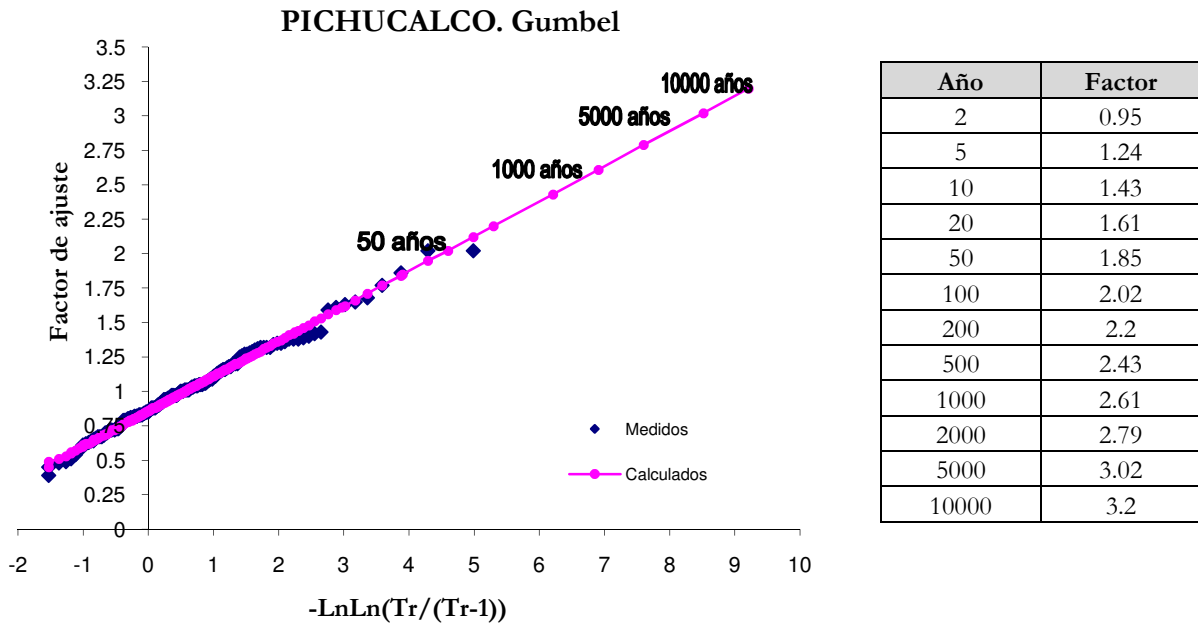
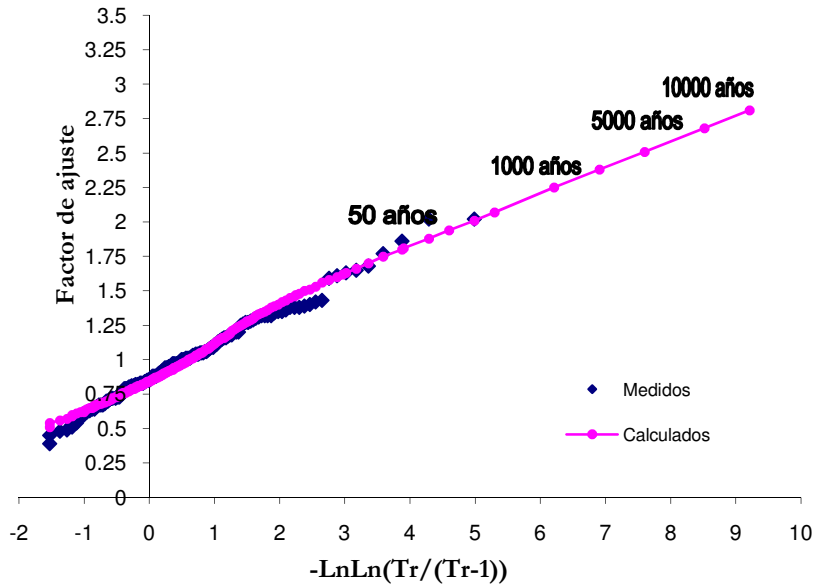


Figura 3.24 Regionalización cuenca Pichucalco Gumbel.

PICHUCALCO. Doble Gumbel



Año	Factor
2	0.91
5	1.23
10	1.51
20	1.79
50	2.15
100	2.41
200	2.67
500	3.01
1000	3.27
2000	3.53
5000	3.87
10000	4.11

Figura 3.25 Regionalización cuenca Pichucalco Doble Gumbel.

Para esta cuenca el mejor ajuste se tiene para la función de distribución Gumbel (la Doble Gumbel presenta una curvatura hacia abajo que no es consistente con su definición teórica).

**3.3.8 Regionalización en la cuenca Teapa.**

La tabla 3.39 muestra los valores máximos anuales registrados en mm, en las estaciones climatológicas correspondientes a la cuenca de Teapa.

Tabla 3.39 Datos individuales de la cuenca Teapa

CLAVE AÑO	7167	7191	7217
1961		234	
1962		149	
1963		217	
1964		169	
1965	80	160	
1966	97	100	
1967	196	108	
1968	140	128	
1969	157	221	
1970	126	124	
1971	86	104	

### 3. Aplicación a las cuencas del río Grijalva

1972	121	142	
1973	320	110	251
1974	201	208	281
1975	123	106	297
1976	91	94	172
1977	127	100	257
1978	169	141	326
1979	223	134	174
1980		90	210
1981		112	154
1982		136	323
1983		105	237
1984		133	
1985		88	
1986		126	
1987		104	
1988		162	
1989		124	
1990	119	153	
1991	341	120	
1992	333	181	
1993	72	192	
1994	72	154	
1995	101	147	
1996	185	132	
1997	185	148	
1998	62	202	
1999	84	147	203
2000	134	214	320
2001		149	
2002	127	176	250
2003	76	147	325
2004	95	117	274
2005	76	273	
2006	213	146	206
2007		280	
<b>Media</b>	<b>146.16</b>	<b>148.97</b>	<b>250.41</b>
<b>Desv. Est.</b>	<b>76.57</b>	<b>45.90</b>	<b>57.18</b>
<b>CV</b>	<b>0.52</b>	<b>0.31</b>	<b>0.23</b>

Para homogeneizar los datos se dividen entre la media de cada estación tal como se realizó en las demás estaciones. La tabla 3.40 presenta los resultados.

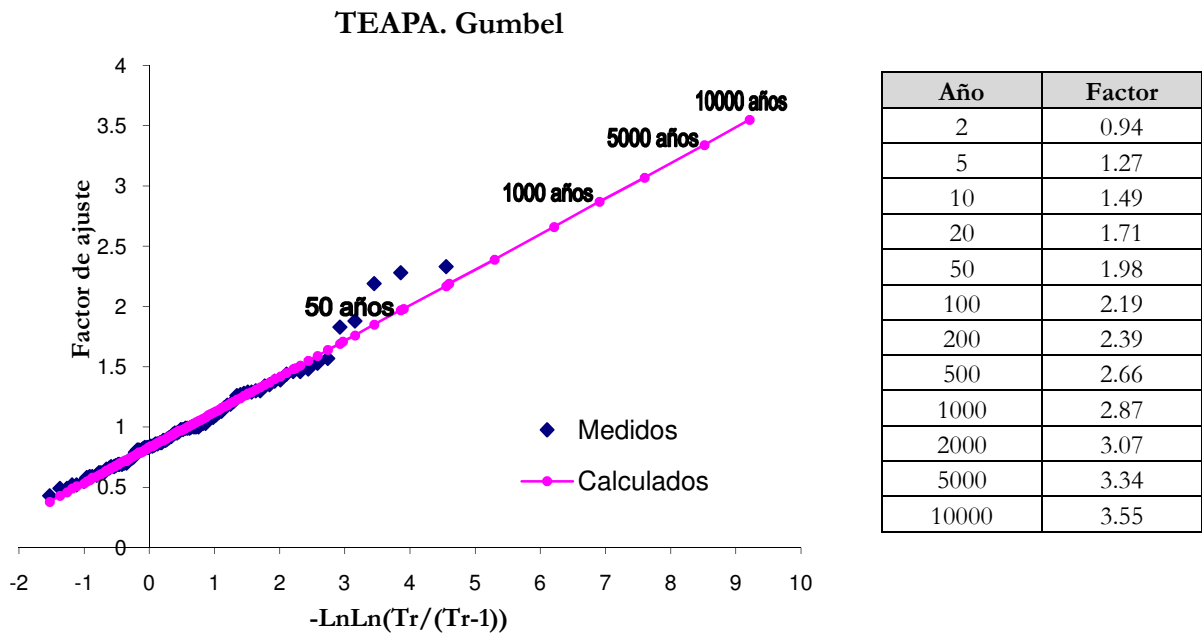


Tabla 3.40 Valores estandarizados cuenca Teapa

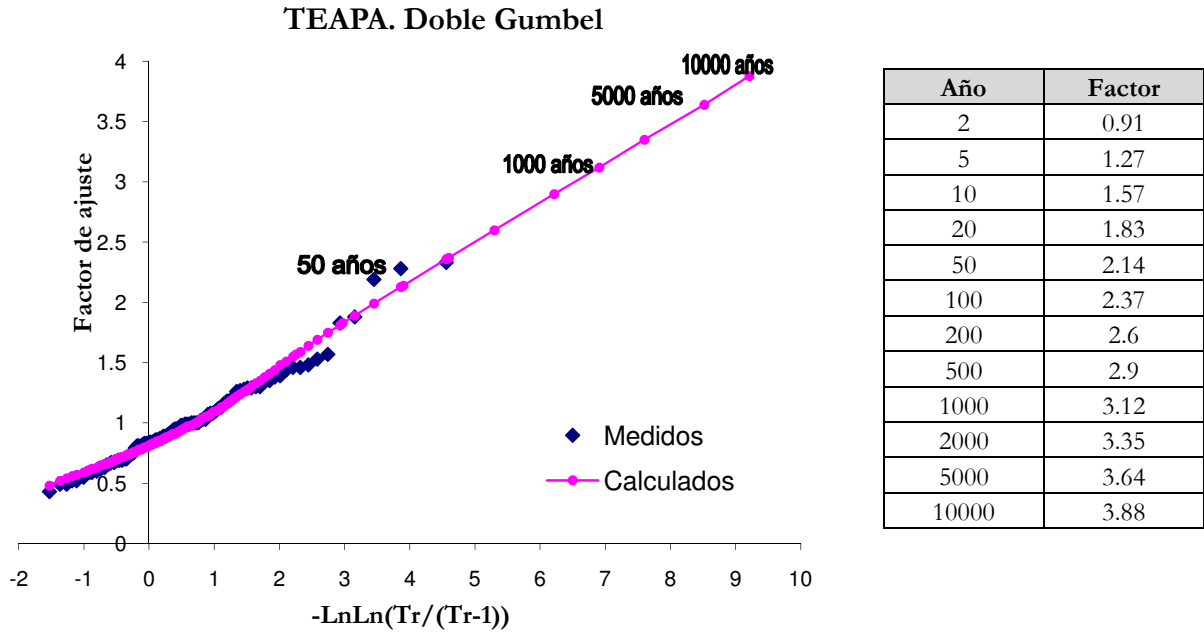
CLAVE AÑO	7167	7191	7217
1961		1.5708	
1962		1.0016	
1963		1.4567	
1964		1.1345	
1965	0.5480	1.0741	
1966	0.6609	0.6713	
1967	1.3410	0.7277	
1968	0.9578	0.8606	
1969	1.0762	1.4835	
1970	0.8586	0.8324	
1971	0.5884	0.6988	
1972	0.8251	0.9505	
1973	2.1893	0.7384	1.0024
1974	1.3752	1.3929	1.1214
1975	0.8415	0.7082	1.1857
1976	0.6226	0.6330	0.6849
1977	0.8655	0.6713	1.0243
1978	1.1583	0.9485	1.2999
1979	1.5257	0.9009	0.6949
1980		0.6015	0.8386
1981		0.7518	0.6150
1982		0.9103	1.2879
1983		0.7048	0.9449
1984		0.8895	
1985		0.5907	
1986		0.8458	
1987		0.6948	
1988		1.0841	
1989		0.8290	
1990	0.8135	1.0271	
1991	2.3330	0.8055	
1992	2.2796	1.2117	
1993	0.4892	1.2855	
1994	0.4926	1.0338	
1995	0.6876	0.9834	
1996	1.2684	0.8861	
1997	1.2623	0.9901	
1998	0.4262	1.3526	
1999	0.5761	0.9868	0.8115
2000	0.9168	1.4365	1.2787
2001		1.0002	
2002	0.8689	1.1815	0.9984
2003	0.5227	0.9868	1.2959
2004	0.6500	0.7854	1.0950
2005	0.5213	1.8326	
2006	1.4579	0.9767	0.8207
2007		1.8796	
Media	1.0	1.0	1.0

3. Aplicación a las cuencas del río Grijalva

Al realizar el análisis estadístico de las funciones de distribución asociando a los datos medidos una función de ajuste, utilizando las funciones Gumbel y Doble Gumbel, se obtiene los resultados de las figuras 3.26 y 3.27.



**Figura 3.26 Regionalización cuenca Teapa Gumbel.**



**Figura 3.27 Regionalización cuenca Teapa Doble Gumbel**

El mejor ajuste es para la función Gumbel.

### 3.4 Resultados

#### 3.4.1 Almandro

Los resultados se presentan en la tabla 3.41 y 3.42 para la regionalización de esta cuenca; en la tabla 3.41 se muestran los valores obtenidos con el análisis individual así como la función de distribución con la que se logró el mejor ajuste y en la 3.42 se presenta la comparación del análisis individual con el regional, este último valor se obtiene al multiplicar la media de los valores estandarizados de cada estación con los valores obtenidos del análisis regional.

3. Aplicación a las cuencas del río Grijalva

**Tabla 3.41. Valores individuales de las precipitaciones máximas, en mm, para las estaciones de la cuenca Almandro**

Tr	GUMBEL					DOBLE GUMBEL					
	7005	7125	7186	7192	7195	7033	7122	7149	7160	7207	7390
2	81	59	168	58	100	68	79	61	85	59	141
5	104	74	257	78	137	93	115	85	121	83	194
10	119	84	315	91	161	142	160	98	155	108	235
20	134	94	372	103	185	227	199	108	183	129	267
50	153	106	445	119	215	323	243	119	215	153	304
<b>100</b>	<b>167</b>	<b>115</b>	<b>499</b>	<b>131</b>	<b>238</b>	<b>389</b>	<b>274</b>	<b>127</b>	<b>239</b>	<b>171</b>	<b>331</b>
200	181	124	554	143	261	455	305	135	262	188	357
500	200	137	626	158	291	540	345	145	292	210	392
1000	214	146	680	170	313	604	374	153	315	227	418
2000	228	155	734	182	336	668	404	161	337	243	444
5000	246	167	806	198	366	753	443	171	368	266	479
10000	260	176	860	210	389	820	473	179	389	281	505

**Tabla 3.42. Comparación entre los valores obtenidos con el análisis individual y el regional , para cada estación de la cuenca Almandro.**

Año	Factor	GUMBEL									
		7005		7125		7186		7192		7195	
		Media individual	85.179 regional	Media individual	61.524 regional	Media individual	183.611 regional	Media individual	61.804 regional	Media individual	105.76 regional
2	0.90	80.91	76.66	59.29	55.37	167.99	165.25	58.37	55.62	99.57	95.18
5	1.27	103.90	108.18	74.27	78.14	256.69	233.19	77.75	78.49	136.63	134.32
10	1.54	119.13	131.18	84.19	94.75	315.41	282.76	90.58	95.18	161.17	162.87
20	1.79	133.74	152.47	93.70	110.13	371.75	328.66	102.89	110.63	184.71	189.31
50	2.09	152.64	178.02	106.02	128.58	444.66	383.75	118.82	129.17	215.18	221.04
<b>100</b>	<b>2.31</b>	<b>166.81</b>	<b>196.76</b>	<b>115.25</b>	<b>142.12</b>	<b>499.30</b>	<b>424.14</b>	<b>130.76</b>	<b>142.77</b>	<b>238.01</b>	<b>244.31</b>
200	2.52	180.92	214.65	124.45	155.04	553.75	462.70	142.65	155.75	260.76	266.52
500	2.81	199.55	239.35	136.58	172.88	625.57	515.95	158.34	173.67	290.77	297.19
1000	3.02	213.62	257.24	145.75	185.80	679.86	554.50	170.20	186.65	313.45	319.40
2000	3.23	227.69	275.13	154.91	198.72	734.12	593.06	182.06	199.63	336.13	341.60
5000	3.52	246.29	299.83	167.03	216.56	805.84	646.31	197.73	217.55	366.09	372.28
10000	3.73	260.35	317.72	176.19	229.48	860.09	684.87	209.58	230.53	388.76	394.48

**Tabla 3.42 (continuación) .Comparación entre los valores obtenidos con el análisis individual y el regional, para cada estación de la cuenca Almandro.**

Año	Factor	DOBLE GUMBEL									
		7033		7122		7149		7160		7207	
		Media individual	82.007 regional	Media individual	92.598 regional	Media individual	66.030 regional	Media individual	95.916 regional	Media individual	66.353 regional
2	0.90	67.96	73.807	79.120	83.338	61.220	59.427	85.420	86.324	58.840	59.718
5	1.27	93.3	104.149	114.710	117.599	85.260	83.858	121.490	121.813	83.030	84.268
10	1.54	142.27	126.291	160.290	142.601	98.340	101.686	154.670	147.710	107.700	102.184
20	1.79	227.47	146.793	199.350	165.750	107.850	118.193	182.630	171.689	128.740	118.772
50	2.09	322.5	171.395	243.290	193.530	119.020	138.002	215.350	200.464	153.100	138.678
<b>100</b>	<b>2.31</b>	<b>389.48</b>	<b>189.437</b>	<b>274.430</b>	<b>213.901</b>	<b>127.080</b>	<b>152.529</b>	<b>238.840</b>	<b>221.565</b>	<b>170.500</b>	<b>153.275</b>
200	2.52	454.82	206.659	304.830	233.347	135.010	166.395	261.900	241.708	187.550	167.209
500	2.81	539.97	230.441	344.510	260.200	145.400	185.544	292.030	269.523	209.770	186.452
1000	3.02	604.13	247.662	374.390	279.646	153.260	199.410	314.760	289.666	226.530	200.386
2000	3.23	668.3	264.884	404.390	299.091	161.030	213.276	337.320	309.808	243.430	214.320
5000	3.52	753.2	288.666	443.150	325.945	171.460	232.425	367.980	337.624	265.780	233.562
10000	3.73	<b>820.33</b>	305.888	472.690	345.390	179.230	246.291	389.130	357.766	281.370	247.496

**Tabla 3.42 (continuación) .Comparación entre los valores obtenidos con el análisis individual y el regional, para cada estación de Almandro.**

Año	Tr	DOBLE GUMBEL	
		7390	
		Media Tr(individual)	153.083 Tr(regional)
2	0.90	140.870	137.774
5	1.27	194.370	194.415
10	1.54	234.840	235.747
20	1.79	266.660	274.018
50	2.09	303.940	319.943
<b>100</b>	<b>2.31</b>	<b>330.810</b>	<b>353.621</b>
200	2.52	357.210	385.768
500	2.81	391.790	430.162
1000	3.02	417.880	462.309
2000	3.23	444.280	494.457
5000	3.52	478.660	538.851
10000	3.73	504.860	570.998

### 3. Aplicación a las cuencas del río Grijalva

Se observa que las estaciones en donde el ajuste individual se hizo con la función Gumbel el valor regional es mayor que el individual, excepto para la estación 7186 donde se observa lo contrario, mientras que en las que se hizo con Doble Gumbel se observa que el valor individual es mayor en comparación con el regional, la estación 7149 muestra lo contrario. El caso extremo es el de la estación 7033 en la que el valor individual es muy grande en comparación con el regional.

Los valores regionales definen bien la cuenca de Almandro, existen valores para periodos grandes en la estacione 7033 que sería mejor tomar los valores individuales, como se puede observar en la figura 3.28, sin embargo la figura 3.29 muestra la comparación de los resultados de comparar el ajuste individual contra el regional, para la estación 7160, observando que el método de regionalización usado es confiable.

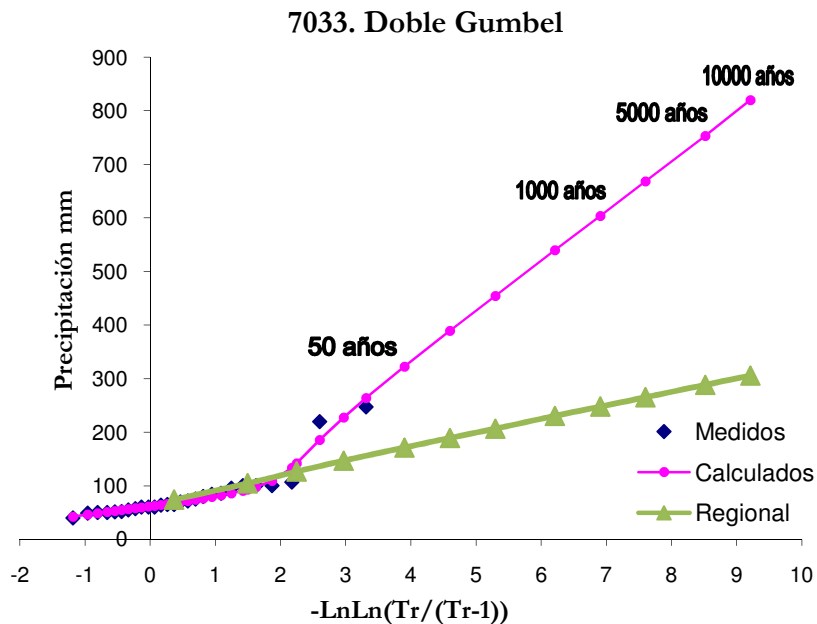


Figura 3.28. Estación 7033 cuenca Almandro gráfica regional.

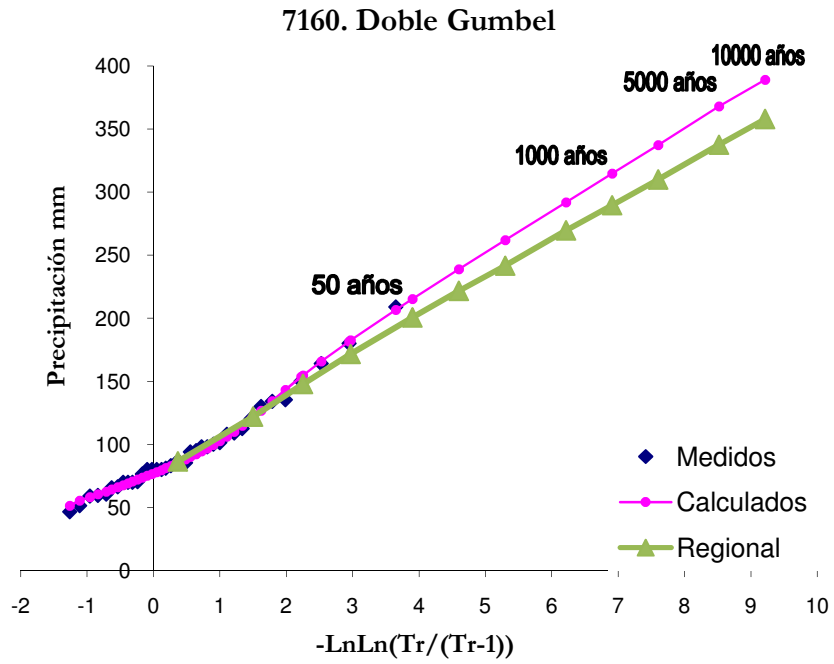


Figura 3.29. Estación 7160 cuenca Almandro gráfica regional.

### 3.4.2 Angostura

Los resultados se presentan en las tablas 3.43 y 3.44 para la regionalización de esta cuenca.

3. Aplicación a las cuencas del río Grijalva

**Tabla 3.43 Valores individuales de las precipitaciones máximas, en mm, para las estaciones de la cuenca Angostura.**

AÑO	GUMBEL																						
	7001	7002	7009	7010	7021	7070	7090	7094	7127	7135	7137	7150	7155	7159	7161	7180	7183	7190	7224	7226	7230	7236	7330
2	72	55	69	75	73	81	86	73	70	70	75	69	85	43	106	88	75	60	83	106	87	73	76
5	89	69	98	91	89	99	102	90	88	87	95	87	107	60	210	109	88	80	103	128	106	94	98
10	101	79	118	102	100	111	113	102	100	98	109	100	122	71	279	122	97	93	116	142	119	107	112
20	112	89	136	112	110	123	123	112	111	109	122	111	137	81	345	136	105	105	129	156	131	120	125
50	127	101	160	124	124	138	136	126	126	123	138	126	155	95	431	153	116	122	146	174	146	137	142
100	138	110	178	134	133	149	146	137	137	133	151	138	169	105	495	166	124	134	158	188	158	149	156
200	149	119	196	144	143	160	156	147	148	144	163	149	183	115	559	179	132	146	171	202	170	162	169
500	163	131	220	156	156	175	170	161	163	157	180	164	201	129	644	196	142	162	187	219	185	178	186
1000	174	140	238	166	166	186	179	172	174	168	192	175	215	139	707	209	150	174	200	233	197	191	199
2000	185	149	256	176	176	198	189	182	185	178	205	186	229	149	771	221	158	187	212	246	208	203	212
5000	199	160	279	188	189	212	203	196	199	191	221	201	247	162	855	238	168	203	228	264	224	220	229
10000	210	169	297	198	199	224	212	206	210	202	234	212	261	173	919	251	176	215	241	278	235	232	242

**Tabla 3.43.(continuación) Valores individuales de las precipitaciones máximas, en mm, para las estaciones de la cuenca Angostura.**

AÑO	DOBLE GUMBEL											
	7008	7011	7014	7024	7026	7037	7054	7063	7084	7139	7335	7344
2	92	68	83	84	86	90	95	92	110	70	81	75
5	116	90	109	115	114	130	124	111	151	92	103	115
10	147	114	139	144	153	186	166	131	187	117	131	242
20	181	133	195	167	182	293	238	163	217	139	173	320
50	220	154	275	194	216	427	324	209	252	165	226	403
100	249	170	331	214	239	522	385	243	277	183	264	461
200	276	185	387	233	262	614	445	276	302	201	300	519
500	312	204	459	258	292	735	522	319	334	224	348	593
1000	340	219	513	277	314	825	581	352	359	241	385	650
2000	367	234	567	296	337	917	639	384	383	258	421	706
5000	402	253	639	321	366	1034	716	426	416	281	469	779
10000	430	269	693	340	390	1129	776	461	441	298	505	837



**Tabla 3.44. Comparación entre los valores obtenidos con el análisis individual y el regional, para cada estación de la cuenca Angostura.**

Año	Factor	GUMBEL									
		7161		7001		7002		7009		7010	
		Media	125.367	Media	75.037	Media	57.480	Media	73.567	Media	78.124
		regional	individual	regional	individual	regional	individual	regional	individual	regional	individual
2	0.92	115.337	106	69.034	72	52.882	55	67.681	69	71.874	75
5	1.19	149.186	210	89.294	89	68.401	69	87.544	98	92.968	91
10	1.38	173.006	279	103.551	101	79.322	79	101.522	118	107.811	102
20	1.59	199.333	345	119.308	112	91.393	89	116.971	136	124.217	112
50	1.98	248.226	431	148.573	127	113.810	101	145.662	160	154.686	124
100	2.45	307.148	495	183.840	138	140.826	110	180.238	178	191.404	134
200	2.98	373.593	559	223.609	149	171.290	119	219.229	196	232.810	144
500	3.64	456.335	644	273.133	163	209.227	131	267.783	220	284.371	156
1000	4.12	516.511	707	309.151	174	236.818	140	303.095	238	321.871	166
2000	4.59	575.433	771	344.418	185	263.833	149	337.671	256	358.589	176
5000	5.21	653.160	855	390.941	199	299.471	160	383.282	279	407.026	188
10000	5.67	<b>710.829</b>	919	425.458	210	325.912	169	417.123	297	442.963	198

**Tabla 3.44 (continuación). Comparación entre los valores obtenidos con el análisis individual y el regional, para cada estación de la cuenca Angostura.**

Año	Factor	GUMBEL									
		7021		7070		7090		7094		7127	
		Media	76.360	Media	84.074	Media	88.743	Media	76.306	Media	73.208
		regional	individual	regional	individual	regional	individual	regional	individual	regional	individual
2	0.92	70.251	71	77.349	81	81.643	86	70.201	73	67.351	70
5	1.19	90.868	94	100.049	99	105.604	102	90.804	90	87.117	88
10	1.38	105.377	108	116.023	111	122.465	113	105.302	102	101.027	100
20	1.59	121.412	114	133.678	123	141.101	123	121.326	112	116.400	111
50	1.98	151.193	121	166.467	138	175.711	136	151.086	126	144.951	126
100	2.45	187.082	126	205.982	149	217.420	146	186.949	137	179.359	137
200	2.98	227.553	131	250.542	160	264.454	156	227.392	147	218.159	148
500	3.64	277.950	138	306.031	175	323.024	170	277.753	161	266.476	163
1000	4.12	314.603	143	346.387	186	365.621	179	314.380	172	301.616	174
2000	4.59	350.492	148	385.902	198	407.330	189	350.244	182	336.023	185
5000	5.21	397.836	155	438.028	212	462.350	203	397.554	196	381.412	199
10000	5.67	432.961	160	476.702	224	503.172	212	432.654	206	415.088	210

3. Aplicación a las cuencas del río Grijalva

**Tabla 3.44 (continuación). Comparación entre los valores obtenidos con el análisis individual y el regional, para cada estación de la cuenca Angostura.**

Año	Factor	GUMBEL									
		7135		7137		7150		7155		7159	
		Media regional	73.5395 individual	Media regional	78.3864 individual	Media regional	71.6739 individual	Media regional	88.8647 individual	Media regional	46.1000 individual
2	0.92	67.6563	70	72.1155	75	65.9400	69	81.7555	85	42.4120	43
5	1.19	87.5120	87	93.2798	95	85.2920	87	105.7490	107	54.8590	60
10	1.38	101.4845	98	108.1732	109	98.9100	100	122.6333	122	63.6180	71
20	1.59	116.9278	109	124.6343	122	113.9615	111	141.2949	137	73.2990	81
50	1.98	145.6082	123	155.2050	138	141.9143	126	175.9521	155	91.2780	95
100	2.45	180.1717	133	192.0466	151	175.6011	138	217.7185	169	112.9450	105
200	2.98	219.1476	144	233.5914	163	213.5883	149	264.8168	183	137.3780	115
500	3.64	267.6837	157	285.3264	180	260.8930	164	323.4675	201	167.8040	129
1000	4.12	302.9826	168	322.9518	192	295.2965	175	366.1226	215	189.9320	139
2000	4.59	337.5462	178	359.7934	205	328.9833	186	407.8890	229	211.5990	149
5000	5.21	383.1407	191	408.3930	221	373.4211	201	462.9851	247	240.1810	162
10000	5.67	416.9688	202	444.4507	234	406.3911	212	503.8629	261	261.3870	173

**Tabla 3.44 (continuación). Comparación entre los valores obtenidos con el análisis individual y el regional, para cada estación de la cuenca Angostura.**

Año	Factor	GUMBEL									
		7180		7183		7190		7224		7226	
		Media regional	91.432 individual	Media regional	77.729 individual	Media regional	63.352 individual	Media regional	86.341 individual	Media regional	109.897 individual
2	0.92	84.117	88	71.511	75	58.283	60	79.434	83	101.105	106
5	1.19	108.804	109	92.498	88	75.388	80	102.746	103	130.777	128
10	1.38	126.176	122	107.267	97	87.425	93	119.150	116	151.658	142
20	1.59	145.376	136	123.590	105	100.729	105	137.282	129	174.736	156
50	1.98	181.035	153	153.904	116	125.436	122	170.955	146	217.596	174
100	2.45	224.007	166	190.437	124	155.211	134	211.535	158	269.247	188
200	2.98	272.466	179	231.634	132	188.788	146	257.296	171	327.492	202
500	3.64	332.811	196	282.935	142	230.600	162	314.281	187	400.024	219
1000	4.12	376.698	209	320.245	150	261.009	174	355.725	200	452.775	233
2000	4.59	419.671	221	356.778	158	290.784	187	396.305	212	504.426	246
5000	5.21	476.359	238	404.970	168	330.062	203	449.836	228	572.562	264
10000	5.67	518.417	251	440.726	176	359.204	215	489.553	241	623.115	278

Tabla 3.44 (continuación). Comparación entre los valores obtenidos con el análisis individual y el regional, para cada estación de la cuenca Angostura.

Año	Factor	GUMBEL					
		7230		7236		7330	
		Media	90.335	Media	76.86	Media	80.259
		regional	individual	regional	individual	regional	individual
2	0.92	83.108	87	70.711	73	73.839	76
5	1.19	107.499	106	91.463	94	95.509	110
10	1.38	124.663	119	106.067	107	110.758	122
20	1.59	143.633	131	122.207	120	127.612	131
50	1.98	178.864	146	152.183	137	158.913	141
100	2.45	221.321	158	188.307	149	196.635	150
200	2.98	269.199	170	229.043	162	239.173	158
500	3.64	328.820	185	279.770	178	292.144	169
1000	4.12	372.181	197	316.663	191	330.668	177
2000	4.59	414.639	208	352.787	203	368.390	186
5000	5.21	470.647	224	400.441	220	418.151	198
10000	5.67	512.201	235	435.796	232	455.070	208

Tabla 3.44 (continuación). Comparación entre los valores obtenidos con el análisis individual y el regional, para cada estación de la cuenca Angostura

Año	Factor	DOBLE GUMBEL									
		7008		7011		7014		7024		7026	
		Media	100.669	Media	74.900	Media	93.100	Media	92.785	Media	96.492
		regional	individual	regional	individual	regional	individual	regional	individual	regional	individual
2	0.92	92.616	92	70.251	68	85.652	83	85.362	84	88.773	86
5	1.19	119.796	116	90.868	90	110.789	109	110.414	115	114.825	114
10	1.38	138.924	147	105.377	114	128.478	139	128.044	144	133.159	153
20	1.59	160.064	181	121.412	133	148.029	195	147.528	167	153.422	182
50	1.98	199.325	220	151.193	154	184.338	275	183.715	194	191.054	216
100	2.45	246.640	249	187.082	170	228.095	331	227.324	214	236.405	239
200	2.98	299.994	276	227.553	185	277.438	387	276.500	233	287.546	262
500	3.64	366.436	312	277.950	204	338.884	459	337.738	258	351.230	292
1000	4.12	414.757	340	314.603	219	383.572	513	382.275	277	397.547	314
2000	4.59	462.072	367	350.492	234	427.329	567	425.884	296	442.898	337
5000	5.21	524.487	402	397.836	253	485.051	639	483.411	321	502.723	366
10000	5.67	570.795	430	432.9612	269	527.877	693	526.092	340	547.109	390

3. Aplicación a las cuencas del río Grijalva

**Tabla 3.44 (continuación). Comparación entre los valores obtenidos con el análisis individual y el regional, para cada estación de la cuenca Angostura**

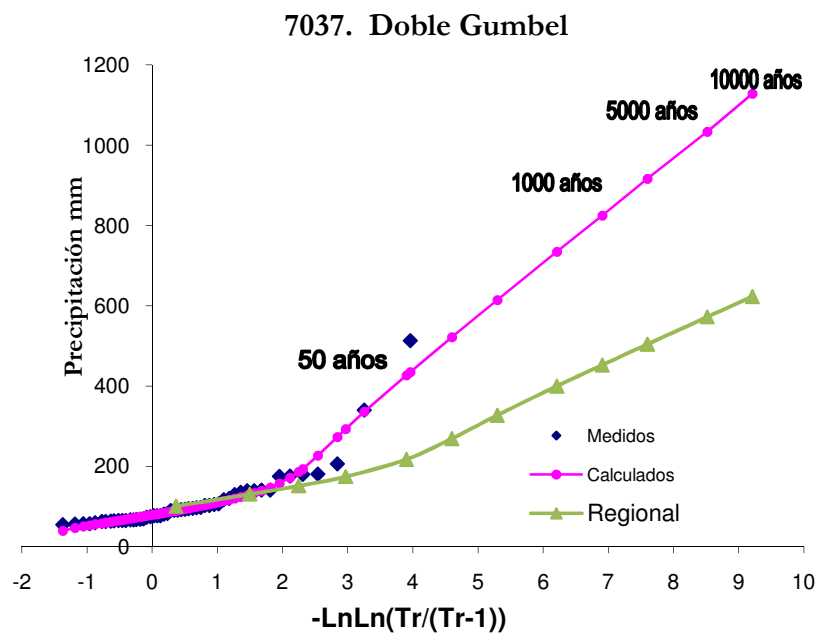
Año	Factor	DOBLE GUMBEL									
		7037		7054		7063		7084		7139	
		Media regional	109.877 individual	Media regional	108.806 individual	Media regional	98.114 individual	Media regional	120.950 individual	Media regional	77.797 individual
2	0.92	101.087	90	100.102	95	90.265	92	111.274	110	71.573	70
5	1.19	130.754	130	129.480	124	116.756	111	143.931	151	92.578	92
10	1.38	151.630	186	150.153	166	135.398	131	166.911	187	107.360	117
20	1.59	174.704	293	173.002	238	156.002	163	192.311	217	123.697	139
50	1.98	217.556	427	215.437	324	194.266	209	239.481	252	154.038	165
100	2.45	269.198	522	266.576	385	240.380	243	296.328	277	190.603	183
200	2.98	327.433	614	324.243	445	292.381	276	360.431	302	231.835	201
500	3.64	399.952	735	396.055	522	357.136	319	440.258	334	283.181	224
1000	4.12	452.693	825	448.282	581	404.231	352	498.314	359	320.524	241
2000	4.59	504.335	917	499.421	639	450.345	384	555.161	383	357.088	258
5000	5.21	572.459	1034	566.881	716	511.175	426	630.150	416	405.322	281
10000	5.67	<b>623.002</b>	1129	<b>616.932</b>	776	556.308	461	685.787	441	441.109	298

**Tabla 3.44 (continuación). Comparación entre los valores obtenidos con el análisis individual y el regional, para cada estación de la cuenca Angostura.**

Año	Factor	DOBLE GUMBEL			
		7335		7344	
		Media regional	89.056 individual	Media regional	100.8130435 individual
2	0.92	81.9315	81	92.7480	75
5	1.19	105.9766	103	119.9675	115
10	1.38	122.8973	131	139.1220	242
20	1.59	141.5990	173	160.2927	320
50	1.98	176.3309	226	199.6098	403
100	2.45	218.1872	264	246.9920	461
200	2.98	265.3869	300	300.4229	519
500	3.64	324.1638	348	366.9595	593
1000	4.12	366.9107	385	415.3497	650
2000	4.59	408.7670	421	462.7319	706
5000	5.21	463.9818	469	525.2360	779
10000	5.67	504.9475	505	571.6100	837

Se observa que las estaciones en donde el ajuste individual se hizo con la función Gumbel el valor regional es mayor que el individual, excepto en la estación 7161 donde se observa lo contrario, mientras que en las que se hizo con Doble Gumbel se observa que el valor individual es mayor en comparación con el regional, aunque la estación 7084 muestra lo contrario. El caso extremo es el de la estación 7037 en la que el valor individual es muy grande en comparación con el regional.

El resultado regional en la mayoría de las estaciones es parecido al individual, además de tener en cuenta que es un valor obtenido a partir del total de información que se tiene en la cuenca, por eso son los valores recomendados en este estudio. En el caso de la estación 7037 existen valores grandes para periodos grandes, la figura 3.30 muestra la gráfica regional de esta estación, es por ello que se recomienda tomar los valores individuales. Sin embargo al realizar la grafica individual de cualquier otra estación como lo muestra la figura 3.31, el análisis regional arroja muy buenos resultados para esta cuenca.



**Figura 3.30. Estación 7037 cuenca Angostura .**

3. Aplicación a las cuencas del río Grijalva

7335. Doble Gumbel

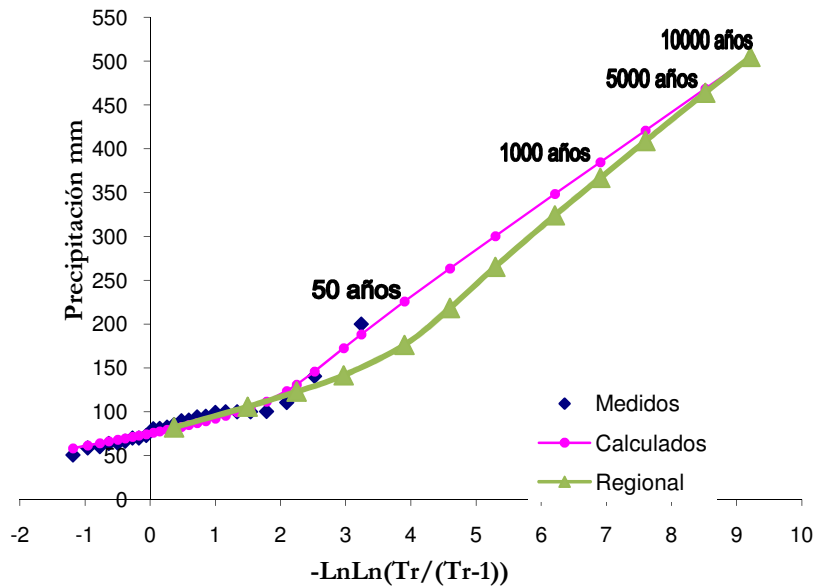


Figura 3.31. Estación 7335 cuenca Angostura .

Para la región del volcán Tacaná los resultados del análisis regional se presentan en las tablas 3.45 y 3.46.

Tabla 3.45. Valores individuales de las precipitaciones máximas, en mm, para las estaciones de la cuenca Angostura, región del volcán Tacaná.

Tr	DOBLE GUMBEL			
	7067	7350	7339	7119
2	43	41	55	37
5	77	58	82	55
10	150	80	133	87
20	190	120	314	162
50	234	170	520	251
100	264	206	666	313
200	294	240	808	373
500	333	285	994	452
1000	362	319	1132	511
2000	392	353	1272	571
5000	430	398	1456	649
10000	459	431	1602	710

**Tabla 3.46. Comparación entre los valores obtenidos con el análisis individual y el regional, para cada estación de la región del volcán Tacaná..**

Año	Factor	DOBLE GUMBEL							
		7067		7119		7339		7350	
		Media individual	60.46 regional	Media individual	49.46 regional	Media individual	73.93 regional	Media individual	47.70 regional
2	0.77	43	46.557	37	38.084	55	56.924	41	36.726
5	1.16	77	70.137	55	57.374	82	85.756	58	55.327
10	1.66	150	100.369	87	82.104	133	122.719	80	79.175
20	2.88	190	174.134	162	142.446	314	212.911	120	137.363
50	4.33	234	261.805	251	214.163	520	320.105	170	206.522
<b>100</b>	<b>5.29</b>	<b>264</b>	<b>319.850</b>	<b>313</b>	<b>261.645</b>	<b>666</b>	<b>391.075</b>	<b>206</b>	<b>252.310</b>
200	6.21	294	375.476	373	307.149	808	459.088	240	296.190
500	7.41	333	448.032	452	366.501	994	547.801	285	353.425
1000	8.3	362	501.844	511	410.521	1132	613.596	319	395.874
2000	9.2	392	556.261	571	455.035	1272	680.131	353	438.800
5000	10.38	430	627.608	649	513.398	1456	767.365	398	495.081
10000	11.23	459	679.001	710	555.440	1602	830.203	431	535.622

Se observa que los valores son similares entre sí, solo la estación 7339 el valor individual es más alto que el regional siendo este el caso extremo para esta región.

### 3.4.3 Chicoasén

Los resultados se presentan en las tablas 3.47 y 3.48 para la regionalización de la cuenca de Chicoasén.

3. Aplicación a las cuencas del río Grijalva

**Tabla 3.47. Valores individuales de las precipitaciones máximas, en mm, para las estaciones de la cuenca Chicoasén**

AÑO	Gumbel									Doble Gumbel									
	7031	7039	7040	7076	7087	7091	7176	7184	7202	7358	7003	7030	7036	7065	7083	7086	7175	7188	7372
2	55	68	68	50	59	72	65	74	69	92	77	57	60	62	58	79	72	58	69
5	74	90	85	62	74	86	80	91	85	121	106	81	80	82	85	96	90	82	98
10	86	104	95	70	83	96	90	102	97	139	134	92	99	88	118	106	116	97	135
20	97	118	105	78	93	105	100	112	107	157	165	99	122	96	170	117	155	108	202
50	113	136	119	88	105	117	112	126	121	180	203	108	152	109	239	130	201	121	288
100	124	149	129	95	114	126	122	136	132	198	230	114	174	119	287	140	233	130	348
200	135	163	138	103	123	135	131	146	142	215	257	120	196	130	335	150	264	139	408
500	150	180	151	113	135	147	143	159	155	238	292	129	225	144	397	163	305	150	485
1000	161	194	161	120	144	156	153	169	166	255	319	135	246	154	444	173	336	159	543
2000	173	207	171	128	153	165	162	179	176	272	345	142	267	165	490	183	367	168	601
5000	187	225	184	137	165	177	174	192	190	295	380	150	296	179	553	196	408	180	677
10000	199	238	194	145	174	186	184	202	200	312	408	157	317	190	599	206	437	188	737

**Tabla 3.48. Comparación entre los valores obtenidos con el análisis individual y el regional, para cada estación de la cuenca Chicoasén**

Año	Factor	GUMBEL									
		7031		7039		7040		7076		7087	
		Media regional	58.53 individual	Media regional	71.74 individual	Media regional	71.43 individual	Media regional	52.26 individual	Media regional	61.57 individual
2	0.94	55.02	55	67.43	68	67.14	68	49.13	50	57.88	59
5	1.23	71.99	74	88.24	90	87.86	85	64.29	62	75.73	74
10	1.41	82.53	86	101.15	104	100.71	95	73.69	70	86.82	83
20	1.59	93.06	97	114.06	118	113.57	105	83.10	78	97.90	93
50	1.82	106.53	113	130.56	136	130.00	119	95.12	88	112.06	105
100	2	117.06	124	143.47	149	142.86	129	104.53	95	123.14	114
200	2.17	127.01	135	155.67	163	155.00	138	113.41	103	133.61	123
500	2.4	140.48	150	172.17	180	171.43	151	125.44	113	147.77	135
1000	2.57	150.43	161	184.36	194	183.57	161	134.32	120	158.24	144
2000	2.75	160.96	173	197.28	207	196.43	171	143.73	128	169.32	153
5000	2.98	174.42	187	213.78	225	212.86	184	155.75	137	183.48	165
10000	3.15	184.37	199	225.97	238	225.00	194	164.63	145	193.95	174



**Tabla 3.48.(continuación) Comparación entre los valores obtenidos con el análisis individual y el regional, para cada estación de la cuenca Chicoasén**

Año	Factor	GUMBEL							
		7091		7176		7184		7202	
		Media regional	74.32 individual	Media regional	67.93 individual	Media regional	77.44 individual	Media regional	71.70 individual
2	0.94	69.86	72	63.86	65	72.79	74	67.40	68.6
5	1.23	91.41	86	83.56	80	95.25	91	88.19	85.4
10	1.41	104.79	96	95.79	90	109.19	102	101.10	96.6
20	1.59	118.17	105	108.01	100	123.13	112	114.01	107.3
50	1.82	135.26	117	123.64	112	140.94	126	130.50	121.1
<b>100</b>	<b>2</b>	<b>148.64</b>	<b>126</b>	<b>135.87</b>	<b>122</b>	<b>154.88</b>	<b>136</b>	<b>143.40</b>	<b>131.5</b>
200	2.17	161.28	135	147.42	131	168.04	146	155.59	141.8
500	2.4	178.37	147	163.04	143	185.85	159	172.08	155.5
1000	2.57	191.00	156	174.59	153	199.01	169	184.27	165.8
2000	2.75	204.38	165	186.82	162	212.95	179	197.18	176.1
5000	2.98	221.48	177	202.44	174	230.76	192	213.67	189.7
10000	3.15	234.11	186	213.99	184	243.93	202	225.86	200.0

**Tabla 3.48.(continuación) Comparación entre los valores obtenidos con el análisis individual y el regional, para cada estación de la cuenca Chicoasén**

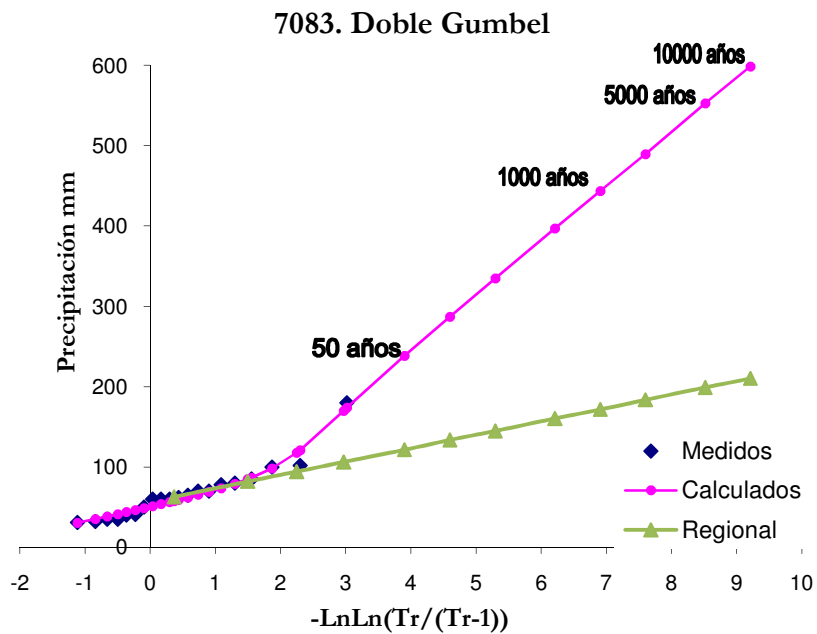
Año	Factor	DOBLE GUMBEL									
		7083		7372		7003		7030		7036	
		Media regional	66.80 individual	Media regional	81.21 individual	Media regional	85.76 individual	Media regional	61.75 individual	Media regional	65.16 individual
2	0.94	62.79	58	76.34	69	80.62	77	58.05	57	61.25	60
5	1.23	82.16	85	99.89	98	105.49	106	75.95	81	80.15	80
10	1.41	94.19	118	114.51	135	120.92	134	87.07	92	91.88	99
20	1.59	106.21	170	129.12	202	136.36	165	98.18	99	103.61	122
50	1.82	121.58	239	147.80	288	156.09	203	112.39	108	118.60	152
<b>100</b>	<b>2</b>	<b>133.60</b>	<b>287</b>	<b>162.42</b>	<b>348</b>	<b>171.52</b>	<b>230</b>	<b>123.50</b>	<b>114</b>	<b>130.32</b>	<b>174</b>
200	2.17	144.96	335	176.23	408	186.10	257	134.00	120	141.40	196
500	2.4	160.32	397	194.91	485	205.83	292	148.20	129	156.39	225
1000	2.57	171.68	444	208.71	543	220.41	319	158.70	135	167.47	246
2000	2.75	183.70	490	223.33	601	235.85	345	169.81	142	179.20	267
5000	2.98	199.06	553	242.01	677	255.57	380	184.02	150	194.18	296
10000	3.15	210.42	<b>599</b>	255.81	<b>737</b>	270.15	<b>408</b>	194.51	157	205.26	317

3. Aplicación a las cuencas del río Grijalva

**Tabla 3.48.(continuación) Comparación entre los valores obtenidos con el análisis individual y el regional, para cada estación de la cuenca Chicoasén**

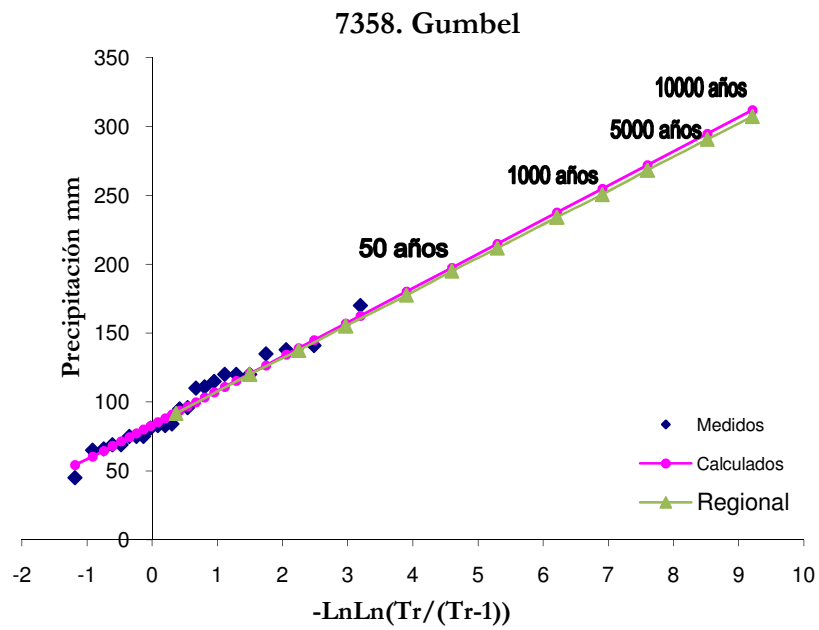
Año	Factor	DOBLE GUMBEL									
		7065		7086		7175		7188		7358	
		Media regional	63.82 individual	Media regional	82.46 individual	Media regional	79.95 individual	Media regional	63.81 individual	Media regional	97.54 individual
2	0.94	59.99	62	77.51	79	75.15	72	59.98	58	91.69	92
5	1.23	78.49	82	101.43	96	98.34	90	78.49	82	119.98	121
10	1.41	89.98	88	116.27	106	112.73	116	89.97	97	137.53	139
20	1.59	101.47	96	131.11	117	127.12	155	101.46	108	155.09	157
50	1.82	116.14	109	150.08	130	145.51	201	116.14	121	177.53	180
<b>100</b>	<b>2</b>	<b>127.63</b>	<b>119</b>	<b>164.92</b>	<b>140</b>	<b>159.90</b>	<b>233</b>	<b>127.62</b>	<b>130</b>	<b>195.08</b>	<b>198</b>
200	2.17	138.48	130	178.94	150	173.49	264	138.47	139	211.67	215
500	2.4	153.16	144	197.90	163	191.88	305	153.15	150	234.10	238
1000	2.57	164.01	154	211.92	173	205.47	336	163.99	159	250.68	255
2000	2.75	175.49	165	226.76	183	219.87	367	175.48	168	268.24	272
5000	2.98	190.17	179	245.73	196	238.25	408	190.16	180	290.67	295
10000	3.15	201.02	190	259.75	206	251.85	437	201.00	188	307.26	312

En las tablas anteriores se observa que las estaciones en donde el ajuste individual se hizo con la función Gumbel el valor regional es mayor que el individual excepto para las estaciones 7031 y 7039 donde se observa lo contrario, mientras que en las que se hizo con Doble Gumbel se observa que el valor individual es mayor en comparación con el regional; las estaciones 7065 y 7086 muestran lo contrario. Para las estaciones 7083, 7003 y 7372 se presenta que el valor individual es muy grande en comparación con el regional, la figura 3.32 muestra esta situación para la estación 7083, en estas estaciones se recomienda tomar los valores individuales, ya que comparados con los regionales son muy diferentes, pero en general se puede decir que los valores regionales son buenos para las demás estaciones, la figura 3.33 muestra la curva regional para la estación 7358.



**Figura 3.32. Estación 7083 regional cuenca Chicoasén.**

### 3. Aplicación a las cuencas del río Grijalva



**Figura 3.33. Estación 7358 regional cuenca Chicoasén**

#### 3.4.4 Malpaso

Los resultados se presentan en las tablas 3.49 y 3.50 para la regionalización de la cuenca de Malpaso.

**Tabla 3.49. Valores individuales de las precipitaciones máximas, en mm, para las estaciones de la cuenca Malpaso.**

Año	GUMBEL															DOBLE GUMBEL	
	7015	7016	7027	7035	7069	7093	7100	7102	7123	7142	7178	7238	7343	7355	7363	7050	7156
2	60	64	61	67	67	78	63	75	67	76	135	57	56	64	95	79	90
5	91	78	95	85	86	97	89	96	87	93	192	75	82	85	132	106	119
10	111	87	118	96	99	109	106	110	100	104	231	88	99	99	156	136	148
20	131	96	139	107	111	121	122	124	113	115	267	100	116	113	179	174	186
50	156	108	167	121	128	137	143	141	129	130	315	115	137	130	209	225	240
100	175	117	188	132	140	149	158	154	141	140	350	127	153	143	232	262	279
200	194	126	209	143	151	160	174	167	154	151	386	138	169	156	254	298	317
500	219	137	237	157	167	176	195	184	170	165	433	153	190	174	284	345	367
1000	237	146	257	167	179	187	210	196	182	175	468	165	206	187	306	380	405
2000	256	155	278	178	191	199	226	209	195	186	503	176	222	200	328	415	442
5000	281	166	306	192	207	214	246	226	211	200	550	192	242	217	358	462	492
10000	300	175	326	202	219	226	262	239	223	210	585	203	258	230	380	495	529

**Tabla 3.50. Comparación entre los valores obtenidos con el análisis individual y el regional, para cada estación de la cuenca Malpaso.**

Año	Factor	GUMBEL									
		7015		7016		7027		7035		7069	
		Media individual	66.16 regional	Media individual	66.33 regional	Media individual	67.41 regional	Media individual	70.87 regional	Media individual	70.27 regional
2	0.93	60	61.53	64	61.69	61	62.69	67.47	65.91	66.65	65.35
5	1.27	91	84.02	78	84.24	95	85.61	84.73	90.00	86.16	89.24
10	1.49	111	98.58	87	98.83	118	100.45	96.16	105.59	99.07	104.70
20	1.71	131	113.13	96	113.43	139	115.28	107.12	121.18	111.46	120.16
50	1.99	156	131.66	108	132.00	167	134.15	121.31	141.02	127.5	139.84
<b>100</b>	<b>2.2</b>	<b>175</b>	<b>145.55</b>	<b>117</b>	<b>145.93</b>	<b>188</b>	<b>148.31</b>	<b>131.94</b>	<b>155.90</b>	<b>139.52</b>	<b>154.59</b>
200	2.41	194	159.44	126	159.86	209	162.47	142.53	170.79	151.49	169.35
500	2.68	219	177.31	137	177.77	237	180.67	156.51	189.92	167.29	188.32
1000	2.89	237	191.20	146	191.70	257	194.82	167.07	204.80	179.23	203.08
2000	3.1	256	205.09	155	205.63	278	208.98	177.63	219.68	191.17	217.84
5000	3.37	281	222.95	166	223.54	306	227.18	191.59	238.82	206.94	236.81
10000	3.58	300	236.85	175	237.47	326	241.34	202.14	253.70	218.88	251.57

3. Aplicación a las cuencas del río Grijalva

**Tabla 3.50.(continuación) Comparación entre los valores obtenidos con el análisis individual y el regional, para cada estación de la cuenca Malpaso.**

Año	Factor	GUMBEL									
		7093		7100		7102		7123		7142	
		Media individual	Media regional	Media individual	Media regional	Media individual	Media regional	Media individual	Media regional	Media individual	Media regional
2	0.93	77.59	81.12	63.29	68.02	75.4	78.87	66.55	70.28	75.84	79.16
5	1.27	96.6	103.02	88.74	86.38	96.36	100.17	86.61	89.26	93.06	100.54
10	1.49	109.18	120.87	105.59	101.35	110.24	117.52	99.9	104.72	104.46	117.95
20	1.71	121.26	138.71	121.75	116.31	123.56	134.87	112.64	120.18	115.4	135.37
50	1.99	136.88	161.43	142.67	135.36	140.79	156.95	129.13	139.86	129.56	157.53
<b>100</b>	<b>2.2</b>	<b>148.6</b>	<b>178.46</b>	<b>158.35</b>	<b>149.64</b>	<b>153.71</b>	<b>173.52</b>	<b>141.49</b>	<b>154.62</b>	<b>140.16</b>	<b>174.16</b>
200	2.41	160.26	195.50	173.97	163.92	166.57	190.08	153.8	169.38	150.73	190.78
500	2.68	175.66	217.40	194.57	182.29	183.55	211.37	170.05	188.35	164.68	212.16
1000	2.89	187.29	234.43	210.15	196.57	196.38	227.94	182.33	203.11	175.22	228.78
2000	3.1	198.92	251.47	225.72	210.86	209.21	244.50	194.6	217.87	185.75	245.41
5000	3.37	214.29	273.37	246.29	229.22	226.16	265.79	210.82	236.85	199.68	266.78
10000	3.58	225.92	290.40	261.86	243.51	238.98	282.36	223.09	251.61	210.21	283.40

**Tabla 3.50.(continuación) Comparación entre los valores obtenidos con el análisis individual y el regional, para cada estación de la cuenca Malpaso.**

Año	Factor	GUMBEL									
		7148		7178		7238		7343		7355	
		Media individual	Media regional	Media individual	Media regional	Media individual	Media regional	Media individual	Media regional	Media individual	Media regional
2	0.93	85.55	92.41	134.66	145.69	56.71	60.20	56.49	60.04	64.07	67.41
5	1.27	122.51	117.37	192.44	185.03	75.47	76.45	82.36	76.25	85.32	85.61
10	1.49	146.98	137.70	230.69	217.08	87.89	89.70	99.48	89.46	99.39	100.44
20	1.71	170.46	158.03	267.38	249.14	99.8	102.94	115.91	102.67	112.89	115.27
50	1.99	200.85	183.90	314.88	289.93	115.22	119.80	137.17	119.48	130.36	134.14
<b>100</b>	<b>2.2</b>	<b>223.62</b>	<b>203.31</b>	<b>350.47</b>	<b>320.53</b>	<b>126.77</b>	<b>132.44</b>	<b>153.1</b>	<b>132.09</b>	<b>143.45</b>	<b>148.30</b>
200	2.41	246.3	222.72	385.93	351.12	138.28	145.08	168.98	144.70	156.49	162.45
500	2.68	276.24	247.67	432.71	390.46	153.47	161.34	189.92	160.91	173.7	180.65
1000	2.89	298.86	267.08	468.07	421.06	164.95	173.98	205.75	173.52	186.71	194.81
2000	3.1	321.47	286.48	503.42	451.65	176.42	186.62	221.57	186.13	199.71	208.96
5000	3.37	351.36	311.44	550.13	490.99	191.58	202.87	242.48	202.34	216.89	227.16
10000	3.58	373.97	330.84	585.47	521.58	203.06	215.52	258.3	214.95	229.89	241.32

**Tabla 3.50.(continuación) Comparación entre los valores obtenidos con el análisis individual y el regional, para cada estación de la cuenca Malpaso**

Año	Factor	GUMBEL		DOBLE GUMBEL			
		7363		7050		7156	
		Media individual	<b>101.91</b> regional	Media individual	<b>88.09</b> regional	Media individual	<b>99.04</b> regional
2	0.93	95.12	94.77	78.92	81.92	90.24	92.11
5	1.27	131.65	129.42	106.3	111.87	118.96	125.78
10	1.49	155.84	151.84	135.55	131.25	147.8	147.57
20	1.71	179.04	174.26	174.06	150.63	186.17	169.36
50	1.99	209.08	202.79	224.94	175.30	239.55	197.09
<b>100</b>	<b>2.2</b>	<b>231.58</b>	<b>224.19</b>	<b>261.69</b>	<b>193.80</b>	<b>278.64</b>	<b>217.89</b>
200	2.41	254.01	245.59	297.66	212.30	316.88	238.68
500	2.68	283.59	273.11	344.58	236.08	366.96	265.42
1000	2.89	305.95	294.51	379.94	254.58	404.7	286.22
2000	3.1	328.3	315.91	414.75	273.08	441.86	307.02
5000	3.37	357.84	343.42	461.53	296.86	491.8	333.76
10000	3.58	380.18	364.82	495.26	315.36	528.95	354.56

### 3. Aplicación a las cuencas del río Grijalva

Se observa que en algunas estaciones en donde el ajuste individual se hizo con la función Gumbel el valor regional es mayor que el individual tal como se muestra en los resultados de las estaciones 7016 ,7035 y 7069; en las que se hizo con Doble Gumbel se observa que el valor individual es mayor en comparación con el regional. Se recomienda tener cuidado con las estaciones 7050 y 7156 sobre todo para periodos de retorno grandes, debido a que el resultado individual para estas estaciones difiere del regional, como lo muestra la figura 3.34. Para las demás estaciones el análisis regional da muy buenos resultados tal como lo muestra la figura 3.35.

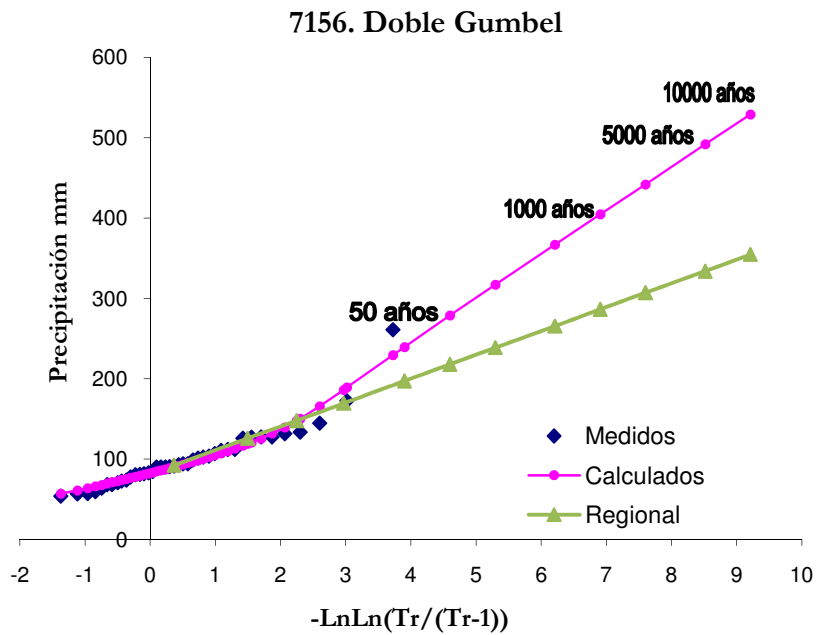


Figura 3.34. Estación 7156 regional cuenca Malpaso



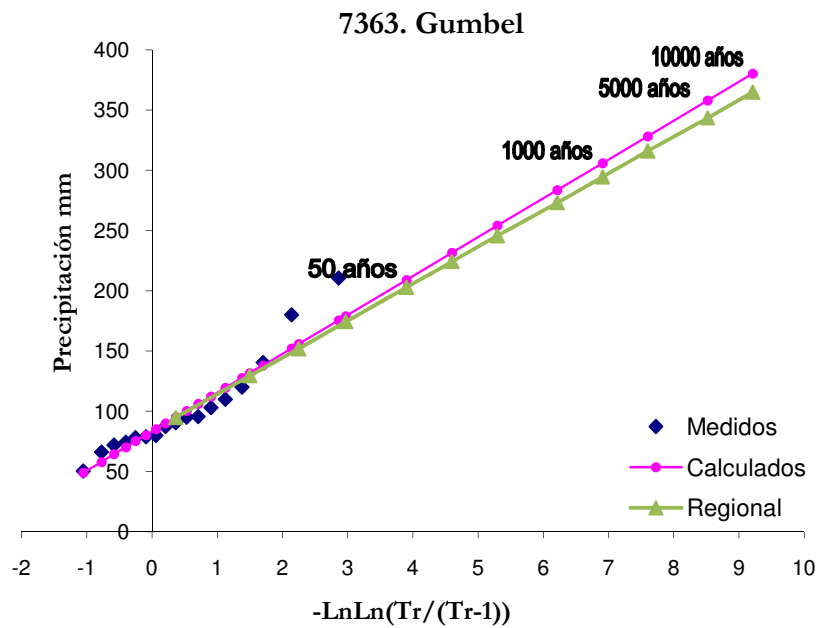


Figura 3.35. Estación 7363 regional cuenca Malpaso

### 3.4.5 Peñitas

Los resultados del análisis regional para la cuenca de peñitas de se presentan en las tablas 3.51 y 3.52.

Tabla 3.51. Valores individuales de las precipitaciones máximas, en mm, para las estaciones de la cuenca Peñitas.

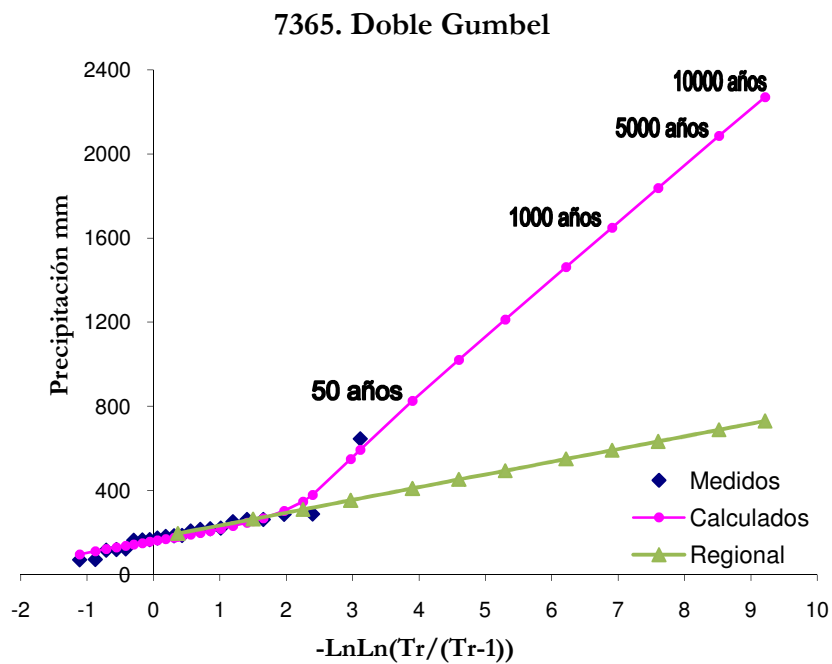
AÑO	GUMBEL			DOBLE GUMBEL	
	7106	7158	7170	7365	7112
2	159	188	134	179	104
5	201	253	174	254	145
10	228	324	201	347	188
20	255	392	227	548	226
50	289	473	261	825	270
100	315	531	286	1021	301
200	340	588	311	1213	332
500	374	662	344	1462	372
1000	399	718	369	1649	402
2000	425	773	393	1838	433
5000	459	846	426	2086	473
10000	484	905	451	2271	503

3. Aplicación a las cuencas del río Grijalva

**Tabla 3.52. Comparación entre los valores obtenidos con el análisis individual y el regional, para cada estación de la cuenca Peñitas.**

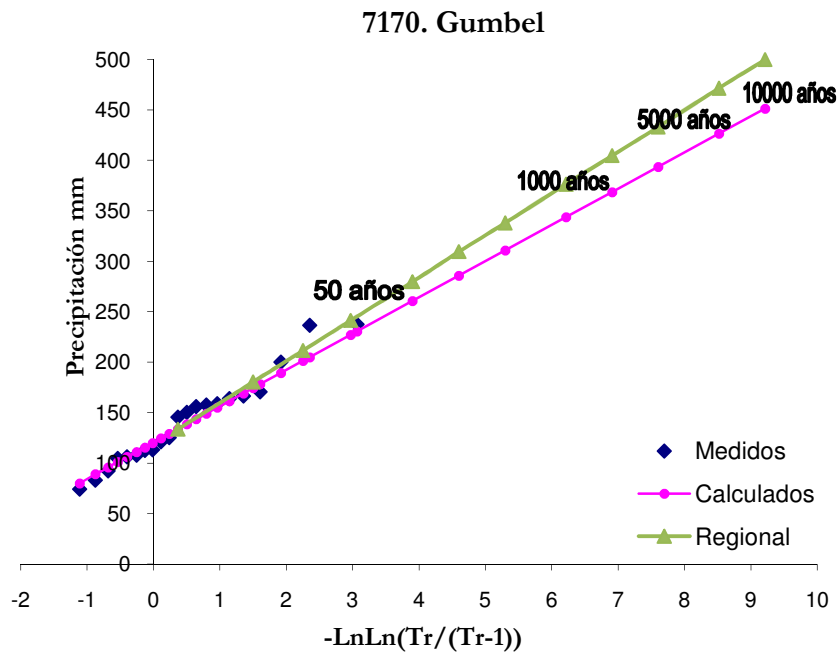
Año	Factor	GUMBEL						DOBLE GUMBEL			
		7106		7158		7170		7112		7365	
		Media individual	<b>166.59</b> regional	Media individual	<b>207.37</b> regional	Media individual	<b>141.98</b> regional	Media individual	<b>117.17</b> regional	Media individual	<b>207.25</b> regional
2	0.94	159.09	156.59	188.21	194.93	133.5	133.46	103.81	110.14	178.54	194.82
5	1.27	200.73	211.56	253.01	263.36	174.22	180.31	145.28	148.81	253.59	263.21
10	1.49	228.31	248.21	323.62	308.98	201.19	211.54	187.96	174.59	347.12	308.80
20	1.7	254.76	283.20	392.4	352.53	227.05	241.36	225.69	199.20	548.49	352.33
50	1.97	289	328.17	473.44	408.52	260.53	279.69	269.65	230.83	825.39	408.28
<b>100</b>	<b>2.18</b>	<b>314.65</b>	<b>363.16</b>	<b>531.39</b>	<b>452.07</b>	<b>285.62</b>	<b>309.51</b>	<b>301.07</b>	<b>255.44</b>	<b>1021.32</b>	<b>451.81</b>
200	2.38	340.22	396.47	588	493.54	310.61	337.90	331.88	278.87	1212.56	493.26
500	2.65	373.94	441.45	662.08	549.53	343.59	376.24	372.09	310.51	1462.02	549.21
1000	2.85	399.43	474.77	717.93	591.00	368.52	404.63	402.34	333.95	1649.47	590.66
2000	3.05	424.91	508.09	773.13	632.48	393.43	433.03	432.83	357.38	1838.37	632.11
5000	3.32	458.58	553.06	846.45	688.47	426.36	471.36	473.16	389.02	2086.39	688.07
10000	3.52	484.06	586.38	905.11	729.94	451.27	499.76	503.18	412.45	2270.96	<b>729.52</b>

En los resultados podemos ver que las estaciones en donde el ajuste individual se hizo con la función Gumbel el valor regional es mayor que el individual excepto para la estación 7158 donde se observa lo contrario, mientras que en las que se hizo con Doble Gumbel se observa que el valor individual es mayor en comparación con el regional. El caso extremo es el de la estación 7365 en la que el valor individual es muy grande en comparación con el regional, como se muestra en la figura 3.36, para las demás estaciones los resultados del proceso de regionalizar son los esperados, la figura 3.37 muestra la gráfica regional para la estación.



**Figura 3.36. Estación 7365 regional cuenca Peñitas.**

### 3. Aplicación a las cuencas del río Grijalva



**Figura 3.37. Estación 7170 regional cuenca Peñitas.**

#### 3.4.6 Pichucalco

Los resultados del análisis regional para la cuenca de Pichucalco se presentan en las tablas 3.53 y 3.54.

**Tabla 3.53. Valores individuales de las precipitaciones máximas, en mm, para las estaciones de la cuenca Pichucalco.**

Año	Gumbel				DG
	7082	7128	7147	7193	7062
2	110	169	169	217	51
5	136	224	218	256	73
10	152	260	250	282	89
20	169	295	281	306	104
50	190	340	321	338	121
100	206	373	352	362	134
200	221	407	382	386	147
500	242	451	421	418	164
1000	258	484	451	441	176
2000	273	518	481	465	189
5000	294	562	521	497	206
10000	310	595	551	520	218

Tabla 3.54. Comparación entre los valores obtenidos con el análisis individual y el regional, para cada estación de la cuenca Pichucalco.

Año	Factor	GUMBEL								DOBLE GUMBEL	
		7082		7128		7147		7193		7062	
		Media individual	114.64 regional	Media individual	178.07 regional	Media individual	177.68 regional	Media individual	222.97 regional	Media individual	55.99 regional
2	0.95	109.88	108.91	169.1	169.16	168.58	168.80	217.11	211.82	51.02	53.19
5	1.24	135.51	142.15	223.74	220.80	217.58	220.33	255.98	276.49	72.7	69.42
10	1.43	152.48	163.94	259.92	254.64	250.02	254.09	281.71	318.85	89.19	80.06
20	1.61	168.75	184.57	294.62	286.69	281.14	286.07	306.4	358.99	103.75	90.14
50	1.85	189.82	212.08	339.55	329.42	321.42	328.71	338.35	412.50	121.43	103.57
<b>100</b>	<b>2.02</b>	<b>205.61</b>	<b>231.57</b>	<b>373.21</b>	<b>359.70</b>	<b>351.6</b>	<b>358.92</b>	<b>362.29</b>	<b>450.40</b>	<b>134.32</b>	<b>113.09</b>
200	2.2	221.34	252.21	406.75	391.75	381.68	390.90	386.15	490.54	147.05	123.17
500	2.43	242.09	278.58	451	432.70	421.36	431.77	417.62	541.82	163.81	136.05
1000	2.61	257.78	299.21	484.44	464.76	451.34	463.75	441.41	581.96	176.39	146.12
2000	2.79	273.46	319.85	517.87	496.81	481.32	495.73	465.19	622.09	188.96	156.20
5000	3.02	294.18	346.21	562.05	537.76	520.94	536.60	496.62	673.38	206.06	169.08
10000	3.2	309.85	366.85	595.47	569.82	550.91	568.58	520.39	<b>713.51</b>	<b>217.78</b>	179.16

### 3. Aplicación a las cuencas del río Grijalva

Se puede observar en los resultados que las estaciones en donde el ajuste individual se hizo con la función Gumbel el valor regional es mayor que el individual excepto para la estación 7128 donde se observa lo contrario, mientras que en la estación que se hizo con Doble Gumbel se puede ver que el valor individual es mayor en comparación con el regional.

El caso extremo para esta cuenca es la es el de la estación 7193 en la que el valor regional es muy grande en comparación con el individual, como se muestra en la figura 3.38. Para las demás estaciones los resultados del proceso de regionalizar son los esperados, la figura 3.39 muestra la gráfica regional para la estación 7147.

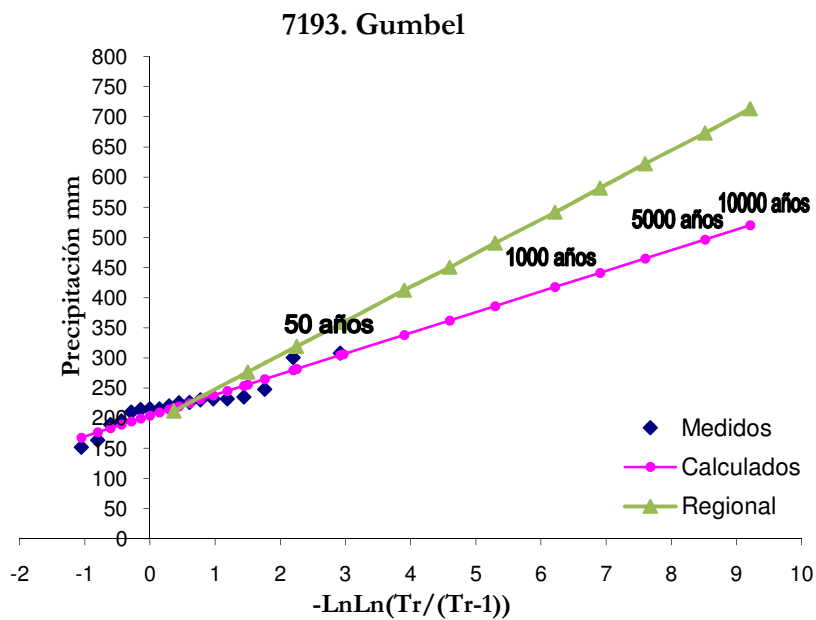


Figura 3.38. Estación 7093 regional cuenca Pichucalco

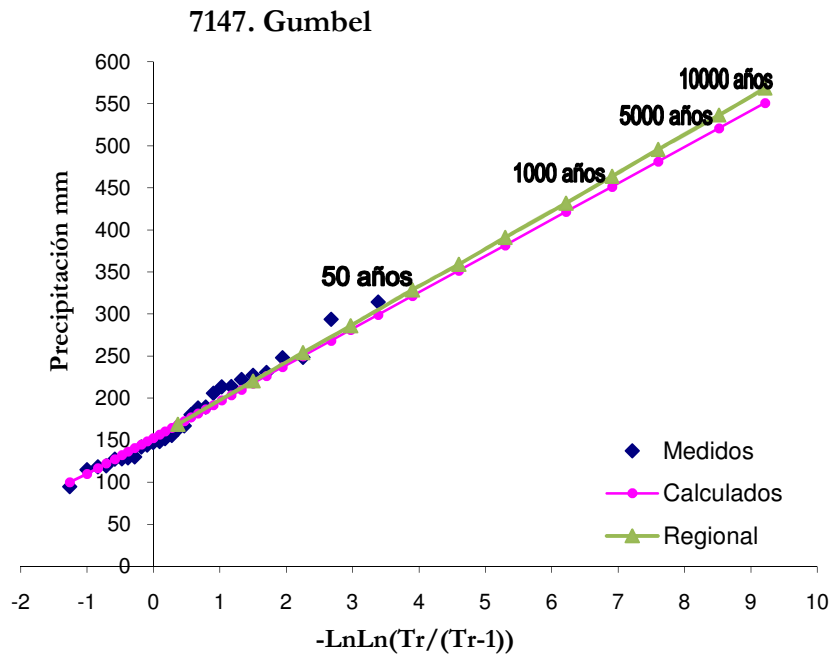


Figura 3.39. Estación 7147 regional cuenca Pichucalco

### 3.4.7 Teapa

Los resultados del análisis regional para la cuenca de Teapa se presentan en las tablas 3.55 y 3.56.

Tabla 3.55. Valores individuales de las precipitaciones máximas, en mm, para las estaciones de la cuenca Teapa.

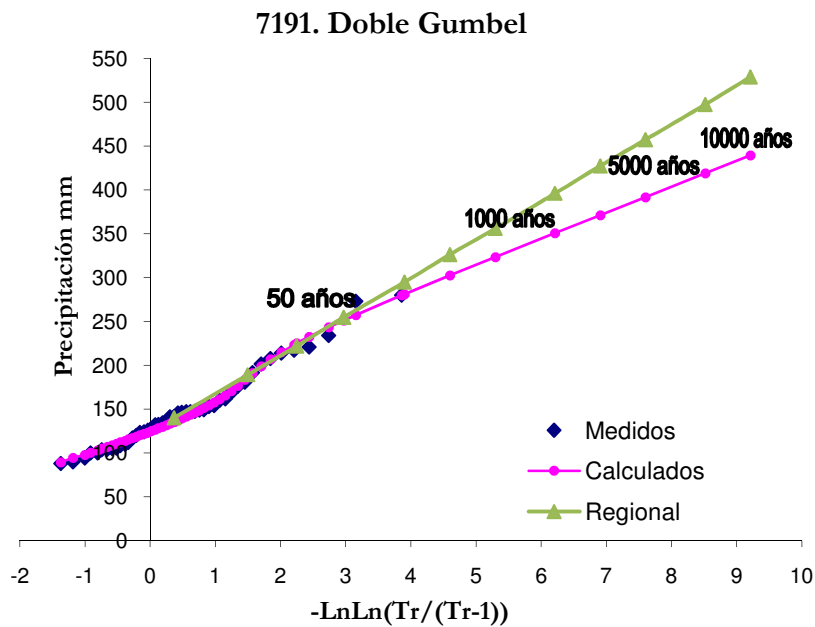
AÑO	GUMBEL	DOBLE GUMBEL	
	7217	7167	7191
2	241	123	135
5	300	202	187
10	339	275	225
20	376	326	251
50	425	383	281
100	461	423	302
200	497	463	323
500	545	514	351
1000	581	553	371
2000	617	592	392
5000	664	643	419
10000	700	685	440

3. Aplicación a las cuencas del río Grijalva

**Tabla 3.56 Comparación entre los valores obtenidos con el análisis individual y el regional, para cada estación de la cuenca Teapa.**

Año	Factor	GUMBEL		DOBLE GUMBEL			
		7217		7167		7191	
		Media individual	250.41 regional	Media individual	146.16 regional	Media individual	148.97 regional
2	0.94	241.24	235.38	122.91	137.39	135.43	140.03
5	1.27	300.08	318.02	201.91	185.63	186.6	189.19
10	1.49	339.03	373.10	275.39	217.79	225.12	221.96
20	1.71	376.4	428.19	325.7	249.94	251.27	254.74
50	1.98	424.77	495.80	382.5	289.41	281.11	294.96
<b>100</b>	<b>2.19</b>	<b>461.01</b>	<b>548.39</b>	<b>422.96</b>	<b>320.10</b>	<b>302.44</b>	<b>326.24</b>
200	2.39	497.13	598.47	462.63	349.33	323.34	356.03
500	2.66	544.77	666.08	514.34	388.80	350.72	396.26
1000	2.87	580.78	718.66	553.4	419.49	371.29	427.54
2000	3.07	616.77	768.75	592.46	448.73	391.71	457.33
5000	3.34	664.35	836.36	643.33	488.19	418.93	497.55
10000	3.55	700.33	888.94	684.52	518.88	439.67	528.84

Se observa que la estación en donde el ajuste individual se hizo con la función Gumbel el valor regional es mayor que el individual y en las que se hizo con Doble Gumbel se observa que el valor individual es mayor en comparación con el regional para la estación 7167 mientras que en la 7191 sucede lo contrario. Los valores regionales dan muy buenos resultados y son los que se recomiendan para esta cuenca. La figura 3.40 muestra un ejemplo de la gráfica regional para la estación 7191 localizada dentro de la cuenca Teapa.



**Figura 3.40. Estación 7191 regional cuenca Teapa.**



### 3.4.8 Resumen de resultados

Como resumen de los resultados se presentan las figuras 3.41 y 3.42, en las que se muestran las precipitaciones, en mm, calculadas para un periodo de retorno de 100 años. En la primera se observan los resultados individuales y en la segunda el resultado regional; de esta manera se puede hacer un comparativo del análisis realizado a los valores registrados en las estaciones climatológicas localizadas en las cuencas del río Grijalva.

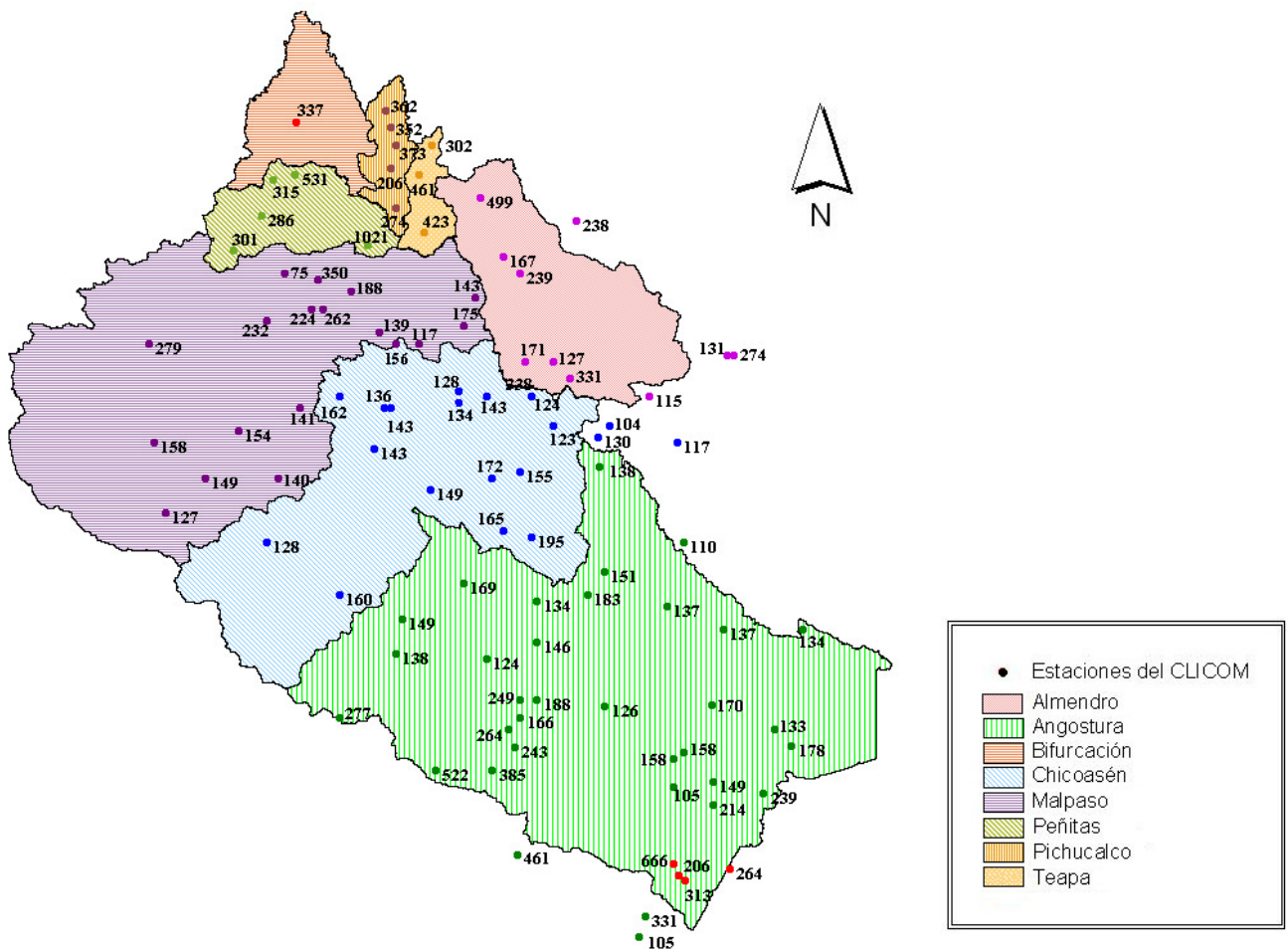
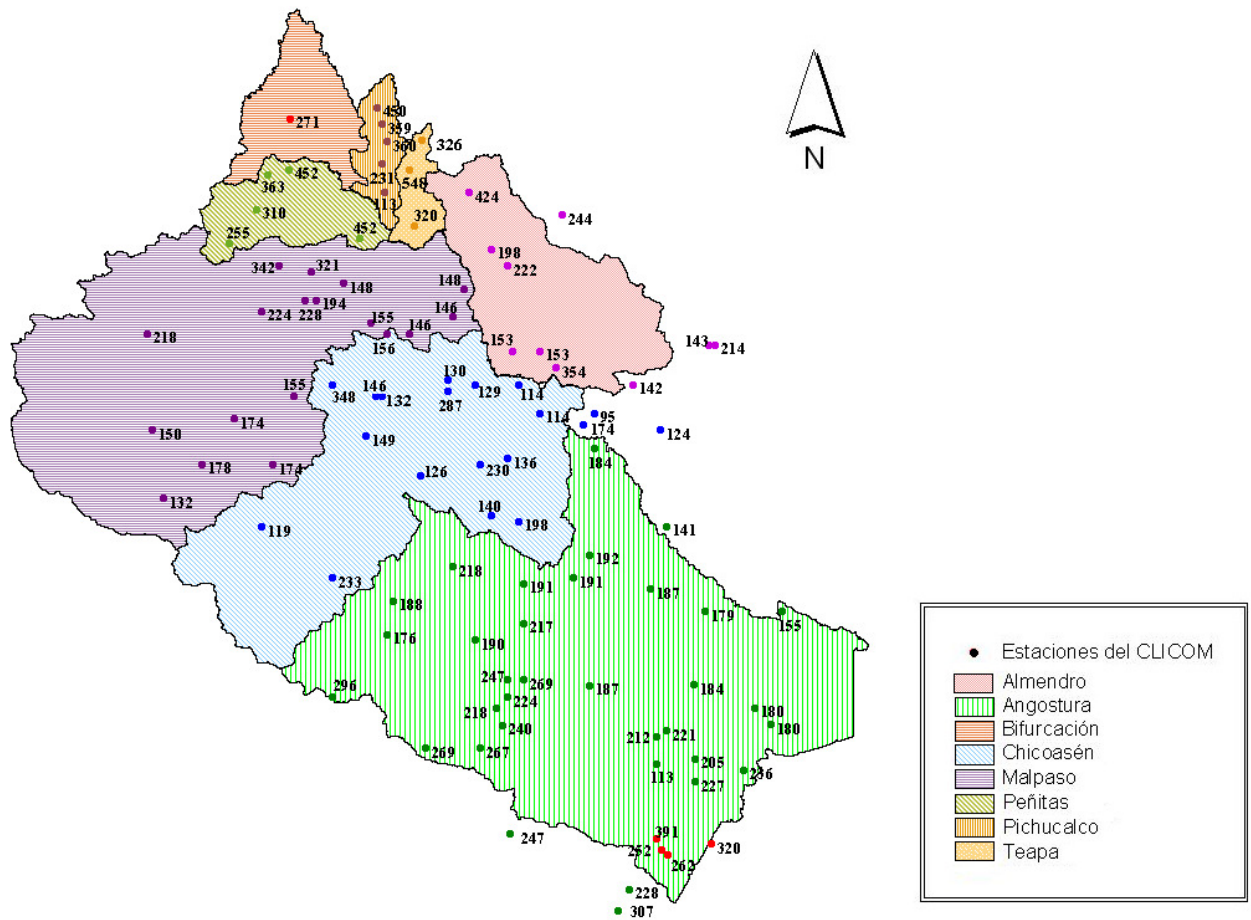


Figura 3.41. Resultados del análisis individual para periodo de retorno 100 años.

### 3. Aplicación a las cuencas del río Grijalva



**Figura 3.42. Resultados del análisis regional para periodo de retorno 100 años.**

De las figuras anteriores podemos observar que existen ciertas incongruencias para los resultados de algunas estaciones según la zona en la que se encuentran ubicadas, tal es el caso de las siguientes estaciones de la cuenca Angostura:

- Estación 7339 ubicada en la región del volcán Tacaná, el resultado individual es de 666 mientras que el regional es 391, según las estaciones que se encuentran a su alrededor es más acertado tomar el valor regional.
- Estación 7037, el resultado individual resultado ser 522 y el regional 269, el resultado arrojado por las demás estaciones aledañas a esta estación es más cercano al 269, es por ello que se recomienda tomar este valor.
- Estación 7161, para el análisis individual el resultado es de 105 mientras que el regional es de 307, al comparar estos resultados con los de las demás estaciones, se recomienda el uso del valor regional para esta estación.
- Estación 7344, el resultado individual es de 461 y el regional 247, se recomienda tomar el regional para esta estación en particular.

Para la cuenca de Malpaso en la estación 7360 se presenta esta situación, ya que el valor individual es de 75 y el regional resulto ser de 342, según su ubicación se recomienda el uso del valor regional.

La estación 7365 ubicada en la cuenca de Peñitas también muestra incongruencia con los resultados, el valor regional es de 452 mientras que el individual es de 1021, al analizar el resultado para las estaciones cercanas a esta, se recomienda el uso del valor regional.

La cuenca de Pichucalco contiene a la estación 7062, en la que se observa el resultado individual de 274 y el regional de 113, según su ubicación y el resultado de las demás estaciones en la cuenca se recomienda el uso del valor individual.

El caso de la estación 7372 ubicada en la cuenca de Chicoasén es similar, el resultado individual es de 162 mientras que el regional es de 348, al observar su ubicación y el resultado de las estaciones a su alrededor, se recomienda el uso del valor individual.

### *3. Aplicación a las cuencas del río Grijalva*