

**REPORTE DE APOYO**

**B: METEOROLOGIA E  
HIDROLOGIA**

## Reporte de Apoyo B: Meteorología e Hidrología

### Contenido

1.	DATOS METEO-HIDROLOGICOS-----	B.1
1.1	Datos Meteorológicos-----	B.1
1.2	Datos de Precipitación-----	B.1
1.3	Datos del Nivel de Aguay Descarga-----	B.1
1.4	Datos de Marea-----	B.2
2.	MEDICION HIDROLOGICA-----	B.3
2.1	Precipitación-----	B.3
2.2	Nivel de Agua-----	B.4
2.3	Descarga-----	B.5
3.	METEOROLOGIA-----	B.7
4.	HURACAN-----	B.10
5.	PRECIPITACIÓN-----	B.11
5.1	Variación en el Area-----	B.11
5.2	Variación en el Tiempo-----	B.12
5.3	Eventos más Relevantes de Precipitación-----	B.13
5.4	Precipitación Probable-----	B.14
6.	FLUJO MENSUAL-----	B.14
7.	FLUJO DE LA INUNDACION-----	B.15
7.1	Inundaciones más Relevantes-----	B.15
7.2	Clasificación de Inundaciones-----	B.16
7.3	Tiempo de Recorrido de inundación-----	B.18
8.	MAREA-----	B.18
9.	NIVEL DE AGUA DE LA LAGUNA-----	B.20
9.1	La laguna de Olmega-----	B.20
9.2	Laguna El Jocotal-----	B.20

10. SIMULACION DE INUNDACION-----	B.21
10.1 Generalidades-----	B.21
10.2 Simulación de Escorrentia-----	B.22
10.3 Simulación de Inundación-----	B.26
11. DESCARGA DISEÑO -----	B.27
11.1 Análisis de Precipitación -----	B.28
11.2 Precipitación Diseño-----	B.29
11.3 Distribución de la Descarga Diseño-----	B.31

## Lista de Cuadros y Figuras en el Reporte de Apoyo B

Cuadro B.1	Lista de Observatorios Meteorológicos en y Alrededor de la Cuenca del Río Grande de San Miguel .....	B.T.1
Cuadro B.2	Lista de Estaciones Pluviométricas en y Alrededor del Area de Estudio .....	B.T.1
Cuadro B.3	Lista de Estaciones Limnimétricas en el Area de Estudio	B.T.1
Cuadro B.4	Datos Meteorológicos Mensuales .....	B.T.2
Cuadro B.5	Profundidad de la Precipitación Máxima por Duración, en Santiago de María.....	B.T.3
Cuadro B.6	Profundidad de la Precipitación Máxima por Duración, en El Papalón.....	B.T.4
Cuadro B.7	Profundidad de la Precipitación Máxima por Duración, en San Francisco Gotera.....	B.T.5
Cuadro B.8	Precipitación Máxima Promedio en la Cuenca por Duración.....	B.T.6
Cuadro B.9	Probabilidad de Lluvia por Período de Retorno.....	B.T.7
Cuadro B.10	Descarga Máxima Anual y Nivel de Agua.....	B.T.8
Cuadro B.11	Descarga Mínima Anual y Nivel de Agua.....	B.T.11
Cuadro B.12	Descarga Máxima Promedio Mensual por Año .....	B.T.14
Cuadro B.13	Precipitación Máxima Mensual por Año .....	B.T.15
Cuadro B.14	Descargas Máximas Anuales en Vado Marín y Precipitación de 7 Días.....	B.T.16
Cuadro B.15	Niveles Bajos de Marea en Puerto El Triunfo entre 1994-1996 .....	B.T.17

Cuadro B.16	Niveles Altos de Marea en Puerto El Triunfo entre 1994-1996 .....	B.T.18
Cuadro B.17	Nivel de Agua Máximo en la Laguna de Olomega.....	B.T.19
Cuadro B.18	Registros de Precipitación Disponibles para Calibración	B.T.20
Cuadro B.19	Constantes de la Cuenca y del Canal en Función del Almacenamiento para la Condición Actual (1995).....	B.T.21
Cuadro B.20	Precipitación Diaria Registrada Durante Sept. 10-16, 1988.....	B.T.22
Cuadro B.21	Precipitación Diaria Reducida por el Multiplicador .....	B.T.22
Figura B.1	Estaciones Pluviométricas en y Alrededor del Area de Estudio .....	B.F.1
Figura B.2	Ubicación de las Estaciones Limnimétricas en el Area de Estudio .....	B.F.2
Figura B.3	Ubicación de los Observatorios de la Marea.....	B.F.3
Figura B.4	Comparación de la Lluvia Diaria Mediante Medición Automática y Medición Manual.....	B.F.4
Figura B.5	Correlación entre Datos Registrados Manualmente y Automáticamente (Lluvia Diaria) .....	B.F.5
Figura B.6	Nivel de Agua de la Laguna de Olomega (Puerto Viejo) en 1996.....	B.F.6
Figura B.7	Trayectoria de Huracán .....	B.F.7
Figura B.8	Mapa Isohietal de Lluvia Anual.....	B.F.8
Figura B.9	Curvas de Reducción de Lluvia en 1 – Día.....	B.F.9
Figura B.10	Curvas de Reducción de Lluvia en 7 – Días .....	B.F.10
Figura B.11	Lluvia Diaria Durante Agosto - Octubre, 1988.....	B.F.11

Figura B.12	Curvas de Masa de Precipitación Diaria durante Sept. 10-16, 1988 .....	B.F.13
Figura B.13	Líneas Isohietales de la Cantidad de Precipitación durante Sept. 10-16, 1988 .....	B.F.14
Figura B.14	Descarga Promedio Mensual y Precipitación entre 1970-1980 .....	B.F.15
Figura B.15	Variación del Volumen y Tasa de Escorrentía entre 1970-1980 .....	B.F.16
Figura B.16	Hidrograma y Precipitación Diaria en 1978.....	B.F.17
Figura B.17	Hidrograma y Precipitación Diaria en 1980.....	B.F.18
Figura B.18	Descargas Mensuales en las Estaciones Limnimétricas y Nivel de Agua de la Laguna de Olomega .....	B.F.19
Figura B.19	Diagrama del Sistema de Escorrentía .....	B.F.20
Figura B.20	Precipitación Promedio de la Cuenca y Profundidad de Escorrentía en Villerías y Moscoso.....	B.F.21
Figura B.21	Precipitación Promedio de la Cuenca por Hora, e Hidrograma en Villerías entre Julio y Agosto, 1995.....	B.F.22
Figura B.22	Hidrograma para la Inundación de Junio, 1980 en Vado Marín y las Conchas.....	B.F.24
Figura B.23	Diagrama del Sistema de Flujo de la Inundación.....	B.F.25
Figura B.24	Nivel de Agua Calculado en los Tramos Medio y Bajo...	B.F.27
Figura B.25	Precipitación Diseño para un Periodo de Retorno de 10 Años.....	B.F.28
Figura B.26	Distribución de la Descarga Sin Inundación.....	B.F.29
Figura B.27	Distribución de la Descarga Sin Presa .....	B.F.29



## **REPORTE DE APOYO B: METEOROLOGIA E HIDROLOGIA**

### **1. DATOS METEO-HIDROLOGICOS**

#### **1.1 Datos Meteorológicos**

Las observaciones meteorológicas tales como la temperatura, humedad relativa, y precipitación, han sido llevadas a cabo por los 3 observatorios meteorológicos del MAG, en San Francisco Gotera, El Papalón, y Santiago de María, dentro y alrededor del Area de Estudio como se muestra en la Fig. B.1 y el Cuadro B.1.

#### **1.2 Datos de Precipitación**

Existen veintiuna (21) estaciones pluviométricas, excluyendo los tres (3) observatorios meteorológicos anteriormente mencionados que se encuentran dentro y alrededor del Area de Estudio, en las cuales la cantidad de precipitación diaria ha sido observada a las 7:00 de cada mañana, por el MAG. Las ubicaciones y el listado de las estaciones mencionadas anteriormente se muestran en la Fig. B.1 y el Cuadro B.2, respectivamente.

La observación de precipitación de corta duración se ha llevado a cabo en tres (3) estaciones meteorológicas y en las cinco (5) estaciones pluviométricas: Beneficio La Carrera, Jucuarán, Hacienda San José, Sesorí, y Corinto. El MAG ha calculado la precipitación máxima anual en ocho (8) estaciones, la cual va de 5 minutos a 6 horas.

Las observaciones en las 21 estaciones de precipitación fueron descontinuadas en la década de los ochenta.

#### **1.3 Datos del Nivel de Agua y Descarga**

En el Area de Estudio, operaban ocho (8) estaciones limnimétricas (ver Fig. B.2) pero entre estas, solamente Vado Marín y Villerías han estado operando desde 1995 (ver Cuadro B.3).

El nivel de agua en las estaciones mencionadas ha sido registrado mediante indicadores automáticos. El nivel de agua registrado se reserva como un dato análogo en diagrama.

La Estación de Puerto Viejo, que se ubica en la parte sur del banco de la Laguna de Olomega, estuvo midiendo el nivel de agua en la laguna.

No se encuentran disponibles los datos del nivel de agua de la Laguna El Jocotal.

La medición de la descarga se lleva a cabo en cada estación, excepto en Puerto Viejo, donde se mide una vez al mes mediante un medidor de corriente, por el MAG. La curva de calibración de caudal para convertir el nivel de agua a descarga, se hace periódicamente por medio del uso de los registros de las mediciones de la descarga.

#### **1.4 Datos de Marea**

El tramo bajo de Las Conchas tiene un lecho de río con una pendiente suave. La fluctuación en el nivel de la marea afecta el nivel de agua de inundación a lo largo del tramo bajo.

Para 1996, se abre un observatorio para la marea en Cutuco (La Unión) en El Salvador. Los cuadros con las mareas diarias en Cutuco, La Libertad, y el Puerto de Acajutla, se publican en el Almanaque de Mareas cada año por la IGN. Las ubicaciones de estos puertos se muestran en la Fig. B.3.

Cerca de la desembocadura del Río Grande de San Miguel se encuentra el Puerto El Triunfo, para el cual, las elevaciones de las mareas se pueden estimar de los datos de Cutuco.

## **2. MEDICION HIDROLOGICA**

### **2.1 Precipitación**

#### **(1) Instalación de pluviómetros**

La Fig. B.1 muestra la ubicación de las estaciones pluviométricas en Mayo de 1995. Se puede apreciar que alrededor de las Laguna de Olomega y El Jocotal, no existe ninguna estación pluviométrica.

Alrededor de las Laguna de Olomega y El Jocotal, se recomienda que los pluviómetros se instalen en la Estación de Olomega (código N1), y en la Estación Jucuarán (U13), cerca de la Laguna El Jocotal. La Estación de Olomega sería muy apropiada para instalar, especialmente porque se han obtenidos datos diarios continuamente desde 1927.

En 1996, el Equipo de Estudio instaló dos (2) pluviómetros en las Estaciones de Olomega y Jucuarán. Estos pluviómetros instalados son medidores autoregistradores, los cuales pueden medir continuamente hasta por 90 días con un (1) rollo de papel.

El MAG llevará a cabo el mantenimiento de estos medidores.

#### **(2) Resultados**

Para poder examinar la exactitud de datos medidos manualmente, los datos de precipitación diaria recolectados mediante los autoregistradores se compararon con los datos simultáneamente medidos a mano por el MAG (Ver Fig. B.4).

Tanto en la Estación de Olomega como en la de Jucuarán, la ubicación del medidor manual y la del autoregistrador están a 20 metros de distancia.

Estación de Olomega (código de estación: N1):

Los datos medidos manualmente coincidieron muy bien con los datos obtenidos por el autogregistrador. Se dice que la persona que está a cargo de la medición manual ha sido entrenada por el MAG.

Comparación de la precipitación mensual en mm en la Estación de Olomega en 1996

	Septiembre	Octubre	Noviembre	Total
Autoregistrado (A)	303.0	304.5	85.0	692.5
Manual (B)	309.6	302.4	66.3	678.3
B/A	1.02	0.99	0.78	0.98

Estación de Jucuarán (código de estación: U13):

Los datos medidos manualmente no coincidieron con los datos obtenidos automáticamente, desde Julio 17 hasta Agosto. Se dice que la persona que está a cargo de la medición manual, no ha sido entrenada por el MAG.

Comparación de la precipitación mensual en mm en la Estación de Jucuarán en 1996

	Julio 16-31	Agosto	Septiembre	Total
Autoregistrado (A)	349.0	245.0	414.0	1008.0
Manual (B)	270.4	334.2	415.6	1020.2
B/A	0.77	1.36	1.00	1.01

La correlación entre los datos manualmente registrados y los datos autoregistrados en estas estaciones se muestran en la Fig. B.5.

## 2.2 Nivel de Agua

### (1) Instalación de un limnómetro

En el Area de Estudio hubo ocho (8) estaciones limnimétricas, pero solamente las de Vado Marín y Villerías están funcionando actualmente. Se recomienda que las seis (6) estaciones restantes inicien de nuevo las mediciones tan pronto como sea posible.

Para estudiar las condiciones de inundación en detalle en el Area de Estudio, se necesitan los datos del nivel de agua en La Canoa, Las Conchas, Puerto Viejo y la Laguna El Jocotal.

En las siguientes ubicaciones, excepto en la Laguna El Jocotal, donde las mediciones se han suspendido, los limnómetros fueron reinstalados por el Equipo de Estudio para continuar con la medición. La Laguna El Jocotal, donde el nivel de la laguna no había aún sido medido, se seleccionó como puesto de instalación porque los datos serían necesarios para el control de inundaciones en el futuro.

Nombre de Estación	Nombre de la Colonia	Operación
Puerto Viejo	Puerto Viejo	Inició en Junio, 1996
Laguna El Jocotal	El Borbollón	Instalación completa
La Canoa	La Canoa	Instalación completa
Las Conchas	Las Conchas	Instalación completa

#### Material del Medidor

Se usó un limnómetro de acero (longitud de 1 pieza = 1.0 m con 0.1 m de ancho).

Para la marcación manual con el limnómetro, se utilizó una escala para que una parte estuviese sumergida en el agua todo el tiempo. El medidor consiste en una escala vertical unida a la estructura que se extiende hacia el canal con poco caudal.

#### (2) Resultado de la Medición

Se comenzó la medición del nivel de agua en Puerto Viejo al inicio de Junio, 1996. El nivel de agua observado, el cual ya fue convertido a la elevación sobre el nivel medio del mar (m.s.n.m.), se muestra en la Fig. B.6.

#### 2.3 Descarga

En La Canoa y Las Conchas, donde limnómetros nuevos iban a ser instalados durante 1996 por el MAG, las mediciones de descarga se empezaron a tomar desde Junio 10, 1996.

Los puntos de medición son los siguientes:

La profundidad del río y el ancho en las secciones de intersección cerca de La Canoa y Las Conchas fueron medidos usando un cable de alambre y una cinta métrica. La velocidad se midió usando un flujómetro. La separación entre las mediciones de velocidad no fue mayor de los 4 metros. La profundidad en cada punto vertical se midió usando el cable o una vara de medición. El número de mediciones de velocidad en cada punto vertical es el siguiente:

entre 0 - 0.25 m de profundidad : 1 punto (en la superficie)  
entre 0.25 - 0.65 m de profundidad : 1 punto (a 0.6 de profundidad)  
mayor a 0.65 m de profundidad : 2 puntos (en 0.2 y 0.8 de profundidad)

Las herramientas de medición son las siguientes:

Velocidad : Flujómetro digital  
Profundidad : Barras de acero con escala  
Ancho : Cable de alambre

El flujómetro contiene un elemento rotativo, para el cual la velocidad de rotación es proporcional a la velocidad del agua.

#### Cálculo de Descarga

El cálculo de la descarga se basó en el método de velocidad - área. Se computó la descarga parcial para cada medición, y se calculó la descarga total sumando las descargas parciales para todos los segmentos.

#### (2) Resultados de la Medición

Los resultados de las mediciones efectuadas en Junio 10, 1996, son los siguientes:

Ubicación	Area de Flujo (m <sup>2</sup> )	Descarga (m <sup>3</sup> /seg.)	Velocidad Media (m/s)
La Canoa	36.3	12.7	0.35
Las Conchas	40.4	32.6	0.81

### 3. METEOROLOGIA

El clima en El Salvador, el cual es parte de América Central, es dominado por monzones. Durante la temporada seca, son pocos los flujos de aire seco y frío hacia el océano tibio así como la precipitación sobre la tierra. Durante la temporada lluviosa, se producen flujos de aire húmedo del océano a la tierra cálida, causando así las fuertes precipitaciones ocasionadas por el movimiento de elevación del aire.

Prevalece la marcada temporada seca, cuando la precipitación mensual es menor de 60 mm y dura por más de 2 meses. Los bosques tropicales no pueden sobrevivir a esta sequía, por lo que solamente resisten los árboles de hoja caduca.

El país también está sujeto a la circulación transitoria de aire tropical, o sea, las depresiones y las tormentas tropicales. Las nubes cumulonimbus generadas por la intensa convección de aire, ocasionan fuertes precipitaciones de corta duración. Los ciclones tropicales son los sistemas energéticos transitorios más fuertes en los trópicos. El huracán es un intenso ciclón tropical con una velocidad de viento mayor a los 33 m/s.

En referencia a la altura sobre el nivel del mar, de acuerdo a Koppen, el país se divide en tres zonas climatológicas, que son:

desde 0 a 800 m.s.n.m.,	sabana tropical o tierra caliente
desde 800 a 1,200 m.s.n.m.	sabana tropical tibia o tierras moderadas
desde 1,200 a 2,700 m.s.n.m.	clima alto tropical.

La cuenca del Río Grande de San Miguel tiene una elevación promedio de 279.58 m.s.n.m., en otras palabras, el 50% de su superficie tiene una elevación menor a este nivel. En términos generales, la cuenca puede clasificarse como una sabana tropical o tierra caliente.

Por medio de la selección de algunas estaciones, una en El Papalón, que se ubica en la parte central del Area de Estudio, y la otra en San Francisco Gotera en la cuenca alta, la variación mensual de temperatura, humedad, y precipitación en la cuenca se muestra en el Cuadro B.4;

En el Area de Estudio, la cual tiene temporadas de lluvia y temporadas seca, la temperatura promedio mensual en el mes más frío es sobre los 18 °C. Basándose en este criterio, el Area de Estudio pertenece al clima de Sabana Tropical (clima tipo Aw).

La temperatura promedio anual en la cuenca es de 26.9 °C en El Papalón, y de 26.4 °C en San Francisco Gotera. En promedio, las máximas temperaturas se dan en Abril, con unos valores de 29.0 °C y 28.6 °C en El Papalón y en San Francisco Gotera respectivamente; mientras que las mínimas son de 25.8 °C en Diciembre, y de 25.3 °C en Septiembre, correspondientemente. El valor secundario más alto de temperatura se observa en Julio o Agosto (ver el Cuadro B.4).

Durante todo el año, la humedad relativa mínima y promedio va desde 58% a 82% en El Papalón, y de 53% a 80% en San Francisco Gotera, respectivamente. La humedad no demuestra una diferencia significativa entre las dos estaciones. Estas tienen dos niveles altos en Junio y Octubre, el valor mínimo en Enero muestra una tendencia similar a los patrones mensuales de precipitación (ver el Cuadro B.4).

En El Papalón predomina el viento del sur en los meses desde Marzo a Junio, y de Septiembre a Octubre. El viento del norte predomina en los otros meses. En San Francisco Gotera, el viento del norte prevalece durante todo el año. Durante el día, el viento del noreste se da en la mañana, y el viento del sur por la tarde.

La evaporación se ha medido por el MAG mediante el uso de un cazo clase A, en San Francisco Gotera, El Papalón, y Sessori. En El Papalón, la evaporación anual alcanza los 2,400 mm. La evaporación máxima se da en Marzo, el cual determina el final de la

temporada seca. Las otras dos estaciones tienen cantidades más bajas de evaporación anual, debido a que están ubicadas en un área de mayor altura.

La precipitación es una de las características climáticas más distintivas de la cuenca, determinando así una clara temporada lluviosa desde Mayo a Octubre, y una temporada seca para el resto del año.

TEMPORADA	INICIO	FINAL	DURACION (semanas)
Temporada Seca	Inicio de Noviembre	Mitad de Abril	24
Transición Seca - Húmeda	Mitad de Abril	Fin de Mayo	6
Temporada Lluviosa	Fin de Mayo	Mitad de Octubre	19
Transición Húmeda - Seca	Mitad de Octubre	Inicio de Noviembre	3

El inicio de la temporada seca está asociado con las "Olas del Este", las cuales son zonas atmosféricas de alta inestabilidad que se transportan desde el Este al Oeste, cruzando el país con tormentas eléctricas y precipitaciones en formas de aguaceros. La temporada de lluvias empieza en la región Sudeste dos o tres semanas más tarde que en las regiones Central y la Noroeste.

En Junio, se inician las primeras actividades máximas de precipitación. La precipitación en Mayo se atribuye a la influencia de las Olas del Este, y la precipitación en Junio se incrementa debido a la combinación de dos importantes fenómenos en la producción de precipitación en los trópicos; las Olas del Este y la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT). La ZCIT hace su primera incursión a El Salvador en Junio, causando situaciones atmosféricas llamadas "temporales", que se caracterizan por precipitaciones no muy intensas, pero intermitentes, que se dan a cualquier hora del día.

Las canículas causan la disminución o interrupciones significativas de lluvia en Julio y Agosto. Estas son los eventos causados por el dominio de corrientes atmosféricas en disminución, las cuales neutralizan las formaciones de nubes que producen la precipitación.

En Septiembre, se da usualmente la precipitación más fuerte de todo el año. Nuevamente, las Olas del Este y la ZCIT se combinan para favorecer la precipitación

durante cualquier hora del día. El hecho de que Septiembre tenga una mayor precipitación que Junio (el cual es el mes con otro alto nivel de precipitación), es debido a que la ZCIT esta más cerca de El Salvador en Septiembre que en Junio. Esto permite a la ZCIT entrar más fácilmente a la región costera en el Océano Pacífico, y luego, causa una precipitación de mayor magnitud mostrando los "días de tormenta".

La temporada seca usualmente se inicia en los primeros días de Noviembre, retardándose hasta por quince días en la Región Este del país y en el Golfo de Fonseca. Los "vientos" que usualmente ocurren en los meses de Noviembre, Diciembre, Enero, y Febrero, pueden soplar hasta unos 15 días o más, sin interrupción, alcanzando velocidades de 100 km/h en las zonas montañosas.

#### 4. HURACAN

Los tipos de precipitación que pueden causar inundaciones en el Area de Estudio son: (1) el huracán y la tormenta tropical proveniente del Mar Caribe, (2) la tormenta tropical de alta intensidad, y (3) la precipitación continua de media intensidad.

Históricamente, fuertes tormentas han llegado a la cuenca, especialmente cuando los huracanes han pasado por el Mar Caribe y el Océano Pacífico.

El huracán "Francelia", el cual pasó por el Mar Caribe, influyó la inundación de 1969 y resultó en la máxima descarga registrada en Moscoso en Septiembre 4, 1969.

El huracán "Gilberto", el cual pasó por el Mar Caribe, afectó la inundación de 1988, y trajo la máxima precipitación registrada en 7 días en San Francisco Gotera y la segunda máxima en El Papalón en Septiembre 16, 1988. La inundación de 1988 es una de las más grandes en la cuenca.

En 1988, el huracán "Juan" también pasó a lo largo de la cuenca en Octubre; no obstante, no hubo fuertes precipitaciones en la cuenca, como las que trajo "Gilberto".

Para 1996, la cuenca tuvo los huracanes "Cesar" y "Douglas", desde fines de Julio a principios de Agosto.

El huracán "Cesar" ocasionó al menos 51 muertes y una destrucción considerable en su paso a lo largo de la parte sur del Mar Caribe y América Central. "Cesar" cruzó por Nicaragua y se desplazó a la parte este del Pacífico Norte, donde se volvió a intensificar y se convirtió en el Huracán "Douglas". La mayor parte de las muertes se atribuyen a la fuerte precipitación que causó inundaciones repentinas y deslaves de lodo. El total de muertes incluye 26 personas en Costa Rica, la cual no estuvo en el paso directo del huracán, pero sufrió de inundaciones y deslaves de lodo.

Los huracanes "Cesar" y "Douglas" también trajeron fuertes lluvias a la cuenca, especialmente a la Cuenca Baja del Río Grande de San Miguel. En la estación pluviométrica de Jucuarán en la cuenca baja, se registró 273.5 mm de precipitación diaria el 28 y 29 de Julio, cuando el Huracán "Cesar" apenas había pasado por la cuenca y se había desplazado al Océano Pacífico.

De acuerdo al paso de los huracanes "Francelia" y "Gilberto", que se muestra en la Fig. B.7, la fecha de inundación coincidió con el período de transición de huracán a tormenta tropical.

## **5. PRECIPITACIÓN**

### **5.1 Variación en el Area**

La Fig. B.8, muestra el mapa isopluvial de la precipitación anual sobre la cuenca. La precipitación media anual es de 1,431 mm en El Papalón, y 2,048 mm en San Francisco Gotera (ver el Cuadro B.4). La concentración de la cantidad de precipitación es predominante en la parte norte de la cuenca, principalmente en los alrededores de San Francisco Gotera, con un promedio anual de 2,048 mm de precipitación; disminuyendo en la región central, entre las pendientes del volcán y la ciudad de San Miguel, con un promedio anual de precipitación de 1,539 mm.

La precipitación promedio anual de la cuenca es de 1,673 mm, y la precipitación promedio anual de subcuenca en las Cuencas Alta, Media, y Baja, son de 1,792 mm, 1,556 mm, y 1,635 mm respectivamente.

La variación de precipitación en el área se estudió mediante curvas de reducción de área de 1 día y 7 días. La cantidad de precipitación en San Francisco Gotera se seleccionó como una precipitación punto, y la cantidad promedio de precipitación correspondiente en el área se calculó por medio del Método del Polígono de Thiessen.

Las curvas se muestran en la Fig. B.9 y B.10.

Para el caso de la precipitación de 1 día, la proporción de precipitación promedio de cuenca y precipitación punto, da el rango de 0.3 a 0.7. La precipitación de Septiembre 16, 1988, fue una de las más ampliamente distribuidas en el área.

Para el caso de la precipitación de 1 día, la proporción disminuye abruptamente hasta el área acumulada de 1,000 km<sup>2</sup>; y de 1,000 km<sup>2</sup> hasta toda la cuenca, las proporciones no disminuyen al aumentar el área. El área de captación de 1,000 km<sup>2</sup> corresponde a la cuenca alta del área.

Para el caso de la precipitación de 7 días, la proporción de la precipitación promedio de cuenca y precipitación punto, dio como resultado los rangos de precipitación desde 0.5 a 1.4. La precipitación de Septiembre 10-16, 1988, fue una de las más concentradas en la cuenca alta.

## **5.2 Variación en el Tiempo**

La precipitación máxima mensual se da en Septiembre, seguida por un segundo nivel alto en Junio. Durante la temporada lluviosa, existe un periodo de relativamente poca precipitación, que va desde Julio a Agosto. Cerca del 95% la precipitación anual se concentra en la temporada lluviosa desde Mayo a Octubre. La precipitación mínima se da en Enero.

La precipitación en un día tiene la tendencia de ocurrir en la tarde y por la noche. De acuerdo a los registros de precipitación observados 3 veces al día en San Francisco Gotera para 1995, el 66% de los eventos lluviosos se registraron durante 7 horas, de las 14:00 a las 21:00 horas; y un 97% durante 17 horas, de las 14:00 a las 7:00 horas de la mañana, como se muestra a continuación. La precipitación es rara en las mañanas o al mediodía. La misma clase de datos en Santiago de María tiene una tendencia similar, aunque se distribuye más ampliamente.

(Frecuencia del Tiempo de Precipitación en un Día en 1995)

Estación	7:00-14:00 (7 hrs.)	14:00-21:00 (7 hrs.)	21:00-7:00 (10 hrs.)
San Francisco Gotera (Z2)	3% (0.4%/hr.)	66% (94%/hr.)	31% (31%/hr.)
Santiago de María (U6)	16% (2.3%/hr.)	46% (6.6%/hr.)	37% (3.7%/hr.)

### 5.3 Eventos más Relevantes de Precipitación

Las precipitaciones máximas anuales por duración en Santiago de María, El Papalón y San Francisco Gotera, se resumen en los Cuadros B.5, B.6, y B.7. La precipitación promedio de la cuenca se obtuvo mediante el Método del Polígono de Thiessen, basado en las tres (3) estaciones pluviométricas, como se muestran en el Cuadro B.8.

Las precipitaciones máximas diarias en las 3 estaciones son las siguientes:

Estación	Precipitación de 1 día	Fecha	Período
San Francisco Gotera	122.2 mm	Septiembre 16, 1988	1964-1995
Santiago de María	232.1 mm	Septiembre 20, 1974	1963-1995
El Papalón	221.6 mm	Septiembre 16, 1988	1964-66, 1970-1995

Las precipitaciones en Septiembre 1988 se registraron como uno de los eventos más serios en el Area de Estudio y es cuando ocurrieron las inundaciones más severas en el Area de Estudio.

La Fig. B.11 muestra la precipitación diaria desde Agosto a Octubre en 1988 en las cuatro (4) estaciones. La Fig. B.12 muestra las curvas de masa de la profundidad de precipitación de 1 día durante Septiembre 10-16 de 1988.

La precipitación pico para la inundación de 1988 ocurrió en la porción más reciente del hietógrafo, el cual está apto para intensificar aún más la escorrentía pico. La Fig. B.13 muestra las líneas isopluviales de la lluvia durante Septiembre 10-16 de 1988. La mayor cantidad de precipitación se concentra en la Cuenca Alta.

#### **5.4 Precipitación Probable**

Las precipitaciones probables se calcularon para los siguientes períodos de retorno y estaciones:

Periodo de Retorno: 2, 5, 10, 20, 50, 100 y 200 años

Tiempo de Duración: 6 horas, 1, 2, 3, 4, 5, 7, 14, y 30 días

Estaciones: San Francisco Gotera, E Papalón y Santiago de María más el promedio de la cuenca

Estas 3 estaciones se seleccionaron porque tienen datos continuos de precipitación diaria por más de 30 años.

La frecuencia se evaluó mediante papel de probabilidad Log-normal. Se usó el Método de Ploteo de Thomas.

En el caso de la precipitación de 1 día, las cantidades en El Papalón son mayores que en las otras 2 estaciones a pesar que se localiza en la cuenca media, no obstante, en términos de la precipitación de 7 días, las cantidades en Santiago de María son mayores que en las otras estaciones (ver el Cuadro B.9).

#### **6. FLUJO MENSUAL**

Las descargas mensuales en las estaciones limnimétricas generalmente son más altas en Septiembre u Octubre. Especialmente en Vado Marín y Las Conchas, las descargas máximas mensuales se dan en Octubre (ver la Fig. B.14).

Las descargas mensuales durante Julio disminuyen muy poco en comparación con las de Junio, las cuales corresponden a la reducción de la precipitación mensual en Julio.

El nivel de agua de la Laguna de Olomega alcanza su nivel más alto en Octubre (ver la Fig. B.18).

La proporción de la descarga máxima anual a la descarga mínima anual, la cual es generalmente llamada el Coeficiente del Régimen de Río, es la siguiente:

Estación	Periodo	Proporción
Villerías	1970-78	649
Moscoso	1963-80	440
El Delirio (La Canoa)	1963-80	184
Vado Marín	1959-80	50
Las Conchas	1970-80	69

En las Cuencas Alta y Media, los coeficientes son mayores a 400, no obstante, en la Cuenca Baja son de 50. Las proporciones altas en las cuencas Alta y Media se deben principalmente a la existencia de las temporadas lluviosa y seca, y éstas también reflejan una escorrentía rápida de las cuencas. Las proporciones bajas desde El Delirio a Las Conchas se deben principalmente a la inundación de las áreas de las Lagunas de Olomega y El Jocotal, y también al flujo acuífero al río desde el área volcánica durante la temporada seca.

## 7. FLUJO DE LA INUNDACION

### 7.1 Inundaciones más Relevantes

En las siguientes estaciones limnimétricas en el Area de Estudio, las descargas más altas y el nivel de agua se han seleccionado y reservado como máximas descargas para cada mes del año.

Nombre de Estación	Periodo de Registro	Años
Villerías	1970, 71, 73-75	5
Moscoso	1965-1979	15
El Delirio (La Canoa)	1963, 64, 66, 77-79	6
Vado Marín	1959, 61-80	21
Las Conchas	1970-74, 76-80	10

Las descargas pico anuales máximas y mínimas en cada estación se resumen en el Cuadros B.10 y B.11 respectivamente. En el Cuadro B.10, se pueden seleccionar las inundaciones más relevantes en el pasado, las cuales son las siguientes:

- Inundación de septiembre, 1995:** La descarga más fuerte registrada en Villerías.
- Inundación de septiembre, 1969:** El nivel de agua más alto fue registrado en Moscoso. No obstante, en relación con la descarga convertida, es muy alta al compararla con las descargas de otros años en Moscoso, por consiguiente, se revisó.
- Inundación de septiembre, 1974:** La mayor descarga registrada en Vado Marín.
- Inundación de junio, 1980:** El nivel de agua más alto registrado en Las Conchas. No obstante, con relación a la descarga, es muy grande para compararse con las descargas de otros años en Las Conchas, por consiguiente, se revisó. Para considerar la revisión de la descarga de la inundación de 1980 en Las Conchas, se estima que la inundación de Septiembre de 1978 fue la más grande registrada en Las Conchas.

## 7.2 Clasificación de Inundaciones

Con relación al volumen de agua de la inundación (volumen máximo mensual) durante 1959-1980, en septiembre 1969 se clasifica como el volumen más grande tanto en Vado Marín y Moscoso y en octubre 1973, es el segundo registrado en Vado Marín (ver Cuadro B.12).

Después de 1980, hay pocos datos disponibles de descarga.

En relación con la precipitación máxima mensual durante 1959-1990, el año de 1969 se clasifica como el más alto para San Miguel; no obstante, en las otras tres (3) estaciones, las clasificaciones de 1969 son muy bajas. Las precipitaciones máximas mensuales en 1988 y 1989 se clasifican como las posiciones más altas (ver Tabla B.13).

La máxima inundación en el pasado se estima de la siguiente manera:

El Cuadro B.14 muestra las descargas máximas anuales en Vado Marín y la correspondiente cuenca promediada por precipitación de 7 días durante 1959 y 1980. Se puede notar que la descarga máxima en Vado Marín se dio solo unos pocos días después del día cuando ocurrió la precipitación media máxima de cuenca de 7 días.

Si la descarga pico anual en Vado Marín y la precipitación media de cuenca de 7 días se seleccionan como bases para la inundación, la clasificación en el Area de Estudio es la siguiente:

Clasificación de las inundaciones en el Area de Estudio

Orden (1)	Orden (2)	Año	Q Pico en Vado Marín	Precipitación Media de cuenca de 7 días
	1	1988	-	326.8 mm
	2	1992	-	299.8 mm
	3	1982	-	285.3 mm
	4	1874	307.9 m <sup>3</sup>	271.9 mm
	5	1969	296.0 m <sup>3</sup>	-
	6	1966	289.8 m <sup>3</sup>	-

El Orden (1) se basa en la descarga máxima anual en Vado Marín entre 1959-1980. El Rango (2) se basa en la descarga máxima anual y la precipitación media de cuenca de 7 días en Vado Marín entre 1959-1980.

Del cuadro anterior, la inundación de Septiembre de 1988 es estimada como la más grande.

Nuevamente, después de 1980, no hay registros disponibles de descarga.

### 7.3 Tiempo de Recorrido de Inundación

Las descargas diarias y los mapas pluviométricos diarios en 1978 y 1980 se muestran en la Fig. B.16 y B.17, respectivamente. Los hidrogramas de inundación pueden ser afectados no sólo por la distribución de la precipitación en tiempo y área, sino también por inundación regional. Los hidrogramas en Villerías y Moscoso tienen un incremento de 1 a 2 días, y también una depresión de 1 a 2 días. Los hidrogramas en Vado Marín y Las Conchas tienen un incremento de 2 a 3 días, y también una depresión de 2 a 3 días.

Generalmente los hidrogramas en Vado Marín y Las Conchas se ven fuertemente afectados por la inundación en las áreas de las Lagunas de Olomega y El Jocotal.

El lapso de tiempo entre los niveles pico en Villerías y Las Conchas pueden verse como de 2 a 3 días.

Bajo las condiciones existentes, un flujo de inundación se desplaza desde la cuenca alta a la cuenca baja aproximadamente en 7 días.

### 8. MAREA

Para poder encontrar los valores respectivos de La Libertad y Acajutla, se subtrae de la indicada como marea alta en el Cuadro de Cutuco, 26 minutos antes para La Libertad, y 25 minutos antes para Acajutla. Para la marea mínima se subtrae 3 minutos para Acajutla, mientras que para La Libertad se observa como el mismo tiempo que en Cutuco.

Comparativamente, la marea de Cutuco tiene valores más altos porque el puerto se ubica en el Golfo de Fonseca. Los valores de la marea de El Triunfo, La Libertad y Acajutla se multiplican por 0.85, 0.67, y 0.64, respectivamente, por los valores de Cutuco.

Nombre del Puerto	Ubicación	Diferencia de Tiempo en minutos		Diferencia en proporción de altura a La Unión		MSL sobre Nivel de Agua Bajo
		Alta	Baja	Alta	Baja	
La Unión (Cutuco)	N 13.20 W 87.49	-	-	-	-	1.53 m
La Libertad	N 13.29 W 89.19	-26	0	0.67	0.67	1.01 m
Acajutla	N 13.34 W 89.50	-25	-3	0.64	0.64	0.98 m
El Triunfo	N 13.16 W 88.33	-10	-10	0.85	0.85	1.28 m

Para poder estimar el Nivel Medio Alto y el Nivel Medio Bajo de la marea en El Triunfo, del Almanaque de Mareas entre 1994-1996, se seleccionaron los niveles alto y bajo de la marea en La Unión y convertidos a los valores para El Triunfo como se muestra en los Cuadros B.15 y B.16.

Los niveles medios alto y bajo de la marea en El Triunfo se estiman a ser 1.39 m y -1.43 m.s.n.m. (MSL por las siglas del Inglés Mean Sea Level), respectivamente.

La revisión del Nivel Medio Alto de la Marea en Puerto El Triunfo:

El diseño del nivel alto del agua en la desembocadura del río se fijó en +1.40 m.s.n.m., basado en el valor medio del nivel alto de marea en Puerto El Triunfo entre 1994-1996.

En la cuenca, durante la temporada seca (Noviembre a Abril), no se anticipa ningún evento de inundación.

La comparación del nivel medio alto de la marea entre las temporadas seca y lluviosa es el siguiente (no se encontró una diferencia significativa entre ambos):

Por Temporada	Promedio del Nivel Medio Alto de la Marea
Enero - Diciembre (todo el año)	1.39 m.s.n.m.
Mayo - Octubre (temporada lluviosa)	1.41 m.s.n.m.

## 9. NIVEL DE AGUA DE LA LAGUNA

### 9.1 Laguna de Olomega

El nivel pico del agua de la Laguna de Olomega usualmente ocurre en Septiembre u Octubre, de acuerdo a los datos diarios durante 1970-1978. Por 13 años, el promedio del nivel máximo por año es +65.88 m.s.n.m.. El máximo nivel de agua en la Laguna de Olomega se muestra en el Cuadro B.17.

La probabilidad del nivel de agua en la Laguna de Olomega se calcula a continuación:

Período de Retorno en años	Nivel de Agua sobre MSI en metros
200	66.95
100	66.85
50	66.74
20	66.57
10	66.43
5	66.25
2	65.92

### 9.2 Laguna El Jocotal

No se obtuvo ningún dato de medición del nivel de agua de la Laguna El Jocotal, sin embargo, las descargas promedio mensuales en Vado Marín, el cual se ubica aguas abajo de la Laguna El Jocotal, muestra su valor pico entre Septiembre y Octubre. Para este fenómeno, el valor pico del nivel de agua de la Laguna El Jocotal, se anticipa a ocurrir entre Septiembre y Octubre.

La información recolectada relacionada con el nivel de agua de la Laguna El Jocotal en 1996 es el siguiente:

Fecha	Información Obtenida	Elevación de Laguna Estimada
Marzo 5 a junio 10, 1996	El agua estaba siempre más baja que el banco de la Laguna y parecía ser constante	+24.0-0.5 m.s.n.m. = +23.5 m.s.n.m.
Julio 26, 1996	El nivel de agua parecía que iba a alcanzar la cuneta a lo largo de la calle de acceso	+24.0+0.50 m.s.n.m. = +24.5 m.s.n.m.
Julio 26, 1996	Se reconoció el remanso del canal de Desagüe hacia la Laguna El Jocotal	+24.0+0.50 m.s.n.m. = +24.5 m.s.n.m.
Octubre, 1996	Máximo en 1996	+26.0 m.s.n.m.
Diciembre, 1996	Nivel de agua obtenido por reconocimiento topográfico	+23.16 m.s.n.m.
Diciembre, 1996	El nivel de agua estaba siempre más bajo que en el banco de la Laguna	+24.0-0.5 m.s.n.m. = +23.5 m.s.n.m.

Durante la temporada seca, el nivel de agua en la Laguna El Jocotal se mantiene a +23.5 m.s.n.m., como resultado del agua de manantial de los alrededores.

## 10. SIMULACION DE INUNDACION

### 10.1 Generalidades

Para poder obtener las características de la cuenca en relación con la precipitación y escorrentía, se condujo la simulación de escorrentía en inundaciones pasadas especialmente en la inundación de 1995. Para esta simulación, era necesario obtener datos registrados tanto de precipitación, como de descarga de varias estaciones como fuese posible. Con respecto a los datos de la descarga del río, no hay datos disponibles entre 1981 y 1994 en el Area de Estudio.

Las inundaciones seleccionadas para la simulación de escorrentía son los siguientes:

Fecha de la Inundación	Descripciones
Julio - Septiembre, 1995	Con el reconocimiento de inundación se pretendía estudiar estas condiciones de inundación
Junio, 1980	Las descargas máximas registradas en Las Conchas

El nivel pico de las descargas en la inundaciones de 1995 y 1980, son los siguientes:

Inundación	Estación	Fecha y hora	Nivel de agua	Descarga
1995	Villerías	1995/8/2 3:00	5.90 m	680.6 m <sup>3</sup> /s
	Vado Marín	1995/8/4 0:00	2.41 m	110.2 m <sup>3</sup> /s
	Vado Marín	1995/9/25 20:00	2.57 m	133.5 m <sup>3</sup> /s
1980	Moscoso	1980/6/13 7:00	5.80 m	430.2 m <sup>3</sup> /s
	Las Conchas	1980/6/25 0:00	3.14 m	217.5 m <sup>3</sup> /s

## 10.2 Simulación de Escorrentía

La cuenca del Río Grande de San Miguel y sus canales se dividieron en 18 subcuencas y 12 canales. Las subcuencas y los canales se configuraron en un diagrama de sistema de escorrentía. Los contornos de la cuenca y del diagrama se muestran en la Fig. B.19. Las áreas de la cuenca y sus pendientes se muestran también en la Fig. B.19.

La escorrentía de subcuenca se simuló por funciones de almacenaje, expresadas por medio de las siguientes ecuaciones:

$$S_i = k \cdot Q_i^p$$

$$dS_i/dt = (1/3.6) \cdot f \cdot r \cdot A - Q_i$$

$$Q_i(t) = Q(t + T_i)$$

donde,

- $S_i$  : Almacenamiento de la cuenca (m<sup>3</sup>)
- $Q_i$  : Escorrentía de subcuenca (m<sup>3</sup>/s) considerando el lapso de tiempo ( $T_i$ )
- $k, p$  : Constantes de cuenca
- $t$  : tiempo en segundos

- f : Coeficiente de escorrentía primaria
- r : Precipitación media de la cuenca (mm/h)
- A : Area de captación (km<sup>2</sup>)
- T<sub>1</sub> : Tiempo de retardación en horas

El tiempo de retardación de cada subcuenca se obtiene de la siguiente fórmula, la cual es comúnmente usada en Japón:

$$T_1 = 0.047L - 0.56L \geq 11.9 \text{ km}$$

$$T_1 = 0 \text{ L} < 11.9 \text{ km}$$

T<sub>1</sub> : Tiempo de retardación (horas)

L : Longitud del canal (km)

Principalmente, se aplicaron las mismas ecuaciones fundamentales en la escorrentía de cuenca y en el cálculo de la escorrentía del canal, como se muestra a continuación:

$$S_1 = k \cdot Q_1^p$$

$$dS_1/dt = \text{sum}(f_i \cdot I_i) - Q_1$$

donde,

f<sub>i</sub> : Proporción del afluente

I<sub>i</sub> : Afluencia

Suma (f<sub>i</sub> • I<sub>i</sub>) : Total de afluentes efectivos

Las constantes de cuenca (K) en las funciones de almacenamiento, se derivaron de la siguiente ecuación:

$$K = 7.35 (N * L/I^{0.5})^{0.6}$$

donde,

N : Aspereza equivalente de la cuenca

L : Longitud de la pendiente (km)

I : Pendiente de la cuenca

Los constantes de los canales K y p, se derivaron de la Formula de Manning.

La aspereza equivalente (N) para cada subcuenca se asumió inicialmente refiriéndose a los valores estándares usados en Japón, que son los siguientes:

(Estándar de Aspereza Equivalente)

Uso de la Tierra	N	Uso de la Tierra	N
Area Urbana	1	Frutas	3
Granos básicos	0.3	Vegetales	0.3
Pasto	0.3	Bosque	0.7
Café	0.3	Agua	2
Caña de Azúcar	0.3	Lava	1
Henequén	0.3		

Uso de la Tierra en 1975, 1980, y 1995 en la Cuenca (Unidad: %)

Uso de la Tierra	1975	1980	1995	Uso de la Tierra	1975	1980	1995
Area Urbana	9	1.0	1.3	Frutas	0.7	0.6	0.4
Granos básicos	14.2	11.8	4.9	Vegetales	8	0.7	0.4
Pasto	40.9	46.9	65.2	Bosque	24.4	22.0	14.7
Café Ycell 5.2		5.5	6.2	Agua	1.0	1.2	1.6
Caña de Azúcar	8.1	6.5	1.7	Lava	2.2	1.9	1.2
Henequén	1.6	1.8	2.3				

#### Coefficiente Primario de Escorrentía fl

Este parámetro representa la proporción del área impermeable al área total comprendida de la subcuenca. Usualmente éste se obtiene por medio de la comparación entre la precipitación total y la profundidad de la escorrentía o pérdida de profundidad.

La Fig. B.20 muestra la correlación entre la precipitación total y la profundidad de escorrentía de las inundaciones seleccionadas en Villerías y Moscoso. La profundidad de escorrentía en mm significa el volumen de escorrentía directo dividido por el área de captación, el cual se obtiene por la separación del flujo base de cada hidrograma.

El coeficiente promedio de escorrentía es 0.27, suponiendo que la superficie del suelo está saturada.

Las inundaciones que se seleccionarían para la calibración del modelo de escorrentía, fueron muy limitadas, ya que no había registros disponibles de la descarga para el período de 1981 a 1994. Las siguientes dos (2) inundaciones se seleccionaron para la calibración, considerando la magnitud de la inundación y la disponibilidad de registros de escorrentía y precipitación.

- Inundación de 1995 (Julio - Septiembre): La última inundación con relativamente suficientes datos. Esta inundación es un objetivo para reconocimiento de inundación y para el levantamiento de marcación de inundación.
- Inundación de 1980 (Junio): Se registró la descarga máxima en Las Conchas.

Los datos de precipitación disponibles de las respectivas inundaciones para la calibración se muestran en la lista del Cuadro B.18. Debido a que los eventos de inundación y los datos disponibles son muy limitados, los siguientes procedimientos se tomaron en consideración para la calibración en el modelo de simulación de escorrentía:

La cuenca alta, que consiste en las subcuencas de la No. 1 hasta la 8, se calibró basándose en la inundación de 1995, usando el registro de escorrentía en la Estación de Villerías (Fig. B.21).

La cuenca media, que consiste en las subcuencas de la No. 9 hasta la 11, se calibró basándose en la inundación de 1980, usando el registro de escorrentía en la Estación de Moscoso.

La cuenca baja, que consiste en las subcuencas de la No. 16 hasta la 18, se calibró basándose en la inundación de 1980, usando el registros de escorrentía en la Estaciones de Vado Marín y Las Conchas (Fig. B.22).

La computación de escorrentía se efectuó basada en datos de precipitación por hora. Se asumió que las estaciones que solamente tienen datos diarios, tenían una distribución por hora de la estación más cercana con datos registrados por hora.

Las constantes calibradas de cuenca y de canal con la inundación de 1995, se muestran en el Cuadro B.19. Estas constantes se asumieron bajo las condiciones presentes de cuenca y canal. En algunas porciones del hidrograma de escorrentía, las escorrentías calculadas y medidas no coincidían bien. Esto se debió principalmente a la falta de registros de precipitación por hora.

Con relación al coeficiente primario de escorrentía de las Cuencas Media y Baja, se consideraron las características geológicas:

Subcuenca	Area Total (km <sup>2</sup> )	Terciario Roca Volcánica con Ignimbrita	Otro	
		$f1 = 0.90$	$f1 = 0.65$	$f1$
Cuenca Alta	910.0	240.0 (26.4%)	670.0 (73.6%)	0.72 (=1.0)
Cuenca Media	727.0	43.0 (5.9%)	684.0 (94.1%)	0.66 (=0.9)
Cuenca Baja	609.8	0.0 (0.0%)	609.8 (100%)	0.65 (=0.9)

### 10.3 Simulación de Inundación

El modelo de simulación del flujo de inundación se preparó basado en la fórmula de flujo no estable unidimensional. El modelo se utiliza para evaluar las instalaciones para la retención de inundaciones, tales como presas ó lagunas. El modelo se calibra basado en los datos e información de la inundación de 1995. El diagrama del sistema del flujo de inundación se muestra en la Fig. B.23.

El flujo de inundación en el Area de Estudio se puede discutir independientemente, dividiendo la cuenca en dos, la Cuenca Media y la Cuenca Baja, en El Delirio, donde el canal forma rápidos con un flujo supercrítico. Las condiciones del contorno para el cálculo se fijaron de la siguiente manera:

Cuenca Media:

- Afluencia del Canal: descarga en Villerías
- Afluencia de Subcuenca: Subcuencas de la No. 9 a la 14

- Nivel de agua en lugar más bajo: En El Delirio, asumiendo un flujo crítico en la sección No. 103.

Cuenca Baja:

- Afluencia del Canal: Efluente de la cuenca media a El Delirio
- Afluencia de Subcuenca: Subcuencas de la No. 15 a la 18
- Nivel de agua en lugar más bajo: en la desembocadura del río, asumiendo un nivel de agua constante de  $H = 1.39$  m.s.n.m.

El modelo de simulación del flujo de inundación se calibró de la siguiente manera:

- Nivel de Agua inicial de la Laguna de Olomega  
+65.0 m.s.n.m., basados en el reconocimiento conducido por el Area de Estudio en 1996.
- Canal:  
Corte transversal para la simulación del flujo de inundación consiste en el canal del río y planicie inundable. Se le hizo un reconocimiento al corte transversal por el Equipo de Estudio en 1996, y se usó como canal de río; y la sección de la planicie inundable se asumió basada en el mapa topográfico con una escala 1/10,000.
- Coeficiente de Aspereza de Manning:  
Inicialmente, se usaron y ajustaron apropiadamente  $n=0.035$  para el canal del río, y  $n =$  de 0.7 a 1.0 para la planicie inundable, para permitir el nivel de agua simulado cerrar con el nivel de inundación estudiado.

La calibración se efectuó mediante el ajuste de las condiciones del canal, para que los niveles de agua calculados y las descargas coincidieran con las descargas registradas en Vado Marín y los niveles de agua por el reconocimiento del nivel de inundación. Los cálculos se llevaron a cabo desde Julio 15 (8:00 a.m.) a Septiembre 30 (7:00 a.m.) en 1995, a un paso de tiempo de 1 ó 2 minutos. La Fig. B.24 muestra los resultados del nivel de agua calculados en los tramos Medio y Bajo.

## 11. DESCARGA DISEÑO

## 11.1 Análisis de Precipitación

Para poder determinar la descarga diseño se analizó la precipitación, considerando las características que puedan causar inundación en la cuenca. Los puntos más importantes para establecer la precipitación diseño son los siguientes:

- Intensidad por el periodo de retorno
- Unidad y el total de la duración de las precipitaciones
- Distribución en el área
- Patrón del hietógrafo

Seis (6) estaciones pluviométricas estaban funcionando en Septiembre de 1988; eran en San Francisco Gotera, El Papalón, Santiago de María, El Sitio, Puerto Parada y Corinto. Entre estas, las estaciones de San Francisco Gotera, El Papalón, Santiago de María, han tenido datos diarios continuos por 30 años. Se hizo un estudio de probabilidad para estas estaciones. Las precipitaciones máximas anuales en estas estaciones se muestran en el Cuadro B.8 para varias duraciones de 1, 2, 3, 4, 5, 7, 14 y 30 días.

La precipitación media probable en la cuenca, se calculó basada en las precipitaciones punto en estas 3 estaciones, mediante la aplicación de las proporciones de Thiessen de 0.300 en San Francisco Gotera, 0.509 en El Papalón, y 0.191 en Santiago de María; como se muestra a continuación:

(Precipitación de 7 días Media Probable de la Cuenca)

Periodo de Retorno (años)	Precipitación Media de la Cuenca (mm)	Periodo de Retorno (años)	Precipitación Media de la Cuenca (mm)
100	362.2	5	240.9
50	335.5	2	191.4
20	299.9	1.05	120.0
10	271.7		

La duración unitaria de la precipitación se fijó en 6 horas, de manera que la inundación pico no se viese eclipsada, considerando la concentración del tiempo en Villerías, la cual es la estación ubicada en la parte alta del modelo de escorrentía. Por otro lado, la duración total de la precipitación consecutiva se fijó a 7 días, basado en el lapso de tiempo de la ola de inundación en Las Conchas, la cual está en la parte baja de la estación del modelo del flujo de inundación. La Fig. B.16 muestra las variaciones anuales de la descarga diaria y la precipitación diaria en las estaciones más importantes en 1975.

La distribución de la precipitación en el área se estudió para un máximo anual de precipitaciones de 1 día y de 7 días en inundaciones pasadas en la cuenca. La curva de reducción de precipitación punto se muestra en la Fig. B.9.

El cálculo de escorrentía fue preliminarmente llevado a cabo para examinar el efecto de los patrones de hietógrafo en escorrentía pico, usando patrones de precipitación de las inundaciones más fuertes en 1988, 1992, y 1982, para períodos de retorno de 10 y 100 años. De acuerdo a los cálculos, se confirma que el patrón de precipitación de la inundación de 1988, da la escorrentía mayor cualquier punto entre Villerías y la desembocadura del río, como se muestra a continuación:

(Comparación de Escorrentía Pico en Diferentes Patrones de Precipitación)

Ubicación	Escorrentía para Precipitación con Período de Retorno de 10 años (m <sup>3</sup> /s)			Escorrentía para Precipitación con Período de Retorno de 100 años (m <sup>3</sup> /s)		
	Sept. 1988	Sept. 1992	Sept. 1982	Sept. 1988	Sept. 1992	Sept. 1982
Villerías	910	690	670	1,410	970	990
Moscoso	1,020	710	710	1,600	990	1,050
El Delirio	1,230	690	880	2,010	1,220	1,420
Vado Marín	1,320	740	950	2,190	1,310	1,580
Las Conchas	1,470	790	1,120	2,470	1,370	1,900
Desembocadura	1,480	790	1,130	2,480	1,370	1,910

## 11.2 Precipitación Diseño

Las distribuciones de precipitación diaria de la inundación de 1988 (Septiembre 10-16), en 4 estaciones de observación disponibles en la cuenca (ver Cuadro B.20), se

seleccionaron como los hietógrafos básicos para el cálculo de la descarga diseño por las siguientes razones:

La inundación de 1988 es una de las inundaciones más grandes en la cuenca. La precipitación de 7 días de la inundación de 1988 se evaluó como una inundación con un período de retorno de 50 años.

La precipitación pico para la inundación de 1988 ocurrió en la parte posterior del hietógrafo, el cual está apto para realzar más la esorrentía pico.

De acuerdo a un estudio comparativo del patrón del hietógrafo, el patrón de la precipitación para la inundación de 1988, se confirmó para producirla esorrentía mayor en cualquier sección entre Villerías y la desembocadura del río.

El hietógrafo de precipitación diseño se estableció (como se muestra en la Fig. B.25), basado en el resultado del análisis de precipitación; y es el siguiente:

**Duración unitaria de precipitación:** 6 horas

**Duración total de precipitación consecutiva:** 7 días

**Patrón de hietógrafo básico:** Patrones de precipitación diaria de la inundación de 1988 en San Francisco Gotera, Beneficio El Papalón, Santiago de María, El Sitio, Puerto Parada, y las estaciones de Corinto.

**Precipitación Pico:** Se ajustó la precipitación de 6 días en la precipitación pico para la altura de la precipitación probable especificada.

**Precipitación Total:** Las precipitaciones de 6 horas durante 7 días fueron proporcionalmente ajustadas, excepto por el pico, de manera que el total de la precipitación de 7 días sería la profundidad de la precipitación probable

especificada.

El diseño de la precipitación para el período de retorno de 10 años se muestra en el Cuadro B.21.

### **11.3 Distribución de la Descarga Diseño**

Para poder discutir las características del plan maestro para el control de inundaciones, la distribución de descarga diseño se calculó para casos de condiciones con y sin proyecto.

A la distribución de descarga diseño bajo la condición sin - inundación se le llama "descarga sin inundación".

#### **11.3.1 Descarga sin Inundación**

La descarga sin inundación se calculó basándose en las precipitaciones probables con un período de retorno de 1.05, 2, 5, 10, 20, 50, 100 años, bajo las siguientes condiciones. Los hidrogramas de las secciones respectivas y la distribución de la descarga se muestran en la Fig. 5.9 y 5.10, respectivamente.

Cuenca : Condición Futura

Canal : Condición Futura sin ningún rebalse

No se toma en cuenta, la función de retención de escorrentía en las lagunas existentes de Olomega y El Jocotal.

El uso de suelos para el diseño se fijó para considerar la ampliación prevista del área urbana en el uso de suelos en 1996.

### Uso de Suelos en la Cuenca para el diseño (Unidad: %)

Uso de la Tierra	Diseño	Uso de la Tierra	Diseño
Area urbana	1.7	Frutas	0.4
Granos básicos	4.9	Vegetales	0.4
Pasto	64.7	Bosque	14.7
Café	6.2	Agua	1.6
Caña de azúcar	1.7	Lava	1.2
Henequén	2.3		

#### 11.3.2 Descarga con Instalaciones para el Almacenamiento de Agua de Inundación

La descarga con instalaciones para el almacenamiento de agua de inundación, tales como la presa, las lagunas de Olomega y El Jocotal, se calculó para la discusión de alternativas. Los detalles para estas simulaciones se describen en el Libro de Datos.

Cuadro B.1 LISTA DE OBSERVATORIOS METEOROLOGICOS EN Y ALREDEDOR DE LA CUENCA DEL RIO GRANDE DE SAN MIGUEL

Index	Name of Station	Longitude West	Latitude North	Elevation +MSL
U-6	Santiago de Maria	88-28.3	13-29.1	920
M-6	El Papalon	88-07.6	13-26.4	80
N-15	La Union	87-52.9	13-19.9	95
Z-2	San Francisco Gotera	88-06.4	13-41.8	250
S-10	Hopango	89-07.1	13-41.9	615

Cuadro B.2 LISTA DE ESTACIONES PLUVIOMETRICAS EN Y ALREDEDOR DEL AREA DE ESTUDIO

No	Code	Station Name	Latitude	Longitude	Elevation(MSL)	Type	Open	Close
1	M02	San Miguel-Fenadesal	13.29	88.10	105	A	1931	1987
2	M04	Lolotique	13.33.4	88.21.2	675	A	1970	1987
3	M05	Ciudad Barrios	13.45.9	88.16.3	860	A	1970	1987
4	M06	Beneficio El Papalon	13.27	88.07	80	B	1960	-
5	M07	San Jorge	13.25	88.21	330	A	1962	-
6	M12	Canton La Lava	13.21.3	88.14.9	40	A	1964	1978
7	M14	Hacienda San Jose	13.18	88.11	45	A	1966	1979
8	M15	Beneficio El Sitio	13.3	88.12	140	A	1959	-
9	M16	Chapelitique	13.38	88.16	190	A	1968	-
10	M17	Hacienda El Canal	13.19	88.18	30	A	1970	1980
11	M18	Sesori	13.43	88.22	195	B	1970	-
12	N01	Oloomega	13.18.7	88.01.7	70 or 80	A	1931	1987
13	N11	Yucuaiquin	13.33	88.00	460	A	1967	-
14	N14	El Carmen	13.21	88.00	105	A	1969	1979
15	N16	San Atejo	13.26	87.58	170	A	1970	-
16	U04	Usulután	13.20.4	88.26.3	75	A	1931	1987
17	U06	Santiago de Maria	13.29	88.28	920	B	1959	-
18	U08	Beneficio San Maurici	13.26	88.29	550	A	1959	1982
19	U13	Jucuaran	13.15.5	88.14.8	764	A	1970	-
20	U14	Puerto Parada	13.15.2	88.26.6	2	A	1970	1987
21	Z02	San Francisco Gotera	13.41.8	88.05.4	250	B	1970	1987
22	Z05	Corinto	13.48	87.58	820	A	-	-
23	Z06	Jocoro	13.37	88.02	250	A	1969	1995
24	Z08	Osicala	13.48	88.09	560	A	1962	1995

Remark: Type A is Pluviometer.

Remark: Type B is Self-recording rain gauge

Cuadro B.3 LISTA DE ESTACIONES LIMNIMETRICAS EN EL AREA DE ESTUDIO

No	Code	Station Name	Latitude	Longitud	Item	Elevation(MSL)	Open	Close	Remark
1	48-01-01	San Miguel at Moscoso	13.26	88.09	H,Q	76.02	Jul-58	1978	
2	48-01-02	San Miguel at Vado Marin	13.18	88.17	H,Q	18.78	May-59	1981	Reopen in 1994
3	48-01-03	San Miguel at La Canoa(El Delirio)	13.20	88.09	H,Q	-	May-62	Jun-05	
4	48-01-04	San Miguel at Las Conchas	13.17	88.25	H,Q	15.23	Jul-63	1982	
5	48-01-05	San Miguel at Villerias	13.31	88.11	H,Q	87.43	Jul-65	1980	Reopen in 1995
6	48-02-01	San Esteban at La Reforma	13.32	88.13	H,Q	206.57	Jul-65	1978	
7	48-03-01	Lake Oloomega at Puerto Viejo	13.18	88.03	H	63.58	Sep-66	1982	
8	48-04-01	Taisihuat at Hato Nuevo	13.29	88.09	H,Q	92.87	Mar-67	May-77	

H: Waterlevel(Selfrecording)

Q: Discharge(Converted from H)

## Cuadro B.4 DATOS METEOROLOGICOS MENSUALES

(1) Temperature (Cels)

Name of Station	Item	Jan.	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Average
Hopango	Maximum	31.5	31.5	32.0	33.4	30.9	29.4	30.2	29.9	29.1	29.0	29.0	29.5	30.5
	Minimum	15.5	16.5	17.5	18.8	19.8	19.6	19.1	19.1	19.2	19.0	17.8	16.7	18.2
	Median	22.1	22.6	23.8	24.4	24.2	23.3	23.2	23.1	22.8	22.7	22.3	21.9	23.0
Santiago de María	Maximum	28.6	29.9	31.0	30.9	29.3	28.0	28.7	28.9	27.8	27.8	27.7	27.9	28.9
	Minimum	16.1	15.2	16.5	18.1	18.5	18.3	18.2	18.1	18.0	18.1	17.3	16.5	17.5
	Median	21.2	21.6	22.5	22.9	22.5	21.9	22.6	22.3	21.5	21.5	21.4	21.1	21.9
El Papalón	Maximum	35.1	36.9	38.2	38.0	35.9	33.6	34.5	34.3	32.9	32.8	33.9	35.1	35.2
	Minimum	18.2	19.1	20.8	22.3	22.9	22.3	21.8	21.9	21.0	21.6	19.3	18.6	20.8
	Median	26.9	27.0	28.3	29.0	28.2	26.9	26.8	26.7	25.9	25.8	25.8	25.8	26.9
La Unión	Maximum	34.4	35.4	36.3	36.7	34.8	33.3	34.4	33.9	32.7	32.9	33.5	34.0	33.5
	Minimum	21.9	22.6	23.7	24.6	24.2	23.4	23.4	23.1	22.7	22.7	22.4	22.4	23.1
	Median	28.2	27.9	29.0	29.5	28.7	27.6	28.2	27.6	26.7	26.8	27.2	27.2	27.9
San Francisco Gotera	Maximum	34.8	35.6	36.9	37.1	34.7	32.4	33.3	33.0	31.8	32.0	33.1	34.2	34.1
	Minimum	18.7	19.2	21.1	22.1	22.6	22.0	21.4	21.6	21.5	21.4	20.1	19.9	20.9
	Median	25.8	25.5	27.9	28.6	27.4	26.0	26.3	25.9	25.3	25.4	25.6	25.5	26.4

Source: MAG, Almanaque Salvadoreño 1996

(2) Humidity (%)

Name of Station	Item	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Average
Hopango	median	67	68	70	71	82	85	82	83	85	83	76	79	76.9
	minimum	13	10	12	11	11	25	15	22	24	26	16	15	15.8
Santiago de María	median	67	65	66	71	80	83	75	78	85	83	75	70	74.8
	minimum	10	10	4	11	17	15	21	22	23	26	27	15	16.8
El Papalón	median	59	58	58	62	71	73	72	76	82	82	75	65	69.8
	minimum	12	12	13	13	20	21	19	19	31	28	20	15	18.6
La Unión	median	56	56	56	58	69	75	68	71	73	76	67	59	65.8
	minimum	20	13	13	11	16	13	20	15	25	26	18	19	17.4
San Francisco Gotera	median	55	53	55	53	63	76	71	73	83	79	69	60	66.6
	minimum	17	15	11	10	13	22	15	13	17	24	18	18	16.1

Source: MAG, Almanaque Salvadoreño 1996

(3) Rainfall (mm)

Name of Station	Item	Jan.	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
Hopango	Mean	4	3	9	41	152	235	327	305	341	259	56	9	1754
Santiago de María	Mean	1	4	11	45	189	320	257	279	424	269	73	12	1865
El Papalón	Mean	1	2	1	1	156	239	201	225	301	200	49	5	1431
La Unión	Mean	1	0	8	33	219	263	178	213	361	246	47	6	1575
San Francisco Gotera	Mean	2	4	8	63	254	374	255	283	428	318	51	8	2048

Source: MAG, Almanaque Salvadoreño 1996

Cuadro B.5 PROFUNDIDAD DE LA PRECIPITACION MAXIMA POR

DURACION, EN SANTIAGO DE MARIA

Year	1day	Month	Day	2day	Month	Day	3day	Month	Day	4day	Month	Day	5day	Month	Day	7day	Month	Day	14day	Month	Day	30day	Month	Day
1963	97.0	11	9	188.8	11	10	246.8	11	10	289.7	11	10	289.7	11	10	264.7	11	10	287.5	11	10	442.4	9	18
1964	117.0	7	24	137.5	7	25	161.7	7	24	182.2	7	25	200.8	7	25	236.0	7	25	298.2	7	27	477.2	7	27
1965	149.3	9	20	183.9	9	26	208.4	9	27	221.8	9	27	263.1	9	26	297.9	9	27	476.4	9	30	681.5	10	2
1966	99.1	7	13	153.3	7	14	164.2	7	14	180.6	7	14	213.1	7	14	260.4	7	14	321.8	7	14	629.3	7	14
1967	77.8	9	5	95.7	6	6	121.8	6	6	159.6	6	6	190.8	6	6	225.9	6	10	347.3	6	13	504.6	6	30
1968	77.9	10	17	142.7	10	18	165.9	10	19	172.2	10	19	179.9	10	21	189.8	10	22	254.2	6	11	474.0	6	27
1969	133.3	8	19	183.4	9	5	206.3	9	5	211.3	8	20	229.8	9	8	278.4	9	9	377.9	8	19	597.5	9	4
1970	84.2	9	21	95.4	9	1	122.4	9	21	147.3	7	15	173.7	9	5	212.0	9	6	325.2	9	7	521.0	9	23
1971	78.2	5	30	108.0	5	30	109.7	9	23	138.2	9	25	182.2	9	25	209.9	9	25	297.6	10	4	489.3	10	18
1972	69.1	6	16	90.3	6	17	96.5	9	25	104.1	9	26	114.0	9	27	138.2	9	29	227.1	10	2	409.9	10	21
1973	81.6	8	22	121.5	8	31	167.4	8	31	183.6	8	31	186.5	8	31	206.6	9	5	329.5	9	1	526.4	9	20
1974	232.1	9	20	344.8	9	21	355.5	9	21	359.5	9	22	362.9	9	22	370.9	9	25	460.6	9	21	603.6	10	4
1975	99.6	7	8	98.4	9	25	130.8	9	25	146.9	9	24	192.2	9	25	198.4	9	25	316.9	10	4	575.7	10	3
1976	73.0	8	29	123.8	6	13	134.1	6	13	172.3	10	8	174.0	10	8	228.6	10	8	316.3	9	5	479.2	9	15
1977	119.0	5	31	182.0	6	1	189.7	6	1	214.9	6	3	233.6	6	4	362.7	6	6	495.2	6	10	668.3	6	23
1978	98.3	9	19	111.0	9	19	174.5	9	21	187.2	9	21	192.6	9	21	205.4	9	24	281.4	7	15	493.6	7	31
1979	156.3	9	12	219.7	9	13	244.7	9	14	248.1	9	14	251.4	9	15	288.9	9	18	431.2	9	14	676.3	9	30
1980	53.1	9	14	67.8	10	7	83.7	10	8	89.9	10	7	109.2	10	10	134.1	10	8	215.6	10	10	447.6	10	8
1981	111.1	5	5	122.8	10	3	221.0	5	7	232.2	5	7	232.2	5	7	233.2	5	7	279.7	9	19	511.3	9	19
1982	155.3	9	19	268.9	9	20	291.1	9	20	299.2	9	20	312.0	9	20	349.7	9	20	429.6	9	25	595.8	10	11
1983	59.4	8	20	66.9	8	29	85.1	8	22	98.0	8	23	98.0	8	23	98.8	8	23	194.3	9	1	327.2	9	17
1984	66.6	7	11	76.1	8	13	100.8	9	3	134.5	8	23	135.2	8	23	153.8	9	6	240.6	9	11	434.6	9	18
1985	194.1	11	2	306.2	11	2	337.3	11	3	354.8	11	4	363.5	11	4	371.8	11	5	405.2	11	5	500.5	11	4
1986	81.6	5	26	110.7	5	31	154.4	6	1	187.8	6	1	225.0	6	1	307.4	6	1	370.0	6	3	544.3	6	23
1987	90.3	8	4	150.8	8	4	154.4	8	5	170.0	8	6	185.1	8	7	219.9	8	4	304.9	8	6	446.4	8	8
1988	119.6	6	21	199.2	9	16	248.8	8	28	267.2	8	28	272.1	8	29	370.0	8	28	477.2	8	28	785.7	8	29
1989	148.7	9	16	213.6	9	17	244.7	9	17	249.1	9	17	249.1	9	17	276.9	9	20	471.6	9	24	783.9	9	25
1990	127.8	5	24	132.2	5	25	132.2	5	25	152.7	5	27	174.5	5	28	235.2	5	30	360.1	5	31	490.5	6	22
1991	76.4	8	31	102.8	8	31	102.8	8	31	104.5	9	2	127.0	6	28	154.2	6	28	272.1	7	2	394.4	7	8
1992	126.5	10	3	132.2	9	30	213.4	10	5	213.6	10	6	258.7	10	3	345.6	10	5	505.2	10	5	795.5	10	5
1993	99.5	6	19	147.2	9	19	152.0	9	19	156.8	9	20	201.3	9	19	241.0	9	19	317.6	9	26	529.6	9	21
1994	71.7	9	27	119.1	9	27	152.7	9	28	171.0	9	28	203.4	9	29	203.4	9	27	330.5	9	28	526.2	10	13
1995	93.0	10	18	145.0	8	17	166.3	8	19	229.6	8	19	268.1	8	20	332.2	8	22	510.4	8	29	744.8	9	11

Cuadro B.6 PROFUNDIDAD DE LA PRECIPITACION MAXIMA POR DURACION, EN EL PAPALON

Year	1day	Month	Day	2day	Month	Day	3day	Month	Day	4day	Month	Day	5day	Month	Day	7day	cont	Day	14day	Month	Day	30day	Month	Day
1964	50.6	10	16	95.5	6	4	118.4	10	17	123.7	10	18	131.9	10	17	147.1	10	21	167.4	10	20	321.0	7	25
1965	78.8	6	8	110.3	7	30	114.7	5	29	142.3	5	31	182.2	6	1	215.8	6	3	328.4	6	10	536.5	6	17
1966	66.0	8	8	85.0	6	21	103.6	6	21	114.3	7	11	143.6	6	21	167.6	7	13	213.6	6	26	372.0	7	13
1967	N/A																							
1968	N/A																							
1969	N/A																							
1970	80.0	4	15	83.9	8	27	103.3	8	28	119.9	7	15	127.5	7	15	155.0	6	22	239.1	6	23	468.4	6	23
1971	70.9	5	29	88.0	8	13	131.4	9	11	149.6	9	11	155.1	9	12	156.3	9	12	249.3	9	12	431.9	10	7
1972	75.8	6	6	102.1	6	7	104.6	7	22	125.5	10	2	153.5	10	2	173.0	10	8	319.8	10	6	454.6	10	21
1973	73.1	8	31	114.9	6	17	151.4	6	6	158.1	8	31	170.5	8	31	207.5	9	20	329.2	6	17	530.9	9	20
1974	215.3	9	20	240.4	9	21	292.7	9	21	295.2	9	23	297.5	9	23	298.4	9	23	418.8	9	21	546.4	9	22
1975	59.6	9	6	92.5	10	1	112.2	10	2	133.1	8	20	139.0	9	9	172.2	9	12	258.7	10	4	473.7	10	4
1976	141.6	6	13	170.3	6	13	214.7	6	13	216.6	6	13	216.6	6	13	222.7	6	13	319.6	6	25	489.7	6	28
1977	49.9	6	6	59.1	6	7	80.9	6	8	112.4	6	9	117.7	6	9	127.5	6	9	189.6	6	9	273.6	6	27
1978	186.9	9	21	195.3	9	21	202.8	9	21	203.7	9	22	224.1	9	21	225.8	9	23	281.0	9	30	435.3	9	21
1979	73.9	8	20	124.2	8	21	163.6	8	22	166.0	8	23	171.6	8	22	197.2	8	25	338.6	9	2	513.3	9	14
1980	116.5	6	13	134.1	6	13	176.8	7	23	220.4	7	24	250.6	7	24	258.4	7	27	399.6	6	23	625.4	6	25
1981	98.6	5	5	113.3	5	6	148.1	5	7	162.8	5	7	207.3	5	5	256.8	5	7	290.4	7	6	435.7	7	15
1982	175.4	9	19	212.4	9	19	242.3	9	20	244.2	9	19	274.1	9	20	308.7	9	20	383.6	9	29	577.2	10	8
1983	66.7	8	28	98.2	8	29	115.4	8	30	148.3	8	31	153.9	9	1	154.9	9	3	242.6	9	10	407.7	9	26
1984	76.0	7	23	103.3	7	24	103.7	7	25	127.2	7	24	144.9	7	24	187.1	7	29	253.0	8	1	354.8	7	29
1985	207.7	11	2	221.1	11	3	228.1	11	3	240.7	11	3	240.9	11	4	249.8	11	5	262.2	11	3	397.2	8	15
1986	76.3	5	20	93.8	8	13	105.8	5	22	142.8	9	3	151.4	9	4	183.5	9	6	228.8	6	1	355.5	9	6
1987	136.5	8	4	161.2	8	4	166.9	8	6	210.0	8	7	234.7	8	7	247.7	8	4	388.8	8	7	539.2	8	8
1988	221.6	9	16	278.2	9	16	283.3	9	16	312.1	8	29	330.2	8	29	339.9	8	29	404.2	8	29	711.1	9	23
1989	154.9	6	5	198.9	6	6	204.7	6	6	243.8	7	29	245.1	7	30	245.1	7	30	360.9	9	17	622.1	10	1
1990	78.9	11	6	105.3	11	6	106.6	11	7	113.7	10	22	119.6	10	22	143.2	10	22	224.0	9	24	363.5	10	3
1991	64.0	8	31	117.0	6	28	124.9	6	28	131.8	6	28	159.6	6	28	244.0	6	28	350.2	6	28	404.7	7	4
1992	114.4	9	29	170.8	9	29	221.8	9	29	280.2	9	29	335.0	9	29	340.2	9	30	448.8	9	30	608.3	10	8
1993	193.0	4	27	196.8	4	27	197.0	4	28	197.0	4	28	198.3	4	30	215.4	5	31	310.3	6	1	446.2	10	1
1994	70.7	9	27	104.6	9	27	131.8	9	28	156.2	9	28	166.9	9	29	167.3	9	29	215.0	10	8	353.2	10	7
1995	87.5	10	18	105.8	10	19	121.6	5	26	126.4	6	27	131.6	10	22	179.3	9	17	281.9	9	17	428.4	10	3

Cuadro B.7 PROFUNDIDAD DE LA PRECIPITACION MAXIMA POR DURACION, EN SAN FRANCISCO GOTERA

Year	1day	Month	Day	2day	Month	Day	3day	Month	Day	4day	Month	Day	5day	Month	Day	7day	Month	Day	14day	Month	Day	30day	Month	Day
1964	99.3	8	29	113.5	8	30	175.7	8	31	193.4	9	1	215.3	8	31	256.2	9	23	353.7	9	11	617.6	9	13
1965	75.3	10	2	92.9	10	3	128.1	9	19	143.2	9	19	157.1	9	20	206.3	9	23	289.0	9	23	562.2	10	14
1966	93.9	5	13	116.5	7	10	167.9	7	10	169.9	7	10	215.5	7	12	256.5	7	14	327.8	6	26	595.6	7	12
1967	106.8	10	5	152.4	10	5	165.6	9	11	169.7	9	12	186.3	9	13	239.6	10	10	363.2	10	11	618.5	10	6
1968	84.1	8	13	95.0	8	14	107.3	8	15	118.0	8	14	131.2	10	17	161.1	9	4	266.5	10	6	501.1	10	18
1969	106.6	9	30	128.4	9	30	129.7	10	1	131.9	9	24	148.1	5	17	217.7	10	6	338.2	10	6	569.8	10	18
1970	92.9	7	13	130.4	5	17	130.9	5	17	136.0	10	12	159.4	10	4	218.6	10	4	354.9	10	4	588.7	10	12
1971	182.2	5	19	189.7	5	19	205.7	5	19	205.7	5	19	205.7	5	19	217.4	5	24	291.5	10	17	488.2	6	15
1972	65.0	5	29	75.9	8	29	104.9	8	29	117.9	9	28	130.3	9	28	140.4	9	29	234.7	10	2	337.7	10	14
1973	141.5	5	22	146.3	5	22	168.8	5	22	177.0	5	22	193.7	10	27	249.2	9	22	406.0	6	22	750.1	10	11
1974	103.0	9	20	138.0	9	21	140.3	9	21	151.5	9	21	164.4	9	21	168.5	9	23	273.9	9	21	462.1	10	5
1975	72.8	9	11	110.6	7	23	129.1	7	23	141.7	7	25	162.4	7	26	184.4	9	12	318.5	9	24	529.3	9	25
1976	90.0	6	13	135.1	6	13	155.8	6	13	162.6	6	13	191.5	6	6	228.6	6	7	393.3	6	13	650.0	6	23
1977	75.4	6	5	134.9	6	1	138.6	6	2	157.7	6	8	175.3	6	9	260.8	6	6	360.7	6	11	473.0	6	23
1978	80.3	7	13	114.1	8	31	143.0	9	29	161.7	9	30	191.7	9	29	235.4	9	30	386.1	9	30	612.1	9	28
1979	89.4	5	14	133.6	4	24	172.2	4	26	218.8	4	26	219.0	4	26	239.9	4	29	357.7	5	3	582.5	9	14
1980	111.1	9	27	140.0	8	15	162.3	9	22	189.3	6	13	211.2	6	13	247.9	9	27	384.2	6	23	642.1	10	8
1981	107.4	5	5	123.2	5	5	135.2	5	7	151.0	5	7	152.3	5	7	162.6	10	13	264.6	10	13	448.4	10	13
1982	120.0	6	12	172.2	6	12	193.0	6	12	221.0	6	12	233.6	6	12	276.7	5	28	395.9	5	31	777.5	6	16
1983	82.7	10	1	131.9	10	1	133.2	10	2	136.5	10	22	205.4	10	24	233.6	10	0	323.1	10	7	663.4	10	25
1984	66.2	7	31	100.9	8	1	110.4	8	2	127.8	8	3	137.8	8	3	157.2	8	3	281.3	8	3	454.2	11	1
1985	144.6	9	19	176.6	9	19	196.8	9	19	229.0	9	19	238.6	9	19	316.6	9	19	401.2	9	19	711.5	9	19
1986	73.4	9	28	140.9	9	28	156.2	9	28	158.5	9	29	161.0	9	28	183.4	9	28	254.1	10	9	388.3	10	25
1987	83.4	8	4	91.6	8	4	91.6	8	4	128.4	8	7	139.8	8	8	150.7	8	9	241.4	6	19	407.9	6	19
1988	122.2	9	16	169.8	9	16	203.5	8	28	266.9	9	16	340.3	9	16	398.0	9	16	446.4	9	23	798.7	9	16
1989	91.6	5	24	134.1	8	31	192.6	7	28	250.5	7	29	250.5	7	29	269.9	7	31	342.1	9	4	606.1	9	10
1990	93.0	10	23	176.8	10	23	213.8	10	24	215.7	10	24	223.0	10	26	284.5	10	23	375.6	10	26	604.9	10	23
1991	118.4	8	31	135.0	8	31	140.4	9	1	150.2	9	2	150.2	9	2	158.7	9	24	270.2	10	5	492.3	10	11
1992	181.3	6	21	207.1	6	21	215.1	6	21	222.9	6	21	256.6	6	21	281.6	6	22	394.7	6	30	568.6	7	14
1993	59.0	5	26	66.0	5	5	86.4	9	28	106.5	9	28	124.4	9	28	151.9	6	1	230.3	10	6	404.0	10	3
1994	103.5	9	14	117.5	9	15	119.2	9	16	143.7	8	15	185.8	9	18	215.5	9	19	281.0	9	19	491.8	10	7
1995	98.8	8	2	136.2	8	24	164.6	8	25	165.4	8	25	170.0	8	25	253.3	8	26	324.4	8	29	513.5	9	18

Cuadro B.8 PRECIPITACION MAXIMA PROMEDIO EN LA CUENCA POR DURACION

Thiessen Coef. Santiago de Maria=0.191, San Francisco Cotera=0.300, El Papaión=0.509

Year	1day	Month	Day	2day	Month	Day	3day	Mont	Day	4day	Month	Day	5day	Month	Day	7day	Month	Day	14day	Month	Day	30day	Month	Day
1964	64.3	7	24	71.7	7	25	89.9	10	17	103.2	9	1	114.0	9	2	126.7	9	2	199.6	7	31	359.6	9	11
1965	67.0	6	8	80.0	5	29	111.0	6	10	117.8	6	10	130.2	6	1	174.0	9	23	290.6	9	27	505.8	10	2
1966	52.2	5	13	76.4	7	9	106.4	7	10	127.1	7	11	152.8	7	13	205.4	7	14	245.5	5	26	479.3	7	14
1967	N/A																							
1968	N/A																							
1969	N/A																							
1970	52.9	4	15	76.6	7	13	99.2	7	14	127.8	7	15	134.5	7	16	150.0	7	18	247.0	6	23	453.2	6	23
1971	55.7	5	19	70.5	9	9	99.0	9	11	119.1	9	11	130.6	9	12	134.8	9	12	229.1	9	11	408.7	10	7
1972	45.1	6	6	68.5	9	25	87.3	9	25	98.0	9	26	116.4	9	28	152.1	9	29	267.1	10	6	394.4	10	21
1973	66.7	5	22	97.9	8	31	125.8	8	31	150.4	8	31	165.4	8	31	213.3	8	31	320.6	6	17	562.3	9	20
1974	184.8	9	20	255.1	9	21	259.0	9	21	263.3	9	21	267.4	9	21	271.8	9	23	383.3	9	21	528.7	10	4
1975	60.8	9	24	74.2	5	30	97.8	8	20	128.8	8	20	133.7	9	25	168.5	9	12	255.2	10	4	498.4	10	3
1976	112.9	6	13	150.9	6	13	181.6	6	13	186.8	6	13	188.3	6	13	202.6	6	13	330.4	6	13	516.8	6	30
1977	61.4	5	31	99.7	6	1	105.7	6	2	127.0	6	8	156.1	6	9	209.5	6	6	299.2	6	11	406.1	6	27
1978	125.1	9	21	132.0	9	21	170.5	9	21	173.3	9	21	187.6	9	21	207.2	9	25	300.0	9	30	472.5	9	28
1979	58.8	6	4	86.4	8	21	121.3	8	22	128.4	8	22	152.5	9	4	184.1	9	4	314.6	9	13	558.5	9	14
1980	81.7	6	13	100.1	6	13	117.3	6	13	149.4	6	13	160.2	6	13	184.7	6	15	318.7	6	23	506.5	6	25
1981	103.6	5	5	118.0	5	5	158.2	5	7	172.5	5	7	173.2	5	7	221.4	5	7	241.0	5	7	394.0	10	3
1982	150.4	9	19	202.3	9	20	228.8	9	20	232.9	9	20	257.2	9	20	285.3	9	20	370.4	9	23	535.4	10	10
1983	47.3	8	28	68.9	8	29	83.5	8	30	104.4	8	31	113.7	9	1	130.2	10	1	204.3	9	10	373.1	9	26
1984	59.3	7	23	84.1	7	24	84.3	7	25	107.5	7	24	118.9	7	24	147.9	7	29	237.4	8	3	360.6	8	1
1985	162.4	11	2	201.9	11	3	215.9	11	3	227.8	11	3	236.1	11	4	242.6	11	5	263.5	11	5	391.1	11	2
1986	57.0	8	13	82.4	9	28	88.9	9	28	110.4	9	3	120.1	9	3	140.6	9	6	231.3	6	1	367.7	9	9
1987	111.7	8	4	138.3	8	4	139.0	8	5	169.2	8	7	195.8	8	7	206.8	8	4	315.9	8	7	442.6	8	8
1988	170.1	9	16	230.6	9	16	250.3	8	28	273.1	9	16	305.6	9	16	326.8	9	16	414.1	8	29	722.1	9	19
1989	100.3	6	5	143.4	6	6	173.1	7	29	234.6	7	29	235.3	7	30	241.2	7	31	335.5	9	17	627.4	9	29
1990	73.2	11	6	115.1	11	7	117.4	11	7	126.9	10	24	133.3	10	24	175.9	10	23	240.7	9	24	444.1	10	3
1991	82.7	8	31	100.3	6	28	107.7	6	28	112.9	6	28	142.0	6	28	200.5	6	28	294.2	6	28	405.6	10	12
1992	78.4	9	29	140.0	9	29	192.7	9	29	234.3	9	29	281.3	9	29	299.8	9	30	422.4	9	30	612.4	10	9
1993	107.0	4	27	112.9	4	27	118.8	4	28	129.5	6	1	135.3	6	1	187.4	5	31	249.9	6	2	435.3	10	1
1994	67.8	9	14	83.0	9	27	109.2	9	28	125.2	9	28	136.3	9	28	146.4	9	29	251.8	9	27	422.6	10	7
1995	71.7	10	18	90.6	10	19	103.1	6	26	111.2	10	20	126.1	9	17	178.7	9	17	268.7	8	29	503.1	9	17

Cuadro.B.9      PROBABILIDAD DE LLUVIA POR PERIODO DE RETORNO

Station	Code	Duration	Return Period in year						Unit:m
			2	5	10	20	50	100	200
San Francisco Gotera	Z02	6hour	64.8	86.4	100.8	115.2	129.6	144.0	154.8
		1day	96.8	124.3	141.7	157.7	178.2	193.6	208.6
		7day	221.3	277.5	312.4	344.3	384.5	414.6	443.5
		14day	323.6	382.5	417.6	448.6	486.8	514.7	541.0
		30day	549.5	663.7	732.6	794.3	871.0	927.5	981.1
El Papalon	M06	6hour	54.0	86.4	108.0	133.2	165.6	190.8	219.6
		1day	98.0	152.0	191.3	231.0	286.2	331.4	377.7
		7day	206.1	263.3	299.3	332.4	374.6	406.5	437.2
		14day	291.1	367.7	415.6	459.5	515.0	556.7	596.8
		30day	453.9	557.5	620.8	678.0	749.5	802.6	853.2
Santiago de Maria	U06	6hour	61.2	97.2	122.4	147.6	180.0	208.8	241.2
		1day	99.3	136.8	161.8	185.6	217.1	241.5	265.7
		7day	237.1	320.8	375.7	427.7	495.6	548.1	599.7
		14day	338.1	429.7	487.2	539.9	607.0	657.5	706.1
		30day	538.3	653.3	723.0	785.5	863.4	921.0	975.6
Basin average		1day	80.4	117.3	143.1	168.3	202.4	229.7	257.0
		7day	191.4	240.9	271.7	299.9	335.5	362.2	387.9
		14day	282.5	338.8	372.7	402.9	440.2	467.7	493.7
		30day	464.5	548.8	598.8	643.1	697.6	737.5	775.0
Sesori	M18	6hour	43.2	64.8	79.2	90.0	108.0	122.4	133.2
Hacienda San Hose	M14	6hour	64.8	93.6	111.6	133.2	158.4	180.0	201.6
La Carrea	U11	6hour	86.4	104.4	115.2	126.0	144.0	151.2	162.0

Cuadro B.10      **DESCARGA MAXIMA ANUAL Y NIVEL DE AGUA(1/5)**  
 Period:May 1970-December 1978

Year	Month	Day	Waterlevel (m)	Discharge( m3/s)	Remark
1970	9	4	5.66	866.00	
1971	9	2	5.12	734.00	
1972				*	No data
1973	10	8	4.01	490.00	
1974	9	20	5.44	685.00	
1975	9	24	6.83	1079.12	
1976	6	5	N/A	N/A	Data incomplete
1977	6	15	5.04	578.91	
1978	9	21	4.58	462.09	

Cuadro B.10      **DESCARGA MAXIMA ANUAL Y NIVEL DE AGUA(2/5)**  
 Period:January 1964-December 1981

Year	Month	Day	Waterlevel (m)	Discharge( m3/s)	Remark
1963					* Data incomplete
1964					* Data inco
1965	9	8	3.72	494.70	
1966	6	22	6.36	917.10	
1967	10	5	5.15	719.50	
1968	9	24	4.02	538.70	
1969	9	4	8.30	2784.88	revised to 1982m3/s
1970	9	4	5.64	880.00	
1971	9	3	5.48	841.50	
1972	10	8	4.08	777.39	
1973	9	16	8.48	921.00	
1974	9	8	3.26	218.32	
1975	9	24	6.90	709.84	
1976	6	5	7.27	760.87	
1977	6	16	4.96	405.09	
1978	9	21	5.34	382.11	
1979	8	31	6.19	395.33	
1980					* Data incomplete

Cuadro B.10 DESCARGA MAXIMA ANUAL Y NIVEL DE AGUA(3/5)

Period:January 1963-April 1981

Year	Month	Day	Waterlevel (m)	Discharge( m <sup>3</sup> /s)	Remark
1963	11	9	4.52	631.60	
1964	9	2	3.52	280.60	
1965					* Data incomplete
1966	6	22	4.58	187.00	
1967					* Data incomplete
1968-1976					* No data
1977	6	16	4.76	109.34	
1978	8	28	5.49	115.00	
1979	10	9	5.52	189.41	
1980					* Data incomplete

Remark: Until 1967 measured at El Delirio and after 1977 measured at La Canoa

Cuadro B.10 DESCARGA MAXIMA ANUAL Y NIVEL DE AGUA(4/5)

Period:May 1959-March 1981

Year	Month	Day	Waterlevel (m)	Discharge( m <sup>3</sup> /s)	Remark
1959	10	20	2.16	57.9	
1960					Data incomplete
1961	10	9	2.44	188.8	
1962	9	27	2.59	156.0	
1963	11	11	3.22	248.1	
1964	9	4	2.56	134.4	
1965	10	1	2.74	218.9	
1966	7	15	2.84	289.8	
1967	10	14	2.1	96.0	
1968	9	26	2.4	155.0	
1969	9	6	3.84	296.0	
1970	10	5	3.13	230.9	
1971	9	5	2.42	131.5	
1972	10	10	2.03	82.0	
1973	10	26	3.65	237.5	
1974	9	22	4.22	307.9	
1975	9	13	2.72	135.8	
1976	6	14	3.9	286.7	
1977	10	1	1.83	48.0	
1978	9	22	2.62	133.6	
1979	9	15	2.68	143.7	
1980	6	25	3.14	215.2	

Cuadro B.10 DESCARGA MAXIMA ANUAL Y NIVEL DE AGUA(5/5)

Period:May 1970-April 1981

Year	Month	Day	Waterlevel( m)	Discharge( m3/s)
1970	8	4	2.80	274.00
1971	10	21	2.00	148.00
1972	10	20	2.69	203.00
1973	10	24	4.10	287.00
1974	5	23	2.04	90.00
1975				* Data incomplete
1976	10	10	2.72	111.33
1977	6	8	3.18	136.51
1978	9	20	3.75	389.56
1979	6	14	4.22	659.28 revised to 222.4m2/s
1980	6	23	4.90	1471.22 revised to 302.4m3/s

Cuadro B.11 DESCARGA MINIMA ANUAL Y NIVEL DE AGUA(1/5)

Year	Month	Day	Discharge( m3/s)	Remark
1970				Data incomplete
1971	4	12	1.340	
1972	4	6	0.900	
1973	3	14	1.360	
1974	3	29	1.440	
1975	3	25	0.730	
1976	5	13	0.610	
1977	4	30	0.997	
1978	4	20	1.030	

Cuadro B.11 DESCARGA MINIMA ANUAL Y NIVEL DE AGUA(2/5)

Year	Month	Day	Discharge( m3/s)	Remark
1963				Data incomplete
1964	4	19	1.500	
1965	3	10	4.000	
1966	3	17	2.000	
1967	3	18	6.250	
1968	3	28	2.500	
1969	4	2	2.390	
1970	4	23	1.750	
1971	4	12	1.680	
1972	4	6	1.120	
1973	2	21	1.380	
1974	3	5	1.990	
1975	3	25	0.910	
1976	4	9	1.700	
1977	12	31	1.880	
1978	4	11	1.280	
1979	3	18	1.270	
1980	4	26	2.130	

Cuadro B.11 DESCARGA MINIMA ANUAL Y NIVEL DE AGUA(3/5)

Year	Month	Day	Discharge( m3/s)	Remark
1963	1	31	2.000	
1964	3	20	4.300	
1965	3	23	1.800	
1966	11	28	0.420	
1967	6	1	0.590	
1968-1976				No data
1977	12	31	2.600	
1978	4	8	1.350	
1979	4	19	1.280	
1980	5	3	0.160	

Cuadro B.11 DESCARGA MINIMA ANUAL Y NIVEL DE AGUA(4/5)

Year	Month	Day	Discharge( m3/s)	Remark
1959				Data incomplete
1960				Data incomplete
1961	2	27	7.320	
1962	1	31	7.100	
1963	4	26	6.300	
1964	4	1	6.070	
1965	4	14	4.050	
1966	3	22	4.100	
1967	3	15	3.700	
1968	4	6	2.960	
1969	4	16	3.400	
1970	4	26	3.850	
1971	5	9	4.280	
1972	4	7	3.830	
1973	5	12	4.280	
1974	4	29	3.290	
1975	4	30	2.520	
1976	4	10	2.710	
1977	4	15	3.097	
1978	5	6	2.420	
1979	3	14	2.160	
1980	1	31	4.470	

Cuadro B.11      DESCARGA MINIMA ANUAL Y NIVEL DE AGUA(5/5)

Year	Month	Day	Discharge( m3/s)	Remark
1970	5	1	9.460	
1971	4	24	7.690	
1972	4	6	6.280	
1973	3	9	6.900	
1974	3	9	6.740	
1975	5	1	5.160	
1976	4	10	6.050	
1977	3	12	5.673	
1978	4	12	4.600	
1979	3	17	4.740	
1980	5	4	5.183	

Cuadro B.12 DESCARGA MAXIMA PROMEDIO MENSUAL POR AÑO

Unit: m3/s

Year	Villeras	Month	Rank	Moscoso	Month	Rank	Vado Marin	Month	Rank
1959	No data			No data			44.7	10	20
1960	No data			No data			No data		
1961	No data			No data			133.1	10	3
1962	No data			No data			103.6	10	7
1963	No data			No data			98.2	9	9
1964	No data			No data			93.7	9	12
1965	No data			71.8	9	6	94.4	9	11
1966	No data			62.0	6	10	111.9	7	6
1967	No data			44.2	10	14	50.3	10	19
1968	No data			45.8	9	13	73.5	10	17
1969	No data			181.0	9	1	159.0	9	1
1970	65.9	9	5	86.0	9	5	132.0	10	4
1971	58.3	10	6	71.1	10	7	87.1	9	15
1972	30.1	10	8	41.6	10	15	56.7	10	18
1973	88.1	10	1	110.0	10	3	140.0	10	2
1974	46.1	9	7	55.9	9	12	87.7	9	14
1975	69.8	9	3	88.1	9	4	92.9	9	13
1976	76.3	6	2	111.2	6	2	96.3	6	10
1977	22.2	6	9	30.0	6	16	28.7	6	21
1978	69.7	9	4	69.0	9	8	84.5	9	16
1979	No data			58.5	9	11	103.5	9	8
1980	No data			63.3	10	9	119.2	10	5

Cuadro B.13 PRECIPITACION MAXIMA MENSUAL POR AÑO

Unit: mm

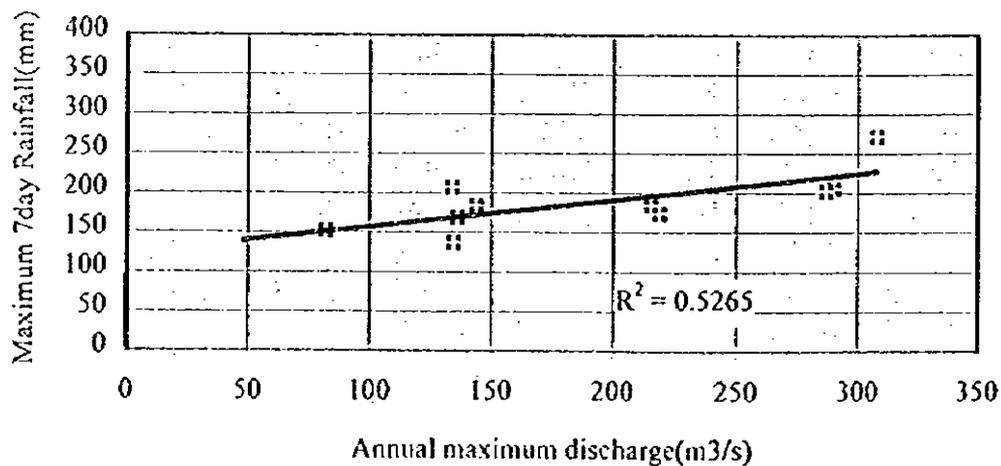
Year	Usulután	Rank	Olomega	Rank	San Miguel	Rank	San F. G.	Rank
1959	386	24	448	13	266	28	431	23
1960	499	13	495	10	461	9	498	14
1961	394	22	580	3	545	5	393	29
1962	388	23	488	11	430	12	540	8
1963	522	10	469	12	539	6	441	21
1964	519	11	446	14	316	25	448	19
1965	585	5	556	5	561	3	436	22
1966	406	20	335	22	366	16	502	13
1967	364	28	312	26	335	19	448	19
1968	414	19	439	16	333	21	491	16
1969	509	12	535	7	688	1	485	17
1970	482	15	355	20	422	13	505	12
1971	398	21	375	19	326	22	608	2
1972	319	29	436	17	251	30	303	32
1973	498	14	317	23	318	24	591	4
1974	555	6	631	2	320	23	419	24
1975	721	2	355	20	431	11	492	15
1976	385	25	528	8	505	7	598	3
1977	909	1	250	30	248	31	393	29
1978	550	7	265	29	264	29	547	7
1979	459	17	434	18	464	8	398	27
1980	433	18	442	15	335	19	550	6
1981	370	26	522	9	439	10	396	28
1982	539	8	313	25	378	15	530	9
1983	248	31	278	27	305	26	513	10
1984	461	16	550	6	344	17	399	26
1985	267	30	241	31	305	26	483	18
1986	365	27	267	28	344	17	349	31
1987	523	9	314	24	405	14	405	25
1988	686	3	561	4	561	3	620	1
1989	623	4	655	1	655	2	557	5
1990	No data		No data		No data		513	10

Note: 1988 of San Miguel and Olomega are used of Beneficio El Sitio

Cuadro B.14 DESCARGAS MAXIMAS ANUALES EN VADO MARIN Y  
 PRECIPITACION DE 7 DIAS  
 Period:May 1959-March 1981

Year	Month	Day	Waterlevel( m)	Discharge( m <sup>3</sup> /s)	Ranking	Maximum Basin averaged 7days Rainfall in mm	Month	Day
1959	10	20	2.16	57.9	20			
1960			Data incomplete					
1961	10	9	2.44	188.8	10			
1962	9	27	2.59	156.0	11			
1963	11	11	3.22	248.1	5			
1964	9	4	2.56	134.4	15	136.7	9	2
1965	10	1	2.74	218.9	8	174.0	9	23
1966	7	15	2.84	289.8	3	205.4	7	14
1967	10	14	2.1	96.0	18			
1968	9	26	2.4	155.0	12			
1969	9	6	3.84	296.0	2			
1970	10	5	3.13	230.9	7			
1971	9	5	2.42	131.5	17			
1972	10	10	2.03	82.0	19	152.1	9	29
1973	10	26	3.65	237.5	6			
1974	9	22	4.22	307.9	1	271.8	9	23
1975	9	13	2.72	135.8	14	168.5	9	12
1976	6	14	3.9	286.7	4	202.6	6	13
1977	10	1	1.83	48.0	21			
1978	9	22	2.62	133.6	16	207.2	9	25
1979	9	15	2.68	143.7	13	184.1	9	4
1980	6	25	3.14	215.2	9	184.7	6	15

Relation between annual maximum discharge and the corresponding 7 days rainfall(only the event of annual maximum )



Cuadro B.15 NIVELES BAJOS DE MAREA EN PUERTO EL TRIUNFO ENTRE  
1994-1996

Year	Month	Day	Time	Low water spring (m)MSL	Average
1994	1	1	11	-1.42	
1994	1	13	9	-1.40	
1994	1	30	10	-1.55	
1994	2	12	10	-1.32	
1994	2	28	22	-1.66	
1994	3	14	22	-1.27	
1994	3	29	22	-1.74	
1994	4	12	22	-1.25	
1994	4	27	22	-1.71	
1994	5	12	22	-1.19	
1994	5	26	21	-1.61	
1994	6	12	23	-1.22	
1994	6	24	21	-1.47	
1994	7	12	23	-1.30	
1994	7	24	22	-1.37	
1994	8	10	23	-1.42	
1994	8	22	21	-1.27	
1994	9	9	11	-1.53	
1994	9	21	9	-1.25	
1994	10	7	10	-1.66	
1994	10	21	9	-1.22	
1994	11	5	9	-1.69	
1994	11	20	10	-1.19	
1994	12	4	8	-1.66	
1994	12	21	10	-1.22	-1.42
1995	1	3	10	-1.61	
1995	1	20	11	-1.35	
1995	2	1	9	-1.53	
1995	2	19	11	-1.47	
1995	3	3	10	-1.45	
1995	3	19	22	-1.59	
1995	4	1	22	-1.35	
1995	4	17	22	-1.66	
1995	5	1	22	-1.25	
1995	5	16	22	-1.66	
1995	5	31	22	-1.17	
1995	6	15	22	-1.64	
1995	6	30	22	-1.14	
1995	7	13	21	-1.55	
1995	7	31	23	-1.22	
1995	8	12	22	-1.50	
1995	8	29	21	-1.32	
1995	9	11	10	-1.42	
1995	9	27	10	-1.47	
1995	10	10	9	-1.37	
1995	10	26	10	-1.59	
1995	11	8	9	-1.27	
1995	11	25	10	-1.66	
1995	12	9	10	-1.22	
1995	12	24	10	-1.69	-1.45
1996	1	8	10	-1.22	
1996	1	22	10	-1.71	
1996	2	7	10	-1.27	
1996	2	20	9	-1.66	
1996	3	8	23	-1.37	
1996	3	20	21	-1.55	
1996	4	6	22	-1.47	
1996	4	18	21	-1.42	
1996	5	5	22	-1.55	
1996	5	18	21	-1.30	
1996	6	3	22	-1.59	
1996	6	17	22	-1.17	
1996	7	3	22	-1.61	
1996	7	17	22	-1.12	
1996	8	1	22	-1.64	
1996	8	15	22	-1.14	
1996	8	30	22	-1.61	
1996	9	15	10	-1.25	
1996	9	29	10	-1.59	
1996	10	15	10	-1.37	
1996	10	28	9	-1.50	
1996	11	14	10	-1.50	
1996	11	25	9	-1.37	
1996	12	13	10	-1.59	
1996	12	26	9	-1.27	-1.43

-1.43 Mean Low Water Spring (MSL)

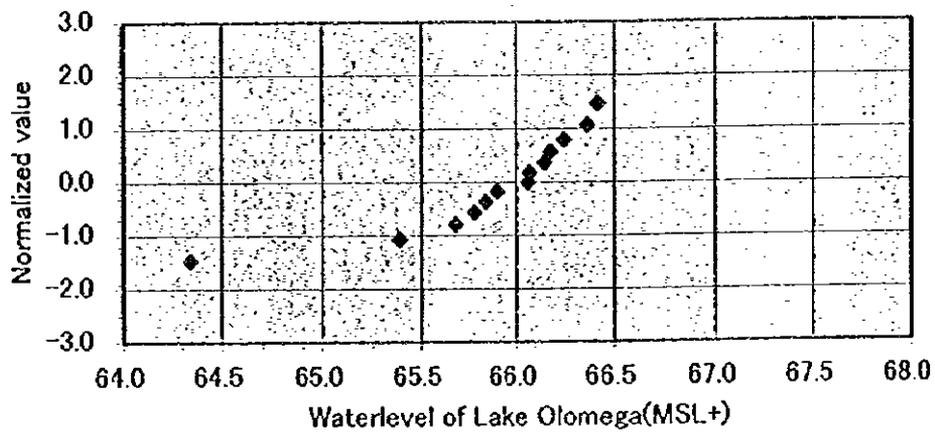
Cuadro B.16 NIVELES ALTOS DE MAREA EN PUERTO EL TRIUNFO ENTRE  
1994-1996

Year	Month	Day	Time	High water spring tide(MSL)	Average
1994	1	2	18	1.30	
1994	1	12	3	1.30	
1994	1	31	13	1.47	
1994	2	12	16	1.22	
1994	2	28	17	1.58	
1994	3	13	16	1.19	
1994	3	29	16	1.65	
1994	4	12	16	1.19	
1994	4	27	16	1.65	
1994	5	12	16	1.19	
1994	5	26	15	1.63	
1994	6	10	15	1.22	
1994	6	24	15	1.53	
1994	7	11	15	1.30	
1994	7	23	15	1.42	
1994	8	11	5	1.42	
1994	8	21	15	1.30	
1994	9	9	5	1.55	
1994	9	21	3	1.25	
1994	10	7	4	1.63	
1994	10	20	3	1.19	
1994	11	5	3	1.65	
1994	11	20	4	1.17	
1994	11	29	23	1.17	
1994	12	4	3	1.60	
1994	12	20	4	1.17	
1994	12	31	1	1.35	1.38
1995	1	3	4	1.53	
1995	1	21	18	1.25	
1995	2	2	17	1.49	
1995	2	19	18	1.49	
1995	3	3	15	1.35	
1995	3	20	17	1.50	
1995	3	31	15	1.27	
1995	4	17	16	1.58	
1995	4	30	15	1.22	
1995	5	16	16	1.63	
1995	5	30	15	1.19	
1995	6	14	15	1.63	
1995	6	29	16	1.19	
1995	7	13	15	1.60	
1995	7	29	16	1.22	
1995	8	11	15	1.50	
1995	8	30	5	1.25	
1995	9	11	4	1.42	
1995	9	27	4	1.45	
1995	10	9	3	1.25	
1995	10	27	4	1.55	
1995	11	7	2	1.25	
1995	11	24	3	1.58	
1995	12	8	3	1.17	
1995	12	24	4	1.58	1.41
1996	1	8	4	1.14	
1996	1	23	4	1.55	
1996	2	8	17	1.19	
1996	2	20	16	1.53	
1996	3	8	17	1.30	
1996	3	20	16	1.47	
1996	4	6	16	1.40	
1996	4	18	15	1.40	
1996	5	5	16	1.50	
1996	5	17	15	1.30	
1996	6	3	16	1.58	
1996	6	15	15	1.22	
1996	7	3	16	1.63	
1996	7	17	16	1.19	
1996	8	1	16	1.63	
1996	8	16	16	1.19	
1996	8	31	4	1.60	
1996	9	16	5	1.27	
1996	9	29	4	1.55	
1996	10	15	4	1.25	
1996	10	28	3	1.47	
1996	11	13	4	1.42	
1996	11	26	3	1.35	
1996	12	13	4	1.50	
1996	12	25	3	1.19	1.43
					1.59 Mean High Water Spring(MSL)

Cuadro B.17 NIVEL DE AGUA MAXIMO EN LA LAGUNA DE OMEGA

Number	Year	Month	Day	Waterlevel (MSL+)
1	1970	10	4	66.37
2	1971	10	26	65.90
3	1972	10	21	65.68
4	1973	10	12	66.42
5	1974	10	4	66.15
6	1975	10	3	65.81
7	1976	6	14	65.78
8	1977	10	2	64.34
9	1978	10	7	65.39
10	1979	9	5	66.18
11	1980	10	8	66.25
12	1981	10	15	66.07
13	1996	10	19	66.06
Average				65.88

Thomas plot of waterlevel of Lake Olomega



**Cuadro B.18 REGISTROS DE PRECIPITACION DISPONIBLES PARA CALIBRACION**

July-September, 1995

Kind of rainfall data	Station name	Number
Hourly rainfall data	Z2:San Francisco Gotera	3
	M6:El Papalon	
	U6:Santiago de Maria	
Daily rainfall data	Z5:Corinto	13
	Z8:Osicala	
	M16:Chapeltique,	
	M18:Sesori	
	M5:Ciudad Barrios	
	N11:Yucuaiquin	
	M15:Beneficio El Sitio	
	M2:San Miguel Fenadesal	
	M7:San Jorge	
	M4:Lolotique	
	U14:Puerto Parada	
U13:Jucuaran		
N16:San Alejo		

June 1980 flood

Kind of rainfall data	Station name	Number
Hourly rainfall data	Z2:San Francisco Gotera	4
	M6:El Papalon	
	M18:Sesori	
	U13:Jucuaran	
Daily rainfall data	N11:Yucuaiquin	10
	M15:Beneficio El Sitio	
	N16:San Alejo	
	Uluazapa	
	M5:Ciudad Barrios	
	M4:Lolotique	
	M17:Hacienda El Canal	
	M12:Canton La Lava	
U4:Usulután		
U14:Puerto Parada		

September 1975

Kind of rainfall data	Station name	Number
Hourly rainfall data	U6:Santiago de Maria	7
	Z2:San Francisco Gotera	
	El Papalon	
	Z5:Corinto	
	U13:Jucuaran	
	M14:Hacienda San Jose	
	M18:Sesori	
Daily rainfall data	U4:Usulután	15
	U8:Beneficio Mauricio Z6:Jocoro	
	Z8:Osicala	
	M15:Beneficio El Sitio	
	M2:San Miguel	
	N11:Yucuaiquin	
	N1:Olomega	
	U16:San Alejo	
	M17:Hacienda El Canal	
	U14:Puerto Parada	
	M12:Canton la Lava	
	M16:Chapeltique	
M4:Lolotique		
M5:Ciudad Barrios		

Table B.19 Basin and channel constants for Storage function for the Design (1/2)

Basin Constants									
Basin No.	Area (km <sup>2</sup> )	K0	a	K <sub>eq</sub> K0	P	T1 (hour)	F1	Rsa (mm)	Base flow (m <sup>3</sup> /s)
1	112.6	78.7	0.15	11.8	0.6	0.82	0.31	2000	5.07
2	153.6	79.6	0.15	11.9	0.6	0.64	0.31	2000	4.24
3	128.5	74.9	0.15	11.2	0.6	0.73	0.31	2000	1.91
4	57.8	82.3	0.15	12.3	0.6	0.30	0.31	2000	4.00
5	121.2	70.7	0.15	10.6	0.6	0.73	0.31	2000	7.49
6	227.1	84.6	0.15	12.7	0.6	0.85	0.31	2000	0.80
7	24.2	32.7	0.15	4.9	0.6	0.00	0.31	2000	2.80
8	85.0	57.4	0.15	8.6	0.6	0.40	0.31	2000	1.78
9	54.0	34.1	0.23	7.8	0.6	0.15	0.28	2000	3.21
10	97.2	103.5	0.23	23.8	0.6	0.70	0.28	2000	0.42
11	12.8	38.6	0.23	8.9	0.6	0.00	0.28	2000	4.51
12	136.8	49.2	0.23	11.3	0.6	0.42	0.28	2000	6.82
13	207.0	122.2	0.23	28.1	0.6	0.68	0.28	2000	7.23
14	219.2	100.0	0.23	23.0	0.6	1.35	0.28	2000	8.67
15	263.0	110.3	0.23	25.4	0.6	1.24	0.22	2000	4.54
16	137.7	63.1	0.20	12.6	0.6	0.57	0.22	2000	6.59
17	199.9	66.1	0.20	13.2	0.6	0.75	0.22	2000	0.30
18	9.2	41.1	0.20	8.2	0.6	0.00	0.22	2000	0.10

Channel Constant		
Channel No.	K	T1 (hr)
19-20		0.60
21-22		4.18
24-25		0.56
27-28		0.45
29-30	25000	0.65
32-33	15848	0.65
34-35	63095	0.65
36-37	79432	0.65
40-41	79432	0.65
42-43	79432	0.65
44-45	125892	0.65
46-47	50118	0.65

Table B.19 Basin and channel constants for Storage function for existing condition (1995) (2/2)

Basin Constants									
Basin No.	Area (km <sup>2</sup> )	K0	a	K <sub>eq</sub> K0	P	T1 (hour)	F1	Rsa (mm)	Base flow (m <sup>3</sup> /s)
1	112.6	78.9	0.15	11.8	0.6	0.62	0.35	2000	1.24
2	153.6	79.6	0.15	11.9	0.6	0.64	0.35	2000	1.69
3	128.5	74.9	0.15	11.2	0.6	0.73	0.35	2000	1.41
4	57.8	82.3	0.15	12.3	0.6	0.30	0.35	2000	0.64
5	121.2	70.8	0.15	10.6	0.6	0.73	0.35	2000	1.33
6	227.1	84.8	0.15	12.7	0.6	0.85	0.35	2000	2.50
7	24.2	32.7	0.15	4.9	0.6	0.00	0.35	2000	0.27
8	85.0	57.2	0.15	8.6	0.6	0.40	0.35	2000	0.93
9	54.0	35.1	0.23	7.6	0.6	0.15	0.28	2000	0.59
10	97.2	103.4	0.23	23.8	0.6	0.70	0.28	2000	1.07
11	12.8	42.6	0.23	9.8	0.6	0.00	0.28	2000	0.14
12	136.8	50.0	0.23	11.5	0.6	0.42	0.28	2000	1.60
13	207.0	122.2	0.23	28.1	0.6	0.68	0.28	2000	2.27
14	219.2	100.1	0.23	23.0	0.6	1.35	0.28	2000	2.41
15	263.0	110.2	0.23	25.3	0.6	1.24	0.22	2000	2.89
16	137.7	63.3	0.20	12.7	0.6	0.57	0.22	2000	1.51
17	199.9	66.3	0.20	13.3	0.6	0.75	0.22	2000	2.20
18	9.2	41.1	0.20	8.2	0.6	0.00	0.22	2000	0.10

Channel Constants		
Channel No.	K	T1 (hour)
19-20		0.60
21-22		4.18
24-25		0.56
27-28		0.45
29-30	25000	0.65
32-33	15848	0.65
34-35	63095	0.65
36-37	79432	0.65
40-41	79432	0.65
42-43	79432	0.65
44-45	125892	0.65
46-47	50118	0.65

Cuadro B.19 CONSTANTES DE LA CUENCA Y DEL CANAL EN FUNCION DEL ALMACENAMIENTO PARA LA CONDICION ACTUAL (1995)

Cuadro B.20 PRECIPITACIÓN DIARIA REGISTRADA DURANTE SEPT. 10-16, 1988

Month	Day	S1	S2	S3	S4	Basin averaged(S1, 2,3,4)	Basin averaged(S1, 2,3)
		Z2:San Francisco Gotera	M6:El Papalon	U6:Santiago de Maria	U14:Puerto Parada		
9	10	23.9	1.2	0.1	0.0	7.6	7.8
9	11	23.8	6.0	16.9	44.0	16.7	13.4
9	12	73.4	16.6	10.6	5.0	31.2	32.5
9	13	66.9	16.2	0.2	0.0	27.6	28.4
9	14	30.2	5.1	13.0	11.0	13.8	14.1
9	15	47.6	56.6	91.3	68.0	58.3	60.5
9	16	122.2	221.6	107.9	62.5	164.0	170.1
Total		388.0	323.3	240.0	190.5	319.1	326.8

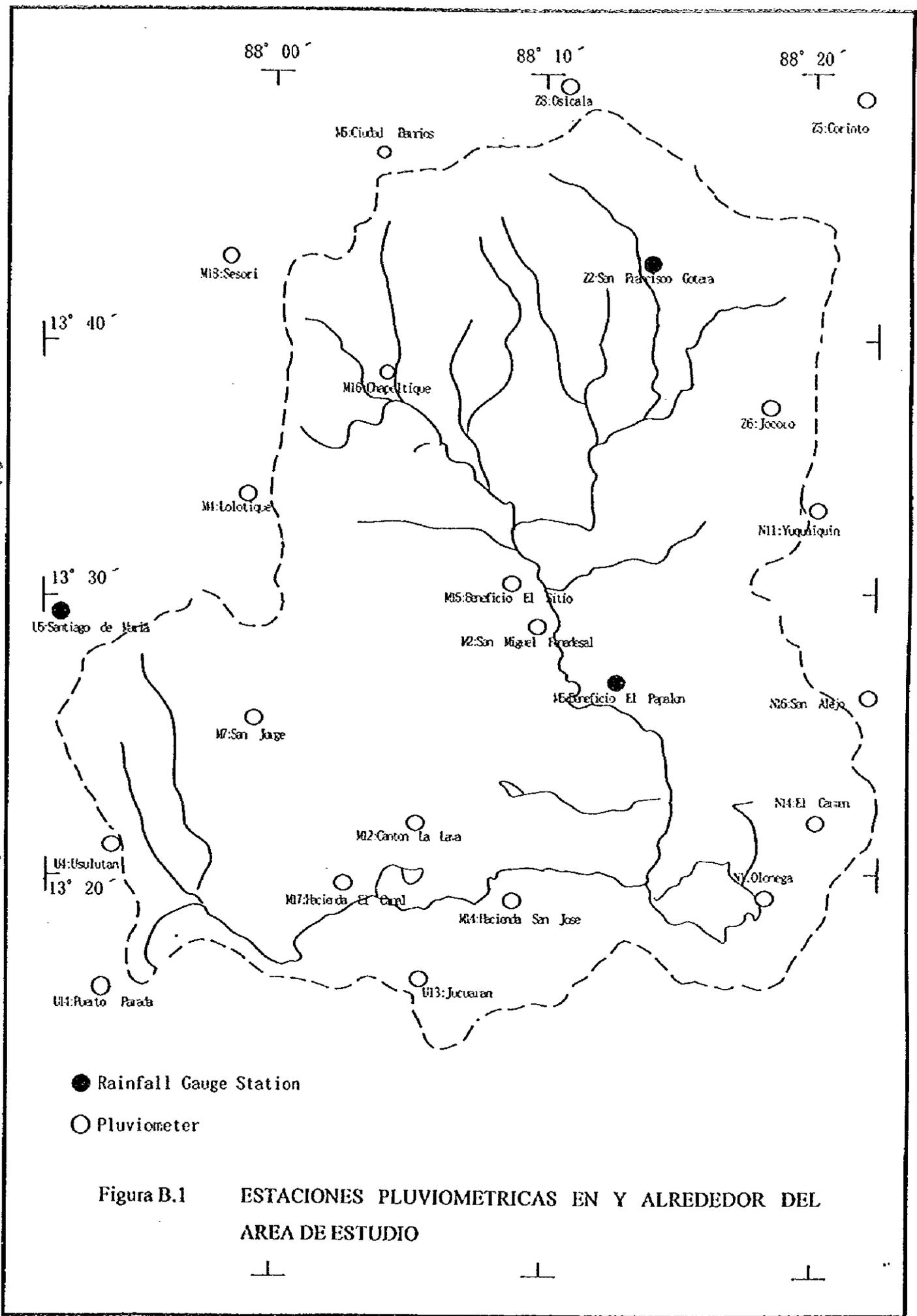
=Rm

Basin averaged 7 days rainfall for 10 years return period

Rd= 271.7  
Rd/Rm= 0.83 (Multiplier)

Cuadro B.21 PRECIPITACION DIARIA REDUCIDA POR EL MULTIPLICADOR

Month	Day	S1	S2	S3	S4	Basin averaged(S1, 2,3,4)	Basin averaged(S1, 2,3)
		Z2:San Francisco Gotera	M6:El Papalon	U6:Santiago de Maria	U14:Puerto Parada		
9	10	19.9	1.0	0.1	0.0	6.3	6.5
9	11	19.8	5.0	14.1	36.6	13.8	11.2
9	12	61.0	13.8	8.8	4.2	25.9	27.0
9	13	55.6	13.5	0.2	0.0	23.0	23.6
9	14	25.1	4.2	10.8	9.1	11.5	11.8
9	15	39.6	47.1	75.9	56.5	48.5	50.3
9	16	101.6	184.2	89.7	52.0	136.3	141.4
Total		322.6	268.8	199.5	158.4	265.3	271.7



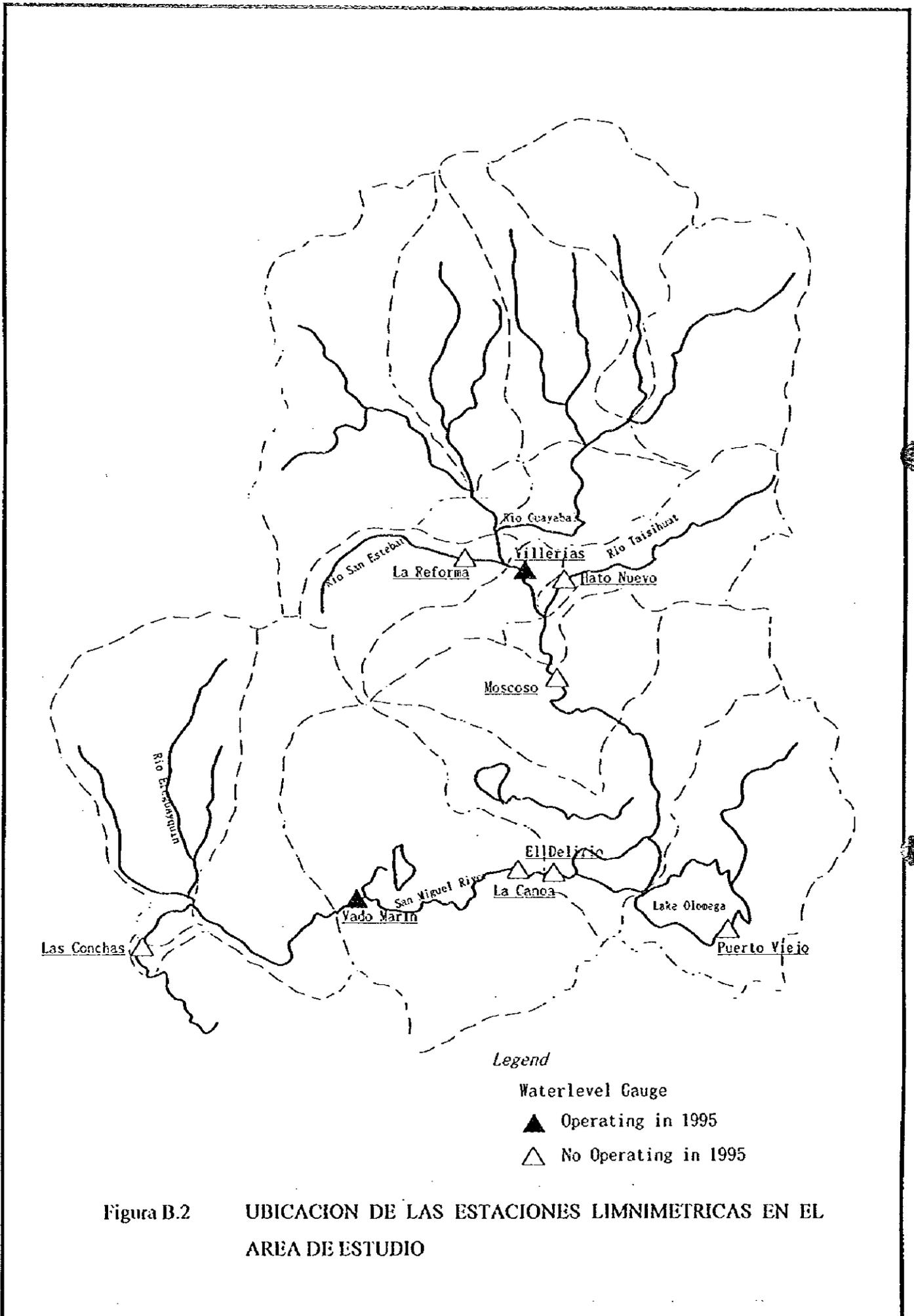
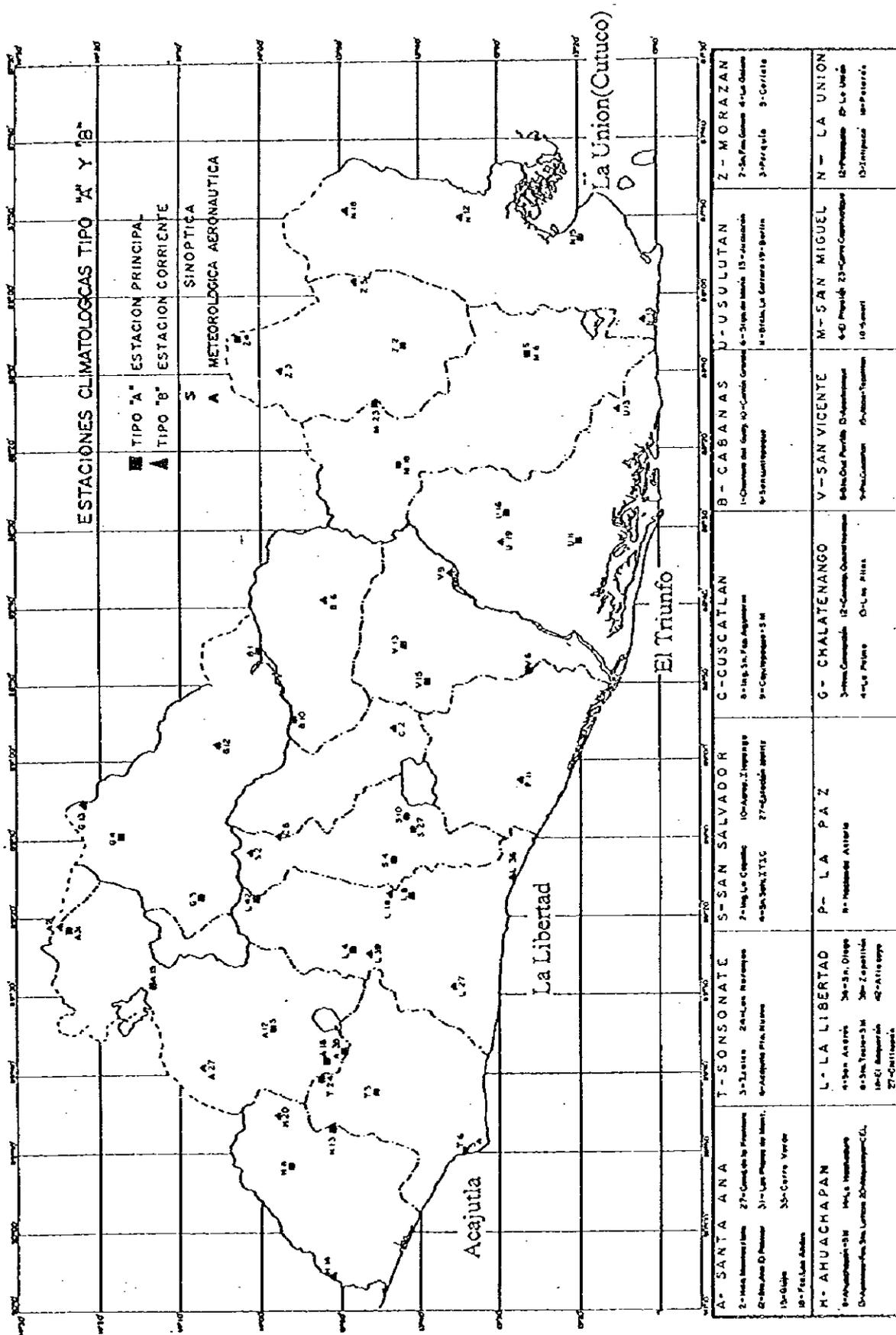


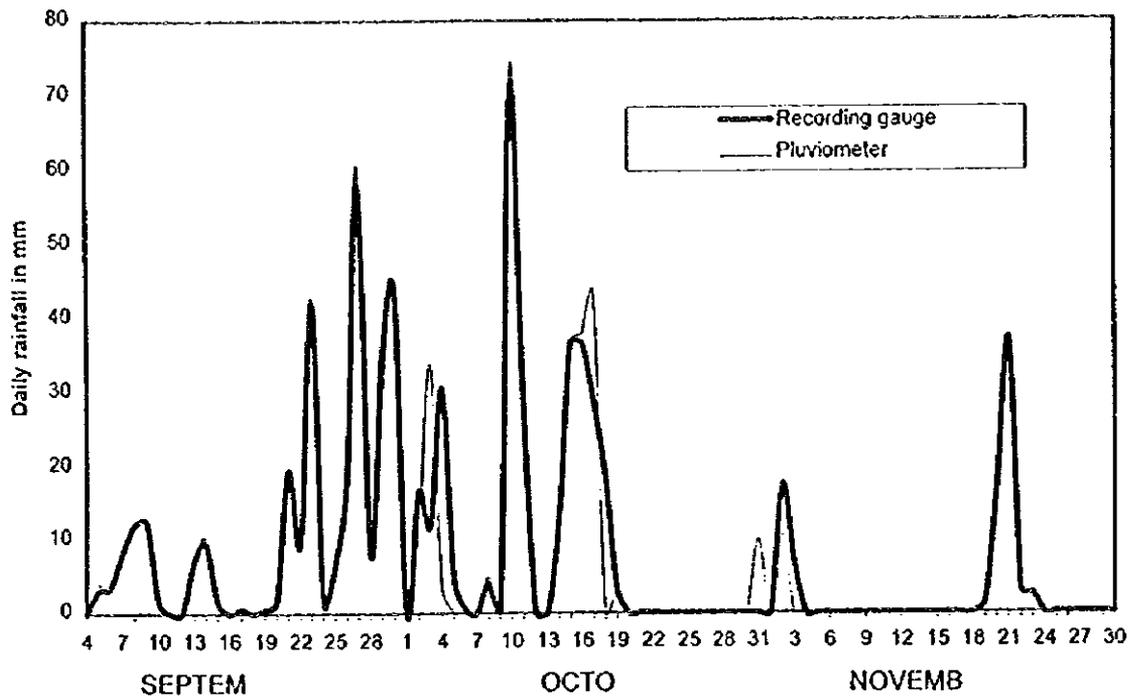
Figura B.2 UBICACION DE LAS ESTACIONES LIMNIMETRICAS EN EL AREA DE ESTUDIO



<b>A - SANTA ANA</b> 2 - Isla Morazan 27 - Candelaria Frías 3 - San José O. Pineda 31 - San Pedro de Maní 13 - Dolos 10 - Finca Abasco	<b>T - SONSONATE</b> 3 - La Cruz 20 - San Bartolomé 9 - Adolfo Pineda	<b>S - SAN SALVADOR</b> 2 - San Salvador 10 - San Salvador 4 - San Salvador 27 - San Salvador	<b>C - CUSCATLAN</b> 8 - San Salvador 9 - San Salvador	<b>B - CABANAS</b> 1 - San Salvador 9 - San Salvador	<b>U - USulután</b> 4 - San Salvador 8 - San Salvador	<b>Z - MORAZAN</b> 7 - San Salvador 3 - San Salvador
<b>H - AHUACHAPAN</b> 9 - Ahuachapán 14 - Ahuachapán 15 - Ahuachapán	<b>L - LA LIBERTAD</b> 4 - San Salvador 3 - San Salvador 14 - San Salvador 27 - San Salvador	<b>P - LA PAZ</b> 9 - San Salvador	<b>G - CHALATENANGO</b> 3 - San Salvador 4 - San Salvador	<b>V - SAN VICENTE</b> 4 - San Salvador 5 - San Salvador	<b>M - SAN MIGUEL</b> 4 - San Salvador 10 - San Salvador	<b>N - LA UNION</b> 12 - San Salvador 13 - San Salvador

Figura B.3 UBICACION DE LOS OBSERVATORIOS DE LA MAREA

Comparison of daily rainfall by self-recording and manual gauges  
Olomega Station



Comparison of daily rainfall by self-recording and manual gauges  
; Jucuaran station

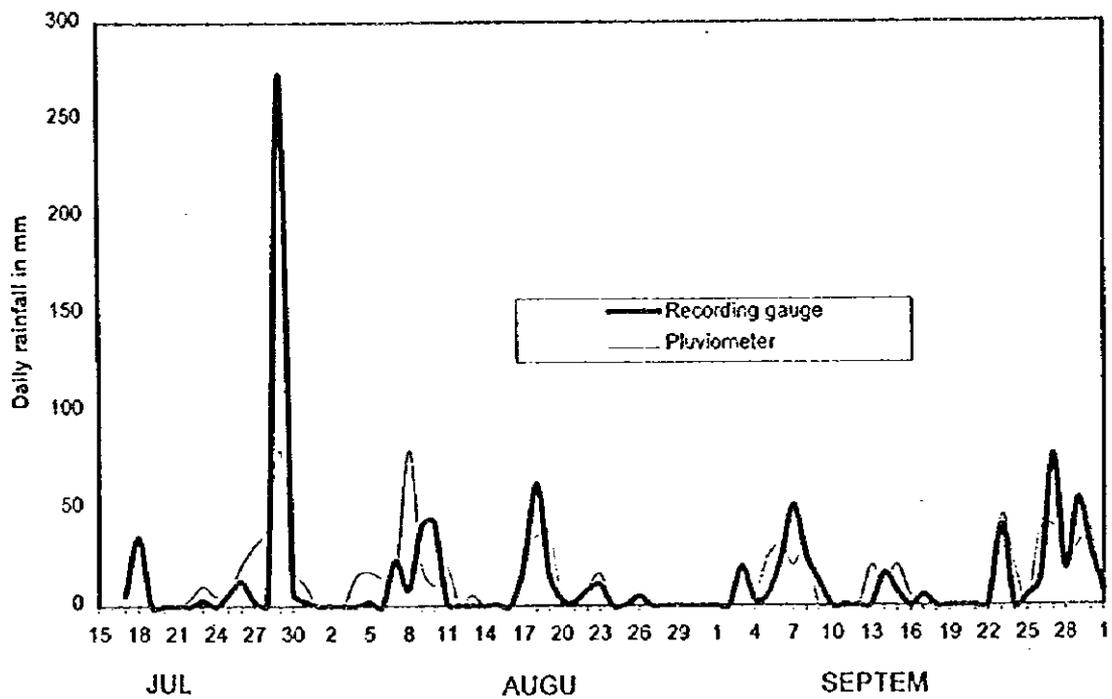
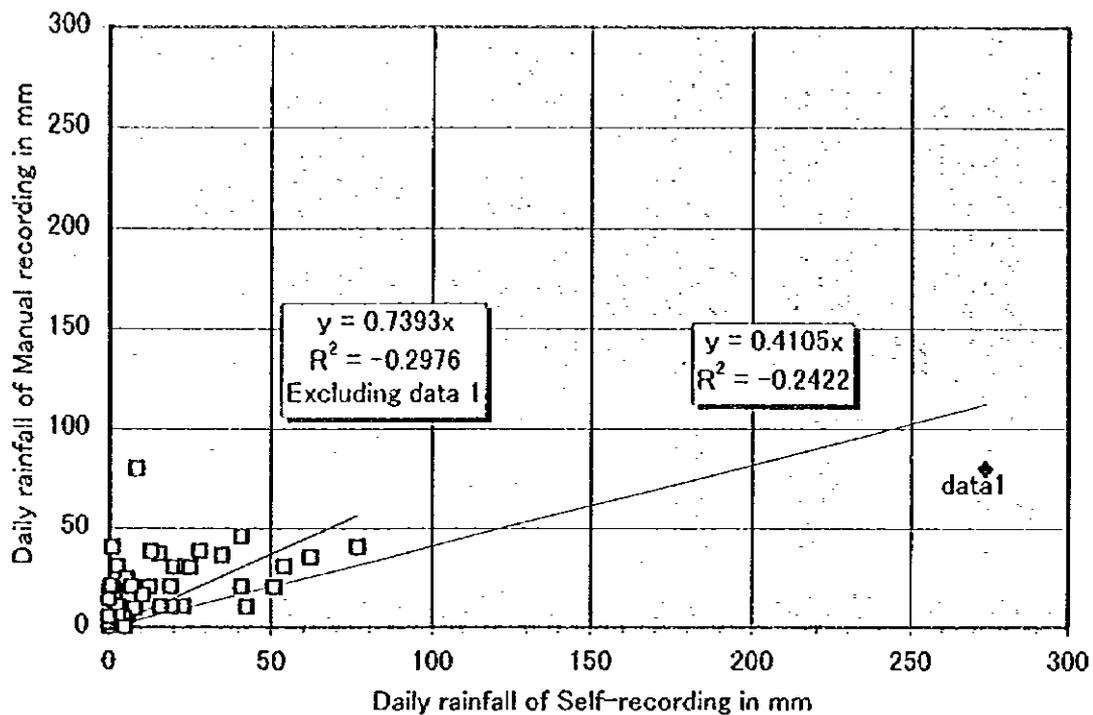


Figura B.4 COMPARACION DE LA LLUVIA DIARIA MEDIANTE MEDICION AUTOMATICA Y MEDICION MANUAL

Corelation at Jucuaran station



Corelation at Olomega station

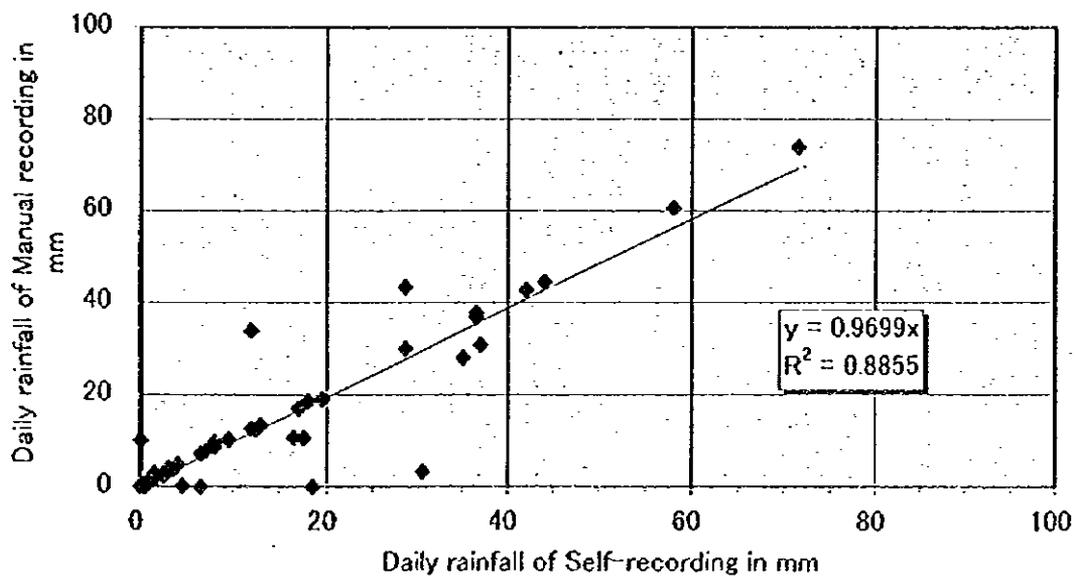
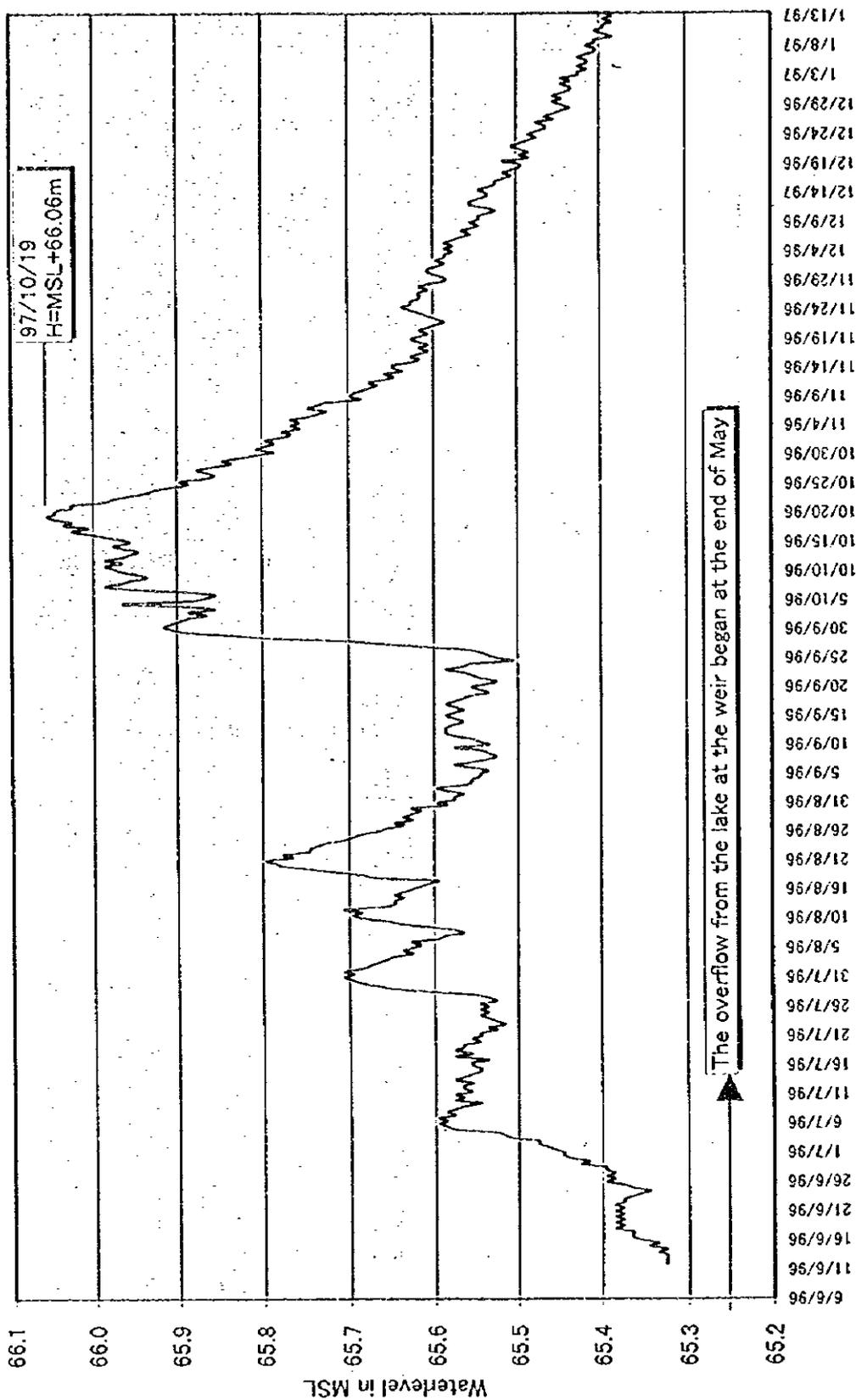
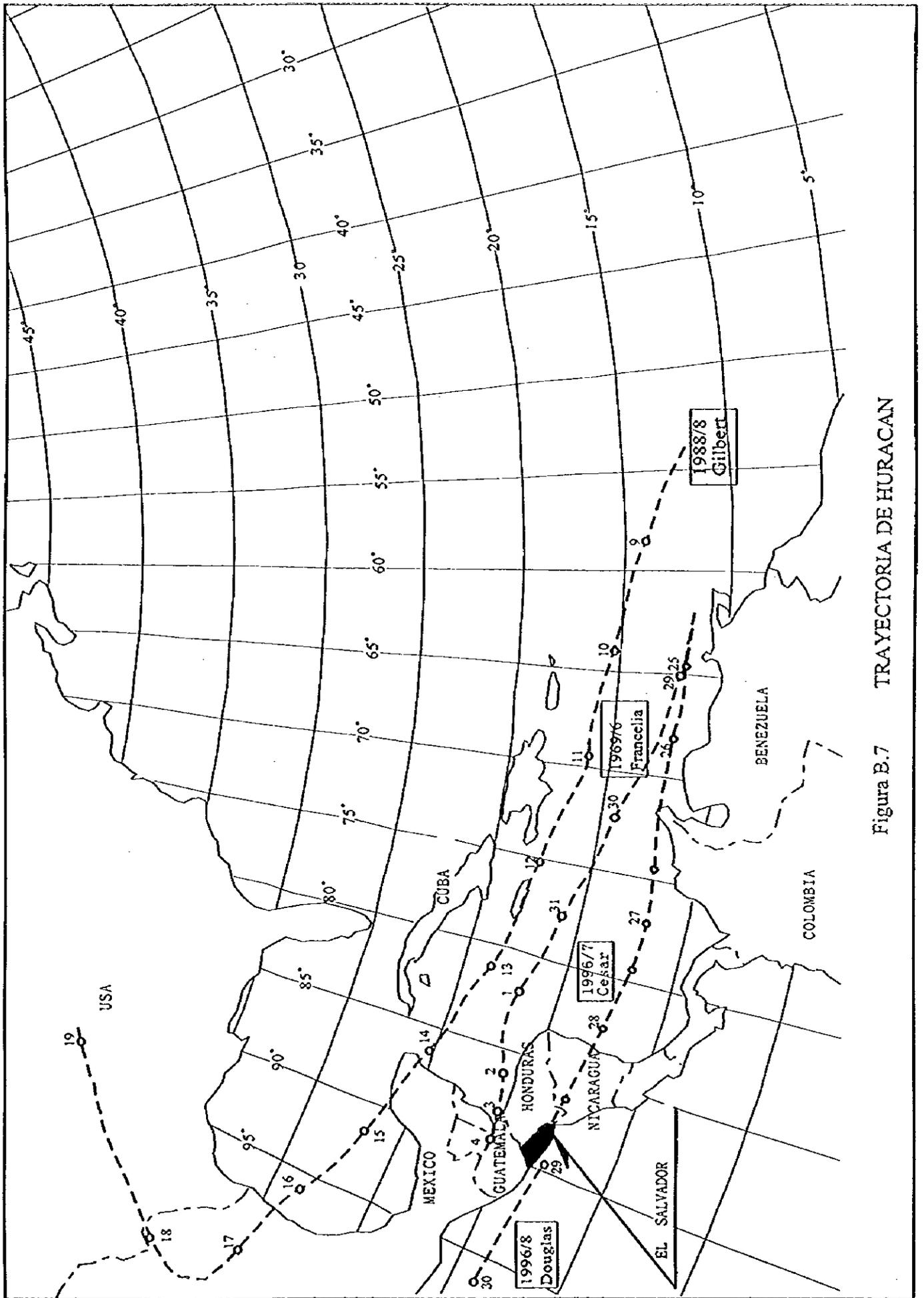


Figura B.5 CORRELACION ENTRE DATOS REGISTRADOS MANUALMENTE Y AUTOMATICAMENTE (LLUVIA DIARIA)

Figura B.6 NIVEL DE AGUA DE LA LAGUNA DE OMEGA (PUERTO VIEJO) EN 1996





B.F.7

Figura B.7 TRAYECTORIA DE HURACAN



Figura B.9 CURVAS DE REDUCCION DE LLUVIA EN 1 - DIA

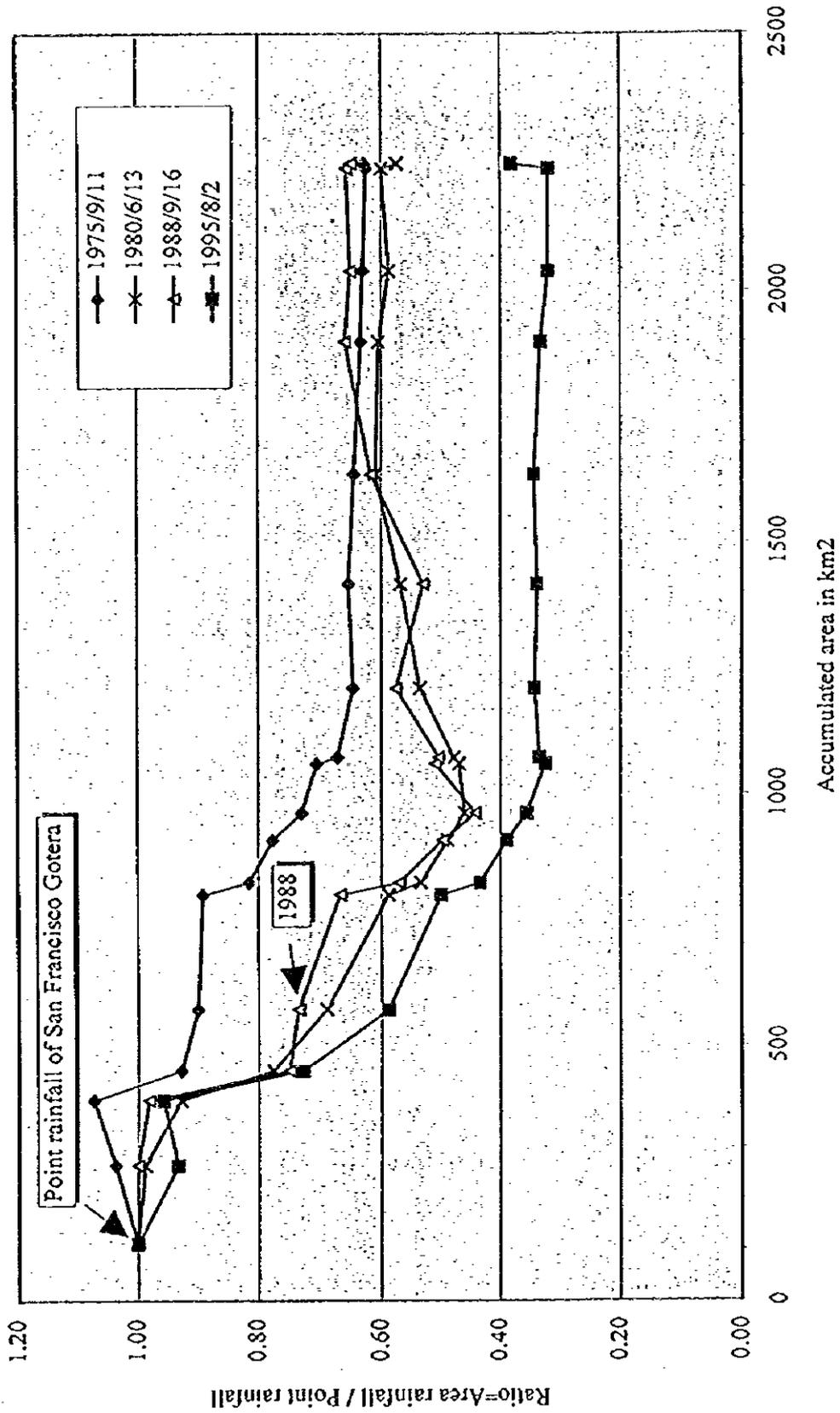


Figura B.10 CURVAS DE REDUCCION DE LLUVIA EN 7 - DIAS

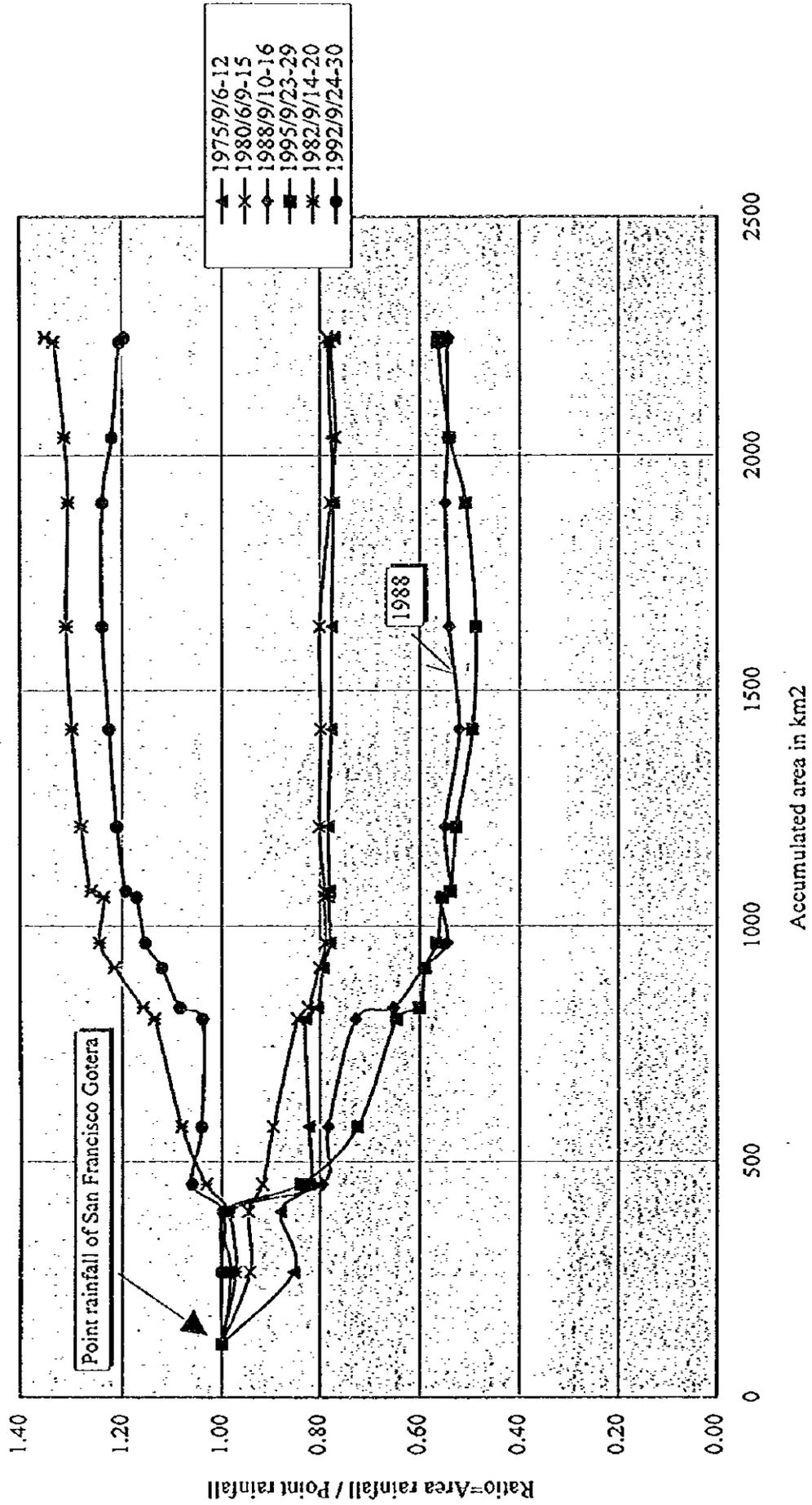


Figura B.11 LLUVIA DIARIA DURANTE AGOSTO-OCTUBRE, 1988(1/2)

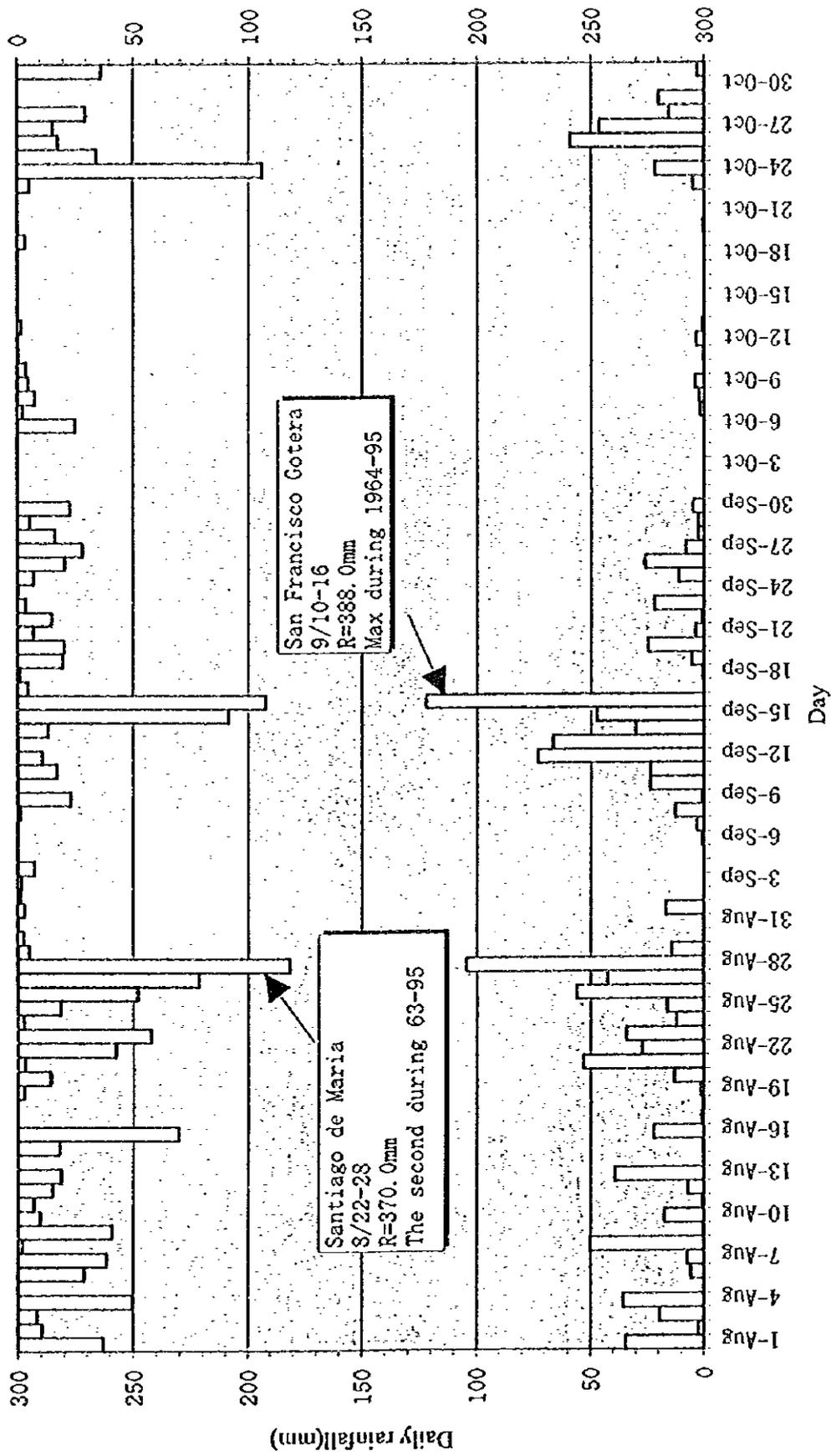


Figura B.11 LLUVIA DIARIA DURANTE AGOSTO-OCTUBRE, 1988(2/2)

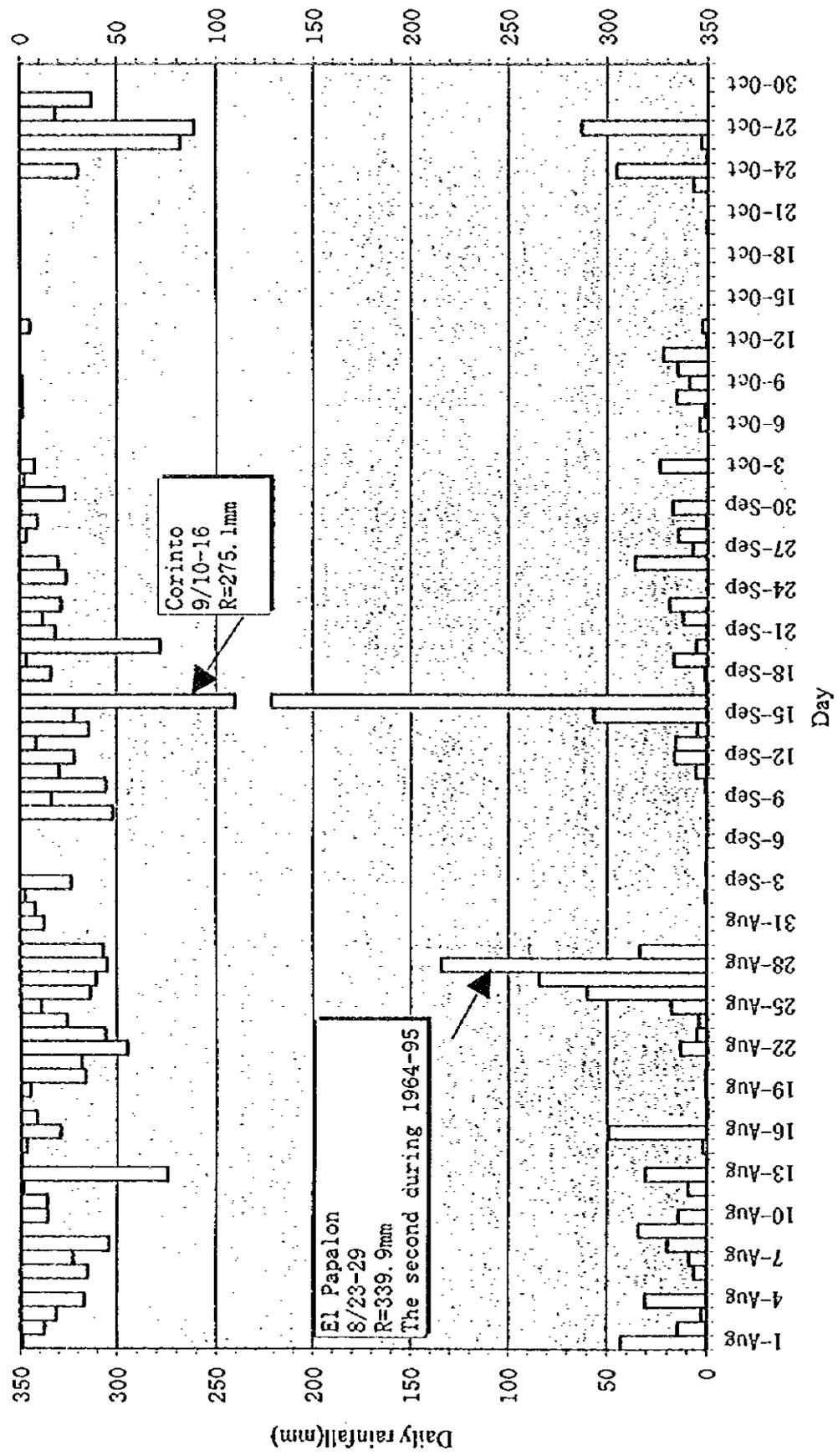
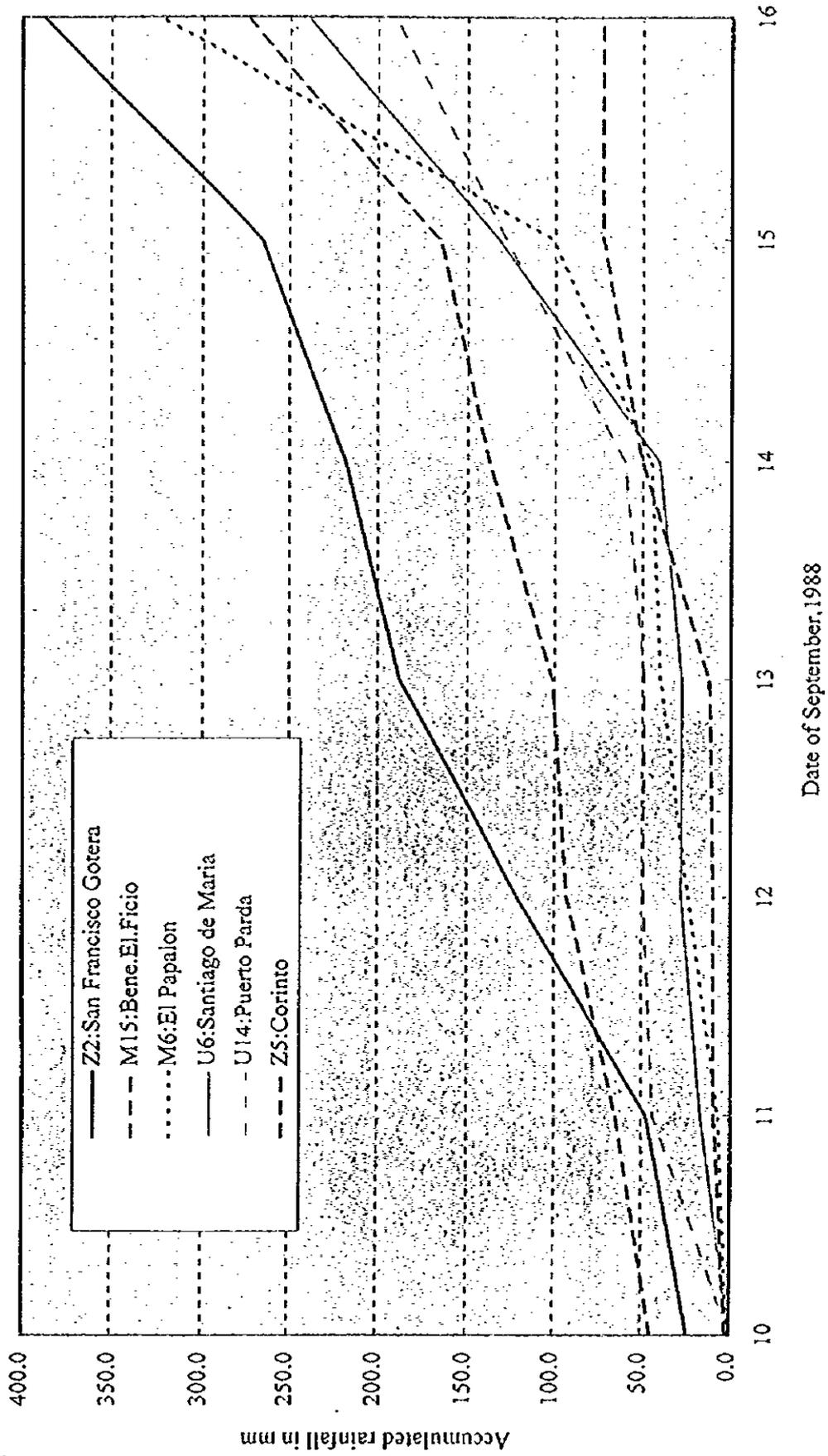


Figura B.12 CURVAS DE MASA DE PRECIPITACIÓN DIARIA DURANTE  
SEPT. 10-16, 1988



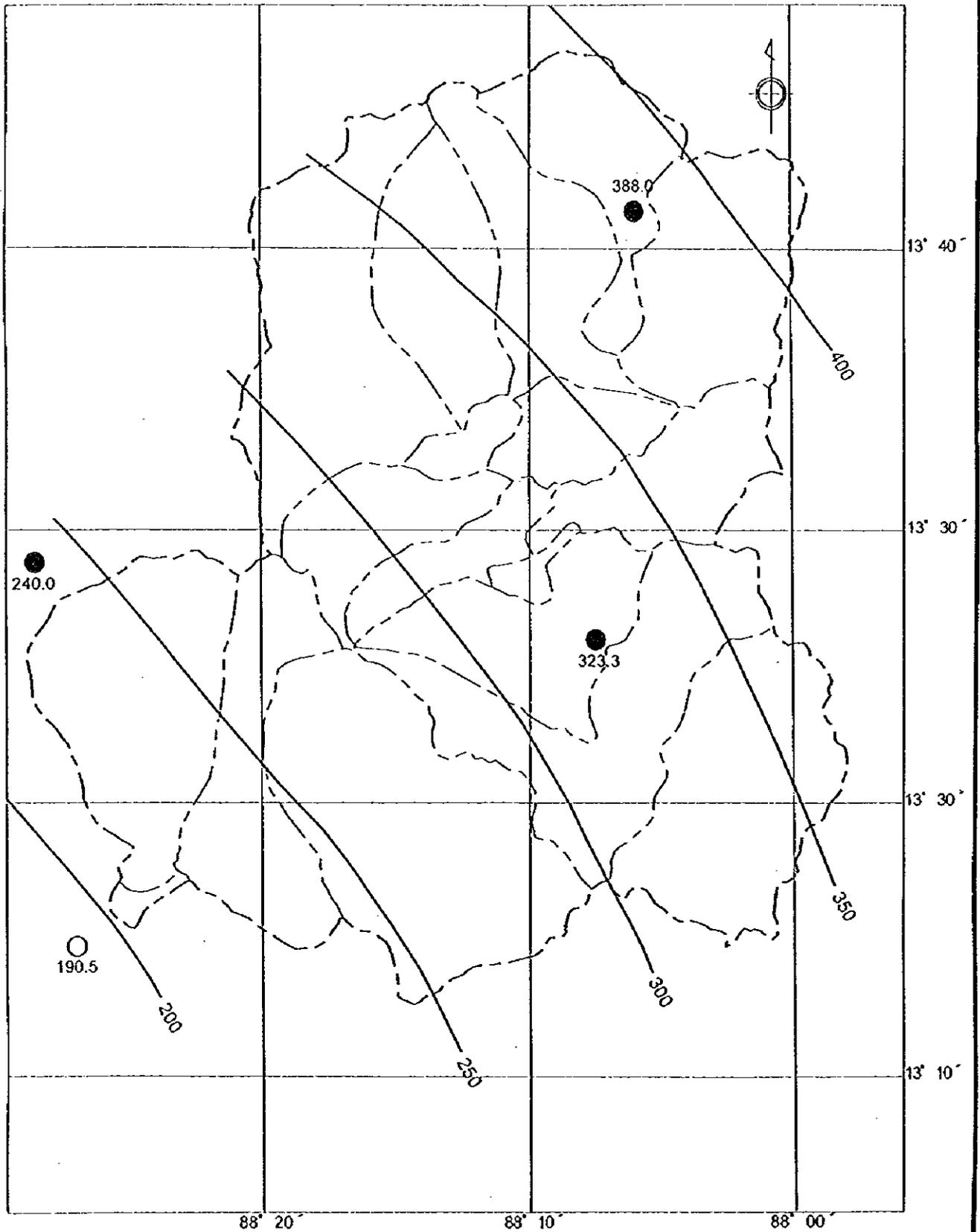


Figura B.13 LINEAS ISOHETALES DE LA CANTIDAD DE PRECIPITACION DURANTE SEPT. 10-16, 1988

Figura B.14 DESCARGA PROMEDIO MENSUAL Y PRECIPITACION ENTRE  
1970-1980

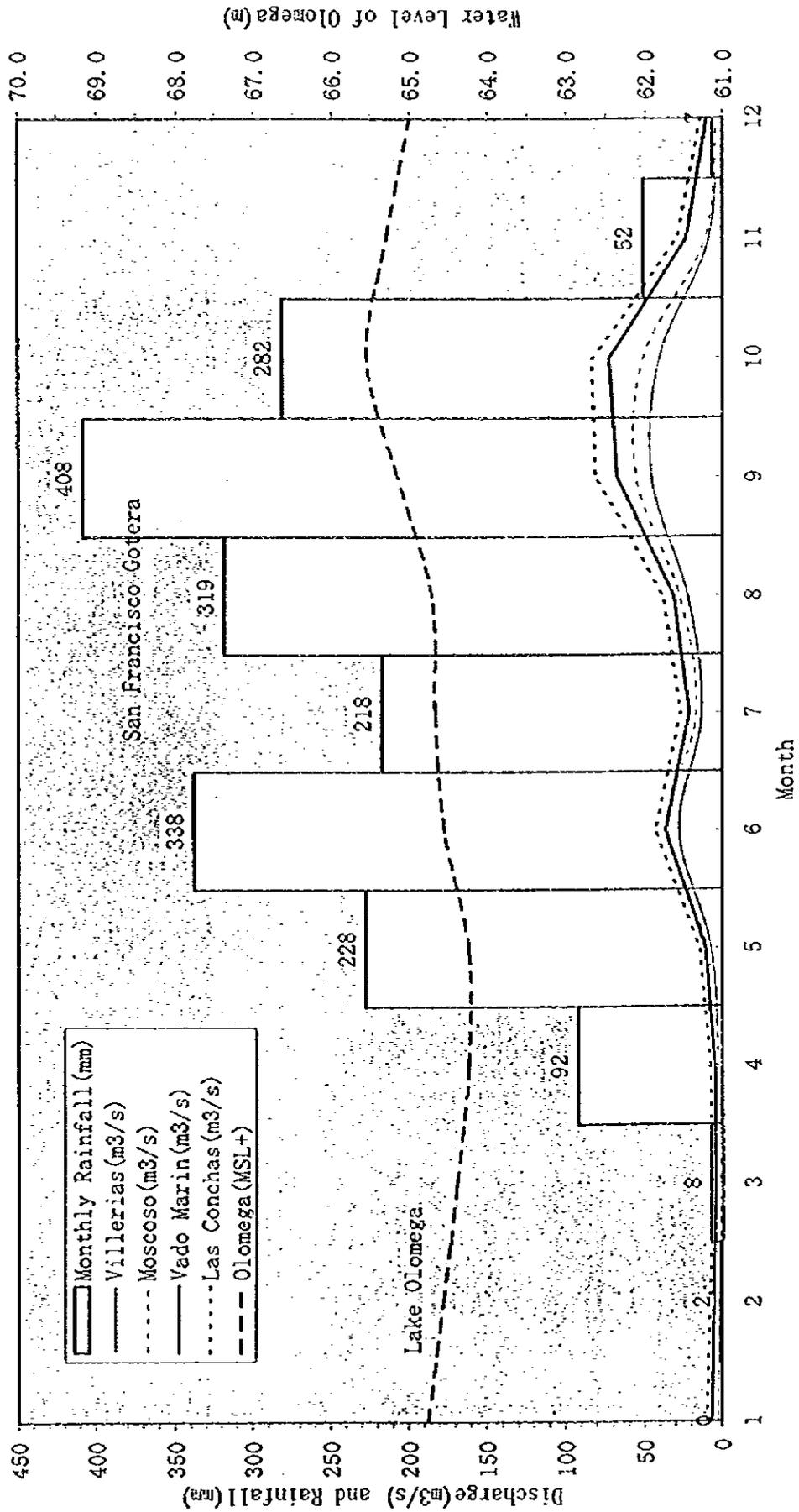
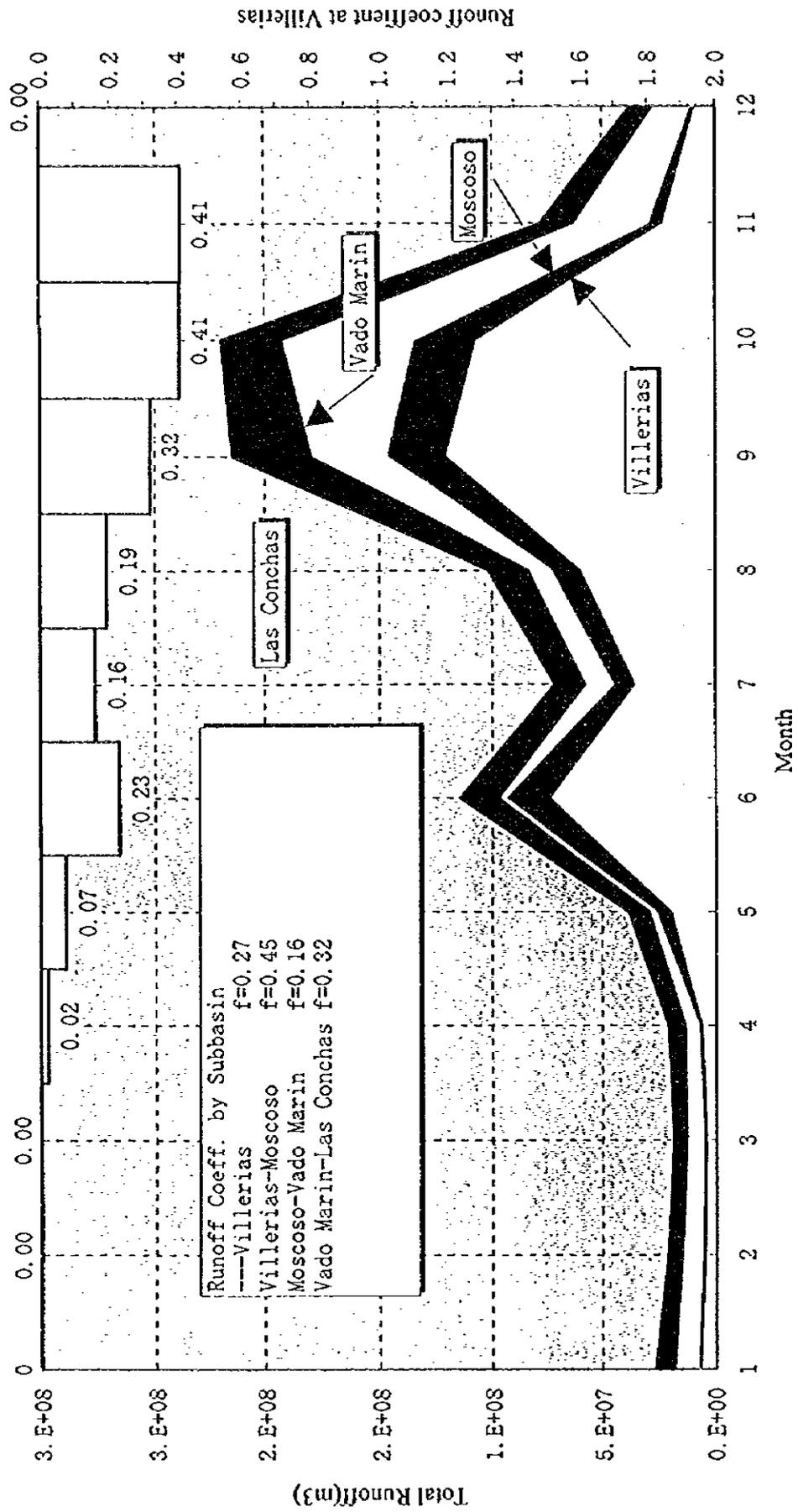


Figura B.15 VARIACION DEL VOLUMEN Y TASA DE ESCORRENTIA ENTRE 1970-1980



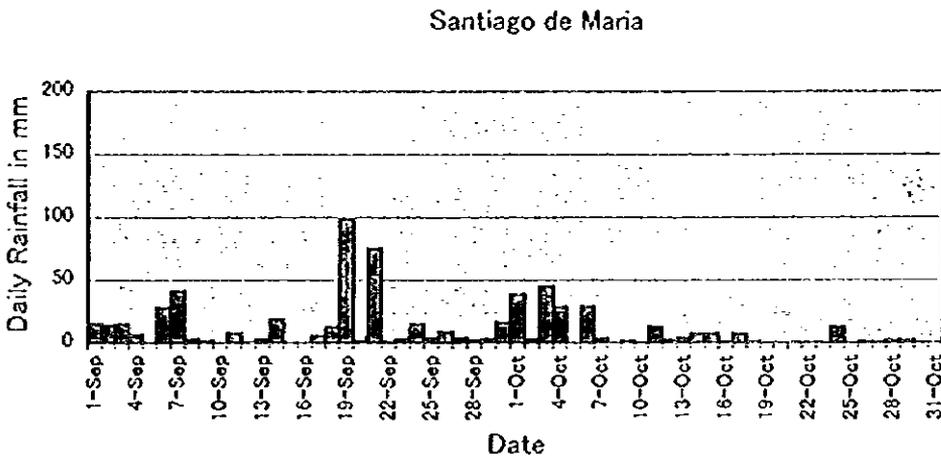
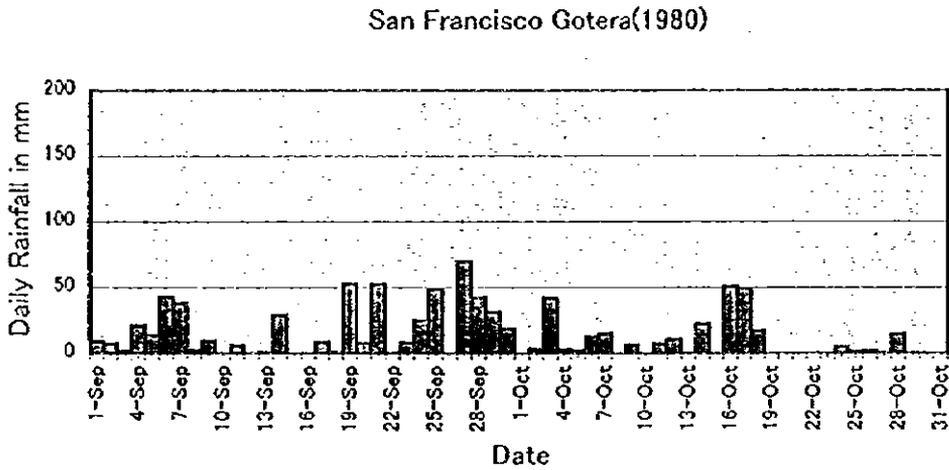
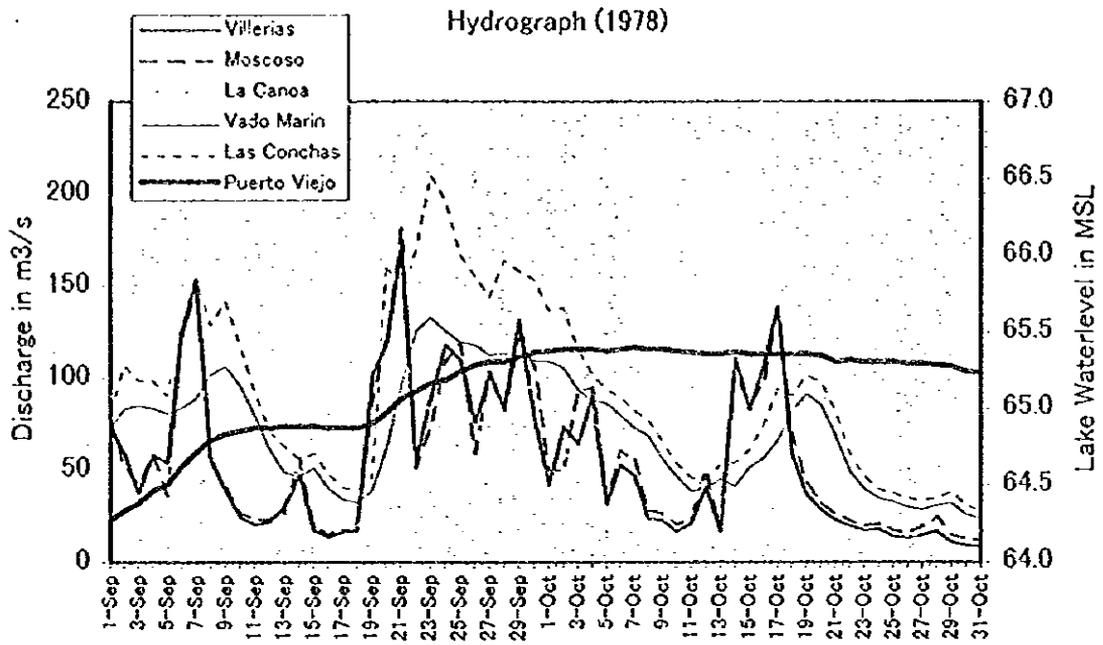
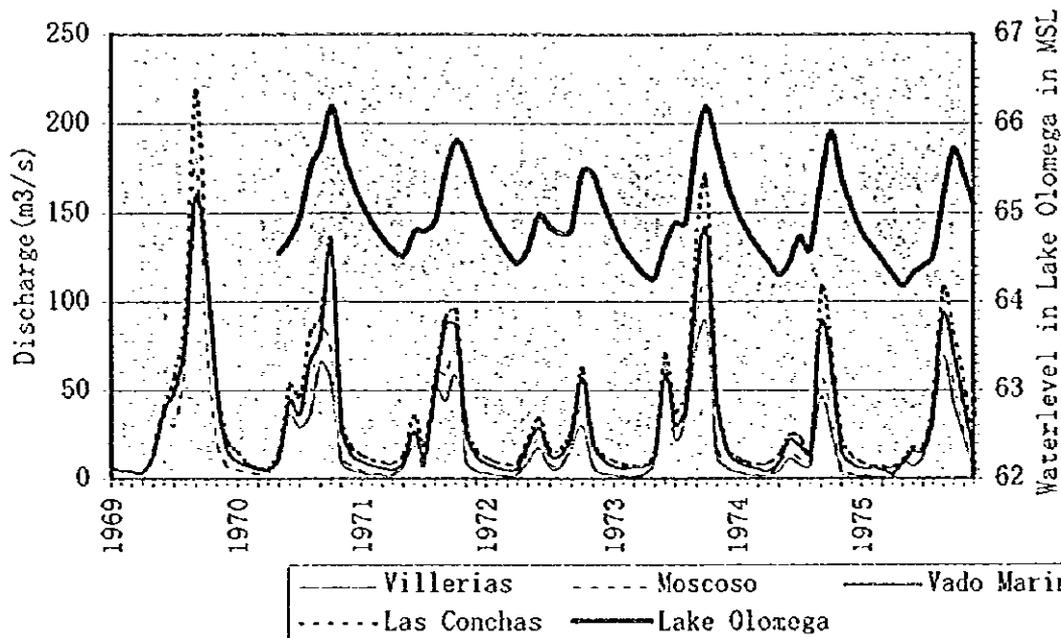


Figura B.16 HIDROGRAMA Y PRECIPITACION DIARIA EN 1978



1970-1975



1976-1981

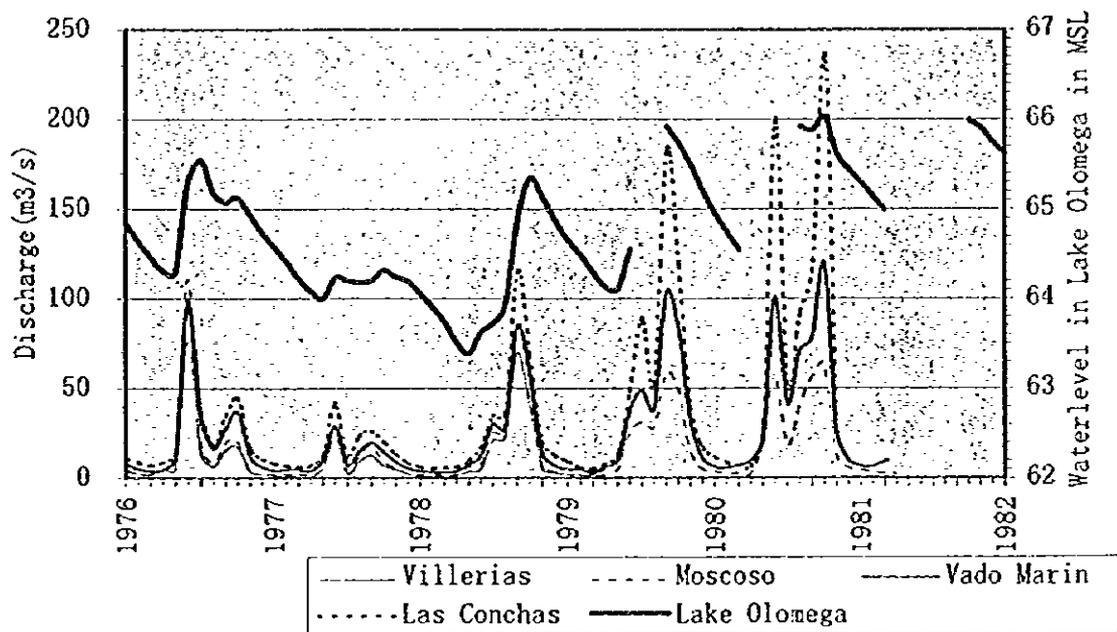


Figura B.18    DESCARGAS MENSUALES EN LAS ESTACIONES LIMNIMETRICAS Y NIVEL DE AGUA DE LA LAGUNA DE OLOMEGA

Table Area of subbasins in the Study Area

Subbasin Number	Location	Tributary Area (km <sup>2</sup> )	Amount per Area (mm/yr)
1	Rio San Francisco	112.8	117.4
2	Rio San Francisco	153.8	216.2
3	Rio Yumbal and Rio San Diego	178.5	294.7
4	Rio Las Conchas	57.8	452.5
5	Rio Villorina	171.2	513.7
6	Rio Guayabal	227.1	400.9
7	Rio San Esteban	24.2	575.0
8	Rio San Esteban	95.0	519.0
9	Rio Toluca	94.0	544.0
10	Nequeco	97.2	1001.2
11	Arriba	12.8	1074.0
12	Arriba	20.8	1410.4
13	Arriba	218.2	1537.0
14	EL Dolerío	133.0	1040.0
15	Vado Marin	137.7	2037.7
16	Las Conchas	199.9	2237.8
17	End of Region "A"	9.2	2246.8

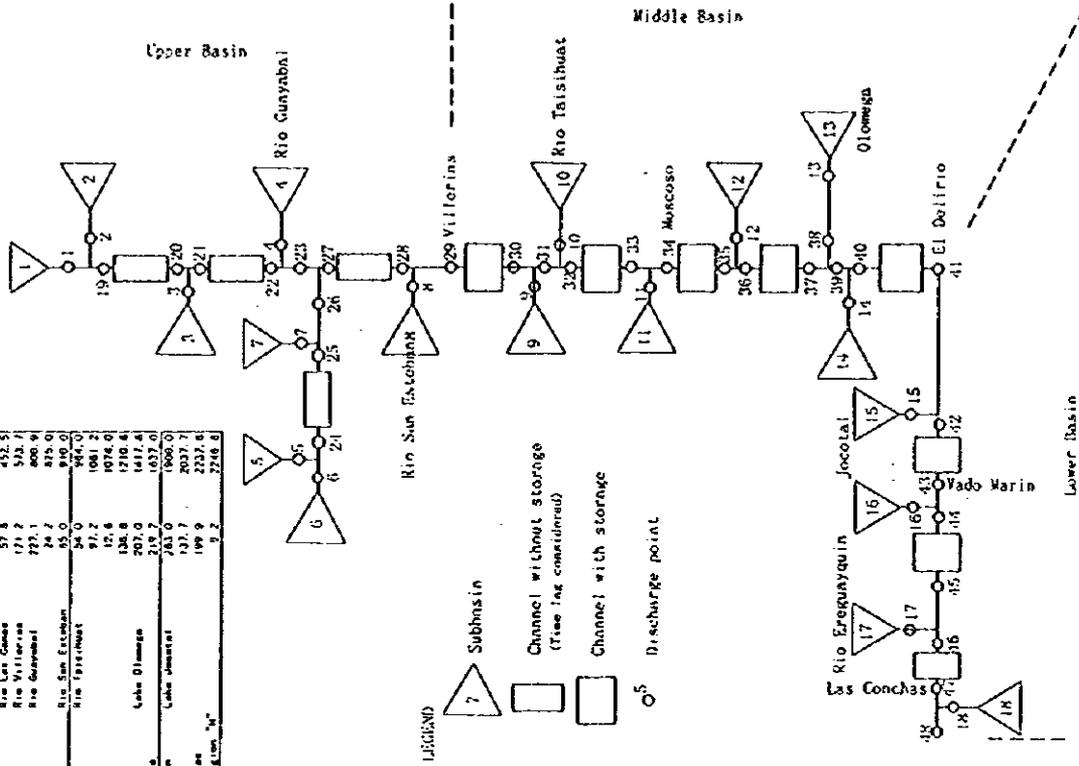
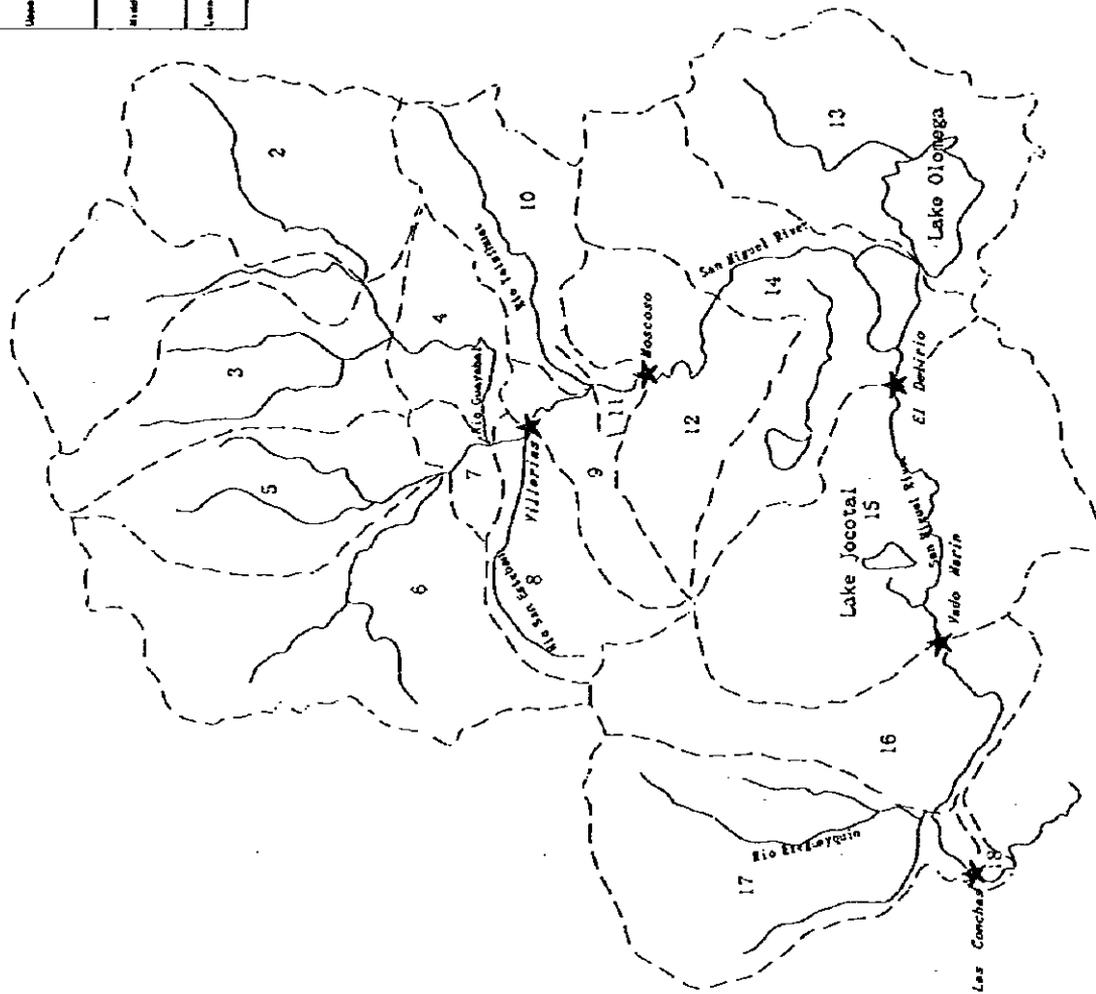
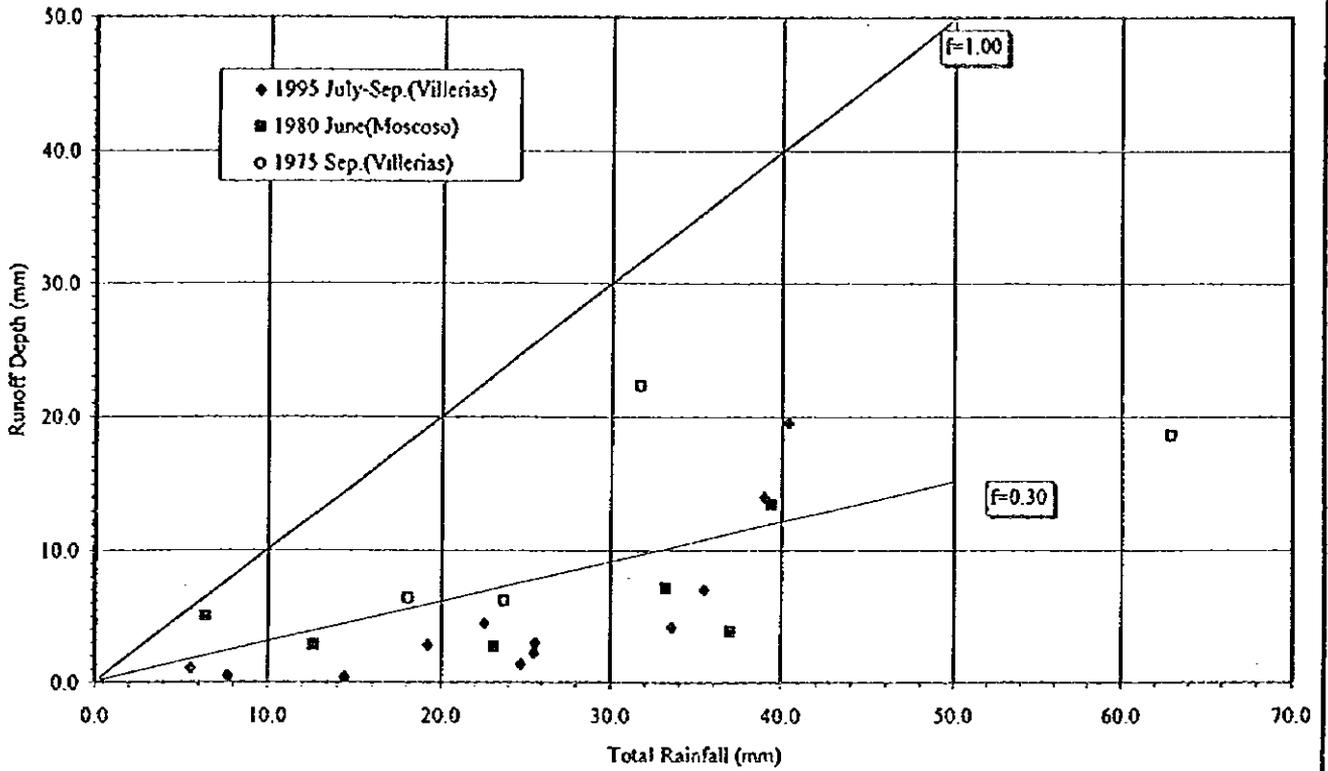


Figura B.19 DIAGRAMA DEL SISTEMA DE ESCORRENTE

FIG. 1 Run-off Simulation Model

Figure B.20 Basin averaged rainfall and Runoff depth at Villerias (Moscoso)



Annual variation of runoff rate at Villerias in 1975

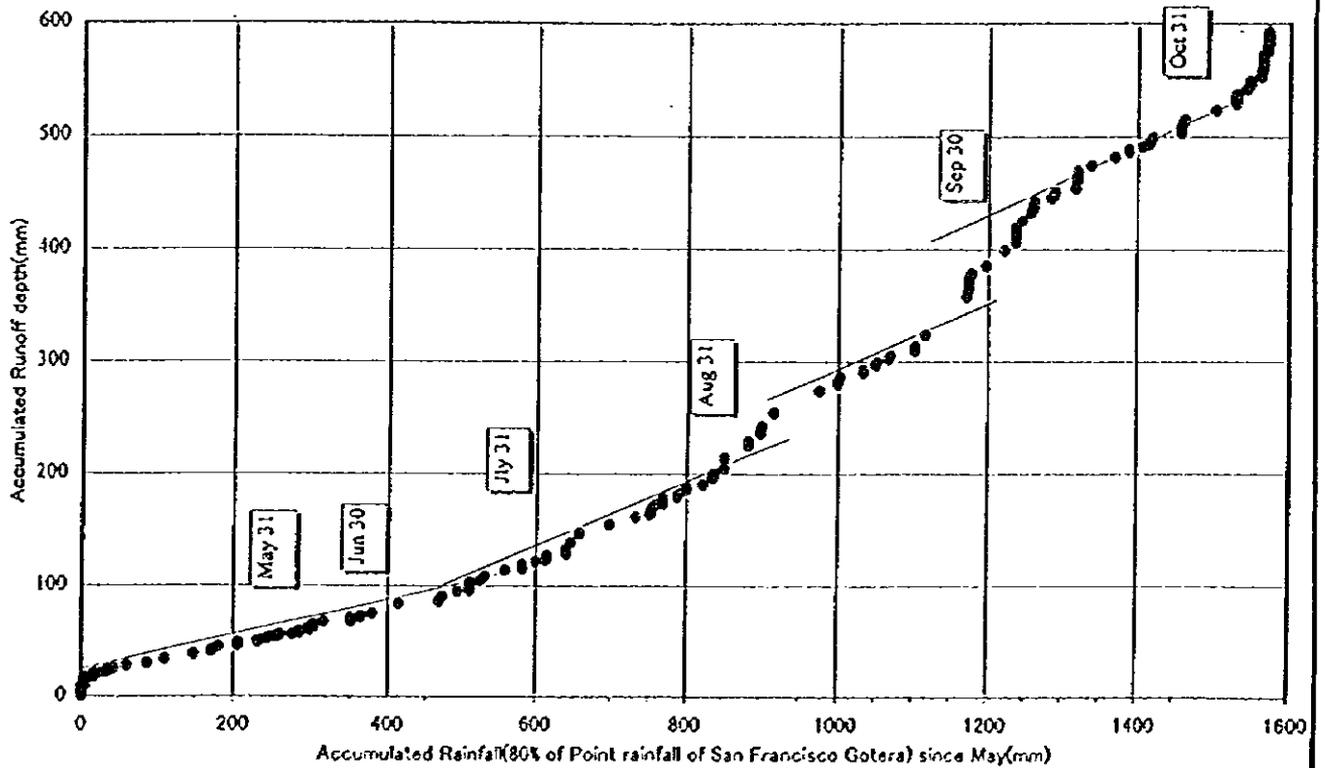


Figura B.20 PRECIPITACION PROMEDIO DE LA CUENCA Y PROFUNDIDAD DE ESCORRENTIA EN VILLERIAS Y MOSCOSO

Figura B.21 PRECIPITACION PROMEDIO DE LA CUENCA POR HORA, E  
 HIDROGRAMA EN VILLERIAS ENTRE JULIO Y AGOSTO,  
 1995(1/2)

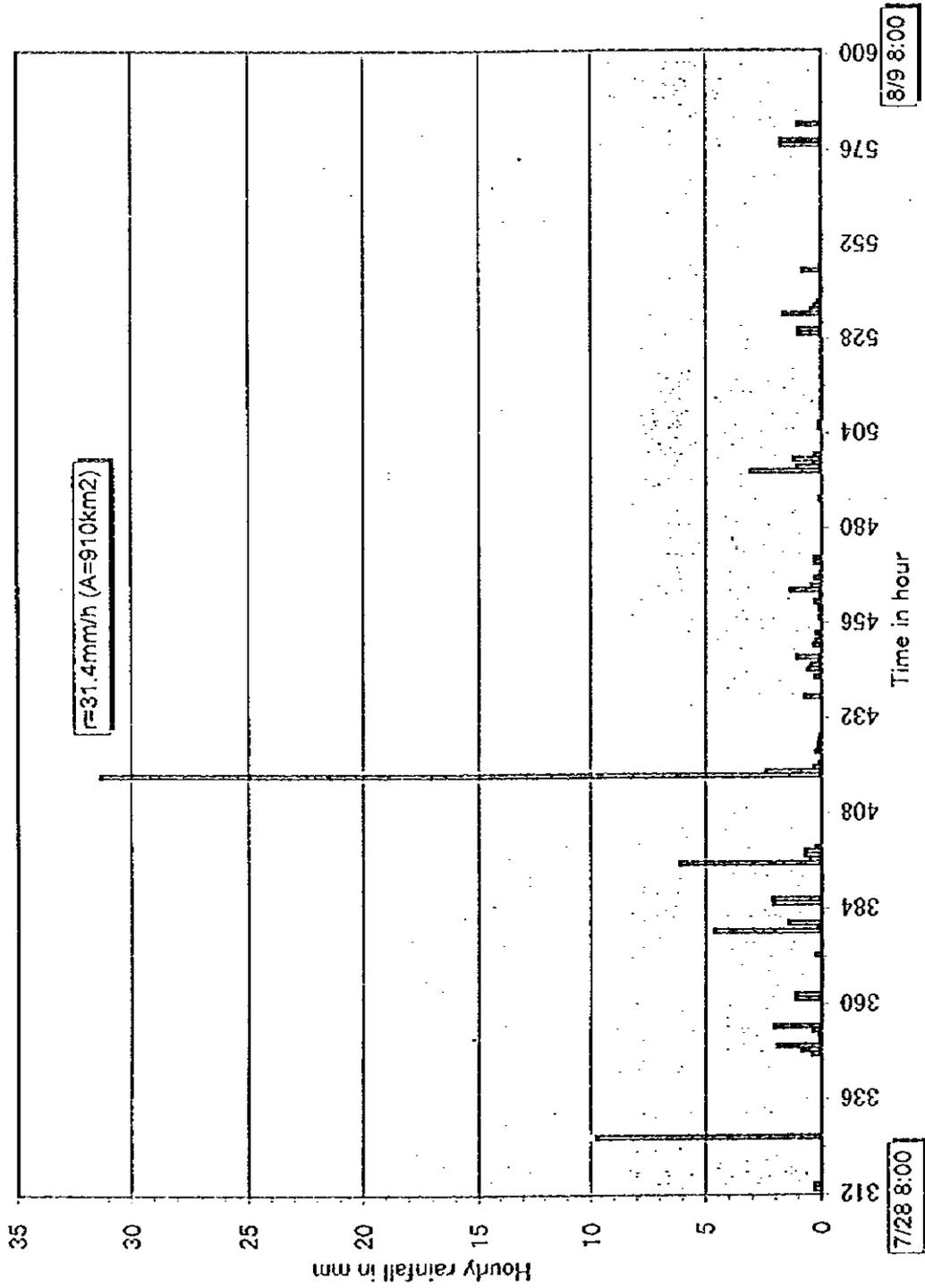


Figura B.21 PRECIPITACION PROMEDIO DE LA CUENCA POR HORA, E  
 HIDROGRAMA EN VILLERIAS ENTRE JULIO Y AGOSTO,  
 1995(2/2)

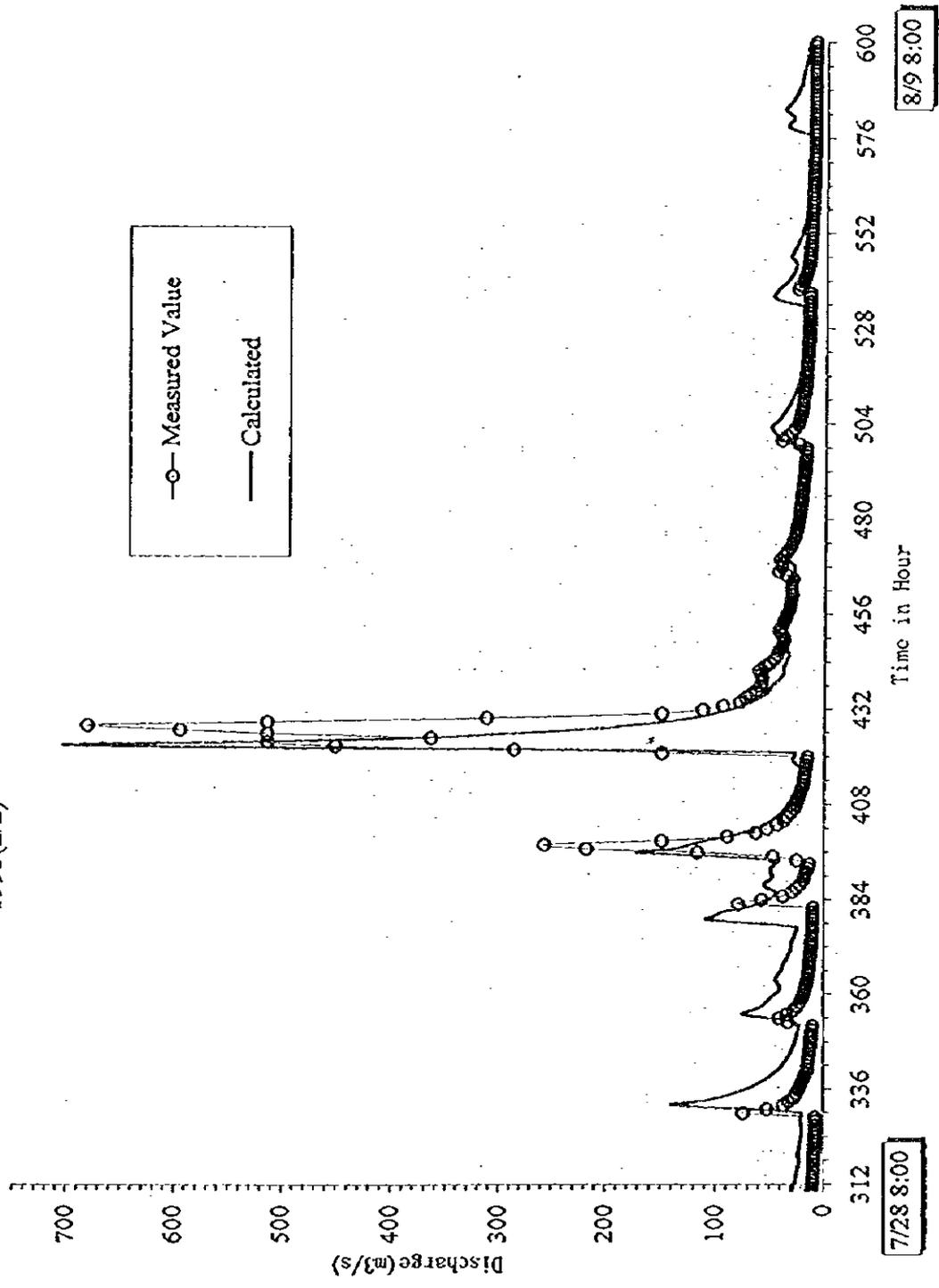
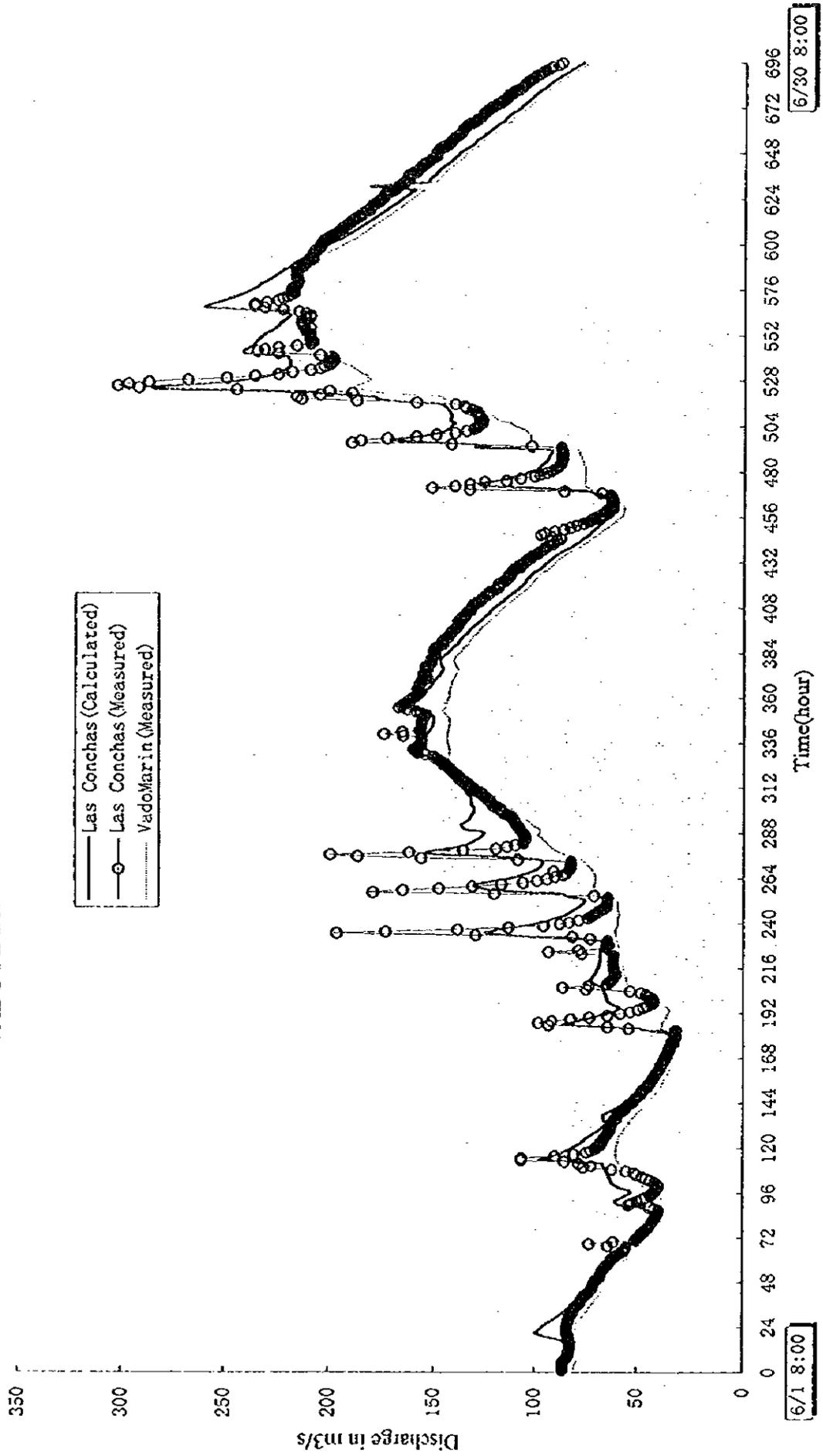


Figura B.22 HIDROGRAMA PARA LA INUNDACION DE JUNIO, 1980 EN VADO MARIN Y LAS CONCHAS



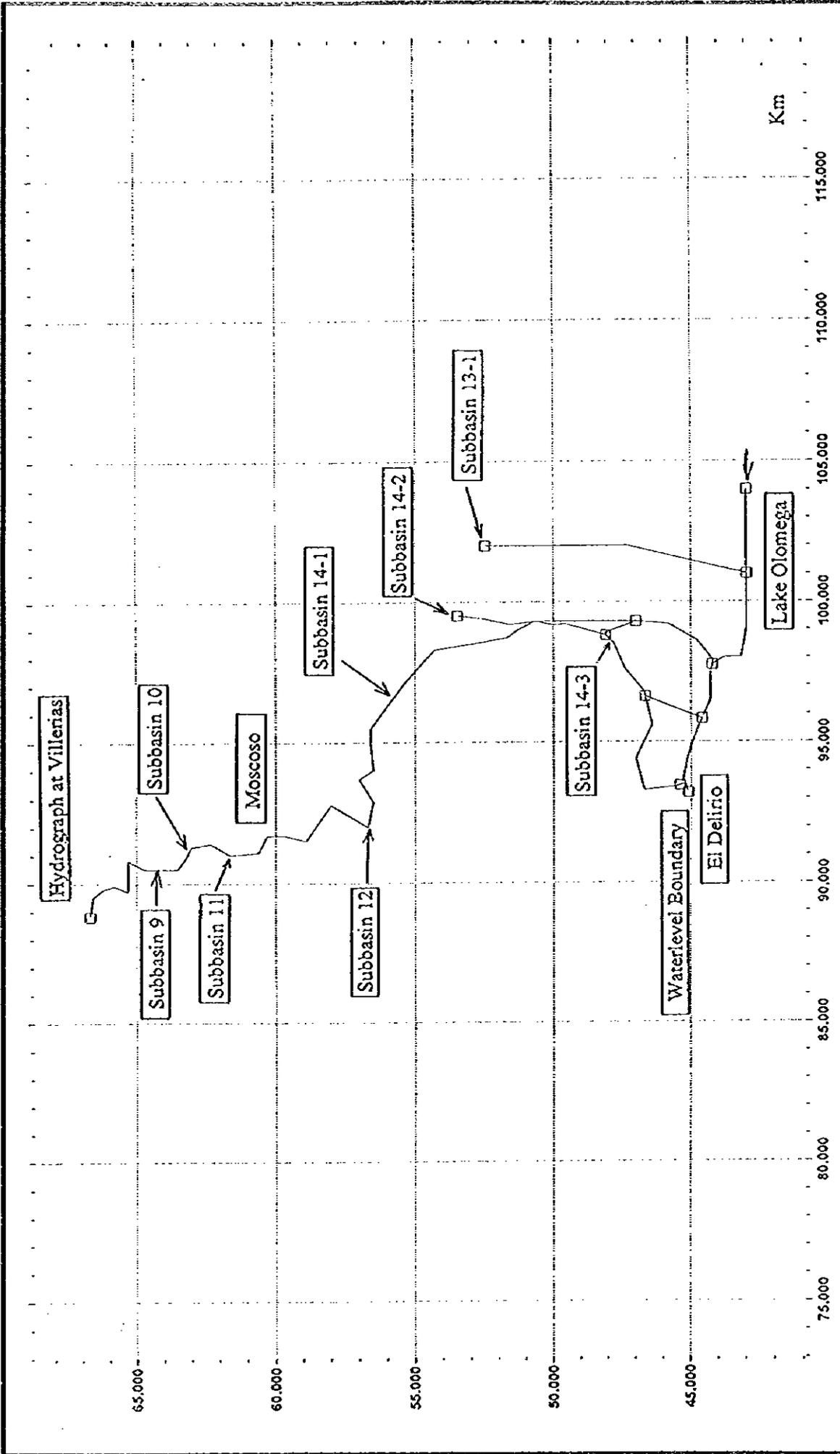


Figure B.23

Middle Reach Model

SCALE : 1 : 176000  
 DATA FILE : CASE2-2.ROF

Figura B.23

DIAGRAMA DEL SISTEMA DE FLUJO DE LA INUNDACION(1/2)

MIKE 11

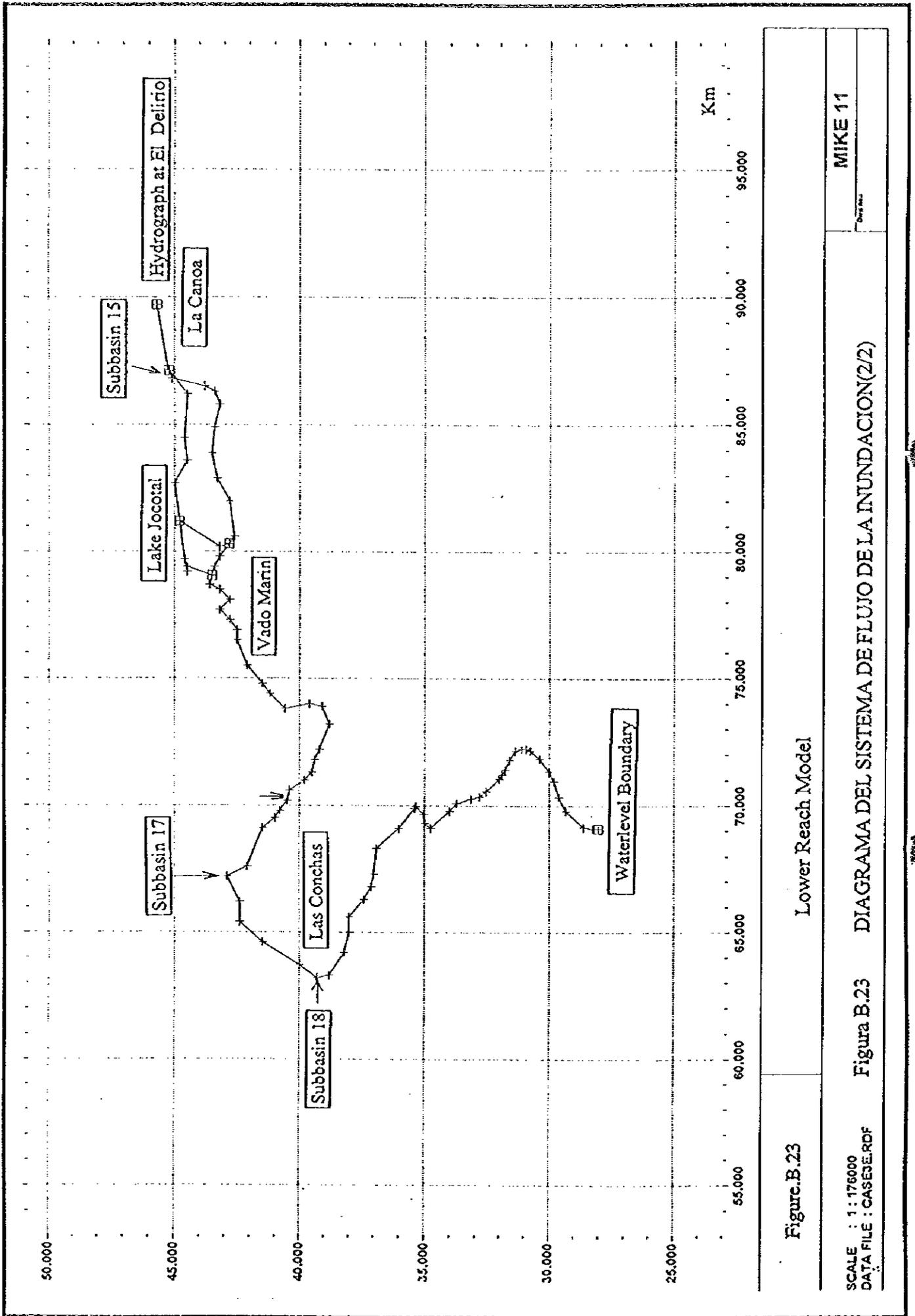


Figure.B.23

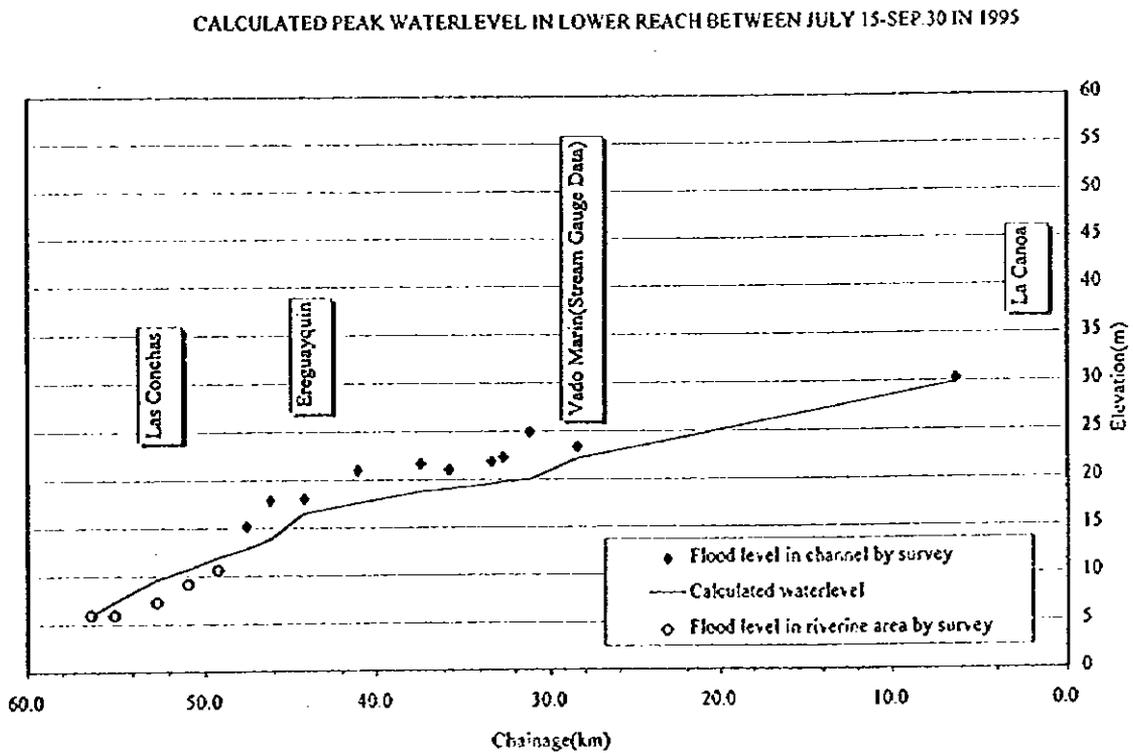
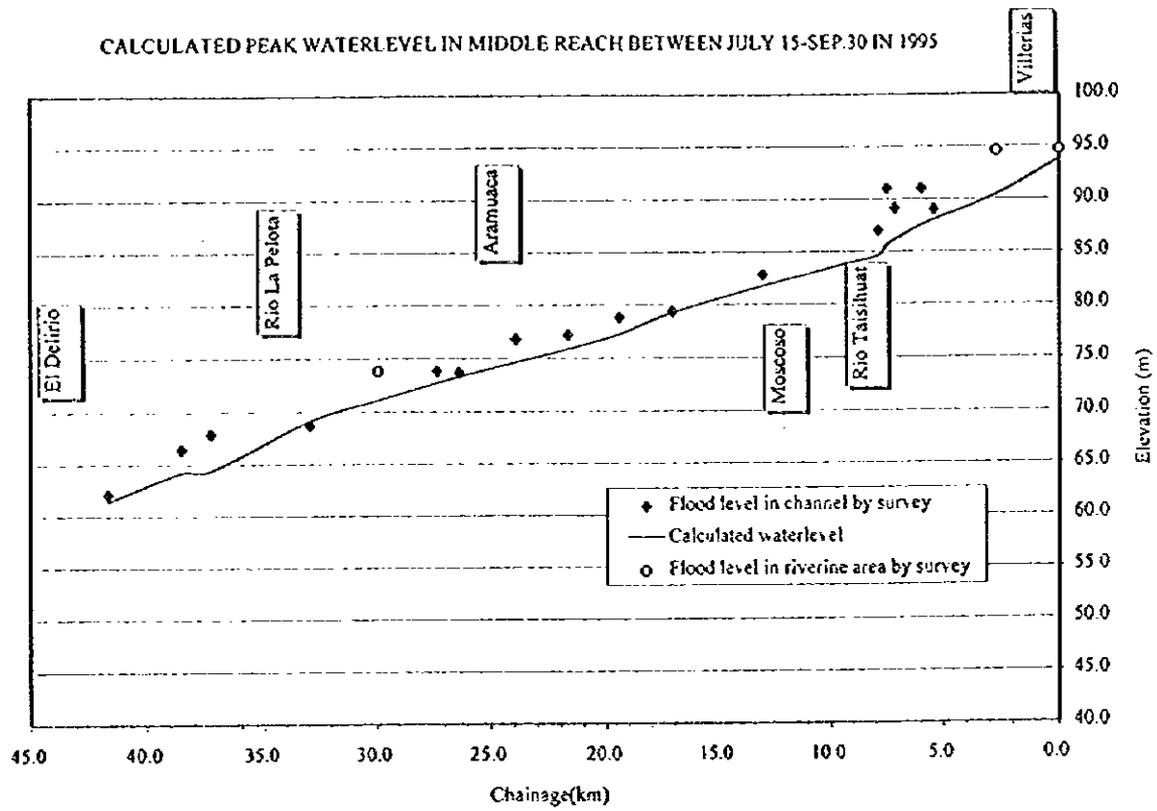
Lower Reach Model

SCALE : 1 : 176000  
DATA FILE : CASESE.RDF

Figura B.23

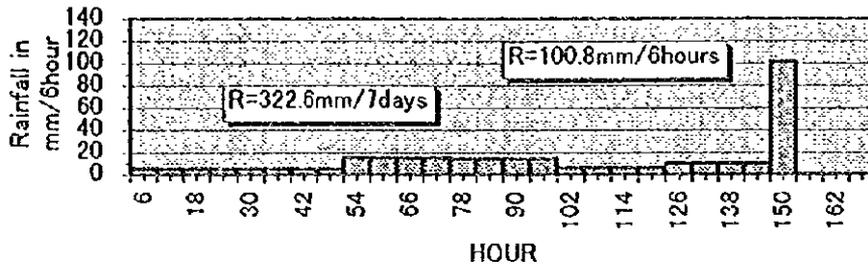
DIAGRAMA DEL SISTEMA DE FLUJO DE LA INUNDACION(2/2)

MIKE 11

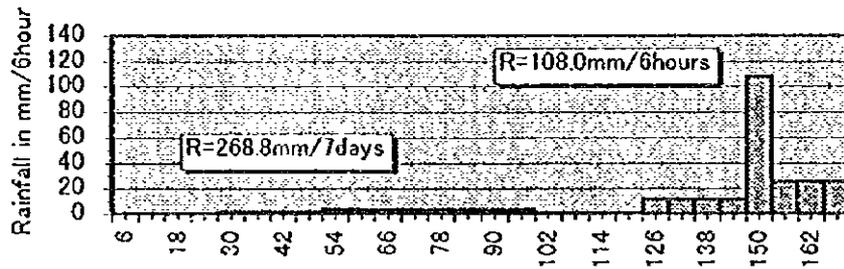


**Figura B.24 NIVEL DE AGUA CALCULADO EN LOS TRAMOS MEDIO Y BAJO**

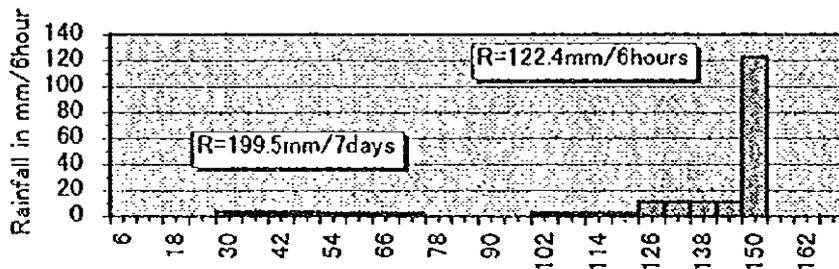
Z2:San Francisco Gotera



M6:El Papalon



U6:Santiago de Maria



U14:Puerto Parada

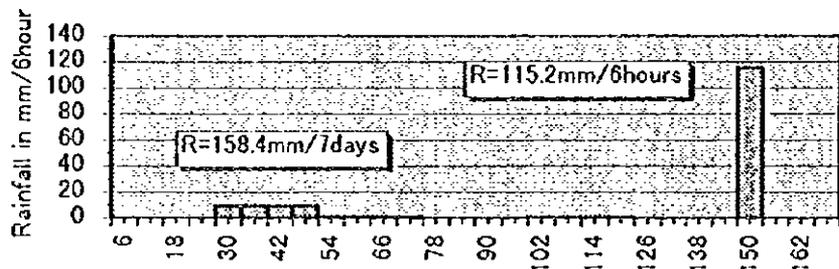


Figura B.25

PRECIPITACION DISEÑO PARA UN PERIODO DE RETORNO DE 10 AÑOS

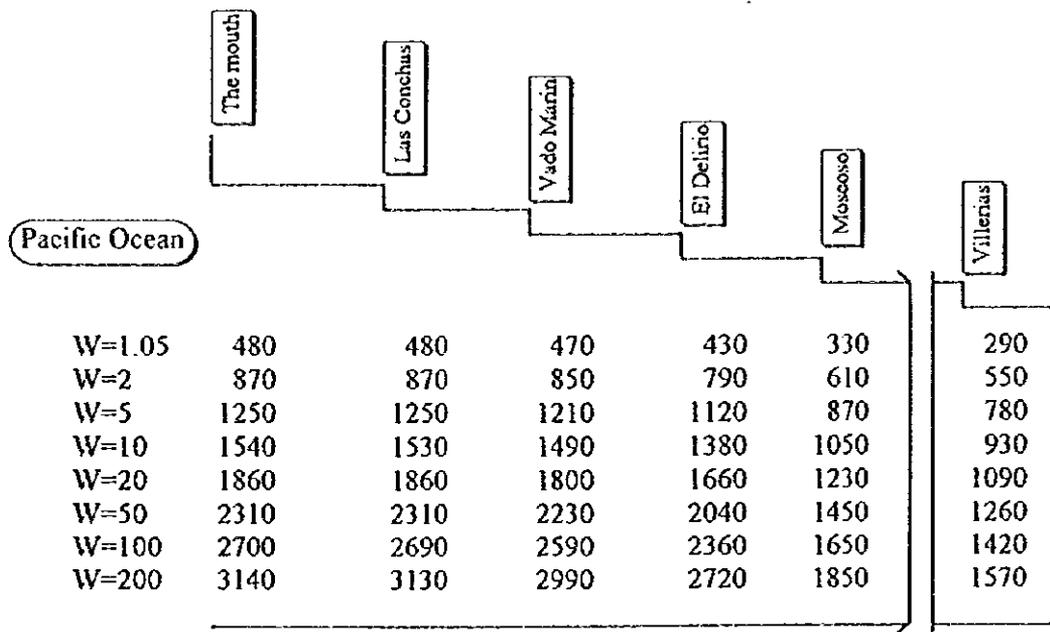


Figura B.26 DISTRIBUCION DE LA DESCARGA SIN INUNDACION  
(unit; m<sup>3</sup>/s)

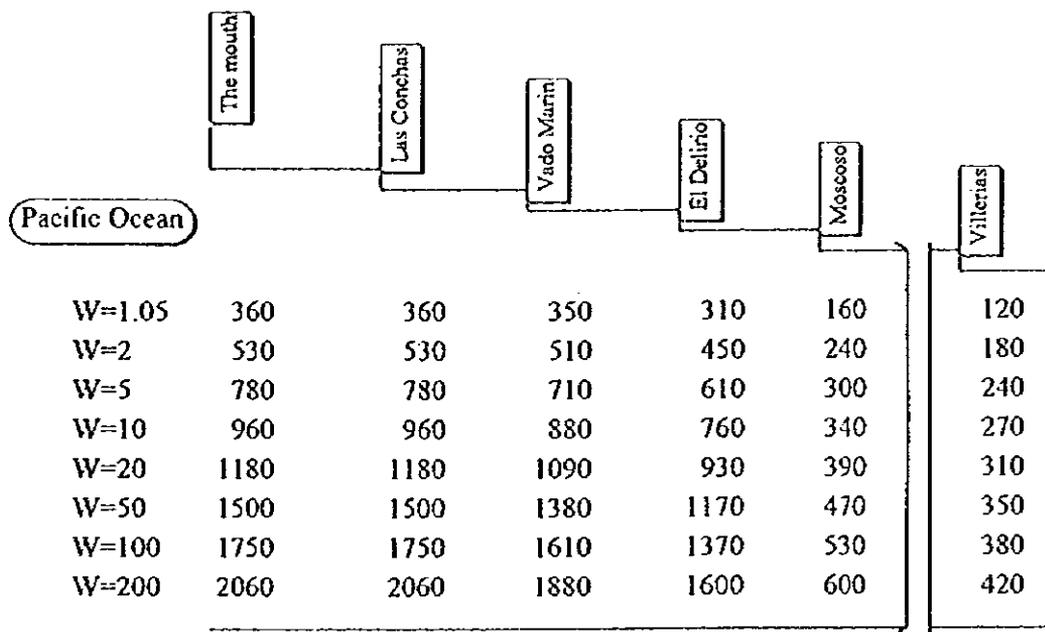


Figura B.27 DISTRIBUCION DE LA DESCARGA SIN PRESA (unit; m<sup>3</sup>/s)