

01162



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ANÁLISIS HIDROLÓGICO DE LA COSTA DE CHIAPAS

T E S I S

COMO REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN INGENIERÍA
(HIDRÁULICA)

PRESENTA
ENRIQUE GONZÁLEZ GUZMÁN

DIRECTOR DE TESIS
DR. CARLOS A. ESCALANTE SANDOVAL



MÉXICO, D.F.

FEBRERO 2005

m343300



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

A mi madre
y hermano.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por darme la existencia.

Al Dr. Carlos A. Escalante Sandoval, por la dirección del presente trabajo, por las enseñanzas que me ha compartido y sobre todo, por la motivación y apoyo que me ha brindado.

Al Dr. Jesús Gracia Sánchez, Dr. Ramón Domínguez Mora, Dra. Lilia Reyes Chávez y al M.I. Víctor Franco, por su tiempo para la revisión del trabajo y por las observaciones y sugerencias realizadas.

Al Posgrado de Ingeniería de la UNAM, por la formación que me ha dado.

A las personas que me apoyaron para conseguir este logro.

ÍNDICE

	Pag.
INTRODUCCIÓN	1
1. ASPECTOS GENERALES	5
1.1. Consideraciones físicas	6
1.1.1. Geografía	6
1.1.2. Fisiografía	7
1.1.3. Clima	9
1.1.4. Vías de comunicación	11
1.1.5. Regiones económicas	12
1.2. Uso potencial del suelo	13
1.2.1. Uso potencial agrícola	13
1.2.2. Uso potencial pecuario	14
1.3. Regiones hidrológicas	15
1.3.1. Región hidrológica Costa de Chiapas	15
1.3.2. Región hidrológica Coatzacoalcos	15
1.3.3. Región hidrológica Grijalva-Usumacinta	15
1.4. Deterioro ambiental	16
1.4.1. Deforestación	18
1.4.2. Erosión de suelos	18
1.4.3. Incendios forestales	19

2. COSTA DE CHIAPAS (RH 23)	20
2.1. Características físicas	20
2.2. Hidrografía de la región	24
2.3. Problemática de las inundaciones	30
2.3.1. Comunidades con alto riesgo de sufrir inundaciones	34
2.3.2. Inundación ocurrida en Chiapas en el año de 1998	37
3. ANÁLISIS DE LLUVIAS	44
3.1. Construcción de las curvas Hp -D - Tr	45
3.2. Análisis de la precipitación acumulada anual	62
4. ANÁLISIS DE GASTOS	73
4.1. Análisis de gastos máximos anuales	73
4.2. Estimación regional de avenidas de diseño en sitios no aforados	80
4.3. Análisis de los volúmenes de escurrimiento anual	86
4.4. Variaciones en el tiempo del proceso lluvia - escurrimiento	92
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	110
BIBLIOGRAFÍA	115
ANEXOS	
A. Curvas Hp-D-Tr	117
B. Análisis de regresión para extender registros de gastos máximos anuales	129
C. Análisis de frecuencias de gastos máximos anuales	134
D. Comparación entre altura de precipitación anual y volumen de escurrimiento anual	137
E. Variación del comportamiento de los gastos máximos anuales	144

RESUMEN

La problemática de inundaciones que presenta la Costa de Chiapas (RH No. 23) ante la presencia de lluvias intensas, asociada a la disminución de la capacidad de retención de las cuencas hidrográficas, por efectos de deforestación y erosión de suelos, motivó el estudio del comportamiento de las lluvias y escurrimientos en la región. Para lo cual, se analizaron las lluvias registradas en las estaciones climatológicas, ubicadas en la región (incluidas en el ERIC "Extractor Rápido de Información Climatológica") y se generaron curvas Hp-D-Tr, para tener una herramienta útil en el diseño de obras hidráulicas y estructuras carreteras, así como para definir zonas de riesgo ante futuras inundaciones. Se estudiaron los escurrimientos de los principales ríos, con información hidrométrica registrada en la zona (contenida en el BANDAS "Banco Nacional de Aguas Superficiales") y a través de la aplicación de técnicas estadísticas se obtuvieron las avenidas de diseño, y para las cuencas no aforadas se determinaron mediante estimaciones regionales. Se encontró que la media de los gastos tiende a ser menor con el tiempo; sin embargo, en el año de 1998 los eventos produjeron los mayores daños de que se tenga noticia, aún y cuando estos gastos son del orden de algunos de los registrados. También, se estudio la cobertura vegetal y usos del suelo mediante la interpretación de imágenes de satélite para los años 1974, 1986 y 1990 (con información de SEMARNAT), de las cuencas en las que se dividió la zona de estudio, y se observó que existe en la mayoría de las cuencas, un cambio sustancial en las coberturas vegetales. Por lo que respecta al cambio de uso de suelo, se pudo observar en términos generales que, los efectos se empezaron a sentir a partir del año de 1980. Un aspecto importante que se verificó es que, el hecho de que las cuencas hayan sufrido un proceso de degradación paulatino ha favorecido a que la respuesta de cada una de ellas ante un evento, que en teoría no es tan extraordinario, sea de consecuencias importantes. Adicionalmente el factor que influyó en forma importante para la inundación registrada en la Costa de Chiapas en el año 1998, fue la ocurrencia simultánea de los gastos máximos.

INTRODUCCIÓN

La vida en la Tierra ha dependido siempre del agua. Se sabe por investigaciones realizadas por científicos, que la vida se originó en el agua, y que los grupos zoológicos que han evolucionado hacia una existencia terrestre, siguen manteniendo dentro de ellos su propio medio acuático, protegidos de la evaporación excesiva. El agua, al mismo tiempo que constituye el líquido más abundante en la Tierra, representa el recurso natural más importante y la base de toda forma de vida, aunque en ocasiones cuando se concentra en cantidades muy grandes por causa de fenómenos meteorológicos extremos, genera problemas en ciertas localidades.

Los orígenes de la civilización tuvieron lugar en las márgenes de los grandes ríos: Amarillo, Tigris-Eufrates y Nilo. Por tradición los asentamientos humanos y las industrias se han ubicado a la orilla de las corrientes de agua, para utilizar dicho líquido y, al mismo tiempo, verter los residuos del proceso industrial y de la actividad humana.

Las primeras comunidades que se desarrollaron, no ejercieron un gran impacto sobre los recursos naturales que explotaban, pero cuando se formaron las primeras concentraciones de población, el medio ambiente empezó a sufrir daños de consideración; y en las últimas décadas, con el crecimiento de la población mundial y el desarrollo industrial y agrícola, se han originado problemas severos por lluvias intensas en esas comunidades.

En la actualidad los estudios hidrológicos, son importantes para el desarrollo, gestión y control del elemento agua. Las aplicaciones son muchas, entre las que destacan el desarrollo de sistemas de irrigación, sistemas de alertamiento, control de inundaciones y erosión de suelos, eliminación y tratamiento de aguas usadas, disminución de la contaminación, uso recreacional del agua, generación de energía eléctrica, y el diseño de estructuras hidráulicas.

La Costa de Chiapas, se encuentra ubicada en una zona de grandes riesgos de inundaciones, por lo que es necesario contar con estrategias que permitan su manejo bajo un esquema sustentable.

ANTECEDENTES

El presente trabajo se desarrollo motivado por la problemática recurrente que generan las intensas lluvias en el estado de Chiapas, específicamente en la Costa (Región Hidrológica No 23), como consecuencia del daño causado a las cuencas hidrográficas a través de la tala inmoderada, la quema de árboles, la destrucción de la vegetación y la erosión de suelos; así como a la invasión de los terrenos cercanos a los ríos. Además de que la región por su ubicación geográfica es impactada por fenómenos hidrometeorológicos que propician el aumento de la magnitud de los escurrimientos, provocando con ello el desbordamiento de los ríos y por consiguiente inundaciones en las llanuras costeras de la Región. Para el desarrollo del presente trabajo se utilizó información registrada por la Comisión Nacional del Agua.

En el estudio se describen de forma general los efectos ocasionados por las lluvias más intensas que se han registrado en la zona en los últimos años y, se hace un análisis de lluvias, con los registros de las estaciones climatológicas ubicadas en la región. Así como, el análisis de los escurrimientos y volúmenes de los ríos más importantes, a través de la información hidrométrica registrada en las estaciones de la región en cuestión.

El objetivo de analizar el comportamiento de las lluvias y escurrimientos en la región, radica en que uno de los elementos en la transformación de un país vulnerable a uno preparado para la ocurrencia de estos eventos, es el conocimiento de los fenómenos que le afectan.

Este trabajo pretende iniciar el estudio de los efectos de estos eventos extremos, a fin de utilizar los resultados de las investigaciones en el diseño de obras de infraestructura que así lo requieran. En este sentido, debe señalarse que utilizar los parámetros adecuados para el diseño de las obras de protección contra avenidas, puede ser la diferencia entre una población damnificada y una población capacitada para estos eventos.

Es preocupante ver el gran número de obras de infraestructura que fueron dañadas durante el período de lluvias de 1998. Estas obras de infraestructura se reconstruyeron utilizando los mismos criterios de diseño con que se proyectaron las obras que fueron destruidas. De esta manera, sólo se está asegurando que estas serán destruidas por el paso de otro evento similar o peor aun, uno de menor intensidad.

La reducción de la vulnerabilidad a los desastres naturales debe iniciarse con la determinación de las características de los eventos climatológicos que los originan.

El desarrollo de una estrategia coherente para enfrentar desastres de origen hidrometeorológico tiene una importancia fundamental, en vista de los eventos que están sucediendo en nuestro entorno. Y de acuerdo a la opinión de los expertos, el calentamiento global del planeta, muy probablemente debido a la contaminación, ha provocado que una gran cantidad de energía se encuentre disponible en la atmósfera. Para restablecer el balance energético, la atmósfera desarrolla tormentas de gran intensidad, es decir huracanes y tornados. De tal manera que de continuar con la tendencia de los últimos años, debemos esperar una mayor frecuencia en los efectos de este tipo de fenómenos, a la presentada anteriormente.

Por otra parte, cabe mencionar, que el paso de un huracán provoca graves daños a la infraestructura y economía del país. Los daños causados al medio ambiente generalmente no son evaluados adecuadamente. Las condiciones de las cuencas después del paso de un huracán, especialmente las que han sufrido deforestación o donde se encuentran asentamientos humanos importantes, son muy precarias. Y los efectos de un huracán, pueden ser sensibles durante muchos años debido a los daños que causó en las cuencas.

A continuación se describen los capítulos en que se dividió este trabajo: En el primer capítulo se comentan los aspectos generales del estado de Chiapas, como: geografía, fisiografía, clima, vías de comunicación y regiones económicas; así mismo, se explica el uso potencial agrícola y pecuario del estado; se describen las regiones hidrológicas en las que se divide el estado, y se trata el tema del deterioro ambiental, propiciado entre otras causas por la deforestación, la erosión de suelos y los incendios forestales.

En el siguiente capítulo, se mencionan las características físicas de la Costa de Chiapas (RH No 23). Se describe con mayor detalle la hidrografía conformada por los principales ríos de la región. Así mismo, se explica la problemática de las inundaciones provocadas por lluvias intensas, sobre todo en las comunidades ubicadas en zonas de alto riesgo, que sufren las mayores afectaciones.

El Capítulo tres, presenta el análisis de lluvias máximas en 24 hr, de las 42 estaciones ubicadas dentro de la región, con las que se generaron las curvas Hp-d-Tr, y que pueden transformarse fácilmente a curvas I-d-Tr, básicas para el diseño de obras hidráulicas; y al final del capítulo se incluye un análisis de precipitación acumulada anual.

En el último capítulo, se analizan los gastos máximos anuales de las cuencas aforadas, con información de las 17 estaciones hidrométricas ubicadas en la zona de estudio, mediante la aplicación de técnicas estadísticas para obtener los eventos de diseño, y se hace una estimación regional de las avenidas en las cuencas que no cuentan con aforo. También se analizan los volúmenes de escurrimiento anual y se estudia la variación en el tiempo del proceso lluvia-escurrimiento a través del análisis de la cobertura vegetal y usos del suelo, mediante la interpretación de imágenes de satélite (con información de SEMARNAT), de las cuencas en las que se dividió la zona de interés. Finalmente, se presentan las conclusiones.

CAPÍTULO 1

ASPECTOS GENERALES

El nombre de Chiapas proviene de la palabra Chiapan o Tepechiapan, forma en que se designaba a la antigua población indígena de los chiapanecas, y que significa "Cerro de la chíá" o "Agua debajo del cerro". Los conquistadores, al fundar dos ciudades en la región, Chiapa de los Indios y Chiapa de los Españoles, adoptaron para ambas el nombre de Provincia de las Chiapas.

Se considera que por el año 7500 a. C. se inicia la agricultura. Y hacia el año 300 de nuestra era se inicia el periodo clásico maya como la culminación de un largo proceso en que se desarrolló la política, la economía, la conciencia comunitaria pero sobre todo la cultura.

El primer contacto de los españoles con los indígenas chiapanecos fue más nominal que real, y ocurrió en 1522 cuando Gonzalo de Sandoval fundó la Villa del Espíritu Santo en la margen izquierda del río Coatzacoalcos. Y para 1524 el territorio chiapaneco estaba dividido en cinco provincias: Chiapa, Llanos, Tzeltales, Zoques y Soconusco.

En 1761, de acuerdo con los informes que mandó levantar Carlos III, había en Chiapas 115 pueblos con 14,460 contribuyentes y 14,689 indios exentos de esa carga.

La provincia de Chiapas no participó activamente en la guerra de Independencia. Y en el año 1824 fue declarada la anexión de la provincia de Chiapas a la nación mexicana, y con ello quedó constituido como un estado.

En 1838 se levantó en Chiapas un censo general de población, dividida en ladinos, indios, quelenes, tzentales, zoques, mames, chiapanecos, mexicanos, mayas y gente de color; el total fue de 147,283 habitantes.

Según el censo del año 2000 (INEGI), el estado de Chiapas cuenta con una población total de 3,920,892 habitantes, de los cuales 1,941,880 son hombres y 1,979,012 son mujeres. En su totalidad distribuidos en 19,543 localidades.

1.1. CONSIDERACIONES FÍSICAS

1.1.1. Geografía

El Estado de Chiapas, tiene una superficie de 75,344 km², que representa el 3.8% del total del país y ocupa el 8° lugar nacional por su extensión territorial; Chiapas colinda al norte con Tabasco; al este con la República de Guatemala; al sur con la República de Guatemala y el Océano Pacífico; al oeste con el Océano Pacífico, Oaxaca y Veracruz-Llave; y esta delimitada por las coordenadas geográficas extremas: al norte 17°59', al sur 14°32' de latitud norte; al este 90°22', al oeste 94°14' de longitud oeste. En la figura 1.1 se muestra la localización.

El estado de Chiapas, ha sufrido varias modificaciones en lo que se refiere a su municipalización, y, actualmente esta constituido por 118 municipios, agrupados en nueve regiones económicas, ver figura 1.2, siendo la capital del estado, Tuxtla Gutiérrez.

La longitud de frontera con la República de Guatemala es de aproximadamente 658.5 km, que representa el 58 % de la frontera sur de México.

En sus 260 km, de longitud de costa, se encuentra una gran cantidad de barras, esteros y lagunas costeras.



Figura 1.1. Localización del Estado de Chiapas y Región Hidrológica No 23

1.1.2. Fisiografía

De acuerdo con la clasificación de INEGI (1977) Chiapas, está comprendido dentro de tres grandes Regiones Fisiográficas, que son:

Llanura Costera del Golfo Sur: La cual se compone de lomeríos con pendientes que varían de suaves a fuertes, con rumbos orientados NE-SW y elevaciones que alcanzan los 330 msnm. Esta región se extiende desde el extremo suroccidental de Veracruz, pasando por el Istmo de Tehuantepec y Tabasco, penetra por Chiapas, pasando por la parte septentrional. Dentro de esta región, queda localizada la subregión de las Llanuras y Pantanos Tabasqueños.

Sierras de Chiapas y Guatemala: Esta abarca la mayor parte del territorio chiapaneco y está conformada por las subregiones de: Sierras del Norte de Chiapas, Sierra Lacandona, Sierras Bajas del Petén, Altos de Chiapas y Depresión Central de Chiapas, con las siguientes características:

- a) Sierras del Norte de Chiapas.- Formada por sierras fuertemente deformadas, cuyos pliegues se van suavizando en dirección NE descendiendo bruscamente hacia la planicie costera; a lo largo de esta se observan valles estrechos y alargados (Raisz, 1962). En la porción oriental afloran rocas de edad mesozoica, compuestas por calizas, lutitas, limonitas y areniscas, en tanto que en la porción occidental afloran principalmente rocas del terciario, compuestas por areniscas, lutitas y conglomerados. Las grandes estructuras que existen en esta subregión presentan una dirección preponderante NW-SE (De Cserna, 1961).

- b) Altos de Chiapas (Meseta de Chiapas).- Está constituida por rocas cretácicas compuestas principalmente de lutitas, limonitas y areniscas, así como rocas volcánicas cenozoicas representadas por lavas y tobas de composición andesítico-basáltico, se llegan a observar terrazas cuaternarias compuestas litológicamente por conglomerados, tobas y arenas.

- c) Depresión Central de Chiapas.- Franja de terreno plano que se extiende hacia el NW desde la frontera con Guatemala, hasta los límites con el estado de Oaxaca. En la depresión afloran rocas cretácicas y cenozoicas, con elevaciones que varían desde 400 hasta 500 msnm.

Cordillera Centroamericana: Las características topográficas de esta región están representadas por montañas alineadas en dirección NE-SW con variaciones locales en dirección oriente-poniente. Las elevaciones promedio alcanzan los 1500 msnm, aunque existen elevaciones importantes, como es el volcán Tacaná, el cual alcanza una elevación de 4093 msnm. Esta cordillera conforma las subregiones:

- a) Sierras del Sur de Chiapas
- b) Llanura del Istmo
- c) Llanura Costera de Chiapas y Guatemala
- d) Volcanes de Centroamérica

1.1.3. Clima

Geográficamente, el estado de Chiapas se ubica dentro de la zona tropical, en donde la temperatura promedio en la entidad registrada en los últimos 70 años ha variado de 18° a 27°C. De acuerdo con su configuración orográfica, el clima en Chiapas varía de templado subhúmedo a cálido húmedo con lluvias registradas todo el año.

El clima subhúmedo, prevalece en la mayor parte del estado con lluvias en verano, el cual se distribuye en un 34.9% de la superficie estatal, cubriendo desde la porción central hasta la zona centromeridional (Altos de Chiapas) y sur del estado.

El clima cálido húmedo con lluvias abundantes en verano, se distribuye en un 24.8% del territorio chiapaneco, y prevalece en la región de los Altos y Norte, hacia los límites con los estados de Tabasco, Veracruz y Oaxaca; también se encuentra en la zona de la Selva Lacandona y en la franja que corre desde Tonalá hasta Escuintla, pasando por Pijijiapan.

El clima húmedo y semicálido húmedo, con lluvias todo el año y abundantes lluvias en verano, ocupan superficies de 14.3% y 12.6% del Estado, respectivamente.

El clima cálido con lluvias todo el año, se localiza principalmente en la región de las subregiones Fisiográficas de las Sierras del Norte de Chiapas y Llanuras y Pantanos Tabasqueños, en las localidades de Pichucalco y Palenque.

El clima semicálido húmedo con abundantes lluvias en verano, se encuentra principalmente en las subregiones Fisiográficas de la Selva Lacandona y Altos de Chiapas, en las localidades de Ocosingo, Frontera Comalapa y Angel A. Corzo.

La precipitación pluvial en la entidad es una de las que registran los índices más altos a nivel nacional, alcanzando valores promedio entre los 1000 a 3977 mm anuales. Las zonas con mayor índice de precipitación, corresponden a localidades ubicadas en la zona septentrional del estado (Pichucalco, Ocosingo) incluyendo a los Altos (San Cristóbal las Casas).

Los aspectos fisiográficos y las características climatológicas que prevalecen en la entidad, están interrelacionadas geográficamente y modifican la temperatura y humedad, haciendo que Chiapas carezca de un clima uniforme. Y por el contrario, se caracteriza por la variación del mismo, originando con ello la identificación de zonas climatológicas, con distintos comportamientos cíclicos de los diversos elementos atmosféricos que hacen susceptible a inundaciones principalmente durante los meses de mayo a noviembre en todo el estado, particularmente a 72 municipios de las diferentes regiones fisiográficas.

Dentro de los fenómenos de origen hidrometeorológico, se encuentran los vientos, las lluvias intensas provocadas por las ondas y ciclones tropicales, granizadas, tormentas eléctricas, deslaves, hundimientos, desbordamientos, etcétera, que en muchas ocasiones se traducen en inundaciones pluviales y fluviales, considerándose como uno de los fenómenos destructivos que con mayor frecuencia han afectado al estado de Chiapas. La magnitud de los daños que generan difieren ampliamente por su origen, naturaleza, grado de predicción, probabilidad y control, así como por la velocidad con la que aparecen, por su alcance y efectos destructivos en la población, bienes materiales y el entorno.

Estos fenómenos naturales representan un alto costo a la población, al afectar la actividad humana y la armonía social, originando a su vez atraso económico, tecnológico y graves repercusiones psicológicas, principalmente en aquellas personas que han sufrido directamente la pérdida de vidas humanas.

Los fenómenos hidrometeorológicos afectan principalmente a los sistemas de vivienda, vialidad, transporte, equipamiento, imagen urbana, medio ambiente y suelo urbano. En el Estado se presentan en las regiones Istmo-Costa, Soconusco, Altos, Depresión Central y Frailesca, mientras que los escurrimientos y derrumbes son más frecuentes en las zonas altas y montañosas de las regiones Sierra, Norte, Selva y Fronteriza.

La orografía juega un papel fundamental en los mecanismos de inundaciones, siendo en la configuración de las montañas, donde se originan desprendimientos de tierra, que junto con el agua

de lluvia son conducidos hacia el Océano Pacífico y Golfo de México, por pendientes abruptas que generan a su vez, deslaves e inundaciones sobre las partes bajas.

En este contexto, es necesario que las comunidades asentadas en zonas de alto riesgo, estén preparadas para interpretar los avisos de alertamiento temprano ante la presencia de fenómenos hidrometeorológicos, con el fin de incrementar los márgenes de seguridad y autoprotección.

Aquí es donde los municipios juegan un papel importante con sus unidades de protección civil, con el fin de integrar, coordinar y dirigir las acciones encaminadas a proteger y en su caso salvaguardar la vida de las personas, así como elaborar, implementar y operar el Programa Municipal de Protección y el Plan de Contingencia.

1.1.4. Vías de Comunicación

Chiapas posee una importante red carretera que facilita la comunicación tanto al interior como al exterior del estado, además de contar con vías férreas, puertos, aeropuertos, así como aeropistas, que comunican a localidades que no tienen acceso por vía terrestre.

Carreteras: La longitud de las carreteras del estado es de 20,461 km, de los cuáles 10,608 km son federales y 9,853 km son estatales. Las principales carreteras son: la carretera federal No. 200 que se ubica paralelamente a la costa, entra al estado por la localidad de Arriaga, pasa por Tonalá, Pijijiapan, Mapastepec, Escuintla, Huixtla y Tapachula. La carretera No. 195 entra a la entidad al norte por Pichucalco, continua a Solosuchiapa, Tapitula, Jitotol, Soyalo, Ixtapa y se une a la carretera No. 190 que viene del poniente y cruza la entidad de oeste a sureste, se introduce al estado por la localidad de Rizo de Oro, entre esta localidad y la cabecera municipal de Cintalapa de Figueroa, se desprende una carretera con el mismo número (190) que se une a la localidad de Arriaga; de Cintalapa de Figueroa continua hasta Tuxtla Gutiérrez, después a San Cristóbal de las Casas, Teopisca, Comitán de Domínguez y sale del estado para ingresar a la República de Guatemala. La carretera federal No. 186 cruza de oeste a este a la entidad al norte entre los municipios de Palenque y Catazajá, de esta localidad se desprende hacia el sur la carretera No. 199, en su recorrido comunica a las localidades de Palenque, Ocosingo, Huxtlan y se une a la carretera

190. De la ciudad de Tapachula sale la carretera No. 225 que comunica a Puerto Madero; existe otra carretera, la número 211, que une las carreteras Números 190 y 200, pasando por las localidades de Frontera de Comalapa, Amatenango de la Frontera, Mozintla de Mendoza y Huixtla.

Ferrocarriles: La entidad posee 547 km de vías férreas, la principal línea corre paralelamente con la carretera No. 200 a lo largo de la línea de Costa; sus principales estaciones son Arriaga, Tonalá, Pijijiapan, Mapastepec, Escuintla, Huixtla y Tapachula, de aquí modifica su trayectoria hacia el sur; en la estación Los Toros se bifurca la vía, una llega a la estación Puerto Madero y la otra a Ciudad Hidalgo.

Aeropuertos: De los 6 aeropuertos que tiene Chiapas, 5 dan servicio nacional, se ubican en los municipios de Comitán de Domínguez, Ocozocoautla de Espinosa, Palenque, San Cristóbal de las Casas y Tuxtla Gutiérrez; el aeropuerto que se localiza en Tapachula ofrece servicio internacional; además en la entidad se encuentran distribuidos 24 aeródromos.

Puertos: Puerto Madero es el más importante, realiza actividades comerciales y pesqueras, se ubica al sur de la entidad.

1.1.5. Regiones Económicas

- I. Centro
- II. Altos
- III. Fronteriza
- IV. Fraylesca
- V. Norte
- VI. Selva
- VII. Sierra
- VIII. Soconusco
- IX. Itsmo-Costa



Figura 1.2. Regiones económicas

1.2. USO POTENCIAL DEL SUELO

1.2.1. Uso Potencial Agrícola

Chiapas muestra más de la mitad de su superficie total, con aptitud para la actividad agrícola, en el caso de la agricultura mecanizada continua, con un porcentaje de 18.1%, y se localiza a lo largo de la línea de costa, al igual que en los municipios de Cintalapa, Socoltenango, Tzimol y Ocosingo, entre otros. La agricultura mecanizada estacional comprende 0.2%, ubicada en el municipio de Catazajá; mientras que la de tracción animal continua cubre 10.8%, y se distribuye entre los municipios de Escuintla, Las Margaritas y Salto de Agua, principalmente. La agricultura de tracción animal estacional con 1.6%, se encuentra en la mayor parte de los municipios de Chiapa de Corzo, Acala y Las Rosas. La agricultura manual continua con 23.3%, casi una cuarta parte del territorio, se ubica en la parte central y norte, además en los municipios de Las Margaritas, La Independencia y La Trinitaria al oriente del estado. La agricultura manual estacional abarca 6.8%, y se ubica en la región central que va de sureste a noroeste de la entidad. Por último se tienen los terrenos no aptos para la agricultura, con 39.2% del total del estado. En la figura 1.3 se presenta la distribución de la agricultura de acuerdo a su tipo.

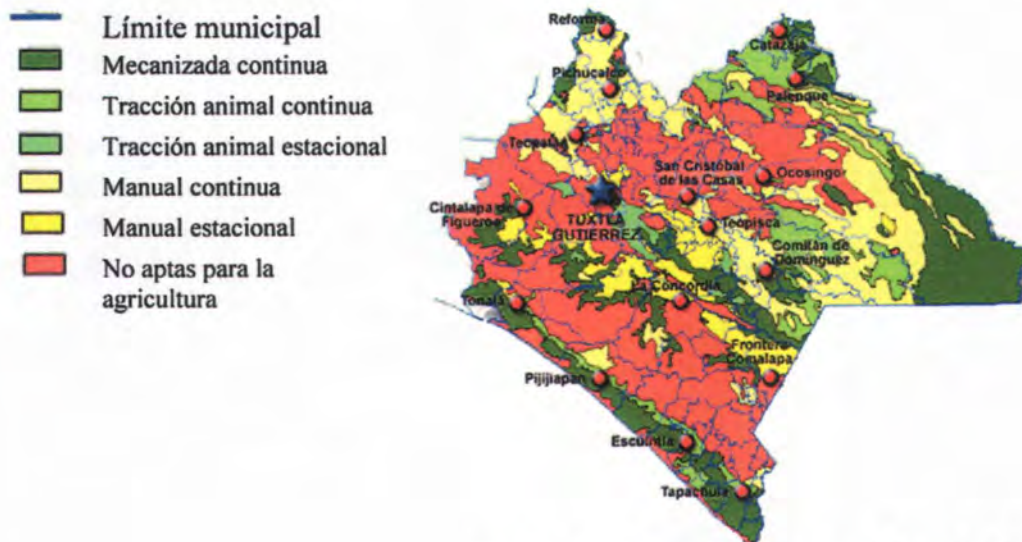







Figura 1.3. Mapa de uso potencial agrícola

1.2.2. Uso Potencial Pecuario

Al igual que en el caso agrícola, Chiapas presenta en más de la mitad de su territorio, gran potencial para la utilización pecuaria, ver figura 1.4. Los terrenos sobresalientes pertenecen a la clase tierras aptas para el desarrollo de praderas cultivadas, con un porcentaje de 10.8%, y se localizan a lo largo de la costa, con mayor concentración en el municipio de Tapachula y, en menor medida, el de Cintalapa, Socoltenango, Tzimol y Ocosingo, entre otros. Los terrenos aptos para el aprovechamiento de la vegetación de pastizal, son poco significativos, con 0.16%, asentados en el municipio de Acala; el caso opuesto, los que presentan potencial para el aprovechamiento de la vegetación natural diferente al pastizal, y que ocupan la mayor extensión del territorio chiapaneco, con 47.3%, distribuidos indistintamente por todo el estado. Las tierras para el aprovechamiento de la vegetación natural únicamente por el ganado caprino, representan el 14.9% e involucran a muchos municipios, entre otros: Arriaga, Cintalapa, Ocosingo, El Bosque, Chanal y Huixtán. Finalmente, los terrenos considerados como tierras no aptas, se concentran en las porciones centro-norte, centro y sureste del estado, con 26.7%; donde destacan los municipios de Siltepec, Motozintla y Cintalapa.

-  Limite municipal
-  Desarrollo de praderas cultivadas
-  Aprovechamiento de vegetación natural diferente del pastizal
-  Aprovechamiento de la vegetación natural, únicamente por el ganado caprino
-  No aptas para uso pecuario

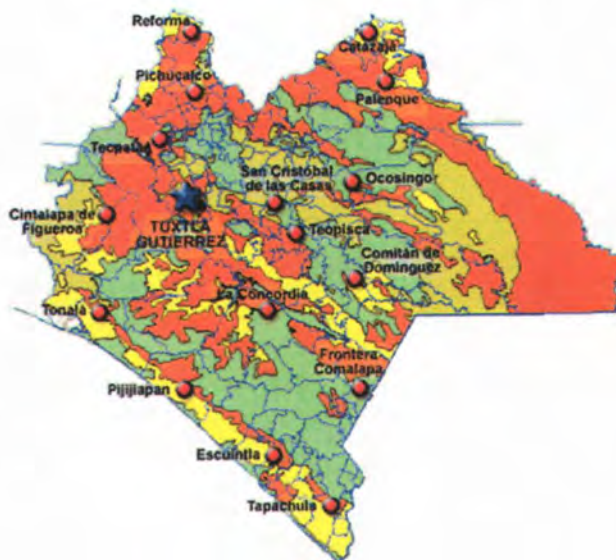


Figura 1.4 . Mapa de uso potencial pecuario

1.3. REGIONES HIDROLÓGICAS

Las Regiones Hidrológicas que comprende el estado de Chiapas son básicamente tres, la Región Costa de Chiapas, la de Coatzacoalcos y la Región Grijalva-Usumacinta.

1.3.1. Región Hidrológica Costa de Chiapas

Como su nombre lo indica, esta región se ubica a lo largo de la costa del estado y en ella se aprecian a grandes rasgos, cuatro cuencas, que son: Río Suchiate, que presenta una corriente del mismo nombre, e incluye las de Coatán, Huixtla, Cacaluta y Novillero; Cuenca Río Huixtla, se compone del río Cintalapa y el cuerpo de agua Los Cerritos; Cuenca Río Pijijiapan, tiene sólo el río Pijijiapan y los cuerpos de agua La Joya y Buenavista; por último para esta región está la Cuenca Mar Muerto con el cuerpo de agua del mismo nombre. En el capítulo dos se describe con mayor detalle la hidrografía de esta región, ya que en ella se han presentado en los últimos años problemas ocasionados por lluvias intensas que generaron inundaciones causando graves daños económicos y sociales.

1.3.2. Región Hidrológica Coatzacoalcos

Esta región tiene representatividad sólo simbólica, ya que abarca el 0.03% de la superficie estatal, y se conforma por las Cuencas Río Tonalá y Lagunas del Carmen y Machona; así como, Río Coatzacoalcos.

1.3.3. Región Hidrológica Grijalva-Usumacinta

Esta región es la más grande en el estado y abarca el 85% de su superficie, esta conformada por seis cuencas hidrológicas que son: Río Usumacinta, que se localiza al noreste de la entidad, donde la corriente delimita el estado, hacia Tabasco y la frontera con la República de Guatemala; las Cuencas Río Grijalva-Villahermosa, Río Grijalva-Tuxtla Gutiérrez y Río Grijalva-La Concordia presentan como principal afluente la corriente del Grijalva; y la Cuenca Río Lacantún, que es la más grande de Chiapas, con un cuerpo de agua llamado Laguna Miramar.

1.4. DETERIORO AMBIENTAL

La ubicación geográfica de nuestro país, es propicia para verse afectado por la ocurrencia de diversos fenómenos naturales que en ocasiones dan lugar a situaciones de amenaza para la población y el medio ambiente. En las últimas décadas, los fenómenos naturales han dejado en México daños con un promedio anual de 100 vidas humanas y un costo aproximado de bienes materiales de 700 millones de dólares.

Es importante que se tome en cuenta esta situación para incluirse en los diagnósticos y estrategias de las políticas de población y medio ambiente, tanto por las consecuencias que pueden tener sobre la dinámica demográfica y la distribución territorial de la población, como por la influencia de los procesos poblacionales en la determinación del impacto de los desastres ligados a fenómenos naturales.

En la actualidad el tema en cuestión, con sus complejas interrelaciones, apenas empieza a ser considerado de manera sistemática por las políticas de población, protección civil y medio ambiente.

Este tipo de análisis es muy importante y resulta imprescindible para apoyar los esfuerzos dirigidos a prevenir los desastres ligados a fenómenos naturales y, en consecuencia, para reforzar estrategias en las distintas instancias del gobierno que permitan enfrentar estas amenazas de manera eficiente.

Por su parte la SEMARNAT ha decidido elaborar una agenda de riesgos para promover prácticas de prevención en las acciones gubernamentales mediante un análisis sistematizado de los riesgos que amenazan la seguridad nacional. Actualmente, la Dirección General de Ordenamiento Ecológico y Conservación de los Ecosistemas del Instituto Nacional de Ecología realiza trabajos para incorporar factores clave de vulnerabilidad y peligro en los procesos de ordenamiento ecológico.

En el caso de los desastres relacionados con la degradación ambiental requieren de un tratamiento específico, tanto desde el punto de vista conceptual, como de la evaluación del desastre desde la perspectiva de la protección ambiental y el desarrollo sustentable.

Las primeras manifestaciones de los procesos de deterioro se presentaron en el ámbito local, después se ampliaron al espacio regional y en la actualidad se extienden por todo el territorio nacional. En estos procesos la temporalidad de sus efectos es un factor clave:

- Algunos de estos procesos como la deforestación, el deterioro de los suelos, la sobreexplotación de algunas pesquerías, están manifestando sus efectos desastrosos, en el corto plazo.
- Otros, como la capacidad limitada de la atmósfera para absorber las emisiones excesivas de carbono (CO₂), la contaminación del agua y los vertidos insustentables de residuos sólidos en ríos y mares, apenas si se muestran en algunas regiones y ciudades del país. Pero sus efectos verdaderos, amenazan con manifestarse intensamente en el mediano y largo plazo.

Las tendencias destructivas para el medio ambiente se han incrementado en los últimos años, y no sólo están agotando rápidamente el capital natural del país y acelerando los procesos de contaminación de aire y agua, sino que también frenan las capacidades productivas y estimulan el surgimiento de un conjunto diverso de conflictos sociales.

Muestra de lo anterior, es que prácticamente todas las transgresiones a los límites de sustentabilidad del medio ambiente y de los ecosistemas naturales del país: pesca y pastoreo excesivos, agotamiento de mantos acuíferos, deforestación, erosión del suelo etc. se hacen acompañar de calamidades y desastres de tipo socio-ambientales, que se traducen en pérdidas de la producción, particularmente alimentos, puestos de trabajo, caídas en los ingresos de la población y de las exportaciones, aumentos en el número de epidemias, enfermedades y daños a la salud de la población, así como en incremento de las migraciones masivas del campo a la ciudad y de los niveles de marginación y pobreza.

Lo anterior provoca que, los efectos negativos de la insustentabilidad de los procesos productivos y la magnitud y frecuencia de las calamidades y desastres ambientales, demanden la integración de visiones y enfoques para el diseño de las políticas públicas relacionadas con la presencia de los desastres naturales.

1.4.1. Deforestación

La deforestación es el cambio de una cubierta dominada por árboles a una que carece de ellos, por lo que las selvas y los bosques son los únicos usos del suelo que pueden sufrir dicho proceso. El tema de la deforestación en México se caracteriza por la gran disparidad en las estimaciones que se han hecho. Tan sólo en la última década las estimaciones van desde las 316,000 hasta las 769,000 hectáreas al año. De acuerdo con una cita de la FAO, esta cifra alcanza las 631,000 hectáreas por año (1.07%), lo que colocaría a México como el quinto país que más superficie deforesta cada año. De los países miembros de la OCDE, México es el único en el cual los bosques se están reduciendo. A nivel nacional, la primera causa de deforestación es el desmonte agropecuario, seguido por la tala ilegal y los incendios forestales. La deforestación también depende de factores económicos, ya que la explotación comercial a gran escala motiva elevadas tasas de deforestación en los estados productores de madera del país.

1.4.2. Erosión de Suelos

México es un país con graves problemas de erosión; 80% de su territorio nacional presenta algún grado de erosión y 42% de los suelos han perdido de 25% a 75% de su capa superficial (Anaya, 1989). Las características topográficas y la intensidad de las lluvias que predominan en el país caracterizan un alto riesgo de erosión (Zuñiga *et al.*, 1993), especialmente en terrenos de ladera. Turrent (1986), estimó que 61% del área dedicada a cultivos anuales en el país se encuentra en pendientes mayores a 4%.

Estudios sobre la mecánica del proceso erosivo indican que la erosión del suelo es más importante en terrenos con pendientes fuertes, grandes longitudes y estructura frágil, donde la cubierta vegetal es insuficiente para disminuir el impacto de las lluvias de alta intensidad, que incrementan el escurrimiento en laderas.

Los suelos de las regiones tropicales tienen alta susceptibilidad a la erosión, y además en ellos se presenta una alta demanda de la población sobre la tierra y un constante cambio en el uso del suelo.

La región tropical del pacífico del Estado de Chiapas es una de las zonas más afectadas por la erosión hídrica en México. El desmonte y la expansión de usos de suelo y de sistemas de producción agropecuarias no adaptadas en la zona montañosa de las cuencas hidrográficas (p. ej. cultivos de maíz en pendientes pronunciadas), son la causa principal para la aceleración de los procesos de erosión en los últimos años.

1.4.3. Incendios Forestales

Los incendios constituyen una de las causas más importantes de la deforestación en México. No sólo dañan el patrimonio natural del país, sino que, a menudo, los terrenos que han sido incendiados son ocupados por el hombre para realizar actividades agropecuarias, lo que impide la recuperación de la vegetación natural por periodos muy largos. Los ecosistemas más afectados son los pastizales (41% de la superficie quemada entre 1998 y 2001) y los matorrales (38%).

En los últimos años se ha observado una tendencia creciente en el número de incendios y superficies afectadas relacionada con la severidad de los eventos climáticos de El Niño (en 1988 y 1998, por ejemplo). La causa más frecuente de los incendios forestales son las actividades agropecuarias, seguidas por las conflagraciones intencionales, ver figuras 1.5 y 1.6.



Los valores se calcularon como el cociente entre la superficie afectada y la superficie total de vegetación natural remanente del estado en ese año

Figura 1.5. Porcentaje de la vegetación natural afectada por incendios forestales por entidad federativa- 2000

Fuentes: Semarnat. Inventario Nacional de Suelos 2002. México. 2002 y Semarnat, Comisión Nacional Forestal. México. 2002.

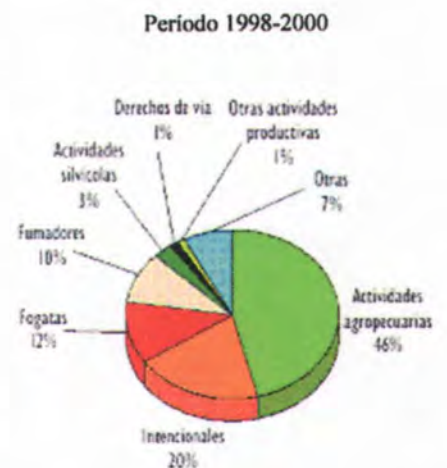


Figura 1.6. Principales causas de incendios forestales en México

CAPÍTULO 2

COSTA DE CHIAPAS (RH No. 23)

2.1. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

La costa de Chiapas esta constituida por una franja paralela al Océano Pacífico (figura 1.1), formada por material de depósito proveniente de la sierra, con relieve uniformemente plano, en el que sobresale el cerro Bernal al sur de Tonalá. El clima es predominante cálido subhúmedo con lluvias en verano, gradualmente más húmedo hacia el sur. Los suelos son profundos y salitrosos en la parte sur, debido a la cercanía con el mar; por la naturaleza del material que lo constituye, cenizas volcánicas principalmente y aunado a las condiciones climáticas, presenta condiciones edafológicas favorables. Tiene ríos y arroyos considerables que bajan de la sierra, los cuales en su mayoría no desembocan directamente al mar, sino que forman lagunas costeras y esteros. En esta región el río Suchiate sirve de límite natural entre México y Guatemala. La vegetación original de selva mediana caducifolia, actualmente ha sido sustituida casi en su totalidad por pastizales para el ganado y extensos campos agrícolas. En los alrededores de los esteros es posible encontrar manglares, vegetación acuática característica de esta zona litoral.

Esta región costera está conformada por las cuencas vertientes al Océano Pacífico, y representa el 12% de la extensión estatal, en la que se concentra casi la sexta parte de la población del estado, y dentro de ella están contenidos tres municipios oaxaqueños.

En ella se ubican importantes centros urbanos como Tapachula, Arriaga, Tonalá, Pijijiapan y Huixtla, el primero destaca por sus 179 mil habitantes. Sin embargo, el grado de marginalidad general en la subregión se considera alto.

La principal actividad productiva es la primaria dada la influencia que tienen las tareas agropecuarias en la región.

En esta zona se ubica el Distrito de Riego 046 Cacahoatán-Suchiate y los distritos de temporal tecnificado: 006 Acapetahua, 020 Margaritas-Pijijiapan, 018 Huixtla y 017 Tapachula, que requieren planes de acción enfocados a la rehabilitación y modernización.

Ubicación, forma y dimensiones: La Región Hidrológica No. 23, denominada Costa de Chiapas, se localiza en la vertiente del pacífico en los estados de Chiapas y parte de Oaxaca, comprende desde el río Tapanatepec hasta el río Suchiate, (figura 1.1). Y esta limitada por las coordenadas geográficas de los 14° 30' a los 16° 33' de latitud norte y de los 92° 4' a los 94° 19' de longitud oeste. Tiene una superficie total de 13,591 km², y comprende una faja sumamente alargada cuya mayor longitud tiene aproximadamente 310 km. Su distancia mínima en el sentido normal a esta dimensión es de 22 km, a la altura de El Porvenir, Chis, y la máxima normal de 65 km, a la altura de Huixtia, Chis. Sin contar esteros ni lagunas, la longitud del litoral es de 290 km y el desarrollo total del parteaguas que la limita es de 485 km, de los cuales aproximadamente 150 km quedan dentro de Guatemala.

División Política: Los municipios que forman esta región hidrológica son los de San Pedro Tapanatepec y Chahuities en Oaxaca y los de Arriaga, Tonalá, Pijijiapan, Mapastepec, Acapetagua, Escuintla, Pueblo Nuevo, Comaltitlán, Huehuetán, Mazatán, Tapachula, Tuxtla Chico, Cacahuatán, Unión de Juárez, Metapa, Frontera Hidalgo y Suchiate, en el estado de Chiapas, ver figura 2.1.

En esta zona hay varias poblaciones de importancia, entre las que destacan San Pedro Tapanatepec en el estado de Oaxaca y Arriaga, Tonalá, Pijijiapan, Mapastepec, Escuintla, Acapetagua, Huixtla, Tapachula, Huehuetán, Mazatán, Puerto Madero, Cacahuatán, Unión de Juárez, Tuxtla Chico y Ciudad Hidalgo en el estado de Chiapas.



Figura 2.1. División Municipal de la Costa de Chiapas (RH No. 23)

Comunicaciones: La principal vía de comunicación que existe en esta zona es la carretera federal libre número 200 en su tramo Zanatepec, Oaxaca, a ciudad Hidalgo, Chis. Tiene un recorrido total de 358 km y pasa sucesivamente por Arriaga, Tonalá, Pijijiapan, Huixtla, Tapachula y Ciudad Hidalgo. Esta carretera corre paralelamente a la costa y cuenta con varios ramales, principalmente hacia el litoral, aunque también hay algunos hacia la Sierra Madre de Chiapas.

Geografía y Orografía: La estructura general de esta región queda completamente definida por la existencia de la Sierra Madre de Chiapas, que origina un parteaguas paralelo a la costa, en el cual se tienen altitudes máximas de hasta 2900 msnm en la Sierra de Soconusco y de 2500 msnm en el cerro de Tres Picos al noreste de Tonalá, Chis.

Hacia el otro límite de la región, hay una faja de 25 km de anchura, contigua al litoral, cuya altitud sobre el nivel del mar es muy baja, donde se forman muchas ciénagas y marismas. Sobresale en esta

zona el llamado Mar Muerto, que está considerado como un residuo del proceso de emersión de la época del Pleistoceno, generado a partir de depósitos de detritus.

Suelos y vegetación: En términos generales la región Costa de Chiapas tiene aproximadamente un 40% de su superficie a altitudes mayores de 200 msnm. El 60% restante corresponde a zonas con menos de 200 msnm de elevación.

Por la forma singular de esta vertiente se originan corrientes con pendientes muy pronunciadas en la fase inicial de su recorrido y de pendientes suaves en el tramo final. Esto da lugar a que en las desembocaduras de los ríos se presenten desbordamientos frecuentes y a la formación de lagunas y pantanos. Algunos de estos fenómenos hidrográficos son de gran magnitud, como por ejemplo el Mar Muerto, al que corresponde un área de embalse de 500 km², aproximadamente, durante el estiaje.

El hecho de que la región quede comprendida dentro de la zona subtropical, y debido también al régimen de lluvias abundantes que se presentan hacia la parte alta de la región da lugar a que se tengan diversos tipos de suelos y vegetación, desde bosques permanentes, chaparrales, manglares y pastizales, hasta zonas pantanosas o inundables hacia las partes bajas. En algunas zonas, hay importantes extensiones de terrenos destinados a siembras de temporal.

Clima: En general la lluvia es abundante en toda la zona, la lámina media anual es de 2660 mm, y se concentra entre los meses de mayo a octubre en que llueve el 90% de la lámina anual total, y en el resto de los meses hay lluvias menores que se presentan de forma regular.

La temperatura media queda comprendida dentro de límites reducidos que van desde los 22.5 grados centígrados hasta los 28.2 grados centígrados.

La lámina de evaporación media anual en la región es de 1660 mm.

De acuerdo con la clasificación de Thornwaite, son dos los climas típicos dominantes en la región. Hacia la zona del Suchiate, Tapachula, Huixtla y Escuintla, existe una zona central bien definida de

clima: muy húmedo, sin estación seca bien definida y cálido, sin estación invernal bien definida. Rodeando ese núcleo central y en el resto de la región, el clima es húmedo con invierno y primavera secos y cálido sin estación invernal bien definida.

2.2. HIDROGRAFÍA DE LA REGIÓN

Existe un gran número de ríos, con la particularidad de tener longitud corta y área de cuenca pequeña, con un recorrido general de NE a SW, atravesando la faja de la región en su longitud más angosta. Las corrientes se rigen por el esquema típico que siguen los ríos de la vertiente del Pacífico: con nacimiento en el parteaguas de la Sierra Madre de Chiapas y recorrido más o menos directo hacia el Pacífico. Así, el conjunto toma la forma de un peine y las cuencas quedan limitadas lateralmente por las ramificaciones transversales de la propia sierra.

En la figura 2.2 se aprecian de manera general los ríos que se consideran como de mayor importancia y que tienen la función de recolectar los escurrimientos superficiales generados por las lluvias para luego conducirlos a los esteros o el mar.

A continuación se describen de forma general, algunas de las características hidrológicas de las principales corrientes de la región.

Río Tapanatepec: Este río aún pertenece a Oaxaca, el recorrido del cauce principal es de 42 km y desemboca en el Mar Muerto.

Río Zanatenco: Esta corriente queda fuera de la influencia del Mar Muerto. Tiene un recorrido total hasta su desembocadura en el Pacífico, a través de una marisma de 40 km. El área de cuenca hasta la estación Tonalá es de 141 km² y hasta el mar aproximadamente de 174 km². En esta cuenca la precipitación media anual es de 1697 mm, el escurrimiento medio anual de 150 Mm³, la precipitación máxima registrada en 24 h es de 407 mm y el gasto máximo registrado de 741 m³/s.

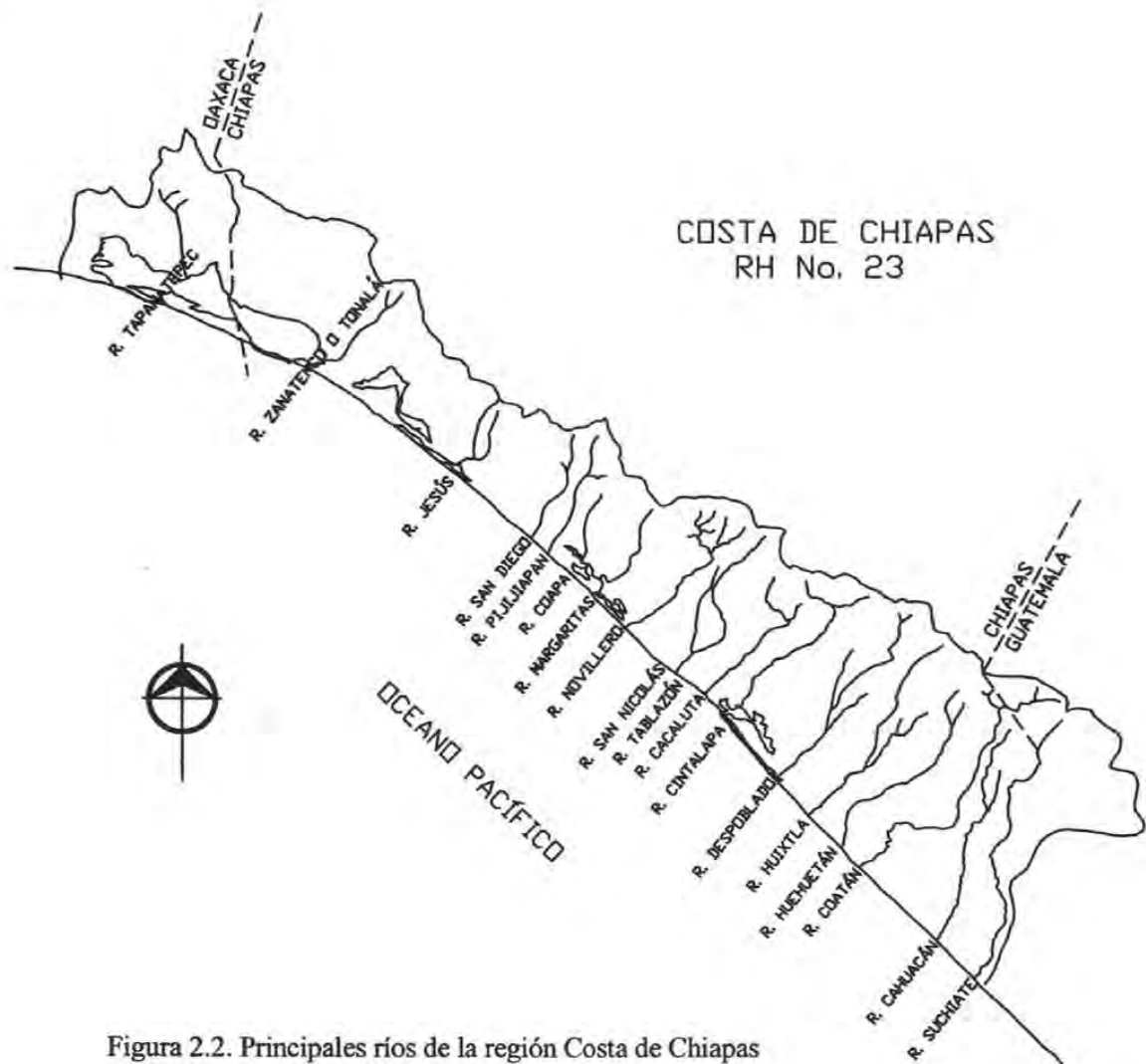


Figura 2.2. Principales ríos de la región Costa de Chiapas

Después de esta corriente hay una zona de aproximadamente 875 km², con arroyos de difícil identificación, subsidiarios de la laguna de La Joya y la laguna Buenavista.

Río de Jesús: Esta corriente está bien definida, aunque es de cuenca y recorrido relativamente pequeño, 40 km; conserva un caudal importante aún en la época de estiaje. Tiene su origen en la Sierra Madre de Chiapas, en las inmediaciones del municipio de Tonalá y desemboca en el Océano Pacífico. Aproximadamente a 10 km aguas abajo de la estación hidrométrica Jesús se le une el río Tres Picos y más adelante los arroyos Los Patos, Mosquitos, Lourdes y San Diego. El área de cuenca hasta la estación llamada Jesús es de 25 km². En esta cuenca la precipitación media anual es de 1952 mm, el escurrimiento medio anual de 76 Mm³, la precipitación máxima registrada en 24 h es de 136 mm y el gasto máximo registrado de 191 m³/s.

Río San Diego: Este río está formado por dos afluentes principales que bajan de norte a sur y que se unen poco antes de cruzar la carretera número 200. El arroyo occidental pasa junto al poblado de la Higuierilla y el arroyo oriental pasa por el poblado de San Diego. Corre en dirección sur, desemboca en el Océano Pacífico a través de una zona de marismas. El área de cuenca hasta la estación San Diego es de 80 km^2 . En esta cuenca la precipitación media anual es de 2155 mm, el escurrimiento medio anual de 229 Mm^3 , la precipitación máxima registrada en 24 h es de 239 mm y el gasto máximo registrado de $516 \text{ m}^3/\text{s}$.

Río Pijijiapan: Es una de las corrientes mejor definidas de la región. Nace en el Cerro de San Juan Custepeques a 15 km al noroeste de la población de Pijijiapan y baja de norte a sur por 22 km y luego cambia de rumbo hacia el oeste en una breve longitud de 3 km donde nuevamente vuelve a girar 90 grados para continuar hacia el sur hasta su desembocadura en la bahía de Tolomita, tras 19 km de recorrido final. El área de la cuenca hasta la estación Pijijiapan es de 188 km^2 , y hasta la desembocadura de la cuenca mide 235 km^2 . Esta cuenca tiene una precipitación media anual de 2155 mm, escurrimiento medio anual de 362 Mm^3 , la precipitación máxima registrada en 24 h es de 239 mm y el gasto máximo registrado de $1100 \text{ m}^3/\text{s}$.

Río Coapa: El río Coapa tiene su origen en el cañón del río Bobo a una altitud de 1000 msnm desde su nacimiento hasta cerca del poblado Las Lomas, su desarrollo es en dirección suroeste para luego quebrar en dirección norte hasta su desembocadura en las marismas existentes antes del Océano Pacífico. Aproximadamente 3 km antes de su desembocadura se le une por su margen derecha el río Carretas. El área de drenaje hasta la estación Coapa es de 113 km^2 . En esta cuenca la precipitación media anual es de 2155 mm, el escurrimiento medio anual de 262 Mm^3 , la precipitación máxima registrada en 24 h es de 239 mm y el gasto máximo registrado de $559 \text{ m}^3/\text{s}$.

Río Margaritas: Este río nace en la sierra del Soconusco dentro del municipio de Pijijiapan. Está formado por dos corrientes paralelas de dirección NE-SW, que se unen aguas abajo del cruce de cada una de ellas con el ferrocarril, para desembocar en una ciénaga antes de ingresar al Océano Pacífico. Es un río muy caudaloso con pendiente pronunciada. Tiene un desarrollo de 32 km de longitud y un área de cuenca total de 314 km^2 . El área de cuenca hasta la estación Margaritas es de 69 km^2 . En esta cuenca la precipitación media anual es de 2482 mm, el escurrimiento medio anual

de 224 Mm^3 , la precipitación máxima registrada en 24 h es de 192 mm y el gasto máximo registrado de $728 \text{ m}^3/\text{s}$.

Río Novillero: Este río nace en la Sierra Madre Chiapas y recorre 34 km en un primer tramo hasta la estación Novillero y 25 km más hasta su desembocadura en una laguna cercana al Océano Pacífico. El área de la cuenca es de 308 km^2 , hasta la estación Novillero y de 395 km^2 , hasta la desembocadura de la cuenca. En esta cuenca la precipitación media anual es de 2354 mm, el escurrimiento medio anual de 640 Mm^3 , la precipitación máxima registrada en 24 h es de 160 mm y el gasto máximo registrado de $490 \text{ m}^3/\text{s}$.

Río San Nicolás: Este río nace en la sierra del Soconusco y desemboca en la Laguna Vainilla antes del Océano Pacífico, siendo su recorrido general de norte a sur. El cauce principal desarrolla una longitud de 37 km, pasando por la población de Mapastepec que queda sobre su margen izquierda. El área drenada hasta la estación hidrométrica es de 34 km^2 . En esta cuenca la precipitación media anual es de 2559 mm, el escurrimiento medio anual de 208 Mm^3 , la precipitación máxima registrada en 24 h es de 175 mm y el gasto máximo registrado de $340 \text{ m}^3/\text{s}$.

Río Tablazón: Este río se origina en la Sierra Madre de Chiapas en dirección NE-SW y después de 34 km de curso llega a la ciudad de Mapastepec, donde cambia de dirección y recorre 20 km más hasta desembocar en la barra de San Juan. El desarrollo de la cuenca es de 145 km^2 hasta la estación Tablazón y de 562 km^2 hasta la desembocadura de la cuenca.

Río Cacaluta: Este río tiene un desarrollo de 41 km. El área de la cuenca es de 204 km^2 hasta la estación Cacaluta y de 427 km^2 hasta la desembocadura de la cuenca. En esta cuenca la precipitación media anual es de 3212 mm, el escurrimiento medio anual de 295 Mm^3 , la precipitación máxima registrada en 24 h es de 195 mm y el gasto máximo registrado de $491 \text{ m}^3/\text{s}$.

Río Cintalapa: Esta es una de las corrientes más importantes de la región. Nace en la Sierra Madre de Chiapas, formada por no menos de 10 afluentes que se originan en una zona muy lluviosa y de topografía complicada que los obliga a desplegarse en forma de abanico, para reunirse después en un solo cauce que corre de norte a sur y después de NE a SW. Luego de pasar por Escuintla, recorre

aún 26 km hasta su desembocadura en la parte central de la laguna El Viejo. El área de la cuenca es de 255 km² hasta la estación Cintalapa y de 480 km² hasta la desembocadura de la cuenca. En esta cuenca la precipitación media anual es de 3212 mm, el escurrimiento medio anual de 350 Mm³, la precipitación máxima registrada en 24 h es de 195 mm y el gasto máximo registrado de 437 m³/s.

Río Despoblado: El río despoblado nace en la sierra del Soconusco muy cerca del cañón Mecatal y desemboca en la laguna El Viejo. Tiene un recorrido total de 54 km. El área de la cuenca es de 254 km² hasta la estación Despoblado y de 638 km² hasta la desembocadura de la cuenca. En esta cuenca la precipitación media anual es de 3078 mm, el escurrimiento medio anual de 312 Mm³, la precipitación máxima registrada en 24 h es de 145 mm y el gasto máximo registrado de 635 m³/s.

Río Huixila: Este río nace muy cerca de Motozintla y desemboca en el Océano Pacífico. Es una corriente bien definida con recorrido total de 68 km. El área de la cuenca es de 362 km² hasta la estación Huixtla y de 687 km² hasta su desembocadura. En esta cuenca la precipitación media anual es de 3143 mm, el escurrimiento medio anual de 394 Mm³, la precipitación máxima registrada en 24 h es de 163 mm y el gasto máximo registrado de 702 m³/s.

Río Huehuetán: Este río nace cerca del límite internacional entre México y Guatemala, en las inmediaciones del poblado de Niquivil y pasa cerca de Huehuetán. El área de la cuenca es de 190 km² hasta la estación Huehuetán. En esta cuenca la precipitación media anual es de 4255 mm, el escurrimiento medio anual de 884 Mm³, la precipitación máxima registrada en 24 h es de 247 mm y el gasto máximo registrado de 1206 m³/s.

Río Coatán: Esta corriente tiene su origen en Guatemala y tiene un recorrido total de 54 km. El área de la cuenca hasta la estación Malpaso es de 426 km² y de 605 km² hasta su desembocadura. En esta cuenca la precipitación media anual es de 3630 mm, el escurrimiento medio anual de 509 Mm³, la precipitación máxima registrada en 24 h es de 234 mm y el gasto máximo registrado de 1548 m³/s.

Río Cahuacán: El río Cahuacán tiene sus orígenes en las faldas del volcán Tacaná en los límites con Guatemala. El colector principal tiene un recorrido total de 72 km. El desarrollo de la cuenca es de 250 km² hasta la estación Cahuacán y de 277 km² hasta la desembocadura de la cuenca. En esta

cuenca la precipitación media anual es de 4349 mm, el escurrimiento medio anual de 583 Mm³, la precipitación máxima registrada en 24 h es de 286 mm y el gasto máximo registrado de 499 m³/s.

Río Suchiate: Esta es una corriente internacional que nace en Guatemala, en las faldas del Volcán Tacaná. La cuenca total dentro de México se estima en 203 km² y en Guatemala aproximadamente de 1084 km². Su longitud total es de 77 km. El área drenada hasta la estación Talismán II es de 330 km², de los cuales 103 km² corresponden a territorio mexicano y 227 km² a territorio de Guatemala. En esta cuenca la precipitación media anual es de 4277 mm, el escurrimiento medio anual de 646 Mm³, la precipitación máxima registrada en 24 h es de 344 mm y el gasto máximo registrado de 1362 m³/s.

El área drenada hasta la estación Suchiate II es de 1139 km² de los cuales 192 km² se encuentran en México y 947 km² en Guatemala. En esta cuenca la precipitación media anual es de 4277 mm, el escurrimiento medio anual de 2624 Mm³, la precipitación máxima registrada en 24 h es de 344 mm y el gasto máximo registrado de 2890 m³/s.

Las principales cuencas en que se divide la Región Hidrológica 23-Costa de Chiapas, de acuerdo con INEGI, se indican en el siguiente cuadro.

Cuenca	Superficie Estatal en %	Río
Mar Muerto	1.96	Poza Galeana Tiltepec Zanatenco
Río Pijijiapan	3.81	Agua Dulce Urbina Pijijiapan Margaritas
Río Huixtla	5.86	Novillero San Nicolás Cacaluta Cintalapa Vado Ancho Huixtla
Río Suchiate	2.81	Cuilco Coatán Cahuacán Suchiate

Fuente: INEGI

2.3. PROBLEMÁTICA DE LAS INUNDACIONES

El problema principal de la Costa de Chiapas lo representa el fenómeno de las inundaciones, como consecuencia de las intensas lluvias que inciden en la zona. La torrencialidad de las avenidas y las características morfológicas de las cuencas la ubican en condiciones vulnerables respecto a la infraestructura situada en las márgenes de los principales cauces.

Los mayores efectos por causa de lluvias que ha padecido la Costa de Chiapas, se presentaron en el período 1998-2000, especialmente del 5 al 9 de septiembre de 1998, cuando a consecuencia de dos ondas tropicales consecutivas (20 y 21), un sistema de baja presión en el Golfo de México y a una región conocida como zona de convergencia intertropical, ubicada en latitudes muy altas y que tuvo desprendimientos de aire húmedo tropical, incidieron directamente sobre la zona del Istmo de Tehuantepec y la Costa de Chiapas, condiciones que originaron la depresión tropical No. 6 y la formación de dos tormentas tropicales (Earl y Francés) en el Golfo de México.

Estos sistemas meteorológicos provocaron precipitaciones intensas sobre la zona costera de Chiapas, con una lámina diaria en Pijijiapan de 274.0 mm el 8 de septiembre de 1998 (como referencia la máxima histórica presentada en este lugar fue de 200.0 mm, el día 19 de septiembre de 1978). En estos 5 días se tuvo una lluvia acumulada en la región de la Costa de Chiapas de 588.0 mm, que representan el 24% de la precipitación total de un año en la misma región. Esto provocó severas inundaciones que afectaron la infraestructura carretera e hidrológica desde el río Suchiate hasta el municipio de Arriaga.

Estas lluvias provocaron avenidas extraordinarias en los ríos de las regiones: Costa, Sierra, Frailesca y Centro de Chiapas, afectando significativamente cientos de poblados, la infraestructura de la carretera federal No. 200 y la infraestructura hidroagrícola de los distritos de temporal tecnificado 017, Tapachula; 018, Huixtla; 006, Acapetahua y 020, Margaritas-Pijijiapan; así como el Distrito de Riego 046, Cacaohatán-Suchiate, que en conjunto abarcan casi la totalidad de los municipios localizados en la costa de Chiapas, exceptuando a los municipios de Arriaga, Tonalá y parte de Pijijiapan, donde no se dispone de infraestructura hidroagrícola y que corresponde a poco más de

240 mil hectáreas. Además, se detectaron afectaciones en los sistemas de agua potable de 27 cabeceras municipales y 209 sistemas de agua en zonas rurales a lo largo y ancho de las zonas Costa, Sierra, Frailesca y Centro.

Debido a las condiciones de precipitación que prevalecieron durante los meses de septiembre y octubre de 1998, y aunado con los antecedentes de elevados niveles de deforestación en la zona de la Sierra Madre; ocasionaron que los tiempos de concentración de los escurrimientos en los puntos críticos se redujeran drásticamente, por la poca capacidad de retención de los suelos y las altas velocidades alcanzadas en los cauces de los ríos, ocasionando el arrastre de grandes cantidades de azolve y material vegetal, que por un lado redujeron o rebasaron la capacidad hidráulica de los ríos, causando taponamientos en las diversas estructuras localizadas sobre los cauces, provocando la falla de las mismas por el efecto de la socavación y rompimiento de los aproches.

Lo anterior originó inundaciones severas que perjudicaron, tanto a la población que perdió todos sus bienes materiales, como a las zonas de producción, además del impacto psicológico que este fenómeno ocasionó en el ánimo de los pobladores, y en el peor de estos, pérdidas humanas a lo largo de la zona de desastre.

En el año 1999 se presentaron lluvias importantes, pero las mayores afectaciones incidieron en las zonas aledañas a los grandes ríos de la entidad que fluyen hacia el Golfo. Las lluvias generalizadas en el resto del estado, provocaron fuertes escurrimientos, incrementando los niveles de los distintos cuerpos de agua, donde los más importantes ocasionaron afectaciones por desbordamiento y encharcamientos a comunidades dispersas.

Para la temporada de lluvias 2000 se instrumentaron medidas de prevención, enfocadas a la difusión masiva a la población sobre eventos meteorológicos, que si bien ayudaron, no impidieron que los sistemas tropicales afectaran a 50 municipios del Estado, de los cuales 13 municipios correspondían a la Costa de Chiapas, como se observa en el siguiente cuadro:

Municipios que registraron afectaciones en el año 2000			
Acala	Chilón	Ocozocoautla	Tila
<i>Acapetahua</i>	<i>Escuintla</i>	<i>Pijjiapan</i>	<i>Tonalá</i>
Amatenango de la Ftra.	La Grandeza	Reforma	Totolapa
Angel Albino Corzo	Ixhuatán	Sabanilla	<i>Tuxtla Chico</i>
<i>Arriaga</i>	Ixtacomitán	Salto de Agua	Tuxtla Gutiérrez
Bellavista	Ixtapa	San Cristóbal	<i>Tuzantán</i>
Berriozábal	Juárez	Siltepec	Tzimol
El Bosque	La Libertad	Simojovel	Venustiano Carranza
<i>Cacahoatán</i>	<i>Mapastepec</i>	Socoltenango	<i>Villa Comaltitlán</i>
Catazajá	Marqués de Comillas	<i>Suchiate</i>	Villacorzo
Comitán	Montecristo de Guerrero	<i>Tapachula</i>	Villaflores
La Concordia	<i>Motozintla</i>	Tecpatán	Yajalón
	Pantelho	Chanal	

De forma cronológica, se presenta la actividad climática más trascendente en este año, en que incidieron fenómenos tropicales que afectaron varios municipios de la región a consecuencia de lluvias intensas, y desbordamientos parciales de ríos:

14 y 15 de Junio: Interacción de las Ondas Tropicales No. 09 y 10 sobre Chiapas y su posterior disipación sobre el Istmo de Tehuantepec, favoreció lluvias fuertes.

20 de junio: Las bandas nubosas asociadas a la presencia del Huracán “Carlotta” en el Pacífico, ocasionó presencia de lluvias sobre la región Soconusco y Costa de Chiapas.

01 de Julio: Onda Tropical No. 15, ocasiona daños a viviendas en la comunidad de Pesquería La Barra, Municipio de Tonalá por fuertes precipitaciones.

29 de Julio: Se presentaron mareas astronómicas extraordinarias en el litoral costero de Chiapas, afectando considerablemente a Puerto Madero y San Benito. En términos generales se puede decir que durante el mes de julio no existieron condiciones favorables para desarrollo de eventos tropicales, salvo las actividades antes descritas.

31 de Agosto y 01 de Septiembre: La Onda Tropical No. 35, favoreció una amplia zona de inestabilidad convectiva, originando condiciones de lluvias fuertes en la entidad.

En general se considera que la temporada de huracanes 2000, no representó una seria amenaza, aunque los efectos de la influencia indirecta del Huracán “Rosa”, se sintió en el Golfo de Tehuantepec.

Otra causa de los desastres por inundación ha sido la invasión de los terrenos cercanos a los ríos mediante la construcción de viviendas y la plantación de cultivos permanentes. Dañar la cuenca o quitarle terreno al río son manifestaciones claras de la incompreensión del hombre con su medio ambiente y como lamentable resultado de estas acciones ocurre el desastre.

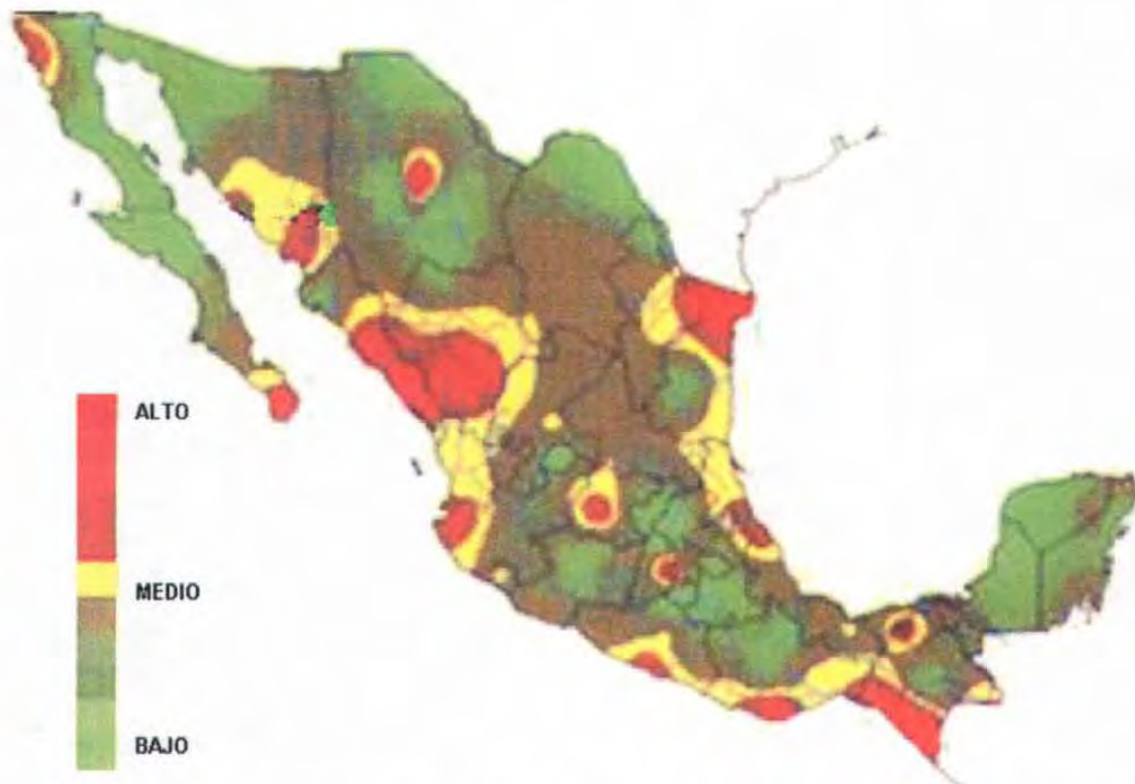
Una inundación es muy perjudicial cuando afecta a grupos humanos, causando muertes y desolación a sus pobladores, especialmente a niños, discapacitados y ancianos.

La creciente destruye también viviendas, arrastra cultivos y ahoga animales; daña enseres y acaba con el empleo y las tareas productivas de ese grupo humano.

En contraparte, un aspecto positivo de las inundaciones, es cuando las aguas de los ríos arrastran en su recorrido una gran cantidad de partículas sólidas e inundan en forma lenta la llanura, las partículas pierdan velocidad y se depositen en el suelo, aumentando así la cantidad de nutrientes orgánicos e inorgánicos de la tierra y mejoran su fertilidad.

El daño a las cuencas hidrográficas a través de la tala y la quema de árboles y en general a la destrucción de la vegetación, ha convertido a muchos ríos normales en corrientes con cauces inesperados y que se desbordan con facilidad; toda vez, que la función de la vegetación y el suelo es absorber y retener el agua durante las lluvias intensas. También la vegetación cumple otra función importante, pues sus raíces, amarran, la tierra impidiendo que se produzcan deslizamientos sobre ríos y quebradas; de esta forma se evita que éstos se desvíen o represen.

En nuestro país se ha elaborado un mapa de zonas de riesgo, figura 2.3, donde se observa que la Costa de Chiapas, efectivamente es propensa a sufrir inundaciones, por intensas lluvias que ocurren frecuentemente.



Fuente: Cenapred/ Segob/ Sinaproc, Diagnóstico de Peligros e Identificación de Riesgos de Desastres en México, Atlas Nacional de Riesgos de la República Mexicana, México, 2001

Figura 2.3. Zonas de riesgo de inundación en la República Mexicana

2.3.1. Comunidades con alto riesgo de sufrir inundaciones

Como ya se mencionó, en la Costa de Chiapas se registran fuertes precipitaciones, debido a la incidencia de diversos fenómenos meteorológicos, que amenazan constantemente a las comunidades ubicadas en las zonas bajas de la planicie costera, por lo que es importante conocer el comportamiento de las lluvias y los escurrimientos, con el fin de actuar de manera adecuada, ante los eventos climatológicos que se presentan de manera recurrente. Ya que existen 43 corrientes superficiales que son de rápida respuesta, con un tiempo promedio de concentración de las avenidas de 2.1 h, siendo el río Coatán el de mayor tiempo de concentración de 4.9 h y el río Bobo con el menor tiempo de concentración de 0.9 h.

Esta respuesta se manifiesta por las fuertes pendientes y la intensa deforestación de las zonas altas y medias de las subcuencas hidrológicas de la Costa, quedando el suelo completamente erosionado; ocasionando el arrastre de grandes cantidades de azolves, que son depositados en las partes bajas; y si a esto se incluye la formación de abanicos aluviales, entonces se tiene la ausencia de cauces bien definidos en zonas de alta concentración de material transportado por el agua.

En este contexto y a la elevación de 5.0 msnm, se han detectado 13 municipios conformados por 121 comunidades susceptibles a daños por inundaciones a consecuencia de escurrimientos extraordinarios, mismos que se enlistan a continuación:

Huehuetán	Acapetahua	Tapachula
<ul style="list-style-type: none"> • Cantón Lázaro Cárdenas • Plan de Iguala 	<ul style="list-style-type: none"> • Río Arriba • Las Lauras • Las Garzas • Progreso • Murallas • 15 de abril • Emiliano Zapata • Limoncitos • Vicente Guerrero 	<ul style="list-style-type: none"> • Puerto Madero • Playas San Benito • Vijigal • Playa Linda • Genaro Vázquez • Conquista Campesina • La Victoria II • La Cigüeña • 20 de Noviembre
Huixtla	Villacomaltitlán	Mazatán
<ul style="list-style-type: none"> • San Fernando • Caulotal • Tzinacal • Altamira 	<ul style="list-style-type: none"> • Barrio Nuevo • Xochicalco • Francisco Villa • Salvación • Miguel Hidalgo • 15 de Junio • Santo Domingo 	<ul style="list-style-type: none"> • Ejido San Simón • Barras de San José • Adolfo López Mateos • Emiliano Zapata • Badenia • Los Mazatecos • Benito Juárez • Vicente Guerrero • El Paxtal • 19 de Abril • Lázaro Cárdenas • San Simón • Genaro Vázquez • La Victoria • Aquiles Serdán • El Encanto • El Cocal

Pijijiapan	Mapastepec	Arriaga
<ul style="list-style-type: none"> • El Refugio • Playa Grande • Chocohuital • La Unidad • Las Cuaches • Alambrado • La Barrita • Agua Tendida • La Conquista • Topón • Buenavista • Las Brisas • Palmarcito • Ceniceros • Tutúan • El Zapotal • Tapachulita 	<ul style="list-style-type: none"> • Las Salinas • Francisco I. Madero • Santa Isabel • Benito Juárez • El Carmen • Narciso Mendoza • La Vainilla • Roberto Barrios • Ibarra • El Castaño • Emiliano Zapata • José Ma. Pino Suárez • 10 de abril • Pampa Honda • Lázaro Cárdenas • Nuevo Guerrero • Francisco Sarabia • La Permuta • Monterrey 	<ul style="list-style-type: none"> • Santa Brígida • Emiliano Zapata • La Línea • El Pleito • Oaxaquita • Punta Flor • Corozal
Tonalá	Suchiate	Metapa de Domínguez
<ul style="list-style-type: none"> • Ignacio Allende • 20 de Noviembre • Palo Blanco • Puerto Arista • La Barra (B. Domínguez) • Boca del Cielo • El Zapotal • Paredón • Lázaro Cárdenas • Miguel Hidalgo • Paraíso • Cabeza de Toro • Medio Monte • Pueblo Nuevo • Miguel Avila Camacho • El Manguito • Mojarras • San Marcos 	<ul style="list-style-type: none"> • Ejido Benito Juárez • Miguel Alemán • Emiliano Zapata • Brisas del Mar • Barra Cahoacán • Unión Campesina • La Libertad • Santa Isabel 	<ul style="list-style-type: none"> • Barrio Nochebuena
		Frontera Hidalgo
		<ul style="list-style-type: none"> • Barrio El Bajío • Col. Ignacio Zaragoza Barrio

Fuente: CNA / Gerencia Regional Frontera Sur

2.3.2. Inundación ocurrida en Chiapas en el año 1998

Definitivamente, las lluvias ocurridas en el año 1998, fueron las que mayor impacto han generado en el Estado, afectando fuertemente la región de la costa, al ser considerada como zona de desastre.

En ese año el Gobierno Estatal presentó el Programa Estatal de Prevención ante Fenómenos Hidrometeorológicos, pero poco se hizo para afrontar las contingencia de la naturaleza, a pesar de que se esperaban al menos 17 fenómenos entre ciclones y huracanes en el Océano Pacífico y 11 en el Atlántico. Así mismo, se indicaba que 46 municipios podrían afectarse por inundaciones, como son: Cintalapa, Tuxtla, Chiapa de Corzo, Soyaló, Tecpatán, San Cristóbal, Villaflores, Bochil, Pichucalco, Jitotol, Ostucán, Sabanilla, Ocosingo, Tumbalá, Tila, Motozintla, Huehuetán, Tapachula, Tonalá, Arriaga, Pijijiapan, etc.

Se pensaba que las avenidas extraordinarias, traerían como consecuencia más inundaciones ya que la deforestación y los incendios provocarían pérdida de capacidad para retener la precipitación pluvial y por ende afectarían erosionando el suelo. La Comisión Nacional del Agua confirmó el riesgo de inundaciones en por lo menos 30 poblaciones. Sin embargo, el programa mencionado no se ejecutó a tiempo ni se dieron a conocer al menos las medidas básicas de los expertos en desastres naturales de la ONU.

Evaluación de Daños

La situación vivida en septiembre de 1998, es difícil de cuantificar con exactitud, ya que el impacto de esa catástrofe podría llevar más de 25 años en reconstruir las zonas dañadas.

Un balance general (CIEPAC), apoyado con información oficial y proporcionada por los medios de comunicación que se tenía en ese momento, se describe a continuación:

Magnitud de las lluvias: Las lluvias provocaron el desbordamiento de al menos 50 ríos, y en términos comparativos significó que en tan sólo cinco días ocurrió el 24% de las lluvias que caen en

todo el año en el Estado. Para el 13 de septiembre se reportaban alrededor de 100 comunidades todavía aisladas y al menos 10 cabeceras municipales inundadas. Otras fuentes confirmaron que al 17 de septiembre, aproximadamente 80 poblaciones y ejidos en la costa de Chiapas seguían cubiertas por el agua, dejando por lo menos 400 mil habitantes desamparados; la lluvia había arrastrado en promedio de 40 a 50 toneladas de tierra por hectárea requiriendo al menos 2 mil millones de dólares para la reconstrucción de las zonas dañadas.

Geografía del impacto: Alrededor de 36 municipios (31% del total) se vieron afectados por las lluvias: Mapastepec, Pijijiapan, Ángel Albino Corzo, Tuxtla Gutiérrez, El Bosque, Huixtla, Mazatán, Huehuetán, Suchiate, Motozintla, La Concordia, Amatenango de la Frontera, Villa Corzo, Copainalá, Villaflores, Chicomuselo, Ciudad Hidalgo, Escuintla, Unión Juárez, Tuzantán, Acacoyagua, Cacahoatán, Tuxtla Chico, Arriaga, Acapetahua, Tonalá, Mazapa de Madero, Villa Comaltitlán, Copainalá, Tapachula, Chiapa de Corzo, Siltepec, Amatenango de la Frontera, El Porvenir, Escuintla y Frontera Hidalgo.

Estos municipios abarcan a las tres Diócesis que hay en Chiapas, que en su mayoría corresponden a la Diócesis de Tapachula, seguida por la Diócesis de Tuxtla Gutiérrez y la de San Cristóbal de las Casas. Además abarcan casi la mitad de los Distritos Electorales de 24 que hay en la entidad; a 7 Regiones Económicas de un total de 9 (por orden de mayor afectación: Soconusco, Sierra, Istmo-Costa, Frailesca; y en menos proporción: Centro, Altos y Norte). El Presidente en turno reconoció que las zonas dañadas abarcaban 24 mil kilómetros cuadrados, equivalente a los territorios de los estados de Morelos, Querétaro y Tlaxcala juntos. Para otras fuentes cuando menos 340 mil hectáreas quedaron sepultadas bajo el lodo, agua y piedras.

La Población: El conjunto de municipios afectados incluía aproximadamente a un millón 200 mil personas y hay quienes calcularon hasta un millón 500 mil. Esto representa entre el 33% y 42% del total de la población en Chiapas. Hay municipios en que la afectación de sus habitantes fue total, como el caso de Pijijiapan, al ser sepultado por lodo, al inundarlo más de 10 corrientes que lo cruzan. En otros casos la destrucción de poblados fue casi total, como Motozintla, cabecera del municipio del mismo nombre, también sepultada por lodo. En declaraciones oficiales se reconocieron a 90 mil damnificados tan sólo en la región Costa, mientras que el Presidente en turno

confirmó que al menos 400 mil personas no habían podido recibir abasto normal de alimentos y combustible por tierra. En algunas comunidades familias completas fueron arrasadas por las corrientes o sepultadas entre el lodo. En tan solo pocos días, el número de muertos subió de 100 a más de 200, luego a más de 400 y por fin a más de 600 fallecidos. Sin duda el número de muertos aumentaba en la medida en que se realizaban los trabajos de limpieza del lodo en casas y poblados.

La Salud: Casi la totalidad de la infraestructura de salud fue devastada por las inundaciones: instalaciones médicas, medicinas, equipo, mobiliario, etc. Para esas fechas y de acuerdo a fuentes oficiales, no se habían presentado casos de cólera aunque la posibilidad estaba latente, dadas las condiciones precarias de salud en que se encontraban los damnificados. Sin embargo, las enfermedades respiratorias, infecciones de la piel, conjuntivitis, enfermedades gastrointestinales e incluso brotes epidemiológicos como el cólera se reportaban en algunas regiones en contradicción con la información oficial. En algunas regiones los animales muertos que flotaban en las aguas, empezaban a descomponerse. De igual modo, en el municipio de Motozintla y Pijijiapan el olor de putrefacción empezaba a invadir el ambiente.

El sector salud atendía a los damnificados en 110 albergues reportados, a los que se habían sumado al trabajo médico-epidemiológico 200 brigadistas que agrupaban a 1340 médicos y enfermeras, de acuerdo a las fuentes oficiales. Las autoridades sanitarias estudiaban la posibilidad de decretar un cerco sanitario, al tiempo que reportaban el otorgamiento de 40 mil consultas médicas, que representaban, tan sólo el 10% de las personas más afectadas.

La Alimentación: Los alimentos escasearon casi inmediatamente a la tragedia de las inundaciones. Pese al llamado de las autoridades a no elevar los precios, estos aumentaron considerablemente hasta en un 200%. La CONASUPO informó sobre la dotación de 20 toneladas de maíz para poder atender el abasto por 30 días, además de que se esperaba un barco con 5 toneladas de frijol. En algunas comunidades, por el aislamiento vía terrestre, las inundaciones y la destrucción de puentes y caminos, los helicópteros tuvieron que arrojar los alimentos a los damnificados ante la imposibilidad incluso de poder aterrizar. Pese a que cada helicóptero realizaba varias operaciones diarias, no se podía cubrir la totalidad de las comunidades afectadas. La desesperación, la rapiña y el

enfrentamiento entre los damnificados por la falta de víveres provocaron incluso la denuncia y la inconformidad por la falta de distribución equitativa de los alimentos, el agua y los medicamentos.

La Educación: El sistema educativo se interrumpió, muchas instalaciones escolares y mobiliario quedaron sepultadas en el lodo con toda la infraestructura educativa. Alrededor de 3500 escuelas se utilizaron como albergues y otras presentaban severos daños o estaban sepultadas bajo miles de metros cúbicos de piedra, arena y lodo. El Secretario de Educación informó que alrededor de 325 mil niños suspendieron sus actividades escolares. Reactivar la educación, rehacer los edificios educativos o redistribuir los 300 mil libros de textos gratuitos que había anunciado poco antes de las inundaciones, implicaría una erogación de millones de pesos para la región.

El Empleo: Miles de damnificados perdieron su empleo, sus medios de producción, herramientas, tierras, cultivos, etc. Ante este panorama, el gobierno anunció la puesta en marcha de un programa de empleo temporal en la que pretendió crear 40 mil fuentes de empleo con el fin de reparar los daños; sin embargo, sólo se habían empleado a dos mil jornaleros para atender la reconstrucción de 46 caminos.

La Producción: El titular de Agricultura y Ganadería informó que tenía conocimiento de al menos 100 mil hectáreas afectadas, de 15 a 20 mil hectáreas de maíz tan sólo en la zona Frailesca y casi 90 mil de café en la Sierra y Soconusco. La poca producción sobreviviente de los principales cultivos que fueron devastados por los incendios durante el primer semestre del año, fue siniestrada en casi la misma cantidad de hectáreas en menos de 4 días de lluvias. Para algunos analistas llevará al menos 25 años reconstruir las viviendas y la economía de la región sobre todo la del café que quedó totalmente destruida, una de las principales divisas del país, ya que Chiapas aportaba el 40% de la producción nacional. La región de la Costa producía los principales productos del estado como el mango, plátano, melón, entre otros, que quedaron dañados. La única carretera costera por donde salía la comercialización hacia el interior de la República quedó inservible así como las vías ferroviarias. Puerto Madero y su "parque industrial" quedaron destruidos. Este panorama implicaba un retraso por años de la inversión extranjera directa ya de por sí precaria.

Para el dirigente de productores indígenas, más de 200 mil hectáreas de cultivos diversos que representaban un monto superior a los 1500 millones de pesos se perdieron en la zona costera. Aseguró que en dicha zona se cultivaban 1180 hectáreas de café, de las cuales se afectaron el 95%; en cuanto a la producción de maíz, mencionó que la pérdida fue de más de 60 mil hectáreas; en cuanto a la producción del mango y plátano, segundo lugar de los cultivos en Chiapas, la pérdida fue de 15 mil hectáreas cultivadas que afectaron 100% a las 6 plantas de transformación agroindustrial que se encuentran en la región.

Según los productores cafetaleros de la región de Custepeques, 15500 quintales de café estaban en riesgo de no poder comercializarlos, lo que significaría una pérdida de 21 millones de pesos y dejaría sin ingresos a 500 familias. En el municipio de la Concordia las autoridades municipales informaban que 26 ejidos donde habitaban 8500 personas, el 80% aún se encontraban sin recibir ayuda. En el caso del municipio Suchiate, se informaba que al menos el 80% de la producción de ajonjolí y maíz, así como unas 4 mil hectáreas de plátano se habían perdido.

En cuanto a la producción ganadera no se había estimado con exactitud la afectación que ocasiono a las 394 191 cabezas de ganado bovino, 84 510 cabezas de porcino y 6 500 de ovinos.

En los municipios que componen el Soconusco (Acacoyagua, Acapetahua, Cacahoatán, Escuintla, Frontera Hidalgo, Huehuetán, Huixtla, Mapastepec, Mazatán, Metapa, Villa Comaltitlán, Suchiate, Tapachula, Tuxtla Chico, Tuzantán y Unión Juárez), se cultivaban 50 mil hectáreas de maíz, 7300 de soya, 1873 de algodón, 200 de melón, 45 de frijol, 75180 de café, 14 mil de cacao, 15627 de plátano y 6886 de caña de azúcar, las cuales se vieron severamente afectadas. De igual modo, la Palma Africana y Palma Camedor, de los monocultivos más impulsados por el gobierno, sufrieron daños. Todo ello implicó el estancamiento de las inversiones que llegarían al estado con fines de agroexportación y que probablemente sería la fuente de empleos más significativa para la entidad.

En el sector pesquero, se estimaron pérdidas aproximadas del orden del 30% de las pocas embarcaciones y daños en motores, un 80% en herramientas de pesca como redes y trasmallos, y se vio severamente afectada buena parte de la bordería rústica para los encierros de camarón.

La Ecología: Las corrientes y el lodo, erosionaron y sepultaron sembradíos, cultivos y ecosistemas, ocasionando graves daños a la flora y fauna, con un gran impacto a nivel ecológico. La Secretaría del Medio Ambiente, reconoció que las consecuencias eran dramáticas, pero que la situación de ese momento impedía hacer una evaluación ambiental.

La Vivienda: Se estimó que unas 30 mil familias perdieron sus viviendas. Tan sólo en el municipio de Motozintla, en la zona Sierra y colindante con Guatemala, por lo menos 3 mil viviendas quedaron totalmente destruidas, muchas de ellas con lodo hasta los techos. Algunas fuentes estimaron que se encontraban alrededor de 5 mil personas en distintos albergues, días después se hablaba de 30 mil damnificados en diversos refugios y luego de 50 mil en 123 albergues. Para algunos pobladores significaba 40 años para volver a reconstruir su vivienda y recuperar todo lo perdido. En el caso de Tuxtla Gutiérrez se racionó el agua durante 5 meses debido al daño en la línea de conducción. En las regiones Costa, Sierra y Soconusco los daños en las instalaciones de agua potable y drenaje, que mucho trabajo había costado instalar en algunas comunidades, se dañó parcialmente y en algunos casos la pérdida fue total.

La Infraestructura: Se identificaron hasta ese momento aproximadamente 712 km, tan sólo de carreteras federales dañadas, de las cuales se reconstruyeron totalmente 444 km, sin tomar en cuenta los caminos vecinales y rurales; 25 puentes colapsados y 18 más afectados en sus accesos; 68 interrupciones de tránsito por deslaves y en más de 45 lugares se presentaron inundaciones en la carpeta asfáltica. Los tramos carreteros dañados más importantes fueron Motozintla-Huixtla, Arriaga-Las Cruces, Tuxtla-San Cristóbal-Comitán, Tapantepec-Talismán, entre otras.

La infraestructura ferroviaria que cruza toda la costa chiapaneca y la única, en un tramo de 250 kilómetros, se identificaron 32 áreas dañadas, rieles arrasados por las corrientes y 5 puentes colapsados. Más de 100 poblados quedaron sin servicio telefónico; 650 mil personas sin energía eléctrica; se suspendió el servicio postal y telegráfico y para el día 14 de septiembre todavía 9 municipios carecían de luz eléctrica.

Las autoridades calculaban que sería necesario por lo menos unos 800 millones de pesos para reparar los daños ocasionados tan sólo a la infraestructura de comunicaciones y transporte. Esto

equivaldría en Chiapas a manera de comparación a: 80 millones de dólares, o a tres veces más del presupuesto “anunciado” por el presidente en turno en el “Acuerdo Social para el Bienestar y el Desarrollo de la Región Sierra de Chiapas” para 1998; a 20 años del presupuesto destinado en el “Programa y Desarrollo Agropecuario 1998 para las Zonas Norte, Selva, Selva Norte y Altos”; al 50% del “Programa de Educación, Salud y Alimentación (PROGRESA) para el combate a la pobreza”, entre otros.

Lo anterior significaba que quizás muchos de estos presupuestos anunciados para los distintos programas en Chiapas, fueran canalizados y desviados para la reconstrucción de las zonas afectadas por el desastre meteorológico. Por su parte la Secretaría de Hacienda manifestó que ante la falta de recursos públicos, la reconstrucción de escuelas, hospitales y puentes, tendrían que esperar hasta el presupuesto del siguiente año.

Por lo que respecta a la Comisión Federal de Electricidad (CFE) anunció que daría trato especial en el pago de cuotas de servicio eléctrico a las comunidades dañadas, y municipios que desde 1996 se mantenían en resistencia civil al pago de dicho servicio.

Ante tales acontecimientos ocurridos en ese año se puede decir que, Chiapas retrocedió de manera drástica en cuanto a su crecimiento y desarrollo económico, ya de por sí empobrecido.

CAPÍTULO 3

ANÁLISIS DE LLUVIAS

Las lluvias son fenómenos atmosféricos producidos por la condensación de la humedad. Consiste en la precipitación de gotas de agua líquida o sobre enfriada, cuyo diámetro es mayor a los 0.5 milímetros.

Las lluvias intensas producen un alto riesgo de inundación pluvial, y si existen montañas, la lluvia puede alcanzar valores extremos. Las fuertes precipitaciones que están asociadas a los huracanes, dependen de la rapidez con que este se desplaza, de su radio de acción y del área formada por nubes convectivas cumulonimbus.

Debido a la diversidad de los factores geográficos que afectan a la costa chiapaneca, recibe varios tipos de lluvias de cantidad variable, lo que hace necesario, implementar una estrategia de acciones de coordinación, que permitan afrontar las deficiencias naturales, materiales y humanas, así como prever la magnitud de sus efectos, para actuar de forma oportuna y eficientemente, ante la presencia de contingencias de esta naturaleza.

3.1. CONSTRUCCIÓN DE LAS CURVAS Hp-D-Tr

La lluvia se puede definir mediante tres variables: lámina, duración y frecuencia. La magnitud de lluvia es la precipitación total ocurrida en milímetros en la duración de la tormenta; la frecuencia se expresa por el período de retorno de la lluvia o su intervalo de recurrencia, que es el tiempo promedio en años en el cual el evento puede ser igualado o excedido por lo menos una vez en promedio.

La construcción de las curvas altura de precipitación - duración - período de retomo se realiza de acuerdo con la fuente de información disponible, ya sea pluviográfica o pluviométrica. El segundo caso es el más común, ya que en la República Mexicana sólo el 13% de las estaciones climatológicas cuentan con pluviógrafo.

El procedimiento efectuado para el análisis de la zona en estudio, se presenta a continuación:

1. Se recopiló la información correspondiente a las láminas de lluvia máxima en 24 h para cada una de las 42 estaciones meteorológicas disponibles dentro de la región en estudio, ver figura 3.1. Los datos empleados están contenidos en el disco compacto "Eric" (IMTA, 1996), y en la tabla 3.1 se presentan las características generales de estas estaciones.
2. A toda la información recabada se le realizó un análisis crítico que consiste en encontrar valores erróneos o dudosos, ya sea por ser demasiado grandes o pequeños. Para el caso de los valores dudosos se procede a su verificación regional mediante la comparación de los valores que para tales fechas fueron registrados en estaciones cercanas, con lo cual se confirman, corrigen o rechazan dichos valores.



Figura 3.1. Estaciones Climatológicas de la Región

3. Dado que en algunos de los registros se tuvieron meses sin información, la deducción de datos faltantes se realizó: con la obtención del promedio mensual en la estación con registro faltante, comparandose con el promedio para ese mes en todas las estaciones vecinas, si el valor en la estación base es menor que el regional se opta por el segundo, en caso contrario se utiliza el primero. Esto con el fin de considerar el valor más adverso de ocurrir en ese mes y sitio en particular.

4. Una vez que se tiene completo el registro de láminas máximas en 24 h para cada mes y cada estación, se procede a obtener el registro de precipitaciones máximas anuales en 24 h, ver tabla 3.2.

No	Clave de Estación	Nombre de la Estación	Latitud	Longitud	Elevación (msnm)	Periodo registro (años)	Hp media anual (mm)	Hp med max 24h (mm)
1	7012	Finca Argovia	15°09'	92°18'	620	1955-1978	3200	117
2	7014	Belisario Domínguez	15°17'	92°22'	660	1962-1983	1940	88
3	7018	Cacahoatán	14°59'	92°10'	350	1944-1983	4365	161
4	7019	Cahuacán	14°48'	92°15'	350	1962-1983	1269	91
5	7024	Comalapa	15°42'	92°10'	581	1967-1983	1840	93
6	7038	Despoblado	15°13'	92°34'	60	1965-1983	3078	111
7	7045	El Dorado	14°40'	92°11'	9	1944-1975	1316	117
8	7048	Finca el Triunfo	15°20'	92°31'	971	1970-1983	3154	126
9	7053	Escuintla	15°16'	92°38'	110	1958-1983	3212	119
10	7056	Finca Chiripa	15°11'	92°17'	750	1954-1981	3702	113
11	7057	Finca Chicharras	15°06'	92°15'	1264	1961-1982	4082	127
12	7058	El Perú	15°06'	92°16'	800	1970-1983	3158	126
13	7060	Finca Génova	15°10'	92°19'	880	1955-1972	4332	133
14	7061	Finca Hamburgo	15°08'	92°20'	1225	1954-1968	3563	127
15	7068	Frontera	14°47'	92°11'	60	1944-1983	1929	108
16	7072	Hda Las Maravillas	15°06'	92°17'	660	1955-1978	4209	131
17	7073	Hda San Cristobal	15°59'	93°43'	38	1941-1970	1317	109
18	7074	Horcones	15°56'	93°34'	140	1965-1983	2098	104
19	7075	Huchuetán	15°01'	92°24'	44	1966-1983	2025	105
20	7077	Huixtla	15°08'	92°28'	40	1954-1983	3143	116
21	7078	Ignacio López R.	14°37'	92°12'	7	1952-1983	1251	113
22	7079	I.M.P.A	14°56'	92°05'	425	1961-1990	3958	150
23	7084	Jesús	15°52'	92°29'	90	1965-1983	1952	108
24	7092	La Esperanza	15°20'	92°30'	725	1962-1970	2344	88
25	7095	La Nueva Tuzantlan	15°37'	92°08'	705	1963-1972	993	137
26	7098	La Tigra	15°53'	93°31'	588	1963-1974	1096	65
27	7113	Malpastepec	15°26'	92°54'	32	1961-1983	2559	120
28	7115	Margaritas	15°30'	93°04'	80	1965-1983	2482	115
29	7116	Medio Monte	14°53'	92°11'	190	1961-1983	3218	145
30	7117	Metapa	14°51'	92°12'	93	1946-1983	2236	121
31	7119	Motozintla	15°22'	92°14'	1728	1922-1980	804	43
32	7129	Pijijapan	15°42'	94°11'	38	1959-1983	2154	125
33	7146	San Jerónimo	15°03'	92°10'	612	1949-1983	4416	117
34	7157	Santo Domingo	15°02'	92°05'	1300	1944-1983	4857	149
35	7166	Talismán	14°57'	92°07'	148	1945-1982	4099	147
36	7172	Unión Juárez	15°04'	92°03'	1710	1951-1983	3734	136
37	7182	Arriaga	16°14'	93°54'	64	1961-1975	1211	97
38	7191	Malpaso	14°57'	92°16'	303	1961-1990	3664	135
39	7200	Tapachula	14°56'	92°16'	179	1952-1983	2272	108
40	7201	Tonalá	16°05'	93°42'	17	1939-1969	1697	141
41	7208	El Novillero	15°30'	92°59'	90	1964-1983	2354	90
42	20148	San P. Tapanatepec (Oax)	16°22'	94°13'	35	1961-1990	1672	144
Media regional =							2665	117

Tabla 3.1. Características Generales de las Estaciones Climatológicas

Año	Clave de la Estación Climatológica														
	7012	7014	7018	7019	7024	7038	7045	7048	7053	7056	7057	7058	7060	7061	7068
1944			200.0				55.0								75.0
1945			170.0				132.0								70.0
1946			104.0				111.0								95.0
1947			158.0				112.5								90.0
1948			122.0				95.5								86.5
1949			227.0				80.5								230.5
1950			160.0				102.0								122.0
1951			122.5				227.5								85.5
1952			165.0				99.4								112.5
1953			285.6				132.6								137.0
1954			160.8				124.5			116.0				172.0	216.5
1955	83.0		136.8				204.5			125.5			99.0	237.6	83.5
1956	96.0		123.7				105.5			97.4			97.0	82.0	61.5
1957	98.0		122.9				90.3			71.2			88.0	98.8	90.5
1958	111.0		120.9				122.9		142.0	99.0			96.0	100.8	76.0
1959	130.0		225.8				100.9		195.0	168.0			99.0	177.0	88.0
1960	109.0		149.4				38.7		118.3	106.5			86.0	120.5	94.0
1961	146.0		190.0				104.5		142.1	117.0	145.0		130.0	114.2	123.7
1962	140.0	65.0	142.5	99.5			50.0		110.8	121.2	140.5		195.0	150.0	119.0
1963	116.0	157.0	230.0	97.3			117.1		122.5	113.2	200.0		129.0	107.0	120.5
1964	95.0	80.8	265.0	140.4			141.0		106.9	173.6	73.7		175.0	97.5	80.0
1965	140.0	83.5	141.0	92.5		142.0	117.1		140.1	132.1	156.5		150.0	110.0	72.4
1966	96.0	61.0	118.0	90.5		96.5	117.1		120.0	128.0	124.3		140.0	147.6	96.2
1967	101.0	94.0	141.0	85.0	68.0	111.5	130.0		81.0	97.8	111.8		133.3	90.0	120.0
1968	118.0	89.0	138.0	54.7	88.0	133.5	72.5		107.3	85.0	90.0		170.0	109.4	96.7
1969	187.0	80.0	183.0	75.0	95.5	110.5	60.9		140.5	95.0	95.0		241.0		149.1
1970	117.5	90.0	126.0	91.0	146.1	91.0	144.1	120.5	100.0	120.0	107.5	120.5	133.3		120.0
1971	117.5	88.3	161.4	87.7	93.8	111.0	95.2	134.5	113.5	113.7	127.3	126.0	133.3		108.6
1972	129.0	88.0	160.8	123.8	51.5	114.5	92.5	82.5	120.2	112.0	122.4	82.5	105.0		91.3
1973	143.0	106.0	180.0	146.5	72.0	103.5	101.2	143.4	135.3	117.2	133.5	143.4			148.4
1974	98.0	78.0	200.0	96.3	70.0	83.0	328.3	207.8	126.0	100.2	246.3	207.8			111.3
1975	107.0	82.0	158.5	80.8	90.0	108.5	147.1	110.8	123.5	195.1	114.0	110.8			91.8
1976	59.0	75.0	157.0	82.7	81.5	86.5		105.5	88.0	100.0	77.7	105.5			106.3
1977	117.5	84.0	160.0	70.0	82.0	100.5		82.5	91.5	98.0	113.5	82.5			123.0
1978	165.0	106.0	124.0	71.0	113.5	115.0		129.5	122.7	85.3	153.0	129.5			84.3
1979		91.0	222.0	97.0	179.5	126.5		146.5	142.0	105.3	117.0	146.5			92.4
1980		63.0	84.0	84.5	118.5	146.0		107.0	108.0	86.0	135.0	107.0			84.5
1981		83.0	142.8	92.0	93.5	144.5		131.5	109.0	103.5	122.0	131.5			130.6
1982		90.0	180.4	98.8	86.2	103.0		160.3	84.0		103.5	160.3			124.8
1983		107.0	96.2	60.2	65.2	100.0		110.4	105.4			110.4			135.5
Año	Clave de la Estación Climatológica														
	7072	7073	7074	7075	7077	7078	7079	7084	7092	7095	7098	7113	7115	7116	7117
1941		95.0													
1942		105.7													
1943		92.2													
1944		147.5													
1945		113.5													
1946		199.5													98.0
1947		114.8													85.0
1948		92.0													88.0
1949		71.5													235.5
1950		98.3													144.0
1951		99.5													120.0
1952		95.0				85.0									118.0
1953		198.0				158.0									304.0
1954		95.0			113.0	78.0									130.0
1955	176.0	168.0			130.0	155.5									83.0
1956	156.5	91.0			160.0	90.0									150.0
1957	91.0	50.0			130.0	140.8									100.0
1958	110.0	114.5			148.8	74.2									158.6
1959	144.0	96.2			136.3	155.0									215.3
1960	112.0	231.5			118.5	300.0									250.1
1961	131.5	98.9			146.4	143.6	155.5					161.0		150.6	99.0
1962	131.5	62.5			139.4	120.0	114.5		88.5			146.5		119.2	161.1
1963	127.0	75.0			103.5	225.5	220.0		133.0	189.5	38.0	141.0		201.5	106.5
1964	117.5	54.5			89.0	108.3	269.0		81.0	94.5	20.0	131.0		124.0	161.0
1965	129.0	70.0	100.3		100.0	57.7	110.0	81.3	92.0	95.5	20.0	79.5	130.0	125.5	73.5
1966	109.0	132.3	84.2	99.5	149.5	102.0	147.0	96.8	68.0	112.5	20.0	114.0	95.0	119.0	76.0
1967	123.0	86.0	91.4	133.5	87.3	90.2	124.5	93.3	63.0	124.5	20.0	100.0	86.5	105.0	88.4
1968	120.0	142.0	104.5	107.5	101.3	97.2	118.0	89.0	67.0	152.5	20.0	95.0	139.0	160.0	96.3
1969	217.0	86.0	57.0	128.5	90.7	110.2	142.5	92.4	75.0	137.3	70.0	100.2	88.8	125.9	120.3
1970	134.0	99.0	91.0	105.0	120.0	83.2	163.5	102.8	125.0	206.0	140.9	96.3	81.5	206.1	144.6
1971	131.5		104.3	105.9	116.3	113.6	150.9	108.3		137.3	65.3	120.1	115.8	145.1	121.3
1972	114.0		118.2	104.0	102.7	101.5	150.5	135.5		123.0	140.0	94.3	126.0	98.8	96.9
1973	181.0		155.5	136.0	130.6	142.4	123.5	121.0			110.0	125.5	90.0	161.5	98.2
1974	96.0		131.0	93.0	92.3	117.5	498.5	134.6			120.0	129.3	129.0	167.9	55.7
1975	133.0		94.0	115.0	109.7	75.2	111.5	109.8				90.0	96.0	180.1	43.2
1976	137.0		90.0	88.5	90.0	69.8	107.5	97.8				175.0	104.0	134.9	100.8
1977	131.5		97.3	133.1	140.6	74.5	103.5	126.0				95.0	146.5	150.6	66.3
1978	104.0		87.0	89.5	85.5	115.3	153.3	165.0				166.0	167.0	130.5	76.2
1979			120.5	136.6	163.3	93.5	126.0	94.5				133.0	192.1	152.1	104.0
1980			88.0	87.0	124.5	78.5	109.9	116.5				126.0	93.2	92.9	130.8
1981			160.5	72.0	102.4	98.0	148.6	129.1				127.0	131.5	152.3	140.6
1982			142.0	77.4	89.5	100.8	150.9	90.5				88.0	97.0	213.6	85.8
1983			64.5	95.8	76.2	100.2	111.5	73.3				127.5	90.5	118.4	83.5
1984							131.0								
1985							123.5								
1986							143.9								
1987							117.3								
1988							172.0								
1989							107.7								
1990							122.0								

Tabla 3.2. Altura de Lluvia Máxima Anual en 24 h, en mm.

Año	Clave de la Estación Climatológica											
	7119	7129	7146	7157	7166	7172	7182	7191	7200	7201	7208	20148
1922	22.2											
1923	38.5											
1924	29.0											
1925	43.7											
1926	29.8											
1927	31.3											
1928	30.2											
1929	23.3											
1930	26.2											
1931	27.5											
1932	43.7											
1933	61.2											
1934	30.0											
1935	39.0											
1936	52.0											
1937	40.5											
1938	23.2											
1939	27.9									84.0		
1940	23.3									90.0		
1941	50.7									162.0		
1942	43.7									156.0		
1943	43.7									407.0		
1944	79.0			170.0						142.0		
1945	41.0			131.0	162.0					98.0		
1946	33.0			94.0	96.0					123.0		
1947	30.6			150.0	78.5					183.0		
1948	23.0			150.5	101.3					137.0		
1949	46.0		89.0	262.0	224.4					150.0		
1950	33.5		91.0	170.0	128.0					102.0		
1951	30.5		94.0	130.0	136.0	133.0				141.0		
1952	32.0		97.0	120.0	80.0	186.0			83.5	126.0		
1953	52.4		96.5	210.0	247.8	210.0			91.3	185.0		
1954	57.2		93.0	100.0	124.0	200.0			83.9	147.5		
1955	76.5		94.5	195.0	175.1	93.5			97.8	71.0		
1956	37.2		97.5	103.0	153.8	108.0			75.5	68.0		
1957	23.5		97.5	160.0	100.0	120.0			82.9	84.0		
1958	74.0		91.0	130.0	120.4	95.3			99.8	94.0		
1959	45.2	80.0	90.5	151.0	234.5	65.2			90.5	98.0		
1960	65.0	95.0	91.0	99.5	183.1	52.6			97.0	271.0		
1961	36.0	124.0	146.5	171.0	173.1	80.0	106.0	234.0	85.7	203.0		136.0
1962	50.2	200.5	180.1	104.0	137.1	79.0	60.5	149.1	112.7	112.0		80.0
1963	75.0	193.1	148.1	140.0	150.3	136.3	17.5	217.0	138.8	69.0		60.0
1964	54.0	208.0	117.8	149.2	283.1	136.3	129.0	169.0	97.2	176.0	160.0	62.0
1965	44.0	99.0	117.8	149.2	94.4	136.3	66.5	160.0	95.0	96.0	101.0	85.7
1966	27.5	117.5	190.5	104.9	125.0	154.0	136.5	100.0	96.0	112.5	100.2	98.2
1967	42.5	74.3	160.5	92.5	136.5	136.3	174.0	108.4	125.5	71.0	41.2	125.4
1968	33.0	86.0	185.0	214.1	131.3	344.0	120.0	128.1	129.8	207.0	56.2	110.0
1969	39.0	99.5	117.8	189.5	136.0	147.0	88.0	221.0	158.9	207.0	72.4	133.1
1970	65.5	124.5	150.0	178.5	154.8	166.5	127.0	113.0	112.7		88.5	293.5
1971	43.7	125.7	117.8	149.2	147.3	136.3	97.7	135.8	108.9		90.4	121.0
1972	43.5	114.3	86.0	279.1	152.5	134.0	87.0	141.6	143.9		138.5	148.0
1973	70.5	102.0	111.0	135.0	162.5	133.0	72.5	110.0	104.2		69.2	185.3
1974	43.0	239.1	100.0	165.0	139.5	174.4	119.9	207.5	108.9		96.3	226.0
1975	42.5	130.8	99.0	168.0	147.3	180.0	62.5	105.5	113.3		94.8	105.5
1976	34.0	95.8	82.0	107.5	147.3	71.4		94.3	79.5		74.5	70.8
1977	55.7	103.2	115.0	134.5	104.7	66.5		100.0	82.3		70.5	110.0
1978	33.7	187.8	146.0	160.0	129.4	160.0		141.3	193.6		82.5	72.0
1979	48.0	126.2	93.0	145.5	147.3	138.0		134.1	108.5		110.5	146.0
1980	140.6	155.0	165.0	104.0	107.0	101.5		89.5	118.9		121.5	195.4
1981		126.5	100.0	180.5	172.4	205.0		112.0	94.5		113.0	233.0
1982		68.5	168.8	131.6	175.1	125.0		135.6	146.0		60.7	83.0
1983		67.3	102.3	88.5		102.0		105.0	127.9		66.5	63.5
1984								132.5				276.5
1985								88.0				113.0
1986								126.0				167.3
1987								103.5				116.0
1988								135.8				315.8
1989								123.5				144.6
1990								153.0				260.0

Tabla 3.2. Altura de Lluvia Máxima Anual en 24 h, en mm. - (Continuación)

5. Al registro de cada estación se le realiza un análisis de frecuencia, mediante el ajuste de distribuciones de probabilidad. Sin embargo, para que esto se lleve a cabo se debe verificar que las muestras que se están modelando estén compuestas por variables aleatorias. Para verificarlo se utilizó la prueba de independencia de Anderson (Salas, 1988), la cual hace uso del coeficiente de autocorrelación serial para diferentes tiempos de retraso. Se considera que la muestra es independiente si menos del 10% de estos coeficientes sobrepasan los límites de confianza. Para las muestras analizadas se observa que son independientes, a excepción de tres, ver tabla 3.3.

La expresión para obtener el coeficiente de autocorrelación serial de retraso k es:

$$r_k = \frac{C_k}{C_0} = \frac{n \sum_{t=1}^{n-k} (x_t - \bar{x})(x_{t+k} - \bar{x})}{\sum_{t=1}^n (x_t - \bar{x})^2} \quad (3.1)$$

donde:

- \bar{x} es la media muestral
- x_t es la serie de tiempo ($t = 1$ hasta n)
- n es el tamaño de muestra
- k es el tiempo de retraso
- C_k es el coeficiente de autocovarianza serial
- C_0 es la varianza

La gráfica de r_k contra k es llamada correlograma de la muestra.

Adicionalmente, se realizaron las pruebas de homogeneidad y estacionareidad para la media. Las pruebas de homogeneidad presentan una hipótesis nula y una regla para aceptarla o rechazarla, con base en su probabilidad de ocurrencia. En este caso se utilizaron:

a) Prueba estadística de Helmer

Esta prueba es sencilla y consiste en analizar el signo de las desviaciones de cada evento de la serie con respecto a su valor medio. Si una desviación de un cierto signo es seguida de otra del mismo signo, entonces se dice que se forma una secuencia "S", de otra forma se considerará como un cambio "C". Si la serie es homogénea, la diferencia entre el número de secuencias y de cambios en el registro deberá ser cero, dentro de los límites de un error probable, el cual depende de la longitud del registro n empleado en el análisis, esto es:

$$S - C = \pm \sqrt{n-1} \quad (3.2)$$

b) Prueba estadística de la t de Student

Cuando la causa de la pérdida de homogeneidad de la serie sea probable que se deba a un abrupto cambio en la media, la prueba del estadístico t es especialmente útil.

La estadística de la prueba esta definida por la siguiente expresión:

$$t_d = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\left[\frac{n_1 S_1^2 + n_2 S_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right) \right]^{\frac{1}{2}}} \quad (3.3)$$

donde:

\bar{x}_1, S_1^2 media y varianza de la primera parte del registro de tamaño n_1

\bar{x}_2, S_2^2 media y varianza de la segunda parte del registro de tamaño n_2

El valor absoluto de t_d se compara generalmente con el valor de t de la distribución t de Student de dos colas y con $\nu = n_1 + n_2 - 2$ grados de libertad y con un 5% de nivel de significancia.

Si y solo si el valor absoluto de t_d es mayor que el de t se concluye que la diferencia entre las medias es evidencia de inconsistencia y la muestra se considera no homogénea.

c) Prueba estadística de Cramer (Análisis por bloques)

Esta prueba fue utilizada con el propósito de verificar homogeneidad en el registro y también para determinar si el valor medio no variaba significativamente de un período de tiempo a otro (proceso estacionario para la media). Para este propósito se consideraron tres bloques, el primero del tamaño total de la muestra; el segundo del 60% de los últimos valores de la muestra, y el tercero del 30% de los últimos valores de la muestra. Finalmente, se compara el valor de la media con el registro total con cada media de los bloques elegidos. Para que se considere la serie analizada como estacionaria en la media se deberá cumplir que no exista una diferencia significativa desde el punto de vista estadístico.

En la prueba de Cramer \bar{x} y S son respectivamente la media y desviación estándar del registro de n valores, definidas por las ecuaciones (3.7) y (3.15). Por otra parte, \bar{x}_k es la media del subperíodo ó bloque de n' valores (n' es el tamaño del bloque), es decir que:

$$\bar{x}_k = \frac{\sum_{i=k+1}^{i=k+n'} x_i}{n'} \quad (3.4)$$

$$\tau_k = \frac{\bar{x}_k - \bar{x}}{S} \quad (3.5)$$

$$t_k = \left\{ \frac{n'(n-2)}{n - n'[1 + (\tau_k)^2]} \right\}^{\frac{1}{2}} (\tau_k) \quad (3.6)$$

El estadístico t_k tiene distribución t de Student de dos colas con $\nu = n - 2$ grados de libertad y es utilizado de la misma forma que el estadístico t_d de la prueba del inciso b).

Estas pruebas, se llevaron a cabo a los registros de las 42 estaciones disponibles y los resultados se presentan en la tabla 3.3.

Estadísticos	Clave de la Estación Climatológica													
	7012	7014	7018	7019	7024	7038	7045	7048	7053	7056	7057	7058	7060	7061
Media	117	88	161	92	94	112	117	127	119	114	127	126	133	128
Varianza	746	390	1964	498	987	357	2968	1059	567	745	1519	1054	1706	1761
Desv. Estandar	27.3	19.7	44.3	22.3	31.4	18.8	54.4	32.5	23.8	27.3	38.9	32.4	41.3	41.9
Coef. Asimetría	0.50	1.96	0.87	0.97	1.48	0.51	2.13	1.01	1.06	1.48	1.48	1.08	1.13	1.46
Coef. Curtosis	4.69	10.49	4.09	5.12	6.66	3.20	10.40	6.25	6.58	6.18	7.24	6.43	5.20	6.30
Coef. Variación	0.23	0.22	0.27	0.24	0.33	0.17	0.46	0.25	0.19	0.24	0.31	0.25	0.31	0.33
Pruebas														
Independencia	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	no	si
Homogeneidad 1	no	si	si	no	no	no	si	si	si	si	si	si	no	si
Homogeneidad 2	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	no	si
Homogeneidad 3	si	si	si	si	si	si	si	si	no	si	si	si	no	si
Homogenea	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	no	si
Estacionareidad	si	si	si	si	si	si	si	si	no	si	si	si	no	si
Estadísticos	Clave de la Estación Climatológica													
	7068	7072	7073	7074	7075	7077	7078	7079	7084	7092	7095	7098	7113	7115
Media	109	132	109	104	106	116	114	151	108	88	137	65	120	116
Varianza	1196	796	1849	771	421	595	2365	5530	512	637	1360	2483	699	919
Desv. Estandar	34.5	28.2	42.9	27.7	20.5	24.3	48.6	74.3	22.6	25.2	36.9	49.8	26.4	30.3
Coef. Asimetría	1.86	1.43	1.34	0.57	0.19	0.28	2.23	3.88	0.80	1.05	0.83	0.54	0.43	1.06
Coef. Curtosis	8.09	6.46	5.15	3.79	2.72	2.40	10.17	21.32	4.43	5.06	4.85	2.75	3.01	4.51
Coef. Variación	0.32	0.21	0.39	0.26	0.19	0.21	0.42	0.49	0.21	0.28	0.27	0.76	0.22	0.26
Pruebas														
Independencia	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	no	si	si
Homogeneidad 1	no	no	si	si	si	si	si	si	no	si	si	no	no	si
Homogeneidad 2	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	no	si	si
Homogeneidad 3	si	si	si	si	si	si	si	si	no	si	si	no	si	si
Homogenea	si	si	si	si	si	si	si	si	no	si	si	no	si	si
Estacionareidad	si	si	si	si	si	si	si	si	no	si	si	no	si	si
Estadísticos	Clave de la Estación Climatológica													
	7116	7117	7119	7129	7146	7157	7166	7172	7182	7191	7200	7201	7208	20148
Media	145	121	44	126	118	149	147	137	98	136	109	141	90	145
Varianza	1093	2986	380	2167	1037	1866	1960	3119	1507	1562	687	4900	833	5281
Desv. Estandar	33.1	54.6	19.5	46.5	32.2	43.2	44.3	55.8	38.8	39.5	26.2	70.0	28.9	72.7
Coef. Asimetría	0.56	1.61	2.41	0.98	0.98	1.02	1.12	1.52	-0.10	1.19	1.35	2.03	0.66	0.97
Coef. Curtosis	3.38	6.36	12.84	3.77	3.01	4.88	5.21	8.32	4.40	4.27	5.72	9.64	4.28	3.46
Coef. Variación	0.22	0.45	0.44	0.37	0.27	0.28	0.30	0.41	0.39	0.29	0.24	0.49	0.32	0.50
Pruebas														
Independencia	si	si	si	si	no	si	si	si	si	si	si	si	si	si
Homogeneidad 1	no	si	no	no	no	no	si	no	no	no	si	si	no	si
Homogeneidad 2	si	si	si	si	no	si	si	si	si	no	no	si	si	si
Homogeneidad 3	si	no	no	si	no	si	si	si	si	no	no	si	si	si
Homogenea	si	si	no	si	no	si	si	si	si	no	no	si	si	si
Estacionareidad	si	no	no	si	no	si	si	si	si	no	no	si	si	si
Prueba de independencia mediante la construcción del correlograma de la serie (Prueba de Anderson) Prueba de Homogeneidad 1 - Test de Helmer Prueba de Homogeneidad 2 - Test del estadístico t de Student Prueba de Homogeneidad 3 - Test de Cramer Estacionareidad - Se probó mediante el Test por bloques de Cramer														

Tabla 3.3. Estadísticos Muestrales y Pruebas Estadísticas de la Lluvia Máxima Anual en 24h.

6. A cada uno de los registros disponibles de lluvia máxima anual en 24 h se le ajustaron diferentes distribuciones de probabilidad con el fin de determinar cual de ellas describía mejor el comportamiento poblacional y con esto poder estimar eventos de diseño para diferentes periodos de retomo. Las distribuciones de probabilidad univariadas empleadas fueron: Normal (Nor), Lognormal con dos y tres parámetros (Ln2, Ln3), Gamma con dos y tres parámetros (Gam2, Gam3), LogPearson tipo III (Lp3), Valores extremos tipo I (Gumbel), General de Valores Extremos (GVE), Gumbel de dos poblaciones (Gumix), Valores Extremos de dos Componentes (TCEV). Los métodos de estimación de parámetros aplicados fueron los de Momentos (M) y el de Máxima Verosimilitud (MV), (NERC, 1975; Rossi et al, 1984; Kite, 1988).

Las expresiones para obtener los estadísticos muestrales son las siguientes:

Media

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{N} \quad (3.7)$$

Varianza

$$S_{sesgado}^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{N} \quad (3.8)$$

$$S_{no\ sesgado}^2 = \frac{1}{N-1} S_{sesgado}^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(x_i - \bar{x})^2}{N-1} \quad (3.9)$$

Coefficiente de asimetría

$$g_{sesgado} = \frac{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^3}{(S_{sesgado}^2)^{\frac{3}{2}}} \quad (3.10)$$

$$g_{no\ sesgado} = \frac{N^2}{(N-1)(N-2)} g_{sesgado} \quad (3.11)$$

Coefficiente de curtosis

$$k_{sesgado} = \frac{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^4}{(S_{sesgado}^2)^2} \quad (3.12)$$

$$k_{no\ sesgado} = \frac{N^3}{(N-1)(N-2)(N-3)} k_{sesgado} \quad (3.13)$$

Coefficiente de variación

$$C_v = \frac{S}{\bar{x}} \quad (3.14)$$

Desviación estándar

$$S = \sqrt{S^2} \quad (3.15)$$

Una forma de reducir la incertidumbre en la estimación de los eventos de diseño para diferentes periodos de retorno es con el empleo de funciones de distribución de probabilidad multivariada que consideran la información de estaciones vecinas con una buena correlación entre ellas y que cuentan con igual o mayor longitud de registro con referencia a la muestra en estudio. Dentro de los modelos multivariados disponibles se cuenta con el Modelo Logístico Bivariado (Gumbel, 1960), que considera como distribuciones Marginales a la Gumbel, General de Valores Extremos y Gumbel Mixta (Raynal, 1985, Escalante, 1998).

Si se adopta la siguiente simbología: 1 para el modelo Gumbel; 2 para la G.V.E. y 3 para la Gumbel Mixta, se pueden formar los siguientes modelos bivariados VEB11, VEB22, VEB33.

Para el caso particular en donde los eventos analizados se ajusten mejor a la distribución General de Valores Extremos, el modelo bivariado es de la forma:

$$F(x, y, m) = \exp \left\{ - \left[\left(1 - \left(\frac{x - w_1}{\alpha_1} \right)^{\beta_1} \right)^{\frac{m}{\beta_1}} + \left(1 - \left(\frac{y - w_2}{\alpha_2} \right)^{\beta_2} \right)^{\frac{m}{\beta_2}} \right]^{\frac{1}{m}} \right\} \quad (3.16)$$

y la función de densidad será:

$$f(x, y, m) = \frac{1}{\alpha_1 \alpha_2} \left(1 - \left(\frac{x - w_1}{\alpha_1} \right)^{\beta_1} \right)^{\frac{m}{\beta_1} - 1} \left(1 - \left(\frac{y - w_2}{\alpha_2} \right)^{\beta_2} \right)^{\frac{m}{\beta_2} - 1} \left[\left(1 - \left(\frac{x - w_1}{\alpha_1} \right)^{\beta_1} \right)^{\frac{m}{\beta_1}} + \left(1 - \left(\frac{y - w_2}{\alpha_2} \right)^{\beta_2} \right)^{\frac{m}{\beta_2}} \right]^{\frac{1}{m-2}}$$

$$\left\{ - \left[\left(1 - \left(\frac{x - w_1}{\alpha_1} \right) \beta_1 \right)^{\frac{m}{\beta_1}} + \left(1 - \left(\frac{y - w_2}{\alpha_2} \right) \beta_2 \right)^{\frac{m}{\beta_2}} \right]^{\frac{1}{m}} + (m - 1) \right\}$$

$$\exp \left\{ - \left[\left(1 - \left(\frac{x - w_1}{\alpha_1} \right) \beta_1 \right)^{\frac{m}{\beta_1}} + \left(1 - \left(\frac{y - w_2}{\alpha_2} \right) \beta_2 \right)^{\frac{m}{\beta_2}} \right]^{\frac{1}{m}} \right\} \quad (3.17)$$

donde: x y y pueden representar las láminas de lluvia máxima anual en 24h de dos estaciones; w , α y β son los parámetros de ubicación, escala y forma para cada una de las dos estaciones analizadas y m es el parámetro de asociación bivariada.

La técnica utilizada para la estimación de parámetros es la de máxima verosimilitud, la cual deberá maximizar la siguiente función:

$$LL(x, y; \theta) = I_1 \left\{ \sum_{i=1}^{N_1} Lnf(s; \theta) \right\} + I_2 \left\{ \sum_{i=1}^{N_2} Lnf(x, y; \theta_2) \right\} + I_3 \left\{ \sum_{i=1}^{N_3} Lnf(t; \theta_3) \right\} \quad (3.18)$$

Donde I_1, I_2, I_3 son indicadores con valores iguales a uno si $N_i > 0$ y cero en cualquier otro caso. Entonces, la función logarítmica de máxima verosimilitud para el modelo VEB22 es:

$$LL(x, y; \theta) = I_1 \left\{ -N_1 \ln \alpha_s - \sum_{i=1}^{N_1} \left(1 - \left(\frac{s - w_s}{\alpha_s} \right) \beta_s \right)^{\frac{m}{\beta_s}} + \sum_{i=1}^{N_1} \left(1 - \left(\frac{s - w_s}{\alpha_s} \right) \beta_s \right)^{\frac{m}{\beta_s} - 1} \right\}$$

$$\begin{aligned}
& -I_2 \left\{ -N_2 (\text{Ln}\alpha_1 + \text{Ln}\alpha_2) - \sum_{i=1}^{N_2} \left[\left(1 - \left(\frac{x-w_1}{\alpha_1} \right) \beta_1 \right)^{\frac{m}{\beta_1}} + \left(1 - \left(\frac{y-w_2}{\alpha_2} \right) \beta_2 \right)^{\frac{m}{\beta_2}} \right]^{\frac{1}{m}} \right. \\
& + \left(\frac{m}{\beta_1} - 1 \right) \sum_{i=1}^{N_2} \text{Ln} \left(1 - \left(\frac{x-w_1}{\alpha_1} \right) \beta_1 \right) + \left(\frac{m}{\beta_2} - 1 \right) \sum_{i=1}^{N_2} \text{Ln} \left(1 - \left(\frac{y-w_2}{\alpha_2} \right) \beta_2 \right) \\
& + \left(\frac{1}{m} - 2 \right) \sum_{i=1}^{N_2} \text{Ln} \left[\left(1 - \left(\frac{x-w_1}{\alpha_1} \right) \beta_1 \right)^{\frac{m}{\beta_1}} + \left(1 - \left(\frac{y-w_2}{\alpha_2} \right) \beta_2 \right)^{\frac{m}{\beta_2}} \right] \\
& \left. \sum_{i=1}^{N_2} \text{Ln} \left[\left[\left(1 - \left(\frac{x-w_1}{\alpha_1} \right) \beta_1 \right)^{\frac{m}{\beta_1}} + \left(1 - \left(\frac{y-w_2}{\alpha_2} \right) \beta_2 \right)^{\frac{m}{\beta_2}} \right]^{\frac{1}{m}} + m - 1 \right] \right\} \\
& + I_3 \left\{ -N_3 \text{Ln}\alpha_t - \sum_{i=1}^{N_3} \left(1 - \left(\frac{t-w_t}{\alpha_t} \right) \beta_t \right)^{\frac{1}{\beta_t}} + \sum_{i=1}^{N_3} \text{Ln} \left(1 - \left(\frac{t-w_t}{\alpha_t} \right) \beta_t \right)^{\frac{1}{\beta_t} - 1} \right\} \quad (3.19)
\end{aligned}$$

Las derivadas parciales de la ecuación anterior dan un sistema de ecuaciones que pueden ser resueltos por aproximaciones, sin embargo, esta solución es menos eficiente que la obtenida por técnicas de optimación. El esquema propuesto de solución es el de Rosenbrock, para una función no lineal, multivariada y restringida (Kuester y Mize, 1973).

En la tabla 3.4 se presentan los eventos de diseño estimados con la mejor distribución de probabilidad para cada una de las 42 estaciones analizadas.

Distribución	Gumbel-MV	Ln3-M	Gumbel-MV	Gumbel-MV	Gumix-MV	Gumbel-MV	Ln3-M	Gumbel-M	Gumbel-MV	Gam3-M	Gumbel-M	Gumbel-M	Ln3-MV	Ln3-MV
Clave de la Estación Climatológica														
Tr (años)	7012	7014	7018	7019	7024	7038	7045	7048	7053	7056	7057	7058	7060	7061
2	113.8	83.3	154.2	88.3	86.1	108.9	102.7	121.3	115.4	107.3	120.9	120.7	120.1	115.1
5	141.9	102.2	194.1	108.5	112.4	126.2	156.3	150.1	137.4	132.4	155.3	149.4	159.9	151.2
10	160.6	116.6	220.4	121.9	143.4	137.7	198.8	169.1	151.9	149.7	178.1	168.4	193.5	181.2
20	178.6	131.8	245.7	134.8	163.1	148.7	244.5	187.4	165.8	166.5	200.1	186.6	231.1	214.4
50	201.7	153.5	278.5	151.5	180.2	162.9	310.9	211.1	183.9	188.3	228.3	210.2	287.9	264.1
100	219.1	171.1	303.1	163.9	191.7	173.6	366.3	228.8	197.4	204.5	249.6	227.9	336.8	306.7
500	259.2	217.1	359.7	192.8	217.2	198.3	514.1	269.8	228.6	242.2	298.6	268.8	473.1	423.9
1000	276.5	239.3	384.2	205.2	227.9	208.9	586.8	287.3	242.1	258.5	319.7	286.3	542.7	483.2
5000	316.6	296.9	440.8	233.9	253.1	233.6	779.3	328.2	273.2	296.4	368.7	327.1	733.1	644.5
10000	333.8	324.5	465.1	246.3	263.9	244.2	873.4	345.8	286.6	312.8	389.7	344.7	829.1	725.1
Distribución	Gumix-MV	Gumix-MV	Gumix-MV	LP3-M	GVE-M	Gumix-MV	Gumix-MV	Gumix-MV	LP3-M	Gam3-M	Gumbel-M	Gumbel-M	LP3-M	LP3-M
Clave de la Estación Climatológica														
Tr (años)	7068	7072	7073	7074	7075	7077	7078	7079	7084	7092	7095	7098	7113	7115
2	100.4	125.2	98.4	100.2	105.1	113.1	101.7	130.7	105.1	83.8	131.2	57.2	117.1	109.5
5	125.6	150.2	135.1	126.1	123.4	138.9	133.3	156.3	125.4	106.9	163.8	101.2	140.9	136.5
10	147.5	174.1	187.3	142.6	133.3	149.1	162.2	191.5	138.4	121.7	185.4	130.4	155.6	155.6
20	210.9	191.4	205.9	158.1	141.4	158.1	226.3	297.1	150.6	135.5	206.1	158.4	168.9	174.8
50	224.1	208.2	217.9	177.9	150.1	169.3	275.2	411.5	166.3	152.8	232.9	194.6	185.5	201.2
100	229.1	219.7	226.4	192.8	155.6	177.7	301.7	487.8	178.1	165.5	252.9	221.7	197.5	222.4
500	239.9	245.2	247.8	227.4	165.6	196.9	357.2	656.1	205.5	193.8	299.4	284.4	224.4	276.2
1000	245.1	256.1	258.9	242.5	168.9	205.1	380.4	727.2	217.5	205.8	319.3	311.4	235.8	301.8
5000	260.2	281.3	291.2	278.5	174.9	224.2	433.6	891.7	246.4	233.1	365.6	373.9	262.2	368.1
10000	270.1	292.2	307.2	294.5	176.9	232.5	456.5	962.4	259.3	244.8	385.6	400.9	273.6	399.9
Distribución	Gumbel-MV	Gam3-M	GVE-MV	Gumix-MV	Gumix-MV	Gumbel-M	Gumbel-M	Ln3-M	GVE-M	Ln3-MV	Ln3-MV	Ln-MV	Gumbel-MV	Gumix
Clave de la Estación Climatológica														
Tr (años)	7118	7117	7119	7129	7146	7157	7166	7172	7182	7191	7200	7201	7208	20148
2	139.6	107.7	38.8	111.3	103.1	142.1	140.1	124.9	98.1	124.9	102.1	119.9	85.9	121.7
5	170.1	157.7	54.1	178.9	154.1	180.3	179.2	176.1	131.7	160.6	125.6	180.6	112.8	210.8
10	190.3	193.1	66.5	201.9	167.2	205.6	205.1	212.1	148.3	188.7	143.5	231.6	130.6	262.2
20	209.7	227.8	80.5	212.9	177.5	229.8	229.9	247.8	160.9	218.6	162.3	288.7	147.7	287.9
50	234.8	273.1	102.1	225.5	190.1	261.2	262.2	296.1	173.5	261.9	188.9	374.8	169.8	316.9
100	253.6	307.3	121.5	234.8	199.1	284.7	286.3	333.7	180.8	297.7	210.6	449.1	186.4	337.8
500	296.9	387.1	179.5	256.7	219.9	339.1	342.1	426.3	192.8	392.7	266.9	655.7	224.7	384.9
1000	315.6	421.7	211.3	266.7	228.8	362.4	365.9	468.8	196.3	439.2	293.9	761.1	241.1	405.1
5000	358.9	502.9	306.9	292.2	249.4	416.7	421.5	573.9	202.1	561.5	364.2	1049.8	279.3	452.1
10000	377.6	538.2	359.6	304.5	258.2	440.1	445.5	622.4	203.8	620.9	397.7	1194.9	295.8	472.3

Tabla 3.4. Eventos de Diseño para diferentes Periodos de Retorno para las Lluvias Máximas Anuales en 24 h, en mm.

7. De acuerdo con estudios de miles de estaciones-año de datos de lluvia, se ha encontrado que los resultados de un análisis de frecuencia realizado con lluvias máximas anuales, tomadas en un único y fijo intervalo de observación para cualquier duración comprendida entre 1 y 24 h, al ser multiplicado por 1.13 dan valores más aproximados a los obtenidos en el análisis basado en lluvias máximas verdaderas (Weiss, 1964). De acuerdo con lo anterior, los valores calculados para la región (Tabla 3.4) se multiplicaron por 1.13 puesto que los registros de lluvia máxima mensual en 24 h se toman de 8 A.M. de un día a 8 A.M. del día siguiente, con lo que se obtienen los valores finales para cada período de retorno seleccionado, dichos valores se muestran en la tabla 3.5.

8. Con la lluvia máxima en 24 h se procede a obtener las alturas correspondientes para diferentes duraciones. En el caso de la lluvia de 1 h se considera una relación $\frac{hp^{1h}}{hp^{24h}} = 0.50$; la adopción de este valor se da porque en la región se tienen más de 24 días con lluvia apreciable en el año. Una vez obtenida la lluvia de 1 h, se encontró por interpolación las láminas para diferentes duraciones. Para las láminas menores a una hora resultan los siguientes valores:

Duración (min)	5	10	15	30	45	60
$\frac{hp^{t(\min)}}{hp^{1h}}$	0.30	0.45	0.557	0.79	0.91	1.00

9. En el Anexo A se presentan en forma tabular las curvas Hp-D-Tr (tablas A1 a A42) en las que se muestran las alturas de lluvia de las 42 estaciones analizadas para duraciones desde 5 minutos a 24 horas y los siguientes períodos de retorno: 2, 5, 10, 20, 50, 100, 500, 1000, 5000 y 10000 años. Estas tablas se pueden transformar fácilmente para dar origen a las curvas I-D-Tr, las cuales son básicas para el diseño de diferentes obras hidráulicas.

Distribución elegida	Gumbel-MV	Ln3-M	Gumbel-MV	Gumbel-MV	Gumix-MV	Gumbel-MV	Ln3-M	Gumbel-M	Gumbel-MV	Gam-3M	Gumbel-M	Gumbel-M	Ln3-MV	Ln3-MV
Clave de la Estación Climatológica														
Tr (años)	7012	7014	7018	7019	7024	7038	7045	7048	7053	7056	7057	7058	7060	7061
2	128.6	94.1	174.2	99.8	97.3	123.1	116.1	137.1	130.4	121.2	136.6	136.4	135.7	130.1
5	160.3	115.5	219.3	122.6	127.0	142.6	176.6	169.6	155.3	149.6	175.5	168.8	160.7	170.9
10	181.5	131.8	249.1	137.7	162.0	155.6	224.6	191.1	171.6	169.2	201.3	190.3	218.7	204.8
20	201.8	148.9	277.6	152.3	184.3	168.0	276.3	211.8	187.4	188.1	226.1	210.9	261.1	242.3
50	227.9	173.5	314.7	171.2	203.6	184.1	351.3	238.5	207.8	212.8	258.0	237.5	325.3	298.4
100	247.6	193.3	342.5	185.2	216.6	196.2	413.9	258.5	223.1	231.1	282.0	257.5	380.6	346.6
500	292.9	245.3	406.5	217.9	245.4	224.1	580.9	304.9	258.3	273.7	337.4	303.7	534.6	479.0
1000	312.4	270.4	434.1	231.9	257.5	236.1	663.1	324.6	273.6	292.1	361.3	323.5	613.3	546.0
5000	357.8	335.5	498.1	264.3	286.0	264.0	880.6	370.9	308.7	334.9	416.6	369.6	828.4	728.3
10000	377.2	366.7	525.6	278.3	298.2	275.9	986.9	390.8	323.9	353.5	440.4	389.5	936.9	819.4
Distribución elegida	Gumix-MV	Gumix-MV	Gumix-MV	LP3-M	GVE-M	Gumix-MV	Gumix-MV	Gumix-MV	LP3-M	Gam3-M	Gumbel-M	Gumbel-M	LP3-M	LP3-M
Clave de la Estación Climatológica														
Tr (años)	7068	7072	7073	7074	7075	7077	7078	7079	7084	7092	7095	7098	7113	7115
2	113.5	141.5	111.2	113.2	118.8	127.8	114.9	147.7	118.8	94.7	148.3	64.6	132.3	123.7
5	141.9	169.7	152.7	142.5	139.4	157.0	150.6	176.6	141.7	120.8	185.1	114.4	159.2	154.2
10	166.7	196.7	211.6	161.1	150.6	168.5	183.3	216.4	156.4	137.5	209.5	147.4	175.8	175.8
20	238.3	216.3	232.7	178.7	159.8	178.7	255.7	335.7	170.2	153.1	232.9	179.0	190.9	197.5
50	253.2	235.3	246.2	201.0	169.6	191.3	311.0	465.0	187.9	172.7	263.2	219.9	209.6	227.4
100	258.9	248.3	255.8	217.9	175.8	200.8	340.9	551.2	201.3	187.0	285.8	250.5	223.2	251.3
500	271.1	277.1	280.0	257.0	187.1	222.5	403.6	741.4	232.2	219.0	338.3	321.4	253.6	312.1
1000	277.0	289.4	292.6	274.0	190.9	231.8	429.9	821.7	245.8	232.6	360.8	351.9	266.5	341.0
5000	294.0	317.9	329.1	314.7	197.6	253.3	490.0	1007.6	278.4	263.4	413.1	422.5	296.3	416.0
10000	305.2	330.2	347.1	332.8	199.9	262.7	515.8	1087.5	293.0	276.6	435.7	453.0	309.2	451.9
Distribución elegida	Gumbel-MV	Gam3-M	GVE-MV	Gumix-MV	Gumix-MV	Gumbel-M	Gumbel-M	Ln3-M	GVE-M	Ln3-MV	Ln3-MV	Ln3-MV	Gumbel-MV	Gumix
Clave de la Estación Climatológica														
Tr (años)	7116	7117	7119	7129	7146	7157	7166	7172	7182	7191	7200	7201	7208	20148
2	157.7	121.7	43.8	125.8	116.5	160.6	158.3	141.1	110.9	141.1	115.4	135.5	97.1	137.5
5	192.2	178.2	61.1	202.2	174.1	203.7	202.5	199.0	148.8	181.5	141.9	204.1	127.5	236.2
10	215.0	218.2	75.1	228.1	188.9	232.3	231.8	238.7	167.6	213.2	162.2	261.7	147.6	296.3
20	237.0	257.4	91.0	240.8	200.6	259.7	259.8	280.0	181.8	247.0	183.4	326.2	166.9	325.3
50	265.3	308.6	115.4	254.8	214.8	295.2	296.3	334.6	196.1	295.9	213.5	423.5	191.9	358.1
100	286.6	347.2	137.3	265.3	225.0	321.7	323.5	377.1	204.3	336.4	238.0	507.5	210.6	381.7
500	335.5	437.4	202.8	290.1	248.5	383.2	386.6	481.7	217.9	443.8	301.6	740.9	253.9	434.9
1000	356.6	476.5	238.8	301.4	258.5	409.5	413.5	529.7	221.8	496.3	332.1	860.0	272.4	457.8
5000	405.6	568.3	346.8	330.2	281.8	470.9	476.3	648.5	228.4	634.5	411.5	1186.3	315.6	510.9
10000	426.7	608.2	406.3	344.1	291.8	497.3	503.4	703.3	230.3	701.6	449.4	1350.2	334.3	533.7

Tabla 3.5. Eventos de Diseño Maximizados por el factor 1.13 para las Lluvias Máximas Anuales de 24 h, en mm.

3.2 ANÁLISIS DE LA PRECIPITACIÓN ACUMULADA ANUAL

El análisis de frecuencias de la precipitación acumulada anual es utilizada para obtener la probabilidad de tener lluvias anuales menores o mayores que un valor previamente seleccionado. Tales determinaciones son valiosas para el diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable y problemas similares de planeación. Si los límites inferior y superior de lluvia de acuerdo a la tolerancia de un cultivo son conocidos, entonces la probabilidad de falla de tal cultivo debido a la sequía o al exceso de lluvia puede ser evaluada. Adicionalmente, si se conocen las distribuciones de probabilidad de las estaciones de una región o de una zona determinada, será posible dibujar mapas de probabilidad de sequías, fallas de cultivos, o de otros problemas asociados con la disponibilidad de la precipitación anual.

Para este apartado se llevo a cabo el siguiente procedimiento:

1. Se recopiló la información correspondiente a las láminas de lluvia acumulada anual de las 42 estaciones meteorológicas disponibles dentro de la región en estudio. Los datos empleados se tomaron del disco compacto "Eric" (IMTA. 1996). En la tabla 3.1 se presentan las características generales de estas estaciones.
2. Se revisó la información recabada para detectar valores erróneos o dudosos, ya sea por ser demasiado grandes o muy pequeños que el resto de los datos. Para el caso de los valores dudosos se procede a su verificación regional mediante la comparación de los valores que para tales fechas fueron registrados en estaciones cercanas, con lo cual se confirman, corrigen o rechazan dichos valores. En la tabla 3.6 se presentan los valores finales.
3. A cada registro se le aplicaron las pruebas de independencia, homogeneidad y estacionariedad para la media, siguiendo los mismos procedimientos del apartado 3.1. Los resultados se muestran en la tabla 3.7.

Año	Clave de la Estación Climatológica											
	7119	7129	7146	7157	7166	7172	7182	7191	7200	7201	7208	20148
1922	473.7											
1923	724.8											
1924	547.0											
1925	804.8											
1926	576.5											
1927	566.2											
1928	686.0											
1929	711.6											
1930	699.7											
1931	1072.6											
1932	804.8											
1933	878.5											
1934	723.7											
1935	772.4											
1936	783.9											
1937	718.3											
1938	882.0											
1939	618.7											
1940	651.4											
1941	682.7											
1942	804.8											
1943	804.8											
1944	750.1			3903.6								
1945	642.9			4540.9	3307.9							
1946	659.8			4516.0	3482.7							
1947	961.6			6299.8	2591.4							
1948	666.7			5055.2	4996.3							
1949	602.0		3753.7	4831.5	5173.1							
1950	646.7		5324.1	4890.0	5326.6							
1951	695.1		4860.8	4722.0	4539.4	3193.2						
1952	747.7		5062.3	4494.0	3256.8	4666.4			2276.2			
1953	786.3		4687.4	4999.0	4502.6	5727.8			1940.4			
1954	937.9		5518.1	6824.0	4671.8	6457.4			2590.7			
1955	896.5		5043.7	5724.0	5365.8	3726.9			2377.6			
1956	796.4		4211.3	5085.0	4456.0	2847.9			2040.1			
1957	581.5		4729.9	5847.3	3239.9	3174.1			2055.2			
1958	1040.3		4634.3	5399.1	4392.8	4371.5			2136.4			
1959	709.3	1859.6	4430.3	4435.8	4882.5	3271.3			2187.4	1534.9		
1960	834.0	1666.5	4058.2	4275.7	4306.2	2915.9			2504.5	2018.5		
1961	929.6	2276.7	4427.2	4388.8	4013.3	2991.4	1184.5	3472.5	2284.6	1845.0		1313.8
1962	629.7	2814.8	4690.7	4013.8	5156.3	3166.0	1316.4	3847.8	2595.1	1693.0		1661.2
1963	883.5	2647.0	4406.0	5604.6	4127.4	3734.2	505.0	3967.0	3132.6	2157.0		1230.3
1964	828.4	2375.5	4416.5	4857.5	4534.4	3734.2	1465.5	4265.1	2226.2	1554.0	2738.8	1434.6
1965	980.9	2615.3	4416.5	4857.5	2716.2	3734.2	645.2	3649.6	2387.5	1406.0	2505.7	1629.9
1966	780.6	2235.5	5674.4	5252.7	4081.2	3410.7	1589.0	3968.0	2885.9	1467.0	3032.5	1159.7
1967	733.0	1943.6	5013.1	4154.6	3363.7	3734.2	1742.3	3413.8	2235.9	1796.0	1874.8	1494.7
1968	842.8	2475.1	5383.4	5246.1	4521.0	6191.1	1154.0	4473.6	2441.9	2130.0	2213.1	2217.5
1969	941.5	1617.2	4416.4	6413.0	3582.5	5444.1	1404.6	3879.3	2942.7	1873.0	2329.4	2252.1
1970	1215.0	2392.1	4409.9	4833.8	3746.8	3911.6	2012.5	3130.2	2832.1	1726.0	2880.9	2585.1
1971	804.8	2154.9	4416.4	4857.5	4099.3	9734.2	1181.4	3667.2	2272.8	1697.2	2354.5	1968.9
1972	764.5	2013.1	3598.9	4555.7	3439.6	2505.0	883.0	3973.2	2308.7	1403.4	2903.2	1350.0
1973	1038.0	2466.4	4746.8	5419.3	3629.9	4572.9	1366.1	3104.0	2454.7	2285.0	2053.4	1957.7
1974	848.9	1975.8	3459.0	4936.9	3407.9	3650.9	1293.7	3998.3	2272.8	2091.0	2922.2	1639.7
1975	909.8	2218.3	3277.3	3859.0	4099.3	3214.0	431.7	4086.8	221.2	1308.0	2740.7	1360.2
1976	789.3	1944.2	2651.4	4287.2	4099.3	2499.1		2719.1	1613.4	1065.0	1975.2	989.3
1977	469.1	2083.0	3621.0	3887.2	3259.6	2669.1		3297.5	1274.7	1164.0	1720.8	1269.6
1978	1854.5	2376.3	4430.5	4064.2	4085.4	3267.4		3696.4	2083.7	1904.1	1929.5	1322.2
1979	1268.8	2019.8	3744.1	4792.0	4099.3	3510.1		3662.2	1925.8	1431.0	2196.9	1776.3
1980	1033.6	2203.9	4387.9	4305.4	3923.1	3183.8		3238.6	2211.9	1967.0	2396.8	2031.0
1981		2202.3	6189.9	8005.7	4923.4	4468.5		4015.7	2164.4	2221.0	2502.8	2484.4
1982		1977.6	3852.0	4589.4	4373.4	3286.2		3895.1	2268.9	1654.0	2049.5	1263.5
1983		1319.7	2633.2	1274.7		2262.7		2306.5	1644.5	1186.5	1770.7	1084.2
1984								3664.3		1904.0		2176.8
1985								3574.1		1492.0		1377.2
1986								3638.9		1481.5		1622.7
1987								3128.1		1089.5		1338.2
1988								3667.2		1923.0		2708.5
1989								4205.1		2143.0		1672.4
1990								4337.7				1801.0

Tabla 3.6. Altura de Lluvia Acumulada Anual, en mm (Continuación)

Estadísticos	Clave de la Estación Climatológica													
	7012	7014	7018	7019	7024	7038	7045	7048	7053	7056	7057	7058	7060	7061
Media	3200	1940	4365	1269	1840	3078	1316	3154	3212	3702	4082	3158	4332	3563
Varianza	1491623	136114	715300	47189	69715	192406	106102	389804	227933	228540	171899	391532	863365	312695
Desv. Estandar	1221	369	846	217	264	439	326	624	477	478	415	626	929	559
Coef. Asimetría	-0.99	-0.37	-0.17	0.29	0.38	0.18	-0.49	0.09	-0.32	-0.18	0.28	0.06	-2.40	-0.26
Coef. Curtosis	3.97	3.94	3.35	2.76	3.51	4.64	3.87	2.54	3.77	3.37	3.61	2.52	11.49	3.54
Coef. Variación	0.38	0.19	0.19	0.17	0.14	0.14	0.24	0.19	0.14	0.12	0.10	0.19	0.21	0.15
Pruebas														
Independencia	no	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si
Homogeneidad 1	no	si	no	si	si	si	no	si	si	si	no	si	si	no
Homogeneidad 2	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si
Homogeneidad 3	no	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si
Homogenea	no	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si
Estacionareidad	no	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si
Estadísticos	Clave de la Estación Climatológica													
	7068	7072	7073	7074	7075	7077	7078	7079	7084	7092	7095	7098	7113	7115
Media	1929	4209	1317	2098	2025	3143	1251	3958	1952	2344	993	1096	2559	2482
Varianza	92458	566840	98184	264315	181573	259999	101276	522826	257914	184113	27311	300437	130898	84857
Desv. Estandar	304	753	313	514	426	510	318	723	508	429	165	548	362	291
Coef. Asimetría	-0.59	-1.77	0.76	-1.59	-1.68	-1.22	0.17	1.36	-1.07	-1.05	0.15	0.91	0.08	1.01
Coef. Curtosis	3.97	11.41	4.59	7.06	8.16	7014.00	2.77	8.14	6.16	6.69	4.21	3.80	3.85	4.69
Coef. Variación	0.15	0.17	0.23	0.24	0.21	0.16	0.25	0.18	0.26	0.18	0.16	0.49	0.14	0.11
Pruebas														
Independencia	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	no	no	si	si
Homogeneidad 1	no	si	no	si	no	si	no	no	si	no	si	no	no	si
Homogeneidad 2	si	si	si	si	si	si	si	no	si	si	si	no	si	si
Homogeneidad 3	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	no	si	si
Homogenea	si	si	si	si	si	si	si	no	si	si	si	no	si	si
Estacionareidad	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	no	si	si
Estadísticos	Clave de la Estación Climatológica													
	7116	7117	7119	7129	7146	7157	7166	7172	7182	7191	7200	7201	7208	20148
Media	3218	2236	804	2154	4416	4857	4099	3734	1211	3664	2272	1697	2354	1672
Varianza	301897	285818	45582	115900	607652	1051870	494939	1048131	196435	228859	144730	121545	169987	211175
Desv. Estandar	549	535	214	340	780	1026	704	1024	443	478	380	349	412	460
Coef. Asimetría	-1.12	-0.15	2.24	-0.35	-0.25	-0.07	-0.10	1.21	-0.28	-0.84	-0.13	-0.13	0.14	0.71
Coef. Curtosis	4.26	3.16	12.64	4.01	3.88	8.17	2.79	4.60	3.83	4.58	4.60	2.44	2.45	3.11
Coef. Variación	0.17	0.23	0.26	0.15	0.17	0.21	0.17	0.27	0.36	0.13	0.16	0.20	0.17	0.27
Pruebas														
Independencia	si	no	si	si	si	si	si	si	si	si	no	si	si	si
Homogeneidad 1	no	no	no	si	no	no	no	no	no	si	no	si	no	no
Homogeneidad 2	si	no	no	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si
Homogeneidad 3	no	no	no	si	no	si	si	si	si	si	no	si	no	si
Homogenea	no	no	no	si	no	si	si	si	si	si	no	si	no	si
Estacionareidad	no	no	no	si	no	si	si	si	si	si	no	si	no	si
Prueba de independencia mediante la construcción del correlograma de la serie (Prueba de Anderson) Prueba de Homogeneidad 1 - Test de Helmer Prueba de Homogeneidad 2 - Test del estadístico t de Student Prueba de Homogeneidad 3 - Test de Cramer Estacionareidad - Se probó mediante el Test por bloques de Cramer														

Tabla 3.7. Características y Pruebas Estadísticas de la Lluvia Acumulada Anual.

4. A cada uno de los registros disponibles de lluvia acumulada anual se le ajustaron diferentes distribuciones de probabilidad para determinar cual de ellas describía mejor el comportamiento poblacional y con esto poder estimar eventos de diseño para diferentes períodos de retorno. Las distribuciones de probabilidad univariada empleadas fueron: Normal (Nor). Lognormal con dos y tres parámetros (Ln2, Ln3), Gamma con dos y tres parámetros (Gam2. Gam3), LogPearson tipo III (Lp3). Valores extremos tipo 1 (Gumbel), General de Valores Extremos (GVE), Gumbel de dos poblaciones (Gumix), Valores Extremos de dos Componentes (TCEV). Los métodos de estimación de parámetros aplicados fueron los de Momentos (M) y el de Máxima Verosimilitud (MV). NERC, 1975; Rossi et al, 1984; Kite, 1988). En la tabla 3.8 se muestran los eventos de diseño para el mejor ajuste de acuerdo con el criterio del error estándar de ajuste (Kite, 1988).

5. Una herramienta eficaz en la operación de los recursos hidráulicos es el pronóstico de las láminas de lluvia anual o mensual que pueden ocurrir en un año determinado. Los modelos estocásticos autorregresivos AR(p) (Salas, 1988), permiten obtener estos valores anuales o mensuales de una manera muy sencilla, ya que por ejemplo, para el caso que se desee obtener el valor de la lámina anual para el año 2000, solo se requiere conocer los valores para 1999 y/o 1998, dependiendo si se trabaja con un modelo de orden uno o dos.

Los modelos AR(1) y AR(2) tienen la forma:

$$Z_t = \phi_1 Z_{t-1} + \varepsilon_t \quad (20)$$

$$Z_t = \phi_1 Z_{t-1} + \phi_2 Z_{t-2} + \varepsilon_t \quad (21)$$

donde:

$$Z_t = Y_t - Y_{med} \quad ; \quad Y_t = Ln(X_t)$$

$$Y_{med} = \text{media de la serie } Y_t$$

$$X_t = \text{lámina de lluvia acumulada anual}$$

$$\phi_1, \phi_2 = \text{parámetros autorregresivos}$$

$$\varepsilon_t = \text{residuales de la serie}$$

Tr (años)	Clave de la Estación Climatológica													
	7012	7014	7018	7019	7024	7038	7045	7048	7053	7058	7057	7058	7060	7061
2	3454	1947	4387	1236	1798	3058	1340	3219	3252	3766	4049	3231	4332	3587
5	3658	2224	5112	1477	2050	3440	1604	3705	3545	4062	4394	3713	5114	4059
10	4258	2400	5460	1563	2216	3652	1722	3952	3728	4239	4617	3958	5523	4279
20	4530	2567	5722	1638	2378	3834	1805	4180	3902	4405	4830	4183	5861	4440
50	4696	2783	5978	1732	2583	4045	1882	4469	4126	4620	5105	4469	6241	4594
100	4800	2944	6124	1804	2738	4190	1922	4663	4294	4783	5311	4681	6494	4679
500	4849	3318	6355	1973	3096	4496	1981	5178	4683	5163	5787	5170	7007	4809
1000	4901	3479	6422	2048	3250	4615	1997	5390	4850	5330	5982	5380	7204	4846
5000	4921	3854	6528	2229	3607	4879	2019	5883	5242	5728	6467	5868	7622	4901
10000	4922	4018	6559	2310	3761	4986	2025	6095	5412	5905	6671	6077	7788	4917
Error Estandar de Ajuste	249.5	54.6	128.1	26.6	52.3	113.1	61.2	105.9	87.9	89.1	61.3	100.4	518.2	121.7
Distribución Elegida	GVE-MV	Gumbx-MV	GVE-M	Gumix-MV	Gumbel-M	Gam2-M	GVE-MV	Gumix-MV	Gumbx-MV	Gumix-MV	Gumix-MV	Gumix-MV	Nor-M	GVE-MV

Tr (años)	Clave de la Estación Climatológica													
	7068	7072	7073	7074	7075	7077	7078	7079	7084	7092	7095	7098	7113	7115
2	1964	4209	1269	2266	2170	3273	1239	3858	2067	2438	3110	843	2559	2411
5	2200	4843	1563	2479	2329	3588	1523	4534	2387	2712	3363	1670	2964	2693
10	2297	5174	1758	2528	2362	3657	1675	4981	2490	2802	3531	1878	3023	2888
20	2362	5448	1946	2548	2376	3703	1799	5411	2547	2852	3692	2051	3154	3076
50	2417	5756	2188	2559	2363	3733	1922	5967	2588	2988	3901	2284	3302	3320
100	2445	5961	2369	2563	2384	3745	2015	6383	2604	2903	4057	2419	3401	3502
500	2481	6378	2789	2565	2386	3756	2164	7346	2621	2918	4418	2776	3601	3924
1000	2490	6536	2969	2565	2386	3758	2214	7759	2624	2921	4573	2929	3677	4105
5000	2501	6875	3388	2565	2386	3759	2303	8720	2627	2924	4933	3283	3840	4528
10000	2504	7009	3568	2565	2386	3780	2332	9133	2628	2924	5088	3435	3905	4712
Error Estandar de Ajuste	51.6	384.1	52.3	155.7	149.7	161.5	37.8	208.2	153.6	137.1	61.3	114.6	68.1	63.3
Distribución Elegida	GVE-MV	Nor-M	Gumbel-MV	GVE-MV	GVE-MV	GVE-M	GVE-M	Gumbel-MV	GVE-M	GVE-MV	Gumbel-MV	Gumix-MV	Nor-M	Gam3-MV

Tr (años)	Clave de la Estación Climatológica													
	7116	7117	7119	7129	7146	7157	7168	7172	7182	7191	7200	7201	7208	20148
2	3312	2295	757	2156	4416	4785	4107	3472	1291	3747	2270	1702	2343	1553
5	3630	2653	931	2403	5072	5692	4717	4397	1521	4086	2528	2025	2719	2106
10	3831	2878	1061	2562	5415	6208	5017	5550	1660	4210	2694	2147	2912	2342
20	4021	3098	1196	2712	5698	6658	5245	5996	1791	4286	2853	2264	3090	2536
50	4265	3396	1395	2907	6017	7189	5474	6399	1959	4345	3058	2426	3314	2747
100	4448	3634	1559	3052	6230	7558	5807	6678	2065	4371	3212	2561	3481	2909
500	4870	4236	2001	3388	6660	8344	5823	7326	2374	4402	3567	2919	3865	3278
1000	5051	4515	2222	3533	6825	8660	5887	7616	2499	4409	3716	3088	4030	3437
5000	5472	5197	2817	3889	7176	9356	5992	8338	2787	4416	4073	3495	4412	3806
10000	5553	5499	3114	4014	7315	9642	6023	8673	2912	4418	4225	3673	4577	3968
Error Estandar de Ajuste	82.3	71.1	60.6	56.8	161.3	399.1	96.8	135.7	101.3	89.7	81.2	41.8	69.5	56.2
Distribución Elegida	Gumix-MV	Gumix-MV	GVE-M	Gumix-MV	Nor-M	Gam2-M	GVE-MV	Gumix-MV	Gumix-MV	GVE-MV	Gumix-MV	Gumix-MV	Gumix-MV	Gumix-MV

<p>DISTRIBUCIONES EMPLEADAS</p> <p>Normal (Nor) Lognormal con dos parámetros (Ln2) Lognormal con tres parámetros (Ln3) Gamma con dos parámetros (Gam2) Gamma con tres parámetros (Gam3) LogPearson tipo III (Lp3) Valores extremos Tipo I (Gumbel) General de Valores Extremos (GVE) Gumbel para dos Poblaciones (Gumix) Valores extremos de dos componentes (TCEV) Bivariada de valores extremos con marginales Gumbel (VEB11) Bivariada con marginales GVE (VEB22) Bivariada con marginales Gumix (VEB33)</p>	<p>TÉCNICAS DE ESTIMACIÓN DE PARÁMETROS</p> <p>M : Momentos MV : Máxima Verosimilitud</p> <p>En Distribuciones Bivariadas: Máxima Verosimilitud y Técnicas de Optimización</p>
--	---

Tabla 3.8. Eventos de Diseño para diferentes Periodos de Retorno de las Lluvias Acumuladas Anuales, en mm.

Los parámetros autorregresivos se obtienen por la técnica de momentos (Salas, 1988) como función directa del coeficiente de autocorrelación serial, ecuación (3.1).

En la tabla 3.9 se presentan los valores de estos parámetros para los modelos AR(1) y AR(2). Cabe mencionar que se recomienda utilizar como pronóstico aquel modelo que proporcione el menor valor del llamado criterio de información de Akaike: AIC(1) o AIC(2).

Debido a que no se realizó la modelación de la lluvia mensual, en la tabla 3.10, se presenta la distribución mensual en porcentaje de la lluvia anual. Con estos valores se puede tener la posible distribución de la lluvia para cada mes, sólo con multiplicar dicho porcentaje por el valor pronosticado en forma anual.

En las figuras 3.2 y 3.3 se ejemplifica el pronóstico correspondiente a los años de 1996 y 1999 en la estación San Pedro Tepanatepec. Puede observarse que para el primer caso los valores registrados mensuales siguieron el comportamiento del límite inferior del pronóstico. Esto indica que el utilizar los valores esperados mensuales (tabla 3.10), no representa una desventaja en contraparte a la modelación periódica, la cual requiere de mayores cálculos para su aplicación.

Estación	MODELO AR (1)						MODELO AR (2)							
	Ymed	$\phi_1 (l)$	ϕ_1	$\phi_1 (s)$	Var.Res.	AIC(1)	$\phi_1 (l)$	ϕ_1	$\phi_1 (s)$	$\phi_2 (l)$	ϕ_2	$\phi_2 (s)$	Var.Res.	AIC(2)
7012	7.937	-0.038	0.344	0.728	0.374	-21.55	-0.219	0.175	0.571	-0.138	0.258	0.651	0.679	-5.28
7014	7.551	-0.508	-0.082	0.343	0.044	-66.59	-0.512	-0.086	0.339	-0.515	-0.089	0.335	0.038	-67.68
7018	8.361	0.174	0.454	0.733	0.035	-131.90	0.263	0.561	0.859	0.014	0.312	0.811	0.051	-115.06
7019	7.132	-0.589	-0.168	0.253	0.029	-75.32	-0.612	-0.193	0.225	-0.621	-0.202	0.216	0.019	-82.43
7024	7.508	-0.596	-0.109	0.378	0.021	-63.42	-0.596	-0.110	0.375	-0.608	-0.122	0.363	0.017	-64.77
7038	8.022	-0.715	-0.271	0.173	0.020	-71.85	-0.728	-0.299	0.129	-0.800	-0.372	0.056	0.008	-87.09
7045	7.146	-0.358	-0.006	0.345	0.089	-75.08	-0.359	-0.007	0.344	-0.358	-0.006	0.345	0.091	-72.45
7048	8.038	-0.636	-0.095	0.445	0.043	-42.04	-0.669	-0.128	0.411	-0.646	-0.105	0.435	0.037	-42.15
7053	8.063	-0.285	0.104	0.493	0.025	-93.77	-0.242	0.147	0.537	-0.296	0.094	0.484	0.031	-86.32
7056	8.208	-0.293	0.082	0.457	0.018	-110.18	-0.293	0.082	0.458	-0.300	0.075	0.451	0.021	-103.03
7057	8.309	-0.743	-0.341	0.060	0.009	-100.45	-0.702	-0.336	0.028	-0.884	-0.518	-0.153	0.002	-130.54
7058	8.039	-0.639	-0.098	0.442	0.043	-41.96	-0.671	-0.131	0.408	-0.649	-0.108	0.431	0.036	-43.19
7060	8.336	-0.302	0.166	0.635	0.111	-37.58	-0.310	0.159	0.630	-0.327	0.142	0.613	0.154	-29.66
7061	8.166	-0.372	0.145	0.663	0.028	-51.58	-0.369	0.129	0.649	-0.392	0.127	0.646	0.038	-44.81
7068	7.551	-0.237	0.075	0.388	0.029	-138.36	-0.255	0.057	0.370	-0.242	0.070	0.383	0.035	-129.78
7072	8.322	-0.712	-0.326	0.059	0.054	-67.74	-0.700	-0.342	0.014	-0.842	-0.485	-0.127	0.014	-97.85
7073	7.157	-0.109	0.243	0.596	0.053	-85.96	-0.071	0.285	0.642	-0.161	0.195	0.552	0.076	-72.99
7074	7.604	-0.476	-0.141	0.447	0.126	-37.25	-0.477	-0.015	0.446	-0.476	-0.014	0.447	0.130	-34.71
7075	7.583	-0.378	0.094	0.567	0.083	-42.68	-0.382	0.091	0.564	-0.387	0.086	0.559	0.104	-36.60
7077	8.037	-0.100	0.251	0.603	0.036	-97.40	-0.095	0.261	0.617	-0.155	0.201	0.557	0.053	-83.61
7078	7.099	-0.280	0.070	0.421	0.071	-82.31	-0.285	0.065	0.416	-0.285	0.065	0.416	0.084	-75.16
7079	8.268	-0.208	0.151	0.511	0.030	-102.76	-0.211	0.149	0.510	-0.229	0.131	0.492	0.040	-92.29
7084	7.530	-0.562	-0.103	0.358	0.126	-37.26	-0.581	-0.122	0.336	-0.573	-0.115	0.343	0.104	-38.90
7092	7.742	-0.999	-0.496	0.105	0.035	-27.96	-0.764	-0.643	-0.522	-0.999	-0.984	-0.864	0.001	-23.12
7095	8.015	-0.684	-0.311	0.621	0.007	-47.35	-0.685	-0.032	0.620	-0.685	-0.032	0.621	0.007	-44.82
7098	6.894	0.230	0.669	0.999	0.133	-22.15	-0.097	0.443	0.984	-0.140	0.401	0.940	0.399	-6.99
7113	7.837	-0.392	0.025	0.443	0.021	-86.17	-0.387	0.029	0.448	-0.392	0.024	0.442	0.023	-81.98
7115	7.810	-0.842	-0.423	-0.005	0.011	-83.62	-0.706	-0.393	-0.079	-0.999	-0.735	-0.422	0.001	-135.09
7116	8.060	-0.059	0.334	0.728	0.034	-75.28	-0.004	0.399	0.804	-0.154	0.250	0.655	0.053	-63.48
7117	7.681	0.309	0.573	0.837	0.046	-114.28	0.267	0.567	0.867	0.064	0.364	0.664	0.084	-90.12
7119	6.662	-0.119	0.135	0.390	0.054	-169.41	-0.135	0.120	0.375	-0.135	0.119	0.375	0.070	-152.82
7129	7.682	-0.287	0.110	0.507	0.029	-86.48	-0.291	0.106	0.504	-0.298	0.099	0.497	0.038	-78.68
7146	8.376	0.081	0.391	0.700	0.031	-119.50	0.092	0.414	0.737	-0.041	0.281	0.603	0.050	-100.53
7157	8.460	-0.188	0.122	0.434	0.070	-104.06	-0.139	0.172	0.484	-0.202	0.109	0.421	0.087	-93.35
7168	8.303	-0.197	0.122	0.442	0.032	-128.56	-0.202	0.117	0.437	-0.211	0.109	0.429	0.040	-117.60
7172	8.192	0.096	0.412	0.727	0.054	-93.73	0.187	0.519	0.850	-0.039	0.291	0.623	0.080	-79.17
7182	7.019	-0.731	-0.220	0.290	0.202	-21.95	-0.724	-0.221	0.281	-0.784	-0.282	0.220	0.111	-28.86
7191	8.197	-0.430	-0.067	0.295	0.020	-114.48	-0.447	-0.084	0.278	-0.435	-0.072	0.290	0.018	-116.03
7200	7.714	0.123	0.439	0.755	0.026	-114.34	0.087	0.423	0.758	-0.029	0.305	0.640	0.046	-94.40
7201	7.415	-0.184	0.167	0.520	0.046	-92.99	-0.135	0.218	0.573	-0.210	0.143	0.497	0.061	-82.28
7208	7.749	-0.278	0.165	0.608	0.031	-66.85	-0.279	0.166	0.611	-0.303	0.141	0.586	0.043	-58.48
20148	7.387	-0.158	0.198	0.555	0.070	-77.64	-0.156	0.202	0.561	-0.193	0.165	0.524	0.098	-65.48

Ymed : Media de la serie normalizada
Var. Res. : Varianza de los residuales del modelo autorregresivo
 ϕ_1, ϕ_2 : Parámetros autorregresivos para los modelos AR(1) y AR(2)
 $(l), (s)$: Límites inferior y superior de los parámetros autorregresivos
AIC(1), AIC(2) : Criterio de información de Akaike para los modelos AR(1) y AR(2)

Tabla 3.9. Parámetros de los Modelos Autorregresivos AR(1) y AR(2), para la Lluvia Anual

Clave Estación	M E S											
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
7012	0.50	0.95	2.13	5.34	11.91	17.04	12.81	14.13	15.45	13.64	4.96	1.14
7014	0.27	0.78	2.35	4.79	9.34	19.56	13.61	17.95	20.54	8.17	1.90	0.76
7018	0.51	0.73	2.37	5.60	12.80	15.95	11.71	13.50	16.48	15.10	4.30	0.95
7019	0.25	0.28	0.81	3.29	11.62	21.81	15.12	16.14	17.24	10.85	1.98	0.61
7024	0.42	0.61	0.58	1.37	7.56	18.98	14.81	15.26	22.56	14.24	2.33	1.28
7038	0.34	0.48	0.92	2.63	10.79	18.32	15.09	16.51	16.22	14.40	3.28	1.02
7045	0.28	0.06	0.60	3.11	9.61	20.09	13.44	14.61	20.62	14.10	2.87	0.63
7048	0.46	1.08	1.91	3.38	10.28	18.85	14.52	17.23	17.54	10.78	3.22	0.75
7053	0.39	0.46	0.77	2.68	9.59	18.48	15.06	17.40	17.60	14.47	2.85	0.25
7056	1.18	1.34	2.33	4.23	9.28	17.83	13.36	14.49	16.20	13.85	4.76	1.15
7057	1.10	1.06	2.68	4.76	11.01	16.19	12.14	14.70	17.17	13.08	4.65	1.46
7058	0.52	0.65	1.73	3.73	10.44	18.07	13.98	16.48	19.61	10.61	3.60	0.60
7060	0.68	1.29	1.42	4.61	9.95	17.04	12.37	15.40	15.98	14.24	5.72	1.30
7061	0.69	1.38	1.30	4.30	9.09	17.64	12.12	14.67	17.26	14.95	5.49	1.11
7068	0.22	0.26	1.14	4.27	11.17	18.40	14.33	16.88	17.21	12.82	2.94	0.36
7072	0.52	0.84	1.82	4.84	11.00	15.42	12.17	14.66	16.11	16.19	5.21	1.22
7073	0.16	0.34	0.12	2.40	8.92	20.45	15.69	17.79	20.62	11.48	1.87	0.16
7074	0.30	0.34	0.85	1.69	11.87	21.40	15.56	18.08	20.27	8.26	1.00	0.38
7075	0.07	0.28	1.29	2.93	11.73	20.76	14.82	15.33	14.96	13.89	3.37	0.57
7077	0.42	0.30	1.08	2.34	9.77	16.94	13.58	16.94	18.15	15.49	4.32	0.67
7078	0.47	0.06	0.25	3.08	8.65	20.10	14.03	14.97	19.92	15.29	2.51	0.89
7079	0.69	0.88	1.92	5.18	10.80	15.37	13.04	15.89	16.82	14.16	4.49	0.78
7084	0.28	0.41	0.77	2.52	11.36	21.30	15.28	16.77	20.75	9.19	1.10	0.27
7092	0.58	0.32	0.95	3.35	8.20	21.80	15.10	16.50	19.35	10.91	2.41	0.53
7095	0.58	0.36	0.87	2.82	7.41	18.06	15.05	17.17	22.26	11.00	3.77	0.65
7098	0.05	0.36	1.20	2.43	9.08	16.77	15.13	21.42	24.90	6.78	1.50	0.38
7013	0.26	0.23	0.72	2.41	9.83	18.48	15.93	18.90	19.76	10.97	2.24	0.27
7115	0.13	0.24	0.85	2.46	10.38	18.82	15.96	18.69	19.00	11.54	1.51	0.42
7116	0.43	0.32	1.23	4.03	10.67	17.33	13.74	14.60	18.56	14.04	4.25	0.80
7117	0.26	0.29	1.38	4.79	11.81	18.93	14.42	14.61	15.87	14.69	2.70	0.25
7119	0.13	0.18	0.61	1.16	8.95	22.26	17.26	16.05	19.66	11.55	1.80	0.39
7129	0.09	0.34	0.40	0.58	9.75	18.78	17.59	17.49	21.27	11.20	2.26	0.34
7146	1.03	1.04	2.70	5.83	12.21	15.08	11.75	13.35	15.87	14.45	5.15	1.54
7157	1.07	1.37	3.58	6.19	12.39	15.82	11.65	13.00	15.28	13.23	5.04	1.36
7166	0.37	0.87	2.22	5.63	12.18	15.80	12.14	14.47	16.52	14.60	3.86	1.14
7172	1.05	1.07	2.30	5.69	10.80	17.39	13.52	14.06	17.30	11.88	3.80	1.14
7182	0.02	0.09	0.31	0.55	7.84	22.26	18.44	13.07	30.08	5.05	1.95	0.34
7191	0.42	0.74	1.56	4.96	12.60	15.66	11.90	13.67	18.94	14.50	4.38	0.67
7200	0.13	0.22	0.95	4.40	11.34	18.18	14.49	15.07	18.81	13.58	2.53	0.30
7201	0.09	0.32	0.56	0.51	8.95	19.58	17.20	17.91	26.52	6.82	1.38	0.16
7208	0.20	0.40	0.59	2.39	10.13	17.95	16.09	19.40	19.50	11.25	1.84	0.26
20148	0.09	0.16	0.32	0.33	7.30	19.99	15.77	19.64	28.16	6.33	1.79	0.12
Promedio	0.42	0.57	1.3	3.42	10.25	18.45	14.33	16.07	19.12	12.23	3.16	0.69

Tabla 3.10. Distribución Mensual de la Lluvia Acumulada Anual, en Porcentaje (%)

PRONÓSTICO ESTOCÁSTICO DE LLUVIAS MENSUALES A TRAVÉS DE LA LLUVIA ANUAL

Estación San Pedro Tapanatepec

Mes	Real	Lim. Inf.	Media	Lim. Sup.
Ene	1.2	1.3	1.6	2.1
Feb	8	2.3	2.9	3.7
Mar	0	4.6	5.9	7.5
Abr	18.1	4.7	6.1	7.7
May	316.6	106.3	135.1	171.5
Jun	187.4	209.3	368.8	468.5
Jul	672	229.1	290.9	369.6
Ago	286.7	285.3	362.4	460.3
Sep	388	409.1	519.6	660.1
Oct	80.1	91.9	116.8	148.3
Nov	11	26	33.1	41.9
Dic	0	1.7	2.2	2.8
Anual	1969.1	1371.6	1845.4	2344

Pronóstico para 1996 - Estación San Pedro Tapanatepec

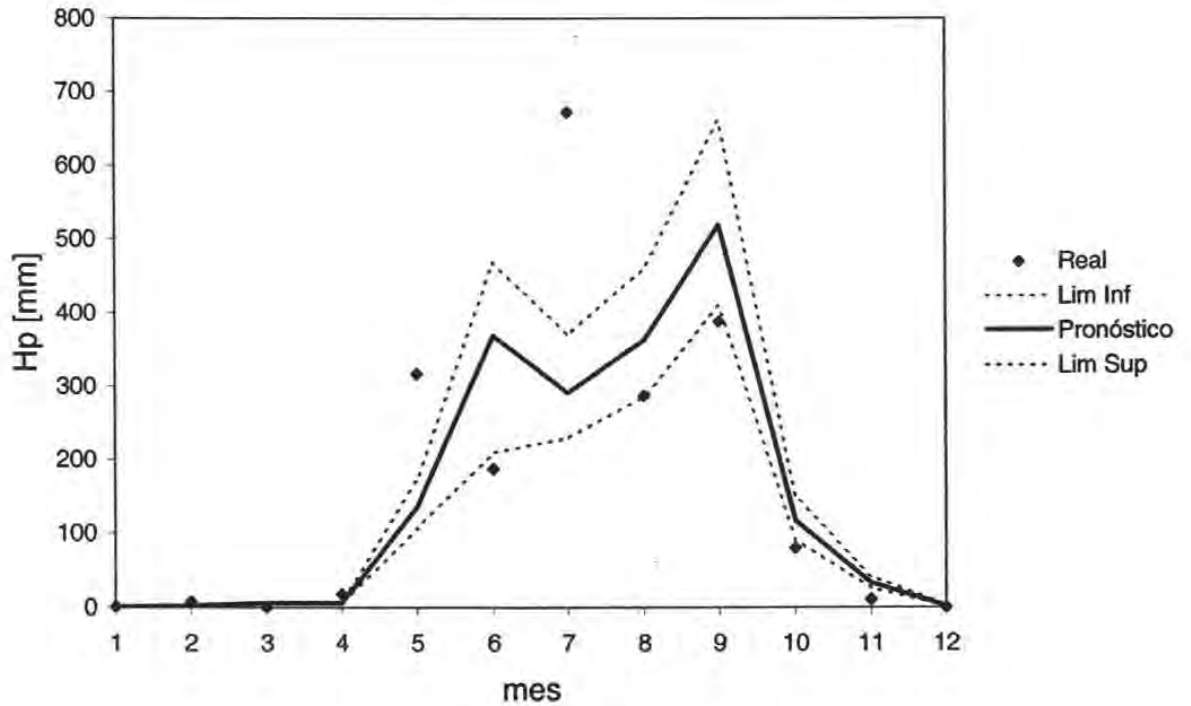


Figura 3.2. Pronóstico estocástico mediante modelos autorregresivos AR(p)

PRONÓSTICO ESTOCÁSTICO DE LLUVIAS MENSUALES A TRAVÉS DE LA LLUVIA ANUAL

Estación San Pedro Tapanatepec			
Mes	Lim. Inf.	Pronóstico	Lim. Sup.
Ene	1.3	1.6	1.9
Feb	2.3	2.8	3.5
Mar	4.7	5.7	7.1
Abr	4.8	5.9	7.2
May	108.3	131.8	160.4
Jun	295.9	360.1	438.2
Jul	233.4	284.1	345.7
Ago	290.7	353.8	430.6
Sep	416.9	507.3	617.4
Oct	93.7	114.1	138.7
Nov	26.5	32.2	39.2
Dic	1.7	2.1	2.6
Anual	1480.2	1801.5	2192.5

Pronóstico para 1999 Estación San Pedro Tapanatepec

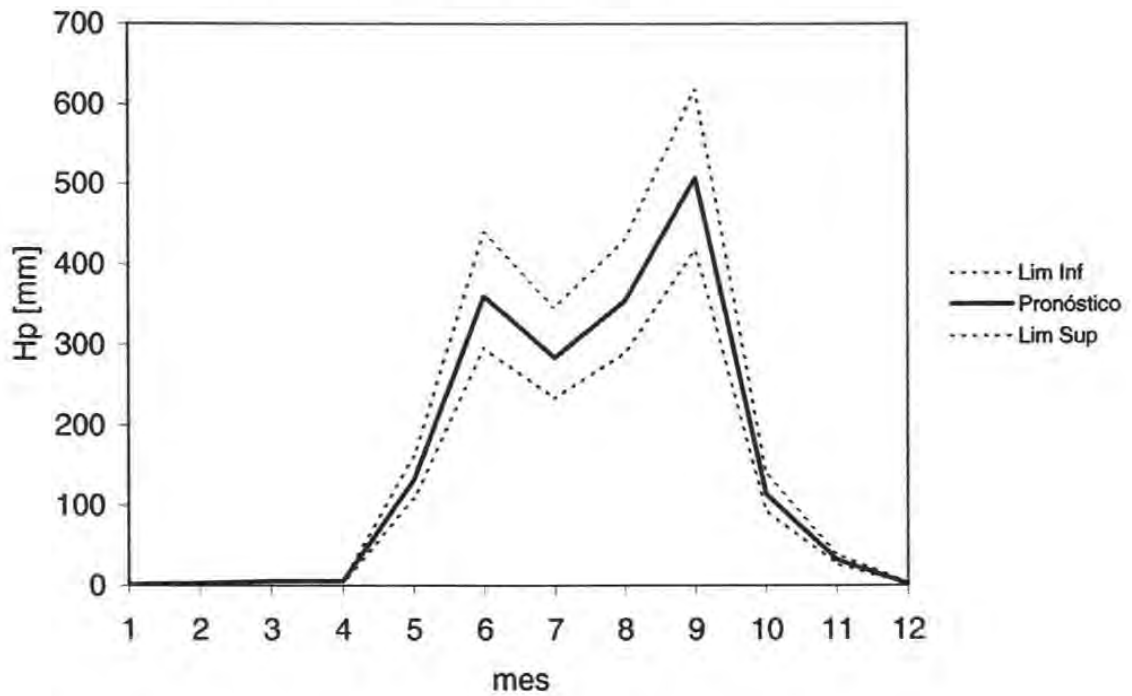


Figura 3.3. Pronóstico Estocástico para 1999 - Estación San Pedro Tapanatepec

CAPÍTULO 4

ANÁLISIS DE GASTOS

4.1. ANÁLISIS DE GASTOS MÁXIMOS ANUALES

El análisis de frecuencias de los gastos máximos anuales de una cuenca proporciona una herramienta importante para el diseño de las obras hidráulicas o de caminos, así como también la definición y manejo de la llanura de inundación. En 1998 la zona de estudio sufrió la ocurrencia de eventos extremos que sobrepasaron los esperados para las estructuras de algunos puentes carreteros, sufriendo algunos de ellos daños importantes. Aunado a esto, la población ubicada cerca de las márgenes de las corrientes padeció directamente las consecuencias de las inundaciones.

Estos hechos han motivado a realizar un nuevo análisis en la región, que permita diseñar estructuras carreteras y definir zonas de riesgo ante futuras inundaciones.

Para el análisis de la zona de estudio, se llevo a cabo el siguiente procedimiento:

1. Se recopiló información correspondiente a los gastos máximos anuales instantáneos para cada una de las 17 estaciones hidrométricas dentro de la región en estudio, ver figura 4.1. Los datos empleados se tomaron del disco compacto 'Bandas' (IMTA, 1997). En la tabla 4.1 se presentan las características generales de estas estaciones y en la tabla 4.2 los valores registrados de los gastos.

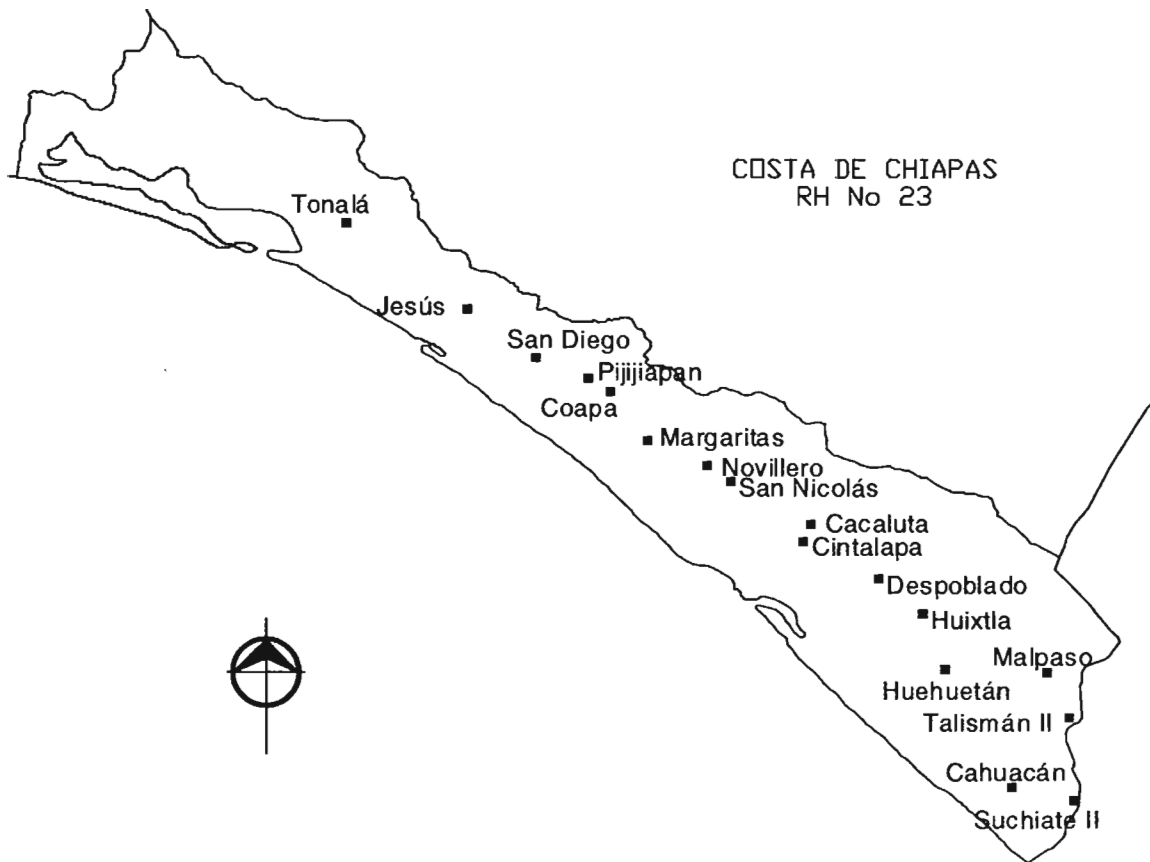


Figura 4.1. Estaciones hidrométricas ubicadas en la zona de estudio

No	Estación	Corriente	Latitud	Longitud	Área de Cuenca (km ²)	Vol Esc Med Anual (Mm ³)	Qmáx Medido (m ³ /s)
1	Tonalá	Río Zanatenco	16° 04' 15"	93° 45' 00"	141	150.046	741
2	Jesús	Río de Jesús	15° 52' 00"	93° 29' 00"	25	76.286	191
3	San Diego	Río San Diego	15° 45' 00"	93° 20' 00"	80	229.653	516
4	Pijijiapan	Río Pijijiapan	15° 42' 00"	93° 13' 00"	188	362.781	1100
5	Coapa	Río Coapa	15° 40' 00"	93° 10' 00"	113	262.781	559
6	Margaritas	Río Margaritas	16° 19' 15"	91° 58' 45"	69	224.400	728
7	Novillero	Río Novillero	15° 29' 15"	92° 57' 00"	308	640.775	490
8	San Nicolás	Río San Nicolás	15° 27' 00"	92° 53' 45"	34	208.357	340
9	Cacaluta	Río Cacaluta	15° 21' 00"	92° 43' 00"	204	295.205	491
10	Cintalapa	Río Cintalapa	15° 18' 30"	92° 44' 00"	255	350.690	437
11	Despoblado	Río Despoblado	15° 13' 00"	92° 34' 00"	254	311.903	635
12	Huixtla	Río Huixtla	15° 08' 00"	92° 28' 00"	362	394.758	702
13	Huehuetán	Río Huehuetán	15° 00' 00"	92° 25' 00"	190	884.892	1206
14	Cahuacán	Río Cahuacán	14° 43' 00"	92° 16' 15"	250	583.899	499
15	Malpaso	Río Coatán	14° 59' 30"	92° 11' 30"	426	509.047	1548
16	Talismán II	Río Suchiate	14° 53' 00"	92° 08' 30"	330	646.377	1362
17	Suchiate II	Río Suchiate	14° 41' 00"	92° 08' 00"	1139	2624.167	2890
Media Regional						515.059	849

Tabla 4.1. Características Generales de las Estaciones hidrométricas utilizadas en el estudio

Año	E s t a d i s t i c a H i d r o m é t r i c a																	
	Tonalá	Jesús	San Diego	Pilijlepan	Coapa	Margaritas	Novillero	San Nicolás	Tablaón	Caceluta	Cintalapa	Despobado	Huixtla	Malpaço	Cahuacán	Talleman	Suchiote	Huehuetán
1945																	922	
1946																	818	
1947																	936	
1948															60		897	
1949															70		2890	
1950															141		671	
1951															149		1220	
1952															93		1230	
1953															202		2400	
1954														116	130		2430	
1955														167	173		1157	
1956													390	196	188		1306	
1957													180		128		660	
1958													477		117		908	
1959													545		242		1366	
1960													210	221	288		1136	
1961	57			134									189	376	229		743	
1962	279			269			232						490	534	160		606	
1963	741			591			330						702	770	499		2200	
1964	194	80	100	199	302	109	112	94	176	265	223	265	151	263		1189	424	
1965	144	64	330	212	361	177	132	340	267	185	237	281	153	184	153	645	506	
1966	250	102	183	444	215	642	298	301	424	130	484	420	113	141	212	936	390	
1967	260	36	135	161	209	170	61	106	194	96	403	139	209	107	197	972	507	
1968	125	66	277	281	287	133	202	117	201	66	466	243	196	149	287	1256	594	
1969	84	82	217	360	282	688	261	118	264	163	223	396	358	322	303	1302	586	
1970	199	73	417	236	207	257	264	101	230	214	340	436	328	234	437	1165	316	
1971	130	41	397	419	274	186	174	75	273	199	327	298	190	152	181	604	329	
1972	78	48	481	102	185	230	205	66	243	145	196	206	507	161	607	1608	310	
1973	197	48	361	1005	447	670	357	117	223	240	447	458	1327	207	484	1812	327	
1974	89	57	385	402	301	354	399	150	34	241	145	573	769	426	429	1477	659	
1975	293	99	251	360	264	253		71		93	60		330	597	135	106	640	460
1976	187	47			95	128		60			159			141		198	282	
1977	31	37	179	393	210	293	266	54	13	102	54	225	66	111	89	100	406	414
1978					157	246		96	41			591		276		188	344	
1979					481	266		147	20			445	374		123	360	766	324
1980		147		339	210	294		182	20			162	267		118	175	630	362
1981		90	265	339	154	263		222	92	170	331	283	270		196	306	984	366
1982	100	66	234	172	113	85	365	174	101	164	194	451	333		189	236	916	406
1983	75	46	172	296	56	92	305	139		184	121	328	279		168	174	629	336
1984	96	39	203	194	69	124	131	94		267	227	156	205		173	1362	432	479
1985	137	89	154	164	207	196	106	62		79	379	449	207		120	143	666	339
1986	68	52	152	244	36	154	192	65	4	120	180	269	185		75	195	765	363
1987	80	37	137	127	41	123	108	43	8	105	145	73	322	145	109	300	828	336
1988	166	129	159	406	58	76	179	160		460	226	291	418	145	283	478	1201	707
1989	235	140	215	360	59	105	335	129		166	184	229	147	119	200	267	683	306
1990	46	36	29	109	17	100	113	64		139	46	21	172	84	190	213	573	192
1991	43	65	80	58	16	292		48		38	27	34	23	43	117	168	269	182
1992	67		69	99	41	48		52		93	25	110	46	145	119	214	205	586
1993	353	14	33	80	31	60	67			46	62	254	45	145				382
1994	171	23	19	27	13	25				55	47	36	47					1032
1995	20	50	68		51	296				94	139				331	272		317
1996	69	107		63		123				84	45		57	64	341	190		180
1997		86		64		156				66					117			121
1998*		450		1050			1000				1100	700						

Tabla 4.2. Muestra de Gastos Máximos Anuales Instantáneos Registrados, en m³/s

Nota: * Propuestos

2. A la información se le realizó un análisis crítico, siguiendo el procedimiento mencionado en el apartado 3.2.

3. Se completaron los registros a través de modelos de correlación y regresión lineal múltiple. En el Anexo B, se muestran estas regresiones y el período común empleado para construir los modelos.

4. Debido a que los eventos ocurridos en 1998 fueron en general más grandes a los antes registrados, se procedió a realizar un análisis de frecuencias con la información de las series aumentadas hasta 1997. Del análisis se observa que las avenidas ocurridas en 1998 en las 17 cuencas analizadas, correspondería a un período de retorno de 100 años. Finalmente, estos valores se consideraron como “registrados” para 1998.

5. Una vez completado el registro de gastos máximos anuales, ver tabla 4.3, se procedió a determinar sus características estadísticas y a realizarle las pruebas para determinar si son independientes, homogéneas y estacionarias en la media, de acuerdo con los criterios ya utilizados en el capítulo anterior. Los resultados se presentan en la tabla 4.4.

6. A cada registro disponible de gastos máximos anuales se le ajustaron diferentes distribuciones de probabilidad para determinar cual de ellas describía mejor el comportamiento poblacional, con el fin de estimar eventos de diseño para diferentes períodos de retorno. Las distribuciones de probabilidad univariada empleadas fueron: Normal (Nor), Lognormal con dos y tres parámetros (Ln2, Ln3), Gamma con dos y tres parámetros (Gam2, Gam3), LogPearson tipo III (Lp3), Valores extremos tipo 1 (Gumbel), General de Valores Extremos (GVE), Gumbel de dos poblaciones (Gumix), Valores Extremos de dos Componentes (TCEV) y las distribuciones bivariadas VEB11, VEB22 y VEB33. Los métodos de estimación de parámetros aplicados fueron los de Momentos (M) y el de Máxima Verosimilitud (MV), (NERC. 1975; Rossi et al, 1984; Kite, 1988). En la tabla 4.5 se presentan los eventos de diseño estimados con la mejor distribución de probabilidad para cada una de las estaciones analizadas. En el Anexo C se muestran los eventos de diseño para todas las distribuciones utilizadas.

Año	E s t a d o H i d r o m é t r i c o																	
	Tonalá	Juárez	San Diego	Piñillapan	Coapa	Margaritas	Novillero	San Nicolás	Tablaón	Cacaluta	Cintalapa	Despoblado	Huixtla	Malpaso	Cahucón	Talleman	Suchiate	Huehuetán
1945														316		227	922	
1946														277		191	618	
1947														321		232	936	
1948										269	437	224	306	60	218	897		
1949										264	428	233	1067	70	910	2890		
1950										233	371	294	221	141	140	971		
1951										230	365	301	428	149	330	1220		
1952										264	410	283	432	93	334	1230		
1953										207	322	347	873	202	740	2400		
1954										238	380	285	116	130	750	2430		
1955										220	346	322	167	173	308	1167		
1956										214	334	390	196	188	360	1306		
1957										240	384	180	280	126	202	860		
1958										244	391	477	309	117	221	906		
1959										190	290	646	480	242	378	1366		
1960										170	263	210	221	288	301	1136		
1961	57	81	131	134						196	301	189	376	229	166	743		
1962	279	81	178	260	193	264	232	123		226	366	490	534	190	187	806		
1963	741	163	291	591	239	372	330	137		79	83	702	770	499	670	2200		
1964	194	80	100	199	302	109	112	94	27	176	266	223	266	161	263	329	1189	424
1965	144	64	330	212	361	177	132	340	123	267	166	237	261	163	184	163	645	606
1966	280	102	183	444	216	642	298	301	108	424	130	464	420	113	141	212	936	390
1967	280	36	136	161	209	170	81	108	33	194	98	403	139	206	107	197	972	607
1968	126	86	277	281	287	133	202	117	36	201	88	496	243	196	149	287	1266	694
1969	84	82	217	390	282	688	281	118	36	264	163	223	399	369	322	303	1302	669
1970	199	73	417	236	207	267	264	101	30	230	214	340	436	328	234	437	1196	316
1971	130	41	397	419	274	189	174	76	20	273	199	327	298	190	182	181	804	329
1972	78	48	481	102	186	230	206	86	24	243	146	196	206	607	161	607	1808	310
1973	197	49	361	1006	447	670	367	117	36	223	240	447	468	1327	207	484	1812	327
1974	89	67	396	402	301	364	399	160	34	241	146	142	673	769	426	429	1477	669
1975	293	99	261	360	264	263	203	71	18	93	90	376	330	697	136	106	640	460
1976	187	47	129	130	96	128	163	60	14	192	120	169	383	141	243	198	837	282
1977	31	37	179	393	210	203	286	64	13	102	64	226	66	111	89	100	406	414
1978	186	69	160	216	167	246	201	96	41	231	362	691	268	276	111	168	808	344
1979	613	168	316	662	481	268	208	147	20	201	273	446	374	490	123	360	789	324
1980	623	147	293	339	210	294	217	182	20	201	121	162	287	269	118	176	830	362
1981	276	90	266	339	184	263	207	222	92	170	331	283	270	401	196	306	984	366
1982	100	66	234	172	113	86	366	174	101	164	194	461	333	326	169	236	916	406
1983	76	46	172	296	66	92	306	139	46	184	121	328	279	268	168	174	629	336
1984	96	39	203	194	69	124	131	94	27	267	227	166	206	1648	173	1362	432	479
1985	137	69	164	164	207	166	106	62	16	79	379	449	207	224	120	143	666	339
1986	68	62	162	244	36	164	192	66	4	120	180	289	186	281	76	196	766	363
1987	80	37	137	127	41	123	108	43	6	106	146	73	322	146	100	300	828	338
1988	196	129	169	408	68	76	179	160	63	480	228	291	418	146	283	478	1291	707
1989	236	140	216	380	69	106	336	129	41	166	184	229	147	119	200	267	663	396
1990	46	36	29	199	17	100	113	64	16	139	46	21	172	84	130	213	673	192
1991	43	66	80	66	16	292	216	46	9	36	27	34	23	43	117	196	269	162
1992	67	43	69	99	41	46	136	62	11	93	26	110	46	146	119	214	206	668
1993	363	14	33	80	31	60	67	98	29	46	82	264	46	146	214	336	1240	362
1994	171	23	19	27	13	26	130	94	27	66	47	36	47	497	281	364	1402	1932
1995	20	60	66	70	61	298	218	126	40	94	139	218	469	366	331	272	1060	317
1996	69	107	106	63	134	123	162	106	32	84	46	210	67	64	341	190	614	180
1997	269	86	106	64	149	168	173	110	33	66	244	391	273	348	117	267	1097	121
1998	687	191	616	1100	669	728	490	336	123	491	437	636	680	1626	479	1216	2681	1296

Tabla 4.3. Series Aumentadas de Gastos Máximos Anuales Instantáneos, en m³/s

Estadísticos	E s t a c i ó n H i d r o m é t r i c a								
	Tonalá	Jesús	San Diego	Pijjiapan	Coapa	Margaritas	Novillero	San Nicolás	Cacaluta
Media	201.0	75.0	206.0	287.0	181.0	234.0	215.0	124.0	188.0
Varianza	31243	1754	15286	56105	18534	32412	9156	5329	12343
Desv. Estandar	176.8	41.9	123.6	236.9	136.1	180.0	95.7	73.0	111.1
Coef. Asimetría	1.76	1.07	0.76	1.91	0.88	1.62	0.83	1.77	1.15
Coef. Curtosis	6.27	4.02	3.43	7.83	3.96	5.57	3.92	6.57	5.01
Coef. Variación	0.88	0.55	0.59	0.82	0.74	0.76	0.44	0.58	0.59
<u>Pruebas</u>									
Independencia	si	si	no	si	no	no	si	no	si
Homogeneidad 1	no	no	no	si	no	no	si	no	no
Homogeneidad 2	si	si	no	si	no	no	si	si	si
Homogeneidad 3	si	si	no	si	no	no	si	si	no
Homogenea	si	si	no	si	no	no	si	si	no
Estacionareidad	si	si	no	si	no	no	si	si	no
Estadísticos	E s t a c i ó n H i d r o m é t r i c a								
	Cintalapa	Despoblado	Huixtla	Huehuetán	Cacahuacán	Malpaso	Talismán II	Suchiate II	
Media	184.0	300.0	294.0	456.0	379.0	189.0	339.0	1092.0	
Varianza	8295	18868	23801	61160	113429	9675	63883	335803	
Desv. Estandar	91.1	137.0	154.3	247.0	336.8	98.4	252.8	579.5	
Coef. Asimetría	0.28	-0.09	0.49	2.01	2.15	1.45	2.44	1.55	
Coef. Curtosis	3.47	3.13	3.66	7.54	8.01	5.43	9.93	5.88	
Coef. Variación	0.49	0.45	0.52	0.54	0.88	0.51	0.74	0.53	
<u>Pruebas</u>									
Independencia	si	si	si	si	no	si	si	si	
Homogeneidad 1	no	no	si	si	no	no	si	no	
Homogeneidad 2	si	si	si	si	si	si	si	si	
Homogeneidad 3	no	no	no	si	si	si	si	si	
Homogenea	no	no	no	si	si	si	si	si	
Estacionareidad	no	no	no	si	si	si	si	si	
Prueba de independencia mediante la construcción del correlograma de la serie (Prueba de Anderson) Prueba de Homogeneidad 1 - Test de Helmert Prueba de Homogeneidad 2 - Test del estadístico t de Student Prueba de Homogeneidad 3 - Test de Cramer Estacionareidad - Se probó mediante el Test por bloques de Cramer									

Tabla 4.4. Características y Pruebas Estadísticas de los Gastos Máximos Anuales

Distribución	Lp3-M	Gumix-MV	VEB33	Gumix-MV	Gumix-MV
E s t a c i ó n H i d r o m é t r i c a					
Tr (años)	Tonalá	San Nicolás	Hixtla	Talisman II	Despoblado
2	142	104	288	257	319
5	291	154	408	409	413
10	427	216	486	655	467
20	588	317	560	900	523
50	845	339	656	1171	606
100	1078	353	728	1362	676
500	1775	384	894	1792	855
1000	2153	397	965	1974	936
5000	3256	429	1130	2397	1124
10000	3844	443	1201	2579	1205
Error Estd de Ajuste	36.01	6.5	19.2	42.5	17.8
Distribución	Gumix-MV	VEB22	VEB22	VEB33	VEB22
E s t a c i ó n H i d r o m é t r i c a					
Tr (años)	Jesús	Cacaluta	Huehuetán	Suchiate II	Cahuacán
2	64	169	402	972	165
5	105	270	599	1361	253
10	145	343	767	1778	325
20	161	416	962	2256	408
50	178	518	1277	2882	538
100	190	600	1570	3347	657
500	218	807	2498	4414	1020
1000	230	904	3036	4871	1225
5000	260	1154	4747	5932	1852
10000	274	1271	5742	6389	2206
Error Estd de Ajuste	4.9	24.6	71.6	115.3	11.6
Distribución	Gam2-MV	Gumix-MV	VEB33	Ln2-M	
E s t a c i ó n H i d r o m é t r i c a					
Tr (años)	San Diego	Cintalapa	Malpaso	Novillero	
2	180	194	273	195	
5	301	246	492	287	
10	381	281	895	350	
20	458	321	1188	413	
50	556	386	1486	498	
100	628	439	1692	564	
500	793	563	2154	725	
1000	863	617	2351	798	
5000	1026	741	2805	980	
10000	1096	794	3000	1063	
Error Estd de Ajuste	13.1	13.8	46.6	11.5	

Tabla 4.5. Eventos de Diseño para diferentes Períodos de Retorno, a partir de los Gastos Máximos Anuales (m³/s)

ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA

4.2. ESTIMACIÓN REGIONAL DE AVENIDAS DE DISEÑO EN SITIOS NO AFORADOS

Cuando se requiere estimar los eventos de diseño de un sitio en particular que cuenta con poca o nula información hidrométrica se puede hacer uso de las técnicas regionales de análisis hidrológico (Cunnane, 1988), las cuales transfieren información desde sitios vecinos hacia la zona de interés. Generalmente estas técnicas requieren de una cantidad importante de información, la cual en muchas ocasiones no es fácil de obtener, sin embargo han demostrado ser un excelente medio para reducir la incertidumbre inherente a la estimación de eventos de diseño.

Aprovechando estas características, en este trabajo se hará uso de la técnica de las estaciones-año para obtener estimaciones regionales de avenidas de diseño.

Las características generales de este método se presentan a continuación.

Este método considera el tratamiento de una sola muestra de datos formada por un registro modulado de eventos, el cual una vez construido es ajustado a un conjunto de distribuciones de probabilidad. La secuencia se describe a continuación:

Paso 1. Probar la homogeneidad y consistencia de los datos registrados Q_i , en cada estación dentro de la región analizada. (Q_i = gasto máximo anual, para $i = 1$ hasta el tamaño de muestra n).

Paso 2. Calcular los estadísticos muestrales (media, varianza, etc.).

Paso 3. Realizar para cada serie de datos registrados la prueba de independencia de eventos, mediante la construcción del correlograma (Salas, 1980).

Paso 4. Obtener para cada una de las estaciones involucradas una muestra modulada de la forma Q_i / Q_{med_j} para $i = 1$ hasta n ; y $j = 1$ hasta ms , donde n es el tamaño de la muestra registrada y ms es el número de estaciones en la región meteorológicamente homogénea y Q_{med_j} es la media de los eventos registrados en cada estación.

Para la selección de la región meteorológicamente homogénea es recomendable seguir la técnica propuesta por Nathan y McMahon (1990). La técnica fue desarrollada para identificar regiones homogéneas utilizando primeramente ecuaciones de regresión múltiple, donde la variable dependiente son los gastos máximos anuales y las independientes son seleccionadas de un grupo de características fisiográficas y/o climatológicas que mejor describan el fenómeno en estudio.

Paso 5. Formar un solo registro con todos los eventos Q_i / Q_{med} , para posteriormente ordenarlos de mayor a menor, asignarles un período de retorno ($Tr = (n+1)/m$) y una probabilidad de no excedencia ($Pr = 1-(1/Tr)$), donde m = número de orden y n = tamaño de la muestra.

Paso 6. Al registro obtenido en el paso 5, se le aplicaron las diferentes distribuciones de probabilidad para el análisis de máximos, y se seleccionó aquel que proporciona el mínimo error estándar de ajuste (Kite, 1988):

$$EE = \left[\frac{\sum_{i=1}^N (g_i - h_i)^2}{N - q} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (4.1)$$

Donde:

g_i , son los eventos registrados, $i = 1, \dots, N$; h_i , son los eventos calculados con la distribución de probabilidad ajustada, $i = 1, \dots, N$; y q es el número de parámetros estimados para la distribución empleada.

Paso 7. Para un período de retorno determinado se obtiene la relación regional Q_i / Q_{med_k} donde k es cualquier sitio dentro de la región homogénea.

Paso 8. Si se quiere estimar en una cuenca con escasa información, basta con multiplicar la relación regional obtenida en el paso anterior por el valor Q_{med_j} correspondiente a la estación j analizada. Por el contrario, si se desean realizar estimaciones en cuencas no aforadas dentro de la región, se

propone la construcción de una relación Q_{med} -Área, para que a partir de ella se pueda inferir el valor correspondiente de Q_{med} , para el área de la cuenca en el sitio no aforado.

Siguiendo este procedimiento en la región de estudio se tienen los siguientes resultados:

1. De acuerdo con la prueba de delimitación de regiones homogéneas empleada, se determinó que las 17 estaciones pertenecen a una sola región, ver figura 4.2.
2. En la tabla 4.6 se muestran los diferentes ajustes obtenidos para la muestra, siendo la distribución de valores extremos para dos poblaciones (Gumbel Mixta), la de menor error.
3. Si se quiere obtener un estimado regional para los sitios aforados sólo se debe multiplicar las relaciones (tabla 4.4.) para cada período de retomo por el correspondiente valor del gasto medio. Para obtener este gasto medio inferido se establece una relación entre el área de la cuenca y el gasto medio medido. Para el caso analizado se obtuvo:

$$Q_{med} = 93.56 + 0.6489 (\text{Área}) \quad (4.2)$$

Donde: Q_{med} en (m^3/s); y Área en (km^2)

4. Para el caso de los sitios no aforados se emplea la ecuación 4.2 para obtener un estimado del Q_{med} . En la tabla 4.7 se presentan los gastos de diseño para el período de retorno de 100 años, el cual es requerido para el diseño de los puentes o alcantarillas de 48 sitios en la región. También se comparan los valores obtenidos por el modelo regional de este estudio con los determinados por la CNA, los cuales no consideran en todos los sitios aforados el valor del gasto máximo para el año de 1998. De la tabla se observa que al considerar el evento para este año, se modifica la estimación en forma importante en tres sitios (Huehuetán, Pijijiapan y Tonalá), y en los restantes no existen diferencias significativas.

GASTOS MÁXIMOS ANUALES (m³/s)

Estación	Área (km ²)	Qmed (m ³ /s)	Qmed/Área	Coficiente Variación
Novillero	308	216	0.7	0.44
Despoblado	254	301	1.19	0.46
Cintalapa	255	184	0.72	0.49
Huixtla	362	294	0.81	0.52
Cahuacán	250	189	0.76	0.52
Suchiate II	1139	1092	0.96	0.53
Huehuetán	190	456	2.4	0.54
Jesús	25	76	3.04	0.55
San Nicolás	34	124	3.65	0.58
Cacaluta	204	188	0.92	0.59
San Diego	80	207	2.59	0.59
Talismán II	300	339	1.03	0.74
Coapa	113	182	1.61	0.75
Margaritas	69	234	3.39	0.77
Pijijiapan	188	287	1.53	0.82
Tonalá	141	201	1.43	0.88
Malpaso	426	379	0.89	0.89

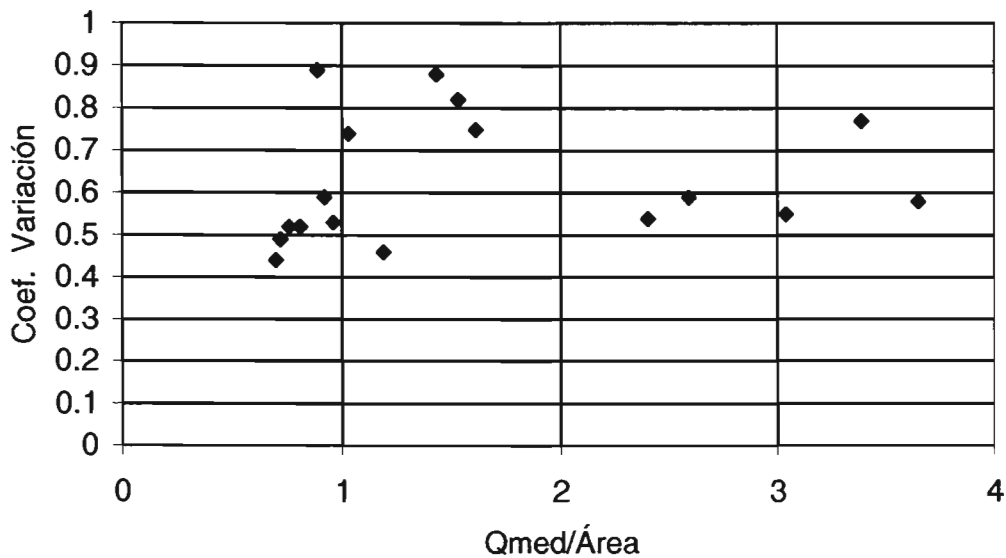


Figura 4.2. Delimitación de regiones homogéneas en la costa de Chiapas

No	Estación	Qmed real m ³ /s	Área km ²	Qmed Estim m ³ /s
1	Cacaluta	208	204	225
2	Cahuacán	188	250	255
3	Cintalapa	166	255	259
4	Coapa	174	113	166
5	Despoblado	270	254	258
6	Huehuetán	420	190	216
7	Huixtla	308	362	328
8	Jesús	107	25	109
9	Malpaso	120	426	369
10	Margaritas	216	69	138
11	Novillero	219	308	293
12	Pijijiapan	282	188	215
13	San Diego	210	80	145
14	San Nicolás	119	34	115
15	Suchiate II	934	1139	832
16	Talismán II	316	330	307
17	Tonalá	168	141	185

Estadísticos de la Regresión							
Coefficiente de correlación múltiple	0.86418867	ECUACIÓN REGIONAL Qmed-Área Qmed = 93.56445 + 0.6489 * Área					
Coefficiente de determinación R ²	0.74682205						
R ² Ajustado	0.72994352						
Error Estandar	99.5789113						
Observaciones	17						
Análisis de Varianza		Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media de cuadrados	F	Valor crítico de F	
Regresión	1	438750.136	438750.1	44.2468661	7.72E-06		
Residuales	15	148739.394	9915.96				
Total	16	587489.529					
		Coefficientes	Error Estandar	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%
Intercepción		93.5644558	34.807431	2.68806	0.01616228	19.37413	167.7548
Variable X1		0.64890207	0.09755239	6.651832	5.56E-06	0.440974	0.85683

ESTIMACIÓN REGIONAL DE EVENTOS DE DISEÑO (Q/Qmed)								
Tr (años)	Distribución							
	Nor	Ln2-M	Ln3-M	Ln3-MV	Gam2-M	Gam2-MV	Gam3-M	Gam3-MV
2	1	0.82	0.86	0.86	0.87	0.89	0.83	0.83
5	1.53	1.43	1.41	1.41	1.45	1.44	1.41	1.41
10	1.81	1.93	1.8	1.8	1.84	1.81	1.83	1.83
20	2.04	2.46	2.19	2.19	2.21	2.16	2.24	2.24
50	2.3	3.23	2.72	2.72	2.68	2.6	2.78	2.78
100	2.48	3.87	3.13	3.13	3.03	2.93	3.19	3.19
500	2.83	5.59	4.16	4.16	3.83	3.67	4.14	4.14
1000	2.96	6.44	4.63	4.63	4.17	3.99	4.56	4.56
5000	3.25	8.7	5.81	5.81	4.96	4.72	5.54	5.54
10000	3.36	9.8	6.36	6.36	5.29	5.03	5.97	5.97
Error Estd de ajuste	0.23	0.13	0.06	0.06	0.09	0.09	0.07	0.07
Tr (años)	Distribución							
	Gam3-MV	Lp3-M	Gumbel-M	Gumbel-MV	GVE-M	GVE-MV	Gumix-MV	Gumix-MV
2	0.99	0.76	0.89	0.89	0.87	0.86	0.86	0.86
5	1.53	1.39	1.45	1.39	1.41	1.39	1.36	1.36
10	1.81	1.99	1.83	1.73	1.79	1.78	1.78	1.78
20	2.04	2.75	2.18	2.04	2.18	2.18	2.32	2.32
50	2.3	4.06	2.64	2.46	2.72	2.74	2.91	2.91
100	2.47	5.37	2.99	2.77	3.15	3.2	3.26	3.26
500	2.82	9.83	3.79	3.48	4.22	4.39	4.01	4.01
1000	2.96	12.61	4.14	3.79	4.73	4.97	4.32	4.32
5000	3.24	22.02	4.93	4.51	6.01	6.47	5.05	5.05
10000	3.36	27.81	5.28	4.81	6.61	7.19	5.36	5.36
Error Estd de ajuste	0.23	0.45	0.09	0.11	0.06	0.06	0.03	0.03

Tabla 4.6. Análisis regional hidrológico para cuencas con escasa o nula información

Gastos en puentes o alcantarillas sobre la carretera federal No 199

No.	Puente ó alcantarilla	Corriente	Área de la cuenca (km ²)	Estación hidrométrica	CNA* (m ³ /s)	P r o y e c t o		
						Sitio (m ³ /s)	Regional (m ³ /s)	Recomendado (m ³ /s)
1	Malpaso	Coatán	426.0	Si	1303	1078		1303
2	Pumpuapa	Pumpuapa	23.2		161		176	176
3	Huehuetán	Huehuetán	198.0	Si	1010	1587		1587
4	Cuyamiapa	Cuyamiapa	18.5		137		141	141
5	Islamapa	Islamapa	63.7		405		440	440
6	Tepuzapa	Tepuzapa	61.2		399		434	434
7	Huixtla	Huixtla	377.0	Si	843	728		843
8	Maxixapa	Maxixapa	28.5		186		216	216
9	Despoblado	Despoblado	272.0	Si	878	676		878
10	Vado ancho	Vado ancho	201.9		728		732	732
11	Cintalapa	Cintalapa	236.0	Si	849	439		849
12	El Zapote	El Zapote	3.9		46		30	46
13	Doña María	Doña María	45.4		362		401	401
14	Cacaluta	Cacaluta	176.0	Si	546	600		600
15	Madre Vieja	Madre Vieja	16.5		127		125	127
16	Ulapa	Ulapa	12.2		103		92	103
17	Sesecapa	Sesecapa	37.8		228		385	385
18	Cuilapa	Cuilapa	34.3		140		377	377
19	Tablazón	Tablazón	8.7		36		66	66
20	Tablazón 1	Tablazón 1	43.0		176		396	396
21	San Nicolás	San Nicolás	126.0	Si	378	353		378
21-A	Tilapilla	Tilapilla	16.3		126		124	126
22	Novillero	Novillero	302.0	Si	861	564		861
23	Las Arenas	El Progreso	25.0		170		190	190
24	Bobos	Bobos	28.4		186		215	215
25	Margaritas	Margaritas	119.0	Si	831	729		831
26	Coapa	Coapa	114.0	Si	619	675		675
27	Pijijiapan	Pijijiapan	186.0	Si	1069	1425		1425
28	Urbina	Urbina	79.0		441		472	472
29	San Diego	San Diego	128.0	Si	632	619		632
30	El Porvenir	El Porvenir	13.8		112		105	112
31	San Isidro	La Flor	77.3		437		468	468
32	El Mosquito	El Mosquito	13.8		112		105	112
33	Los Patos	Los Patos	40.6		239		391	391
34	Chacalapia	Chacalapia	9.6		87		73	87
35	De Jesús	De Jesús	57.0	Si	343	190		343
36	Las Hermanas	Las Hermanas	17.1		130		130	130
37	Afluente Las Hermanas		4.7		52		35	52
38	El Pedregal	El Pedreral	72.1		425		457	457
39	Los Horcones	Lo Horcones	20.7		149		158	158
40	Los Amates	Los Amates	13.8		112		105	112
41	Ocuilapa	Ocuilapa	106.8		506		531	531
42	Quetzalapa	Quetzalapa	23.2		161		176	176
43	Tonalá	Zanatenco	157.0	Si	654	1078		1078
44	Tiltepec	Tiltepec	49.7		372		410	410
45	Los Limones	Los Limones	20.9		150		159	159
46	El Rosario	El Rosario	74.0		429		461	461
47	Lagartero	Lagartero	158.0		626		639	639

* Fuente: Comisión Nacional del Agua

Tabla 4.7. Estimación Regional de Eventos de Diseño para Tr = 100 años

4.3. ANÁLISIS DE LOS VOLÚMENES DE ESCURRIMIENTO ANUAL

Prácticamente en todos los cálculos hidrológicos, relativos a los estudios de abastecimiento de agua y de desarrollo agrícola, es necesario estimar la probabilidad de que el escurrimiento anual sea mayor o menor que un cierto valor crítico. Para ello, se procesan estadísticamente los volúmenes de escurrimiento anual, ajustándoles funciones de distribución de probabilidad. El procedimiento es similar al que se llevó a cabo en el capítulo anterior:

Para la zona en estudio se realizó lo siguiente:

1. Se recopiló información correspondiente a los volúmenes de escurrimiento anual de las 17 estaciones disponibles de la región en cuestión. Los datos empleados fueron tomados del disco compacto “Bandas” (IMTA, 1997). En la tabla 4.1 se presentan las características generales de estas estaciones.
2. A la información recabada se le realizó un análisis crítico que consiste en encontrar valores erróneos o dudosos (demasiado grandes o muy pequeños). Para el caso de los valores dudosos se procede a su verificación regional mediante la comparación de los valores que para tales fechas fueron registrados en estaciones cercanas, con lo cual se confirman, corrigen o rechazan. En la tabla 4.8 se presentan los valores finales.
3. A cada registro se le aplicaron las pruebas de independencia, homogeneidad y estacionariedad para la media, siguiendo los mismos procedimientos de la sección 3.2. Los resultados se muestran en la tabla 4.9.

Año	E S T A C I O N H I D R O M E T R I C A																
	Tonala	Jesus	San Diego	Pijillapan	Coapa	Margaritas	Novillero	San Nicolás	Cacaluta	Cintalapa	Despoblado	Huixtla	Huehuetán	Cacahuacán	Malpaeso	Talisman II	Suchiate II
1950														848.888			
1951														697.539			
1952														410.340			
1953														629.678			
1954														849.016			
1955														741.887			2889.414
1956														559.205			2434.985
1957														540.146			2035.845
1958														564.304			2298.886
1959														611.659			2963.947
1960														507.555			2833.271
1961														521.618			2517.593
1962	153.444													644.566			2760.886
1963	234.003			401.837				528.189						670.841			2672.415
1964	184.140			417.694				548.920						697.608			2859.027
1965	113.762	44.466	295.779	333.845	177.500	228.116	488.836	208.357	309.374	311.786	353.559	334.382	828.627	531.055	479.523	572.990	2127.514
1966	183.250	66.935	337.259	436.133	277.645	409.471	559.201	370.271	311.073	359.892	390.389	398.165	1002.458	665.521	582.961	687.742	2901.564
1967	166.376	41.882	231.141	191.090	162.179	204.777	357.011	236.977	218.396	214.838	255.319	256.650	951.132	481.518	435.805	585.171	2346.883
1968	108.342	61.261	275.044	301.209	286.708	320.520	372.846	278.242	317.011	297.080	385.261	330.088	1503.899	635.970	624.951	662.594	2825.152
1969	247.137	105.931	359.063	438.262	287.455	383.547	563.506	263.903	434.930	475.602	432.715	434.131	1394.967	748.510	697.594	896.946	3336.296
1970	208.342	86.925	359.949	429.642	296.855	374.703	844.336	254.495	360.391	425.984	413.043	459.649	927.481	606.745	574.631	712.077	3059.325
1971	160.440	97.746	323.832	382.282	255.598	308.472	682.876	191.452	309.960	380.886	360.635	385.161	884.264	542.133	509.081	653.148	2635.872
1972	63.981	30.483	256.414	215.849	156.861	183.509	410.264	104.509	212.488	427.131	219.407	274.579	659.378	509.608	401.183	578.863	2302.832
1973	181.119	97.864	387.845	580.796	301.115	303.404	1094.304	264.705	446.189	473.402	455.187	546.757	910.717	647.835	624.123	888.723	3424.448
1974	107.671	37.261	242.920	328.865	270.589	201.155	1063.942	191.901	329.915	329.338	354.186	373.312	736.320	595.745	485.119	983.631	2934.373
1975	58.349	32.650	274.753	424.284	229.546	213.402	639.016	161.663	287.412	202.362	227.365	465.811	727.456	595.025	444.451	498.516	2585.538
1976	41.029	23.904	202.797	348.425	159.558	133.316	539.771	88.366	232.226	174.206	195.004	338.890	679.207	495.794	367.281	440.285	2213.969
1977	23.710	15.159	130.842	272.567	160.656	119.536	592.418	82.104	177.040	146.050	134.088	211.097	614.826	396.564	293.628	401.357	1842.400
1978	208.650	146.721	156.278	246.751	289.709	203.793	714.235	204.408	194.125	312.564	289.287	372.332	871.206	477.732	369.123	535.449	2389.979
1979	195.937	200.542	177.536	200.536	222.984	178.089	612.487	163.257	321.561	258.415	320.192	533.566	993.806	558.865	524.943	723.249	2937.559
1980	263.941	153.568	291.534	383.484	281.434	209.686	832.651	147.898	386.231	444.663	263.138	475.910	855.408	488.800	510.324	602.530	2674.309
1981	355.598	106.595	370.146	785.531	244.016	271.703	952.977	270.867	423.412	665.663	471.396	704.058	1159.427	679.862	729.114	793.337	3408.734
1982	73.909	40.336	203.999	270.514	366.487	188.499	943.139	167.925	278.098	332.474	308.641	458.613	899.315	637.869	513.825	526.567	2665.823
1983	48.918	25.479	151.995	293.806	330.384	171.224	681.558	158.423	246.325	350.896	246.846	366.870	897.572	509.662	462.766	492.639	2236.449
1984	90.689	53.786	184.008	373.391	338.230	203.421	731.718	199.302	265.515	550.176	467.900	550.497	1098.401	546.068	612.795	761.584	2846.339
1985	95.999	45.392	216.021	452.976	901.751	177.231	608.320	164.915	221.424	426.950	445.820	439.214	996.451	582.474	546.208	576.535	2420.121
1986	53.024	36.998	182.972	409.619	209.727	155.718	484.922	149.564	268.633	368.469	245.591	371.751	785.695	465.513	442.536		2275.881
1987	143.067	22.904	104.259	220.965	200.201	167.009	427.551	109.535	175.394	309.988	153.459	323.562	678.716	348.552	349.867		2591.181
1988	261.830	113.440	188.189	589.980	199.884	217.660	417.063	227.613	478.323	396.911	380.125	519.173	666.519	425.332	702.812		2906.482
1989	136.608	107.450	194.887	481.310	139.304	219.097	608.889	363.865	420.037	489.614	392.237	473.451	832.039	550.389	715.449		2972.277
1990	52.262	145.485	132.926	372.640	191.474	179.866		397.305	298.244	242.435	245.431	311.808	855.057	808.718	526.499		2843.651
1991	211.948	183.520	211.948	285.649	216.508	162.115		169.355	170.829	168.854	187.273	191.522	612.952	526.612	337.889		2196.935
1992	214.786	110.625	214.786	328.690	230.414	189.416		242.827	279.866	235.541	251.900	287.839	834.143	554.336	498.077		1550.219
1993	201.874	37.730	123.352	261.888	253.579	332.823			287.730	328.061	302.999	359.426	790.523		399.815		
1994	107.397	15.542	107.136	148.487	145.095	120.728			194.009	420.580	208.719	294.503	898.811				

Tabla 4.8. Volúmenes de Escurrimiento Anual, en Mm³

Estadísticos	E s t a c i ó n H i d r o m é t r i c a								
	Tonalá	Jesus	San Diego	Pijjapan	Coapa	Margaritas	Novillero	San Nicolás	Cacaluta
Media	150.0	76.3	229.7	362.8	262.8	224.4	640.8	208.4	295.2
Varianza	6233	2705	6783	17055	17955	6077	41019	6521	7396
Desv. Estandar	79.0	52.0	82.4	130.6	134.0	78.0	202.5	80.8	86.0
Coef. Asimetría	0.38	0.81	0.38	1.10	3.92	0.99	0.78	0.68	0.48
Coef. Curtosis	3.20	3.18	2.58	5.88	22.84	3.59	3.47	3.76	2.90
Coef. Variación	0.53	0.68	0.35	0.35	0.51	0.34	0.31	0.38	0.29
<u>Pruebas</u>									
Independencia	si	si	si	si	si	si	si	si	si
Homogeneidad 1	no	no	no	si	si	no	no	no	no
Homogeneidad 2	si	si	no	si	si	si	si	si	si
Homogeneidad 3	si	si	no	si	si	no	si	si	si
Homogenea	si	si	no	si	si	no	si	si	si
Estacionareidad	si	si	no	si	si	no	si	si	si

Estadísticos	E s t a c i ó n H i d r o m é t r i c a								
	Cintalapa	Despoblado	Huixtla	Huehuetán	Cacahuacán	Malpaso	Talismán II	Suchiate II	
Media	350.7	311.9	394.8	884.9	583.9	509.0	646.4	2624.2	
Varianza	14216	6544	12550	41938	12935	14116	23876	169856	
Desv. Estandar	119.2	97.6	112.0	204.8	113.7	118.8	154.5	412.1	
Coef. Asimetría	0.40	0.03	0.54	1.36	0.44	0.23	0.58	-0.28	
Coef. Curtosis	3.80	2.32	4.12	6.07	3.51	2.79	3.48	3.59	
Coef. Variación	0.33	0.31	0.28	0.23	0.19	0.23	0.23	0.15	
<u>Pruebas</u>									
Independencia	si	si	si	si	si	si	si	si	
Homogeneidad 1	no	si	si	no	no	si	si	si	
Homogeneidad 2	si	si	si	si	no	si	no	si	
Homogeneidad 3	si	no	si	si	si	si	si	si	
Homogenea	si	si	si	si	no	si	si	si	
Estacionareidad	si	no	si	si	si	si	si	si	

Prueba de independencia mediante la construcción del correlograma de la serie (Prueba de Anderson)
Prueba de Homogeneidad 1 - Test de Helmer
Prueba de Homogeneidad 2 - Test del estadístico t de Student
Prueba de Homogeneidad 3 - Test de Cramer
Estacionareidad - Se probó mediante el Test por bloques de Cramer

Tabla 4.9. Características y Pruebas Estadísticas de los Volúmenes de Escurrimiento Anual

4. A cada uno de los registros disponibles de escurrimiento anual se le ajustaron diferentes distribuciones de probabilidad con el objetivo de determinar cual de ellas describía mejor el comportamiento poblacional y con esto poder estimar eventos de diseño para diferentes períodos de retorno. Las distribuciones de probabilidad univariada empleadas fueron: Normal (Nor), Lognormal con dos y tres parámetros (Ln2, Ln3), Gamma con dos y tres parámetros (Gam2, Gam3), LogPearson tipo III (Lp3), Valores extremos tipo I (Gumbel), General de Valores Extremos (GVE), Gumbel de dos poblaciones (Gumix), Valores Extremos de dos Componentes (TCEV). Los métodos de estimación de parámetros aplicados fueron los de Momentos (M) y el de Máxima Verosimilitud (MV), (NERC, 1975; Rossi et al, 1984; Kite, 1988). En la tabla 4.10 se muestran los eventos de diseño para el mejor ajuste de acuerdo con el criterio del error estándar de ajuste (Kite, 1988).

Una herramienta eficaz en la operación de los recursos hidráulicos es el pronóstico de los escurrimientos anuales que pueden ocurrir en un año determinado. Nuevamente, los modelos estocásticos autorregresivos AR(p) (Salas, 1988), permiten obtener estos valores anuales. Para este propósito, se puede utilizar la ecuación (3.20).

Los parámetros autorregresivos se obtienen por la técnica de momentos (Salas, 1988) como función directa del coeficiente de autocorrelación serial, ecuación (3.1).

En la tabla 4.11 se presentan los valores de estos parámetros para los modelos AR(1) y AR(2). Cabe mencionar que se recomienda utilizar como pronóstico aquel modelo que proporcione el menor valor del llamado criterio de información de Akaike: AIC(1) ó AIC(2).

Tr(años)	E s t a c i ó n H i d r o m é t r i c a								
	Tonalá	Jesús	San Diego	Pijijapan	Coapa	Margaritas	Novillero	San Nicolás	Cacaluta
2	153.984	56.317	223.605	339.023	207.290	200.764	595.044	193.442	283.334
5	217.101	123.761	297.804	459.347	291.327	305.810	791.342	271.021	362.477
10	247.557	145.655	339.826	540.782	386.422	347.226	924.170	323.319	412.341
20	275.329	165.031	375.530	620.178	500.544	375.302	1051.164	374.020	458.637
50	310.494	189.298	415.876	725.304	674.748	408.186	1214.183	440.631	516.971
100	336.602	207.237	442.296	806.263	821.489	431.943	1335.381	491.496	559.917
500	396.664	248.420	492.871	1002.407	1204.130	485.978	1613.409	613.120	658.066
1000	422.444	266.080	510.804	1091.295	1384.858	509.101	1732.510	667.492	700.204
5000	482.254	307.050	545.303	1309.908	1836.993	562.770	2008.982	799.316	798.764
10000	508.006	324.686	557.560	1409.856	2044.618	585.908	2128.301	858.721	841.676
Error Estandar de Ajuste	12.8	8.8	13.1	27.3	71.1	12.1	32.4	13.8	14.3
Distribución Elegida	Gumix-MV	Gumix-MV	GVE-M	Lp3-M	Gam3-M	Gumix-MV	Gam3-MV	Ln2-M	Ln2-M

Tr(años)	E s t a c i ó n H i d r o m é t r i c a								
	Cintalapa	Despoblado	Huixtla	Huehuetán	Cacahuacán	Malpaso	Talismán II	Suchiate II	
2	332.096	305.670	377.557	840.054	573.201	495.482	621.007	2644.520	
5	450.054	406.353	487.016	1031.094	675.625	605.846	762.453	2990.595	
10	528.153	438.912	559.487	1160.620	736.315	673.065	856.103	3150.558	
20	603.067	468.645	629.003	1284.584	790.507	734.147	945.934	3266.828	
50	700.035	507.874	718.985	1443.851	856.265	809.525	1062.210	3377.295	
100	772.700	538.812	786.413	1562.339	903.105	864.017	1149.344	3438.041	
500	940.616	618.062	942.230	1834.347	1005.896	985.791	1350.695	3529.974	
1000	1012.805	655.888	1009.218	1950.939	1048.438	1037.027	1437.259	3555.241	
5000	1180.345	750.762	1164.685	2221.713	1144.728	1154.692	1638.158	3593.704	
10000	1252.487	793.596	1231.630	2338.619	1185.443	1205.124	1724.666	3604.301	
Error Estandar de Ajuste	19.6	11.1	17.9	50	14.9	18.6	24.3	72.2	
Distribución Elegida	Gumbel-MV	Gumix-MV	Gumbel-MV	Gam3-MV	Ln2-M	Ln2-M	Gumbel-MV	GVE-M	

DISTRIBUCIONES EMPLEADAS

Normal (Nor)
Lognormal con dos parámetros (Ln2)
Lognormal con tres parámetros (Ln3)
Gamma con dos parámetros (Gam2)
Gamma con tres parámetros (Gam3)
LogPearson tipo III (Lp3)
Valores extremos Tipo I (Gumbel)
General de Valores Extremos (GVE)
Gumbel para dos Poblaciones (Gumix)
Valores extremos de dos componentes (TCEV)

TÉCNICAS DE ESTIMACIÓN DE PARÁMETROS

M : Momentos
MV : Máxima Verosimilitud

Tabla 4.10. Eventos de Diseño para diferentes Períodos de Retorno de los Volúmenes de Escurrimiento Anual, en Mm³

Estación	Ymed	M O D E L O A R (1)				
		$\phi 1 (i)$	$\phi 1$	$\phi 1 (s)$	Var.Res.	AIC(1)
Tonalá	4.841	-0.015	0.313	0.642	0.382	-29.739
Jesús	4.090	0.088	0.418	0.749	0.463	-21.043
San Diego	5.371	0.268	0.567	0.867	0.097	-67.746
Pijijiapan	5.833	-0.353	-0.001	0.350	0.130	-63.274
Coapa	5.498	-0.227	0.133	0.493	0.125	-60.370
Margaritas	5.360	-0.494	0.298	0.645	0.100	-66.894
Novillero	6.416	0.111	0.453	0.796	0.077	-67.000
San Nicolás	5.264	-0.013	0.340	0.695	0.147	-51.643
Cacaluta	5.646	-0.176	0.181	0.538	0.085	-71.688
Cintalapa	5.799	0.157	0.477	0.797	0.105	-65.469
Despoblado	5.690	-0.152	0.203	0.560	0.113	-63.255
Huixtla	5.938	-0.080	0.270	0.620	0.081	-73.369
Huehuetán	6.762	0.155	0.475	0.795	0.036	-97.089
Cahuacán	6.351	0.006	0.295	0.584	0.035	-141.344
Malpaso	6.205	-0.098	0.259	0.617	0.055	-82.025
Talismán II	6.444	-0.167	0.255	0.679	0.054	-59.052
Suchiate II	7.859	-0.067	0.244	0.557	0.026	-135.729

Estación	Ymed	M O D E L O A R (2)						Var.Res.	AIC(2)
		$\phi 1 (i)$	$\phi 1$	$\phi 1 (s)$	$\phi 2 (i)$	$\phi 2$	$\phi 2 (s)$		
Tonalá	4.841	0.047	0.384	0.720	-0.097	0.238	0.575	0.566	-14.746
Jesús	4.090	0.166	0.514	0.862	-0.052	0.295	0.642	0.693	-6.960
San Diego	5.371	0.304	0.644	0.983	0.022	0.362	0.701	0.145	-53.929
Pijijiapan	5.833	-0.354	-0.002	0.349	-0.353	-0.001	0.350	0.133	-60.335
Coapa	5.498	-0.240	0.121	0.482	-0.243	0.117	0.478	0.162	-50.572
Margaritas	5.360	-0.133	0.221	0.575	-0.124	0.229	0.583	0.163	-50.241
Novillero	6.416	0.185	0.550	0.915	-0.053	0.312	0.677	0.116	-54.090
San Nicolás	5.264	-0.003	0.361	0.726	-0.110	0.254	0.618	0.233	-36.668
Cacaluta	5.646	-0.133	0.226	0.586	-0.206	0.153	0.512	0.115	-60.700
Cintalapa	5.799	0.261	0.606	0.951	-0.021	0.323	0.667	0.146	-53.696
Despoblado	5.690	-0.097	0.261	0.620	-0.189	0.169	0.528	0.156	-51.728
Huixtla	5.938	-0.044	0.310	0.660	-0.142	0.212	0.568	0.119	-59.662
Huehuetán	6.762	0.116	0.461	0.806	-0.022	0.322	0.666	0.065	-77.731
Cahuacán	6.351	0.096	0.390	0.685	-0.066	0.228	0.522	0.051	-124.240
Malpaso	6.205	-0.056	0.305	0.668	-0.156	0.206	0.568	0.080	-69.060
Talismán II	6.444	-0.106	0.322	0.751	-0.225	0.203	0.632	0.079	-49.174
Suchiate II	7.859	0.001	0.316	0.632	-0.119	0.196	0.512	0.037	-120.897

Ymed : Media de la serie normalizada
Var. Res. : Varianza de los residuales del modelo autorregresivo
 $\phi 1$, $\phi 2$: Parámetros autoregresivos para los modelos AR(1) y AR(2)
(i), (s) : Límites inferior y superior de los parámetros autorregresivos
AIC(1), AIC(2) : Criterio de información de Akaike para los modelos AR(1) y AR(2)

Tabla 4.11. Parámetros de los Modelos Autorregresivos AR(1) y AR(2) Para las Series de Volumen de Escorrimento Anual

4.4. VARIACIONES EN EL TIEMPO DEL PROCESO LLUVIA – ESCURRIMIENTO

Varias características estadísticas de las series cronológicas de escurrimientos anuales, como la media, desviación estándar y correlación serial, son afectadas cuando la serie presenta tendencia en la media o en la varianza, o cuando ocurren saltos negativos o positivos; tales anomalías son producidas por la pérdida de homogeneidad y la inconsistencia.

En general la falta de homogeneidad de los datos es común en las series cronológicas de escurrimiento, ya que es inducida por las actividades humanas o producidas por procesos naturales súbitos, como incendios forestales, terremotos, deslizamientos de laderas y erupciones volcánicas.

Comúnmente las actividades humanas como: deforestación, apertura de nuevas áreas al cultivo, rectificaciones de cauces, construcción de embalses y reforestación, originan tendencia en la media o en la varianza, en contraste con los procesos naturales repentinos, que pueden dar lugar a saltos en la serie.

Debido a que es evidente que en la costa de Chiapas han ocurrido todos estos procesos, es importante determinar en que medida han afectado o afectarán el proceso lluvia- escurrimiento.

En las tablas 4.12 a 4.14 se muestran los usos de suelo y vegetación para las diferentes cuencas en las que se dividió la zona en estudio, figura 4.3. Cabe mencionar que esta información fue obtenida mediante la interpretación de las imágenes de satélite para los años 1974, 1986 y 1990. Como puede observarse en estas tablas, existe en la mayoría de las cuencas un cambio sustancial en los usos del suelo y coberturas vegetales. De 1974 a 1986 el número de hectáreas dedicadas al cultivo o utilizadas como pastizales se incrementó en un 100%. Este mismo incremento se presenta en el período 1986-1990, es decir, en tan solo cuatro años. En contraposición, el número de hectáreas con cubiertas forestales conservados y fragmentados se redujeron de tal forma, que para la imagen de 1990 solo se observan zonas con cubiertas forestales fragmentadas con densidades entre el 25% y 50%.

No	Cuencas Hidrográficas	Clase 4	Clase 5	Clase 6	Clases 4-5-6	Clases 5-6	% del total	% del total	% del total	% del total
		Cubierta agrícola y/o de pastizal (ha)	Cubierta forestal conservada (ha)	Cubierta forestal perturbada o fragmentada (ha)	Superficie total por cuenca (ha)	Cubierta forestal conservada y perturbada (ha)	Cubierta agrícola y/o de pastizal	Cubierta forestal conservada	Cubierta forestal perturbada o fragmentada	Cubierta forestal conservada y perturbada
1	Zanatenco	5058.943	9723.089	841.557	15623.589	10564.646	32.38	62.23	5.39	67.62
2	Ocuilapa	3298.782	5927.778	1088.724	10315.284	7016.502	31.98	57.47	10.55	68.02
3	Los Horcones	619.021	1421.072	14.890	2054.983	1435.962	30.12	69.15	0.72	69.88
4	El Pedregal	2246.999	4245.079	360.137	6852.215	4605.216	32.79	61.95	5.26	67.21
5	Arroyo Jesús	387.573	4661.831	12.356	5061.760	4674.187	7.66	92.10	0.24	92.34
6	Los Patos	102.938	1894.032	0.000	1996.970	1894.032	5.15	94.85	0.00	94.85
7	La Flor	1173.072	5317.225	68.559	6558.856	5385.784	17.89	81.07	1.05	82.11
8	San Diego	852.793	4685.173	39.520	5577.486	4724.693	15.29	84.00	0.71	84.71
9	Río Frio	1861.487	3359.186	143.302	5363.975	3502.488	34.70	62.62	2.67	65.30
10	Urbina	1979.020	5677.854	79.665	7736.539	5757.519	25.58	73.39	1.03	74.42
11	Pijijapan	3396.545	17062.701	27.354	20486.600	17090.055	16.58	83.29	0.13	83.42
12	Coapa	1716.177	9410.274	56.345	11182.796	9466.619	15.35	84.15	0.50	84.65
13	Margaritas	1141.831	10580.776	209.378	11931.985	10790.154	9.57	88.68	1.75	90.43
14	Arroyo Bobos	211.794	2604.339	0.000	2816.133	2604.339	7.52	92.48	0.00	92.48
15	Novillero	778.479	25278.048	764.745	26821.272	26042.793	2.90	94.25	2.85	97.10
16	San Nicolás	1081.210	8705.780	1993.952	11780.942	10699.732	9.18	73.90	16.93	90.82
17	Cuilapa	459.717	1702.292	2287.859	4449.868	3990.151	10.33	38.25	51.41	89.67
18	Sesecapa	237.285	1552.642	1834.675	3624.602	3387.317	6.55	42.84	50.62	93.45
19	Ulapa	59.778	537.340	582.970	1180.088	1120.310	5.07	45.53	49.40	94.93
20	Cacaluta	70.551	6928.610	8249.721	15248.882	15178.331	0.46	45.44	54.10	99.54
21	Cintalapa	2927.354	12924.303	6633.721	22485.378	19558.024	13.02	57.48	29.50	86.98
22	Jalapa	1679.602	969.207	1912.386	4561.195	2881.593	36.82	21.25	41.93	63.18
23	Vado Ancho	1254.680	8228.414	6634.170	16117.264	14862.584	7.78	51.05	41.16	92.22
24	Despoblado	1560.006	13851.080	7814.757	23225.843	21665.837	6.72	59.64	33.65	93.28
25	Maxixapa	121.263	1869.979	642.824	2634.066	2512.803	4.60	70.99	24.40	95.40
26	Huixtla	4836.710	22749.367	6824.865	34410.942	29574.232	14.06	66.11	19.83	85.94
27	Tuzantán	668.801	1941.443	43.859	2654.103	1985.302	25.20	73.15	1.65	74.80
28	Tepuzapa	189.424	3625.019	0.000	3814.443	3625.019	4.97	95.03	0.00	95.03
29	Islamapa	456.746	5503.954	110.446	6071.146	5614.400	7.52	90.66	1.82	92.48
30	Galeana	74.239	902.970	463.958	1441.167	1366.928	5.15	62.66	32.19	94.85
31	Cuyamiapa	246.478	1207.460	294.607	1748.545	1502.067	14.10	69.06	16.85	85.90
32	Cuilco	583.034	17946.575	238.217	18767.826	18184.792	3.11	95.62	1.27	96.89
33	Mejapa	2472.011	9538.482	649.391	12659.884	10187.873	19.53	75.34	5.13	80.47
34	Coatán	6793.181	13434.462	397.542	20625.185	13832.004	32.94	65.14	1.93	67.06
35	Cahuacán	2545.764	12482.756	233.669	15262.189	12716.425	16.68	81.79	1.53	83.32
36	Suchiate	233.497	9114.406	0.000	9347.903	9114.406	2.50	97.50	0.00	97.50
37	Arroyo Negro	2473.821	3166.120	25129.547	30769.488	28295.667	8.04	10.29	81.67	91.96
Superficie total por clase		55850.606	270731.118	76679.668	403261.392	347410.786				

Tabla 4.12. Usos del Suelo y Vegetación en 1974

No	Cuencas Hidrográficas	Clase 4 Cubierta agrícola y/o de pastizal (ha)	Clase 5 Cubierta forestal conservada (ha)	Clase 6 Cubierta forestal perturbada o fragmentada (ha)	Clases 4-5-6 Superficie total por cuenca (ha)	Clases 5-6 Cubierta forestal conservada y perturbada (ha)	% del total Cubierta agrícola y/o de pastizal	% del total Cubierta forestal conservada	% del total Cubierta forestal perturbada o fragmentada	% del total Cubierta forestal conservada y perturbada
1	Zanatenco	6637.893	932.825	8053.098	15623.816	8985.923	42.29	5.97	51.54	57.51
2	Ocuilapa	4585.575	1341.148	4388.482	10315.205	5729.630	44.45	13.00	42.54	55.55
3	Los Horcones	770.226	109.514	1175.480	2055.220	1284.994	37.48	5.33	57.19	62.52
4	El Pedregal	2687.238	2817.181	1347.734	6852.153	4164.915	39.22	41.11	19.67	60.78
5	Arroyo Jesús	483.495	3313.614	1291.674	5088.783	4605.288	9.50	65.12	25.38	90.50
6	Los Patos	103.591	989.531	904.165	1997.287	1893.696	5.19	49.54	45.27	94.81
7	La Flor	1895.716	1841.054	2822.484	6559.254	4663.538	28.90	28.07	43.03	71.10
8	San Diego	1202.251	1338.598	3036.325	5577.174	4374.923	21.56	24.00	54.44	78.44
9	Río Frio	1853.328	695.150	2815.643	5364.121	3510.793	34.55	12.96	52.49	65.45
10	Urbina	2822.250	1447.194	3466.845	7736.289	4914.039	36.48	18.71	44.81	63.52
11	Pijijiapan	4906.955	6410.058	9170.112	20487.125	15580.170	23.95	31.29	44.76	76.05
12	Coapa	3378.569	3718.064	4085.960	11182.593	7804.024	30.21	33.25	36.54	69.79
13	Margaritas	2299.265	2726.207	6905.891	11931.363	9632.098	19.27	22.85	57.88	80.73
14	Arroyo Bobos	639.108	0.000	2177.437	2816.545	2177.437	22.69	0.00	77.31	77.31
15	Novillero	1681.057	10401.580	14739.156	26821.793	25140.736	6.27	38.78	54.95	93.73
16	San Nicolás	2178.056	2299.514	7302.851	11780.421	9602.365	18.49	19.52	61.99	81.51
17	Cuilapa	977.637	0.000	3472.679	4450.316	3472.679	21.97	0.00	78.03	78.03
18	Sesecapa	259.141	0.000	3365.455	3624.596	3365.455	7.15	0.00	92.85	92.85
19	Ulapa	165.937	0.000	1014.123	1180.060	1014.123	14.06	0.00	85.94	85.94
20	Cacaluta	122.121	11.716	15114.789	15248.626	15126.505	0.80	0.08	99.12	99.20
21	Cintalapa	4789.287	1771.978	15924.390	22485.655	17696.368	21.30	7.88	70.82	78.70
22	Jalapa	2025.326	0.000	2536.233	4561.559	2536.233	44.40	0.00	55.60	55.60
23	Vado Ancho	2942.382	122.424	13052.139	16116.945	13174.563	18.26	0.76	80.98	81.74
24	Despoblado	2209.095	3839.040	17177.872	23226.007	21016.912	9.51	16.53	73.96	90.49
25	Maxixapa	761.611	1619.108	253.134	2633.853	1872.242	28.92	61.47	9.61	71.08
26	Huixtla	8385.476	1321.358	24703.790	34410.624	26025.148	24.37	3.84	71.79	75.63
27	Tuzantán	896.649	0.000	1757.417	2654.066	1757.417	33.78	0.00	66.22	66.22
28	Tepuzapa	190.133	0.000	3624.307	3814.440	3624.307	4.98	0.00	95.02	95.02
29	Islamapa	596.826	0.000	5474.310	6071.136	5474.310	9.83	0.00	90.17	90.17
30	Galeana	495.809	0.000	945.665	1441.474	945.665	34.40	0.00	65.60	65.60
31	Cuyamiapa	364.714	0.000	1383.525	1748.239	1383.525	20.86	0.00	79.14	79.14
32	Cuilco	981.443	6191.072	11595.008	18767.523	17786.080	5.23	32.99	61.78	94.77
33	Mejapa	2955.504	0.000	9704.501	12660.005	9704.501	23.35	0.00	76.65	76.65
34	Coatán	9658.364	4181.221	6785.479	20625.064	10966.700	46.83	20.27	32.90	53.17
35	Cahuacán	5550.588	1014.885	8696.794	15262.267	9711.679	36.37	6.65	56.98	63.63
36	Suchiate	440.227	1118.160	7779.017	9337.404	8897.177	4.71	11.98	83.31	95.29
37	Arroyo Negro	3984.852	154.889	26630.385	30770.126	26785.274	12.95	0.50	86.55	87.05
Superficie total por clase		86877.695	61727.083	254674.349	403279.127	316401.432				

Tabla 4.13. Usos del Suelo y Vegetación en 1986

No	Cuencas Hidrográficas	Clase 4	Clase 5	Clase 6	Clases 4-5-6	Clases 5-6	% del total	% del total	% del total	% del total
		Cubierta agrícola y/o de pastizal (ha)	Cubierta forestal conservada (ha)	Cubierta forestal perturbada o fragmentada (ha)	Superficie total por cuenca (ha)	Cubierta forestal conservada y perturbada (ha)	Cubierta agrícola y/o de pastizal	Cubierta forestal conservada	Cubierta forestal perturbada o fragmentada	Cubierta forestal conservada y perturbada
1	Zanatenco	10319.297	0	5304.298	15623.595	5304.298	66.05	0	33.95	33.95
2	Ocuilapa	5464.909	0	4850.425	10315.334	4850.425	52.98	0	47.02	47.02
3	Los Horcones	1076.655	0	978.409	2055.064	978.409	52.39	0	47.61	47.61
4	El Pedregal	3439.613	0	3412.829	6852.442	3412.829	50.20	0	49.80	49.80
5	Arroyo Jesús	2266.906	0	2821.886	5088.792	2821.886	44.55	0	55.45	55.45
6	Los Patos	997.673	0	999.393	1997.066	999.393	49.96	0	50.04	50.04
7	La Flor	3189.898	0	3369.081	6558.979	3369.081	48.63	0	51.37	51.37
8	San Diego	1807.228	0	3770.103	5577.331	3770.103	32.40	0	67.60	67.60
9	Río Frio	2147.281	0	3216.685	5363.966	3216.685	40.03	0	59.97	59.97
10	Urbina	3780.483	0	3956.277	7736.760	3956.277	48.86	0	51.14	51.14
11	Plijijapan	9745.993	0	10741.276	20487.269	10741.276	47.57	0	52.43	52.43
12	Coapa	5402.937	0	5779.909	11182.846	5779.909	48.31	0	51.69	51.69
13	Margaritas	4152.289	0	7779.486	11931.775	7779.486	34.80	0	65.20	65.20
14	Arroyo Bobos	965.111	0	1850.815	2815.926	1850.815	34.27	0	65.73	65.73
15	Novillero	6658.269	0	20162.754	26821.023	20162.754	24.82	0	75.18	75.18
16	San Nicolás	3892.664	0	7887.779	11780.443	7887.779	33.04	0	66.96	66.96
17	Cuilapa	2046.030	0	2404.371	4450.401	2404.371	45.97	0	54.03	54.03
18	Sesecapa	1210.034	0	2414.552	3624.586	2414.552	33.38	0	66.62	66.62
19	Ulapa	498.466	0	681.656	1180.122	681.656	42.24	0	57.76	57.76
20	Cacaluta	1846.813	0	13401.658	15248.471	13401.658	12.11	0	87.89	87.89
21	Cintalapa	10238.889	0	12246.620	22485.509	12246.620	45.54	0	54.46	54.46
22	Jalapa	2487.666	0	2073.798	4561.464	2073.798	54.54	0	45.46	45.46
23	Vado Ancho	3964.971	0	12151.957	16116.928	12151.957	24.60	0	75.40	75.40
24	Despoblado	10156.488	0	13069.786	23226.274	13069.786	43.73	0	56.27	56.27
25	Maxxapa	1121.213	0	1512.458	2633.671	1512.458	42.57	0	57.43	57.43
26	Huixtla	23023.314	0	11387.478	34410.792	11387.478	66.91	0	33.09	33.09
27	Tuzantán	1820.321	0	833.803	2654.124	833.803	68.58	0	31.42	31.42
28	Tepuzapa	1223.408	0	2590.694	3814.102	2590.694	32.08	0	67.92	67.92
29	Islamapa	2000.882	0	4070.695	6071.577	4070.695	32.95	0	67.05	67.05
30	Galeana	626.115	0	815.138	1441.253	815.138	43.44	0	56.56	56.56
31	Cuyamiapa	810.625	0	937.655	1748.280	937.655	46.37	0	53.63	53.63
32	Cuilco	6555.790	0	12212.146	18767.936	12212.146	34.93	0	65.07	65.07
33	Mejapa	7198.325	0	5461.694	12660.019	5461.694	56.86	0	43.14	43.14
34	Coatán	12911.962	0	7713.753	20625.715	7713.753	62.60	0	37.40	37.40
35	Cahuacán	7686.611	0	7575.577	15262.188	7575.577	50.36	0	49.64	49.64
36	Suchiate	3186.956	0	6151.216	9338.172	6151.216	34.13	0	65.87	65.87
37	Arroyo Negro	7631.608	0	23138.078	30769.686	23138.078	24.80	0	75.20	75.20
Superficie total por clase		173553.693	0	229726.188	403279.881	229726.188				

Tabla 4.14. Usos del Suelo y Vegetación en 1990

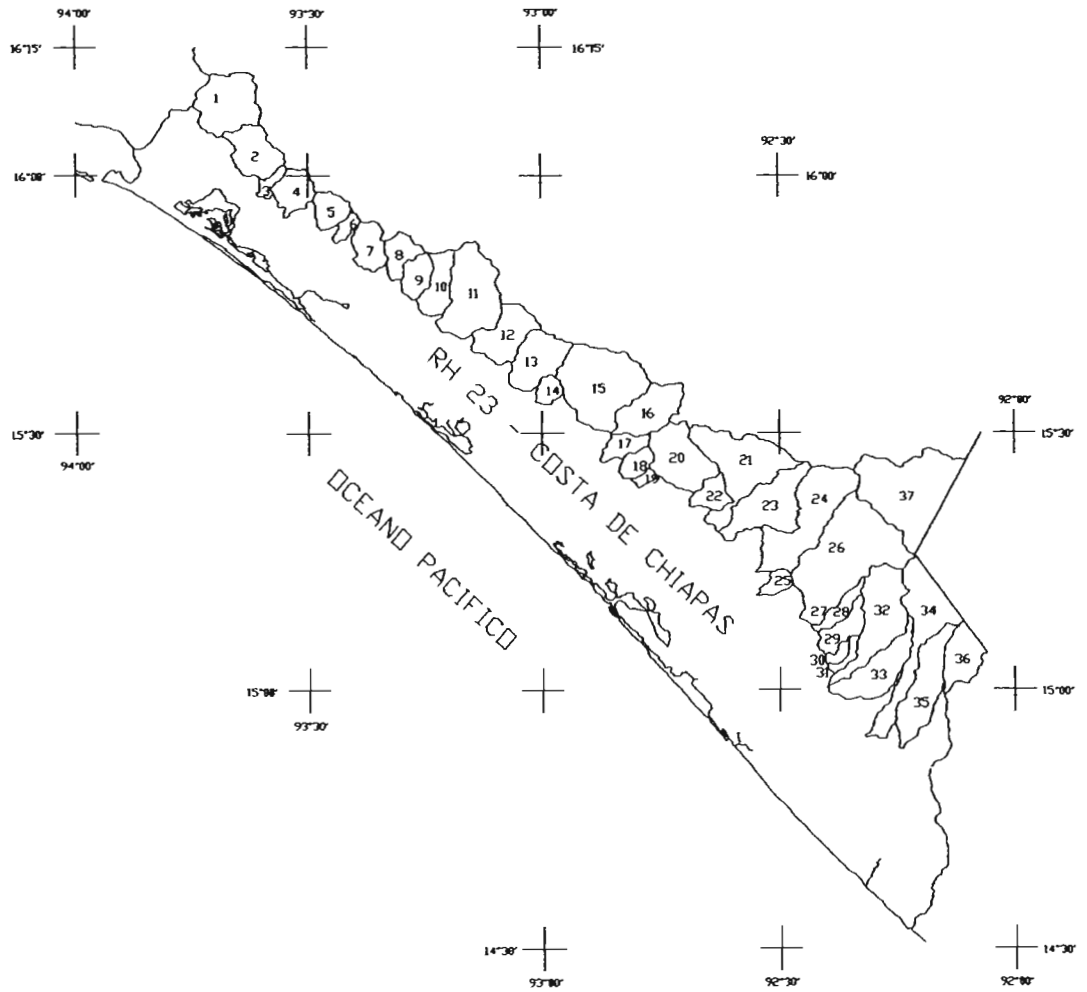


Figura 4.3. Cuencas Hidrográficas

- | | | |
|-----------------|-----------------|---------------|
| 1. Zanatenco | 14. A. Bobos | 27. Tuzantán |
| 2. Ocuilapa | 15. Novillero | 28. Tepuzapa |
| 3. Los Horcones | 16. San Nicolás | 29. Islamapa |
| 4. El Pedregal | 17. Cuilapa | 30. Galeana |
| 5. A. Jesús | 18. Sescapa | 31. Cuyamiapa |
| 6. Los Patos | 19. Ulapa | 32. Cuilco |
| 7. La Flor | 20. Cacaluta | 33. Mejapa |
| 8. San Diego | 21. Cintalapa | 34. Coatán |
| 9. Río Frio | 22. Jalapa | 35. Cahuacán |
| 10. Urbina | 23. Vado Ancho | 36. Suchiate |
| 11. Pijijiapan | 24. Despoblado | 37. A. Negro |
| 12. Coapa | 25. Maxixapa | |
| 13. Margaritas | 26. Huixtla | |

En el Anexo D, se presentan las figuras D1 a D21, donde se hace una comparación entre la altura de precipitación anual y el volumen de escurrimiento anual. Debido a la escasez de información de la precipitación en la zona, solo es posible realizar la comparación del proceso lluvia- escurrimiento hasta el año 1983. En este período de tiempo se observa que si existe una tendencia en la media del escurrimiento anual de las estaciones Novillero y Huixtla, ver figuras D13 y D18, sin embargo, considerando el registro completo y de acuerdo con las pruebas estadísticas realizadas, ver tabla 4.9, se considera que en estas cuencas no ha existido modificación en los patrones de escurrimiento anual. Cabe mencionar que en las cuencas donde no se cuenta con aforos, ver figuras D2, D3, D5, D6, D7 y D8, los volúmenes de escurrimiento anual fueron generados utilizando las siguientes expresiones:

$$C = K \left(\frac{P - 250}{2000} \right) + \left(\frac{K - 0.15}{1.5} \right)$$

$$V' = C * P$$

$$Vol\ esc\ anual = V' \cdot \acute{A}rea$$

Donde:

C = Coeficiente de escurrimiento anual

P = Precipitación Anual en mm

K = Parámetro que depende del tipo y uso del suelo de acuerdo con la clasificación del U.S. Soil Conservation Service. En este caso se consideraron los valores:

$K = 0.30$ para suelos agrícolas y pastizales

$K = 0.26$ cubierta forestal conservada

$K = 0.31$ cubierta forestal fragmentada

V' = Lámina de escurrimiento en m

$\acute{A}rea$ = Área de la cuenca en m^2

En las figuras que incluye el anexo E, se muestra gráficamente el comportamiento de los gastos máximos de las 17 cuencas aforadas; y de acuerdo con las pruebas estadísticas realizadas a estas series (tabla 4.4), existe una tendencia en la media, de forma que con el tiempo estos gastos máximos son cada vez más pequeños. Sin embargo, para 1998 los eventos produjeron los mayores daños de que se tenga noticia, aún y cuando estos gastos son del orden de algunos de los registrados. Como se ve, el hecho de que las cuencas hayan sufrido un proceso de degradación paulatino ha favorecido que la respuesta de cada una de ellas a un evento, que en teoría no es tan “extraordinario”, sea de consecuencias importantes. El factor que si fue de consecuencias en la Costa de Chiapas fue la ocurrencia simultanea de estos gastos máximos.

En la tabla 4.15 se presenta la variación de los usos del suelo y vegetación con referencia al proceso lluvia-escurrimiento en las cuencas donde las series no pasaron las pruebas de homogeneidad. En las figuras 4.4 a la 4.13, se muestra la variación en el tiempo de los porcentajes de usos del suelo y vegetación con referencia a los gastos máximos registrados ó los volúmenes de escurrimiento anual. En general se puede decir que los efectos del cambio de uso de suelo se empezaron a sentir a partir del año de 1980. En la mayoría de los casos este efecto se presenta cuando existe menos del 45% de la superficie de la cuenca con cubierta forestal conservada.

Estación	Año	Usos del Suelo y Vegetación (%)			Media de la muestra	Hp anual (mm)	Hpmax24h (mm)	Vol. esc. anual (Mm ³)	Qmax (m ³ /s)
		Cubierta agrícola y/o pastizal	Cubierta forestal conservada	Cubierta forestal fragmentada					
San Diego	1974	25.58	73.39	1.03	Total	2155	125	229	206
	1986	36.48	18.71	44.81	Con 60% de los últimos años	2081	119	191	181
	1990	48.86	0.00	51.14	Con 30% de los últimos años	2038	117	167	133
					Estacionario en la media	si	si	no	no
Coapa	1974	15.35	84.15	0.50	Total	2155	125	262	181
	1986	30.21	33.25	36.54	Con 60% de los últimos años	2081	119	270	140
	1990	48.31	0.00	51.69	Con 30% de los últimos años	2038	117	278	92
					Estacionario en la media	si	si	si	no
Margaritas	1974	9.57	88.68	1.75	Total	2482	115	224	234
	1986	19.27	22.85	57.88	Con 60% de los últimos años	2425	121	190	190
	1990	34.80	0.00	65.20	Con 30% de los últimos años	2466	131	192	176
					Estacionario en la media	si	si	no	no
Novillero	1974	2.90	94.25	2.85	Total	2354	90	640	215
	1986	6.27	38.78	54.95	Con 60% de los últimos años	2314	91	686	212
	1990	24.82	0.00	75.18	Con 30% de los últimos años	2067	87	650	193
					Estacionario en la media	no	si	si	si
Cacaluta	1974	0.46	45.44	54.10	Total	3212	119	295	188
	1986	0.80	0.08	99.12	Con 60% de los últimos años	3185	112	280	160
	1990	12.11	0.00	87.89	Con 30% de los últimos años	3068	110	279	151
					Estacionario en la media	si	no	si	no
Cintalapa	1974	13.02	57.48	29.50	Total	3212	119	350	184
	1986	21.30	7.88	70.82	Con 60% de los últimos años	3185	112	341	166
	1990	45.54	0.00	54.46	Con 30% de los últimos años	3068	110	338	161
					Estacionario en la media	si	no	si	no
Despoblado	1974	6.72	59.64	33.65	Total	3078	111	312	300
	1986	9.51	16.53	73.96	Con 60% de los últimos años	3054	110	286	283
	1990	43.73	0.00	56.27	Con 30% de los últimos años	2908	119	281	245
					Estacionario en la media	si	si	no	no
Huixtla	1974	14.06	66.11	19.83	Total	3143	88	394	293
	1986	24.37	3.84	71.79	Con 60% de los últimos años	3106	87	402	273
	1990	66.91	0.00	33.09	Con 30% de los últimos años	2916	87	357	229
					Estacionario en la media	si	si	si	no

Tabla 4.15. Variación del Proceso Lluvia-Escorrimento, en Cuencas que Presentaron No Homogeneidad

Año	USOS DEL SUELO Y VEGETACIÓN			Qmax (m ³ /s)
	Cubierto agrícola y/o pastizal (%)	Cubierto forestal conservada (%)	Cubierto forestal fragmentada (%)	
1974	25.58	73.39	1.03	385
1975	26.49	68.83	4.68	251
1976	27.4	64.28	8.33	129
1977	28.31	59.72	11.98	179
1978	29.21	55.16	15.62	160
1979	30.12	50.61	19.27	316
1980	31.03	46.05	22.92	203
1981	31.94	41.49	26.57	265
1982	32.85	36.94	30.22	234
1983	33.76	32.38	33.87	172
1984	34.66	27.82	37.51	203
1985	35.57	23.27	41.16	154
1986	36.48	18.71	44.81	152
1987	39.58	14.03	46.39	137
1988	42.67	9.36	47.98	159
1989	45.77	4.68	49.56	215
1990	48.86	0	51.14	29
1991	51.96	0	48.05	80
1992	55.05	0	44.95	89
1993	58.15	0	41.86	33
1994	61.24	0	38.76	19
1995	64.34	0	35.67	68
1996	67.43	0	32.57	106
1997	70.53	0	29.48	106
1998	73.62	0	26.38	516

Estación San Diego

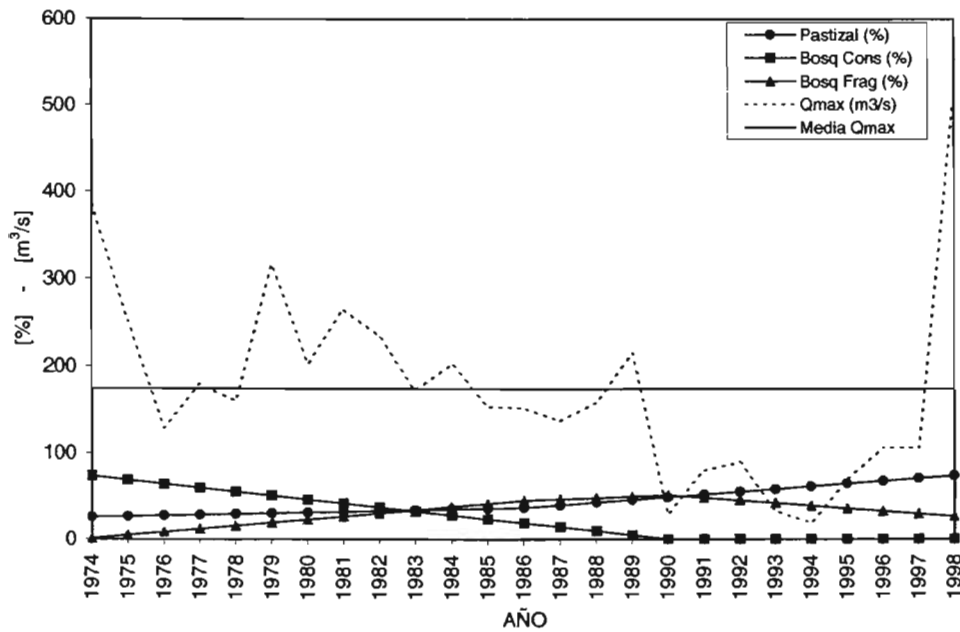


Figura 4.4. Variación del proceso lluvia—escurrimiento [Estación San Diego]

Año	USOS DEL SUELO Y VEGETACIÓN			Qmax (m ³ /s)
	Cubierta agrícola y/o pastizal (%)	Cubierta forestal conservada (%)	Cubierta forestal fragmentada (%)	
1974	15.35	84.5	0.5	301
1975	16.59	79.91	3.5	264
1976	17.83	75.67	6.51	95
1977	19.07	71.43	9.51	210
1978	20.3	67.18	12.51	157
1979	21.54	62.94	15.52	481
1980	22.78	58.7	18.52	210
1981	24.02	54.46	21.52	154
1982	25.26	50.22	24.53	113
1983	26.5	45.98	27.53	56
1984	27.73	41.73	30.53	69
1985	28.97	37.49	33.54	207
1986	30.21	33.25	36.54	36
1987	34.74	24.94	40.33	41
1988	39.26	16.63	44.12	58
1989	43.79	8.31	47.9	59
1990	48.31	0	51.69	17
1991	52.84	0	47.17	16
1992	57.36	0	42.64	41
1993	61.89	0	38.12	31
1994	66.41	0	33.59	13
1995	70.94	0	29.07	51
1996	75.46	0	24.54	134
1997	79.99	0	20.02	149
1998	84.51	0	15.49	559

Estación Coapa

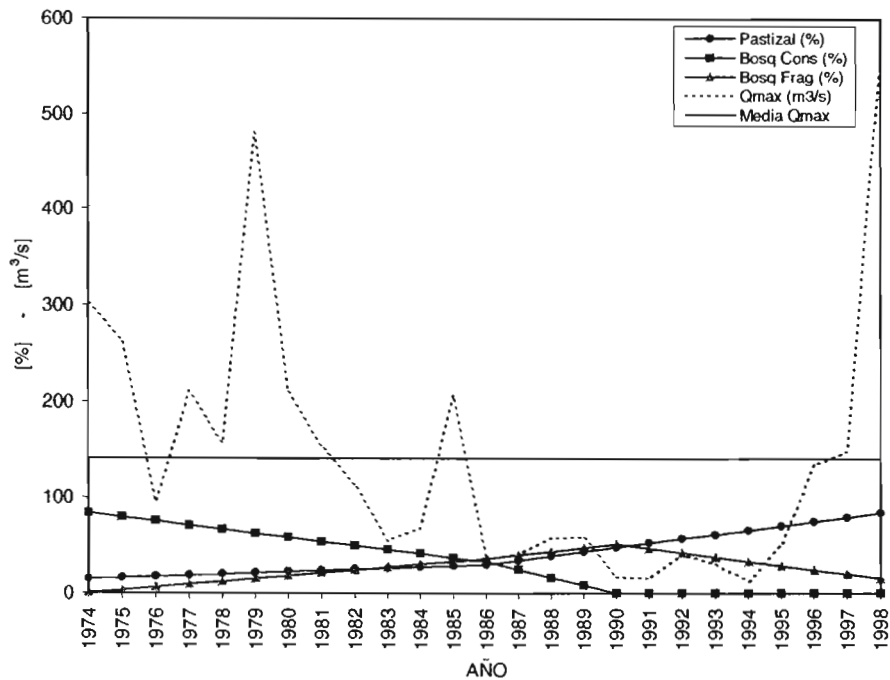


Figura 4.5. Variación del proceso lluvia—escurrimiento [Estación Coapa]

Año	USOS DEL SUELO Y VEGETACIÓN			Qmax (m ³ /s)
	Cubierta agrícola y/o pastizal (%)	Cubierta forestal conservada (%)	Cubierta forestal fragmentada (%)	
1974	9.57	88.68	1.75	354
1975	10.38	83.19	6.43	253
1976	11.19	77.71	11.11	128
1977	12	72.22	15.78	203
1978	12.8	66.74	20.46	246
1979	13.61	61.25	25.14	268
1980	14.42	55.77	29.82	294
1981	15.23	50.28	34.49	263
1982	16.04	44.79	39.17	85
1983	16.85	39.31	43.85	92
1984	17.65	33.82	48.53	124
1985	18.46	28.34	53.2	166
1986	19.27	22.85	57.88	154
1987	23.15	17.14	59.71	123
1988	27.04	11.43	61.54	76
1989	30.92	5.71	63.37	105
1990	30.92	0	65.2	100
1991	38.68	0	61.32	292
1992	42.57	0	57.44	48
1993	46.45	0	53.55	60
1994	50.33	0	49.67	25
1995	54.21	0	45.79	298
1996	58.1	0	41.91	123
1997	61.98	0	38.02	158
1998	65.86	0	34.14	728

Estación Margaritas

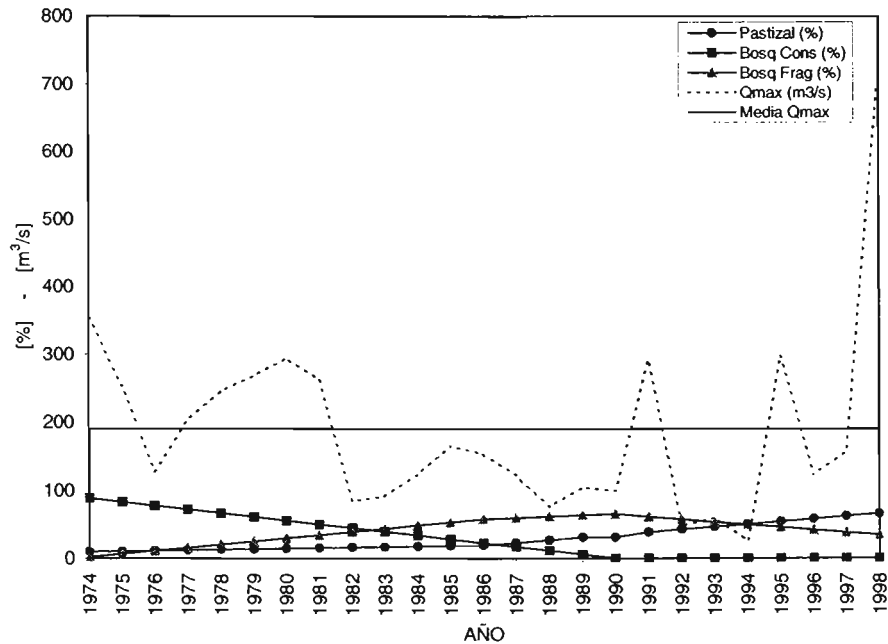


Figura 4.6. Variación del proceso lluvia—escorrentía [Estación Margaritas]

Año	USOS DEL SUELO Y VEGETACIÓN			Qmax (m ³ /s)
	Cubierta agrícola y/o pastizal (%)	Cubierta forestal conservada (%)	Cubierta forestal fragmentada (%)	
1974	0.46	45.44	54.1	241
1975	0.49	41.66	57.85	93
1976	0.52	37.88	61.6	192
1977	0.55	34.1	65.36	102
1978	0.57	30.32	69.11	231
1979	0.6	26.54	72.86	201
1980	0.63	22.76	76.61	201
1981	0.66	18.98	80.36	170
1982	0.69	15.2	84.11	164
1983	0.72	11.42	87.87	184
1984	0.74	7.64	91.62	267
1985	0.77	3.86	95.37	79
1986	0.8	0.08	99.12	120
1987	3.63	0.06	96.31	105
1988	6.46	0.04	93.51	480
1989	9.28	0.02	90.7	166
1990	12.11	0	87.89	139
1991	14.94	0	85.06	38
1992	17.77	0	82.24	93
1993	20.59	0	79.41	46
1994	23.42	0	76.58	55
1995	26.25	0	73.75	94
1996	29.08	0	70.93	84
1997	31.9	0	68.1	56
1998	34.73	0	65.27	491

Estación Cacaluta

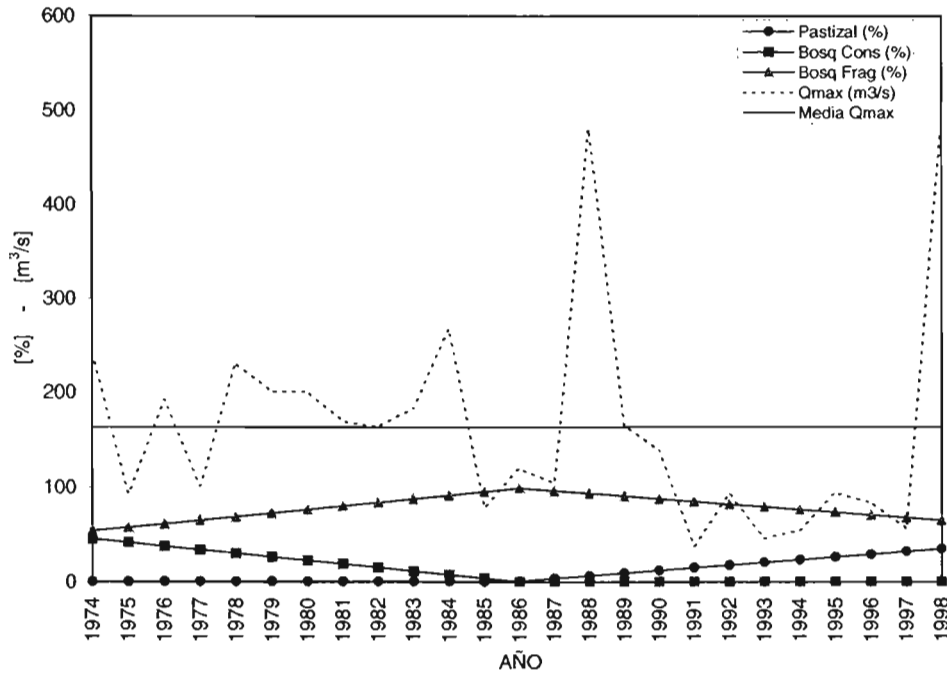


Figura 4.7. Variación del proceso lluvia—escurrimiento [Estación Cacaluta]

Año	USOS DEL SUELO Y VEGETACIÓN			Qmax (m ³ /s)
	Cubierta agrícola y/o pastizal (%)	Cubierta forestal conservada (%)	Cubierta forestal fragmentada (%)	
1974	13.02	57.48	29.5	145
1975	13.71	53.35	32.94	60
1976	14.4	49.21	36.39	120
1977	15.09	45.08	39.83	54
1978	15.78	40.95	43.27	352
1979	16.47	36.81	46.72	273
1980	17.16	32.68	50.16	121
1981	17.85	28.55	53.6	331
1982	18.54	24.41	57.05	194
1983	19.23	20.28	60.49	121
1984	19.92	16.15	63.93	227
1985	20.61	12.01	67.38	379
1986	21.3	7.88	70.82	180
1987	27.36	5.91	66.73	145
1988	33.42	3.94	62.64	226
1989	39.48	1.97	58.55	184
1990	45.54	0	54.46	46
1991	51.6	0	48.4	27
1992	57.66	0	42.34	25
1993	63.72	0	36.28	82
1994	69.78	0	30.22	47
1995	75.84	0	24.16	139
1996	81.9	0	18.1	45
1997	87.96	0	12.04	244
1998	94.02	0	5.98	437

Estación Cintalapa

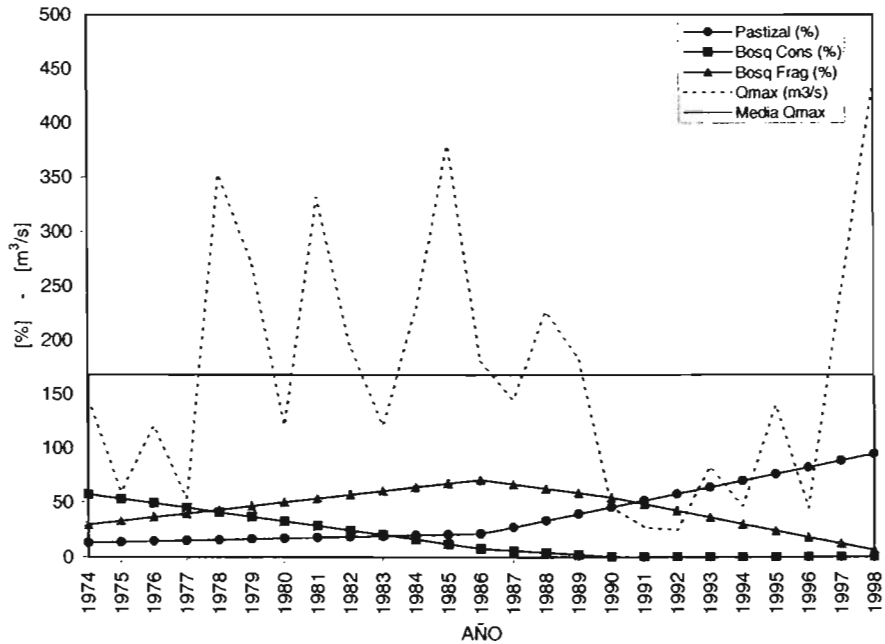


Figura 4.8. Variación del proceso lluvia—escorrentía [Estación Cintalapa]

Año	USOS DEL SUELO Y VEGETACIÓN			Qmax (m ³ /s)
	Cubierta agrícola y/o pastizal (%)	Cubierta forestal conservada (%)	Cubierta forestal fragmentada (%)	
1974	6.72	59.64	33.65	142
1975	6.95	56.05	37.01	376
1976	7.19	52.46	40.37	159
1977	7.42	48.86	43.73	225
1978	7.65	45.27	47.09	591
1979	7.88	41.68	50.45	445
1980	8.12	38.09	53.81	162
1981	8.35	34.49	57.16	283
1982	8.58	30.9	60.52	451
1983	8.81	27.31	63.88	328
1984	9.05	23.72	67.24	156
1985	9.28	20.12	70.6	449
1986	9.51	16.53	73.96	289
1987	18.07	12.4	69.54	73
1988	26.62	8.27	65.12	291
1989	35.18	4.13	60.69	229
1990	43.73	0	56.27	21
1991	52.29	0	47.72	34
1992	60.84	0	39.16	110
1993	69.4	0	30.61	254
1994	70	0	30	36
1995	71	0	29	218
1996	72	0	28	210
1997	73	0	27	391
1998	74	0	26	635

Estación Despoblado

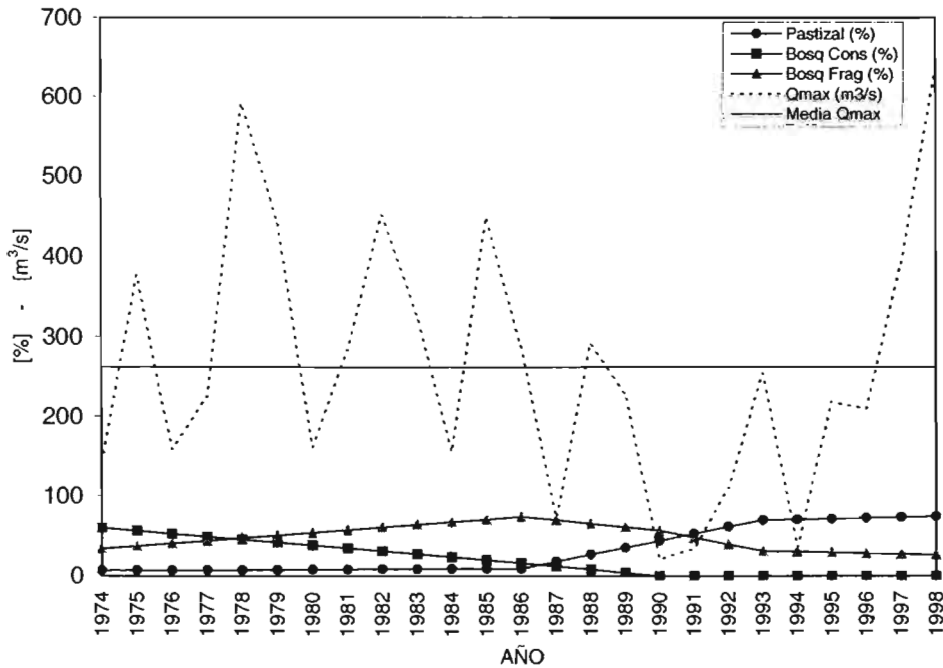


Figura 4.9. Variación del proceso lluvia—escurrimiento [Estación Despoblado]

Año	USOS DEL SUELO Y VEGETACIÓN			Qmax (m ³ /s)
	Cubierta agrícola y/o pastizal (%)	Cubierta forestal conservada (%)	Cubierta forestal fragmentada (%)	
1974	14.06	66.11	19.83	573
1975	14.92	60.92	24.16	330
1976	15.78	55.73	28.49	383
1977	16.64	50.54	32.82	56
1978	17.5	45.35	37.15	268
1979	18.36	40.16	41.48	374
1980	19.22	34.98	45.81	287
1981	20.07	29.79	50.14	270
1982	20.93	24.6	54.47	333
1983	21.79	19.41	58.8	279
1984	22.65	14.22	63.13	205
1985	23.51	9.03	67.46	207
1986	24.37	3.84	71.79	185
1987	35.01	2.88	62.12	322
1988	45.64	1.92	52.44	418
1989	56.28	0.96	42.77	147
1990	66.91	0	33.09	172
1991	68	0	32	23
1992	70	0	30	46
1993	71	0	29	45
1994	72	0	28	47
1995	72	0	28	459
1996	72	0	28	57
1997	72	0	28	273
1998	72	0	28	680

Estación Huixtla

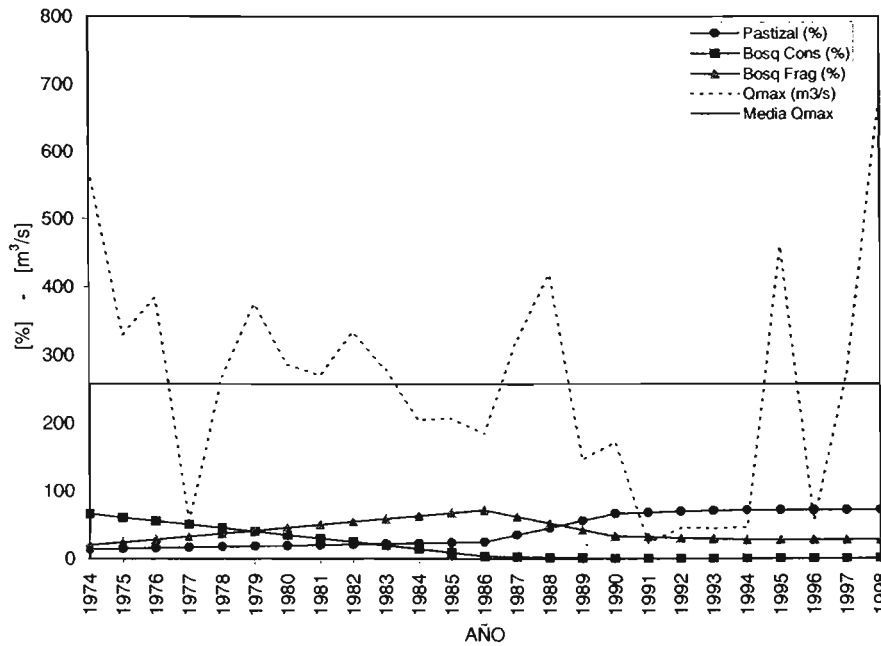


Figura 4.10. Variación del proceso lluvia—escurrimiento [Estación Huixtla]

Año	USOS DEL SUELO Y VEGETACIÓN			Vol. Anual (Mm ³)
	Cubierta agrícola y/o pastizal (%)	Cubierta forestal conservada (%)	Cubierta forestal fragmentada (%)	
1974	25.58	73.39	1.03	242
1975	26.49	68.83	4.68	274
1976	27.4	64.28	8.33	202
1977	28.31	59.72	11.98	130
1978	29.21	55.16	15.62	156
1979	30.12	50.61	19.27	177
1980	31.03	46.05	22.92	291
1981	31.94	41.49	26.57	370
1982	32.85	36.94	30.22	203
1983	33.76	32.38	33.87	151
1984	34.66	27.82	37.51	184
1985	35.57	23.27	41.16	216
1986	36.48	18.71	44.81	183
1987	39.58	14.03	46.39	104
1988	42.67	9.36	47.98	188
1989	45.77	4.68	49.56	194
1990	48.86	0	51.14	132
1991	51.96	0	48.05	211
1992	55.05	0	44.95	214
1993	58.15	0	41.86	123
1994	61.24	0	38.76	107
1995	64.34	0	35.67	
1996	67.43	0	32.57	
1997	70.53	0	29.48	
1998	73.62	0	26.38	

Estación San Diego

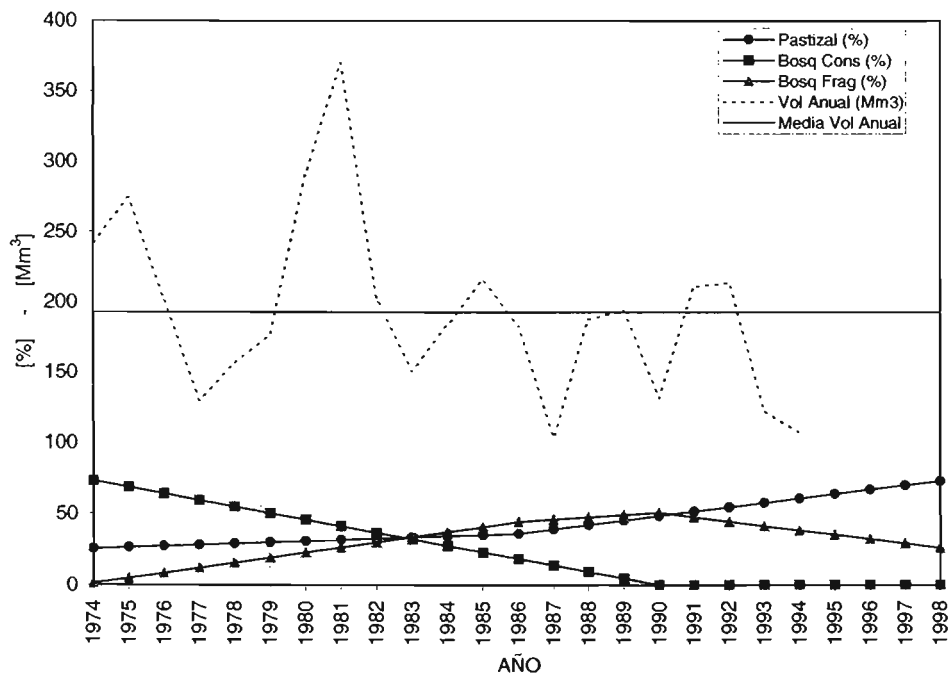


Figura 4.11. Variación del proceso lluvia—escorrentía [Estación San Diego]

Año	USOS DEL SUELO Y VEGETACIÓN			Vol.Anual (Mm ³)
	Cubierta agrícola y/o pastizal (%)	Cubierta forestal conservada (%)	Cubierta forestal fragmentada (%)	
1974	9.57	88.68	1.75	201
1975	10.38	83.19	6.43	213
1976	11.19	77.71	11.11	133
1977	12	72.22	15.78	119
1978	12.8	66.74	20.46	203
1979	13.61	61.25	25.14	178
1980	14.42	55.77	29.82	209
1981	15.23	50.28	34.49	271
1982	16.04	44.79	39.17	188
1983	16.85	39.31	43.85	171
1984	17.65	33.82	48.53	203
1985	18.46	28.34	53.2	177
1986	19.27	22.85	57.88	155
1987	23.15	17.14	59.71	167
1988	27.04	11.43	61.54	217
1989	30.92	5.71	63.37	219
1990	30.92	0	65.2	179
1991	38.68	0	61.32	162
1992	42.57	0	57.44	189
1993	46.45	0	53.55	332
1994	50.33	0	49.67	120
1996	54.21	0	45.79	
1996	58.1	0	41.91	
1997	61.98	0	38.02	
1998	65.86	0	34.14	

Estación Margaritas

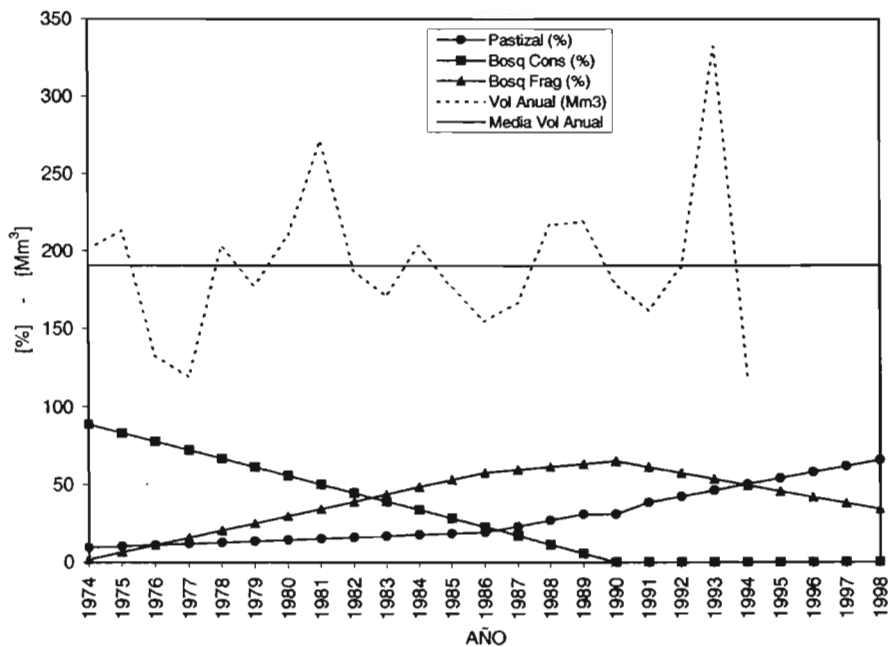


Figura 4.12. Variación del proceso lluvia—escurrimiento [Estación Margaritas]

Año	USOS DEL SUELO Y VEGETACIÓN			Vol.Anual (Mm ³)
	Cubierta agrícola y/o pastizal (%)	Cubierta forestal conservada (%)	Cubierta forestal fragmentada (%)	
1974	6.72	59.64	33.65	354
1975	6.95	56.05	37.01	227
1976	7.19	52.46	40.37	195
1977	7.42	48.86	43.73	134
1978	7.65	45.27	47.09	289
1979	7.88	41.68	50.45	320
1980	8.12	38.09	53.81	263
1981	8.35	34.49	57.16	471
1982	8.58	30.9	60.52	308
1983	8.81	27.31	63.88	246
1984	9.05	23.72	67.24	467
1985	9.28	20.12	70.6	445
1986	9.51	16.53	73.96	245
1987	18.07	12.4	69.54	153
1988	26.62	8.27	65.12	380
1989	35.18	4.13	60.69	392
1990	43.73	0	56.27	245
1991	52.29	0	47.72	187
1992	60.84	0	39.16	251
1993	69.4	0	30.61	302
1994	70	0	30	208
1995	71	0	29	
1996	72	0	28	
1997	73	0	27	
1998	74	0	26	

Estación Despoblado

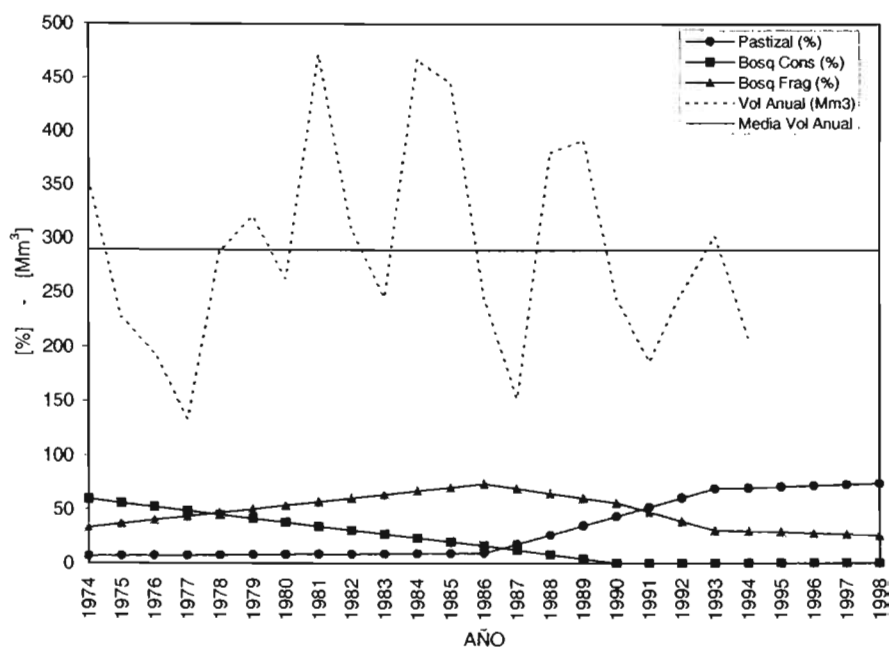


Figura 4.13. Variación del proceso lluvia—escurrimiento [Estación Despoblado]

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En general se puede decir que la Costa de Chiapas, tiene aproximadamente un 40% de su superficie a altitudes mayores de 200 msnm, y el 60% restante corresponde a zonas con menos de 200 msnm de altitud. Dadas las características físicas de la región estudiada, los ríos son numerosos, de longitud corta, y atraviesan la faja de la región en su longitud más angosta. Por la estructura peculiar de esta vertiente se originan corrientes con pendientes muy fuertes en la fase inicial de su recorrido y de pendientes suaves en el tramo final, lo que da lugar a que en las desembocaduras de los ríos se presenten desbordamientos frecuentes y se formen lagunas y pantanos.

En caso de requerir estimar eventos de diseño a partir de las lluvias, se pueden transformar fácilmente las tablas elaboradas en el capítulo 3, en las que se presentan las alturas de lluvia de 42 estaciones pertenecientes a la región estudiada, analizadas para duraciones en el rango de 5 minutos hasta 24 horas y períodos de retorno: 2, 5, 10, 20, 50, 100, 500, 1000, 5000 y 10000 años, para generar curvas I-D-Tr, básicas en el diseño de diferentes obras hidráulicas, que permitan dar respuesta pronta y oportuna en una situación de emergencia provocada por lluvias intensas.

Una herramienta eficaz en la operación de los recursos hidráulicos es el pronóstico de las láminas de lluvia anual o mensual que pueden ocurrir en un año determinado. Los modelos estocásticos autorregresivos AR(p) (Salas, 1988), permiten obtener estos valores anuales o mensuales de una manera muy sencilla, ya que por ejemplo, para el caso que se quisiera obtener el valor de la lámina anual para un año en particular, sólo se requiere conocer los valores del año o los dos años anteriores, dependiendo si se trabaja con un modelo de orden uno o dos.

En 1998 la zona de estudio sufrió la ocurrencia de eventos extremos que sobrepasaron los esperados para las estructuras de algunos puentes carreteros, sufriendo daños importantes algunos de ellos.

Aunado a esto, la población ubicada cerca de las márgenes de las corrientes padeció directamente las consecuencias de las inundaciones. Es por esto, que con el análisis de frecuencias de los gastos máximos anuales realizado para las cuencas aforadas de la región, se tiene una herramienta importante que permite diseñar obras hidráulicas y estructuras carreteras, así como definir zonas de alto riesgo ante futuras inundaciones.

En el estudio, se aplicó la técnica de las estaciones-año para obtener estimaciones regionales de avenidas de diseño ya que otros métodos que transfieren información con más exactitud, al lograr disminuir la incertidumbre, requieren de un mayor número de datos y que para la zona de estudio es muy difícil disponer de ellos. En este sentido en 48 sitios, de los cuales, no todos cuentan con información hidrométrica, se estimó el gasto de diseño para el período de retorno de 100 años requerido en el diseño de los puentes o alcantarillas, mismos que se compararon con los obtenidos por la Comisión Nacional del Agua, en los que no se consideró para todos los sitios aforados, el valor del gasto máximo para el año de 1998. Además se observó que al haber considerado el evento máximo para este año, se modificó la estimación en forma importante en tres sitios (Hueheután, Pijijiapan y Tonalá), y en los sitios restantes no se observaron diferencias significativas.

Las características estadísticas de las series cronológicas de los escurrimientos anuales, como la media, desviación estándar y correlación serial, son afectadas cuando la serie presenta tendencia en la media o en la varianza o cuando ocurren saltos negativos o positivos; tales anomalías son producidas por la pérdida de homogeneidad y la inconsistencia. En general la falta de homogeneidad de los datos es común en las series cronológicas de escurrimiento, ya que es inducida por las actividades humanas o producida por procesos naturales súbitos, como incendios forestales, terremotos, deslizamientos de laderas y erupciones volcánicas.

Generalmente las actividades humanas como: deforestación, apertura de nuevas áreas para cultivo, rectificaciones de cauces, construcción de embalses y reforestación, originan tendencia en la media o en la varianza, en contraste con los procesos naturales repentinos, que pueden dar lugar a saltos en la serie. Debido a que es evidente que en la costa de Chiapas han ocurrido todas estas circunstancias, es importante determinar en que medida han afectado o afectarán al proceso lluvia- escurrimiento.

Del análisis realizado mediante la interpretación de imágenes satelitales para los años 1974, 1986 y 1990, sobre la vegetación y los usos de suelo para las diferentes cuencas en las que se dividió la zona en estudio, puede observarse que existe en la mayoría, un cambio sustancial en las coberturas vegetales y los usos del suelo. De 1974 a 1986 el número de hectáreas dedicadas al cultivo o utilizadas como pastizales se incrementó en un 100%. Este mismo incremento se presenta en el período 1986-1990, es decir, en tan sólo cuatro años. En contraposición, el número de hectáreas con cubiertas forestales conservadas y fragmentadas se redujeron de tal forma, que para la imagen de 1990 sólo se observarán zonas con cubiertas forestales fragmentadas con densidades entre el 25% y 50%.

Así mismo, se realizó una comparación entre la altura de precipitación anual y el volumen de escurrimiento anual. Pero debido a la escasez de información de la precipitación en la zona, sólo fue posible realizar la comparación del proceso lluvia-escurrimiento hasta el año 1983. En este período de tiempo se observó que existe una tendencia en la media del escurrimiento anual de las estaciones Novillero y Huixtla, sin embargo, si consideramos el registro completo y de acuerdo con las pruebas estadísticas realizadas, podemos decir que en estas no ha existido modificación en los patrones de escurrimiento anual.

Del análisis efectuado al comportamiento de los gastos máximos de las 17 cuencas aforadas, y de acuerdo con las pruebas estadísticas realizadas a estas series, se observó que existe una tendencia en la media, de forma que con el tiempo estos gastos máximos son cada vez más pequeños. Sin embargo, para 1998 los eventos produjeron los mayores daños de que se tenga noticia, aún y cuando estos gastos son del orden de algunos de los registrados. Como se ve, el hecho de que las cuencas hayan sufrido un proceso de degradación paulatino ha favorecido que la respuesta de cada una de ellas a un evento, que en teoría no es tan extraordinario, sea de consecuencias importantes. El factor que tuvo mayor influencia en las consecuencias de la Costa de Chiapas fue la ocurrencia simultánea de estos gastos máximos.

En lo que respecta al cambio de uso de suelo, se puede decir en términos generales que los efectos se empezaron a sentir a partir del año de 1980. En la mayoría de los casos, este efecto se presenta cuando existe menos del 45% de la superficie de la cuenca con cubierta forestal conservada.

Un aspecto no menos importante que se debe tomar en cuenta, es la componente social, ya que la población es quien recibe los beneficios de los estudios realizados. Por esta razón y debido a que la Costa de Chiapas esta situada en una zona geográfica vulnerable a los efectos hidroclimatológicos recurrentes, es importante contar con un Proyecto Integral para la Protección contra inundaciones en la región, que permita reducir la vulnerabilidad ante siniestros por escurrimientos que generan inundaciones; aplicando estrategias para reducir los impactos causados por desbordamientos de ríos en zonas urbanas, rurales y agrícolas; mediante la construcción de bordos de encauzamiento, drenaje en caminos, rectificación de cauces, delimitación de zonas federales de alto riesgo, sistematizar y difundir los registros de precipitación y escurrimientos, mayor control en el cambio de uso de suelo, ampliar la infraestructura de drenaje y caminos y establecer en forma constante una cultura de protección civil.

Como no siempre es posible solucionar los problemas de inundaciones de forma total, debido a razones tales como: el costo de las obras, los conflictos socioeconómicos de las regiones que conllevan intereses en el uso de la tierra, y la escasa factibilidad económica de este tipo de proyectos. Es por esto que se utilizan los términos “Control de Inundaciones ó Mitigación de los efectos de las Inundaciones”, para indicar que estos proyectos tratan de prevenir daños mayores y ofrecen protección hasta un cierto nivel de riesgo. El costo de las obras está en función de la frecuencia del evento de inundación. Por ejemplo, en la protección de campos agrícolas la frecuencia de diseño contra inundaciones puede variar de 5 a 25 años, dado que, eventos mayores pueden requerir de obras que valen más que los cultivos que van a proteger. En otros casos, en los cuales las inundaciones pueden ocasionar pérdidas de vidas humanas puede ser preferible instalar sistemas de alertamiento o reubicar a la población que se encuentra en peligro, antes que proyectar obras para frecuencias de 1000 ó 10000 años.

Como la cuenca hidrológica es la unidad geográfica en la que ocurren las fases del ciclo hidrológico y por lo tanto la unidad básica para el manejo y control del agua, se debe tener un enfoque de manejo integrado por cuenca, con el que sea posible tomar en cuenta, no sólo los aspectos ligados al agua, sino también los recursos naturales existentes en el área geográfica en la que escurre, como bosques y suelos, entre otros, con el objetivo de restaurar y mantener la integridad física, química y

biológica de los ecosistemas, para proteger y beneficiar a las personas y con ello lograr el desarrollo sustentable de su comunidad. Además se pueden analizar las causas por las que se rompe el equilibrio y se pone en riesgo la sustentabilidad de los recursos, con el fin de evitar su deterioro.

Se recomienda poner en marcha programas de responsabilidad civil, para concientizar a la población que se debe evitar el cambio de uso del suelo para actividades productivas ya que esto representa una alteración al medio ambiente, por la deforestación inherente que conlleva a consecuencias en la disminución de la capacidad de infiltración y retención de agua. Adicionalmente, la alteración del equilibrio natural en las cuencas ha generado importantes procesos de degradación del suelo, dentro de los cuales se encuentra la erosión hídrica, que implica problemas de sedimentos.

También es conveniente implementar programas de reforestación, ya que la cobertura vegetal es fundamental para mantener el equilibrio hidrológico. Su alteración afecta el ciclo de lluvias y modifica negativamente la función de las zonas de recarga de acuíferos, así como la capacidad para retardar los escurrimientos hacia las partes bajas de la cuenca.

Por otra parte se plantea la necesidad de un plan integral de ordenamiento territorial, y la implementación de una red que registre mediciones hidrometeorológicas para delimitar las zonas probables de inundación, y con ello visualizar hasta dónde es factible el crecimiento de centros de población y de las actividades productivas.

Finalmente podemos decir que la vulnerabilidad de la población chiapaneca ante las consecuencias de las calamidades, cualquiera que sea su origen, hace prioritaria la búsqueda y definición de estrategias que mitiguen los daños humanos y materiales que estas mismas originan, ya que inciden significativamente en el proceso de desarrollo de las comunidades y en un retroceso desfavorable con un alto costo social y económico.

BIBLIOGRAFÍA

Aparicio Mijares Francisco., 1993. Fundamentos de Hidrología de Superficie, Limusa Noriega Editores, México.

Campos, A.D.F., Procedimiento para obtener curvas I-D-T a partir de registros pluviométricos., Ingeniería Hidráulica en México, mayo-agosto, 1990.

CIEPAC, 1998. Boletín No 127 de fecha 29 de septiembre de 1998. Centro de Investigaciones Económicas y Políticas de Acción Comunitaria, AC.

CNA., 2001. Programa Nacional Hidráulico 2001-2006. Comisión Nacional del Agua. México pp 69-70 y 118.

CNA., 2003. Programa Nacional Regional 2002-2006. Región XI Frontera Sur. Comisión Nacional del Agua. México, pp 21-22, 37 y 110.

Cunnane, C., 1988. "Methods and Merits of Regional Flood Frequency Analysis". Journal of Hydrology, 100, 269-290.

Escalante, C., 1998. Multivariate Extreme Value Distribution with Mixed Gumbel Marginals". Journal of the American Water Resources Association, 34(2), 321-333.

Escalante, C y Palacio J. L. "La Deforestación y sus efectos en la Hidrología de la Costa de Chiapas". Memorias en Disco Compacto. 1er Congreso Nacional de Reforestación, SEMARNAT, México, D.F. 2000.

Escalante C y Reyes L., 2002. Técnicas Estadísticas en Hidrología, UNAM, Facultad de Ingeniería.

Gumbel, E, J., 1960. Multivariate Extremal Distributions. Bull. Internat. Statist. Inst. 39(2), 471-475.

IMTA., 1996. ERIC. Extractor Rápido de Información Climatológica. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.

IMTA., 1997. BANDAS. Banco Nacional de Aguas Superficiales. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.

Jaime J Carrera Hernández., 2002. Curvas Hp-d-T de la República Mexicana para Duraciones de Uno a Diez Días, Tesis de Maestría, División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Ingeniería, UNAM.

Kite, G.W., 1988. Frequency and Risk Analysis in Hydrology. Water Resources Publications, pp. 187-188.

Kuester, J. L. and J. H. Mize., 1973. Optimization Techniques with Fortran, McGraw-Hill Book Co., pp. 386-398.

Lafragua Contreras Jacqueline., 1996. Curvas Intensidad-Duración-Período de retorno para la vertiente del Golfo de México, Tesis de Maestría, División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Ingeniería, UNAM.

Medardo Meza Olea., 1998. Análisis de Frecuencias de Gastos Máximos y Mínimos Anuales en una Red de Ríos, Tesis de Maestría, División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Ingeniería, UNAM.

Natural Environment Research Council (NERC)., 1975. Flood Studies Report. Vol. 1, pp. 41-52 y 81-97.

Raynal, J. A., 1985. Bivariate Extreme Value Distributions applied to Flood Frequency Analysis. Ph. D. dissertation, Civil Engineering Department, CSU, 237 pp.

SRH., 1975. Boletín Hidrológico No 37.- Regiones Hidrológicas No 23 Costa de Chiapas y No 29 Río Coatzacoalcos. Secretaría de Recursos Hidráulicos.

Salas, J.D., J.W. Delleur, V. Jevejevich and W. L. Lane., 1988. Applied Modeling of Hydrological Time Series, Water Resources Publications, 484 p.

Weiss, L.L., 1964. Ratio of true fixed interval to maximum rainfall, Journal of the Hydraulics Division, 90 (HY1), pp 77-82.

ANEXO A

**Curvas Hp-D-Tr, generadas mediante el análisis de frecuencias
de la lámina de lluvia máxima en 24h de 42 estaciones
disponibles en la Costa de Chiapas**

Duración [min, h]	Período de retorno [Años]									
	2	5	10	20	50	100	500	1000	5000	10000
5	19.3	24.1	27.2	30.3	34.2	37.1	43.9	46.9	53.7	56.6
10	28.9	36.1	40.8	45.4	51.3	55.7	65.9	70.3	80.5	84.9
15	36.6	45.7	51.7	57.5	65.0	70.6	83.5	89.1	102.0	107.5
30	50.8	63.4	71.7	79.7	90.0	97.8	115.7	123.4	141.3	149.0
45	58.5	73.0	82.6	91.8	103.7	112.7	133.3	142.2	162.8	171.6
1	64.3	80.2	90.8	100.9	114.0	123.8	146.5	156.2	178.9	188.6
1.5	70.2	87.6	99.2	110.2	124.5	135.2	160.0	170.7	195.4	206.0
2	74.8	93.3	105.6	117.3	132.6	144.0	170.4	181.7	208.1	219.4
2.5	78.5	98.0	110.8	123.2	139.2	151.2	178.9	190.8	218.4	230.3
3	81.7	101.9	115.3	128.2	144.8	157.3	186.1	198.5	227.3	239.7
3.5	84.5	105.4	119.3	132.6	149.8	162.7	192.5	205.3	235.1	247.9
4	87.0	108.5	122.8	136.5	154.2	167.5	198.2	211.4	242.0	255.2
4.5	89.2	111.3	126.0	140.0	158.2	171.9	203.3	216.9	248.3	261.8
5	91.3	113.9	128.9	143.3	161.9	175.9	208.1	221.9	254.1	267.9
5.5	93.2	116.3	131.6	146.3	165.3	179.6	212.4	226.6	259.4	273.6
6	95.0	118.6	134.2	149.1	168.5	183.0	216.5	230.9	264.4	278.8
6.5	96.7	120.6	136.5	151.7	171.4	186.2	220.3	235.0	269.0	283.7
7	98.3	122.6	138.7	154.2	174.2	189.2	223.9	238.8	273.4	288.3
7.5	99.7	124.5	140.8	156.6	176.9	192.1	227.3	242.4	277.6	292.7
8	101.2	126.2	142.8	158.8	179.4	194.8	230.5	245.9	281.5	296.8
8.5	102.5	127.9	144.7	160.9	181.8	197.4	233.6	249.2	285.3	300.8
9	103.8	129.5	146.6	162.9	184.1	199.9	236.5	252.3	288.8	304.6
9.5	105.0	131.1	148.3	164.8	186.2	202.3	239.3	255.3	292.3	308.2
10	106.2	132.5	150.0	166.7	188.3	204.6	242.0	258.1	295.5	311.6
10.5	107.3	133.9	151.6	168.5	190.3	206.7	244.6	260.9	298.7	315.0
11	108.4	135.3	153.1	170.2	192.3	208.9	247.1	263.6	301.8	318.2
11.5	109.5	136.6	154.6	171.9	194.2	210.9	249.5	266.1	304.7	321.3
12	110.5	137.9	156.1	173.5	196.0	212.9	251.8	268.6	307.5	324.3
13	112.5	140.3	158.8	176.5	199.4	216.6	256.3	273.3	312.9	330.0
14	114.3	142.6	161.4	179.4	202.7	220.1	260.5	277.8	318.0	335.4
15	116.0	144.8	163.8	182.1	205.7	223.5	264.4	282.0	322.9	340.5
16	117.7	146.8	166.2	184.7	208.7	226.6	268.2	286.0	327.4	345.3
17	119.2	148.8	168.4	187.1	211.4	229.7	271.7	289.8	331.8	349.9
18	120.7	150.7	170.5	189.5	214.1	232.5	275.1	293.5	336.0	354.3
19	122.2	152.4	172.5	191.7	216.6	235.3	278.4	296.9	340.0	358.5
20	123.5	154.2	174.4	193.9	219.1	237.9	281.5	300.3	343.8	362.5
21	124.9	155.8	176.3	196.0	221.4	240.5	284.5	303.5	347.5	366.4
22	126.1	157.4	178.1	198.0	223.7	242.9	287.4	306.6	351.0	370.1
23	127.4	158.9	179.8	199.9	225.8	245.3	290.2	309.6	354.4	373.7
24	128.5	160.4	181.5	201.8	228.0	247.6	293.0	312.5	357.7	377.2

Tabla A.1 Curvas Hp (mm) - D (min, h) - Tr (años)

Estación Finca Argovia (7012)

Duración [min, h]	Período de retorno [Años]									
	2	5	10	20	50	100	500	1000	5000	10000
5	14.1	17.3	19.8	22.3	26.0	29.0	36.8	40.6	50.3	55.0
10	21.2	26.0	29.7	33.5	39.0	43.5	55.2	60.8	75.5	82.5
15	26.8	32.9	37.6	42.5	49.4	55.1	69.9	77.1	95.6	104.5
30	37.2	45.6	52.1	58.8	68.5	76.4	96.9	106.8	132.5	144.8
45	42.8	52.5	60.0	67.8	78.9	88.0	111.6	123.0	152.6	166.8
1	47.0	57.7	65.9	74.5	86.7	96.7	122.7	135.2	167.7	183.3
1.5	51.4	63.1	72.0	81.4	94.7	105.6	134.0	147.7	183.2	200.3
2	54.7	67.2	76.7	86.6	100.8	112.5	142.7	157.3	195.1	213.3
2.5	57.4	70.5	80.5	91.0	105.9	118.1	149.8	165.1	204.8	223.9
3	59.8	73.4	83.7	94.7	110.2	122.9	155.9	171.8	213.1	233.0
3.5	61.8	75.9	86.6	97.9	113.9	127.1	161.2	177.7	220.4	240.9
4	63.6	78.1	89.2	100.8	117.3	130.8	166.0	182.9	226.9	248.1
4.5	65.3	80.1	91.5	103.4	120.4	134.2	170.3	187.7	232.9	254.5
5	66.8	82.0	93.6	105.8	123.2	137.3	174.3	192.1	238.3	260.4
5.5	68.2	83.7	95.6	108.0	125.7	140.2	177.9	196.1	243.3	265.9
6	69.5	85.3	97.4	110.1	128.2	142.9	181.3	199.9	247.9	271.0
6.5	70.8	86.8	99.1	112.0	130.4	145.4	184.5	203.4	252.3	275.8
7	71.9	88.3	100.7	113.9	132.5	147.8	187.5	206.7	256.4	280.3
7.5	73.0	89.6	102.3	115.6	134.5	150.0	190.4	209.8	260.3	284.5
8	74.0	90.9	103.7	117.2	136.5	152.2	193.1	212.8	264.0	288.5
8.5	75.0	92.1	105.1	118.8	138.3	154.2	195.6	215.6	267.5	292.4
9	76.0	93.2	106.4	120.3	140.0	156.1	198.1	218.3	270.9	296.0
9.5	76.9	94.3	107.7	121.7	141.7	158.0	200.4	220.9	274.1	299.6
10	77.7	95.4	108.9	123.1	143.3	159.7	202.7	223.4	277.2	302.9
10.5	78.6	96.4	110.1	124.4	144.8	161.5	204.9	225.8	280.1	306.2
11	79.4	97.4	111.2	125.7	146.3	163.1	207.0	228.1	283.0	309.3
11.5	80.1	98.3	112.3	126.9	147.7	164.7	209.0	230.3	285.7	312.3
12	80.9	99.3	113.3	128.1	149.1	166.2	210.9	232.5	288.4	315.2
13	82.3	101.0	115.3	130.3	151.7	169.2	214.6	236.6	293.5	320.8
14	83.6	102.7	117.2	132.5	154.2	171.9	218.1	240.4	298.3	326.0
15	84.9	104.2	119.0	134.5	156.5	174.5	221.4	244.1	302.8	330.9
16	86.1	105.7	120.6	136.4	158.7	177.0	224.6	247.5	307.1	335.6
17	87.3	107.1	122.3	138.2	160.8	179.3	227.6	250.8	311.2	340.1
18	88.4	108.4	123.8	139.9	162.9	181.6	230.4	254.0	315.1	344.4
19	89.4	109.7	125.3	141.6	164.8	183.7	233.2	257.0	318.8	348.4
20	90.4	111.0	126.7	143.2	166.6	185.8	235.8	259.9	322.4	352.4
21	91.4	112.1	128.0	144.7	168.4	187.8	238.3	262.6	325.8	356.1
22	92.3	113.3	129.3	146.2	170.1	189.7	240.7	265.3	329.2	359.6
23	93.2	114.4	130.6	147.6	171.8	191.6	243.1	267.9	332.4	363.3
24	94.1	115.5	131.8	149.0	173.4	193.4	245.3	270.4	335.5	366.7

Tabla A.2 Curvas Hp (mm) - D (min, h) - Tr (años)

Estación Bellsario Domínguez (7014)

Duración [min, h]	Periodo de retorno [Años]									
	2	5	10	20	50	100	500	1000	5000	10000
5	26.1	32.9	37.4	41.7	47.2	51.4	61.0	65.1	74.7	78.8
10	39.2	49.3	56.0	62.5	70.8	77.1	91.5	97.7	112.1	118.3
15	49.7	62.5	71.0	79.1	89.7	97.6	115.9	123.7	141.9	149.8
30	68.8	86.6	98.4	109.7	124.3	135.3	160.6	171.5	196.7	207.6
45	79.3	99.8	113.3	126.4	143.2	155.8	185.0	197.5	226.6	239.1
1	87.1	109.6	124.5	138.8	157.4	171.2	203.3	217.1	249.0	262.8
1.5	95.2	119.8	136.1	151.7	171.9	187.1	222.1	237.1	272.0	287.1
2	101.3	127.5	144.9	161.5	183.0	199.2	236.4	252.5	289.7	305.7
2.5	106.4	133.9	152.1	169.6	192.2	209.1	248.2	265.1	304.1	320.9
3	110.7	139.3	158.3	176.4	200.0	217.6	258.3	275.8	316.4	333.9
3.5	114.5	144.1	163.7	182.5	206.8	225.0	267.1	285.2	327.3	345.4
4	117.9	148.4	168.5	187.9	212.9	231.7	275.0	293.7	336.9	355.6
4.5	121.0	152.2	172.9	192.8	218.4	237.7	282.2	301.3	345.7	364.8
5	123.8	155.8	176.9	197.2	223.5	243.2	288.7	308.3	353.7	373.3
5.5	126.4	159.0	180.6	201.4	228.2	248.3	294.8	314.8	361.2	381.1
6	128.8	162.1	184.1	205.2	232.6	253.1	300.5	320.8	368.1	388.4
6.5	131.1	164.9	187.3	208.9	236.7	257.6	305.8	326.5	374.6	395.3
7	133.2	167.6	190.4	212.3	240.5	261.7	310.7	331.8	380.7	401.7
7.5	135.2	170.2	193.3	215.5	244.2	265.7	315.4	336.8	386.5	407.8
8	137.1	172.6	196.0	218.5	247.7	269.5	319.9	341.6	391.9	413.6
8.5	139.0	174.9	198.6	221.4	250.9	273.1	324.2	346.2	397.1	419.1
9	140.7	177.1	201.1	224.2	254.1	276.5	328.2	350.5	402.1	424.4
9.5	142.4	179.2	203.5	226.9	257.1	279.8	332.1	354.7	406.9	429.4
10	144.0	181.2	205.8	229.4	260.0	282.9	335.9	358.6	411.5	434.2
10.5	145.5	183.1	208.0	231.9	262.8	285.9	339.5	362.5	415.9	438.9
11	147.0	185.0	210.1	234.2	265.5	288.9	342.9	366.2	420.1	443.3
11.5	148.4	186.8	212.2	236.5	268.1	291.7	346.3	369.7	424.2	447.7
12	149.8	188.5	214.1	238.7	270.6	294.4	349.5	373.2	428.2	451.8
13	152.4	191.8	217.9	242.9	275.3	299.6	355.7	379.8	435.7	459.8
14	154.9	195.0	221.5	246.9	279.8	304.5	361.5	386.0	442.8	467.3
15	157.3	197.9	224.8	250.6	284.0	309.1	366.9	391.8	449.5	474.4
16	159.5	200.7	228.0	254.2	288.1	313.5	372.1	397.4	455.9	481.1
17	161.6	203.4	231.0	257.6	291.9	317.6	377.1	402.6	462.0	487.5
18	163.7	206.0	233.9	260.8	295.6	321.6	381.8	407.7	467.8	493.6
19	165.6	208.4	236.7	263.9	299.1	325.4	386.3	412.5	473.3	499.5
20	167.5	210.7	239.4	266.9	302.4	329.1	390.7	417.2	478.6	505.1
21	169.3	213.0	241.9	269.7	305.7	332.6	394.9	421.6	483.8	510.5
22	171.0	215.2	244.4	272.5	308.8	336.0	398.9	425.9	488.7	515.7
23	172.6	217.3	246.8	275.1	311.8	339.3	402.8	430.1	493.4	520.7
24	174.3	219.3	249.1	277.7	314.7	342.4	406.5	434.1	498.0	525.6

Tabla A.3 Curvas Hp (mm) - D (min, h) - Tr (años)

Estación Cacaohatán (7018)

Duración [min, h]	Periodo de retorno [Años]									
	2	5	10	20	50	100	500	1000	5000	10000
5	15.0	18.4	20.7	22.8	25.7	27.8	32.7	34.8	39.7	41.8
10	22.4	27.6	31.0	34.3	38.5	41.7	49.0	52.2	59.5	62.6
15	28.4	35.0	39.3	43.4	48.8	52.8	62.1	66.1	75.3	79.3
30	39.4	48.4	54.4	60.2	67.6	73.2	86.0	91.6	104.4	109.9
45	45.4	55.8	62.7	69.3	77.9	84.3	99.1	105.5	120.3	126.6
1	49.9	61.3	68.9	76.2	85.6	92.6	108.9	115.9	132.2	139.2
1.5	54.5	67.0	75.3	83.2	93.5	101.2	119.0	126.6	144.4	152.0
2	58.0	71.3	80.1	88.6	99.5	107.7	126.7	134.8	153.7	161.9
2.5	60.9	74.9	84.1	93.0	104.5	113.1	133.0	141.6	161.4	170.0
3	63.4	77.9	87.6	96.8	108.7	117.7	138.4	147.3	168.0	176.9
3.5	65.5	80.6	90.5	100.1	112.5	121.7	143.1	152.3	173.7	182.9
4	67.5	83.0	93.2	103.1	115.8	125.3	147.4	156.8	178.8	188.3
4.5	69.2	85.1	95.6	105.7	118.8	128.6	151.2	160.9	183.5	193.2
5	70.8	87.1	97.9	108.2	121.6	131.6	154.7	164.7	187.8	197.7
5.5	72.3	88.9	99.9	110.5	124.1	134.3	158.0	168.1	191.7	201.8
6	73.7	90.6	101.8	112.6	126.5	136.9	161.0	171.3	195.4	205.7
6.5	75.0	92.2	103.6	114.6	128.7	139.3	163.8	174.4	198.8	209.3
7	76.2	93.7	105.3	116.4	130.8	141.6	166.5	177.2	202.0	212.7
7.5	77.4	95.2	106.9	118.2	132.8	143.7	169.0	179.9	205.1	216.0
8	78.5	96.5	108.4	119.9	134.7	145.8	171.4	182.4	208.0	219.0
8.5	79.5	97.8	109.9	121.5	136.5	147.7	173.7	184.9	210.8	222.0
9	80.5	99.1	111.3	123.0	138.2	149.6	175.9	187.2	213.4	224.7
9.5	81.5	100.2	112.6	124.4	139.8	151.3	178.0	189.4	216.0	227.4
10	82.4	101.3	113.8	125.8	141.4	153.0	180.0	191.5	218.4	230.0
10.5	83.3	102.4	115.1	127.2	142.9	154.7	181.9	193.6	220.7	232.4
11	84.1	103.5	116.2	128.5	144.4	156.3	183.7	195.6	223.0	234.8
11.5	85.0	104.5	117.4	129.7	145.8	157.8	185.5	197.5	225.2	237.1
12	85.8	105.4	118.5	131.0	147.1	159.3	187.3	199.3	227.3	239.3
13	87.3	107.3	120.5	133.3	149.7	162.1	190.6	202.8	231.3	243.5
14	88.7	109.1	122.5	135.4	152.2	164.7	193.7	206.1	235.0	247.5
15	90.0	110.7	124.4	137.5	154.5	167.2	196.6	209.2	238.6	251.2
16	91.3	112.3	126.1	139.4	156.7	169.6	199.4	212.2	242.0	254.8
17	92.5	113.8	127.8	141.3	158.7	171.8	202.0	215.0	245.2	258.2
18	93.7	115.2	129.4	143.1	160.7	174.0	204.6	217.7	248.3	261.4
19	94.8	116.5	130.9	144.8	162.6	176.0	207.0	220.3	251.2	264.5
20	95.9	117.9	132.4	146.4	164.5	178.0	209.3	222.8	254.0	267.5
21	96.9	119.1	133.8	148.0	166.2	179.9	211.6	225.2	256.8	270.4
22	97.9	120.3	135.2	149.5	167.9	181.8	213.7	227.5	259.4	273.1
23	98.8	121.5	136.5	150.9	169.6	183.5	215.8	229.7	261.9	275.8
24	99.7	122.6	137.8	152.3	171.1	185.2	217.8	231.8	264.3	278.3

Tabla A.4 Curvas Hp (mm) - D (min, h) - Tr (años)

Estación Cahucán (7019)

Duración (min, h)	Periodo de retorno [Años]									
	2	5	10	20	50	100	500	1000	5000	10000
5	14.6	19.1	24.3	27.6	30.5	32.5	36.8	38.6	42.9	44.7
10	21.9	28.6	36.5	41.5	45.8	48.7	55.2	58.0	64.3	67.1
15	27.7	36.2	46.2	52.5	58.0	61.7	69.9	73.4	81.5	85.0
30	38.4	50.2	64.0	72.8	80.4	85.6	96.9	101.8	112.9	117.8
45	44.3	57.8	73.7	83.9	92.6	98.6	111.7	117.2	130.1	135.7
1	48.6	63.5	81.0	92.1	101.8	108.3	122.7	128.8	143.0	149.1
1.5	53.1	69.4	88.5	100.7	111.2	118.3	134.0	140.7	156.2	162.9
2	56.6	73.9	94.2	107.2	118.4	126.0	142.7	149.8	166.3	173.4
2.5	59.4	77.6	98.9	112.5	124.3	132.3	149.8	157.3	174.6	182.1
3	61.8	80.7	103.0	117.1	129.4	137.6	155.9	163.7	181.7	189.4
3.5	63.9	83.5	106.5	121.1	133.8	142.3	161.3	169.3	187.9	195.9
4	65.8	86.0	109.6	124.7	137.7	146.5	166.0	174.3	193.4	201.7
4.5	67.5	88.2	112.5	127.9	141.3	150.4	170.3	178.8	198.5	207.0
5	69.1	90.2	115.1	130.9	144.6	153.8	174.3	183.0	203.1	211.8
5.5	70.6	92.1	117.5	133.6	147.7	157.1	178.0	186.8	207.4	216.2
6	71.9	93.9	119.8	136.2	150.5	160.1	181.4	190.4	211.3	220.4
6.5	73.2	95.6	121.9	138.6	153.1	162.9	184.6	193.8	215.1	224.2
7	74.4	97.1	123.9	140.9	155.6	165.6	187.6	196.9	218.6	227.9
7.5	75.5	98.6	125.7	143.0	158.0	168.1	190.4	199.9	221.9	231.4
8	76.6	100.0	127.5	145.0	160.2	170.5	193.1	202.7	225.0	234.6
8.5	77.6	101.3	129.2	147.0	162.4	172.7	195.7	205.4	228.0	237.8
9	78.6	102.6	130.8	148.8	164.4	174.9	198.1	208.0	230.9	240.7
9.5	79.5	103.8	132.4	150.6	166.4	177.0	200.5	210.5	233.6	243.6
10	80.4	105.0	133.9	152.3	168.2	179.0	202.7	212.8	236.2	246.3
10.5	81.2	106.1	135.3	153.9	170.0	180.9	204.9	215.1	238.8	249.0
11	82.1	107.2	136.7	155.5	171.8	182.7	207.0	217.3	241.2	251.5
11.5	82.9	108.2	138.0	157.0	173.4	184.5	209.0	219.4	243.6	254.0
12	83.6	109.2	139.3	158.4	175.0	186.2	211.0	221.5	245.8	256.3
13	85.1	111.2	141.8	161.2	178.1	189.5	214.7	225.4	250.2	260.8
14	86.5	113.0	144.1	163.9	181.0	192.6	218.2	229.0	254.2	265.1
15	87.8	114.7	146.3	166.3	183.8	195.5	221.5	232.5	258.1	269.1
16	89.1	116.3	148.3	168.7	186.4	198.3	224.6	235.6	261.7	272.9
17	90.2	117.9	150.3	170.9	188.9	200.9	227.6	239.0	265.2	276.6
18	91.4	119.3	152.2	173.1	191.2	203.4	230.5	241.9	268.6	280.0
19	92.5	120.7	154.0	175.1	193.5	205.8	233.2	244.8	271.7	283.4
20	93.5	122.1	155.7	177.1	195.7	208.2	235.8	247.6	274.8	286.5
21	94.5	123.4	157.4	179.0	197.8	210.4	238.4	250.2	277.7	289.6
22	95.5	124.7	159.0	180.8	199.8	212.5	240.8	252.8	280.6	292.6
23	96.4	125.9	160.5	182.6	201.7	214.6	243.1	255.2	283.3	295.4
24	97.3	127.1	162.0	184.3	203.6	216.6	245.4	257.6	285.9	298.2

Tabla A.5 Curvas Hp (mm) - D (min, h) - Tr (años)

Estación Comalapa (7024)

Duración (min, h)	Periodo de retorno [Años]									
	2	5	10	20	50	100	500	1000	5000	10000
5	18.5	21.4	23.3	25.2	27.6	29.4	33.6	35.4	39.6	41.4
10	27.7	32.1	35.0	37.8	41.4	44.2	50.4	53.1	59.4	62.1
15	35.1	40.6	44.3	47.9	52.5	55.9	63.9	67.3	75.2	78.6
30	48.6	56.3	61.5	66.4	72.7	77.5	88.5	93.3	104.3	109.0
45	56.0	64.9	70.8	76.5	83.8	89.3	102.0	107.4	120.1	125.6
1	61.5	71.3	77.8	84.0	92.1	98.1	112.1	118.1	132.0	138.0
1.5	67.2	77.9	85.0	91.8	100.6	107.2	122.4	129.0	144.2	150.7
2	71.6	82.9	90.5	97.7	107.1	114.1	130.3	137.3	153.5	160.5
2.5	75.1	87.1	95.0	102.6	112.4	119.8	136.8	144.2	161.2	168.5
3	78.2	90.6	98.9	106.8	117.0	124.7	142.4	150.0	167.7	175.3
3.5	80.8	93.7	102.2	110.4	121.0	128.9	147.3	155.2	173.4	181.3
4	83.2	96.5	105.3	113.7	124.6	132.8	151.6	159.7	178.6	186.7
4.5	85.4	99.0	108.0	116.6	127.8	136.2	155.6	163.9	183.2	191.5
5	87.4	101.3	110.5	119.4	130.8	139.4	159.2	167.7	187.5	196.0
5.5	89.2	103.4	112.8	121.9	133.5	142.3	162.5	171.2	191.4	200.1
6	90.9	105.4	115.0	124.2	136.1	145.0	165.6	174.5	195.1	203.9
6.5	92.5	107.3	117.0	126.4	138.5	147.6	168.6	177.6	198.5	207.5
7	94.0	109.0	118.9	128.4	140.8	150.0	171.3	180.5	201.7	210.9
7.5	95.5	110.7	120.7	130.4	142.9	152.3	173.9	183.2	204.8	214.1
8	96.8	112.2	122.4	132.2	144.9	154.4	176.4	185.8	207.7	217.1
8.5	98.1	113.7	124.1	134.0	146.8	156.5	178.7	188.3	210.5	220.0
9	99.3	115.2	125.6	135.7	148.7	158.4	181.0	190.6	213.1	222.8
9.5	100.5	116.5	127.1	137.3	150.4	160.3	183.1	192.9	215.6	225.4
10	101.6	117.8	128.5	138.8	152.1	162.1	185.2	195.1	218.1	228.0
10.5	102.7	119.1	129.9	140.3	153.8	163.9	187.1	197.2	220.4	230.4
11	103.8	120.3	131.2	141.7	155.3	165.5	189.0	199.2	222.6	232.8
11.5	104.8	121.5	132.5	143.1	156.8	167.1	190.9	201.1	224.8	235.0
12	105.8	122.6	133.8	144.5	158.3	168.7	192.7	203.0	226.9	237.2
13	107.6	124.8	136.1	147.0	161.1	171.7	196.1	206.6	230.9	241.4
14	109.4	126.8	138.3	149.4	163.7	174.5	199.3	209.9	234.7	245.3
15	111.0	128.7	140.4	151.7	166.2	177.1	202.3	213.1	238.2	249.1
16	112.6	130.5	142.4	153.8	168.6	179.6	205.1	216.1	241.6	252.6
17	114.1	132.3	144.3	155.9	170.8	182.0	207.9	219.0	244.8	255.9
18	115.5	133.9	146.1	157.8	172.9	184.3	210.5	221.8	247.9	259.2
19	116.9	135.5	147.9	159.7	175.0	186.5	213.0	224.4	250.8	262.2
20	118.2	137.1	149.5	161.5	177.0	188.6	215.4	226.9	253.7	265.2
21	119.5	138.5	151.1	163.2	178.9	190.6	217.7	229.3	256.4	268.0
22	120.7	139.9	152.7	164.9	180.7	192.5	219.9	231.7	259.0	270.7
23	121.9	141.3	154.2	166.5	182.4	194.4	222.0	233.9	261.5	273.4
24	123.0	142.6	155.6	168.0	184.1	196.2	224.1	236.1	263.9	275.9

Tabla A.6 Curvas Hp (mm) - D (min, h) - Tr (años)

Estación Despoblado (7038)

Duración [min, h]	P e r í o d o d e r e t o r n o [Años]									
	2	5	10	20	50	100	500	1000	5000	10000
5	17.4	26.5	33.7	41.4	52.7	62.1	87.1	99.5	132.1	148.0
10	26.1	39.7	50.5	62.2	79.0	93.1	130.7	149.2	198.1	222.0
15	33.1	50.3	64.0	78.7	100.1	118.0	165.5	189.0	251.0	281.3
30	45.8	69.8	88.7	109.1	138.8	163.5	229.4	261.9	347.9	389.8
45	52.8	80.4	102.2	125.7	159.9	188.3	264.3	301.7	400.7	449.0
1	58.0	88.3	112.3	138.1	175.7	206.9	290.4	331.5	440.3	493.4
1.5	63.4	96.5	122.7	150.9	191.9	226.1	317.3	362.2	481.0	539.1
2	67.5	102.7	130.7	160.7	204.3	240.7	337.8	385.6	512.2	574.0
2.5	70.9	107.9	137.2	168.7	214.5	252.7	354.7	404.9	537.7	602.6
3	73.7	112.2	142.7	175.6	223.2	263.0	369.1	421.3	559.5	627.0
3.5	76.3	116.1	147.6	181.6	230.9	272.0	381.7	435.7	578.7	648.5
4	78.5	119.5	152.0	186.9	237.7	280.0	393.0	448.6	595.8	667.6
4.5	80.6	122.6	155.9	191.8	243.9	287.3	403.2	460.2	611.3	685.0
5	82.4	125.5	159.6	196.2	249.5	294.0	412.6	470.9	625.5	700.9
5.5	84.2	128.1	162.9	200.4	254.8	300.1	421.2	480.8	638.6	715.7
6	85.8	130.6	166.0	204.2	259.7	305.9	429.3	490.0	650.9	729.4
6.5	87.3	132.9	169.0	207.8	264.2	311.3	436.8	498.7	662.3	742.2
7	88.7	135.0	171.7	211.2	268.5	316.4	444.0	506.8	673.1	754.3
7.5	90.1	137.1	174.3	214.4	272.6	321.1	450.7	514.5	683.3	765.8
8	91.3	139.0	176.8	217.4	276.5	325.7	457.1	521.8	693.0	776.6
8.5	92.5	140.9	179.2	220.3	280.2	330.0	463.2	528.7	702.2	786.9
9	93.7	142.6	181.4	223.1	283.7	334.2	469.0	535.3	711.0	796.8
9.5	94.8	144.3	183.5	225.7	287.0	338.1	474.5	541.7	719.5	806.3
10	95.9	146.0	185.6	228.3	290.3	341.9	479.9	547.8	727.6	815.3
10.5	96.9	147.5	187.6	230.7	293.4	345.6	485.0	553.6	735.4	824.1
11	97.9	149.0	189.5	233.1	296.4	349.1	490.0	559.3	742.9	832.5
11.5	98.9	150.5	191.4	235.3	299.2	352.5	494.7	564.7	750.1	840.6
12	99.8	151.9	193.1	237.5	302.0	355.8	499.3	570.0	757.1	848.4
13	101.5	154.6	196.5	241.7	307.4	362.1	508.1	580.0	770.4	863.4
14	103.2	157.1	199.7	245.7	312.4	368.0	516.4	589.5	783.0	877.4
15	104.8	159.5	202.8	249.4	317.1	373.6	524.3	598.4	794.9	890.7
16	106.2	161.7	205.7	252.9	321.6	378.9	531.7	606.9	806.1	903.4
17	107.7	163.9	208.4	256.3	325.9	383.9	538.8	615.0	816.8	915.4
18	109.0	165.9	211.0	259.5	330.0	388.7	545.5	622.7	827.1	926.9
19	110.3	167.9	213.6	262.6	333.9	393.3	552.0	630.1	836.9	937.9
20	111.5	169.8	215.9	265.5	337.6	397.7	558.2	637.2	846.3	948.4
21	112.7	171.6	218.2	268.4	341.2	402.0	564.2	644.0	855.4	958.6
22	113.9	173.3	220.4	271.1	344.7	406.1	569.9	650.6	864.1	968.3
23	115.0	175.0	222.6	273.7	348.1	410.1	575.5	656.9	872.5	977.8
24	116.1	176.7	224.7	276.3	351.3	413.9	580.8	663.0	880.7	986.9

Tabla A.7 Curvas Hp (mm) - D (min, h) - Tr (años)

Estación El Dorado (7045)

Duración [min, h]	P e r í o d o d e r e t o r n o [Años]									
	2	5	10	20	50	100	500	1000	5000	10000
5	20.6	25.4	28.7	31.8	35.8	38.8	45.7	48.7	55.6	58.6
10	30.8	38.2	43.0	47.6	53.7	58.2	68.6	73.1	83.4	87.9
15	39.1	48.3	54.5	60.3	68.0	73.7	86.9	92.5	105.7	111.4
30	54.1	67.0	75.5	83.6	94.2	102.1	120.4	128.2	146.5	154.3
45	62.4	77.1	86.9	96.3	108.5	117.6	138.7	147.7	168.7	177.8
1	68.5	84.8	95.5	105.9	119.2	129.2	152.4	162.3	185.4	195.4
1.5	74.9	92.6	104.4	115.7	130.3	141.2	166.5	177.3	202.6	213.4
2	79.7	98.6	111.1	123.1	138.7	150.3	177.3	188.8	215.7	227.3
2.5	83.7	103.5	116.7	129.3	145.6	157.8	186.1	198.2	226.4	238.6
3	87.1	107.7	121.4	134.5	151.5	164.2	193.6	206.3	235.6	248.3
3.5	90.1	111.4	125.6	139.1	156.7	169.9	200.3	213.3	243.7	256.8
4	92.7	114.7	129.3	143.2	161.3	174.9	206.2	219.6	250.9	264.3
4.5	95.1	117.7	132.6	147.0	165.5	179.4	211.6	225.4	257.4	271.2
5	97.3	120.4	135.7	150.4	169.4	183.6	216.5	230.6	263.4	277.5
5.5	99.4	123.0	138.6	153.5	172.9	187.5	221.0	235.4	268.9	283.4
6	101.3	125.3	141.2	156.5	176.2	191.0	225.2	240.0	274.1	288.8
6.5	103.1	127.5	143.7	159.2	179.3	194.4	229.2	244.2	278.9	293.9
7	104.8	129.6	146.1	161.8	182.3	197.6	233.0	248.2	283.5	298.7
7.5	106.3	131.6	148.3	164.3	185.0	200.6	236.5	251.9	287.8	303.2
8	107.8	133.4	150.4	166.6	187.7	203.4	239.8	255.5	291.8	307.5
8.5	109.3	135.2	152.4	168.8	190.2	206.1	243.0	258.9	295.7	311.6
9	110.7	136.9	154.3	171.0	192.5	208.7	246.1	262.1	299.4	315.5
9.5	112.0	138.5	156.1	173.0	194.8	211.2	249.0	265.3	303.0	319.2
10	113.2	140.1	157.9	174.9	197.0	213.6	251.8	268.2	306.4	322.8
10.5	114.4	141.6	159.6	176.8	199.1	215.8	254.5	271.1	309.7	326.3
11	115.6	143.0	161.2	178.6	201.2	218.0	257.1	273.9	312.8	329.6
11.5	116.7	144.4	162.8	180.3	203.1	220.2	259.6	276.5	315.9	332.8
12	117.8	145.8	164.3	182.0	205.0	222.2	262.0	279.1	318.8	335.9
13	119.9	148.3	167.2	185.2	208.6	226.1	266.6	284.0	324.4	341.8
14	121.8	150.8	169.9	188.2	212.0	229.8	271.0	288.7	329.7	347.4
15	123.7	153.0	172.5	191.1	215.2	233.3	275.1	293.0	334.7	352.7
16	125.4	155.2	174.9	193.8	218.3	236.6	279.0	297.2	339.5	357.7
17	127.1	157.3	177.2	196.4	221.2	239.8	282.7	301.1	344.0	362.4
18	128.7	159.2	179.5	198.9	224.0	242.8	286.2	304.9	348.3	367.0
19	130.2	161.1	181.6	201.2	226.6	245.6	289.6	308.5	352.4	371.3
20	131.7	162.9	183.6	203.5	229.2	248.4	292.9	312.0	356.4	375.5
21	133.1	164.7	185.6	205.7	231.6	251.1	296.0	315.4	360.2	379.5
22	134.5	166.4	187.5	207.7	234.0	253.6	299.0	318.6	363.9	383.4
23	135.8	168.0	189.3	209.8	236.3	256.1	302.0	321.7	367.4	387.1
24	137.0	169.6	191.1	211.7	238.5	258.5	304.8	324.7	370.9	390.7

Tabla A.8 Curvas Hp (mm) - D (min, h) - Tr (años)

Estación Finca El Triunfo (7048)

Duración [min, h]	P e r í o d o d e r e t o r n o [Años]									
	2	5	10	20	50	100	500	1000	5000	10000
5	19.6	23.3	25.7	28.1	31.2	33.5	38.7	41.0	46.3	48.6
10	29.3	34.9	38.6	42.2	46.7	50.2	58.1	61.5	69.5	72.9
15	37.2	44.2	48.9	53.4	59.2	63.6	73.6	77.9	88.0	92.3
30	51.5	61.3	67.8	74.0	82.1	88.1	102.0	108.0	121.9	127.9
45	59.3	70.6	78.1	85.3	94.5	101.5	117.5	124.4	140.5	147.4
1	65.2	77.6	85.8	93.7	103.9	111.5	129.2	136.7	154.4	161.9
1.5	71.2	84.8	93.8	102.4	113.5	121.8	141.1	149.4	168.6	176.9
2	75.9	90.3	99.8	109.0	120.8	129.7	150.2	159.1	179.5	188.4
2.5	79.6	94.8	104.8	114.4	126.9	136.2	157.7	167.0	188.5	197.8
3	82.9	98.6	109.1	119.1	132.0	141.7	164.1	173.8	196.1	205.8
3.5	85.7	102.0	112.8	123.1	136.5	146.6	169.7	179.7	202.9	212.8
4	88.2	105.0	116.1	126.8	140.5	150.9	174.8	185.0	208.8	219.1
4.5	90.5	107.7	119.1	130.1	144.2	154.8	179.3	189.8	214.3	224.8
5	92.6	110.2	121.9	133.1	147.6	158.4	183.5	194.3	219.3	230.0
5.5	94.6	112.6	124.5	135.9	150.7	161.7	187.3	198.3	223.9	234.9
6	96.4	114.7	126.9	138.5	153.5	164.8	190.9	202.1	228.2	239.4
6.5	98.1	116.7	129.1	140.9	156.2	167.7	194.3	205.7	232.2	243.6
7	99.7	118.6	131.2	143.2	158.8	170.5	197.4	209.0	236.0	247.5
7.5	101.2	120.4	133.2	145.4	161.2	173.1	200.4	212.2	239.5	251.3
8	102.6	122.1	135.1	147.5	163.5	175.5	203.3	215.2	242.9	254.9
8.5	104.0	123.8	136.9	149.4	165.7	177.8	206.0	218.1	246.2	258.3
9	105.3	125.3	138.6	151.3	167.7	180.1	208.6	220.8	249.3	261.5
9.5	106.6	126.8	140.2	153.1	169.7	182.2	211.0	223.4	252.2	264.6
10	107.8	128.2	141.8	154.8	171.6	184.3	213.4	226.0	255.0	267.6
10.5	108.9	129.6	143.3	156.5	173.5	186.2	215.7	228.4	257.8	270.4
11	110.0	130.9	144.8	158.1	175.2	188.1	217.9	230.7	260.4	273.2
11.5	111.1	132.2	146.2	159.6	177.0	190.0	220.0	232.9	262.9	275.9
12	112.1	133.4	147.6	161.1	178.6	191.7	222.1	235.1	265.4	278.4
13	114.1	135.8	150.2	163.9	181.7	195.1	226.0	239.3	270.1	283.3
14	116.0	138.0	152.6	166.6	184.7	198.3	229.7	243.2	274.5	287.9
15	117.7	140.1	154.9	169.1	187.5	201.3	233.1	246.8	278.6	292.3
16	119.4	142.1	157.1	171.5	190.2	204.2	236.5	250.3	282.6	296.5
17	121.0	144.0	159.2	173.8	192.7	206.9	239.6	253.7	286.3	300.4
18	122.5	145.8	161.2	176.0	195.1	209.5	242.6	256.9	289.9	304.2
19	123.9	147.5	163.1	178.1	197.4	211.9	245.5	259.9	293.4	307.8
20	125.3	149.2	164.9	180.1	199.7	214.3	248.2	262.8	296.7	311.2
21	126.7	150.8	166.7	182.0	201.8	216.6	250.9	265.6	299.8	314.6
22	128.0	152.3	168.4	183.9	203.8	218.8	253.5	268.4	302.9	317.8
23	129.2	153.8	170.0	185.6	205.8	221.0	255.9	271.0	305.9	320.9
24	130.4	155.2	171.6	187.4	207.8	223.0	258.3	273.5	308.7	323.9

Tabla A.9 Curvas Hp (mm) - D (min, h) - Tr (años)

Estación Escuintla (7053)

Duración [min, h]	P e r í o d o d e r e t o r n o [Años]									
	2	5	10	20	50	100	500	1000	5000	10000
5	18.2	22.4	25.4	28.2	31.9	34.7	41.1	43.8	50.2	53.0
10	27.3	33.7	38.1	42.3	47.9	52.0	61.6	65.7	75.3	79.5
15	34.6	42.6	48.2	53.6	60.6	65.9	78.0	83.2	95.4	100.7
30	47.9	59.1	66.8	74.3	84.0	91.3	108.1	115.3	132.3	139.6
45	55.2	68.1	77.0	85.6	96.8	105.1	124.5	132.9	152.3	160.8
1	60.6	74.8	84.6	94.1	106.4	115.5	136.8	146.0	167.4	176.7
1.5	66.2	81.7	92.4	102.8	116.2	126.2	149.5	159.5	182.9	193.1
2	70.5	87.0	98.4	109.4	123.7	134.4	159.2	169.8	194.7	205.6
2.5	74.0	91.4	103.3	114.9	129.9	141.1	167.1	178.3	204.4	215.8
3	77.0	95.1	107.5	119.5	135.2	146.8	173.9	185.5	212.7	224.6
3.5	79.7	98.3	111.2	123.6	139.8	151.8	179.8	191.9	220.0	232.3
4	82.0	101.2	114.4	127.3	143.9	156.3	185.2	197.5	226.5	239.1
4.5	84.2	103.8	117.4	130.6	147.7	160.4	190.0	202.7	232.4	245.3
5	86.1	106.3	120.1	133.6	151.1	164.1	194.4	207.4	237.8	251.1
5.5	87.9	108.5	122.7	136.4	154.3	167.6	198.5	211.7	242.8	256.3
6	89.6	110.6	125.0	139.1	157.2	170.8	202.3	215.8	247.5	261.2
6.5	91.2	112.5	127.2	141.5	160.0	173.8	205.8	219.6	251.8	265.8
7	92.7	114.4	129.3	143.8	162.6	176.6	209.2	223.2	255.9	270.2
7.5	94.1	116.1	131.3	146.0	165.1	179.3	212.4	226.6	259.8	274.3
8	95.4	117.7	133.1	148.1	167.4	181.8	215.4	229.8	263.5	278.2
8.5	96.7	119.3	134.9	150.0	169.6	184.3	218.2	232.8	267.0	281.9
9	97.9	120.8	136.6	151.9	171.8	186.6	221.0	235.8	270.3	285.4
9.5	99.1	122.2	138.2	153.7	173.8	188.8	223.6	238.6	273.5	288.8
10	100.2	123.6	139.8	155.4	175.7	190.9	226.1	241.2	276.6	292.0
10.5	101.2	124.9	141.3	157.1	177.6	193.0	228.5	243.8	279.6	295.1
11	102.3	126.2	142.7	158.7	179.4	194.9	230.9	246.3	282.4	298.2
11.5	103.3	127.4	144.1	160.3	181.2	196.8	233.1	248.7	285.2	301.1
12	104.2	128.6	145.4	161.7	182.9	198.7	235.3	251.0	287.8	303.9
13	106.1	130.9	148.0	164.6	186.1	202.2	239.4	255.4	292.9	309.2
14	107.8	133.0	150.4	167.3	189.1	205.5	243.3	259.6	297.7	314.3
15	109.4	135.0	152.7	169.8	192.0	208.6	247.0	263.5	302.2	319.0
16	111.0	136.9	154.8	172.2	194.7	211.5	250.5	267.3	306.5	323.5
17	112.5	138.8	156.9	174.5	197.3	214.3	253.9	270.8	310.6	327.9
18	113.9	140.5	158.9	176.7	199.8	217.0	257.0	274.2	314.5	332.0
19	115.2	142.2	160.8	178.8	202.2	219.6	260.1	277.5	318.2	335.9
20	116.5	143.8	162.6	180.8	204.4	222.1	263.0	280.6	321.8	339.7
21	117.8	145.3	164.3	182.7	206.6	224.5	265.8	283.6	325.2	343.3
22	119.0	146.8	166.0	184.6	208.7	226.7	268.5	286.5	328.5	346.8
23	120.1	148.2	167.6	186.4	210.8	228.9	271.2	289.3	331.7	350.2
24	121.2	149.6	169.2	188.1	212.7	231.1	273.7	292.0	334.8	353.5

Tabla A.10 Curvas Hp (mm) - D (min, h) - Tr (años)

Estación Finca Chiripa (7056)

Duración [min, h]	Período de retorno [Años]									
	2	5	10	20	50	100	500	1000	5000	10000
5	20.5	26.3	30.2	33.9	38.7	42.3	50.6	54.2	62.5	66.1
10	30.7	39.5	45.3	50.8	58.0	63.5	75.9	81.3	93.7	99.1
15	38.9	50.0	57.4	64.4	73.5	80.4	96.2	103.0	118.7	125.5
30	54.0	69.3	79.5	89.3	101.9	111.4	133.3	142.7	164.5	173.9
45	62.2	79.8	91.6	102.8	117.4	128.3	153.5	164.4	189.5	200.4
1	68.3	87.7	100.6	113.0	129.0	141.0	168.7	180.6	208.3	220.2
1.5	74.6	95.9	109.9	123.4	140.9	154.1	184.3	197.3	227.5	240.5
2	79.5	102.1	117.0	131.4	150.0	164.0	196.2	210.1	242.2	256.1
2.5	83.4	107.2	122.9	138.0	157.5	172.2	206.0	220.6	254.3	268.9
3	86.8	111.5	127.9	143.6	163.9	179.2	214.4	229.5	264.6	279.8
3.5	89.8	115.3	132.2	148.5	169.5	185.3	221.7	237.4	273.7	289.4
4	92.4	118.7	136.2	152.9	174.5	190.8	228.3	244.4	281.8	297.9
4.5	94.8	121.8	139.7	156.9	179.1	195.8	234.2	250.8	289.1	305.7
5	97.0	124.6	142.9	160.5	183.2	200.3	239.7	256.6	295.8	312.8
5.5	99.1	127.3	145.9	163.9	187.1	204.5	244.7	262.0	302.1	319.3
6	101.0	129.7	148.7	167.0	190.7	208.5	249.4	267.0	307.8	325.5
6.5	102.7	132.0	151.4	170.0	194.0	212.1	253.8	271.7	313.3	331.2
7	104.4	134.1	153.8	172.7	197.2	215.6	257.9	276.1	318.4	336.6
7.5	106.0	136.2	156.2	175.4	200.2	218.9	261.8	280.3	323.2	341.7
8	107.5	138.1	158.4	177.8	203.0	222.0	265.5	284.3	327.8	346.5
8.5	108.9	139.9	160.5	180.2	205.7	224.9	269.1	288.1	332.1	351.1
9	110.3	141.7	162.5	182.5	208.3	227.7	272.4	291.7	336.3	355.6
9.5	111.6	143.4	164.4	184.6	210.8	230.4	275.7	295.1	340.3	359.8
10	112.9	145.0	166.3	186.7	213.1	233.0	278.8	298.5	344.1	363.8
10.5	114.1	146.5	168.0	188.7	215.4	235.5	281.8	301.7	347.8	367.7
11	115.2	148.0	169.8	190.6	217.6	237.9	284.6	304.7	351.3	371.5
11.5	116.4	149.5	171.4	192.5	219.7	240.2	287.4	307.7	354.8	375.1
12	117.4	150.9	173.0	194.3	221.8	242.5	290.1	310.6	358.1	378.6
13	119.5	153.5	176.1	197.7	225.7	246.7	295.2	316.0	364.4	385.2
14	121.5	156.0	178.9	200.9	229.4	250.8	300.0	321.2	370.3	391.5
15	123.3	158.4	181.6	204.0	232.8	254.6	304.5	326.1	375.9	397.5
16	125.1	160.6	184.2	206.9	236.1	258.2	308.9	330.7	381.3	403.1
17	126.7	162.8	186.7	209.6	239.3	261.6	313.0	335.1	386.3	408.5
18	128.3	164.8	189.0	212.3	242.3	264.9	316.9	339.3	391.2	413.6
19	129.8	166.8	191.3	214.8	245.2	268.0	320.7	343.3	395.8	418.5
20	131.3	168.6	193.4	217.2	247.9	271.1	324.3	347.2	400.3	423.2
21	132.7	170.5	195.5	219.5	250.6	274.0	327.7	350.9	404.6	427.7
22	134.0	172.2	197.5	221.8	253.1	276.7	331.1	354.5	408.7	432.1
23	135.4	173.9	199.4	223.9	255.6	279.4	334.3	357.9	412.7	436.3
24	136.6	175.5	201.3	226.0	258.0	282.0	337.4	361.3	416.5	440.4

Tabla A.11 Curvas Hp (mm) - D (min, h) - Tr (años) Estación Finca Chicharras (7057)

Duración [min, h]	Período de retorno [Años]									
	2	5	10	20	50	100	500	1000	5000	10000
5	20.5	25.3	28.5	31.6	35.6	38.6	45.5	48.5	55.4	58.4
10	30.7	38.0	42.8	47.4	53.4	57.9	68.3	72.8	83.2	87.6
15	38.9	48.1	54.2	60.1	67.7	73.4	86.5	92.2	105.3	111.0
30	53.9	66.7	75.2	83.3	93.8	101.7	119.9	127.8	146.0	153.9
45	62.1	76.8	86.6	95.9	108.1	117.2	138.2	147.2	168.2	177.2
1	68.2	84.4	95.1	105.4	118.8	128.8	151.8	161.8	184.8	194.8
1.5	74.5	92.2	103.9	115.2	129.7	140.7	165.9	176.7	201.9	212.8
2	79.3	98.2	110.7	122.6	138.1	149.8	176.6	188.2	215.0	226.5
2.5	83.3	103.1	116.2	128.8	145.0	157.2	185.4	197.5	225.7	237.8
3	86.7	107.3	120.9	134.0	150.9	163.6	192.9	205.6	234.9	247.5
3.5	89.6	110.9	125.0	138.6	156.1	169.2	199.5	212.6	242.9	255.9
4	92.3	114.2	128.7	142.7	160.7	174.2	205.4	218.9	250.1	263.5
4.5	94.7	117.2	132.1	146.4	164.9	178.8	210.8	224.6	256.6	270.4
5	96.9	119.9	135.2	149.8	168.7	182.9	215.7	229.8	262.5	276.7
5.5	98.9	122.4	138.0	152.9	172.2	186.8	220.2	234.6	268.0	282.5
6	100.8	124.8	140.6	155.8	175.5	190.3	224.4	239.1	273.2	287.9
6.5	102.6	127.0	143.1	158.6	178.6	193.7	228.4	243.3	278.0	292.9
7	104.2	129.0	145.4	161.2	181.6	196.8	232.1	247.3	282.5	297.7
7.5	105.8	131.0	147.7	163.6	184.3	199.8	235.8	251.0	286.8	302.2
8	107.3	132.9	149.7	165.9	186.9	202.7	238.9	254.6	290.9	306.5
8.5	108.8	134.6	151.7	168.1	189.4	205.4	242.1	258.0	294.7	310.6
9	110.1	136.3	153.6	170.2	191.8	207.9	245.2	261.2	298.4	314.5
9.5	111.4	137.9	155.5	172.3	194.1	210.4	248.1	264.3	302.0	318.2
10	112.7	139.5	157.2	174.2	196.2	212.8	250.9	267.3	305.4	321.8
10.5	113.9	141.0	158.9	176.1	198.3	215.0	253.5	270.1	308.6	325.2
11	115.1	142.4	160.5	177.9	200.4	217.2	256.1	272.9	311.8	328.6
11.5	116.2	143.8	162.1	179.6	202.3	219.3	258.6	275.6	314.8	331.8
12	117.3	145.1	163.6	181.3	204.2	221.4	261.0	278.1	317.8	334.9
13	119.3	147.7	166.5	184.5	207.8	225.3	265.6	283.0	323.4	340.8
14	121.3	150.1	169.2	187.5	211.2	229.0	270.0	287.6	328.6	346.3
15	123.1	152.4	171.8	190.3	214.4	232.4	274.0	292.0	333.6	351.6
16	124.8	154.5	174.2	193.0	217.4	235.7	277.9	296.1	338.3	356.5
17	126.5	156.6	176.5	195.6	220.3	238.9	281.6	300.1	342.8	361.3
18	128.1	158.6	178.7	198.0	223.1	241.9	285.2	303.8	347.1	365.8
19	129.6	160.4	180.8	200.4	225.7	244.7	288.5	307.4	351.3	370.2
20	131.1	162.2	182.9	202.6	228.3	247.5	291.8	310.9	355.2	374.3
21	132.5	164.0	184.8	204.8	230.7	250.1	294.9	314.2	359.0	378.3
22	133.8	165.6	186.7	206.9	233.1	252.7	297.9	317.4	362.7	382.2
23	135.1	167.3	188.5	208.9	235.3	255.1	300.8	320.5	366.2	385.9
24	136.4	168.8	190.3	210.9	237.5	257.5	303.6	323.5	369.6	389.5

Tabla A.12 Curvas Hp (mm) - D (min, h) - Tr (años) Estación El Perú (7058)

Duración [min, h]	P e r i o d o d e r e t o r n o [Años]									
	2	5	10	20	50	100	500	1000	5000	10000
5	20.3	27.1	32.8	39.2	48.8	57.1	80.2	92.0	124.3	140.5
10	30.5	40.7	49.2	58.8	73.2	85.6	120.3	138.0	186.4	210.8
15	38.6	51.5	62.3	74.4	92.7	108.5	152.4	174.8	236.1	267.0
30	53.6	71.4	86.4	103.2	128.5	150.3	211.2	242.2	327.3	370.1
45	61.7	82.2	99.5	118.8	148.0	173.2	243.2	279.0	377.0	426.3
1	67.8	90.3	109.3	130.6	162.7	190.3	267.3	306.6	414.3	468.4
1.5	74.1	98.7	119.4	142.6	177.7	207.9	292.0	335.0	452.6	511.8
2	78.9	105.1	127.2	151.9	189.2	221.3	310.9	356.7	481.9	544.9
2.5	82.8	110.3	133.5	159.5	198.6	232.4	326.4	374.5	505.9	572.1
3	86.2	114.8	138.9	165.9	206.7	241.8	339.7	389.6	526.4	595.3
3.5	89.1	118.7	143.7	171.6	231.8	250.1	351.3	403.0	544.4	615.6
4	91.7	122.2	147.9	176.7	220.1	257.5	361.7	414.9	560.5	633.8
4.5	94.1	125.4	151.8	181.3	225.8	264.2	371.1	425.7	575.1	650.3
5	96.3	128.3	155.3	185.5	231.1	270.3	379.7	435.6	588.5	665.4
5.5	98.3	131.0	158.6	189.4	235.9	276.0	387.7	444.7	600.8	679.4
6	100.2	133.5	161.6	193.0	240.4	281.3	395.1	453.2	612.3	692.4
6.5	102.2	135.9	164.4	196.4	244.7	286.2	402.1	461.2	623.1	704.6
7	103.6	138.1	167.1	199.6	248.7	290.9	408.6	468.7	633.3	716.1
7.5	105.2	140.2	169.7	202.6	252.4	295.3	414.8	475.8	642.9	727.0
8	106.7	142.2	172.1	205.5	256.0	299.5	420.7	482.6	652.0	737.3
8.5	108.1	144.1	174.4	208.2	259.4	303.5	426.3	489.0	660.7	747.1
9	109.5	145.9	176.5	210.8	262.7	307.3	431.6	495.1	669.0	756.4
9.5	110.8	147.6	178.6	213.4	265.8	310.9	436.8	501.0	676.9	765.4
10	112.0	149.3	180.6	215.8	268.8	314.4	441.7	506.7	684.5	774.0
10.5	113.2	150.9	182.6	218.1	271.7	317.8	446.4	512.1	691.8	782.3
11	114.4	152.4	184.4	220.3	274.4	321.0	451.0	517.3	698.9	790.3
11.5	115.5	153.9	186.2	222.4	277.1	324.2	455.3	522.3	705.7	798.0
12	116.6	155.3	188.0	224.5	279.7	327.2	459.6	527.2	712.3	805.4
13	118.6	158.1	191.3	228.5	284.6	332.9	467.7	536.5	724.8	819.6
14	120.6	160.6	194.4	232.2	289.2	338.4	475.3	545.2	736.6	833.0
15	122.4	163.1	197.4	235.7	293.6	343.5	482.5	553.5	747.8	845.6
16	124.1	165.4	200.1	239.0	297.8	348.4	489.4	561.3	758.4	857.6
17	125.8	167.6	202.8	242.2	301.8	353.0	495.9	568.8	768.5	869.0
18	127.4	169.7	205.4	245.3	305.5	357.4	502.1	576.0	778.1	879.9
19	128.9	171.7	207.8	248.2	309.2	361.7	508.0	582.8	787.4	890.3
20	130.3	173.6	210.1	251.0	312.6	365.7	513.8	589.3	796.2	900.4
21	131.7	175.5	212.4	253.6	316.0	369.7	519.3	595.6	804.7	910.0
22	133.1	177.3	214.5	256.2	319.2	373.4	524.6	601.7	812.9	919.3
23	134.3	179.0	216.6	258.7	322.3	377.1	529.7	607.6	820.9	928.2
24	135.6	180.7	218.7	261.1	325.3	380.6	534.6	613.3	828.5	936.9

Tabla A.13 Curvas Hp (mm) - D (min, h) - Tr (años)

Estación Finca Gênova (7060)

Duración [min, h]	P e r i o d o d e r e t o r n o [Años]									
	2	5	10	20	50	100	500	1000	5000	10000
5	19.5	25.6	30.7	36.3	44.8	52.0	71.8	81.9	109.2	122.9
10	29.3	38.4	46.1	54.5	67.1	78.0	107.8	122.9	163.8	184.3
15	37.1	48.7	58.4	69.0	85.1	98.8	136.5	155.6	207.5	233.5
30	51.4	67.5	80.9	95.7	117.9	136.9	189.2	215.7	287.6	323.6
45	59.2	77.7	93.2	110.2	135.8	157.7	217.9	248.4	331.3	372.8
1	65.0	85.4	102.4	121.1	149.2	173.3	239.4	273.0	364.1	409.6
1.5	71.0	93.3	111.8	132.3	163.0	189.3	261.6	298.3	397.7	447.5
2	75.6	99.4	119.1	140.9	173.6	201.6	278.5	317.6	423.5	476.5
2.5	79.4	104.3	125.0	147.9	182.2	211.6	292.4	333.4	444.6	500.2
3	82.6	108.6	130.1	153.9	189.6	220.2	304.3	346.9	462.7	520.5
3.5	85.5	112.3	134.5	159.2	196.1	227.7	314.7	358.8	478.5	538.3
4	88.0	115.6	138.5	163.9	201.9	234.5	324.0	369.4	492.6	554.2
4.5	90.3	118.6	142.1	168.2	207.2	240.6	332.4	379.0	505.4	568.7
5	92.4	121.4	145.4	172.1	212.0	246.2	340.1	387.8	517.2	581.9
5.5	94.3	123.9	148.5	175.7	216.4	251.3	347.3	396.0	528.1	594.1
6	96.1	126.3	151.3	179.1	220.6	256.1	353.9	403.5	538.2	605.5
6.5	97.8	128.5	154.0	182.2	224.4	260.7	360.2	410.7	547.7	616.1
7	99.4	130.6	156.5	185.2	228.1	264.9	366.0	417.3	556.6	626.2
7.5	100.9	132.6	158.9	188.0	231.6	268.9	371.6	423.7	565.0	635.7
8	102.4	134.5	161.1	190.7	234.8	272.7	376.9	429.7	573.0	644.7
8.5	103.7	136.2	163.3	193.2	238.0	276.4	381.9	435.4	580.6	653.3
9	105.0	138.0	165.3	195.6	241.0	279.8	386.7	440.9	587.9	661.5
9.5	106.3	139.6	167.3	197.9	243.8	283.1	391.3	446.1	594.9	669.3
10	107.5	141.2	169.2	200.2	246.6	286.3	395.7	451.1	601.6	676.8
10.5	108.6	142.7	171.0	202.3	249.2	289.1	399.9	455.9	608.0	684.1
11	109.7	144.1	172.7	204.4	251.7	292.3	404.0	460.6	614.2	691.1
11.5	110.8	145.5	174.4	206.4	254.2	295.2	407.9	465.1	620.2	697.8
12	111.8	146.9	176.0	208.3	256.6	297.9	411.7	469.4	626.0	704.3
13	113.8	149.5	179.1	211.9	261.1	303.2	419.0	477.7	637.0	716.7
14	115.6	151.9	182.0	215.4	265.3	308.1	425.8	485.5	647.4	728.4
15	117.4	154.2	184.8	218.7	269.4	312.8	432.2	492.8	657.2	739.4
16	119.1	156.4	187.4	221.8	273.2	317.2	438.4	499.8	666.5	749.9
17	120.6	158.5	189.9	224.7	276.8	321.5	444.2	506.5	675.4	759.9
18	122.2	160.5	192.3	227.5	280.3	325.5	449.8	512.8	683.9	769.4
19	123.6	162.4	194.6	230.2	283.6	329.4	455.1	518.9	692.0	778.6
20	125.0	164.2	196.8	232.8	286.8	333.1	460.2	524.7	699.8	787.3
21	126.3	166.0	198.9	235.3	289.9	336.6	465.1	530.3	707.3	795.7
22	127.6	167.6	200.9	237.7	292.8	340.1	469.9	535.8	714.5	803.8
23	128.9	169.3	202.9	240.0	295.7	343.4	474.5	541.0	721.4	811.7
24	130.1	170.9	204.8	242.3	298.4	346.6	478.9	546.0	728.2	819.3

Tabla A.14 Curvas Hp (mm) - D (min, h) - Tr (años)

Estación Finca Hamburgo (7061)

Duración (min, h)	Período de retorno [Años]									
	2	5	10	20	50	100	500	1000	5000	10000
5	17.0	21.3	25.0	35.8	38.0	38.8	40.7	41.5	44.1	45.8
10	25.5	31.9	37.5	53.6	57.0	58.2	61.0	62.3	66.2	68.7
15	32.3	40.4	47.5	68.0	72.2	73.9	77.3	78.9	83.8	87.0
30	44.8	56.1	65.8	94.2	100.0	102.3	107.1	109.4	116.1	120.6
45	51.6	64.6	75.8	108.5	115.2	117.8	123.3	126.0	133.8	138.9
1	56.7	71.0	83.3	119.2	126.6	129.4	135.5	138.4	147.0	152.6
1.5	62.0	77.5	91.0	130.2	138.3	141.4	148.1	151.2	160.6	166.7
2	66.0	82.5	96.9	138.7	147.3	150.6	157.7	161.0	171.0	177.5
2.5	69.3	86.7	101.8	145.6	154.6	158.1	165.5	169.0	179.5	186.4
3	72.1	90.2	105.9	151.5	160.9	164.5	172.2	175.9	186.8	193.9
3.5	74.5	93.3	109.5	156.7	166.4	170.1	178.1	181.9	193.2	200.6
4	76.8	96.0	112.8	161.3	171.3	175.1	183.4	187.3	198.9	206.5
4.5	78.8	98.5	115.7	165.5	175.8	179.7	188.2	192.2	204.1	211.9
5	80.6	100.8	118.4	169.3	179.9	183.9	192.5	196.6	208.8	216.8
5.5	82.3	102.9	120.9	172.9	183.6	187.7	196.6	200.8	213.2	221.3
6	83.8	104.9	123.2	176.2	187.2	191.3	200.4	204.6	217.3	225.6
6.5	85.3	106.7	125.4	179.3	190.5	194.7	203.9	208.2	221.1	229.5
7	86.7	108.5	127.4	182.2	193.6	197.9	207.2	211.6	224.7	233.3
7.5	88.0	110.1	129.3	185.0	196.5	200.9	210.3	214.8	228.1	236.8
8	89.3	111.7	131.2	187.6	199.3	203.7	213.3	217.9	231.4	240.2
8.5	90.5	113.2	132.9	190.1	201.9	206.4	216.2	220.8	234.5	243.4
9	91.6	114.6	134.6	192.5	204.5	209.0	218.9	223.5	237.4	246.4
9.5	92.7	116.0	136.2	194.8	206.9	211.5	221.5	226.2	240.2	249.4
10	93.7	117.3	137.7	197.0	209.2	213.9	224.0	228.7	242.9	252.2
10.5	94.7	118.5	139.2	199.1	211.5	216.2	226.4	231.2	245.5	254.9
11	95.7	119.7	140.6	201.1	213.6	218.4	228.7	233.5	248.0	257.5
11.5	96.6	120.9	142.0	203.1	215.7	220.5	230.9	235.8	250.4	260.0
12	97.5	122.0	143.3	205.0	217.7	222.6	233.1	238.0	252.8	262.4
13	99.3	124.2	145.8	208.6	221.5	226.5	237.2	242.2	257.2	267.0
14	100.9	126.2	148.2	212.0	225.1	230.2	241.0	246.1	261.4	271.4
15	102.4	128.1	150.4	215.2	228.6	233.7	244.7	249.9	265.4	275.5
16	103.8	129.9	152.6	218.3	231.8	237.0	248.1	253.4	269.1	279.4
17	105.2	131.6	154.6	221.2	234.9	240.1	251.4	256.8	272.7	283.1
18	106.6	133.3	156.5	223.9	237.8	243.1	254.6	260.0	276.1	286.7
19	107.8	134.9	158.4	226.6	240.7	246.0	257.6	263.1	279.4	290.1
20	109.0	136.4	160.2	229.1	243.4	248.8	260.5	266.1	282.6	293.3
21	110.2	137.9	161.9	231.6	246.0	251.5	263.3	268.9	285.6	296.5
22	111.3	139.3	163.5	233.9	248.5	254.0	266.0	271.6	288.5	299.5
23	112.4	140.6	165.1	236.2	250.9	256.5	268.6	274.3	291.3	302.4
24	113.5	141.9	166.7	238.4	253.2	258.9	271.1	276.9	294.0	305.2

Tabla A.15 Curvas Hp (mm) - D (min, h) - Tr (años)

Estación Frontera (7068)

Duración (min, h)	Período de retorno [Años]									
	2	5	10	20	50	100	500	1000	5000	10000
5	21.2	25.4	29.5	32.4	35.3	37.2	41.6	43.4	47.7	49.5
10	31.8	38.2	44.3	48.7	52.9	55.9	62.3	65.1	71.5	74.3
15	40.3	48.3	56.1	61.6	67.1	70.8	79.0	82.5	90.6	94.1
30	55.9	67.0	77.7	85.4	92.9	98.1	109.4	114.3	125.6	130.4
45	64.4	77.2	89.5	98.4	107.0	113.0	126.1	131.7	144.6	150.2
1	70.7	84.8	98.4	108.1	117.6	124.1	138.5	144.7	158.9	165.1
1.5	77.3	92.6	107.5	118.1	128.5	135.6	151.3	158.1	173.6	180.4
2	82.3	98.6	114.4	125.8	136.8	144.4	161.1	168.3	184.9	192.0
2.5	86.4	103.6	120.1	132.1	143.7	151.6	169.2	176.7	194.1	201.6
3	89.9	107.8	125.0	137.4	149.5	157.7	176.0	183.9	202.0	209.8
3.5	93.0	111.5	129.3	142.1	154.6	163.1	182.1	190.2	208.9	217.0
4	95.7	114.7	133.1	146.3	159.2	168.0	187.4	195.8	215.0	223.4
4.5	98.2	117.7	136.6	150.1	163.3	172.3	192.3	200.9	220.6	229.2
5	100.5	120.5	139.7	153.6	167.1	176.3	196.8	205.5	225.8	234.5
5.5	102.6	123.0	142.7	156.8	170.6	180.0	200.9	209.9	230.5	239.4
6	104.6	125.4	145.4	159.8	173.9	183.5	204.8	213.9	234.9	244.0
6.5	106.4	127.6	148.0	162.7	176.9	186.7	208.4	217.6	239.1	248.3
7	108.1	129.6	150.4	165.3	179.8	189.8	211.8	221.2	243.0	252.4
7.5	109.8	131.6	152.7	167.8	182.6	192.6	215.0	224.5	246.6	256.2
8	111.3	133.5	154.8	170.2	185.1	195.4	218.0	227.7	250.1	259.8
8.5	112.8	135.3	156.9	172.5	187.6	198.0	220.9	230.8	253.5	263.3
9	114.2	136.9	158.8	174.6	190.0	200.4	223.7	233.7	256.7	266.6
9.5	115.6	138.6	160.7	176.7	192.2	202.8	226.4	236.4	259.7	269.8
10	116.9	140.1	162.5	178.7	194.4	205.1	228.9	239.1	262.6	272.8
10.5	118.1	141.6	164.3	180.6	196.5	207.3	231.4	241.6	265.4	275.7
11	119.3	143.1	166.0	182.4	198.5	209.4	233.7	244.1	268.1	278.5
11.5	120.5	144.5	167.6	184.2	200.4	211.5	236.0	246.5	270.7	281.2
12	121.6	145.8	169.1	185.9	202.3	213.4	238.2	248.8	273.3	283.9
13	123.8	148.4	172.1	189.2	205.8	217.2	242.4	253.2	278.1	288.9
14	125.8	150.8	174.9	192.3	209.2	220.7	246.3	257.3	282.6	293.6
15	127.7	153.1	177.6	195.2	212.3	224.1	250.1	261.2	286.9	298.0
16	129.5	155.3	180.1	198.0	215.4	227.2	253.6	264.9	291.0	302.2
17	131.2	157.3	182.5	200.6	218.2	230.3	257.0	268.4	294.8	306.3
18	132.9	159.3	184.8	203.1	221.0	233.2	260.2	271.8	298.5	310.1
19	134.4	161.2	187.0	205.5	223.6	235.9	263.3	275.0	302.1	313.8
20	136.0	163.0	189.1	207.9	226.1	238.6	266.3	278.1	305.5	317.3
21	137.4	164.7	191.1	210.1	228.5	241.1	269.1	281.1	308.7	320.7
22	138.8	166.4	193.0	212.2	230.8	243.6	271.9	284.0	311.9	324.0
23	140.2	168.0	194.9	214.3	233.1	246.0	274.5	286.7	314.9	327.1
24	141.5	169.6	196.7	216.3	235.3	248.3	277.1	289.4	317.9	330.2

Tabla A.16 Curvas Hp (mm) - D (min, h) - Tr (años)

Estación Hacienda Las Maravillas (7072)

Duración [min, h]	Periodo de retorno [Años]									
	2	5	10	20	50	100	500	1000	5000	10000
5	16.7	22.9	31.7	34.9	36.9	38.4	42.0	43.9	49.4	52.1
10	25.0	34.3	47.6	52.4	55.4	57.6	63.0	65.8	74.0	78.1
15	31.7	43.5	60.3	66.3	70.2	72.9	79.8	83.3	93.8	98.9
30	43.9	60.3	83.6	91.9	97.3	101.1	110.6	115.5	130.0	137.1
45	50.6	69.5	96.3	105.9	112.0	116.4	127.4	133.1	149.7	157.9
1	55.6	76.3	105.8	116.3	123.1	127.9	140.0	146.2	164.5	173.6
1.5	60.7	83.4	115.6	127.1	134.5	139.7	153.0	159.7	179.7	189.6
2	64.7	88.8	123.1	135.3	143.2	148.8	162.9	170.1	191.4	201.9
2.5	67.9	93.2	129.2	142.1	150.3	156.2	171.0	178.6	200.9	212.0
3	70.6	97.0	134.5	147.8	156.4	162.6	177.9	185.8	209.1	220.6
3.5	73.1	100.3	139.1	152.9	161.8	168.1	184.0	192.2	216.2	228.1
4	75.2	103.3	143.2	157.4	166.6	173.1	189.4	197.8	222.6	234.8
4.5	77.2	106.0	146.9	161.5	170.9	177.6	194.4	203.0	228.4	241.0
5	79.0	108.4	150.3	165.3	174.9	181.7	198.9	207.7	233.7	246.6
5.5	80.6	110.7	153.5	168.7	178.6	185.5	203.1	212.1	238.6	251.7
6	82.2	112.8	156.4	172.0	182.0	189.1	207.0	216.1	243.2	256.6
6.5	83.6	114.8	159.2	175.0	185.2	192.4	210.6	219.9	247.5	261.1
7	85.0	116.7	161.8	177.8	188.2	195.5	214.0	223.5	251.5	265.3
7.5	86.3	118.5	164.2	180.5	191.1	198.5	217.3	226.9	255.3	269.4
8	87.5	120.1	166.6	183.1	193.8	201.3	220.4	230.1	258.9	273.2
8.5	88.7	121.7	168.8	185.5	196.3	204.0	223.3	233.2	262.4	276.8
9	89.8	123.3	170.9	187.9	198.8	206.6	226.1	236.1	265.7	280.3
9.5	90.8	124.7	172.9	190.1	201.2	209.0	228.8	238.9	268.8	283.6
10	91.9	126.1	174.9	192.2	203.4	211.4	231.3	241.6	271.9	286.8
10.5	92.8	127.5	176.7	194.3	205.6	213.6	233.8	244.2	274.8	289.9
11	93.8	128.8	178.5	196.3	207.7	215.8	236.2	246.7	277.6	292.8
11.5	94.7	130.0	180.3	198.2	209.7	217.9	238.5	249.1	280.3	295.7
12	95.6	131.2	182.0	200.0	211.7	219.9	240.7	251.4	282.9	298.4
13	97.3	133.6	185.2	203.5	215.4	223.8	245.0	255.8	287.9	303.7
14	98.9	135.7	188.2	206.9	218.9	227.5	249.0	260.0	292.6	308.6
15	100.4	137.8	191.0	210.0	222.2	230.9	252.7	264.0	297.0	313.3
16	101.8	139.7	193.7	213.0	225.4	234.2	256.3	267.7	301.2	317.8
17	103.1	141.6	196.3	215.8	228.4	237.3	259.7	271.3	305.2	322.0
18	104.4	143.4	198.8	218.5	231.3	240.3	263.0	274.7	309.0	326.0
19	105.7	145.1	201.1	221.1	234.0	243.1	266.1	277.9	312.7	329.9
20	106.9	146.7	203.4	223.6	236.6	245.9	269.1	281.0	316.2	333.6
21	108.0	148.3	205.6	226.0	239.2	248.5	272.0	284.0	319.6	337.2
22	109.1	149.8	207.7	228.3	241.6	251.0	274.8	286.9	322.9	340.6
23	110.2	151.3	209.7	230.5	244.0	253.5	277.4	289.7	326.0	343.9
24	111.2	152.7	211.6	232.7	246.2	255.8	280.0	292.4	329.1	347.1

Tabla A.17 Curvas Hp (mm) - D (min, h) - Tr (años)

Estación Hacienda San Cristobal (7073)

Duración [min, h]	Periodo de retorno [Años]									
	2	5	10	20	50	100	500	1000	5000	10000
5	17.0	21.4	24.2	26.8	30.2	32.7	38.5	41.1	47.2	49.9
10	25.5	32.0	36.3	40.2	45.2	49.0	57.8	61.7	70.8	74.9
15	32.3	40.6	45.9	50.9	57.3	62.1	73.2	78.1	89.7	94.8
30	44.7	56.2	63.6	70.6	79.4	86.1	101.5	108.2	124.3	131.5
45	51.5	64.8	73.3	81.3	91.5	99.1	116.9	124.7	143.2	151.4
1	56.6	71.2	80.6	89.3	100.5	108.9	128.5	137.0	157.4	166.4
1.5	61.8	77.8	88.0	97.6	109.8	119.0	140.4	149.7	171.9	181.8
2	65.9	82.8	93.7	103.9	116.9	126.7	149.4	159.4	183.0	193.5
2.5	69.1	86.9	98.4	109.1	122.7	133.0	156.9	167.3	192.2	203.2
3	71.9	90.5	102.4	113.5	127.7	138.4	163.3	174.1	200.0	211.4
3.5	74.4	93.6	105.9	117.4	132.1	143.2	168.9	180.1	206.8	218.7
4	76.6	96.3	109.0	120.9	136.0	147.4	173.8	185.4	212.9	225.1
4.5	78.6	98.8	111.9	124.0	139.5	151.2	178.4	190.2	218.4	231.0
5	80.4	101.1	114.5	126.9	142.8	154.7	182.5	194.6	223.5	236.4
5.5	82.1	103.3	116.9	129.6	145.8	158.0	186.3	198.7	228.2	241.3
6	83.7	105.2	119.1	132.0	148.6	161.0	189.9	202.5	232.6	246.0
6.5	85.2	107.1	121.2	134.4	151.2	163.9	193.3	206.1	236.7	250.3
7	86.5	108.8	123.2	136.6	153.7	166.5	196.4	209.4	240.5	254.4
7.5	87.9	110.5	125.0	138.6	156.0	169.0	199.4	212.6	244.2	258.2
8	89.1	112.0	126.8	140.6	158.2	171.4	202.2	215.6	247.7	261.9
8.5	90.3	113.5	128.5	142.5	160.3	173.7	204.9	218.5	250.9	265.4
9	91.4	115.0	130.1	144.2	162.3	175.9	207.5	221.3	254.1	268.7
9.5	92.5	116.3	131.6	146.0	164.2	178.0	209.9	223.9	257.1	271.9
10	93.5	117.6	133.1	147.6	166.1	180.0	212.3	226.4	260.0	274.9
10.5	94.5	118.9	134.6	149.2	167.9	181.9	214.6	228.8	262.8	277.9
11	95.5	120.1	135.9	150.7	169.6	183.8	216.8	231.1	265.5	280.7
11.5	96.4	121.3	137.2	152.2	171.2	185.6	218.9	233.4	268.1	283.5
12	97.3	122.4	138.5	153.6	172.8	187.3	220.9	235.6	270.6	286.1
13	99.1	124.6	141.0	156.3	175.9	190.6	224.8	239.7	275.3	291.1
14	100.7	126.6	143.3	158.8	178.7	193.7	228.5	243.6	279.8	295.9
15	102.2	128.5	145.4	161.2	181.4	196.6	231.9	247.3	284.0	300.4
16	103.6	130.3	147.5	163.5	184.0	199.4	235.2	250.8	288.1	304.6
17	105.0	132.1	149.5	165.7	186.5	202.1	238.3	254.2	291.9	308.7
18	106.3	133.7	151.3	167.8	188.8	204.6	241.3	257.4	295.6	312.5
19	107.6	135.3	153.1	169.8	191.0	207.0	244.2	260.4	299.1	316.3
20	108.8	136.8	154.9	171.7	193.2	209.4	246.9	263.3	302.4	319.8
21	110.0	138.3	156.5	173.5	195.3	211.6	249.6	266.2	305.7	323.2
22	111.1	139.7	158.1	175.3	197.2	213.8	252.1	268.9	308.8	326.5
23	112.2	141.1	159.6	177.0	199.2	215.9	254.6	271.5	311.8	329.7
24	113.2	142.4	161.1	178.7	201.0	217.9	257.0	274.0	314.7	332.8

Tabla A.18 Curvas Hp (mm) - D (min, h) - Tr (años)

Estación Horcones (7074)

Duración [min, h]	Periodo de retorno [Años]									
	2	5	10	20	50	100	500	1000	5000	10000
5	17.8	20.9	22.6	24.0	25.4	26.4	28.1	28.6	29.6	30.0
10	26.7	31.4	33.9	36.0	38.2	39.6	42.1	42.9	44.5	45.0
15	33.8	39.7	42.9	45.6	48.3	50.1	53.3	54.4	56.3	57.0
30	46.9	55.1	59.5	63.1	67.0	69.5	73.9	75.4	78.1	79.0
45	54.0	63.4	68.5	72.7	77.2	80.0	85.1	86.8	89.9	91.0
1	59.4	69.7	75.3	79.9	84.8	87.9	93.6	95.4	98.8	99.9
1.5	64.9	76.2	82.3	87.3	92.6	96.0	102.2	104.3	108.0	109.2
2	69.1	81.1	87.6	92.9	98.6	102.3	108.8	111.0	114.9	116.3
2.5	72.5	85.1	92.0	97.6	103.6	107.4	114.3	116.5	120.7	122.1
3	75.5	88.6	95.7	101.5	107.8	111.7	118.9	121.3	125.6	127.0
3.5	78.0	91.6	99.0	105.0	111.5	115.5	123.0	125.4	129.9	131.4
4	80.3	94.3	101.9	108.1	114.7	119.0	126.6	129.1	133.7	135.2
4.5	82.4	96.8	104.6	110.9	117.7	122.0	129.9	132.5	137.2	138.8
5	84.4	99.0	107.0	113.5	120.5	124.9	132.9	135.6	140.4	142.0
5.5	86.1	101.1	109.2	115.9	123.0	127.5	135.7	138.4	143.3	145.0
6	87.8	103.1	111.3	118.1	125.4	129.9	138.3	141.1	146.1	147.7
6.5	89.3	104.9	113.3	120.2	127.6	132.2	140.7	143.5	148.6	150.3
7	90.8	106.6	115.1	122.1	129.6	134.4	143.0	145.9	151.1	152.8
7.5	92.2	108.2	116.9	124.0	131.6	136.4	145.2	148.1	153.4	155.1
8	93.5	109.7	118.5	125.7	133.5	138.4	147.3	150.2	155.5	157.3
8.5	94.7	111.2	120.1	127.4	135.3	140.2	149.2	152.2	157.6	159.4
9	95.9	112.6	121.6	129.0	136.9	142.0	151.1	154.1	159.6	161.4
9.5	97.0	113.9	123.1	130.5	138.6	143.6	152.9	155.9	161.5	163.3
10	98.1	115.2	124.4	132.0	140.1	145.3	154.6	157.7	163.3	165.2
10.5	99.2	116.4	125.8	133.4	141.6	146.8	156.3	159.4	165.0	166.9
11	100.2	117.6	127.1	134.8	143.1	148.3	157.8	161.0	166.7	168.6
11.5	101.2	118.8	128.3	136.1	144.5	149.8	159.4	162.6	168.3	170.3
12	102.1	119.9	129.5	137.4	145.8	151.2	160.9	164.1	169.9	171.9
13	103.9	122.0	131.8	139.8	148.4	153.8	163.7	167.0	172.9	174.9
14	105.6	124.0	133.9	142.1	150.8	156.3	166.4	169.7	175.7	177.7
15	107.2	125.9	136.0	144.2	153.1	158.7	168.9	172.3	178.4	180.4
16	108.7	127.6	137.9	146.3	155.3	160.9	171.3	174.7	180.9	183.0
17	110.2	129.3	139.7	148.2	157.3	163.1	173.6	177.0	183.3	185.4
18	111.5	131.0	141.5	150.1	159.3	165.1	175.7	179.2	185.6	187.7
19	112.9	132.5	143.1	151.8	161.2	167.1	177.8	181.4	187.8	190.0
20	114.1	134.0	144.8	153.6	163.0	169.0	179.8	183.4	189.9	192.1
21	115.4	135.4	146.3	155.2	164.7	170.8	181.8	185.4	192.0	194.2
22	116.5	136.8	147.8	156.8	166.4	172.5	183.6	187.3	193.9	196.1
23	117.7	138.2	149.2	158.3	168.0	174.2	185.4	189.1	195.8	198.1
24	118.8	139.4	150.6	159.8	169.6	175.8	187.1	190.9	197.6	199.9

Tabla A.19 Curvas Hp (mm) - D (min, h) - Tr (años)

Estación Huehuetán (7075)

Duración [min, h]	Periodo de retorno [Años]									
	2	5	10	20	50	100	500	1000	5000	10000
5	19.2	23.5	25.3	26.8	28.7	30.1	33.4	34.8	38.0	39.4
10	28.8	35.3	37.9	40.2	43.0	45.2	50.1	52.1	57.0	59.1
15	36.4	44.7	48.0	50.9	54.5	57.2	63.4	66.1	72.2	74.9
30	50.5	62.0	66.6	70.5	75.6	79.3	87.9	91.5	100.1	103.8
45	58.2	71.4	76.7	81.2	87.0	91.4	101.2	105.5	115.3	119.5
1	63.9	78.5	84.2	89.3	95.7	100.4	111.2	115.9	126.7	131.4
1.5	69.8	85.7	92.0	97.5	104.5	109.7	121.5	126.6	138.4	143.5
2	74.3	91.3	98.0	103.8	111.3	116.8	129.4	134.8	147.3	152.8
2.5	78.0	95.8	102.9	109.0	116.8	122.6	135.9	141.5	154.7	160.4
3	81.2	99.7	107.1	113.4	121.6	127.6	141.4	147.3	161.0	166.9
3.5	84.0	103.1	110.7	117.3	125.7	131.9	146.2	152.3	166.5	172.6
4	86.5	106.2	114.0	120.8	129.4	135.8	150.5	156.8	171.4	177.7
4.5	88.7	108.9	116.9	123.9	132.8	139.4	154.4	160.9	175.9	182.4
5	90.8	111.5	119.7	126.8	135.9	142.6	158.0	164.6	179.9	186.6
5.5	92.7	113.8	122.2	129.5	138.7	145.6	161.4	168.1	183.7	190.5
6	94.5	116.0	124.5	132.0	141.4	148.4	164.4	171.3	187.2	194.2
6.5	96.1	118.0	126.7	134.3	143.9	151.0	167.3	174.3	190.5	197.6
7	97.7	120.0	128.8	136.5	146.2	153.5	170.1	177.1	193.6	200.8
7.5	99.2	121.8	130.7	138.5	148.4	155.8	172.6	179.8	196.6	203.9
8	100.6	123.5	132.6	140.5	150.5	158.0	175.1	182.4	199.4	206.7
8.5	101.9	125.2	134.3	142.4	152.6	160.1	177.4	184.8	202.0	209.5
9	103.2	126.7	136.0	144.2	154.5	162.1	179.6	187.1	204.6	212.1
9.5	104.4	128.2	137.6	145.9	156.3	164.1	181.8	189.3	207.0	214.6
10	105.6	129.7	139.2	147.5	158.1	165.9	183.8	191.5	209.3	217.1
10.5	106.7	131.1	140.7	149.1	159.7	167.7	185.8	193.5	211.5	219.4
11	107.8	132.4	142.1	150.6	161.4	169.4	187.7	195.5	213.7	221.6
11.5	108.9	133.7	143.5	152.1	162.9	171.0	189.5	197.4	215.8	223.8
12	109.9	134.9	144.8	153.5	164.5	172.6	191.3	199.2	217.8	225.9
13	111.8	137.3	147.4	156.2	167.4	175.7	194.6	202.8	221.6	229.8
14	113.6	139.5	149.8	158.7	170.1	178.5	197.8	206.1	225.2	233.6
15	115.4	141.7	152.1	161.1	172.7	181.2	200.8	209.2	228.7	237.1
16	117.0	143.7	154.2	163.4	175.1	183.8	203.7	212.1	231.9	240.5
17	118.5	145.6	156.3	165.6	177.4	186.3	206.4	215.0	235.0	243.7
18	120.0	147.4	158.2	167.7	179.7	188.6	209.0	217.7	237.9	246.7
19	121.5	149.2	160.1	169.7	181.8	190.8	211.4	220.2	240.8	249.7
20	122.8	150.8	161.9	171.6	183.9	193.0	213.8	222.7	243.5	252.5
21	124.1	152.5	163.6	173.4	185.8	195.0	216.1	225.1	246.1	255.2
22	125.4	154.0	165.3	175.2	187.7	197.0	218.3	227.4	248.6	257.8
23	126.6	155.5	166.9	176.9	189.5	198.9	220.4	229.6	251.0	260.3
24	127.8	157.0	168.5	178.5	191.3	200.8	222.5	231.8	253.3	262.7

Tabla A.20 Curvas Hp (mm) - D (min, h) - Tr (años)

Estación Huixtla (7077)

Duración [min, h]	Periodo de retorno [Años]									
	2	5	10	20	50	100	500	1000	5000	10000
5	17.2	22.6	27.5	38.4	46.6	51.1	60.5	64.5	73.5	77.4
10	25.9	33.9	41.2	57.5	70.0	76.7	90.8	96.7	110.2	116.1
15	32.8	42.9	52.2	72.9	88.6	97.2	115.0	122.5	139.6	147.0
30	45.4	59.5	72.4	101.0	122.8	134.7	159.4	169.8	193.5	203.8
45	52.3	68.5	83.4	116.4	141.5	155.1	183.7	195.6	222.9	234.7
1	57.5	75.3	91.6	127.9	155.5	170.5	201.8	214.9	245.0	257.9
1.5	62.8	82.3	100.1	139.7	169.9	186.2	220.5	234.8	267.6	281.8
2	66.8	87.6	106.6	148.7	180.9	198.3	234.8	250.0	285.0	300.0
2.5	70.2	92.0	111.9	156.1	189.9	208.2	246.5	262.5	299.2	315.0
3	73.0	95.7	116.5	162.5	197.6	216.6	256.5	273.1	311.3	327.8
3.5	75.5	99.0	120.4	168.0	204.3	224.0	265.2	282.5	322.0	339.0
4	77.7	101.9	124.0	173.0	210.4	230.6	273.1	290.8	331.5	349.0
4.5	79.8	104.6	127.2	177.5	215.9	236.6	280.2	298.4	340.1	358.1
5	81.6	107.0	130.2	181.6	220.9	242.1	286.7	305.3	348.0	366.4
5.5	83.3	109.2	132.9	185.4	225.5	247.2	292.7	311.7	355.3	374.1
6	84.9	111.3	135.5	189.0	229.8	252.0	298.3	317.7	362.1	381.2
6.5	86.4	113.3	137.8	192.3	233.9	256.4	303.6	323.3	368.5	388.0
7	87.8	115.1	140.1	195.5	237.7	260.6	308.5	328.6	374.5	394.3
7.5	89.2	116.9	142.2	198.4	241.3	264.5	313.2	333.5	380.2	400.3
8	90.4	118.5	144.2	201.2	244.7	268.3	317.6	338.3	385.6	405.9
8.5	91.6	120.1	146.2	203.9	248.0	271.9	321.9	342.8	390.7	411.3
9	92.8	121.6	148.0	206.5	251.1	275.3	325.9	347.1	395.6	416.5
9.5	93.9	123.1	149.7	208.9	254.1	278.5	329.8	351.2	400.3	421.4
10	94.9	124.4	151.4	211.3	256.9	281.7	333.5	355.1	404.8	426.2
10.5	96.0	125.8	153.0	213.5	259.7	284.7	337.0	358.9	409.1	430.7
11	96.9	127.1	154.6	215.7	262.3	287.6	340.5	362.6	413.3	435.1
11.5	97.9	128.3	156.1	217.8	264.9	290.4	343.8	366.1	417.3	439.4
12	98.8	129.5	157.6	219.8	267.3	293.1	347.0	369.5	421.2	443.5
13	100.5	131.8	160.3	223.7	272.1	298.2	353.1	376.0	428.6	451.3
14	102.2	133.9	163.0	227.4	276.5	303.1	358.9	382.2	435.6	458.6
15	103.7	136.0	165.4	230.8	280.7	307.7	364.3	388.0	442.2	465.6
16	105.2	137.9	167.8	234.1	284.7	312.1	369.5	393.5	448.5	472.2
17	106.6	139.7	170.0	237.2	288.4	316.2	374.4	398.7	454.5	478.5
18	107.9	141.5	172.1	240.2	292.1	320.2	379.1	403.7	460.2	484.5
19	109.2	143.1	174.2	243.0	295.5	324.0	383.6	408.5	465.6	490.2
20	110.4	144.8	176.1	245.7	298.9	327.6	387.9	413.1	470.9	495.7
21	111.6	146.3	178.0	248.4	302.0	331.1	392.1	417.5	475.9	501.0
22	112.8	147.8	179.8	250.9	305.1	334.5	396.0	421.8	480.8	506.1
23	113.9	149.2	181.6	253.4	308.1	337.8	399.9	425.9	485.4	511.1
24	114.9	150.6	183.3	255.7	311.0	340.9	403.6	429.9	490.0	515.8

Tabla A.21 Curvas Hp (mm) - D (min, h) - Tr (años)

Estación Ignacio López Rayón (7078)

Duración [min, h]	Periodo de retorno [Años]									
	2	5	10	20	50	100	500	1000	5000	10000
5	22.2	26.5	32.5	50.3	69.7	82.7	111.2	123.3	151.1	163.1
10	33.2	39.7	48.7	75.5	104.6	124.0	166.8	184.9	226.7	244.7
15	42.1	50.3	61.7	95.6	132.5	157.1	211.3	234.2	287.2	309.9
30	58.3	69.8	85.5	132.6	183.7	217.7	292.8	324.6	398.0	429.5
45	67.2	80.4	98.5	152.7	211.6	250.8	337.3	373.9	458.5	494.8
1	73.8	88.3	108.2	167.8	232.5	276.6	370.6	410.9	503.8	543.7
1.5	80.7	96.5	118.2	183.3	254.0	301.1	404.9	448.9	550.4	594.0
2	85.9	102.7	125.9	195.2	270.4	320.6	431.1	477.9	586.0	632.4
2.5	90.2	107.8	132.1	204.9	283.9	336.6	452.6	501.8	615.3	664.0
3	93.8	112.2	137.5	213.2	295.4	350.2	471.0	522.1	640.2	690.9
3.5	97.0	116.1	142.2	220.5	305.5	362.2	487.1	540.0	662.1	714.5
4	99.9	119.5	146.4	227.0	314.6	372.9	501.5	555.9	681.7	735.6
4.5	102.5	122.6	150.2	233.0	322.8	382.6	514.5	570.4	699.4	754.8
5	104.9	125.4	153.7	238.4	330.3	391.5	526.5	583.6	715.7	772.3
5.5	107.1	128.1	156.9	243.4	337.2	399.7	537.6	595.9	730.7	788.6
6	109.2	130.5	159.9	248.0	343.7	407.4	547.9	607.3	744.7	803.7
6.5	111.1	132.8	162.7	252.4	349.7	414.6	557.5	618.0	757.8	817.8
7	112.9	135.0	165.4	256.5	355.4	421.3	566.6	628.1	770.2	831.1
7.5	114.6	137.0	167.9	260.4	360.8	427.7	575.2	637.6	781.8	843.7
8	116.2	139.0	170.3	264.1	365.9	433.8	583.3	646.7	792.9	855.7
8.5	117.8	140.8	172.6	267.6	370.8	439.5	591.1	655.3	803.5	867.1
9	119.2	142.6	174.7	271.0	375.4	445.1	598.5	663.5	813.6	878.0
9.5	120.7	144.3	176.8	274.2	379.9	450.3	605.6	671.3	823.2	888.4
10	122.0	145.9	178.8	277.3	384.2	455.4	612.4	678.9	832.5	898.4
10.5	123.3	147.5	180.7	280.2	388.3	460.3	619.0	686.2	841.4	908.0
11	124.6	149.0	182.5	283.1	392.2	465.0	625.3	693.2	850.0	917.3
11.5	125.8	150.4	184.3	285.9	396.1	469.5	631.4	699.9	858.2	926.2
12	127.0	151.8	186.0	288.5	399.8	473.9	637.3	706.4	866.2	934.8
13	129.2	154.5	189.3	293.6	406.8	482.2	648.5	718.9	881.5	951.3
14	131.3	157.0	192.4	298.4	413.4	490.1	659.1	730.6	895.9	966.8
15	133.3	159.4	195.3	302.9	419.7	497.5	669.1	741.7	909.4	981.5
16	135.2	161.7	198.1	307.2	425.6	504.6	678.5	752.2	922.3	995.4
17	137.0	163.8	200.7	311.3	431.3	511.3	687.6	762.2	934.6	1008.6
18	138.7	165.9	203.2	315.2	436.7	517.7	696.2	771.8	946.3	1021.3
19	140.4	167.8	205.6	318.9	441.9	523.8	704.5	780.9	957.6	1033.4
20	141.9	169.7	208.0	322.5	446.9	529.7	712.4	789.7	968.3	1045.0
21	143.5	171.5	210.2	326.0	451.6	535.4	720.0	798.1	978.7	1056.2
22	144.9	173.3	212.3	329.3	456.3	540.9	727.3	806.3	988.7	1067.0
23	146.3	175.0	214.4	332.5	460.7	546.1	734.4	814.1	998.3	1077.4
24	147.7	176.6	216.4	335.6	465.0	551.2	741.3	821.7	1007.6	1087.4

Tabla A.22 Curvas Hp (mm) - D (min, h) - Tr (años)

Estación I.M.P.A. Tuxtla Chico (7079)

Duración [min, h]	Período de retorno [Años]									
	2	5	10	20	50	100	500	1000	5000	10000
5	17.8	21.3	23.5	25.5	28.2	30.2	34.8	36.9	41.8	44.0
10	26.7	31.9	35.2	38.3	42.3	45.3	52.2	55.3	62.6	65.9
15	33.8	40.4	44.6	48.5	53.6	57.3	66.2	70.0	79.4	83.5
30	46.9	56.0	61.8	67.2	74.2	79.5	91.7	97.1	110.0	115.7
45	54.0	64.5	71.2	77.4	85.5	91.5	105.7	111.8	126.7	133.3
1	59.3	70.9	78.2	85.1	94.0	100.6	116.1	122.9	139.2	146.5
1.5	64.8	77.4	85.4	93.0	102.6	109.9	126.8	134.2	152.1	160.1
2	69.0	82.4	91.0	99.0	109.3	117.0	135.1	142.9	161.9	170.4
2.5	72.4	86.5	95.5	103.9	114.7	122.8	141.8	150.1	170.0	178.9
3	75.4	90.0	99.4	108.1	119.4	127.8	147.5	156.2	176.9	186.2
3.5	78.0	93.1	102.8	111.8	123.5	132.2	152.6	161.5	183.0	192.5
4	80.3	95.9	105.8	115.1	127.1	136.1	157.1	166.3	188.4	198.2
4.5	82.4	98.4	108.6	118.1	130.4	139.6	161.2	170.6	193.3	203.4
5	84.3	100.6	111.1	120.9	133.5	142.9	164.9	174.6	197.8	208.1
5.5	86.0	102.8	113.4	123.4	136.3	145.9	168.4	178.2	201.9	212.5
6	87.7	104.7	115.6	125.8	138.9	148.7	171.6	181.6	205.8	216.6
6.5	89.2	106.6	117.6	128.0	141.3	151.3	174.6	184.8	209.4	220.4
7	90.7	108.3	119.5	130.1	143.6	153.7	177.5	187.9	212.8	224.0
7.5	92.1	110.0	121.3	132.0	145.8	156.1	180.2	190.7	216.0	227.4
8	93.4	111.5	123.1	133.9	147.9	158.3	182.7	193.4	219.1	230.6
8.5	94.6	113.0	124.7	135.7	149.8	160.4	185.2	196.0	222.0	233.6
9	95.8	114.4	126.3	137.4	151.7	162.4	187.5	198.4	224.8	236.6
9.5	96.9	115.8	127.8	139.0	153.5	164.3	189.7	200.8	227.5	239.4
10	98.0	117.1	129.2	140.6	155.3	166.2	191.9	203.1	230.0	242.1
10.5	99.1	118.3	130.6	142.1	156.9	168.0	193.9	205.2	232.5	244.7
11	100.1	119.5	131.9	143.6	158.5	169.7	195.9	207.3	234.9	247.2
11.5	101.1	120.7	133.2	144.9	160.1	171.3	197.8	209.3	237.2	249.6
12	102.0	121.8	134.4	146.3	161.6	172.9	199.6	211.3	239.4	251.9
13	103.8	124.0	136.8	148.9	164.4	176.0	203.1	215.0	243.6	256.3
14	105.5	126.0	139.0	151.3	167.1	178.8	206.5	218.5	247.6	260.5
15	107.1	127.9	141.2	153.6	169.6	181.5	209.6	221.8	251.3	264.5
16	108.6	129.7	143.2	155.8	172.0	184.1	212.6	225.0	254.9	268.2
17	110.1	131.4	145.1	157.8	174.3	186.6	215.4	228.0	258.3	271.8
18	111.4	133.1	146.9	159.8	176.5	188.9	218.1	230.8	261.5	275.2
19	112.8	134.7	148.6	161.7	178.6	191.1	220.7	233.6	264.6	278.5
20	114.0	136.2	150.3	163.5	180.6	193.3	223.2	236.2	267.6	281.6
21	115.2	137.6	151.9	165.3	182.5	195.4	225.5	238.7	270.4	284.6
22	116.4	139.0	153.5	167.0	184.4	197.4	227.8	241.2	273.2	287.5
23	117.6	140.4	154.9	168.6	186.2	199.3	230.1	243.5	275.9	290.3
24	118.6	141.7	156.4	170.2	187.9	201.1	232.2	245.8	278.4	293.0

Tabla A.23 Curvas Hp (mm) - D (min, h) - Tr (años)

Estación Jesús Chiapas (7084)

Duración [min, h]	Período de retorno [Años]									
	2	5	10	20	50	100	500	1000	5000	10000
5	14.2	18.1	20.6	23.0	25.9	28.1	32.8	34.9	39.5	41.5
10	21.3	27.2	30.9	34.5	38.8	42.1	49.3	52.3	59.3	62.2
15	27.0	34.4	39.2	43.6	49.2	53.3	62.4	66.2	75.1	78.8
30	37.4	47.7	54.3	60.5	68.2	73.9	86.5	91.8	104.0	109.3
45	43.1	55.0	62.6	69.7	78.6	85.1	99.6	105.8	119.8	125.9
1	47.3	60.4	68.8	76.6	86.3	93.5	109.5	116.2	131.7	138.3
1.5	51.7	66.0	75.1	83.6	94.3	102.2	119.6	127.0	143.9	151.1
2	55.1	70.3	80.0	89.1	100.4	108.8	127.4	135.2	153.2	160.9
2.5	57.8	73.8	84.0	93.5	105.4	114.2	133.7	141.9	160.8	168.9
3	60.2	76.8	87.4	97.3	109.7	118.2	139.1	147.7	167.4	175.8
3.5	62.2	79.4	90.4	100.6	113.5	122.9	143.9	152.7	173.1	181.8
4	64.1	81.7	93.0	103.6	116.8	126.5	148.2	157.3	178.2	187.1
4.5	65.7	83.8	95.5	106.3	119.9	129.8	152.0	161.3	182.8	192.0
5	67.3	85.8	97.7	108.8	122.6	132.8	155.5	165.1	187.1	196.5
5.5	68.7	87.6	99.7	111.0	125.2	135.6	158.8	168.6	191.0	200.6
6	70.0	89.3	101.8	113.2	127.6	138.2	161.9	171.8	194.7	204.4
6.5	71.2	90.9	103.4	115.2	129.9	140.7	164.7	174.8	198.1	208.0
7	72.4	92.3	105.1	117.0	132.0	142.9	167.4	177.7	201.3	211.4
7.5	73.5	93.7	106.7	118.8	134.0	145.1	169.9	180.4	204.4	214.6
8	74.5	95.1	108.2	120.5	135.9	147.2	172.3	182.9	207.3	217.7
8.5	75.5	96.3	109.7	122.1	137.7	149.1	174.6	185.4	210.0	220.6
9	76.5	97.5	111.0	123.6	139.4	151.0	176.8	187.7	212.7	223.3
9.5	77.4	98.7	112.4	125.1	141.1	152.8	178.9	189.9	215.2	226.0
10	78.2	99.8	113.6	126.5	142.7	154.5	180.9	192.0	217.6	228.5
10.5	79.1	100.9	114.8	127.9	144.2	156.2	182.9	194.1	219.9	231.0
11	79.9	101.9	116.0	129.2	145.6	157.8	184.7	196.1	222.2	233.3
11.5	80.7	102.9	117.1	130.4	147.1	159.3	186.5	198.0	224.4	235.6
12	81.4	103.8	118.2	131.6	148.4	160.8	188.3	199.8	226.4	237.8
13	82.8	105.7	120.3	134.0	151.1	163.6	191.6	203.3	230.4	242.0
14	84.2	107.4	122.3	136.1	153.5	166.3	194.7	206.7	234.2	245.9
15	85.5	109.0	124.1	138.2	155.8	168.8	197.7	209.8	237.7	249.7
16	86.7	110.6	125.9	140.2	158.1	171.2	200.5	212.8	241.1	253.2
17	87.8	112.0	127.6	142.0	160.2	173.5	203.1	215.6	244.3	256.6
18	88.9	113.5	129.2	143.8	162.2	175.6	205.7	218.3	247.4	259.8
19	90.0	114.8	130.7	145.5	164.1	177.7	208.1	220.9	250.3	262.9
20	91.0	116.1	132.2	147.1	165.9	179.7	210.5	223.4	253.1	265.8
21	92.0	117.3	133.6	148.7	167.7	181.6	212.7	225.8	255.8	268.7
22	92.9	118.5	134.9	150.2	169.4	183.5	214.9	228.1	258.5	271.4
23	93.8	119.7	136.3	151.7	171.1	185.3	217.0	230.3	261.0	274.1
24	94.7	120.8	137.5	153.1	172.7	187.0	219.0	232.4	263.4	276.6

Tabla A.24 Curvas Hp (mm) - D (min, h) - Tr (años)

Estación La Esperanza (7092)

Duración [min, h]	Período de retorno [Años]									
	2	5	10	20	50	100	500	1000	5000	10000
5	22.2	27.8	31.4	34.9	39.5	42.9	50.7	54.1	62.0	65.4
10	33.4	41.6	47.1	52.4	59.2	64.3	76.1	81.2	93.0	98.0
15	42.3	52.8	59.7	66.4	75.0	81.4	96.4	102.8	117.7	124.2
30	58.6	73.1	82.8	92.0	104.0	112.9	133.6	142.5	163.2	172.1
45	67.5	84.2	95.3	106.0	119.7	130.0	153.9	164.2	188.0	198.3
1	74.1	92.5	104.8	116.4	131.6	142.9	169.2	180.4	206.6	217.9
1.5	81.0	101.1	114.4	127.2	143.8	156.1	184.8	197.1	225.7	238.0
2	86.2	107.7	121.8	135.5	153.1	166.2	196.8	209.8	240.3	253.4
2.5	90.5	113.0	127.9	142.2	160.7	174.5	206.6	220.3	252.3	266.1
3	94.2	117.6	133.1	148.0	167.2	181.6	215.0	229.3	262.5	276.9
3.5	97.4	121.6	137.7	153.0	172.9	187.8	222.3	237.1	271.5	286.3
4	100.3	125.2	141.7	157.6	178.0	193.3	228.9	244.1	279.5	294.8
4.5	102.9	128.5	145.4	161.7	182.7	198.4	234.8	250.4	286.8	302.5
5	105.3	131.5	148.8	165.4	186.9	203.0	240.3	256.3	293.4	309.5
5.5	107.5	134.2	151.9	168.9	190.9	207.2	245.3	261.7	299.6	316.0
6	109.6	136.8	154.8	172.1	194.5	211.2	250.0	266.7	305.3	322.0
6.5	111.5	139.2	157.6	175.2	197.9	214.9	254.4	271.4	310.7	327.7
7	113.3	141.5	160.1	178.0	201.2	218.4	258.6	275.8	315.8	333.0
7.5	115.0	143.6	162.6	180.7	204.2	221.7	262.5	280.0	320.6	338.1
8	116.7	145.7	164.9	183.3	207.1	224.9	266.2	283.9	325.1	342.9
8.5	118.2	147.6	167.1	185.7	209.9	227.9	269.8	287.7	329.4	347.5
9	119.7	149.4	169.2	188.0	212.5	230.7	273.2	291.3	333.6	351.8
9.5	121.1	151.2	171.2	190.3	215.0	233.5	276.4	294.8	337.5	356.0
10	122.5	152.9	173.1	192.4	217.4	236.1	279.5	298.1	341.3	360.0
10.5	123.8	154.6	174.9	194.5	219.8	238.6	282.5	301.3	345.0	363.8
11	125.1	156.1	176.7	196.5	222.0	241.1	285.4	304.4	348.5	367.6
11.5	126.3	157.7	178.4	198.4	224.2	243.4	288.2	307.3	351.9	371.1
12	127.5	159.1	180.1	200.2	226.3	245.7	290.9	310.2	355.2	374.6
13	129.7	161.9	183.3	203.7	230.2	250.0	296.0	315.6	361.4	381.2
14	131.8	164.6	186.3	207.1	234.0	254.1	300.8	320.8	367.3	387.4
15	133.8	167.1	189.1	210.2	237.5	257.9	305.4	325.7	372.9	393.3
16	135.7	169.4	191.8	213.2	240.9	261.6	309.7	330.3	378.2	398.8
17	137.5	171.7	194.3	216.0	244.1	265.1	313.8	334.7	383.2	404.2
18	139.2	173.8	196.8	218.7	247.2	268.4	317.7	338.9	388.0	409.2
19	140.9	175.9	199.1	221.3	250.1	271.6	321.5	342.9	392.6	414.1
20	142.5	177.9	201.3	223.8	252.9	274.6	325.1	346.7	397.0	418.7
21	144.0	179.8	203.5	226.2	255.6	277.6	328.6	350.5	401.3	423.2
22	145.5	181.6	205.6	228.5	258.2	280.4	332.0	354.0	405.4	427.5
23	146.9	183.4	207.6	230.7	260.7	283.1	335.2	357.5	409.3	431.7
24	148.3	185.1	209.5	232.9	263.2	285.8	338.3	360.8	413.1	435.7

Tabla A.25 Curvas Hp (mm) - D (min, h) - Tr (años)

Estación La Nueva Tuzantán (7095)

Duración [min, h]	Período de retorno [Años]									
	2	5	10	20	50	100	500	1000	5000	10000
5	9.7	17.2	22.1	26.8	33.0	37.6	48.2	52.8	63.4	68.0
10	14.5	25.7	33.2	40.3	49.5	56.4	72.3	79.2	95.1	101.9
15	18.4	32.6	42.0	51.0	62.7	71.4	91.6	100.3	120.4	129.1
30	25.5	45.2	58.2	70.7	86.9	99.0	126.9	139.0	166.9	178.9
45	29.4	52.0	67.0	81.4	100.1	114.0	146.2	160.1	192.3	206.1
1	32.3	57.2	73.7	89.5	109.9	125.3	160.7	175.9	211.3	226.5
1.5	35.3	62.5	80.5	97.8	120.1	136.8	175.5	192.2	230.8	247.5
2	37.6	66.5	85.7	104.1	127.9	145.7	186.9	204.7	245.8	263.5
2.5	39.5	69.8	90.0	109.3	134.3	153.0	196.2	214.9	258.1	276.6
3	41.1	72.7	93.6	113.7	139.7	159.2	204.2	223.6	268.5	287.8
3.5	42.5	75.1	96.8	117.6	144.5	164.6	211.2	231.2	277.7	297.7
4	43.7	77.4	99.7	121.1	148.8	169.5	217.4	238.1	285.9	306.5
4.5	44.9	79.4	102.3	124.2	152.6	173.9	223.1	244.3	293.4	314.5
5	45.9	81.2	104.7	127.1	156.2	177.9	228.3	249.9	300.2	321.8
5.5	46.9	82.9	106.9	129.8	159.5	181.7	233.1	255.2	306.5	328.5
6	47.8	84.5	108.9	132.3	162.5	185.2	237.5	260.1	312.3	334.8
6.5	48.6	86.0	110.8	134.6	165.4	188.4	241.7	264.6	317.8	340.7
7	49.4	87.4	112.6	136.8	168.1	191.5	245.6	269.0	323.0	346.3
7.5	50.2	88.7	114.3	138.9	170.6	194.4	249.4	273.0	327.9	351.5
8	50.9	90.0	116.0	140.9	173.0	197.1	252.9	276.9	332.6	356.5
8.5	51.5	91.2	117.5	142.7	175.3	199.8	256.3	280.6	337.0	361.2
9	52.5	92.3	119.0	144.5	177.5	202.3	259.5	284.1	341.2	365.8
9.5	52.8	93.4	120.4	146.2	179.7	204.7	262.6	287.5	345.3	370.1
10	53.4	94.5	121.7	147.9	181.7	207.0	265.5	290.7	349.2	374.3
10.5	54.0	95.5	123.0	149.5	183.6	209.2	268.4	293.8	352.9	378.3
11	54.5	96.5	124.3	151.0	185.5	211.3	271.1	296.8	356.5	382.1
11.5	55.1	97.4	125.5	152.5	187.3	213.4	273.7	299.7	360.0	385.9
12	55.6	98.3	126.7	153.9	189.0	215.4	276.3	302.5	363.3	389.5
13	56.5	100.0	128.9	156.6	192.4	219.2	281.1	307.8	369.7	396.3
14	57.5	101.7	131.0	159.1	195.5	222.7	285.7	312.9	375.7	402.8
15	58.3	103.2	133.0	161.6	198.5	226.1	290.1	317.6	381.4	408.9
16	59.2	104.7	134.9	163.8	201.3	229.3	294.2	322.1	386.9	414.7
17	60.0	106.1	136.7	166.0	204.0	232.4	298.1	326.4	392.0	420.2
18	60.7	107.4	138.4	168.1	206.5	235.3	301.8	330.5	396.9	425.5
19	61.4	108.7	140.0	170.1	209.0	238.1	305.4	334.4	401.6	430.5
20	62.1	109.9	141.6	172.0	211.3	240.8	308.8	338.2	406.1	435.4
21	62.8	111.1	143.1	173.9	213.6	243.3	312.1	341.8	410.5	440.0
22	63.4	112.2	144.6	175.6	215.8	245.8	315.3	345.3	414.7	444.5
23	64.0	113.3	146.0	177.3	217.9	248.2	318.4	348.6	418.7	448.8
24	64.6	114.4	147.4	179.0	219.9	250.5	321.4	351.9	422.6	453.0

Tabla A.26 Curvas Hp (mm) - D (min, h) - Tr (años)

Estación La Tigra (7098)

Duración [min, h]	P e r i o d o d e r e t o r n o [Años]									
	2	5	10	20	50	100	500	1000	5000	10000
5	19.8	23.9	26.4	28.6	31.4	33.5	38.0	40.0	44.4	46.4
10	29.7	35.8	39.6	42.9	47.2	50.2	57.1	60.0	66.7	69.6
15	37.7	45.4	50.1	54.4	59.7	63.6	72.3	75.9	84.4	88.1
30	52.5	62.9	69.5	75.4	82.8	88.2	100.2	105.2	117.0	122.1
45	60.2	72.5	80.0	86.8	95.4	101.5	115.4	121.2	134.8	140.7
1	66.1	79.7	87.9	95.4	104.8	111.6	126.8	133.2	148.1	154.6
1.5	72.2	87.0	96.0	104.3	114.5	121.9	138.5	145.5	161.8	168.9
2	76.9	92.7	102.3	111.0	121.9	129.8	147.5	155.0	172.3	179.8
2.5	80.7	97.3	107.4	116.5	128.0	136.3	154.8	162.7	180.9	188.8
3	84.0	101.2	111.7	121.3	133.2	141.8	161.1	169.3	188.3	196.4
3.5	86.9	104.7	115.5	125.4	137.7	146.6	166.6	175.1	194.7	203.2
4	89.4	107.8	119.0	129.1	141.8	151.0	171.5	180.3	200.4	209.2
4.5	91.8	110.6	122.0	132.5	145.5	154.9	176.0	185.0	205.7	214.6
5	93.9	113.2	124.9	135.6	148.9	158.5	180.1	189.3	210.4	219.6
5.5	95.9	115.5	127.5	138.4	152.0	161.8	183.9	193.2	214.9	224.2
6	97.7	117.8	129.9	141.1	154.9	164.9	187.4	196.9	219.0	228.5
6.5	99.4	119.8	132.2	143.5	157.6	167.8	190.7	200.4	222.8	232.5
7	101.1	121.8	134.4	145.9	160.2	170.6	193.8	203.7	226.5	236.3
7.5	102.6	123.6	136.4	148.1	162.6	173.2	196.8	206.8	229.9	239.9
8	104.0	125.4	138.4	150.2	165.0	175.6	199.5	209.7	233.2	243.3
8.5	105.4	127.1	140.2	152.2	167.1	178.0	202.2	212.5	236.3	246.5
9	106.7	128.6	142.0	154.1	169.2	180.2	204.7	215.1	239.2	249.6
9.5	108.0	130.2	143.6	155.9	171.3	182.3	207.2	217.7	242.1	252.6
10	109.2	131.6	145.3	157.7	173.2	184.4	209.5	220.1	244.8	255.4
10.5	110.4	133.0	146.8	159.4	175.0	186.4	211.7	222.5	247.4	258.2
11	111.5	134.4	148.3	161.0	176.8	188.3	213.9	224.8	249.9	260.8
11.5	112.6	135.7	149.8	162.6	178.5	190.1	216.0	227.0	252.4	263.3
12	113.7	137.0	151.2	164.1	180.2	191.9	218.0	229.1	254.7	265.8
13	115.7	139.4	153.8	167.0	183.4	195.2	221.8	231.9	257.2	270.5
14	117.5	141.7	156.3	169.7	186.4	198.4	225.4	236.9	263.4	274.9
15	119.3	143.8	158.7	172.3	189.2	201.4	228.9	240.5	267.4	279.0
16	121.0	145.8	160.9	174.7	191.9	204.3	232.1	243.9	271.2	283.0
17	122.6	147.8	163.1	177.0	194.4	207.0	235.2	247.1	274.8	286.8
18	124.2	149.6	165.1	179.2	196.9	209.6	238.2	250.2	278.3	290.4
19	125.6	151.4	167.1	181.4	199.2	212.1	241.0	253.2	281.6	293.8
20	127.1	153.1	169.0	183.4	201.4	214.5	243.7	256.1	284.7	297.1
21	128.4	154.8	170.8	185.4	203.6	216.8	246.3	258.8	287.8	300.3
22	129.7	156.3	172.5	187.3	205.7	219.0	248.8	261.4	290.7	303.4
23	131.0	157.9	174.2	189.1	207.7	221.1	251.2	264.0	293.5	306.3
24	132.2	159.3	175.8	190.9	209.6	223.2	253.6	266.5	296.3	309.2

Tabla A.27 Curvas Hp (mm) - D (min, h) - Tr (años)

Estación Malpastepec (7113)

Duración [min, h]	P e r i o d o d e r e t o r n o [Años]									
	2	5	10	20	50	100	500	1000	5000	10000
5	18.6	23.1	26.4	29.6	34.1	37.7	46.8	51.2	62.4	67.8
10	27.8	34.7	39.6	44.4	51.2	56.5	70.2	76.7	93.6	101.7
15	35.3	44.0	50.1	56.3	64.8	71.6	89.0	97.2	118.5	128.8
30	48.9	60.9	69.5	78.0	89.8	99.3	123.3	134.7	164.3	178.5
45	56.3	70.2	80.0	89.9	103.4	114.3	142.0	155.2	189.3	205.6
1	61.9	77.1	87.9	98.8	113.7	125.7	156.1	170.5	208.0	225.9
1.5	67.6	84.3	96.0	107.9	124.2	137.3	170.5	186.3	227.2	246.8
2	72.0	89.7	102.3	114.9	132.2	146.2	181.5	198.3	241.9	262.8
2.5	75.6	94.2	107.4	120.6	138.8	153.5	190.6	208.2	254.0	275.9
3	78.6	98.0	111.7	125.5	144.5	159.7	198.3	216.7	264.3	287.1
3.5	81.3	101.4	116.5	129.8	149.4	165.1	205.1	224.1	273.3	296.9
4	83.7	104.4	119.0	133.6	153.8	170.0	211.1	230.7	281.4	305.7
4.5	85.9	107.1	122.0	137.1	157.8	174.4	216.6	236.7	288.7	313.7
5	87.9	109.6	124.9	140.3	161.5	178.5	221.7	242.2	295.4	321.0
5.5	89.7	111.9	127.5	143.2	164.9	182.2	226.3	247.3	301.6	327.7
6	91.4	114.0	129.9	146.0	168.0	185.7	230.7	252.0	307.4	334.0
6.5	93.1	116.0	132.2	148.6	171.0	189.0	234.7	256.5	312.8	339.9
7	94.6	117.9	134.4	151.0	173.8	192.1	238.6	260.7	317.9	345.4
7.5	96.0	119.7	136.4	153.3	176.4	195.0	242.2	264.6	322.8	350.6
8	97.4	121.4	138.4	155.4	178.9	197.8	245.6	268.4	327.3	355.6
8.5	98.7	123.0	140.2	157.5	181.3	200.4	248.9	271.9	331.7	360.3
9	99.9	124.5	142.0	159.5	183.6	202.9	252.0	275.4	335.8	364.9
9.5	101.1	126.0	143.6	161.4	185.7	205.3	255.0	278.6	339.8	369.2
10	102.2	127.4	145.3	163.2	187.8	207.6	257.9	281.8	343.7	373.3
10.5	103.3	128.8	146.8	164.9	189.8	209.9	260.6	284.8	347.3	377.3
11	104.4	130.1	148.3	166.6	191.8	212.0	263.3	287.7	350.9	381.2
11.5	105.4	131.4	149.8	168.2	193.7	214.1	265.8	290.5	354.3	384.9
12	106.4	132.6	151.2	169.8	195.5	216.1	268.3	293.2	357.6	388.5
13	108.2	134.9	153.8	172.8	198.9	219.9	273.0	298.3	363.9	395.3
14	110.0	137.1	156.3	175.6	202.1	223.4	277.5	303.2	369.8	401.8
15	111.7	139.2	158.7	178.3	205.2	226.8	281.7	307.8	375.4	407.9
16	113.3	141.2	160.9	180.8	208.1	230.0	285.7	312.2	380.7	413.6
17	114.8	143.1	163.1	183.2	210.9	233.1	289.5	316.3	385.8	419.1
18	116.2	144.9	165.1	185.5	213.5	236.0	293.1	320.3	390.7	424.4
19	117.6	146.6	167.1	187.7	216.1	238.8	296.6	324.1	395.3	429.4
20	118.9	148.2	169.0	189.8	218.5	241.5	299.9	327.7	399.7	434.3
21	120.2	149.8	170.8	191.9	220.8	244.1	303.1	331.2	404.0	438.9
22	121.4	151.3	172.5	193.8	223.1	246.6	306.2	334.6	408.1	443.4
23	122.6	152.8	174.2	195.7	225.3	249.0	309.2	337.9	412.1	447.7
24	123.7	154.2	175.8	197.5	227.4	251.3	312.1	341.0	416.0	451.9

Tabla A.28 Curvas Hp (mm) - D (min, h) - Tr (años)

Estación Margaritas (7115)

Duración [min, h]	P e r í o d o d e r e t o r n o [Años]									
	2	5	10	20	50	100	500	1000	5000	10000
5	23.7	28.8	32.3	35.5	39.8	43.0	50.3	53.5	60.8	64.0
10	35.5	43.2	48.4	53.3	59.7	64.5	75.5	80.2	91.3	96.0
15	45.0	54.8	61.3	67.5	75.6	81.7	95.6	101.6	115.6	121.6
30	62.3	75.9	84.9	93.6	104.8	113.2	132.5	140.9	160.2	168.5
45	71.8	87.5	97.8	107.8	120.7	130.4	152.7	162.3	184.5	194.1
1	78.9	96.1	107.5	118.5	132.7	143.3	167.7	178.3	202.8	213.3
1.5	86.2	105.0	117.5	129.4	144.9	156.5	183.3	194.8	221.5	233.1
2	91.7	111.8	125.1	137.8	154.3	166.7	195.1	207.4	235.9	248.2
2.5	96.3	117.4	131.3	144.7	162.0	175.0	204.9	217.8	247.6	260.5
3	100.2	122.1	136.6	150.6	168.6	182.1	213.2	226.6	257.7	271.1
3.5	103.7	126.3	141.3	155.7	174.3	188.3	220.5	234.3	266.5	280.4
4	106.7	130.0	145.5	160.3	179.5	193.9	227.0	241.3	274.4	288.7
4.5	109.5	133.4	149.3	164.5	184.2	198.9	232.9	247.5	281.5	296.2
5	112.0	136.5	152.7	168.3	188.4	203.5	238.3	253.3	288.1	303.1
5.5	114.4	139.4	155.9	171.8	192.4	207.8	243.3	258.6	294.1	309.4
6	116.6	142.1	158.9	175.1	196.1	211.8	248.0	263.6	299.7	315.4
6.5	118.6	144.6	161.7	178.2	199.5	215.5	252.3	268.2	305.0	320.9
7	120.6	146.9	164.4	181.1	202.8	219.0	256.4	272.6	310.0	326.1
7.5	122.4	149.1	166.9	183.9	205.9	222.4	260.3	276.7	314.7	331.1
8	124.1	151.3	169.2	186.5	208.8	225.5	264.0	280.6	319.1	335.8
8.5	125.8	153.3	171.5	189.0	211.6	228.5	267.5	284.4	323.4	340.2
9	127.4	155.2	173.6	191.3	214.2	231.4	270.9	287.9	327.5	344.5
9.5	128.9	157.0	175.7	193.6	216.8	234.1	274.1	291.4	331.3	348.6
10	130.3	158.8	177.7	195.8	219.2	236.8	277.2	294.6	335.1	352.5
10.5	131.7	160.5	179.6	197.9	221.6	239.3	280.1	297.8	338.6	356.3
11	133.1	162.1	181.4	199.9	223.8	241.7	283.0	300.8	342.1	359.9
11.5	134.4	163.7	183.2	201.8	226.0	244.1	285.8	303.8	345.4	363.4
12	135.6	165.2	184.9	203.7	228.1	246.4	288.4	306.6	348.7	366.8
13	138.0	168.2	188.1	207.3	232.1	250.7	293.5	312.0	354.8	373.3
14	140.3	170.9	191.2	210.7	235.9	254.8	298.3	317.1	360.6	379.4
15	142.4	173.5	194.1	213.9	239.5	258.6	302.8	321.9	366.0	385.1
16	144.4	175.9	196.8	216.9	242.9	262.3	307.1	326.4	371.2	390.6
17	146.3	178.3	199.5	219.8	246.1	265.8	311.2	330.8	376.2	395.8
18	148.2	180.5	202.0	222.5	249.2	269.1	315.1	334.9	380.9	400.7
19	149.9	182.7	204.4	225.2	252.1	272.3	318.8	338.9	385.4	405.5
20	151.6	184.7	206.7	227.7	255.0	275.4	322.4	342.7	389.7	410.1
21	153.2	186.7	208.9	230.2	257.7	278.3	325.9	346.4	393.9	414.4
22	154.8	188.6	211.0	232.5	260.3	281.2	329.2	349.9	397.9	418.7
23	156.3	190.4	213.1	234.8	262.9	283.9	332.4	353.3	401.8	422.7
24	157.7	192.2	215.0	237.0	265.3	286.6	335.5	356.6	405.6	426.7

Tabla A.29 Curvas Hp (mm) - D (min, h) - Tr (años)

Estación Medio Monte (7116)

Duración [min, h]	P e r í o d o d e r e t o r n o [Años]									
	2	5	10	20	50	100	500	1000	5000	10000
5	18.3	26.7	32.7	38.6	46.3	52.1	65.6	71.5	85.2	91.2
10	27.4	40.1	49.1	57.9	69.4	78.1	98.4	107.2	127.9	136.8
15	34.7	50.8	62.2	73.4	88.0	99.0	124.6	135.8	162.0	173.3
30	48.1	70.4	86.2	101.7	121.9	137.2	172.7	188.2	224.5	240.2
45	55.4	81.1	99.3	117.1	140.4	158.0	199.0	216.8	258.6	276.7
1	60.9	89.1	109.1	128.7	154.3	173.6	218.7	238.3	294.1	304.1
1.5	66.5	97.3	119.2	140.6	168.6	189.7	238.9	260.3	310.4	332.2
2	70.8	103.6	126.9	149.7	179.5	202.0	254.3	277.1	330.5	353.7
2.5	74.3	108.8	133.2	157.2	188.4	212.0	267.0	291.0	347.0	371.4
3	77.3	113.2	138.6	163.6	196.1	220.6	277.9	302.8	361.1	386.4
3.5	80.0	117.1	143.4	169.1	202.8	228.2	287.4	313.1	373.4	399.6
4	82.3	120.6	147.6	174.1	208.8	234.9	295.8	322.4	384.5	411.4
4.5	84.5	123.7	151.5	178.7	214.2	241.0	303.5	330.8	394.5	422.1
5	86.4	126.6	155.0	182.8	219.2	246.6	310.6	338.5	403.6	432.0
5.5	88.3	129.2	158.2	186.7	223.8	251.8	317.1	345.6	412.1	441.0
6	89.9	131.7	161.3	190.2	228.1	256.6	323.2	352.2	420.0	449.5
6.5	91.5	134.0	164.1	193.6	232.1	261.2	328.9	358.4	427.4	457.4
7	93.0	136.2	166.8	196.8	235.9	265.4	334.3	364.2	434.4	464.8
7.5	94.4	138.3	169.3	199.7	239.5	269.4	339.3	369.7	440.9	471.9
8	95.8	140.2	171.7	202.6	242.8	273.3	344.1	375.0	447.2	478.6
8.5	97.0	142.1	174.0	205.3	246.1	276.9	348.7	380.0	453.1	485.0
9	98.3	143.9	176.2	207.8	249.2	280.4	353.1	384.7	458.8	491.0
9.5	99.4	145.6	178.3	210.3	252.1	283.7	357.3	389.3	464.3	496.9
10	100.5	147.2	180.3	212.7	255.0	286.9	361.3	393.7	469.5	502.5
10.5	101.6	148.8	182.2	214.9	257.7	290.0	365.2	397.9	474.5	507.8
11	102.7	150.3	184.1	217.1	260.3	292.9	368.9	402.0	479.4	513.0
11.5	103.7	151.8	185.9	219.3	262.9	295.8	372.5	405.9	484.0	518.0
12	104.6	153.2	187.6	221.3	265.3	298.5	376.0	409.7	488.5	522.8
13	106.5	155.9	190.9	225.2	270.0	303.8	382.6	416.9	497.1	532.0
14	108.2	158.4	194.0	228.9	274.4	308.7	388.8	423.7	505.2	540.7
15	109.8	160.8	196.9	232.3	278.5	313.4	394.7	430.1	512.9	548.9
16	111.4	163.1	199.7	235.6	282.5	317.9	400.3	436.2	520.2	556.7
17	112.9	165.3	202.4	238.8	286.2	322.1	405.6	442.0	527.1	564.1
18	114.3	167.4	204.9	241.8	289.8	326.1	410.7	447.5	533.7	571.2
19	115.7	169.3	207.4	244.6	293.3	330.0	415.6	452.8	540.0	578.0
20	117.0	171.3	209.7	247.4	296.6	333.7	420.3	457.9	546.1	584.5
21	118.2	173.1	211.9	250.0	299.7	337.3	424.8	462.8	552.0	590.7
22	119.4	174.9	214.1	252.6	302.8	340.7	429.1	467.6	557.6	596.7
23	120.6	176.6	216.2	255.0	305.8	344.0	433.3	472.1	563.0	602.5
24	121.7	178.2	218.2	257.4	308.6	347.2	437.3	476.5	568.3	608.2

Tabla A.30 Curvas Hp (mm) - D (min, h) - Tr (años)

Estación Metapa (7117)

Duración [min, h]	P e r i o d o d e r e t o r n o [Años]									
	2	5	10	20	50	100	500	1000	5000	10000
5	6.6	9.2	11.3	13.6	17.3	20.6	30.4	35.8	52.0	61.0
10	9.9	13.8	16.9	20.5	26.0	30.9	45.6	53.7	78.0	91.4
15	12.5	17.4	21.4	25.9	32.9	39.1	57.8	68.0	98.8	115.8
30	17.3	24.1	29.7	35.9	45.6	54.2	80.1	94.3	137.0	160.5
45	19.9	27.8	34.2	41.4	52.5	62.5	92.3	108.6	157.8	184.9
1	21.9	30.6	37.6	45.5	57.7	68.6	101.4	119.4	173.4	203.2
1.5	23.9	33.4	41.0	49.7	63.0	75.0	110.8	130.4	189.4	222.0
2	25.5	35.6	43.7	52.9	67.1	79.9	118.0	138.9	201.7	236.3
2.5	26.8	37.3	45.9	55.5	70.4	83.8	123.9	145.8	211.8	248.1
3	27.9	38.8	47.7	57.8	73.3	87.2	128.9	151.7	220.3	258.2
3.5	28.8	40.2	49.4	59.8	75.8	90.2	133.3	156.9	227.9	267.0
4	29.7	41.4	50.8	61.5	78.1	92.9	137.2	161.5	234.6	274.9
4.5	30.4	42.4	52.2	63.1	80.1	95.3	140.8	165.7	240.7	282.1
5	31.1	43.4	53.4	64.6	81.9	97.5	144.1	169.6	246.3	288.6
5.5	31.8	44.3	54.5	66.0	83.7	99.6	147.1	173.2	251.5	294.7
6	32.4	45.2	55.5	67.2	85.3	101.5	149.9	176.5	256.3	300.3
6.5	33.0	46.0	56.5	68.4	86.8	103.3	152.6	179.6	260.8	305.6
7	33.5	46.7	57.4	69.5	88.2	104.9	155.0	182.5	265.1	310.6
7.5	34.0	47.4	58.3	70.6	89.5	106.5	157.4	185.3	269.1	315.3
8	34.5	48.1	59.1	71.6	90.8	108.0	159.6	187.9	272.9	319.8
8.5	35.0	48.7	59.9	72.5	92.0	109.5	161.7	190.4	276.5	324.0
9	35.4	49.4	60.7	73.4	93.2	110.9	163.8	192.8	280.0	328.1
9.5	35.8	49.9	61.4	74.3	94.3	112.2	165.7	195.1	283.3	332.0
10	36.2	50.5	62.1	75.2	95.3	113.4	167.6	197.3	286.5	335.7
10.5	36.6	51.0	62.7	76.0	96.3	114.6	169.4	199.4	289.6	339.3
11	37.0	51.6	63.4	76.7	97.3	115.8	171.1	201.4	292.5	342.8
11.5	37.3	52.1	64.0	77.5	98.3	116.9	172.8	203.4	295.4	346.1
12	37.7	52.6	64.6	78.2	99.2	118.0	174.4	205.3	298.1	349.3
13	38.4	53.5	65.7	79.6	100.9	120.1	177.4	208.9	303.4	355.5
14	39.0	54.4	66.8	80.9	102.6	122.1	180.3	212.3	308.3	361.3
15	39.6	55.2	67.8	82.1	104.1	123.9	183.1	215.5	313.0	366.8
16	40.1	56.0	68.8	83.3	105.6	125.7	185.7	218.6	317.4	372.0
17	40.7	56.7	69.7	84.4	107.0	127.3	188.1	221.5	321.7	376.9
18	41.2	57.4	70.6	85.4	108.4	128.9	190.5	224.2	325.7	381.6
19	41.7	58.1	71.4	86.4	109.6	130.5	192.8	226.9	329.6	386.2
20	42.1	58.7	72.2	87.4	110.9	131.9	194.9	229.5	333.3	390.5
21	42.6	59.4	73.0	88.4	112.1	133.4	197.0	231.9	336.8	394.7
22	43.0	60.0	73.7	89.3	113.2	134.7	199.0	234.3	340.3	398.7
23	43.4	60.6	74.5	90.1	114.3	136.0	201.0	236.6	343.6	402.6
24	43.8	61.1	75.1	91.0	115.4	137.3	202.8	238.8	346.8	406.3

Tabla A.31 Curvas Hp (mm) - D (min, h) - Tr (años)

Estación Motozintla (7119)

Duración [min, h]	P e r i o d o d e r e t o r n o [Años]									
	2	5	10	20	50	100	500	1000	5000	10000
5	18.9	30.3	34.2	36.1	38.2	39.8	43.5	45.2	49.5	51.6
10	28.3	45.5	51.3	54.1	57.3	59.7	65.3	67.8	74.3	77.4
15	35.8	57.6	65.0	68.6	72.6	75.6	82.7	85.9	94.1	98.1
30	49.7	79.9	90.1	95.0	100.7	104.8	114.6	119.0	130.4	135.9
45	57.2	92.0	103.8	109.5	115.9	120.7	132.0	137.1	150.2	156.6
1	62.9	101.1	114.1	120.3	127.4	132.7	145.0	150.7	165.1	172.0
1.5	68.7	110.4	124.6	131.4	139.2	144.9	158.4	164.6	180.4	187.9
2	73.1	117.6	132.7	139.9	148.2	154.3	168.7	175.3	192.0	200.1
2.5	76.8	123.4	139.3	146.9	155.6	162.0	177.1	184.0	201.6	210.1
3	79.9	128.4	145.0	152.9	161.9	168.6	184.3	191.5	209.8	218.6
3.5	82.6	132.8	149.9	158.1	167.4	174.3	190.6	198.0	217.0	226.1
4	85.1	136.8	154.3	162.8	172.4	179.5	196.2	203.9	223.4	232.8
4.5	87.3	140.3	158.4	167.0	176.9	184.2	201.3	209.2	229.2	238.8
5	89.3	143.6	162.0	170.9	181.0	188.4	206.0	214.1	234.5	244.4
5.5	91.2	146.6	165.4	174.5	184.8	192.4	210.4	218.5	239.4	249.5
6	93.0	149.4	168.6	177.8	188.3	196.1	214.4	222.7	244.0	254.3
6.5	94.6	152.0	171.6	180.9	191.6	199.5	218.2	226.7	248.3	258.8
7	96.1	154.5	174.4	183.9	194.8	202.8	221.7	230.4	252.4	263.0
7.5	97.6	156.9	177.0	186.7	197.7	205.9	225.1	233.8	256.2	267.0
8	99.0	159.1	179.5	189.3	200.5	208.8	228.3	237.2	259.8	270.8
8.5	100.3	161.2	181.9	191.8	203.2	211.6	231.3	240.3	263.3	274.4
9	101.5	163.2	184.2	194.2	205.7	214.2	234.2	243.3	266.6	277.8
9.5	102.8	165.2	186.4	196.5	208.2	216.8	237.0	246.2	269.8	281.1
10	103.9	167.0	188.5	198.8	210.5	219.2	239.7	249.0	272.8	284.3
10.5	105.0	168.8	190.5	200.9	212.8	221.6	242.2	251.7	275.7	287.3
11	106.1	170.5	192.4	202.9	214.9	223.8	244.7	254.2	278.5	290.2
11.5	107.1	172.2	194.3	204.9	217.0	226.0	247.1	256.7	281.2	293.1
12	108.1	173.8	196.1	206.8	219.1	228.1	249.4	259.1	283.9	295.8
13	110.0	176.9	199.6	210.5	222.9	232.1	253.8	263.6	288.9	301.0
14	111.8	179.7	202.8	213.9	226.6	235.9	257.9	267.9	293.6	305.9
15	113.5	182.5	205.9	217.1	230.0	239.5	261.8	272.0	298.0	310.6
16	115.1	185.0	208.8	220.2	233.2	242.9	265.5	275.9	302.2	315.0
17	116.7	187.5	211.6	223.1	236.4	246.1	269.1	279.5	306.3	319.2
18	118.1	189.9	214.3	225.9	239.3	249.2	272.4	283.0	310.1	323.2
19	119.5	192.1	216.8	228.6	242.2	252.1	275.7	286.4	313.8	327.0
20	120.9	194.3	219.3	231.2	244.9	255.0	278.8	289.6	317.3	330.7
21	122.2	196.4	221.6	233.7	247.5	257.7	281.7	292.7	320.7	334.2
22	123.4	198.4	223.9	236.1	250.0	260.3	284.6	295.7	324.0	337.6
23	124.6	200.3	226.0	238.4	252.5	262.9	287.4	298.6	327.1	340.9
24	125.8	202.2	228.1	240.6	254.8	265.3	290.1	301.4	330.2	344.1

Tabla A.32 Curvas Hp (mm) - D (min, h) - Tr (años)

Estación Pijijapan (7129)

Duración [min, h]	P e r í o d o d e r e t o r n o [Años]									
	2	5	10	20	50	100	500	1000	5000	10000
5	17.5	26.1	28.3	30.1	32.2	33.7	37.3	38.8	38.9	43.8
10	26.2	39.2	42.5	45.1	48.3	50.6	55.9	58.2	58.3	65.6
15	33.2	49.6	53.8	57.2	61.2	64.1	70.8	73.7	73.9	83.2
30	46.0	68.7	74.6	79.2	84.8	88.9	98.2	102.1	102.4	115.2
45	53.0	79.2	86.0	91.3	97.7	102.4	113.1	117.6	117.9	132.8
1	58.3	87.0	94.5	100.3	107.3	112.5	124.2	129.3	129.6	145.9
1.5	63.6	95.1	103.2	109.6	117.3	122.9	135.7	141.2	141.6	159.4
2	67.8	101.2	109.9	116.7	124.9	130.9	144.5	150.4	150.8	169.7
2.5	71.1	106.3	115.4	122.5	131.1	137.4	151.7	157.9	158.3	178.2
3	74.0	110.6	120.0	127.4	136.4	142.9	157.9	164.3	164.7	185.4
3.5	76.6	114.3	124.2	131.8	141.1	147.8	163.3	169.9	170.3	191.7
4	78.8	117.7	127.8	135.7	145.2	152.2	168.1	174.9	175.4	197.4
4.5	80.9	120.8	131.1	139.2	149.0	156.2	172.5	179.5	179.9	202.5
5	82.7	123.6	134.2	142.5	152.5	159.8	176.5	183.6	184.1	207.2
5.5	84.5	126.2	137.0	145.5	155.7	163.2	180.2	187.5	188.0	211.6
6	86.1	128.6	139.6	148.2	158.7	166.3	183.7	191.1	191.6	215.6
6.5	87.6	130.9	142.1	150.9	161.5	169.2	186.9	194.4	195.0	219.4
7	89.0	133.0	144.4	153.3	164.1	172.0	189.9	197.6	198.1	223.0
7.5	90.4	135.0	146.6	155.6	166.6	174.6	192.8	200.6	201.1	226.4
8	91.7	136.9	148.7	157.8	169.0	177.0	195.5	203.5	204.0	229.6
8.5	92.9	138.8	150.7	159.9	171.2	179.4	198.1	206.2	206.7	232.7
9	94.1	140.5	152.5	161.9	173.4	181.7	200.6	208.8	209.3	235.6
9.5	95.2	142.2	154.4	163.9	175.4	183.8	203.0	211.2	211.8	238.4
10	96.3	143.8	156.1	165.7	177.4	185.9	205.3	213.6	214.2	241.1
10.5	97.3	145.3	157.8	167.5	179.3	187.9	207.5	215.9	216.5	243.6
11	98.3	146.8	159.4	169.2	181.1	189.8	209.6	218.1	218.7	246.1
11.5	99.2	148.2	160.9	170.8	182.9	191.6	211.6	220.2	220.8	248.5
12	100.2	149.6	162.4	172.4	184.6	193.4	213.6	222.3	222.9	250.8
13	101.9	152.2	165.3	175.5	187.8	196.8	217.4	226.2	226.8	255.2
14	103.6	154.7	168.0	178.3	190.9	200.0	220.9	229.9	230.5	259.4
15	105.2	157.1	170.5	181.0	193.8	203.1	224.3	233.4	234.0	263.3
16	106.6	159.3	172.9	183.6	196.5	205.9	227.5	236.7	237.3	267.1
17	108.1	161.4	175.2	186.0	199.1	208.7	230.5	239.8	240.4	270.6
18	109.4	163.4	177.4	188.4	201.6	211.3	233.4	242.8	243.5	274.0
19	110.7	165.4	179.6	190.6	204.0	213.8	236.1	245.7	246.3	277.3
20	112.0	167.2	181.6	192.8	206.3	216.2	238.8	248.5	249.1	280.4
21	113.2	169.0	183.5	194.8	208.5	218.5	241.4	251.1	251.8	283.4
22	114.3	170.7	185.4	196.8	210.7	220.8	243.8	253.7	254.3	286.3
23	115.4	172.4	187.2	198.7	212.7	222.9	246.2	256.2	256.8	289.1
24	116.5	174.0	188.9	200.6	214.7	225.0	248.5	258.5	259.2	291.8

Tabla A.33 Curvas Hp (mm) - D (min, h) - Tr (años)

Estación San Jerónimo (7146)

Duración [min, h]	P e r í o d o d e r e t o r n o [Años]									
	2	5	10	20	50	100	500	1000	5000	10000
5	24.1	30.6	34.8	39.0	44.3	48.3	57.5	61.4	70.6	74.6
10	36.1	45.8	52.3	58.4	66.4	72.4	86.2	92.1	105.9	111.9
15	45.8	58.1	66.2	74.0	84.1	91.7	109.2	116.7	134.2	141.7
30	63.4	80.5	91.8	102.6	116.6	127.1	151.4	161.8	186.0	196.4
45	73.1	92.7	105.7	118.2	134.3	146.4	174.3	186.3	214.2	226.2
1	80.3	101.9	116.2	129.8	147.6	160.9	191.6	204.8	235.4	248.6
1.5	87.7	111.3	126.9	141.8	161.2	175.7	209.3	223.7	257.2	271.6
2	93.4	118.5	135.1	151.0	171.7	187.1	222.9	238.2	273.9	289.2
2.5	98.0	124.4	141.9	158.6	180.2	196.4	234.0	250.1	287.5	303.6
3	102.0	129.5	147.6	165.0	187.5	204.4	243.5	260.2	299.2	315.9
3.5	105.5	133.9	152.7	170.6	193.9	211.4	251.8	269.1	309.4	326.7
4	108.6	137.8	157.2	175.7	199.7	217.6	259.2	277.0	318.6	336.4
4.5	111.5	141.4	161.3	180.2	204.9	223.3	266.0	284.3	326.8	345.1
5	114.0	144.7	165.0	184.4	209.6	228.5	272.2	290.9	334.4	353.1
5.5	116.4	147.7	168.5	188.3	214.0	233.3	277.9	297.0	341.5	360.6
6	118.7	150.6	171.7	191.9	218.1	237.8	283.2	302.7	348.0	367.5
6.5	120.8	153.2	174.7	195.3	222.0	242.0	288.2	308.0	354.1	373.9
7	122.7	155.7	177.6	198.5	225.6	245.9	292.9	313.0	359.9	380.0
7.5	124.6	158.1	180.3	201.5	229.0	249.6	297.3	317.8	365.4	385.8
8	126.4	160.3	182.8	204.3	232.3	253.2	301.5	322.8	370.5	391.3
8.5	128.0	162.5	185.3	207.1	235.4	256.5	305.6	326.5	375.5	396.5
9	129.6	164.5	187.6	209.7	238.3	259.8	309.4	330.6	380.2	401.4
9.5	131.2	166.5	189.8	212.2	241.1	262.8	313.1	334.6	384.7	406.2
10	132.7	168.3	191.9	214.5	243.9	265.8	316.6	338.3	389.0	410.8
10.5	134.1	170.1	194.0	216.8	246.5	268.6	320.0	341.9	393.2	415.2
11	135.4	171.9	196.0	219.0	249.0	271.4	323.2	345.4	397.2	419.4
11.5	136.8	173.5	197.9	221.2	251.4	274.0	326.4	348.8	401.1	423.5
12	138.0	175.2	199.7	223.2	253.7	276.6	329.4	352.1	404.8	427.4
13	140.5	178.2	203.2	227.2	258.2	281.4	335.2	358.3	411.9	435.0
14	142.8	181.1	206.6	230.9	262.4	286.0	340.7	364.1	418.6	442.1
15	144.9	183.9	209.7	234.4	266.4	290.4	345.8	369.6	425.0	448.8
16	147.0	186.5	212.7	237.7	270.2	294.5	350.8	374.9	431.0	455.1
17	148.9	189.0	215.5	240.9	273.8	298.4	355.4	379.8	436.8	461.2
18	150.8	191.3	218.2	243.9	277.2	302.1	359.9	384.6	442.2	467.0
19	152.6	193.6	220.8	246.8	280.5	305.7	364.1	389.2	447.5	472.5
20	154.3	195.8	223.3	249.6	283.6	309.2	368.2	393.5	452.5	477.8
21	156.0	197.9	225.7	252.2	286.7	312.5	372.2	397.8	457.4	482.9
22	157.6	199.9	228.0	254.8	289.6	315.7	376.0	401.8	462.0	487.9
23	159.1	201.9	230.2	257.3	292.4	318.7	379.6	405.7	466.5	492.6
24	160.6	203.7	232.3	259.7	295.2	321.7	383.2	409.5	470.9	497.2

Tabla A.34 Curvas Hp (mm) - D (min, h) - Tr (años)

Estación Santo Domingo (7157)

Duración (min, h)	Período de retorno [Años]									
	2	5	10	20	50	100	500	1000	5000	10000
5	23.7	30.4	34.8	39.0	44.4	48.5	58.0	62.0	71.4	75.5
10	35.6	45.6	52.1	58.5	66.6	72.8	87.0	93.1	107.2	113.3
15	45.1	57.7	66.1	74.1	84.4	92.2	110.1	117.9	135.7	143.5
30	62.5	80.0	91.5	102.7	117.0	127.8	152.7	163.4	188.1	198.8
45	72.0	92.1	105.5	118.3	134.8	147.2	175.8	188.2	216.7	229.1
1	79.2	101.2	115.9	130.0	148.1	161.8	193.2	206.8	238.1	251.7
1.5	86.5	110.6	126.6	142.0	161.8	176.7	211.1	225.9	260.2	275.0
2	92.1	117.8	134.8	151.2	172.3	188.2	224.8	240.5	277.0	292.8
2.5	96.7	123.6	141.5	158.7	180.8	197.5	236.0	252.5	290.8	307.4
3	100.6	128.7	147.3	165.1	188.2	205.6	245.5	262.8	302.6	319.9
3.5	104.0	133.1	152.3	170.8	194.6	212.6	253.9	271.8	313.0	330.8
4	107.1	137.0	156.8	175.8	200.4	218.9	261.4	279.8	322.2	340.6
4.5	109.9	140.6	160.9	180.4	205.6	224.6	268.3	287.1	330.6	349.4
5	112.4	143.8	164.6	184.6	210.4	229.8	274.5	293.7	338.3	357.6
5.5	114.8	146.8	168.1	188.5	214.8	234.6	280.3	299.9	345.4	365.1
6	117.0	149.7	171.3	192.1	218.9	239.1	285.6	305.7	352.0	372.1
6.5	119.1	152.3	174.3	195.5	222.7	243.3	290.7	311.0	358.2	378.6
7	121.0	154.8	177.1	198.7	226.4	247.3	295.4	316.1	364.1	384.8
7.5	122.8	157.1	179.8	201.7	229.8	251.0	299.9	320.9	369.6	390.6
8	124.6	159.4	182.4	204.5	233.1	254.6	304.1	325.5	374.8	396.2
8.5	126.2	161.5	184.8	207.2	236.2	258.0	308.2	329.8	379.8	401.4
9	127.8	163.5	187.1	209.8	239.1	261.2	312.0	333.9	384.6	406.5
9.5	129.3	165.4	189.3	212.3	242.0	264.3	315.7	337.9	389.1	411.3
10	130.8	167.3	191.5	214.7	244.7	267.3	319.3	341.7	393.5	415.9
10.5	132.2	169.1	193.5	217.0	247.3	270.1	322.7	345.3	397.7	420.4
11	133.5	170.8	195.5	219.2	249.8	272.9	326.0	348.9	401.8	424.6
11.5	134.8	172.5	197.4	221.4	252.3	275.6	329.2	352.3	405.7	428.8
12	136.1	174.1	199.2	223.4	254.6	278.1	332.2	355.6	409.5	432.8
13	138.5	177.2	202.8	227.4	259.1	283.0	338.1	361.8	416.7	440.4
14	140.8	180.0	206.1	231.1	263.3	287.6	343.6	367.7	423.5	447.6
15	142.9	182.8	209.2	234.6	267.3	292.0	348.8	373.3	429.9	454.4
16	144.9	185.4	212.1	237.9	271.1	296.1	353.8	378.6	436.0	460.8
17	146.8	187.8	215.0	241.1	274.7	300.1	358.5	383.6	441.8	466.9
18	148.7	190.2	217.7	244.1	278.2	303.8	363.0	388.4	447.3	472.8
19	150.4	192.4	220.2	247.0	281.5	307.4	367.3	393.0	452.6	478.4
20	152.1	194.6	222.7	249.8	284.6	310.9	371.4	397.5	457.7	483.8
21	153.8	196.7	225.1	252.4	287.7	314.2	375.4	401.7	462.6	489.0
22	155.3	198.7	227.4	255.0	290.6	317.4	379.2	405.8	467.3	494.0
23	156.9	200.6	229.6	257.5	293.4	320.5	382.9	409.8	471.9	498.8
24	158.3	202.5	231.8	259.9	296.2	323.5	386.5	413.6	476.3	503.4

Tabla A.35 Curvas Hp (mm) - D (min, h) - Tr (años)

Estación Tallsmán (7166)

Duración (min, h)	Período de retorno [Años]									
	2	5	10	20	50	100	500	1000	5000	10000
5	21.2	29.8	35.9	42.0	50.2	56.6	72.3	79.5	97.3	105.5
10	31.8	44.8	53.9	63.0	75.3	84.8	108.4	119.2	145.9	158.2
15	40.2	56.7	68.3	79.8	95.4	107.5	137.3	151.0	184.9	200.4
30	55.7	78.6	94.6	110.6	132.2	148.9	190.3	209.2	256.2	277.8
45	64.2	90.5	109.0	127.4	152.2	171.5	219.2	241.0	295.1	320.0
1	70.6	99.5	119.8	140.0	167.3	188.5	240.9	264.9	324.3	351.7
1.5	77.1	108.7	130.9	153.0	182.8	206.0	263.1	289.4	354.3	384.2
2	82.1	115.7	139.3	162.9	194.6	219.3	280.2	308.1	377.2	409.0
2.5	86.2	121.5	146.3	171.0	204.3	230.2	294.1	323.5	396.1	429.4
3	89.7	126.4	152.2	177.9	212.6	239.6	306.1	336.6	412.1	446.9
3.5	92.7	130.8	157.4	184.0	219.9	247.8	316.5	348.1	426.2	462.1
4	95.5	134.6	162.1	189.4	226.4	255.1	325.9	358.4	438.8	475.8
4.5	98.0	138.1	166.3	194.4	232.2	261.7	334.4	367.7	450.2	488.2
5	100.2	141.3	170.2	198.9	237.6	267.8	342.1	376.3	460.7	499.5
5.5	102.3	144.3	173.7	203.1	242.6	273.5	349.3	384.2	470.4	510.0
6	104.3	147.1	177.1	207.0	247.3	278.7	356.0	391.5	479.4	519.8
6.5	106.1	149.7	180.2	210.6	251.6	283.6	362.3	398.4	487.8	529.0
7	107.9	152.1	183.1	214.0	255.7	288.2	368.2	404.9	495.8	537.6
7.5	109.5	154.4	185.9	217.3	259.6	292.6	373.8	411.0	503.3	545.7
8	111.1	156.6	188.5	220.4	263.3	296.7	379.1	416.9	510.4	553.5
8.5	112.5	158.7	191.0	223.3	266.8	300.7	384.1	422.4	517.2	560.8
9	114.0	160.7	193.4	226.1	270.2	304.5	388.9	427.7	523.7	567.9
9.5	115.3	162.6	195.7	228.8	273.4	308.1	393.6	432.8	529.9	574.6
10	116.6	164.4	197.9	231.3	276.4	311.5	398.0	437.7	535.9	581.1
10.5	117.9	166.2	200.0	233.8	279.4	314.9	402.2	442.3	541.6	587.3
11	119.1	167.9	202.1	236.2	282.2	318.1	406.3	446.9	547.1	593.3
11.5	120.2	169.5	204.0	238.5	285.0	321.2	410.3	451.2	552.5	599.0
12	121.3	171.1	205.9	240.7	287.6	324.2	414.1	455.4	557.6	604.6
13	123.5	174.1	209.6	245.0	292.7	329.9	421.4	463.4	567.4	615.3
14	125.5	176.9	213.0	249.0	297.5	335.3	428.3	471.0	576.7	625.3
15	127.4	179.6	216.2	252.7	302.0	340.3	434.8	478.1	585.4	634.8
16	129.2	182.2	219.3	256.3	306.3	345.2	440.9	484.9	593.7	643.8
17	130.9	184.6	222.2	259.7	310.4	349.8	446.8	491.4	601.6	652.4
18	132.6	186.9	225.0	263.0	314.2	354.1	452.4	497.5	609.2	660.5
19	134.1	189.1	227.7	266.1	318.0	358.3	457.8	503.4	616.4	668.4
20	135.6	191.2	230.2	269.1	321.5	362.4	462.9	509.1	623.3	675.9
21	137.1	193.3	232.7	272.0	325.0	366.3	467.9	514.5	630.0	683.1
22	138.5	195.3	235.1	274.8	328.3	370.0	472.7	519.8	636.4	690.1
23	139.8	197.2	237.3	277.4	331.5	373.6	477.3	524.8	642.6	696.8
24	141.1	199.0	239.6	280.0	334.6	377.1	481.7	529.7	648.6	703.3

Tabla A.36 Curvas Hp (mm) - D (min, h) - Tr (años)

Estación Unión Juárez (7172)

Duración [min, h]	Período de retorno [Años]									
	2	5	10	20	50	100	500	1000	5000	10000
5	16.6	22.3	25.1	27.3	29.4	30.7	32.7	33.3	34.3	34.6
10	24.9	33.5	37.7	40.9	44.1	46.0	49.0	49.9	51.4	51.8
15	31.6	42.4	47.8	51.8	55.9	58.3	62.1	63.2	65.1	65.7
30	43.8	58.8	66.2	71.8	77.4	80.7	86.1	87.6	90.2	91.0
45	50.4	67.7	76.2	82.7	89.2	93.0	99.1	100.9	103.9	104.8
1	55.4	74.4	83.8	90.9	98.0	102.2	108.9	110.9	114.2	115.2
1.5	60.6	81.3	91.5	99.3	107.1	111.7	119.0	121.2	124.7	125.9
2	64.5	86.6	97.5	105.7	114.0	118.9	126.7	129.0	132.8	134.0
2.5	67.7	90.9	102.3	111.0	119.7	124.8	133.0	135.4	139.4	140.7
3	70.4	94.6	106.5	115.5	124.6	129.9	138.4	140.9	145.1	146.4
3.5	72.8	97.8	110.1	119.5	128.8	134.3	143.2	145.8	150.1	151.4
4	75.0	100.7	113.4	123.0	132.6	138.3	147.4	150.1	154.5	155.9
4.5	76.9	103.3	116.3	126.2	136.1	141.9	151.2	154.0	158.5	159.9
5	78.7	105.7	119.0	129.1	139.3	145.2	154.7	157.4	162.2	163.6
5.5	80.4	107.9	121.5	131.9	142.2	148.2	158.0	160.9	165.6	167.1
6	81.9	110.0	123.9	134.4	144.9	151.1	161.0	163.9	168.8	170.3
6.5	83.4	111.9	126.0	136.7	147.5	153.7	163.9	166.8	171.8	173.3
7	84.7	113.8	128.1	139.0	149.9	156.2	166.5	169.5	174.6	176.1
7.5	86.0	115.5	130.0	141.1	152.1	158.6	169.0	172.1	177.2	178.8
8	87.2	117.1	131.9	143.1	154.3	160.9	171.4	174.6	179.7	181.3
8.5	88.4	118.7	133.6	145.0	156.3	163.0	173.7	176.9	182.1	183.7
9	89.5	120.2	135.3	146.8	158.3	165.0	175.9	179.1	184.4	186.0
9.5	90.6	121.6	136.9	148.5	160.2	167.0	178.0	181.2	186.6	188.2
10	91.6	123.0	138.5	150.2	162.0	168.9	180.0	183.3	188.7	190.4
10.5	92.6	124.3	139.9	151.8	163.7	170.7	181.9	185.2	190.7	192.4
11	93.5	125.5	141.4	153.4	165.4	172.4	183.8	187.1	192.6	194.4
11.5	94.4	126.8	142.7	154.9	167.0	174.1	185.6	188.9	194.5	196.2
12	95.3	127.9	144.1	156.3	168.5	175.7	187.3	190.7	196.3	198.1
13	97.0	130.2	146.6	159.1	171.5	178.8	190.6	194.1	199.8	201.6
14	98.6	132.3	149.0	161.7	174.3	181.7	193.7	197.2	203.0	204.9
15	100.1	134.3	151.3	164.1	177.0	184.5	196.6	200.2	206.1	208.0
16	101.5	136.2	153.4	166.4	179.5	187.1	199.4	203.0	209.0	210.9
17	102.8	138.0	155.4	168.6	181.9	189.6	202.1	205.7	211.8	213.7
18	104.1	139.8	157.4	170.8	184.1	192.0	204.6	208.3	214.5	216.4
19	105.3	141.4	159.3	172.8	186.3	194.3	207.0	210.8	217.0	219.0
20	106.5	143.0	161.0	174.7	188.4	196.4	209.4	213.2	219.5	221.4
21	107.7	144.5	162.8	176.6	190.4	198.5	211.6	215.5	221.8	223.8
22	108.8	146.0	164.4	178.4	192.4	200.6	213.8	217.6	224.1	226.1
23	109.8	147.4	166.0	180.1	194.2	202.5	215.9	219.8	226.3	228.3
24	110.9	148.8	167.6	181.8	196.1	204.4	217.9	221.8	228.4	230.4

Tabla A.37 Curvas Hp (mm) - D (min, h) - Tr (años)

Estación Arriaga (7182)

Duración [min, h]	Período de retorno [Años]									
	2	5	10	20	50	100	500	1000	5000	10000
5	21.2	27.2	32.0	37.1	44.4	50.5	66.6	74.4	95.2	105.3
10	31.8	40.8	48.0	55.6	66.6	75.7	99.8	111.7	142.8	157.9
15	40.2	51.7	60.8	70.4	84.3	95.9	126.5	141.4	180.8	200.0
30	55.7	71.7	84.2	97.6	116.9	132.9	175.3	196.0	250.6	277.2
45	64.2	82.6	97.0	112.4	134.7	153.1	201.9	225.8	288.7	319.3
1	70.6	90.7	106.6	123.5	148.0	168.2	221.9	248.1	317.2	350.9
1.5	77.1	99.1	116.5	134.9	161.7	183.8	242.4	271.1	346.6	383.3
2	82.1	105.5	124.0	143.7	172.1	195.7	258.1	288.6	369.0	408.1
2.5	86.2	110.8	130.2	150.8	180.7	205.4	271.0	303.0	387.4	428.5
3	89.7	115.3	135.5	156.9	188.0	213.7	281.9	315.3	403.1	445.9
3.5	92.7	119.2	140.1	162.3	194.5	221.1	291.6	326.1	416.9	461.1
4	95.5	122.8	144.3	167.1	200.2	227.6	300.2	335.8	429.2	474.7
4.5	98.0	126.0	148.0	171.5	205.4	233.5	308.0	344.5	440.4	487.1
5	100.2	128.9	151.1	175.4	210.2	238.9	315.2	352.5	450.7	498.4
5.5	102.3	131.6	154.6	179.1	214.6	244.0	321.8	359.9	460.1	508.9
6	104.3	134.1	157.6	182.6	218.7	248.6	328.0	366.8	468.9	518.6
6.5	106.1	136.5	160.4	185.8	222.6	253.0	333.7	373.3	477.2	527.8
7	107.9	138.7	163.0	188.8	226.2	257.1	339.2	379.3	485.0	536.4
7.5	109.5	140.8	165.5	191.7	229.6	261.0	344.3	385.1	492.3	544.5
8	111.1	142.8	167.8	194.4	232.9	264.7	349.2	390.6	499.3	552.2
8.5	112.5	144.7	170.0	197.0	236.0	268.2	353.9	395.8	506.0	559.6
9	114.0	146.5	172.2	199.4	239.0	271.6	358.3	400.7	512.3	566.6
9.5	115.3	148.3	174.2	201.8	241.8	274.8	362.5	405.5	518.4	573.3
10	116.6	149.9	176.2	204.1	244.5	277.9	366.6	410.0	524.2	579.8
10.5	117.9	151.5	178.1	206.3	247.1	280.9	370.5	414.4	529.8	586.0
11	119.1	153.1	179.9	208.4	249.6	283.8	374.3	418.6	535.2	591.9
11.5	120.2	154.6	181.6	210.4	252.1	286.5	378.0	422.7	540.4	597.7
12	121.3	156.0	183.3	212.4	254.4	289.2	381.5	426.7	545.5	603.3
13	123.5	158.8	186.5	216.1	258.9	294.3	388.2	434.2	555.1	613.9
14	125.5	161.4	189.6	219.6	263.1	299.1	394.5	441.3	564.1	623.9
15	127.4	163.8	192.5	223.0	267.1	303.6	400.5	447.9	572.7	633.4
16	129.2	166.1	195.2	226.1	270.9	307.9	406.2	454.3	580.8	642.3
17	130.9	168.3	197.8	229.1	274.5	312.0	411.6	460.3	588.5	650.9
18	132.6	170.4	200.3	232.0	277.9	315.9	416.8	466.1	595.9	659.1
19	134.1	172.5	202.6	234.7	281.2	319.7	421.7	471.6	603.0	666.9
20	135.6	174.4	204.9	237.4	284.4	323.3	426.5	476.9	609.8	674.4
21	137.1	176.3	207.1	239.9	287.5	326.7	431.0	482.1	616.3	681.6
22	138.5	178.1	209.2	242.4	290.4	330.1	435.4	487.0	622.6	688.5
23	139.8	179.8	211.3	244.7	293.2	333.3	439.7	491.7	628.6	695.2
24	141.1	181.5	213.2	247.0	295.9	336.4	443.8	496.3	634.5	701.7

Tabla A.38 Curvas Hp (mm) - D (min, h) - Tr (años)

Estación Malpaso (7191)

Duración [min, h]	P e r í o d o d e r e t o r n o [Años]									
	2	5	10	20	50	100	500	1000	5000	10000
5	17.3	21.3	24.3	27.5	32.0	35.7	45.3	49.8	61.7	67.5
10	26.0	31.9	36.5	41.3	48.0	53.5	67.9	74.7	92.6	101.2
15	32.9	40.4	46.2	52.3	60.8	67.8	86.0	94.7	117.3	128.2
30	45.6	56.1	64.1	72.4	84.3	94.0	119.2	131.2	162.5	177.6
45	52.5	64.6	73.8	83.4	97.1	108.3	137.3	151.2	187.2	204.6
1	57.7	71.0	81.1	91.7	106.7	119.0	150.9	166.1	205.7	224.9
1.5	63.0	77.5	88.6	100.2	116.6	130.0	164.8	181.5	224.7	245.7
2	67.1	82.5	94.3	106.7	124.1	138.4	175.5	193.2	239.3	261.6
2.5	70.4	86.7	99.0	112.0	130.3	145.3	184.2	202.9	251.2	274.6
3	73.3	90.2	103.0	116.5	135.6	151.2	191.7	211.1	261.4	285.8
3.5	75.8	93.3	106.6	120.5	140.3	156.4	198.3	218.3	270.4	295.5
4	78.1	96.0	109.7	124.1	144.4	161.0	204.1	224.8	278.3	304.3
4.5	80.1	98.5	112.6	127.3	148.2	165.2	209.4	230.6	285.6	312.2
5	81.9	100.8	115.2	130.3	151.6	169.0	214.3	236.0	292.2	319.4
5.5	83.7	102.9	117.6	133.0	154.8	172.6	218.8	240.9	298.4	326.1
6	85.3	104.9	119.8	135.3	157.8	175.9	223.0	245.5	304.1	332.4
6.5	86.8	106.7	122.0	137.9	160.5	179.0	226.9	249.9	309.4	338.2
7	88.2	108.5	123.9	140.2	163.2	181.9	230.6	253.9	314.5	343.8
7.5	89.5	110.1	125.8	142.3	165.6	184.7	234.1	257.8	319.2	349.0
8	90.8	111.7	127.6	144.3	168.0	187.3	237.4	261.4	323.8	353.9
8.5	92.0	113.2	129.3	146.2	170.2	189.8	240.6	264.9	328.1	358.6
9	93.2	114.6	130.9	148.1	172.3	192.1	243.6	268.2	332.2	363.1
9.5	94.3	116.0	132.5	149.8	174.4	194.4	246.5	271.4	336.1	367.4
10	95.3	117.3	134.0	151.5	176.4	196.6	249.3	274.5	339.9	371.6
10.5	96.3	118.5	135.4	153.1	178.2	198.7	251.9	277.4	343.6	375.5
11	97.3	119.7	136.8	154.7	180.1	200.7	254.5	280.2	347.1	379.4
11.5	98.3	120.9	138.1	156.2	181.8	202.7	257.0	283.0	350.4	383.1
12	99.2	122.0	139.4	157.7	183.5	204.6	259.4	285.6	353.7	386.6
13	100.9	124.2	141.9	160.4	186.7	208.2	263.9	290.6	359.9	393.4
14	102.6	126.2	144.2	163.1	189.8	211.6	268.2	295.4	365.8	399.9
15	104.1	128.1	146.4	165.5	192.7	214.8	272.3	299.9	371.3	405.9
16	105.6	129.9	148.4	167.9	195.4	217.8	276.2	304.1	376.6	411.7
17	107.0	131.6	150.4	170.1	198.0	220.7	279.9	308.1	381.6	417.2
18	108.4	133.3	152.3	172.2	200.5	223.5	283.4	312.0	386.4	422.4
19	109.6	134.9	154.1	174.3	202.9	226.2	286.7	315.7	391.0	427.4
20	110.9	136.4	155.8	176.2	205.1	228.7	289.9	319.3	395.4	432.2
21	112.1	137.9	157.5	178.1	207.3	231.1	293.0	322.7	399.6	436.8
22	113.2	139.3	159.1	180.0	209.4	233.5	296.0	326.0	403.7	441.3
23	114.3	140.6	160.7	181.7	211.5	235.8	298.9	329.2	407.6	445.6
24	115.4	141.9	162.2	183.4	213.5	238.0	301.7	332.2	411.4	449.7

Tabla A.39 Curvas Hp (mm) - D (min, h) - Tr (años)

Estación Tapachula (7200)

Duración [min, h]	P e r í o d o d e r e t o r n o [Años]									
	2	5	10	20	50	100	500	1000	5000	10000
5	20.3	30.6	39.3	48.9	63.5	76.1	111.1	129.0	177.9	202.6
10	30.5	45.9	58.9	73.4	95.3	114.2	166.7	193.5	266.9	303.8
15	38.6	58.1	74.6	93.0	120.7	144.6	211.2	245.1	338.1	384.8
30	53.6	80.6	103.4	128.9	167.3	200.4	292.7	339.7	468.6	533.4
45	61.7	92.8	119.1	18.4	192.7	230.9	337.1	391.3	539.8	614.4
1	67.8	102.0	130.9	163.1	211.8	253.7	370.5	430.0	593.1	675.2
1.5	74.1	111.4	143.0	178.2	231.3	277.1	404.7	469.7	648.0	737.6
2	78.9	118.6	152.2	189.7	246.3	295.1	430.9	500.1	689.9	785.4
2.5	82.8	124.5	159.8	199.2	258.6	309.8	452.4	525.1	724.3	824.5
3	86.2	129.6	166.3	207.3	269.1	322.4	470.8	546.4	753.7	858.0
3.5	89.1	134.0	172.0	214.4	278.3	333.4	486.9	565.1	779.5	887.3
4	91.7	138.0	177.1	220.7	286.5	343.2	501.3	581.8	802.5	913.5
4.5	94.1	141.6	181.7	226.4	294.0	352.2	514.3	596.9	823.4	937.3
5	96.3	144.9	185.9	231.7	300.8	360.4	526.3	610.8	842.6	959.1
5.5	98.3	147.9	189.8	236.6	307.1	367.9	537.3	623.6	860.3	979.2
6	100.2	150.7	193.4	241.1	313.0	375.0	547.6	635.6	876.7	998.0
6.5	102.0	153.4	196.8	245.4	318.5	381.6	557.3	646.7	892.2	1015.6
7	103.6	155.9	200.0	249.4	323.7	387.8	566.3	657.3	906.7	1032.1
7.5	105.2	158.3	203.1	253.1	328.6	393.7	574.9	667.2	920.5	1047.8
8	106.7	160.5	205.9	256.7	333.3	399.3	583.1	676.7	933.5	1062.6
8.5	108.1	162.6	208.7	260.1	337.7	404.6	590.8	685.7	945.9	1076.8
9	109.5	164.7	211.3	263.4	342.0	409.7	598.2	694.3	957.8	1090.3
9.5	110.8	166.6	213.8	266.5	346.0	414.5	605.3	702.6	969.2	1103.2
10	112.0	168.5	216.2	269.5	349.9	419.2	612.2	710.5	980.1	1115.6
10.5	113.2	170.3	218.5	272.4	353.7	423.7	618.7	718.1	990.6	1127.6
11	114.4	172.1	220.8	275.2	357.3	428.0	625.0	725.4	1000.7	1139.1
11.5	115.5	173.7	222.9	277.9	360.7	432.2	631.1	732.4	1010.4	1150.2
12	116.6	175.3	225.0	280.5	364.1	436.2	637.0	739.3	1019.8	1160.9
13	118.6	178.4	229.0	285.4	370.5	443.9	648.2	752.3	1037.8	1181.3
14	120.6	181.3	232.7	290.0	376.6	451.1	658.8	764.6	1054.7	1200.6
15	122.4	184.1	236.2	294.4	382.3	457.9	668.8	776.1	1070.7	1218.8
16	124.1	186.7	239.6	298.6	387.7	464.4	678.2	787.1	1085.9	1236.1
17	125.8	189.2	242.7	302.6	392.8	470.6	687.3	797.6	1100.3	1252.5
18	127.4	191.6	245.8	306.4	397.8	476.5	695.9	807.6	1114.1	1268.2
19	128.9	193.8	248.7	310.0	402.5	482.2	704.1	817.2	1127.3	1283.3
20	130.3	196.0	251.5	313.5	407.0	487.6	712.1	826.4	1140.0	1297.7
21	131.7	198.1	254.2	316.9	411.4	492.8	719.7	835.2	1152.2	1311.6
22	133.1	200.1	256.8	320.1	415.6	497.8	727.0	843.8	1164.0	1325.0
23	134.3	202.1	259.3	323.2	419.6	502.7	734.1	852.0	1175.3	1337.9
24	135.6	204.0	261.7	326.2	423.5	507.4	740.9	859.9	1186.3	1350.3

Tabla A.40 Curvas Hp (mm) - D (min, h) - Tr (años)

Estación Tonalá (7201)

Duración [min, h]	P e r í o d o d e r e t o r n o [Años]									
	2	5	10	20	50	100	500	1000	5000	10000
5	14.6	19.1	22.1	25.0	28.8	31.6	38.1	40.9	47.3	50.1
10	21.8	28.7	33.2	37.6	43.2	47.4	57.1	61.3	71.0	75.2
15	27.7	36.3	42.1	47.6	54.7	60.0	72.4	77.6	89.9	95.3
30	38.3	50.3	58.3	65.9	75.8	83.2	100.3	107.6	124.7	132.0
45	44.2	58.0	67.1	75.9	87.3	95.8	115.5	124.0	143.6	152.1
1	48.5	63.7	73.8	83.5	95.9	105.3	127.0	136.2	157.8	167.1
1.5	53.0	69.6	80.6	91.2	104.8	115.1	138.7	148.8	172.4	182.6
2	56.5	74.1	85.8	97.1	111.6	122.5	147.7	158.5	183.6	194.4
2.5	59.3	77.8	90.1	101.9	117.2	128.6	155.0	166.4	192.7	204.1
3	61.7	81.0	93.8	106.0	121.9	133.8	161.3	173.1	200.5	212.4
3.5	63.8	83.8	97.0	109.7	126.1	138.4	166.8	179.0	207.4	219.6
4	65.7	86.2	99.8	112.9	129.8	142.5	171.8	184.3	213.5	226.1
4.5	67.4	88.5	102.4	115.9	133.2	146.2	176.2	189.1	219.1	232.0
5	68.9	90.5	104.8	118.5	136.3	149.6	180.3	193.5	224.2	237.4
5.5	70.4	92.4	107.0	121.0	139.1	152.7	184.1	197.6	228.9	242.4
6	71.7	94.2	109.1	123.4	141.8	155.7	187.7	201.4	233.3	247.0
6.5	73.0	95.9	111.0	125.5	144.3	158.4	191.0	204.9	237.4	251.4
7	74.2	97.4	112.8	127.6	146.7	161.0	194.1	208.2	241.2	255.5
7.5	75.3	98.9	114.5	129.5	148.9	163.4	197.0	211.4	244.9	259.4
8	76.4	100.3	116.1	131.3	151.0	165.8	199.8	214.4	248.4	263.0
8.5	77.4	101.6	117.7	133.1	153.0	168.0	202.5	217.2	251.7	266.5
9	78.4	102.9	119.2	134.8	154.9	170.1	205.0	220.0	254.8	269.9
9.5	79.3	104.1	120.6	136.4	156.8	172.1	207.4	222.6	257.8	273.1
10	80.2	105.3	121.9	137.9	158.5	174.0	209.8	225.1	260.7	276.2
10.5	81.1	106.4	123.2	139.4	160.2	175.9	212.0	227.5	263.5	279.1
11	81.9	107.5	124.5	140.8	161.9	177.7	214.2	229.8	266.2	282.0
11.5	82.7	108.6	125.7	142.2	163.4	179.4	216.3	232.1	268.8	284.7
12	83.4	109.6	126.9	143.5	165.0	181.1	218.3	234.2	271.3	287.4
13	84.9	111.5	129.1	146.0	167.9	184.3	222.1	238.3	276.1	292.4
14	86.3	113.3	131.2	148.4	170.6	187.3	225.7	242.2	280.6	297.2
15	87.6	115.0	133.2	150.6	173.2	190.1	229.2	245.9	284.9	301.7
16	88.9	116.7	135.1	152.8	175.6	192.8	232.4	249.4	288.9	306.0
17	90.0	118.2	136.9	154.8	178.0	195.4	235.5	252.7	292.7	310.0
18	91.2	119.7	138.6	156.8	180.2	197.8	238.5	255.9	296.4	313.9
19	92.2	121.1	140.2	158.6	182.3	200.2	241.3	258.9	299.9	317.6
20	93.3	122.5	141.8	160.4	184.4	202.4	244.0	261.8	303.3	321.2
21	94.3	123.8	143.3	162.1	186.4	204.6	246.6	264.6	306.5	324.7
22	95.2	125.1	144.8	163.8	188.3	206.7	249.1	267.3	309.7	328.0
23	96.2	126.3	146.2	165.4	190.1	208.7	251.6	269.9	312.7	331.2
24	97.1	127.5	147.6	166.9	191.9	210.6	253.9	272.4	315.6	334.3

Tabla A.41 Curvas Hp (mm) - D (min, h) - Tr (años)

Estación El Novillero (7208)

Duración [min, h]	P e r í o d o d e r e t o r n o [Años]									
	2	5	10	20	50	100	500	1000	5000	10000
5	20.6	35.7	44.4	48.8	53.7	57.2	65.2	68.7	76.6	81.1
10	31.0	53.6	66.7	73.2	80.6	85.9	97.9	103.0	114.9	120.1
15	39.2	67.9	84.4	92.7	102.1	108.8	124.0	130.5	145.6	152.1
30	54.3	94.1	117.0	128.5	141.5	150.8	171.8	180.8	201.8	210.8
45	62.6	108.4	134.8	148.0	163.0	173.7	197.9	208.3	232.4	242.8
1	68.8	119.1	148.2	162.7	179.1	190.8	217.5	228.9	255.4	266.9
1.5	75.2	130.1	161.9	177.7	195.6	208.5	237.6	250.0	279.0	291.5
2	80.0	138.6	172.3	189.2	208.3	222.0	253.0	266.2	297.1	310.4
2.5	84.0	145.5	180.9	198.7	218.7	233.0	265.6	279.5	311.9	325.9
3	87.4	151.4	188.3	206.7	227.6	242.5	276.3	290.8	324.5	339.1
3.5	90.4	156.5	194.7	213.8	235.4	250.8	285.8	300.8	335.6	350.7
4	93.1	161.2	200.5	220.1	242.3	258.2	294.2	309.7	345.6	361.1
4.5	95.5	165.4	205.7	225.8	248.6	264.9	301.9	317.7	354.6	370.5
5	97.7	169.2	210.5	231.1	254.4	271.1	308.9	325.1	362.8	379.1
5.5	99.8	172.8	214.9	235.9	259.7	276.8	315.4	332.0	370.4	387.0
6	101.7	176.1	219.0	240.4	264.7	282.1	321.5	338.3	377.5	394.5
6.5	103.5	179.2	222.9	244.7	269.4	287.0	327.1	344.3	384.2	401.4
7	105.2	182.1	226.5	248.7	273.8	291.7	332.4	349.9	390.4	407.9
7.5	106.8	184.8	229.9	252.4	277.9	296.1	337.5	355.2	396.3	414.1
8	108.3	187.5	233.2	256.0	281.9	300.3	342.3	360.2	402.0	420.0
8.5	109.7	190.0	236.3	259.4	285.6	304.3	346.8	365.0	407.3	425.6
9	111.1	192.3	239.2	262.7	289.2	308.2	351.2	369.6	412.4	430.9
9.5	112.4	194.6	242.1	265.8	292.6	311.8	355.3	374.0	417.3	436.0
10	113.7	196.8	244.8	268.8	295.9	315.3	359.3	378.2	422.0	440.9
10.5	114.9	198.9	247.4	271.7	299.1	318.7	363.2	382.2	426.5	445.7
11	116.1	201.0	249.9	274.4	302.1	321.9	366.9	386.1	430.9	450.2
11.5	117.2	202.9	252.4	277.1	305.1	325.1	370.5	389.9	435.1	454.6
12	118.3	204.8	254.7	279.7	307.9	328.1	373.9	393.5	439.1	458.8
13	120.4	208.4	259.2	284.6	313.3	333.9	380.5	400.5	446.9	466.9
14	122.3	211.8	263.4	289.3	318.5	339.3	386.7	407.0	454.1	474.5
15	124.2	215.0	267.4	293.6	323.3	344.5	392.6	413.2	461.0	481.7
16	125.9	218.1	271.2	297.8	327.9	349.4	398.1	419.0	467.6	488.5
17	127.6	221.0	274.8	301.8	332.2	354.0	403.4	424.6	473.8	495.1
18	129.2	223.7	278.3	305.6	336.4	358.4	408.5	429.9	479.7	501.3
19	130.8	226.4	281.6	309.2	340.4	362.7	413.3	435.0	485.4	507.2
20	132.2	228.9	284.8	312.7	344.2	366.8	418.0	439.9	490.9	512.9
21	133.6	231.4	287.8	316.0	347.9	370.7	422.5	444.6	496.1	518.4
22	135.0	233.7	290.7	319.2	351.4	374.5	426.8	449.1	501.2	523.7
23	136.3	236.0	293.6	322.3	354.9	378.1	430.9	453.5	506.1	528.8
24	137.6	238.2	296.3	325.3	358.2	381.7	434.9	457.8	510.8	533.7

Tabla A.42 Curvas Hp (mm) - D (min, h) - Tr (años)

Estación San Pedro Tapanatepec (20148)

ANEXO B

Análisis de Regresión para extender los registros de Gastos Máximos Anuales

ANO	NOVILLERO	MARGARITAS
1945		
1946		
1947		
1948		
1949		
1950		
1951		
1952		
1953		
1954		
1955		
1956		
1957		
1958		
1959		
1960		
1961		
1962	232	264
1963	330	372
1964	722	708
1965	132	177
1966	298	642
1967	81	170
1968	202	133
1969	281	688
1970	264	257
1971	174	186
1972	205	230
1973	357	670
1974	399	364
1975	203	253
1976	163	128
1977	286	203
1978	201	246
1979	208	268
1980	216	294
1981	206	263
1982	365	85
1983	305	92
1984	131	124
1985	106	166
1986	192	154
1987	108	123
1988	179	76
1989	335	105
1990	113	100
1991	215	292
1992	137	48
1993	67	60
1994	130	25
1995	217	298
1996	161	123
1997	172	153
1998	1000	112

	Novillero	Margaritas
Novillero	1	
Margaritas	0.716650357	1

Resumen

Estadísticas de la regresión	
Coefficiente de correlación múltiple	0.716650357
Coefficiente de determinación R ²	0.513587734
R ² ajustado	0.459541927
Error típico	74.71474537
Observaciones	11

ANÁLISIS DE VARIANZA

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	53047.54324	53047.54324	9.502822868	0.013083528
Residuos	9	50240.63858	5582.293175		
Total	10	103288.1818			

	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%
Intercepción	122.1617854	40.99016223	2.980270357	0.015442805	29.43550565	214.8880252
Variable X 1	0.32113401	0.104174155	3.082664897	0.013083528	0.08547552	0.5567925

Periodo 1964-1974

$$Q(\text{Novillero}) = 122.16 + 0.321 \cdot Q(\text{Margaritas})$$

Resumen

Estadísticas de la regresión	
Coefficiente de correlación múltiple	0.523021926
Coefficiente de determinación R ²	0.273551935
R ² ajustado	0.250850433
Error típico	142.1594519
Observaciones	34

ANÁLISIS DE VARIANZA

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	243521.1464	243521.1464	12.04994872	0.001504949
Residuos	32	646697.9124	20209.30976		
Total	33	890219.0688			

	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%
Intercepción	8.118024293	64.3132517	0.126226308	0.900342559	-122.8836716	139.1197202
Variable X 1	1.014880389	0.2923629	3.471303606	0.001504949	0.419357154	1.610403625

Periodo 1964-1997

$$Q(\text{Margaritas}) = 8.118 + 1.014 \cdot Q(\text{Novillero})$$

ANO	TABLAZON	SAN NICOLÁS
1945		
1946		
1947		
1948		
1949		
1950		
1951		
1952		
1953		
1954		
1955		
1956		
1957		
1958		
1959		
1960		
1961		
1962		123
1963		137
1964	27	94
1965	123	340
1966	108	301
1967	33	108
1968	36	117
1969	36	118
1970	30	101
1971	20	75
1972	24	86
1973	36	117
1974	34	150
1975	18	71
1976	14	60
1977	73	54
1978	47	96
1979	20	147
1980	20	182
1981	92	222
1982	107	174
1983	45	139
1984	27	94
1985	15	62
1986	4	65
1987	8	43
1988	53	160
1989	41	129
1990	15	64
1991	9	48
1992	11	52
1993	29	98
1994	27	94
1995	40	128
1996	32	106
1997	33	110
1998	80	229

	Tablazón	San Nicolás
Tablazón	1	
Nicolás	0.616078829	1

Resumen

Estadísticas de la regresión	
Coefficiente de correlación múltiple	0.616078829
Coefficiente de determinación R ²	0.379553123
R ² ajustado	0.224441404
Error típico	34.3046172
Observaciones	6

ANÁLISIS DE VARIANZA

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	2879.606289	2879.606289	2.448968132	0.132799078
Residuos	4	4707.227044	1176.806761		
Total	5	7586.833333			

	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%
Intercepción	-9.20987361	39.06295957	-0.235769996	0.825190852	-117.6662614	99.24651373
Variable X 1	0.39115342	0.250053624	1.564278151	0.192799078	-0.303108178	1.085415019

Periodo 1977-1982

$$Q(\text{Tablazón}) = -9.2 + 0.391 \cdot Q(\text{San Nicolás})$$

ANO	COAPA	MARGARITAS
1945		
1946		
1947		
1948		
1949		
1950		
1951		
1952		
1953		
1954		
1955		
1956		
1957		
1958		
1959		
1960		
1961		
1962	193	264
1963	239	372
1964	302	108
1965	361	177
1966	216	642
1967	208	170
1968	287	133
1969	282	688
1970	207	257
1971	274	186
1972	185	230
1973	447	670
1974	301	354
1975	264	253
1976	95	128
1977	210	203
1978	157	246
1979	481	269
1980	210	294
1981	154	263
1982	113	85
1983	56	92
1984	69	124
1985	207	186
1986	36	154
1987	47	123
1988	58	76
1989	59	106
1990	17	100
1991	16	292
1992	41	48
1993	31	60
1994	13	25
1995	51	298
1996	134	123
1997	143	158
1998		

	Coapa	Margaritas
Coapa	1	
Margaritas	0.554454684	1

Resumen

Estadísticas de la regresión	
Coefficiente de correlación múltiple	0.554454684
Coefficiente de determinación R ²	0.307419997
R ² ajustado	0.283537928
Error típico	109.1958405
Observaciones	31

ANÁLISIS DE VARIANZA

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	valor crítico de F
Regresión	1	153487.2678	153487.2678	12.8724189	0.00120924
Residuos	29	345788.2161	11923.73159		
Total	30	499275.4839			

	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%
Intercepción	83.14399241	32.05835985	2.593519843	0.014737234	17.5772488	148.710736
Variable X 1	0.419660205	0.116968173	3.587815337	0.001209244	0.1804333	0.65888711

Periodo 1964-1994

$$Q(\text{Coapa}) = 83.144 + 0.4196 \cdot Q(\text{Margaritas})$$

ANO	PUIJIAPAN	COAPA
1945		
1946		
1947		
1948		
1949		
1950		
1951		
1952		
1953		
1954		
1955		
1956		
1957		
1958		
1959		
1960		
1961	134	97
1962	269	193
1963	691	239
1964	199	302
1965	212	361
1966	444	215
1967	161	209
1968	281	287
1969	360	282
1970	236	207
1971	419	274
1972	102	185
1973	1006	447
1974	402	301
1975	360	264
1976	130	95
1977	393	210
1978	216	157
1979	662	481
1980	339	210
1981	339	154
1982	172	113
1983	296	56
1984	194	69
1985	164	207
1986	244	36
1987	127	41
1988	406	58
1989	380	59
1990	109	17
1991	58	16
1992	99	41
1993	80	31
1994	27	13
1995	70	51
1996	53	134
1997	53	149
1998	1050	761

	Puijiapan	Coapa
Puijiapan	1	
Coapa	0.629588039	1

Resumen

Estadísticas de la regresión	
Coefficiente de correlación múltiple	0.629588039
Coefficiente de determinación R ²	0.396381098
R ² ajustado	0.346079523
Error típico	182.9739525
Observaciones	14

ANÁLISIS DE VARIANZA

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	valor crítico de F
Regresión	1	263821.3212	263821.3212	7.880093163	0.01583288
Residuos	12	401753.6074	33479.46728		
Total	13	665574.9286			

	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%
Intercepción	0	196.4839141	-0.886243489	0.392900631	-602.234255	253.9690759
Variable X 1	1.378653641	0.70743932	2.807150363	0.015832879	0.4445107	3.527266383

Periodo 1962-1975

$$Q(\text{Puijiapan}) = 1.378 \cdot Q(\text{Coapa})$$

AÑO	S. NICOLAS	MARGARITAS
1945		
1946		
1947		
1948		
1949		
1950		
1951		
1952		
1953		
1954		
1955		
1956		
1957		
1958		
1959		
1960		
1961		
1962	123	264
1963	137	372
1964	99	109
1965	340	177
1966	301	642
1967	108	170
1968	117	133
1969	-118	688
1970	101	257
1971	75	186
1972	86	230
1973	117	670
1974	150	354
1975	71	263
1976	80	128
1977	54	203
1978	96	246
1979	147	268
1980	182	294
1981	222	263
1982	174	85
1983	139	92
1984	94	124
1985	62	166
1986	65	154
1987	43	123
1988	160	76
1989	129	106
1990	64	100
1991	48	292
1992	52	48
1993	98	60
1994	94	25
1995	128	238
1996	106	123
1997	110	156
1998	229	1112

	San Nicolás	Margaritas
San Nicolás	1	
Margaritas	0.29754661	1

Resumen

Estadísticas de la regresión	
Coefficiente de correlación múltiple	0.29754661
Coefficiente de determinación R ²	0.088533985
R ² ajustado	0.054775985
Error típico	69.53938801
Observaciones	29

ANÁLISIS DE VARIANZA

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	12682.2125	12682.2125	2.622607491	0.116974466
Residuos	27	130564.6151	4835.726485		
Total	28	143246.8276			

	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%
Intercepción	90.91606942	21.92996218	4.145746749	0.000300663	45.91953393	135.9126049
Variable X 1	0.125442132	0.077459872	1.619446662	0.116974466	-0.033492292	0.284378555

Período 1964-1992
 $Q(\text{Nicolás}) = 90.9 + 0.125 * Q(\text{Margaritas})$

AÑO	JESUS	SAN DIEGO	PIJIJAPAN
1945			
1946			
1947			
1948			
1949			
1950			
1951			
1952			
1953			
1954			
1955			
1956			
1957			
1958			
1959			
1960			
1961		51	131
1962		81	178
1963		153	291
1964		80	100
1965		64	330
1966		102	183
1967		36	135
1968		86	277
1969		82	217
1970		73	417
1971		41	397
1972		48	481
1973		48	361
1974		57	385
1975		99	251
1976		47	129
1977		37	179
1978		69	160
1979		168	316
1980		147	203
1981		34	265
1982		34	234
1983		44	172
1984		34	172
1985		34	203
1986		34	164
1987		34	162
1988		34	127
1989		34	159
1990		34	215
1991		34	29
1992		34	80
1993		34	89
1994		34	33
1995		34	19
1996		34	68
1997		34	106
1998		450	452

	Jesús	San Diego	PijiJapan
Jesús	1		
San Diego	0.388495084	1	
PijiJapan	0.707286424	0.600895154	1

Resumen

Estadísticas de la regresión	
Coefficiente de correlación múltiple	0.600895154
Coefficiente de determinación R ²	0.361074986
R ² ajustado	0.290083318
Error típico	56.87445025
Observaciones	11

ANÁLISIS DE VARIANZA

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	16452.21763	16452.21763	5.086160049	0.050567474
Residuos	9	29112.32782	3234.703091		
Total	10	45564.54545			

	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%
Intercepción	84.23441553	39.1816834	2.150939597	0.05994493	-4.35534606	172.8243657
Variable X 1	0.350912587	0.155597973	2.25525186	0.050567474	-0.001074751	0.702899925

Resumen

Estadísticas de la regresión	
Coefficiente de correlación múltiple	0.707286424
Coefficiente de determinación R ²	0.500254086
R ² ajustado	0.444726762
Error típico	27.13079985
Observaciones	11

ANÁLISIS DE VARIANZA

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	6631.459113	6631.459113	9.009151731	0.014919429
Residuos	9	6624.722705	736.0803005		
Total	10	13256.18182			

	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%
Intercepción	21.31648508	18.68128465	1.141060986	0.283296301	-20.943549	63.57651916
Variable X 1	0.222787732	0.074224849	3.001524901	0.014919429	0.054879331	0.390696133

ANO	TONALA	JESUS
1945		
1946		
1947		
1948		
1949		
1950		
1951		
1952		
1953		
1954		
1955		
1956		
1957		
1958		
1959		
1960		
1961	56.5	51
1962	279	81
1963	741	153
1964	194	80
1965	144	64
1966	250	102
1967	280	38
1968	126	96
1969	84	82
1970	199	73
1971	130	41
1972	78	48
1973	197	48
1974	89	57
1975	293	99
1976	54	47
1977	31	37
1978	186	69
1979	613	168
1980	523	147
1981	276	90
1982	100	66
1983	75	46
1984	96	39
1985	137	89
1986	68	52
1987	80	37
1988	166	129
1989	235	140
1990	46	36
1991	43	65
1992	67	43
1993	353	14
1994	171	23
1995	20	50
1996	69	107
1997	259	86
1998	832	450

	Tonalá	Jesús
Tonalá	1	
Jesús	0.78661266	1

Resumen

Estadísticas de la regresión	
Coefficiente de correlación múltiple	0.78661266
Coefficiente de determinación R ²	0.618759476
R ² ajustado	0.593343441
Error típico	105.6894396
Observaciones	17

ANÁLISIS DE VARIANZA

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	271942.606	271942.606	24.34524027	0.000179991
Residuos	15	167553.8646	11170.25764		
Total	16	439496.4706			

	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%
Intercepción	-11.8687114	66.27273181	-1.688005133	0.112086325	-253.1257824	29.38835949
Variable X 1	4.325964637	0.876750319	4.934089609	0.000179991	2.45721442	6.194714854

Período 1961-1977

ANO	TALISMAN	SUCHIATE
1945	227	922
1946	191	818
1947	232	936
1948	218	897
1949	910	2890
1950	140	671
1951	330	1220
1952	334	1230
1953	740	2400
1954	750	2430
1955	308	1157
1956	360	1306
1957	202	850
1958	221	905
1959	378	1356
1960	301	1136
1961	165	743
1962	187	806
1963	670	2200
1964	320	1189
1965	153	645
1966	212	936
1967	197	972
1968	287	1256
1969	303	1302
1970	437	1765
1971	181	804
1972	607	1808
1973	484	1812
1974	429	1477
1975	106	540
1976	198	837
1977	100	406
1978	188	808
1979	360	786
1980	175	830
1981	306	984
1982	236	915
1983	174	629
1984	1362	432
1985	143	666
1986	195	765
1987	300	828
1988	478	1201
1989	267	683
1990	213	573
1991	166	289
1992	214	205
1993	338	1240
1994	394	1402
1995	272	1050
1996	190	814
1997	257	1007
1998		

	Talismán	Suchiate
Talismán	1	
Suchiate	0.93218643	1

Resumen

Estadísticas de la regresión	
Coefficiente de correlación múltiple	0.93218643
Coefficiente de determinación R ²	0.86897154
R ² ajustado	0.854412823
Error típico	60.88395526
Observaciones	11

ANÁLISIS DE VARIANZA

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	221252.4777	221252.4777	59.68736775	2.92165E-05
Residuos	9	33361.70407	3706.856008		
Total	10	254614.1818			

	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%
Intercepción	-92.53377691	55.08674821	-1.679782886	0.127303169	-217.1487539	32.0812001
Variable X 1	0.34708434	0.044925592	7.725760011	2.92165E-05	0.245455513	0.448713166

Período 1965-1975

AÑO	TALISMAN	CAHUACÁN
1945	227	
1946	191	
1947	232	
1948	218	60
1949	910	70
1950	140	141
1951	330	149
1952	334	93
1953	740	202
1954	750	130
1955	308	173
1956	360	188
1957	202	125
1958	221	117
1959	378	242
1960	301	288
1961	165	229
1962	187	160
1963	670	499
1964	320	263
1965	153	184
1966	212	141
1967	197	107
1968	287	149
1969	303	322
1970	437	234
1971	181	152
1972	607	161
1973	484	207
1974	429	426
1975	106	136
1976	198	243
1977	100	89
1978	188	111
1979	360	123
1980	175	118
1981	306	196
1982	236	189
1983	174	168
1984	1362	173
1985	143	120
1986	195	75
1987	300	109
1988	478	283
1989	267	200
1990	213	130
1991	166	117
1992	214	119
1993	338	214
1994	394	281
1995	272	331
1996	190	341
1997	257	117
1998		

	Talismán	Cahuacán
Talismán	1	
Cahuacán	0.264508875	1

Resumen

Estadísticas de la regresión	
Coefficiente de correlación múltiple	0.264508875
Coefficiente de determinación R ²	0.069964945
R ² ajustado	0.034194366
Error típico	238.2350195
Observaciones	28

ANÁLISIS DE VARIANZA

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	111010.9268	111010.9268	1.955935486	0.173764116
Residuos	26	1475654.037	56755.92452		
Total	27	1586664.964			

	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%
Intercepción	160.0403865	111.3920124	1.436731073	0.162719683	-68.9293452	389.0100761
Variable X 1	0.836456885	0.598085231	1.398547635	0.173764116	-0.39293192	2.065833289

Periodo 1965-1992

AÑO	MALPASO	TALISMAN
1945	316	227
1946	277	191
1947	321	232
1948	306	218
1949	1057	910
1950	221	140
1951	428	330
1952	432	334
1953	873	740
1954	116	750
1955	167	308
1956	196	360
1957	289	202
1958	309	221
1959	480	378
1960	221	301
1961	376	168
1962	534	187
1963	770	670
1964	161	320
1965	163	153
1966	113	212
1967	209	197
1968	196	287
1969	358	303
1970	328	437
1971	190	181
1972	507	607
1973	1327	484
1974	769	429
1975	597	106
1976	141	198
1977	111	100
1978	276	188
1979	460	360
1980	259	175
1981	401	306
1982	325	236
1983	258	174
1984	1548	1362
1985	224	143
1986	281	195
1987	145	300
1988	145	478
1989	119	267
1990	84	213
1991	43	166
1992	145	214
1993	145	338
1994	497	394
1995	365	272
1996	64	190
1997	348	257
1998		

	Malpaso	Talismán
Malpaso	1	
Talismán	0.575445013	1

Resumen

Estadísticas de la regresión	
Coefficiente de correlación múltiple	0.575445013
Coefficiente de determinación R ²	0.331136963
R ² ajustado	0.291792079
Error típico	260.8808115
Observaciones	19

ANÁLISIS DE VARIANZA

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	572800.8585	572800.8585	8.416264715	0.009939797
Residuos	17	1156999.563	68058.7978		
Total	18	1729800.421			

	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%
Intercepción	69.64225233	124.2814803	0.560359051	0.582544706	-192.5691169	331.8536216
Variable X 1	1.086660128	0.374570904	2.901079922	0.009939797	0.296383497	1.876936759

Periodo 1960-1978

ANO	CACALUTA	TABLAZON
1945		
1946		
1947		
1948		
1949		
1950		
1951		
1952		
1953		
1954		
1955		
1956		
1957		
1958		
1959		
1960		
1961		
1962		
1963		
1964	176	27
1965	267	123
1966	424	108
1967	184	33
1968	201	36
1969	284	36
1970	230	30
1971	273	20
1972	243	24
1973	223	36
1974	241	34
1975	93	18
1976	192	14
1977	102	13
1978	231	41
1979	201	20
1980	201	20
1981	170	92
1982	164	101
1983	184	45
1984	267	27
1985	79	15
1986	120	4
1987	105	8
1988	480	53
1989	166	41
1990	139	15
1991	38	9
1992	93	11
1993	46	29
1994	55	27
1995	94	40
1996	84	32
1997	56	33
1998	288	80

	Cacaluta	Tablazon
Cacaluta	1	
Tablazon	0.647341902	1

Resumen

Estadísticas de la regresión	
Coefficiente de correlación múltiple	0.647341902
Coefficiente de determinación R ²	0.419051537
R ² ajustado	0.360956691
Error típico	61.81541023
Observaciones	12

ANÁLISIS DE VARIANZA

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	27562.80059	27562.80059	7.213230854	0.022866072
Residuos	10	38211.44941	3821.144941		
Total	11	65774.25			

	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%
Intercepción	171.7652537	29.765811	5.770555141	0.00018004	105.4428822	238.0876251
Variable X 1	1.462508488	0.54454463	2.685745865	0.022866072	0.249187232	2.675829744

Período 1964-1975

ANO	DESPOBLADO	CAHUACAN
1945		
1946		
1947		
1948	437	60
1949	428	70
1950	371	141
1951	365	149
1952	410	93
1953	322	202
1954	380	130
1955	346	173
1956	334	188
1957	384	125
1958	391	117
1959	290	242
1960	253	288
1961	301	229
1962	356	160
1963	83	499
1964	223	263
1965	237	184
1966	454	141
1967	403	107
1968	466	149
1969	223	322
1970	340	234
1971	327	182
1972	196	151
1973	447	207
1974	142	426
1975	376	135
1976	159	243
1977	225	89
1978	591	111
1979	445	123
1980	162	118
1981	263	195
1982	451	189
1983	328	168
1984	156	173
1985	449	120
1986	289	75
1987	73	109
1988	291	283
1989	229	200
1990	21	130
1991	34	117
1992	110	119
1993	254	214
1994	36	281
1995	218	331
1996	210	341
1997	391	117
1998	700	

	Despoblado	Cahuacán
Despoblado	1	
Cahuacán	0.496043537	1

Resumen

Estadísticas de la regresión	
Coefficiente de correlación múltiple	0.496043537
Coefficiente de determinación R ²	0.24605919
R ² ajustado	0.151816589
Error típico	98.27330511
Observaciones	10

ANÁLISIS DE VARIANZA

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	25215.26002	25215.26002	2.610912551	0.144793425
Residuos	8	77261.13998	9657.642498		
Total	9	102476.4			

	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%
Intercepción	485.2976117	100.0676859	4.84969356	0.00127235	254.5409651	716.0542583
Variable X 1	-0.804699538	0.498009456	-1.615831845	0.144793425	-1.953112145	0.343713069

Q(Despoblado) = f [Q(Cahuacán)]

Resumen

Estadísticas de la regresión	
Coefficiente de correlación múltiple	0.496043537
Coefficiente de determinación R ²	0.24605919
R ² ajustado	0.151816589
Error típico	60.57893108
Observaciones	10

ANÁLISIS DE VARIANZA

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	9581.544873	9581.544873	2.610912551	0.144793425
Residuos	8	29358.45513	3669.806891		
Total	9	38940			

	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%
Intercepción	292.3958921	65.61046413	4.456543572	0.002120778	141.0977927	443.6939916
Variable X 1	-0.305777721	0.189238578	-1.615831845	0.144793425	-0.742162946	0.130607505

Q(Cahuacán) = f [Q(Despoblado)]

ANO	HUIXTLA	CAHUACAN
1945		
1946		
1947		
1948	224	60
1949	233	70
1950	294	141
1951	301	149
1952	253	93
1953	247	202
1954	295	130
1955	322	173
1956	390	789
1957	180	726
1958	477	717
1959	545	242
1960	210	288
1961	189	229
1962	490	160
1963	702	499
1964	265	263
1965	251	184
1966	420	141
1967	193	107
1968	243	149
1969	398	322
1970	436	234
1971	298	162
1972	206	151
1973	458	207
1974	573	426
1975	330	136
1976	283	243
1977	56	89
1978	268	111
1979	374	123
1980	287	118
1981	270	195
1982	333	189
1983	279	168
1984	205	173
1985	207	120
1986	185	75
1987	322	109
1988	418	283
1989	147	200
1990	172	130
1991	23	117
1992	46	119
1993	45	214
1994	47	281
1995	459	331
1996	57	341
1997	273	117
1998		

	Huixtla	Cahuacán
Huixtla	1	
Cahuacán	0.588392741	1

Resumen

Estadísticas de la regresión	
Coefficiente de correlación múltiple	0.588392741
Coefficiente de determinación R ²	0.346206018
R ² ajustado	0.30988413
Error típico	127.0432479
Observaciones	20

ANÁLISIS DE VARIANZA

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	153840.0368	153840.0368	9.531608562	0.006352905
Residuos	18	290519.7632	16139.98684		
Total	19	444359.8			

	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%
Intercepción	172.3557573	67.06061448	2.570148792	0.019269693	31.46652526	313.2449893
Variable X 1	0.868461416	0.281298508	3.087330329	0.006352905	0.277474723	1.459448109

Período 1956-1975

ANO	CINTALAPA	DESPOBLADO
1945		
1946		
1947		
1948	269	437
1949	264	428
1950	233	371
1951	230	365
1952	254	410
1953	207	322
1954	238	380
1955	220	346
1956	214	334
1957	240	384
1958	244	391
1959	190	290
1960	170	253
1961	196	301
1962	225	356
1963	79	83
1964	265	223
1965	185	237
1966	130	454
1967	98	403
1968	88	466
1969	163	223
1970	214	340
1971	199	327
1972	145	196
1973	240	447
1974	145	142
1975	60	376
1976	120	159
1977	54	225
1978	352	591
1979	273	445
1980	121	162
1981	337	283
1982	194	457
1983	121	328
1984	227	156
1985	379	449
1986	180	289
1987	145	73
1988	226	297
1989	184	229
1990	46	21
1991	27	34
1992	25	110
1993	82	254
1994	47	36
1995	139	218
1996	45	210
1997	244	391
1998	1100	700

	Cintalapa	Despoblado
Cintalapa	1	
Despoblado	0.688239624	1

Resumen

Estadísticas de la regresión	
Coefficiente de correlación múltiple	0.688239624
Coefficiente de determinación R ²	0.47367378
R ² ajustado	0.43607905
Error típico	79.87704682
Observaciones	16

ANÁLISIS DE VARIANZA

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	80388.95349	80388.95349	12.59947285	0.003203639
Residuos	14	89324.79651	6380.342608		
Total	15	169713.75			

	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%
Intercepción	34.51889535	38.14353368	0.904973714	0.380789509	-47.29092068	116.3287114
Variable X 1	0.537790698	0.151508535	3.549573616	0.003203639	0.21283692	0.862744475

Período 1981-1996

ANEXO C

Análisis de Frecuencias de Gastos Máximos Anuales de las 17 estaciones analizadas

ESTACIÓN TONALÁ

Tr (años)	Distribución Empleada																	
	Nor	Ln2-M	Ln3-M	Ln3-MV	Gam2-M	Gam2-MV	Gam3-M	Gam3-MV	Lp3-M	Gumbel-M	Gumbel-MV	GVE-M	GVE-MV	Gumix-MV	TCEV-MV	VEB11	VEB22	VEB33
2	201	143	166	143	163	162	153	151	142	171	169	164	141	144	145	176	152	144
5	349	292	300	290	314	306	313	307	291	327	289	313	280	313	311	304	298	313
10	427	424	393	419	430	406	430	423	427	431	369	420	418	415	426	389	439	415
20	491	577	484	569	546	504	547	541	588	530	445	530	593	510	535	470	822	510
50	563	816	606	802	700	632	700	897	845	659	544	681	918	630	678	576	953	630
100	612	1027	700	1009	817	728	817	817	1078	755	618	803	1259	719	784	654	1297	719
500	709	1837	931	1603	1092	951	1092	1103	1775	977	790	1113	2582	925	1030	837	2585	925
1000	747	1959	1035	1916	1212	1047	1213	1228	2153	1073	863	1280	3456	1014	1136	915	3456	1014
5000	826	2865	1293	2798	1495	1273	1497	1525	3256	1295	1035	1637	6872	1218	1382	1097	8727	1218
10000	858	3332	1410	3249	1619	1372	1821	1858	3844	1391	1108	1815	9220	1307	1488	1175	8940	1307
Error Estd de Ajuste	83.5	37.1	61.9	38.8	44.4	55.7	44.4	44.9	36.01	55.38	72.8	50.9	39.28	55.3	47.2	66.8	36.5	55.3

ESTACIÓN JESÚS

Tr (años)	Distribución Empleada																	
	Nor	Ln2-M	Ln3-M	Ln3-MV	Gam2-M	Gam2-MV	Gam3-M	Gam3-MV	Lp3-M	Gumbel-M	Gumbel-MV	GVE-M	GVE-MV	Gumix-MV	TCEV-MV	VEB11	VEB22	VEB33
2	75	65	69	66	68	68.7	68	68	63	68	68	68	66	64	65	70	68	64
5	110	104	104	103	106	105	106	106	103	105	102	108	102	105	104	106	105	105
10	129	134	127	130	131	129	131	131	136	130	125	130	129	145	132	130	136	145
20	144	164	148	158	154	150	154	154	171	153	146	153	157	161	159	153	169	161
50	181	207	175	192	184	178	183	183	223	184	174	183	197	178	195	182	218	178
100	173	241	195	220	205	198	204	204	269	207	195	205	230	190	222	204	261	190
500	198	329	242	290	253	243	251	251	394	259	244	255	318	218	284	255	381	218
1000	205	370	262	322	274	262	271	271	459	282	265	276	362	230	311	277	445	230
5000	223	477	309	401	321	305	317	317	640	334	313	325	477	260	373	328	624	260
10000	231	527	330	438	341	324	337	337	732	357	334	345	534	274	400	350	718	274
Error Estd de Ajuste	13.2	5.4	9.1	6.8	7.1	8.2	7.2	7.2	6.1	7.4	9.5	7.7	6.9	4.9	6.2	8.1	5.6	4.9

ESTACIÓN SAN DIEGO

Tr (años)	Distribución Empleada																	
	Nor	Ln2-M	Ln3-M	Ln3-MV	Gam2-M	Gam2-MV	Gam3-M	Gam3-MV	Lp3-M	Gumbel-M	Gumbel-MV	GVE-M	GVE-MV	Gumix-MV	TCEV-MV	VEB11	VEB22	VEB33
2	206	166	192	185	183	180	191	184	146	186	185	191	168	190	185	195	184	190
5	310	311	299	297	296	301	303	299	290	295	295	302	295	291	301	309	302	291
10	365	432	364	371	371	381	371	374	449	368	368	371	367	357	378	385	385	357
20	410	568	423	442	442	458	433	443	676	437	437	433	436	420	452	457	470	420
50	460	768	496	535	531	558	508	530	1126	527	527	510	525	501	547	551	587	501
100	494	941	549	604	597	628	562	594	1635	594	595	564	591	582	619	622	681	582
500	562	1419	667	769	746	793	680	738	3778	750	751	679	744	703	784	784	918	703
1000	588	1661	717	842	809	863	729	798	5377	817	818	725	809	763	855	854	1029	763
5000	644	2322	831	1017	955	1026	839	938	12063	972	974	823	960	904	1020	1017	1312	904
10000	686	2653	880	1095	1018	1096	885	997	17028	1039	1041	861	1024	964	1091	1087	1446	964
Error Estd de Ajuste	28.7	40.1	19.9	15.6	16.5	13.1	16.8	14.8	91.6	16.9	16.7	16.7	17.2	22.4	13.1	14.7	13.4	22.4

ESTACIÓN NOVILLERO

Tr (años)	Distribución Empleada																	
	Nor	Ln2-M	Ln3-M	Ln3-MV	Gam2-M	Gam2-MV	Gam3-M	Gam3-MV	Lp3-M	Gumbel-M	Gumbel-MV	GVE-M	GVE-MV	Gumix-MV	TCEV-MV	VEB11	VEB22	VEB33
2	216	195	203	198	201	202	202	198	192	199	199	202	199	201	199	206	200	195
5	296	287	286	285	289	287	289	287	285	284	284	288	284	287	286	294	288	304
10	338	350	338	343	343	340	343	344	354	340	340	342	340	341	344	353	348	353
20	373	413	384	398	393	388	392	398	426	394	393	392	393	392	400	409	407	391
50	412	498	443	470	454	447	452	465	528	463	463	453	463	458	471	482	485	438
100	438	564	485	524	498	490	495	514	611	515	515	487	515	507	525	536	545	473
500	491	725	581	653	596	585	590	625	829	638	636	591	635	621	650	662	688	555
1000	511	798	621	710	637	624	629	671	935	688	687	630	687	670	703	716	752	592
5000	554	980	715	848	730	714	719	778	1215	808	808	712	807	784	827	842	905	679
10000	571	1063	755	909	769	751	756	824	1352	860	859	746	859	833	880	896	973	718
Error Estd de Ajuste	23.5	11.5	16.5	13.4	14.2	15.5	14.4	13.3	12.8	14.2	14.3	14.5	14.5	14.9	12.9	12.4	11.8	15.3

Tabla C.- Eventos de Diseño para diferentes Períodos de Retorno, a partir de los Gastos Máximos Anuales (m³/s)

ESTACIÓN SAN NICOLÁS

Tr (años)	Distribución Empleada																	
	Nor	Ln2-M	Ln3-M	Ln3-MV	Gam2-M	Gam2-MV	Gam3-M	Gam3-MV	Lp3-M	Gumbel-M	Gumbel-MV	GVE-M	GVE-MV	Gumix-MV	TCEV-MV	VEB11	VEB22	VEB33
2	124	108	109	103	110	113	104	105	105	112	111	109	104	104	109	116	106	104
5	185	167	166	165	177	171	171	170	164	176	163	171	162	154	169	172	169	154
10	217	209	206	214	221	206	219	217	213	219	197	210	210	216	208	208	225	216
20	244	252	246	268	263	243	267	264	266	260	230	260	267	317	245	243	295	317
50	274	310	298	348	315	285	331	326	346	313	273	323	357	339	294	289	413	339
100	294	357	340	415	353	318	379	373	415	353	305	373	441	353	331	323	529	353
500	334	473	441	596	441	386	493	484	612	445	379	501	702	384	415	402	927	384
1000	350	527	487	687	478	415	543	532	715	484	410	562	853	397	451	436	1175	397
5000	382	664	601	928	563	482	660	646	1007	576	484	718	1327	429	535	514	2028	429
10000	395	728	653	1048	599	511	711	695	1159	619	515	792	1600	443	571	548	2561	443
Error Estd de Ajuste	33.4	22.7	24.5	18.5	22.4	26.3	19.4	19.9	19	22.7	28.6	21.2	18.8	6.5	25.2	26.1	15.6	6.5

ESTACIÓN CACALUTA

Tr (años)	Distribución Empleada																	
	Nor	Ln2-M	Ln3-M	Ln3-MV	Gam2-M	Gam2-MV	Gam3-M	Gam3-MV	Lp3-M	Gumbel-M	Gumbel-MV	GVE-M	GVE-MV	Gumix-MV	TCEV-MV	VEB11	VEB22	VEB33
2	188	157	170	164	167	167	167	161	150	169	169	169	166	180	168	177	169	174
5	281	268	266	264	289	288	269	268	263	268	263	267	263	267	268	276	270	275
10	330	354	326	335	336	333	336	342	362	333	325	330	318	318	335	341	343	336
20	370	445	387	406	399	394	398	414	478	395	384	394	399	365	398	403	416	393
50	416	577	463	501	479	472	477	506	663	476	461	475	491	428	481	484	518	467
100	446	686	519	575	537	529	535	575	833	536	518	535	565	471	543	545	600	522
500	508	972	652	758	671	658	687	735	1354	676	652	675	747	575	685	685	807	648
1000	531	1111	710	842	727	713	722	804	1645	736	709	735	831	620	747	745	904	703
5000	581	1477	846	1050	857	839	850	964	2529	876	842	875	1040	723	889	885	1154	829
10000	601	1653	909	1146	913	892	905	1034	3019	936	899	936	1137	768	951	945	1271	883
Error Estd de Ajuste	37.5	25.3	28.8	26.1	26.9	27.7	27	25.7	31.4	26.8	29.1	27.4	26.8	34.2	27.1	27	24.6	28.9

ESTACIÓN CINTALAPA

Tr (años)	Distribución Empleada																	
	Nor	Ln2-M	Ln3-M	Ln3-MV	Gam2-M	Gam2-MV	Gam3-M	Gam3-MV	Lp3-M	Gumbel-M	Gumbel-MV	GVE-M	GVE-MV	Gumix-MV	TCEV-MV	VEB11	VEB22	VEB33
2	184	156	180	179	169	165	180	179	138	169	170	179	178	194	170	167	178	194
5	261	271	258	258	253	260	259	258	252	249	263	260	260	246	266	257	261	246
10	301	361	302	302	305	322	303	374	303	303	324	306	305	281	330	316	308	281
20	334	456	339	340	354	380	341	341	541	354	383	343	343	321	391	373	348	321
50	371	599	383	385	415	453	385	386	863	420	460	385	385	386	471	446	394	386
100	396	717	413	415	459	506	415	417	1217	470	517	412	412	439	530	501	423	439
500	446	1029	476	480	558	627	478	483	2650	584	649	462	462	563	668	629	480	563
1000	465	1182	501	506	599	676	509	3664	634	706	634	479	479	617	727	683	500	617
5000	506	1568	556	583	694	795	558	566	7865	748	838	511	512	741	864	610	538	741
10000	523	1785	579	667	734	845	560	590	10864	797	895	522	523	794	923	665	552	794
Error Estd de Ajuste	16.9	46.1	16.3	16.3	19.9	22.1	16.1	16.3	87.9	20.3	20.7	16.5	16.6	13.8	22.8	19.8	16.3	13.8

ESTACIÓN DESPOBLADO

Tr (años)	Distribución Empleada																	
	Nor	Ln2-M	Ln3-M	Ln3-MV	Gam2-M	Gam2-MV	Gam3-M	Gam3-MV	Lp3-M	Gumbel-M	Gumbel-MV	GVE-M	GVE-MV	Gumix-MV	TCEV-MV	VEB11	VEB22	VEB33
2	300	253	253	253	280	269	298	298	207	277	280	279	300	319	280	276	300	319
5	416	459	457	457	405	426	415	415	394	399	431	421	420	413	437	422	420	413
10	476	628	622	622	483	528	477	477	633	479	532	479	481	467	540	519	480	466
20	526	812	603	603	555	624	529	529	1016	556	628	524	526	523	640	612	527	521
50	582	1085	1070	1070	644	745	589	589	1915	656	752	470	577	606	769	732	574	602
100	620	1317	1296	1296	709	834	629	629	3105	731	845	596	606	676	886	822	602	670
500	695	1947	1908	1908	852	1035	711	711	9730	904	1051	639	655	855	1089	1030	649	846
1000	725	2683	2215	2215	911	1120	743	743	16083	978	1153	652	670	936	1185	1119	863	925
5000	788	3112	3036	3036	1047	1315	811	811	52583	1151	1358	673	695	1124	1408	1327	887	1111
10000	811	3533	3443	3443	1104	1398	838	838	88462	1225	1461	680	703	1205	1504	1416	695	1191
Error Estd de Ajuste	20.8	113.4	110.15	110.15	35.1	47.7	21.5	21.5	241.5	37.4	44.3	21.1	21.5	17.8	48.8	41.3	21.4	17.9

Tabla C (Continuación).- Eventos de Diseño para diferentes Períodos de Retorno, a partir de los Gastos Máximos Anuales (m³/s)

ESTACIÓN HUIXTLA

Tr (años)	Distribución Empleada																	
	Nor	Ln2-M	Ln3-M	Ln3-MV	Gam2-M	Gam2-MV	Gam3-M	Gam3-MV	Lp3-M	Gumbel-M	Gumbel-MV	GVE-M	GVE-MV	Gumix-MV	TCEV-MV	VEB11	VEB22	VEB33
2	293	241	281	281	267	269	281	280	204	268	270	279	281	285	268	268	275	288
5	423	448	418	416	409	423	418	417	402	405	423	419	418	401	431	416	419	408
10	491	620	495	495	499	531	497	498	639	495	524	500	498	478	539	514	507	486
20	547	809	563	565	584	633	567	566	1000	581	621	571	566	547	643	608	587	560
50	610	1093	646	648	689	763	650	649	1782	594	747	652	644	639	777	730	883	656
100	652	1336	704	709	766	859	708	707	2746	778	841	707	696	707	878	821	751	728
500	738	2003	829	836	939	1076	832	833	7441	972	1059	816	798	868	1110	1032	892	894
1000	770	2341	881	888	1012	1188	882	884	11427	1055	1153	858	834	934	1209	1123	948	965
5000	840	3258	995	1006	1778	1381	993	998	31047	1249	1370	936	907	1092	1441	1333	1065	1130
10000	867	3715	1043	1056	1249	1473	1039	1043	47858	1332	1464	966	933	1160	1541	1424	1111	1201
Error Estd de Ajuste	28.6	87.7	23.1	22.8	25.6	29.1	22.5	22.8	197.8	25.1	22.8	22.3	23.1	22.8	28.2	22.1	20.5	19.2

ESTACIÓN HUEHUETÁN

Tr (años)	Distribución Empleada																	
	Nor	Ln2-M	Ln3-M	Ln3-MV	Gam2-M	Gam2-MV	Gam3-M	Gam3-MV	Lp3-M	Gumbel-M	Gumbel-MV	GVE-M	GVE-MV	Gumix-MV	TCEV-MV	VEB11	VEB22	VEB33
2	456	409	405	397	412	425	382	400	389	415	413	403	394	364	387	429	402 V	273
5	664	597	591	589	639	614	603	609	583	634	579	608	577	593	558	604	599	593
10	773	727	724	735	788	733	772	756	742	778	889	758	723	749	727	720	767	749
20	863	855	857	888	922	842	893	899	922	917	794	888	894	960	831	962	894	894
50	964	1027	1039	1103	1094	976	1173	1086	1199	1097	931	1135	1140	1080	1314	975	1277	1080
100	1031	1180	1183	1279	1219	1073	1351	1227	1445	1232	1033	1317	1365	1219	1587	1083	1570	1219
500	1168	1485	1540	1733	1501	1289	1774	1555	2169	1543	1269	1793	2028	1588	2219	1332	2498	1588
1000	1220	1633	1705	1952	1620	1379	1961	1696	2563	1677	1370	2028	2390	1675	2490	1439	3038	1675
5000	1331	1997	2118	2515	1893	1584	2407	2029	3728	1987	1606	2638	3462	1994	3121	1688	4747	1994
10000	1375	2164	2309	2784	2010	1671	2603	2173	4360	2121	1707	2937	4047	2131	3392	1795	5742	2131
Error Estd de Ajuste	129.7	98.8	97.1	88.1	94.9	107.4	76.9	88.5	78.3	93.1	113.4	85.3	86.6	86.9	71.9	106.9	71.6	86.9

ESTACIÓN MALPASO

Tr (años)	Distribución Empleada																	
	Nor	Ln2-M	Ln3-M	Ln3-MV	Gam2-M	Gam2-MV	Gam3-M	Gam3-MV	Lp3-M	Gumbel-M	Gumbel-MV	GVE-M	GVE-MV	Gumix-MV	TCEV-MV	VEB11	VEB22	VEB33
2	379	283	310	273	288	315	273	300	277	324	320	306	274	275	272	327	273	273
5	862	538	548	534	594	571	571	570	533	622	532	581	512	478	501	549	523	492
10	811	750	719	750	817	747	804	765	758	819	672	786	737	824	771	695	771	895
20	933	988	890	994	1039	917	1043	959	1021	1008	807	1001	1024	1182	1093	836	1100	1188
50	1071	1348	1123	1365	1333	1138	1368	1215	1435	1253	981	1309	1535	1486	1521	1018	1713	1486
100	1163	1659	1307	1687	1556	1303	1621	1409	1808	1436	1112	1563	2057	1708	1843	1154	2367	1692
500	1349	2523	1765	2593	2083	1685	2227	1866	2913	1860	1413	2243	3964	2195	2586	1470	4921	2164
1000	1420	2964	1976	3058	2313	1849	2497	2066	3510	2042	1548	2578	5224	2402	2906	1605	6712	2351
5000	1571	4171	2506	4343	2856	2232	3142	2536	5248	2465	1844	3477	9839	2881	3647	1920	3715	2805
10000	1832	4778	2752	4994	3093	2398	3427	2742	8173	2647	1974	3922	12892	3067	3967	2055	18628	3000
Error Estd de Ajuste	178.7	90.5	128.1	88.4	92.5	123.8	82.8	108.5	79.9	119.9	155.3	100.6	78.1	49.9	62.9	148.1	68.5	46.6

ESTACIÓN CAHUACÁN

Tr (años)	Distribución Empleada																	
	Nor	Ln2-M	Ln3-M	Ln3-MV	Gam2-M	Gam2-MV	Gam3-M	Gam3-MV	Lp3-M	Gumbel-M	Gumbel-MV	GVE-M	GVE-MV	Gumix-MV	TCEV-MV	VEB11	VEB22	VEB33
2	189	168	171	165	172	175	166	168	165	173	172	171	164	162	171	185	165	162
5	272	252	252	250	283	257	257	255	250	260	247	258	246	253	249	269	253	255
10	315	310	306	313	320	308	319	315	314	317	296	315	311	323	301	324	325	331
20	351	369	359	379	374	355	379	372	381	373	344	373	362	387	350	378	408	398
50	391	448	429	471	441	413	457	445	478	444	406	452	490	469	414	447	538	478
100	418	510	482	545	490	455	515	500	658	498	452	513	585	528	462	498	657	536
500	472	663	610	736	599	549	649	625	772	621	558	662	858	864	573	618	1020	667
1000	493	733	667	826	645	588	707	679	877	675	604	730	1004	723	620	670	1225	723
5000	537	908	805	1058	751	678	842	805	1160	798	711	896	1426	859	731	789	1852	854
10000	555	988	868	1168	796	715	900	859	1299	851	757	971	1652	917	778	840	2206	910
Error Estd de Ajuste	36.9	19.2	22.6	15.7	20.7	25.5	16.5	18.7	15.1	20.2	27.5	18.7	15.1	14.2	25.9	23.2	11.6	12.1

Tabla C (Continuación).- Eventos de Diseño para diferentes Períodos de Retorno, a partir de los Gastos Máximos Anuales (m³/s)

ESTACIÓN TALISMÁN II

Tr (años)	Distribución Empleada																	
	Nor	Ln2-M	Ln3-M	Ln3-MV	Gam2-M	Gam2-MV	Gam3-M	Gam3-MV	Lp3-M	Gumbel-M	Gumbel-MV	GVE-M	GVE-MV	Gumix-MV	TCEV-MV	VEB11	VEB22	VEB33
2	339	283	286	267	280	302	262	281	261	297	295	282	262	257	256	300	263	255
5	551	454	455	445	512	484	469	476	437	521	445	484	427	409	418	457	434	393
10	663	583	579	597	673	603	648	618	800	669	545	638	585	655	627	561	599	633
20	755	715	704	788	828	715	836	759	801	811	640	801	786	900	870	861	813	904
50	858	900	877	1028	1031	857	1097	947	1145	994	784	1040	1147	1171	1189	790	1202	1188
100	927	1050	1015	1254	1182	962	1302	1090	1480	1132	857	1942	1517	1362	1428	886	1608	1385
500	1066	1433	1361	1887	1532	1198	1803	1426	2811	1450	1071	1793	2877	1792	1980	1110	3133	1826
1000	1120	1614	1523	2212	1683	1298	2028	1573	3306	1587	1163	2072	3781	1974	2218	1208	4168	2013
5000	1234	2080	1932	3109	2036	1529	2571	1920	5645	1904	1377	2879	7113	2397	2769	1429	8069	2446
10000	1279	2300	2124	3562	2189	1628	2813	2073	7077	2041	1469	3229	9331	2579	3007	1525	10718	2632
Error Estd de Ajuste	144.1	99.9	104.5	76.1	85.1	109.8	61.2	89.5	59.4	98.4	126.9	78.9	62.4	42.5	44.5	121.8	53.3	43.3

ESTACIÓN SUCHIATE II

Tr (años)	Distribución Empleada																	
	Nor	Ln2-M	Ln3-M	Ln3-MV	Gam2-M	Gam2-MV	Gam3-M	Gam3-MV	Lp3-M	Gumbel-M	Gumbel-MV	GVE-M	GVE-MV	Gumix-MV	TCEV-MV	VEB11	VEB22	VEB33
2	1092	965	978	985	993	1007	951	1000	939	997	996	980	978	950	997	1012	985	972
5	1580	1482	1471	1471	1524	1495	1482	1498	1468	1509	1450	1477	1455	1389	1462	1482	1490	1361
10	1835	1855	1813	1801	1865	1804	1855	1813	1883	1848	1751	1826	1794	1791	1789	1793	1864	1778
20	2045	2234	2150	2123	2183	2089	2218	2108	2331	2174	2039	2175	2139	2194	2065	2092	2255	2256
50	2282	2762	2600	2548	2581	2444	2692	2478	2992	2595	2412	2651	2615	2714	2447	2478	2815	2882
100	2440	3163	2949	2874	2871	2701	3048	2748	3554	2910	2692	3025	2995	3100	2733	2767	3278	3347
500	2760	4192	3799	3657	3525	3276	3876	3354	5101	3640	3338	3952	3957	3991	3395	3436	4507	4414
1000	2883	4670	4185	4009	3800	3516	4235	3610	5889	3953	3616	4379	4409	4373	3680	3724	5113	4871
5000	3143	5675	5135	4866	4430	4066	5074	4194	8068	4881	4261	5443	5557	5259	4340	4391	6729	5932
10000	3247	6437	5569	5254	4699	4299	5439	4443	9169	4994	4538	5934	6098	5641	4625	4679	7527	6389
Error Estd de Ajuste	235.7	128.6	146.6	154.1	155.7	171.3	135.7	165	118.7	150.7	174.1	140.9	145.6	125.1	171.5	164.6	124.1	115.3

DISTRIBUCIONES EMPLEADAS

- Normal (Nor)
- Lognormal con dos parámetros (Ln2)
- Lognormal con tres parámetros (Ln3)
- Gamma con dos parámetros (Gam2)
- Gamma con tres parámetros (Gam3)
- LogPearson tipo III (Lp3)
- Valores extremos Tipo I (Gumbel)
- General de Valores Extremos (GVE)
- Gumbel para dos Poblaciones (Gumix)
- Valores extremos de dos componentes (TCEV)
- Bivariada de valores extremos con marginales Gumbel (VEB11)
- Bivariada con marginales GVE (VEB22)
- Bivariada con marginales Gumix (VEB33)

TÉCNICAS DE ESTIMACIÓN DE PARÁMETROS

- M : Momentos
- MV : Máxima Verosimilitud
- En Distribuciones Bivariadas:
- Máxima Verosimilitud y Técnicas de Optimización

Tabla C (Continuación).- Eventos de Diseño para diferentes Períodos de Retorno, a partir de los Gastos Máximos Anuales (m³/s)

ANEXO D

Comparación entre la altura de precipitación anual y el volumen de escurrimiento anual

Año	Vol. Anual (Mm ³)	Hp Anual (mm)
1962	153.44	1693
1963	234.00	2157
1964	184.14	1554
1965	113.76	1406
1966	183.25	1467
1967	166.38	1796
1968	108.34	2130
1969	247.14	1873
1970	208.34	1726
1971	160.44	1697
1972	63.98	1403
1973	181.12	2285
1974	107.67	2091
1975	58.35	1308
1976	41.03	1065
1977	23.71	1164
1978	208.65	1904
1979	195.94	1431
1980	263.94	1967
1981	355.60	2221
1982	73.91	1654
1983	48.92	1187

Estadísticos muestrales		
Media	153.73	1690
Error Std	17.93	77.06
Mediana	163.41	1695.10
Desv Std	84.09	361.43
Varianza	7071	130631
Kurtosis	2.96	1.97
Coef.Asim	0.37	0
Rango	331.89	1220
Mínimo	23.71	1065
Máximo	355.60	2285

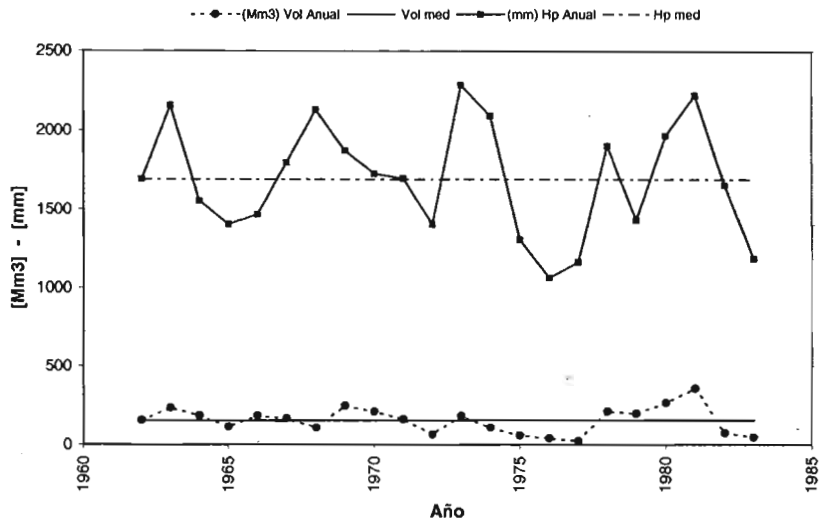


Figura D1.- Lamina de Lluvia Anual - Volumen de Escurrimiento Anual en la cuenca Zanatenco (Tonala)

Año	Vol. Anual (Mm ³)	Hp Anual (mm)
1959	41.80	1535
1960	68.97	2019
1961	58.45	1845
1962	49.95	1693
1963	77.99	2157
1964	42.75	1554
1965	35.69	1406
1966	38.52	1467
1967	55.64	1796
1968	76.19	2130
1969	60.09	1873
1970	51.74	1726
1971	50.17	1697
1972	35.57	1403
1973	86.81	2285
1974	73.62	2091
1975	31.65	1308
1976	22.24	1065
1977	26.22	1164
1978	63.99	1904
1979	38.46	1431
1980	69.00	1967
1981	86.97	2221
1982	51.13	1654
1983	28.57	1187
1984	67.06	1904
1985	43.52	1492
1986	43.32	1482
1987	25.43	1090
1988	70.18	1923
1989	86.05	2143
1990	56.64	1697

Estadísticos muestrales		
Media	53.57	1697
Error Std	3.35	60.63
Mediana	51.44	1697.1
Desv Std	18.95	342.96
Varianza	359	117621
Kurtosis	2.03	2.11
Coef.Asim	0.18	-0.14
Rango	64.73	1220
Mínimo	22.24	1065
Máximo	86.97	2285

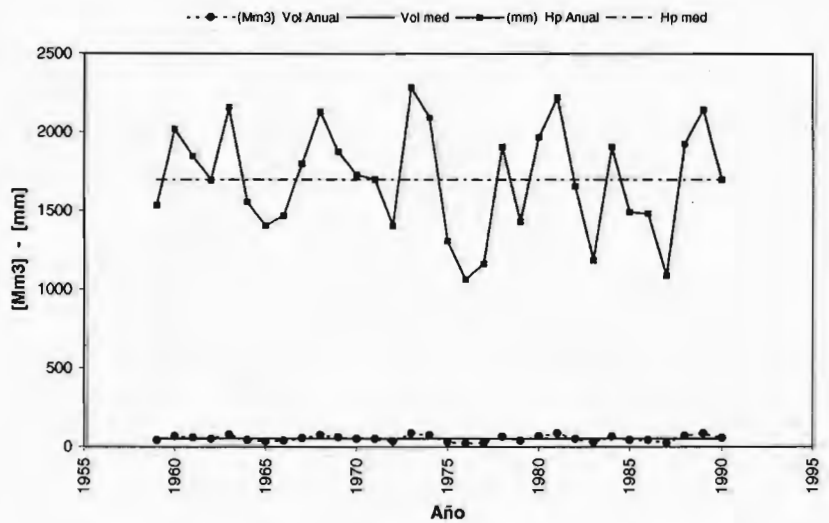


Figura D2.- Lamina de Lluvia Anual - Volumen de Escurrimiento Anual en la cuenca Ocuilapa

Año	Vol. Anual (Mm ³)	Hp Anual (mm)
1963	13.20	801
1964	6.59	525
1965	8.61	619
1966	12.87	789
1967	11.80	749
1968	12.85	788
1969	8.69	623
1970	38.73	1481
1971	22.68	1097
1972	76.11	2141
1973	62.86	1931
1974	43.29	1575

Estadísticos muestrales		
Media	26.52	1093
Error Std	6.76	159.09
Mediana	13.03	974.85
Desv Std	23.41	551.11
Varianza	548	303725
Kurtosis	0.37	-0.587
Coef.Asim	1.24	0.907
Rango	69.52	1617
Mínimo	6.59	525
Máximo	76.11	2141

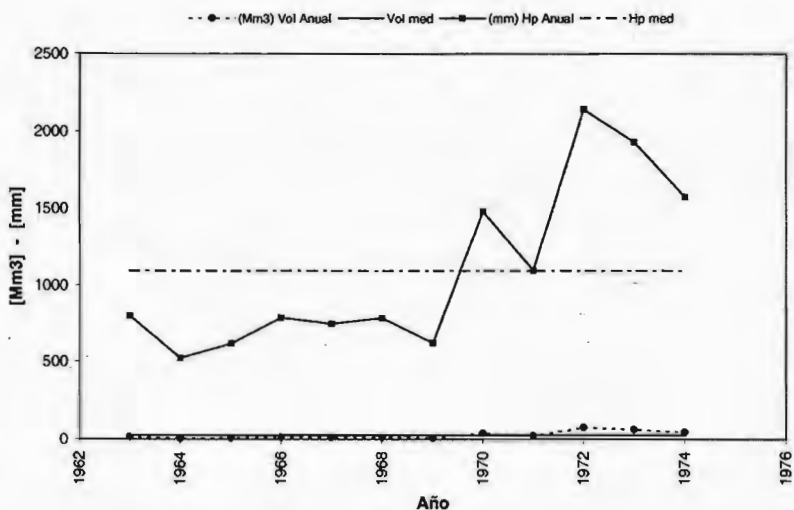


Figura D3.- Lamina de Lluvia Anual - Volumen de Escurrimiento Anual en la cuenca El Pedregal

Año	Vol. Anual (Mm ³)	Hp Anual (mm)
1965	44.47	2334
1966	66.94	2254
1967	41.88	2129
1968	61.26	2022
1969	105.93	602
1970	86.93	2364
1971	97.75	1953
1972	30.48	2225
1973	97.86	2382
1974	37.26	1876
1975	32.65	2141
1976	23.90	1518
1977	15.16	1669
1978	146.72	2069
1979	200.54	1750
1980	153.57	2020
1981	106.60	2893
1982	40.34	1877
1983	25.48	1027

Estadísticos muestrales		
Media	74.51	1953
Error Std	11.79	116.5
Mediana	61.26	2022.1
Desv Std	51.39	507.83
Varianza	2641	257894
Kurtosis	3.41	5.25
Coef.Asim	1	-1.08
Rango	185.38	2291.2
Mínimo	15.16	601.8
Máximo	200.54	2893

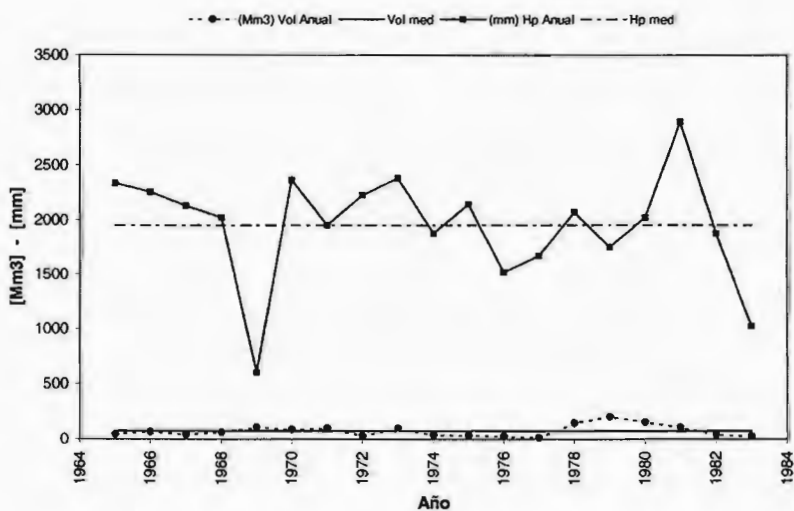


Figura D4.- Lamina de Lluvia Anual - Volumen de Escurrimiento Anual en la cuenca Jesús

Año	Vol. Anual (Mm ³)	Hp Anual (mm)
1965	18.10	2475
1966	15.07	2245
1967	12.56	2037
1968	15.11	2249
1969	4.15	1110
1970	16.79	2378
1971	12.76	2054
1972	13.52	2119
1973	17.41	2424
1974	11.32	1926
1975	14.43	2180
1976	9.53	1731
1977	11.20	1876
1978	15.53	2223
1979	11.58	1885
1980	14.46	2112
1981	20.74	2548
1982	12.50	1927
1983	5.18	1173

Estadísticos muestrales		
Media	13.26	2035
Error Std	0.93	87.98
Mediana	13.52	2112
Desv Std	4.07	383.50
Varianza	17	147070
Kurtosis	3.83	4.61
Coef.Asim	-0.63	-1.24
Rango	16.59	1438
Mínimo	4.15	1110
Máximo	20.74	2548

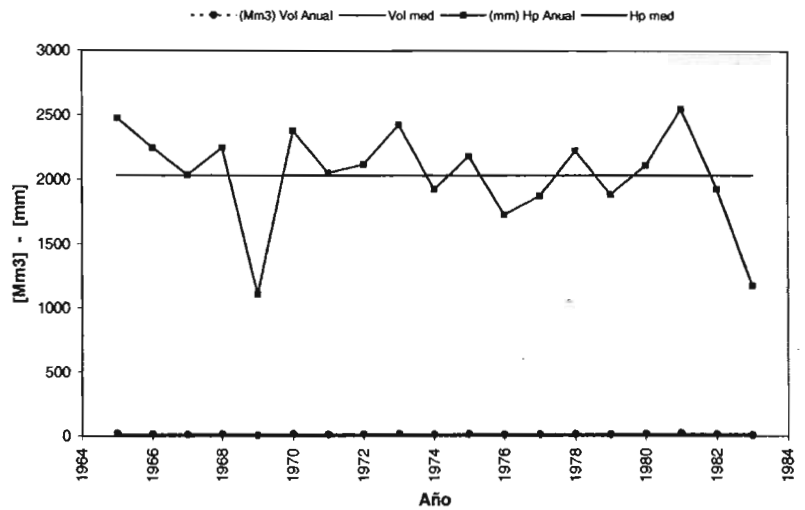


Figura D5.- Lamina de Lluvia Anual - Volumen de Escurrimiento Anual en la cuenca Los Patos

Año	Vol. Anual (Mm ³)	Hp Anual (mm)
1965	61.08	2475
1966	50.87	2245
1967	42.42	2037
1968	51.03	2249
1969	14.08	1110
1970	56.67	2378
1971	43.10	2054
1972	45.67	2119
1973	58.74	2424
1974	38.25	1926
1975	48.79	2180
1976	32.31	1731
1977	37.97	1876
1978	52.65	2223
1979	39.34	1885
1980	49.14	2112
1981	70.49	2548
1982	42.59	1927
1983	17.75	1173

Estadísticos muestrales		
Media	44.89	2035
Error Std	3.15	87.98
Mediana	45.67	2112
Desv Std	13.74	383.50
Varianza	189	147070
Kurtosis	0.86	1.61
Coef.Asim	2.38	1.76
Rango	56.41	1438
Mínimo	14.08	1110
Máximo	70.49	2548

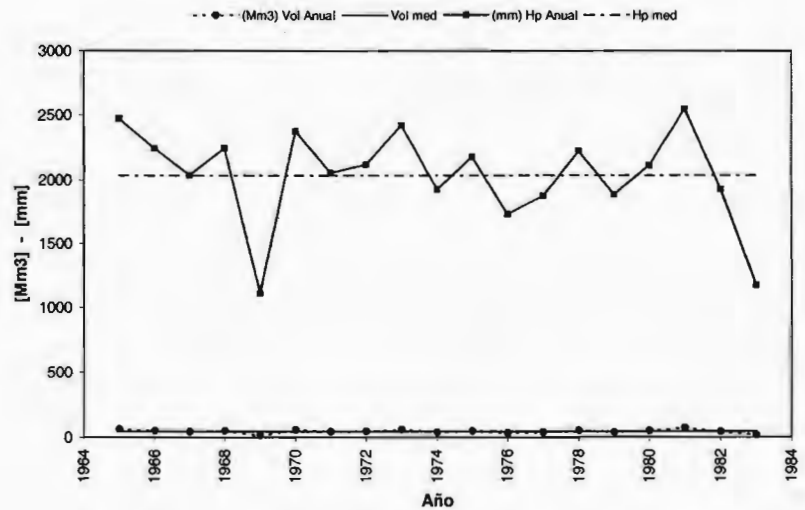


Figura D6.- Lamina de Lluvia Anual - Volumen de Escurrimiento Anual en la cuenca La Flor

Año	Vol. Anual (Mm ³)	Hp Anual (mm)
1965	51.63	2475
1966	43.00	2245
1967	35.86	2037
1968	43.13	2249
1969	11.89	1110
1970	47.91	2378
1971	36.43	2054
1972	38.60	2119
1973	46.66	2424
1974	32.33	1926
1975	41.34	2180
1976	27.43	1731
1977	32.30	1876
1978	44.88	2223
1979	33.61	1885
1980	42.06	2112
1981	60.43	2548
1982	36.60	1927
1983	15.30	1173

Estadísticos muestrales		
Media	38.12	2035
Error Std	2.68	87.98
Mediana	38.60	2112
Desv Std	11.67	383.50
Varianza	136	147070
Kurtosis	0.91	1.61
Coef. Asim	2.41	1.76
Rango	48.53	1438
Mínimo	11.89	1110
Máximo	60.43	2548

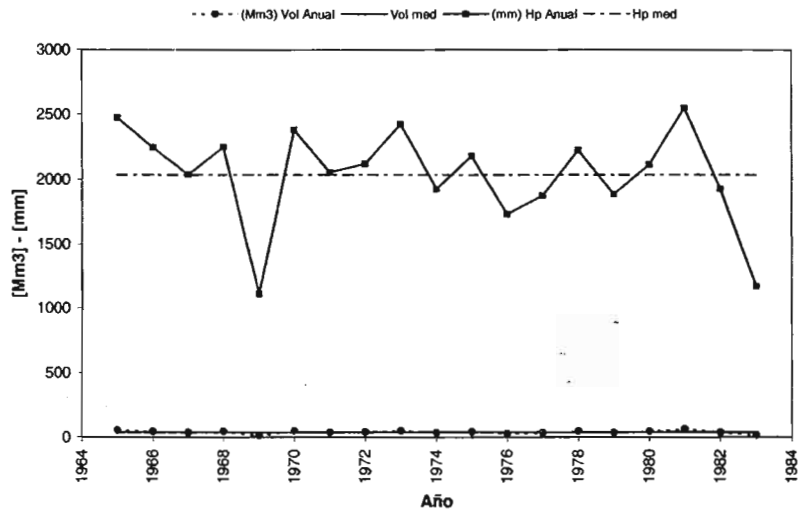


Figura D7.- Lamina de Lluvia Anual - Volumen de Escurrimiento Anual en la cuenca San Diego

Año	Vol. Anual (Mm ³)	Hp Anual (mm)
1950	848.89	6146
1951	697.54	4256
1952	410.34	3498
1953	629.68	5063
1954	849.02	5505
1955	741.89	5067
1956	559.21	4282
1957	540.15	3573
1958	564.30	4538
1959	611.66	4702
1960	507.56	3884
1961	521.62	4149
1962	644.57	4380
1963	670.84	4087
1964	697.61	4999
1965	531.06	4380
1966	665.52	4124
1967	481.52	3784
1968	635.97	4846
1969	748.51	5570
1970	606.75	4150
1971	542.13	4366
1972	509.61	5148
1973	647.84	5523
1974	595.75	5003
1975	595.03	4963
1976	495.79	3517
1977	396.56	3406
1978	477.73	3842
1979	558.87	3334
1980	488.80	3653
1981	679.86	4022
1982	637.87	3964
1983	509.66	2165

Estadísticos muestrales		
Media	597.05	4350
Mediana	595.39	4268.95
Desv. Estd.	108.09	801.27
Varianza	11685	642041
Kurtosis	3.18	3.61
Coef. Asimet.	0.48	-0.12
Rango	452.45	3980.40
Mínimo	396.56	2165.40
Máximo	849.02	6145.80

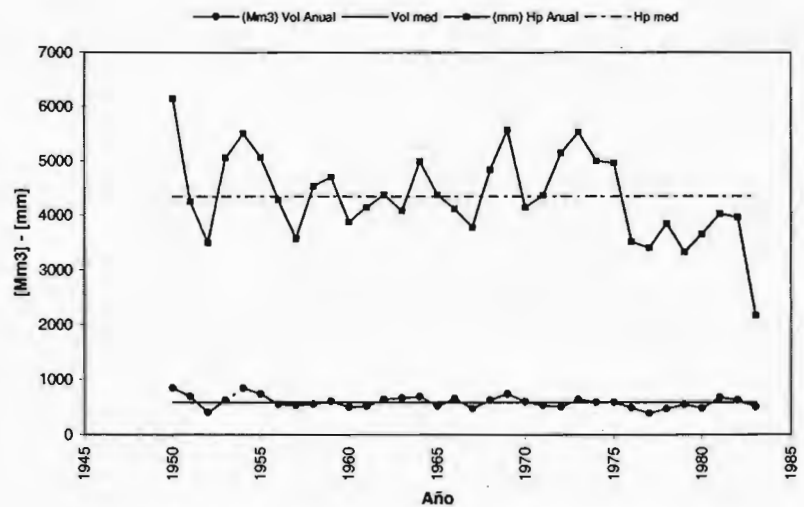


Figura D8.- Lamina de Lluvia Anual - Volumen de Escurrimiento Anual en la cuenca Cahuacán

Año	Vol. Anual (Mm ³)	Hp Anual (mm)
1965	295.78	2615
1966	337.26	2236
1967	231.14	1944
1968	275.04	2475
1969	359.06	1617
1970	359.95	2392
1971	323.83	2155
1972	256.41	2013
1973	387.85	2466
1974	242.92	1976
1975	274.75	2218
1976	202.80	1944
1977	130.84	2083
1978	156.28	2376
1979	177.54	2020
1980	291.53	2204
1981	370.15	2202
1982	204.00	1978
1983	152.00	1320

Estadísticos muestrales		
Media	264.69	2118
Error Std	18.26	70.26
Mediana	274.75	2154.90
Desv Std	79.61	306.26
Varianza	6337	93793
Kurtosis	1.87	4.49
Coef.Asim	-0.11	-0.86
Rango	257.00	1296
Mínimo	130.84	1320
Máximo	387.85	2615

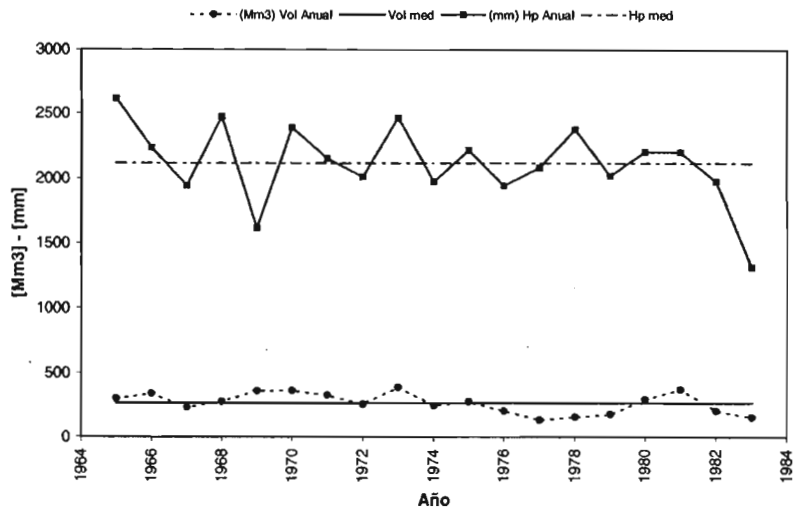


Figura D9.- Lamina de Lluvia Anual - Volumen de Escurrimiento Anual en la cuenca Urbina (San Diego)

Año	Vol. Anual (Mm ³)	Hp Anual (mm)
1963	401.84	2647
1964	417.69	2376
1965	333.85	2615
1966	436.13	2236
1967	191.09	1944
1968	301.21	2475
1969	438.26	1617
1970	429.64	2392
1971	382.28	2155
1972	215.85	2013
1973	580.80	2466
1974	328.87	1976
1975	424.28	2218
1976	348.43	1944
1977	272.57	2083
1978	246.75	2376
1979	200.54	2020
1980	383.48	2204
1981	785.53	2202
1982	270.51	1978
1983	293.81	1320

Estadísticos muestrales		
Media	365.88	2155
Error Std	29.64	69.10
Mediana	348.43	2202.30
Desv Std	135.83	316.67
Varianza	18449	100278
Kurtosis	6.60	4.25
Coef.Asim	1.50	-0.80
Rango	594.44	1327
Mínimo	191.09	1320
Máximo	785.53	2647

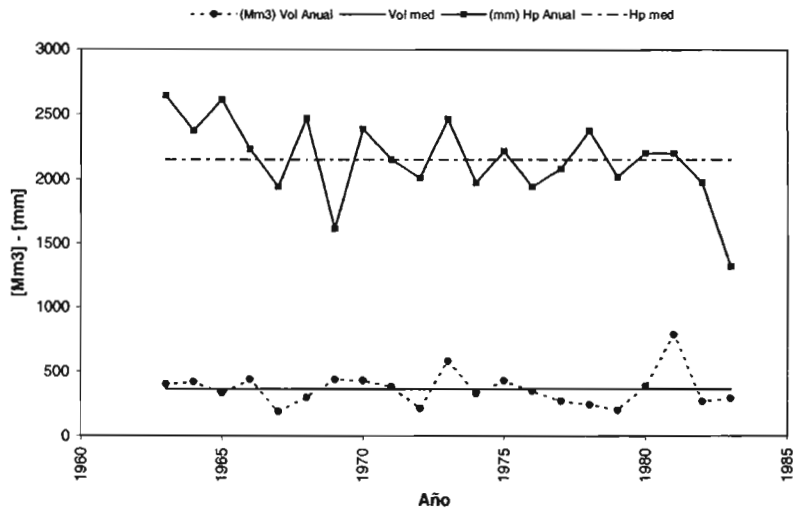


Figura D10.- Lamina de Lluvia Anual - Volumen de Escurrimiento Anual en la cuenca Pijijapan

Año	Vol. Anual (Mm ³)	Hp Anual (mm)
1965	177.50	2615
1966	277.65	2236
1967	162.18	1944
1968	286.71	2475
1969	287.46	1617
1970	296.86	2392
1971	255.60	2155
1972	156.86	2013
1973	301.12	2466
1974	270.59	1976
1975	229.55	2218
1976	159.56	1944
1977	160.66	2083
1978	289.71	2376
1979	222.98	2020
1980	281.43	2204
1981	244.02	2202
1982	366.49	1978
1983	330.38	1320

Estadísticos muestrales		
Media	250.38	2118
Error Std	14.34	70.26
Mediana	270.59	2154.90
Desv Std	62.52	306.26
Varianza	3909	93793
Kurtosis	2.17	4.49
Coef.Asim	-0.22	-0.86
Rango	209.63	1296
Mínimo	156.86	1320
Máximo	366.49	2615

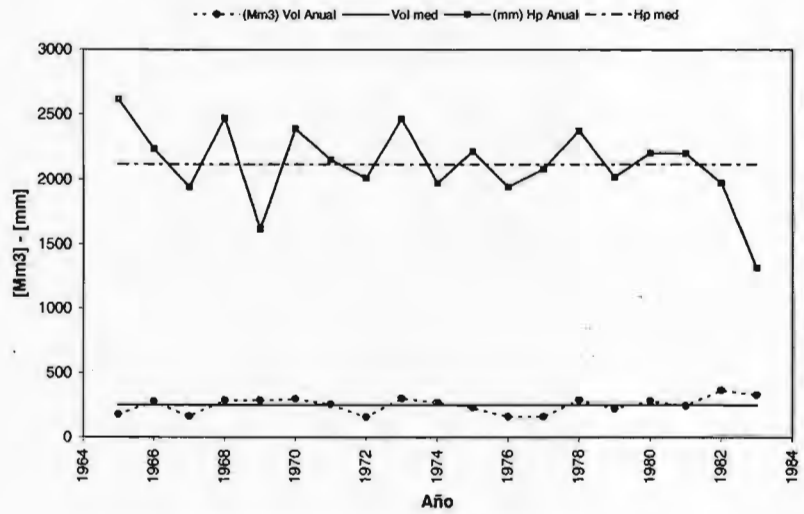


Figura D11.- Lamina de Lluvia Anual - Volumen de Escurrimiento Anual en la cuenca Coapa

Año	Vol. Anual (Mm ³)	Hp Anual (mm)
1965	228.12	2515
1966	409.47	2916
1967	204.78	2159
1968	320.52	3204
1969	383.55	2158
1970	374.70	2685
1971	308.47	2482
1972	183.51	2448
1973	303.40	2167
1974	201.16	2314
1975	213.40	2475
1976	133.32	2371
1977	119.54	2328
1978	203.79	2472
1979	178.09	2394
1980	209.69	2406
1981	271.70	2946
1982	188.50	2628
1983	171.22	2094

Estadísticos muestrales		
Media	242.47	2482
Error Std	19.47	66.83
Mediana	209.69	2448.00
Desv Std	84.88	291.30
Varianza	7204	84858
Kurtosis	2.41	3.87
Coef.Asim	0.65	1.01
Rango	289.94	1110
Mínimo	119.54	2094
Máximo	409.47	3204

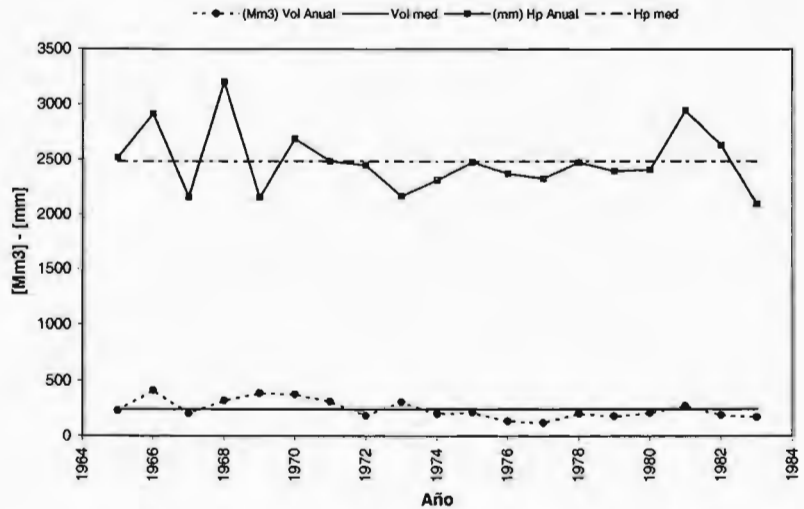


Figura D12.- Lamina de Lluvia Anual - Volumen de Escurrimiento Anual en la cuenca Margaritas

Año	Vol. Anual (Mm ³)	Hp Anual (mm)
1964	548.92	2739
1965	488.84	2506
1966	559.20	3033
1967	357.01	1875
1968	372.85	2213
1969	563.51	2329
1970	844.34	2881
1971	682.88	2355
1972	410.26	2903
1973	1094.30	2063
1974	1063.94	2922
1975	639.02	2741
1976	539.77	1975
1977	592.42	1721
1978	714.24	1930
1979	612.49	2197
1980	832.65	2397
1981	952.98	2503
1982	943.14	2050
1983	681.56	1771

Estadísticos muestrales		
Media	674.71	2355
Error Std	48.68	92.19
Mediana	625.75	2341.93
Desv Std	217.72	412.30
Varianza	47402	169988
Kurtosis	2.42	1.78
Coef Asim	0.51	0.14
Rango	737.29	1312
Mínimo	357.01	1721
Máximo	1094.30	3033

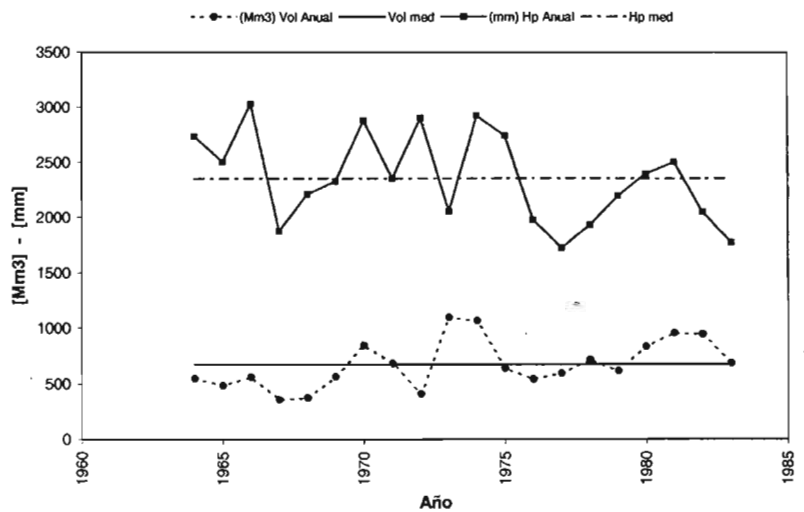


Figura D13.- Lamina de Lluvia Anual - Volumen de Escurrimiento Anual en la cuenca Novillero

Año	Vol. Anual (Mm ³)	Hp Anual (mm)
1965	208.36	2272
1966	370.27	2469
1967	236.98	2186
1968	278.24	3058
1969	263.90	2168
1970	254.50	2857
1971	191.45	2560
1972	104.51	1807
1973	264.71	2136
1974	191.90	2690
1975	161.66	2751
1976	88.37	2442
1977	82.10	2306
1978	204.41	2768
1979	163.26	2748
1980	147.90	2517
1981	270.87	3397
1982	167.93	2574
1983	158.42	2079

Estadísticos muestrales		
Media	200.51	2515
Error Std	16.82	86.74
Mediana	191.90	2517.00
Desv Std	73.31	378.08
Varianza	5374	142945
Kurtosis	3.16	3.44
Coef.Asim	0.33	0.39
Rango	288.17	1590
Mínimo	82.10	1807
Máximo	370.27	3397

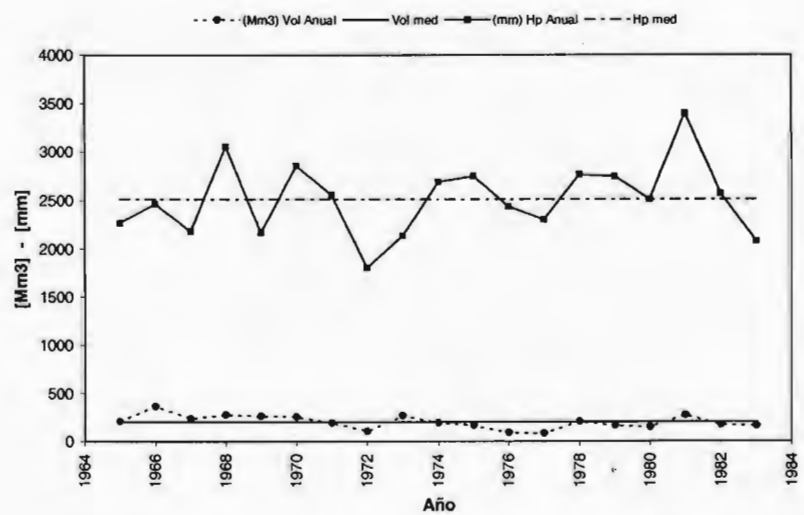


Figura D14.- Lamina de Lluvia Anual - Volumen de Escurrimiento Anual en la cuenca San Nicolás

Año	Vol. Anual (Mm ³)	Hp Anual (mm)
1965	309.37	3250
1966	311.07	3218
1967	218.40	3135
1968	317.01	3001
1969	434.93	3555
1970	360.39	3608
1971	309.96	2978
1972	212.49	3106
1973	446.19	4057
1974	329.92	3348
1975	287.41	3472
1976	232.23	2113
1977	177.04	2520
1978	194.13	3382
1979	321.56	3066
1980	386.23	3219
1981	423.41	4070
1982	278.10	3126
1983	246.33	2371

Estadísticos muestrales		
Media	305.06	3189.12
Error Std	18.43	113.05
Mediana	309.96	3217.60
Desv Std	80.32	492.78
Varianza	6451	242831
Kurtosis	2.26	3.67
Coef. Asim	0.22	-0.32
Rango	269.15	1957
Mínimo	177.04	2113
Máximo	446.19	4070

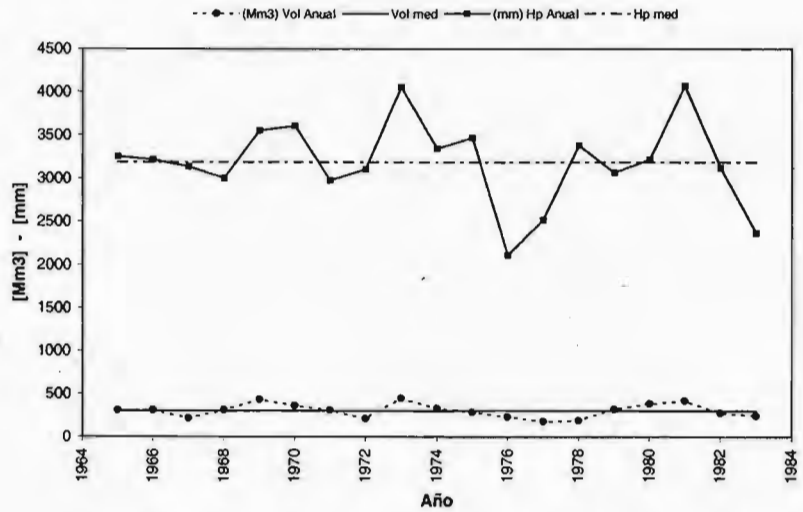


Figura D15.- Lamina de Lluvia Anual - Volumen de Escurrimiento Anual en la cuenca Cacaluta

Año	Vol. Anual (Mm ³)	Hp Anual (mm)
1965	311.79	3250
1966	359.89	3218
1967	214.84	3135
1968	297.08	3001
1969	475.60	3555
1970	425.98	3608
1971	380.89	2978
1972	427.13	3106
1973	473.40	4057
1974	329.34	3348
1975	202.36	3472
1976	174.21	2113
1977	146.05	2520
1978	312.56	3382
1979	258.42	3066
1980	444.56	3219
1981	665.66	4070
1982	332.47	3126
1983	350.90	2371

Estadísticos muestrales		
Media	346.48	3189
Error Std	28.59	113.05
Mediana	332.47	3217.60
Desv Std	124.61	492.78
Varianza	15527	242831
Kurtosis	4.06	3.67
Coef. Asim	0.62	-0.32
Rango	519.61	1957
Mínimo	146.05	2113
Máximo	665.66	4070

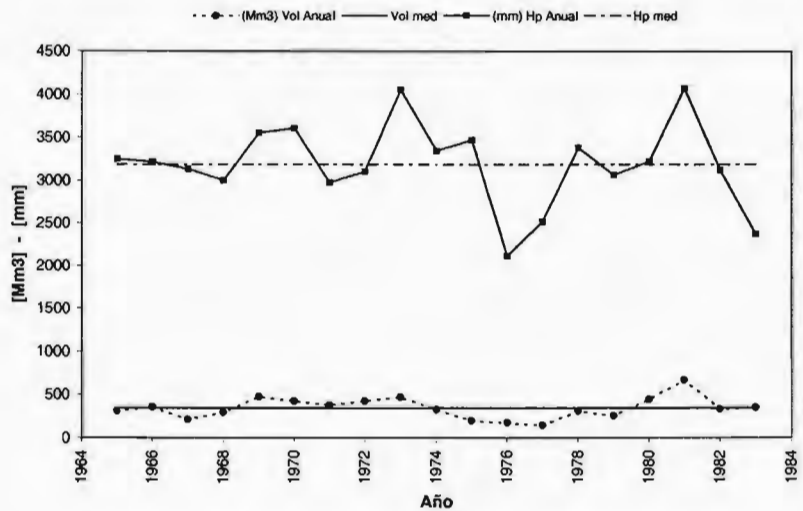


Figura D16.- Lamina de Lluvia Anual - Volumen de Escurrimiento Anual en la cuenca Cintalapa

Año	Vol. Anual (Mm ³)	Hp Anual (mm)
1965	353.56	2567
1966	390.39	2882
1967	255.32	2605
1968	385.26	3227
1969	432.72	1981
1970	413.04	2955
1971	360.64	2958
1972	219.41	2880
1973	455.19	3516
1974	354.19	3274
1975	227.37	3966
1976	195.00	2758
1977	134.09	2739
1978	289.29	3043
1979	320.19	2915
1980	263.14	2886
1981	471.40	3341
1982	308.64	3303
1983	246.85	2127

Estadísticos muestrales		
Media	319.77	2943
Error Std	21.52	105.38
Mediana	320.19	2915.00
Desv Std	93.82	459.34
Varianza	8802	210996
Kurtosis	2.25	3.96
Coef.Asim	-0.15	-0.07
Rango	337.31	1985
Mínimo	134.09	1981
Máximo	471.40	3966

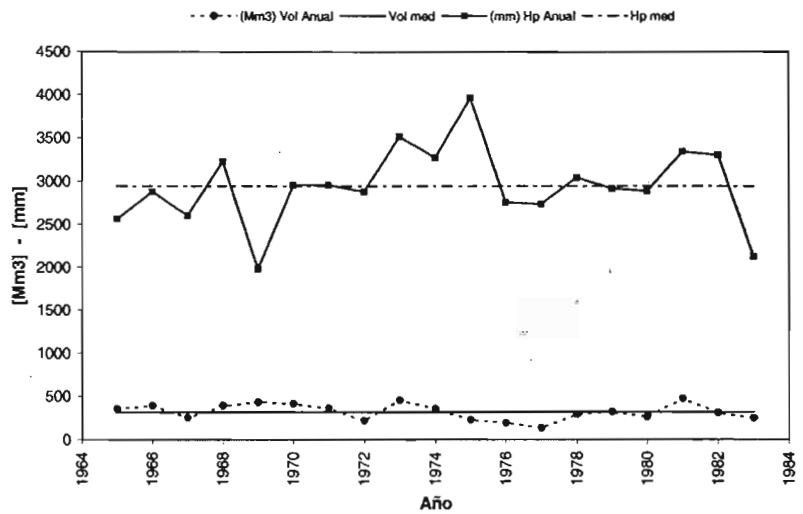


Figura D17.- Lamina de Lluvia Anual - Volumen de Escurrimiento Anual en la cuenca Despoblado

Año	Vol. Anual (Mm ³)	Hp Anual (mm)
1965	334.38	2777
1966	398.17	2760
1967	256.65	2340
1968	330.09	2885
1969	434.13	3147
1970	459.65	2767
1971	385.16	2543
1972	274.58	2305
1973	546.78	2652
1974	273.31	2670
1975	465.81	2771
1976	338.89	2137
1977	211.10	2020
1978	372.33	2486
1979	533.57	2715
1980	475.91	2497
1981	704.06	2846
1982	458.61	2255
1983	366.87	1545

Estadísticos muestrales		
Media	406.32	2532
Error Std	26.33	84.66
Mediana	385.16	2652.15
Desv Std	114.75	369.04
Varianza	13167	136192
Kurtosis	4.31	4.59
Coef.Asim	0.73	-1.02
Rango	492.96	1601
Mínimo	211.10	1545
Máximo	704.06	3147

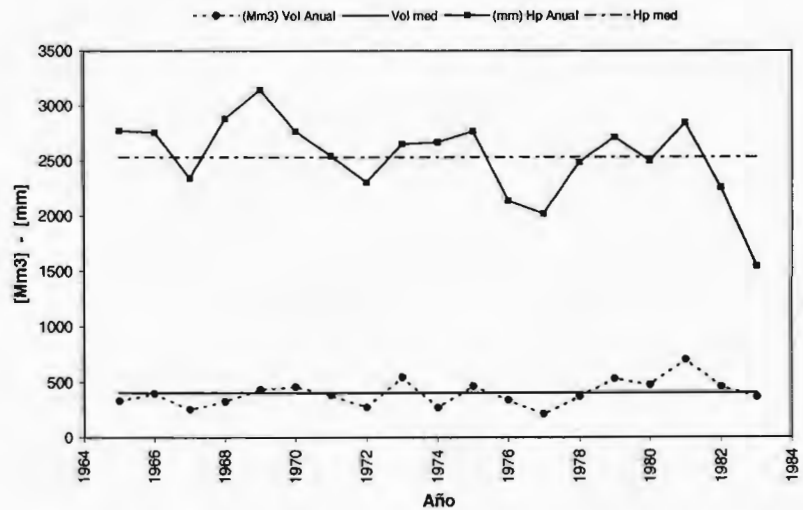


Figura D18.- Lamina de Lluvia Anual - Volumen de Escurrimiento Anual en la cuenca Huixtla

Año	Vol. Anual (Mm ³)	Hp Anual (mm)
1965	828.63	3863
1966	1002.46	4249
1967	951.13	3872
1968	1503.90	4831
1969	1394.97	5145
1970	927.48	4503
1971	884.26	4210
1972	659.38	4081
1973	910.72	5741
1974	736.32	3979
1975	727.46	4623
1976	679.21	3952
1977	614.83	4210
1978	871.21	4172
1979	993.81	4536
1980	855.41	3811
1981	1159.43	5016
1982	899.32	3659
1983	897.57	2404

Estadísticos muestrales		
Media	920.92	4256
Error Std	52.54	159.27
Mediana	897.57	4209.70
Desv Std	229.03	694.23
Varianza	52453	481955
Kurtosis	4.75	5.42
Coef. Asim	1.26	-0.39
Rango	889.07	3337
Mínimo	614.83	2404
Máximo	1503.90	5741

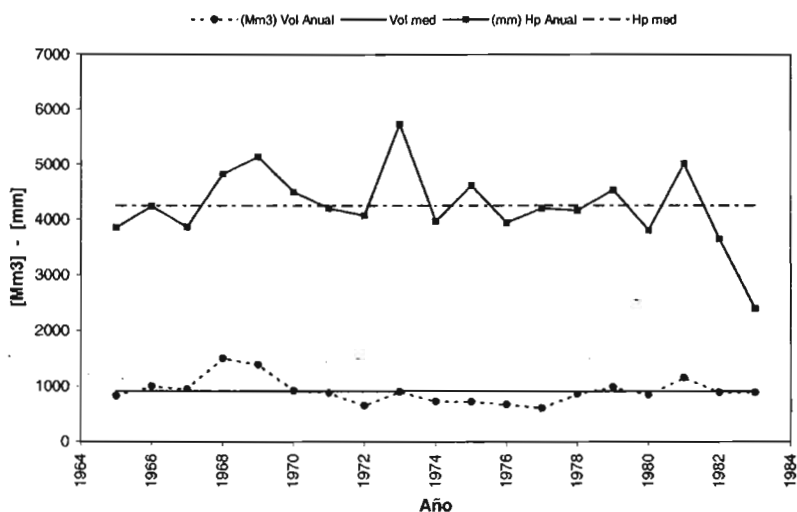


Figura D19.- Lamina de Lluvia Anual - Volumen de Escorrentía Anual en la cuenca Huehuetán

Año	Vol. Anual (Mm ³)	Hp Anual (mm)
1965	479.52	3650
1966	582.96	3968
1967	435.81	3414
1968	624.95	4474
1969	697.59	3879
1970	574.63	3130
1971	509.08	3667
1972	401.18	3973
1973	624.12	3104
1974	485.12	3998
1975	444.45	4087
1976	367.28	2719
1977	293.63	3298
1978	369.12	3696
1979	524.94	3662
1980	510.32	3239
1981	729.11	4016
1982	513.83	3895
1983	462.77	2307
1984	612.80	3664
1985	546.21	3574
1986	442.54	3639
1987	349.87	3128
1988	702.81	3667
1989	715.45	4205
1990	526.50	4338

Estadísticos muestrales		
Media	520.25	3630
Desv Std	118.43	493.32
Kurtosis	2.36	3.89
Coef. Asim	0.12	-0.77
Mínimo	293.63	2307
Máximo	729.11	4474

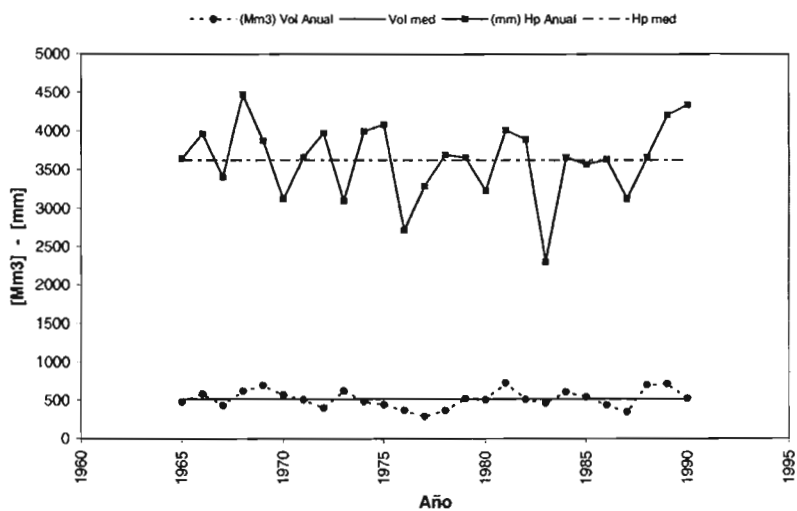


Figura D20.- Lamina de Lluvia Anual - Volumen de Escorrentía Anual en la cuenca Coatlán

Año	Vol. Anual (Mm ³)	Hp Med. (mm)
1965	51.72	2475
1966	43.10	2245
1967	35.97	2037
1968	43.23	2249
1969	12.01	1110
1970	48.00	2378
1971	36.54	2054
1972	38.71	2119
1973	49.75	2424
1974	32.44	1926
1975	41.32	2180
1976	27.39	1731
1977	32.14	1878
1978	44.49	2223
1979	33.25	1885
1980	41.48	2112
1981	59.41	2548
1982	35.93	1927
1983	15.02	1173

Estadísticos muestrales		
Media	37.99	2035
Error Std	2.66	87.98
Mediana	38.71	2112
Desv Std	11.59	383.50
Varianza	134	147070
Kurtosis	3.85	4.61
Coef. Asim	-0.63	-1.24
Rango	47.40	1438
Mínimo	12.01	1110
Máximo	59.41	2548

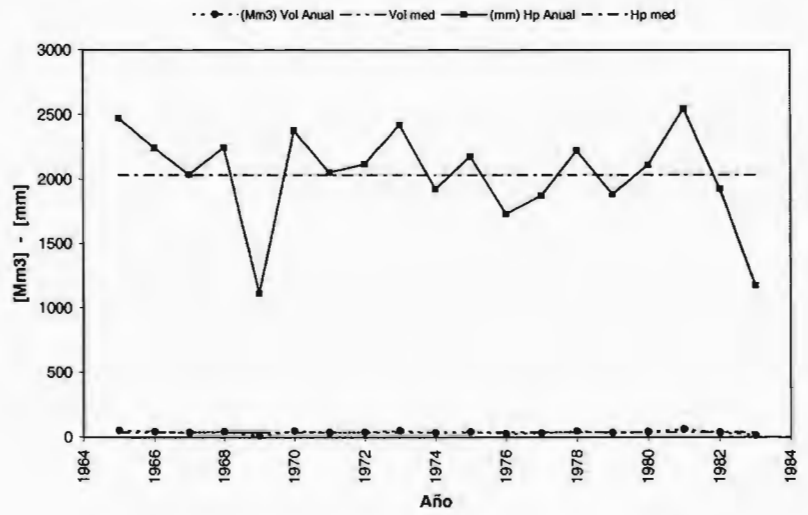
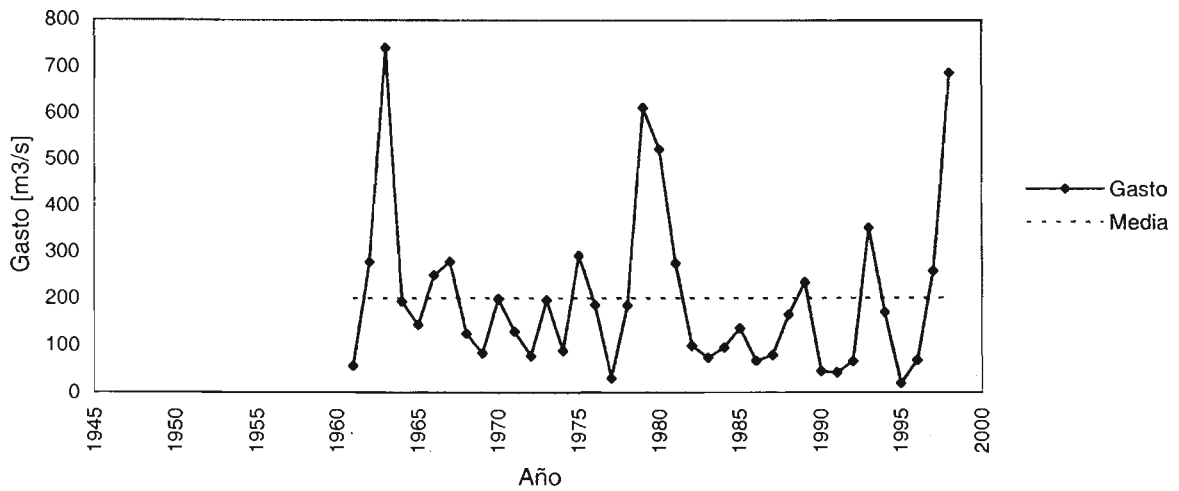


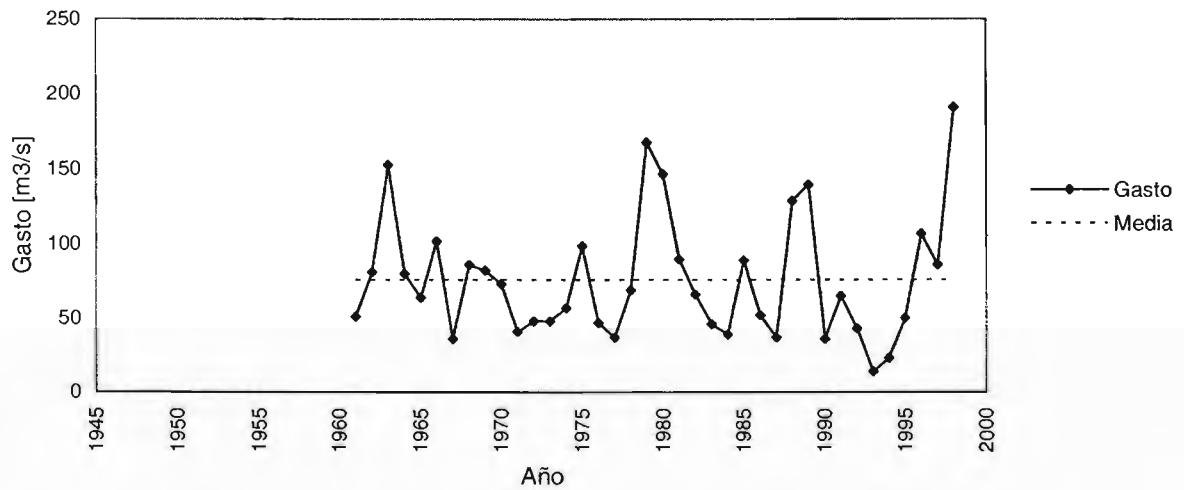
Figura D21.- Lamina de Luvia Anual - Volumen de Escurrimiento Anual en la cuenca Rio Frío

ANEXO E

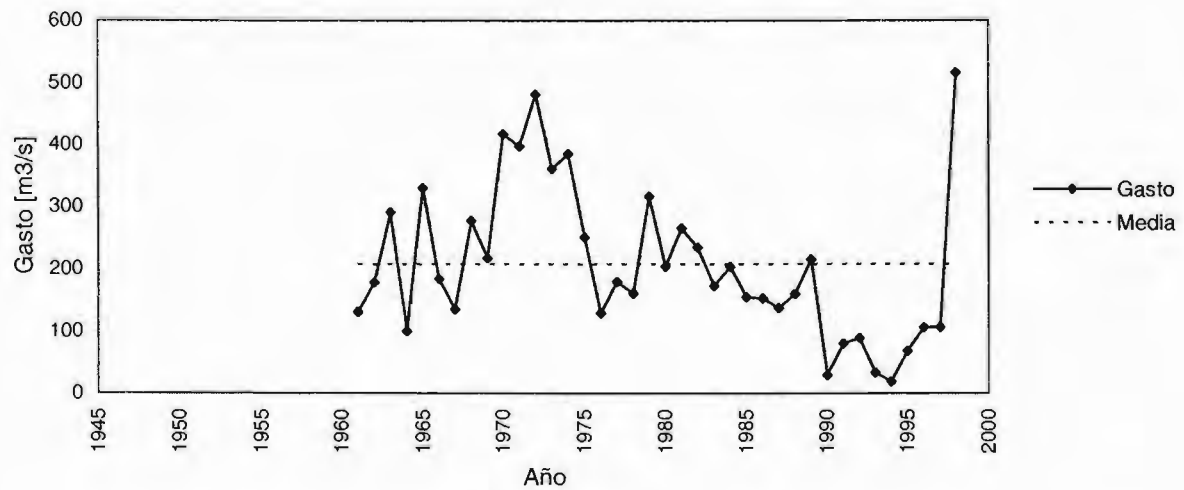
Variación del comportamiento de los Gastos Máximos Anuales en 17 cuencas aforadas de la región



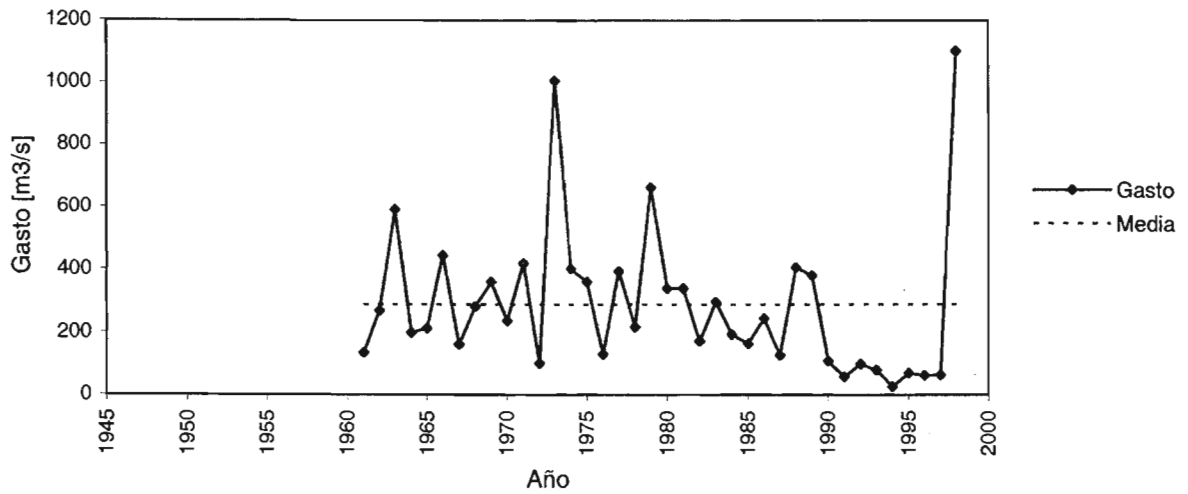
Estación Tonalá.- Variación en el tiempo, del Gasto Máximo Anual



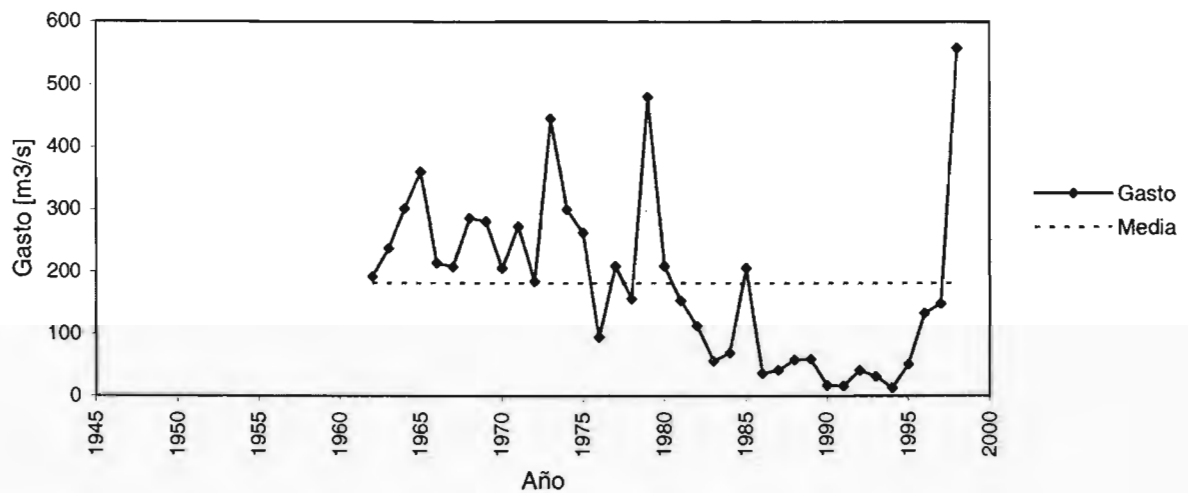
Estación Jesús.- Variación en el tiempo, del Gasto Máximo Anual



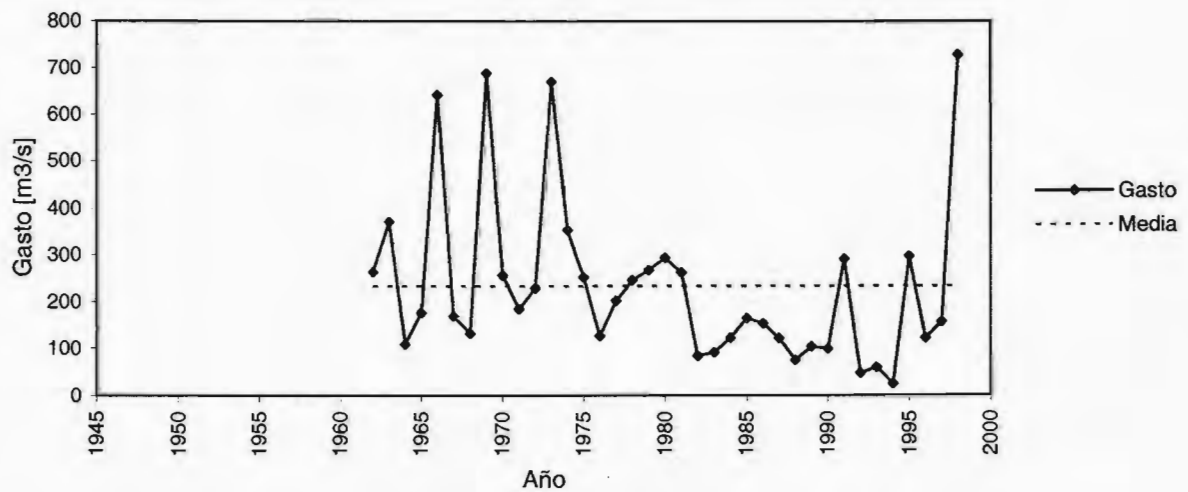
Estación San Diego.- Variación en el tiempo, del Gasto Máximo Anual



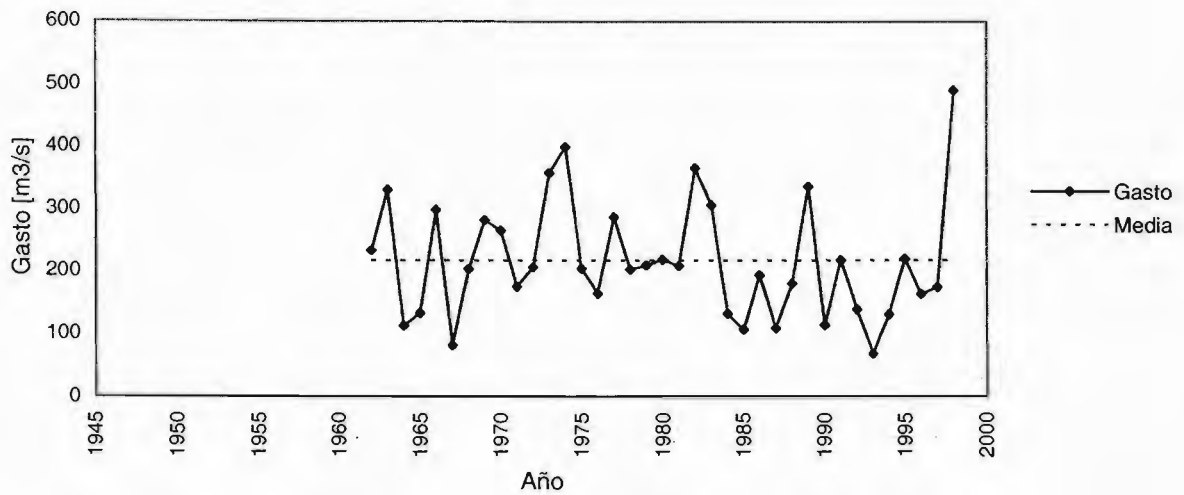
Estación Pijijiapan.- Variación en el tiempo, del Gasto Máximo Anual



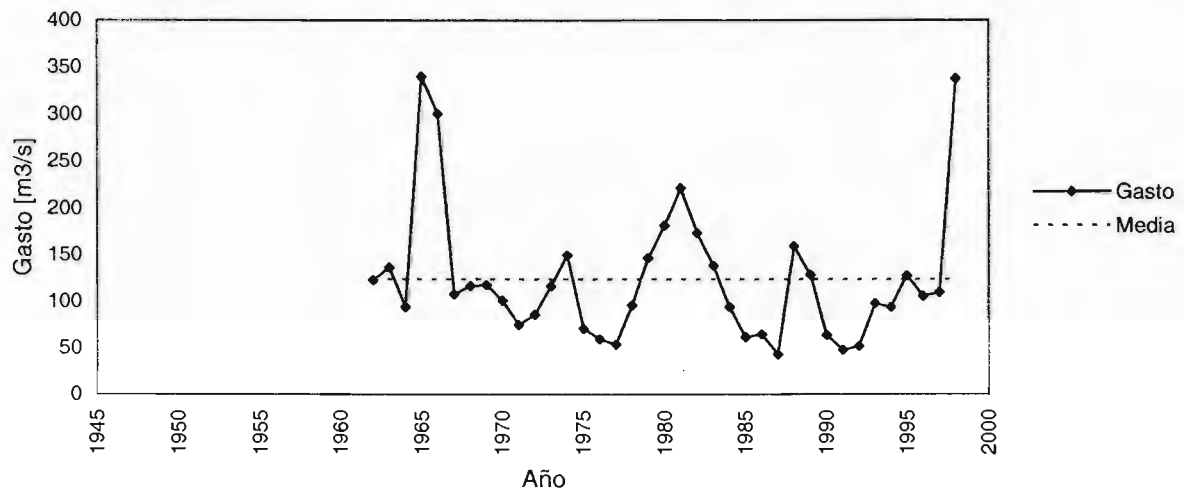
Estación Coapa.- Variación en el tiempo, del Gasto Máximo Anual



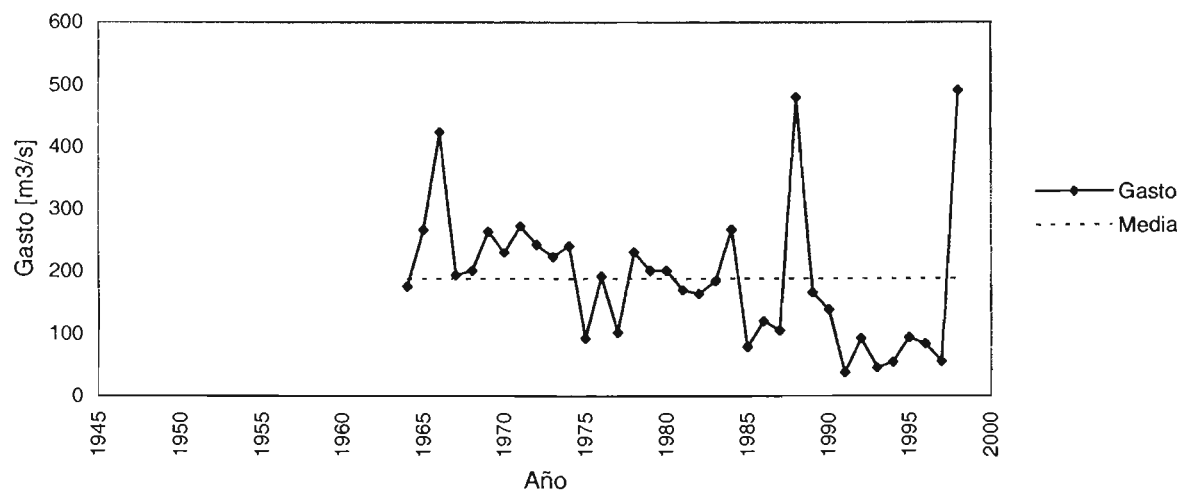
Estación Margaritas.- Variación en el tiempo, del Gasto Máximo Anual



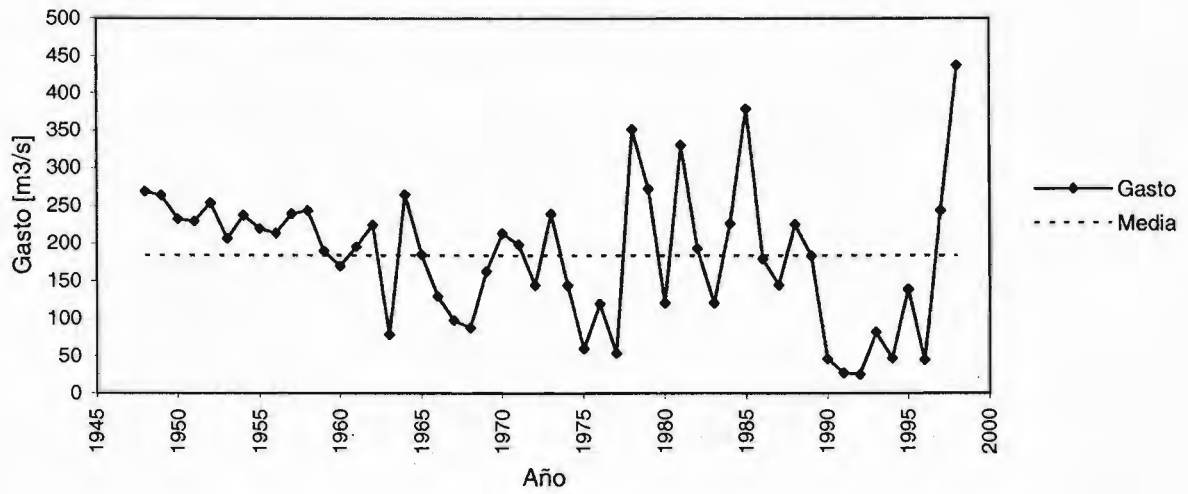
Estación Novillero.- Variación en el tiempo, del Gasto Máximo Anual



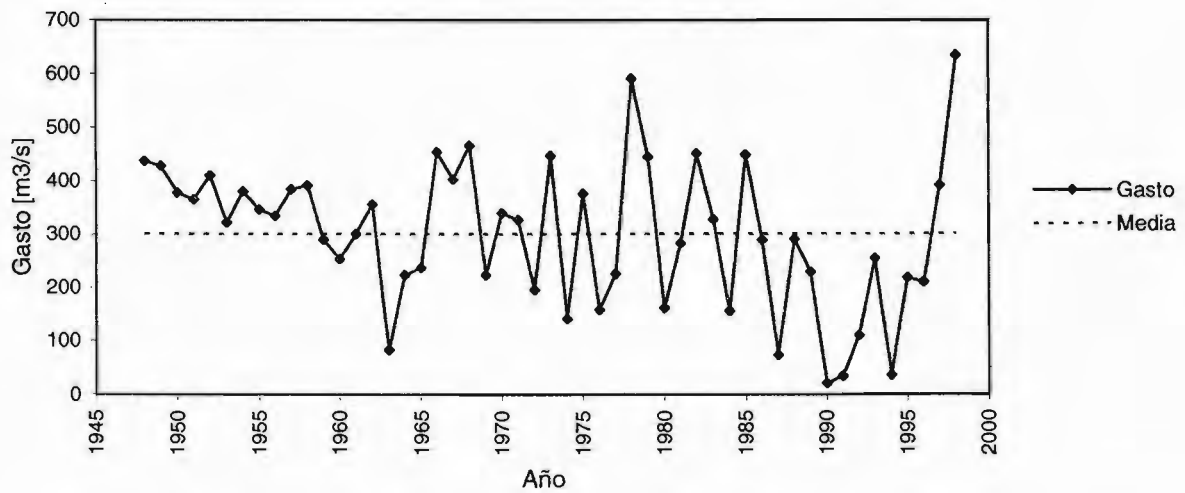
Estación San Nicolás.- Variación en el tiempo, del Gasto Máximo Anual



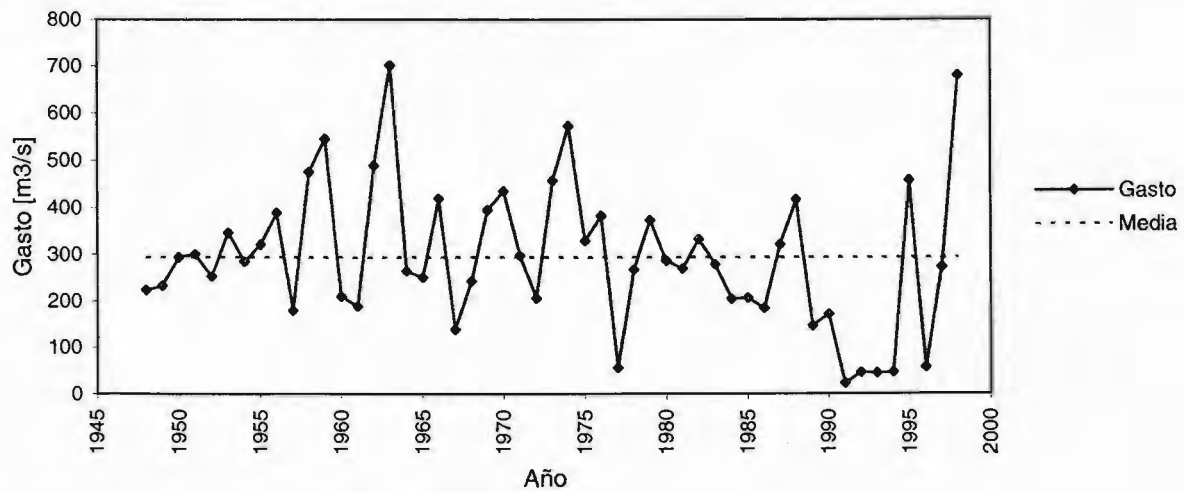
Estación Cacaluta.- Variación en el tiempo, del Gasto Máximo Anual



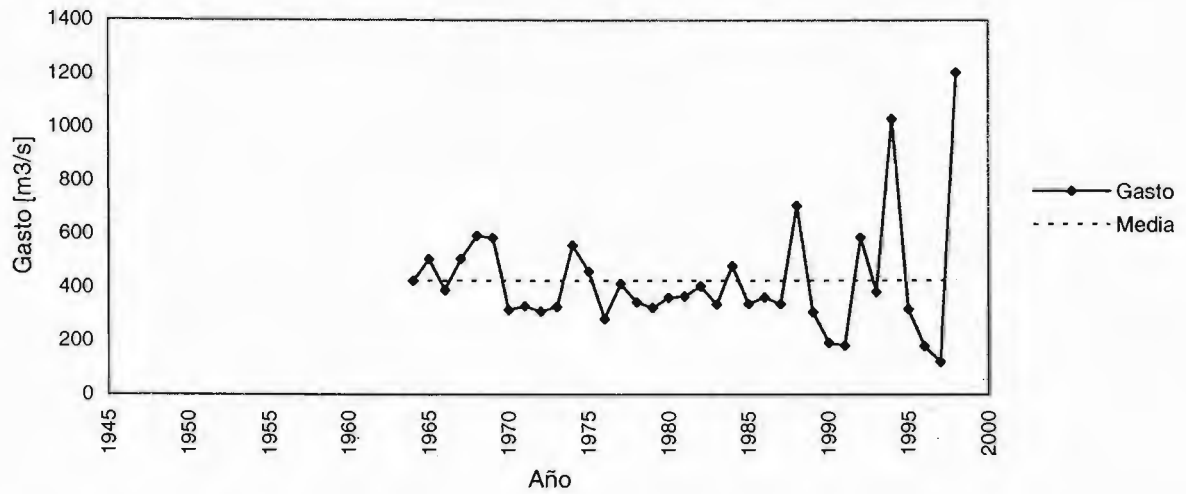
Estación Cintalapa.- Variación en el tiempo, del Gasto Máximo Anual



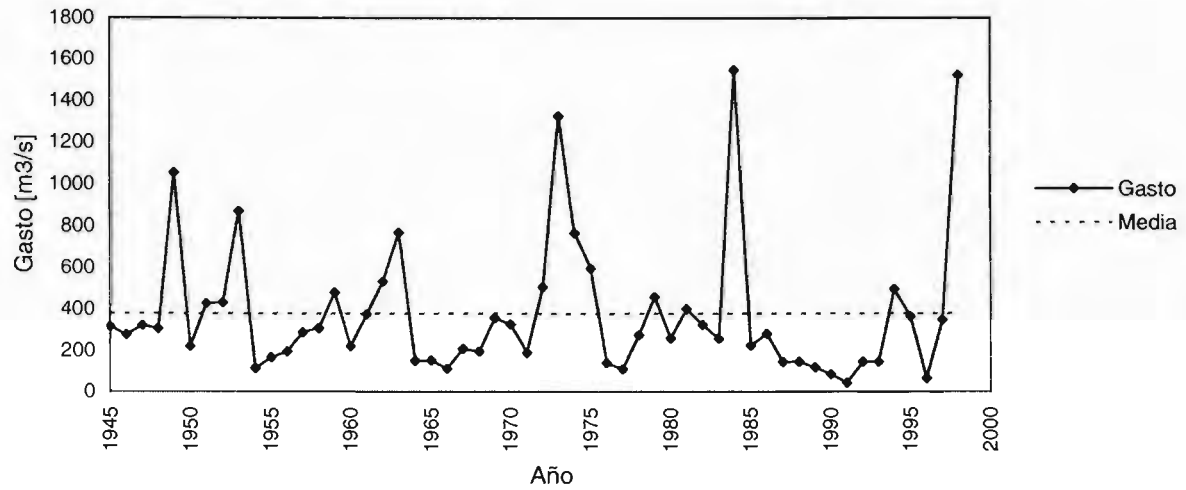
Estación Des poblado.- Variación en el tiempo, del Gasto Máximo Anual



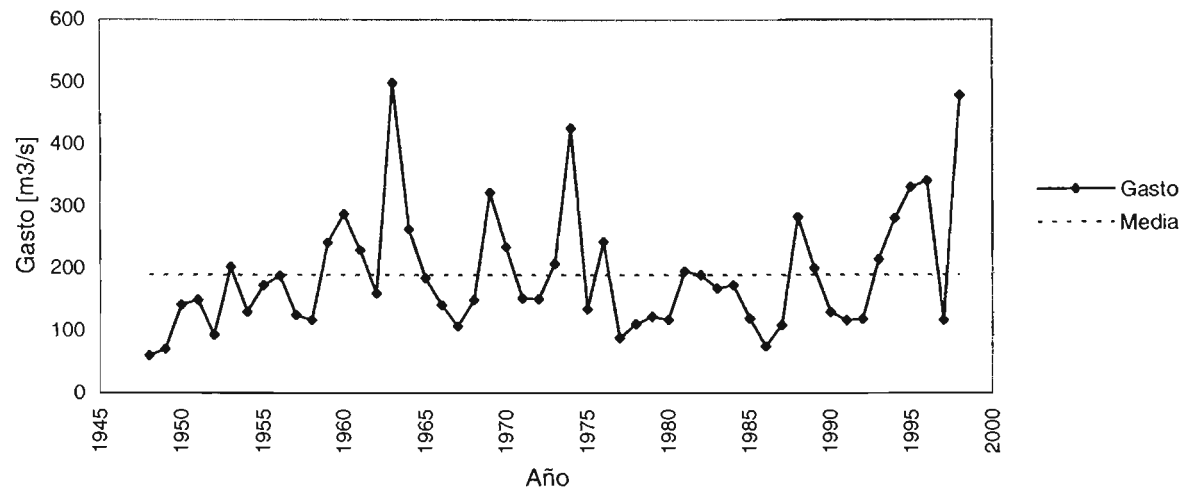
Estación Huixtla.- Variación en el tiempo, del Gasto Máximo Anual



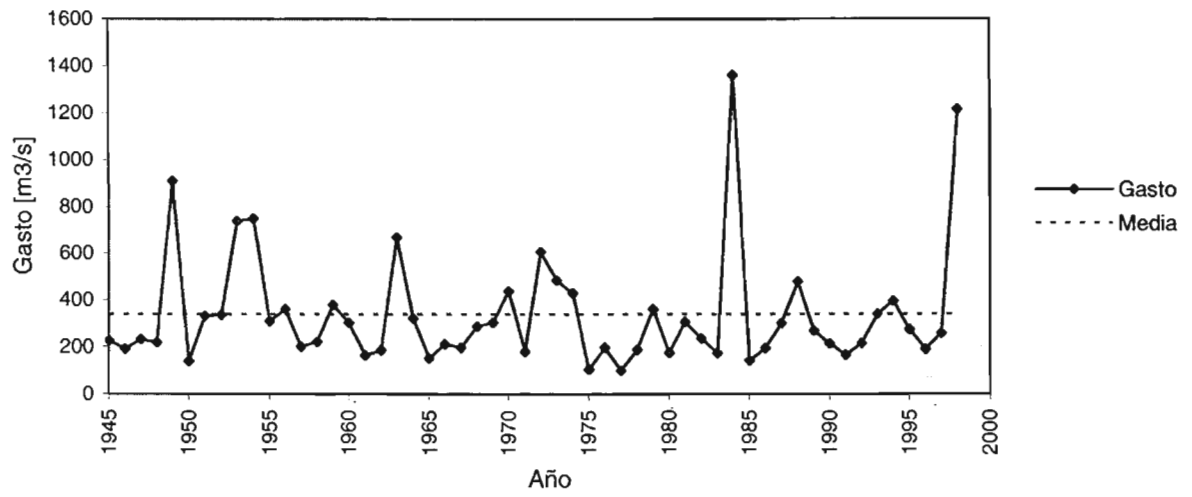
Estación Huehuetán.- Variación en el tiempo, del Gasto Máximo Anual



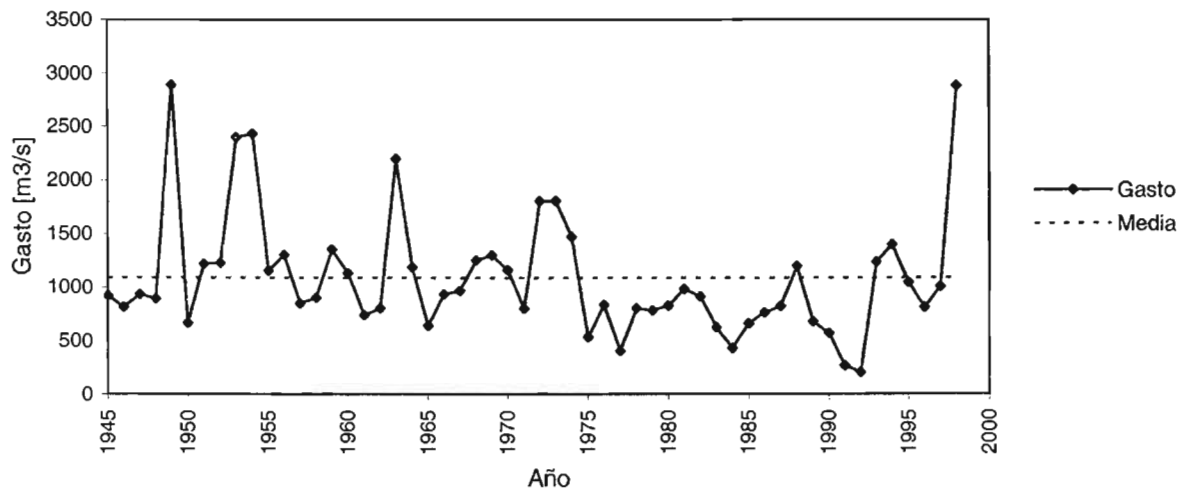
Estación Malpaso.- Variación en el tiempo, del Gasto Máximo Anual



Estación Cahucán.- Variación en el tiempo, del Gasto Máximo Anual



Estación Talismán.- Variación en el tiempo, del Gasto Máximo Anual



Estación Suchiate.- Variación en el tiempo, del Gasto Máximo Anual



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO