

Anexo N
ESTUDIOS SOBRE SINIESTRO
(ANALISIS METEO-HIDROLOGICO
Y SISTEMA FLUVIAL)

ANEXO N: ESTUDIO SOBRE SINIESTRO (ANÁLISIS METEOROLÓGICO Y SISTEMA FLUVIAL)

| | | |
|--------|--|------|
| N.1 | Análisis de las Inundaciones | N-1 |
| N.1.1 | Características de la Inundación de Septiembre de 1998 | N-1 |
| N.1.2 | Análisis de las Inundaciones | N-2 |
| N.1.3 | Daños por Inundaciones | N-3 |
| N.1.4 | Situación Actual del Proyecto de Restauración..... | N-4 |
| N.2 | Análisis de Precipitación | N-4 |
| N.2.1 | Precipitación Máxima en el Pasado | N-4 |
| N.2.2 | Probabilidad de Precipitaciones Máximas | N-5 |
| N.2.3 | Ecuación de Intensidad de Precipitación..... | N-6 |
| N.3 | Inundaciones Pasadas | N-7 |
| N.4 | Análisis de Corrida de la Inundación | N-8 |
| N.4.1 | Método del Análisis por Corrida | N-8 |
| N.4.2 | División de la Cuenca de Drenaje | N-10 |
| N.4.3 | Patrón de Precipitaciones para el Análisis por Corrida | N-10 |
| N.4.4 | Distribución Probable de la Descarga | N-10 |
| N.5 | Estimación de Generación de Sedimento | N-10 |
| N.6 | Relación entre Flujo de Escombros y Pendiente del Río..... | N-11 |
| N.7 | Las Estructuras Existentes en los Ríos y Proyectos de Control de la Erosión y Sedimentos en Marcha | N-11 |
| N.8 | Posibles Contramedidas a Introducir..... | N-12 |
| N.9 | Plan de Fortalecimiento del Monitoreo para la Prevención de Desastres..... | N-13 |
| N.9.1 | Concepto del Plan | N-13 |
| N.9.2 | Plan de Desarrollo | N-13 |
| N.10 | Plan de Prevención de Desastres y Conservación Ambiental del Río Novillero.. | N-14 |
| N.10.1 | Concepto de Desarrollo..... | N-14 |
| N.10.2 | Plan de Desarrollo | N-15 |

Lista de Cuadros

| | | |
|---------------|---|------|
| Cuadro N.1.1 | Lluvia Diaria de Avenida en Sep. 1998 | N-17 |
| Cuadro N.1.2 | Resultados de Análisis de las Inundaciones | N-18 |
| Cuadro N.1.3 | Pico Máximo de Descarga via la Formula Racional | N-19 |
| Cuadro N.1.4 | Concentrado de Superficie Siniestrada por Municipios y Productores ... | N-20 |
| Cuadro N.1.5 | Superficie Sembrada de Ciclicos y Perennes y Avance de Superficie Siniestrada | N-21 |
| Cuadro N.1.6 | Cuadro Comparativa de Situación de Daños por Cuenca | N-22 |
| Cuadro N.1.7 | Programa Emergente de Reconstrucción de Puentes de la Carretera Federal | N-23 |
| Cuadro N.1.8 | Programa Emergente de Vivienda Chiapas "Nuevo Milenio" | N-24 |
| Cuadro N.2.1 | Precipitación Diaria Máxima en las Estaciones Representativas | N-25 |
| Cuadro N.2.2 | Precipitaciones Máximas Continuas por 2 o 3 Días en Margaritas | N-26 |
| Cuadro N.2.3 | Precipitaciones Máximas Continuas por 2 o 3 Días en Escuintla | N-27 |
| Cuadro N.2.4 | Precipitaciones Máximas Continuas por 2 o 3 Días en Despoblado | N-28 |
| Cuadro N.2.5 | Precipitaciones Máximas Continuas por 2 o 3 Días en Huixtla | N-29 |
| Cuadro N.2.6 | Precipitaciones Máximas Continuas por 2 o 3 Días en Tapachula | N-30 |
| Cuadro N.2.7 | Precipitación Diaria Máxima Probable en las Estaciones Representativas | N-31 |
| Cuadro N.2.8 | Precipitación Diaria Máxima Probable en las Estaciones Representativas | N-32 |
| Cuadro N.2.9 | Precipitación Máxima en la Estación Tapachula | N-33 |
| Cuadro N.2.10 | Profundidad de la Precipitación Probable en la Estación Tapachula | N-34 |
| Cuadro N.2.11 | Resultados de Estimación de las Constantes de Fórmula de Intensidad y Duración de las Lluvias | N-35 |
| Cuadro N.2.12 | Resultados de Estimación de las Constantes da Fórmula de Intensidad y Duración de las Lluvias (Cálculo de la Constante a y b) | N-36 |
| Cuadro N.3.1 | Descarga Máxima (m ³ /s) en las Estaciones Hidrométricas | N-37 |
| Cuadro N.4.1 | Gasto Máximo Probable de Inundación | N-38 |
| Cuadro N.5.1 | Estimación de la Descarga Especifica de Sedimentos | N-39 |
| Cuadro N.6.1 | Relación entre Torrente de Tierras/Piedras y Declive del Río | N-40 |
| Cuadro N.6.2 | Relación entre Torrente de Tierras/Piedras y Declive del Río Secundario | N-41 |
| Cuadro N.7.1 | Manejo del Agua y Preservación de Suelos en los Distritos de Temporal Tecnificado en la Región del Soconusco | N-42 |

Lista de Figuras

| | | |
|-------------|--|------|
| Fig. N.1.1 | Division de Cuéncas Hidrológicas | N-43 |
| Fig. N.1.2 | Isoyetas de Precipitación Diaria en 8 de Septiembre de 1998..... | N-44 |
| Fig. N.1.3 | Distribución de la Precipitación del 8 de Septiembre de 1998 en Arriaga y Tapachula | N-45 |
| Fig. N.1.4 | Simulación de Hidrografa de los Ríos..... | N-46 |
| Fig. N.1.5 | Carta de Desastre y Areas Inundadas de Septiembre de 1998..... | N-47 |
| Fig. N.2.1 | Distribución de la Precipitación Horaria en Tapachula | N-48 |
| Fig. N.2.2 | Probabilidad de Intensidad de Precipitación en Tapachula | N-49 |
| Fig. N.4.1 | Cuenca del Novillero..... | N-50 |
| Fig. N.4.2 | Cuenca del San Nicolás..... | N-51 |
| Fig. N.4.3 | Cuenca del Cacaluta | N-52 |
| Fig. N.4.4 | Cuenca del Cintalapa..... | N-53 |
| Fig. N.4.5 | Cuenca del Vado Ancho..... | N-54 |
| Fig. N.4.6 | Cuenca del Comaltitlán | N-55 |
| Fig. N.4.7 | Cuenca del Huixtla | N-56 |
| Fig. N.4.8 | Gasto Máximo Probable de Inundación en el Río Novillero..... | N-57 |
| Fig. N.4.9 | Gasto Máximo Probable de Inundación en el Río San Nicolás..... | N-58 |
| Fig. N.4.10 | Gasto Máximo Probable de Inundación en el Río Cacaluta..... | N-59 |
| Fig. N.4.11 | Gasto Máximo Probable de Inundación en el Río Cintalapa..... | N-60 |
| Fig. N.4.12 | Gasto Máximo Probable de Inundación en el Río Vado Ancho | N-61 |
| Fig. N.4.13 | Gasto Máximo Probable de Inundación en el Río Comaltitlán | N-62 |
| Fig. N.4.14 | Gasto Máximo Probable de Inundación en el Río Huixtla | N-63 |
| Fig. N.6.1 | Secciones Longitudinales de los Ríos | N-64 |
| Fig. N.10.1 | Programa Tentativo de Actividades..... | N-65 |

ANEXO N: ESTUDIO SOBRE SINIESTRO (ANÁLISIS METEO- HIDROLOGICO Y SISTEMA FLUVIAL)

N.1 ANÁLISIS DE LAS INUNDACIONES

Durante la primera etapa del Estudio de Desarrollo Integral de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural de la Región del Soconusco 08 en Chiapas enviado por la Agencia de Cooperación Internacional del Japón, concretamente a principios de septiembre de 1998, ocurrió una gran precipitación en la Sierra Madre de Chiapas como efecto de la tormenta tropical "Frances" que se originó en el Golfo de México entre los 12 y 15 grados latitud norte, el cual se mezcló con la humedad del Océano Pacífico que se desplazó hacia el Golfo de México. Ocurrieron daños en infraestructura carretera, urbana, luz, escuelas, suministro de agua, sistemas de comunicación y en el sector agropecuario, comparables a los daños ocasionados por el terremoto de 1985, ocurrido en la Ciudad de México. Por esto, en esta segunda etapa del estudio, se integraron al equipo de trabajo especialistas en control de la erosión (ingeniería sabo) y geología de desastres para llevar a cabo los estudios correspondientes.

Estos estudios se centraron sobre los cauces que provocaron más daños en la zona siendo éstos los Ríos Novillero, San Nicolás, Cacaluta, Cintalapa, Vado Ancho, Comaltitlán, y Huixtla (ver Fig. N.1.1). Los lugares más afectados fuera del área del estudio que se encuentran ubicados en la región Istmo Costa y Motozintla no fueron evaluados.

N.1.1 Características de la Inundación de Septiembre de 1998

La depresión tropical que ocasionó grandes desastres en las regiones Soconusco e Istmo Costa fue nombrado por la CNA como "ISIS" y "JAVIER".

Ciclones Tropicales del Océano Pacífico en Sep. 1998

| Nombre | Categoría | Período | Vientos Máximos | Rachas km/h | Boletines y Avisos | | |
|--------|-------------------|-----------|-----------------|-------------|-----------------------|------------------|-------|
| | | | | | Vigilancia Permanente | Avisos de Alerta | Total |
| ISIS | Huracán | 1-3 Sep. | 120 | 150 | 5 | 18 | 23 |
| JAVIER | Tormenta Tropical | 7-11 Sep. | 85 | 100 | 10 | 37 | 47 |

Fuente: CNA/SMN: Servicio Meteorológico Nacional

La cantidad de precipitación que provocó Javier (entre el 3 y el 11 de septiembre) se muestra en el Cuadro N.1.1. Las curvas de precipitación del pico que se presentó el día 8 de septiembre, se muestran en la Fig. N.1.2. Los ríos Novillero y San Nicolás, que fueron los que presentaron los mayores daños, registraron en sus partes superiores, una precipitación superior a los 300mm por día. Además de estos 300mm de la precipitación pico, se registraron antes y después precipitaciones acumuladas que van de los 800 a los 1000mm. Al ordenar la información de las estaciones que registraron las mayores precipitaciones por día, y acumulados de 2 y 3 días continuos, se conforma la siguiente tabla. Además, también se recopilaron las precipitaciones registradas durante septiembre de 1998 en las estaciones de Tapachula y Arriaga. Las precipitaciones horarias de ambas estaciones se muestran en la Fig. N.1.3.

| Lugar | Precipitación diaria | | Precipitación 2 días continuos | | Precipitación 3 días continuos | |
|-----------------|----------------------|-------|--------------------------------|-------|--------------------------------|-------|
| | Nombre de Estación | (mm) | Nombre de Estación | (mm) | Nombre de Estación | (mm) |
| 1 ^{er} | Margaritas | 341.9 | El Triunfo (Rebitri) | 645.2 | El Triunfo (Rebitri) | 796.5 |
| 2 ^{do} | El Triunfo (Rebitri) | 341.1 | Custepec | 595.0 | Custepec | 780.0 |
| 3 ^{er} | Custepec | 340.0 | B. Domínguez | 578.0 | Fco. Sarabia | 741.9 |

Debido a estas precipitaciones sin precedentes, en las partes altas de las cuencas se presentaron deslaves en las pendientes pronunciadas y daños por arrastre de rocas y sedimentos, en la zona media hubo daños por sedimentación de arenas y en la zona baja, ocurrieron los daños por inundaciones.

N.1.2 Análisis de las Inundaciones

(1) Método de Análisis

Para calcular el gasto de las inundaciones se utilizan ecuaciones racionales, proyecciones unitarias y método de la función de almacenamiento, pero por las razones que a continuación se mencionan, en esta ocasión se utilizó el método de proyección unitaria de Nakayasu que es muy útil en Japón:

- Las características geológicas, topográficas y de vegetación en las cuencas en cuestión son muy similares a las japonesas.
- La proyección unitaria se presta mucho para obtener los gastos pico y las hidrografías de descarga.
- La utilización de ecuaciones racionales se limita a cuencas relativamente pequeñas de menos de 200 km².
- No se puede obtener la información y documentación necesaria para aplicar el método de la función de almacenamiento.

(2) Cálculo de la Distribución de Precipitaciones al Momento de la Inundación

El método de proyección unitaria es el punto de análisis para determinar como se distribuyó la precipitación en la cuenca al momento de la inundación. Como en el área no existen estaciones que miden horariamente las precipitaciones, se hicieron los cálculos basándose en los datos de precipitación diaria obteniéndose los siguientes datos:

- Caso 1: Se calcula la distribución de las precipitaciones basándose en las precipitaciones diarias utilizando la fórmula de Mononobe.
- Caso 2: La precipitación diaria de la cuenca se compara y extrapola con los datos de mediciones de la estación de Tapachula.
- Caso 3: La precipitación diaria de la cuenca se compara y extrapola con los datos de mediciones de la estación de Arriaga.

(3) Cálculo del Gasto de Inundación Puntual y Promedio de Precipitación Diaria

El cálculo de la inundación de septiembre de 1998, se hará localizado en los puentes destruidos en la Autopista 200. La precipitación promedio del 8 de septiembre se calcula basándose en lo indicado en la Fig. N.1.2, de las curvas de precipitación y son como sigue:

| Cuenca | Punto de Cálculo | Superficie de cuenca (km ²) | Precipitación promedio dentro de la cuenca (mm/día) |
|-------------|------------------|---|---|
| Novillero | NOV-2 | 284.5 | 340 |
| San Nicolás | SAN-2 | 125.1 | 330 |
| Cacaluta | CAC-2 | 165.7 | 320 |
| Cintalapa | CIN-2 | 227.9 | 300 |
| Vado Ancho | VAD-2 | 170.6 | 250 |
| Comaltitlán | COM-2 | 240.2 | 280 |
| Huixtla | HUI-2 | 364.5 | 250 |

(4) Conclusiones de los Resultados

La comparativa de los resultados obtenidos por el método de proyección unitaria y de las ecuaciones racionales (Cuadro N.1.2) se muestra a continuación. Los resultados más detallados de las ecuaciones se indican en el Cuadro N.1.3. Además, los gastos hidrográficos obtenidos por el método de proyección unitaria se muestran en la Fig. N.1.4.

N.1.3 Daños por Inundaciones

(1) Daños por las Inundaciones en el Estado de Chiapas

Según el informe de daños de septiembre de 1998 de la CNA (Operativo Costa de Chiapas: Sept. 1998), ocurrieron daños en 23 municipios del estado de Chiapas en infraestructura carretera, urbana, luz, escuelas, agua, comunicaciones y sector agropecuario. Resumiendo la información dada a conocer por la CNA, queda de la siguiente manera:

| No. | Ítem | Cantidad | Observaciones |
|-----|--|-------------------|--|
| 1 | Habitantes damnificados | Aprox. 700,000 | |
| 2 | Productores damnificados | Aprox. 40,000 | |
| 3 | Muertos y desaparecidos | 207 | Según prensa (189 muertos, 50 desaparecidos) |
| 4 | Superficie agropecuaria afectada | Aprox. 100,000 ha | |
| 5 | Ríos desbordados | 31 ríos | Según documentos de la UGRCC |
| 6 | Inmuebles dañados | Aprox. 16,000 | |
| 7 | Carreteras federales dañadas | 712 km | 22 puentes colapsados |
| 8 | Carreteras estatales dañadas | 7,000 km | |
| 9 | Vías ferroviarias dañadas | 260 km | |
| 10 | Sistemas urbanos de agua potable dañados | 22 | |
| 11 | Sistemas rurales de agua potable dañados | 207 | |

(2) Daño en el Sector Agropecuario en la Región del Soconusco

Según documentos de SAGAR, fue afectada cerca del 24% de la superficie agropecuaria de la región del Soconusco, 98,000 has de terrenos agropecuarios y 22,500 unidades de producción. La superficie afectada por municipio es como se indica en el Cuadro N.1.4. Se calcula que los daños agropecuarios ascienden a 544 millones de pesos (aprox. 650 millones de Yenes). Los daños a los principales cultivos se muestran en el siguiente Cuadro N.1.5.

Además, según el reporte de la UGRCC (Unión Ganadera Regional de la Costa de Chiapas), los daños y pérdidas en el sector ganadero se indican a continuación:

| Municipio | Bovinos (Cabezas) | Equinos (Cabezas) | Porcino (Cabezas) | Borregos (Cabezas) | Aves | Total |
|---|----------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|--------|--------|
| Acapetahua | 695 | 51 | 447 | 387 | 8,656 | |
| Escuintla | 27 | 0 | 10 | - | 250 | |
| Mapastepec | 3,163 | 240 | 2,331 | 1,334 | 36,423 | |
| Mazatán | 9 | - | - | - | - | |
| Villa Comaltitlán | 203 | 17 | 795 | 924 | 5,655 | |
| Animales muertos | 4,097 | 308 | 3,583 | 2,645 | 50,954 | |
| Unidad (Peso) | 2,000 | 1,500 | 100 | 200 | 25 | |
| Perdidas económicas Estimadas (x1,000 Pesos) | 8,194 | 462 | 358 | 529 | 1,274 | 10,817 |

(3) Situación del Desastre por Inundación en la Cuenca

Las cuencas dañadas seriamente son de los siguientes siete ríos, río Novillero, San Nicolás, Cacaluta, Cintalapa, Vado Ancho, Comaltitlán y Huixtla. Las situaciones de inundación y desastre en estas siete cuencas se resumen en el Cuadro N.1.6. El mapa de desastre del Area de Estudio se muestra en la Fig.N.1.5.

N.1.4 Situación Actual del Proyecto de Restauración

(1) Proyecto de Reconstrucción para los Puentes de la Carretera Federal

Fueron seis (6) los puentes de la carretera federal de cuota que se dañaron seriamente en el Area de Estudio. Las dimensiones de diseño (longitud, claro, etc.) de estos puentes se presentan resumidos en el Cuadro N.1.7.

(2) Programa Emergente de Vivienda Chiapas "Nuevo Milenio"

El número de viviendas destruidas y de viviendas recién construidas por el Programa Emergente de Vivienda Chiapas "Nuevo Milenio" por municipios, en el Area de Estudio se resume en el Cuadro N.1.8.

N.2 ANÁLISIS DE PRECIPITACIÓN

N.2.1 Precipitación Máxima en el Pasado

(1) Precipitación Diaria Máxima

Según lo registrado por las principales estaciones ubicadas en el área, las precipitaciones diarias máximas registradas en el período de 20 años entre 1978 y 1997 se indican en el Cuadro N.2.1. Si tomamos las tres primeras precipitaciones de cada estación y las comparamos con las precipitaciones en las pasadas inundaciones (septiembre de 1998), tenemos la siguiente tabla:

| Lugar | (Unidad: mm) | | | | |
|---------|--------------|-----------|------------|---------|-----------|
| | Margaritas | Escuintla | Despoblado | Huixtla | Tapachula |
| 1 | 205.0 | 233.3 | 240.0 | 236.9 | 207.9 |
| 2 | 204.5 | 221.2 | 203.5 | 178.8 | 193.6 |
| 3 | 200.0 | 212.2 | 154.0 | 163.3 | 172.7 |
| 98/Sep. | 341.9 | 263.6 | 271.5 | 194.2 | 149.5 |

(2) Precipitaciones Máximas Continuas por 2 o 3 Días en el Pasado

Según lo registrado por las principales estaciones ubicadas en el área, las precipitaciones 2-días y 3-días máximas registradas en el período de 20 años entre 1978 y 1997 se indican del Cuadro N.2.2 al N.2.6. Entre 1978 y 1997, si tomamos los tres primeros lugares de precipitaciones continuas de 2 o 3 días y los comparamos con las precipitaciones de septiembre de 1998, tenemos la siguiente tabla:

| 2 días continuos (mm) | | | | | |
|-----------------------|------------|-----------|------------|---------|-----------|
| Lugar | Margaritas | Escuintla | Despoblado | Huixtla | Tapachula |
| 1 | 332.0 | 347.1 | 349.5 | 267.3 | 268.0 |
| 2 | 283.1 | 270.2 | 269.0 | 261.2 | 262.4 |
| 3 | 243.0 | 268.0 | 264.5 | 239.6 | 224.9 |
| 98/sep | 565.4 | 311.8 | 400.0 | 238.7 | 267.1 |

| 3 días continuos (mm) | | | | | |
|-----------------------|------------|-----------|------------|---------|-----------|
| Lugar | Margaritas | Escuintla | Despoblado | Huixtla | Tapachula |
| 1 | 439.8 | 557.1 | 400.5 | 340.1 | 315.6 |
| 2 | 293.1 | 334.5 | 326.0 | 338.4 | 304.6 |
| 3 | 282.5 | 311.9 | 281.5 | 282.3 | 267.5 |
| 98/Sep | 715.2 | 329.4 | 488.5 | 323.1 | 402.6 |

N.2.2 Probabilidad de Precipitaciones Máximas

(1) Probabilidad de Precipitación Diaria Máxima

La probabilidad de precipitación diaria máxima obtenida de las principales estaciones según el método Iwai o Gumbel son como se muestran en la Cuadro N.2.7. Si ordenamos los resultados del método Iwai, tenemos la siguiente tabla:

| Período de Retorno | (Unidad: mm) | | | | |
|--------------------|--------------|-----------|------------|---------|-----------|
| | Margaritas | Escuintla | Despoblado | Huixtla | Tapachula |
| 2 | 134.1 | 132.9 | 129.2 | 131.6 | 116.9 |
| 5 | 169.4 | 173.3 | 158.4 | 160.6 | 151.0 |
| 10 | 191.4 | 200.7 | 178.4 | 179.3 | 173.2 |
| 20 | 211.7 | 227.4 | 198.1 | 197.0 | 194.1 |
| 50 | 237.2 | 262.6 | 224.4 | 219.6 | 221.1 |
| 100 | 255.8 | 289.7 | 244.4 | 236.4 | 241.3 |
| 200 | 279.4 | 317.3 | 264.4 | 253.3 | 261.5 |
| 98/Sep. | 341.9 | 263.6 | 271.5 | 194.2 | 149.5 |

(2) Probabilidad de Lluvias Máximas de 2 y 3Días Continuos

La probabilidad de precipitación máxima continua por 2 y 3 días obtenida de las principales estaciones según el método Iwai o Gumbel se muestran en el Cuadro N.2.8. Si ordenamos los resultados del método Iwai, tenemos la siguiente tabla:

| Período de retorno (años) | Margaritas | | Escuintla | | Despoblado | | Huixtla | | Tapachula | |
|---------------------------|------------|--------|-----------|--------|------------|--------|---------|--------|-----------|--------|
| | 2-días | 3-días | 2-días | 3-días | 2-días | 3-días | 2-días | 3-días | 2-días | 3-días |
| 2 | 166.5 | 196.9 | 192.9 | 218.8 | 181.0 | 205.7 | 179.6 | 204.3 | 144.9 | 173.7 |
| 5 | 216.3 | 256.1 | 240.0 | 282.3 | 227.7 | 257.6 | 214.0 | 252.1 | 190.6 | 231.0 |
| 10 | 254.0 | 296.7 | 270.0 | 328.6 | 258.5 | 293.9 | 236.2 | 284.3 | 222.9 | 269.7 |
| 20 | 293.4 | 336.4 | 298.1 | 375.8 | 287.9 | 330.0 | 257.2 | 315.5 | 255.2 | 307.3 |
| 50 | 349.0 | 389.2 | 333.9 | 440.8 | 326.0 | 378.5 | 284.0 | 356.6 | 298.9 | 356.9 |
| 100 | 394.4 | 429.9 | 360.4 | 492.7 | 354.8 | 416.3 | 304.0 | 388.0 | 333.2 | 394.8 |
| 200 | 442.7 | 471.6 | 386.7 | 547.1 | 383.8 | 455.4 | 324.0 | 420.0 | 368.7 | 433.3 |
| 98/Sep | 565.4 | 715.2 | 311.8 | 329.4 | 400.0 | 488.5 | 238.7 | 323.1 | 267.1 | 402.6 |

N.2.3 Ecuación de Intensidad de Precipitación

(1) Intensidad de Precipitación Medida

Entre 1985 y 1998, la precipitación máxima por tiempo medido en la estación de Tapachula se muestra en el Cuadro N.2.9 y Fig. N.2.1. Los tres primeros lugares se muestran en la siguiente tabla:

(Unidad: mm)

| Lugar | Tiempo de duración | | | | | |
|-----------------|--------------------|---------|---------|---------|---------|----------|
| | 60 min | 120 min | 180 min | 360 min | 720 min | 1440 min |
| 1 ^{er} | 93.5 | 107.6 | 120.3 | 131.1 | 154.4 | 207.9 |
| 2 ^{do} | 87.3 | 101.3 | 110.4 | 125.4 | 151.1 | 172.7 |
| 3 ^{er} | 78.0 | 107.6 | 101.6 | 107.7 | 125.4 | 158.4 |

(2) Probabilidad de Intensidad de Precipitación

La probabilidad calculada según los métodos de Iwai y Gambel en Tapachula se muestran en el Cuadro N.2.10. Ordenando los resultados obtenidos con el método de Iwai, quedan como se indica a continuación:

Probabilidad de Profundidad de Precipitación (por el Método Iwai)

(Unidad : mm)

| Tiempo de Duración (min) | Periodo de Retorno (Años) | | | | | |
|-----------------------------|---------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 100 | 50 | 20 | 10 | 5 | 2 |
| 60 | 112.2 | 104.0 | 92.9 | 84.3 | 75.2 | 61.0 |
| 120 | 127.9 | 119.9 | 109.3 | 101.0 | 92.1 | 78.5 |
| 180 | 139.2 | 129.7 | 117.1 | 107.5 | 97.5 | 82.4 |
| 360 | 168.6 | 154.9 | 137.1 | 123.6 | 109.8 | 89.7 |
| 720 | 182.0 | 170.3 | 154.1 | 141.1 | 126.8 | 103.3 |
| 1440 | 240.1 | 221.0 | 195.3 | 175.0 | 153.3 | 119.1 |

(2) Estimación de la Fórmula de Fuerza de Precipitación

Para calcular la fuerza de precipitación, se utilizó la fórmula de Kimishima utilizando los datos de probabilidad de precipitación de la estación Tapachula, obteniendo los multiplicandos por el método de minimización. La fórmula que se utilizó por año es la siguiente:

$$r = a / (t^n + b)$$

en donde, r: Fuerza de precipitación (mm/hr)
 t: Tiempo continuo (min)
 a, b y n: Constantes

El valor de (n) fue asumido en el rango de 0.5 a 0.8 y las constantes (a) y (b) fueron calculadas por cada valor de (n) por el método del menor cuadrado. La desviación entre valores estimados y actual también fue calculada. La suma de la desviación cuadrada (s) se usa para juzgar en forma más ajustada. El resultado del período de retorno de 1 en 50 años se muestra en el Cuadro N.2.11 y se resume como sigue.

Resultado del Cálculo

| n | Constante | | Suma de Desviaciones |
|--------------|-----------|-------|----------------------|
| | a | B | s |
| 0.5 | 339 | -4.79 | 160.31 |
| 0.6 | 707 | -5.24 | 55.00 |
| 0.6667 (2/3) | 1,142 | -4.69 | 17.76 |
| 0.7 | 1,446 | -3.93 | 7.27 |
| 0.75 (3/4) | 2,056 | -1.80 | 1.02 |
| 0.8 | 2,917 | 2.07 | 5.60 |

Tal como se muestra en la tabla superior, n=0.75 tiene la desviación mínima. Por lo tanto, la fórmula para la intensidad de la lluvia y tiempo de duración para un período de retorno de 1 a 50 años se decidió de la siguiente manera:

$$r = 2,056 / (t^{0.75} - 1.80)$$

Las constantes (a) y (b) para los otros períodos de retorno fueron también calculados utilizando n=0.75 como se demuestra en el Cuadro N.2.12. Los resultados se demuestran a continuación en la Fig. N.2.1 y muestran la intensidad de lluvia y la curva de duración por cálculo.

Constantes de las Fórmulas

| Período de Retorno (años) | a | b | n |
|---------------------------|-------|-------|------|
| 100 | 2,220 | -1.69 | 0.75 |
| 50 | 2,056 | -1.80 | 0.75 |
| 20 | 1,837 | -1.98 | 0.75 |
| 10 | 1,665 | -2.20 | 0.75 |
| 5 | 1,481 | -2.53 | 0.75 |
| 2 | 1,192 | -3.39 | 0.75 |

N.3 INUNDACIONES PASADAS

Según las estaciones de monitoreo de la CNA, la mayor precipitación anual es como se indica en el Cuadro N.3.1. Al revisar documentos de inundaciones pasadas, existen registros sobre inundaciones medianas en los años de 1988 y 1995.

(1) Inundación de 1988

En septiembre de 1988, entró al estado de Chiapas, por la parte norte del Océano Pacífico, el Huracán Cristina, el cual provocó daños en puentes e instalaciones hidroagrícolas ubicadas en las cuencas de los ríos San Nicolás, Cintalapa y Vado Ancho. Los daños fueron regulares y las familias afectadas fueron alrededor de 1000. Las precipitaciones registradas en las principales estaciones se muestran a continuación:

(Unidad : mm)

| Nombre de la Estación | 31 de Agosto | 1 de Septiembre | 2 de Septiembre | Total |
|-----------------------|--------------|-----------------|-----------------|-------|
| Tapachula | 53.2 | 207.9 | 54.5 | 315.6 |
| Huixtla | 130.7 | 126.1 | 135.1 | 391.3 |
| Despoblado | 51.0 | 146.0 | 203.5 | 400.5 |
| Escuintla | 210.0 | 113.8 | 233.3 | 557.1 |
| Margaritas | 217.8 | 17.5 | 204.5 | 439.8 |

(2) Inundación de 1995

Los días 6 y 7 de agosto de 1995, ocurrieron lluvias por la presencia del frente tropical No. 19 y la depresión tropical No. 6. Se registraron precipitaciones de 180.5mm en Mapastepec, 230.6mm en Tonalá, 143.5mm en Pijijiapan. Se registraron daños en los ríos Novillero, San Nicolás, Vado Ancho y Huixtla que causaron inundaciones y erosión. Los datos de las principales estaciones se indican a continuación:

(Unidad : mm)

| Nombre de la Estación | 5 de Agosto | 6 de Agosto | 7 de Agosto | Total |
|-----------------------|-------------|-------------|-------------|-------|
| Tonalá | 20.8 | 230.6 | 3.6 | 255.0 |
| Margaritas | 15.2 | 108.5 | 47.5 | 171.2 |
| Despoblado | 22.0 | 48.5 | 4.0 | 74.5 |
| Escuintla | 62.3 | 103.3 | 15.4 | 181.0 |
| Tapachula | 5.4 | 37.1 | 7.5 | 50.0 |

N.4 ANÁLISIS DE CORRIDA DE LA INUNDACIÓN

N.4.1 Método de Análisis por Corrida

Para el análisis por corrida, se estudian por los métodos de Unidades Hidrográficas y la Función de Almacenamiento, en este caso se aplicará el Método de Unidad Hidrográfica de Nakayasu desarrollado en Japón por las siguientes razones:

- Las cuencas de los ríos ubicados en el Area del Estudio tienen condiciones topográficas similares a las de Japón y este método de Unidad Hidrográfica es ampliamente utilizado
- Mediante el uso del Método de Unidad Hidrográfica, es posible estimar las descargas pico y la forma de la Hidrografía.
- La Fórmula Racional también es útil para la estimación de una descarga pico de una cuenca comparativamente pequeña, que significa una superficie menor a 200 kilómetros cuadrados.
- El Método de la Función de Almacenamiento aparenta ser útil para el estudio, sin embargo, no hay datos de descargas necesarios para calibrar la hidrografía estimado por el método.

Los detalles del Método de Unidad Hidrográfica de Nakayasu se describen a continuación:

(1) Valores Característicos de la Unidad Hidrográfica

Los valores característicos de la unidad hidrográfica se encuentran divididos en tres grandes categorías: por sus formas tales como Descarga Máxima, Descarga en el tiempo de elevación de la rama y Descarga en el tiempo del descenso de la rama de la Unidad Hidrográfica.

La descarga en cada categoría es calculada por la siguiente fórmula:

$$1 \geq \frac{Q_d}{Q_{max}} \geq 0.3 \rightarrow \frac{Q_d}{Q_{max}} = 0.3^{(t-T)/T_{0.3}}$$

$$0.3 \geq \frac{Q_d}{Q_{max}} \geq 0.3^2 \rightarrow \frac{Q_d}{Q_{max}} = 0.3^{(t-T_1+0.5T_{0.3})/1.5T_{0.3}}$$

$$0.3^2 \geq \frac{Q_d}{Q_{max}} \rightarrow \frac{Q_d}{Q_{max}} = 0.3^{(t-T_1+1.5T_{0.3})/2.0T_{0.3}}$$

Descarga Máxima:

$$Q_{max} = (1/3.6) * A * R_0 / (0.3T_1 + T_{0.3})$$

Descarga para Unidad Hidrográfica ascendente:

$$0 < t < T_1 \quad Q_a/Q_{max} = (t/T_1)^{2.4}$$

Descarga para Unidad Hidrográfica descendente:

$$1 > Q_d/Q_{max} > 0.3 \quad Q_d/Q_{max} = 0.3^{(t-T_1)/T_{0.3}}$$

$$0.3 > Q_d/Q_{max} > 0.3^2 \quad Q_d/Q_{max} = 0.3^{(t-T_1+0.5T_{0.3})/1.5T_{0.3}}$$

$$0.3^2 > Q_d/Q_{max} \quad Q_d/Q_{max} = 0.3^{(t-T_1+1.5T_{0.3})/2.0T_{0.3}}$$

donde,

- Q_{max} : Descarga Máxima de la unidad hidrográfica (m³/s)
- Q^a, Q^d : Descarga en tiempo de ascenso y descenso de la unidad (m³/s)
- A : Area de captación (km²)
- R₀ : Unidad de precipitación (mm)
- T₁ : Tiempo de inicio de la corrida de la descarga máxima
- T_{0.3} : Tiempo requerido para que la descarga disminuya a 0.3 veces la descarga máxima

(2) Relación entre un Area de Captación Agudo o Abrupto y el Retraso en el Tiempo

La unidad hidrográfica concluyó que T₁ y T_{0.3} están expresados como una función de las características de la captación que fueron encontradas en base a valores medidos:

Relación entre Captación Aguda y T_{0.3}:

$$T_{0.3} = 0.47 (A * L)^{0.25}$$

Tiempo de ocurrencia de la descarga pico T₁:

$$T_1 = t_g + 0.8t_r$$

donde, t_g : retraso en el tiempo

$$\text{para } L \leq 15 \text{ km : } t_g = 0.21L^{0.7}$$

$$L > 15 \text{ km : } t_g = 0.4 + 0.058L$$

L: Longitud máxima del curso del agua

t_r: Duración de la unidad de precipitación a ser utilizada

Como resultado de los cálculos arriba efectuados, la unidad hidrográfica puede ser determinada por el valor característico de la cuenca sola, por lo tanto, los cálculos de la corrida pueden ser hechos utilizando esta unidad hidrográfica

(3) Precipitación Efectiva

Para calcular la precipitación efectiva para un cálculo por corrida, las siguientes funciones son utilizadas porque no existen valores medidos actuales de curva de pérdidas, lo cual indica la relación entre la profundidad de la precipitación acumulada y la pérdida de una tormenta.

$$\begin{aligned} R < 100 \text{ mm} : & \quad RL = R (1 - 3.6 \times 10^{-4} \times R^{1.5}) \\ R \geq 100 \text{ mm} : & \quad RL = 64 \text{ mm} \end{aligned}$$

N.4.2 División de la Cuenca de Drenaje

Las corridas para el análisis de las inundaciones fueron efectuadas para los casos de 7 ríos, tales como el Novillero, San Nicolás, Cacaluta, Cintalapa, Vado Ancho, Comaltitán y el Río Huixtla. El punto de cálculo y el área de captación se muestran en el Cuadro N.4.1. Figs. N.4.1 a la N.4.7 muestran la forma de la hidrografía para cada uno de los ríos.

N.4.3 Patrón de Precipitación para el Análisis por Corrida

Asumiendo que la intensidad máxima de la precipitación ocurre en medio de la lluvia, los patrones de precipitación fueron creados para todos los períodos de retorno desde la intensidad de la precipitación y la fórmula del tiempo de duración que fue calculada en la sección N.2.3.

N.4.4 Distribución Probable de la Descarga

Seis (6) períodos de retorno (100, 50, 20, 10, 5 y 2 años) de la profundidad de precipitación diaria fueron aplicados para la corrida de la simulación. Los resultados de la simulación para los siete ríos arriba mencionados se muestran en el Cuadro N.4.2 y las Figuras N.4.8 al N.4.14 respectivamente. Fig. N.4.15 muestra la forma de la hidrografía para los siete ríos.

N.5 ESTIMACIÓN DE GENERACIÓN DE SEDIMENTO

Considerando las condiciones geológicas los cuales son casi en su totalidad estratos graníticos intemperizados en las áreas montañosas de la región del Soconusco, se aplica la Fórmula de Murano para la generación específica de sedimentos. Esta fórmula puede ofrecer altas correlaciones para diversas condiciones geológicas y se muestra a continuación:

$$\text{Log } q_s = a + b \log A + c \log R + d \log ME + e \log Rr$$

donde;

- qs : generación de sedimento específico (m³/km²/año)
- A : área de captación (km²)
- R : precipitación media anual (mm)
- ME : elevación media del parteaguas (m)
- Rr : proporción de relieve
- a...e : coeficiente dependiendo en la geología para cada término determinado por análisis de regresión múltiple, tabulado de la siguiente manera:

| Geología | a | b | c | d | e | Correlación Coeficiente |
|----------|---------|---------|--------|--------|---------|-------------------------|
| I | -8.5498 | -0.3926 | 1.3380 | 0.2523 | 0.0955 | 0.6669 |
| III | -2.7844 | -0.0618 | 2.0970 | 0.1071 | 1.8900 | 0.8342 |
| IV | -2.9090 | -0.3928 | 0.9728 | 0.9631 | -0.2270 | 0.6059 |

donde;

- I : lecho compuesto por viejas rocas de sedimentación (estratos Paleozoico y Mesozoico)
- III : lecho compuesto principalmente por nuevas rocas sedimentarias (estratos Terciarios y Cuaternarios y detritos volcánicos)
- IV : lecho compuesto principalmente por rocas brotantes (andesitas y liparitas)

Con respecto a la capacidad de adaptación de los sedimentos generados a ser estimada utilizando esta fórmula, se realizaron pruebas de cálculo en las cuencas de los ríos Novillero, San Nicolás, Cacaluta, Cintalapa, Vado Ancho, Comaltitlán y Huixtla como se muestra en el Cuadro N.5.1.

N.6 RELACIÓN ENTRE EL FLUJO DE ESCOMBROS Y PENDIENTE DEL RÍO

El flujo de escombros se refiere al fenómeno donde lluvias prolongadas o intensas causan que el suelo en las laderas de las montañas y lechos de los ríos sean lavados y arrastrados río abajo al mismo tiempo. La velocidad del flujo de escombros varía, pero no es poco común que alcance velocidades de hasta 20 a 40 km/hr y destruya viviendas y campos en forma instantánea.

El flujo de escombros se encuentra muy relacionada con la pendiente del río y su relación comúnmente se clasifica como sigue:

| Sección | Pendiente del Río |
|-------------------------------------|-------------------------------------|
| Ocurrencia de un Flujo de Escombros | Más de 20° ($I > 1/2.75$) |
| Transportación de arena y grava | 10° a 20° ($1/2.75 > I > 1/5.67$) |
| Sedimentación de arena y grava | Menor a 10° ($I < 1/5.67$) |

La relación entre el flujo de escombros y la pendiente del río en el área del estudio se mencionan en el Cuadro N.6.1 y N.6.2. Las secciones longitudinales de los ríos estudiados se muestran en la Fig. N.6.1.

N.7 LAS ESTRUCTURAS EXISTENTES EN LOS RÍOS Y PROYECTOS DE CONTROL DE LA EROSIÓN Y SEDIMENTOS EN MARCHA

La mayor parte de las actividades en el campo del control de inundaciones, erosiones y sedimentos, caen bajo la jurisdicción de la Comisión Nacional del Agua (CNA). Existen algunas instalaciones de gran escala para el control de inundaciones, erosiones y sedimentos pero sin un mejoramiento de los ríos para un nivel de proyecto de drenaje. También existen instalaciones de gran escala de riego y estructuras de generación de energía sin rejillas de barras en las obras de toma, caso concreto, el del río Coatán. Proyectos de la CNA sobre el manejo de aguas y conservación de suelos están avanzados en Acapetahua, Huixtla y Tapachula. Las principales estructuras e instalaciones se muestran en el Cuadro N.7.1.

N.8 POSIBLES CONTRAMEDIDAS A INTRODUCIR

Las medidas de prevención contra inundación se dividen en control de inundación y control de los sedimentos arrastrados (Sabo). Considerando los resultados del presente estudio, posibles contramedidas concretas a introducir se dan a conocer a continuación:

| Finalidad | Contramedida Concreta | Plan Esquemático | Lugar de Instalación |
|---------------------------------------|---|---|-------------------------|
| Control de inundación | Presa de control de avenidas | Construcción de la presa para embalsar el caudal pico de crecida y disminuir el volumen de descarga. | Curso superior |
| | Rectificación del cauce | Mejoramiento del trazo de cauce, agrandamiento de la sección, construcción del dique en los cursos medio e inferior. | Cursos medio e inferior |
| | Estanque de retardo | Construcción del estanque de retardo para embalsar temporalmente el exceso del caudal y disminuir el caudal pico de crecida. | Cursos medio e inferior |
| | Canal de desagüe | Construcción del canal de desagüe para separar el caudal de crecida. | Curso inferior |
| | Dique de guía | Construcción del dique de guía en la desembocadura para estabilizar el cauce fluvial y prevenir el cierre de la desembocadura. | Desembocadura |
| Control de Sedimentos (Obras de Sabo) | Obras en la ladera | Recuperación vegetal mediante las obras de plantación, contención y drenaje para prevenir derrumbes y pérdidas de materiales en la ladera. | Curso superior |
| | Presa Sabo | Construcción de presa Sabo para embalsar el sedimento, prevenir la producción y pérdida de sedimento y recibir el flujo detrítico. | Curso superior |
| | Presa con aberturas | Presa con aberturas para impedir el flujo de materiales gruesos y árboles flotantes. | Curso superior |
| | Obras del canal | Mejoramiento del curso meándrico, estabilización del lecho y prevención de la erosión de orillas fluviales. | Todos los cursos |
| Otros | Asignación y cancelación del área de conservación | Asignación del área de conservación para controlar el desarrollo excesivo del curso superior y cancelación del área para tomar las medidas contra inundación. | Totalidad de la cuenca |
| | Sistema de alerta de inundación | Establecimiento del sistema de alerta y evacuación tales como observación pluviométrica, vigilancia del cauce y aviso por sirena, etc. | Curso superior y medio |

Es necesario proponer una medida integral contra inundación mediante la combinación de las contramedidas antes mencionadas. Debido a los problemas tales como la limitación de conseguir el terreno para la obra, restricción de la conservación ambiental, conciencia de los habitantes locales, problemas económicos, etc. Para solucionar previamente los problemas antes mencionados, el estudio detallado se deberá realizar a la brevedad posible para tomar las medidas contra inundaciones.

N.9 PLAN DE FORTALECIMIENTO DEL MONITOREO PARA LA PREVENCIÓN DE DESASTRES

N.9.1 Concepto del Plan

La parte alta de la cuenca en el área del estudio presenta múltiples derrumbes y socavaciones debido a topografías muy abruptas, estratos y capas de suelos debilitados y las tormentas y trombas ocurridas en la época de lluvias. Simultáneamente, en las partes bajas se elevaron los lechos de los ríos, lo que ocasionó múltiples inundaciones y existe una marcada necesidad para tomar medidas de prevención de la erosión fluvial (ingeniería sabo).

El Plan de Ingeniería Sabo para Cauces contempla y llevará el siguiente orden:

- ① El fortalecimiento del monitoreo para la prevención de desastres (recopilación de documentación básica necesaria para la elaboración del plan de prevención de la erosión en cauces),
- ② Elaboración del Plan Maestro de Prevención de la Erosión (ingeniería sabo) en Cauces (incluye la selección de las áreas prioritarias),
- ③ Estudio de Factibilidad de las regiones prioritarias,
- ④ Implementación de las obras en las áreas más prioritarias,
- ⑤ Implementación de las obras en las áreas subsecuentes.

Si tomamos en consideración la situación de los cauces en el área del estudio desde el punto de vista de ingeniería sabo para cauces, es crucial llevar a cabo paso a paso el plan de desarrollo para poder implementar y planear mejor las acciones. Lo primero que se deberá de realizar en la región del Soconusco es el fortalecimiento del monitoreo para la prevención de desastres que tenga como objeto la recopilación de información y documentos básicos necesarios para poder elaborar el plan de prevención de la erosión en los cauces.

N.9.2 Plan de Desarrollo

(1) Objetivo del Plan

La región del estudio ha presentado múltiples inundaciones y daños por derrumbes, por lo que es urgente un plan maestro radical de ingeniería sabo para cauces, sin embargo existe un rezago en sistemas de monitoreo de precipitaciones, niveles de aguas y cantidades de sedimentos y arenas por lo que hacen falta información y datos básicos para poder elaborar el plan. Este plan tendrá como objeto el fortalecimiento de los sistemas de monitoreo para la prevención de los desastres en la región del Soconusco y recopilar información básica para poder comenzar a tomar medidas contra la erosión de los cauces.

(2) Contenido del Plan

Los siguientes sistemas de monitoreo serán instalados en la región del estudio. Además, también será construido un centro de prevención de desastres que se encargará del resguardo, operación, control, recopilación de la información y la elaboración de la base de datos a partir de mediciones periódicas.

| Sistema de Monitoreo | Objeto | Ubicación (Cauce) |
|---|--|---|
| Observación de Precipitación | Se instalarán pluviómetros automáticos en las partes altas de los principales cauces | Novillero, San Nicolás, Cacaluta, Cintalapa, Vado Ancho, Comaltitlán, Huixtla, Huehuetán, Coatán, Cahocacán, Suchiate, total de 9 lugares |
| Observación de volumen de agua en cauces | Se instalarán medidores automáticos de niveles de inundaciones cortas en los principales ríos | Novillero, San Nicolás, Cacaluta, Cintalapa, Vado Ancho, Comaltitlán, Huixtla, Huehuetán, Coatán, Cahocacán, Suchiate total de 9 lugares |
| Observación de niveles en las zonas pantanosas y nivel de marea | Se instalarán medidores automáticos de niveles en la reserva de La Encrucijada para medir el nivel del agua y de la marea. | El Manguito, Juan Escutia, Las Garzas, La Palma, Embarcadero, San José total de 6 lugares |
| Medición de acumulación de arenas y sedimentos | Se pondrán marcas que indiquen la cantidad de sedimentos acumulados en los principales ríos. | Novillero(3 puntos), Cacaluta(2 puntos), Cintalapa(2 puntos), Vado Ancho(2 puntos), Huixtla (3 puntos) 10 puntos en total |
| Centro de prevención de desastres | Se equipará con vehículos tipo Jeep y computadoras para poder crear las bases de datos | Oficina de la CNA/Tapachula |

(3) Forma de Implementación

El presente plan es básicamente el fortalecimiento del cuerpo hidrológico de la CNA, por lo que la dependencia principal para la ejecución de esta será la CNA y la oficina de prevención de desastres será ubicada en la sede de la CNA en Tapachula. El director de dicho centro será el responsable de la oficina de la CNA también y el resto del personal también cubrirán asignaciones de labores para dicho centro. Los equipos automatizados de medición y monitoreo, así como las marcas, serán instaladas directamente por el centro de prevención de desastres. Los equipos a ubicarse en la reserva de la Encrucijada serán confiados a la SEMARNAP/INE en su instalación y operación, sin embargo, la recolección de la información y datos será realizada por el centro de prevención de desastres. El orden y el método de las actividades es como se menciona a continuación:

- a) Elaboración del plan de instalación de los equipos de monitores para la prevención de los desastres (ubicación, plan de personal, presupuesto)
- b) Construcción del centro de monitoreo y adquisición de los equipos
- c) Ejecución del monitoreo

N.10 PLAN DE PREVENCIÓN DE DESASTRES Y CONSERVACIÓN AMBIENTAL DEL RÍO NOVILLERO

N.10.1 Concepto de Desarrollo

En las inundaciones de septiembre de 1998 ocurridas en la región del Soconusco, hubo deslaves en las zonas altas entre los ríos Novillero y Huixtla en los lugares con pendientes pronunciadas. Esto provocó el arrastre de escombros y arenas junto con el agua, lo que ocasionó grandes daños en los poblados y regiones ganaderas ubicadas en la zona baja. Es urgente tomar medidas de prevención de estos desastres para evitar las inundaciones y acumulación de sedimentos para que

la actividad ganadera tenga un adecuado desarrollo, sin embargo, como ya se mencionó anteriormente, hacen falta datos y documentos con información que permitan la prevención de estos, por lo que para poder elaborar el plan maestro, se requerirá un gran período de tiempo para construcción e inversión. Se tomará la cuenca del río Novillero, que es la que más prioridad presenta para comenzar estas actividades y se tomará como modelo para las zonas circunvecinas. Río abajo del Novillero, se encuentra la reserva de la biosfera de la Encrucijada, el cual es relativamente pequeño y presuminimos que no habrá muchas restricciones para la planeación y estudio. Con respecto al plan de estudio, los siguiente puntos deberán de considerarse:

- Los desastres en la parte alta por escombros y en la parte baja por inundaciones están relacionados por la producción de arenas y sedimentos, su transportación y acumulación, por lo que será necesario hacer un paquete integral que contemple el control de la erosión con ingeniería sabo y obras para el control de las inundaciones.
- Los lugares donde se generan los escombros y sedimentos se encuentran ubicados generalmente en zonas de difícil acceso, el objeto principal deberá ser la transportación y la acumulación de estos sedimentos y escombros.
- Se deberá dejar claro los méritos y desventajas en las afectaciones que las obras contra la prevención de la erosión pudieran tener sobre la reserva de la biosfera de la Encrucijada, y se deberá de considerar un plan altamente factible considerando la conservación ambiental.
- La reserva de la biosfera de La Encrucijada es afectado grandemente, además de por el río Novillero, por los ríos San Nicolás, Cacaluta y Cintalapa, por lo que también las obras de prevención realizadas en estos otros ríos deben de ser considerados como posibles afectaciones y contemplar planes alternativos que busquen un adecuado equilibrio entre la conservación ambiental y el desarrollo

N.10.2 Plan de Desarrollo

(1) Objeto del Plan

Con las inundaciones de septiembre de 1998, ocurrieron múltiples derrumbes en la parte alta del río Novillero y debido a esto, el poblado de Valdivia quedó enterrado en arena sufriendo daños mortales. Actualmente, las obras de reconstrucción de viviendas para damnificados, puentes y caminos se encuentran en marcha, sin embargo, no se están llevando a cabo medidas radicales en contra de la prevención de la erosión. El presente plan pretende llevar a cabo un estudio de factibilidad para obras de control de la erosión en la parte alta del río Novillero para poder tomar medidas radicales y urgentes para el control de los sedimentos por ingeniería sabo.

(2) Contenido del Plan

El presente plan se divide en dos grandes partes, el estudio de los daños por derrumbes en las partes altas y el estudio contra las inundaciones en la parte baja. El área objeto de este estudio será la totalidad de la cuenca del río Novillero de 409km² El contenido de los estudios se menciona a continuación.

- a) Recolección de programas y planes relacionados al Plan Nacional de Desarrollo, Plan Regional de Desarrollo, y planes de la CNA
- b) Recolección y análisis de información meteorológicas e hidrológicas.
- c) Levantamiento topográfico de secciones del río Novillero y de la parte al sur de la carretera federal.
- d) Estudio geológico de las laderas de las montañas y de las socavaciones.
- e) Estudio de la desembocadura del río, estudio social en la zona de conservación ambiental, estudios ecológico ambientales.

- f) Análisis de las inundaciones, análisis y cuantificación de los sedimentos producidos y/o arrastrados, análisis de la capacidad de los cauces existentes y el análisis de los daños provocados por las inundaciones.
- g) Estudio para planear presas sabo de contención de sedimentos, estudios de obras de encausamiento, estudios para prevención y protección contra inundaciones.
- h) Elaboración de Mapas de desastres por inundaciones, de socavaciones y colapsos y zonas de potenciales derrumbes.
- i) Consideración de un Plan a mediano y largo plazo contra inundaciones, y de un plan alternativo de ingeniería sabo.
- j) Proponer acciones y planes de sabo urgentes y a corto plazo.
- k) Evaluación de impacto ambiental de las obras emergentes.
- l) Planeación y evaluación de las obras urgentes.
- m) Propuesta de un sistema de alerta y evacuación de inundaciones y derrumbes
- n) Recomendaciones acerca de la conservación de cuencas y control de cauces para prevenir desastres naturales

(3) Método de Ejecución

El estudio se llevará a cabo por un equipo de un organismo internacional o un país desarrollado en conjunto con contrapartes mexicanas de dependencias relacionadas. Los miembros del equipo serán: 1. Líder o jefe, 2. Planeación de Ríos y Cauces, 3. Planeación de Ingeniería Sabo, 4. Hidrología, 5. Geología, 6. Análisis de inundaciones y sedimentos, 7. Estructuras de cauces y ríos, 8. Estructuras de Sabo, 9. Planeación y cálculo de costos de construcción, 10. Topografía, 11. Medio ambiente, 12. Organizaciones, y 13. Evaluación de actividades y socio-economía, haciendo un total de 13 personas y el período será de 24 meses.

Cuadro N.1.1 Lluvia Diaria de Avenida de Sep. 1998

(unidad: mm)

| No. | Estación | Lluvia Diaria en Sep. 1998 | | | | | | | | | | | Lluvia maxima en duracion de : | | | |
|-----|----------------------|----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|---------|--------|--------------------------------|--------|--------|--|
| | | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | Total | 1-dias | 2-dias | 3-dias | 5-dias | |
| 1 | Adolfo R. C. | 0.0 | 70.0 | 3.0 | 93.5 | 238.0 | 173.0 | 120.0 | 11.5 | 0.0 | 709.0 | 238.0 | 411.0 | 531.0 | 636.0 | |
| 2 | B. Domínguez | 0.0 | 15.0 | 25.0 | 116.8 | 298.0 | 280.0 | 150.0 | 0.0 | 0.0 | 884.8 | 298.0 | 578.0 | 728.0 | 869.8 | |
| 3 | Buenos Aires | 10.0 | 0.4 | 80.0 | 270.0 | 30.0 | 20.0 | 40.0 | 35.0 | 40.0 | 525.4 | 270.0 | 350.0 | 380.0 | 440.0 | |
| 4 | Cacahoatán | 1.1 | 32.6 | 26.3 | 24.4 | 163.4 | 152.6 | 78.6 | 2.9 | 0.0 | 481.9 | 163.4 | 316.0 | 394.6 | 445.3 | |
| 5 | Cacaluta | 28.4 | - | 23.5 | 18.8 | 58.4 | 280.6 | 100.2 | 40.1 | - | 550.0 | 280.6 | 380.8 | 439.2 | 498.1 | |
| 6 | Cahuacán | 0.9 | 1.8 | - | 32.2 | 80.0 | 159.1 | 115.0 | 114.7 | 4.0 | 507.7 | 159.1 | 274.1 | 388.8 | 501.0 | |
| 7 | Despoblado *** | 23.0 | 0.0 | 17.0 | 53.5 | 35.5 | 271.5 | 128.5 | 88.5 | 11.0 | 628.5 | 271.5 | 400.0 | 488.5 | 577.5 | |
| 8 | Ejido Ibarra | 18.0 | 140.0 | 280.0 | 140.0 | 220.0 | 200.0 | 80.0 | 20.0 | 0.0 | 1,098.0 | 280.0 | 420.0 | 640.0 | 980.0 | |
| 9 | El Dorado | 2.5 | 13.9 | 26.2 | 69.5 | 129.5 | 103.9 | 101.2 | 6.5 | 0.0 | 453.2 | 129.5 | 233.4 | 334.6 | 430.3 | |
| 10 | El Triunfo | 49.4 | 19.8 | 74.8 | 313.5 | 175.5 | 133.4 | 17.0 | 0.0 | 22.3 | 805.7 | 313.5 | 489.0 | 622.4 | 717.0 | |
| 11 | Francisco Sarabia | 0.0 | 50.2 | 60.0 | 100.6 | 300.4 | 240.7 | 200.8 | 20.6 | 0.0 | 973.3 | 300.4 | 541.1 | 741.9 | 902.5 | |
| 12 | Frontera Hidalgo | 0.3 | 34.5 | 38.0 | 64.0 | 109.0 | 109.7 | 110.2 | 4.2 | 0.0 | 469.9 | 109.7 | 218.7 | 328.9 | 430.9 | |
| 13 | Huehuetan | - | 6.0 | 35.0 | 2.0 | 41.0 | 173.0 | 223.5 | 128.8 | 7.5 | 616.8 | 223.5 | 396.5 | 525.3 | 573.8 | |
| 14 | Ignacio López Rayón | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 117.0 | 131.0 | 144.0 | 64.0 | 10.5 | 0.0 | 466.5 | 144.0 | 275.0 | 392.0 | 466.5 | |
| 15 | Malpaso | - | - | - | 14.0 | 37.5 | 177.2 | 128.0 | 134.0 | 3.5 | 494.2 | 177.2 | 305.2 | 439.2 | 490.7 | |
| 16 | Mazatán | 38.0 | 41.0 | 9.0 | 0.0 | 10.0 | 60.0 | 160.0 | 155.0 | 6.0 | 479.0 | 160.0 | 315.0 | 375.0 | 391.0 | |
| 17 | Medio Monte | 64.7 | 30.5 | 107.2 | 31.5 | 16.5 | 18.5 | 14.0 | 58.2 | 10.0 | 351.1 | 107.2 | 138.7 | 202.4 | 250.4 | |
| 18 | Metapa | 1.5 | 0.0 | 0.0 | 28.0 | 68.0 | 68.0 | 28.0 | 0.0 | 0.0 | 193.5 | 68.0 | 136.0 | 164.0 | 192.0 | |
| 19 | P. De Iguana | 0.0 | 60.4 | 40.5 | 40.8 | 60.1 | 70.0 | 60.8 | 0.0 | 0.0 | 332.6 | 70.0 | 130.8 | 190.9 | 272.2 | |
| 20 | San Jerónimo | 5.4 | 53.5 | 18.3 | 133.0 | 272.2 | 200.6 | 150.6 | 6.3 | 0.0 | 839.9 | 272.2 | 472.8 | 623.4 | 774.7 | |
| 21 | Talismán III | 19.8 | 0.0 | 5.0 | 3.8 | 55.2 | 182.9 | 111.2 | 3.9 | 0.0 | 381.8 | 182.9 | 294.1 | 349.3 | 358.1 | |
| 22 | Santo Domingo | 6.2 | 44.5 | 22.4 | 110.3 | 140.4 | 130.1 | 114.3 | 11.4 | 0.0 | 579.6 | 140.4 | 270.5 | 384.8 | 517.5 | |
| 23 | Salvación | 30.0 | 200.0 | 200.0 | 180.0 | 200.0 | 180.0 | 160.0 | 145.0 | 0.0 | 1,295.0 | 200.0 | 203.8 | 580.0 | 960.0 | |
| 24 | El Triunfo (Rebitri) | 95.0 | 50.0 | 38.0 | 26.5 | 108.3 | 304.1 | 341.1 | 151.3 | - | 1,114.5 | 341.1 | 645.2 | 796.5 | 931.3 | |
| 25 | Prusia | 85.0 | 52.0 | 12.0 | 0.0 | 16.0 | 205.0 | 206.0 | 200.0 | 9.0 | 785.0 | 206.0 | 411.0 | 611.0 | 636.0 | |
| 26 | Liquidambar | 24.0 | 5.0 | 8.0 | 10.0 | 102.0 | 61.0 | 23.0 | 14.5 | 0.0 | 247.5 | 102.0 | 163.0 | 186.0 | 210.5 | |
| 27 | Custepec | 36.0 | 39.0 | 18.0 | 2.0 | 84.0 | 340.0 | 255.0 | 185.0 | 80.0 | 1,039.0 | 340.0 | 595.0 | 780.0 | 944.0 | |
| 28 | Margaritas *** | 6.6 | 4.4 | 3.8 | 49.9 | 85.1 | 341.9 | 223.5 | 149.8 | - | 865.0 | 341.9 | 565.4 | 715.2 | 850.2 | |
| 29 | Pijijiapan | 4.8 | 10.8 | 4.7 | 24.7 | 124.0 | 274.0 | 225.6 | 141.1 | 32.0 | 841.7 | 274.0 | 499.6 | 640.7 | 796.7 | |
| 30 | Tapachula *** | - | - | 35.0 | 50.1 | 149.5 | 117.6 | 135.5 | 21.6 | 0.5 | 509.8 | 149.5 | 267.1 | 402.6 | 487.7 | |
| 31 | Huixtla *** | 133.2 | 0.0 | 10.5 | 84.4 | 44.5 | 194.2 | - | - | - | 466.8 | 194.2 | 238.7 | 323.1 | 333.6 | |
| 32 | Escuintla *** | 4.1 | 0.0 | 17.5 | 17.6 | 48.2 | 263.6 | - | - | - | 351.0 | 263.6 | 311.8 | 329.4 | 346.9 | |

*** : Las Principales Estaciones

Fuente: CNA

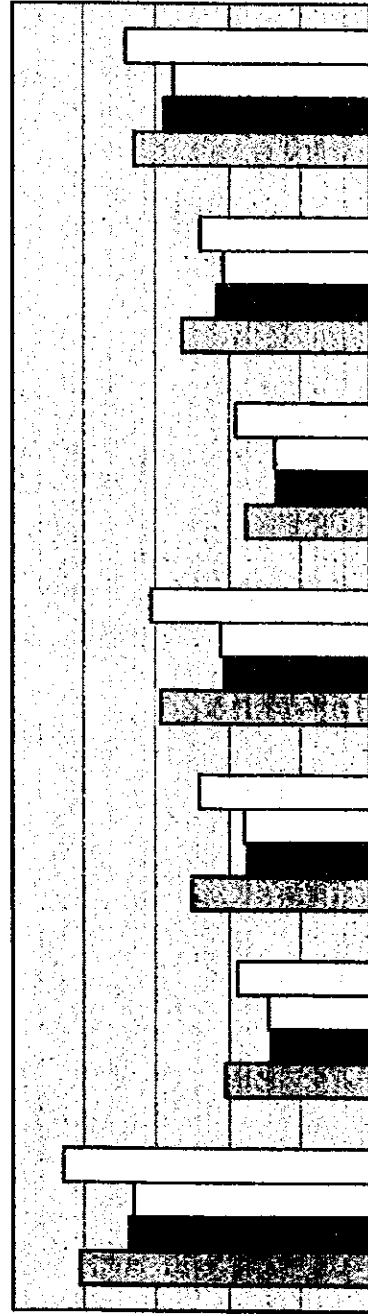
Cuadro N.1.2 Resultados del Análisis de las Inundaciones

| Rio | Punto de Cálculo | Superficie de Cuenca (km ²) | Unidad Hidrográfica | | | | | | | | | Formula Racional | | | Precipitacion Promedio dentro de la Cuenca (mm/day) |
|-------------|-------------------------|---|--------------------------------|---|--------------------------------|---|--------------------------------|---|--------------------------------|---|-------|--------------------------------|---|------------------------------------|---|
| | | | Caso 1 | | | Caso 2 | | | Caso 3 | | | Gasto Pico (m ³ /s) | Gasto Especifico (m ³ /s/km ²) | Gasto Promedio (m ³ /s) | |
| | | | Gasto Pico (m ³ /s) | Gasto Especifico (m ³ /s/km ²) | Gasto Pico (m ³ /s) | Gasto Especifico (m ³ /s/km ²) | Gasto Pico (m ³ /s) | Gasto Especifico (m ³ /s/km ²) | Gasto Pico (m ³ /s) | Gasto Especifico (m ³ /s/km ²) | | | | | |
| Novillero | NOV-2 (Puente de R-200) | 284.5 | 2,025 | 7.12 | 1,680 | 5.91 | 1,650 | 5.80 | 2,141 | 7.53 | 1,874 | 7.53 | 340 | | |
| San Nicolás | SAN-2 (Puente de R-200) | 125.1 | 1,024 | 8.19 | 707 | 5.65 | 723 | 5.78 | 946 | 7.56 | 850 | 7.56 | 330 | | |
| Cacaluta | CAC-2 (Puente de R-200) | 165.7 | 1,256 | 7.58 | 872 | 5.26 | 893 | 5.39 | 1,204 | 7.27 | 1,056 | 7.27 | 320 | | |
| Cintalapa | CIN-2 (Puente de R-200) | 227.9 | 1,464 | 6.42 | 1,035 | 4.53 | 1,055 | 4.65 | 1,531 | 6.72 | 1,271 | 6.72 | 300 | | |
| Vado Ancho | VAD-2 (Puente de R-200) | 170.6 | 884 | 5.18 | 667 | 3.91 | 675 | 3.96 | 955 | 5.60 | 795 | 5.60 | 250 | | |
| Comaltitlán | COM-2 (Puente de R-200) | 240.2 | 1,321 | 5.50 | 1,082 | 4.50 | 1,042 | 4.34 | 1,198 | 4.99 | 1,161 | 4.99 | 280 | | |
| Huixtla | HUI-2 (Puente de R-200) | 364.5 | 1,646 | 4.52 | 1,440 | 3.95 | 1,374 | 3.77 | 1,704 | 4.67 | 1,541 | 4.67 | 250 | | |

Nota: Caso 1: Se calcula la distribución de las precipitaciones en base a las precipitaciones diarias utilizando la fórmula de Mononobe

Caso 2: La precipitación diaria de la cuenca se compara y extrapola con los datos de mediciones de la estación de Tapachula

Caso 3: La precipitación diaria de la cuenca se compara y extrapola con los datos de mediciones de la estación de Arriaga



Cuadro N.1.3 Pico Máximo de Descarga via La Fórmula Racional.

La Fórmula Racional se define como a continuación:

$$Q_p = (1/3.6) * f * r * A$$

donde, Q_p : Pico máximo de descarga (m³/s)
 f : Coeficiente de Escurrimiento = 0.80
 r : Promedio de intensidad de lluvia dentro del tiempo de concentración de inundación (mm/hr)
 $r = R_{24}(t/24)^{0.333}$
 $t = T/60$ $T = 0.00167 (l/s \cdot 0.5)^{0.7}$
 A : Area de Captación (km²)

| Punto de Cálculo | Elevación del Punto de Cálculo | | Elevación (cota) (m) | Longitud del Cauce del Río (m) | Pendiente del Cauce del Río (s) | Tiempo de Concentración de la Inundación | | Lluvia Diaria R ₂₄ (mm) | Intensidad de Lluvia r (mm/hr) | Coeficiente de Escurrimiento f | Area de Captación A (km ²) | Pico de Descarga Q _p (m ³ /s) |
|------------------|--------------------------------|-----------|----------------------|--------------------------------|---------------------------------|--|--------|------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--|---|
| | Más Alto (m) | Punto (m) | | | | T (min) | t (hr) | | | | | |
| NOV-2 | 2350 | 58 | 2,292 | 34,600 | 0.0662 | 390 | 6.50 | 340 | 33.9 | 0.8 | 284.5 | 2,141 |
| SAN-2 | 2720 | 60 | 2,660 | 34,600 | 0.0769 | 370 | 6.17 | 330 | 34.0 | 0.8 | 125.1 | 946 |
| CAC-2 | 2200 | 40 | 2,160 | 32,700 | 0.0661 | 375 | 6.25 | 320 | 32.7 | 0.8 | 165.7 | 1,204 |
| CIN-2 | 2480 | 90 | 2,390 | 34,500 | 0.0693 | 383 | 6.38 | 300 | 30.2 | 0.8 | 227.9 | 1,531 |
| VAD-2 | 2800 | 48 | 2,752 | 36,200 | 0.0760 | 383 | 6.39 | 250 | 25.2 | 0.8 | 170.6 | 955 |
| COM-2 | 2600 | 30 | 2,570 | 49,000 | 0.0524 | 540 | 8.99 | 280 | 22.5 | 0.8 | 240.2 | 1,198 |
| HUJI-2 | 2100 | 38 | 2,062 | 42,500 | 0.0485 | 502 | 8.37 | 250 | 21.0 | 0.8 | 364.5 | 1,704 |

Cuadro N.1.4 Concentrado de Superficie Siniestrada por Municipios y Productores

| No. | MUNICIPIO | SUP.SEMB. (has) | SUPERFICIE SINIISTRADA | | | | | | TOTAL PRODUCTORES | PRODUCTORES | | |
|-----|-------------------|--------------------|------------------------|------|-----------|------|-----------|----------|----------------------|-------------|-------|------|
| | | | COMPLETA | | PARCIAL | | TOTAL | COMPLETA | | PARCIAL | TOTAL | |
| | | | (has) | (%) | (has) | (%) | | | | | | (ha) |
| 1 | TAPACHULA | 65,228.96 | 2,407.83 | 3.7 | 12,842.91 | 19.7 | 15,250.74 | 23.4 | 705 | 2,009 | 2,714 | |
| 2 | MAZATAN | 21,462.00 | 3,724.50 | 17.4 | 1,187.00 | 5.5 | 4,911.50 | 22.9 | 1,503 | 0 | 1,503 | |
| 3 | METAPA | 3,139.00 | 0.00 | 0.0 | 1,551.00 | 49.4 | 1,551.00 | 49.4 | 424 | 0 | 215 | |
| 4 | CACAOATAN | 11,260.50 | 0.00 | 0.0 | 9,208.00 | 81.8 | 9,208.00 | 81.8 | 2,617 | 0 | 2,174 | |
| 5 | UNION JUAREZ | 6,840.00 | 0.00 | 0.0 | 979.00 | 14.3 | 979.00 | 14.3 | 1,075 | 0 | 183 | |
| 6 | TUXTLA CHICO | 11,409.53 | 0.00 | 0.0 | 6,645.91 | 58.2 | 6,645.91 | 58.2 | 2,611 | 0 | 1,721 | |
| 7 | SUCHIATE | 13,461.09 | 3,049.70 | 22.7 | 1,200.64 | 8.9 | 4,250.34 | 31.6 | 2,476 | 956 | 1,806 | |
| 8 | FRONTERA HIDALGO | 6,595.00 | 4.00 | 0.1 | 1,848.00 | 28.0 | 1,852.00 | 28.1 | 403 | 2 | 150 | |
| 9 | HUEHUETAN | 23,337.25 | 3,680.50 | 15.8 | 1,759.00 | 7.5 | 5,439.50 | 23.5 | 2,844 | 968 | 1,344 | |
| 10 | HUIXTLA | 26,151.05 | 4,272.00 | 16.3 | 2,441.00 | 9.3 | 6,713.00 | 25.7 | 3,492 | 1,204 | 1,472 | |
| 11 | TUZANTAN | 14,849.80 | 451.25 | 3.0 | 2,873.50 | 19.4 | 3,324.75 | 22.4 | 2,567 | 80 | 353 | |
| 12 | VILLA COMALTITLAN | 29,483.40 | 5,097.50 | 17.3 | 4,017.00 | 13.6 | 9,114.50 | 30.9 | 4,400 | 1,397 | 2,221 | |
| 13 | ACAPETAHUA | 47,211.94 | 3,923.81 | 8.3 | 600.00 | 1.3 | 4,523.81 | 9.6 | 2,392 | 1,390 | 1,575 | |
| 14 | ACACOYAGUA | 10,383.44 | 1,360.50 | 13.1 | 1,842.00 | 17.7 | 3,202.50 | 30.8 | 3,047 | 567 | 612 | |
| 15 | ESCUINTLA | 24,551.75 | 5,578.99 | 22.7 | 0.00 | 0.0 | 5,578.99 | 22.7 | 4,635 | 1,919 | 1,919 | |
| 16 | MAPASTEPEC | 94,169.56 | 15,838.52 | 16.8 | 0.00 | 0.0 | 15,838.52 | 16.8 | 6,409 | 2,504 | 2,504 | |
| | TOTAL | 409,534.27 | 49,389.10 | 12.1 | 48,994.96 | 12.0 | 98,384.06 | 24.0 | 47,464 | 13,195 | 9,273 | |

Fuente SAGAR/CHIAPAS: ANALISIS DE SINIESTROS DEL SUBSECTOR AGRICOLA POR MUNICIPIO Y LOCALIDADES DE LOS DISTRITOS AFECTADOS POR LLUVIAS TORRENCIALES DEL MES DE SEPTIEMBRE 1998

Cuadro N.1.5 Superficie Sembrada de Ciclicos y Perennes y Avance de Superficie Siniestrada

| Cultivo | Superficie Sembrada (ha) | SUPERFICIE SINIISTRADA | | Cantidad Suponiendo que no Hubiese Ocurrido Ningún Daño | | | | Daños Agrícolas (Peso) |
|----------------|--------------------------|------------------------|-------------------|---|----------------------|------------------|-------------------------|------------------------|
| | | A (Completa) (has) | B (Parcial) (has) | Total (has) | Rendimiento (ton/ha) | Producción (ton) | Precio Medio (Peso/ton) | |
| Maiz | 51.526.76 | 19.550.30 | 6.659.10 | 26.209.40 | 2.000 | 52.419 | 1.300 | 68.144.440 |
| Sova | 11.713.31 | 1.744.25 | 2.164.15 | 3.908.40 | 1.800 | 7.035 | 2.300 | 16.180.776 |
| Sorgo | 1.503.08 | 192.50 | 410.25 | 602.75 | 2.500 | 1.507 | 800 | 1.205.500 |
| Ajonjolí | 1.233.25 | 917.50 | 14.25 | 931.75 | 0.700 | 652 | 5.000 | 3.261.125 |
| Algodón | 1.449.27 | 59.50 | 622.88 | 682.38 | 0.650 | 444 | 4.000 | 1.774.188 |
| Frijol | 359.50 | 156.25 | 0.00 | 156.25 | 0.500 | 78 | 12.000 | 937.500 |
| Arroz | 191.75 | 16.00 | 0.00 | 16.00 | 2.600 | 42 | 4.500 | 187.200 |
| Plátano | 12.324.60 | 3.828.95 | 47.47 | 3.876.42 | 30.000 | 116.293 | 2.800 | 325.619.280 |
| Cacao | 14.702.00 | 861.50 | 1.724.75 | 2.586.25 | 0.195 | 504 | 10.000 | 5.043.188 |
| Café | 73.923.00 | 2.884.10 | 6.304.00 | 9.188.10 | 0.775 | 7.121 | 3.500 | 24.922.721 |
| Caña | 8.404.00 | 813.00 | 95.00 | 908.00 | 14.433 | 13.105 | 150 | 1.965.775 |
| Limón | 307.00 | 10.00 | 73.00 | 83.00 | 5.832 | 484 | 5.000 | 2.420.280 |
| Mango | 12.588.25 | 277.00 | 414.25 | 691.25 | 12.249 | 8.467 | 3.400 | 28.788.212 |
| Palma Africana | 5.206.00 | 1.228.25 | 180.86 | 1.409.11 | 10.724 | 15.111 | 450 | 6.800.083 |
| Pastos | 210.121.00 | 16.381.00 | 1.005.00 | 17.386.00 | 65.000 | 1.130.090 | 50 | 56.504.500 |
| Total | 405.552.77 | 48.920.10 | 19.714.96 | 68.635.06 | | | | 543.754.768 |

Fuente : SAGAR: ANALISIS DE SINIESTROS DEL SUBSECTOR AGRICOLA POR MUNICIPIO Y LOCALIDADES DE LOS DISTRITOS AFECTADOS POR LLUVIAS TORRENCIALES DEL MES DE SEPTIEMBRE 1998

ota: A (completa) : La información sobre la superficie afectada en forma total por la inundación está basada en datos de SAGAR.

B (parcial) : Esta es la superficie siniestrada en forma parcial por las inundaciones. La superficie siniestrada ha sido calculada tomando una tercera parte (1/3).

Cuadro N.1.6 Cuadro Comparativa de Situación de Daños por Cuenca

| Cuenca | Situación de Daños | Superficie Inundada, Puentes dañados |
|-------------|---|--|
| Novillero | En la parte superior de la cuenca, se distribuyen en forma densa, desmoronamientos en las pendientes pronunciadas y en casi todos los barrancos se pueden observar sedimentos y escombros acumulados. En las curvas de los ríos, se puede ver la erosión de los bordos de donde fueron arrastrados pastizales y caminos rurales. En poblados ubicados cerca de los ríos como Loma Benita, tienen daños fatales, sin embargo aquellos ubicados en lomas y arriba de los cerros no sufrieron daños de consideración. Los daños por inundación comienzan en la zona de Guadalupe Victoria, ubicado a 6kms arriba de la autopista federal. El ancho del río después del desastre es de 500 a 600m. A 300m antes de llegar a la autopista, esta se reduce a 180m de ancho, donde aumentó la velocidad del flujo, golpeando y destruyendo el puente ubicado sobre esta. Después de la inundación, la anchura en el punto del puente quedó de 450m. Hacia la parte inferior de la autopista federal a 1.5kms hasta el puente ferroviario, el lecho del río subió debido a los sedimentos arrastrados por las corrientes, aumentando la magnitud de la inundación entre 1,500 y 3,000m. El antiguo cauce alrededor del puente ferroviario está completamente enterrado por los sedimentos. Al lado derecho del cauce, donde se ubicaba el poblado de Valdivia el cual sufrió daños fatales por la inundación y acumulación de sedimentos (entre 1 y 2m). Más abajo de Valdivia, las aguas fueron disminuyendo su fuerza pero extendiéndose en forma difusa. Normalmente, este río desemboca en la parte poniente de La Encrucijada, sin embargo, durante la inundación, la barra de arena se reventó abriendo una salida directa hacia el mar. Esta abertura se cerró nuevamente 10 días después. Las comunidades de la parte superior de la cuenca no tienen mayores daños debido a que están ubicados sobre montes y zonas altas. Los desastres comienzan a 7km arriba de la autopista en la zona estrecha de Victoria. A la orilla derecha del río San Nicolás, el agua penetró hacia el ramal de Tilapilla y aparenta que el río San Nicolás se bifurcó. El agua que corrió por el ramal de Tilapilla se acumuló ya que la autopista sirvió de dique y el agua corrió hacia el lado poniente. Los escombros y sedimentos acumulados se caracterizan porque en la parte superior quedaron los escombros y en la parte baja las arenas finas. 2kms arriba de la autopista, en El Potrero, los sedimentos se extendieron en forma de red y se pueden observar pastizales y viviendas en montañas de arenas de aproximadamente 2m de altura. Las aguas del cauce principal se extendieron a un máximo de 900m, y a 1km de la autopista, se reduce hasta 60m, lo que provocó un aumento en la velocidad de flujo y este chocó directamente en el puente el cual quedó completamente destruido. La inundación alcanzó un ancho de 600m a la altura de la autopista federal. Río abajo, en las cercanías de Mapastepec, este aumenta hasta 1,200m debido al arrastre de materiales de la zona alta y por la erosión de los bordos del río. Al sur de Mapastepec, la inundación fue disminuyendo su fuerza y se dispersa. La parte más baja, en el estuario de La Encrucijada, el agua descargó en el Estero Salitral y las aguas rompieron la barra de arena ubicada al oriente de El Punal para de esta manera salir al mar. Esta abertura se cerró 10 días después de la inundación. | Superficie : 116.9km ² Autopista : 1 Puente Ferrocarril : 1 Puente Caminos Rurales : 1 Puente |
| San Nicolás | Todos los escombros generados en la pronunciadas pendientes de la parte alta de la cuenca del río Agua Caliente, se deslizaron sin detenerse a través de la abrupta topografía hacia abajo y comienza a acumularse a 3.3kms de la autopista cerca de San Carlos. Del lado norte de San Carlos, en la ladera de la sierra del Cordon del Mirador, afloraron las rocas del subsuelo en forma rayada y afectaron a los pastizales. El ensanchamiento del cauce después de la inundación es de 270m bastante más estrecho en comparación con los ríos Novillero y San Nicolás. El flujo de la inundación destruyó consecutivamente los puentes de la autopista de cuota, de la antigua carretera y del ferrocarril. Al pasar el puente ferroviario fue perdiendo fuerza y dispersándose. La parte más baja, que llega a La Encrucijada, la descarga fue hacia la Laguna el Campón. En esta laguna hay grandes cantidades de sedimentos. | Superficie : 314.3km ² Autopista : 1 Puente Ferrocarril : 2 Puentes Caminos Rurales : 1 Puente |
| Cacaluta | En la parte superior de la cuenca hay una distribución de socavaciones y hay gran cantidad de escombros que fueron arrastrados. Se observan puntos donde los escombros se acumularon momentáneamente y se observan acumulaciones de sedimentos en las orillas del cauce y se presume que ocurrió el fenómeno de inundaciones escalonadas. Nueva Francia una zona estrecha ubicada a 10kms al norte de la autopista, que aparentemente fue donde comenzaron los desastres aparentemente también sufrió del efecto de las inundaciones escalonadas y se observan daños fatales ocasionados por escombros de 3 a 5m de espesor que penetraron al poblado. La magnitud mayor de la inundación entre Nueva Francia y la autopista fue de 900m y 1km antes de llegar a la carretera, esta se estrecha a 120m, aumentando la velocidad del flujo y derribando el puente y una parte de la cinta asfáltica. La magnitud de la inundación a la altura de la antigua carretera es de 270m. La corriente de la inundación se dividió en tres pasando la antigua carretera y vuelve a unirse en uno solo a la altura del puente del ferrocarril. Este tramo de 7.5kms entre la carretera vieja y el puente del ferrocarril presenta una gran erosión en los bordos del río. Pasado este punto, la corriente fue dispersándose perdiendo fuerza. Más abajo, la corriente se ramifica y descarga cerca de la Laguna de Cerritos en la zona estuárica de La Encrucijada. | Superficie : 203.0km ² Autopista : 2 Puente Ferrocarril : 1 Puente Caminos Rurales : 1 Puente |
| Cintalapa | En la parte alta de la cuenca se pueden observar un sinnúmero de socavaciones en las pendientes pronunciadas y en los cerros de los caminos, pero gran parte de los escombros se acumularon abajo de Unión Jamaica por lo que los daños no fueron tan considerables. Los desastres comienzan a 3.5kms arriba de la autopista cerca de San Felipe Tizapa. Los sedimentos finos también comienza en las cercanías de San Felipe Tizapa. La amplitud de la corriente de inundación llega a ser hasta de 150m, pero se reduce a 100m a la altura de la autopista. Los desastres por arrastre de sedimentos y erosión de las orillas del río se extienden por 11.0kms abajo de la autopista, golpeando en los codos del cauce y se observan pastizales arruinados y puentes derruidos. La parte más baja del río forma una sola corriente y salió hacia el mar pasando por la Laguna Teculapa a través de la barra de San Juan. | Superficie : 180.4km ² Autopista : 3 Puente Ferrocarril : 1 Puente |
| Vado Ancho | Hay rastros de derrumbes en las capas tototas intemperizadas y topografías abruptas en la parte alta de la cuenca. Hay algunos puntos de acumulación de azoche, pero la mayor parte fue arrastrada y la sedimentación comienza en Avil Camacho, donde hubo desastres y se acumularon los sedimentos en los lechos del río suavizando la pendiente de estas. La amplitud de la inundación se extiende hasta 360m, pero 1.5kms antes de llegar a la autopista, esta se reduce a 60m. Abajo de este estrechamiento, la pendiente se hace muy suave, por lo que se una acumulación de sedimentos en la orilla derecha del río. La amplitud de la corriente de inundación en el punto de la autopista es de 540m. La corriente desde el ferrocarril hasta el Cantón Porvenir fue fuerte y hubo una gran erosión de las orillas y en las zonas curvas del río. Pasando el Cantón Porvenir, la corriente fue disminuyendo su fuerza y comienza a dispersarse para finalmente descargar en la zona estuárica de La Encrucijada. | Superficie : 131.6km ² Autopista : 1 Puente Ferrocarril : 1 Puente Caminos Rurales : 2 Puente |
| Comallitlan | Hay rastros de derrumbes en las capas tototas intemperizadas y topografías abruptas en la parte alta de la cuenca. Hay algunos puntos de acumulación de azoche, pero la mayor parte fue arrastrada y la sedimentación comienza en Avil Camacho, donde hubo desastres y se acumularon los sedimentos en los lechos del río suavizando la pendiente de estas. La amplitud de la inundación se extiende hasta 360m, pero 1.5kms antes de llegar a la autopista, esta se reduce a 60m. Abajo de este estrechamiento, la pendiente se hace muy suave, por lo que se una acumulación de sedimentos en la orilla derecha del río. La amplitud de la corriente de inundación en el punto de la autopista es de 540m. La corriente desde el ferrocarril hasta el Cantón Porvenir fue fuerte y hubo una gran erosión de las orillas y en las zonas curvas del río. Pasando el Cantón Porvenir, la corriente fue disminuyendo su fuerza y comienza a dispersarse para finalmente descargar en la zona estuárica de La Encrucijada. | Superficie : 374.6km ² Autopista : 1 Puente Ferrocarril : 1 Puente |
| Huixtla | En la parte superior de Belisario Domínguez, se distribuyen un sinnúmero de derrumbes, debido a la abrupta topografía, y presencia de rocas graníticas intemperizadas y rocas volcánicas ácidas. Se observan derrumbes en los barrancos y en las orillas de los caminos y sedimentaciones repentinas en algunas secciones del río. Entre Belisario Domínguez y Rosita, no se observan azolvamientos ni daños importantes. Abajo de Rosita, la pendiente del río se suaviza y se observan sedimentaciones de materiales, incluyendo grandes escombros de 1 a 3m de diámetro. Los desastres comienzan a 1.2km arriba de la autopista, donde la corriente se bifurca por el lado derecho, el cual pasó por encima de la carretera interrumpiéndola y 1km más abajo, se vuelve a juntar con la corriente principal. La corriente de inundación erosionó una parte de la zona urbana de Huixtla, ubicado en el lado derecho del río. En el tramo comprendido entre Huixtla hasta El Arenal de 6.6kms, la erosión de los bordos y los sedimentos de arenas finas son muy notorias. Pasando el puente derruido de El Arenal, debido a que el río se hace estrecho, la inundación causó destrozos dispersos y finalmente descarga en La Encrucijada. | Superficie : 162.9km ² Autopista : 4 Puente Ferrocarril : 1 Puente Caminos Rurales : 1 Puente |

Base de datos: 2011

Nota: En la superficie dañada se incluyen los esteros, pantano y lagunas también

Cuadro N.1.7 Programa Emergente de Reconstrucción de Puentes de la Carretera Federal

| No. | Nombre de Puente | Ubicación KM | Nombre del Río | Original | | Reconstrucción | |
|-----|------------------|--------------|----------------|--------------------|---------------|--------------------|---------------|
| | | | | Longitud Total (m) | No. de Claros | Longitud Total (m) | No. de Claros |
| 1 | Novillero | 180+850 | Novillero | 56.00 | 3 | 189.38 | 9 |
| 2 | San Nicolás | 189+900 | San Nicolás | 32.00 | 2 | 103.20 | 5 |
| 3 | Bonanza | 209+000 | Cacaluta | 48.00 | 3 | 105.49 | 5 |
| 4 | Cintalapa | 218+500 | Cintalapa | 47.00 | 2 | 103.20 | 5 |
| 5 | Vado Ancho | 229+900 | Vado Ancho | 52.00 | 2 | 63.70 | 3 |
| 6 | Despoblado | 236+200 | Comaltitlan | 45.00 | 2 | 132.50 | 6 |

Fuente: SCT: Secretaría de Comunicaciones y Transportes

Cuadro N.1.8 Programa Emergente de Vivienda Chiapas "Nuevo Milenio"

| No. | Municipio | Daños de Inundación | | | Programa Emergente de Vivienda Chiapas "Nuevo Milenio" | | |
|-----|-------------------|---------------------|-----------------------|--------------|--|-----------------|--------------|
| | | Casas Destruídas | Casas Semi-destruidas | Total | Localidad | Número de Casas | Total |
| 1 | Mapastepec | 1,349 | | 1,349 | Mapastepec | 144 | 1,288 |
| | | | | | Altamira II | 41 | |
| | | | | | Doroteo Arango | 35 | |
| | | | | | Loma Bonita | 235 | |
| | | | | | Gpe. Victoria | 82 | |
| | | | | | Valdivia | 561 | |
| | | | | | 10 de Abril | 32 | |
| | | | | | Sesecapa | 28 | |
| | | | | | Loc. Dispersa | 130 | |
| 2 | Acacoyagua | 115 | 9 | 124 | Acacoyagua | 90 | 113 |
| | | | | | Hidalgo | 23 | |
| 3 | Acapetahua | 198 | 12 | 210 | Acapetahua | 60 | 100 |
| | | | | | Jiquilpan | 39 | |
| | | | | | Loc. Dispersa | 1 | |
| 4 | Escuintla | 241 | 98 | 339 | Escuintla | 66 | 152 |
| | | | | | Nueva Francia | 34 | |
| | | | | | Loc. Dispersa | 52 | |
| 5 | Villa Comaltitlán | 574 | 12 | 586 | Villa Comaltitlán | 64 | 236 |
| | | | | | Cantón Barrio Nuevo | 131 | |
| | | | | | Loc. Dispersa | 41 | |
| 6 | Huixtla | 1,434 | 61 | 1,495 | Huixtla | 1,357 | 1,384 |
| | | | | | Cantón El Arenal | 27 | |
| 7 | Tuzantán | 8 | 0 | 8 | Loc. Dispersa | 9 | 9 |
| 8 | Mazatán | 183 | 131 | 314 | Lázaro Cárdenas | 65 | 136 |
| | | | | | Genaro Vázquez | 44 | |
| | | | | | Loc. Dispersa | 27 | |
| 9 | Tapachula | 542 | 153 | 695 | Tapachula | 577 | 578 |
| | | | | | Loc. Dispersa | 1 | |
| 10 | Unión Juárez | 7 | 0 | 7 | Loc. Dispersa | 7 | 7 |
| 11 | Suchiate | 38 | 1 | 39 | Loc. Dispersa | 8 | 8 |
| 12 | Huehuetán | 3 | 7 | 10 | | 0 | 0 |
| | Total | 4,692 | 484 | 5,176 | | 4,011 | 4,011 |

Fuente: Programa Emergente de Vivienda Chiapas "Nuevo Milenio", SEDESOL/Inprovich

SEDESOL: Secretaría de Desarrollo Social

Inprovich: Instituto de Promoción para la Vivienda en el Estado de Chiapas

Cuadro N.2.1 Precipitación Diaria Máxima en las Estaciones Representativas

(Unidad: mm)

| Año | Margaritas | Escuintla | Despoblado | Huixtla | Tapachula |
|------|------------|-----------|------------|---------|-----------|
| 1978 | 200.0 | 180.8 | 152.5 | 157.0 | 193.6 |
| 1979 | 192.1 | 142.0 | 126.5 | 163.3 | 108.5 |
| 1980 | 155.0 | 108.0 | 146.0 | 124.5 | 118.9 |
| 1981 | 131.5 | 109.0 | 144.5 | 115.9 | 94.5 |
| 1982 | 109.0 | 132.0 | 154.0 | 122.5 | 146.0 |
| 1983 | 90.5 | 105.4 | 125.0 | 151.2 | 127.9 |
| 1984 | 205.0 | 101.5 | 97.0 | 108.5 | 143.5 |
| 1985 | 116.0 | 83.0 | 130.0 | 123.6 | 66.0 |
| 1986 | 171.0 | 180.0 | 150.0 | 141.9 | 172.7 |
| 1987 | 139.5 | 125.0 | 240.0 | 178.8 | 101.1 |
| 1988 | 217.8 | 233.3 | 203.5 | 155.1 | 207.9 |
| 1989 | 118.5 | 212.2 | 110.0 | 236.9 | 87.1 |
| 1990 | 111.0 | 98.0 | 123.4 | 134.7 | 119.2 |
| 1991 | 159.0 | 92.0 | 103.0 | 75.8 | 83.8 |
| 1992 | 113.5 | 221.2 | 136.0 | 120.0 | 131.6 |
| 1993 | 106.5 | 140.5 | 90.0 | 133.7 | 123.8 |
| 1994 | 94.7 | 140.4 | 138.0 | 155.1 | 77.7 |
| 1995 | 160.5 | 103.3 | 137.0 | 141.1 | 154.4 |
| 1996 | 87.8 | 186.9 | 107.5 | 120.0 | 88.9 |
| 1997 | 148.0 | 138.5 | 117.2 | 110.3 | 113.4 |
| 1998 | 341.9 | 263.6 | 271.5 | 194.2 | 158.4 |

Fuente: CNA

Cuadro N.2.2 Precipitaciones Máximas Continuas por 2 o 3 Días en Margaritas

| Año | 2 días continuos (mm) | | | | 3 días continuos (mm) | | | | |
|------|-----------------------|---------|-------|----------|-----------------------|---------|---------|-------|--------------|
| | 1er día | 2do día | Total | Periodo | 1er día | 2do día | 3er día | Total | Periodo |
| 1978 | 50.0 | 167.0 | 217.0 | 5/31-6/1 | 200.0 | 11.0 | 60.3 | 271.3 | 9/19,20,21 |
| 1979 | 91.0 | 192.1 | 283.1 | 8/24,25 | 10.0 | 91.0 | 192.1 | 293.1 | 8/23,24,25 |
| 1980 | 155.0 | 68.5 | 223.5 | 9/24,25 | 31.0 | 155.0 | 68.5 | 254.5 | 9/23,24,25 |
| 1981 | 131.5 | 17.2 | 148.7 | 6/13,14 | 34.5 | 49.5 | 70.5 | 154.5 | 6/5,6,7 |
| 1982 | 37.2 | 109.0 | 146.2 | 9/18,19 | 37.2 | 109.0 | 24.0 | 170.2 | 9/18,19,20 |
| 1983 | 45.5 | 85.0 | 130.5 | 8/3,4 | 65.5 | 46.0 | 60.0 | 171.5 | 6/7,8,9 |
| 1984 | 12.0 | 107.5 | 119.5 | 8/20,21 | 12.0 | 107.5 | 7.5 | 127.0 | 8/20,21,22 |
| 1985 | 84.5 | 55.0 | 139.5 | 7/29,30 | 84.5 | 55.0 | 7.0 | 146.5 | 7/29,30,31 |
| 1986 | 72.0 | 171.0 | 243.0 | 5/29,30 | 8.0 | 72.0 | 171.0 | 251.0 | 5/28,29,30 |
| 1987 | 19.5 | 139.5 | 159.0 | 6/5,6 | 40.0 | 40.5 | 87.5 | 168.0 | 6/50-7/1,2 |
| 1988 | 204.5 | 127.5 | 332.0 | 9/2,3 | 217.8 | 17.5 | 204.5 | 439.8 | 8/31-9/1,2 |
| 1989 | 67.0 | 102.0 | 169.0 | 9/18,19 | 102.0 | 55.5 | 70.0 | 227.5 | 9/19,20,21 |
| 1990 | 104.0 | 41.0 | 145.0 | 5/31-6/1 | 104.0 | 41.0 | 46.0 | 191.0 | 5/31-6/1,2 |
| 1991 | 159.0 | 53.5 | 212.5 | 6/20,21 | 3.0 | 159.0 | 53.5 | 215.5 | 6/19,20,21 |
| 1992 | 38.0 | 113.5 | 151.5 | 3/29,30 | 111.5 | 2.5 | 48.9 | 162.9 | 6/30-7/1,2 |
| 1993 | 106.5 | 19.8 | 126.3 | 10/28,29 | 38.2 | 20.5 | 87.8 | 146.5 | 9/24,25,26 |
| 1994 | 30.5 | 94.7 | 125.2 | 10/12,13 | 30.5 | 94.7 | 15.2 | 140.4 | 10/12,13,14 |
| 1995 | 160.5 | 26.8 | 187.3 | 7/31-8/1 | 25.8 | 160.5 | 26.8 | 213.1 | 7/30,31-8/1 |
| 1996 | 49.3 | 87.8 | 137.1 | 8/8,9 | 51.8 | 49.3 | 87.8 | 188.9 | 8/7,8,9 |
| 1997 | 86.0 | 148.0 | 234.0 | 9/29,30 | 86.0 | 148.0 | 48.5 | 282.5 | 9/29,30-10/1 |
| 1998 | 341.9 | 223.5 | 565.4 | 9/8,9 | 341.9 | 223.5 | 149.8 | 715.2 | 9/8,9,10 |

Fuente: CNA

Cuadro N.2.3 Precipitaciones Máximas Continuas por 2 o 3 Días en Escuintla

| Año | 2 días continuos (mm) | | | | 3 días continuos (mm) | | | | |
|------|-----------------------|---------|-------|----------|-----------------------|---------|---------|-------|--------------|
| | 1er día | 2do día | Total | Periodo | 1er día | 2do día | 3er día | Total | Periodo |
| 1978 | 122.7 | 80.0 | 202.7 | 6/1.2 | 36.2 | 122.7 | 80.0 | 238.9 | 5/31-6/1.2 |
| 1979 | 142.0 | 65.0 | 207.0 | 10/20.21 | 142.0 | 65.0 | 4.5 | 211.5 | 10/20.21.22 |
| 1980 | 101.0 | 108.0 | 209.0 | 5/16.17 | 60.1 | 63.0 | 72.0 | 195.1 | 8/19.20.21 |
| 1981 | 106.5 | 109.0 | 215.5 | 8/14.15 | 33.0 | 106.5 | 109.0 | 248.5 | 8/13.14.15 |
| 1982 | 132.0 | 27.0 | 159.0 | 9/27.28 | 132.0 | 27.0 | 26.0 | 185.0 | 9/27.28.29 |
| 1983 | 100.8 | 52.3 | 153.1 | 10/5.6 | 92.4 | 29.4 | 64.0 | 185.8 | 8/2.3.4 |
| 1984 | 74.0 | 68.0 | 142.0 | 8/31-9/1 | 74.0 | 68.0 | 25.0 | 167.0 | 8/31-9/1.2 |
| 1985 | 60.0 | 95.0 | 155.0 | 8/12.13 | 53.0 | 80.0 | 47.0 | 180.0 | 8/21.22.23 |
| 1986 | 88.0 | 180.0 | 268.0 | 5/29.30 | 88.0 | 180.0 | 7.0 | 275.0 | 5/29.30.31 |
| 1987 | 125.0 | 43.0 | 168.0 | 7/21.22 | 125.0 | 43.0 | 28.0 | 196.0 | 7/21.22.23 |
| 1988 | 113.8 | 233.3 | 347.1 | 9/1.2 | 210.0 | 113.8 | 233.3 | 557.1 | 8/31-9/1.2 |
| 1989 | 32.5 | 212.2 | 244.7 | 8/24.25 | 32.5 | 212.2 | 4.3 | 249.0 | 8/24.25.26 |
| 1990 | 92.4 | 68.5 | 160.9 | 10/16.17 | 91.4 | 49.0 | 46.3 | 186.7 | 9/13.14.15 |
| 1991 | 54.5 | 65.5 | 120.0 | 6/23.24 | 57.4 | 54.1 | 30.5 | 142.0 | 5/25.26.27 |
| 1992 | 221.2 | 49.0 | 270.2 | 6/30-7/1 | 221.2 | 49.0 | 64.3 | 334.5 | 6/30-7/1.2 |
| 1993 | 140.5 | 35.0 | 175.5 | 9/18.19 | 140.5 | 35.0 | 50.5 | 226.0 | 9/18.19.20 |
| 1994 | 37.0 | 140.4 | 177.4 | 9/7.8 | 43.6 | 37.0 | 140.4 | 221.0 | 9/6.7.8 |
| 1995 | 62.3 | 103.3 | 165.6 | 8/5.6 | 62.3 | 103.3 | 15.4 | 181.0 | 8/5.6.7 |
| 1996 | 50.4 | 186.9 | 237.3 | 6/2.3 | 74.6 | 50.4 | 186.9 | 311.9 | 6/1.2.3 |
| 1997 | 101.0 | 138.5 | 239.5 | 9/29.30 | 101.0 | 138.5 | 18.5 | 258.0 | 9/29.30-10/1 |
| 1998 | 48.2 | 263.6 | 311.8 | 9/7.8 | 17.6 | 48.2 | 263.6 | 329.4 | 9/6.7.8 |

Fuente: GNA

Cuadro N.2.4 Precipitaciones Máximas Continuas por 2 o 3 Días en Desplado

| Año | 2 días continuos (mm) | | | | 3 días continuos (mm) | | | | |
|------|-----------------------|---------|-------|----------|-----------------------|---------|---------|-------|--------------|
| | 1er día | 2do día | Total | Periodo | 1er día | 2do día | 3er día | Total | Periodo |
| 1978 | 81.5 | 152.5 | 234.0 | 9/18.19 | 21.5 | 81.5 | 152.5 | 255.5 | 9/17.18.19 |
| 1979 | 102.5 | 48.5 | 151.0 | 8/24.25 | 126.5 | 3.4 | 55.0 | 184.9 | 10/18.19.20 |
| 1980 | 93.5 | 84.0 | 177.5 | 5/16.17 | 1.0 | 93.5 | 84.0 | 178.5 | 5/15.16.17 |
| 1981 | 72.0 | 144.5 | 216.5 | 6/20.21 | 72.0 | 144.5 | 34.5 | 251.0 | 6/20.21.22 |
| 1982 | 45.0 | 154.0 | 199.0 | 9/29.30 | 45.0 | 154.0 | 7.0 | 206.0 | 9/29.30-10/1 |
| 1983 | 100.0 | 91.5 | 191.5 | 6/9.10 | 100.0 | 91.5 | 46.5 | 238.0 | 6/9.10.11 |
| 1984 | 65.5 | 90.0 | 155.5 | 8/12.13 | 42.5 | 68.0 | 56.0 | 166.5 | 6/2.3.4 |
| 1985 | 130.0 | 37.5 | 167.5 | 10/4.5 | 12.6 | 130.0 | 37.5 | 180.1 | 10.3.4.5 |
| 1986 | 52.0 | 150.0 | 202.0 | 5/29.30 | 9.4 | 52.0 | 150.0 | 211.4 | 5/28.29.30 |
| 1987 | 24.5 | 240.0 | 264.5 | 7/20.21 | 24.5 | 240.0 | 17.0 | 281.5 | 7/20.21.22 |
| 1988 | 146.0 | 203.5 | 349.5 | 9/1.2 | 51.0 | 146.0 | 203.5 | 400.5 | 8/31-9/1.2 |
| 1989 | 100.5 | 41.0 | 141.5 | 7/26.27 | 100.5 | 41.0 | 65.5 | 207.0 | 7/26.27.28 |
| 1990 | 60.5 | 102.0 | 162.5 | 10/16.17 | 9.0 | 60.5 | 102.0 | 171.5 | 10/15.16.17 |
| 1991 | 56.5 | 88.3 | 144.8 | 6/2.3 | 2.3 | 56.5 | 88.3 | 147.1 | 6/1.2.3 |
| 1992 | 113.0 | 97.0 | 210.0 | 7/2.3 | 107.3 | 54.0 | 97.5 | 258.8 | 9/10.11.12 |
| 1993 | 90.0 | 25.5 | 115.5 | 6/27.28 | 40.0 | 19.5 | 90.0 | 149.5 | 6/25.26.27 |
| 1994 | 138.0 | 131.0 | 269.0 | 10/11.12 | 138.0 | 131.0 | 57.0 | 326.0 | 10/11.12.13 |
| 1995 | 57.0 | 105.8 | 162.8 | 9/15.16 | 128.0 | 21.5 | 58.9 | 208.4 | 5/5.6.7 |
| 1996 | 107.5 | 54.8 | 162.3 | 5/5.6 | 20.0 | 107.5 | 54.8 | 182.3 | 5/4.5.6 |
| 1997 | 12.0 | 117.2 | 129.2 | 11/9.10 | 75.2 | 74.0 | 17.5 | 166.7 | 9/29.30-10/1 |
| 1998 | 271.5 | 128.5 | 400.0 | 9/8.9 | 271.5 | 128.5 | 88.5 | 488.5 | 9/8.9.10 |

Fuente: CNA

Cuadro N.2.5 Precipitaciones Máximas Continuas por 2 o 3 Días en Huixtla

| Año | 2 días continuos (mm) | | | | 3 días continuos (mm) | | | | |
|------|-----------------------|---------|-------|----------|-----------------------|---------|---------|-------|-------------|
| | 1er día | 2do día | Total | Periodo | 1er día | 2do día | 3er día | Total | Periodo |
| 1978 | 6.5 | 157.0 | 163.5 | 9/18.19 | 33.4 | 73.3 | 75.2 | 181.9 | 8/29.30.31 |
| 1979 | 41.7 | 163.3 | 205.0 | 8/17.18 | 98.4 | 28.7 | 132.7 | 259.8 | 7/18.19.20 |
| 1980 | 124.5 | 23.8 | 148.3 | 10/1.2 | 124.5 | 23.8 | 10.5 | 158.8 | 10/1.2.3 |
| 1981 | 84.4 | 115.9 | 200.3 | 9/13.14 | 42.4 | 84.4 | 115.9 | 242.7 | 9/12.13.14 |
| 1982 | 12.8 | 122.5 | 135.3 | 9/29.30 | 63.0 | 36.7 | 70.2 | 169.9 | 6/11.12.13 |
| 1983 | 88.4 | 151.2 | 239.6 | 9/1.2 | 88.4 | 151.2 | 0.6 | 240.2 | 9/1.2.3 |
| 1984 | 108.5 | 89.1 | 197.6 | 8/12.13 | 93.8 | 89.6 | 47.1 | 230.5 | 9/19.20.21 |
| 1985 | 123.6 | 29.5 | 153.1 | 10/4.5 | 25.0 | 123.6 | 29.5 | 178.1 | 10.3.4.5 |
| 1986 | 64.2 | 120.6 | 184.8 | 5/29.30 | 7.4 | 64.2 | 120.6 | 192.2 | 5/28.29.30 |
| 1987 | 178.8 | 12.1 | 190.9 | 7/21.22 | 178.8 | 12.1 | 8.4 | 199.3 | 7/21.22.23 |
| 1988 | 126.1 | 135.1 | 261.2 | 9/1.2 | 126.1 | 135.1 | 21.1 | 282.3 | 9/1.2.3 |
| 1989 | 236.9 | 30.4 | 267.3 | 6/6.7 | 236.9 | 30.4 | 71.1 | 338.4 | 6/6.7.8 |
| 1990 | 134.7 | 13.5 | 148.2 | 6/2.3 | 91.3 | 22.5 | 76.9 | 190.7 | 5/1.2.3 |
| 1991 | 59.4 | 75.8 | 135.2 | 6/2.3 | 3.9 | 59.4 | 75.8 | 139.1 | 6/1.2.3 |
| 1992 | 120.0 | 101.4 | 221.4 | 9/10.11 | 120.0 | 101.4 | 118.7 | 340.1 | 9/10.11.12 |
| 1993 | 12.0 | 133.7 | 145.7 | 5/28.29 | 12.0 | 133.7 | 6.0 | 151.7 | 5/28.29.30 |
| 1994 | 108.1 | 61.8 | 169.9 | 10/11.12 | 108.1 | 61.8 | 51.3 | 201.2 | 10/11.12.13 |
| 1995 | 46.9 | 141.1 | 188.0 | 6/14.15 | 46.9 | 141.1 | 4.8 | 192.8 | 6/14.15.16 |
| 1996 | 102.3 | 69.4 | 171.7 | 8/19.20 | 102.3 | 69.4 | 37.1 | 208.8 | 8/19.20.21 |
| 1997 | 106.6 | 80.0 | 186.6 | 9/29.30 | 3.3 | 106.6 | 80.0 | 189.9 | 9/28.29.30 |
| 1998 | 44.5 | 194.2 | 238.7 | 9/7.8 | 84.4 | 44.5 | 194.2 | 323.1 | 9/6.7.8 |

Fuente: CNA

Cuadro N.2.6 Precipitaciones Máximas Continuas por 2 o 3 Días en Tapachula

| Año | 2 días continuos (mm) | | | | 3 días continuos (mm) | | | | |
|------|-----------------------|---------|-------|----------|-----------------------|---------|---------|-------|-------------|
| | 1er día | 2do día | Total | Periodo | 1er día | 2do día | 3er día | Total | Periodo |
| 1978 | 29.2 | 193.6 | 222.8 | 9/18,19 | 193.6 | 22.6 | 42.3 | 258.5 | 9/19,20,21 |
| 1979 | 108.5 | 30.3 | 138.8 | 8/17,18 | 102.8 | 16.5 | 67.8 | 187.1 | 8/21,22,23 |
| 1980 | 92.2 | 59.6 | 151.8 | 7/29,30 | 59.9 | 29.4 | 118.9 | 208.2 | 8/19,20,21 |
| 1981 | 85.3 | 29.2 | 114.5 | 8/7,8 | 85.3 | 29.2 | 72.6 | 187.1 | 8/7,8,9 |
| 1982 | 146.0 | 64.9 | 210.9 | 9/19,20 | 146.0 | 64.9 | 12.6 | 223.5 | 9/19,20,21 |
| 1983 | 127.0 | 0.0 | 127.0 | 6/18,19 | 127.0 | 0.0 | 0.4 | 127.4 | 6/18,19,20 |
| 1984 | 143.5 | 2.6 | 146.1 | 10/6,7 | 27.0 | 27.1 | 99.6 | 153.7 | 10/28,29,30 |
| 1985 | 59.9 | 42.9 | 102.8 | 8/28,29 | 32.8 | 49.9 | 29.1 | 111.8 | 8/21,22,23 |
| 1986 | 95.3 | 172.7 | 268.0 | 10/15,16 | 36.6 | 95.3 | 172.7 | 304.6 | 10/14,15,16 |
| 1987 | 56.9 | 62.5 | 119.4 | 9/20,21 | 56.9 | 62.5 | 0.0 | 119.4 | 9/20,21,22 |
| 1988 | 207.9 | 54.5 | 262.4 | 9/1,2 | 53.2 | 207.9 | 54.5 | 315.6 | 8/31,9/1,2 |
| 1989 | 39.3 | 77.8 | 117.1 | 9/29,30 | 6.3 | 59.3 | 77.8 | 123.4 | 9/28,29,30 |
| 1990 | 119.2 | 105.7 | 224.9 | 5/3,4 | 119.2 | 105.7 | 0.0 | 224.9 | 5/3,4,5 |
| 1991 | 22.9 | 69.8 | 92.7 | 10/21,22 | 17.3 | 0.5 | 83.8 | 101.6 | 5/15,16,17 |
| 1992 | 23.3 | 131.6 | 154.9 | 9/11,12 | 27.0 | 23.3 | 131.6 | 181.9 | 9/10,11,12 |
| 1993 | 0.4 | 123.8 | 124.2 | 8/13,14 | 54.8 | 0.4 | 123.8 | 179.0 | 8/12,13,14 |
| 1994 | 22.0 | 77.7 | 99.7 | 10/8,9 | 33.2 | 22.0 | 77.7 | 132.9 | 10/7,8,9 |
| 1995 | 3.6 | 154.4 | 158.0 | 9/28,29 | 109.5 | 3.6 | 154.4 | 267.5 | 9/27,28,29 |
| 1996 | 82.2 | 56.5 | 138.7 | 8/8,9 | 82.2 | 56.5 | 11.9 | 150.6 | 8/8,9,10 |
| 1997 | 113.4 | 33.0 | 146.4 | 11/12,13 | 7.6 | 113.4 | 33.0 | 154.0 | 11/11,12,13 |
| 1998 | 158.4 | 122.6 | 281.0 | 9/8,9 | 158.4 | 122.6 | 119.5 | 400.5 | 9/8,9,10 |

Fuente: CNA

Cuadro N.2.7 Precipitación Diaria Máxima Probable en las Estaciones Representativas

(unidad: mm)

| Periodo de Retorn | Margartitas | | Escuintla | | Despoblado | | Huxtla | | Iapachula | |
|-------------------|-------------|--------|-----------|--------|------------|--------|--------|--------|-----------|--------|
| | Iwai | Gumbel | Iwai | Gumbel | Iwai | Gumbel | Iwai | Gumbel | Iwai | Gumbel |
| 2 | 135.7 | 135.6 | 132.9 | 135.1 | 130.1 | 131.5 | 131.6 | 131.8 | 116.9 | 117.5 |
| 5 | 171.3 | 177.3 | 173.3 | 182.5 | 159.4 | 167.9 | 160.6 | 165.5 | 151.0 | 157.2 |
| 10 | 193.7 | 204.9 | 200.7 | 213.9 | 179.3 | 192.0 | 179.3 | 187.8 | 173.2 | 183.4 |
| 30 | 226.3 | 246.6 | 242.9 | 261.3 | 210.1 | 228.4 | 207.0 | 221.4 | 206.1 | 223.0 |
| 50 | 240.9 | 265.6 | 262.6 | 283.0 | 224.5 | 245.1 | 219.6 | 236.8 | 221.1 | 241.1 |
| 100 | 260.3 | 291.3 | 289.7 | 312.2 | 244.2 | 267.5 | 236.4 | 257.5 | 241.3 | 265.5 |
| 200 | 279.4 | 316.8 | 317.3 | 341.3 | 264.4 | 289.8 | 253.3 | 278.2 | 261.5 | 289.9 |

Fecha: CNA, 1978 a 1997

Cuadro N.2.8 Precipitación Diaria Máxima Probable en las Estaciones Representativas

(unidad: mm)

| Periodo de Retorno | Margaritas | | Escuintla | | Despoblado | | Hunxtla | | Iapachula | |
|-------------------------|------------|--------|-----------|--------|------------|--------|---------|--------|-----------|--------|
| | Iwai | Gumbel | Iwai | Gumbel | Iwai | Gumbel | Iwai | Gumbel | Iwai | Gumbel |
| 2 días de Precipitación | 166.5 | 173.1 | 192.9 | 193.0 | 181.0 | 182.2 | 179.6 | 180.1 | 144.9 | 148.7 |
| | 216.3 | 233.9 | 240.0 | 249.9 | 227.7 | 240.5 | 214.0 | 220.5 | 190.6 | 204.2 |
| | 254.0 | 274.2 | 270.0 | 287.6 | 258.5 | 279.1 | 236.2 | 247.3 | 222.9 | 240.9 |
| | 317.4 | 335.1 | 314.1 | 344.6 | 304.8 | 337.5 | 269.1 | 287.8 | 274.3 | 296.4 |
| | 349.0 | 362.9 | 333.9 | 370.6 | 326.0 | 364.1 | 284.0 | 306.3 | 298.9 | 321.8 |
| | 394.4 | 400.4 | 360.4 | 405.7 | 354.8 | 400.0 | 304.0 | 331.2 | 333.2 | 356.0 |
| 442.7 | 437.8 | 386.7 | 440.6 | 383.8 | 435.8 | 324.0 | 356.1 | 368.7 | 390.0 | |
| 3 días de Precipitación | 196.9 | 200.2 | 218.8 | 224.6 | 205.7 | 209.4 | 204.3 | 206.4 | 173.7 | 176.5 |
| | 256.1 | 276.9 | 282.3 | 317.7 | 257.6 | 275.4 | 252.1 | 264.4 | 231.0 | 242.6 |
| | 296.7 | 327.6 | 328.6 | 379.3 | 293.9 | 319.0 | 284.3 | 302.8 | 269.7 | 286.3 |
| | 359.7 | 404.4 | 404.1 | 472.4 | 351.3 | 385.0 | 333.7 | 360.8 | 329.2 | 352.4 |
| | 389.2 | 439.4 | 440.8 | 515.0 | 378.5 | 415.1 | 356.6 | 387.3 | 356.9 | 382.6 |
| | 429.9 | 486.7 | 492.7 | 572.3 | 416.3 | 455.8 | 388.0 | 423.1 | 394.8 | 423.3 |
| 471.6 | 533.7 | 547.1 | 629.4 | 455.4 | 496.2 | 420.0 | 458.7 | 433.3 | 463.9 | |

Fecha: CNA, 1978-1997

Cuadro N.2.9 Precipitación Máxima en la Estación Tapachula

| Año | Tiempo de Duración (min) | | | | | |
|------|--------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 60 | 120 | 180 | 360 | 720 | 1440 |
| 1985 | 43.0 | 63.0 | 64.7 | 64.7 | 64.7 | 66.0 |
| 1986 | 73.8 | 107.6 | 110.4 | 151.1 | 151.1 | 172.7 |
| 1987 | 93.5 | 95.0 | 95.0 | 101.1 | 101.1 | 101.1 |
| 1988 | 55.4 | 65.8 | 75.4 | 91.6 | 123.8 | 207.9 |
| 1989 | 44.0 | 73.2 | 75.2 | 77.8 | 87.1 | 87.1 |
| 1990 | 78.0 | 85.0 | 85.8 | 91.0 | 100.3 | 119.2 |
| 1991 | 60.0 | 73.5 | 74.0 | 74.0 | 83.8 | 83.8 |
| 1992 | 70.6 | 99.1 | 120.3 | 125.4 | 125.4 | 131.6 |
| 1993 | 61.0 | 93.3 | 100.4 | 107.7 | 111.5 | 123.8 |
| 1994 | 48.5 | 62.5 | 69.0 | 77.2 | 77.2 | 77.7 |
| 1995 | 87.3 | 101.3 | 104.6 | 105.8 | 154.4 | 154.4 |
| 1996 | 47.9 | 70.8 | 74.9 | 78.5 | 82.2 | 88.9 |
| 1997 | 69.0 | 69.2 | 69.2 | 71.7 | 109.9 | 113.4 |
| 1998 | 55.8 | 73.0 | 78.2 | 100.2 | 116.2 | 158.4 |

Fuene: CNA Estación Meteorologica de Tapachula

Cuadro N.2.10 Profundidad de la Precipitación Probable en la Estación Tapachula

(Método de Gumbel)

Unidad: mm

| Tiempo de Duración (min) | Período de Retorno (Año) | | | | | | |
|-----------------------------|--------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 100 | 50 | 30 | 20 | 10 | 5 | 2 |
| 60 | 125.4 | 114.8 | 107.0 | 100.7 | 89.8 | 78.4 | 61.2 |
| 120 | 141.5 | 131.1 | 123.5 | 117.3 | 106.7 | 95.6 | 78.8 |
| 180 | 153.9 | 142.2 | 133.5 | 126.6 | 114.6 | 102.1 | 83.1 |
| 360 | 186.1 | 170.4 | 158.9 | 149.5 | 133.3 | 116.4 | 90.9 |
| 720 | 210.4 | 192.6 | 179.4 | 168.9 | 150.6 | 131.5 | 102.7 |
| 1440 | 265.8 | 241.7 | 223.7 | 209.4 | 184.5 | 158.5 | 119.2 |

(Método de Iwai)

Unidad: mm

| Tiempo de Duración (min) | Período de Retorno (Año) | | | | | | |
|-----------------------------|--------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 100 | 50 | 30 | 20 | 10 | 5 | 2 |
| 60 | 112.2 | 104.0 | 97.9 | 92.9 | 84.3 | 75.2 | 61.0 |
| 120 | 127.9 | 119.9 | 114.0 | 109.3 | 101.0 | 92.1 | 78.5 |
| 180 | 139.2 | 129.7 | 122.7 | 117.1 | 107.5 | 97.5 | 82.4 |
| 360 | 168.6 | 154.9 | 144.9 | 137.1 | 123.6 | 109.8 | 89.7 |
| 720 | 182.0 | 170.3 | 161.4 | 154.1 | 141.1 | 126.8 | 103.3 |
| 1440 | 240.1 | 221.0 | 206.8 | 195.3 | 175.0 | 153.3 | 119.1 |

Cuadro N.2.11 Resultados de Estimación de las Constantes de Fórmula de Intensidad y Duración de las Lluvias

Calculo de las Constantes a y b
n = 0.5

| N | Lluvia | | | t'n | r * t'n | r^2 | r^2 * t'n |
|-------|------------------|-----------------|----------------------|------|---------|----------|-----------|
| | Duración t (min) | Cantidad R (mm) | Intensidad r (mm/hr) | | | | |
| 1 | 60 | 104.0 | 104.0 | 7.7 | 803.6 | 10,816.0 | 83,780.4 |
| 2 | 120 | 119.9 | 60.0 | 11.0 | 656.7 | 3,591.0 | 39,370.3 |
| 3 | 180 | 129.7 | 43.2 | 13.4 | 580.0 | 1,869.1 | 25,076.9 |
| 4 | 360 | 154.9 | 25.8 | 19.0 | 489.8 | 666.5 | 12,646.0 |
| 5 | 720 | 170.3 | 14.2 | 26.8 | 380.8 | 201.4 | 5,404.2 |
| 6 | 1440 | 221.0 | 9.2 | 37.9 | 319.4 | 81.8 | 3,217.7 |
| Total | | | 256.4 | | 3,262.4 | 17,231.8 | 169,495.4 |
| | | A | | | B | C | D |

$a = (A^2 D - B^2 C) / (A^2 - N^2 C) = 339$
 $b = (N^2 D - A^2 B) / (A^2 - N^2 C) = -4.79$

$r = a(t'n + b) = 339 t'n - 0.5 - 4.79$

| Intensidad de Lluvia Calculada | Desvío s | s^2 |
|--------------------------------|----------|--------|
| 111.7 | -10.7 | 114.49 |
| 55.0 | 5.0 | 24.51 |
| 39.3 | 3.9 | 15.49 |
| 23.9 | 1.9 | 3.67 |
| 15.4 | -1.2 | 1.41 |
| 10.2 | -1.0 | 1.03 |
| | | 160.31 |

n = 0.6

| N | Lluvia | | | t'n | r * t'n | r^2 | r^2 * t'n |
|-------|------------------|-----------------|----------------------|------|---------|----------|-----------|
| | Duración t (min) | Cantidad R (mm) | Intensidad r (mm/hr) | | | | |
| 1 | 60 | 104.0 | 104.0 | 11.7 | 1,213.2 | 10,816.0 | 126,170.4 |
| 2 | 120 | 119.9 | 60.0 | 17.7 | 1,060.0 | 3,591.0 | 63,545.8 |
| 3 | 180 | 129.7 | 43.2 | 22.6 | 974.9 | 1,869.1 | 42,130.3 |
| 4 | 360 | 154.9 | 25.8 | 31.2 | 882.4 | 666.5 | 22,781.5 |
| 5 | 720 | 170.3 | 14.2 | 51.8 | 735.2 | 201.4 | 10,434.4 |
| 6 | 1440 | 221.0 | 9.2 | 78.5 | 723.1 | 81.8 | 6,658.5 |
| Total | | | 256.4 | | 5,588.9 | 17,231.8 | 271,740.9 |
| | | A | | | B | C | D |

$a = (A^2 D - B^2 C) / (A^2 - N^2 C) = 707$
 $b = (N^2 D - A^2 B) / (A^2 - N^2 C) = -5.24$

$r = a(t'n + b) = 707 t'n - 0.6 - 5.24$

| Intensidad de Lluvia Calculada | Desvío s | s^2 |
|--------------------------------|----------|-------|
| 110.0 | -6.0 | 36.41 |
| 56.8 | 3.1 | 9.75 |
| 40.8 | 2.4 | 5.72 |
| 24.4 | 1.4 | 1.92 |
| 15.2 | -1.0 | 0.98 |
| 9.6 | -0.4 | 0.19 |
| | | 55.00 |

n = 2/3 = 0.6667

| N | Lluvia | | | t'n | r * t'n | r^2 | r^2 * t'n |
|-------|------------------|-----------------|----------------------|-------|---------|----------|-----------|
| | Duración t (min) | Cantidad R (mm) | Intensidad r (mm/hr) | | | | |
| 1 | 60 | 104.0 | 104.0 | 15.3 | 1,591.1 | 10,816.0 | 165,790.7 |
| 2 | 120 | 119.9 | 60.0 | 24.3 | 1,458.7 | 3,591.0 | 82,451.8 |
| 3 | 180 | 129.7 | 43.2 | 31.9 | 1,378.5 | 1,869.1 | 59,597.4 |
| 4 | 360 | 154.9 | 25.8 | 50.6 | 1,306.7 | 666.5 | 33,735.5 |
| 5 | 720 | 170.3 | 14.2 | 80.3 | 1,140.3 | 201.4 | 16,182.7 |
| 6 | 1440 | 221.0 | 9.2 | 127.5 | 1,171.5 | 81.8 | 10,815.4 |
| Total | | | 256.4 | | 8,052.9 | 17,231.8 | 373,373.5 |
| | | A | | | B | C | D |

$a = (A^2 D - B^2 C) / (A^2 - N^2 C) = 1,142$
 $b = (N^2 D - A^2 B) / (A^2 - N^2 C) = -4.69$

$r = a(t'n + b) = 1142 t'n - 0.6667 - 4.69$

| Intensidad de Lluvia Calculada | Desvío s | s^2 |
|--------------------------------|----------|-------|
| 137.3 | -5.3 | 28.09 |
| 58.1 | 1.8 | 3.28 |
| 42.0 | 1.2 | 1.54 |
| 24.9 | 1.0 | 0.90 |
| 15.1 | -0.9 | 0.81 |
| 9.3 | -0.1 | 0.01 |
| | | 35.42 |

n = 0.7

| N | Lluvia | | | t'n | r * t'n | r^2 | r^2 * t'n |
|-------|------------------|-----------------|----------------------|-------|---------|----------|-----------|
| | Duración t (min) | Cantidad R (mm) | Intensidad r (mm/hr) | | | | |
| 1 | 60 | 104.0 | 104.0 | 17.6 | 1,827.0 | 10,816.0 | 190,008.3 |
| 2 | 120 | 119.9 | 60.0 | 28.5 | 1,710.9 | 3,591.0 | 102,566.4 |
| 3 | 180 | 129.7 | 43.2 | 37.9 | 1,638.7 | 1,869.1 | 70,818.1 |
| 4 | 360 | 154.9 | 25.8 | 61.6 | 1,589.7 | 666.5 | 41,040.4 |
| 5 | 720 | 170.3 | 14.2 | 100.0 | 1,419.6 | 201.4 | 20,146.5 |
| 6 | 1440 | 221.0 | 9.2 | 162.5 | 1,496.4 | 81.8 | 13,778.9 |
| Total | | | 256.4 | | 9,682.3 | 17,231.8 | 438,388.7 |
| | | A | | | B | C | D |

$a = (A^2 D - B^2 C) / (A^2 - N^2 C) = 1,446$
 $b = (N^2 D - A^2 B) / (A^2 - N^2 C) = -3.93$

$r = a(t'n + b) = 1446 t'n - 0.7 - 3.93$

| Intensidad de Lluvia Calculada | Desvío s | s^2 |
|--------------------------------|----------|------|
| 106.0 | -2.0 | 4.13 |
| 58.8 | 1.2 | 1.41 |
| 42.6 | 0.7 | 0.45 |
| 25.1 | 0.7 | 0.54 |
| 15.0 | -0.9 | 0.73 |
| 9.1 | 0.1 | 0.01 |
| | | 7.27 |

n = 0.75

| N | Lluvia | | | t'n | r * t'n | r^2 | r^2 * t'n |
|-------|------------------|-----------------|----------------------|-------|----------|----------|-----------|
| | Duración t (min) | Cantidad R (mm) | Intensidad r (mm/hr) | | | | |
| 1 | 60 | 104.0 | 104.0 | 21.6 | 2,242.1 | 10,816.0 | 233,174.0 |
| 2 | 120 | 119.9 | 60.0 | 36.3 | 2,173.6 | 3,591.0 | 130,306.0 |
| 3 | 180 | 129.7 | 43.2 | 49.1 | 2,124.6 | 1,869.1 | 91,852.7 |
| 4 | 360 | 154.9 | 25.8 | 82.6 | 2,133.7 | 666.5 | 55,084.2 |
| 5 | 720 | 170.3 | 14.2 | 139.0 | 1,972.6 | 201.4 | 27,994.1 |
| 6 | 1440 | 221.0 | 9.2 | 233.8 | 2,152.5 | 81.8 | 19,821.4 |
| Total | | | 256.4 | | 12,799.0 | 17,231.8 | 558,232.3 |
| | | A | | | B | C | D |

$a = (A^2 D - B^2 C) / (A^2 - N^2 C) = 2,056$
 $b = (N^2 D - A^2 B) / (A^2 - N^2 C) = -1.80$

$r = a(t'n + b) = 2056 t'n - 0.75 - 1.80$

| Intensidad de Lluvia Calculada | Desvío s | s^2 |
|--------------------------------|----------|------|
| 104.1 | -0.1 | 0.00 |
| 59.7 | 0.3 | 0.08 |
| 43.4 | -0.2 | 0.04 |
| 25.4 | 0.4 | 0.15 |
| 15.0 | -0.8 | 0.63 |
| 8.9 | 0.3 | 0.12 |
| | | 1.02 |

n = 0.8

| N | Lluvia | | | t'n | r * t'n | r^2 | r^2 * t'n |
|-------|------------------|-----------------|----------------------|-------|----------|----------|-----------|
| | Duración t (min) | Cantidad R (mm) | Intensidad r (mm/hr) | | | | |
| 1 | 60 | 104.0 | 104.0 | 26.5 | 2,751.4 | 10,816.0 | 286,146.0 |
| 2 | 120 | 119.9 | 60.0 | 46.1 | 2,761.4 | 3,591.0 | 165,547.8 |
| 3 | 180 | 129.7 | 43.2 | 63.7 | 2,754.5 | 1,869.1 | 119,084.6 |
| 4 | 360 | 154.9 | 25.8 | 110.9 | 2,853.8 | 666.5 | 73,933.7 |
| 5 | 720 | 170.3 | 14.2 | 193.1 | 2,740.9 | 201.4 | 58,898.5 |
| 6 | 1440 | 221.0 | 9.2 | 336.3 | 3,096.5 | 81.8 | 28,513.6 |
| Total | | | 256.4 | | 16,968.5 | 17,231.8 | 712,124.1 |
| | | A | | | B | C | D |

$a = (A^2 D - B^2 C) / (A^2 - N^2 C) = 2,917$
 $b = (N^2 D - A^2 B) / (A^2 - N^2 C) = 2.07$

$r = a(t'n + b) = 2917 t'n - 0.8 + 2.07$

| Intensidad de Lluvia Calculada | Desvío s | s^2 |
|--------------------------------|----------|------|
| 102.3 | 1.7 | 3.03 |
| 60.6 | -0.1 | 0.43 |
| 44.3 | -1.1 | 1.23 |
| 25.8 | 0.0 | 0.00 |
| 14.9 | -0.8 | 0.56 |
| 8.6 | 0.6 | 0.34 |
| | | 5.60 |

Cuadro N.2.12 Resultados de Estimación de las Constantes da Fórmula de Intensidad y Duración de las Lluvias
(Cálculo de la Constante a y b)

Período de Retorno = 100 años, n=0.75

| N | Lluvia | | | t ⁿ | r * t ⁿ | r ² | r ² * t ⁿ |
|-------|---------------------|--------------------|-------------------------|----------------|--------------------|----------------|---------------------------------|
| | Duración t (min) | Cantidad R (mm) | Intensidad r (mm/hr) | | | | |
| 1 | 60 | 112.2 | 112.2 | 21.6 | 2,418.8 | 12,588.8 | 271,395.3 |
| 2 | 120 | 127.9 | 64.0 | 36.3 | 2,318.6 | 4,089.6 | 148,274.7 |
| 3 | 180 | 139.2 | 46.4 | 49.1 | 2,280.2 | 2,153.0 | 105,801.1 |
| 4 | 360 | 168.6 | 28.1 | 82.6 | 2,322.4 | 789.6 | 65,258.9 |
| 5 | 720 | 182.0 | 15.2 | 139.0 | 2,108.1 | 230.0 | 31,972.7 |
| 6 | 1440 | 240.1 | 10.0 | 233.8 | 2,338.6 | 100.1 | 23,395.6 |
| Total | | | 275.8 | | 13,786.7 | 19,951.1 | 646,096.3 |
| | | | A | | B | C | D |
| | | | | | 2,220 | | |
| | | | | | -1.69 | | |

$$a = (A^2 D - B^2 C) / (A^2 - N^2 C) =$$

$$b = (N^2 D - A^2 B) / (A^2 - N^2 C) =$$

Período de Retorno = 20 años, n=0.75

| N | Lluvia | | | t ⁿ | r * t ⁿ | r ² | r ² * t ⁿ |
|-------|---------------------|--------------------|-------------------------|----------------|--------------------|----------------|---------------------------------|
| | Duración t (min) | Cantidad R (mm) | Intensidad r (mm/hr) | | | | |
| 1 | 60 | 92.9 | 92.9 | 21.6 | 2,002.8 | 8,630.4 | 186,056.5 |
| 2 | 120 | 109.3 | 54.7 | 36.3 | 1,981.4 | 2,986.6 | 108,284.5 |
| 3 | 180 | 117.1 | 39.0 | 49.1 | 1,918.2 | 1,523.6 | 74,873.1 |
| 4 | 360 | 137.1 | 22.9 | 82.6 | 1,888.5 | 522.1 | 43,151.8 |
| 5 | 720 | 154.1 | 12.8 | 139.0 | 1,784.9 | 164.9 | 22,921.5 |
| 6 | 1440 | 195.3 | 8.1 | 233.8 | 1,902.2 | 66.2 | 15,479.4 |
| Total | | | 230.4 | | 11,478.0 | 13,893.9 | 450,766.8 |
| | | | A | | B | C | D |
| | | | | | 1,837 | | |
| | | | | | -1.98 | | |

$$a = (A^2 D - B^2 C) / (A^2 - N^2 C) =$$

$$b = (N^2 D - A^2 B) / (A^2 - N^2 C) =$$

Período de Retorno = 10 años, n=0.75

| N | Lluvia | | | t ⁿ | r * t ⁿ | r ² | r ² * t ⁿ |
|-------|---------------------|--------------------|-------------------------|----------------|--------------------|----------------|---------------------------------|
| | Duración t (min) | Cantidad R (mm) | Intensidad r (mm/hr) | | | | |
| 1 | 60 | 84.3 | 84.3 | 21.6 | 1,817.4 | 7,106.5 | 153,203.5 |
| 2 | 120 | 101.0 | 50.5 | 36.3 | 1,831.0 | 2,550.3 | 92,463.2 |
| 3 | 180 | 107.5 | 35.8 | 49.1 | 1,760.9 | 1,284.0 | 63,099.9 |
| 4 | 360 | 123.6 | 20.6 | 82.6 | 1,702.5 | 424.4 | 35,072.1 |
| 5 | 720 | 141.1 | 11.8 | 139.0 | 1,634.4 | 138.3 | 19,217.2 |
| 6 | 1440 | 175.0 | 7.3 | 233.8 | 1,704.5 | 53.2 | 12,428.7 |
| Total | | | 210.3 | | 10,450.6 | 11,556.6 | 375,484.5 |
| | | | A | | B | C | D |
| | | | | | 1,665 | | |
| | | | | | -2.20 | | |

$$a = (A^2 D - B^2 C) / (A^2 - N^2 C) =$$

$$b = (N^2 D - A^2 B) / (A^2 - N^2 C) =$$

Período de Retorno = 5 años, n=0.75

| N | Lluvia | | | t ⁿ | r * t ⁿ | r ² | r ² * t ⁿ |
|-------|---------------------|--------------------|-------------------------|----------------|--------------------|----------------|---------------------------------|
| | Duración t (min) | Cantidad R (mm) | Intensidad r (mm/hr) | | | | |
| 1 | 60 | 75.2 | 75.2 | 21.6 | 1,621.2 | 5,655.0 | 121,912.7 |
| 2 | 120 | 92.1 | 46.1 | 36.3 | 1,669.6 | 2,120.6 | 76,885.6 |
| 3 | 180 | 97.5 | 32.5 | 49.1 | 1,597.1 | 1,056.3 | 51,906.4 |
| 4 | 360 | 109.8 | 18.3 | 82.6 | 1,512.4 | 334.9 | 27,677.6 |
| 5 | 720 | 126.8 | 10.6 | 139.0 | 1,468.7 | 111.7 | 15,519.4 |
| 6 | 1440 | 153.3 | 6.4 | 233.8 | 1,493.1 | 40.8 | 9,537.5 |
| Total | | | 189.0 | | 9,362.2 | 9,319.2 | 303,439.3 |
| | | | A | | B | C | D |
| | | | | | 1,481 | | |
| | | | | | -2.53 | | |

$$a = (A^2 D - B^2 C) / (A^2 - N^2 C) =$$

$$b = (N^2 D - A^2 B) / (A^2 - N^2 C) =$$

Período de Retorno = 2 años, n=0.75

| N | Lluvia | | | t ⁿ | r * t ⁿ | r ² | r ² * t ⁿ |
|-------|---------------------|--------------------|-------------------------|----------------|--------------------|----------------|---------------------------------|
| | Duración t (min) | Cantidad R (mm) | Intensidad r (mm/hr) | | | | |
| 1 | 60 | 61.0 | 61.0 | 21.6 | 1,315.1 | 3,721.0 | 80,218.2 |
| 2 | 120 | 78.5 | 39.3 | 36.3 | 1,423.1 | 1,540.6 | 55,855.4 |
| 3 | 180 | 82.4 | 27.5 | 49.1 | 1,349.8 | 754.4 | 37,073.7 |
| 4 | 360 | 89.7 | 15.0 | 82.6 | 1,235.6 | 223.5 | 18,471.8 |
| 5 | 720 | 103.3 | 8.6 | 139.0 | 1,196.5 | 74.1 | 10,300.0 |
| 6 | 1440 | 119.1 | 5.0 | 233.8 | 1,160.0 | 24.6 | 5,756.7 |
| Total | | | 156.2 | | 7,680.0 | 6,338.2 | 207,675.9 |
| | | | A | | B | C | D |
| | | | | | 1,192 | | |
| | | | | | -3.39 | | |

$$a = (A^2 D - B^2 C) / (A^2 - N^2 C) =$$

$$b = (N^2 D - A^2 B) / (A^2 - N^2 C) =$$

Cuadro N.3.1 Descarga Maxima (m3/s) en las Estaciones Hidrométricas

| Año | Novillero | | Cacaluta | | Hunxtla | | Huehuetan | |
|------|-----------|--------|----------|--------|---------|--------|-----------|--------|
| | (m3/s) | Día | (m3/s) | Día | (m3/s) | Día | (m3/s) | Día |
| 1986 | 191.560 | 31-May | 120.270 | 20-Ago | 184.472 | 27-Jun | 362.825 | 14-Oct |
| 1987 | 107.800 | 11-Sep | 104.954 | 10-Sep | 321.863 | 21-Jul | 338.393 | 21-Sep |
| 1988 | 179.154 | 13-Ago | 479.746 | 3-Sep | 417.778 | 2-Sep | 707.325 | 2-Sep |
| 1989 | 335.043 | 20-Sep | 165.715 | 20-Sep | 146.845 | 20-Sep | 305.772 | 13-Oct |
| 1990 | - | - | 139.317 | 9-Jul | 172.140 | 12-Sep | 191.551 | 25-Sep |
| 1991 | - | - | 38.226 | 2-Jul | 23.093 | 23-Sep | 182.307 | 31-Ago |
| 1992 | | | 92.597 | 29-Sep | 46.131 | 14-Sep | 587.743 | 10-Sep |
| 1993 | | | 45.691 | 20-Sep | 45.462 | 28-Sep | 382.065 | 16-Sep |
| 1994 | | | 54.773 | 29-Sep | 46.577 | 13-Oct | 1,032.241 | 11-Oct |
| 1995 | | | | | | | | |

| Año | Despoblado | | Coatan/Mal Paso | | Talisman III | | Suchiate II | |
|------|------------|--------|-----------------|--------|--------------|--------|-------------|--------|
| | (m3/s) | Día | (m3/s) | Día | (m3/s) | Día | (m3/s) | Día |
| 1986 | 287.883 | 31-May | | | 194.827 | 26-Ago | 362.825 | 14-Oct |
| 1987 | 73.175 | 10-Jul | - | - | 299.964 | 6-Oct | 338.393 | 21-Sep |
| 1988 | 290.720 | 2-Sep | 144.707 | 3-Sep | 477.829 | 2-Sep | 707.325 | 2-Sep |
| 1989 | 229.099 | 20-Sep | 118.962 | 20-Sep | 266.962 | 17-Oct | 305.772 | 13-Oct |
| 1990 | 20.678 | 12-Sep | - | - | 213.249 | 25-Sep | 191.551 | 25-Sep |
| 1991 | 33.803 | 24-Jun | - | - | 165.655 | 14-Oct | 182.307 | 31-Ago |
| 1992 | 110.494 | 10-Sep | 144.707 | 3-Oct | 214.169 | 21-Ago | 587.743 | 10-Sep |
| 1993 | 253.770 | 14-Ago | 144.958 | 21-Sep | - | - | 382.065 | 16-Sep |
| 1994 | 35.990 | 5-Oct | | | | | 1,032.241 | 11-Oct |
| | | | | | | | | |

Fuente: CNA

Cuadro N.4.1 Gasto Máximo Probable de Inundación

| Cuenca / Río | Punto de Cálculo | Ubicación | Elevación de Punto de Cálculo (m) | Superficie de Cuenca (km ²) | Longitud de Río (km) | Gasto Máximo Probable (arriba) y Gasto Específico (abajo) | | | | | | |
|--------------|------------------|----------------------------------|-----------------------------------|---|----------------------|---|--------------------|---------|---------|---------|---------|--------|
| | | | | | | Unidad | Periodo de Retorno | | | | | |
| | | | | | | | 100-años | 50-años | 20-años | 10-años | 5-años | 2-años |
| Novillero | NOV-1 | Boca de río | 0 | 406.5 | 59.3 | m ³ /s | 1,737.2 | 1,516.4 | 1,286.0 | 1,084.2 | 866.6 | 528.7 |
| | | | | | | m ³ /s/km ² | 4.27 | 3.80 | 3.16 | 2.67 | 2.13 | 1.30 |
| | NOV-2 | Puente de Autopista 200 | 58 | 284.5 | 34.6 | m ³ /s | 1,467.4 | 1,303.8 | 1,080.6 | 907.7 | 722.0 | 433.9 |
| | | | | | | m ³ /s/km ² | 5.16 | 4.58 | 3.80 | 3.19 | 2.54 | 1.53 |
| | NOV-3 | Confluencia de Río Gobierno | 158 | 246.6 | 23.5 | m ³ /s | 1,441.4 | 1,280.9 | 1,062.0 | 892.2 | 709.8 | 426.7 |
| | | | | | | m ³ /s/km ² | 5.85 | 5.19 | 4.31 | 3.62 | 2.88 | 1.73 |
| | NOV-4 | Confluencia de Río Sin Nombre | 245 | 131.0 | 18.5 | m ³ /s | 916.4 | 813.5 | 673.3 | 564.6 | 447.9 | 267.2 |
| | | | | | | m ³ /s/km ² | 7.00 | 6.21 | 5.14 | 4.31 | 3.42 | 2.04 |
| | NOV-5 | Confluencia de Río Rincon | 440 | 66.6 | 11.3 | m ³ /s | 608.7 | 540.4 | 447.2 | 375.1 | 297.5 | 177.5 |
| | | | | | | m ³ /s/km ² | 9.14 | 8.11 | 6.71 | 5.63 | 4.47 | 2.67 |
| San Nicolás | SAN-1 | Boca de río | 0 | 570.2 | 65.3 | m ³ /s | 2,210.7 | 1,967.3 | 1,635.2 | 1,378.4 | 1,101.4 | 684.5 |
| | | | | | | m ³ /s/km ² | 3.88 | 3.45 | 2.87 | 2.42 | 1.93 | 1.20 |
| | SAN-2 | Puente de Autopista 200 | 60 | 125.1 | 34.6 | m ³ /s | 775.8 | 689.7 | 572.3 | 481.2 | 382.9 | 230.3 |
| | | | | | | m ³ /s/km ² | 6.20 | 5.51 | 4.57 | 3.85 | 3.06 | 1.84 |
| | SAN-3 | Med. de Río San Nicolás | 218 | 117.7 | 32.2 | m ³ /s | 735.9 | 654.2 | 542.9 | 456.4 | 363.2 | 218.5 |
| | | | | | | m ³ /s/km ² | 6.25 | 5.56 | 4.61 | 3.88 | 3.09 | 1.86 |
| | SAN-4 | Confluencia de Río Mazapa | 700 | 43.4 | 13.0 | m ³ /s | 414.9 | 368.3 | 304.9 | 255.7 | 202.9 | 121.0 |
| | | | | | | m ³ /s/km ² | 9.56 | 8.49 | 7.03 | 5.89 | 4.68 | 2.79 |
| Cacaluta | CAC-1 | Boca de río | 0 | 450.8 | 63.8 | m ³ /s | 1,839.5 | 1,637.6 | 1,361.7 | 1,148.0 | 917.7 | 559.8 |
| | | | | | | m ³ /s/km ² | 4.08 | 3.63 | 3.02 | 2.55 | 2.04 | 1.24 |
| | CAC-2 | Puente de Autopista 200 | 40 | 165.7 | 32.7 | m ³ /s | 962.2 | 855.4 | 709.8 | 596.8 | 474.9 | 285.7 |
| | | | | | | m ³ /s/km ² | 5.81 | 5.16 | 4.28 | 3.60 | 2.87 | 1.72 |
| | CAC-3 | Confluencia de Río Agua Caliente | 140 | 155.9 | 25.4 | m ³ /s | 940.6 | 836.2 | 693.9 | 583.4 | 464.3 | 279.3 |
| | | | | | | m ³ /s/km ² | 6.03 | 5.36 | 4.45 | 3.74 | 2.98 | 1.79 |
| | CAC-4 | Confluencia de Río Irazo | 280 | 68.1 | 19.0 | m ³ /s | 540.2 | 479.5 | 396.9 | 332.8 | 264.0 | 157.5 |
| | | | | | | m ³ /s/km ² | 7.93 | 7.04 | 5.83 | 4.89 | 3.88 | 2.31 |
| Cintalapa | CIN-1 | Boca de río | 8 | 368.0 | 65.4 | m ³ /s | 1,550.4 | 1,380.2 | 1,147.7 | 967.6 | 773.4 | 471.8 |
| | | | | | | m ³ /s/km ² | 4.21 | 3.75 | 3.12 | 2.63 | 2.10 | 1.28 |
| | CIN-2 | Puente de Autopista 200 | 90 | 227.9 | 34.5 | m ³ /s | 1,219.1 | 1,083.8 | 899.4 | 756.1 | 601.7 | 361.9 |
| | | | | | | m ³ /s/km ² | 5.35 | 4.76 | 3.95 | 3.32 | 2.64 | 1.59 |
| | CIN-3 | Med. de Río Cintalapa | 208 | 207.1 | 28.5 | m ³ /s | 1,199.2 | 1,066.1 | 884.7 | 743.7 | 591.9 | 356.0 |
| | | | | | | m ³ /s/km ² | 5.79 | 5.15 | 4.27 | 3.59 | 2.86 | 1.72 |
| | CIN-4 | Confluencia de Río Rosario | 520 | 171.6 | 17.5 | m ³ /s | 1,152.8 | 1,032.4 | 847.0 | 710.3 | 563.5 | 336.1 |
| | | | | | | m ³ /s/km ² | 6.72 | 6.02 | 4.94 | 4.14 | 3.28 | 1.96 |
| | CIN-5 | Confluencia de Río Agua Caliente | 590 | 84.4 | 15.5 | m ³ /s | 679.8 | 603.5 | 499.4 | 418.8 | 332.3 | 198.2 |
| | | | | | | m ³ /s/km ² | 8.05 | 7.15 | 5.92 | 4.96 | 3.94 | 2.35 |
| Vado Anch | VAD-1 | Boca de río | 8 | 296.2 | 65.5 | m ³ /s | 1,303.0 | 1,159.9 | 964.4 | 813.1 | 649.8 | 396.4 |
| | | | | | | m ³ /s/km ² | 4.40 | 3.92 | 3.26 | 2.75 | 2.19 | 1.34 |
| | VAD-2 | Puente de Autopista 200 | 48 | 170.6 | 36.2 | m ³ /s | 953.2 | 847.4 | 703.2 | 591.2 | 470.5 | 283.0 |
| | | | | | | m ³ /s/km ² | 5.59 | 4.97 | 4.12 | 3.47 | 2.76 | 1.66 |
| | VAD-3 | Confluencia de Río Los Cimientos | 263 | 117.6 | 20.6 | m ³ /s | 815.2 | 723.7 | 599.0 | 502.3 | 398.5 | 237.7 |
| | | | | | | m ³ /s/km ² | 6.93 | 6.15 | 5.09 | 4.27 | 3.39 | 2.02 |
| | VAD-4 | Confluencia de Río Jordan | 318 | 87.6 | 18.5 | m ³ /s | 665.5 | 590.8 | 489.0 | 410.1 | 325.3 | 194.0 |
| | | | | | | m ³ /s/km ² | 7.60 | 6.74 | 5.58 | 4.68 | 3.71 | 2.21 |
| Comaltitlan | COM-1 | Boca de río | 0 | 631.2 | 77.0 | m ³ /s | 2,311.6 | 2,059.3 | 1,714.6 | 1,406.5 | 1,137.4 | 717.7 |
| | | | | | | m ³ /s/km ² | 3.66 | 3.26 | 2.72 | 2.23 | 1.80 | 1.14 |
| | COM-2 | Puente de Autopista 200 | 30 | 240.2 | 49.0 | m ³ /s | 1,179.1 | 1,049.0 | 871.5 | 733.6 | 585.2 | 354.6 |
| | | | | | | m ³ /s/km ² | 4.91 | 4.37 | 3.63 | 3.05 | 2.44 | 1.48 |
| | COM-3 | Med. de Río Comaltitlan | 120 | 202.4 | 42.8 | m ³ /s | 1,076.1 | 957.4 | 795.4 | 669.5 | 534.1 | 323.6 |
| | | | | | | m ³ /s/km ² | 5.32 | 4.73 | 3.93 | 3.31 | 2.64 | 1.60 |
| | COM-4 | Confluencia de Río Los Cabañas | 1140 | 89.4 | 15.4 | m ³ /s | 712.4 | 632.5 | 523.5 | 439.0 | 348.3 | 207.8 |
| | | | | | | m ³ /s/km ² | 7.97 | 7.07 | 5.86 | 4.91 | 3.90 | 2.32 |
| Huixtla | HUI-1 | Boca de río | 0 | 799.9 | 76.5 | m ³ /s | 2,797.3 | 2,492.1 | 2,075.0 | 1,752.0 | 1,403.2 | 861.5 |
| | | | | | | m ³ /s/km ² | 3.50 | 3.12 | 2.59 | 2.19 | 1.75 | 1.08 |
| | HUI-2 | Puente de Autopista 200 | 38 | 364.2 | 42.5 | m ³ /s | 1,726.2 | 1,535.4 | 1,275.1 | 1,073.2 | 856.0 | 518.5 |
| | | | | | | m ³ /s/km ² | 4.74 | 4.22 | 3.50 | 2.95 | 2.35 | 1.42 |
| | HUI-3 | Confluencia de Río Pedregoso | 260 | 268.2 | 30.4 | m ³ /s | 1,453.7 | 1,291.8 | 1,071.0 | 899.8 | 715.8 | 430.3 |
| | | | | | | m ³ /s/km ² | 5.42 | 4.82 | 3.99 | 3.35 | 2.67 | 1.60 |
| | HUI-4 | Confluencia de Río Etzumu | 700 | 173.1 | 16.5 | m ³ /s | 1,179.3 | 1,046.9 | 866.5 | 726.8 | 576.6 | 343.9 |
| | | | | | | m ³ /s/km ² | 6.81 | 6.05 | 5.01 | 4.20 | 3.33 | 1.99 |

Cuadro N.5.1 Estimación de la Descarga Específica de Sedimentos

| Cuenca | Sub-cuenca | Area de Captación (km ²) | Precipitación Promedio Anual (mm) | Elevación Media de la Cuenca | | | Relación de Relieve | | | Condición Geológica | log qs | Rendimiento Específico de Sedimentación (m ³ /año/km ²) |
|-------------|------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|------------------------------|--------------------|---------------------|---------------------|----------------------|------------------|---------------------|--------|--|
| | | | | Punto Más Alto (m) | Punto Más Bajo (m) | Elevación Media (m) | ①-② | Longitud del Río (m) | Relación del Río | | | |
| | | | R | (1) | (2) | ME | (3) | (4) | Rr | | | qs |
| Novillero | El Rincón | 48.6 | 3300 | 2,050 | 440 | 1,235 | 1,590 | 11,000 | 0.1445 | III | 3.2332 | 1,710.9 |
| | Golondrinas | 30.4 | 3300 | 1,940 | 440 | 1,190 | 1,500 | 8,000 | 0.1875 | III | 3.4576 | 2,868.4 |
| San Nicolas | Mazapa | 23.9 | 3300 | 2,280 | 700 | 1,490 | 1,580 | 10,500 | 0.1505 | III | 3.2940 | 1,967.9 |
| | Plan Grande | 13.3 | 3200 | 2,430 | 740 | 1,585 | 1,690 | 7,000 | 0.2414 | III | 3.6726 | 4,705.9 |
| Cacaluta | Brazo de la Mina | 12.6 | 3200 | 1,600 | 280 | 940 | 1,320 | 7,100 | 0.1859 | III | 3.4353 | 2,724.7 |
| | Agua Caliente | 72.5 | 3300 | 2,020 | 140 | 1,080 | 1,880 | 20,500 | 0.0917 | III | 2.8428 | 696.3 |
| Cintalapa | El Rosario | 83.5 | 3500 | 2,480 | 520 | 1,500 | 1,960 | 16,600 | 0.1181 | III | 3.1153 | 1,304.0 |
| | A.Pacaval | 28.9 | 3500 | 2,160 | 590 | 1,375 | 1,570 | 8,600 | 0.1826 | III | 3.4974 | 3,143.3 |
| Vado Anch | Jordan | 37.2 | 3500 | 1,720 | 318 | 1,019 | 1,402 | 11,500 | 0.1219 | III | 3.1453 | 1,397.2 |
| | Los Cimientos | 24.2 | 3500 | 1,800 | 263 | 1,032 | 1,537 | 11,000 | 0.1397 | III | 3.2693 | 1,859.2 |
| Comaltitlan | Candelaria | 61.8 | 3500 | 2,600 | 1,140 | 1,870 | 1,460 | 15,400 | 0.0948 | III | 2.9535 | 898.4 |
| | Los Cabañas | 14.7 | 3500 | 2,200 | 1,140 | 1,670 | 1,060 | 7,500 | 0.1413 | III | 3.3145 | 2,062.9 |
| Huixtla | Chevolean | 38.7 | 3500 | 2,100 | 850 | 1,475 | 1,250 | 12,500 | 0.1000 | III | 2.9988 | 997.2 |
| | Ezumo | 101.8 | 3500 | 2,380 | 700 | 1,540 | 1,680 | 20,000 | 0.0840 | III | 2.8317 | 678.7 |

Nota: Los datos sobre la precipitación promedio anual son del SPP (Carta de Precipitación Total Anual)

Tabla N.6.1 Relación entre Torrente de Tierras/Piedras y Declive del Río

| Río | Cálculo de la Sección | | | Anchura del Río (m) | Declive del Río | Angulo (grado) | Torrente de Tierras y Piedras |
|----------------------------|-----------------------|----------------|---------------|---------------------|-----------------|----------------|-------------------------------|
| | Parte Alta (m) | Parte Baja (m) | Elevación (m) | | | | |
| Novillero | 2,000 | 2,350 | 350 | 500 | I=1/ 1.43 | 35.0 | sección de ocurrencia |
| | 1,500 | 2,000 | 500 | 2,000 | I=1/ 4.00 | 14.0 | sección de transporte |
| | 1,000 | 1,500 | 500 | 2,000 | I=1/ 4.00 | 14.0 | sección de transporte |
| | 500 | 1,000 | 500 | 5,500 | I=1/ 11.00 | 5.2 | sección de sedimentación |
| San Nicolas | 2,500 | 2,720 | 220 | 400 | I=1/ 1.82 | 28.8 | sección de ocurrencia |
| | 2,000 | 2,500 | 500 | 2,100 | I=1/ 4.20 | 13.4 | sección de transporte |
| | 1,500 | 2,000 | 500 | 3,500 | I=1/ 7.00 | 8.1 | sección de sedimentación |
| | 1,000 | 1,500 | 500 | 3,200 | I=1/ 6.40 | 8.9 | sección de sedimentación |
| | 500 | 1,000 | 500 | 7,900 | I=1/ 15.80 | 3.6 | sección de sedimentación |
| Cacaluta | 2,000 | 2,200 | 200 | 200 | I=1/ 1.00 | 45.0 | sección de ocurrencia |
| | 1,500 | 2,000 | 500 | 2,200 | I=1/ 4.40 | 12.8 | sección de transporte |
| | 1,000 | 1,500 | 500 | 3,700 | I=1/ 7.40 | 7.7 | sección de sedimentación |
| | 500 | 1,000 | 500 | 6,300 | I=1/ 12.60 | 4.5 | sección de sedimentación |
| Cintalapa/ El Rosario | 2,000 | 2,480 | 480 | 500 | I=1/ 1.04 | 43.8 | sección de ocurrencia |
| | 1,400 | 2,000 | 600 | 2,500 | I=1/ 4.17 | 13.5 | sección de transporte |
| | 1,000 | 1,400 | 400 | 4,500 | I=1/ 11.25 | 5.1 | sección de sedimentación |
| | 520 | 1,000 | 480 | 7,100 | I=1/ 14.79 | 3.9 | sección de sedimentación |
| Vado Ancho/ Rio Negro | 2,000 | 2,800 | 800 | 1,600 | I=1/ 2.00 | 26.6 | sección de ocurrencia |
| | 1,400 | 2,000 | 600 | 2,900 | I=1/ 4.83 | 11.7 | sección de transporte |
| | 1,000 | 1,400 | 400 | 3,000 | I=1/ 7.50 | 7.6 | sección de sedimentación |
| | 600 | 1,000 | 400 | 4,400 | I=1/ 11.00 | 5.2 | sección de sedimentación |
| Comaltitlan/ Candelaria | 2,000 | 2,600 | 600 | 1,600 | I=1/ 2.67 | 20.6 | sección de ocurrencia |
| | 1,600 | 2,000 | 400 | 3,900 | I=1/ 9.75 | 5.9 | sección de sedimentación |
| | 1,000 | 1,600 | 600 | 13,300 | I=1/ 22.17 | 2.6 | sección de sedimentación |
| | 600 | 1,000 | 400 | 12,000 | I=1/ 30.00 | 1.9 | sección de sedimentación |
| Huixtla/ Etzumu | 2,000 | 2,380 | 380 | 1,200 | I=1/ 3.16 | 17.6 | sección de transporte |
| | 1,500 | 2,000 | 500 | 3,300 | I=1/ 6.60 | 8.6 | sección de sedimentación |
| | 1,000 | 1,500 | 500 | 7,000 | I=1/ 14.00 | 4.1 | sección de sedimentación |
| | 500 | 1,000 | 500 | 16,400 | I=1/ 32.80 | 1.7 | sección de sedimentación |

Fuente: Equipo de Estudio

Tabla N.6.2 Relación entre Torrente de Tierras/Piedras y Declive del Río Secundario

| Río | Río Secundario | Cálculo de la Sección | | | Anchura del Río (m) | Declive del Río | Angulo (grado) | Torrente de Tierras y Piedras |
|-------------|------------------|-----------------------|----------------|---------------|---------------------|-----------------|----------------|-------------------------------|
| | | Parte Alta (m) | Parte Baja (m) | Elevación (m) | | | | |
| Novillero | Rincon | 1,500 | 2,030 | 530 | 1,500 | 1=1/ 2.83 | 19.5 | sección de transporte |
| | Sin Nombre | 1,500 | 2,320 | 820 | 1,500 | 1=1/ 1.83 | 28.7 | sección de ocurrencia |
| | Golondrinas | 1,000 | 1,560 | 560 | 700 | 1=1/ 1.25 | 38.7 | sección de ocurrencia |
| | Gobierno | 1,000 | 1,560 | 560 | 700 | 1=1/ 1.25 | 38.7 | sección de ocurrencia |
| San Nicolas | Mazapa | 2,000 | 2,280 | 280 | 600 | 1=1/ 2.14 | 25.0 | sección de ocurrencia |
| | San Jerónimo | 2,000 | 2,290 | 290 | 500 | 1=1/ 1.72 | 30.1 | sección de ocurrencia |
| | Plan Grande | 1,500 | 2,430 | 930 | 1,600 | 1=1/ 1.72 | 30.2 | sección de ocurrencia |
| | Tablason | 700 | 1,280 | 580 | 1,400 | 1=1/ 2.41 | 22.5 | sección de ocurrencia |
| | Cuilapa | 1,000 | 1,740 | 740 | 1,000 | 1=1/ 1.35 | 36.5 | sección de ocurrencia |
| | Sesecapa | 1,000 | 1,320 | 320 | 1,000 | 1=1/ 3.13 | 17.7 | sección de transporte |
| | Brazo de la Mina | 1,000 | 1,600 | 600 | 1,700 | 1=1/ 2.83 | 19.4 | sección de ocurrencia |
| Cacaluta | Agua Caliente | 1,500 | 2,020 | 520 | 2,500 | 1=1/ 4.81 | 11.7 | sección de transporte |
| | Ulapa | 500 | 940 | 440 | 600 | 1=1/ 1.36 | 36.3 | sección de transporte |
| | El Rosario | 1,700 | 2,480 | 780 | 1,400 | 1=1/ 1.79 | 29.1 | sección de ocurrencia |
| Cintalapa | Pacayal | 1,200 | 2,160 | 960 | 2,300 | 1=1/ 2.40 | 22.7 | sección de ocurrencia |
| | Agua Caliente | 2,200 | 2,680 | 480 | 1,400 | 1=1/ 2.92 | 18.9 | sección de transporte |
| | Negro | 2,000 | 2,800 | 800 | 1,600 | 1=1/ 2.00 | 26.6 | sección de ocurrencia |
| Vado Ancho | Jordan | 1,200 | 1,720 | 520 | 2,100 | 1=1/ 4.04 | 13.9 | sección de transporte |
| | Los Cientos | 1,200 | 1,800 | 600 | 1,100 | 1=1/ 1.83 | 28.6 | sección de ocurrencia |
| | Candelaria | 2,000 | 2,600 | 600 | 1,600 | 1=1/ 2.67 | 20.6 | sección de ocurrencia |
| Comalitian | Cabañas | 2,000 | 2,200 | 200 | 600 | 1=1/ 3.00 | 18.4 | sección de transporte |
| | Chevolcan | 1,500 | 2,100 | 600 | 2,400 | 1=1/ 4.00 | 14.0 | sección de transporte |
| Huixtla | Etzumu | 2,000 | 2,380 | 380 | 1,200 | 1=1/ 3.16 | 17.6 | sección de sedimentación |
| | Pedregoso | 700 | 1,200 | 500 | 2,800 | 1=1/ 5.60 | 10.1 | sección de sedimentación |
| | Los Negros | 2,000 | 2,200 | 200 | 500 | 1=1/ 2.50 | 21.8 | sección de sedimentación |

Fuente: Equipo de Estudio

Cuadro N.7.1 Manejo del Agua y Preservación de Suelos en los Distritos de Temporal Tecnificado en la Región del Soconusco

| No. | Prácticas más importantes realizadas: | Acapetahua (DTT.006) | Huixtla (DTT.018) | Tapachula (DTT.018) | Total | Densidad |
|-----|---------------------------------------|----------------------|-------------------|---------------------|--------------------|----------------|
| 1 | Incorporación de residuos | 4,900 ha | 4,320 ha | 520 ha | 9,740 ha | |
| 2 | Drenaje parcelario | 38 km en 382 ha | 36 km en 400 ha | 48 km en 480 ha | 122 km en 1,262 ha | 0.097 km/ha |
| 3 | Manejo pecuario | 708 ha | 140 ha | 450 ha | 1,278 ha | |
| 4 | Cercos vegetativos | 40 km en 400 ha | 13 km en 130 ha | 0 km en 0 ha | 53 km en 530 ha | 0.100 km/ha |
| 5 | Chapeo en drenes | 38 km en 380 ha | 5 km en 125 ha | 38 km en 380 ha | 81 km en 885 ha | 0.092 km/ha |
| 6 | Reforestación de riberas de río | 25 km en 125 ha | 25 km en 125 ha | 20 km en 200 ha | 70 km en 450 ha | 0.156 km/ha |
| 7 | Labranza de conservación | 1,575 ha | 800 ha | 500 ha | 2,675 ha | |
| | CUENCA ALTA Y MEDIA | | | | | |
| 8 | Represas filtrantes | 65 estr. 362 ha | 60 estr. 350 ha | 50 estr. 250 ha | 175 estr. 942 ha | 5.383 ha/estr. |
| 9 | Terrazas individuales en cafetales | 100 ha | 800 ha | 100 ha | 1,000 ha | |
| 10 | Muros vegetativos en ladera | 9 km en 50 ha | 9 km en 30 ha | 5 km en 50 ha | 25 km en 110 ha | 0.209 km/ha |
| 11 | Alternativas de manejo pecuario | 75 ha | 75 ha | 0 ha | 150 ha | |

Fuente: CNA

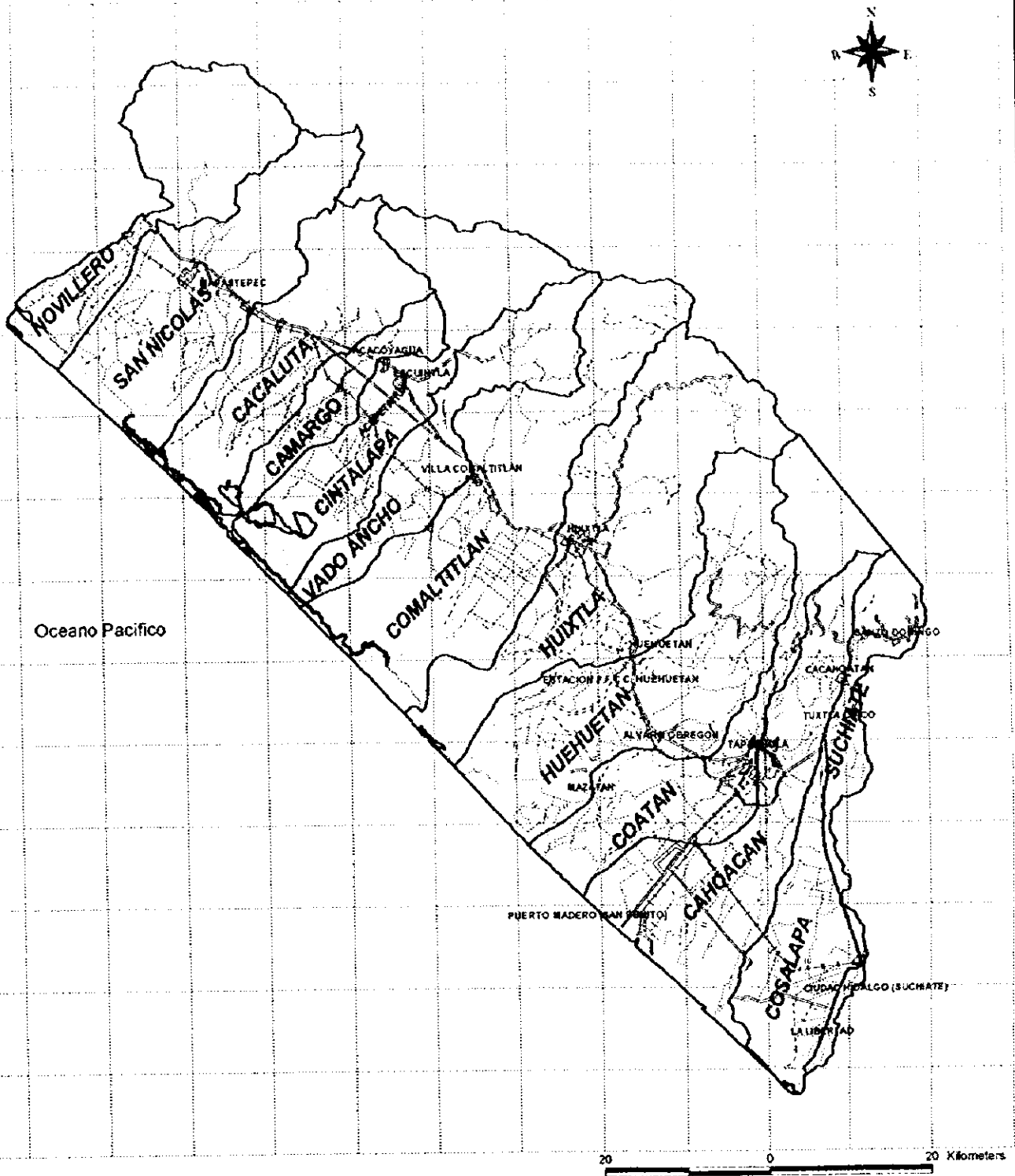
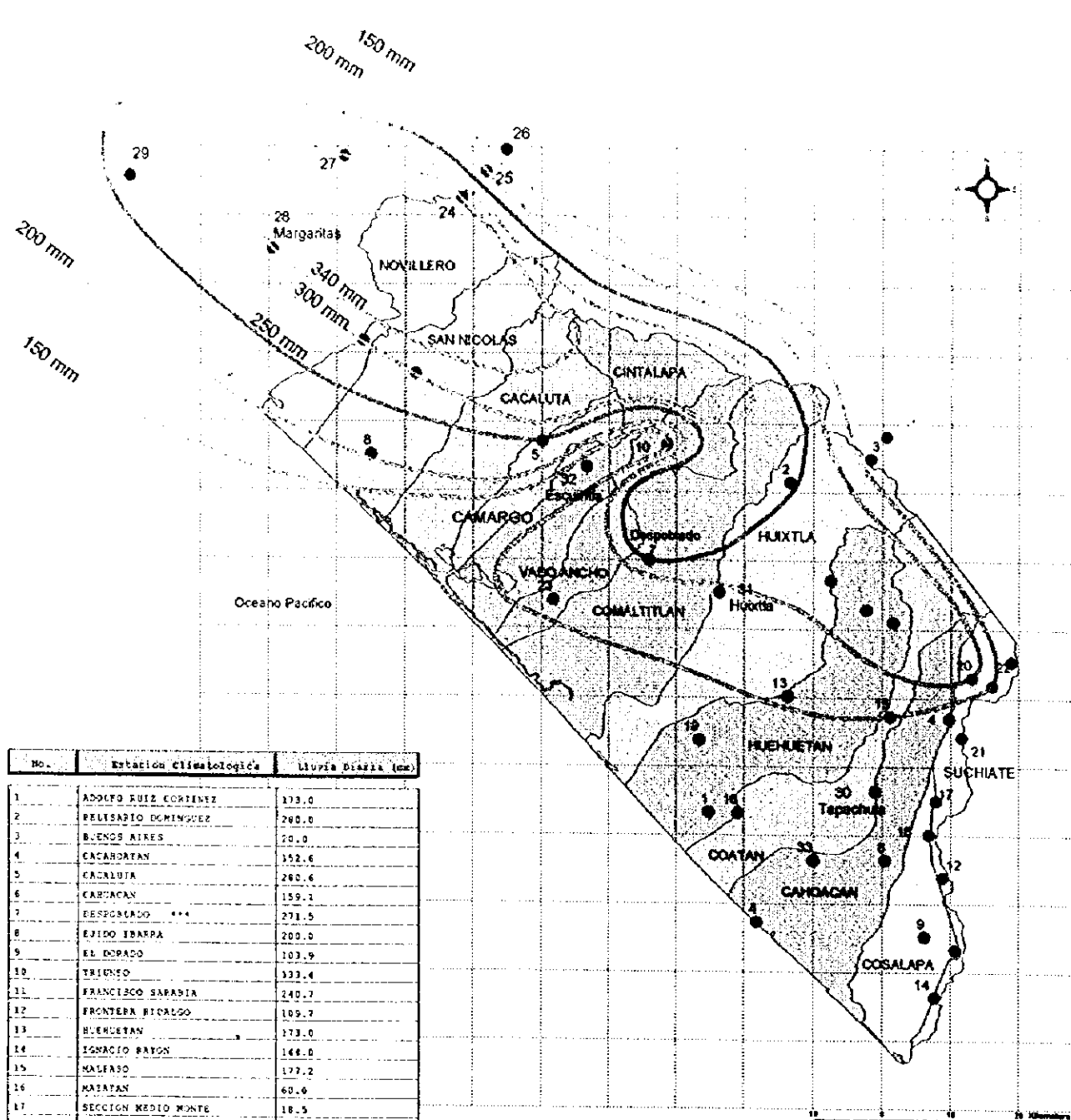


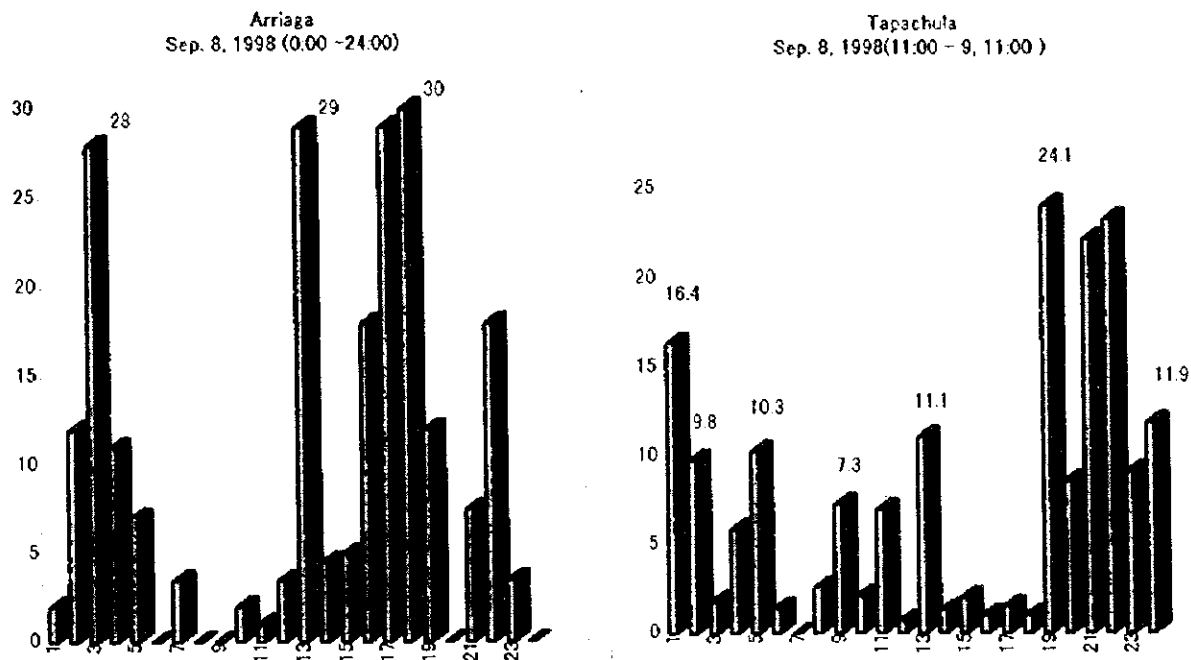
Fig. N-1.1 Division de Cuenca Hidrológica



*** : Principales Estaciones

Fig. N.1.2 Isoyetas de Precipitacion Diaria en Septiembre 8 de 1998

Fig. N.1.3 Distribucion de la Precipitacion del Dia 8 de Septiembre de 1998

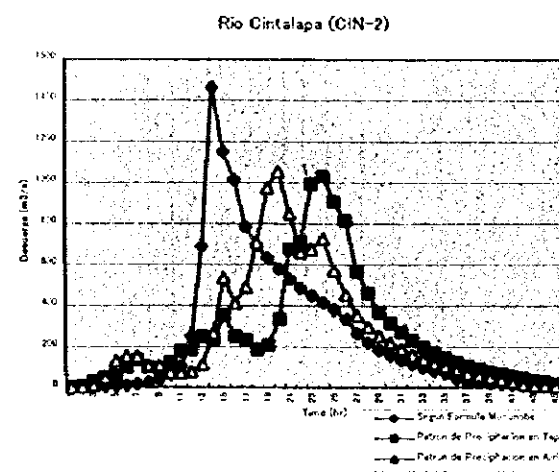
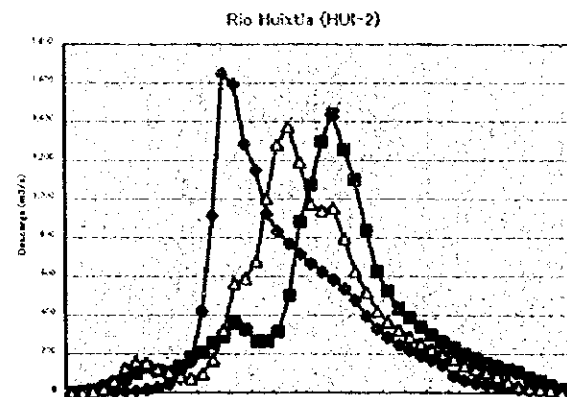
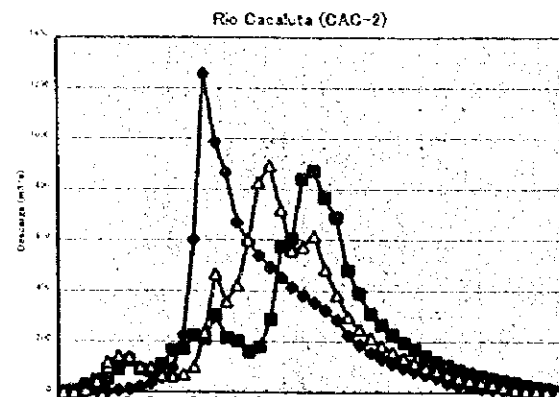
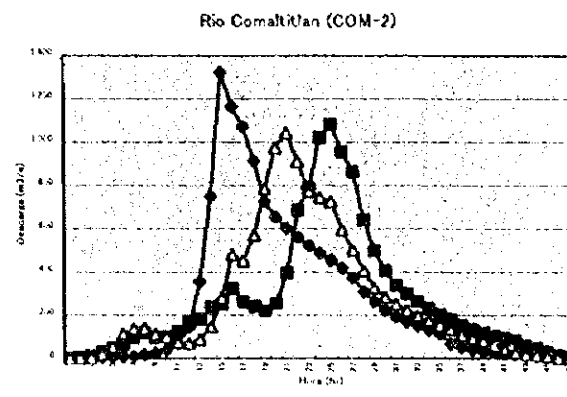
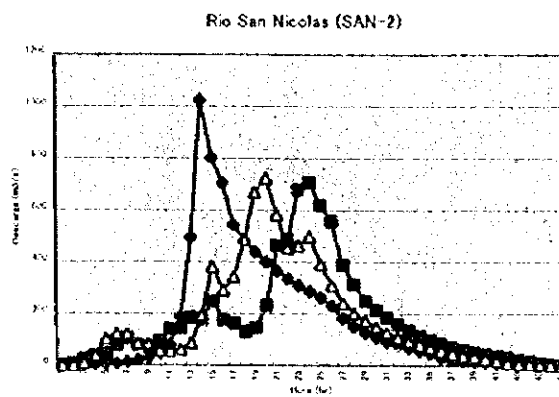
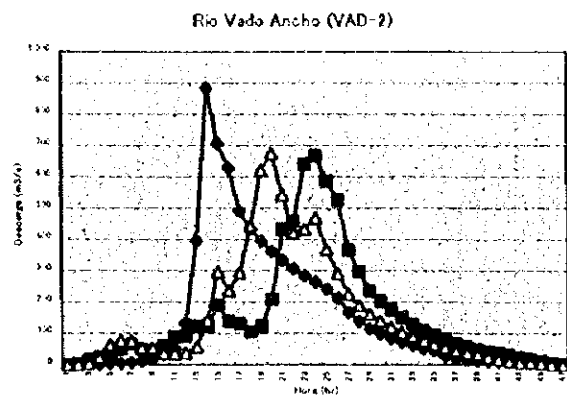
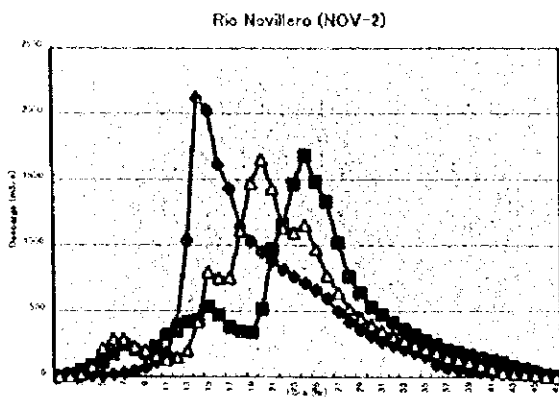


(unidad: mm)

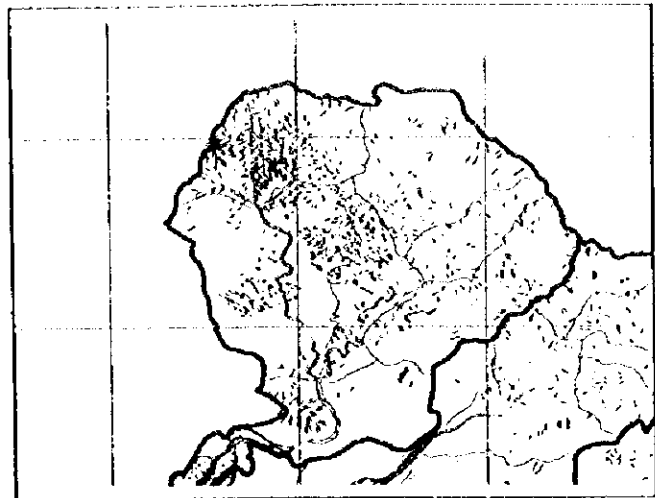
| Hora | Estacion de Arriaga | | | | Estacion de Tapachula | | | |
|-------|---------------------|-------|-------|--------|-----------------------|-------|-------|--------|
| | Sep.7 | Sep.8 | Sep.9 | Sep.10 | Sep.7 | Sep.8 | Sep.9 | Sep.10 |
| 1 | 0.0 | 0.0 | 2.0 | 0.0 | 0.0 | 3.1 | 1.3 | 0.0 |
| 2 | 0.0 | 0.0 | 12.0 | 0.0 | 2.0 | 4.5 | 2.0 | 0.0 |
| 3 | 0.0 | 0.0 | 28.0 | 0.0 | 3.0 | 2.6 | 1.0 | 5.4 |
| 4 | 0.0 | 0.0 | 11.0 | 10.0 | 8.0 | 4.3 | 1.5 | 3.2 |
| 5 | 0.0 | 0.0 | 7.0 | 7.0 | 10.0 | 2.9 | 1.0 | 4.6 |
| 6 | 18.0 | 0.0 | 0.0 | 4.0 | 5.2 | 7.6 | 24.1 | 4.3 |
| 7 | 0.0 | 29.0 | 3.5 | 4.0 | 1.0 | 12.1 | 8.6 | 3.1 |
| 8 | 0.0 | 8.5 | 0.0 | 0.0 | 13.4 | 1.5 | 22.2 | 0.7 |
| 9 | 0.0 | 3.0 | 0.0 | 0.0 | 5.8 | 0.8 | 23.3 | 0.1 |
| 10 | 0.0 | 7.5 | 2.0 | 6.0 | 4.4 | 1.6 | 9.1 | 0.0 |
| 11 | 1.0 | 12.0 | 1.0 | 13.0 | 1.2 | 0.2 | 11.9 | 0.0 |
| 12 | 0.0 | 2.5 | 3.5 | 1.5 | 4.2 | 16.4 | 0.2 | 0.2 |
| 13 | 0.5 | 6.0 | 29.0 | 2.5 | 0.3 | 9.8 | 0.0 | 0.0 |
| 14 | 0.0 | 13.0 | 4.5 | 3.5 | 0.7 | 1.8 | 7.2 | 0.0 |
| 15 | 0.0 | 0.0 | 5.0 | 3.0 | 5.1 | 5.9 | 2.9 | 0.0 |
| 16 | 0.0 | 0.0 | 18.0 | 4.0 | 0.7 | 10.3 | 7.0 | 0.0 |
| 17 | 0.0 | 1.5 | 29.0 | 0.0 | 19.0 | 1.4 | 1.8 | 0.0 |
| 18 | 5.0 | 6.5 | 30.0 | 0.0 | 3.2 | 0.0 | 0.2 | 0.0 |
| 19 | 6.0 | 3.5 | 12.0 | 0.0 | 3.4 | 2.6 | 0.0 | 0.0 |
| 20 | 4.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 19.2 | 7.3 | 10.0 | 0.0 |
| 21 | 0.0 | 0.0 | 7.5 | 0.0 | 16.3 | 2.1 | 0.2 | 0.0 |
| 22 | 0.0 | 0.0 | 18.0 | 0.0 | 1.5 | 7.0 | 0.0 | 0.0 |
| 23 | 1.5 | 0.0 | 3.5 | 0.0 | 16.1 | 0.7 | 0.0 | 0.0 |
| 24 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 5.8 | 11.1 | 0.0 | 0.0 |
| Total | 36.5 | 93.0 | 226.5 | 58.5 | 149.5 | 117.6 | 135.5 | 21.6 |

Fuente: CNA

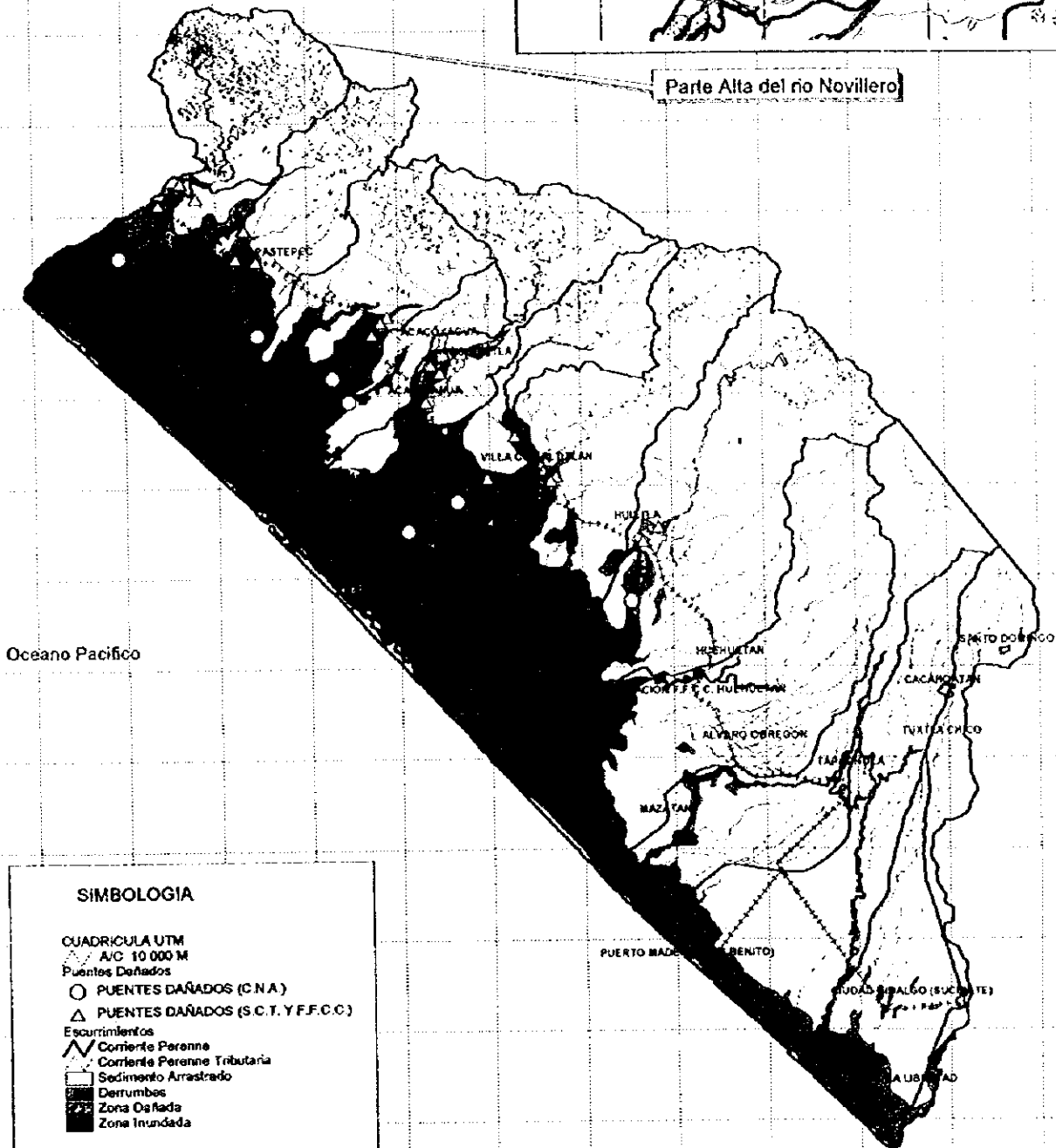
Fig. N.1.4 Simulación de Hidrografía de Rios



-●- Simulacion Modelo
 -■- Patron de Precipitacion Tapachula
 -▲- Patron de Precipitacion Arriaga



Parte Alta del río Novillero



SIMBOLOGIA

CUADRICULA UTM
A/C 10 000 M

Puentes Dañados

○ Puentes Dañados (C.N.A.)

△ Puentes Dañados (S.C.T. Y F.F.C.C.)

Escorrentías

~ Corriente Perenne

- - - Corriente Perenne Tributaria

▨ Sedimento Arrastrado

■ Derrumbes

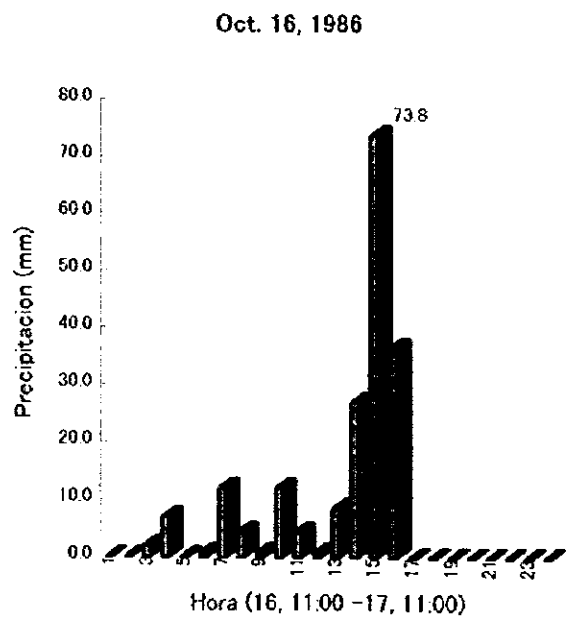
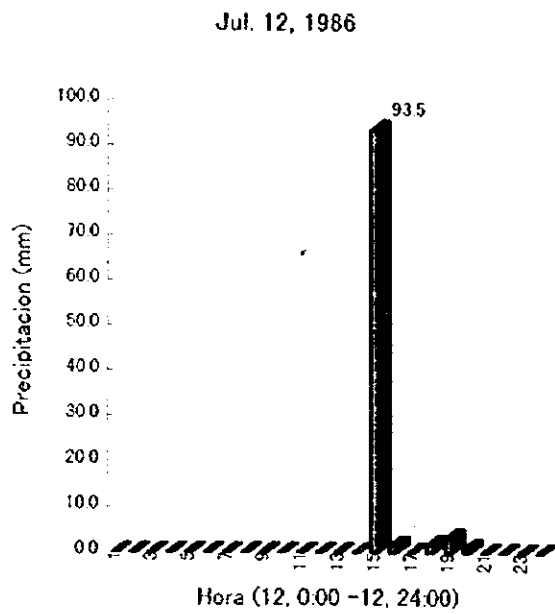
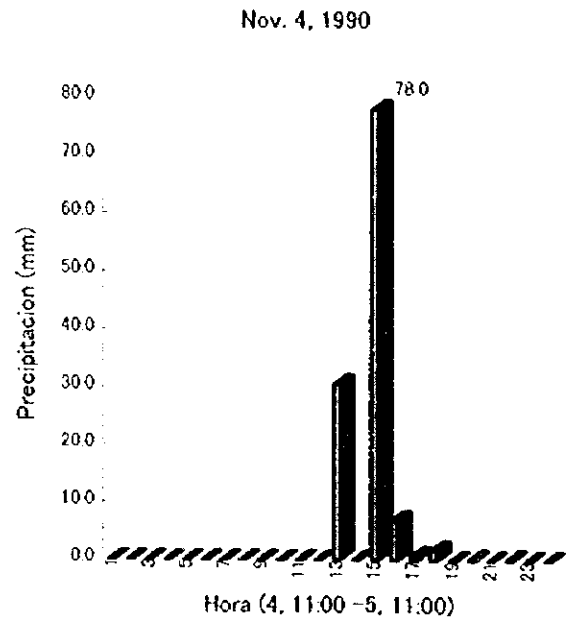
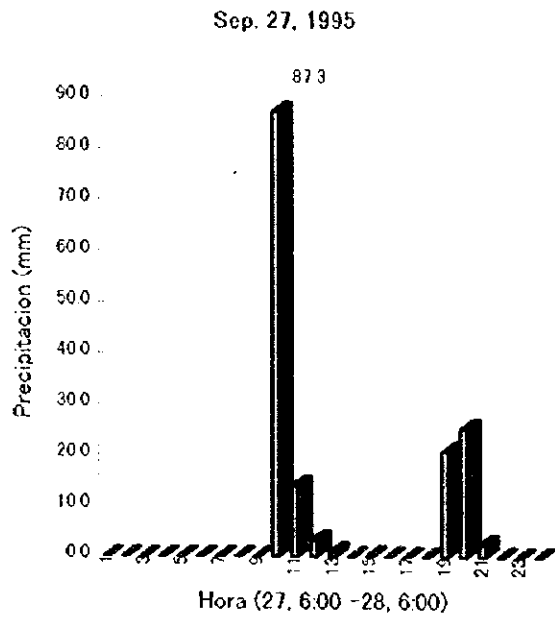
▨ Zona Desfada

■ Zona Inundada

10 0 10 20 Kilometers

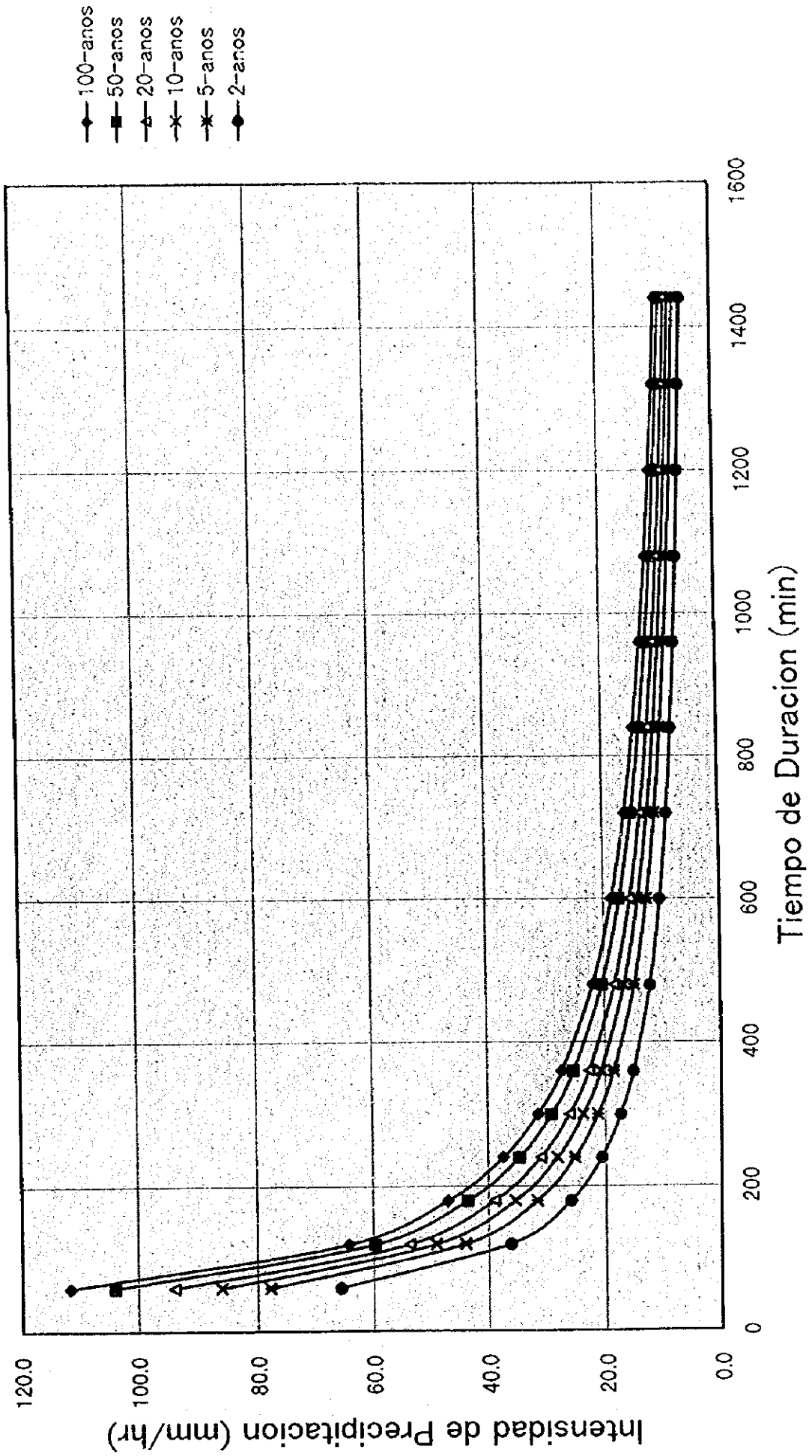
FIG. N.1.5. Carta de Desastre y Areas Inundadas (Septiembre de 1998)

Fig. N.2.1 Distribucion de la Precipitacion Horaria en Tapachula



Fuente: CNA

Cuadro N.2.2 Probabilidad de Intensidad de Precipitacion en Tapachula



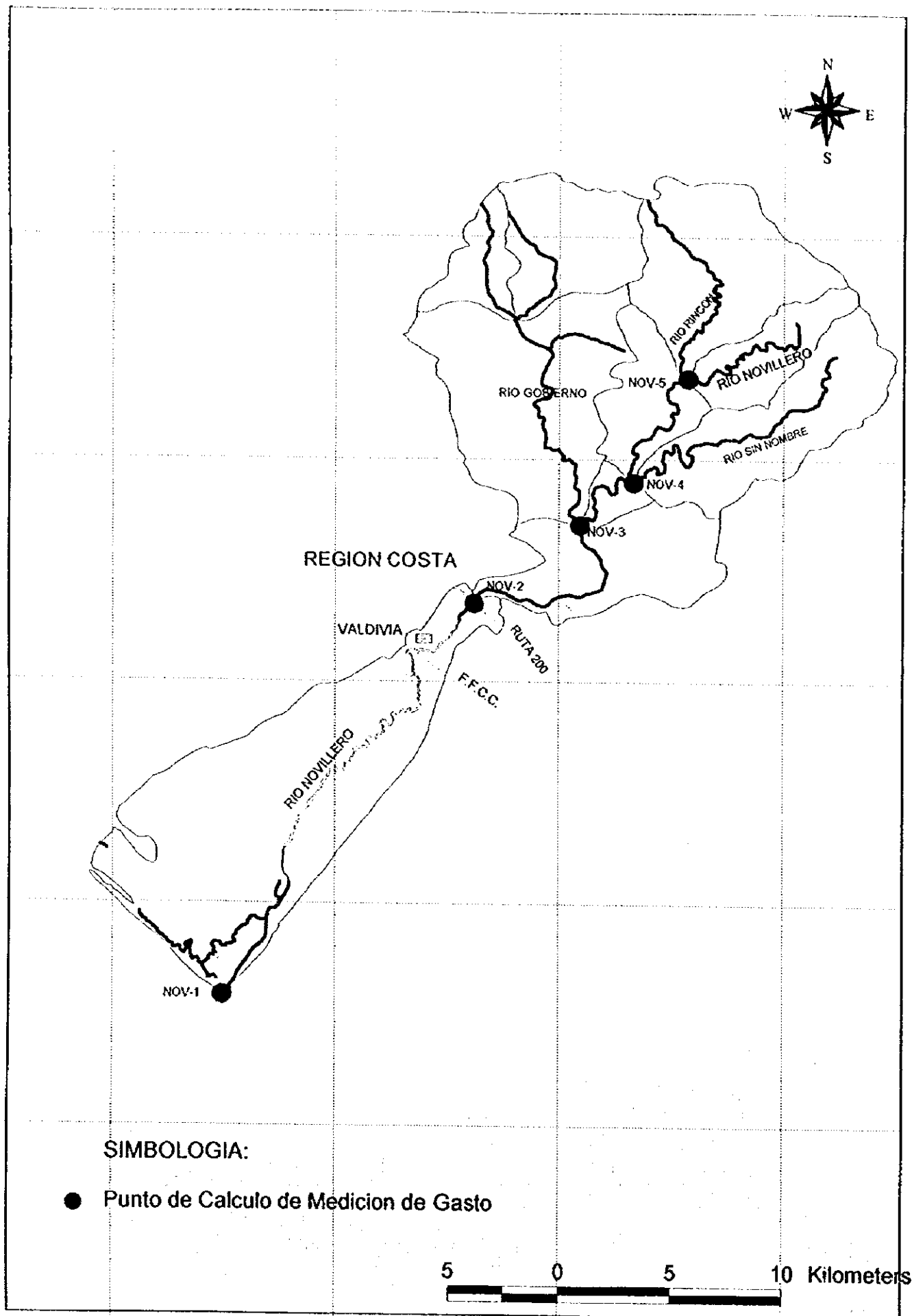


Fig. N.4.1 CUENCA DEL NOVILLERO

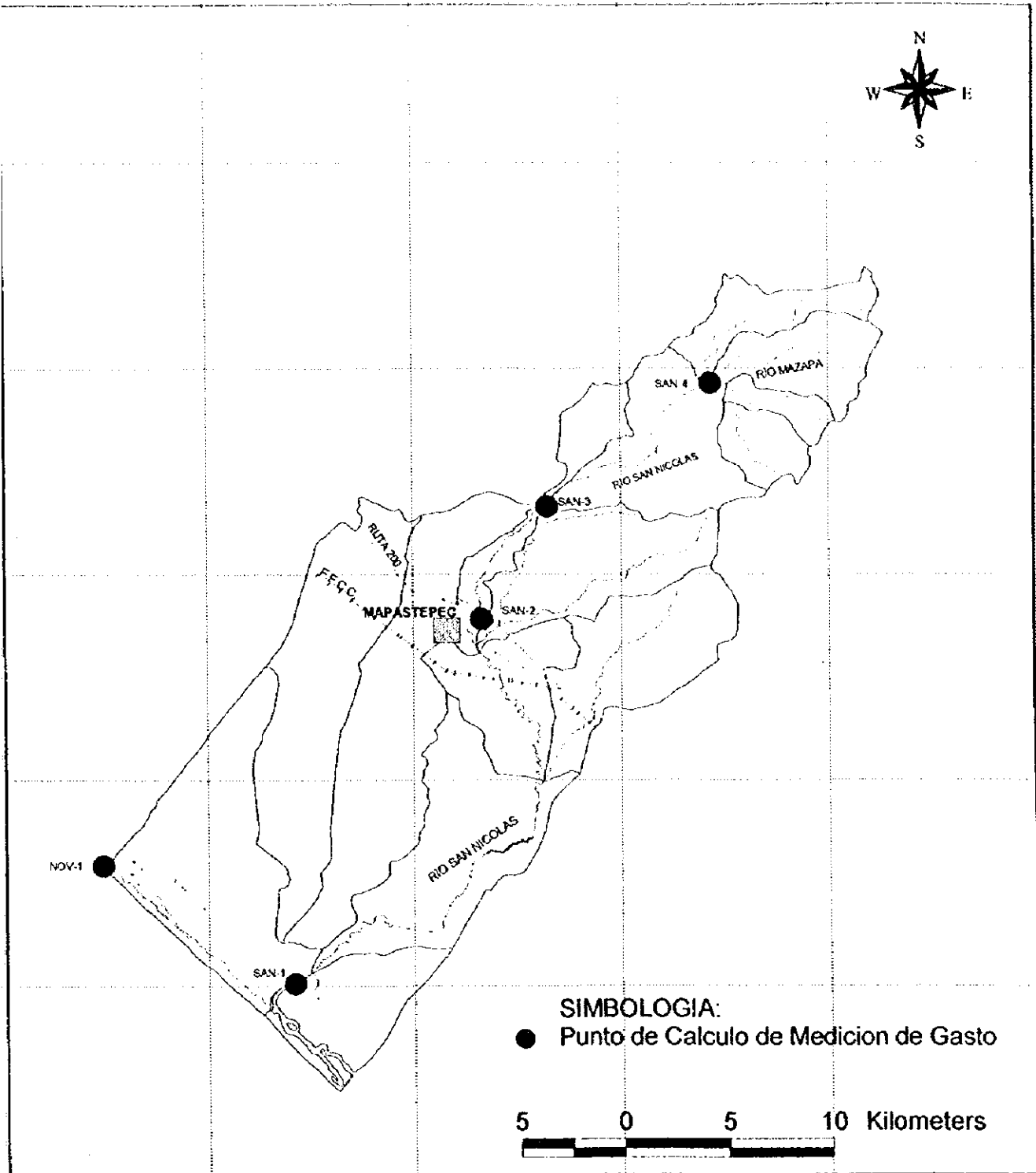


Fig. N.4.2 CUENCA DEL SAN NICOLAS

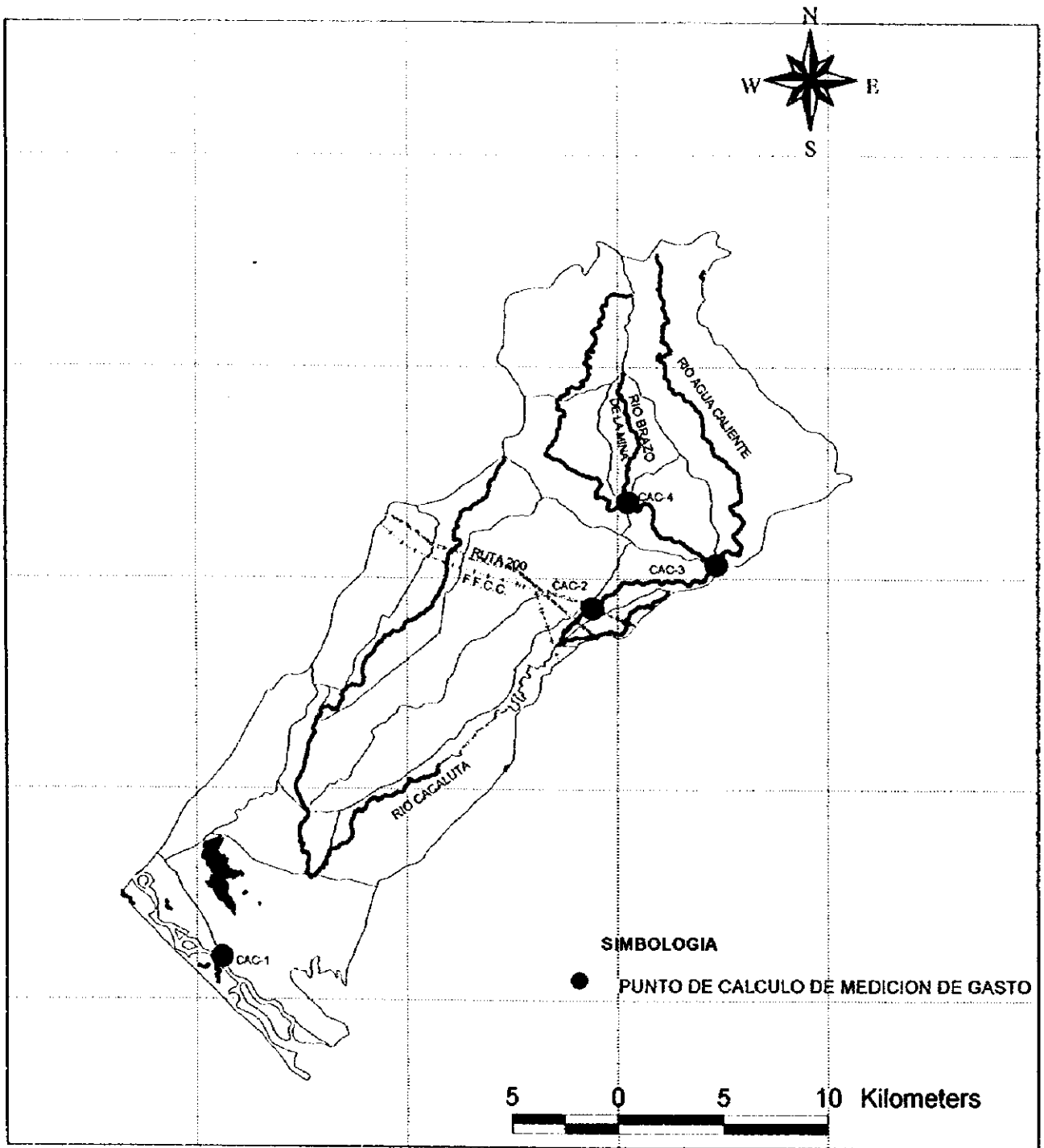


Fig. N.4.3 CUENCA DEL CACALUTA

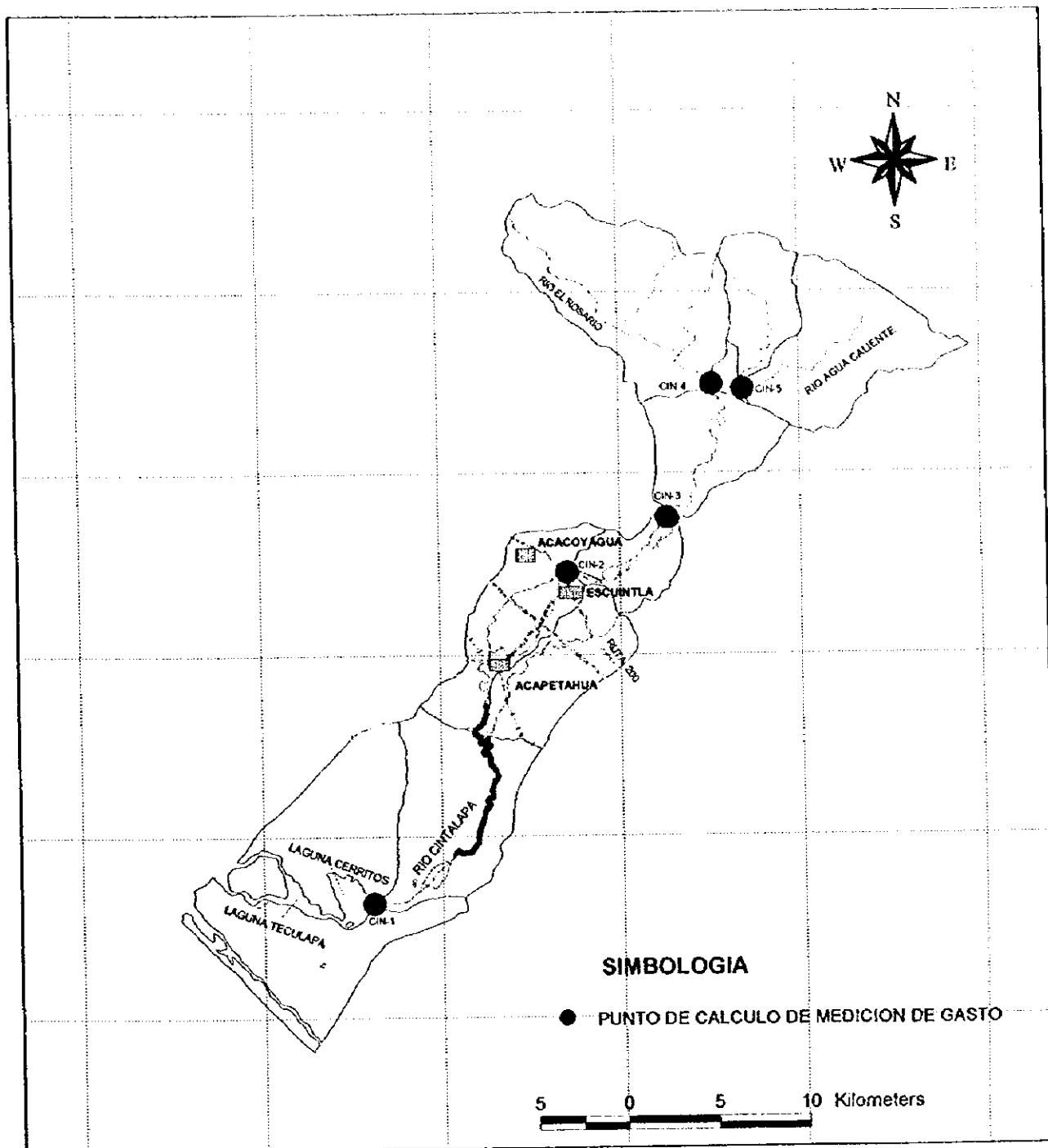


Fig. N.4.4 CUENCA DEL CINTALAPA

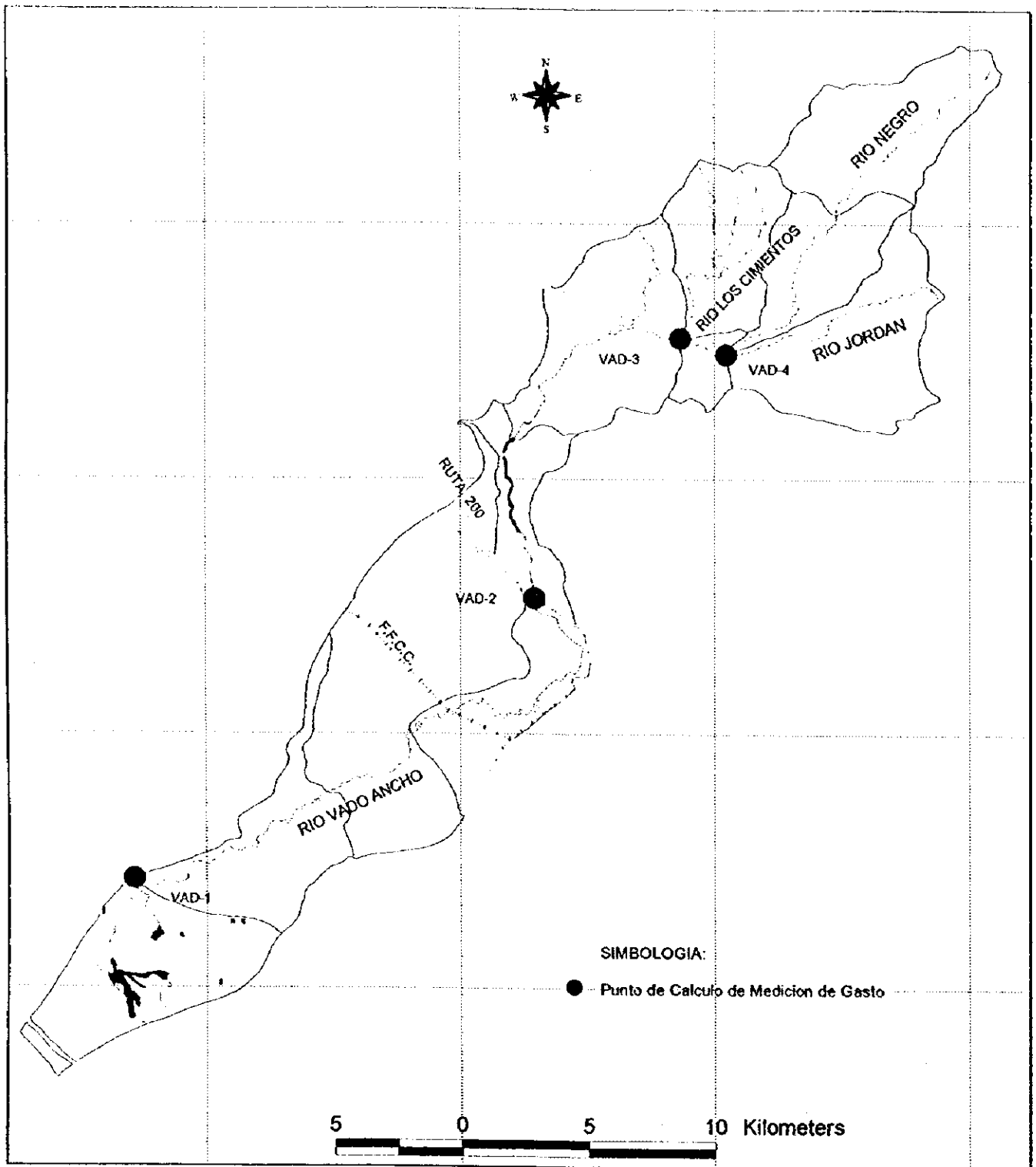


Fig. N.4.5 CUENCA DEL VADO ANCHO

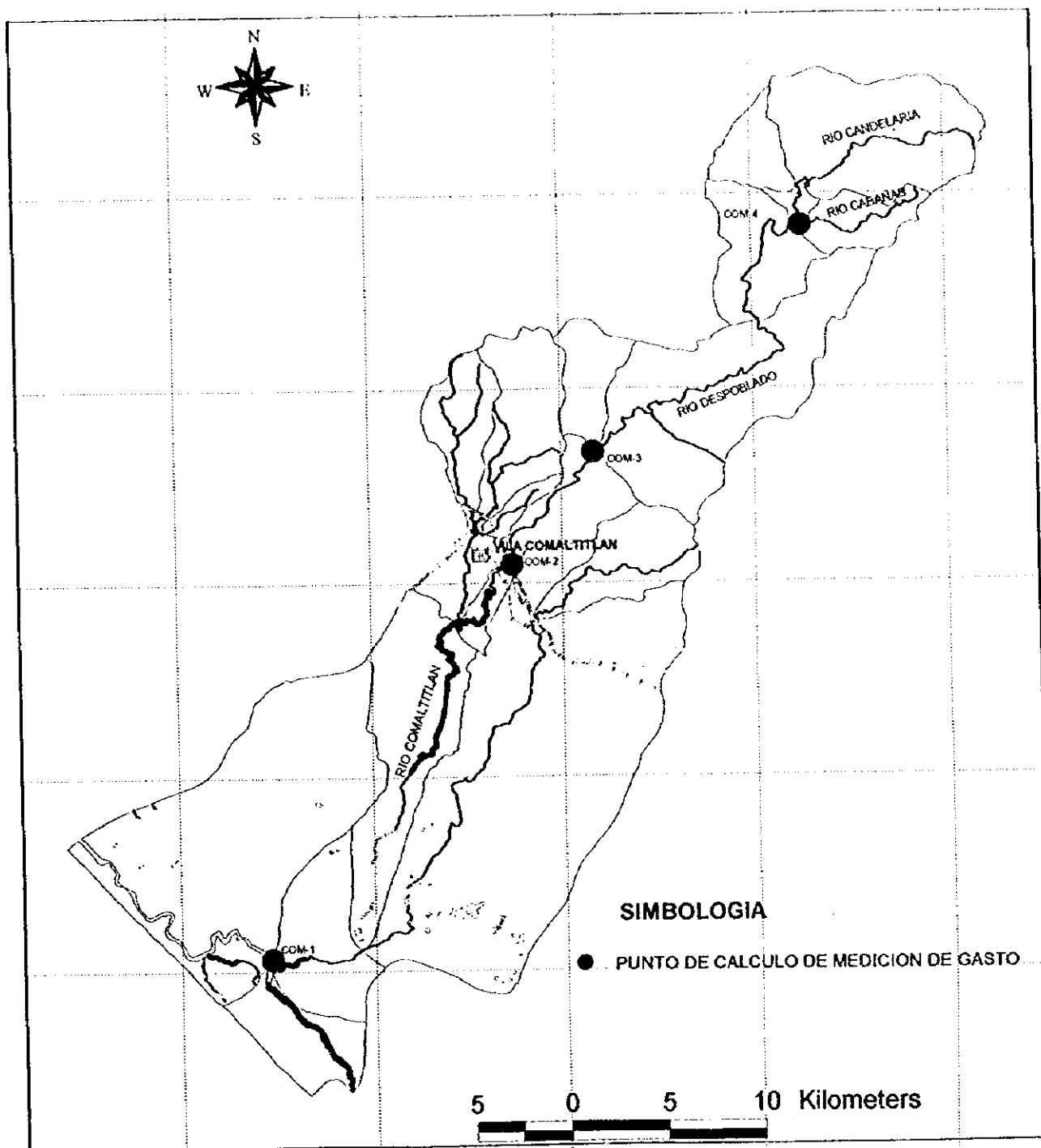


Fig. N.4.6 CUENCA DEL COMALTITLAN

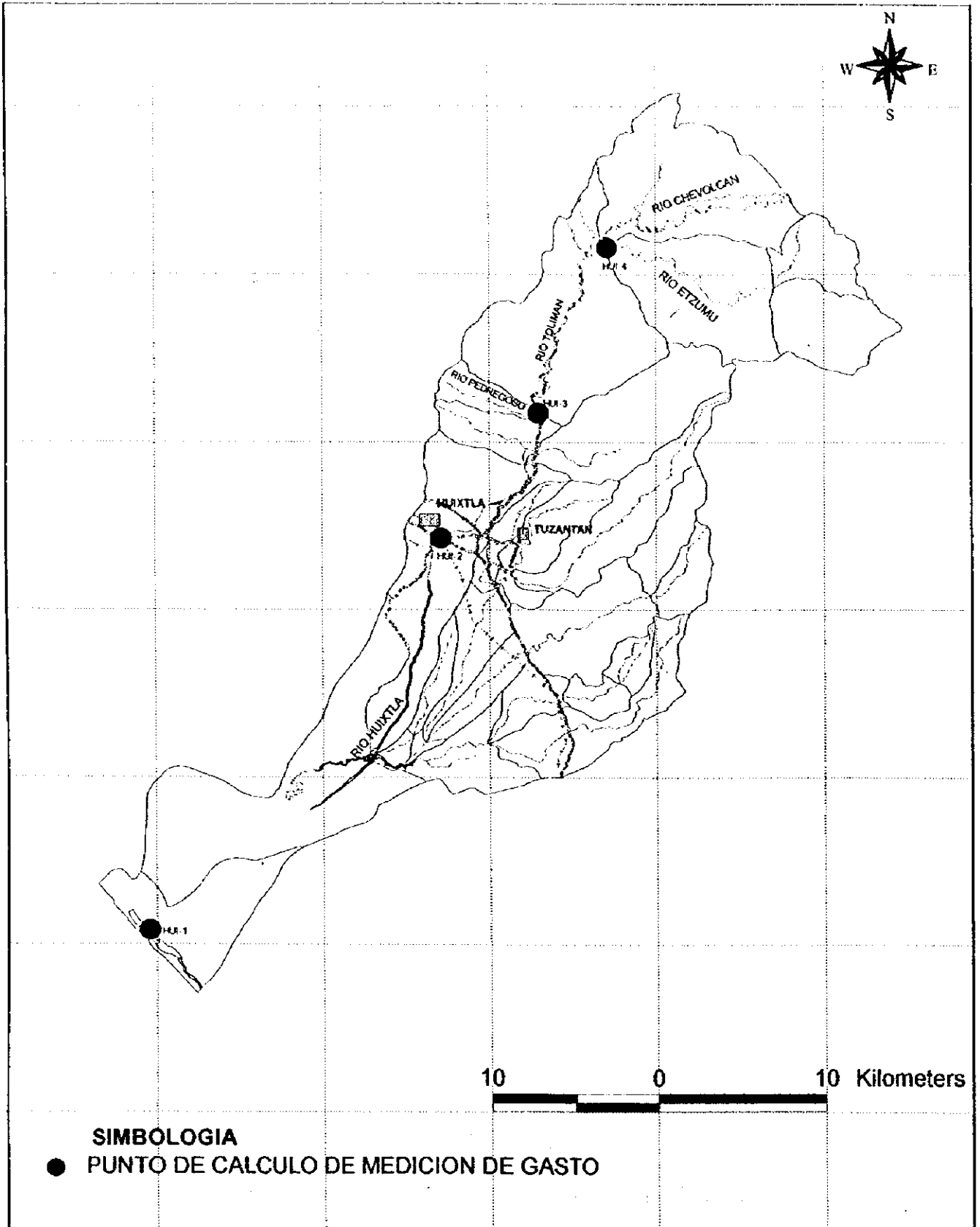
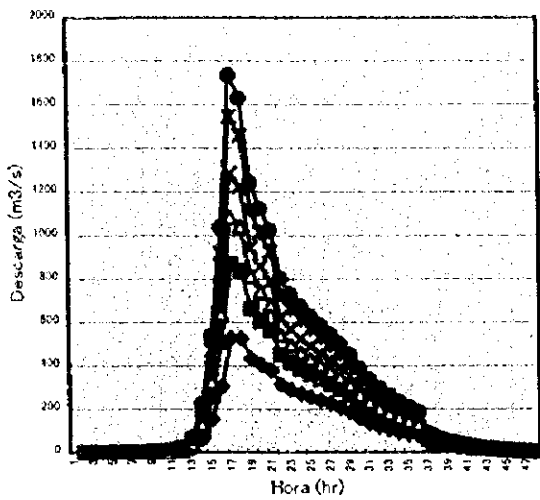


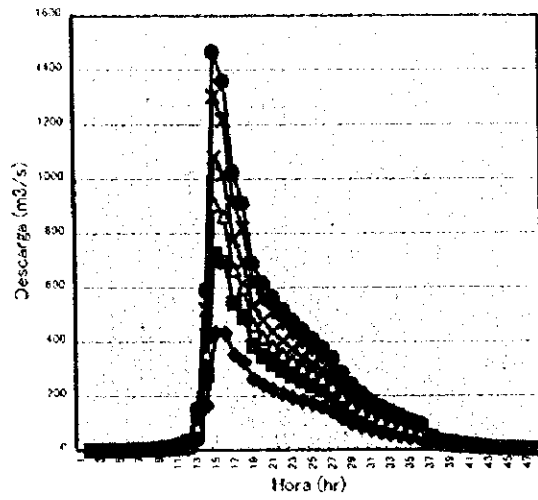
Fig. N.4.7 CUENCA DEL HUIXTLA

Fig. N.4.8 Gasto Maximo Probable de Inundacion en el Rio Novillero

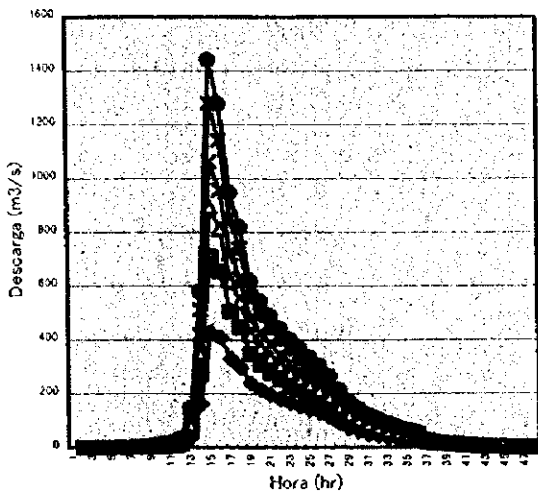
Rio Novillero (NOV-1)



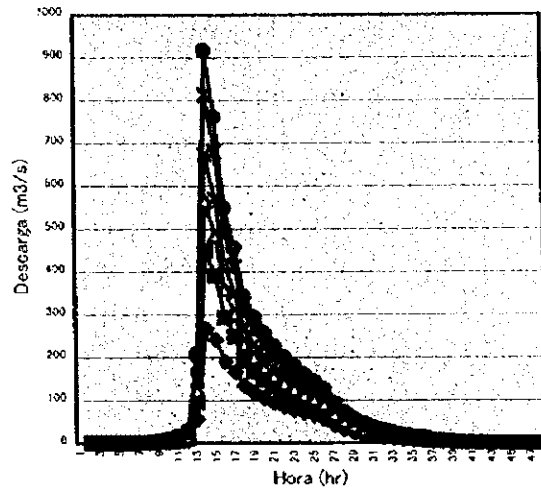
Rio Novillero (NOV-2)



Rio Novillero (NOV-3)



Rio Novillero (NOV-4)



Rio Novillero (NOV-5)

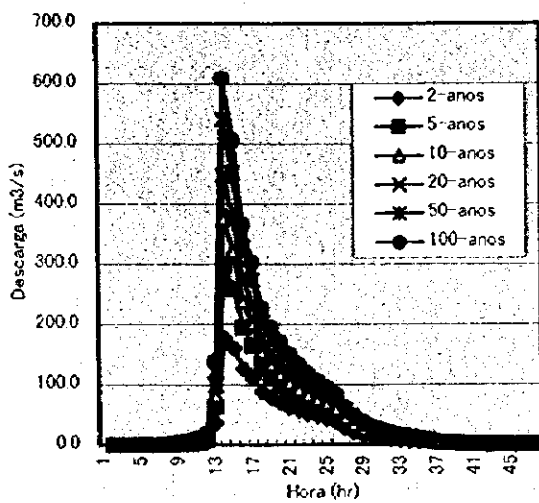


Fig N.4.9 Gasto Maximo Probable de Inundacion en el Rio San Nicolas

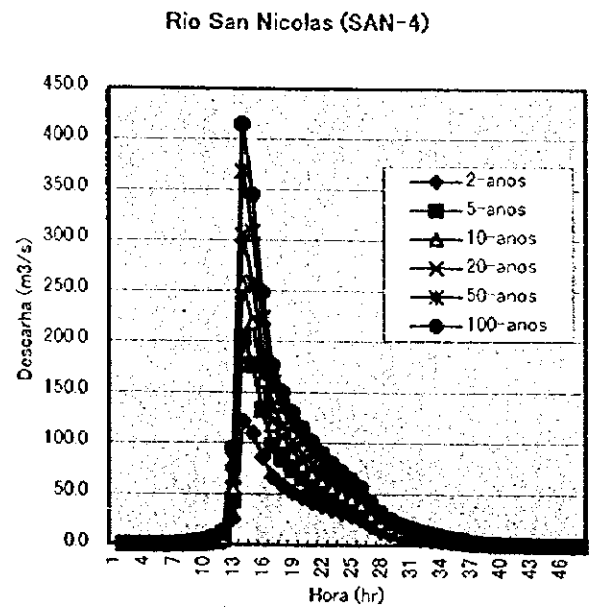
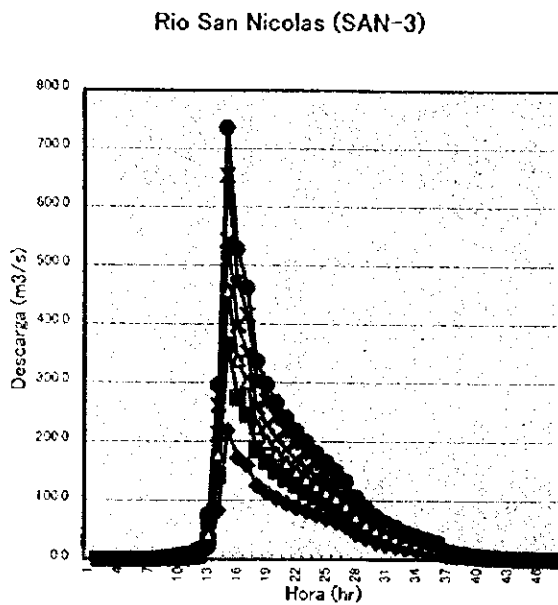
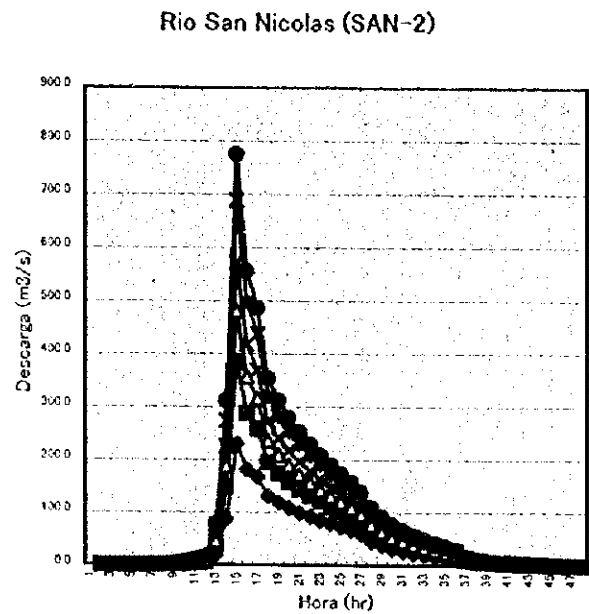
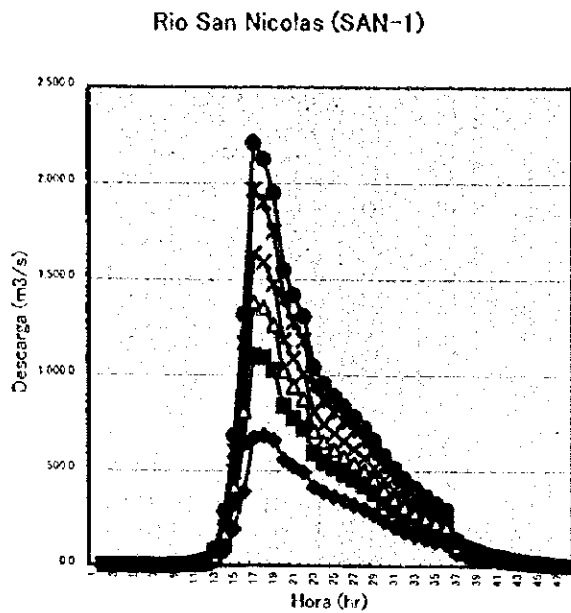


Fig. N.4.10 Gasto Maximo Probable de Inundacion en el Rio Cacaluta

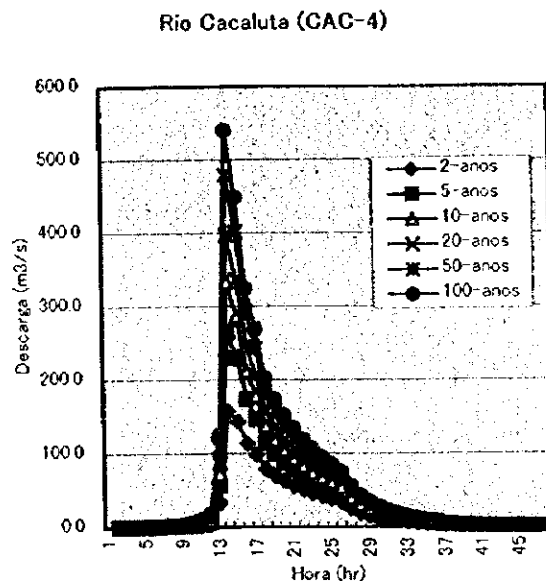
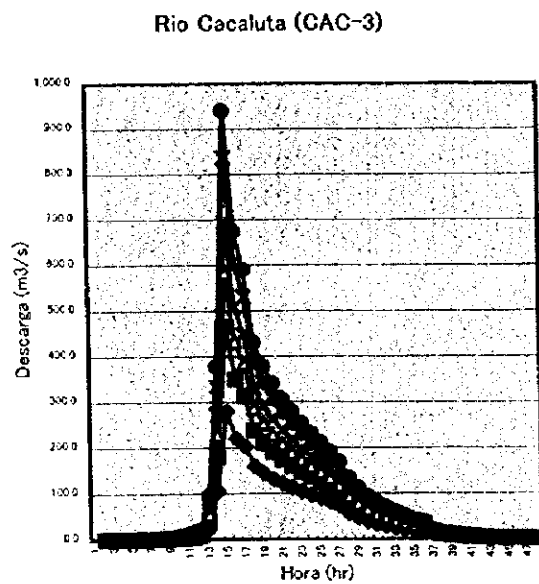
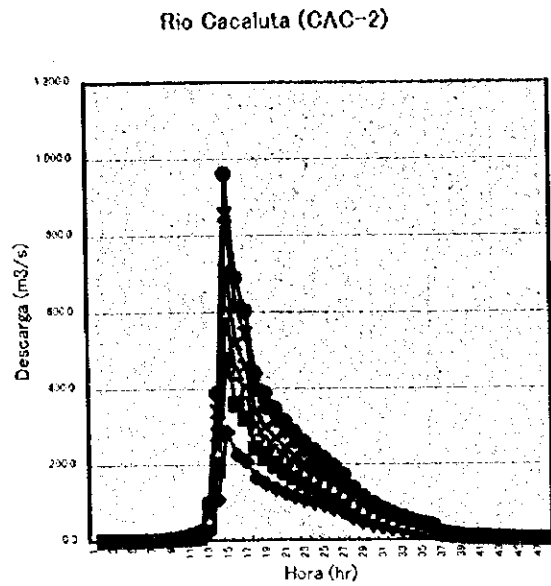
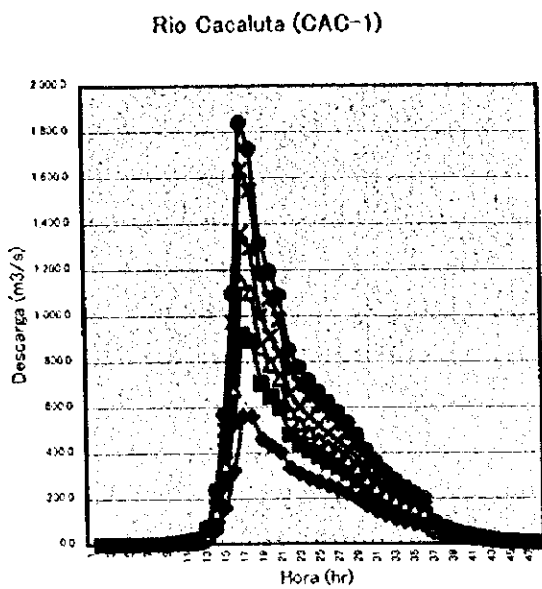
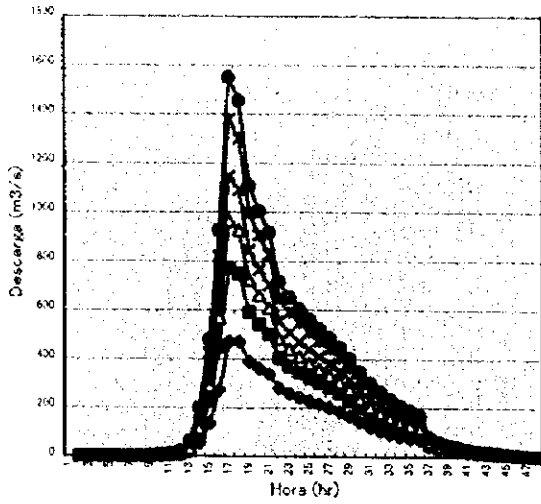
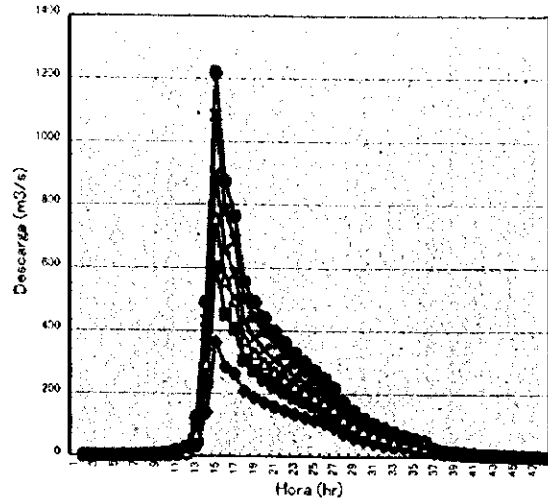


Fig. N.4.11 Gasto Maximo Probable de Inundacion en el Rio Cintalapa

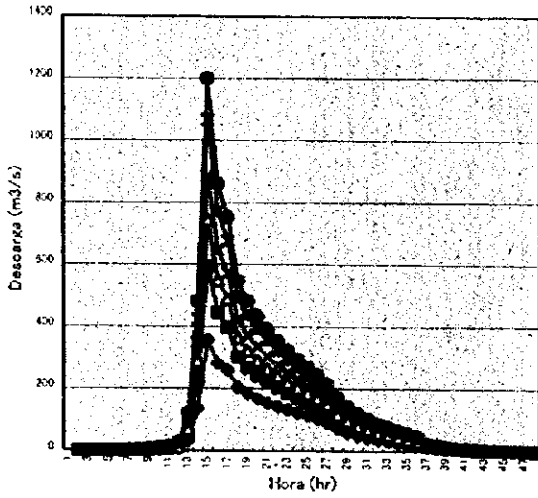
Rio Cintalapa (CIN-1)



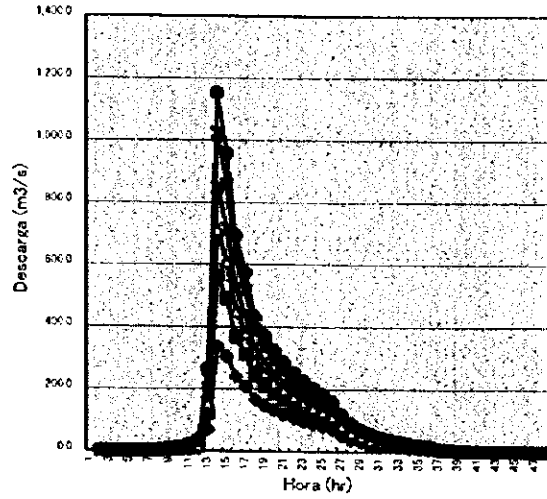
Rio Cintalapa (CIN-2)



Rio Cintalapa (CIN-3)



Rio Cintalapa (CIN-4)



Rio Cintalapa (CIN-5)

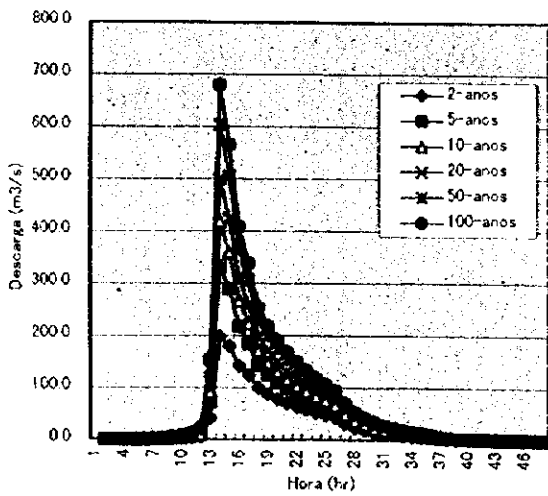
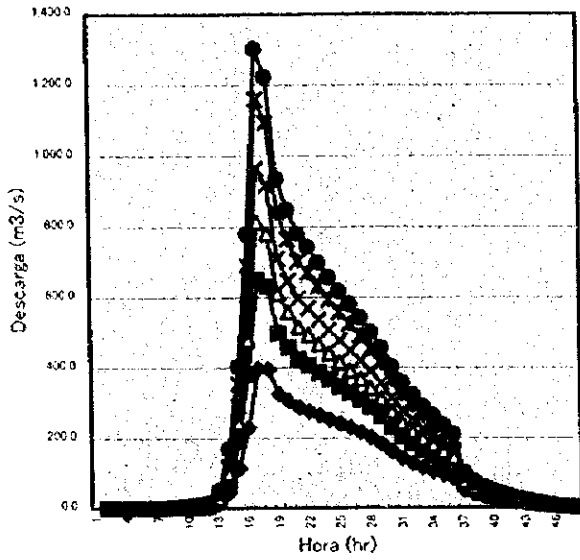
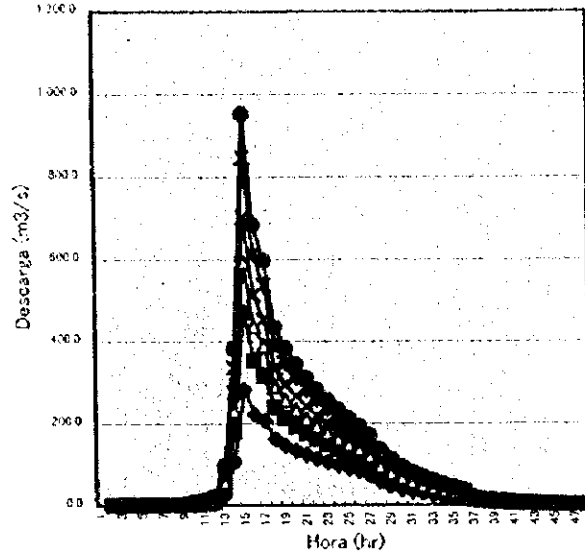


Fig. N.4.12 Gasto Maximo Probable de Inundacion en el Rio Vado Ancho

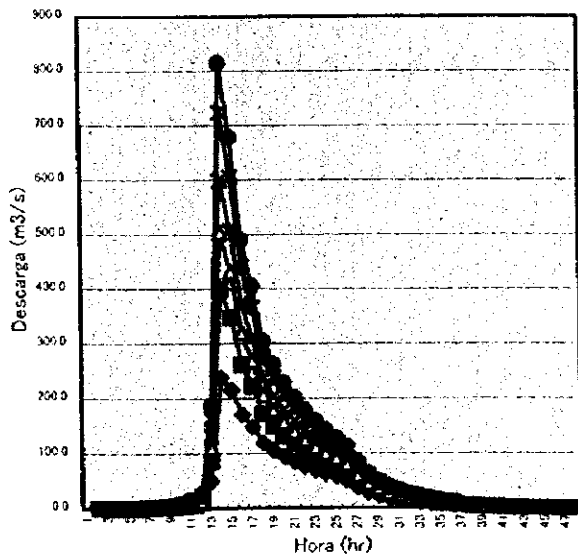
Rio Vado Ancho (VAD-1)



Rio Vado Ancho (VAD-2)



Rio Vado Ancho (VAD-3)



Rio Vado Ancho (VAD-4)

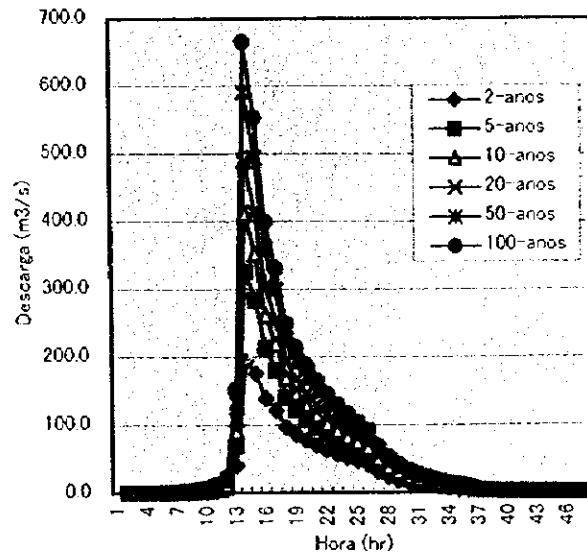


Fig. N.4.13 Gasto Maximo Probable de Inundacion en el Rio Comaltitlan

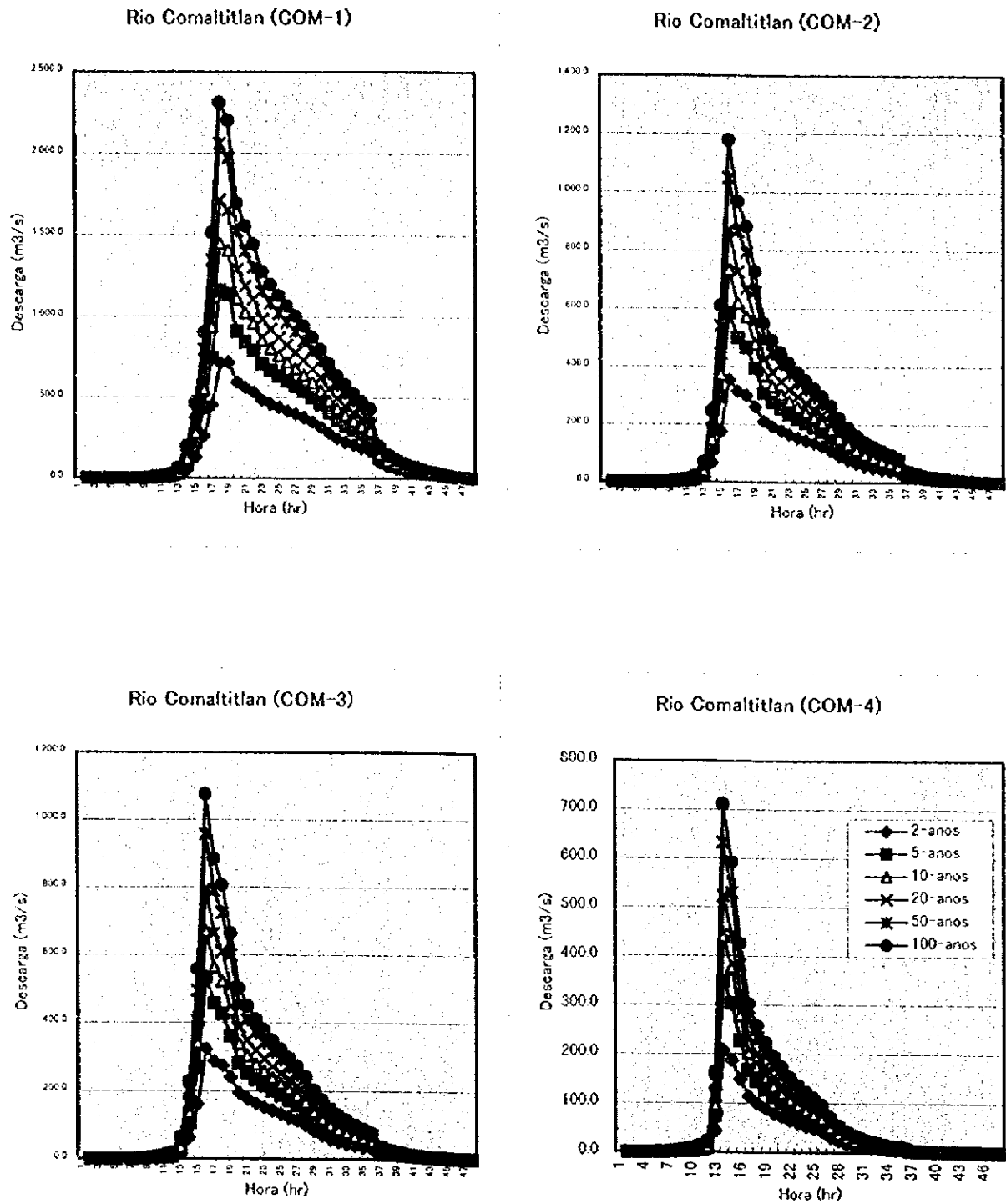
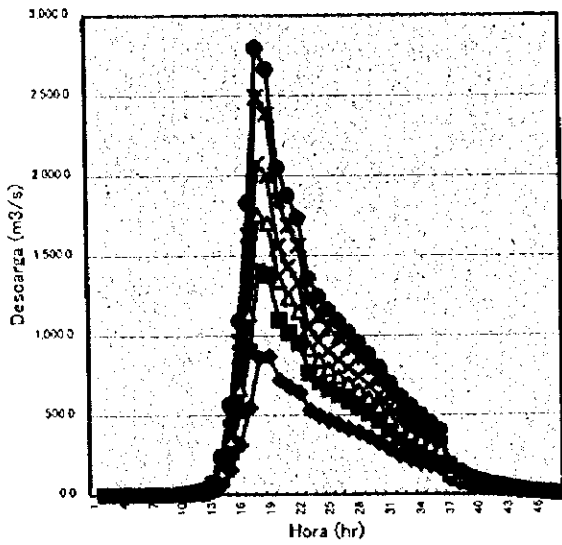
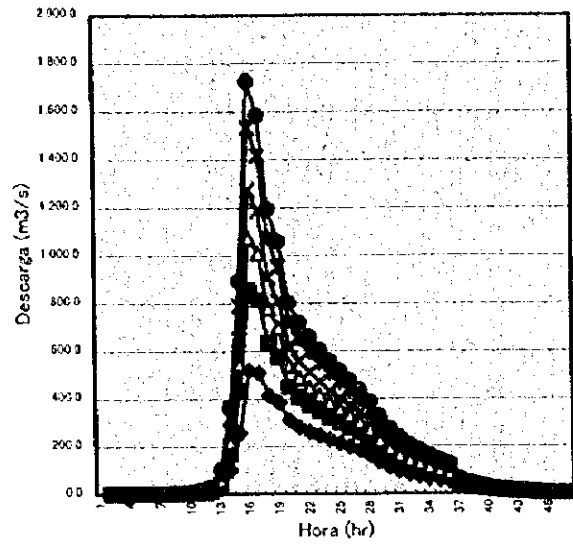


Fig. N.4.14 Gasto Maximo Probable de Inundacion en el Rio Huixtla

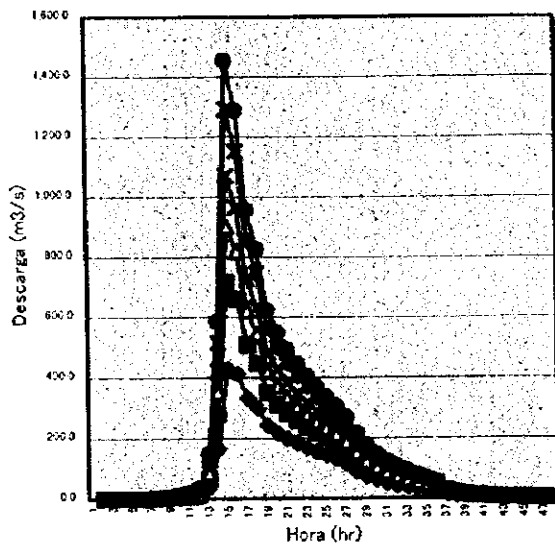
Rio Huixtla (HUI-1)



Rio Huixtla (HUI-2)



Rio Huixtla (HUI-3)



Rio Huixtla (HUI-4)

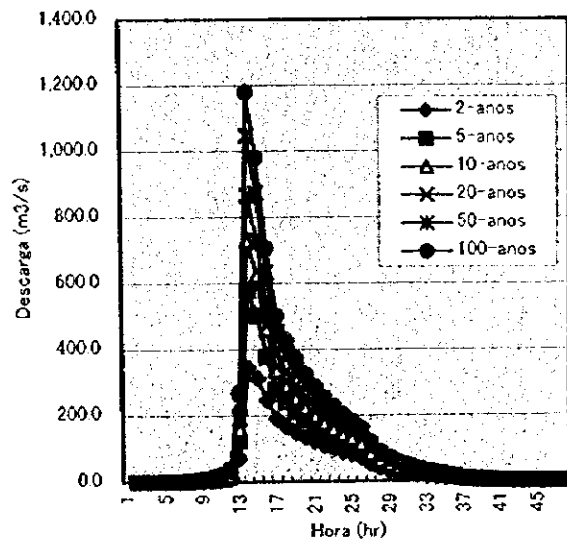


Fig. N.6.1 Secciones Longitudinales de Los Rios

