

# CASO RIO PURIRES

## INTRODUCCION

El Valle del Guarco, ubicado en la cuenca baja del Río Purires, afluente del Río Reventazón, ha sufrido tradicionalmente los efectos desastrosos de las inundaciones. Tales inundaciones son el producto de la invasión de las planicies de inundación y de la ausencia de la sección hidráulica apropiada para evacuar las avenidas máximas en la época lluviosa, a causa de un continuo proceso de sedimentación del cauce.

El Valle del Guarco se divide en tres zonas: sector agrícola que se distingue por los cultivos de hortalizas, productos no tradicionales, fincas de café y lecherías; un significativo sector industrial y la zona urbana que abarca unas 50 ha.

La zona agrícola ha experimentado un gran avance en cuanto a ornamentales y flores para exportación, así como hortalizas para consumo interno. En una primera etapa, en la década de los 80, se desarrollaron unas 250 ha de invernadero con una inversión alrededor de US\$ 50 millones, de cuya producción un 80% es para exportación (aproximadamente US\$ 2 millones por mes). Estas empresas dan empleo directo a más de tres mil personas y generan una importante cantidad de divisas para el país. La cobertura de esta zona es hacia el sureste y suroeste del valle donde existen excelentes suelos y disponibilidad de agua subterránea y superficial.

Debido a la topografía plana y a la cercanía de la zona agrícola a los principales cauces, los huracanes Gilbert y Juana en el invierno de 1988 produjeron pérdidas estimadas en 50 millones de colones. El Gobierno decretó zona de emergencia a las áreas directamente afectadas por el desbordamiento del río Purires y sus afluentes. En consecuencia, se hizo necesario ejecutar las acciones pertinentes para la realización, mantenimiento y custodia de las obras que controlaran de manera eficaz las inundaciones en el valle del Guarco.

Es así como a partir de febrero de 1989, el SENARA inició un seguimiento a las obras que a nivel privado se han ejecutado en el río Purires. Además, en colaboración con el CATIE, se efectuaron los estudios técnicos, así como los trámites legales y financieros para continuar con la construcción de las obras en el verano de 1990-1991. Para el proyecto existía financiamiento a través de dos convenios; uno entre la Comisión Nacional de Emergencia (CNE) y el SENARA por 3,3 millones de colones, y otro entre MIDEPLAN, el

SENARA y la CNE por un monto de 20 millones de colones provenientes del Programa de Drenajes, Canalización de Ríos y Prevención de Inundaciones del PL-416.

### **Objetivo y alcance del estudio**

El presente estudio tiene como objetivo básico la determinación y selección del caudal de avenida máxima para la cuenca del río Purires y el diseño geométrico en las obras de reencauzamiento, protección y reforzamiento de márgenes, reparación de puentes y otras obras tendientes a evitar el desbordamiento e inundación de este río y sus afluentes. Se pretende cuantificar los principales componentes hidrológicos de la cuenca a través del empleo de un modelo hidrológico que utiliza datos hidrometeorológicos y geofísicos de la misma cuenca.

En general, se busca probar y poner en operación el modelo en una cuenca controlada como lo es la del río Navarro y una vez debidamente calibrado, aplicarlo al análisis hidrológico de la cuenca del río Purires, que es una subcuenca del río Navarro. A continuación se aplica un modelo hidráulico, con el fin de evaluar la capacidad del cauce actual y diseñar las modificaciones geométricas del lecho del río para garantizar un transporte seguro del caudal seleccionado.

### **Caracterización de la cuenca**

La cuenca del río Purires no cuenta con suficiente información hidrometeorológica, pues en ella sólo hay un pluviómetro en la estación Linda Vista. La cuenca del río Navarro está provista de una estación limnigráfica (La Troya), cuatro estaciones pluviográficas (Sanatorio Durán, La Cangreja, Muñeco y Belén) y dos estaciones pluviométricas (Comandancia de Cartago y Linda Vista).

#### **CUENCA DEL RÍO NAVARRO**

La cuenca se ubica de 83°51' a 84°02' de longitud oeste y de 9°44' a 9°58' de latitud norte. La cuenca del río Navarro hasta la Estación Fluvigráfica 9-24, La Troya, tiene un área de drenaje de 282 km<sup>2</sup>. Los ríos principales de la red de drenaje son el Reventado y Purires, a partir de cuya confluencia se denomina inicialmente río Aguacaliente y luego río Navarro, el cual desemboca finalmente en el Reventazón (Fig. 1). El área de drenaje del río Navarro se encuentra en una de las zonas más secas de Costa Rica. Tiene una precipitación media anual de 1500 mm. Los meses más húmedos corresponden a setiembre y octubre, con un promedio de precipitación de aproximadamente 300 mm.

La temperatura promedio anual oscila entre 17,5°C y 22,5°C. La temperatura máxima promedio anual muestra también variaciones muy fuertes, en la parte baja de la cuenca oscila entre 22,5°C y 25°C y en la parte alta entre 10°C y 12,5°C. De igual forma, la temperatura mínima oscila entre 12,5°C y 15°C en la parte baja, mientras que en la parte alta es inferior a 7,5°C. El promedio anual de horas de brillo solar es de aproximadamente cuatro horas, alcanzando valores máximos de hasta seis horas y mínimos de tres horas diarias.

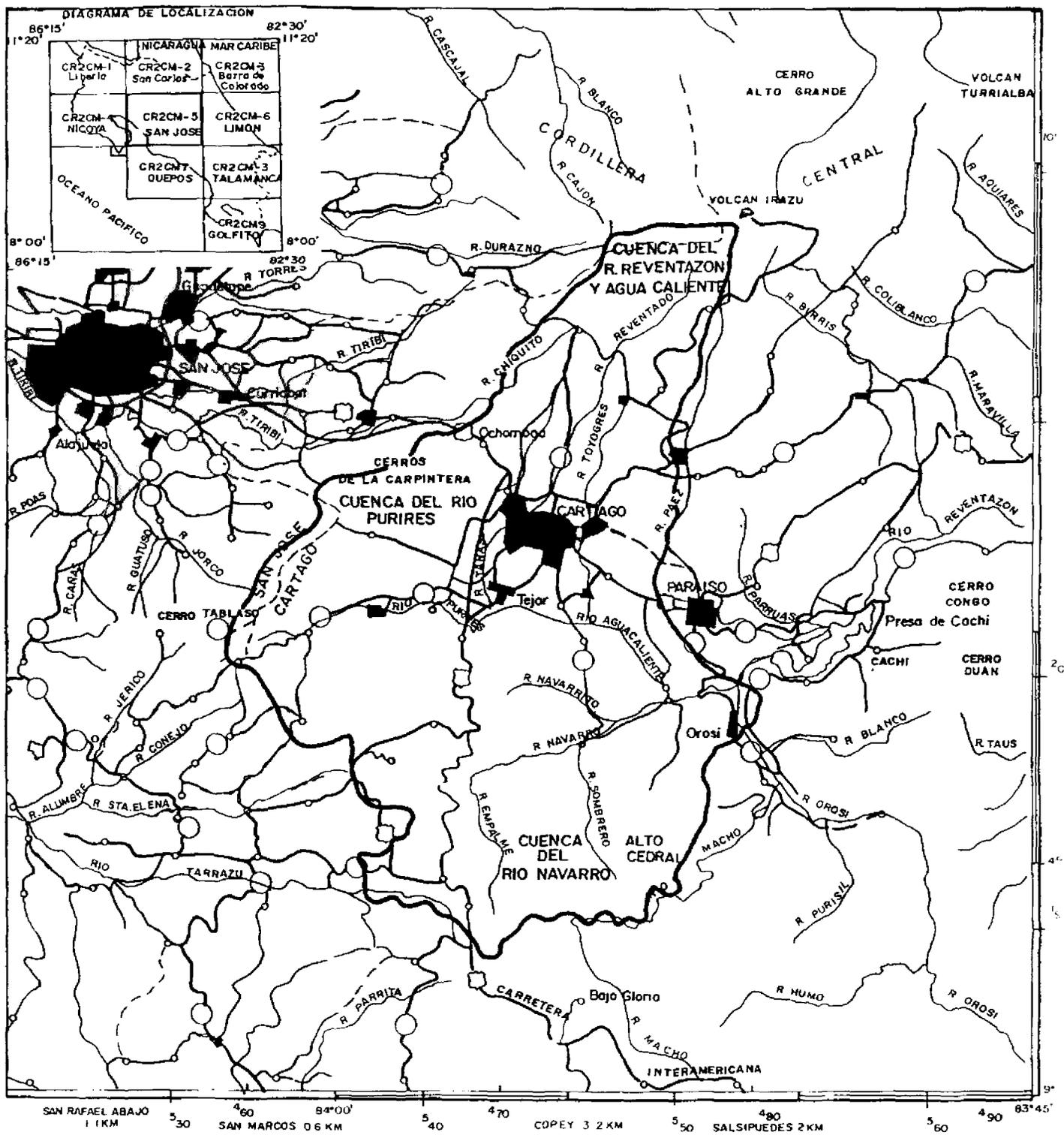


Fig. 1 Ubicación de la cuenca del río Navarro

## CUENCA DEL RÍO PURIRES

Esta cuenca se ubica entre 83°55' y 84°02' de longitud oeste y 9°48' a 9°54' de latitud norte, con un área de 77 km<sup>2</sup>. El principal afluente del río Purires es el río Coris, que tiene problemas de drenaje cuando el Purires sube de nivel, debido a la poca pendiente.

*La cuenca alta.* Se caracteriza por ser de origen volcánico, con fuertes pendientes. La ganadería extensiva es el uso dominante de la tierra, acompañado de bosques y cultivos aislados. El proceso de deforestación fue muy extenso en el pasado, lo que provocó cambios inadecuados en el uso de la tierra.

La zona está prácticamente deshabitada, sin embargo cuenta con carreteras asfaltadas y servicio eléctrico. De acuerdo con el mapa de uso potencial del MAG (1970), esta región se clasifica como III-D. Por su topografía y suelos, estas áreas no tienen capacidad agropecuaria de mayor productividad; son aptas para conservar el bosque natural, con una explotación y manejo controlados que incluyan prácticas de conservación y protección.

El sistema de clasificación de la capacidad de uso de la tierra del Servicio de Conservación de Suelos (Acón, 1991) indica que la cuenca alta del río Purires corresponde a la clase VI-E. Esta clase incluye terrenos con severas limitaciones para cultivos agronómicos, pero aprovechables en pastos y bosques. Algunos suelos pueden ser usados para ciertos cultivos (café, frutales), siempre y cuando se apliquen prácticas de manejo o para cultivos que se adaptan a condiciones difíciles. Las limitaciones más usuales de esta clase son pendientes muy fuertes, alta susceptibilidad a la erosión o ya muy erosionados, alta pedregosidad, suelos superficiales, excesiva humedad, factores climáticos adversos.

Esta categoría comprende todas aquellas tierras con diferentes grados de erosión causadas tanto por mal manejo (erosión actual) o riesgos de erosión ocasionados por limitaciones topográficas.

*La cuenca baja.* Rodeado por las montañas se encuentra el Valle del Guarco, con poca pendiente y explotación agrícola extensiva. Según el mapa de uso potencial (MAG, 1970), esta área se clasifica como I-A, caracterizada como zona de uso intensivo, teniendo en

**Cuadro 1. Principales características geomorfológicas de las cuencas de los ríos Navarro y Purires**

Descripción	Río Navarro	Río Purires
Área (km <sup>2</sup> )	282	77,28
Perímetro (km)	87,0	35,2
Elevación máxima (msnm)	3200	2100
Elevación mínima (msnm)	1020	1380
Altitud media (msnm)	1725	1587
Longitud del río (km)	30,0	14,4
Pendiente media	0,073	0,050
Orden de la cuenca	5	4
Densidad de drenaje	0,88	0,87
Alejamiento medio	1,79	1,64
Factor de forma	0,74	0,76
Índice de pendiente	0,216	0,242
Índice de compacidad	1,46	1,13

más de 75% de su superficie recursos físicos con capacidad para dar altos rendimientos por hectárea. Estas áreas son muy planas, de origen aluvial, con suelos livianos de textura franca a franco arenosa que responden bien a la aplicación de fertilizantes; aptos tanto para cultivos anuales como para cultivos permanentes y ganadería intensiva; requieren el empleo de métodos sencillos de conservación.

Las aguas del río Purires presentan una inadecuada calidad; sin embargo son utilizadas para riego por los floricultores, lo cual podría afectar los niveles de calidad establecidos por los exigentes mercados extranjeros. Además, dado que los horticultores irrigan sus parcelas con aguas del río, se presenta un peligro sanitario para los consumidores.

#### **EFFECTOS DEL MANEJO INADECUADO DE LA CUENCA**

La conversión del uso de la tierra en la cuenca alta, de bosques a pastos y cultivos, en conflicto con el uso potencial recomendable activó procesos de degradación de la cuenca, con erosión en las laderas y su eventual deposición en las planicies, alteración de la calidad del agua y alteración cuantitativa del ciclo hidrológico.

Entre las consecuencias negativas se puede destacar el incremento de los caudales máximos, que agravan los fenómenos de inundación, socavación de cauces y puentes, contaminación, erosión, sedimentación y pérdida de fertilidad.

En la parte baja, los ríos tienen capacidad geométrica limitada, situación agravada por la construcción de instalaciones agrícolas en planicies de inundación, las bajas pendientes y la presencia de obstáculos al flujo tales como puentes estrechos y curvas pronunciadas.

## **MODELACION HIDROLOGICA CON HEC-1**

### **Calibración del modelo en el río Navarro**

El modelo se calibró en la cuenca del río Navarro, siguiendo los pasos que a continuación se describen:

#### **ESCOGENCIA DEL EVENTO DE CALIBRACIÓN**

Se procedió a escoger los eventos extremos mejor definidos del registro limnigráfico de la estación La Troya. El criterio que se siguió fue localizar picos aislados con niveles limnimétricos superiores a los dos metros. Se supuso que las crecientes de esta magnitud eran producto de tormentas que hubieran cubierto completamente el área de drenaje. Se seleccionaron 27 crecientes para el período comprendido entre diciembre de 1980 y diciembre de 1988. Seguidamente se procedió a leer, de las bandas pluviográficas, la precipitación correspondiente a dichas tormentas y se escogieron tres que tenían registro completo del evento y una altura de precipitación similar. Con esto se garantizó que las tormentas cubrieran la totalidad del área de la cuenca y que hubieran tenido una intensidad lo más uniforme posible dentro de la gran variabilidad climática de la zona.

Las tormentas seleccionadas fueron la del 29 de octubre de 1984, la del 12 de octubre 1986 y la del 11 de octubre de 1987. Una vez definidas las tormentas y sus crecientes, se calibró el HEC-1 para la tormenta del 12 de octubre de 1986, por ser la que presentó una mayor uniformidad espacial y temporal de la lluvia.

Los resultados obtenidos en la calibración fueron ajustados con base en el evento catastrófico del 11 de octubre de 1990, acaecido durante el período de ejecución de este estudio. Partiendo de las marcas dejadas por los máximos niveles del río en dos sectores geométrica e hidráulicamente favorables, se estimó el caudal en sitios en los que no se hubiera producido desbordamiento. Con estos datos, se afinaron los valores de número de curva (CN) y abstracción final (IA) de la cuenca.

Cuadro 2. Distribución espacial de la tormenta del 12 octubre 1986 en la cuenca del río Navarro

Estación pluviométrica	Precipitación diaria (mm)	Peso de estación (%)
Sanatono Durán	42,1	15
Cangreja	80,2	15
Muñeco	34,7	23
Linda Vista	64,2	19
Comandancia Cartago	68,2	21
Belén	32,0	7

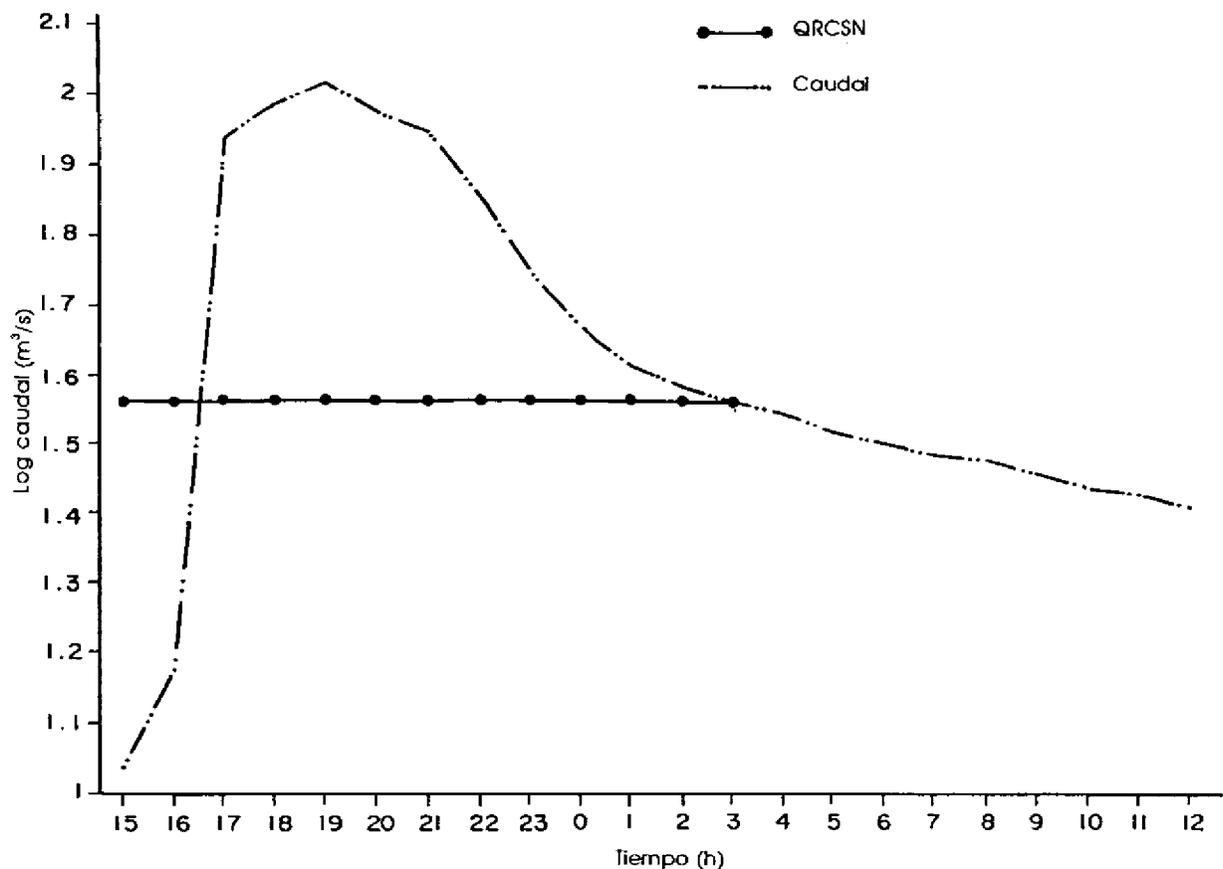


Fig. 2 Parámetros QBase del 12/10/86

## DISTRIBUCIÓN ESPACIAL Y TEMPORAL DE LA LLUVIA

La distribución espacial se obtuvo por medio de los polígonos de Thiessen, para las estaciones pluviográficas y pluviométricas de Sanatorio Durán, La Cangreja, Muñeco, Belén, Cartago y Linda Vista (Cuadro 2). La distribución temporal se calculó igualmente utilizando polígonos de Thiessen, para las estaciones pluviográficas de Sanatorio Durán, La Cangreja y Muñeco (Cuadro 3).

### HIDROGRAMA OBSERVADO

El hidrograma observado en la estación limnigráfica de La Troya, en el evento del 12 de octubre de 1986, se presenta en la Fig. 2.

### CAUDAL BASE

Los parámetros iniciales del caudal base: caudal inicial (STRTO), caudal de inicio de recesión (QRCSN) y la tasa de abatimiento de la curva de recesión (RTIOR) (HEC-1, 1981) se obtuvieron del hidrograma del 12 de octubre de 1986 en La Troya.

$$\begin{aligned} \text{STRTO} &= 10,9 \text{ m}^3/\text{s} \\ \text{QRCSN} &= 36,5 \text{ m}^3/\text{s} \\ \text{RTIOR} &= 1,05 \end{aligned}$$

### TIEMPO DE DESFASE

Se intentó inicialmente obtener el tiempo de desfase, de acuerdo con la recomendación del SCS, para la obtención de hidrogramas unitarios sintéticos.

$$t_1 = 0,6t_c \quad [1]$$

Calculando el  $t_c$  con la ecuación de Kirpich

$$t_c = L^{1,15} / (3080H^{0,38}) \quad [2]$$

donde el tiempo se da en minutos:

$L = 23000 \text{ m} =$  máxima distancia de recorrido del agua

$H = 1600 \text{ m} =$  diferencia de elevación entre el inicio y el final de  $L$

En la cuenca del Navarro, se obtuvo con la ecuación [2] un tiempo de desfase de 1:22 horas, el cual parece muy pequeño para las características de la cuenca. En consecuencia, se derivó el tiempo de desfase a partir de la tormenta del 12 de octubre de 1986, tomando el tiempo transcurrido entre el centroide de la lluvia total sobre la cuenca y el tiempo en que ocurre el caudal pico, tal como lo recomiendan Linsley *et al.* (1982) y Dunne y Leopold (1978). Aunque es teóricamente preferible considerar el centro de la lluvia efectiva, en la práctica la obtención confiable de dicho valor es difícil, y en este caso se utiliza el centroide de la lluvia total.

Dada la dificultad aritmética del cálculo del hietograma medio de la cuenca, obtenido a partir de seis estaciones para la distribución espacial y tres estaciones para la distribución temporal, se sugiere a continuación el siguiente procedimiento:

- Se corre el HEC-1 únicamente con la información de precipitación, para una tormenta histórica; en este caso la del 12 de octubre de 1986.
- El modelo genera una salida que contiene el hietograma medio resultante.
- Se obtiene el centroide del hietograma medio y comparándolo con el hidrograma histórico observado, se calcula el tiempo de desfase al caudal pico.

En el caso de la tormenta del 12 de octubre de 1986, se obtuvo un tiempo de 4,5 horas al centroide del hietograma y de 7 horas al caudal pico, a partir del inicio de la lluvia. En consecuencia, el tiempo de desfase es de 2,5 horas, obtenido con una hoja electrónica (Cuadro 4).

Para regionalizar los tiempos de desfase, se decidió utilizar la ecuación de Snyder que permite la calibración con base en los resultados locales (Viessman, 1989):

$$t_1 = C_1 (L * L_c)^{0,3} \quad [3]$$

donde:

L = distancia máxima de recorrido del agua en millas (1 milla = 1,61 km)

L<sub>c</sub> = distancia de la salida al punto más cercano del río al centroide de la cuenca, en millas

C<sub>1</sub> = coeficiente que varía de 1,8 a 2,2 en los Montes Apalaches

En el caso de la cuenca del río Navarro se tiene:

L = 23 km = 14,29 millas

L<sub>c</sub> = 8 km = 4,97 millas

$$C_1 = t_1 / (L * L_c)^{0,3} = 2,5 / (14,29 * 4,97)^{0,3} = 0,7$$

**Cuadro 3. Distribución temporal de la tormenta del 12 de octubre 1986 en la cuenca del río Navarro**

Hora	Estación fluvigráfica (P. de Thiessen)		
	S. Durán 25%	Cangreja 35%	Muñeco 40%
12:00	0,0	0,0	0,0
12:30	0,0	0,0	0,0
13:00	1,0	5,0	0,1
13:30	0,0	10,5	0,6
14:00	0,0	4,0	8,0
14:30	0,2	4,0	0,5
15:00	0,2	2,0	0,1
15:30	9,6	4,5	2,9
16:00	6,0	7,5	3,0
16:30	3,0	9,5	3,5
17:00	0,1	13,5	3,5
17:30	0,9	5,5	3,5
18:00	6,0	6,5	3,0
18:30	10,7	2,5	1,5
19:00	2,0	1,2	0,5
19:30	0,3	0,3	0,1
20:00	0,2	0,5	0,7
20:30	0,1	1,0	0,6
21:00	0,0	0,5	0,4
21:30	0,1	0,2	0,4
22:00	0,6	0,2	0,4
22:30	0,7	0,1	0,3
23:00	0,4	0,5	0,2
23:30	0,0	0,5	0,4
24:00	0,0	0,2	0,1

Pese a que  $C_t = 0,7$  es muy bajo en comparación con los valores reportados por Snyder; Dunne y Leopold (1978) mencionan que  $C_t$  puede oscilar desde 0,3 para montañas muy abruptas hasta 10 para planicies. En consecuencia el valor de  $C_t = 0,7$  resulta razonable.

Si la ecuación se aplica en kilómetros, se obtiene:

$$C_t = 2,5 / (23 * 8)^{0,3} = 0,53$$

Este coeficiente es el que será aplicado a la cuenca del río Purires.

### Resultados de la calibración

Tras repetidos intentos de calibración, inicialmente automática y luego afinada en forma manual, se obtuvo el mejor ajuste posible entre el hidrograma observado el 12 de octubre de 1986 y el hidrograma calculado.

Así, se adoptó  $CN = 60$  e  $IA = 19$  mm.

Se logró un buen ajuste de caudal pico y curva de recesión pero no de la curva de ascenso que es más rápida en el hidrograma observado. No es posible realizar este ajuste sin caer en valores de  $CN$  e  $IA$  irreales. Esta diferencia se atribuye a la utilización del hidrograma unitario sintético adimensional usado por HEC-1, que difícilmente se ajusta con precisión a las condiciones locales. La derivación de un hidrograma unitario local se dificulta por no disponer de eventos de precipitación uniforme tanto espacial como temporalmente en la cuenca del río Navarro.

Cuadro 4. Cálculo de centro de masa de la lluvia del 12 de octubre 1986 en la cuenca del río Navarro

Hora	Tiempo (h)	Precipitación (mm)	T*P
12:00	0,00	0,00	0,00
12:30	0,50	0,00	0,00
13:00	1,00	2,18	2,18
13:30	1,50	4,87	7,31
14:00	2,00	4,32	8,64
14:30	2,50	1,88	4,70
15:00	3,00	0,93	2,79
15:30	3,50	2,91	10,19
16:00	4,00	5,89	23,56
16:30	4,50	6,27	28,22
17:00	5,00	7,46	37,30
17:30	5,50	3,52	19,36
18:00	6,00	3,92	23,52
18:30	6,50	2,62	17,03
19:00	7,00	2,57	17,99
19:30	7,50	0,65	4,97
20:00	8,00	0,30	2,40
20:30	8,50	0,69	5,86
21:00	9,00	0,43	3,87
21:30	9,50	0,22	2,09
22:00	10,00	0,23	2,30
22:30	10,50	0,28	2,94
23:00	11,00	0,44	4,84
23:30	11,50	0,35	4,03
24:00	12,00	0,25	3,00
00:30	12,50	0,03	0,37
Sumatoria		53,17	239,36

Centro de masa =  $239,36 / 53,17 = 4,5$  horas

$T_{lag} =$  Tiempo al pico - Centro de masa

$T_{lag} = 7 - 4,5 = 2,5$  h

## Modelación en la cuenca del río Purires

### RED DE COMPONENTES INTERCONECTADOS DE LA CUENCA

La cuenca del Purires se subdividió en ocho subcuencas para generar hidrogramas en la zona inundable, de modo que se disponga de los caudales máximos conforme se avanza aguas abajo en el diseño geométrico del cauce (Fig. 3).

### DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LA LLUVIA

En la cuenca del río Purires se cuenta solamente con una estación meteorológica, el pluviómetro de Linda Vista ubicado cerca del centro de la cuenca. La información de esta estación se utilizó para obtener la lámina máxima diaria de precipitación. El período de retorno de cada evento de la serie de máximos se calculó utilizando la ecuación de Weibull. La curva de distribución de frecuencia se definió aplicando la distribución de

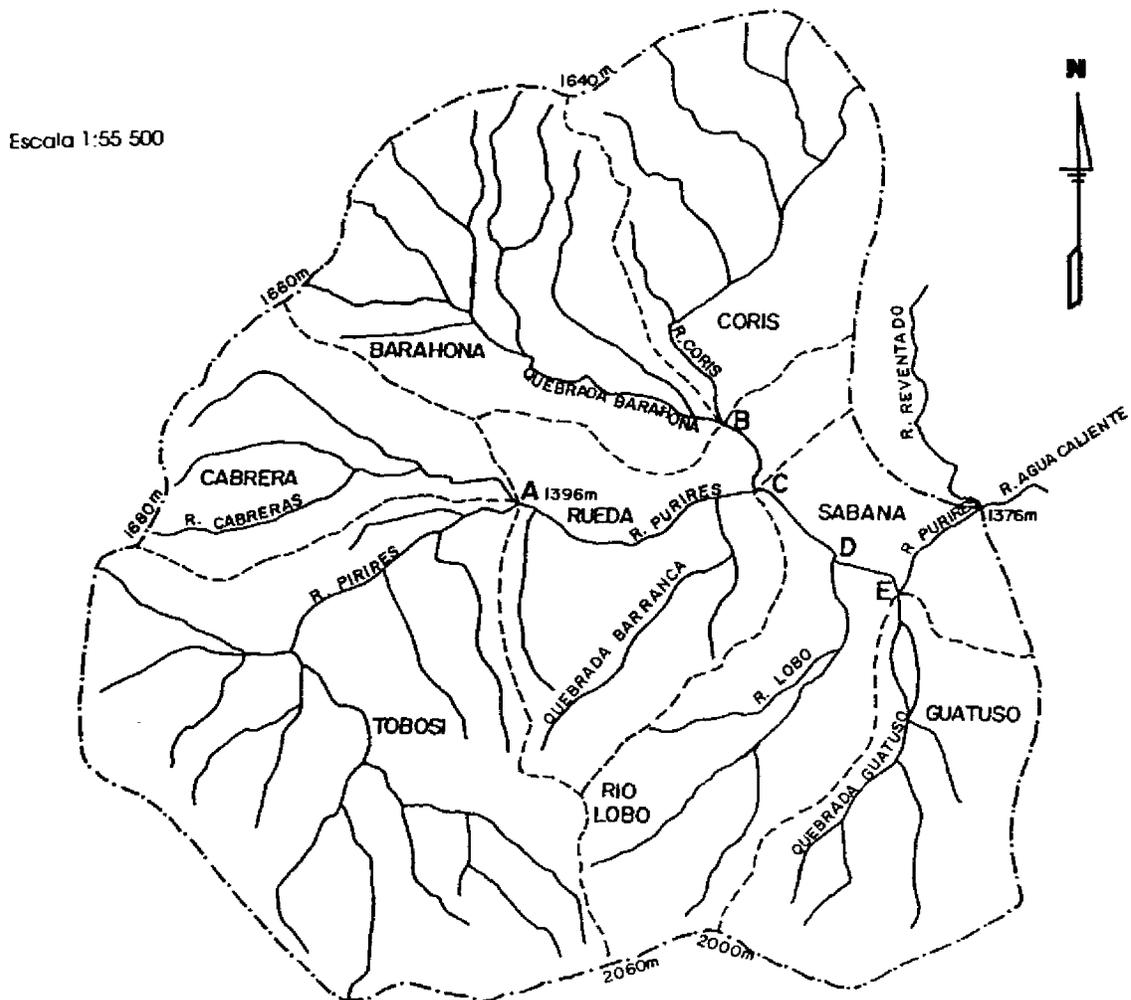


Fig. 3 Cuenca del río Purires

valores extremos de Gumbel, por medio de la ecuación de Chow (1964). Los resultados de dicho análisis se pueden observar en la Fig. 4. Debido a la gravedad de los daños ocurridos en instalaciones agroindustriales, se eligió la tormenta de 40 años de período de retorno como evento de diseño, con un valor de precipitación diaria de 123 mm.

#### DISTRIBUCIÓN TEMPORAL DE LA LLUVIA

Se utilizó la distribución temporal de la tormenta máxima probable, generada por el ICE para la cuenca del río Reventazón. Esta decisión se tomó debido a la ausencia de pluviógrafos en la cuenca del río Purires.

#### FLUJO BASE

Para obtener el flujo base de las diferentes subcuencas del río Purires se puede partir de los resultados de la cuenca del río Navarro, para el hidrograma observado del 12 de octubre de 1986. Se obtiene el caudal inicial por unidad de área, el cual es multiplicado por el área de cada subcuenca del río Purires. En este caso, sin embargo, se disponía de algunas mediciones de caudal que se usaron en la estimación del caudal inicial.

El caudal de inicio de la curva de recesión se tomó como el 50% del caudal pico y la tasa de abatimiento de la curva de recesión como 1,07, obtenidos a partir del proceso de calibración de la cuenca del río Navarro. Estos valores se asumen constantes para todas las subcuencas.

#### TIEMPOS DE DESFASE

Con base en la ecuación [3] se estimaron los tiempos de desfase de cada subcuenca (Cuadro 5).

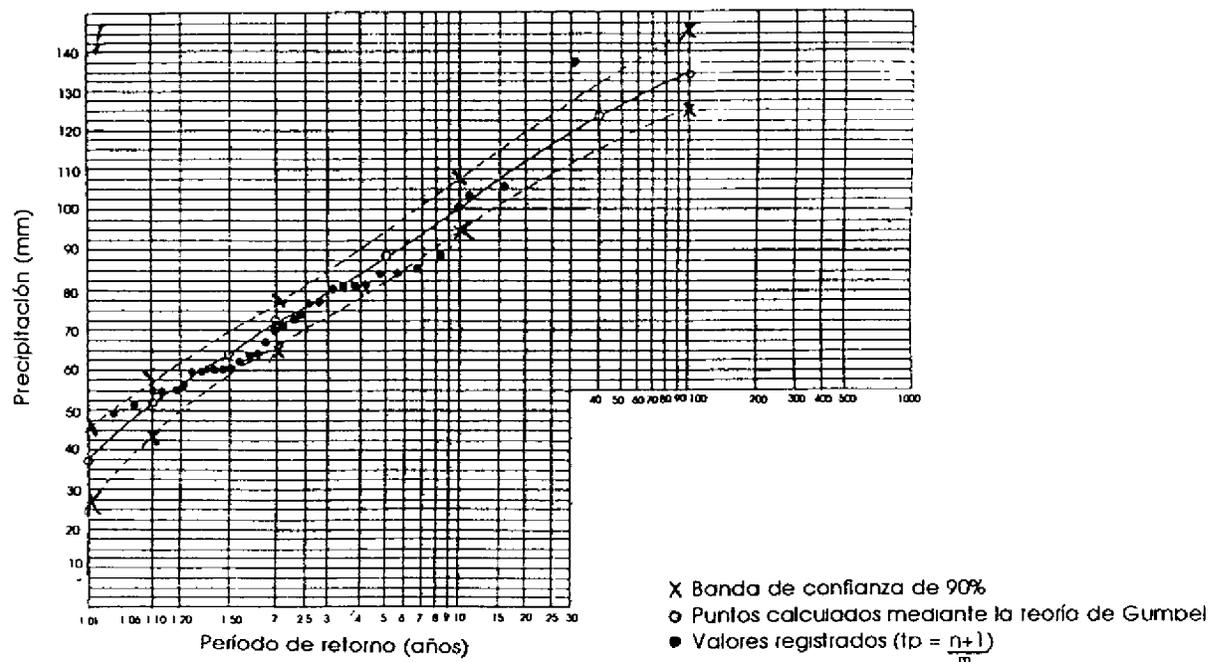


Fig. 4 Distribución de valores extremos de precipitación diaria en la estación Linda Vista

## TRÁNSITO DE AVENIDAS

El método escogido para simular el desplazamiento de la onda de flujo fue el de Muskingum. Este método requiere conocer el tiempo de viaje de la onda, en los diferentes sectores del río. Dada la corta longitud de los tramos considerados y el poco tiempo que toma a la onda recorrerlos, el efecto de abatimiento de los hidrogramas durante el tránsito no es muy significativo. Se considera en consecuencia que se pueden emplear valores aproximados de la velocidad de onda para diferentes formas de canal, en función de la velocidad media (Viessman *et al.*, 1989):

$$\text{Rectángulo ancho} = 5 * V/3$$

$$\text{Triangular} = 4 * V/3$$

$$\text{Parábola ancha} = 11 * V/9$$

En el sector de la confluencia del río Purires con la Quebrada Lobo y la unión del río Purires con el río Coris, se utiliza la ecuación de Manning para las siguientes características aproximadas:

$$\text{Pendiente} = 0,003$$

$$\text{Ancho de base} = 15 \text{ metros}$$

$$\text{Caudal} = 87 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\text{Inclinación del talud} = 1$$

$$n \text{ de Manning} = 0,06$$

Aplicando un programa de cómputo se obtiene:

$$\text{Profundidad del agua (y)} = 3,02 \text{ m}$$

$$\text{Velocidad media (v)} = 1,6 \text{ m/s}$$

La velocidad de onda para un canal rectangular ancho es:

$$C = 5 * V/3 = 5 * 1,6/3 = 2,67 \text{ m/s}$$

Estos valores pueden ajustarse a través de corridas sucesivas, para obtener valores más acordes a la realidad. En este caso se consideró innecesario y se aplicó esa velocidad de onda para los diferentes tramos analizados, con el fin de obtener los tiempos de recorrido de la onda (Cuadro 6).

**Cuadro 5. Tiempos de desfase en las subcuencas del río Purires**

Subcuenca	L (m)	Lc (m)	TLAG (h)	Area (km <sup>2</sup> )
Tobosi	8750	4440	1,59	20,74
Cabrera	4712	2349	1,09	6,47
Rueda	5251	2220	1,11	9,83
Barahona	5463	3023	1,23	10,86
Coris	5825	3348	1,29	10,16
Río Lobo	5513	2733	1,20	7,57
Guatuso	5116	2253	1,10	8,04
Sabana	2173	788	0,62	3,61

**Cuadro 6. Tiempo de recorrido de la onda en los tramos evaluados del río Purires**

Tramo	Longitud (m)	Tiempo de recorrido (h)
AC	326	0,3
BC	946	0,1
CD	1150	0,1
DE	780	0,1
EF	1300	0,1