

MISTERIO DE OBRAS PUBLICAS  
DIRECCION GENERAL DE AGUAS  
DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS Y PLANIFICACION

FLU-590  
Doc. trab. 3  
c. 2

Microsystem - MOP\_DGA



FLU 590

ANALISIS DE EVENTOS HIDROMETEOROLOGICOS  
EXTREMOS EN EL PAIS  
CAUDALES MAXIMOS Y MINIMOS

INFORME ETAPA 5

*Version Completa*

SEPTIEMBRE 1994

AC INGENIEROS CONSULTORES  
AYALA, CABRERA Y ASOCIADOS LTDA  
INGENIEROS CONSULTORES

Doc 3

## INDICE

### Etapa 5. Funciones de Transferencia

5.1	Funciones a Emplear . . . . .	1
5.1.1	Determinación de Hidrogramas Unitarios . . . . .	4
5.1.2	Determinación de Características Morfométricas . . . . .	4
5.1.3	Métodos Analizados . . . . .	4
5.2	Precipitación Efectiva . . . . .	12
5.2.1	Método de la Curva Número . . . . .	14
5.2.2	Procedimiento Empleado para Determinar la Curva Número a Tormentas Dadas . . . . .	15
5.2.3	Valor de la Curva Número Estimada . . . . .	17
5.3	Ejemplo de Aplicación Método de Hidrograma Unitario Sintético . . . . .	19
5.3.1	Características de la Cuenca Putaendo en Resguardo Los Patos . . . . .	19
5.3.2	Determinación de Hietograma de Precipitación Total . . . . .	19
5.3.3	Determinación de la Precipitación Efectiva . . . . .	20
5.3.4	Determinación de Hidrograma Unitario Sintético . . . . .	21
5.3.5	Aplicación del Hidrograma Unitario Sintético . . . . .	23
5.3.6	Resultados . . . . .	23

### Anexos

Anexos 5.1	Antecedentes Morfométricos y Parámetros de los Hidrogramas Unitarios
Anexos 5.2	Antecedentes Básicos Utilizados en el Estudio de la Precipitación Efectiva

## 5. Funciones de Transferencia

Este capítulo tiene por objeto analizar aquellas relaciones precipitación-escorrentía del tipo caja negra, que se usan comúnmente para estimar hidrogramas de crecida en cuencas sin control.

Para estos efectos se adoptó el hidrograma unitario como función de transferencia a analizar, seleccionándose los antecedentes básicos necesarios para establecer los parámetros correspondientes a un hidrograma unitario sintético.

Se analizaron también aquellos antecedentes que se requieren para estimar las pérdidas por infiltración e intercepción que ocurren en una cuenca durante una crecida.

Finalmente se procedió a aplicar las metodologías analizadas con el fin de seleccionar aquella que pueda recomendarse como más apropiada para las condiciones de nuestro país.

### 5.1 Funciones a Emplear

De acuerdo a lo señalado se escogieron relaciones del tipo hidrograma unitario sintético. Para ello se siguió básicamente la misma metodología propuesta por Benítez y Rodríguez (1974) y Benítez y Arteaga (1985) donde en base a la información de cuencas controladas se obtienen hidrogramas unitarios representativos de las cuencas para una duración  $t_u$  de la lluvia. Los parámetros básicos que definen estos hidrogramas son el tiempo de duración de la lluvia ( $t_u$ ), el tiempo al peak ( $t_p$ ) definido a partir del centro de masa del hidrograma hasta el peak del hidrograma unitario, el caudal peak del hidrograma unitario ( $q_p$ ) y el tiempo base del hidrograma unitario ( $t_b$ ). Estos se esquematizan en la figura 5.1.

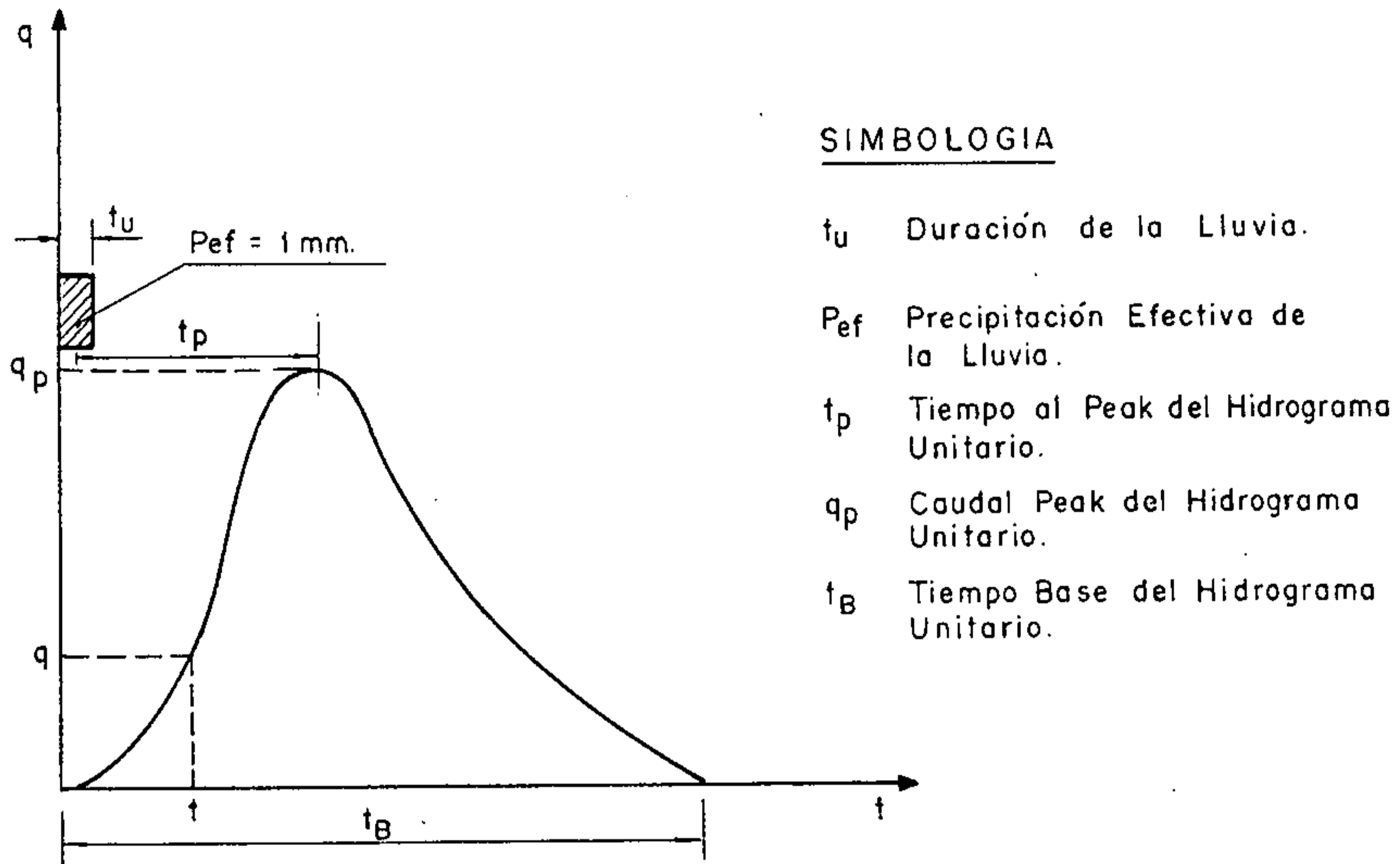
#### 5.1.1 Determinación de Hidrogramas Unitarios

En primer lugar, se recopilaron los antecedentes relativos a hidrogramas unitarios derivados en otros estudios. Estos se refieren básicamente a los presentados por Benítez y Arteaga (1985), a los que se agregó la información de Villalobos (1971), Beniscelli (1975), Carvallo (1989), Terán (1983) y otros estudios realizados por Comisión Nacional de Riego (1978), Endesa (1981), MN Ingenieros (1988) y el Centro de Recursos Hidráulicos (1973).

Estos antecedentes fueron complementados con información de crecidas obtenidas a de los registros disponibles en la Dirección General de Aguas, los que se detallan en los documentos de trabajo. Estos se eligieron en base a crecidas aisladas, bien definidas y de forma simple y de características tales que el

caudal máximo no estuviera determinado en base a la información de la parte extrapolada de la curva de descarga.

FIG. 5.1 PARAMETROS DEL HIDROGRAMA UNITARIO



Todos estos antecedentes se analizaron bajo los mismos supuestos básicos y de acuerdo al siguiente procedimiento: se considera un área pluvial promedio, calculada de cartas IGM considerando que la línea de nieves entre la III y VI Región queda definida según los antecedentes presentados por Peña y Vidal (1993) mientras que de la VII Región al sur se estima que esta queda mejor representada por la información derivada de los antecedentes presentados por Escobar y Vidal (1992).

- 
- Benítez y Arteaga F. (1985). "Método para la Determinación de Hidrogramas Unitarios Sintéticos en Chile". Memoria para optar al Título de Ingeniero Civil. U. de Chile.
- Villalobos E. (1971). "Estudio para un proyecto de Encauzamiento del Río Limarí en Ovalle". Memoria para optar al título de Ingeniero Civil, U. de Chile.
- Benincelli A. (1975). "Método Sintético para Estimación de Hidrogramas Unitarios". Memoria para optar al título de Ingeniero Civil. U. de Chile.
- Carvallo C. (1989). "Crecida Máxima Probable por Método Hidrometeorológicos". Memoria para optar al título de Ingeniero Civil. U. de Chile.
- Terán E. (1983). "Estudio de Crecida Afluentes a los Embalses Cogotí, Recoleta y Paloma". Memoria para optar al título de Ingeniero Civil. U. de Chile.
- Peña H. y Vidal F. (1993). "Estimación Estadística de la Línea de Nieves durante los Eventos de Precipitación entre las Latitudes 28 y 38 grados Sur". XI Congreso Chileno de Ingeniería Hidráulica.



- El flujo base se estima que varía linealmente desde que se inicia la crecida hasta el instante en que esta determina, definido como  $N = \frac{1}{1.21} A^{0.2}$  días después del peak donde A es el área de la cuenca en  $\text{km}^2$ .

- El hidrograma de escorrentía directa se determina como el de escorrentía total descontado el flujo base. La integración de este hidrograma determina el volumen de escorrentía directa ( $V_{ed}$ ).

- Se determina la precipitación efectiva como:

$$P_{ef} = \frac{V_{ed}}{A} \quad (mm)$$

- Se verifica que el hidrograma de lluvia efectiva sea de corta duración y de intensidad constante .
- Se obtiene el hidrograma unitario dividiendo cada ordenada del hidrograma de escorrentía directa por la precipitación efectiva, ( $P_{ef}$ ).
- Para determinar el tiempo de duración asociado al hidrograma obtenido, se calcula el hidrograma en S, desfasando los hidrogramas unitarios en  $t_u$ , de manera que no se produzcan fluctuaciones en la parte superior de la curva. El tiempo de duración de la lluvia se estima igual a  $t_u$ .
- Se determina el hidrograma unitario para lluvias de duración  $t_u = t_p/5.5$ , que corresponde al valor mínimo para el cual cualquier duración de lluvia unitaria menor a este tiempo, tendrá un muy pequeño o ningún efecto en el tiempo al peak y el caudal peak. Esto fue determinado empíricamente por Snyder (Benítez y Arteaga, 1985).
- El proceso se repite para más de una tormenta y se obtiene el hidrograma unitario promedio para la cuenca.

En el Anexo 5.1 se detallan los antecedentes recopilados en cada una de las distintas cuencas en estudio, específicamente los valores de  $t_u$ ,  $t_p$ ,  $q_p$  y  $t_B$ , definidos en la figura 5.1.

### 5.1.2 Determinación de Características Geomorfométricas

Estas se refieren básicamente a los parámetros requeridos por las metodologías que se consideraron en el análisis. Se obtuvieron en base a cartas IGM y corresponden a: Longitud del cauce principal, L; Longitud desde el centro de gravedad hasta el punto de salida, Lg; estimada siguiendo a lo largo del cauce la trayectoria de una partícula de agua imaginaria; pendiente media del cauce principal Sc y pendiente de la cuenca S, estimada según la fórmula de Mociornita.

Estos antecedentes se presentan para cada cuenca en el Anexo 5.1.

### 5.1.3 Métodos Analizados

#### Relaciones Tipo Linsley

Son las del tipo empleado también por Benítez y Arteaga (1985) que consideran que el tiempo al peak es función del parámetro  $L Lg/\sqrt{s}$ . Se supone además que el caudal máximo es función del tiempo al peak a través de una relación del tipo:

$$q_p = a t_p^b \quad (l/s/km^2)$$

al igual que el tiempo base

$$t_B = c t_p^d \quad (hrs)$$

Generalmente se adopta una distribución temporal dada por hidrogramas unitarios adimensionales de Commons, Williams o SCS que se presentan en la Tabla 5.1.

Tabla 5.1

Coordenadas Adimensionales (q/q<sub>p</sub>)

$\frac{t}{t_p}$	Commons	Williams	S.C.S.
0,25	0,15	0,08	0,13
0,50	0,50	0,35	0,44
1,00	1,00	1,00	1,00
1,25	0,83	0,82	0,84
1,50	0,60	0,60	0,62
2,00	0,23	0,35	0,30
2,50	0,15	0,24	0,15
3,00	0,11	0,16	0,06
3,50	0,10	0,12	0,03
4,00	0,09	0,09	0,015

Método de Gray

En este caso se define el parámetro  $t_p/\gamma$  en minutos, a través de la expresión:

$$\frac{t_p}{\gamma} = \frac{1}{2,676 + \frac{0,0139}{t_p}}$$

Luego este parámetro se correlaciona con parámetros tales como  $L/s$  o  $L/s_c$  con el fin de permitir su predicción en cuencas sin control. La relación que se plantea es del siguiente tipo:

$$\frac{t_p}{\gamma} = a \left( \frac{L}{\sqrt{s}} \right)^b$$

En este método se considera que el caudal se distribuye según una distribución gamma, de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$Qt/t_p = \frac{25 \gamma^q e^{-\gamma \frac{t}{t_p}} \left( \frac{t}{t_p} \right)^{q-1}}{\Gamma(q)}$$

$$q = \gamma + 1$$

donde:

$q, \gamma$  : parámetros

$\Gamma(q)$  : Función Gamma evaluada en  $q$

$Q_{t/t_p}$  : Caudal del hidrograma unitario evaluado para un tiempo  $t/t_p$

Alternativamente a la resolución de la anterior ecuación el hidrograma unitario puede determinarse calculando el valor de (%FLUJO/0,25  $t_p$ ) de la Tabla 5.2.

Tabla 5.2

Hidrograma Unitario Adimensional para Diferentes  
Valores del Parámetro  $\gamma$ .  
% FLUJO/0,25  $t_p$

$t/t_p$	$\gamma=2.0$	$\gamma=2.5$	$\gamma=3.0$	$\gamma=3.5$	$\gamma=4.0$	$\gamma=4.5$	$\gamma=5.0$	$\gamma=5.5$	$\gamma=6.0$
0,000	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,125	1,2	0,8	0,5	0,3	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1
0,375	6,6	6,3	5,8	5,2	4,7	4,2	3,7	3,2	2,8
0,625	11,2	12,0	12,6	13,0	13,3	13,6	13,6	13,6	13,5
0,875	13,3	14,9	16,4	17,7	18,9	20,0	21,0	22,0	22,9
1,000	13,5	15,3	16,8	18,2	19,5	20,8	21,9	23,0	24,1
1,125	13,4	15,0	16,5	17,8	19,0	20,1	21,1	22,1	23,1
1,375	12,1	13,3	14,2	14,9	15,6	16,1	16,6	16,9	17,2
1,625	10,3	10,7	11,1	11,2	11,2	11,1	10,9	10,7	10,5
1,875	8,3	8,2	8,0	7,7	7,3	6,8	6,4	6,0	5,5
2,125	6,5	6,0	5,5	5,0	4,4	3,9	3,4	3,0	2,6
2,375	4,9	4,3	3,6	3,1	2,5	2,1	1,7	1,4	1,1
2,625	3,6	2,9	2,3	1,8	1,4	1,0	0,8	0,6	0,5
2,875	2,6	2,0	1,4	1,0	0,8	0,6	0,4	0,3	0,2
3,125	1,9	1,3	0,9	0,6	0,4	0,3	0,2	0,1	
3,375	1,3	0,9	0,5	0,3	0,2	0,1	0,1		
3,625	1,0	0,6	0,3	0,2	0,1				
3,875	0,6	0,3	0,2	0,1					
4,125	0,4	0,2	0,1	0,1					
4,375	0,3	0,1	0,1						
4,625	0,2	0,1							
4,875	0,1	0,1							
5,125	0,1								
5,375	0,1								
Suma	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

y resolviendo la siguiente ecuación:

$$Q = \frac{(\% \text{ FLUJO} / 0.25 t_p) * A * P_{ef}}{100 * 0.25 t_p}$$



% FLUJO/0,25  $t_p$  : Valor obtenido de la Tabla 5.2  
 A : Area de la cuenca  
 $P_{ef}$  : Precipitación efectiva (1 mm)

#### 5.1.4 Cálculo de Parámetros de los Métodos

##### - Hidrograma Unitario Sintético tipo Linsley

En base a los antecedentes presentados en el Anexo 5.1 se obtuvieron las relaciones para  $t_p$ ,  $q_p$  y  $t_B$  para relaciones tipo Linsley que se presentan en las Fig. 5.2 a 5.4 cuyas expresiones son:

Regiones III, IV, V y VI

$$t_p \text{ (hrs)} = 0,323 \cdot \left( \frac{L \cdot Lq}{\sqrt{s}} \right)^{0.422}$$

$R^2 = 0,76$   
 $Sy = 2,3$  (hrs)  
 $N = 27$

$$q_p \text{ (l/s/km}^2\text{/mm)} = 144,141 \cdot t_p^{-0.796}$$

$R^2 = 0,64$   
 $Sy = 8,0$  (l/s/km<sup>2</sup>/mm)  
 $N = 25$

$$t_B \text{ (hrs)} = 5,377 \cdot t_p^{0,805}$$

$R^2 = 0,80$   
 $Sy = 4,6$  (l/s/km<sup>2</sup>/mm)  
 $N = 25$

Regiones VII

$$t_p \text{ (hrs)} = 0,584 \cdot \left( \frac{L \cdot Lq}{\sqrt{s}} \right)^{0.327}$$

$R^2 = 0,88$   
 $Sy = 0,9$  (hrs)  
 $N = 13$

$$q_p (l/s/km^2/mm) = 522,514 \cdot t_p^{-1.511}$$

$$\begin{aligned} R^2 &= 0,89 \\ S_y &= 8,1 (l/s/km^2/mm) \\ N &= 13 \end{aligned}$$

$$t_B (hrs) = 1,822 \cdot t_p^{1.412}$$

$$\begin{aligned} R^2 &= 0,94 \\ S_y &= 4,3 (hrs) \\ N &= 13 \end{aligned}$$

Regiones VIII, IX y X

$$t_p (hrs) = 1,351 \cdot \left( \frac{L \cdot Lg}{\sqrt{S}} \right)^{0.237}$$

$$\begin{aligned} R^2 &= 0,88 \\ S_y &= 1,5 (hrs) \\ N &= 21 \end{aligned}$$

$$q_p (l/s/km^2/mm) = 172,775 \cdot t_p^{-0.835}$$

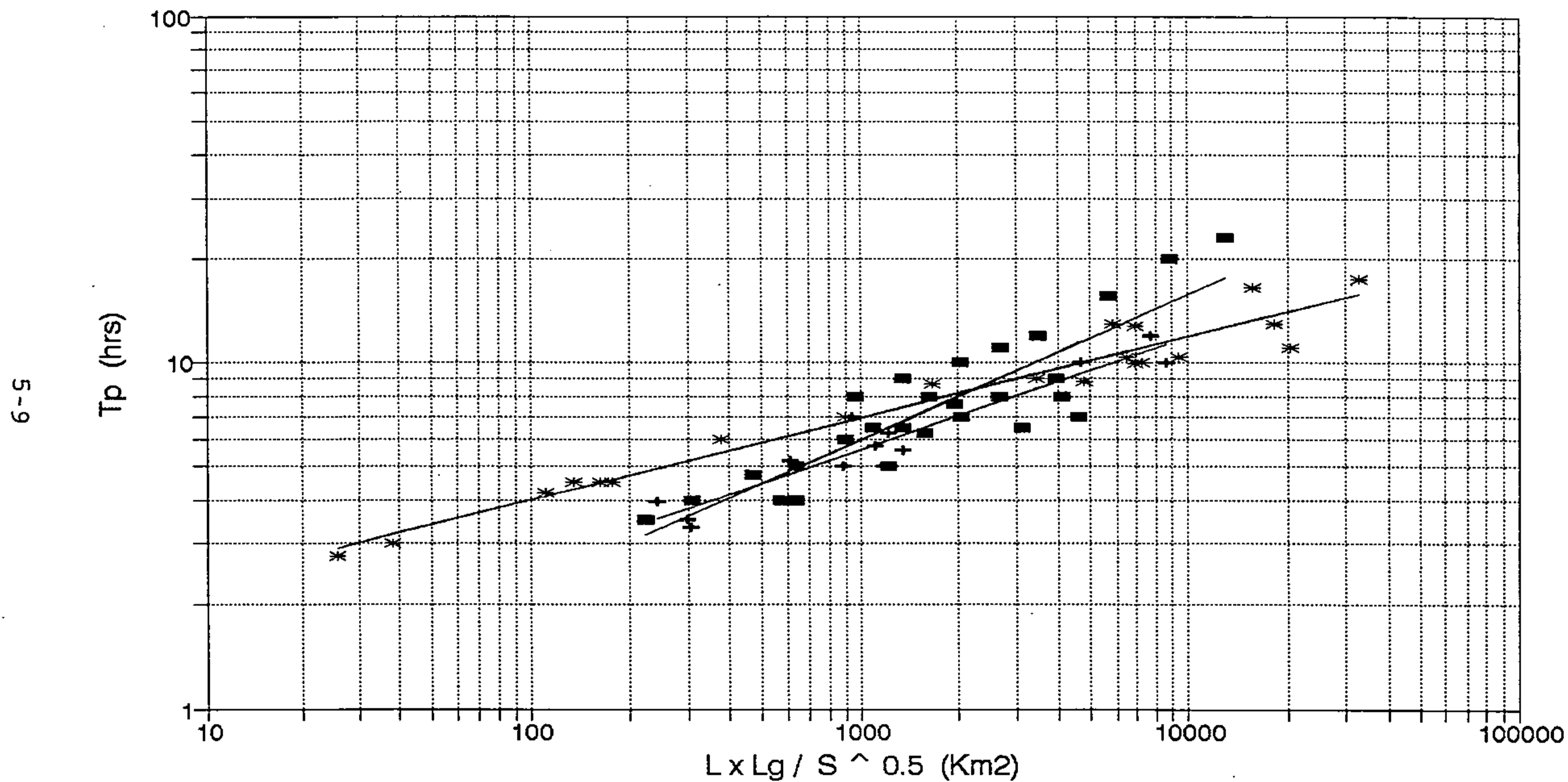
$$\begin{aligned} R^2 &= 0,92 \\ S_y &= 5,3 (l/s/km^2/mm) \\ N &= 21 \end{aligned}$$

$$t_B (hrs) = 5,428 \cdot t_p^{0.717}$$

$$\begin{aligned} R^2 &= 0,05 \\ S_y &= 3,1 (hrs) \\ N &= 21 \end{aligned}$$

Se observa que la Zona I definida por Benítez y Arteaga (1985) se ha separado en dos zonas por lo que los parámetros resultan distintos a los obtenidos por estos autores. Las expresiones para las regiones VIII, IX y X son semejantes a las de la Zona II señalada por Benítez y Arteaga (1985) coincidiendo los límites geográficos entre ambas.

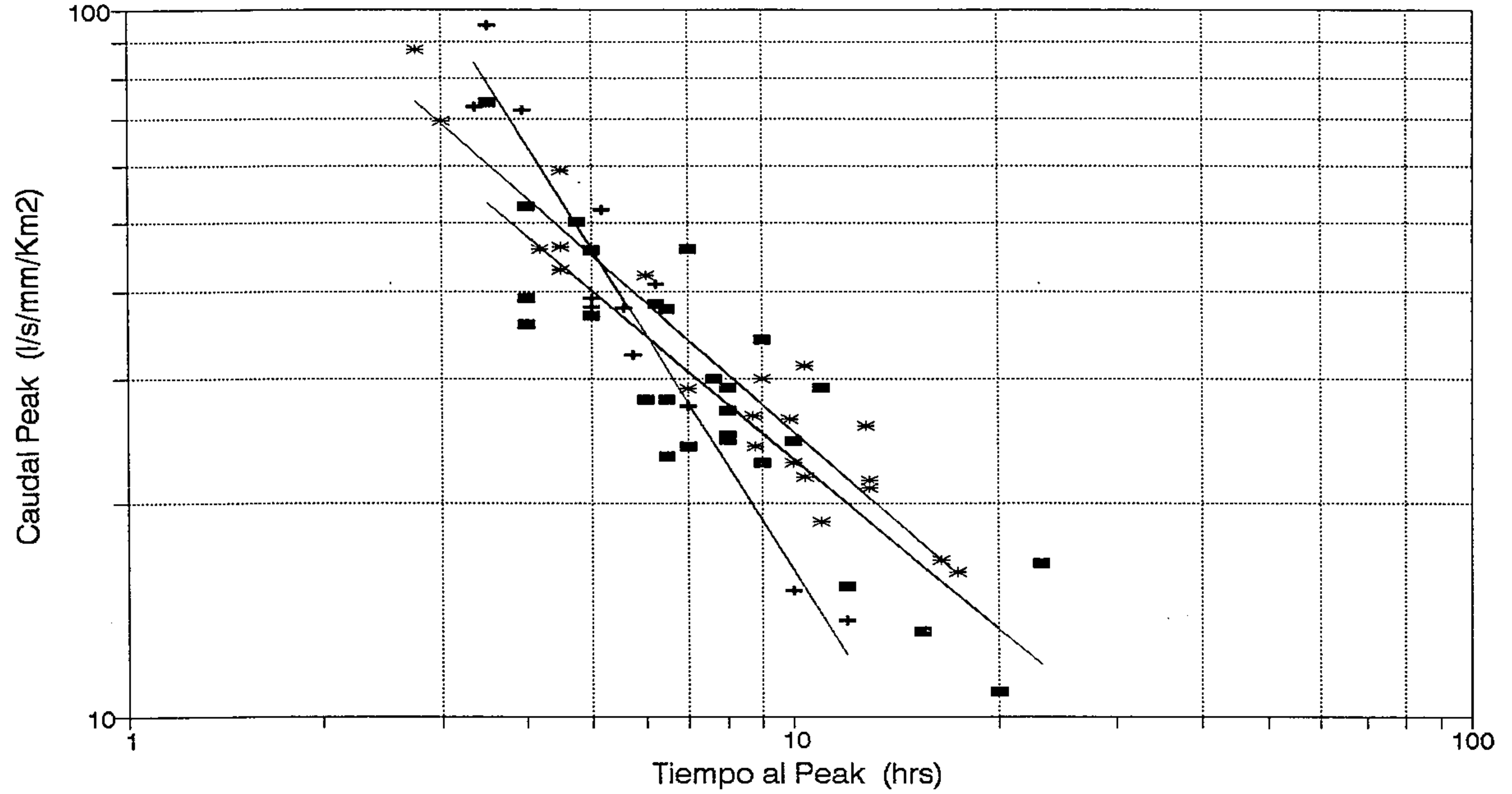
FIG 5.2 Tpeak vs  $Lx Lg / S^{0.5}$



■ III a VI REGION    + VII REGION    \* VIII A X REGION

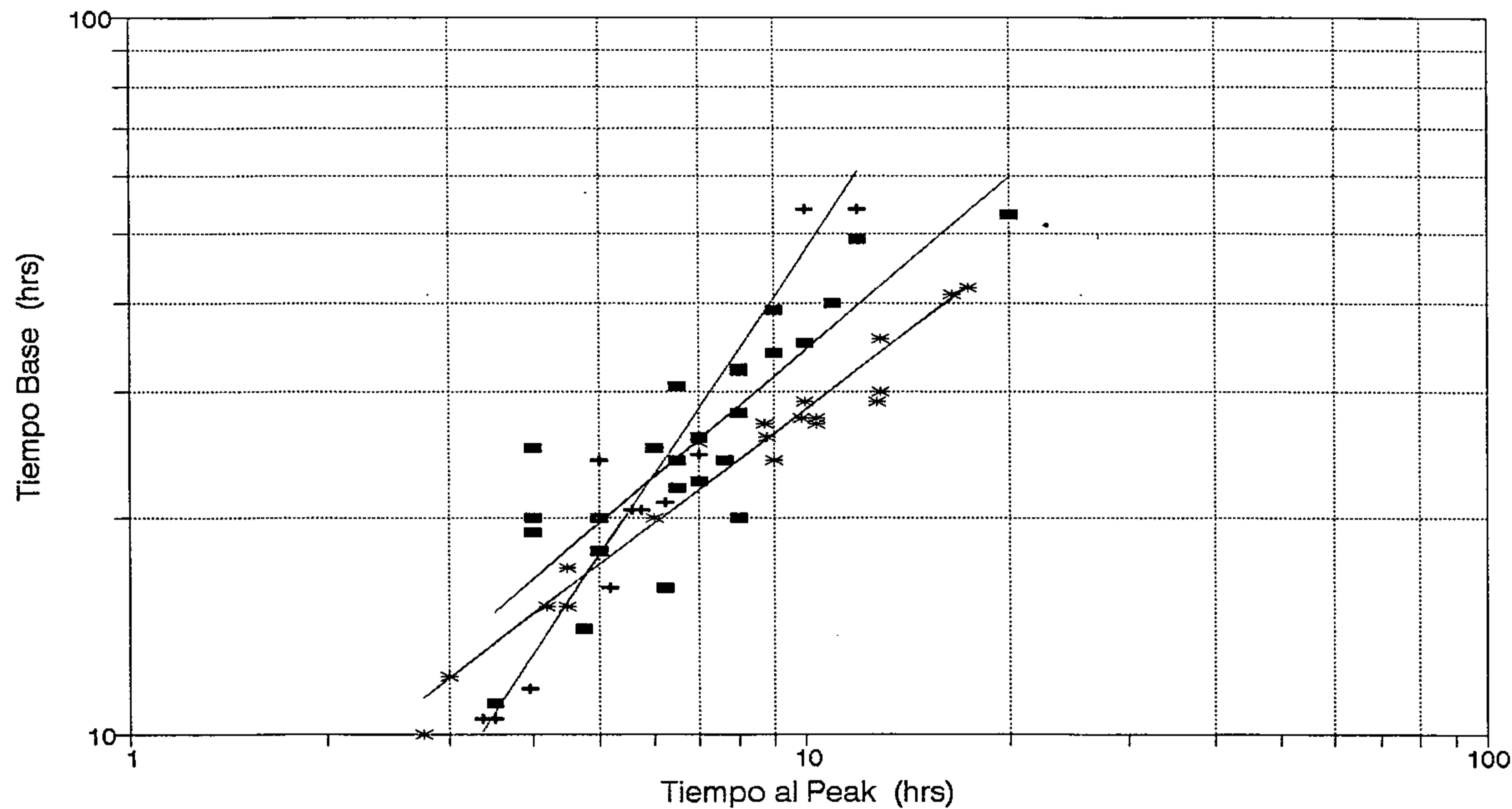
FIG 5.3 Caudal peak vs Tiempo al Peak

5-10



■ III a VI REGION    + VII REGION    \* VIII A X REGION

FIG 5.4 Tiempo Base vs Tiempo al Peak



■ III A VI REGION + VII REGION \* VIII A X REGION



## - Hidrograma Unitario Sintético tipo Gray

En la figura 5.5 se muestra la relación obtenida con el método de Gray.

$$\frac{t_p}{Y} = 24,48 \left( \frac{L}{\sqrt{S}} \right)^{0,155}$$

En ambos métodos se plantearon otras relaciones que se presentan en los documentos de trabajo.

### 5.2 PRECIPITACION EFECTIVA

Desde el punto de vista de la estimación de los caudales del diseño para el dimensionamiento de obras hidráulicas, la precipitación efectiva o escorrentía directa de una tormenta constituye una variable hidrológica de gran interés.

El problema de conocer la escorrentía directa originada por tormentas constituye un problema bastante complejo, debido a la cantidad de variables climáticas, fisiográficas y relativas a la vegetación, que intervienen en el proceso, así como sus interrelaciones, las cuales en general varían de tormenta en tormenta.

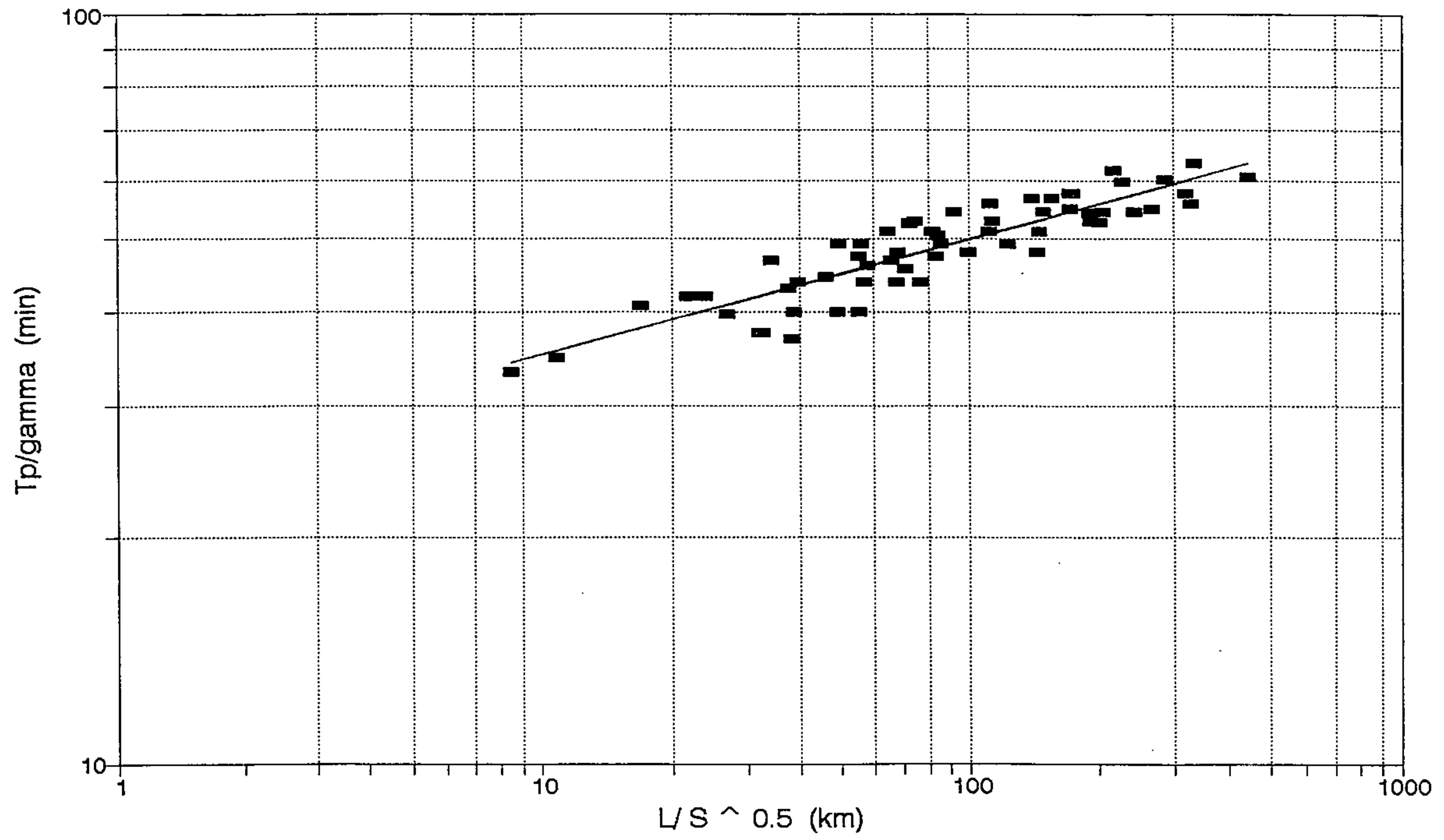
Las metodologías utilizadas para resolver este tipo de problemas, se clasifican en general, en metodologías empíricas y semi-empíricas. Las primeras consisten básicamente en la definición de fórmulas o relaciones que modelan la variable, obtenidas fundamentalmente a partir de la estadística histórica y algún grado de conocimiento del comportamiento físico del fenómeno. Las metodologías semi-empíricas, corresponden en general a procedimientos sustentados en una base teórica bastante más rigurosa que las metodologías empíricas, pero su calibración se realiza utilizando información histórica. En esta categoría se incluyen los modelos de simulación.

La limitación de unos y otros métodos está dada fundamentalmente por limitaciones que están relacionadas con los recursos materiales y humanos necesarios para su desarrollo. En el caso de los métodos empíricos, éstos resultan en este contexto bastante más simples, siendo para efectos del diseño de obras o para evaluaciones preliminares una importante herramienta.

Se analizó la posibilidad de definir zonas geográficas cuyas cuencas presentan comportamientos hidrológicos similares, en las cuales, con la información disponible y una metodología que basada en información regional, permita la estimación de la precipitación efectiva producida en una tormenta en aquellas cuencas que no posean control fluviométrico.

FIG 5.5  $T_p/\gamma$  vs  $L/S \wedge 0.5$

5-13



Para ello se utilizó como base el método de la curva número debido al mayor respaldo hidrológico que presenta, derivado fundamentalmente de la experiencia norteamericana, así como un fundamento teórico más elaborado, lo que hace que tome en cuenta factores como el tipo de suelo, precipitación antecedente y la abstracción inicial, que corresponde al monto de precipitación infiltrado hasta el instante de tiempo en que comienza el escurrimiento superficial.

La aplicabilidad de este método se analizó en base a estimar los rangos que presenta la curva número para las tormentas típicas del país y su relación con parámetros como altitud de la cuenca, monto de la precipitación, latitud, etc.

### 5.2.1 Método de la Curva Número

El Método de la Curva Número permite obtener el escurrimiento directo o precipitación efectiva asociada a una tormenta, a partir de tres variables: la precipitación total, humedad de los suelos al inicio de la tormenta y el complejo hidrológico suelo-vegetación.

La derivación de las relaciones parte de suponer válida la siguiente proporción:

$$(P-Q)/S = Q/P \quad \left( \begin{array}{l} \\ 3 \end{array} \right)$$

- P : Precipitación total de la tormenta
- Q : Escorrentía directa derivada de la tormenta
- S : Diferencia potencial máxima entre P y Q, al inicio de la tormenta.

La relación anterior considera que el término  $(P-Q)/S$  corresponde a la diferencia de potencial real entre P y Q para una tormenta,  $Q/P$  corresponde a la relación del escurrimiento real al potencial. Esta se escribe como:

$$Q = P^2 / (P+S)$$

para considerar que la escorrentía superficial se genera en el momento en que la intensidad de la lluvia supera la tasa de infiltración. Se definió la abstracción inicial, que de acuerdo a datos obtenidos en diferentes cuencas de Estados Unidos se estimó como  $I_a = 0.2 * S$ , con lo cual finalmente la relación que permite modelar el escurrimiento superficial en función de S y P es:

$$Q = (P - 0.2 * S)^2 / (P + 0.8 * S)$$

Para el uso del método, se asocia a cada curva Q-P un número entre el 0 y el 100, en que el 100 corresponde a la curva Q=P, siendo la relación que liga el número de la curva con el valor de S:

$$CN = 1000 / (10 + S) \quad (S \text{ en pulgadas})$$

$$CN = 25400 / (254 + S) \quad (S \text{ en mm})$$

Despejando el valor de S de las ecuaciones anteriores se liga la escorrentía directa con la precipitación total y la curva número.

#### 5.2.2 Procedimiento Empleado para Determinar la Curva Número a Tormentas Dadas

Se recopilaron los antecedentes anteriores que pudieran ser utilizados para el presente análisis considerando básicamente los presentados por Terán E. (1983), Andreani C. (1988) y Peluchonneau O. (1990).

Estos antecedentes fueron complementados con la información de hidrogramas de crecidas pluviales obtenidos de los registros disponibles en la Dirección General de Aguas, los que se detallan en los documentos de trabajo. Estos se eligieron en base a seleccionar crecidas bien definidas así como contar con información de temperaturas y precipitación asociada de estaciones cercanas para el mismo día de la crecida.

El procedimiento empleado se sintetiza como sigue:

- La precipitación representativa de la cuenca de interés se obtuvo en base al uso de un factor de corrección ( $\alpha$ ) evaluado a partir de los planos de isoyetas para precipitaciones máximas en 24 horas, que liga la precipitación de duración 24 horas media sobre la cuenca con la precipitación de duración 24 horas de la estación.
- Se determinó el volumen de escorrentía directa asociado a cada crecida descontando el flujo base.
- Se evaluó el área pluvial asociada a cada una de las tormentas seleccionadas. Para ello se estableció las curvas hipsométricas asociada a cada cuenca analizada y la cota de la línea de nieve.



Los primeros se determinaron a partir de las cartas IGM.

Para la determinación de la cota de la línea de nieves se utilizó el concepto de temperatura índice diaria y el gradiente térmico en cada zona.

Según Stowhas y Seguel (1985), la temperatura diaria representativa de una tormenta puede obtenerse como una ponderación de la temperatura máxima diaria y de la temperatura mínima diaria, de acuerdo a la siguiente relación:

$$T_i = (T_{\text{máx}} + (k-1) * T_{\text{mín}}) / k$$

en donde:

$$k = 7$$

$T_i$  : Temperatura índice diaria  
 $T_{\text{máx}}$  : Temperatura máxima diaria  
 $T_{\text{mín}}$  : Temperatura mínima diaria

El gradiente térmico para cada cuenca se evaluó como el promedio de los gradientes determinados para cada tormenta analizada. Los gradientes determinados en las cuencas agregadas a la base de datos obtenida del trabajo de Peluchonneau (1990) son los siguientes:

Región III : -5,2 °C/1000 m  
Región IV : -7,0 °C/1000 m  
Región V : -5,4 °C/1000 m

- La precipitación efectiva de cada tormenta se determinó como la razón entre la escorrentía directa y el área pluvial evaluada.
- Se determinó el valor de la curva número (CN) asociada a cada tormenta en base a las expresiones antes indicadas:

$$Q = (P - 0,2 \cdot S)^2 / (P + 0,8 \cdot S)$$

$$CN = 1000 / (S + 10)$$

se conoce Q, P.



### 5.2.3 Valor de la Curva Número Estimada

Se buscó ligar los valores de curva número asociados a cada una de las tormentas analizadas con parámetros regionales como latitud y altura de la cuenca, no encontrando ningún tipo de relación posible, dada la alta dispersión que se presenta.

Se analizaron además las variaciones que presentaban los valores de la curva número en función de la latitud, agrupándolos en función del monto de la precipitación. Para ello se subdividió el monto de precipitaciones en cada cuenca agrupándolas en el tercio inferior, tercio medio y tercio superior, graficando los valores de curva número asociados a cada tercio en función de la latitud.

Los puntos graficados presentan una alta dispersión no permitiendo representarlos mediante algún tipo de ajuste. Sólo es posible obtener una curva envolvente superior y una curva media a los puntos obtenidos, que permitiría representar el valor límite y medio regional que presenta este parámetro, tal como se muestra en la Fig. 5.5. La representación analítica de las curvas son las siguientes:

$$CN=11,9+73,7*\text{Log}_{10}(\text{Lat}-25) \quad (\text{CURVA MEDIA})$$

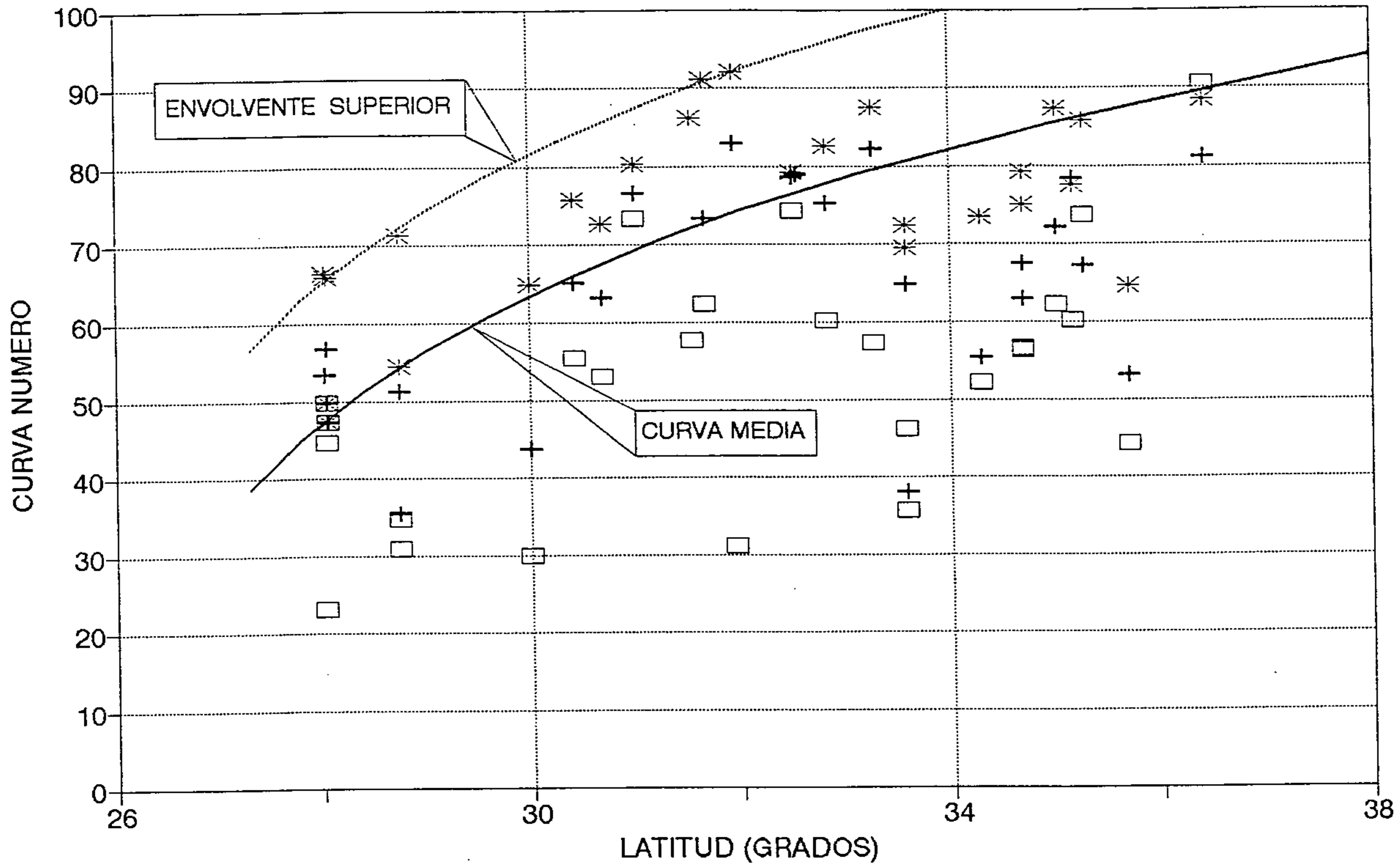
$$CN=29,9+73,7*\text{Log}_{10}(\text{Lat}-25) \quad (\text{ENVOLVENTE SUPERIOR})$$

Este tipo de relación no es utilizable para fines de pronóstico dada la imposibilidad que se encontró para definir los montos de precipitación que separan los tercios inferior, medio y superior.

A partir de dichas curvas es posible obtener el valor de la Curva Número (CN) representativa de cada cuenca en función de su latitud.

Fig. 5.6 CURVA NUMERO V/S LATITUD

5-18



□ PRECIP. ALTAS    + PRECIP. MEDIAS    \* PRECIP. BAJAS

5.3 Ejemplo de Aplicación Método de Hidrograma Unitario Sintético

Se aplica el método propuesto en la cuenca definida por la estación limnigráfica Putaendo en Resguardo Los Patos, para la tormenta ocurrida el día 9 de Junio de 1986.

5.3.1 Características de la Cuenca Putaendo en Resguardo Los Patos

Esta cuenca se ubica en la cota 1218 m, en la latitud  $32^{\circ}31'$  y en la longitud  $70^{\circ}36'$  (V Región).

Los parámetros geomorfológicos que interesan para la aplicación de este método son los siguientes:

L	:	20 km
Lg	:	8 km
Scuenca	:	0,27 ( $^{\circ}/_1$ )
Area	:	146 km <sup>2</sup>

5.3.2 Determinación de Hietograma de Precipitación Total

El hietograma de precipitación total se obtiene directamente del pluviograma de la estación pluviográfica Hacienda El Sobrante. Esta estación se ubica en la cota 810, en la latitud  $32^{\circ}14'$  y en la longitud  $70^{\circ}47'$ .

El hietograma obtenido se presenta en la Tabla 5.2.

Tabla 5.2

Hietograma de Precipitación Total

Día	Hora	Intensidad (mm/hr)
08/06/86	21	0,0
	22	0,3
	23	2,0
	24	2,4
09/06/86	1	2,4
	2	2,6
	3	3,6
	4	2,0
	5	1,8
	6	1,4
	7	0,5
	8	0,0
	9	0,0
	10	0,3
	11	0,4
	12	0,4
	13	0,3
	14	0,2
	15	0,0
PRECIPITACION TOTAL (mm)		20,6

5.3.3 Determinación de la Precipitación Efectiva

Para efecto de este ejemplo, se estimará la curva número que mejor estime la precipitación efectiva en la cuenca, y esta se comparará con la curva número propuesta en este estudio.

La curva de infiltración se calcula a través del método del índice  $\phi$ .

#### 5.3.4 Determinación de Hidrograma Unitario Sintético

##### 5.3.4.1 Método Tipo Linsley

Utilizando las expresiones propuestas para la zona comprendida entre las regiones III y VI se obtiene:

$$t_p = 0,323 \cdot \left( \frac{L \cdot Lg}{\sqrt{S}} \right)^{0,422} = 3,6 \text{ hrs.}$$

$$t_B = 5,377 \cdot t_p^{0,805} = 15 \text{ hrs.}$$

$$q_p = 144,141 \cdot t_p^{-0,796} = 52 \text{ l/s/mm/km}^2$$

$$t_u = \frac{t_p}{5,5} = 0,65 \text{ hrs.}$$

##### 5.3.4.2 Método Tipo Gray

En base a la relación propuesta, se obtiene el siguiente valor de  $t_p/\gamma$ .

$$\frac{t_p}{\gamma} = 24,48 \cdot \left( \frac{L}{\sqrt{S}} \right)^{0,155} = 43,1 \text{ minutos}$$

Este valor se reemplaza en la ecuación propuesta por Gray y se obtiene el valor de  $t_p$ .

$$\frac{t_p}{\gamma} = \frac{1}{\frac{2,676}{t_p} + 0,0139}$$

$$\Rightarrow t_p = 287,7 \text{ minutos}$$

$$\Rightarrow t_p = 4,8 \text{ horas}$$

$$\Rightarrow \frac{t_p}{\gamma} = 43,1$$



$$\Rightarrow \gamma = 6,7$$

De Tabla 5.2

$$\frac{\%FLUJO}{0.25 t_p} = 25,4$$

$$q_p = \frac{25,4}{100} \times \frac{10^6 m^2/km^2 \cdot 10^{-3}m/mm \times 10^3(l/m^3)}{0,25 \times 4.8 \times 3600 s/hr} = 59 l/s/mm/km^2$$

$$t_B = 2,7 t_p = 13 hrs$$

$$t_u = t_p/5,5 = 0,87 hrs$$

La forma del hidrograma unitario para cada uno de estos dos métodos, se obtiene del hidrograma unitario adimensional propuesto. Los hidrogramas unitarios resultantes se presentan en la Tabla 5.3.

Tabla 5.3

Hidrogramas Unitarios Calculados para  $t_u = t_p/5,5$

$t/t_p$	$q/q_p$	METODO TIPO LINSLEY		METODO TIPO GRAY	
		$t$ (hrs)	$q_p$ ( $m^3/s/km^2/m$ )	$t$ (hrs)	$q_p$ ( $m^3/s/km^2/mm$ )
0	0	0	0,000	0	0,000
0,3	0,2	1,1	0,012	1,4	0,003
0,5	0,4	1,8	0,023	2,4	0,017
0,6	0,6	2,2	0,035	2,9	0,027
0,75	0,8	2,7	0,047	3,6	0,041
1,00	1,0	3,6	0,058	4,8	0,055
1,30	0,8	4,7	0,047	6,2	0,042
1,50	0,6	5,4	0,035	7,2	0,030
1,80	0,4	6,5	0,023	8,6	0,014
2,30	0,2	8,3	0,012	11,0	0,002
2,70	0,1	9,7	0,006	13,0	0,000
		15,0	0,000		

En ambos casos al aplicar el hidrograma unitario adimensional, el volumen resultante es distinto a 1 mm, por lo tanto los hidrogramas finales están corregidos por el factor definido por la razón de los volúmenes, de tal forma que el volumen del hidrograma unitario sea igual a la unidad.

### 5.3.5 Aplicación del Hidrograma Unitario Sintético

Teniendo calculado el hidrograma unitario se calcula el hidrograma de escorrentía directa correspondiente al hidrograma de precipitación efectiva considerado. Para esto se hace uso del principio de linealidad que sustenta a este método.

El procedimiento seguido es el siguiente:

- a) Se calcula el hidrograma en S del hidrograma unitario definido para  $t_u = t_p / 5,5$ .
- b) Se calcula el hidrograma unitario para  $t_u = 1$  hr. que es el intervalo de discretización del hidrograma de precipitación efectiva.
- c) Se calcula el hidrograma de escorrentía directa, superponiendo los hidrogramas unitarios obtenidos para  $t_u = 1$  hr.

### 5.3.6 Resultados

#### f1) Método Hidrograma Unitario Tipo Linsley

Si se considera la curva número 84, se obtiene una precipitación efectiva de 2,1 mm y un índice  $\phi$  de 2,2 mm/hr.

#### f2) Método Hidrograma Unitario Tipo Gray

En este caso al considerar la curva número 85, se obtiene una precipitación efectiva de 2,5 mm y un índice  $\phi$  de 2,1 mm/hr.

En la Tabla 5.4 se comparan los parámetros básicos de los hidrogramas de escorrentía directa resultantes.

Tabla 5.4

Parámetros de Hidrogramas de Escorrentía Directa

	HIDROGRAMA TIPO LINSLEY	HIDROGRAMA TIPO GRAY	HIDROGRAMA OBSERVADO
$t_p$ (hrs)	10,0	11,0	10,0
$5_p$ (m <sup>3</sup> /s)	15,33	14,50	13,98
$t_B$ (hrs)	23,0	25,00	23,0

Si se calcula las curvas número propuestos en este estudio, para la latitud de 32°31', se obtiene que:

$$CN \text{ Media} = 11,9 + 73,7 \cdot \text{Log}_{10} (\text{Lat}-25) = 76$$

$$CN \text{ Envolvente} = 29,9 + 73,7 \cdot \text{Log}_{10} (\text{Lat}-25) = 94$$

Por lo tanto, la curva número 85 que es la que mejor reproduce el hidrograma de escorrentía directa de la tormenta seleccionada, está dentro del rango de curva número, propuesto en este estudio.

ANEXO 5.1  
ANTECEDENTES MORFOMETRICOS Y  
PARAMETROS DE LOS HIDROGRAMAS UNITARIOS

Características Morfométricas de las Cuencas

Fuente	Estaciones Fluviométricas	Area (km <sup>2</sup> )	L (km)	Lg (km)	Scuencia (o/1)	Scauce (o/1)
AC	Jorquera en Vertedero	216	65	20	0.63	0.03
AC	Pulido en Vertedero	273	45	18	0.45	0.04
AC	Manflas en Vertedero	221	45	15	0.49	0.003
TORO	Huasco en Algodones	1350	68	35	0.36	0.04
TORO	Carmen en Ramadillas	507	75	38	0.38	0.03
TORO	Transito junta Carmen	832	65	24	0.35	0.04
AC	Turbio en Varillar	358	72	14	1.21	0.04
AC	Elqui en Almendral	1596	113	29	0.62	0.03
AC	Elqui en Algarrobal	653	78	14	0.62	0.04
TERAN	Grande en Paloma	1605	82	22	0.33	0.03
AC	Choapa en Cuncumen	156	30	12	0.38	0.03
AC	Illapel en Huintil	292	34	11	0.38	0.06
AC	Putando en Resguardo	146	20	8	0.27	0.04
VILL	Aconcagua en San Felipe	1823	60	25	0.07	0.02
VILL	Aconcagua en Romeral	2201	82	39	0.06	0.02
ByA	Pocuro en el Sifón	166	24	13	0.41	0.05
ByA	Polpaico en Chicauma	425	46	19	0.30	0.02
AC	Puangue en Boquerón	149	15	7	0.22	0.02
DRH	Mapocho en Los Almendros	180	48	22	0.27	0.13
ByA	Paine en Longitudinal	309	31	16	0.20	0.08
ByA	Angostura en Angostura	664	46	23	0.29	0.08
ByA-B	Alhue en Quilamuta	849	57	24	0.26	0.03
ByA	Claro en Hda. Las Nieves	255	29	16	0.54	0.09
BSC	Chimbarongo en Sta. Cruz	746	65	41	0.09	0.02
BSC	Claro en el Valle	197	35	18	0.22	0.04
ByA	Tinguiririca los Briones	297	58	24	0.45	0.02
ByA-C	Chimbarongo C. Viejo	568	42	25	0.09	0.04
AC	Manzano en Jta. Rio Teno	217	25	15	0.11	0.04
AC	Claro en los Queñes	130	33	16	0.35	0.02
ByA	Upeo en Upeo	172	37	19	0.41	0.04
ByA	Lircay Pte. Las Rastras	322	36	19	0.26	0.04
ByA	Claro en Sn Carlos	142	32	13	0.49	0.04
ByA	Colorado en Jta. Maule	57	19	9	0.50	0.05
ENDES	Melado en la Lancha	352	71	32	0.23	0.01
ENDES	Melado en La lancha	786	92	42	0.20	0.01
ENDES	Melado en La Lancha	1792	110	50	0.50	0.02
ByA	Ancoa en el Morro	272	36	19	0.53	0.07
ByA	Bullileo en Sta Filomena	120	21	9	0.41	0.07
ByA	Cato en Digua	106	18	8	0.21	0.06
ByA	Perquillauquén en S.Manuel	353	41	22	0.54	0.05
ByA	Cato en Pte. Cato	952	69	36	0.13	0.03
ByA	Chillan en Longitudinal	736	84	36	0.10	0.04
ByA	Itata en Nva. Aldea	4477	147	74	0.11	0.02
ByA	Itata en Gral. Cruz	1739	107	55	0.14	0.02
ByA	Itata después Trilaleo	1123	77	40	0.20	0.03
ByA	Pichipolcura en lo Gatica	61	17	8	0.57	0.09
ByA	Estero El Toro	26	12	7	0.50	0.10
ByA	Malacura antes Puente	12	8	4	0.54	0.10
ByA	Trubunleo bajo El Salto	7	6	3	0.42	0.11
ByA	Bureo en Mulchen	558	73	38	0.18	0.02
ByA	Lirquen en C. El Padre	109	23	16	0.17	0.03
ByA	Mininco en Longitudinal	436	59	30	0.06	0.02
CARV	Bio Bio en San Pedro	5430	150	62	0.21	0.02
ByA	Pangue en Captación	92	22	11	0.40	0.06
ByA	Renaico en Jauja	358	41	23	0.32	0.03
ByA	Lumaco en Lumaco	793	64	24	0.10	0.02
AC	Victoria en Traiguen	106	36	18	0.04	0.02
AC	Cautin en Rari Ruca	1204	59	34	0.12	0.01
ByA	Quepe en Quepe	1719	110	57	0.12	0.02
ByA	Chan Chan en cota 600	43	13	6	0.33	0.08
ByA	Blanco en Jta. Chamiza	35	14	7	0.32	0.10

Area : Area Pluvial.  
L : Longitud del cauce principal.  
Lg : Longitud desde el centro de gravedad de la cuenca hasta el punto de salida.  
Scauce : Pendiente media del cauce.  
SCuencia: Pendiente media de la cuenca.



Características Morfométricas de las Cuencas

Fuente	Estaciones Fluviométricas	Tp Hrs	Tb Hrs	Tu Hrs	Qp l/s/Km2/mm
AC	Jorquera en Vertedero	8.0	28	2	27.0
AC	Pulido en Vertedero	5.0	20	2	36.8
AC	Manflas en Vertedero	8.0	20	2	29.2
TORO	Huasco en Algodones	9.0	34	2	22.7
TORO	Carmen en Ramadillas	7.0	26	2	24.1
TORO	Transito junta Carmen	8.0	32	2	24.6
AC	Turbio en Varillar	6.0	25	2	28.0
AC	Elqui en Almendral	8.0	32	2	24.9
AC	Elqui en Algarrobal	6.5	31	2	23.3
TERAN	Grande en Paloma	6.5	22	1	37.6
AC	Choapa en Cuncumen	4.0	25	2	35.9
AC	Illapel en Huintil	4.0	19	2	52.8
AC	Putando en Resguardo	4.0	20	1	39.0
VILL	Aconcagua en San Felipe	15.5	0	3	13.2
VILL	Aconcagua en Romeral	23.1	0	6	16.4
ByA	Pocuro en el Sifón	4.8	14	1	50.1
ByA	Polpaico en Chicauma	6.3	16	1.5	38.4
AC	Puangue en Boquerón	3.5	11	1	74.0
DRH	Mapocho en Los Almendros	10.0	35	2	24.4
ByA	Paine en Longitudinal	6.5	24	1	28.0
ByA	Angostura en Angostura	7.6	24	1.5	29.9
ByA-B	Alhue en Quilamuta	11.0	40	2	29.2
ByA	Claro en Hda. Las Nieves	5.0	18	1.5	45.7
BSC	Chimbarongo en Sta. Cruz	20.0	53	4	10.8
BSC	Claro en el Valle	9.0	39	2	34.2
ByA	Tinguiririca los Briones	7.0	23	1.5	46.0
ByA-C	Chimbarongo C. Viejo	12.0	49	3	15.2
AC	Manzano en Jta. Rio Teno	5.0	20	1	39.0
AC	Claro en los Queñes	5.0	24	1	38.0
ByA	Upeo en Upeo	5.8	21	1.5	32.5
ByA	Lircay Pte. Las Rastras	5.6	21	1.5	37.9
ByA	Claro en Sn Carlos	5.2	16	1	52.0
ByA	Colorado en Jta. Maule	4.0	12	0.5	72.2
ENDES	Melado en la Lancha	10.0	54	4	15.0
ENDES	Melado en La lancha	10.0	54	4	15.0
ENDES	Melado en La Lancha	12.0	54	4	13.7
ByA	Ancoa en el Morro	7.0	25	1	27.4
ByA	Bullileo en Sta Filomena	3.5	11	1	95.0
ByA	Cato en Digua	3.4	11	0.5	72.8
ByA	Perquillauquén en S.Manuel	6.3	21	1	40.8
ByA	Cato en Pte. Cato	9.9	28	2	26.3
ByA	Chillan en Longitudinal	10.4	28	2.5	21.8
ByA	Itata en Nva. Aldea	17.5	42	3	16.0
ByA	Itata en Gral. Cruz	16.5	41	3	16.6
ByA	Itata después Trilaleo	12.8	29	2	25.7
ByA	Pichipolcura en lo Gatica	4.5	15	1	46.1
ByA	Estero El Toro	4.2	15	1	45.9
ByA	Malacura antes Puente	3.0	12	1	69.7
ByA	Trubunleo bajo El Salto	2.8	10	1	87.5
ByA	Bureo en Mulchen	10.4	27	2	31.3
ByA	Lirquen en C. El Padre	7.0	26	1.5	29.1
ByA	Mininco en Longitudinal	10.0	29	2.5	22.8
CARV	Bio Bio en San Pedro	11.0	40	2	18.8
ByA	Pangue en Captación	6.0	20	2	42.1
ByA	Renaico en Jauja	8.7	27	2	26.6
ByA	Lumaco en Lumaco	8.8	26	2	24.1
AC	Victoria en Traiguen	9.0	24	2	30.0
AC	Cautin en Rari Ruca	13.0	30	2	21.5
ByA	Quepe en Quepe	13.0	36	3	21.0
ByA	Chan Chan en cota 600	4.5	17	1	42.9
ByA	Blanco en Jta. Chamiza	4.5	17	1	59.3

- Tp : Tiempo desde el centro de gravedad del hietograma de precipitación efectiva al peak del hidrograma unitario.  
Tb : Tiempo base del hidrograma unitario.  
Tu : Tiempo de duración del hietograma de precipitación efectiva.  
Qp : Caudal peak del hidrograma unitario.

FUENTES DE INFORMACION:

- AC : Hidrograma unitario calculado en este estudio.
- TORO : MN Ingenieros, 1988. "Proyecto Presa El Toro, III Región"
- TERAN: Ernesto Terán, 1983. "Estudio de Crecidas Afluentes a los Embalses Recoleta, Cogotí y Paloma". Memoria para Optar al Título de Ingeniero Civil, Universidad de Chile.
- VILL : Erling Villalobos, 1971. "Estudio para un Proyecto de Encauzamiento del Río Limarí en Ovalle". Memoria para Optar al Título de Ingeniero Civil, Universidad de Chile.
- ByA : Francisco Arteaga, 1985. "Metodo para la Determinación de Hidrogramas Unitarios Sintéticos en Chile". Memoria para Optar al Título de Ingeniero Civil, Universidad de Chile.
- DRH : Departamento de Recursos Hidráulicos, 1973. "Estudio de Embalse Resguardo Los Patos y Canal Los Angeles".
- BSC : Beniscelli Adriana, 1975. "Metodo Sintético para Estimación de Hidrogramas Unitarios". Memoria para Optar al Título de Ingeniero Civil, Universidad de Chile.
- ByA-B: Hidrograma Unitario obtenido de información complementada entre los estudios de Arteaga y Beniscelli.
- ByA-C: Hidrograma Unitario obtenido de información complementada entre el estudio de Arteaga y el estudio de la Comisión Nacional de Riego del año 1978 "Estudio de Prefactibilidad y Desarrollo del Proyecto Convento Viejo".
- ENDES: Endesa, 1981. "Desarrollo Hidroeléctrico del Maule Alto, Central Pehuenche".
- CARV : Carvallo Carlo, 1989. "Determinación de la Crecida Máxima Probable por Métodos Hidrometeorológicos. Aplicación en la Hoya del Alto Bio Bio. Central Pangué". Memoria para Optar al Título de Ingeniero Civil, Universidad de Chile.

ANEXO 5.2  
ANTECEDENTES BASICOS UTILIZADOS  
EN EL ESTUDIO DE LA PRECIPITACION EFECTIVA

BASE DE DATOS PARA EL ESTUDIO DE LA PRECIPITACION EFECTIVA

ESTACION	FECHA	Ppcuen mm	Ved m3	A km2	Ppef. mm	Pef pulg	Ptcuen pulg	S	CN
RIO JORQUERA EN VERTEDERO	1 01/07/83	48.65	66883	459	0.146	0.0057	1.916	8	54
	2 25/07/87	61.06	28879	1808	0.016	0.0006	2.404	12	46
	3 11/08/87	52.95	55255	1697	0.033	0.0013	2.085	10	50
	4 20/08/89	46.27	30474	206	0.148	0.0058	1.822	8	56
	5 16/06/91	26.71	29556	4857	0.006	0.0002	1.052	5	66
RIO PULIDO EN VERTEDERO	1 11/07/84	36.57	70812	289	0.245	0.0096	1.440	6	63
	2 25/07/87	76.74	248818	1019	0.244	0.0096	3.021	13	43
	3 10/08/87	66.54	178848	911	0.196	0.0077	2.620	12	46
	4 20/08/89	58.15	34308	86	0.399	0.0157	2.289	9	51
	5 16/06/91	33.57	29192	304	0.096	0.0038	1.322	6	63
	6 27/05/92	41.97	37618	2052	0.018	0.0007	1.652	8	56
	7 07/06/92	28.18	51538	247	0.209	0.0082	1.109	5	69
RIO MANFLAS EN VERTEDERO	1 01/07/83	62.53	54097	160	0.338	0.0133	2.462	10	49
	2 10/08/87	68.04	77465	493	0.157	0.0062	2.679	12	45
RIO COPIAPO EN PASTILLO	1 27/06/72	59.35	194004	3528	0.055	0.0022	2.337	11	48
RIO TRANSITO AJ RIO CARME	1 25/07/80	61.15	696600	913	0.763	0.0300	2.407	9	52
	2 16/07/82	15.70	333648	781	0.427	0.0168	0.618	2	83
	3 01/07/83	88.94	213660	715	0.299	0.0118	3.502	15	39
	4 10/07/84	53.19	438588	710	0.618	0.0243	2.094	8	55
	5 24/07/87	111.62	251640	2046	0.123	0.0048	4.394	20	33
	6 10/08/87	96.79	250722	1779	0.141	0.0055	3.811	17	36
	7 06/06/92	40.98	187939	652	0.288	0.0113	1.614	7	60
RIO CARMEN EN RAMADILLAS	1 16/06/91	143.01	349704	252	1.388	0.0546	5.630	22	31
	2 24/07/87	111.62	255510	827	0.309	0.0122	4.394	20	34
	3 10/08/87	96.79	156996	720	0.218	0.0086	3.810	17	37
	4 27/05/76	47.09	67448	696	0.097	0.0038	1.854	8	54
RIO ELQUI EN ALGARROBAL	1 27/06/63	37.44	160200	18321	0.009	0.0003	1.474	7	58
	2 19/07/78	86.29	1294560	1227.1	1.055	0.0415	3.397	13	43
	3 25/07/80	77.41	147600	759.5	0.194	0.0077	3.048	14	42
	4 16/07/82	78.04	666972	772	0.864	0.0340	3.073	12	45
	5 04/07/84	148.60	195852	152.5	1.284	0.0506	5.850	24	30
	6 11/07/87	32.49	759438	588.6	1.290	0.0508	1.279	4	71
	7 24/07/87	145.94	937008	292.2	3.207	0.1262	5.745	20	33
	8 16/06/91	166.24	390726	838.1	0.466	0.0184	6.545	29	26
CUENCA RIO HURTADO EN ANG	1 25/06/62	38.30	55000	648.2	0.08	0.00	1.508	7	60
	2 27/06/63	34.30	95000	678.6	0.14	0.01	1.350	6	63
	3 20/07/63	45.50	132000	520.7	0.25	0.01	1.791	8	57
	4 21/08/63	33.40	327000	607.5	0.54	0.02	1.315	5	67
	5 03/09/63	44.60	290000	571.1	0.51	0.02	1.756	7	59
	6 24/09/63	38.70	318000	640.4	0.50	0.02	1.524	6	63
	7 17/08/64	23.30	100000	345.1	0.29	0.01	0.917	4	74
	8 12/05/65	17.10	169000	543	0.31	0.01	0.673	2	80
	9 11/07/65	74.80	569000	584.4	0.97	0.04	2.945	11	47
	10 24/07/65	12.20	146000	569.6	0.26	0.01	0.480	2	85
	11 14/06/66	38.00	91000	395	0.23	0.01	1.496	6	61
	12 21/06/66	31.90	127000	234.1	0.54	0.02	1.256	5	68
	13 11/07/66	36.10	1623000	550.6	2.95	0.12	1.421	4	74
	14 10/09/67	20.90	54000	443.3	0.12	0.00	0.823	3	74
	15 07/06/72	56.30	158000	634.1	0.25	0.01	2.217	10	51
	16 28/06/72	40.50	632000	619.8	1.02	0.04	1.594	6	64
	17 06/07/72	26.60	96000	115.9	0.83	0.03	1.047	3	74
	18 24/08/72	49.10	395000	899.9	0.44	0.02	1.933	8	56
	19 16/06/73	26.80	103000	665	0.15	0.01	1.055	4	69
	20 17/07/65	54.50	904000	210.8	4.29	0.17	2.146	5	65
	21 10/08/75	94.30	4837000	560.1	8.64	0.34	3.713	9	53
	22 23/07/77	26.40	189000	337.5	0.56	0.02	1.039	4	73
	23 20/06/78	39.90	549000	576.9	0.95	0.04	1.571	5	65



BASE DE DATOS PARA EL ESTUDIO DE LA PRECIPITACION EFECTIVA

ESTACION	FECHA	Ppcuen mm	Ved m3	A km2	Ppef. mm	Pef pulg	Ptcuen pulg	S	CN	
CUENCA RIO GRANDE EN PUNT	1	10/07/52	56.50	2208000	1040.6	2.12	0.08	2.224	7	59
	2	25/06/62	69.70	2664000	1063.4	2.51	0.10	2.744	9	53
	3	26/06/63	53.90	2614000	1152.2	2.27	0.09	2.122	7	60
	4	20/07/63	50.20	1098000	745.9	1.47	0.06	1.976	7	60
	5	21/08/63	38.40	820000	944.5	0.87	0.03	1.512	5	65
	6	03/09/63	106.30	8420000	838.1	10.05	0.40	4.185	10	50
	7	22/06/64	22.20	255000	648.2	0.39	0.02	0.874	3	76
	8	12/05/65	34.30	108000	779.4	0.14	0.01	1.350	6	63
	9	14/06/65	76.70	914000	556.9	1.64	0.06	3.020	11	48
	10	25/06/65	24.60	655000	833.7	0.79	0.03	0.969	3	76
	11	11/07/65	72.20	5054000	790.8	6.39	0.25	2.843	7	59
	12	12/07/65	89.40	1205000	876.9	1.37	0.05	3.520	13	43
	13	17/07/65	52.20	1570000	280.4	5.60	0.22	2.055	5	68
	14	09/08/65	106.30	12355000	805.8	15.33	0.60	4.185	8	55
	15	21/06/66	39.30	994000	315.3	3.15	0.12	1.547	4	72
	16	09/09/67	41.10	459000	629.7	0.73	0.03	1.618	6	63
	17	17/06/68	33.00	340000	504.2	0.67	0.03	1.299	5	68
	18	09/06/72	119.40	9110000	1022.3	8.91	0.35	4.701	12	45
	19	13/06/72	29.90	630000	1515.5	0.42	0.02	1.177	4	69
	20	27/06/72	40.00	1886000	980.5	1.92	0.08	1.575	5	68
	21	06/07/72	28.30	270000	137.8	1.96	0.08	1.114	3	77
	22	15/08/72	30.10	756000	648.2	1.17	0.05	1.185	4	73
	23	24/08/72	46.50	824000	1737.2	0.47	0.02	1.831	7	58
	24	15/06/73	40.00	264000	1112.6	0.24	0.01	1.575	7	60
	25	21/07/77	68.10	9072000	470.7	19.27	0.76	2.681	3	75
	26	05/08/77	18.10	490000	280.4	1.75	0.07	0.713	2	86
	27	18/07/78	188.70	35784000	854.9	41.86	1.65	7.429	11	47
CUENCA EMBALSE COGOTI	1	02/08/45	44.80	360000	363.1	0.99	0.04	1.764	6	62
	2	16/05/55	19.50	306000	260	1.18	0.05	0.768	2	82
	3	25/06/62	100.90	5710000	446.6	12.79	0.50	3.972	8	55
	4	27/06/63	49.10	731000	472.1	1.55	0.06	1.933	6	61
	5	20/08/63	38.90	3164000	412.5	7.67	0.30	1.531	2	80
	6	03/09/63	93.00	15261000	382	39.95	1.57	3.661	3	77
	7	24/09/63	46.80	3348000	440.1	7.61	0.30	1.843	3	75
	8	17/08/64	28.30	262000	254	1.03	0.04	1.114	4	74
	9	11/06/65	83.40	1835000	393.1	4.67	0.18	3.283	9	52
	10	17/07/65	57.70	7381000	180	41.01	1.61	2.272	1	94
	11	23/07/65	47.90	9259000	380.7	24.32	0.96	1.886	1	89
	12	09/08/65	126.20	40126000	372.7	107.66	4.24	4.969	1	94
	13	13/06/66	58.30	5049000	281.5	17.94	0.71	2.295	3	79
	14	20/06/66	22.90	2521000	192.8	13.08	0.51	0.902	0	96
	15	11/07/66	83.10	15329000	367.3	41.73	1.64	3.272	2	83
	16	16/07/67	73.80	2445000	158	15.47	0.61	2.906	5	69
	17	10/09/67	46.00	572000	308.2	1.86	0.07	1.811	6	64
	18	16/06/68	37.00	105000	262.1	0.40	0.02	1.457	6	64
	19	10/09/71	24.70	121000	483.1	0.25	0.01	0.972	4	72
	20	08/06/72	98.70	2932000	434.8	6.74	0.27	3.886	10	49
	21	13/06/72	55.80	13326000	576.4	23.12	0.91	2.197	2	84
	22	28/06/72	31.40	1208000	422.8	2.86	0.11	1.236	3	77
	23	05/07/72	38.70	3047000	127.6	23.88	0.94	1.524	1	94
	24	15/08/72	43.90	8300000	315	26.35	1.04	1.728	1	93
	25	24/08/72	50.60	10562000	640	16.50	0.65	1.992	2	82
	26	15/06/73	37.70	926000	460.8	2.01	0.08	1.484	4	70
	27	11/07/75	51.00	1064000	289.9	3.67	0.14	2.008	5	65
	28	10/07/77	111.90	18083000	154.8	116.82	4.60	4.406	0	100
	29	21/07/77	39.50	12561000	249.8	50.28	1.98	1.555	0	100
	30	05/08/77	28.60	3286000	180	18.26	0.72	1.126	0	96
	31	18/06/78	149.40	30545000	386.8	78.97	3.11	5.882	3	74
	32	12/09/78	42.70	2180000	451.7	4.83	0.19	1.681	4	73



BASE DE DATOS PARA EL ESTUDIO DE LA PRECIPITACION EFECTIVA

ESTACION	FECHA	Ppcuen mm	Ved m3	A km2	Ppef. mm	Pef pulg	Ptcuen pulg	S	CN	
RIO CHOAPA EN CUNCUMEN	1	10/07/66	67.54	258660	95.55	2.707	0.1066	2.659	8	55
	2	05/06/72	69.35	538902	310.43	1.736	0.0683	2.730	9	51
	3	08/06/72	30.75	1566792	320.66	4.886	0.1924	1.211	2	82
	4	12/06/72	59.09	1245222	51.51	24.174	0.9517	2.327	2	83
	5	18/05/83	12.06	140994	186.36	0.757	0.0298	0.475	1	88
	6	06/08/83	13.27	370350	168.58	2.197	0.0865	0.522	1	91
	7	27/05/86	41.00	325116	143.23	2.270	0.0894	1.614	5	68
	8	14/06/86	14.47	1862082	270.85	6.875	0.2707	0.570	0	96
	9	19/07/91	26.53	1651626	71.57	23.077	0.9085	1.045	0	99
RIO CHOAPA EN PTE NEGRO	1	16/07/67	26.45	2758068	2106	1.310	0.0516	1.041	3	76
	2	11/09/67	35.26	763596	2013.4	0.379	0.0149	1.388	5	65
	3	28/05/70	6.61	1031054	1762.4	0.585	0.0230	0.260	1	94
	4	28/07/70	17.63	4513374	1965.7	2.296	0.0904	0.694	1	87
	5	09/06/72	28.10	2471220	3570.6	0.692	0.0272	1.106	4	72
	6	13/06/72	54.00	7597548	2330.3	3.260	0.1284	2.126	6	63
	7	27/06/72	17.63	12956040	3245.1	3.992	0.1572	0.694	1	91
	8	24/08/72	63.59	9030600	3567.7	2.531	0.0997	2.503	8	56
	9	19/05/73	1.10	841896	3372.5	0.250	0.0098	0.043	0	99
	10	20/07/77	38.02	29647620	2425.6	12.223	0.4812	1.497	2	86
	11	18/07/78	100.28	80440740	2963.6	27.143	1.0686	3.948	5	66
	12	31/07/79	2.76	7465788	3014.5	2.477	0.0975	0.108	0	100
	13	18/07/80	17.63	4926960	23415	0.210	0.0083	0.694	3	79
	14	27/06/82	14.33	21562920	2915.5	7.396	0.2912	0.564	0	97
	15	16/07/82	54.00	59641740	2491.5	23.938	0.9424	2.126	2	86
	16	12/08/82	61.16	13369320	2176.1	6.144	0.2419	2.408	6	64
	17	07/07/83	170.81	17105580	1690.9	10.116	0.3983	6.725	19	35
	18	04/07/84	109.10	43342020	1563.3	27.725	1.0915	4.295	6	63
	19	08/07/84	101.38	40627980	1503	27.031	1.0642	3.991	5	66
	20	27/05/86	37.47	4890186	3006	1.627	0.0640	1.475	5	69
	21	17/05/87	18.73	1880712	2884.3	0.652	0.0257	0.738	2	81
	22	02/08/89	33.06	1783638	2317.7	0.770	0.0303	1.302	5	69
	23	19/07/91	24.24	11990952	2560.2	4.684	0.1844	0.954	2	86
RIO ILLAPEL EN HUINTIL	1	29/07/70	18.93	134190	31.6	4.247	0.1672	0.745	1	90
	2	06/06/72	68.02	385110	372.3	1.034	0.0407	2.678	10	50
	3	08/06/72	30.17	464011	376.7	1.232	0.0485	1.188	4	73
	4	12/06/72	57.97	348260	95.2	3.658	0.1440	2.282	6	61
	5	27/06/72	18.93	503370	310.1	1.623	0.0639	0.745	2	84
	6	14/08/72	19.52	835200	388.3	2.151	0.0847	0.768	2	85
	7	10/07/75	20.70	763326	93.5	8.164	0.3214	0.815	1	93
	8	22/07/77	40.81	2361348	118.6	19.910	0.7839	1.607	1	90
	9	26/05/91	15.38	243398	359.1	0.678	0.0267	0.605	2	84
	10	02/06/91	39.63	289926	219.4	1.321	0.0520	1.560	5	66
	11	16/06/91	164.44	430902	154.9	2.782	0.1095	6.474	24	29
RIO ACONCAGUA EN CHACAB.	12	20/07/91	26.03	576972	152.8	3.776	0.1487	1.025	2	83
	1	31/08/79	13.31	2697300	446.7	6.038	0.2377	0.524	0	96
	2	23/06/80	43.84	656820	305.7	2.149	0.0846	1.726	5	66
	3	02/05/81	26.44	2256120	685.1	3.293	0.1297	1.041	2	82
	4	23/06/82	156.15	28218600	391.5	72.078	2.8377	6.148	4	69
	5	16/07/82	107.56	19377900	423.1	45.800	1.8031	4.235	3	74
	6	02/06/87	77.51	4387140	527.7	8.314	0.3273	3.051	7	59
	7	11/07/87	319.54	38636460	287.8	134.248	5.2853	12.580	10	49
	8	11/08/87	110.32	2922840	331.8	8.809	0.3468	4.343	11	48
	9	13/08/87	79.88	14267520	393.8	36.230	1.4264	3.145	2	81
	10	23/08/89	62.48	3730320	308.2	12.104	0.4765	2.460	4	71
	11	26/05/91	71.13	12595842	719	17.519	0.6897	2.801	4	72
	12	08/07/91	28.05	3489300	553	6.310	0.2484	1.105	2	86
13	18/07/91	83.21	9524880	151.4	62.912	2.4769	3.276	1	93	

BASE DE DATOS PARA EL ESTUDIO DE LA PRECIPITACION EFECTIVA

ESTACION	FECHA	Ppcuen mm	Ved m3	A km2	Ppef. mm	Pef pulg	Ptcuen pulg	S	CN
RIO PUTAENDO EN RESG.	1 22/07/77	151.62	30516300	212.05	143.911	5.6658	5.969	0	97
	2 30/08/79	22.94	670518	370.1	1.812	0.0713	0.903	2	81
	3 02/05/81	17.90	440784	366.2	1.204	0.0474	0.705	2	84
	4 27/06/82	102.95	5578020	175	31.874	1.2549	4.053	5	68
	5 02/06/87	47.78	1377576	217.2	6.342	0.2497	1.881	4	72
	6 11/07/87	152.74	948600	244	3.888	0.1531	6.014	21	33
	7 13/07/87	232.98	10635840	46.3	229.716	9.0439	9.172	0	99
	8 23/08/89	55.95	2161152	137.4	15.729	0.6192	2.203	3	78
	9 27/05/91	49.24	845064	396.01	2.134	0.0840	1.938	6	63
	10 18/07/91	78.55	1585386	24.9	63.670	2.5067	3.093	1	95
PUANGUE EN BOQUERON	1 21/06/52	134.93	5370000	139.6	38.47	1.514	5.312	7	60
	2 08/07/52	49.55	4620000	138.6	33.33	1.312	1.951	1	94
	3 25/05/53	94.85	1370000	138	9.93	0.391	3.734	9	54
	4 19/08/53	363.29	32420000	118.8	272.90	10.744	14.303	4	74
	5 21/09/53	72.64	6050000	144.8	41.78	1.645	2.860	1	87
	6 07/06/54	28.64	1350000	143.8	9.39	0.370	1.128	1	89
	7 14/06/54	34.85	1540000	125	12.32	0.485	1.372	1	88
	8 23/06/54	33.98	2320000	130.8	17.74	0.698	1.338	1	93
	9 31/07/56	47.95	1990000	108.4	18.36	0.723	1.888	2	85
	10 25/05/57	69.59	4390000	86.7	50.63	1.993	2.740	1	93
	11 31/05/58	122.08	1860000	135	13.78	0.542	4.806	11	49
	12 11/06/58	31.74	2450000	140.7	17.41	0.686	1.250	1	94
	13 02/07/59	101.32	2820000	131.3	21.48	0.846	3.989	6	62
	14 21/06/60	184.34	6020000	138.6	43.43	1.710	7.257	10	49
	15 06/06/61	89.11	7740000	149	51.95	2.045	3.508	2	85
	16 25/08/61	115.98	8650000	120.9	71.55	2.817	4.566	2	83
	17 23/06/62	312.52	18580000	128.2	144.93	5.706	12.304	9	53
	18 02/09/63	95.22	9390000	137.5	68.29	2.689	3.749	1	90
	19 27/08/64	40.28	720000	116.7	6.17	0.243	1.586	3	77
	20 01/07/71	27.46	630000	81.3	7.75	0.305	1.081	1	88
	21 27/06/72	70.81	5210000	130.2	40.02	1.575	2.788	1	87
	22 10/08/72	103.77	12780000	149	85.77	3.377	4.085	1	94
	23 23/06/74	247.57	14500000	133.4	108.70	4.279	9.747	8	57
	24 09/07/75	116.95	2260000	106.3	21.26	0.837	4.604	8	56
	25 29/06/77	163.58	1160000	138	8.41	0.331	6.440	19	35
	26 30/07/79	31.98	700000	149	4.70	0.185	1.259	2	80
	27 17/07/80	93.63	8570000	143.8	59.60	2.346	3.686	2	87
COLORADO EN DESEMBOCADURA	1 11/05/52	163.27	3500000	364.39	9.61	0.378	6.428	18	36
	2 18/05/57	201.36	900000	192.5	4.68	0.184	7.927	28	26
	3 25/08/61	123.81	1300000	75.49	17.22	0.678	4.874	10	51
	4 01/09/63	138.78	6190000	100.62	61.52	2.422	5.464	4	70
	5 19/07/66	57.15	750000	176.77	4.24	0.167	2.250	6	63
	6 26/05/70	31.70	540000	218.71	2.47	0.097	1.248	3	76
	7 16/07/70	105.03	250000	96.4	2.59	0.102	4.135	14	41
	8 26/06/71	90.47	430000	122.09	3.52	0.139	3.562	11	47
	9 19/07/71	7.89	750000	360.74	2.08	0.082	0.311	0	96
	10 05/05/72	236.19	14920000	271.19	55.02	2.166	9.299	14	43
	11 12/06/72	83.81	3710000	293.08	12.66	0.498	3.299	6	61
	12 10/08/72	252.65	10260000	251.49	40.80	1.606	9.947	18	35
	13 20/09/72	90.75	2020000	29.5	68.47	2.696	3.573	1	92
	14 07/07/73	114.28	4050000	90.97	44.52	1.753	4.499	4	71
	15 26/06/74	313.20	7180000	89.5	80.22	3.158	12.331	17	38
	16 12/04/75	28.30	330000	509.33	0.65	0.026	1.114	4	72
	17 29/06/77	149.66	3290000	221.61	14.85	0.584	5.892	14	42
	18 20/07/77	178.91	11540000	116.79	98.81	3.890	7.044	4	72
	19 12/05/78	25.58	540000	476.13	1.13	0.045	1.007	3	77
	20 17/07/78	365.04	8440000	187	45.13	1.777	14.372	30	25

BASE DE DATOS PARA EL ESTUDIO DE LA PRECIPITACION EFECTIVA

ESTACION	FECHA	Ppcuen mm	Ved m3	A km2	Ppef. mm	Pef pulg	Ptcuen pulg	S	CN		
COLORADO EN DESEMBOCADURA	21	30/07/79	54.56	710000	298.27	2.38	0.094	2.148	7	60	
	22	23/08/79	61.90	1050000	509.33	2.06	0.081	2.437	8	56	
	23	29/08/79	35.65	3230000	263.68	12.25	0.482	1.403	1	87	
	24	08/04/80	188.44	10320000	384.83	26.82	1.056	7.419	15	41	
	25	08/05/80	63.84	7550000	205.09	36.81	1.449	2.514	1	89	
	26	01/05/81	41.36	920000	351.63	2.62	0.103	1.628	4	69	
	27	06/05/81	42.04	630000	383	1.64	0.065	1.655	5	66	
	28	12/06/82	137.96	2110000	172.13	12.26	0.483	5.431	13	43	
	29	18/06/82	62.04	1460000	186.11	7.84	0.309	2.443	5	66	
	30	23/06/82	269.11	22580000	103.15	218.90	8.618	10.595	2	84	
	31	07/07/82	66.80	3170000	155.79	20.35	0.801	2.630	3	77	
	32	17/07/82	213.33	19230000	170.51	112.78	4.440	8.399	5	67	
	33	23/08/82	46.26	1920000	291.2	6.59	0.260	1.821	4	74	
	34	12/09/82	66.13	3610000	281.58	12.82	0.505	2.603	4	70	
	MAIPO EN EL MANZANO	1	11/05/52	169.12	22260000	1968.02	11.31	0.445	6.658	18	36
		2	18/08/53	487.16	22900000	515	44.47	1.751	19.179	46	18
		3	03/09/53	101.00	17960000	972.74	18.46	0.727	3.976	7	60
		4	29/04/56	5.28	1080000	553.07	1.95	0.077	0.208	0	98
		5	19/05/57	198.70	2310000	1164.39	1.98	0.078	7.823	31	24
		6	14/06/58	188.79	19540000	1575.63	12.40	0.488	7.433	20	33
		7	05/06/61	81.20	10530000	1215.27	8.66	0.341	3.197	7	58
		8	22/06/62	248.99	14140000	633.3	22.33	0.879	9.803	24	30
		9	19/08/63	139.29	3600000	990.69	3.63	0.143	5.484	19	35
		10	01/09/63	155.25	5820000	584.87	9.95	0.392	6.112	17	37
		11	18/07/66	134.40	10330000	687.74	15.02	0.591	5.291	12	46
		12	26/05/70	101.26	3230000	723.93	4.46	0.176	3.987	12	45
		13	19/06/71	161.99	4610000	267.94	17.21	0.677	6.377	14	41
		14	05/05/72	214.66	65530000	2332.83	28.09	1.106	8.451	17	37
		15	05/06/72	269.99	71960000	1634.94	44.01	1.733	10.629	19	34
		16	27/06/72	180.74	7070000	666.61	10.61	0.418	7.116	20	33
		17	10/08/72	211.77	42470000	985.81	43.08	1.696	8.337	13	43
		18	10/09/72	113.80	13180000	796.97	16.54	0.651	4.480	9	53
		19	16/05/73	58.88	4370000	1028.16	4.25	0.167	2.318	6	62
		20	20/05/74	151.69	3940000	858.57	4.59	0.181	5.972	20	33
21		29/06/77	238.30	13200000	451.12	29.26	1.152	9.382	20	33	
22		29/06/77	64.03	13200000	1508.69	8.75	0.344	2.521	5	66	
23		20/07/77	293.49	60300000	768.02	78.51	3.091	11.555	15	40	
24		17/07/78	368.60	80620000	751.77	107.24	4.222	14.512	18	36	
25		29/08/79	74.60	18970000	1015.051	18.69	0.736	2.937	4	71	
26		08/04/80	189.06	40960000	2054.97	19.93	0.785	7.443	17	37	
27		19/04/80	31.95	26870000	2833.78	9.48	0.373	1.258	2	87	
28		08/05/80	124.76	34810000	2119.71	16.42	0.647	4.912	10	50	
29		28/05/80	31.42	22490000	2465.77	9.12	0.359	1.237	2	87	
30		24/06/80	184.83	15120000	414.25	36.50	1.437	7.277	12	46	
31		29/05/81	167.53	7980000	337.96	23.61	0.930	6.596	13	43	
32		12/06/82	240.01	5720000	893.78	6.40	0.252	9.449	32	24	
33		23/06/82	415.60	93680000	647.3	144.72	5.698	16.362	17	37	
34		14/07/82	215.19	97290000	1010.98	96.23	3.789	8.472	6	61	
35		12/09/82	61.00	28470000	1567.13	18.17	0.715	2.401	3	78	



BASE DE DATOS PARA EL ESTUDIO DE LA PRECIPITACION EFECTIVA

ESTACION	FECHA	Ppcuen mm	Ved m3	A km2	Ppef. mm	Pef pulg	Ptcuen pulg	S	CN
CACHAPOAL EN PTE ARQUEADO	1 08/07/63	179.32	212980000	5020.35	42.42	1.670	7.060	10	50
	2 20/08/63	179.77	212540000	4589.95	46.31	1.823	7.077	10	51
	3 05/07/64	100.33	41610000	4693.74	8.86	0.349	3.950	10	51
	4 21/07/65	145.27	210300000	4994.99	42.10	1.658	5.719	7	59
	5 08/08/65	251.32	546050000	4633.66	117.84	4.640	9.895	7	59
	6 07/06/66	319.41	322420000	4376.83	73.67	2.900	12.575	18	35
	7 10/07/66	105.14	126530000	4561.79	27.74	1.092	4.139	5	65
	8 23/07/67	40.95	32730000	4415.32	7.41	0.292	1.612	3	78
	9 04/06/69	152.99	169900000	4752.47	35.75	1.407	6.023	9	53
	10 13/07/70	122.85	94020000	4248.81	22.13	0.871	4.837	8	55
	11 28/07/70	76.72	84500000	4807.99	17.57	0.692	3.021	4	69
	12 26/06/71	127.38	135040000	3925.15	34.40	1.354	5.015	6	61
	13 05/05/72	257.13	236010000	5318.39	44.38	1.747	10.123	18	36
	14 06/06/72	237.79	589590000	5100.65	115.59	4.551	9.362	6	61
	15 09/08/72	198.75	527820000	4534.06	116.41	4.583	7.825	4	72
	16 07/07/73	176.41	249870000	4410.14	56.66	2.231	6.945	8	57
	17 19/05/74	145.27	200530000	4474.27	44.82	1.765	5.719	7	60
	18 24/06/74	217.08	520130000	4365.9	119.13	4.690	8.547	5	68
	19 12/06/76	113.85	138430000	4502.78	30.74	1.210	4.482	6	63
	20 20/07/77	250.32	422410000	4501.35	93.84	3.695	9.855	9	52
	21 10/08/77	96.69	120180000	3671.18	32.74	1.289	3.807	4	71
	22 18/07/78	261.12	310180000	4096.2	75.72	2.981	10.280	13	44
	23 09/04/80	114.58	80540000	4870.11	16.54	0.651	4.511	9	53
	24 21/04/80	47.93	79100000	5720.23	13.83	0.544	1.887	2	81
	25 09/05/80	182.22	309050000	5529.92	55.89	2.200	7.174	8	55
	26 29/05/80	26.24	104630000	5257.29	19.90	0.784	1.033	0	98
	27 27/06/80	63.92	131500000	4243.66	30.99	1.220	2.517	2	85
	28 17/07/80	91.89	130900000	4783.85	27.36	1.077	3.618	4	70
	29 12/06/82	147.45	109470000	4644.39	23.57	0.928	5.805	11	48
	30 18/06/82	112.14	165200000	4836.42	34.16	1.345	4.415	5	66
	31 23/06/82	253.68	354800000	4189.65	84.68	3.334	9.988	11	48
	32 11/07/82	238.97	299030000	4595.26	65.07	2.562	9.408	12	45
TINGUIRIRICA B.LOS B.	1 05/06/61	84.79	11750000	550.77	21.33	0.840	3.338	5	69
	2 24/09/61	59.30	6650000	417.28	15.94	0.627	2.335	3	77
	3 22/06/62	350.25	20490000	271.09	75.58	2.976	13.789	21	32
	4 07/07/63	283.19	22080000	276.82	79.76	3.140	11.149	14	42
	5 06/04/65	157.39	21600000	728.09	29.67	1.168	6.196	10	49
	6 22/07/65	156.29	26330000	418.46	62.92	2.477	6.153	5	65
	7 08/08/65	384.05	78590000	238.48	329.55	12.974	15.120	2	83
	8 20/04/66	56.53	7760000	687.45	11.29	0.444	2.226	4	74
	9 12/06/66	216.13	12880000	279.45	46.09	1.815	8.509	13	43
	10 20/06/66	176.78	10700000	171.06	62.55	2.463	6.960	7	59
	11 10/07/66	109.95	8400000	280.76	29.92	1.178	4.329	6	64
	12 07/06/69	225.34	19660000	288.92	68.05	2.679	8.872	10	49
	13 28/07/70	62.84	2780000	306.38	9.07	0.357	2.474	5	67
	14 18/07/71	87.34	22630000	294.88	76.74	3.021	3.438	0	96
	15 01/08/71	105.52	9690000	150.62	64.33	2.533	4.154	2	84
	16 05/05/72	240.74	40490000	840.54	48.17	1.897	9.478	15	40
	17 25/05/73	77.92	9510000	793.66	11.98	0.472	3.068	6	63
	18 07/07/73	261.91	23130000	111.54	207.37	8.164	10.311	2	83
	19 19/05/74	232.65	31780000	154.68	205.46	8.089	9.159	1	91
	20 28/06/74	258.81	27930000	502.01	55.64	2.190	10.189	16	39
	21 02/07/75	167.37	7090000	195.28	36.31	1.429	6.589	10	50
	22 14/06/76	193.74	35890000	257.23	139.52	5.493	7.628	2	82
	23 29/06/77	168.14	22300000	192.74	115.70	4.555	6.620	2	82
	24 20/07/77	354.35	54540000	280.21	194.64	7.663	13.951	8	57

BASE DE DATOS PARA EL ESTUDIO DE LA PRECIPITACION EFECTIVA

ESTACION	FECHA	Ppcuen mm	Ved m3	A km2	Ppef. mm	Pef pulg	Ptcuen pulg	S	CN
TINGUIRIRICA B. LOS.B.	25 10/08/77	98.86	7870000	199.09	39.53	1.556	3.892	3	75
	26 09/07/78	51.98	8220000	745.17	11.03	0.434	2.046	3	76
	27 22/09/79	136.81	31750000	391	81.20	3.197	5.386	3	80
	28 07/04/80	188.77	25530000	963	26.51	1.044	7.432	15	40
	29 20/04/80	136.81	47620000	621	76.68	3.019	5.386	3	78
	30 17/07/80	160.14	18020000	248	72.66	2.861	6.305	5	68
	31 04/05/81	184.53	24190000	1029	23.51	0.926	7.265	15	40
	32 10/05/81	91.21	8280000	1136	7.29	0.287	3.591	9	52
	33 29/05/81	150.60	17280000	764	22.62	0.890	5.929	11	47
	34 05/06/82	43.48	7970000	561	14.21	0.559	1.712	2	84
	35 17/06/82	64.38	8480000	311	27.27	1.073	2.535	2	83
	36 23/06/82	427.39	65220000	202	322.87	12.711	16.827	4	71
	37 14/07/82	376.49	80770000	451	179.09	7.051	14.823	10	49
CLARO EN EL VALLE	38 12/09/82	154.84	43390000	476	91.16	3.589	6.096	3	77
	1 02/06/61	144.11	2560000	224.5	11.40	0.449	5.674	14	41
	2 06/06/61	87.60	8150000	303.61	26.84	1.057	3.449	4	71
	3 13/08/62	74.41	2890000	241.35	11.97	0.471	2.930	5	65
	4 24/06/63	123.38	1960000	190.6	10.28	0.405	4.858	12	45
	5 24/06/63	92.31	1960000	103.26	18.98	0.747	3.634	6	63
	6 07/07/63	294.81	22590000	223.94	100.88	3.971	11.607	12	45
	7 19/08/63	224.17	17590000	202.07	87.05	3.427	8.826	8	56
	8 01/09/63	118.67	10760000	156.12	68.92	2.713	4.672	2	81
	9 07/04/65	277.85	11750000	345.17	34.04	1.340	10.939	23	30
	10 11/04/65	92.31	6470000	281.99	22.94	0.903	3.634	5	67
	11 23/06/65	89.48	3530000	310.04	11.39	0.448	3.523	7	58
	12 22/07/65	268.43	18790000	184.59	101.79	4.008	10.568	10	50
	13 08/08/65	530.28	46120000	207.94	221.79	8.732	20.877	17	37
	14 20/04/66	70.64	4200000	350.39	11.99	0.472	2.781	5	67
	15 07/06/66	423.84	6510000	189.54	34.35	1.352	16.687	42	19
	16 20/06/66	150.70	7150000	270.79	26.40	1.040	5.933	10	49
	17 25/06/66	78.18	3220000	193.09	16.68	0.657	3.078	5	68
	18 09/07/66	113.96	13780000	289.75	47.56	1.872	4.487	4	73
	19 04/06/69	301.40	44200000	348.62	126.79	4.992	11.866	10	51
	20 03/08/69	76.29	2310000	162.05	14.25	0.561	3.004	5	66
	21 03/08/69	91.36	2310000	311	7.43	0.292	3.597	9	52
	22 13/07/70	169.54	8110000	183.81	44.12	1.737	6.675	9	53
	23 18/06/71	202.50	1860000	54.45	34.16	1.345	7.973	14	41
	24 26/06/71	145.99	7180000	89.78	79.97	3.149	5.748	3	76
	25 19/07/71	87.60	13440000	307.15	43.76	1.723	3.449	2	82
	26 01/08/71	82.89	7040000	86.45	81.43	3.206	3.263	0	100
27 06/05/72	239.24	19490000	349.89	55.70	2.193	9.419	14	42	
28 06/06/72	312.70	48910000	232.79	210.10	8.272	12.311	4	70	
29 31/07/72	84.77	6620000	270.91	24.44	0.962	3.337	4	71	
30 08/08/72	336.24	42650000	213.48	199.78	7.866	13.238	6	61	
31 16/09/72	112.08	5020000	256.22	19.59	0.771	4.413	8	56	
32 06/07/73	226.05	25390000	113.4	223.90	8.815	8.900	0	99	
33 19/05/74	218.51	21370000	218.58	97.77	3.849	8.603	7	60	
34 18/06/74	91.36	6350000	214.19	29.65	1.167	3.597	4	72	
35 24/06/74	315.53	42440000	235.68	180.07	7.090	12.422	6	61	
36 02/07/75	152.58	11790000	179.57	65.66	2.585	6.007	5	68	
37 07/07/75	307.05	23310000	117.9	197.71	7.784	12.088	5	68	
38 31/07/75	81.00	6800000	116.92	58.16	2.290	3.189	1	91	
39 14/06/76	160.12	23180000	275.38	84.17	3.314	6.304	4	73	



BASE DE DATOS PARA EL ESTUDIO DE LA PRECIPITACION EFECTIVA

ESTACION	FECHA	Ppcuen mm	Ved m3	A km2	Ppef. mm	Pef pulg	Ptcuen pulg	S	CN		
CLARO EN EL VALLE	40	22/06/76	51.80	4760000	175.83	27.07	1.066	2.039	1	89	
	41	08/05/77	9.42	2020000	294.72	6.85	0.270	0.371	0	99	
	42	29/06/77	162.95	23810000	249.81	95.31	3.752	6.415	3	76	
	43	09/07/77	143.16	9310000	125.96	73.91	2.910	5.636	3	74	
	44	20/07/77	331.53	61570000	222.82	276.32	10.879	13.053	2	83	
	45	10/08/77	103.61	11900000	298.95	39.81	1.567	4.079	4	73	
	46	27/06/78	74.41	2400000	139.17	17.25	0.679	2.930	4	70	
	47	09/07/78	47.09	5320000	319.43	16.65	0.656	1.854	2	84	
	48	12/07/78	610.33	102150000	216.56	471.69	18.571	24.029	5	65	
	49	29/08/79	81.94	18700000	277.97	67.27	2.649	3.226	1	95	
	50	22/09/79	121.50	21690000	266.79	81.30	3.201	4.784	2	85	
	51	08/04/80	167.66	10620000	367	28.94	1.139	6.601	12	46	
	52	20/04/80	121.50	19330000	367	52.67	2.074	4.784	4	73	
	53	17/07/80	142.22	14860000	200	74.30	2.925	5.599	3	75	
	54	02/05/81	303.28	26500000	367	72.21	2.843	11.940	17	37	
	55	22/05/81	56.51	7780000	159.47	48.79	1.921	2.225	0	97	
	56	29/05/81	133.74	15030000	345.99	43.44	1.710	5.265	6	63	
	57	13/07/81	68.76	5960000	192	31.04	1.222	2.707	2	83	
	58	05/06/82	38.61	4000000	305	13.11	0.516	1.520	2	86	
	59	09/06/82	160.59	22070000	229	96.38	3.794	6.323	3	77	
	60	17/06/82	57.17	11440000	237	48.27	1.900	2.251	0	97	
	61	23/06/82	379.58	48720000	136	358.24	14.104	14.944	1	93	
	62	14/07/82	334.36	56570000	280	202.04	7.954	13.164	6	62	
	63	12/09/82	137.51	24280000	285	85.19	3.354	5.414	2	81	
	TENEO D. J. CLARO	1	24/09/61	133.46	44740000	655.22	68.28	2.688	5.254	3	75
		2	14/08/62	60.29	8210000	378.68	21.68	0.854	2.374	2	81
		3	23/06/65	63.87	14460000	608.78	23.75	0.935	2.515	2	81
		4	22/07/65	291.71	50920000	320.03	159.11	6.264	11.485	6	61
		5	06/05/72	290.28	147090000	660.38	222.74	8.769	11.428	3	79
		6	03/06/72	349.86	142360000	896.47	158.80	6.252	13.774	10	49
		7	30/07/72	112.49	22930000	303.94	75.44	2.970	4.429	2	86
		8	18/05/73	261.20	119330000	939.23	127.05	5.002	10.284	7	59
		9	07/04/80	163.02	114040000	1106.37	103.08	4.058	6.418	3	79
		10	11/07/80	118.21	37800000	798.8	47.32	1.863	4.654	4	71
		11	06/09/82	224.03	62050000	564	110.02	4.331	8.820	6	63
	COLORADO J. C. PALOS	1	06/06/61	70.21	14110000	198.76	70.99	2.795	2.764	0	100
		2	06/04/65	139.57	26740000	681.46	39.24	1.545	5.495	7	59
		3	12/04/65	105.32	19350000	794.54	24.35	0.959	4.146	6	62
		4	22/06/65	57.37	13430000	460.26	29.18	1.149	2.259	1	88
		5	20/07/65	262.01	39910000	330.09	120.91	4.760	10.315	8	57
		6	07/08/65	414.42	64610000	155.35	415.90	16.374	16.316	0	100
		7	05/06/72	316.81	110930000	619.5	179.06	7.050	12.473	7	61
		8	06/07/72	260.73	95490000	490.91	194.52	7.658	10.265	3	79
		9	30/07/72	101.04	28480000	319.74	89.07	3.507	3.978	0	96
		10	18/05/73	234.61	45540000	661.85	68.81	2.709	9.237	11	47
		11	07/07/73	309.11	25950000	109.86	236.21	9.300	12.170	3	78
		12	11/04/75	24.83	4350000	401.8	10.83	0.426	0.978	1	93
		13	02/07/75	159.26	21820000	164.28	132.82	5.229	6.270	1	91
	14	18/06/77	130.15	14500000	133.41	108.69	4.279	5.124	1	93	
	15	19/07/77	308.25	59010000	246.82	239.08	9.413	12.136	3	79	
	16	09/07/78	44.52	7620000	520.86	14.63	0.576	1.753	2	84	
	17	27/07/79	375.04	69670000	307.43	226.62	8.922	14.765	7	60	
	18	22/09/79	90.33	20770000	373.93	55.55	2.187	3.556	2	86	
	19	07/04/80	146.42	16860000	831.02	20.29	0.799	5.765	12	46	
	20	20/04/80	121.58	55600000	548.03	101.45	3.994	4.787	1	93	

BASE DE DATOS PARA EL ESTUDIO DE LA PRECIPITACION EFECTIVA

ESTACION	FECHA	Ppcuen mm	Ved m3	A km2	Ppef. mm	Pef pulg	Ptcuen pulg	S	CN
COLORADO J. C. PALOS	21 08/05/80	174.25	46220000	509.16	90.78	3.574	6.860	4	71
	22 22/05/80	13.70	5720000	675.1	8.47	0.334	0.539	0	98
	23 28/05/80	97.61	16990000	323.44	52.53	2.068	3.843	2	82
	24 16/07/80	106.18	13820000	565.38	24.44	0.962	4.180	6	62
	25 02/05/81	232.04	37790000	604.46	62.52	2.461	9.136	12	46
	26 27/05/81	155.83	27410000	487.42	56.23	2.214	6.135	6	62
	27 23/06/82	287.70	42800000	205	208.78	8.220	11.327	3	76
	28 14/07/82	202.50	56380000	375	150.35	5.919	7.972	2	83
	29 11/09/82	160.98	26610000	303	87.82	3.458	6.338	4	74
CLARO EN CAMARICO	1 07/06/66	350.67	81840000	740.17	110.57	4.353	13.806	16	39
	2 20/06/66	79.28	15660000	707.5	22.13	0.871	3.121	4	72
	3 25/06/66	43.84	11630000	610.24	19.06	0.750	1.726	1	88
	4 09/07/66	85.80	37780000	741.96	50.92	2.005	3.378	2	86
	5 17/07/66	79.28	16180000	556.91	29.05	1.144	3.121	3	77
	6 16/05/69	72.74	19130000	747	25.61	1.008	2.864	3	78
	7 03/08/69	61.55	9990000	674.24	14.82	0.583	2.423	3	74
	8 13/08/69	44.77	12200000	747	16.33	0.643	1.762	2	85
	9 26/05/70	77.41	12900000	734.3	17.57	0.692	3.048	5	69
	10 13/07/70	92.33	36250000	702.46	51.60	2.032	3.635	2	84
	11 23/07/70	151.08	32910000	655.08	50.24	1.978	5.948	6	61
	12 16/05/71	108.18	16740000	747	22.41	0.882	4.259	7	60
	13 22/05/71	79.28	7890000	747	10.56	0.416	3.121	6	61
	14 17/06/71	92.33	17060000	425.57	40.09	1.578	3.635	3	78
	15 26/06/71	136.16	44140000	650.85	67.82	2.670	5.361	3	74
	16 06/07/73	193.98	87160000	627.01	139.01	5.473	7.637	2	82
	17 28/07/73	60.62	27680000	739.19	37.45	1.474	2.387	1	91
	18 14/05/74	318.96	133230000	741.63	179.64	7.073	12.557	7	60
	19 06/06/74	94.20	23820000	591.5	40.27	1.585	3.709	3	77
	20 18/06/74	91.40	18110000	565.08	32.05	1.262	3.598	4	73
	21 24/06/74	289.11	96270000	741.02	129.92	5.115	11.382	9	54
	22 26/05/75	116.58	18230000	747	24.40	0.961	4.590	7	58
	23 12/07/75	60.62	3050000	558.35	5.46	0.215	2.387	6	63
	24 22/09/79	83.47	33070000	741.43	44.60	1.756	3.286	2	84
	25 08/04/80	183.73	20180000	747	27.01	1.064	7.233	14	42
	26 21/04/80	101.19	38590000	747	51.66	2.034	3.984	2	80
	27 08/05/80	116.58	52670000	747	70.51	2.776	4.590	2	83
	28 26/05/80	53.63	34590000	659.75	52.43	2.064	2.111	0	100
	29 17/07/80	96.06	28300000	665.8	42.51	1.673	3.782	3	77
	30 04/05/81	173.00	25480000	747	34.11	1.343	6.811	11	47
	31 22/05/81	88.13	17620000	671.85	26.23	1.033	3.470	4	71
	32 27/05/81	162.74	32620000	741.84	43.97	1.731	6.407	8	55
	33 11/07/81	87.67	22830000	528.26	43.22	1.701	3.451	2	81
	34 31/07/81	94.20	37220000	653.94	56.92	2.241	3.709	2	85
	35 03/06/82	65.75	9950000	739.58	13.45	0.530	2.588	4	71
	36 09/06/82	156.68	39050000	691.38	56.48	2.224	6.169	6	62
	37 14/07/82	191.19	114770000	739.01	155.30	6.114	7.527	1	88
	38 12/08/82	41.97	5260000	713.5	7.37	0.290	1.652	3	78



BASE DE DATOS PARA EL ESTUDIO DE LA PRECIPITACION EFECTIVA

ESTACION	FECHA	Ppcuen mm	Ved m3	A km2	Ppef. mm	Pef pulg	Ptcuen pulg	S	CN	
MAULE EN ARMERILLO	1	27/05/65	129.90	209780000	4547.28	46.13	1.816	5.114	5	66
	2	21/06/65	116.01	123250000	3379.84	36.47	1.436	4.568	5	66
	3	20/07/65	480.27	355970000	1634.4	217.80	8.575	18.908	14	41
	4	14/08/65	173.26	31540000	370.54	85.12	3.351	6.821	5	69
	5	07/06/66	558.83	53910000	155.5	346.69	13.649	22.001	10	51
	6	09/07/66	174.92	100180000	3197.15	31.33	1.234	6.887	12	46
	7	04/06/69	437.87	478400000	1831.1	261.26	10.286	17.239	8	55
	8	16/05/71	159.80	136240000	2156.79	63.17	2.487	6.291	6	64
	9	18/07/71	127.15	209950000	2825.66	74.30	2.925	5.006	2	80
	10	01/08/71	128.87	156560000	2190.79	71.46	2.813	5.074	3	78
	11	24/05/73	116.84	225910000	4826.24	46.81	1.843	4.600	4	71
	12	07/07/73	347.42	93740000	608.32	154.10	6.067	13.678	11	49
	13	18/05/74	318.90	177640000	3292.3	53.96	2.124	12.555	22	31
	14	24/06/74	471.14	283820000	979.5	289.76	11.408	18.549	8	55
	15	26/05/75	200.00	202310000	2655.15	76.20	3.000	7.874	7	58
	16	08/06/75	178.01	97290000	1400.35	69.48	2.735	7.008	6	61
	17	17/06/75	160.14	51750000	2709.96	19.10	0.752	6.305	14	42
	18	01/07/75	352.24	178330000	1680.93	106.09	4.177	13.868	16	38
	19	12/06/76	286.60	175990000	3655.49	48.14	1.895	11.283	20	33
	20	27/06/77	298.63	187010000	1764.8	105.97	4.172	11.757	12	46
	21	19/07/77	567.14	282010000	901.62	312.78	12.314	22.328	12	45
	22	09/08/77	180.89	68040000	1271.73	53.50	2.106	7.122	9	54
	23	11/05/78	128.52	65360000	5054.59	12.93	0.509	5.060	12	46
	24	31/05/78	65.16	49420000	4151.27	11.90	0.469	2.565	4	70
	25	06/07/78	131.96	75340000	4751.98	15.85	0.624	5.195	11	47
	26	17/07/78	601.03	405390000	1036.8	391.00	15.394	23.663	9	52
	27	12/09/78	184.54	49250000	1729.99	28.47	1.121	7.265	14	42
	28	25/07/79	649.48	446690000	2611	171.08	6.735	25.570	34	23
	29	21/09/79	77.66	150340000	3892.7	38.62	1.521	3.058	2	83
	30	06/04/80	315.81	125300000	1310.25	95.63	3.765	12.433	15	41
	31	19/04/80	241.85	506480000	4864.55	104.12	4.099	9.522	8	57
	32	07/05/80	222.61	292640000	4113.7	71.14	2.801	8.764	10	51
	33	18/05/80	228.86	268190000	3608.04	74.33	2.926	9.010	10	50
	34	21/06/80	325.43	361150000	2192.32	164.73	6.486	12.812	8	55
	35	01/05/81	278.21	264300000	4274.29	61.83	2.434	10.953	16	38
	36	21/05/81	138.70	141220000	3810.19	37.06	1.459	5.460	7	58
	37	27/05/81	240.06	292380000	2966.24	98.57	3.881	9.451	8	55
	38	03/06/82	81.10	62730000	3603.2	17.41	0.685	3.193	5	67
	39	22/06/82	254.29	191960000	1113.05	172.46	6.790	10.012	3	74
	40	14/07/82	398.62	320370000	2292.36	139.76	5.502	15.694	16	39
	41	11/09/82	182.13	149390000	2045.14	73.05	2.876	7.170	6	61
PERQUILAUQUEN EN SAN M.	1	17/08/53	279.46	50840000	344.94	147.39	5.803	11.003	7	61
	2	19/08/63	249.74	54160000	370.53	146.17	5.755	9.832	5	68
	3	07/08/65	406.84	120800000	354.72	340.55	13.407	16.017	2	80
	4	16/08/68	75.73	20730000	356.06	58.22	2.292	2.982	1	94
	5	19/07/69	95.34	26650000	350.36	76.06	2.995	3.754	1	93
	6	13/08/72	161.97	30630000	389	78.74	3.100	6.377	4	70
	7	08/06/75	191.45	74600000	389	191.77	7.550	7.538	0	100
	8	07/07/77	221.79	50160000	230.75	217.38	8.558	8.732	0	99
	9	10/08/77	146.21	22290000	319.28	69.81	2.749	5.756	4	71
	10	08/04/80	193.62	45330000	364.63	124.32	4.894	7.623	3	77
	11	26/05/80	114.79	35140000	344.82	101.91	4.012	4.519	0	96
	12	01/05/81	323.77	106760000	367.62	290.41	11.433	12.747	1	89
	13	27/05/81	285.87	94220000	389	242.21	9.536	11.255	2	86
	14	31/07/81	226.50	69180000	364.51	189.79	7.472	8.917	1	88

CENTRO DE INFORMACION DE RECURSOS HIDRICOS



3 5617 00000 5207