

## CI41C – HIDROLOGÍA

Sem : Primavera 2003

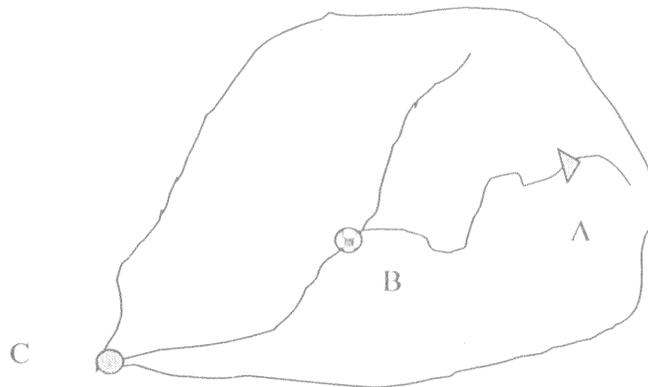
Prof : Ernesto Brown

Ximena Vargas

### CONTROL # 2

#### Problema 1.

- a) **(Sin apuntes)** Defina o explique los siguientes términos:
- Precipitación efectiva
  - Período de retorno
  - Curva de descarga
  - Hidrograma unitario
  - Riesgo hidrológico
  - Coeficiente de duración
- b) **(Sin apuntes)** En la cuenca esquematizada en la figura se ha controlado el caudal en los puntos B y C durante los últimos 20 años, existiendo en C sólo una regla limnimétrica durante los primeros 15 años, mientras que en todo el período en B se contó con información limnigráfica. Si en el año 8, se construyó un embalse de riego en el punto A y considerando que se cuenta además con información fluviométrica y pluviométrica en otras cuencas vecinas de régimen similar, indique cómo analizaría la información para generar una serie de excedencias anuales para los caudales mínimos en C, con miras a definir un caudal ecológico en ese punto.



## CONTROL N° 2 HIDROLOGIA

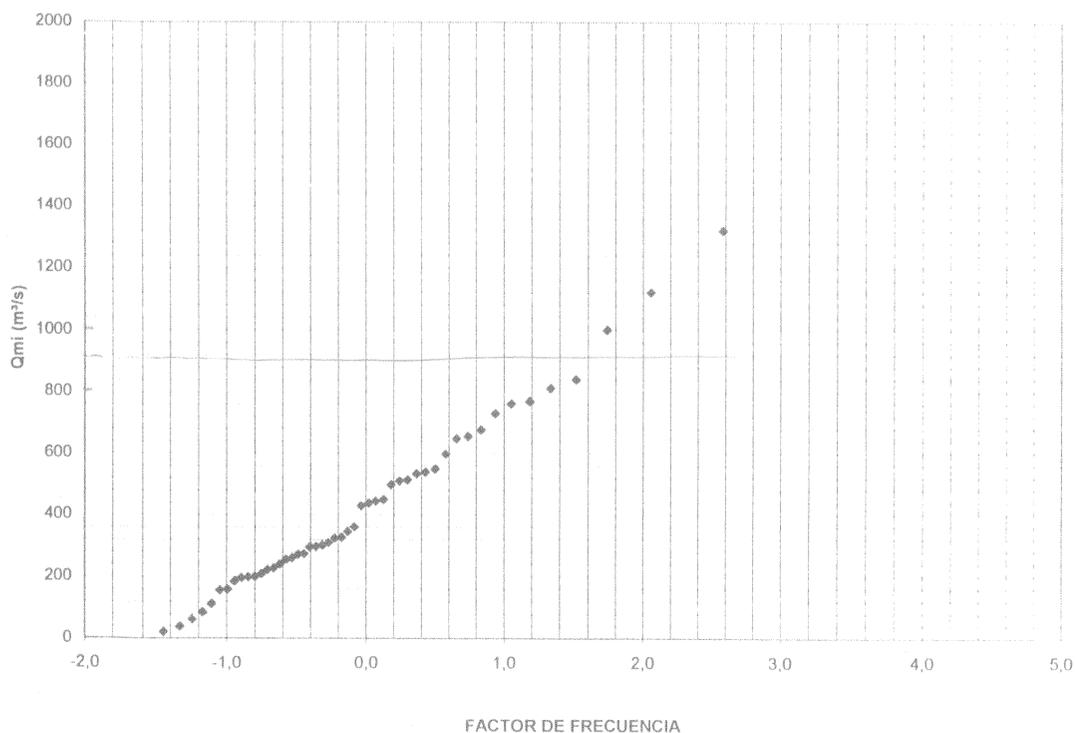
Semestre Primavera 2003  
Profesores: E. Brown  
X. Vargas

### PROBLEMA 2

Para estimar el caudal de diseño de la obra de evacuación de crecidas para una bocatoma que se construirá en un río determinado, se dispone de la siguiente información:

- Serie caudales máximos instantáneos anuales para el período 1954/55 – 2002/03 en una estación fluviométrica ubicada inmediatamente aguas arriba del punto seleccionado para construir la obra. Se adjunta gráfico del caudal en función del factor de frecuencias, considerando la distribución de mejor ajuste (Pearson III). En este gráfico, las probabilidades de excedencia se estimaron a través de la distribución empírica de Weibull.

FIGURA 1  
ANÁLISIS DE FRECUENCIAS - DISTRIBUCION PEARSON  
CAUDAL MÁXIMO INSTANTÁNEO



**CONTROL N° 2  
HIDROLOGIA**

**Semestre Primavera 2003**  
**Profesores: E. Brown**  
X. Vargas

**PROBLEMA 3**

En el punto C mostrado en la Figura N° 1 se ha decidido instalar una bocatoma para abastecer Agua Potable a la localidad denominada Pueblo Escondido. En la empresa en que ud, realiza su practica de vacaciones se le ha encomendado determinar el caudal susceptible de ser captado con un nivel de seguridad adecuado para los requerimientos.

Para resolver el problema ud. cuenta con los antecedentes que se indican a continuación:

Punto A : Curva de Duración (1995-2002).  
Serie de Caudales Medios Anuales (1995-2002).

Punto B : Curva de Duración (1997-2002).  
Serie de Caudales Medios Anuales (1997-2002).

Punto C : Sin Estadística Disponible.

Punto D : Curva de Duración (1970-2002).  
Serie de Caudales Medios Anuales (1970-2002).

Punto E : Serie de Precipitaciones Anuales (1985-2002) (Ver Tabla N° 1).  
Serie de Temperaturas Anuales (1985-2002) (Ver Tabla N° 1).

Isoyetas Medias Anuales (mm).

Por otro lado, en la empresa en que ud. trabaja se desea evaluar a nivel de perfil las dimensiones de un embalse emplazado inmediatamente aguas arriba del punto C, para lo anterior se solicita construir la serie de caudales medios anuales en el punto de interés.

Figura N° 2  
Curva de Duración  
Estación A - Periodo 1995-2002

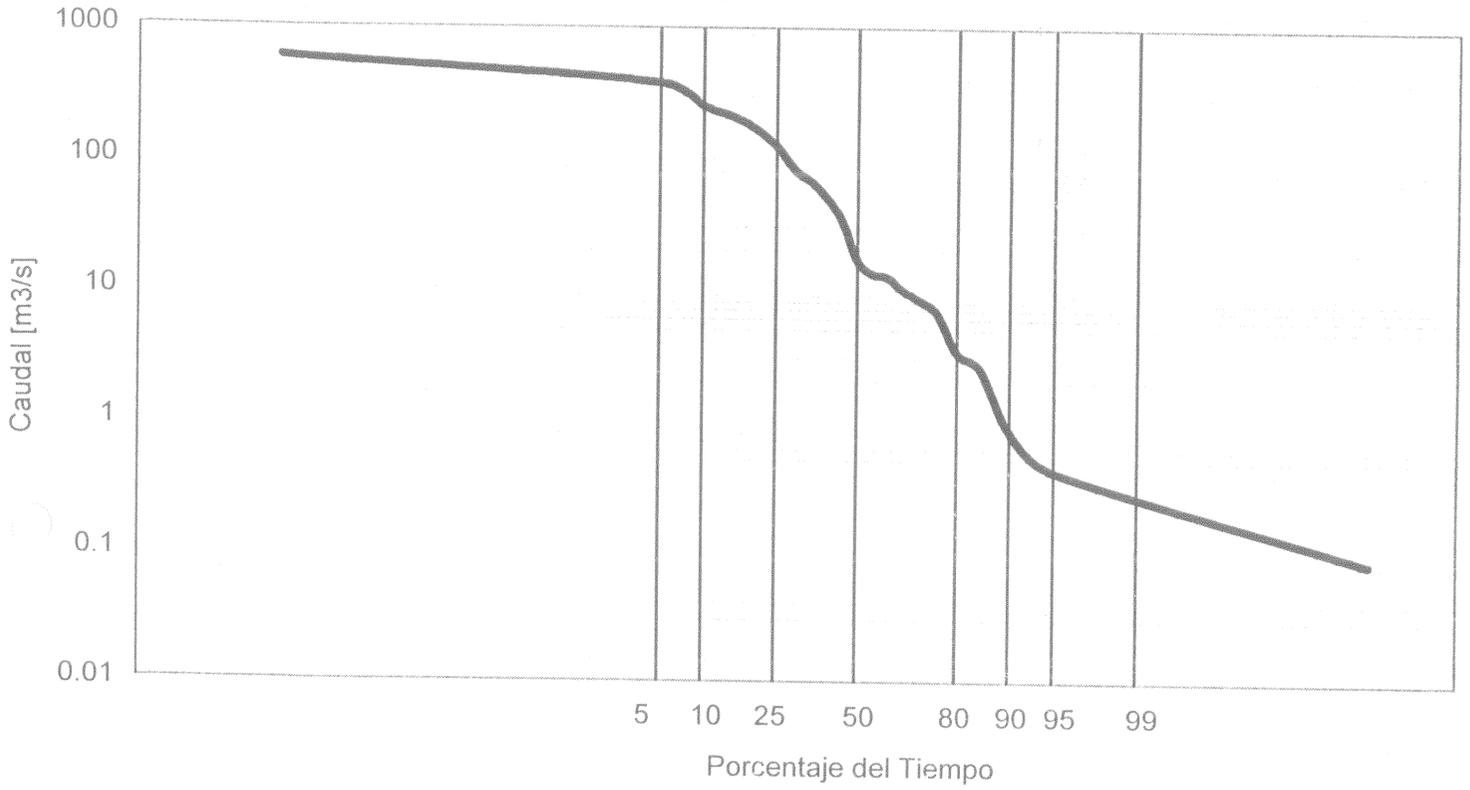


Figura N° 3  
Curva de Duración  
Estación B - Periodo 1997-2002

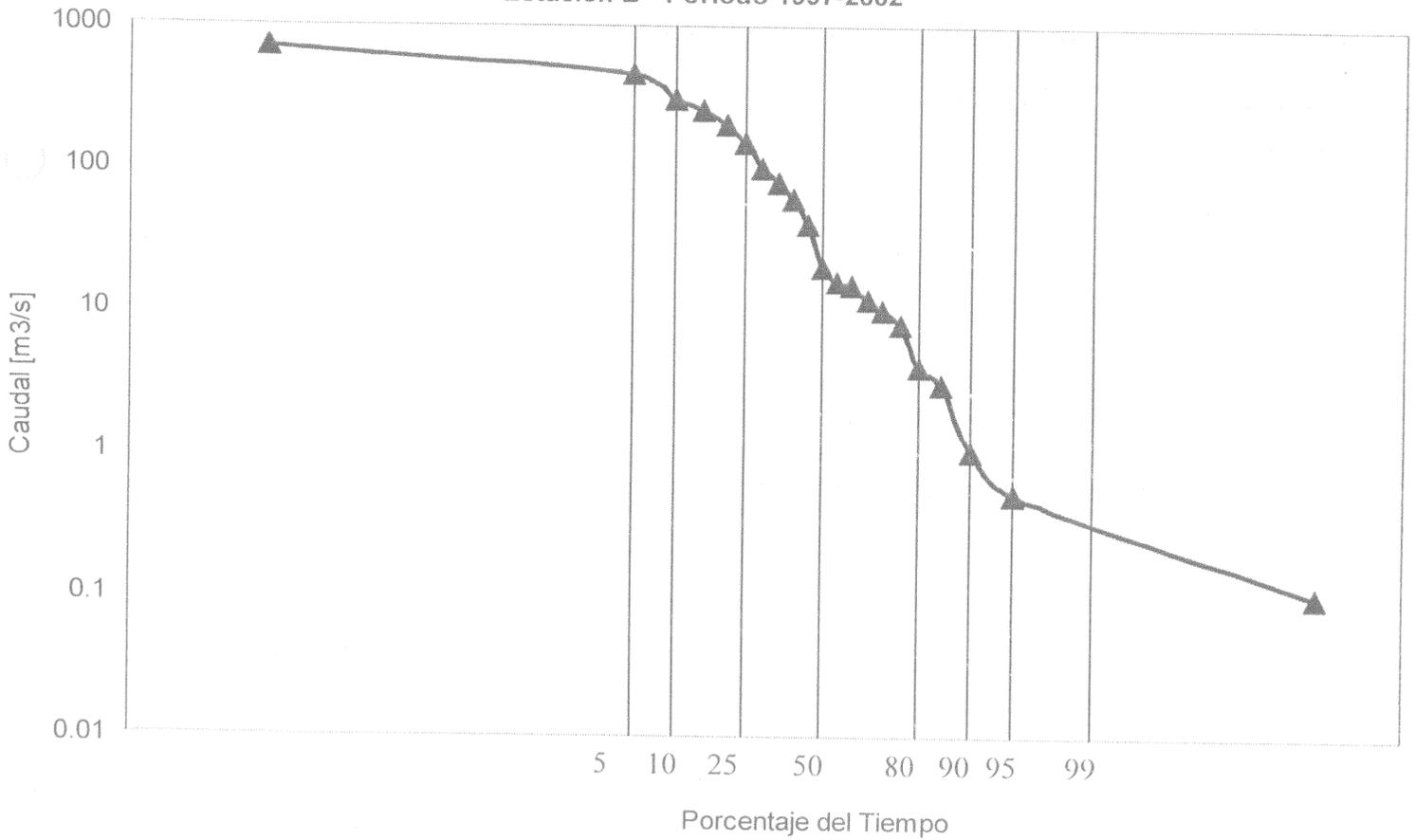


Tabla Nº 1: Precipitaciones y Temperaturas. Estación E.

Año	Estación E		Q medio Anual [m3/s]		
	Pp Anual [mm]	T Media Anual [°C]	A	B	D
1970					47,2
1971					48,1
1972					51,0
1973					48,5
1974					50,6
1975					46,8
1976					20,3
1977					51,4
1978					24,0
1979					50,7
1980					47,8
1981					52,4
1982					49,4
1983					44,9
1984					34,0
1985	400	13,6			42,7
1986	300	14,1			42,9
1987	180	17,5			49,7
1988	200	21			48,1
1989	280	18			50,7
1990	350	15			50,9
1991	295	20			50,7
1992	300	21,3			49,8
1993	50	20			46,7
1994	150	16,8			49,6
1995	260	17	22,6	27,1	51,7
1996	200	17,6	19,2	23,0	48,9
1997	180	22	13,6	16,3	47,1
1998	400	18	17,5	21,0	45,0
1999	380	15	21,3	25,6	42,0
2000	190	21,5	19,6	23,5	21,3
2001	100	19,8	12,2	14,6	22,0
2002	80	16	15,8	19,0	50,9

P1. a) [30%] La Figura 1 muestra la ubicación de un puente y unas obras de protección de riberas (enrocado), aguas abajo de la confluencia de dos ríos en la zona centro sur de Chile. El puente sirve una ruta secundaria de alto tráfico y el enrocado sirve para proteger una zona urbanizada contra posible inundaciones. Se considera que una falla del puente podría ocasionar la pérdida de vidas humanas, mientras que una falla del enrocado sólo ocasionaría daños materiales. ¿Qué períodos de retorno usaría usted para el diseño de ambas obras? Fundamente su respuesta.

b) [70%] Calcule la condición hidrológica (caudal) que implicaría la falla simultánea del puente y del enrocado. Suponga que los caudales máximos de los ríos A y B en la figura están descritos por una distribución exponencial de parámetros  $\lambda_A$  y  $\lambda_B$ , respectivamente. Los promedios muestrales de las series fluvioigráficas medidas en los puntos 1 y 2 son  $\bar{Q}_1 = 1200$  y  $\bar{Q}_2 = 450$  m<sup>3</sup>/s, respectivamente (indicación: relacione el parámetro de la distribución con los estadísticos de la muestra por medio del método de los momentos).

La función de densidad de probabilidad exponencial está dada por

$$f_x(x) = \lambda e^{-\lambda x} \quad x \geq 0$$

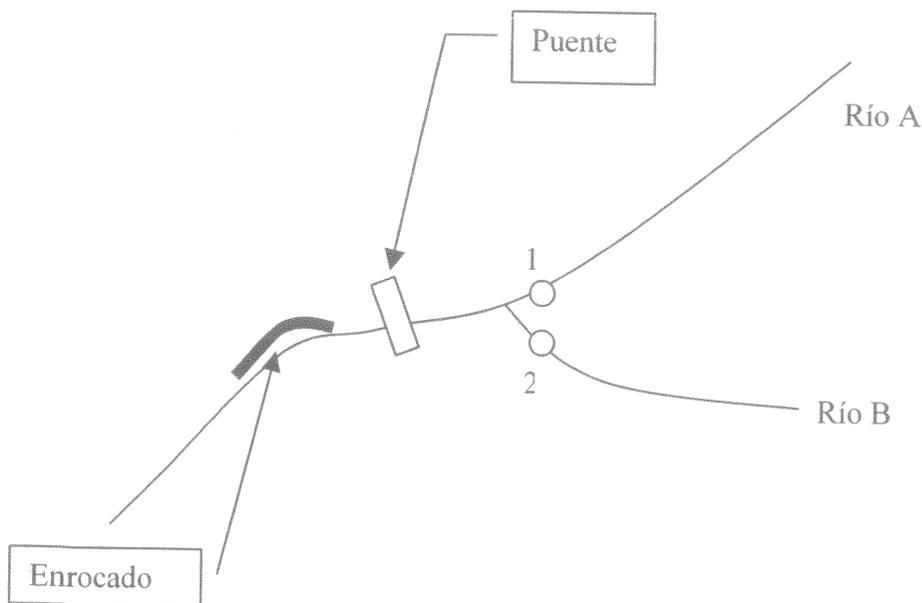


Figura 1

P2. Se planea construir un embalse regulador de crecidas en un estero en las cercanías de la ciudad de Talca, de tal manera de proteger una urbanización ubicada según se muestra en la figura 2. El diseño del embalse queda definido por el volumen de escorrentía directa con período de retorno  $T=50$  años asociado a una tormenta de 24-h de duración.

a) [40%] Sobre la base de los antecedentes que se proporcionan en cuanto a uso de suelo y área aportante (Tabla 1, columna 3), calcule el volumen de escorrentía directa de diseño del embalse usando el método de la Curva Número. Considere condiciones de humedad antecedente tipo III

b) [40%] Cómo cambia el período de retorno del volumen obtenido en la parte a) si el uso de suelo cambia, quedando determinado por las áreas que se presentan en la columna 4 de la Tabla 1?

c) [20%] Es posible suponer que, luego de los diversos cálculos realizados, la varianza de la curva número es un 5% del valor obtenido. Usando un análisis de incertidumbre de primer orden, estime el error estándar asociado al caudal obtenido en la parte a).

Justifique cualquier suposición que necesite para completar la pregunta.

Indicación: Según el análisis de incertidumbre de primer orden, se tiene que:

$$y = f(x)$$
$$s_y^2 = \left( \frac{\partial f}{\partial x} \right)^2 s_x^2$$

Según el método de la curva número, se tiene que la precipitación efectiva ( $Pe$ ) está dada por:

$$Pe = \frac{(P - 0.2S)^2}{(P + 0.8S)}$$
$$S = \frac{254000}{CN} - 2540 \quad (\text{mm})$$

Además

$$CN(I) = \frac{4.2CN(II)}{10 - 0.058CN(II)}$$
$$CN(III) = \frac{23CN(II)}{10 + 0.13CN(II)}$$

Tabla 1  
Características físicas cuenca aportante

Descripción uso de suelo	Grupo Hidrológico del suelo	Area. Antes cambio uso (km2)	Area. Después cambio uso (km2)
Tierra cultivada	B	4.5	2.5
Vegas de ríos	A	2.0	2.0
Bosques, buena cubierta	B	18.0	14.0
Áreas residenciales (mínimo tamaño lote; 65% impermeable)	B	0.5	6.5
<b>TOTAL</b>		25.0	25.0

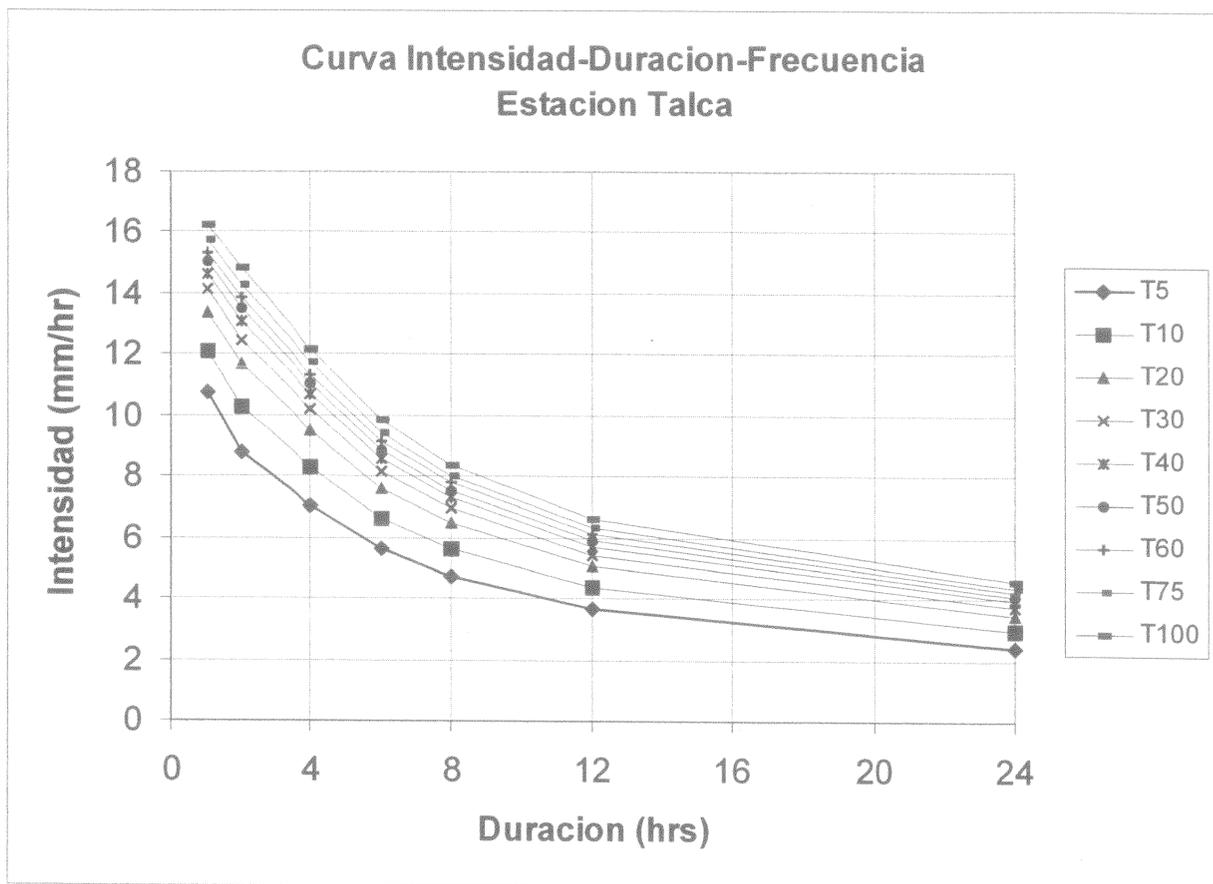


Figura 2

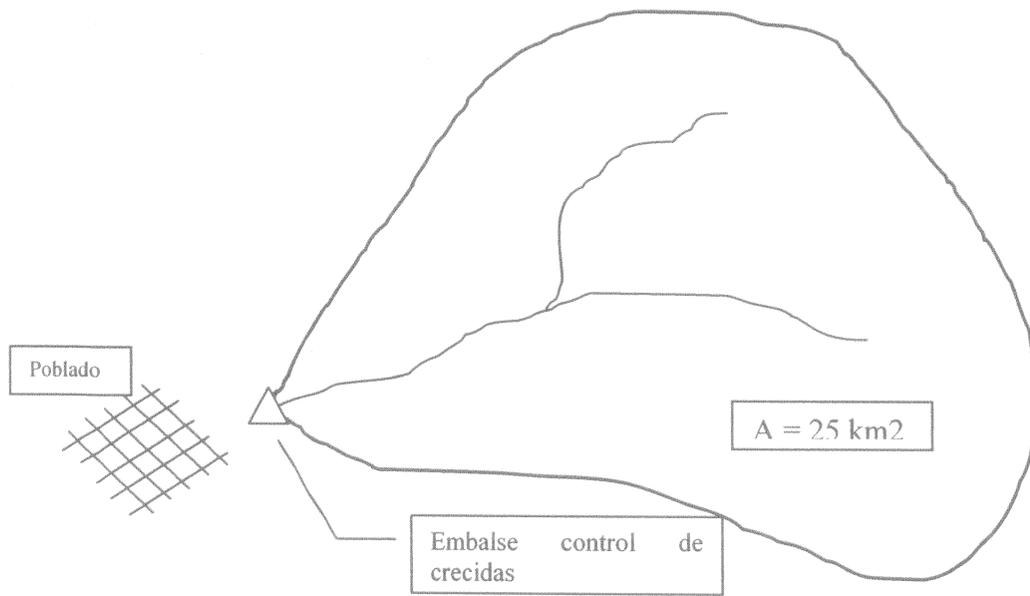


Figura 3

P3. En calidad de hidrólogo experto, se le pide estudiar la necesidad de construir un embalse para asegurar el suministro de agua para un área de secano que se planea dotar de riego. Típicamente, se considera que un embalse es necesario cuando los caudales disponibles en un río no son suficientes para asegurar una operación sin fallas de la zona de riego. El código de aguas de 1980 define un año fallado como aquél en que la demanda sólo puede satisfacerse en un 85% o menos durante tres meses seguidos durante la temporada de riego.

El cauce aportante al punto de extracción de agua para riego (ER) recibe las aguas de una cuenca intermedia de régimen pluvial, en la que existe una estación pluviométrica (P1) con información para los últimos 40 años. La cuenca principal tiene un régimen nivopluvial y cuenta con dos estaciones de medición de caudales. La estación H1 es fluviométrica y cuenta con estadística completa para los últimos 20 años. La estación H2 se instaló hace 6 años y cuenta con un limnógrafo. Además, hace 10 años se construyó un canal de trasvase que lleva aguas hacia una cuenca vecina. Finalmente, aguas arriba de la estación H1 existe otra cuenca intermedia, de régimen pluvial, para la cual existen 10 años de registros pluviométricos y evaporimétricos (estación M1), así como también registro fluviográfico (estación H3).

Indique detalladamente los pasos que seguiría para determinar si es necesario construir el embalse de regulación.

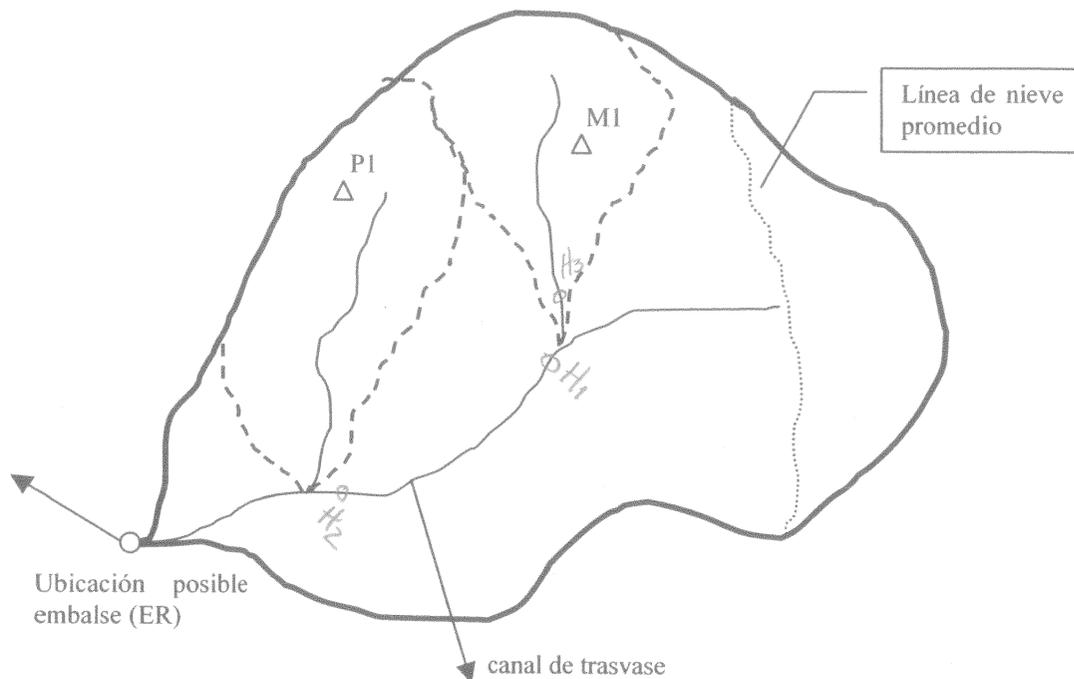


Figura 4

TABLA 5.5.2

Números de curva de escorrentía para usos selectos de tierra agrícola, suburbana y urbana (condiciones antecedentes de humedad II,  $I_a = 0.2S$ )

Descripción del uso de la tierra	Grupo hidrológico del suelo			
	A	B	C	D
Tierra cultivada <sup>1</sup> : sin tratamientos de conservación	72	81	88	91
con tratamientos de conservación	62	71	78	81
Pastizales: condiciones pobres	68	79	86	89
condiciones óptimas	39	61	74	80
Vegas de ríos: condiciones óptimas	30	58	71	78
Bosques: troncos delgados, cubierta pobre, sin hierbas, cubierta buena <sup>2</sup>	45 25	66 55	77 70	83 77
Áreas abiertas, césped, parques, campos de golf, cementerios, etc. óptimas condiciones: cubierta de pasto en el 75% o más	39	61	74	80
condiciones aceptables: cubierta de pasto en el 50 al 75%	49	69	79	84
Áreas comerciales de negocios (85% impermeables)	89	92	94	95
Distritos industriales (72% impermeables)	81	88	91	93
Residencial <sup>3</sup> :				
Tamaño promedio del lote    Porcentaje promedio impermeable <sup>4</sup>				
1/8 acre o menos                    65	77	85	90	92
1/4 acre                                38	61	75	83	87
1/3 acre                                30	57	72	81	86
1/2 acre                                25	54	70	80	85
1 acre                                    20	51	68	79	84
Parqueaderos pavimentados, techos, accesos, etc. <sup>5</sup>	98	98	98	98
Calles y carreteras:				
Pavimentados con cunetas y alcantarillados <sup>5</sup>	98	98	98	98
grava	76	85	89	91
tierra	72	82	87	89

1 Para una descripción más detallada de los números de curva para usos agrícolas de la tierra, remitirse a Soil Conservation Service, 1972, Cap. 9

2 Una buena cubierta está protegida del pastizaje, y los desechos del retiro de la cubierta del suelo.

3 Los números de curva se calculan suponiendo que la escorrentía desde las casas y de los accesos se dirige hacia la calle, con un mínimo del agua del techo dirigida hacia el césped donde puede ocurrir infiltración adicional.

4 Las áreas permeables restantes (césped) se consideran como pastizales en buena condición para estos números de curva.

5 En algunos países con climas más cálidos se puede utilizar 95 como número de curva.