

Hid 350

14565

UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE INGENIERIA
OPTO. DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA

HIDROLOGIA 1701

PROBLEMARIO

ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
DEPARTAMENTO DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA

Caracas, Septiembre 1.979.
1ª Edición

HG
3
ej. 1

HG 3
ej1.

Se desea determinar la evaporación en un período de tiempo en donde ocurrió lluvia, la cual no pudo ser registrada por el pluviógrafo por haberse dañado en dicho lapso. No obstante, la precipitación caída se recogió en el recipiente de control o balde.

Calcular la evaporación ocurrida sabiendo que:

- a) Radio de la boca recolectora del pluviógrafo = 10 cm.
- b) Volúmen medido en el recipiente de control o balde = 4,712 lts.
- c) Nivel de la tina evaporimétrica al inicio del período = 50 mm.
- d) Nivel de la tina evaporimétrica al final del período = 130 mm.

En cierta estación se efectúan observaciones una vez cada mes en el último día de los mismos, si dichas observaciones están señaladas en la tabla adjunta, calcule la evaporación correspondiente al año 1975. (Nota: En los aparatos no han ocurrido rebosamientos por exceso de agua)

AÑO	MES	LECTURA DEL NIVEL DE LA TINA EVAPORIMETRICA (mm)	NUEVO NIVEL DE LA TINA DESPUES DE LA LIMPIEZA (mm)	PRECIPITACION (mm)	EVAPORACION EN EL MES (mm)
1974	Oct	220			
	Nov	110	250		
	Dic	180		20	
1975	Ene	180		50	
	Feb	110	240		
	Mar	120	250		
	Abr	140	230	30	
	May	130			
	Jun	200		120	
	Jul	210		80	
	Ago	210		90	
	Sep	120	240		
	Oct	150	230	10	
	Nov	180			
	Dic	100	240	20	
1973	Ene	170	250		
	Feb	140		30	

En una cierta región se tiene un embalse destinado al abastecimiento de una población y al riego de unas parcelas. Se desea determinar cuánto es el abastecimiento en m^3 durante el mes de ^{P_1 : Diciembre} Noviembre ^{P_2 : Junio} si para dicho mes se contó con los siguientes datos:

AB = 3000 mts. $P_1 = 2000$ mts $P_2 = 4000$ mts.

BC = 5000 mts. $P_1 = 4000$ mts $P_2 = 6000$ mts

N_1 = Nivel del embalse a principio de noviembre = 200 mts. $P_1 = 180$ $P_2 = 17$

N_2 = Nivel del embalse al final de noviembre = 199,5 mts. $P_1 = 165$ $P_2 = 16$

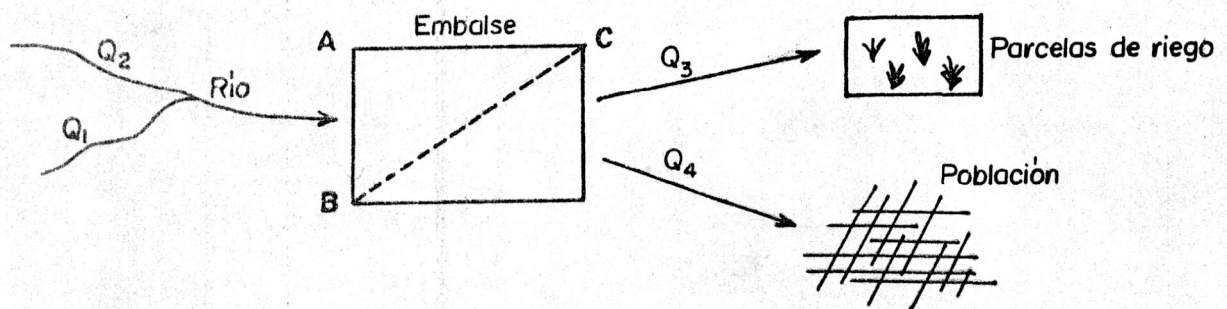
Q_1 = Caudal medio en el río 1 = $1 m^3/seg.$

Q_2 = Caudal medio en el río 2 = $3 m^3/seg.$

Q_3 = Caudal medio para riego = $2 m^3/seg.$

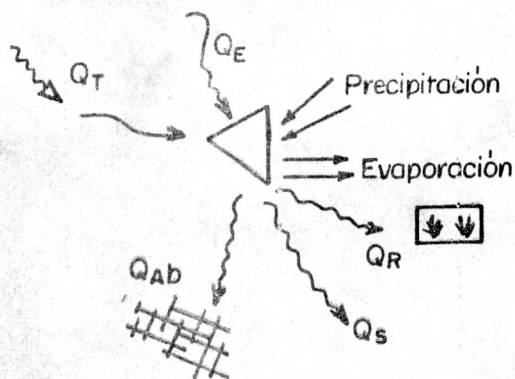
Q_4 = Abastecimiento para la población = ?

Precipitación = Evaporación = 0 mm. (Cero milímetros)



Un cierto embalse ha sido construido para abastecer el consumo de una población y para regar una cierta área situada en su vecindad. Por compromisos establecidos con los usuarios situados aguas abajo de dicho embalse es necesario que la corriente efluente mantenga un caudal de $1,5 \text{ m}^3/\text{seg}$. Se tiene una estación hidrométrica situada aguas arriba del embalse para controlar los aportes del río. Mediante una estación climatológica situada en sus cercanías se puede determinar las precipitaciones directas sobre el embalse y pérdidas por evaporación directa desde la superficie libre del embalse. Un canal proveniente de otro embalse permite trasladar el agua hacia el primer embalse con el fin de compensar las deficiencias. Si en el mes de junio se han medido los datos que se indican en la tabla anexa, calcular el volumen de agua que fué necesario trasladar en dicho mes para que el nivel de agua en el embalse permaneciera constante.

CROQUIS



TABLA

	(m^3/seg)	(mm)
Q_E	= 0.20	Precip. = 120
Q_S	= 1.50	Evapor. = 200
Q_R	= 1.20	
Q_{Ab}	= 0.50	
Q_T	= ?	

Area de la superficie libre del embalse = 10 Ha.

Se tiene un sistema de embalses "A" y "B" como el que se muestra en la figura cuyas funciones son las siguientes:

EMBALSE "A": Aportar aguas al embalse "B" para evitar el descenso del nivel del agua en este último. (Q_T)

EMBALSE "B": Para riego.

Por compromisos establecidos es necesario dejar salir agua aguas abajo de los dos embalses (Q_S) en las siguientes magnitudes:

EMBALSE "A": 500 lts/seg.

EMBALSE "B": 800 lts/seg.

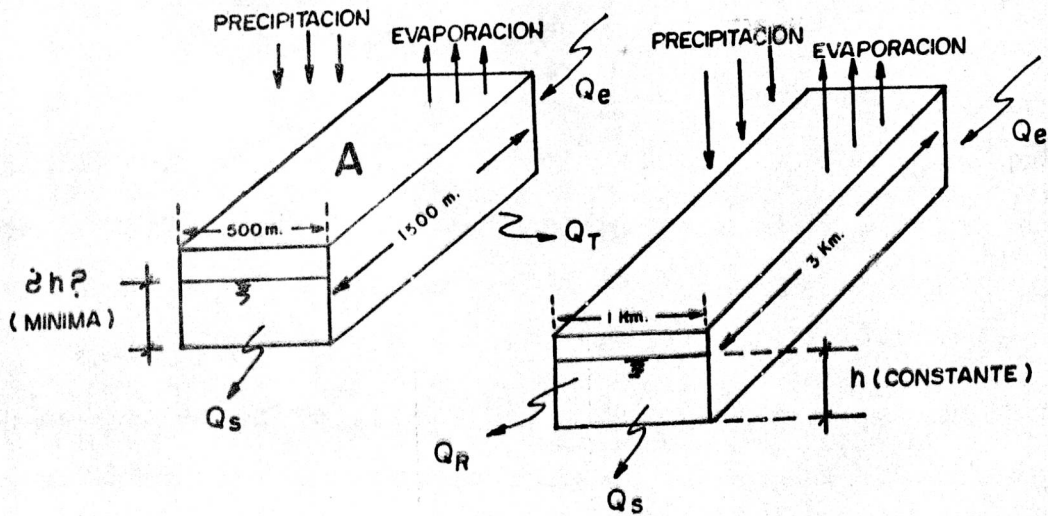
Si durante el mes de abril (30 días), es necesario un caudal para riego de 1000 lts/seg., se pide calcular la altura mínima de agua que debe existir en el embalse "A", a principios del mes de abril de forma que en dicho mes se puedan cumplir con los requerimientos de riego y los caudales de salida de los embalses y mantener el nivel del embalse "B", si se preveen los caudales de entrada, precipitación y evaporación que se muestra en la tabla adjunta.

TABLA

OBLIGACIONES	VALORES ESPERADOS DURANTE EL MES
EMBALSE "A": $Q_S = 500$ lts/seg.	EMBALSE "A": $Q_e = 300$ lts/seg. Evap = 250 mm. Precip = 0 mm.
EMBALSE "B": $Q_S = 800$ lts/seg. $Q_R = 1000$ lts/seg.	EMBALSE "B": $Q_e = 400$ lts/seg. Evap = 200 mm. Precip = 0 mm.

NOTA: Figura en la siguiente página.

FIGURA



Se tiene un embalse cuya forma del vaso de almacenamiento es el que se indica en la figura N° 1, si el día 24-8-73 a las 6 PM el embalse tenía un nivel de 18 mts. y ocurrió una tormenta de duración 6 horas, la cual produjo un Hidrograma de entrada al embalse de la forma que se indica en la figura N° 2, y por otra parte un pluviómetro situado en las inmediaciones del embalse registró una precipitación de 200 mm. durante la tormenta, determinar la altura del agua en el embalse después de ocurrida la lluvia si la compuerta estaba parcialmente abierta dejando escapar $6,5 \text{ m}^3/\text{seg.}$

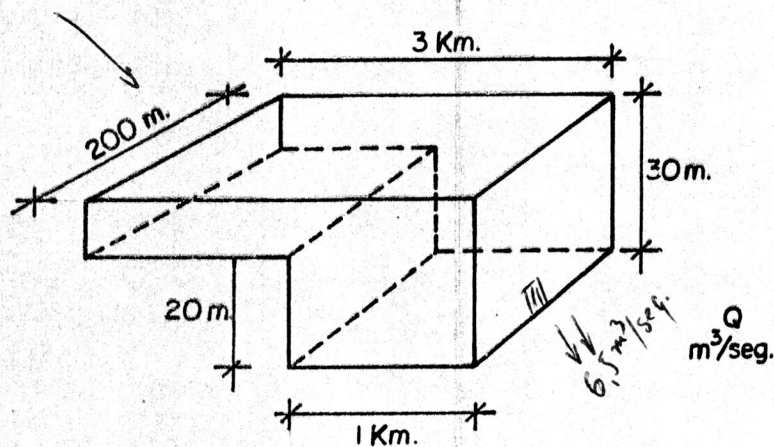


Figura N° 1

NOTA. Todo el fondo del embalse es impermeable.

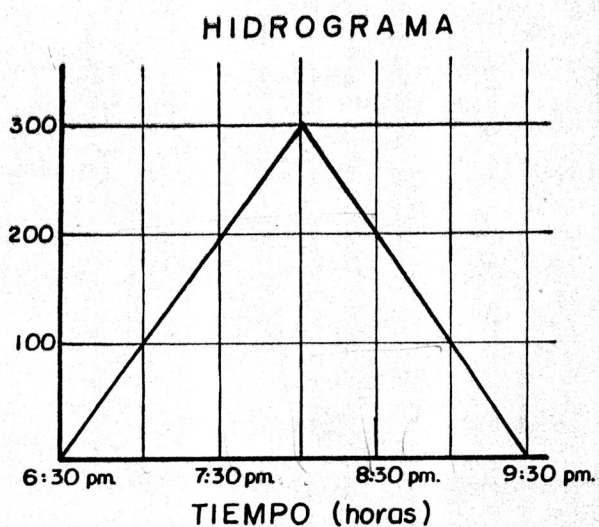


Figura N° 2

Un río que alimenta un embalse de múltiples usos (abastecimiento de población, riego y control de inundaciones) se le ha determinado su crecienta máxima, la cual está representada por el Hidrograma de crecienta que se muestra en la figura N° 1.

Ahora bien, dado que faltan 15 días para que comience el período de lluvias torrenciales que producen fuertes crecientes, se desea saber que caudal debemos dejar escapar desde el embalse (Q salida) durante esos 15 días a fin de bajar el nivel del embalse en un valor tal que si ocurre la crecienta máxima esta quede almacenada totalmente dentro del embalse llenándolo hasta su altura máxima (sin rebosamiento) y evitando así catástrofes a la población ubicada aguas abajo del mencionado embalse.

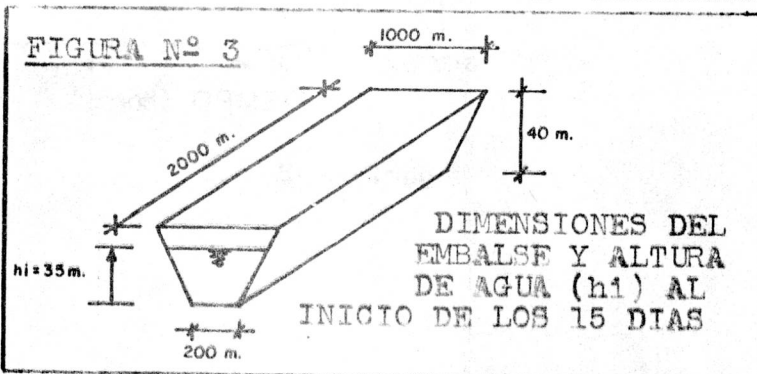
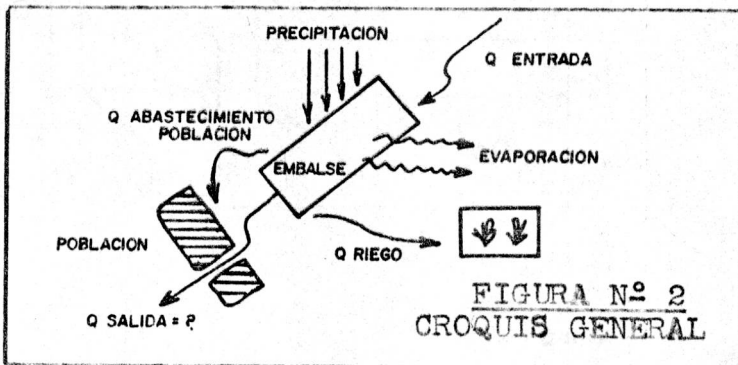
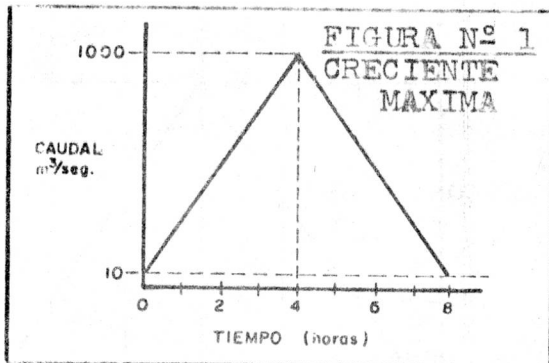


TABLA DE VALORES PARA LOS 15 DIAS
$Q_{entrada} = 10 \text{ m}^3/\text{seg.}$
$Q_{abast\ pobra} = 4 \text{ m}^3/\text{seg.}$
$Q_{riego} = 2 \text{ m}^3/\text{seg.}$
$Q_{salida} = ?$
Precipitación = 500 mm.
Evaporación = 200 mm.

NOTA: Considere como área evaporante y área receptora de precipitación en el embalse, el promedio de áreas al inicio y al final [de los 15 días.

Se tiene un embalse para uso de abastecimiento y riego como el que se muestra en la figura N° 1.

A comienzo del mes de abril el embalse presentaba una altura de agua de 16 mts. y al final del mismo mes la altura habia descendido hasta los 12 mts. Si durante el mes en referencia no se presentaron precipitaciones sobre la superficie del embalse y los caudales de entrada, salida, riego y abastecimiento variaron según se muestra en los gráficos N° 1, 2, 3 y 4; determine la lámina evaporada tomando como área evaporante el promedio de las áreas existentes al principio y al final del mes.

FIGURA N° 1

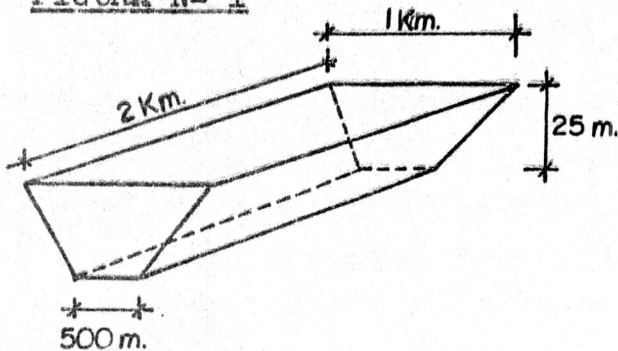


GRAFICO N° 1

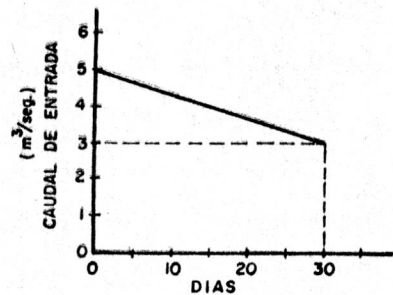


GRAFICO N° 2

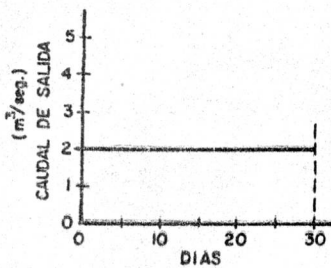


GRAFICO N° 3

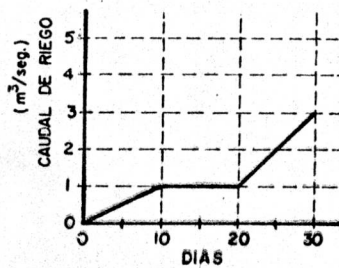
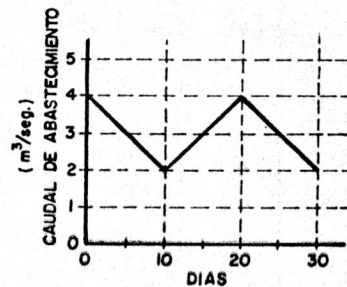


GRAFICO N° 4



En un plano a escala 1:50000 se ha trazado un cuadrado de 5 cm. de lado y mediante un planímetro se hicieron cuatro (4) lecturas para calcular su constante según se muestra en la tabla anexa. Con el mismo planímetro se recorrió la divisoria de una cuenca en ese plano y se obtuvo un promedio de lecturas de 4,787. Se desea calcular el área de la cuenca.

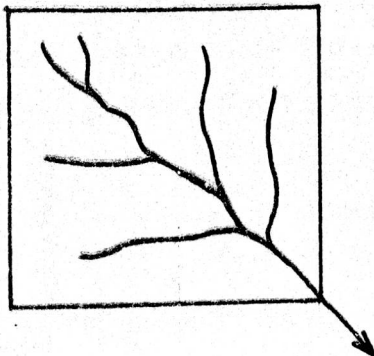
TABLA

<u>Lectura N°</u>	<u>Lectura Inicial</u>	<u>Lectura Final</u>
1	5,327	4,979
2	4,979	4,619
3	4,619	4,267
4	4,267	0,842

Dadas las cuencas A y B de igual áreas y que se muestran en las figuras determinar cual de ellas es más propensa a producir crecientes bajo las mismas condiciones fisiográficas y de precipitación.

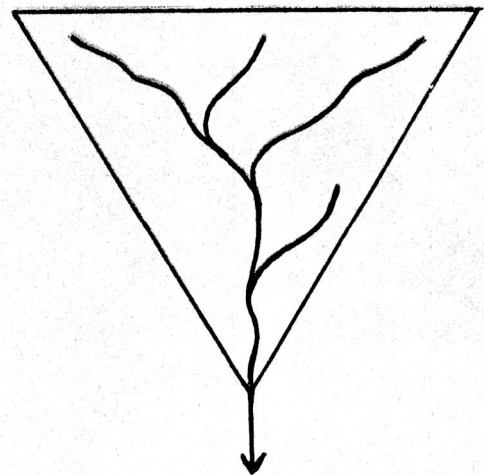
CUENCA "A"

Figura geométrica
"cuadrado"



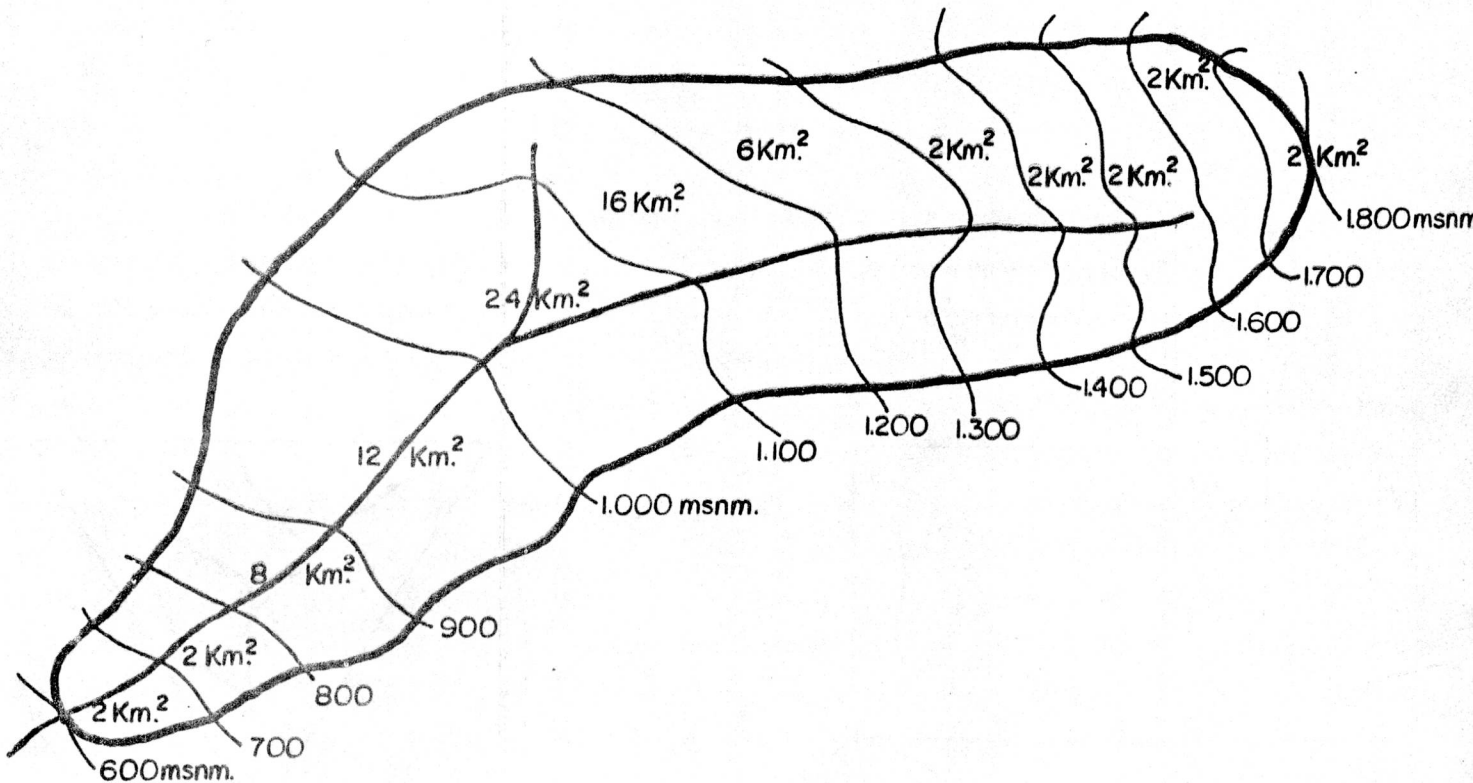
CUENCA "B"

Figura geométrica
"triángulo equilátero"



Dada la cuenca que se muestra en la figura determinar:

- Elevación media de la cuenca.
- Elevación mediana de la cuenca.
- Altura media de la cuenca.
- Modo o valor más frecuente de altura en la cuenca.



msnm. = metros sobre el nivel del mar.

En una determinada región se han efectuado estudios de varias cuencas, encontrándose las relaciones que se muestran en los gráficos N° 1, 2 y 3.

Dentro de la misma región está ubicada la cuenca que se muestra en la figura N° 1 y a la cual se le desea determinar:

- a) La producción de sedimentos en $m^3/año$.
- b) La precipitación media anual en mm.
- c) El tiempo de concentración en minutos.

GRAFICO N° 1

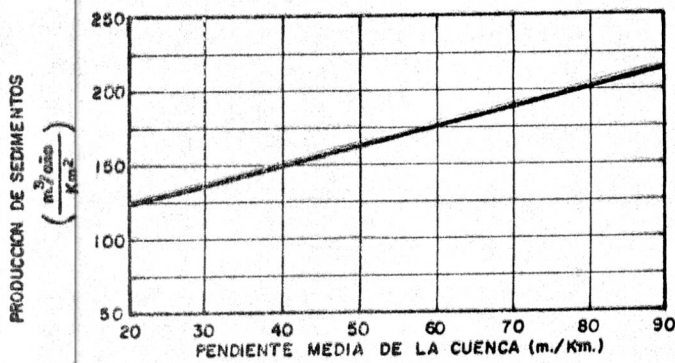


GRAFICO N° 2

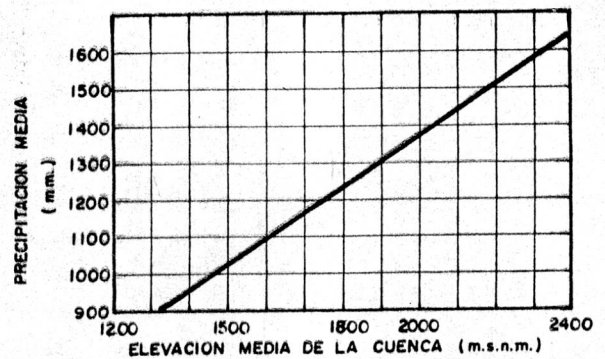
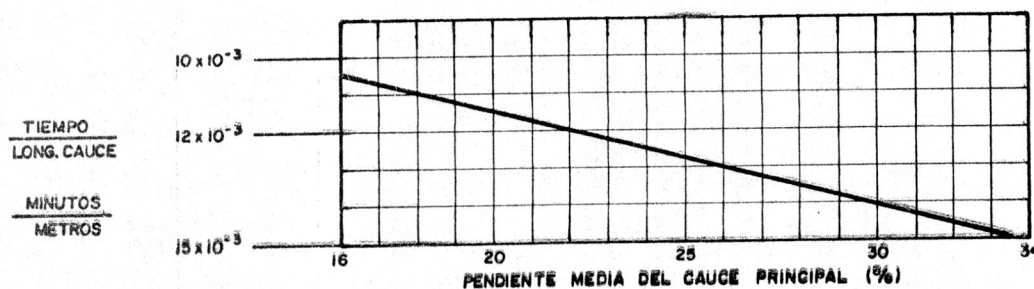


GRAFICO N° 3

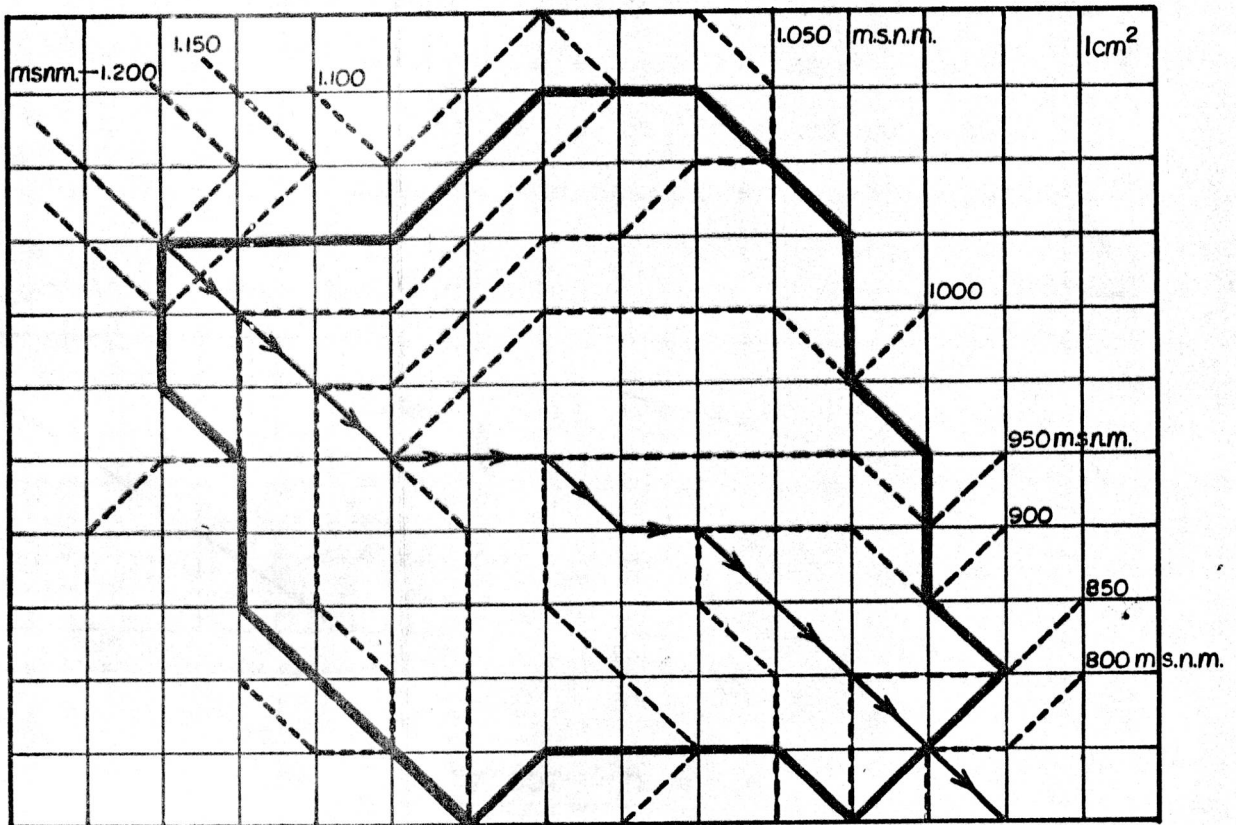


NOTA: La figura N° 1 está en la siguiente página.

FIGURA N° 1

ESCALA 1:25000

- Curvas de nivel.
- Cauçê del rio.
- ∩ Divisoria de cuenca.



La superficie libre de un embalse se encuentra en la cota 66,11 metros el día 15 de Octubre de 1977 08:00(H.L.V.). Una estación climatológica "A", que se encuentra en la orilla del embalse, reporta un período lluvioso de varios días y cuyas precipitaciones diarias se muestran en la tabla nº 1. El hidrograma de afluencia (entrada) del río al embalse desde el principio del período lluvioso hasta el final del período lluvioso (15 de Octubre de 1977 a las 08:00 H.L.V. hasta el 19 de Octubre de 1977 a las 08:00 H.L.V.), permitió calcular un volumen de entrada de 11880 m^3 de agua. Al final del período lluvioso la superficie libre del embalse se encontraba en la cota 66,57 metros.

Suponiendo que:

- a) La superficie libre del embalse permanece con un área constante entre las cotas 66,11 m y 66,57 m (4 Hectareas)
- b) El regimen pluviométrico de la estación "B" que se encuentra en la vecindad de la estación "A", es igual al de la estación "A". (En la tabla Nº2 se presentan las precipitaciones diarias en el periodo lluvioso de la estación "B")
- c) No se consideran otras entradas y salidas, excepto la evaporación desde el embalse.

Se pregunta:

- a) El total diario del día 20 en la estación "A"
- b) El total diario del día 19 en la estación "A"
- c) El total de lluvia para el periodo lluvioso en la estación "A"
- d) El cambio de almacenamiento en el embalse
- e) El volumen de agua precipitado en el embalse durante el periodo lluvioso
- f) El volumen de agua evaporado desde el embalse durante el periodo lluvioso
- g) La lámina de evaporación promedio en mm/día durante el periodo lluvioso

continua....

TABLA N° 1

Totales diarios de lluvia en la estación "A"					
(mm)					
DIA	16	17	18	19	20
TOTAL	8.6	113.6	20.3	*	45.5 *

TABLA N° 2

Totales diarios de lluvia en la estación "B"					
(mm)					
DIA	16	17	18	19	20
TOTAL	9.2	133.4	54.9	43.5	10.0

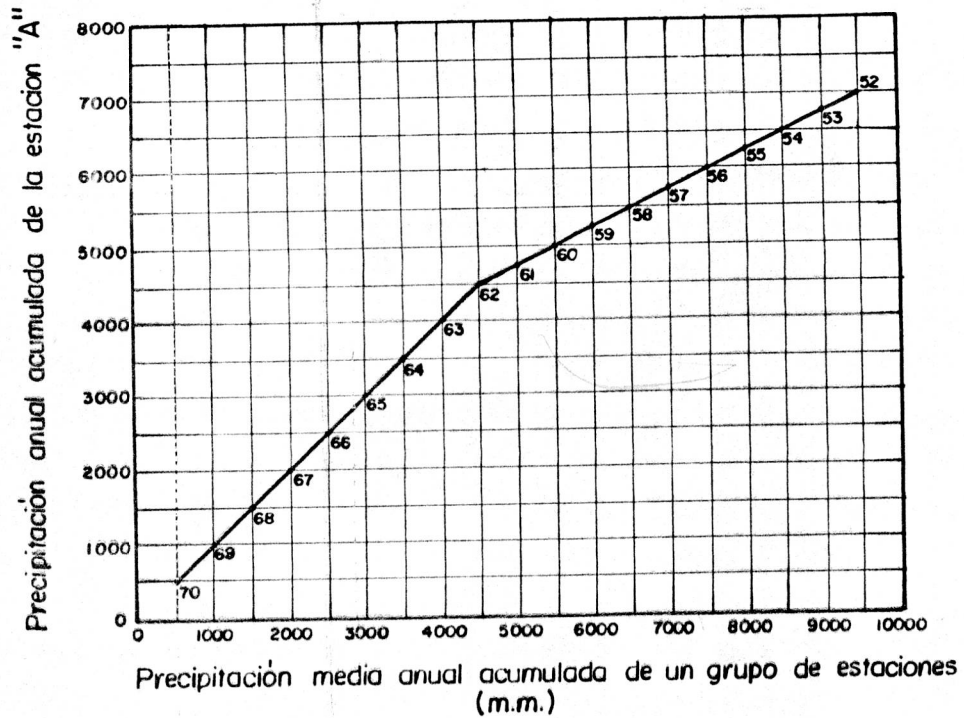
NOTA: Exprese los resultados de a), b), c), en mm y los resultados de d), e), f) en millones de litros.

Dados los valores de precipitación anual de una estación "A" y los valores de precipitación anual promedio de un grupo de estaciones vecinas, determine:

Las precipitaciones anuales ajustadas de la estación "A" correspondientes a los años que así lo ameriten.

<u>Año</u>	<u>Precipitaciones Anuales (mm)</u>	
	<u>Estación "A"</u>	<u>Promedio Grupo</u>
1976	1200	1500
75	1000	1250
74	1300	1625
73	1100	1375
72	1400	1750
71	900	1125
70	1020	1275
69	650	1300
68	700	1400
67	800	1600

Dada la curva de "Doble Masa" que se muestra en la figura, calcule: Las precipitaciones corregidas de la estación "A" para los años: 1964, 1961, 1958 y 1953

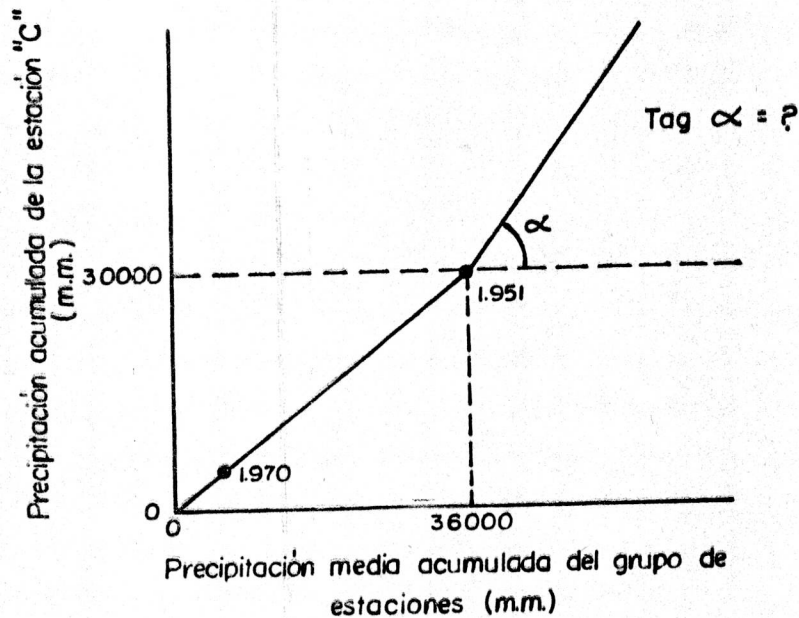


Se tienen las siguientes series de datos de lluvia en mm, correspondientes a una estación "B" y el promedio anual de un grupo de estaciones vecinas de "B".

Determine la precipitación media anual de la estación "B" para el período 1968-74

<u>Año</u>	<u>Estación "B"</u>	<u>Promedio del grupo</u>
1975		1550
74	1200	1600
73	1222	1400
72	1478	1700
71	1447	1650
70		1550
69	1571	1500
68	1528	1750

La relación de la curva de doble masa de una estación "C" y un grupo de estaciones vecinas esta dado en la figura. Si se sabe que antes del año 1951 en la estación "C", se empleaba una probeta que no era la apropiada y que por cada mm de precipitación se medía en la probeta 1.5 mm. Se pide calcular la pendiente de la recta antes del año 1951. (Suponga que las mediciones del grupo de estaciones eran correctas antes y después de 1951)

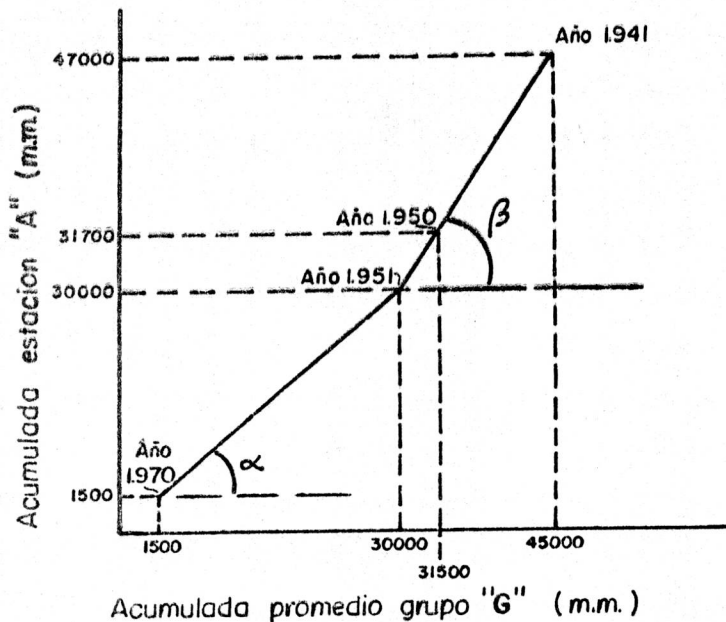


El estudio de consistencia de una estación pluviométrica "A" con respecto a un grupo vecino de estaciones pluviométricas "G", permitió obtener el gráfico de doble ploteo de masa de precipitaciones anuales que se muestra en la figura nº 1. Una investigación posterior sobre la historia de la localización de la estación "A" indica que desde 1941 hasta 1950 (ambos inclusivos), dicha estación se encontraba en un sitio desconocido "X", diferente al sitio actual denominado "Y".

Se pide:

- Determinar la precipitación media (\bar{P}) de la estación "A" para el sitio "Y", del período 1941 a 1970. Exprese el resultado en mm
- Determinar la precipitación media anual (\bar{M}) de la estación "A", suponiendo que dicha estación no se hubiera mudado en 1951. Exprese el resultado en mm.

FIGURA Nº 1



Dadas las precipitaciones anuales (mm) que se muestran en la tabla n° 1 correspondientes a una estación piloto "A", se desea calcular la precipitación media anual para el período 1961-76 de cada una de las estaciones con registro corto que se muestra en la tabla n° 2, suponiendo que dichas estaciones de registro corto están dentro del área de influencia de la estación piloto "A"

TABLA N° 1

Año	Prec. anual (mm)
1961	1680
62	1840
63	1440
64	1920
65	320
66	1760
67	2080
68	2000
69	1520
70	2400
71	800
72	1680
73	1680
74	1200
75	1520
76	1760

TABLA N° 2

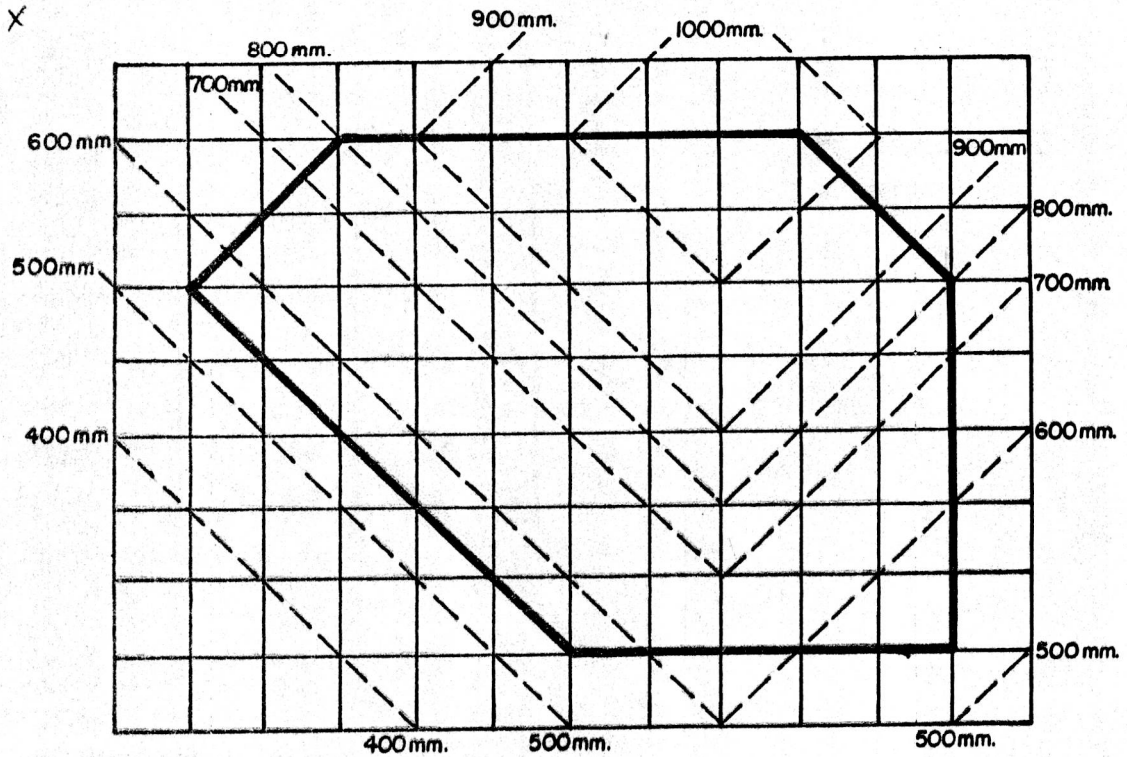
Estaciones de registro corto

Estación	Período de registro	M (mm)
1	1965-74	1400
2	1968-73	1380
3	1964-71	1120
4	1971-76	820
5	1966-75	1350
6	1969-72	1522

NOTA:

\bar{M} es precipitación media del período de registro.

Calcule la precipitación media en la siguiente cuenca:



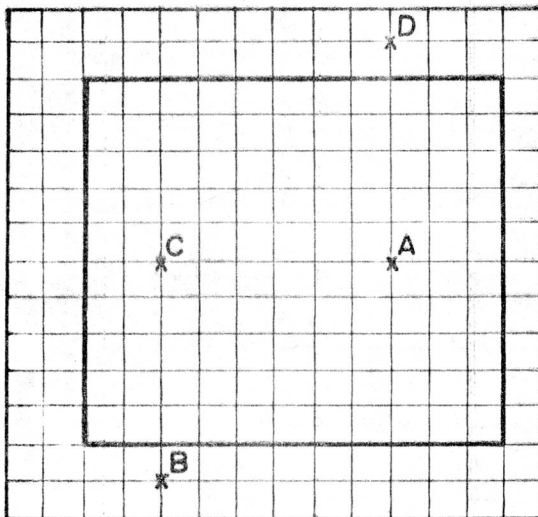
NOTA:

ISOYETAS = Líneas punteadas.

DIVISORIA DE CUENCA = Línea gruesa.

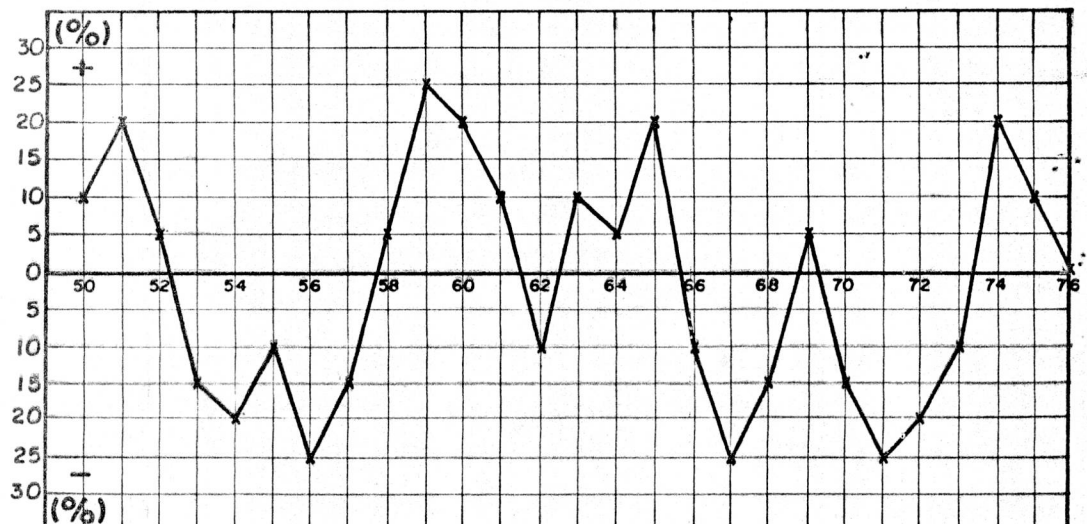
Dada la cuenca rectangular que se muestra en la figura N° 1 y las estaciones de precipitación A, B, C y D, en donde la estación "A" se puede considerar como piloto de dicho grupo y cuya curva diferencial de masa es la indicada en la figura N° 2. Determine la precipitación media en la cuenca mediante el método de Thiessen conociendo los períodos de registro y la precipitación media anual de estos períodos para cada una de las estaciones.

FIGURA N° 1



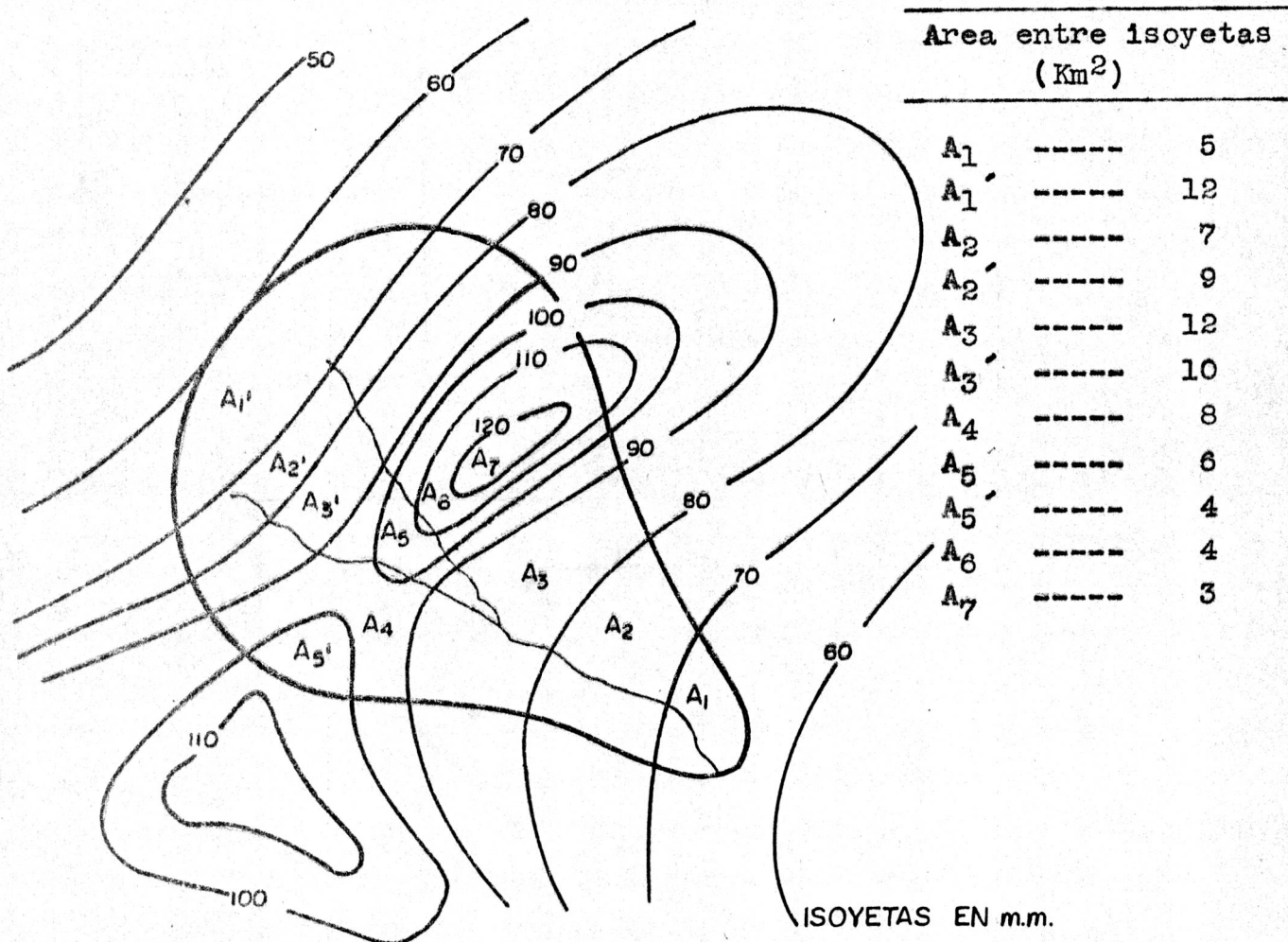
ESTACION	PERIODO DE REGISTRO	PRECIPITACION MEDIA ANUAL DEL PERIODO DE REGISTRO (mm)
A	1950-76	800,0
B	1962-75	600,0
C	1962-71	966,2
D	1957-74	1435,9

FIGURA N° 2 ... Curva diferencial de masa estación piloto "A"



Sobre una determinada cuenca ocurrió una tormenta cuyo mapa isoyético se muestra en la figura.

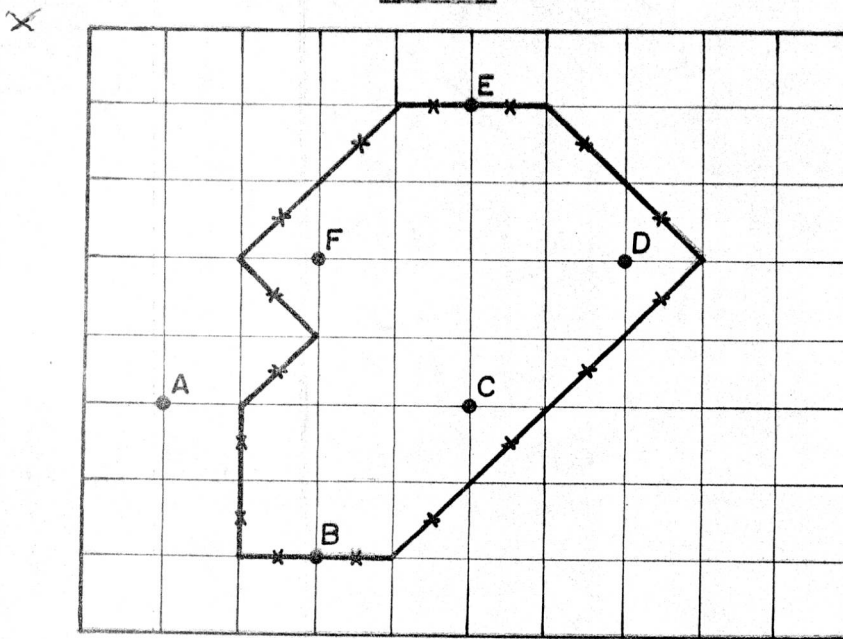
Determinar la precipitación media de dicha tormenta sobre el área de la cuenca.



En la figura se idealiza una cuenca a escala 1:50.000; —X—X—X— significa límite de la cuenca. ● A, B, C, D, E, F. significa la ubicación de las estaciones climatológicas. Se pide calcular por los polígonos de Thiessen la precipitación media de la cuenca si los valores promedio de cada estación son:

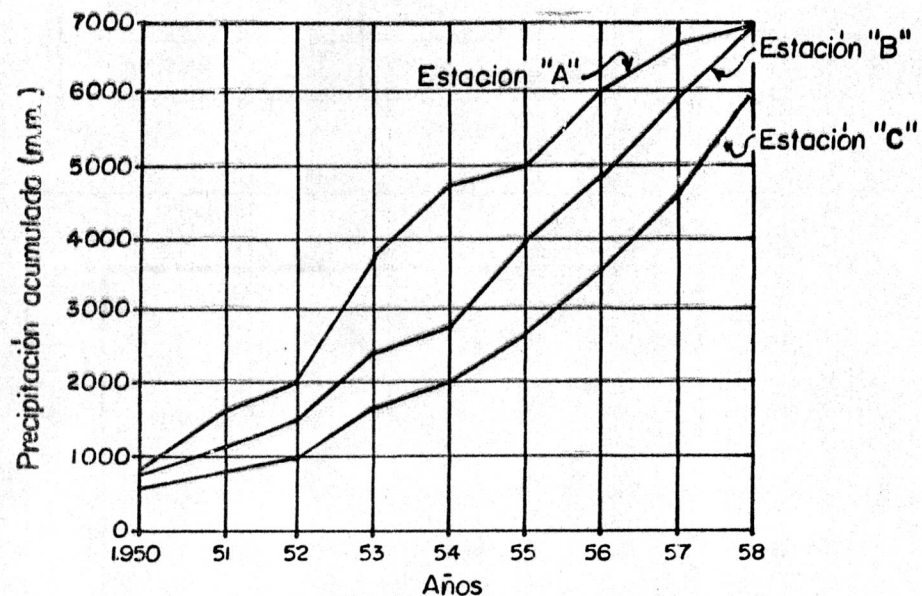
ESTACION	PRECIPITACION (mm)
A	400
B	600
C	800
D	700
E	200
F	300

FIGURA



Dado el siguiente diagrama, determinar la precipitación media sobre una cuenca para el período 1950-1958 sabiendo que las áreas de influencia de tres estaciones ubicadas en la cuenca son las siguientes:

ESTACION	AREA DE INFLUENCIA (Km ²)
A	30
B	10
C	50

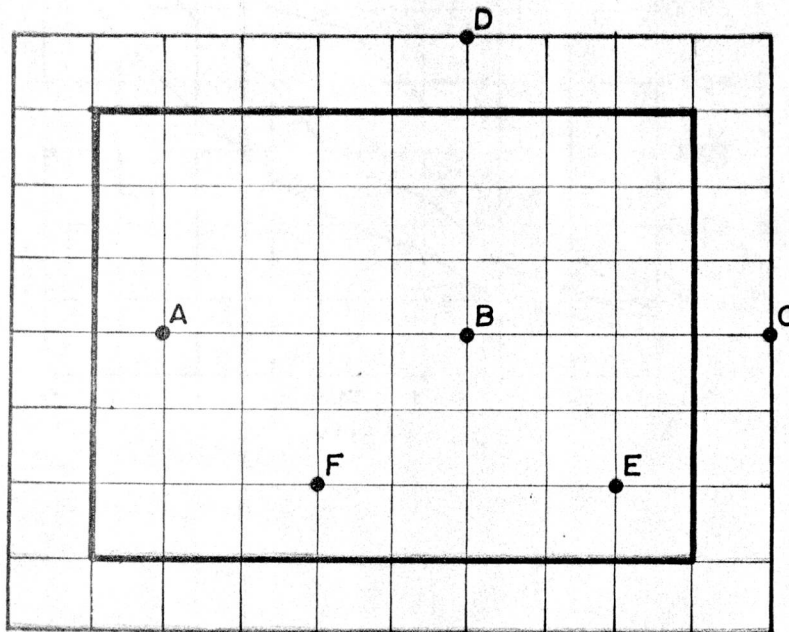


Determine la precipitación media para el período 1960-1964 de la cuenca que se muestra en la figura, empleando el método de Thiessen.

Utilice el procedimiento de razón de valores normales y las estaciones A, B y C en toda estimación que ejecute.

PRECIPITACIONES ANUALES (mm)

AÑO	A	B	C	D	E	F
1960	2120	2024	1970	2094	2005	2094
1961	1874	1936	1732	1890	1845	1918
1962	1970	2104	1820		1930	2075
1963	1626	1525	1436	1484		
1964	1758	1672	1585	1675	1628	1730

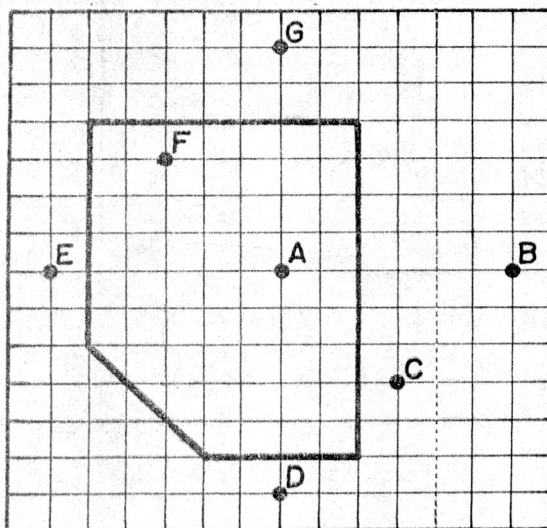


Determinar la precipitación media anual mediante el método de Thiessen, para el período 1961-1976, en la cuenca que se muestra en la figura asumiendo la estación "A" como piloto y cuyos valores de la curva diferencial de masa se anexan.

ESTACIÓN	PERIODO DE REGISTRO	PRECIPITACIÓN MEDIA DEL PERIODO DE REGISTRO (mm)
A	1961-76	1252
B	1965-74	1400
C	1968-73	1380
D	1964-71	1120
E	1971-76	820
F	1966-75	1350
G	1969-72	1522

VALORES DE LA CURVA DIFERENCIAL DE MASA DE LA ESTACION PILOTO "A"	
AÑO	% ACULULADO
1961	5
1962	20
1963	10
1964	30
1965	-50
1966	-40
1967	-10
1968	15
1969	10
1970	60
1971	10
1972	15
1973	20
1974	-5
1975	-10
1976	0

FIGURA



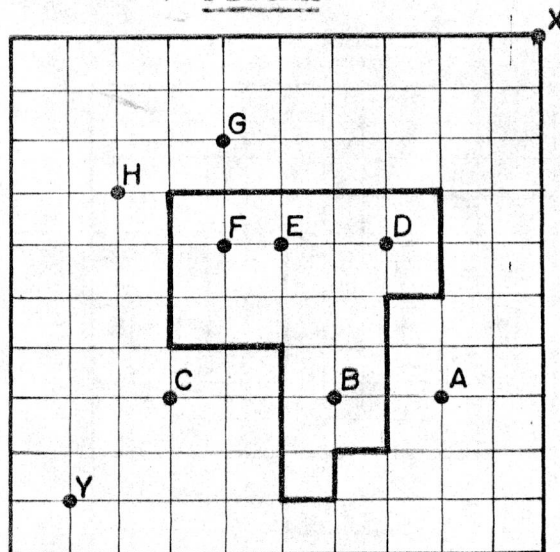
Determinar la precipitación media anual por el método isoyético para el período 1961-76, en la cuenca que se muestra en la figura asumiendo la estación "F" como piloto y cuyos valores de la curva diferencial de masa se anexan.

Considere que las isoyetas son paralelas a la diagonal \overline{XY} .

CURVA DE MASA POR DIFERENCIA DE LA ESTACION "F"	
AÑO	% ACUMULADO
1961	-10
1962	-14
1963	- 5
1964	10
1965	52
1966	50
1967	10
1968	15
1969	22
1970	-30
1971	-40
1972	22
1973	30
1974	38
1975	- 1
1976	0

ESTACION	PERIODO DE REGISTRO	PRECIPITACION MEDIA DEL PERIODO DE REGISTRO (mm)
A	1967-70	500
B	1965-74	720
C	1970-74	930
D	1970-72	800
E	1966-75	950
F	1961-76	1100
G	1971-75	1380
H	1963-67	1471

FIGURA



En una determinada cuenca se han podido calcular los valores de precipitación de las mayores tormentas de cada año para el período 1961-72 y los cuales se muestran en la TABLA N° 1. Si sobre dicha cuenca ocurre la tormenta que se muestra en la FIGURA N° 1 Calcule el periodo de retorno (T_r) de esta última (la de la figura N° 1).

AÑO	PRECIPITACION MEDIA DE LAS MAXIMAS TORMENTAS ANUALES (mm.)
1961	68.1
62	73.4
63	66.0
64	57.5
65	86.0
66	73.0
67	76.5
68	61.9
69	60.5
1970	75.3
71	82.8
72	63.9

Tabla N° 1

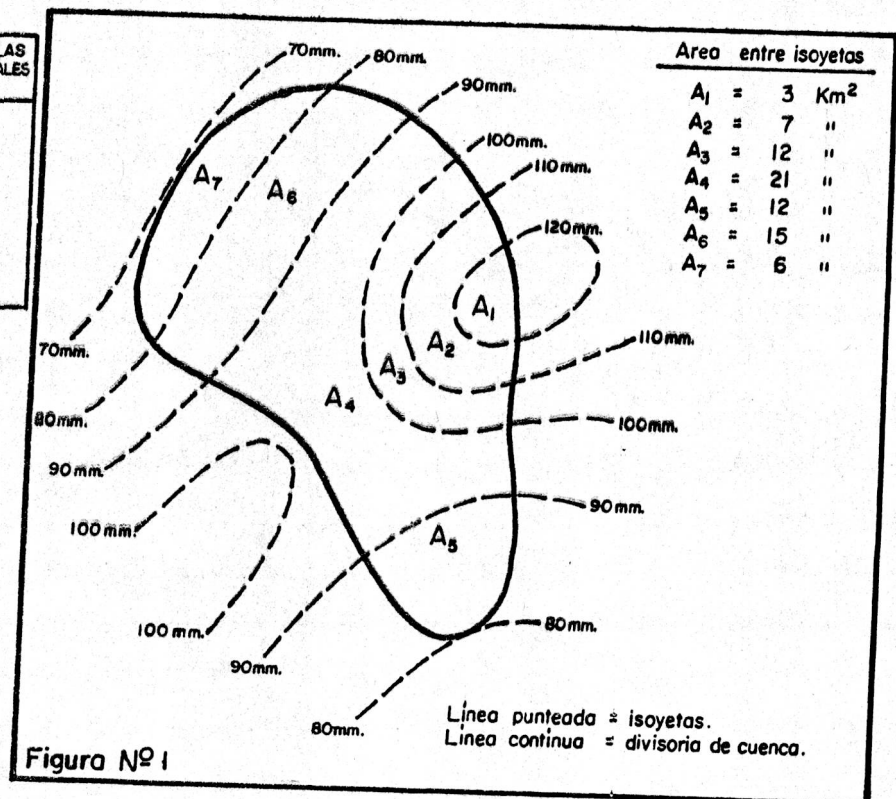


Figura N° 1

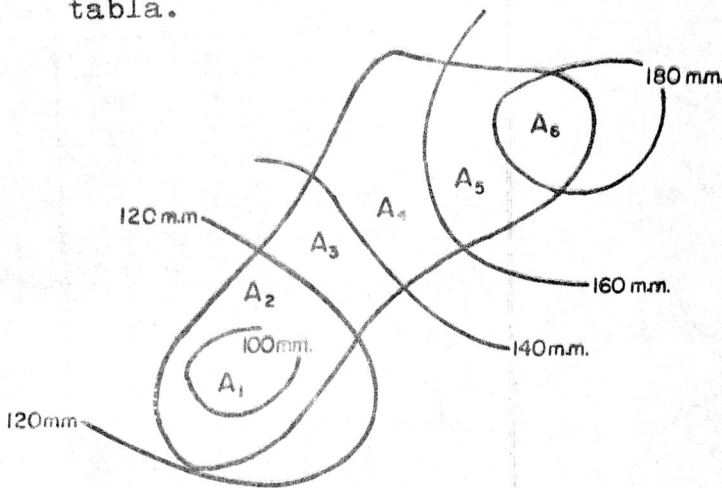
VALORES DEL FACTOR FRECUENCIA "K"

Periodo de retorno T_r (años)	NUMERO DE AÑOS DE REGISTRO (n)							
	8	9	10	11	12	13	14	15
5	1.071	1.059	1.048	1.026	1.008	0.993	0.979	0.967
10	1.561	1.546	1.531	1.506	1.488	1.473	1.421	1.402
20	2.620	2.601	2.583	2.536	2.498	2.463	2.434	2.404
50	3.601	3.579	3.557	3.493	3.442	3.396	3.356	3.320
100	4.337	4.311	4.286	4.210	4.149	4.094	4.047	4.004

Tabla N° 2

En una cuenca se ha registrado una tormenta, cuyo patrón isoyético se muestra en la figura y que cayó desde las 9:25 am hasta las 3:25 pm de cierto día.

Se pide calcular el factor frecuencia (K) correspondiente al periodo de retorno de la tormenta, si se tienen los datos de intensidades máximas de lluvia en dicha cuenca y que se presentan en la tabla.



AREA ENTRE ISOYETAS

- A₁ = 10 Km²
- A₂ = 22 Km² (no incluye A₁)
- A₃ = 15 Km²
- A₄ = 20 Km²
- A₅ = 12 Km²
- A₆ = 5 Km²

INTENSIDADES MAXIMAS DE LLUVIA (mm/hora)

<u>AÑO</u>	<u>1 HORA</u>	<u>3 HORAS</u>	<u>6 HORAS</u>
1965	72	32	20
66	55	24,7	15,3
67	62	27,3	17,2
68	52	23	14,3
69	76	33,7	21
70	48	21,3	13,3
71	58	25,7	16
72	66	29,3	18,3
73	57	25,3	15,8
74	78	34,7	21,7

En la cuenca que se muestra en la figura se ha podido calcular las intensidades máximas anuales de lluvia para diferentes duraciones según se indica en la tabla Nº 1.

Sobre la misma cuenca ocurrió el día 24-6-76, entre las 4:15p.m y las 5:00 p.m., una tormenta cuyos valores de precipitación en las estaciones se muestran en la tabla Nº 2.

Determine el período de retorno (T_r) de la referida tormenta.

NOTA: Las condiciones de precipitación en la cuenca permiten utilizar el método de Thiessen.

AÑO	Intensidades máximas		
	30'	45'	60'
1966	51.3	46.5	47.8
67	44.5	52.9	57.1
68	64.9	35.0	42.6
69	73.6	64.5	36.0
1970	41.3	43.9	40.2
71	55.0	57.3	52.3
72	59.1	38.5	33.0
73	37.0	41.3	38.2
74	48.0	49.4	45.0

Tabla Nº 1

Estación	Precipitación (mm.)
A	65
B	62
C	71
D	76
E	73
F	68
G	62
H	60
I	55

Tabla Nº 2

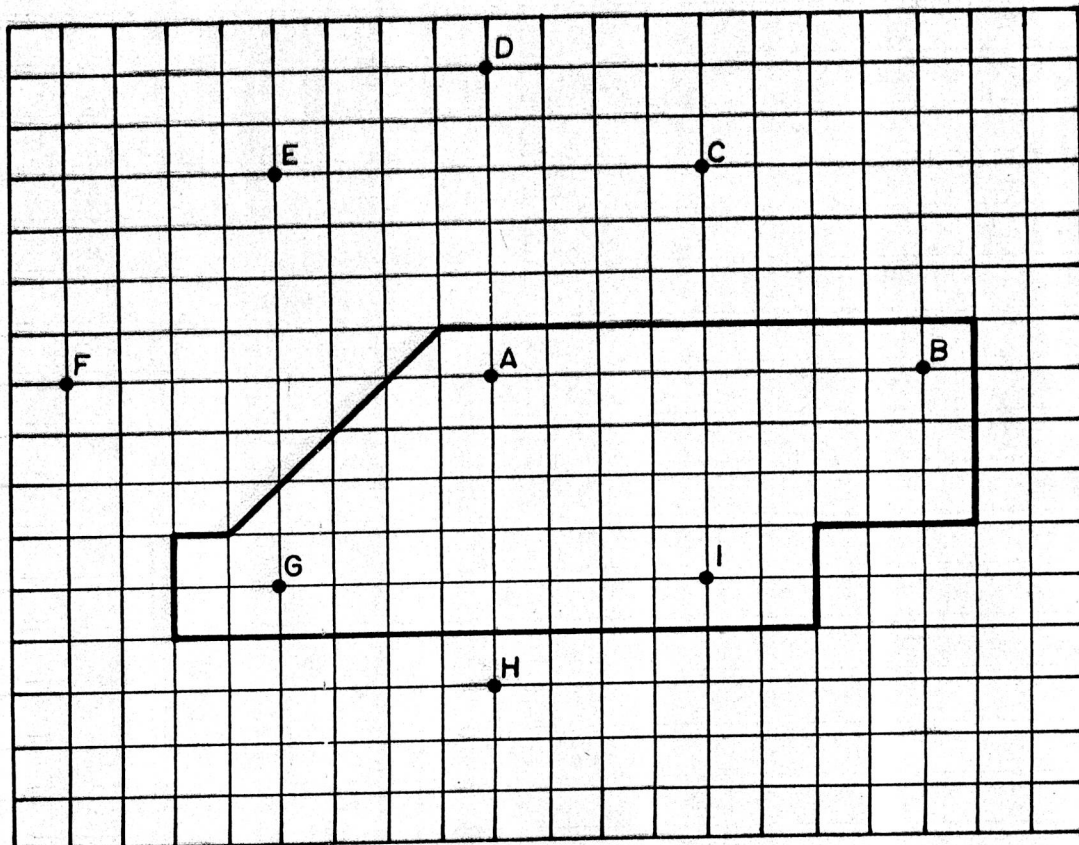


FIGURA.

Período de retorno T_r (años)	VALORES DEL FACTOR FRECUENCIA "K"								
	NUMERO DE AÑOS DE REGISTRO (n)								
	8	9	10	11	12	13	14	15	
5	1.071	1.059	1.048	1.026	1.008	0.993	0.979	0.967	
10	1.861	1.846	1.831	1.796	1.768	1.743	1.721	1.702	
20	2.620	2.601	2.583	2.536	2.498	2.463	2.434	2.404	
50	3.601	3.579	3.557	3.493	3.442	3.396	3.356	3.320	
100	4.337	4.311	4.286	4.210	4.149	4.094	4.047	4.004	

Dadas las precipitaciones máximas anuales de 15 minutos de duración que se muestra en la tabla adjunta, determinar:

- a) La precipitación máxima para la misma duración correspondiente a un periodo de retorno de 25 años.
- b) La probabilidad de no ocurrencia de una intensidad de lluvia de 108,0 mm/hora para la misma duración.

TABLA

<u>AÑO</u>	<u>PRECIPITACION</u> <u>MAXIMA</u>
1965 -----	17,1
66 -----	14
67 -----	19,5
68 -----	24
69 -----	16,1
70 -----	12,7
71 -----	18,3
72 -----	21,4
73 -----	15,2

En una estación pluviográfica cuyo periodo de registro es de 1966 a 1976 ambos inclusivos. Se han determinado las precipitaciones máximas anuales para las duraciones de 15, 30, 45, 60 y 90 minutos, cuya media y desviación típica se señalan a continuación:

	DURACION (min.)				
	15	30	45	60	90
MEDIA (mm)	22	45	75	95	130
DESVIACION TIPICA (mm)	5.05	7.22	5.41	6.13	9.38

Construya la curva de I-D-F correspondiente a un período de retorno de 25 años.

En los registros pluviométricos de una determinada estación que abarca el período comprendido entre 1953 y 1967, ambos inclusivos, se ha encontrado que los valores medios y las desviaciones típicas de las intensidades máximas para diferentes duraciones son los que se indican en la tabla adjunta; se desea determinar las intensidades máximas para los siguientes casos:

- a) Duración 20 minutos y período de retorno de 10 años.
- b) Duración 10 minutos y período de retorno de 50 años.

TABLA

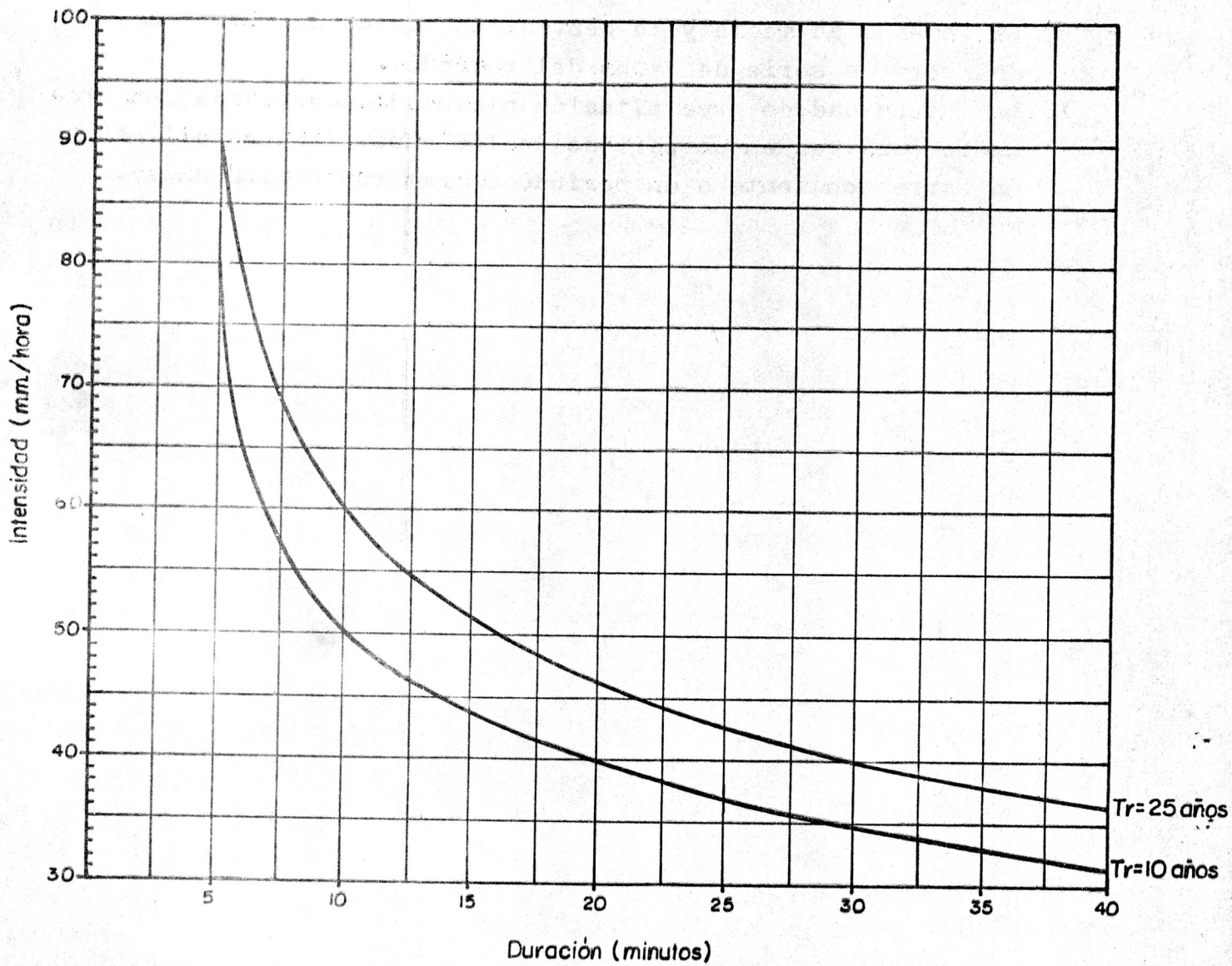
	DURACIONES EN MINUTOS				
	5	15	30	45	60
INTENSIDAD MEDIA PARA EL PERIODO OBSERVADO (mm/hr.)	77,37	66,21	54,68	45,74	41,79
DESVIACION TIPICA PARA EL PERIODO OBSERVADO (mm/hr.)	30,40	9,27	3,71	3,09	2,47

De una serie de precipitaciones máximas de 30 minutos correspondiente a un período de registro desde 1969 hasta 1977, se conocen los dos valores mayores, los cuales son: 18.2 mm y 16.6 mm.

Si la serie de datos del período se alinea perfectamente en el papel de probabilidades extremas de gumbel, determine:

- a) La intensidad media y la desviación típica de la intensidad para la serie de datos del período.
- b) La intensidad de precipitación alcanzada o excedida, en promedio, una vez en un período de 100 años. (intensidad máxima correspondiente a un período de retorno de 100 años).

Dadas las curvas de 'I-D-F' de una cierta estación cuyo período de registro es desde 1957 hasta 1966, determine la precipitación media y la desviación típica, de las precipitaciones máximas de 10 minutos en dicho período.



En una parcela de riego de 5000Ha, se tienen los datos climatológicos, condiciones de suelo y funcionamiento del sistema de riego siguiente:

Almacenamiento máximo del suelo = 100 mm.

Suelo seco al finalizar el año 1971.

Coefficiente de cultivo = 080

Eficiencia del sistema de riego = 060

DETERMINE:

- a) Demanda bruta en millones de metros cúbicos.
- b) Volumen de excedencias en millones de metros cúbicos.

AÑO 1972 (mes)	PRECIPITACION (mm)	EVAPORACION TINA (mm)
Ene	0	200
Feb	10	220
Mar	30	180
Abr	200	200
May	120	190
Jun	300	160
Jul	200	150
Ago	120	180
Sep	180	120
Oct	190	130
Nov	50	160
Dic	10	150

Una cierta zona cuenta con un embalse para abastecimiento y riego, siendo el suministro para abastecimiento obligatorio.

Determine el área máxima (en Ha) a regar en el mes de "agosto" dejando en el embalse, como reserva de urgencia, un volumen de 5 millones de metros cúbicos.

DATOS

EMBALSE (mes de agosto)

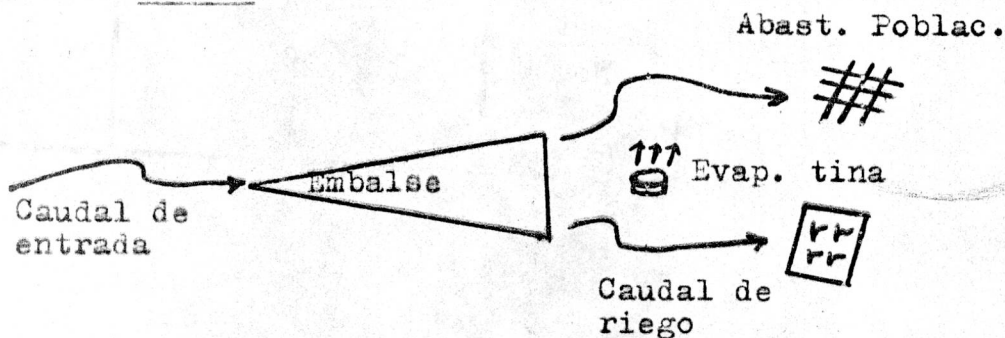
- Volúmen al inicio del mes = $10 \times 10^6 \text{ m}^3$
- Caudal de entrada = $3,5 \text{ m}^3/\text{seg.}$
- Caudal de abastecimiento = $2,5 \text{ m}^3/\text{seg.}$
- Evaporación de la tina = 200 mm.
- Coef. evaporimétrico = 0.75
- Precip. sobre el embalse = 100 mm.
- Area del embalse = 300 Ha.

PARCELA DE RIEGO

- Almac. máximo del suelo = 100 mm.
- Efic. del sist. de riego = 70 %

Mes	Precip. (mm)	Temp. Media (°C)
E	0	23
F	0	23
M	10	24
A	5	25
M	20	25
J	40	24
J	60	24
A	40	26
S	100	26
O	70	27
N	10	26
D	10	25

FIGURA



De un embalse se extraen 800 lts/seg. constantemente para regar una parcela de 5000 ha. siendo 60 % la eficiencia del sistema de riego.

Los datos de la zona en donde se efectúa el riego son los siguientes:

Almacenamiento máximo del suelo = 90 mm.

Coefficiente evaporimétrico para calcular la ETP = 0.80

Mes	Precip. (mm)	Evap. en tina (mm)
E	0	120
F	0	140
M	10	110
A	20	100
M	50	90
J	120	100
J	80	110
A	90	130
S	50	100
O	20	120
N	20	100
D	10	90

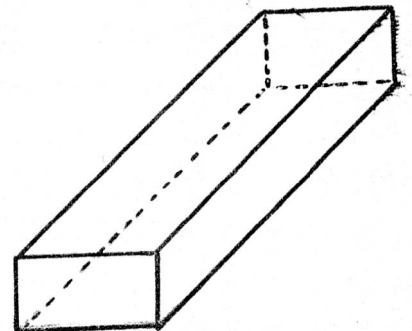
Determine para cada uno de los meses de mayo, junio y julio:

- a) La cantidad de agua, en millones de metros cúbicos, que innecesariamente se suplió para riego en la parcela.
- b) El área, en Ha, que en cada mes del período solicitado se ha podido regar con el agua innecesariamente suplida en la parcela.

En una cuenca dada se proyecta construir un embalse en un área en donde actualmente existe una parcela de riego con la forma indicada en la figura N° 1. Para un período de varios años se dispone de los datos hidroclimáticos promedio sobre el área que sería ocupada por el embalse mostrados en la tabla. Asuma una capacidad de almacenamiento del suelo igual a 100 mm., que el fondo del embalse es impermeable y que el embalse comienza a llenarse el 1° de enero. Determine la diferencia en el escurrimiento (en mm) a la salida de la cuenca con y sin el embalse desde el 1° de enero hasta el 30 de junio si las condiciones climáticas son iguales en ambos casos, y bajo la consideración de que toda el agua disponible en el embalse durante ese lapso se usa completamente.

Mes	Lluvia (mm)	Evap. tina (mm)	Caudal que entra al área del embalse (m ³ /seg)
E	0	120	2
D	0	105	1
E	150	110	5
F	50	130	8
J	120	125	10
A	85	148	12
M	130	138	12
J	180	126	15

FIGURA N° 1



Considere para efectos de este problema que:

Coefic. de cultivos = Coefic. evaporimétrico = 0.75

Una cuenca pequeña se encontrará totalmente cultivada durante el próximo año 1979. En la tabla se presentan algunos de los valores más probables del balance hidrológico para enero y febrero de ese año.

- Se pide:
- a) Calcular los valores de la evapotranspiración potencial más probables para enero y febrero de 1979.
 - b) Suponiendo que las demandas de agua del cultivo fueran satisfechas totalmente mediante riego, ¿se producirá escurrimiento superficial durante enero y febrero de 1979? Explique en menos de 5 líneas.

TABLA

	Dic 1978	Ene 1979	Feb 1979
Db		16.7	10.0
Nf		60 %	50 %
P		60.0	45.0
ETR		60.0	45.0
ETP		?	?
A	0.0	?	?
Dn		?	?

- Db : demanda bruta de riego en mm.
- Nf : eficiencia del sistema en %
- P : precipitación en mm.
- ETR: evapotranspiración real en mm
- ETP: evapotranspiración potencial en mm.
- A : almacenamiento de agua en el suelo en mm.
- Dn : demanda neta de riego en mm.

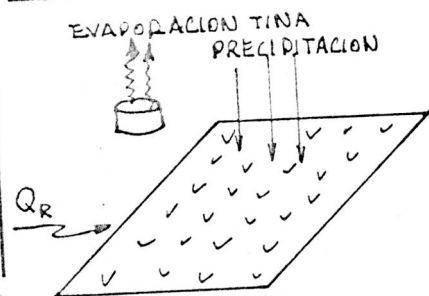
En la actualidad (2 de febrero de 1979) se está sembrando maíz en una parcela cuyos datos climáticos, condiciones de suelo, área y eficiencia del sistema de riego se muestran en la figura N°-1. Así mismo se estima que para el mes de febrero la precipitación y la evaporación de la tina en la parcela son los señalados en la referida figura.

Dicha parcela es regada con agua tomada de un embalse situado algo distante de ella y cuyas dimensiones, caudales que lo afectan, precipitación sobre el embalse y evaporación en tina se muestran en la figura N° 2.

NOTA: En el embalse no intervienen otras ganancias ni pérdidas más que las que se señalan.

Si el embalse al final de enero de 1979 tenía la altura de agua que se muestra en la figura N° 2 y además es necesario dejar siempre un volumen de agua en reserva de urgencia, cuyo valor también se muestra en la figura, calcule el caudal máximo (Q_s) en lts/seg. que ud. podrá dejar escurrir por el lecho del río durante el mes de febrero sin que se produzcan inconvenientes en el suministro para la población y para el riego.

FIGURA N° 1



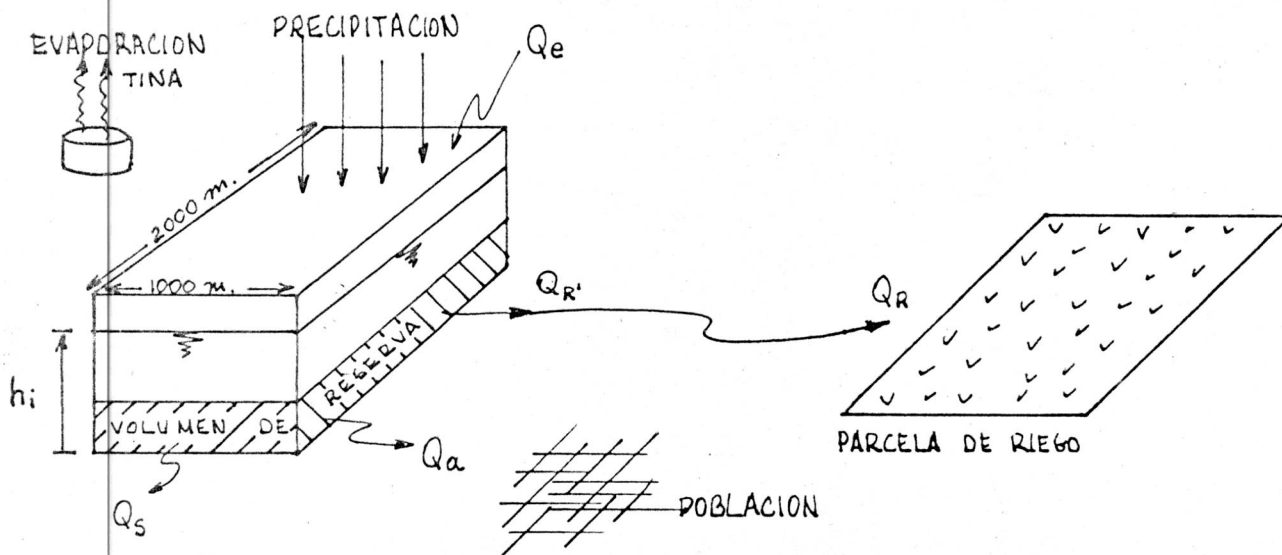
Area de la parcela	= 4500 Ha
Almacen. máximo del suelo	= 80 mm
Cultivo	= maíz
Efic. del sistema de riego	= 40 %
Prec. estimada para Feb. 1979	= 16 mm
Evap. estimada para Feb. 1979	= 250 mm

NOTA: continúa en la siguiente página.

	1978					1979	
	A	S	O	N	D	E	F
Precipitación (mm)	68	256	284	88	94	44	
Evaporación tina (mm)	200	250	300	320	310	290	
Coef. Cultivo (maíz)	0.37	0.76	0.88	0.60	0.20	0.20	0.32

FIGURA N° 2

- h_1 = Altura de agua al final de Enero de 1979 = 7,61 m
- Volúmen de reserva de urgencia = $10 \times 10^6 \text{ m}^3$
- Precipitación estimada para Febrero de 1979 = 10 mm
- Evaporación tina estimada para Febrero de 1979 = 300 mm
- Q_a = Caudal para abastecimiento de la población = 500 l/s
- Q_e = Caudal de entrada al embalse = 800 l/s
- Q_r = Caudal para uso de riego = ? l/s
- Q_s = Caudal de salida por el lecho del río = ? l/s



En una determinada localidad ocurrió una precipitación cuya distribución de intensidades se dá a continuación:

INTERVALO DE TIEMPO (minutos)	INTENSIDADES DE LLUVIA (mm/hora)
0 - 5	15
5 - 10	30
10 - 15	10

Para la misma zona se encontró que para el momento de ocurrir la lluvia el valor de capacidad de infiltración era de 10 mm/hora, tendiendo a un valor constante de 2,5 mm/hora.

Si la constante de infiltración para el suelo y superficie particular fue de 0,1 minutos⁻¹, determine la lámina escurrida y la lámina infiltrada para dicha lluvia sabiendo que:

$$f_p = f_c + (f_0 - f_c)e^{-kt}$$

f_p = capacidad de infiltración (mm/hora) para cualquier t .

f_c = valor mínimo de f_p (estable) en mm/hora.

f_0 = valor máximo de f_p al inicio de la lluvia.

k = constante en minutos⁻¹

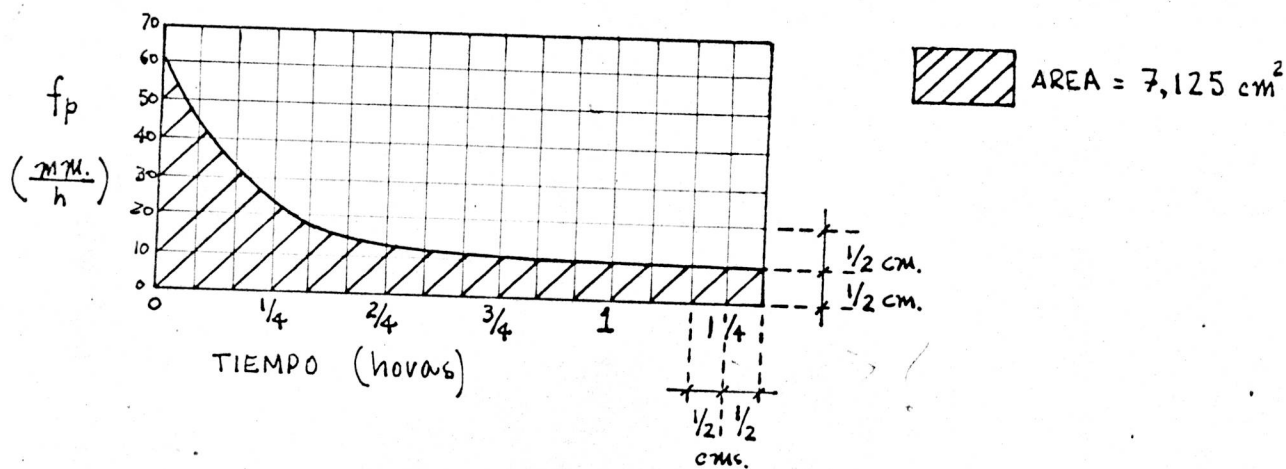
t = tiempo desde el comienzo de la lluvia en minutos.

NOTA: Considere, para fines de este problema, que f_p varía linealmente entre los intervalos señalados en la lluvia.

Determine el valor de la constante "k" en minutos⁻¹, de la curva de capacidad de infiltración que se muestra en la figura.

AREA = 7,125 cm²

FIGURA



En un suelo se realizó una medición con un infiltrómetro, encontrándose que la lámina de agua descendía de acuerdo a los valores que se muestran en la tabla.

Se pide:

- a) Dibujar la curva de capacidad de infiltración (f_p) en mm/hr.
- b) Hallar la ecuación de la curva f_p (Ecuación de Horton).
- c) Utilizando los mismos valores de f_o y f_c de la curva del punto "a", dibuje dos curvas adicionales para:

$$K = 0,05 \text{ minutos}^{-1}$$

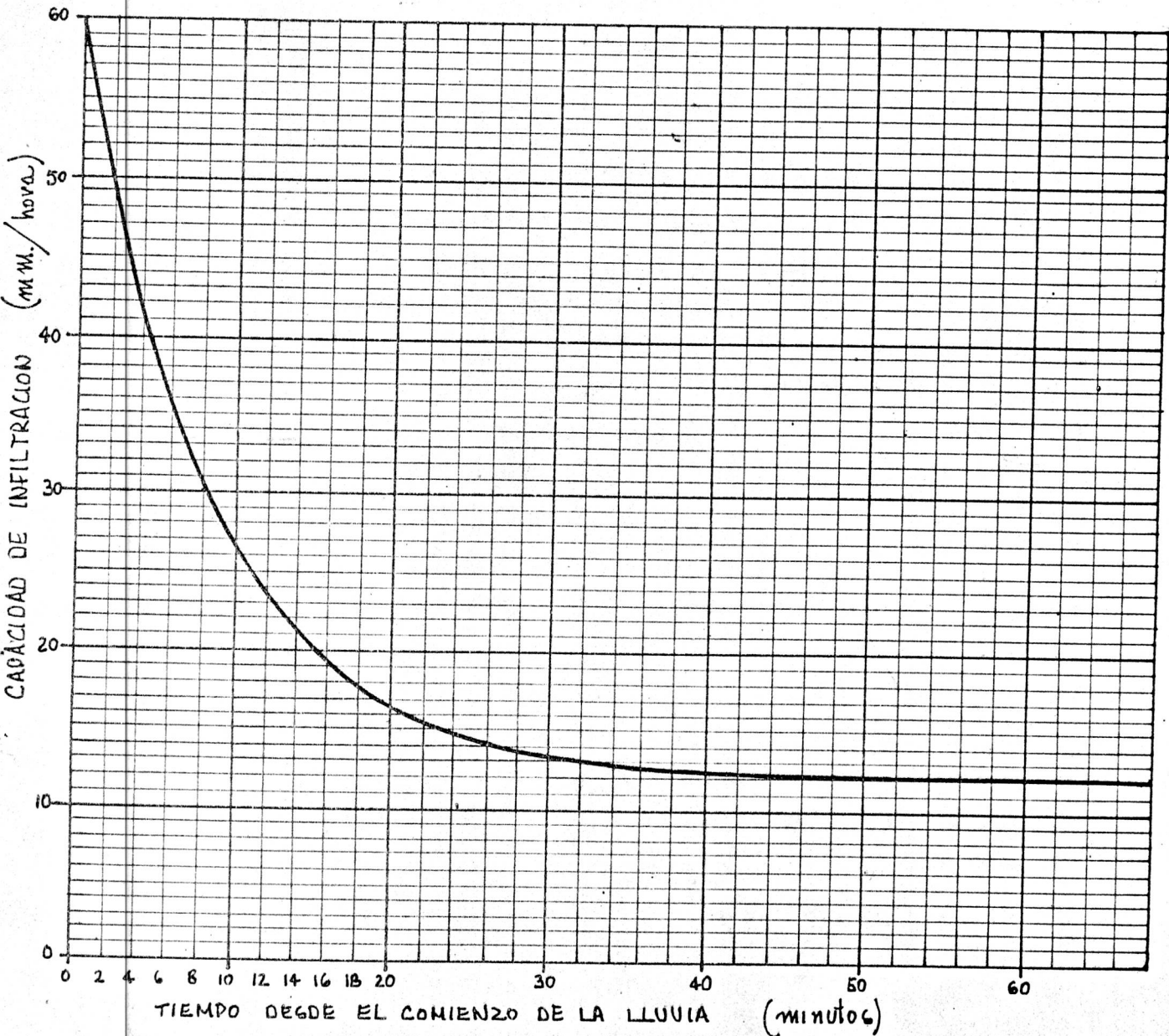
$$K = 0,10 \text{ minutos}^{-1}$$

TABLA

TIEMPO (min.)	LAMINA DE AGUA (mm.)
0	60,0
5	55,9
10	53,0
15	50,8
20	49,1
25	47,8
30	46,7
40	44,9
50	43,4
60	42,0
80	39,4
100	36,8
120	34,2

En la figura anexa se muestra una curva de capacidad de infiltración para ciertas condiciones de humedad inicial del suelo, y la cual será usada en un programa de computación.

Se desea hallar la ecuación de dicha curva a fin de hacerla de uso práctico en dicho computador.



En un suelo se efectuó una prueba de infiltración utilizando para ello un infiltrómetro, para lo cual se inundó dicho infiltrómetro y se comenzó a añadir agua dentro del mismo, siendo los valores del tiempo desde el comienzo de la prueba y la lámina de agua añadida en cada uno de esos tiempos los que se muestran en la tabla N° 1. Inmediatamente después de terminada la prueba ocurrió una tormenta sobre la zona, cuya precipitación que llegó al suelo en cada intervalo de 5 minutos, se muestra en la tabla N° 2.

Se desea determinar:

- a) El volúmen de escurrimiento que produjo cada hectárea de terreno expresada en $m^3/Ha.$
- b) El volúmen infiltrado en cada hectárea de terreno expresado en $m^3/Ha.$
- c) La ecuación de la curva de infiltración correspondiente a la prueba efectuada.

TABLA N° 2

Intervalo de tiempo (minutos)	Precip. (mm)
0 - 5	4.0
5 - 10	5.0
10 - 15	8.0
15 - 20	6.0
20 - 25	2.5
25 - 30	2.0
30 - 35	1.5
35 - 40	0.0

TABLA N° 1

Tiempo desde el comienzo de la prueba (min)	Lámina de agua añadida para mantener el nivel (mm)
2	1.4
5	1.9
10	2.7
15	2.2
20	1.9
25	1.7
30	1.5
40	2.8
50	2.7
60	2.6
80	5.0
100	5.0
120	5.0

Una tormenta deposita sobre una cuenca pequeña, precipitaciones con las características de la tabla. Por medio de experimentos de campo previos a la tormenta mencionada se determinaron las características de la capacidad de infiltración de la cuenca, obteniéndose:

a) $f_0 = 50$ mm/hora $f_c = 10$ mm/hora $k = 0.0231$ minutos⁻¹
para suelo seco al comienzo de cualquier tormenta.

b) $f_0 = 30$ mm/hora $f_c = 10$ mm/hora $k = 0.0200$ minutos⁻¹
para suelo húmedo al comienzo de cualquier tormenta.

Se pide:

determinar el escurrimiento superficial en mm, suponiendo:

a) suelo seco al comienzo de la tormenta, y

b) suelo húmedo al comienzo de la tormenta.

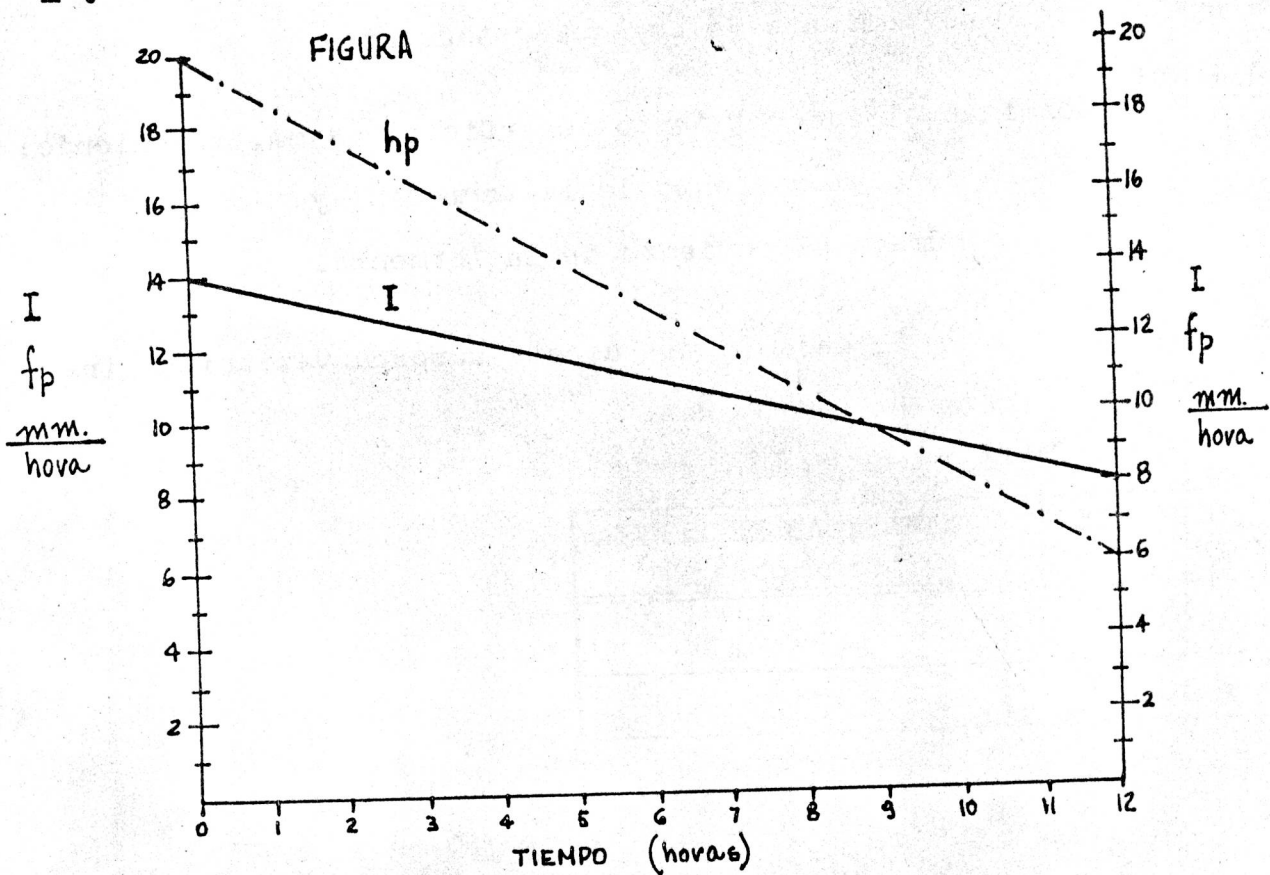
NOTA: Calcule valores de f_p cada 15 minutos y suponga variación lineal entre ellos

TABLA

INTERVALO DE TIEMPO (HLV)	INTENSIDAD DE LLUVIA (mm/hora)
0900 a 0915	50
0915 a 1000	70

Dadas las relaciones de capacidad de infiltración e intensidad de lluvia mostradas en la figura, correspondientes a una tormenta caída sobre una cuenca determinada cuya área es de 100 há, calcule:

- El escurrimiento para el intervalo de tiempo desde la hora 7 hasta la hora 11 (en mm).
- El volumen total infiltrado entre las horas cero y doce (0 - 12) en m^3 .



En una cuenca se encuentran tres estaciones A,B y C cuyas áreas de influencia dentro de la cuenca son las siguientes:

$$A = 2,4 \text{ Km}^2$$

$$B = 3,0 \text{ Km}^2$$

$$C = 4,2 \text{ Km}^2$$

Si sobre la referida cuenca ocurre una tormenta y los valores del caudal medio a la salida de ella y los de precipitación en las estaciones son los que se indican a continuación para los intervalos de tiempo, determine:

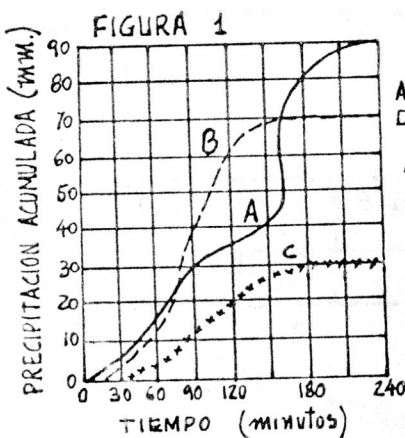
- Las pérdidas ocurridas en dicha tormenta en mm y en %
- El coeficiente de escurrimiento en %

INTERVALO DE TIEMPO (hora)		0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8
CAUDAL MEDIO (m ³ /seg)		0	6	14	10	8	6	4	0
PRECIPI- TACION en mm	ESTACION A	20	10						
	ESTACION B	70	35						
	ESTACION C	30	15						

Sobre una cuenca ocurrió una tormenta cuya precipitación fue registrada por las estaciones A, B y C según se muestra en la figura N° 1. Dicha tormenta produjo una variación de caudales a la salida de la cuenca según se muestra en la figura N° 2.

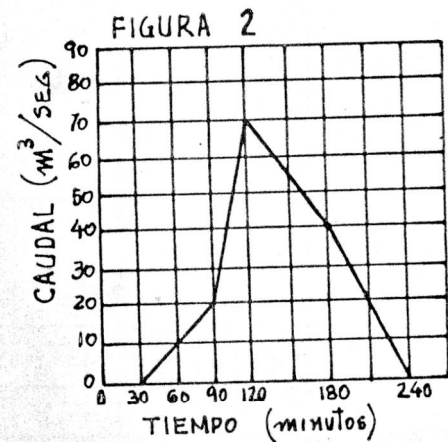
Determine:

- Lámina escurrida en mm
- Pérdidas en %
- Coefficiente de escurrimiento en %



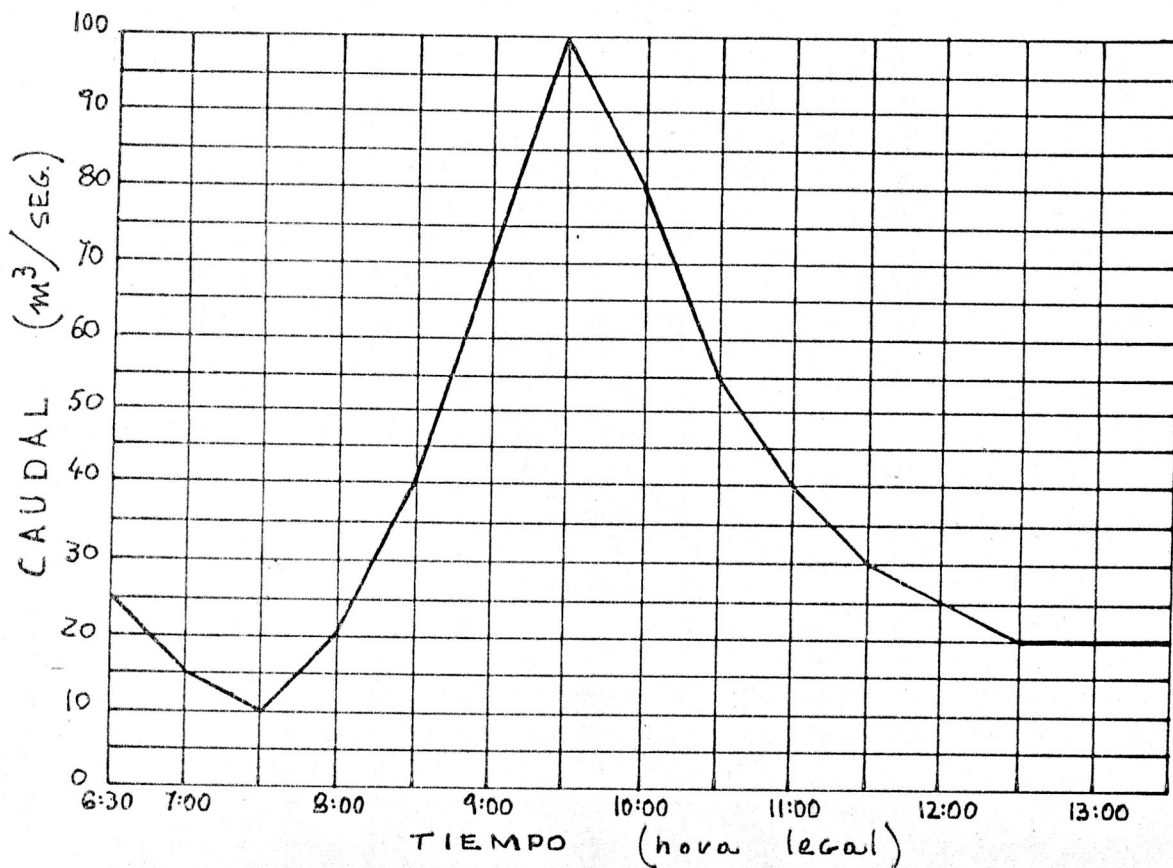
AREAS DE INFLUENCIA
 DE LAS ESTACIONES

- A = 400 Ha
 B = 800 Ha
 C = 200 Ha



Sobre una cuenca de 65 Km^2 ha ocurrido una tormenta ocasionando una creciente según se muestra en el hidrograma de la figura adjunta, si el coeficiente de escurrimiento de dicha cuenca es de 0,25. Determine:

- La precipitación media sobre la cuenca que ocasionó esta creciente.
- Las ordenadas del hidrograma unitario.
- El hidrograma total resultante de otra tormenta que ocurrió bajo las mismas condiciones que la anterior y cuya precipitación media sobre la cuenca fue de 80 mm

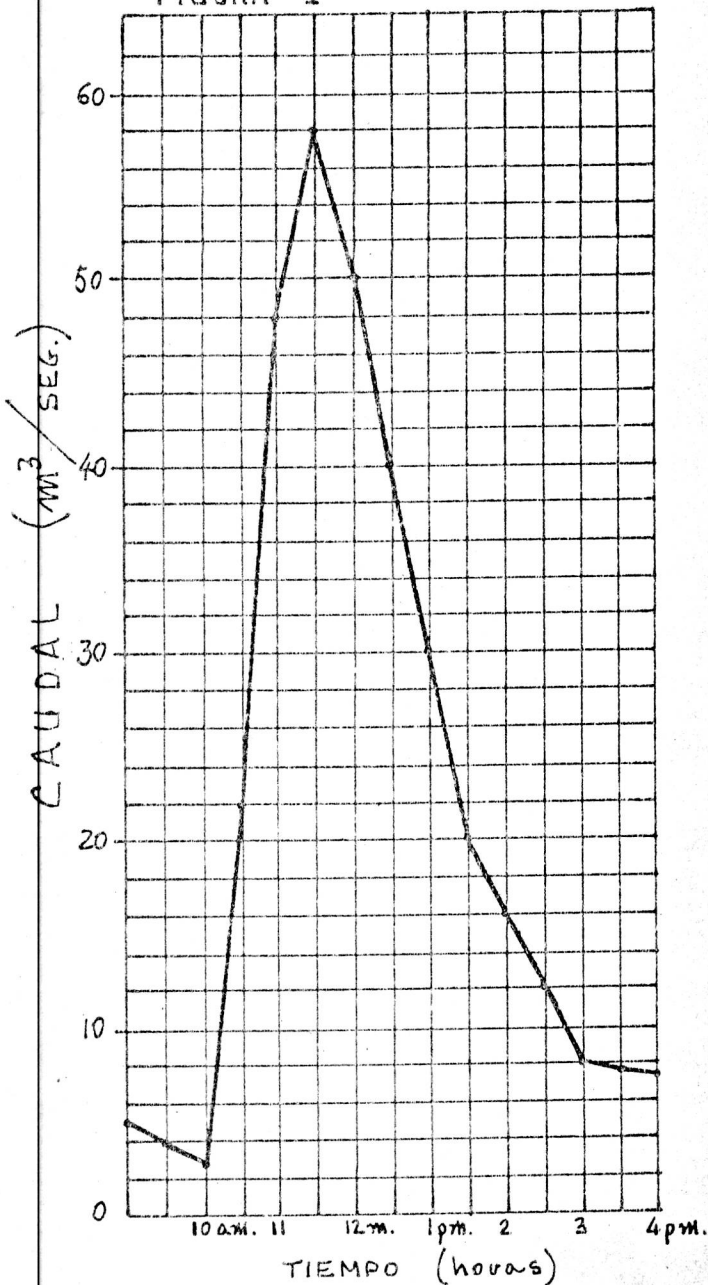


Las ordenadas del Hidrograma Unitario de una cuenca se muestra en la tabla adjunta. Si el coeficiente de escurrimiento es de 0,35, calcule el Hidrograma Directo de una precipitación media sobre la cuenca de 90 mm.

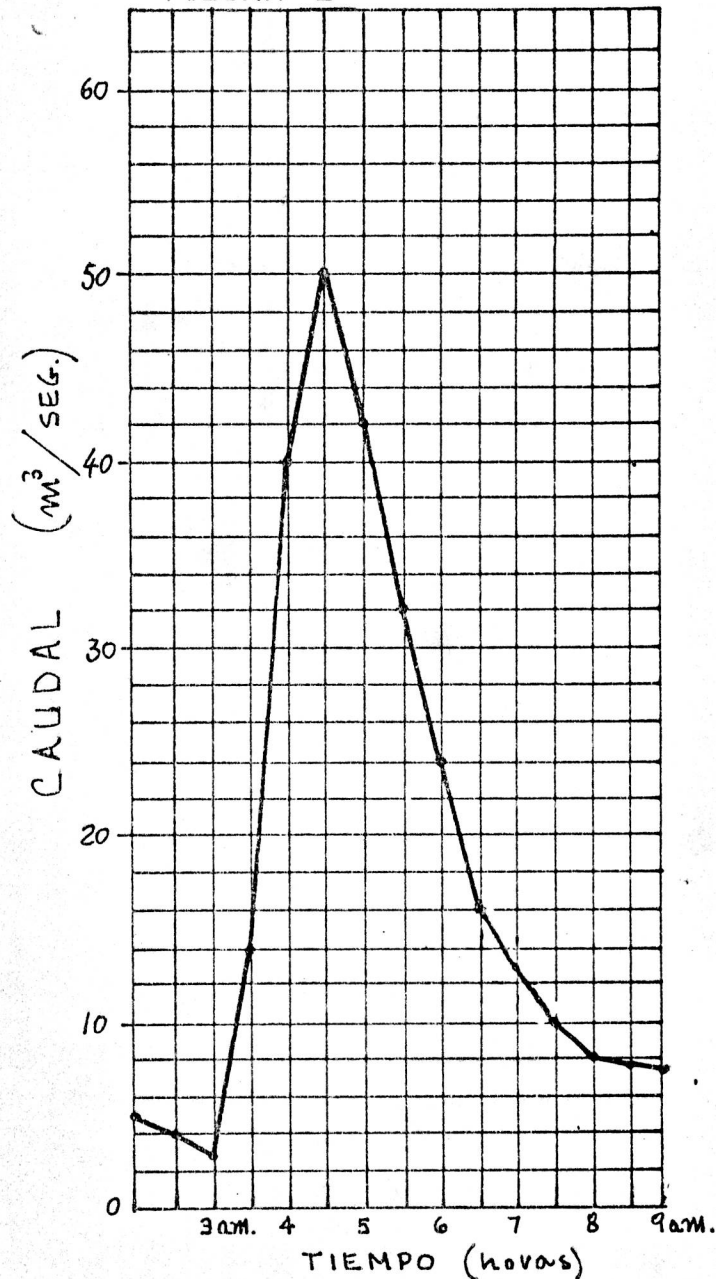
TIEMPO (hr.)	0,0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5
CAUDAL UNITARIO (m ³ /seg.)	0,0	1,3	2,6	2,2	1,0	0,0

Sobre una cuenca de 49 Km^2 se han podido registrar los hidrogramas de dos crecientes que se muestran en las figuras N° 1 y 2, si sobre la misma cuenca sucede una tercera tormenta de igual duración que las anteriores y cuya precipitación media sobre la cuenca fue de 54 mm, determine el hidrograma total producto de la tercera tormenta.

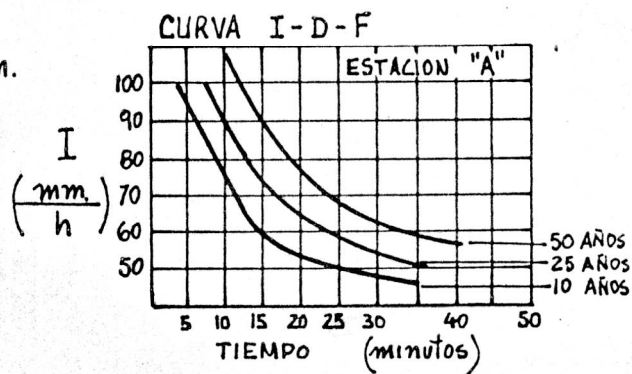
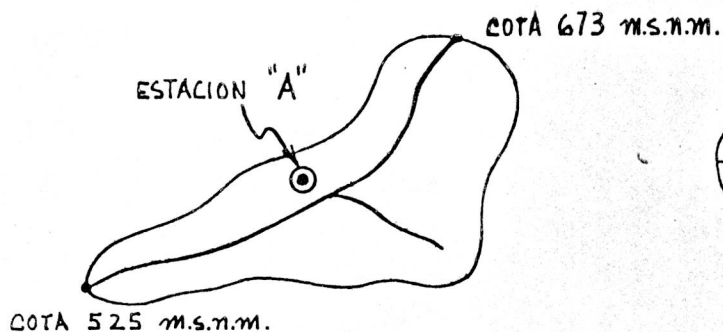
TORMENTA N° 1
 FIGURA 1 PRECIP. MEDIA: 32,1 mm.



TORMENTA N° 2
 FIGURA 2 PRECIP. MEDIA: 21,9 mm.



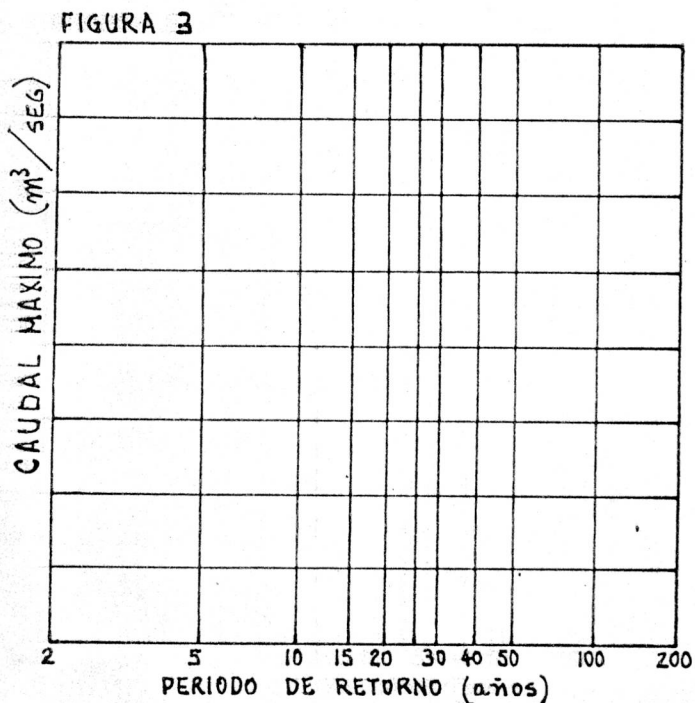
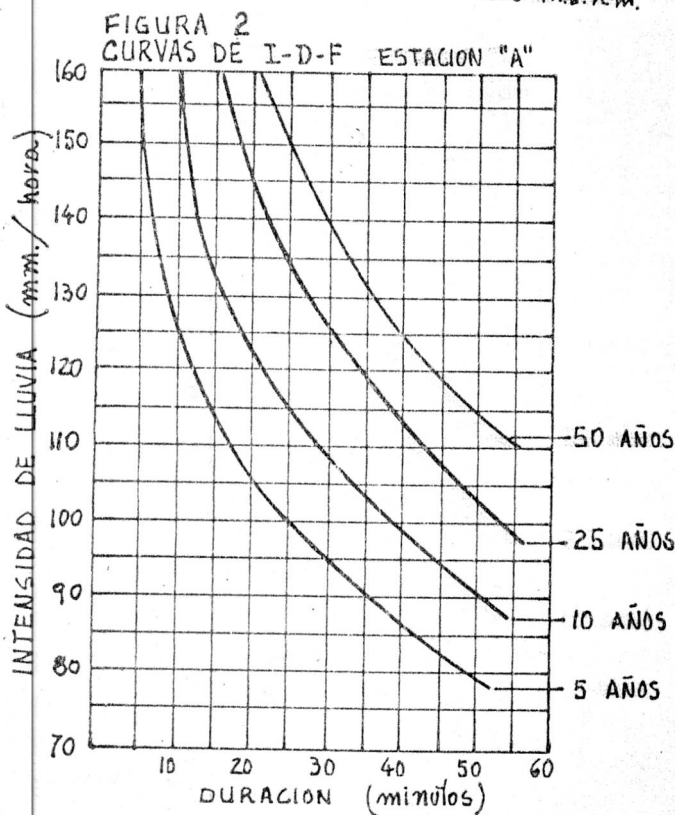
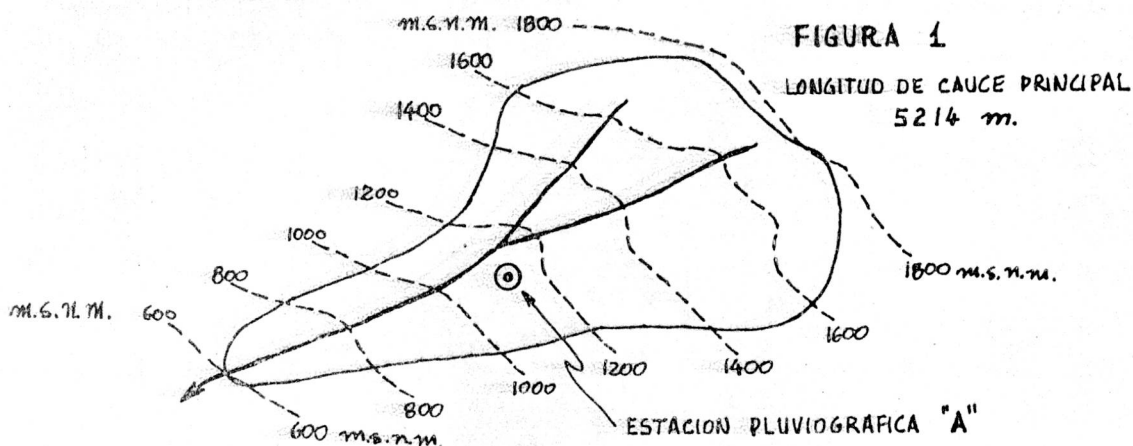
Determine el caudal máximo en $m^3/seg.$ para $Tr = 50$ años de la cuenca que se muestra en la figura.



LONGITUD CAUCE = 1.15 Km.
 AREA CUENTA = 70 Ha.
 COEF. ESCURRIMIENTO = 0.40

En la figura N° 1 se muestra una cuenca de 200 hectáreas dentro de la cual se encuentra la estación "A" representativa de las precipitaciones en dicha cuenca y cuyas curvas de Intensidad-Duración-Frecuencia se muestra en la figura N° 2.

Elabore la figura N° 3 correspondiente a la relación Caudal máximo Vs Período de retorno, sabiendo que el coeficiente de escurrimiento para caudales máximos en dicha cuenca se ha estimado en 0,36.



Se desea determinar el caudal de diseño para la construcción de una alcantarilla en el cruce de una carretera con el río según se muestra en la figura N° 1. El coeficiente de escurrimiento de la cuenca varía con la intensidad de la lluvia según se muestra en la figura N° 2. Si se conocen las precipitaciones máximas para las duraciones que se indican en la tabla, correspondiente a una estación pluviográfica ubicada en la cuenca, determine el caudal máximo de diseño para un período de retorno de 25 años.

T A B L A

AÑO	PREC. MAXIMAS ANUALES (m.m.)		
	15'	30'	60'
1965	76.5	78.0	82.6
66	75.0	81.0	80.0
67	78.0	77.0	87.1
68	76.0	75.5	81.6
69	79.3	82.8	85.0
70	73.4	76.4	79.2
71	77.1	79.1	83.6
72	75.7	80.0	78.1
73	74.5	78.4	81.1

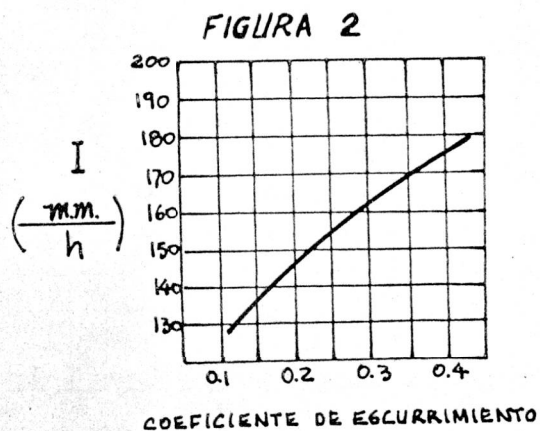
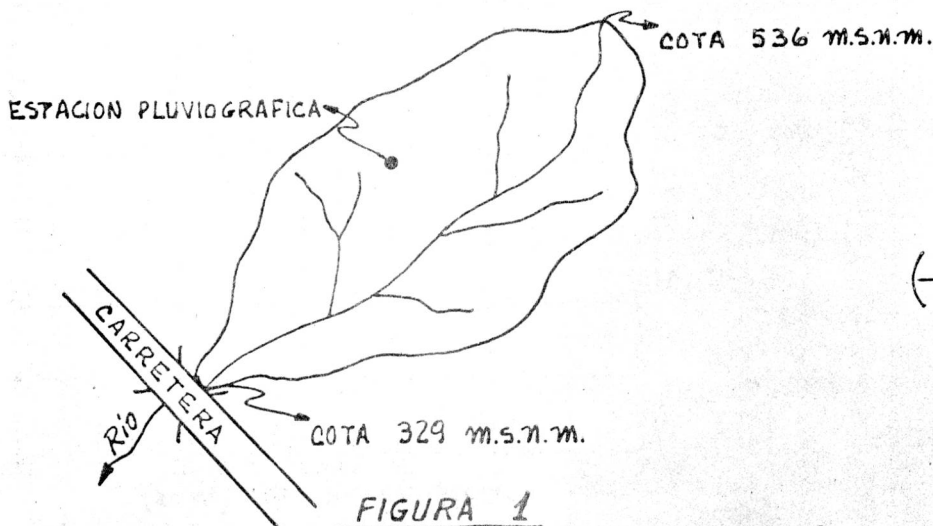
AREA DE LA CUENCA = 125 Ha.
 LONGITUD DEL CAUCE = 3,4 Km.

$$T_c = 0,0195(L^3/H)^{0,385}$$

Tc = TIEMPO DE CONCENTRACION EN MINUTOS

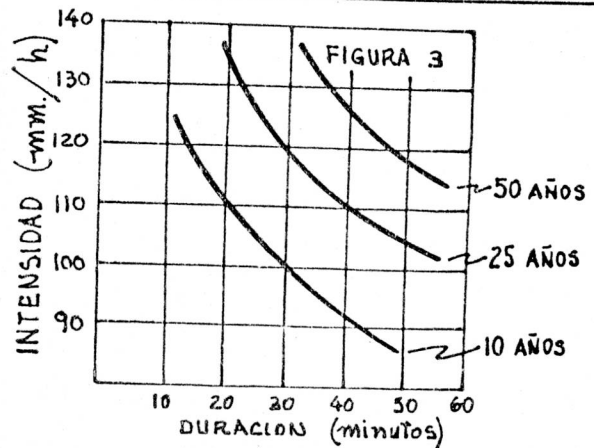
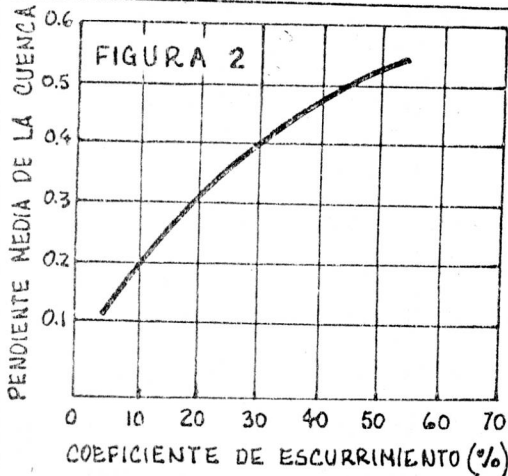
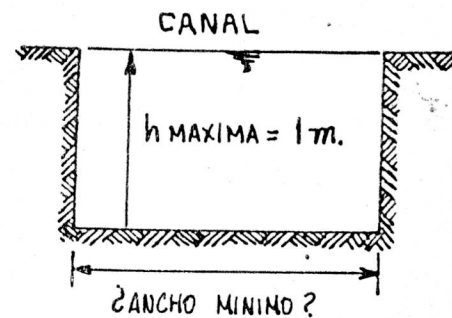
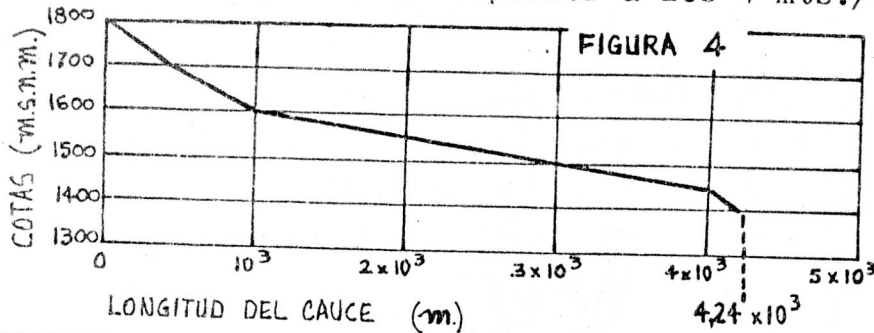
L = LONGITUD DEL CAUCE PRINCIPAL EN METROS

H = DESNIVEL ENTRE EL PUNTO MAS ALTO DEL CAUCE Y EL SITIO DE ESTUDIO (mts)

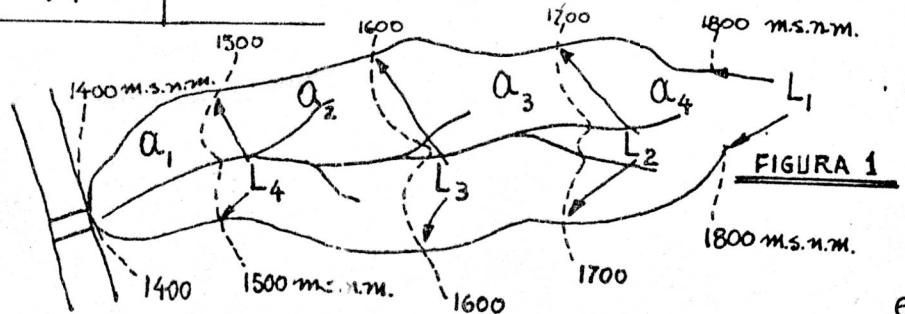


En la figura N° 1 se muestra una cuenca que desemboca en una carretera, en la figura N° 2 una relación de las pendientes medias de cuencas contra coeficientes de escurrimientos para la zona en estudio; en la figura N° 3 las curvas de Intensidad- Duración- período de retorno de la estación pluviográfica "B" representativas de la lluvia en la cuenca, y en la figura N° 4 un perfil longitudinal del cauce.

Determine el ancho mínimo que debe tener un canal rectangular para desaguar las crecientes del período de retorno de 25 años bajo la condición de que la altura del agua desde el fondo del canal no podrá exceder de 1 metro y la velocidad media del agua en dicho canal no puede ser superior a los 4 mts./seg.



- $L_1 = 2.0 \text{ Km.}$ $\alpha_1 = 40 \text{ Ha}$
- $L_2 = 2.0 \text{ Km.}$ $\alpha_2 = 60 \text{ Ha}$
- $L_3 = 2.5 \text{ Km.}$ $\alpha_3 = 50 \text{ Ha}$
- $L_4 = 1.5 \text{ Km.}$ $\alpha_4 = 50 \text{ Ha}$



En un determinado rio se realiza un aforo de vado por el método de Sección-Velocidad. En la figura Nº 1 se muestra la sección del rio y en la figura Nº 2 la curva de Velocidades Vs Altura sobre el fondo del canal, valedera para cualquier vertical en la sección. Calcule el caudal aforado.

FIGURA 1

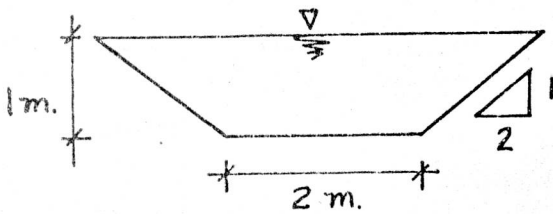
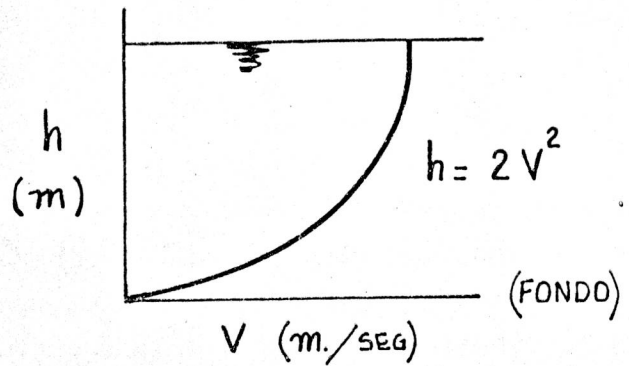


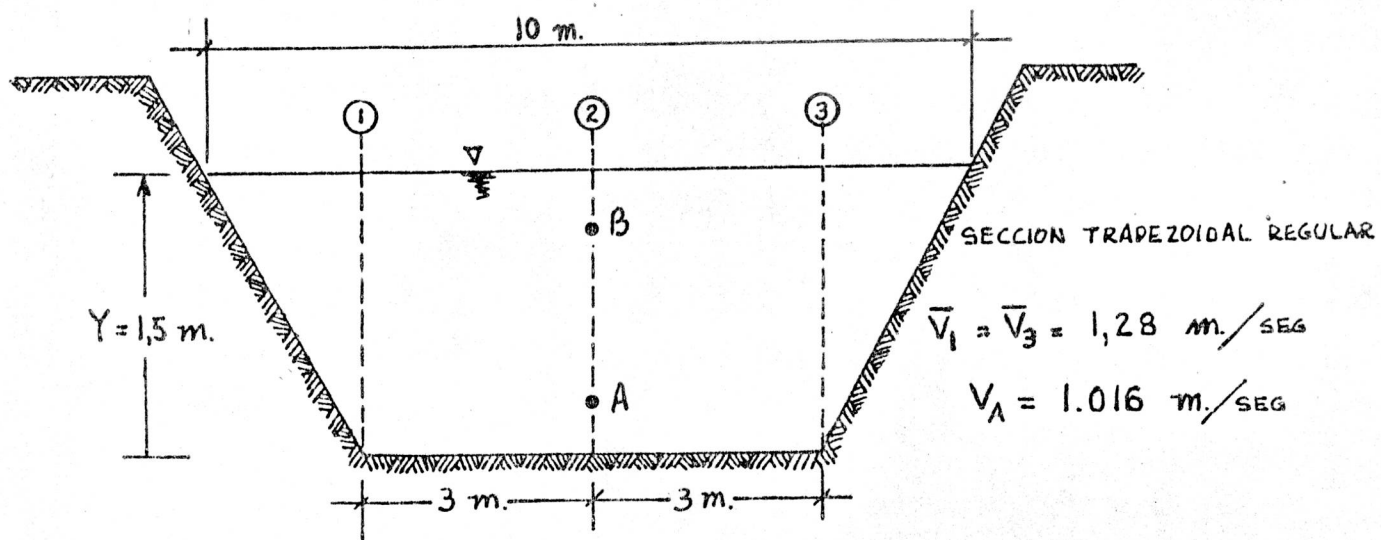
FIGURA 2



NOTA: Para efectos de éste problema considere verticales con separación de 0,5 mts.

Con las dimensiones y los datos que se dan en el dibujo se pide calcular:

- El caudal que corresponde a la altura de agua indicada empleando la ecuación de Manning.
- La velocidad del flujo en el punto "B", dado que "A" se encuentra al 20% de "Y" en la dirección indicada y "B" se encuentra al 80 % en la misma dirección.



COEFICIENTE DE RUGOSIDAD = 0,027

PENDIENTE DE LA SUPERFICIE DE AGUA = 0,001

\bar{V}_1 = VELOCIDAD MEDIA EN LA VERTICAL 1

\bar{V}_2 = " " " " " 2

\bar{V}_3 = " " " " " 3

V_A, V_B = VELOCIDADES EN EL PUNTO "A" y "B"

Un río en un sitio "y" produce periódicamente inundaciones por efectos del desbordamiento de las aguas del cauce durante la ocurrencia de las crestas de las crecientes. Se quiere canalizar el río con un canal de concreto de sección trapezoidal regular (ver figura 1), y así darle solución al problema. La cuenca del río hasta el sitio "Y" tiene un área de captación de 450 Hectareas. Una estación pluviográfica dentro de la cuenca permite obtener las curvas intensidades-duraciones-períodos de retorno de la figura 2.

Se pide:

a) Determinar el tiempo de concentración de la cuenca con la fórmula: $T_c = 0,0195(L^3/H)^{0,385}$ donde L es la longitud en metros del cauce principal y H es la diferencia de cotas en metros entre el punto mas alto y el mas bajo del cauce principal.

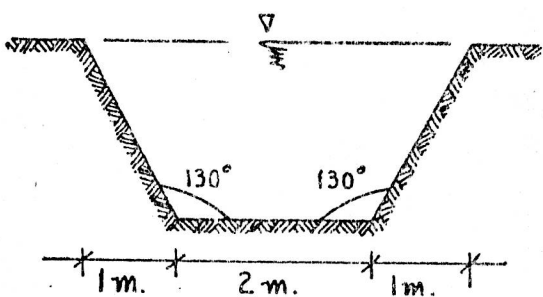
b) Calcular la intensidad de lluvia (mm/hora) para ser empleada en la formula racional suponiendo un período de retorno de 30 años.

c) Calcular caudal de diseño mediante la formula racional.

d) Calcular la pendiente mínima(s) con que debe construirse el canal para que el caudal de diseño pueda fluir sin desbordamiento

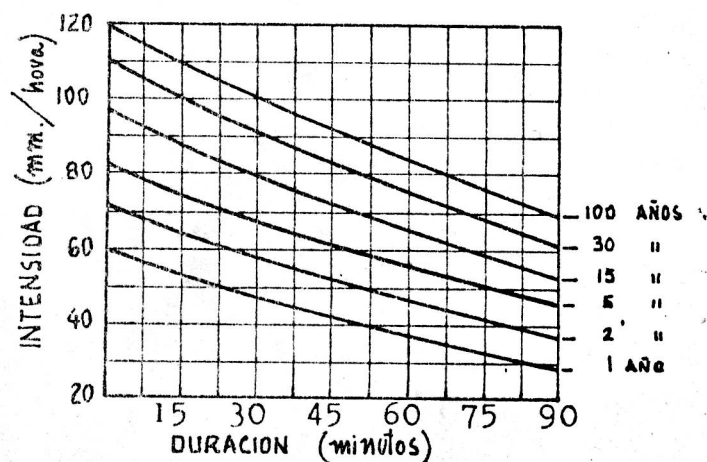
Suponga $L=2110$ m. $H=300$ m y un coeficiente de escurrimiento superficial=0,30.

FIGURA Nº 1



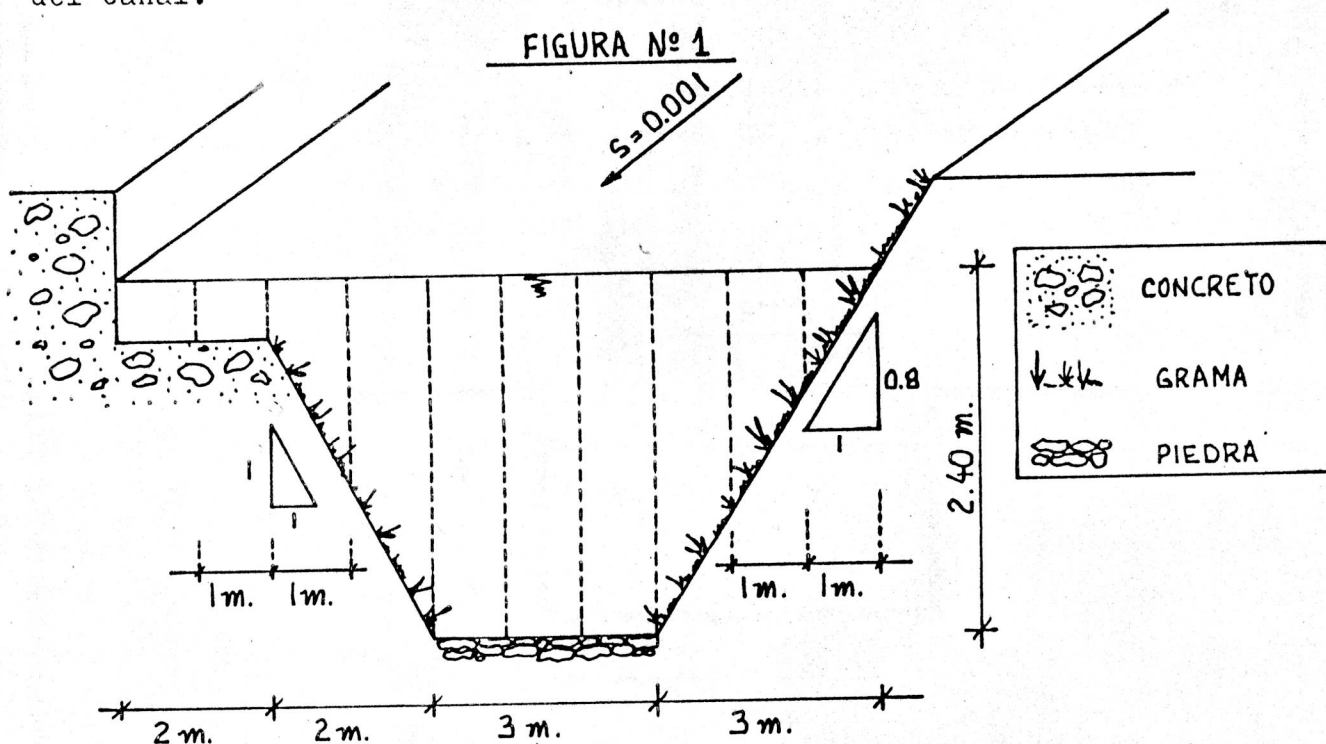
COEFICIENTE DE RUGOSIDAD DE MANNIG
 0.020

FIGURA Nº 2



En un canal como el que se muestra en la figura n°1. Se ha encontrado que la distribución de velocidades en cualquier vertical viene dada por la relación que se muestra en la figura n°2.

Determine el coeficiente de rugosidad de la sección cuando el nivel del agua ascendió hasta los 2,40 metros desde el fondo del canal.



En la figura que se muestra a continuación se presenta una sección transversal de un cauce en el momento de producirse la crecida máxima del año 1977. Si se conocen los siguientes datos:

Pendiente media del cauce=0,003

Coefficiente de rugosidad de Manning=0,025

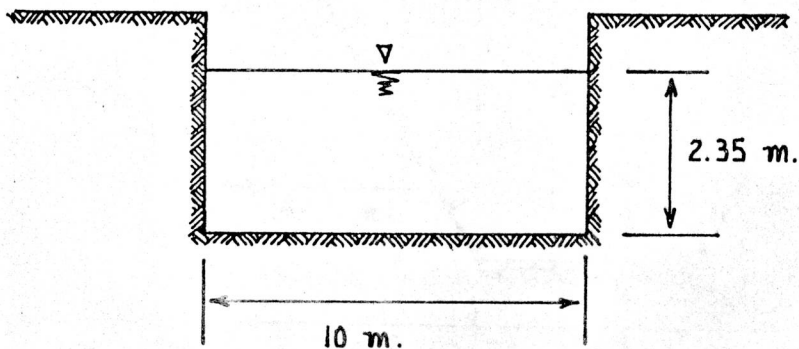
Media de los caudales máximos anuales= $38,9 \text{ m}^3/\text{seg.}$

Desviación típica de los caudales máximos anuales= $18,52 \text{ m}^3/\text{seg.}$

Período de registro=1951-1975

Se pide determinar el período de retorno del caudal correspondiente al nivel de agua en la figura.

FIGURA



Una quebrada de 226,8 Ha de area de cuenca, desemboca entre los terrenos de dos parcelas en donde se encuentran desarrollos industriales. Dicha quebrada se desborda frecuentemente cuando ocurren crecientes en ella, produciendo inundaciones en las industrias. Para subsanar el problema se desea proyectar un canal rectangular de concreto (coeficiente de rugosidad $n=0,015$) capaz de drenar la creciente de período de retorno de 50 años.

Ejecute un proyecto preliminar de las dimensiones del canal rectangular de forma que el mismo tenga las paredes verticales lo más bajas posibles.

SE ANEXAN

Figura n°1: Croquis en planta de ^{la} cuenca, terrenos industriales, ubicación del canal y cortes señalados en otras figuras.

Figura n°2: Corte de la situación actual que señala el espacio disponible (ancho) para proyectar el canal.

Figura n°3: Perfil longitudinal del tramo por donde pasara el canal y en donde aparecen dos tubos que no podran ser reubicados, teniendo que proyectarse el canal con su fondo exactamente sobre los lomos de estos tubos.

Figura n°4: Curvas de I-D-F de una estación pluviográfica en la cercanías de la cuenca y representativa de las lluvias en la cuenca.

Figura n°5: Relación de Intensidad Vs Coeficiente de escurrimiento para la zona donde esta ubicada la cuenca.

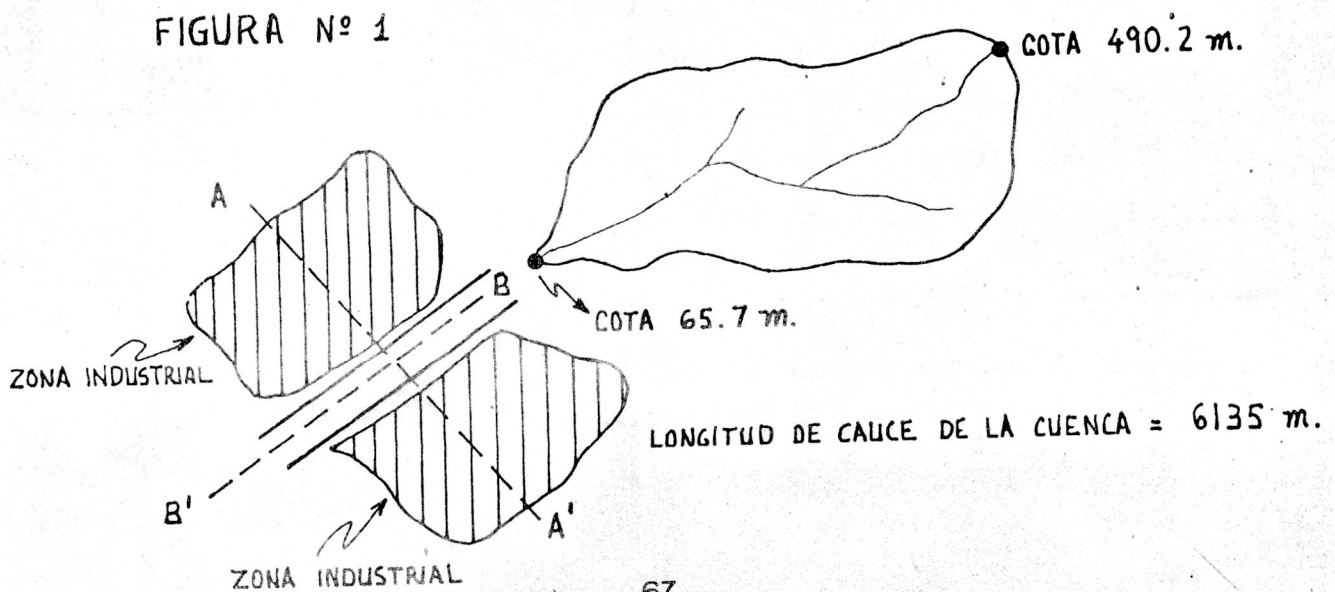


FIGURA N° 2

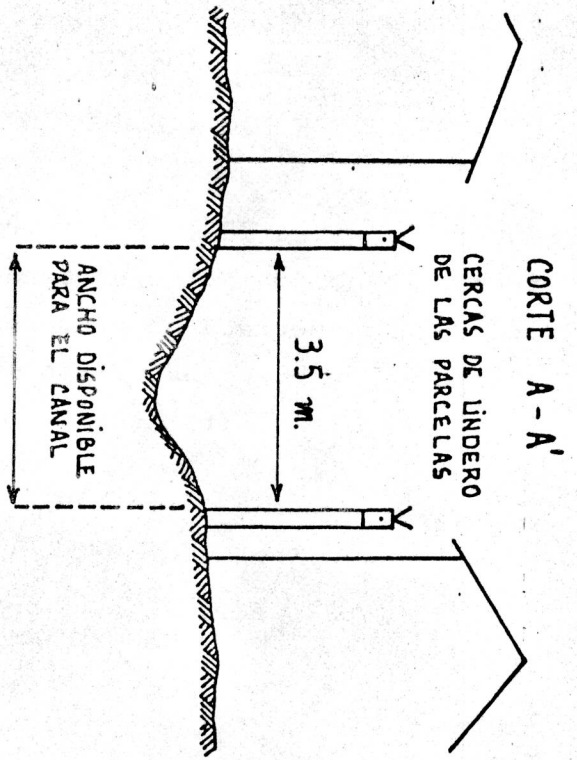


FIGURA N° 4

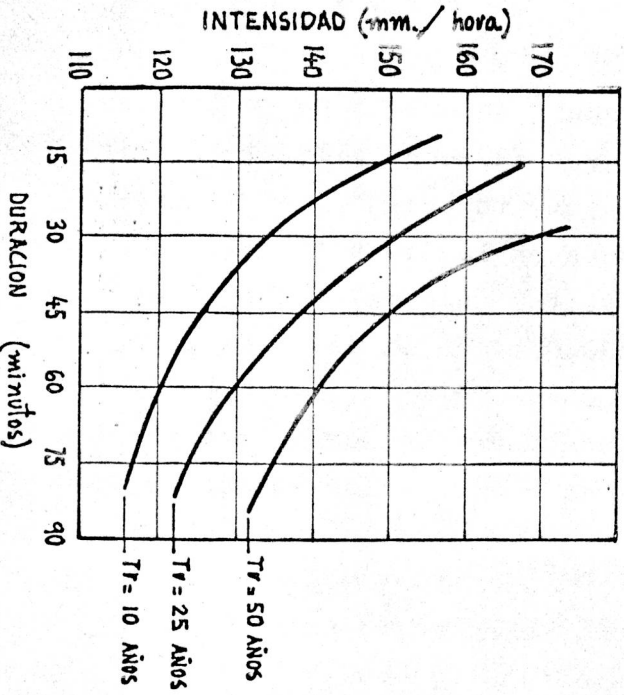


FIGURA N° 3

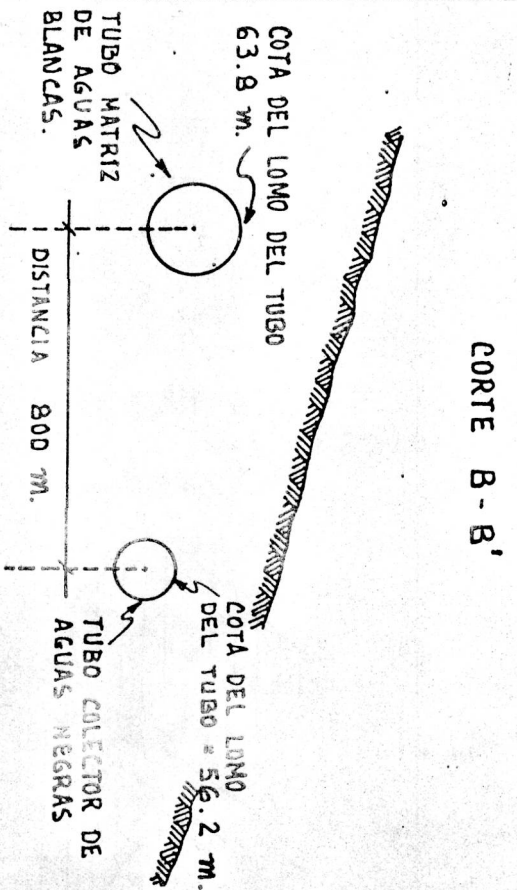
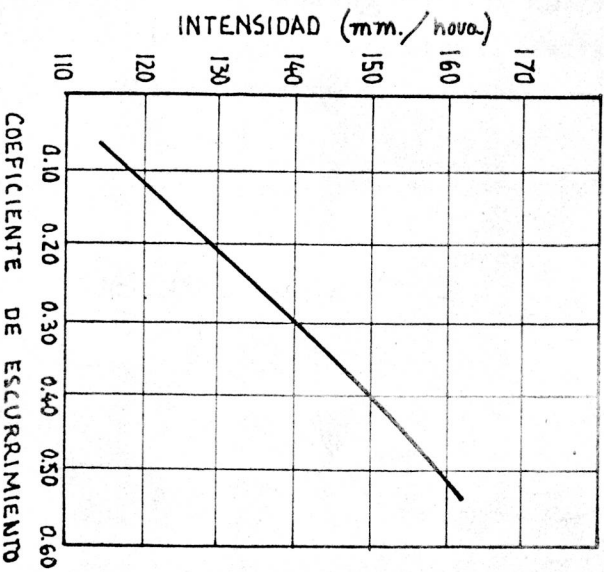


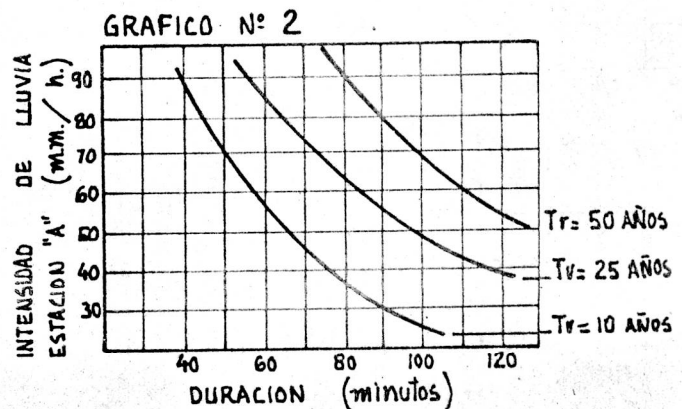
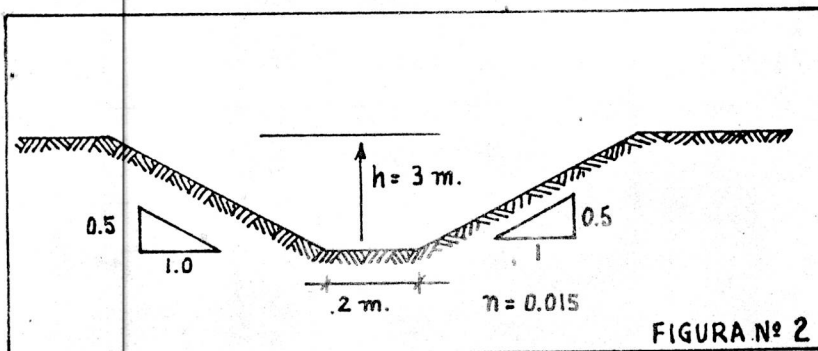
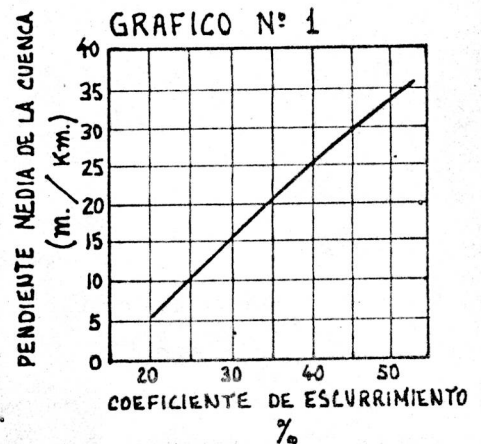
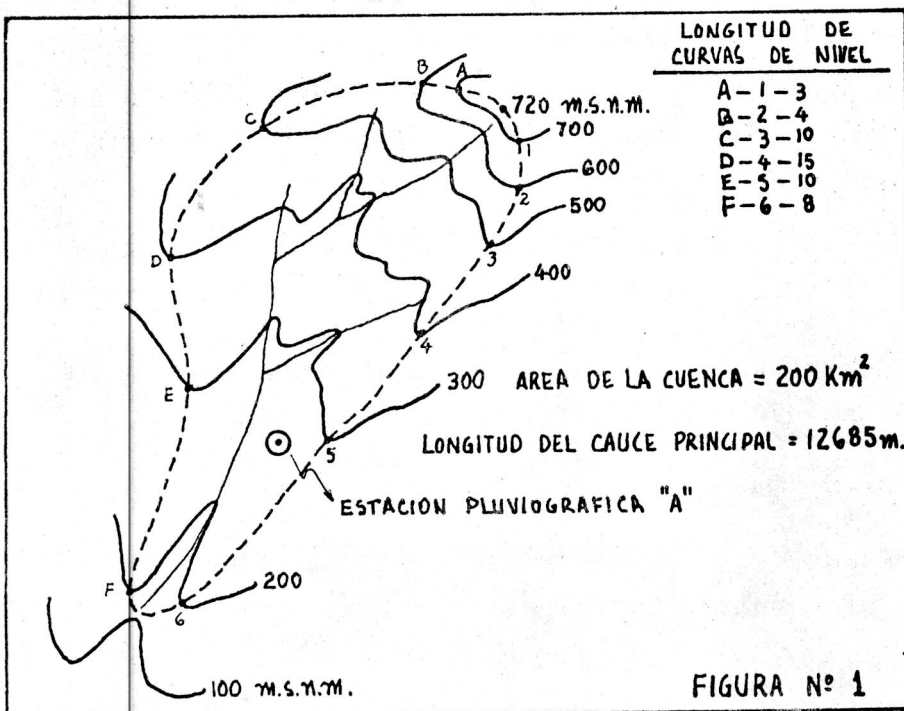
FIGURA N° 5



La cuenca que se muestra en la figura n° 1 solo lleva agua cuando ocurren fuertes lluvias. A dicha cuenca se le ha determinado su hidrograma unitario siendo el valor del pico de dicho H.U. $3,75 \text{ m}^3/\text{seg}$

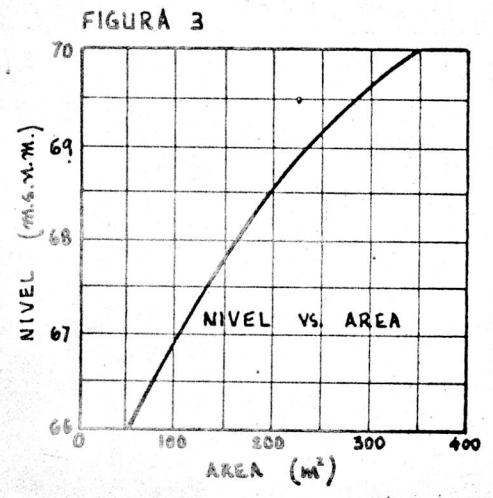
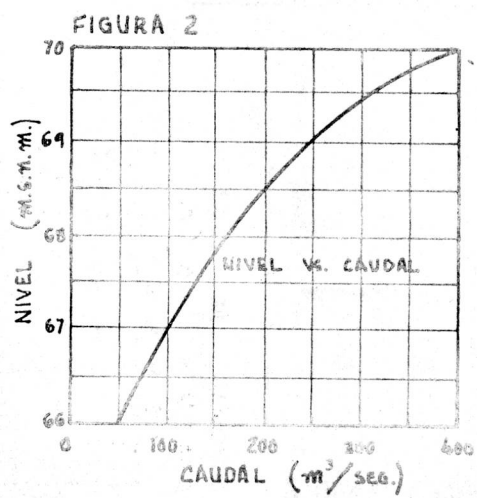
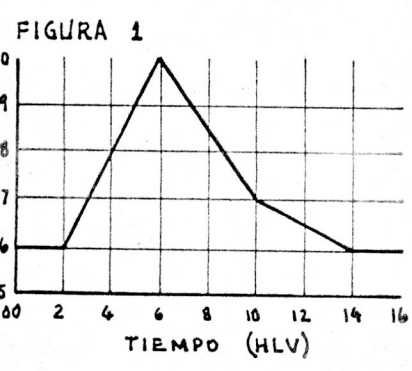
Determine la pendiente que debe tener el canal de concreto de la figura n° 2 a fin de que la creciente de período de retorno 50 años llegue justo al limite de la altura máxima del canal.

NOTA: Se anexan gráficos de utilidad para la resolución del problema



El día 3 de diciembre de 1970 un río produce en un sitio "X" una creciente. En la figura 1 se presenta el fluviograma de la creciente. En las figuras 2 y 3 se presentan la curva de gastos y la gráfica de la relación nivel vs. área de la sección transversal del cauce en el sitio "X", respectivamente.

- Para la creciente y en base a las figuras 1, 2 y 3, se pide:
- Calcular las ordenadas del hidrograma total ($m^3/seg.$)
 - Obtener las ordenadas del hidrograma de escurrimiento subterráneo o base. Exprese los resultados en $m^3/seg.$
 - Obtener las ordenadas del hidrograma de escurrimiento superficial o directo. Exprese los resultados en $m^3/seg.$
 - Calcular las ordenadas del hidrograma unitario suponiendo el área de cuenca igual a $60 km^2$.
 - Calcular la velocidad media del flujo de agua que pasa por la sección transversal del cauce en el sitio "X" a las 1100 HLV. Exprese el resultado en $m/seg.$
- ¿ Es posible encontrar este mismo resultado a otra hora del día 3 de diciembre de 1970, suponiendo que no se produjo otra creciente durante ese día?. Responda en menos de 6 líneas.
- Determinar el tiempo base del hidrograma de escurrimiento superficial. Exprese el resultado en minutos.



m.s.n.m. = METROS SOBRE EL NIVEL DEL MAR.

Se han efectuado mediciones de velocidad en distintos puntos de una corriente de sección rectangular, las cuales han permitido definir una distribución de velocidades típica de la sección en cualquier vertical. Esta distribución se muestra en la tabla Nº 1 En la misma sección se han efectuado los aforos que se incluyen en la tabla Nº 2, utilizando como origen de la escala de niveles el fondo del canal.

Se desea saber la velocidad en un punto situado a 0,78 m del fondo, en un instante en el cual el nivel del agua es 2,60m

Tabla Nº 1

Profundidad Pto.	Velocidad Pto.
Profundidad Total	Velocidad Media Sección
Superficie	1,250
0.2	1,210
0.4	1,125
0.6	1,000
0.8	0,750
1.0	0,0

Tabla Nº 2

Altura de Mirá (m)	Caudal (m ³ /seg)	Area (m ²)
0,32	2.04	20.4
1,30	17.44	43.6
0,65	6.32	31.6
3,25	72.6	72.6
1,95	31.92	53.2

En la tabla 1 se presentan los datos de una curva de gastos de un río en un sitio determinado. Al obtener la ecuación de la curva de gastos la relación linearizada de H a vs. Q pasa por el punto 2 metros de altura de mira (H a) y caudal 5 metros cúbicos por segundo.

En la tabla #2 se presentan las alturas de mira máximas anuales del río en el sitio.

Empleando el método de extensión de la curva de gastos con la ecuación de la curva de gastos y empleando el método del factor de frecuencia para distribuciones extremas se pregunta:

¿Cuál sera la probabilidad de que en un año determinado la creciente de altura de mira máxima, iguale o supere la altura de mira 20 metros? ¿Qué caudal corresponde a esta altura de mira?

Tabla 2		Tabla 1		Tabla de K		Para 10 años de período de registro.
Año	H (m)	H (m)	Q (m ³ /s)	T _r	K	
1977	8.0			2	-0.136	
76	14.0	2.65	1.30	3	0.429	
75	12.0	3.30	3.00	4	0.791	
74	9.0	4.00	5.00	5	1.058	
73	18.0	5.00	8.00	6	1.271	
72	12.0	7.00	15.00	7	1.448	
71	9.0	11.00	30.00	8	1.599	
70	12.0			9	1.731	
69	6.0			10	1.848	
68	10.0			11	1.954	
				12	2.050	
				13	2.138	
				14	2.219	
				15	2.294	
				16	2.364	
				17	2.430	
				18	2.492	
				19	2.551	
				20	2.606	
				21	2.659	
				22	2.709	
				23	2.757	
				24	2.803	

NOTAS:

- T_r significa período de retorno
- K es el factor de frecuencia.
- Q caudal.
- H altura de mira.
- a constante de la ecuación de la curva de gastos.
- C constante de la ecuación de la curva de gastos
- n constante de la ecuación de la curva de gastos.
- m significa metros.

En una cuenca de 5 Km² se produce una tormenta con duración 2 horas y con una intensidad constante de 40 mm/h.

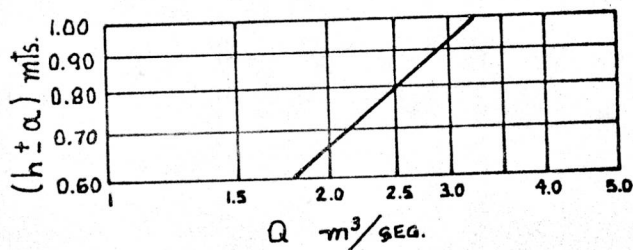
Al comenzar la tormenta el nivel del río presentaba una altura de mira de 0,90 mts, y en ese mismo momento se inició la creciente, finalizando 3 horas más tarde con una altura de mira de 1,20 mts.

El valor de la infiltración 1 hora después de haber comenzado la tormenta era de 20 mm/h, la capacidad de infiltración cuando esta se hace constante es de 5 mm/h y la constante "K" de la curva de capacidad de infiltración es de 0,0095 minutos.

Suponiendo que las únicas pérdidas que se producen son por concepto de infiltración, determine:

- El coeficiente de escurrimiento.
- Las ordenadas del hidrograma total cada 1/2 hora.

NOTA: Para sus cálculos que tengan relación con la curva de gastos, use la figura que se anexa a continuación "Sin extrapolar en forma gráfica"



$a = -0.10 \text{ mts.}$

Los valores del Hidrograma Unitario de la cuenca son los siguientes:

Tiempo (minutos)	Caudal Unitario (m ³ /seg)
0	0,00
30	0,30
60	1,28
90	0,70
120	0,35
150	0,15
180	0,00

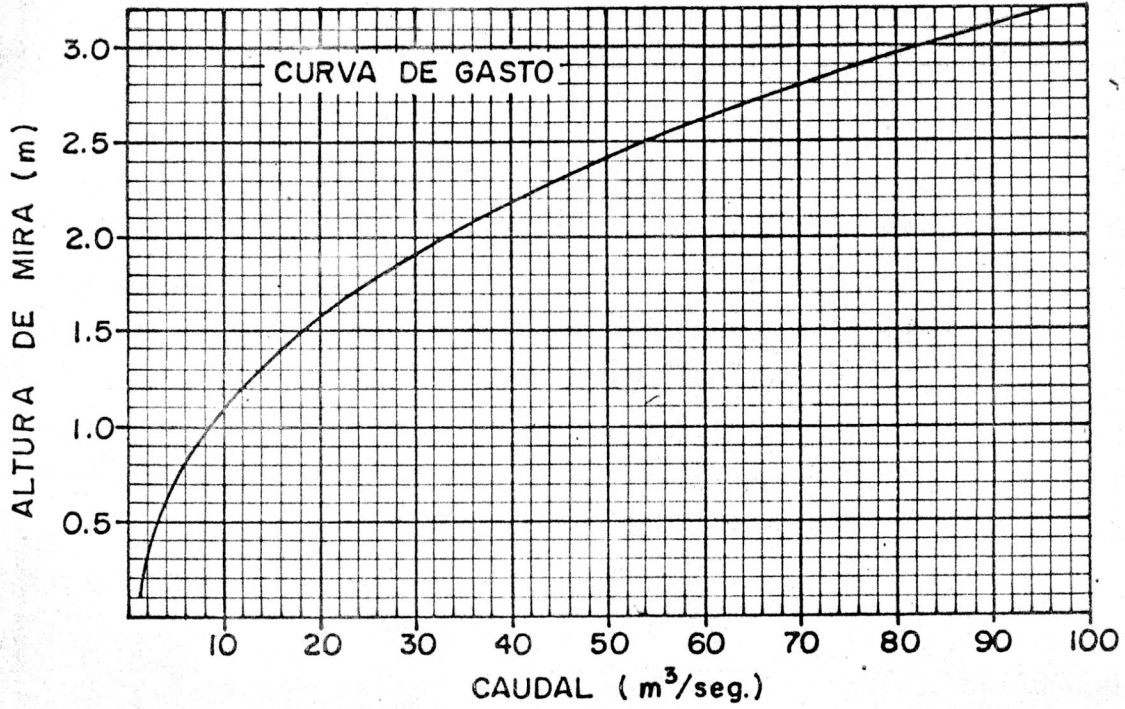
Si en una cuenca se cuenta con la siguiente información:

- a) Figura N° 1. Curva de gastos en papel normal construida en base a los aforos efectuados en una estación hidrológica ubicada a la salida de la cuenca, así como papel doble logarítmico y valores de cuatro puntos de la curva de gastos linealizada.
- b) Figura N° 2. Fluviograma típico de la cuenca, reproducido por un aparato Stevens y tomado de una creciente registrada por la estación hidrológica que se encuentra a la salida de la cuenca.
- c) Figura N° 3. Relación (Factor forma/Pendiente media de la cuenca) Vs Pérdidas correspondiente a las cuencas de la zona.
- d) Figura N° 4. Cuenca en estudio con indicaciones de la sumatoria de las curvas de nivel y de la escala.
- e) Figura N° 5. Ubicación de las estaciones registradoras de precipitación, así como curvas de masa de cada una de ellas correspondientes a una tormenta ocurrida sobre la cuenca (distinta a la que ocasionó el fluviograma de la figura n° 2).
- f) Tabla N° 1. Medias y desviaciones típicas de las intensidades máximas de precipitación ocurridas sobre la cuenca y correspondiente a diferentes duraciones.
- g) Tabla N° 2. Valores del factor frecuencia "K" para diferentes períodos de retorno y diferentes longitudes de períodos de registro.

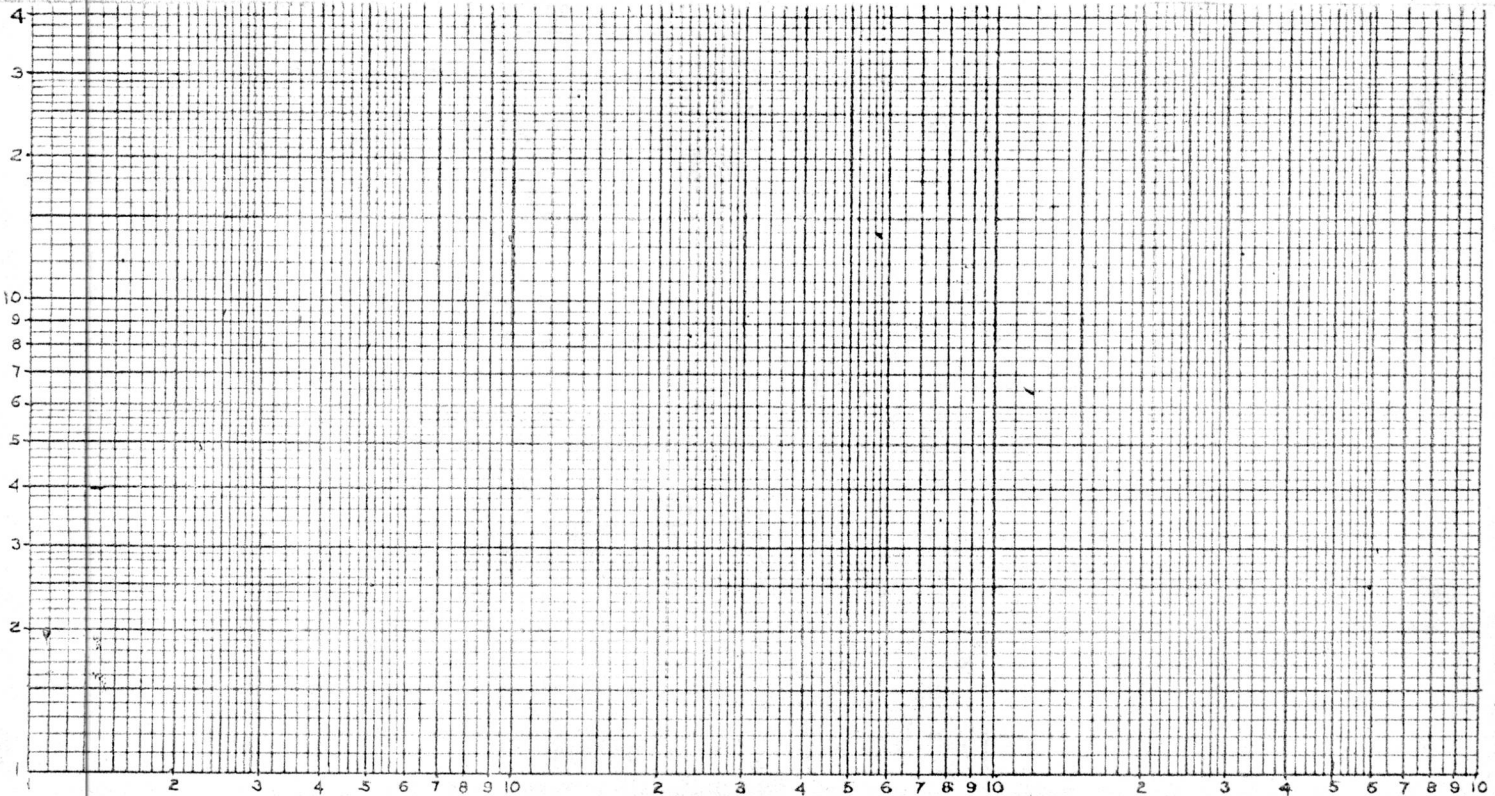
Se pide determinar:

- 1.- La ecuación de la curva de gastos para su extrapolación.
- 2.- El hidrograma total típico (m^3/seg . Vs Horas).
- 3.- El hidrograma unitario típico (m^3/seg . Vs Horas).
- 4.- Coeficiente de escurrimiento (%).
- 5.- Precipitación media sobre la cuenca producida por la tormenta que se indica en la Figura N° 5 y determinarla mediante el método de Thiessen (mm).
- 6.- Período de retorno de la precipitación calculada en el pto. 5 anterior (años).
- 7.- La curva de Intensidad-Duración-Frecuencia para un período de retorno de 50 años correspondiente a las precipitaciones máximas anuales ocurridas sobre la cuenca.
- 8.- La ecuación de la curva de capacidad de infiltración de la cuenca, asumiendo que el 80% de las pérdidas se convierten en infiltración y que cuando comenzó la tormenta de la figura n° 5 la capacidad de infiltración era de 93 mm/h y cuando terminó la tormenta la capacidad de infiltración ya se había hecho constante con un valor de 43 mm/h.

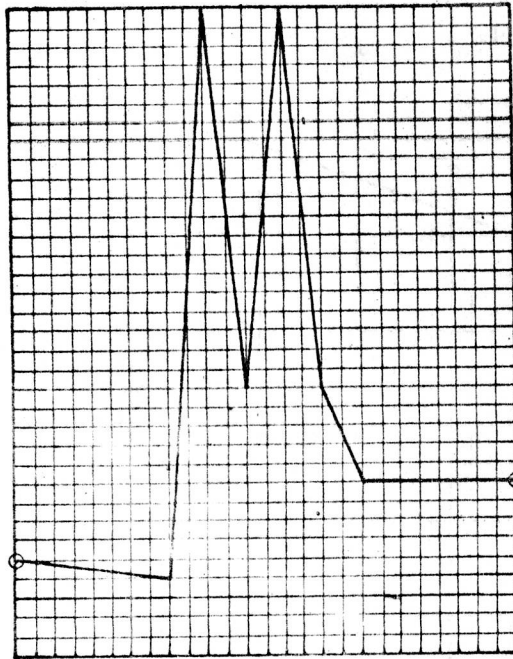
FIGURA Nº 1



$h+a$ (m)	Q (m³/seg.)
1.5	5.063
2.3	18.251
2.8	32.928
3.8	82.308



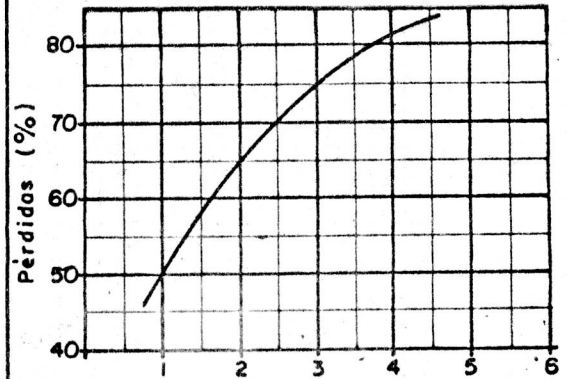
Fluviograma típico
Figura Nº 2
(Registrador tipo Stevens)



	Día	Hora	Altura de mira (m)
Puesta	17	18:00	0.30
Quitada	18	20:00	0.70

Figura Nº 3

Ff/S cuenca Vs. Pérdidas



Factor forma / Pendiente de la cuenca.

Ubicación de las estaciones pluviográficas

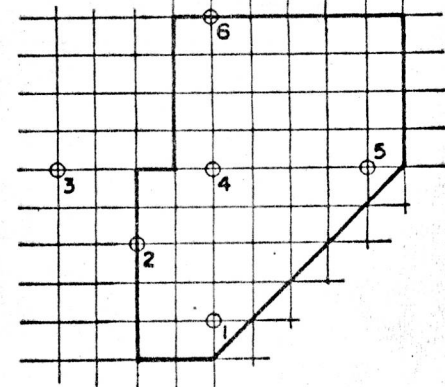
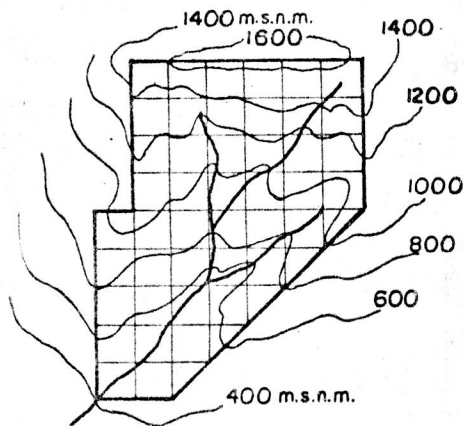
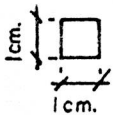


Figura Nº 4 Cuenca en estudio



Escala: 1:200.000



Longitud de las curvas de nivel = 110 Km.

Figura Nº 5

Curvas de masa de precipitación Estación Nº

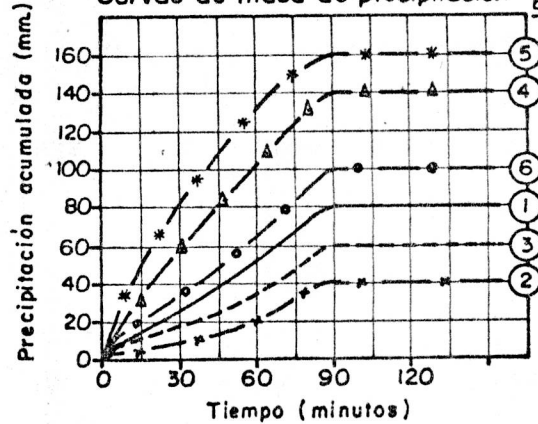


Tabla Nº 1

Datos de intensidad de lluvia en la cuenca.

PERIODO 1.968/77.	DURACION (minutos)					
	15	30	45	60	90	120
MEDIA (mm./h.)	128.27	92.04	73.14	62.00	53.44	47.80
DESV. TIPICA (mm./h.)	13.14	12.08	11.77	11.25	10.28	10.18

Tabla Nº 2

VALORES DEL FACTOR FRECUENCIA "K"

Tr (años)	Periodo de registro "n" (años)				
	8	9	10	11	12
10	1.8744	1.8531	1.8315	1.7972	1.7691
15	2.3204	2.2971	2.2737	2.2322	2.1981
20	2.6326	2.6080	2.5833	2.5366	2.4984
25	2.8731	2.8475	2.8217	2.7711	2.7297
50	3.6140	3.5863	3.5563	3.4937	3.4424
100	4.3494	4.3176	4.2855	4.2109	4.1497

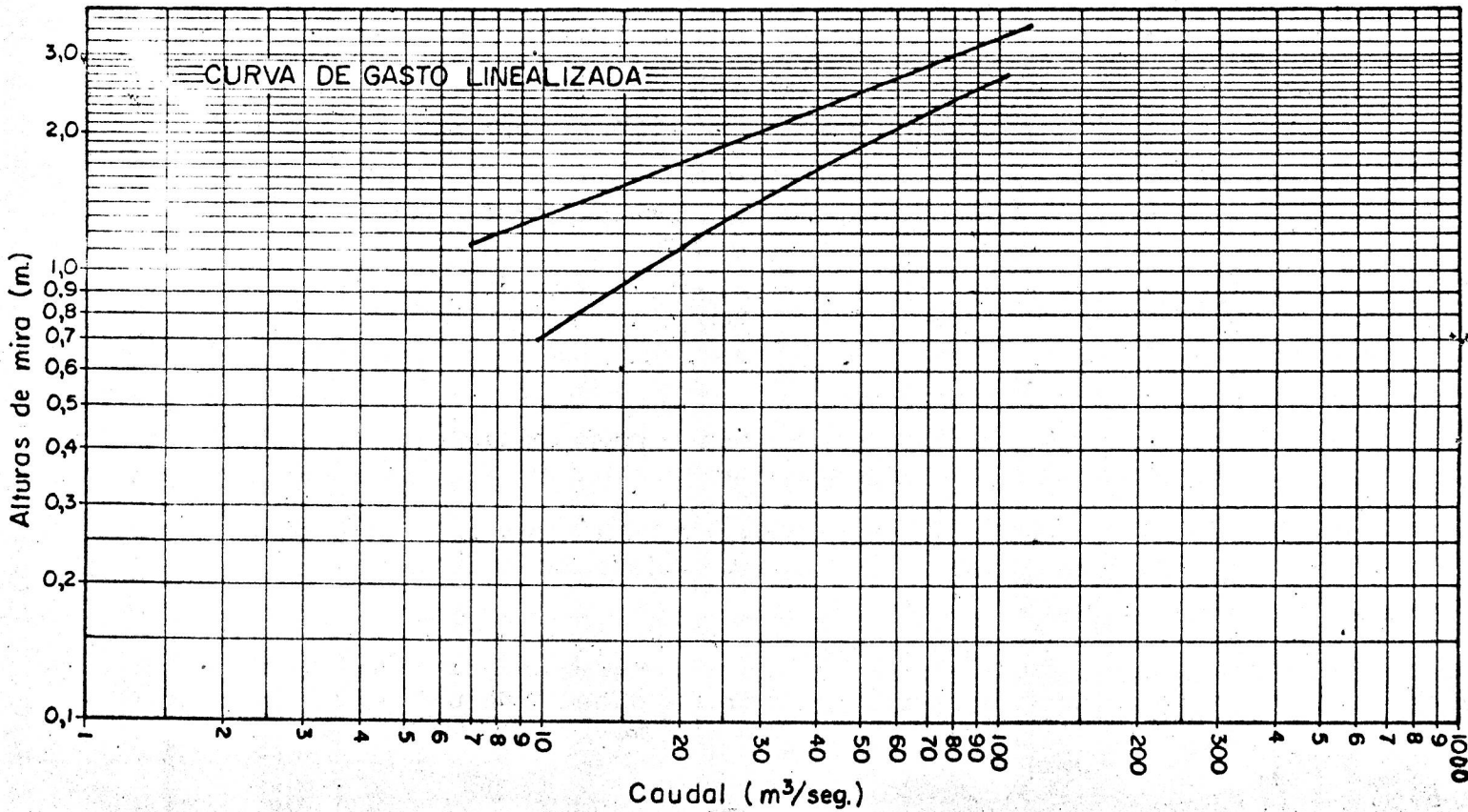
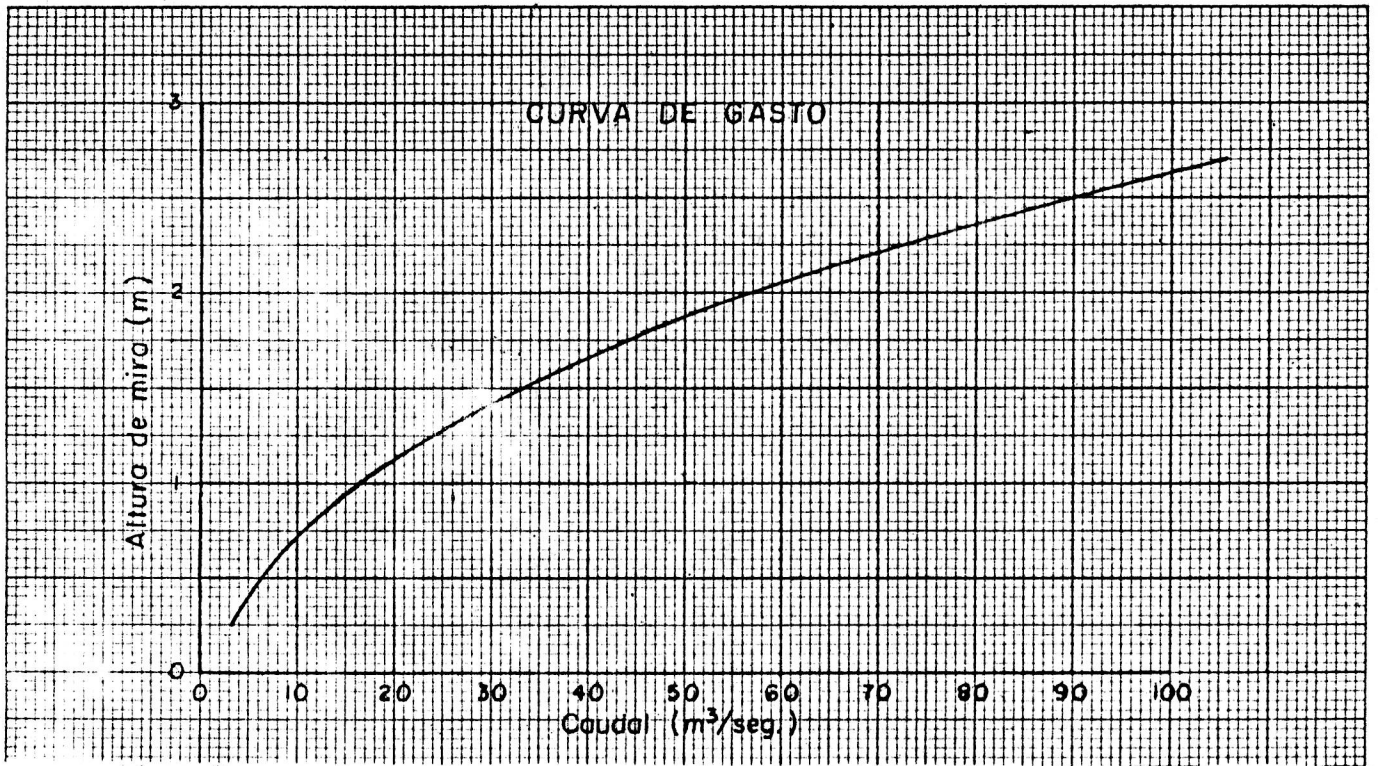
Si en una cuenca se cuenta con la siguiente información:

- a) Figura N° 1. Curva de gastos en papel normal y en papel doble logarítmico, construida en base a los aforos efectuados en una estación hidrológica ubicada a la salida de la cuenca.
- b) Figura N° 2. Fluviograma típico de la cuenca, construido en base a una creciente registrada por la estación hidrológica que se encuentra a la salida de la cuenca.
- c) Figura N° 3. Relación de Pendiente media de cuenca Vs Perdidas, correspondiente a las cuencas de la zona.
- d) Figura N° 4. Croquis de la cuenca en estudio, con indicaciones de las longitudes de las curvas de nivel y el área entre ellas.
- e) Figura N° 5. Mapa isoyético de una tormenta ocurrida recientemente sobre la cuenca (distinta a la que ocasionó el fluviograma de la figura n° 2)
- f) Tabla N° 1. Caudales máximos anuales determinados a la salida de la cuenca, en donde está la estación hidrológica.
- g) Tabla N° 2. Valores del factor frecuencia "K" para diferentes períodos de retorno y diferentes longitudes de períodos de registro.

Se pide determinar:

- 1.- La ecuación de la curva de gastos para su extrapolación.
- 2.- Hidrograma total típico ($m^3/seg.$ Vs Horas)
- 3.- Hidrograma unitario típico ($m^3/seg.$ Vs Horas)
- 4.- Coeficiente de escurrimiento (%)
- 5.- Precipitación media sobre la cuenca producida por la tormenta que se muestra en la Figura N° 5 (mm)
- 6.- Hidrograma total de la creciente producido por la tormenta que se muestra en la Figura N° 5 ($m^3/seg.$ Vs Horas).
- 7.- Período de retorno del caudal máximo de la creciente calculada en el punto anterior (años)
- 8.- La ecuación de la curva de capacidad de infiltración de la cuenca asumiendo que solo existen perdidas por infiltración, y que cuando comenzó la tormenta de la Figura N° 5 la capacidad de infiltración era de 69 mm/h. y cuando terminó la tormenta, 120 minutos mas tarde, la capacidad de infiltración ya se había hecho constante con un valor de 9 mm/h.
- 9.- Ancho mínimo en metros, que debe tener un canal rectangular de pendiente 0,09 y construido en concreto (coeficiente de rugosidad 0,015) de forma que por él pase, con una altura de lamina de agua igual a 1 metro, el caudal máximo calculado en el pto. n° 6.

FIGURA Nº 1



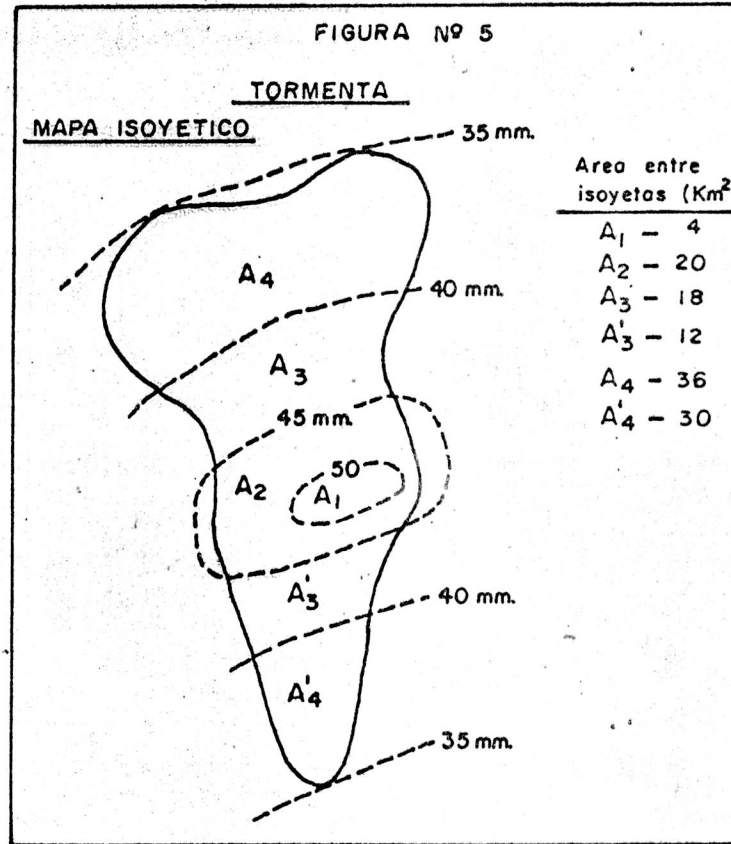
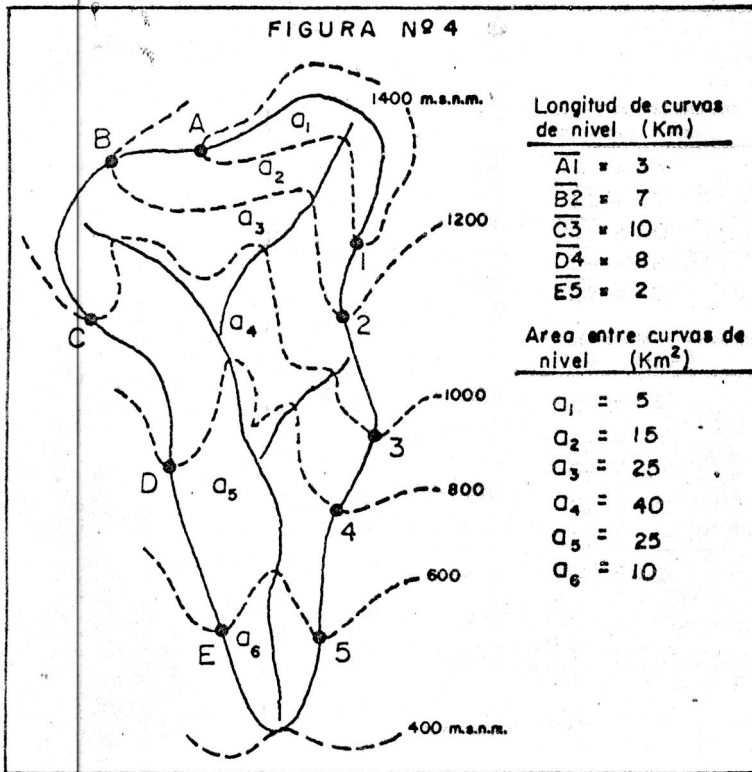
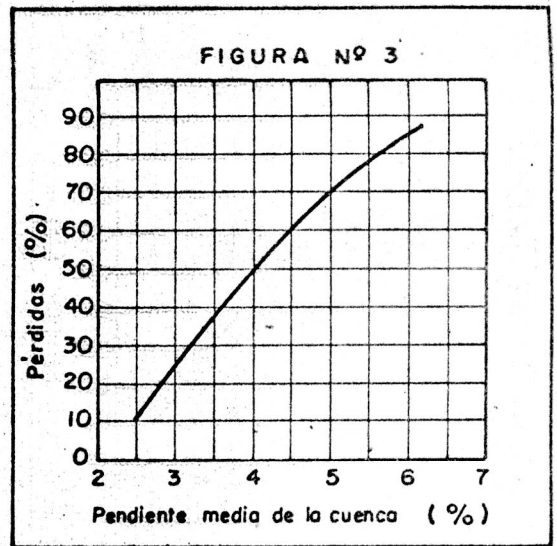
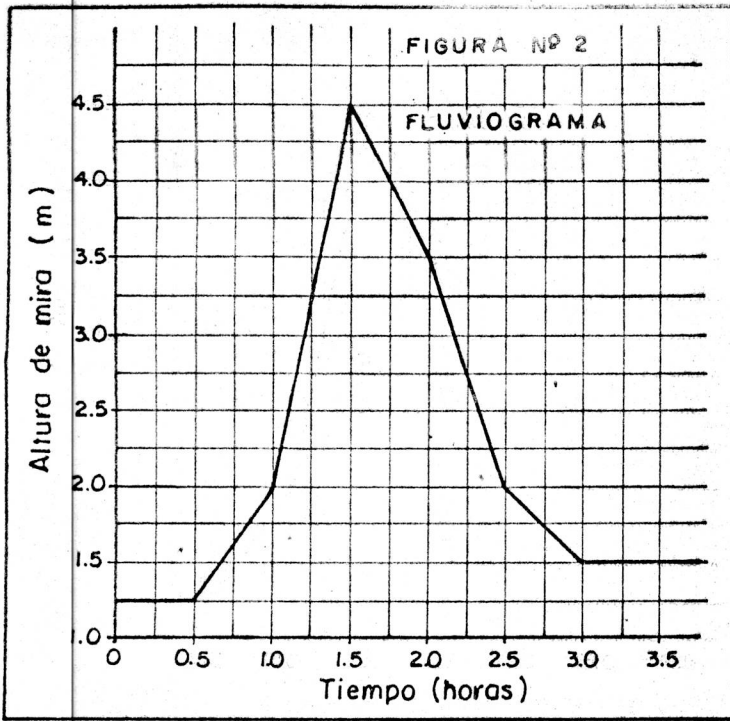


TABLA Nº 1

Caudales máximos anuales (m ³ /seg.)	
Año	Q max.
1.968	170
69	135
1.970	290
71	230
72	370
73	150
74	125
75	300
76	210
77	250
78	140

TABLA Nº 2
VALORES DEL FACTOR FRECUENCIA "K"

Tr (años)	Periodo de registro "n" (años)				
10	1.8744	1.8531	1.8315	1.7972	1.7691
15	2.3204	2.2971	2.2737	2.2322	2.1981
20	2.6326	2.6080	2.5833	2.5366	2.4984
25	2.8731	2.8475	2.8217	2.7711	2.7297
50	3.6140	3.5863	3.5563	3.4937	3.4424
100	4.3494	4.3176	4.2855	4.2109	4.1497

RESPUESTA A LOS PROBLEMAS PROPUESTOS

PROBLEMA N°

RESPUESTA

- 1 ----- Evaporación = 70 mm.
- 2 ----- Evaporación año 1975 = 1030 mm.
- 3 ----- $Vol_4 = 11,184 \times 10^6 \text{ m}^3$
- 4 ----- $Vol_T = 7784 \times 10^3 \text{ m}^3$
- 5 ----- h mínima = 6,54 mts.
- 6 ----- h = 22 mts.
- 7 ----- $Q_s = 8,295 \text{ m}^3/\text{seg.}$
- 8 ----- Lámina evaporada = 395 mm.
- 9 ----- Área = 85 Km²

10 -----

<u>Cuenca</u>	<u>Ff</u>	<u>Kc</u>
A	0,500	1,128
B	0,433	1,276
circular	0,785	1,000

Los valores de la cuenca "A" son más próximos a los de la cuenca circular, por lo tanto esta estará más propensa a producir crecientes desde el punto de vista de la forma.

- 11 -----
- a) 1095 msnm
 - b) 1070 msnm
 - c) 1096 msnm
 - d) 1050 msnm

PROBLEMA N°

RESPUESTA

12 ----- a) $1325,6 \text{ m}^3/\text{año}$
b) $697,7 \text{ mm.}$
c) 30 min.

13 ----- a) $8,5 \text{ mm.}$
b) $37,0 \text{ mm.}$
c) $179,5 \text{ mm.}$
d) $18,4 \text{ millones de lts.}$
e) $7,18 \text{ millones de lts.}$
f) $0,6 \text{ millones de lts.}$
g) $3,75 \text{ mm/día}$

14 -----	<u>AÑO</u>	<u>PRECIPITACION AJUSTADA (mm.)</u>
	1969	1040
	68	1120
	67	1280

15 -----	<u>AÑO</u>	<u>PRECIPITACION AJUSTADA (mm.)</u>
	1953	500 mm.
	58	"
	61	"
	64	"

16 ----- $\bar{P} (1968 - 74) = 1400 \text{ mm.}$

17 ----- $\text{tg} = 1,25$

18 ----- a) $\bar{P} = 1500 \text{ mm.}$
b) $\bar{M} = 1700 \text{ mm.}$

19 -----	<u>Estación</u>	<u>$\bar{P} (61/76)$</u>
	1	1449
	2	1311
	3	1120
	4	902
	5	1296
	6	1522

PROBLEMA N°

RESPUESTA

20 -----

Precipitacion media = 759,6 mm.
 en la cuenca
 o
 764,4 mm.

21 -----

\bar{P} (1959 - 76) = 923,6 mm

22 -----

\bar{P} = 85 mm

23 -----

\bar{P} = 539,10 mm.

24 -----

\bar{P} = 1055,5 mm.

25 -----

\bar{P} = 1843,7 mm.

26 -----

\bar{P} = 1213,5 mm.

27 -----

\bar{P} (1961 - 76) = 868,4 mm.

28 -----

Tr = 20 años

29 -----

K = 1,7926

30 -----

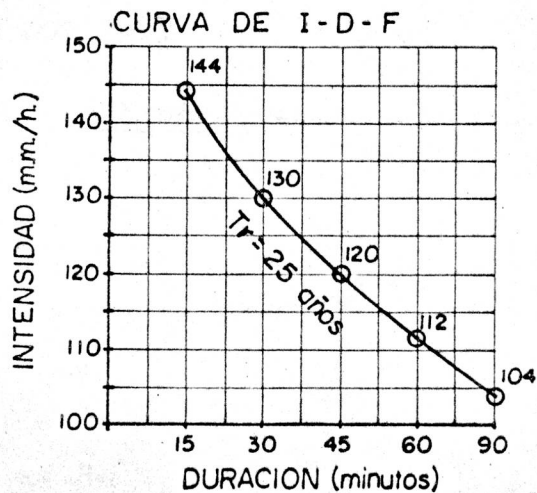
Tr = 50 años

31 -----

a) P max. = 27,9 mm.

b) Tr = 20 años

32 -----



PROBLEMA N°

RESPUESTA

33 -----

- a) I 118 mm/h.
- b) I 73 mm/h.

34 -----

- a) $\bar{I} = 28,9$ mm/h. ; $\nabla i = 4,06$ mm/h.
- b) I = 46,4 mm/h.

35 -----

I = 5,25 mm ; $\nabla i = 1,69$ mm

36 -----

- a) D.B. = 44 Millones de m³
- b) Excedencias = 15,3 Millones de m³

37 -----

Area = 5473,5 Ha.

38 -----

	Mayo	JUNIO	JULIO
a) Volumen (10 ⁶ m ³)	0,1856	1,2446	1,2856
b) Area (Ha.)	843,8	No necesita riego	

39 -----

Escurren 100 mm mas cuando existe el embalse

40 -----

	E-79	F-79
E.T.P. (mm)	70	50
A (mm)	0	0
D.N. (mm)	10	5

41 -----

$Q_s = 141$ l/seg.

42 -----

Lamina escurrida = 2,97 mm
Lamina infiltrada = 1,61 mm

43 -----

K = 0,08 Minutos⁻¹

44 -----

- a) siguiente pagina
- b) $f_p = 7,8 + 52,2 e^{-0,0815 t}$; t en minutos
- c) siguiente pagina

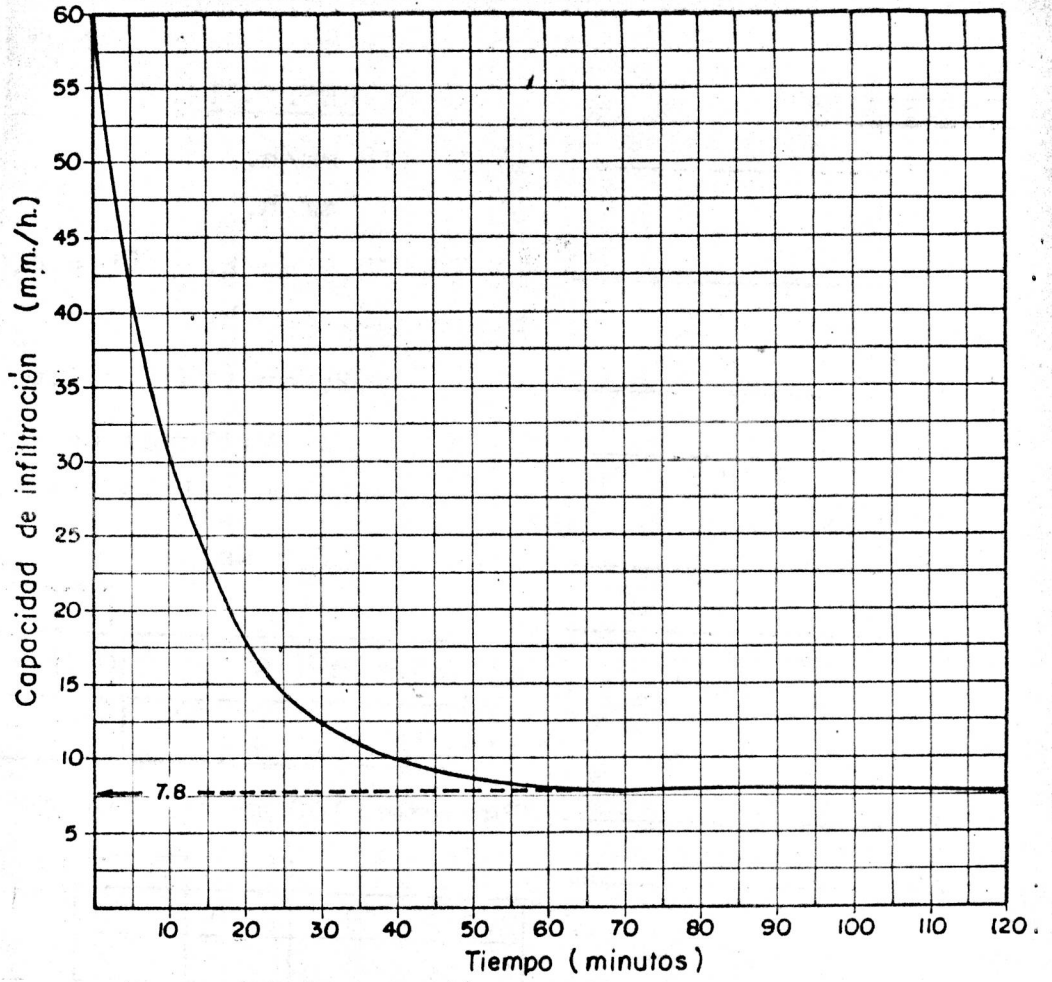
45 -----

$f_p = 12 + 48 e^{-0,122 t}$; t en minutos

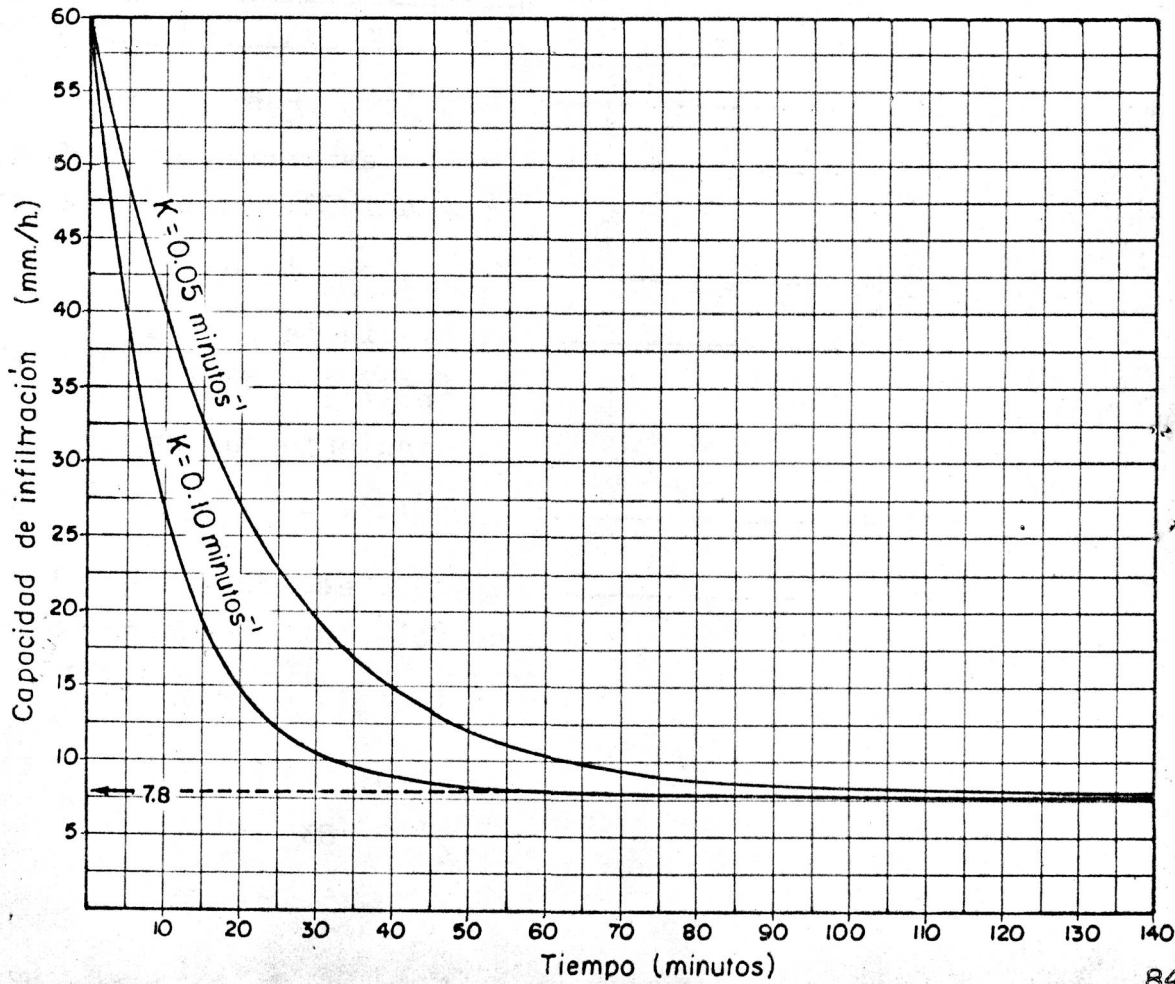
46 -----

- a) Vol. escurrido = 141,6 m³/Ha.
- b) Vol. infiltrado = 148,4 m³/Ha
- c) $f_p = 15 + 30 e^{-0,077 t}$; t en minutos

44 ----- a)



c)



PROBLEMA N°

RESPUESTA

- 47 ----- a) Esgurrimiento = 33,2 mm
b) Esgurrimiento = 43,3 mm
- 48 ----- a) Esgurrimiento = 1,33 mm
b) Vol. infiltrado = $124 \times 10^3 \text{ m}^3$
- 49 ----- a) Perdidas = 42 mm = 70 %
b) Coeficiente de esgurrimiento = 30 %
- 50 ----- a) Lamina esgurrida = 27,6 mm
b) Perdidas = 60,5 mm
c) Coef. de esgurrimiento = 39,5 %

- 51 ----- a) \bar{P} cuenca = 36 mm
- b)

<u>Tiempo</u> <u>(Horas)</u>	<u>H.U.</u> <u>(m³/seg.)</u>
0,0	0,00
0,5	1,00
1,0	3,11
1,5	6,33
2,0	9,56
2,5	7,22
3,0	4,33
3,5	2,56
4,0	1,33
4,5	0,67
5,0	0,00

- c)

<u>Tiempo</u> <u>(Horas)</u>	<u>Q total</u> <u>(m³/seg.)</u>
0,0	10,0
0,5	21,0
1,0	74,2
1,5	139,6
2,0	205,2
2,5	159,4
3,0	102,6
3,5	68,2
4,0	44,6
4,5	32,4
5,0	20,0

- 52 -----

<u>Tiempo</u> <u>(Horas)</u>	<u>Q total</u> <u>(m³/seg.)</u>
0,0	0,0
0,5	41,0
1,0	81,9
1,5	69,3
2,0	31,5
2,5	0,0

PROBLEMA N°

RESPUESTA

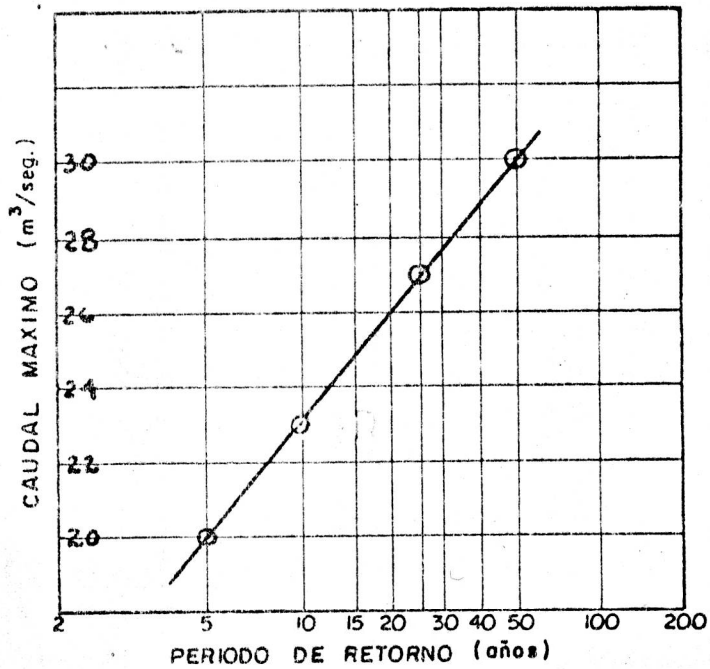
53 -----

Tiempo (Horas)	Q total (m ³ /seg.)
0,0	3,0
0,5	32,3
1,0	85,3
1,5	105,3
2,0	88,4
2,5	67,2
3,0	48,4
3,5	29,7
4,0	21,9
4,5	14,5
5,0	8,0

54 -----

$Q = 7 \text{ m}^3/\text{seg.}$

55 -----



56 -----

$Q = 56,2 \text{ m}^3/\text{seg.}$

57 -----

Ancho mínimo = 5 metros

58 -----

$Q = 1,768 \text{ m}^3/\text{seg}$

59 -----

a) $Q = 10,53 \text{ m}^3/\text{seg.}$

b) $V_B = 0,25 \text{ m}/\text{seg.}$

PROBLEMA N°

RESPUESTA

- 60 ----- a) $T_c = 15$ minutos
 b) $I = 100$ mm/h.
 c) $Q = 37,5$ m³/seg.
 d) $S = 7,08$ %
- 61 ----- $n = 0,0316$
- 62 ----- $T_r = 10$ años
- 63 ----- Canal rectangular de base 3,5 m y altura 1,8 m
- 64 ----- $S = 0,007$

65 -----

	a)	b)	c)	d)
Tiempo (Horas)	Q_3 Total (m ³ /seg.)	Q Base (m ³ /seg.)	Q Dir. (m ³ /seg.)	H.U. (m ³ /seg.)
0	50	50	0	0
2	165	50	115	1,389
4	400	50	350	4,227
6	200	50	150	1,812
8	100	50	50	0,604
10	75	50	25	0,302
12	50	50	0	0

e) $\bar{V} = 1$ m/seg. - Si, en la rama ascendente en donde el nivel es igual al de las 11:00 H.L.V.

f) $T_b = 12$ horas

- 66 ----- V pto. = 0.72 m/seg.
- 67 ----- Probabilidad = 4,8 %

68 ----- a) Coef escurrimiento = 47,8 %

b)

Tiempo (Minutos)	Q Total (m ³ /seg.)
0	2,53
30	14,18
60	51,81
90	30,15
120	16,67
150	9,23
180	3,70

PROBLEMA N°

RESPUESTA

69

1) $Q = 1,5 (h+0,8)^3$; h en metros
Q en m³/seg.

Tiempo (Horas)	Q Total (m ³ /seg.)
0	1,5
2	96,0
4	324,0
6	96,0
8	12,0
10	5,06

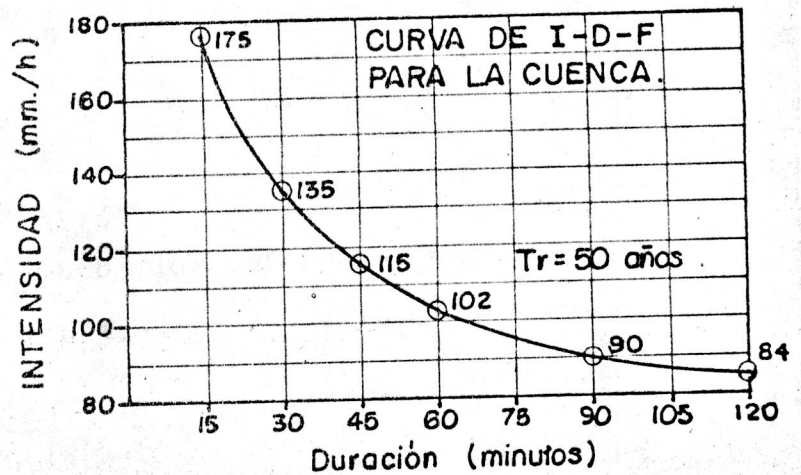
Tiempo (Horas)	H.U. (m ³ /seg.)
0	0
2	4,69
4	16,05
6	4,6
8	0,38
10	0

4) Coef. de escurrimiento = 25 %

5) \bar{P} cuenca = 120 mm

6) Tr = 20 años

7)



8) $K = 0,111 \text{ Minutos}^{-1}$

PROBLEMA N°

RESPUESTA

70 ----- 1) $Q = 5 (h+0,6)^{2,556}$; h en metros
 Q en m³/seg.

2)

<u>Tiempo (Horas)</u>	<u>Q Total (m³/seg.)</u>
0	24,0
0,5	56,0
1,0	321,8
1,5	184,2
2,0	56,0
2,5	33,0

3)

<u>Tiempo (Horas)</u>	<u>H.U. (m³/seg.)</u>
0	0
0,5	3,99
1,0	38,91
1,5	20,48
2,0	3,28
2,5	0

4) Coef. de escurrimiento = 30 %

5) \bar{P} cuenca = 40,8 mm

6)

<u>Tiempo (Horas)</u>	<u>Q Total (m³/seg.)</u>
0	24,00
0,5	74,68
1,0	504,25
1,5	280,28
2,0	71,38
2,5	33,00

7) $Tr \approx 54$ años

8) $f_p = 9 + 60 e^{-0,0945 t}$; t en minutos

9) Ancho $\approx 26,5$ metros

