

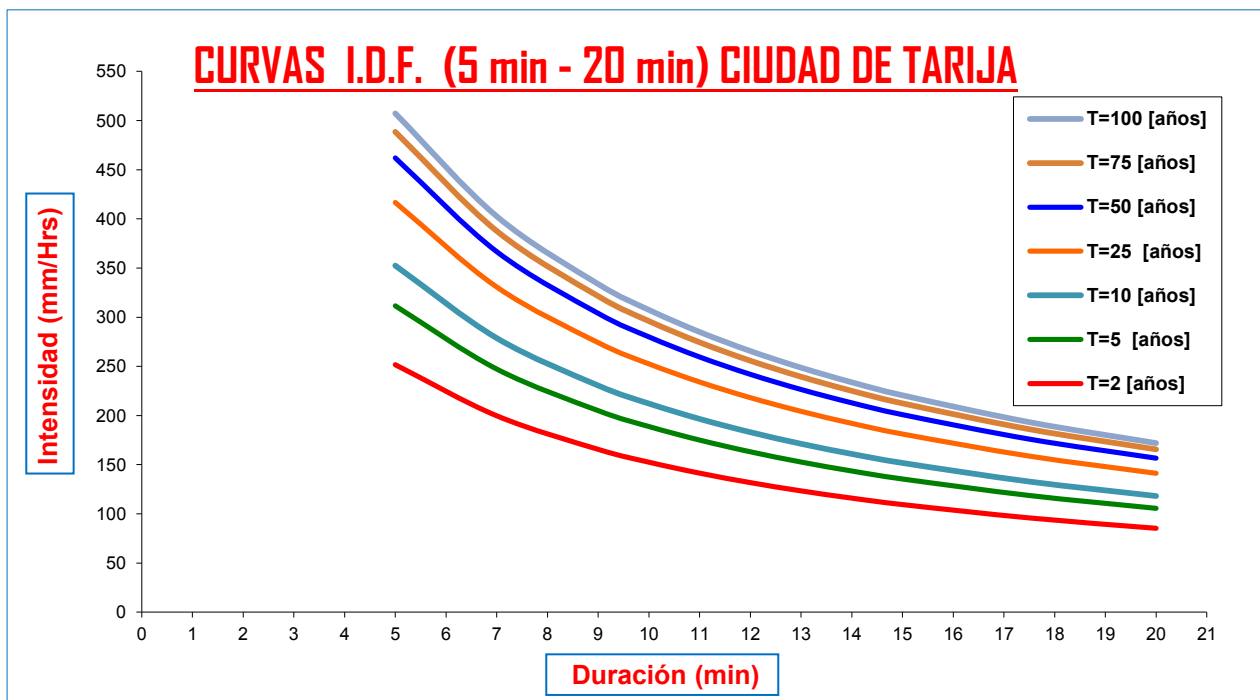
# APLICACION DE LA METODOLOGIA TALBOT A LA CIUDAD DE TARIJA

Este modelo tiene una limitante en la duracion de la lluvia (5 min - 20 min) por lo cual tenemos:

Periodo de Retorno	Coeficientes	
	a	b
2	1936.62	2.69407
5	2397.20	2.69407
10	2665.61	2.56189
25	3206.18	2.69407
50	3554.60	2.69407
75	3758.41	2.69407
100	3903.01	2.69407

$$i = \frac{a}{b + D_{\min}}$$

Periodo de Retorno (años)	Duracion de lluvia en (min)										
	5	7	9	10	11	12	13	14	15	17.5	20
2	251.70	199.77	165.61	152.56	141.42	131.80	123.40	116.01	109.45	95.90	85.34
5	311.56	247.28	204.99	188.84	175.05	163.14	152.75	143.60	135.48	118.71	105.63
10	352.51	278.77	230.55	212.20	196.55	183.05	171.29	160.95	151.78	132.87	118.15
25	416.71	330.74	274.17	252.57	234.13	218.20	204.29	192.06	181.20	158.77	141.28
50	461.99	366.68	303.97	280.02	259.57	241.91	226.49	212.93	200.89	176.02	156.63
75	488.48	387.70	321.39	296.08	274.45	255.78	239.48	225.13	212.41	186.11	165.61
100	507.28	402.62	333.76	307.47	285.01	265.62	248.69	233.80	220.58	193.28	171.98



# METODO DE TALBOT

**Modelo Propuesto por Linsley para llluvias de duracion entre 5 a 20 min.**

De las Curvas Intensidad - Duracion - Frecuencia tenemos:

Para T= 2 años tenemos:

Periodo de Retorno (años)	Intensidad (mm/hrs)	Duracion Lluvia (min)
2	436.924	5
2	315.887	8
2	250.947	10
2	209.920	13
2	181.430	15
2	160.380	18
2	144.131	20

El metodo consiste en la Propuesta dada por Talbot para realizar una regresion Lineal por Minimos Cuadrados se tiene:

$$\Rightarrow i = \frac{a}{b + D} \quad \Rightarrow D = a * \frac{1}{i} - b$$

Si  $Y = D$ ;  $X = 1/i$ ;  $A = a$ ;  $B = -b$ ;  $\Rightarrow$  se tiene:  $Y = A * X + B$

Se ajusta para poder realizar una regresion lineal y determinar los parametros a,b; de la ecuacion de Talbot.

## Aplicando el Metodo tenemos:

X=1/i	Y =D
0.002289	5
0.003166	7.5
0.003985	10
0.004764	12.5
0.005512	15
0.006235	17.5
0.006938	20
Sumatorias:	0.032888      87.5

Realizando operaciones Auxiliares se tiene:  $n = 7$

$$\sum X^2 = 0.00017 \quad \sum X * Y = 0.4651$$

Y resolviendo manualmente el Sistema de 2 ecuaciones con 2 incognitas tenemos:

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum Y = A * n + B * \sum X \\ \sum XY = A * \sum X + B * \sum X^2 \end{array} \right. \rightarrow \left\{ \begin{array}{l} A = 3233.947 \\ B = -2.69407 \end{array} \right.$$

Por lo tanto las Constantes para la Ecuacion Intensidad son:

$$\begin{aligned} \rightarrow a = A &= 3233.95 \\ \rightarrow b = -B &= 2.6941 \end{aligned}$$

**De las Curvas Intensidad - Duracion - Frecuencia tenemos:  
Para T= 5 años tenemos:**

Periodo de Retorno (años)	Intensidad (mm/hrs)	Duracion Lluvia (min)
5	537.983	5
5	388.951	8
5	308.990	10
5	258.474	13
5	223.394	15
5	197.476	18
5	177.468	20

El metodo consiste en la Propuesta dada por Talbot para realizar una regresion Lineal por Minimos Cuadrados se tiene:

$$\rightarrow i = \frac{a}{b + D} \quad \rightarrow D = a * \frac{1}{i} - b$$

Si  $Y = D$ ;  $X = 1/i$ ;  $A = a$ ;  $B = -b$ ;  $\rightarrow$  se tiene:  $Y = A * X + B$

Se ajusta para poder realizar una regresion lineal y determinar los parametros a,b; de la ecuacion de Talbot.

**Aplicando el Metodo tenemos:**

	X=1/i	Y =D
	0.001859	5
	0.002571	7.5
	0.003236	10
	0.003869	12.5
	0.004476	15
	0.005064	17.5
	0.005635	20
<b>Sumatorias:</b>	<b>0.026710</b>	<b>87.5</b>

Realizando operaciones Auxiliares se tiene:  $n = 7$

$$\sum X^2 = 0.00011 \quad \sum X * Y = 0.3778$$

Y resolviendo manualmente el Sistema de 2 ecuaciones con 2 incognitas tenemos:

$$\begin{cases} \sum Y = A * n + B * \sum X \\ \sum XY = A * \sum X + B * \sum X^2 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} A = 3981.949 \\ B = -2.69407 \end{cases}$$

Por lo tanto las Constantes para la Ecuacion Intensidad son:

$$\begin{aligned} \rightarrow a = A &= 3981.95 \\ \rightarrow b = -B &= 2.6941 \end{aligned}$$

De las Curvas Intensidad - Duracion - Frecuencia tenemos:

Para T= 10 años tenemos:

Periodo de Retorno (años)	Intensidad (mm/hrs)	Duracion Lluvia (min)
10	614.431	5
10	444.222	8
10	352.898	10
10	295.203	13
10	255.138	15
10	225.537	18
10	202.687	20

El metodo consiste en la Propuesta dada por Talbot para realizar una regresion Lineal por Minimos Cuadrados se tiene:

$$\rightarrow i = \frac{a}{b + D} \quad \rightarrow D = a * \frac{1}{i} - b$$

Si  $Y = D$ ;  $X = 1/i$ ;  $A = a$ ;  $B = -b$ ;  $\rightarrow$  se tiene:  $Y = A * X + B$

Se ajusta para poder realizar una regresion lineal y determinar los parametros a,b; de la ecuacion de Talbot.

**Aplicando el Metodo tenemos:**

X=1/i	Y=D
0.001628	5
0.002251	7.5

0.002834	10
0.003387	12.5
0.003919	15
0.004434	17.5
0.004934	20
<b>Sumatorias:</b> <b>0.023387</b>	<b>87.5</b>

Realizando operaciones Auxiliares se tiene:  $n = 7$

$$\sum X^2 = 0.00009 \quad \sum X * Y = 0.3308$$

Y resolviendo manualmente el Sistema de 2 ecuaciones con 2 incognitas tenemos:

$$\begin{cases} \sum Y = A * n + B * \sum X \\ \sum XY = A * \sum X + B * \sum X^2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} A = 4547.8 \\ B = -2.69407 \end{cases}$$

Por lo tanto las Constantes para la Ecuacion Intensidad son:

$$\begin{aligned} \Rightarrow a = A &= 4547.79 \\ \Rightarrow b = -B &= 2.6941 \end{aligned}$$

De las Curvas Intensidad - Duracion - Frecuencia tenemos:  
Para T= 25 años tenemos:

Periodo de Retorno (años)	Intensidad (mm/hrs)	Duracion Lluvia (min)
25	715.490	5
25	517.286	8
25	410.941	10
25	343.757	13
25	297.103	15
25	262.633	18
25	236.024	20

El metodo consiste en la Propuesta dada por Talbot para realizar una regresion Lineal por Minimos Cuadrados se tiene:

$$\Rightarrow i = \frac{a}{b + D} \quad \Rightarrow D = a * \frac{1}{i} - b$$

Si  $Y = D$ ;  $X = 1/i$ ;  $A = a$ ;  $B = -b$ ;  $\Rightarrow$  se tiene:  $Y = A * X + B$

Se ajusta para poder realizar una regresion lineal y determinar los parametros a,b; de la ecuacion de Talbot.

**Aplicando el Metodo tenemos:**

<b>X=1/i</b>	<b>Y =D</b>
0.001398	5
0.001933	7.5
0.002433	10
0.002909	12.5
0.003366	15
0.003808	17.5
0.004237	20
<b>Sumatorias: 0.020084</b>	<b>87.5</b>

Realizando operaciones Auxiliares se tiene:  $n = 7$

$$\sum X^2 = 0.00006 \quad \sum X * Y = 0.2840$$

Y resolviendo manualmente el Sistema de 2 ecuaciones con 2 incognitas tenemos:

$$\begin{cases} \sum Y = A * n + B * \sum X \\ \sum XY = A * \sum X + B * \sum X^2 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} A = 5295.79 \\ B = -2.69407 \end{cases}$$

Por lo tanto las Constantes para la Ecuacion Intensidad son:

$$\begin{aligned} \rightarrow a = A &= 5295.79 \\ \rightarrow b = -B &= 2.6941 \end{aligned}$$

De las Curvas Intensidad - Duracion - Frecuencia tenemos:  
Para T= 50 años tenemos:

<b>Periodo de Retorno (años)</b>	<b>Intensidad (mm/hrs)</b>	<b>Duracion Lluvia (min)</b>
50	791.938	5
50	572.556	8
50	454.849	10
50	380.486	13
50	328.847	15
50	290.694	18
50	261.242	20

El metodo consiste en la Propuesta dada por Talbot para realizar una regresion Lineal por Minimos Cuadrados se tiene:

$$\longrightarrow i = \frac{a}{b + D} \quad \longrightarrow D = a * \frac{1}{i} - b$$

Si  $Y = D$ ;  $X = 1/i$ ;  $A = a$ ;  $B = -b$ ;  $\longrightarrow$  se tiene:  $Y = A * X + B$

Se ajusta para poder realizar una regresion lineal y determinar los parametros a,b; de la ecuacion de Talbot.

**Aplicando el Metodo tenemos:**

<b>X=1/i</b>	<b>Y =D</b>
0.001263	5
0.001747	7.5
0.002199	10
0.002628	12.5
0.003041	15
0.003440	17.5
0.003828	20
<b>Sumatorias:</b> <b>0.018145</b>	<b>87.5</b>

Realizando operaciones Auxiliares se tiene:  $n = 7$

$$\sum X^2 = 0.00005 \quad \sum X * Y = 0.2566$$

Y resolviendo manualmente el Sistema de 2 ecuaciones con 2 incognitas tenemos:

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum Y = A * n + B * \sum X \\ \sum XY = A * \sum X + B * \sum X^2 \end{array} \right. \longrightarrow \left\{ \begin{array}{l} A = 5861.63 \\ B = -2.69407 \end{array} \right.$$

Por lo tanto las Constantes para la Ecuacion Intensidad son:

$$\longrightarrow a = A = 5861.63$$

$$\longrightarrow b = -B = 2.6941$$

De las Curvas Intensidad - Duracion - Frecuencia tenemos:  
Para T= 75 años tenemos:

<b>Periodo de Retorno (años)</b>	<b>Intensidad (mm/hrs)</b>	<b>Duracion Lluvia (min)</b>
75	836.657	5
75	604.888	8
75	480.534	10
75	401.972	13

75	347.417	15
75	307.109	18
75	275.994	20

El metodo consiste en la Propuesta dada por Talbot para realizar una regresion Lineal por Minimos Cuadrados se tiene:

$$i = \frac{a}{b + D} \quad \rightarrow \quad D = a * \frac{1}{i} - b$$

Si  $Y = D$ ;  $X = 1/i$ ;  $A = a$ ;  $B = -b$ ;  $\rightarrow$  se tiene:  $Y = A * X + B$

Se ajusta para poder realizar una regresion lineal y determinar los parametros a,b; de la ecuacion de Talbot.

**Aplicando el Metodo tenemos:**

X=1/i	Y=D
0.001195	5
0.001653	7.5
0.002081	10
0.002488	12.5
0.002878	15
0.003256	17.5
0.003623	20
<b>Sumatorias:</b>	<b>0.017175      87.5</b>

Realizando operaciones Auxiliares se tiene:  $n = 7$

$$\sum X^2 = 0.00005 \quad \sum X * Y = 0.2429$$

Y resolviendo manualmente el Sistema de 2 ecuaciones con 2 incognitas tenemos:

$$\begin{cases} \sum Y = A * n + B * \sum X \\ \sum XY = A * \sum X + B * \sum X^2 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} A = 6192.63 \\ B = -2.69407 \end{cases}$$

Por lo tanto las Constantes para la Ecuacion Intensidad son:

$$\begin{aligned} a = A &= 6192.63 \\ b = -B &= 2.6941 \end{aligned}$$

De las Curvas Intensidad - Duracion - Frecuencia tenemos:  
Para T= 100 años tenemos:



Periodo de Retorno (años)	Intensidad (mm/hrs)	Duracion Lluvia (min)
100	868.386	5
100	627.827	8
100	498.757	10
100	417.216	13
100	360.592	15
100	318.756	18
100	286.461	20

El metodo consiste en la Propuesta dada por Talbot para realizar una regresion Lineal por Minimos Cuadrados se tiene:

$$\Rightarrow i = \frac{a}{b + D} \quad \Rightarrow D = a * \frac{1}{i} - b$$

Si  $Y = D$ ;  $X = 1/i$ ;  $A = a$ ;  $B = -b$ ;  $\Rightarrow$  se tiene:  $Y = A * X + B$

Se ajusta para poder realizar una regresion lineal y determinar los parametros a,b; de la ecuacion de Talbot.

### Aplicando el Metodo tenemos:

$X = 1/i$	$Y = D$
0.001152	5
0.001593	7.5
0.002005	10
0.002397	12.5
0.002773	15
0.003137	17.5
0.003491	20
<b>Sumatorias:</b>	<b>0.016547</b>
	<b>87.5</b>


Realizando operaciones Auxiliares se tiene:  $n = 7$


$$\sum X^2 = 0.00004 \quad \sum X * Y = 0.2340$$

Y resolviendo manualmente el Sistema de 2 ecuaciones con 2 incognitas tenemos:


$$\left\{ \begin{array}{l} \sum Y = A * n + B * \sum X \\ \sum XY = A * \sum X + B * \sum X^2 \end{array} \right. \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} A = 6427.47 \\ B = -2.69407 \end{array} \right.$$

Por lo tanto las Constantes para la Ecuacion Intensidad son:

  $a = A = 6427.47$

  $b = -B = 2.6941$

Periodo de Retorno	Coeficientes	
	a	b
2	3233.95	2.6941
5	3981.95	2.6941
10	4547.79	2.6941
25	5295.79	2.6941
50	5861.63	2.6941
75	6192.63	2.6941
100	6427.47	2.6941

 
$$i = \frac{a}{b + D_{\min}}$$

**Ecuacion calculada para duraciones entre 5 minutos a 20 minutos**

# METODO DE TALBOT

**Modelo Propuesto por Linsley para llluvias de duracion entre 5 a 20 min.**

De las Curvas Intensidad - Duracion - Frecuencia tenemos:

Para T= 2 años tenemos:

Periodo de Retorno (años)	Intensidad (mm/hrs)	Duracion Lluvia (min)
2	412.162	5
2	297.986	8
2	236.725	10
2	198.023	13
2	171.148	15
2	151.291	18
2	135.963	20

El metodo consiste en la Propuesta dada por Talbot para realizar una regresion Lineal por Minimos Cuadrados se tiene:

$$\Rightarrow i = \frac{a}{b + D} \quad \Rightarrow D = a * \frac{1}{i} - b$$

Si  $Y = D$ ;  $X = 1/i$ ;  $A = a$ ;  $B = -b$ ;  $\Rightarrow$  se tiene:  $Y = A * X + B$

Se ajusta para poder realizar una regresion lineal y determinar los parametros a,b; de la ecuacion de Talbot.

## Aplicando el Metodo tenemos:

X=1/i	Y =D
0.002426	5
0.003356	7.5
0.004224	10
0.005050	12.5
0.005843	15
0.006610	17.5
0.007355	20
<b>Sumatorias:</b>	<b>0.034864      87.5</b>

Realizando operaciones Auxiliares se tiene:  $n = 7$

$$\sum X^2 = 0.00019 \quad \sum X * Y = 0.4931$$

Y resolviendo manualmente el Sistema de 2 ecuaciones con 2 incognitas tenemos:

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum Y = A * n + B * \sum X \\ \sum XY = A * \sum X + B * \sum X^2 \end{array} \right. \rightarrow \left\{ \begin{array}{l} A = 3050.674 \\ B = -2.69407 \end{array} \right.$$

Por lo tanto las Constantes para la Ecuacion Intensidad son:

$$\begin{array}{l} \rightarrow a = A = 3050.67 \\ \rightarrow b = -B = 2.6941 \end{array}$$

**De las Curvas Intensidad - Duracion - Frecuencia tenemos:  
Para T= 5 años tenemos:**

Periodo de Retorno (años)	Intensidad (mm/hrs)	Duracion Lluvia (min)
5	514.347	5
5	371.863	8
5	295.415	10
5	247.118	13
5	213.579	15
5	188.800	18
5	169.671	20

El metodo consiste en la Propuesta dada por Talbot para realizar una regresion Lineal por Minimos Cuadrados se tiene:

$$\rightarrow i = \frac{a}{b + D} \quad \rightarrow D = a * \frac{1}{i} - b$$

Si  $Y = D$ ;  $X = 1/i$ ;  $A = a$ ;  $B = -b$ ;  $\rightarrow$  se tiene:  $Y = A * X + B$

Se ajusta para poder realizar una regresion lineal y determinar los parametros a,b; de la ecuacion de Talbot.

**Aplicando el Metodo tenemos:**

	X=1/i	Y =D
	0.001944	5
	0.002689	7.5
	0.003385	10
	0.004047	12.5
	0.004682	15
	0.005297	17.5
	0.005894	20
<b>Sumatorias:</b>	<b>0.027938</b>	<b>87.5</b>

Realizando operaciones Auxiliares se tiene:  $n = 7$

$$\sum X^2 = 0.00012 \quad \sum X * Y = 0.3951$$

Y resolviendo manualmente el Sistema de 2 ecuaciones con 2 incognitas tenemos:

$$\begin{cases} \sum Y = A * n + B * \sum X \\ \sum XY = A * \sum X + B * \sum X^2 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} A = 3807.006 \\ B = -2.69407 \end{cases}$$

Por lo tanto las Constantes para la Ecuacion Intensidad son:

$$\begin{aligned} \rightarrow a = A &= 3807.01 \\ \rightarrow b = -B &= 2.6941 \end{aligned}$$

De las Curvas Intensidad - Duracion - Frecuencia tenemos:  
Para T= 10 años tenemos:

Periodo de Retorno (años)	Intensidad (mm/hrs)	Duracion Lluvia (min)
10	591.647	5
10	427.749	8
10	339.812	10
10	284.256	13
10	245.677	15
10	217.174	18
10	195.171	20

El metodo consiste en la Propuesta dada por Talbot para realizar una regresion Lineal por Minimos Cuadrados se tiene:

$$\rightarrow i = \frac{a}{b + D} \quad \rightarrow D = a * \frac{1}{i} - b$$

Si  $Y = D$ ;  $X = 1/i$ ;  $A = a$ ;  $B = -b$ ;  $\rightarrow$  se tiene:  $Y = A * X + B$

Se ajusta para poder realizar una regresion lineal y determinar los parametros a,b; de la ecuacion de Talbot.

**Aplicando el Metodo tenemos:**

X=1/i	Y=D
0.001690	5
0.002338	7.5

0.002943	10
0.003518	12.5
0.004070	15
0.004605	17.5
0.005124	20
<b>Sumatorias:</b> 0.024287	<b>87.5</b>

Realizando operaciones Auxiliares se tiene:  $n = 7$

$$\sum X^2 = 0.00009 \quad \sum X * Y = 0.3435$$

Y resolviendo manualmente el Sistema de 2 ecuaciones con 2 incognitas tenemos:

$$\begin{cases} \sum Y = A * n + B * \sum X \\ \sum XY = A * \sum X + B * \sum X^2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} A = 4379.1 \\ B = -2.69407 \end{cases}$$

Por lo tanto las Constantes para la Ecuacion Intensidad son:

$$\begin{aligned} \Rightarrow a = A &= 4379.15 \\ \Rightarrow b = -B &= 2.6941 \end{aligned}$$

De las Curvas Intensidad - Duracion - Frecuencia tenemos:  
Para T= 25 años tenemos:

Periodo de Retorno (años)	Intensidad (mm/hrs)	Duracion Lluvia (min)
25	693.831	5
25	501.627	8
25	398.501	10
25	333.351	13
25	288.109	15
25	254.683	18
25	228.879	20

El metodo consiste en la Propuesta dada por Talbot para realizar una regresion Lineal por Minimos Cuadrados se tiene:

$$\Rightarrow i = \frac{a}{b + D} \quad \Rightarrow D = a * \frac{1}{i} - b$$

Si  $Y = D$ ;  $X = 1/i$ ;  $A = a$ ;  $B = -b$ ;  $\Rightarrow$  se tiene:  $Y = A * X + B$

Se ajusta para poder realizar una regresion lineal y determinar los parametros a,b; de la ecuacion de Talbot.

**Aplicando el Metodo tenemos:**

<b>X=1/i</b>	<b>Y =D</b>
0.001441	5
0.001994	7.5
0.002509	10
0.003000	12.5
0.003471	15
0.003926	17.5
0.004369	20
<b>Sumatorias: 0.020711</b>	<b>87.5</b>

Realizando operaciones Auxiliares se tiene:  $n = 7$

$\sum X^2 = 0.00007$        $\sum X * Y = 0.2929$

Y resolviendo manualmente el Sistema de 2 ecuaciones con 2 incognitas tenemos:

$$\begin{cases} \sum Y = A * n + B * \sum X \\ \sum XY = A * \sum X + B * \sum X^2 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} A = 5135.48 \\ B = -2.69407 \end{cases}$$

Por lo tanto las Constantes para la Ecuacion Intensidad son:

$a = A = 5135.48$   
 $b = -B = 2.6941$

De las Curvas Intensidad - Duracion - Frecuencia tenemos:  
 Para T= 50 años tenemos:

<b>Periodo de Retorno (años)</b>	<b>Intensidad (mm/hrs)</b>	<b>Duracion Lluvia (min)</b>
50	771.131	5
50	557.513	8
50	442.898	10
50	370.490	13
50	320.207	15
50	283.057	18
50	254.378	20

El metodo consiste en la Propuesta dada por Talbot para realizar una regresion Lineal por Minimos Cuadrados se tiene:

$$\longrightarrow i = \frac{a}{b + D} \quad \longrightarrow D = a * \frac{1}{i} - b$$

Si  $Y = D$ ;  $X = 1/i$ ;  $A = a$ ;  $B = -b$ ;  $\longrightarrow$  se tiene:  $Y = A * X + B$

Se ajusta para poder realizar una regresion lineal y determinar los parametros a,b; de la ecuacion de Talbot.

**Aplicando el Metodo tenemos:**

<b>X=1/i</b>	<b>Y =D</b>
0.001297	5
0.001794	7.5
0.002258	10
0.002699	12.5
0.003123	15
0.003533	17.5
0.003931	20
<b>Sumatorias: 0.018634</b>	<b>87.5</b>

Realizando operaciones Auxiliares se tiene:  $n = 7$

$$\sum X^2 = 0.00005 \quad \sum X * Y = 0.2635$$

Y resolviendo manualmente el Sistema de 2 ecuaciones con 2 incognitas tenemos:

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum Y = A * n + B * \sum X \\ \sum XY = A * \sum X + B * \sum X^2 \end{array} \right. \longrightarrow \left\{ \begin{array}{l} A = 5707.62 \\ B = -2.69407 \end{array} \right.$$

Por lo tanto las Constantes para la Ecuacion Intensidad son:

$$\longrightarrow a = A = 5707.62$$

$$\longrightarrow b = -B = 2.6941$$

De las Curvas Intensidad - Duracion - Frecuencia tenemos:  
Para T= 75 años tenemos:

<b>Periodo de Retorno (años)</b>	<b>Intensidad (mm/hrs)</b>	<b>Duracion Lluvia (min)</b>
75	816.348	5
75	590.204	8
75	468.869	10
75	392.214	13



75	338.983	15
75	299.655	18
75	269.294	20

El metodo consiste en la Propuesta dada por Talbot para realizar una regresion Lineal por Minimos Cuadrados se tiene:

$$\Rightarrow i = \frac{a}{b + D} \quad \Rightarrow D = a * \frac{1}{i} - b$$

Si  $Y = D$ ;  $X = 1/i$ ;  $A = a$ ;  $B = -b$ ;  $\Rightarrow$  se tiene:  $Y = A * X + B$

Se ajusta para poder realizar una regresion lineal y determinar los parametros a,b; de la ecuacion de Talbot.

**Aplicando el Metodo tenemos:**

<b>X=1/i</b>	<b>Y =D</b>
0.001225	5
0.001694	7.5
0.002133	10
0.002550	12.5
0.002950	15
0.003337	17.5
0.003713	20
<b>Sumatorias: 0.017602</b>	<b>87.5</b>

Realizando operaciones Auxiliares se tiene:  $n = 7$

$$\sum X^2 = 0.00005 \quad \sum X * Y = 0.2489$$

Y resolviendo manualmente el Sistema de 2 ecuaciones con 2 incognitas tenemos:

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum Y = A * n + B * \sum X \\ \sum XY = A * \sum X + B * \sum X^2 \end{array} \right. \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} A = 6042.31 \\ B = -2.69407 \end{array} \right.$$

Por lo tanto las Constantes para la Ecuacion Intensidad son:

$$\Rightarrow a = A = 6042.31$$

$$\Rightarrow b = -B = 2.6941$$

**De las Curvas Intensidad - Duracion - Frecuencia tenemos:**  
**Para T= 100 años tenemos:**

Periodo de Retorno (años)	Intensidad (mm/hrs)	Duracion Lluvia (min)
100	848.430	5
100	613.399	8
100	487.295	10
100	407.628	13
100	352.305	15
100	311.431	18
100	279.878	20

El metodo consiste en la Propuesta dada por Talbot para realizar una regresion Lineal por Minimos Cuadrados se tiene:

$$i = \frac{a}{b + D} \quad \Rightarrow \quad D = a * \frac{1}{i} - b$$

Si  $Y = D$ ;  $X = 1/i$ ;  $A = a$ ;  $B = -b$ ;  $\Rightarrow$  se tiene:  $Y = A * X + B$

Se ajusta para poder realizar una regresion lineal y determinar los parametros a,b; de la ecuacion de Talbot.

### Aplicando el Metodo tenemos:

$X = 1/i$	$Y = D$
0.001179	5
0.001630	7.5
0.002052	10
0.002453	12.5
0.002838	15
0.003211	17.5
0.003573	20
<b>Sumatorias:</b>	<b>0.016937</b>
	<b>87.5</b>


Realizando operaciones Auxiliares se tiene:  $n = 7$


$$\sum X^2 = 0.00005 \quad \sum X * Y = 0.2395$$

Y resolviendo manualmente el Sistema de 2 ecuaciones con 2 incognitas tenemos:


$$\begin{cases} \sum Y = A * n + B * \sum X \\ \sum XY = A * \sum X + B * \sum X^2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} A = 6279.77 \\ B = -2.69407 \end{cases}$$

Por lo tanto las Constantes para la Ecuacion Intensidad son:

  $a = A = 6279.77$

  $b = -B = 2.6941$

Periodo de Retorno	Coeficientes	
	a	b
2	3050.67	2.6941
5	3807.01	2.6941
10	4379.15	2.6941
25	5135.48	2.6941
50	5707.62	2.6941
75	6042.31	2.6941
100	6279.77	2.6941

 
$$i = \frac{a}{b + D_{\min}}$$

Ecuacion calculada para duraciones entre 5 minutos a 20 minutos

# METODO DE TALBOT

**Modelo Propuesto por Linsley para llluvias de duracion entre 5 a 20 min.**

De las Curvas Intensidad - Duracion - Frecuencia tenemos:

Para T= 2 años tenemos:

Periodo de Retorno (años)	Intensidad (mm/hrs)	Duracion Lluvia (min)
2	135.847	5
2	98.215	8
2	78.024	10
2	65.268	13
2	56.410	15
2	49.865	18
2	44.813	20

El metodo consiste en la Propuesta dada por Talbot para realizar una regresion Lineal por Minimos Cuadrados se tiene:

$$\Rightarrow i = \frac{a}{b + D} \quad \Rightarrow D = a * \frac{1}{i} - b$$

Si  $Y = D$ ;  $X = 1/i$ ;  $A = a$ ;  $B = -b$ ;  $\Rightarrow$  se tiene:  $Y = A * X + B$

Se ajusta para poder realizar una regresion lineal y determinar los parametros a,b; de la ecuacion de Talbot.

## Aplicando el Metodo tenemos:

X=1/i	Y =D
0.007361	5
0.010182	7.5
0.012817	10
0.015321	12.5
0.017727	15
0.020054	17.5
0.022315	20
<b>Sumatorias: 0.105778</b>	<b>87.5</b>

Realizando operaciones Auxiliares se tiene:  $n = 7$

$$\sum X^2 = 0.00177 \quad \sum X * Y = 1.4960$$

**Y resolviendo manualmente el Sistema de 2 ecuaciones con 2 incognitas tenemos:**

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum Y = A \cdot n + B \cdot \sum X \\ \sum XY = A \cdot \sum X + B \cdot \sum X^2 \end{array} \right. \longrightarrow \left\{ \begin{array}{l} A = 1005.492 \\ B = -2.69407 \end{array} \right.$$

Por lo tanto las Constantes para la Ecuacion Intensidad son:

$$\begin{aligned} \longrightarrow a &= A = 1005.49 \\ \longrightarrow b &= -B = 2.6941 \end{aligned}$$

**De las Curvas Intensidad - Duracion - Frecuencia tenemos:  
Para T= 5 años tenemos:**

Periodo de Retorno (años)	Intensidad (mm/hrs)	Duracion Lluvia (min)
5	170.493	5
5	123.264	8
5	97.923	10
5	81.914	13
5	70.796	15
5	62.583	18
5	56.242	20

El metodo consiste en la Propuesta dada por Talbot para realizar una regresion Lineal por Minimos Cuadrados se tiene:

$$\longrightarrow i = \frac{a}{b + D} \longrightarrow D = a * \frac{1}{i} - b$$

Si  $Y = D$ ;  $X = 1/i$ ;  $A = a$ ;  $B = -b$ ;  $\longrightarrow$  se tiene:  $Y = A * X + B$

Se ajusta para poder realizar una regresion lineal y determinar los parametros a,b; de la ecuacion de Talbot.

**Aplicando el Metodo tenemos:**

	X=1/i	Y =D
	0.005865	5
	0.008113	7.5
	0.010212	10
	0.012208	12.5
	0.014125	15
	0.015979	17.5
	0.017780	20
<b>Sumatorias:</b>	<b>0.084282</b>	<b>87.5</b>

Realizando operaciones Auxiliares se tiene:  $n = 7$

$$\sum X^2 = 0.00112 \quad \sum X * Y = 1.1920$$

Y resolviendo manualmente el Sistema de 2 ecuaciones con 2 incognitas tenemos:

$$\begin{cases} \sum Y = A * n + B * \sum X \\ \sum XY = A * \sum X + B * \sum X^2 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} A = 1261.930 \\ B = -2.69407 \end{cases}$$

Por lo tanto las Constantes para la Ecuacion Intensidad son:

$$\begin{aligned} \rightarrow a = A &= 1261.93 \\ \rightarrow b = -B &= 2.6941 \end{aligned}$$

De las Curvas Intensidad - Duracion - Frecuencia tenemos:  
Para T= 10 años tenemos:

Periodo de Retorno (años)	Intensidad (mm/hrs)	Duracion Lluvia (min)
10	196.702	5
10	142.212	8
10	112.976	10
10	94.506	13
10	81.679	15
10	72.203	18
10	64.888	20

El metodo consiste en la Propuesta dada por Talbot para realizar una regresion Lineal por Minimos Cuadrados se tiene:

$$\rightarrow i = \frac{a}{b + D} \quad \rightarrow D = a * \frac{1}{i} - b$$

Si  $Y = D$ ;  $X = 1/i$ ;  $A = a$ ;  $B = -b$ ;  $\rightarrow$  se tiene:  $Y = A * X + B$

Se ajusta para poder realizar una regresion lineal y determinar los parametros a,b; de la ecuacion de Talbot.

**Aplicando el Metodo tenemos:**

X=1/i	Y=D
0.005084	5
0.007032	7.5

0.008851	10
0.010581	12.5
0.012243	15
0.013850	17.5
0.015411	20
<b>Sumatorias:</b> 0.073053	<b>87.5</b>

Realizando operaciones Auxiliares se tiene:  $n = 7$

$$\sum X^2 = 0.00084 \quad \sum X * Y = 1.0332$$

Y resolviendo manualmente el Sistema de 2 ecuaciones con 2 incognitas tenemos:

$$\begin{cases} \sum Y = A * n + B * \sum X \\ \sum XY = A * \sum X + B * \sum X^2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} A = 1455.9 \\ B = -2.69407 \end{cases}$$

Por lo tanto las Constantes para la Ecuacion Intensidad son:

$$\begin{aligned} \Rightarrow a = A &= 1455.92 \\ \Rightarrow b = -B &= 2.6941 \end{aligned}$$

De las Curvas Intensidad - Duracion - Frecuencia tenemos:  
Para T= 25 años tenemos:

Periodo de Retorno (años)	Intensidad (mm/hrs)	Duracion Lluvia (min)
25	231.348	5
25	167.260	8
25	132.875	10
25	111.151	13
25	96.066	15
25	84.920	18
25	76.316	20

El metodo consiste en la Propuesta dada por Talbot para realizar una regresion Lineal por Minimos Cuadrados se tiene:

$$\Rightarrow i = \frac{a}{b + D} \quad \Rightarrow D = a * \frac{1}{i} - b$$

Si  $Y = D$ ;  $X = 1/i$ ;  $A = a$ ;  $B = -b$ ;  $\Rightarrow$  se tiene:  $Y = A * X + B$

Se ajusta para poder realizar una regresion lineal y determinar los parametros a,b; de la ecuacion de Talbot.

**Aplicando el Metodo tenemos:**

<b>X=1/i</b>	<b>Y =D</b>
0.004322	5
0.005979	7.5
0.007526	10
0.008997	12.5
0.010410	15
0.011776	17.5
0.013103	20
<b>Sumatorias:</b>	<b>0.062112      87.5</b>

Realizando operaciones Auxiliares se tiene:  $n = 7$

$$\sum X^2 = 0.00061 \quad \sum X * Y = 0.8785$$

Y resolviendo manualmente el Sistema de 2 ecuaciones con 2 incognitas tenemos:

$$\begin{cases} \sum Y = A * n + B * \sum X \\ \sum XY = A * \sum X + B * \sum X^2 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} A = 1712.35 \\ B = -2.69407 \end{cases}$$

Por lo tanto las Constantes para la Ecuacion Intensidad son:

$$\begin{aligned} \rightarrow a = A &= 1712.35 \\ \rightarrow b = -B &= 2.6941 \end{aligned}$$

De las Curvas Intensidad - Duracion - Frecuencia tenemos:  
Para T= 50 años tenemos:

<b>Periodo de Retorno (años)</b>	<b>Intensidad (mm/hrs)</b>	<b>Duracion Lluvia (min)</b>
50	257.557	5
50	186.209	8
50	147.928	10
50	123.743	13
50	106.949	15
50	94.541	18
50	84.962	20

El metodo consiste en la Propuesta dada por Talbot para realizar una regresion Lineal por Minimos Cuadrados se tiene:



$$\longrightarrow i = \frac{a}{b + D} \quad \longrightarrow D = a * \frac{1}{i} - b$$

Si  $Y = D$ ;  $X = 1/i$ ;  $A = a$ ;  $B = -b$ ;  $\longrightarrow$  se tiene:  $Y = A * X + B$

Se ajusta para poder realizar una regresion lineal y determinar los parametros a,b; de la ecuacion de Talbot.

**Aplicando el Metodo tenemos:**

<b>X=1/i</b>	<b>Y =D</b>
0.003883	5
0.005370	7.5
0.006760	10
0.008081	12.5
0.009350	15
0.010577	17.5
0.011770	20
<b>Sumatorias:</b> <b>0.055792</b>	<b>87.5</b>

Realizando operaciones Auxiliares se tiene:  $n = 7$

$$\sum X^2 = 0.00049 \quad \sum X * Y = 0.7891$$

Y resolviendo manualmente el Sistema de 2 ecuaciones con 2 incognitas tenemos:

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum Y = A * n + B * \sum X \\ \sum XY = A * \sum X + B * \sum X^2 \end{array} \right. \longrightarrow \left\{ \begin{array}{l} A = 1906.34 \\ B = -2.69407 \end{array} \right.$$

Por lo tanto las Constantes para la Ecuacion Intensidad son:

$$\longrightarrow a = A = 1906.34$$

$$\longrightarrow b = -B = 2.6941$$

De las Curvas Intensidad - Duracion - Frecuencia tenemos:  
Para T= 75 años tenemos:

<b>Periodo de Retorno (años)</b>	<b>Intensidad (mm/hrs)</b>	<b>Duracion Lluvia (min)</b>
75	272.888	5
75	197.293	8
75	156.733	10
75	131.109	13

75	113.315	15
75	100.168	18
75	90.020	20

El metodo consiste en la Propuesta dada por Talbot para realizar una regresion Lineal por Minimos Cuadrados se tiene:

$$i = \frac{a}{b + D} \quad \rightarrow \quad D = a * \frac{1}{i} - b$$

Si  $Y = D$ ;  $X = 1/i$ ;  $A = a$ ;  $B = -b$ ;  $\rightarrow$  se tiene:  $Y = A * X + B$

Se ajusta para poder realizar una regresion lineal y determinar los parametros a,b; de la ecuacion de Talbot.

**Aplicando el Metodo tenemos:**

<b>X=1/i</b>	<b>Y =D</b>
0.003665	5
0.005069	7.5
0.006380	10
0.007627	12.5
0.008825	15
0.009983	17.5
0.011109	20
<b>Sumatorias: 0.052657</b>	<b>87.5</b>

Realizando operaciones Auxiliares se tiene:  $n = 7$

$$\sum X^2 = 0.00044 \quad \sum X * Y = 0.7447$$

Y resolviendo manualmente el Sistema de 2 ecuaciones con 2 incognitas tenemos:

$$\begin{cases} \sum Y = A * n + B * \sum X \\ \sum XY = A * \sum X + B * \sum X^2 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} A = 2019.82 \\ B = -2.69407 \end{cases}$$

Por lo tanto las Constantes para la Ecuacion Intensidad son:

$$\begin{aligned} a = A &= 2019.82 \\ b = -B &= 2.6941 \end{aligned}$$

**De las Curvas Intensidad - Duracion - Frecuencia tenemos:  
Para T= 100 años tenemos:**

Periodo de Retorno (años)	Intensidad (mm/hrs)	Duracion Lluvia (min)
100	283.766	5
100	205.157	8
100	162.981	10
100	136.335	13
100	117.832	15
100	104.161	18
100	93.608	20

El metodo consiste en la Propuesta dada por Talbot para realizar una regresion Lineal por Minimos Cuadrados se tiene:

$$i = \frac{a}{b + D} \quad \Rightarrow \quad D = a * \frac{1}{i} - b$$

Si  $Y = D$ ;  $X = 1/i$ ;  $A = a$ ;  $B = -b$ ;  $\Rightarrow$  se tiene:  $Y = A * X + B$

Se ajusta para poder realizar una regresion lineal y determinar los parametros a,b; de la ecuacion de Talbot.

### Aplicando el Metodo tenemos:

X=1/i	Y = D
0.003524	5
0.004874	7.5
0.006136	10
0.007335	12.5
0.008487	15
0.009601	17.5
0.010683	20
<b>Sumatorias:</b>	<b>0.050639</b> <b>87.5</b>


Realizando operaciones Auxiliares se tiene:  $n = 7$


$$\sum X^2 = 0.00041 \quad \sum X * Y = 0.7162$$

Y resolviendo manualmente el Sistema de 2 ecuaciones con 2 incognitas tenemos:


$$\begin{cases} \sum Y = A * n + B * \sum X \\ \sum XY = A * \sum X + B * \sum X^2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} A = 2100.33 \\ B = -2.69407 \end{cases}$$

Por lo tanto las Constantes para la Ecuacion Intensidad son:

  $a = A = 2100.33$

  $b = -B = 2.6941$

Periodo de Retorno	Coeficientes	
	a	b
2	1005.49	2.6941
5	1261.93	2.6941
10	1455.92	2.6941
25	1712.35	2.6941
50	1906.34	2.6941
75	2019.82	2.6941
100	2100.33	2.6941

 
$$i = \frac{a}{b + D_{\min}}$$

**Ecuacion calculada para duraciones entre 5 minutos a 20 minutos**

# METODO DE TALBOT

**Modelo Propuesto por Linsley para llluvias de duracion entre 5 a 20 min.**

De las Curvas Intensidad - Duracion - Frecuencia tenemos:

Para T= 2 años tenemos:

Periodo de Retorno (años)	Intensidad (mm/hrs)	Duracion Lluvia (min)
2	362.987	5
2	262.433	8
2	208.481	10
2	174.397	13
2	150.728	15
2	133.241	18
2	119.741	20

El metodo consiste en la Propuesta dada por Talbot para realizar una regresion Lineal por Minimos Cuadrados se tiene:

$$i = \frac{a}{b + D} \quad \Rightarrow \quad D = a * \frac{1}{i} - b$$

Si  $Y = D$ ;  $X = 1/i$ ;  $A = a$ ;  $B = -b$ ;  $\Rightarrow$  se tiene:  $Y = A * X + B$

Se ajusta para poder realizar una regresion lineal y determinar los parametros a,b; de la ecuacion de Talbot.

## Aplicando el Metodo tenemos:

X=1/i	Y =D
0.002755	5
0.003810	7.5
0.004797	10
0.005734	12.5
0.006634	15
0.007505	17.5
0.008351	20
<b>Sumatorias: 0.039587</b>	<b>87.5</b>

Realizando operaciones Auxiliares se tiene:  $n = 7$

$$\sum X^2 = 0.00025 \quad \sum X * Y = 0.5599$$

**Y resolviendo manualmente el Sistema de 2 ecuaciones con 2 incognitas tenemos:**

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum Y = A \cdot n + B \cdot \sum X \\ \sum XY = A \cdot \sum X + B \cdot \sum X^2 \end{array} \right. \rightarrow \left\{ \begin{array}{l} A = 2686.698 \\ B = -2.69407 \end{array} \right.$$

Por lo tanto las Constantes para la Ecuacion Intensidad son:

$$\begin{aligned} \rightarrow a = A &= 2686.70 \\ \rightarrow b = -B &= 2.6941 \end{aligned}$$

**De las Curvas Intensidad - Duracion - Frecuencia tenemos:  
Para T= 5 años tenemos:**

Periodo de Retorno (años)	Intensidad (mm/hrs)	Duracion Lluvia (min)
5	439.986	5
5	318.102	8
5	252.706	10
5	211.391	13
5	182.701	15
5	161.504	18
5	145.141	20

El metodo consiste en la Propuesta dada por Talbot para realizar una regresion Lineal por Minimos Cuadrados se tiene:

$$\rightarrow i = \frac{a}{b + D} \quad \rightarrow D = a * \frac{1}{i} - b$$

Si  $Y = D$ ;  $X = 1/i$ ;  $A = a$ ;  $B = -b$ ;  $\rightarrow$  se tiene:  $Y = A * X + B$

Se ajusta para poder realizar una regresion lineal y determinar los parametros a,b; de la ecuacion de Talbot.

**Aplicando el Metodo tenemos:**

	X=1/i	Y =D
	0.002273	5
	0.003144	7.5
	0.003957	10
	0.004731	12.5
	0.005473	15
	0.006192	17.5
	0.006890	20
<b>Sumatorias:</b>	<b>0.032659</b>	<b>87.5</b>

Realizando operaciones Auxiliares se tiene:  $n = 7$

$$\sum X^2 = 0.00017 \quad \sum X * Y = 0.4619$$

Y resolviendo manualmente el Sistema de 2 ecuaciones con 2 incognitas tenemos:

$$\begin{cases} \sum Y = A * n + B * \sum X \\ \sum XY = A * \sum X + B * \sum X^2 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} A = 3256.615 \\ B = -2.69407 \end{cases}$$

Por lo tanto las Constantes para la Ecuacion Intensidad son:

$$\begin{aligned} \rightarrow a = A &= 3256.61 \\ \rightarrow b = -B &= 2.6941 \end{aligned}$$

De las Curvas Intensidad - Duracion - Frecuencia tenemos:  
Para T= 10 años tenemos:

Periodo de Retorno (años)	Intensidad (mm/hrs)	Duracion Lluvia (min)
10	498.233	5
10	360.213	8
10	286.160	10
10	239.376	13
10	206.888	15
10	182.885	18
10	164.356	20

El metodo consiste en la Propuesta dada por Talbot para realizar una regresion Lineal por Minimos Cuadrados se tiene:

$$\rightarrow i = \frac{a}{b + D} \quad \rightarrow D = a * \frac{1}{i} - b$$

Si  $Y = D$ ;  $X = 1/i$ ;  $A = a$ ;  $B = -b$ ;  $\rightarrow$  se tiene:  $Y = A * X + B$

Se ajusta para poder realizar una regresion lineal y determinar los parametros a,b; de la ecuacion de Talbot.

**Aplicando el Metodo tenemos:**

X=1/i	Y=D
0.002007	5
0.002776	7.5

0.003495	10
0.004178	12.5
0.004834	15
0.005468	17.5
0.006084	20
<b>Sumatorias:</b> 0.028841	<b>87.5</b>

Realizando operaciones Auxiliares se tiene:  $n = 7$

$$\sum X^2 = 0.00013 \quad \sum X * Y = 0.4079$$

Y resolviendo manualmente el Sistema de 2 ecuaciones con 2 incognitas tenemos:

$$\begin{cases} \sum Y = A * n + B * \sum X \\ \sum XY = A * \sum X + B * \sum X^2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} A = 3687.7 \\ B = -2.69407 \end{cases}$$

Por lo tanto las Constantes para la Ecuacion Intensidad son:

$$\begin{aligned} \Rightarrow a = A &= 3687.74 \\ \Rightarrow b = -B &= 2.6941 \end{aligned}$$

De las Curvas Intensidad - Duracion - Frecuencia tenemos:  
Para T= 25 años tenemos:

Periodo de Retorno (años)	Intensidad (mm/hrs)	Duracion Lluvia (min)
25	575.232	5
25	415.882	8
25	330.384	10
25	276.370	13
25	238.861	15
25	211.149	18
25	189.756	20

El metodo consiste en la Propuesta dada por Talbot para realizar una regresion Lineal por Minimos Cuadrados se tiene:

$$\Rightarrow i = \frac{a}{b + D} \quad \Rightarrow D = a * \frac{1}{i} - b$$

Si  $Y = D$ ;  $X = 1/i$ ;  $A = a$ ;  $B = -b$ ;  $\Rightarrow$  se tiene:  $Y = A * X + B$

Se ajusta para poder realizar una regresion lineal y determinar los parametros a,b; de la ecuacion de Talbot.



**Aplicando el Metodo tenemos:**

<b>X=1/i</b>	<b>Y =D</b>
0.001738	5
0.002405	7.5
0.003027	10
0.003618	12.5
0.004187	15
0.004736	17.5
0.005270	20
<b>Sumatorias: 0.024981</b>	<b>87.5</b>

Realizando operaciones Auxiliares se tiene:  $n = 7$

$$\sum X^2 = 0.00010 \quad \sum X * Y = 0.3533$$

Y resolviendo manualmente el Sistema de 2 ecuaciones con 2 incognitas tenemos:

$$\begin{cases} \sum Y = A * n + B * \sum X \\ \sum XY = A * \sum X + B * \sum X^2 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} A = 4257.66 \\ B = -2.69407 \end{cases}$$

Por lo tanto las Constantes para la Ecuacion Intensidad son:

$$\begin{aligned} \rightarrow a = A &= 4257.66 \\ \rightarrow b = -B &= 2.6941 \end{aligned}$$

De las Curvas Intensidad - Duracion - Frecuencia tenemos:  
Para T= 50 años tenemos:

<b>Periodo de Retorno (años)</b>	<b>Intensidad (mm/hrs)</b>	<b>Duracion Lluvia (min)</b>
50	633.479	5
50	457.994	8
50	363.838	10
50	304.355	13
50	263.048	15
50	232.530	18
50	208.970	20

El metodo consiste en la Propuesta dada por Talbot para realizar una regresion Lineal por Minimos Cuadrados se tiene:

$$\longrightarrow i = \frac{a}{b + D} \quad \longrightarrow D = a * \frac{1}{i} - b$$

Si  $Y = D$ ;  $X = 1/i$ ;  $A = a$ ;  $B = -b$ ;  $\longrightarrow$  se tiene:  $Y = A * X + B$

Se ajusta para poder realizar una regresion lineal y determinar los parametros a,b; de la ecuacion de Talbot.

**Aplicando el Metodo tenemos:**

<b>X=1/i</b>	<b>Y =D</b>
0.001579	5
0.002183	7.5
0.002748	10
0.003286	12.5
0.003802	15
0.004301	17.5
0.004785	20
<b>Sumatorias: 0.022684</b>	<b>87.5</b>

Realizando operaciones Auxiliares se tiene:  $n = 7$

$$\sum X^2 = 0.00008 \quad \sum X * Y = 0.3208$$

Y resolviendo manualmente el Sistema de 2 ecuaciones con 2 incognitas tenemos:

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum Y = A * n + B * \sum X \\ \sum XY = A * \sum X + B * \sum X^2 \end{array} \right. \longrightarrow \left\{ \begin{array}{l} A = 4688.78 \\ B = -2.69407 \end{array} \right.$$

Por lo tanto las Constantes para la Ecuacion Intensidad son:

$$\longrightarrow a = A = 4688.78$$

$$\longrightarrow b = -B = 2.6941$$

De las Curvas Intensidad - Duracion - Frecuencia tenemos:  
Para T= 75 años tenemos:

<b>Periodo de Retorno (años)</b>	<b>Intensidad (mm/hrs)</b>	<b>Duracion Lluvia (min)</b>
75	667.552	5
75	482.627	8
75	383.408	10
75	320.725	13

75	277.197	15
75	245.036	18
75	220.210	20

El metodo consiste en la Propuesta dada por Talbot para realizar una regresion Lineal por Minimos Cuadrados se tiene:

$$\Rightarrow i = \frac{a}{b + D} \quad \Rightarrow D = a * \frac{1}{i} - b$$

Si  $Y = D$ ;  $X = 1/i$ ;  $A = a$ ;  $B = -b$ ;  $\Rightarrow$  se tiene:  $Y = A * X + B$

Se ajusta para poder realizar una regresion lineal y determinar los parametros a,b; de la ecuacion de Talbot.

**Aplicando el Metodo tenemos:**

X=1/i	Y=D
0.001498	5
0.002072	7.5
0.002608	10
0.003118	12.5
0.003608	15
0.004081	17.5
0.004541	20
<b>Sumatorias:</b>	<b>0.021526      87.5</b>

Realizando operaciones Auxiliares se tiene:  $n = 7$

$$\sum X^2 = 0.00007 \quad \sum X * Y = 0.3044$$

Y resolviendo manualmente el Sistema de 2 ecuaciones con 2 incognitas tenemos:

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum Y = A * n + B * \sum X \\ \sum XY = A * \sum X + B * \sum X^2 \end{array} \right. \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} A = 4940.97 \\ B = -2.69407 \end{array} \right.$$

Por lo tanto las Constantes para la Ecuacion Intensidad son:

$$\Rightarrow a = A = 4940.97$$

$$\Rightarrow b = -B = 2.6941$$

**De las Curvas Intensidad - Duracion - Frecuencia tenemos:**  
**Para T= 100 años tenemos:**

Periodo de Retorno (años)	Intensidad (mm/hrs)	Duracion Lluvia (min)
100	691.727	5
100	500.105	8
100	397.293	10
100	332.340	13
100	287.235	15
100	253.910	18
100	228.185	20

El metodo consiste en la Propuesta dada por Talbot para realizar una regresion Lineal por Minimos Cuadrados se tiene:

$$i = \frac{a}{b + D} \quad \longrightarrow \quad D = a * \frac{1}{i} - b$$

Si  $Y = D$ ;  $X = 1/i$ ;  $A = a$ ;  $B = -b$ ;  $\longrightarrow$  se tiene:  $Y = A * X + B$

Se ajusta para poder realizar una regresion lineal y determinar los parametros a,b; de la ecuacion de Talbot.

**Aplicando el Metodo tenemos:**

X=1/i	Y = D
0.001446	5
0.002000	7.5
0.002517	10
0.003009	12.5
0.003481	15
0.003938	17.5
0.004382	20
<b>Sumatorias:</b>	<b>0.020774      87.5</b>


Realizando operaciones Auxiliares se tiene:  $n = 7$


$$\sum X^2 = 0.00007 \quad \sum X * Y = 0.2938$$

Y resolviendo manualmente el Sistema de 2 ecuaciones con 2 incognitas tenemos:


$$\left\{ \begin{array}{l} \sum Y = A * n + B * \sum X \\ \sum XY = A * \sum X + B * \sum X^2 \end{array} \right. \longrightarrow \left\{ \begin{array}{l} A = 5119.91 \\ B = -2.69407 \end{array} \right.$$

Por lo tanto las Constantes para la Ecuacion Intensidad son:

  $a = A = 5119.91$

  $b = -B = 2.6941$

Periodo de Retorno	Coeficientes	
	a	b
2	2686.70	2.694069
5	3256.61	2.694069
10	3687.74	2.694069
25	4257.66	2.694069
50	4688.78	2.694069
75	4940.97	2.694069
100	5119.91	2.694069

 
$$i = \frac{a}{b + D_{\min}}$$

**Ecuacion calculada para duraciones entre 5 minutos a 20 minutos**

# METODO DE TALBOT

**Modelo Propuesto por Linsley para llluvias de duracion entre 5 a 20 min.**

De las Curvas Intensidad - Duracion - Frecuencia tenemos:

Para T= 2 años tenemos:

Periodo de Retorno (años)	Intensidad (mm/hrs)	Duracion Lluvia (min)
2	173.061	5
2	125.120	8
2	99.398	10
2	83.147	13
2	71.863	15
2	63.525	18
2	57.089	20

El metodo consiste en la Propuesta dada por Talbot para realizar una regresion Lineal por Minimos Cuadrados se tiene:

$$\Rightarrow i = \frac{a}{b + D} \quad \Rightarrow D = a * \frac{1}{i} - b$$

Si Y= D; X=1/i; A=a; B=-b;  $\Rightarrow$  se tiene:  $Y = A * X + B$

Se ajusta para poder realizar una regresion lineal y determinar los parametros a,b; de la ecuacion de Talbot.

**Aplicando el Metodo tenemos:**

X=1/i	Y =D
0.005778	5
0.007992	7.5
0.010061	10
0.012027	12.5
0.013915	15
0.015742	17.5
0.017517	20
<b>Sumatorias:</b>	<b>0.083032      87.5</b>

Realizando operaciones Auxiliares se tiene:  $n = 7$

$$\sum X^2 = 0.00109 \quad \sum X * Y = 1.1743$$

**Y resolviendo manualmente el Sistema de 2 ecuaciones con 2 incognitas tenemos:**

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum Y = A \cdot n + B \cdot \sum X \\ \sum XY = A \cdot \sum X + B \cdot \sum X^2 \end{array} \right. \rightarrow \left\{ \begin{array}{l} A = 1280.937 \\ B = -2.69407 \end{array} \right.$$

Por lo tanto las Constantes para la Ecuacion Intensidad son:

$$\begin{aligned} \rightarrow a = A &= 1280.94 \\ \rightarrow b = -B &= 2.6941 \end{aligned}$$

**De las Curvas Intensidad - Duracion - Frecuencia tenemos:  
Para T= 5 años tenemos:**

Periodo de Retorno (años)	Intensidad (mm/hrs)	Duracion Lluvia (min)
5	202.775	5
5	146.602	8
5	116.463	10
5	97.423	13
5	84.201	15
5	74.432	18
5	66.891	20

El metodo consiste en la Propuesta dada por Talbot para realizar una regresion Lineal por Minimos Cuadrados se tiene:

$$\rightarrow i = \frac{a}{b + D} \quad \rightarrow D = a * \frac{1}{i} - b$$

Si  $Y = D$ ;  $X = 1/i$ ;  $A = a$ ;  $B = -b$ ;  $\rightarrow$  se tiene:  $Y = A * X + B$

Se ajusta para poder realizar una regresion lineal y determinar los parametros a,b; de la ecuacion de Talbot.

**Aplicando el Metodo tenemos:**

	X=1/i	Y =D
	0.004932	5
	0.006821	7.5
	0.008586	10
	0.010265	12.5
	0.011876	15
	0.013435	17.5
	0.014950	20
<b>Sumatorias:</b>	<b>0.070865</b>	<b>87.5</b>

Realizando operaciones Auxiliares se tiene:  $n = 7$

$$\sum X^2 = 0.00079 \quad \sum X * Y = 1.0022$$

Y resolviendo manualmente el Sistema de 2 ecuaciones con 2 incognitas tenemos:

$$\begin{cases} \sum Y = A * n + B * \sum X \\ \sum XY = A * \sum X + B * \sum X^2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} A = 1500.863 \\ B = -2.69407 \end{cases}$$

Por lo tanto las Constantes para la Ecuacion Intensidad son:

$$\begin{aligned} \Rightarrow a = A &= 1500.86 \\ \Rightarrow b = -B &= 2.6941 \end{aligned}$$

De las Curvas Intensidad - Duracion - Frecuencia tenemos:  
Para T= 10 años tenemos:

Periodo de Retorno (años)	Intensidad (mm/hrs)	Duracion Lluvia (min)
10	225.252	5
10	162.853	8
10	129.373	10
10	108.222	13
10	93.534	15
10	82.683	18
10	74.305	20

El metodo consiste en la Propuesta dada por Talbot para realizar una regresion Lineal por Minimos Cuadrados se tiene:

$$\Rightarrow i = \frac{a}{b + D} \quad \Rightarrow D = a * \frac{1}{i} - b$$

Si  $Y = D$ ;  $X = 1/i$ ;  $A = a$ ;  $B = -b$ ;  $\Rightarrow$  se tiene:  $Y = A * X + B$

Se ajusta para poder realizar una regresion lineal y determinar los parametros a,b; de la ecuacion de Talbot.

**Aplicando el Metodo tenemos:**

X=1/i	Y=D
0.004439	5
0.006141	7.5



0.007730	10
0.009240	12.5
0.010691	15
0.012094	17.5
0.013458	20
<b>Sumatorias:</b> 0.063794	<b>87.5</b>

Realizando operaciones Auxiliares se tiene:  $n = 7$

$$\sum X^2 = 0.00064 \quad \sum X * Y = 0.9022$$

Y resolviendo manualmente el Sistema de 2 ecuaciones con 2 incognitas tenemos:

$$\begin{cases} \sum Y = A * n + B * \sum X \\ \sum XY = A * \sum X + B * \sum X^2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} A = 1667.2 \\ B = -2.69407 \end{cases}$$

Por lo tanto las Constantes para la Ecuacion Intensidad son:

$$\begin{aligned} \Rightarrow a = A &= 1667.23 \\ \Rightarrow b = -B &= 2.6941 \end{aligned}$$

De las Curvas Intensidad - Duracion - Frecuencia tenemos:  
Para T= 25 años tenemos:

Periodo de Retorno (años)	Intensidad (mm/hrs)	Duracion Lluvia (min)
25	254.965	5
25	184.335	8
25	146.439	10
25	122.498	13
25	105.873	15
25	93.589	18
25	84.107	20

El metodo consiste en la Propuesta dada por Talbot para realizar una regresion Lineal por Minimos Cuadrados se tiene:

$$\Rightarrow i = \frac{a}{b + D} \quad \Rightarrow D = a * \frac{1}{i} - b$$

Si  $Y = D$ ;  $X = 1/i$ ;  $A = a$ ;  $B = -b$ ;  $\Rightarrow$  se tiene:  $Y = A * X + B$

Se ajusta para poder realizar una regresion lineal y determinar los parametros a,b; de la ecuacion de Talbot.

**Aplicando el Metodo tenemos:**

	<b>X=1/i</b>	<b>Y =D</b>
	0.003922	5
	0.005425	7.5
	0.006829	10
	0.008163	12.5
	0.009445	15
	0.010685	17.5
	0.011890	20
<b>Sumatorias:</b>	<b>0.056359</b>	<b>87.5</b>

Realizando operaciones Auxiliares se tiene:  $n = 7$

$$\sum X^2 = 0.00050 \quad \sum X * Y = 0.7971$$

Y resolviendo manualmente el Sistema de 2 ecuaciones con 2 incognitas tenemos:

$$\begin{cases} \sum Y = A * n + B * \sum X \\ \sum XY = A * \sum X + B * \sum X^2 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} A = 1887.16 \\ B = -2.69407 \end{cases}$$

Por lo tanto las Constantes para la Ecuacion Intensidad son:

$$\begin{aligned} \rightarrow a = A &= 1887.16 \\ \rightarrow b = -B &= 2.6941 \end{aligned}$$

De las Curvas Intensidad - Duracion - Frecuencia tenemos:  
Para T= 50 años tenemos:

<b>Periodo de Retorno (años)</b>	<b>Intensidad (mm/hrs)</b>	<b>Duracion Lluvia (min)</b>
50	277.442	5
50	200.585	8
50	159.349	10
50	133.297	13
50	115.206	15
50	101.840	18
50	91.522	20

El metodo consiste en la Propuesta dada por Talbot para realizar una regresion Lineal por Minimos Cuadrados se tiene:

$$\longrightarrow i = \frac{a}{b + D} \quad \longrightarrow D = a * \frac{1}{i} - b$$

Si  $Y = D$ ;  $X = 1/i$ ;  $A = a$ ;  $B = -b$ ;  $\longrightarrow$  se tiene:  $Y = A * X + B$

Se ajusta para poder realizar una regresion lineal y determinar los parametros a,b; de la ecuacion de Talbot.

**Aplicando el Metodo tenemos:**

<b>X=1/i</b>	<b>Y =D</b>
0.003604	5
0.004985	7.5
0.006276	10
0.007502	12.5
0.008680	15
0.009819	17.5
0.010926	20
<b>Sumatorias: 0.051793</b>	<b>87.5</b>

Realizando operaciones Auxiliares se tiene:  $n = 7$

$$\sum X^2 = 0.00042 \quad \sum X * Y = 0.7325$$

Y resolviendo manualmente el Sistema de 2 ecuaciones con 2 incognitas tenemos:

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum Y = A * n + B * \sum X \\ \sum XY = A * \sum X + B * \sum X^2 \end{array} \right. \longrightarrow \left\{ \begin{array}{l} A = 2053.52 \\ B = -2.69407 \end{array} \right.$$

Por lo tanto las Constantes para la Ecuacion Intensidad son:

$$\longrightarrow a = A = 2053.52$$

$$\longrightarrow b = -B = 2.6941$$

De las Curvas Intensidad - Duracion - Frecuencia tenemos:  
Para T= 75 años tenemos:

<b>Periodo de Retorno (años)</b>	<b>Intensidad (mm/hrs)</b>	<b>Duracion Lluvia (min)</b>
75	290.590	5
75	210.091	8
75	166.900	10
75	139.614	13

75	120.666	15
75	106.666	18
75	95.859	20

El metodo consiste en la Propuesta dada por Talbot para realizar una regresion Lineal por Minimos Cuadrados se tiene:

$$i = \frac{a}{b + D} \quad \rightarrow \quad D = a * \frac{1}{i} - b$$

Si  $Y = D$ ;  $X = 1/i$ ;  $A = a$ ;  $B = -b$ ;  $\rightarrow$  se tiene:  $Y = A * X + B$

Se ajusta para poder realizar una regresion lineal y determinar los parametros a,b; de la ecuacion de Talbot.

**Aplicando el Metodo tenemos:**

X=1/i	Y=D
0.003441	5
0.004760	7.5
0.005992	10
0.007163	12.5
0.008287	15
0.009375	17.5
0.010432	20
<b>Sumatorias:</b>	<b>0.049450      87.5</b>

Realizando operaciones Auxiliares se tiene:  $n = 7$

$$\sum X^2 = 0.00039 \quad \sum X * Y = 0.6994$$

Y resolviendo manualmente el Sistema de 2 ecuaciones con 2 incognitas tenemos:

$$\begin{cases} \sum Y = A * n + B * \sum X \\ \sum XY = A * \sum X + B * \sum X^2 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} A = 2150.84 \\ B = -2.69407 \end{cases}$$

Por lo tanto las Constantes para la Ecuacion Intensidad son:

$$\begin{aligned} a = A &= 2150.84 \\ b = -B &= 2.6941 \end{aligned}$$

De las Curvas Intensidad - Duracion - Frecuencia tenemos:  
Para T= 100 años tenemos:

Periodo de Retorno (años)	Intensidad (mm/hrs)	Duracion Lluvia (min)
100	299.919	5
100	216.836	8
100	172.258	10
100	144.096	13
100	124.540	15
100	110.090	18
100	98.936	20

El metodo consiste en la Propuesta dada por Talbot para realizar una regresion Lineal por Minimos Cuadrados se tiene:

$$i = \frac{a}{b + D} \quad \Rightarrow \quad D = a * \frac{1}{i} - b$$

Si  $Y = D$ ;  $X = 1/i$ ;  $A = a$ ;  $B = -b$ ;  $\Rightarrow$  se tiene:  $Y = A * X + B$

Se ajusta para poder realizar una regresion lineal y determinar los parametros a,b; de la ecuacion de Talbot.

### Aplicando el Metodo tenemos:

$X = 1/i$	$Y = D$
0.003334	5
0.004612	7.5
0.005805	10
0.006940	12.5
0.008030	15
0.009083	17.5
0.010108	20
<b>Sumatorias:</b>	<b>0.047912</b> <b>87.5</b>


Realizando operaciones Auxiliares se tiene:  $n = 7$


$$\sum X^2 = 0.00036 \quad \sum X * Y = 0.6776$$

Y resolviendo manualmente el Sistema de 2 ecuaciones con 2 incognitas tenemos:


$$\begin{cases} \sum Y = A * n + B * \sum X \\ \sum XY = A * \sum X + B * \sum X^2 \end{cases} \quad \Rightarrow \quad \begin{cases} A = 2219.89 \\ B = -2.69407 \end{cases}$$

Por lo tanto las Constantes para la Ecuacion Intensidad son:

  $a = A = 2219.89$

  $b = -B = 2.6941$

Periodo de Retorno	Coeficientes	
	a	b
2	1280.94	2.6941
5	1500.86	2.6941
10	1667.23	2.6941
25	1887.16	2.6941
50	2053.52	2.6941
75	2150.84	2.6941
100	2219.89	2.6941

 
$$i = \frac{a}{b + D_{\min}}$$

Ecuacion calculada para duraciones entre 5 minutos a 20 minutos

# METODO DE TALBOT

**Modelo Propuesto por Linsley para llluvias de duracion entre 5 a 20 min.**

De las Curvas Intensidad - Duracion - Frecuencia tenemos:

Para T= 2 años tenemos:

Periodo de Retorno (años)	Intensidad (mm/hrs)	Duracion Lluvia (min)
2	243.477	5
2	176.029	8
2	139.841	10
2	116.978	13
2	101.102	15
2	89.372	18
2	80.317	20

El metodo consiste en la Propuesta dada por Talbot para realizar una regresion Lineal por Minimos Cuadrados se tiene:

$$\Rightarrow i = \frac{a}{b + D} \quad \Rightarrow D = a * \frac{1}{i} - b$$

Si Y= D; X=1/i; A=a; B=-b;  $\Rightarrow$  se tiene:  $Y = A * X + B$

Se ajusta para poder realizar una regresion lineal y determinar los parametros a,b; de la ecuacion de Talbot.

## Aplicando el Metodo tenemos:

X=1/i	Y =D
0.004107	5
0.005681	7.5
0.007151	10
0.008549	12.5
0.009891	15
0.011189	17.5
0.012451	20
<b>Sumatorias:</b>	<b>0.059018      87.5</b>

Realizando operaciones Auxiliares se tiene:  $n = 7$

$$\sum X^2 = 0.00055 \quad \sum X * Y = 0.8347$$

Y resolviendo manualmente el Sistema de 2 ecuaciones con 2 incognitas tenemos:

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum Y = A * n + B * \sum X \\ \sum XY = A * \sum X + B * \sum X^2 \end{array} \right. \rightarrow \left\{ \begin{array}{l} A = 1802.126 \\ B = -2.69407 \end{array} \right.$$

Por lo tanto las Constantes para la Ecuacion Intensidad son:

$$\begin{aligned} \rightarrow a = A &= 1802.13 \\ \rightarrow b = -B &= 2.6941 \end{aligned}$$

**De las Curvas Intensidad - Duracion - Frecuencia tenemos:  
Para T= 5 años tenemos:**

Periodo de Retorno (años)	Intensidad (mm/hrs)	Duracion Lluvia (min)
5	324.587	5
5	234.670	8
5	186.426	10
5	155.948	13
5	134.783	15
5	119.145	18
5	107.074	20

El metodo consiste en la Propuesta dada por Talbot para realizar una regresion Lineal por Minimos Cuadrados se tiene:

$$\rightarrow i = \frac{a}{b + D} \quad \rightarrow D = a * \frac{1}{i} - b$$

Si  $Y = D$ ;  $X = 1/i$ ;  $A = a$ ;  $B = -b$ ;  $\rightarrow$  se tiene:  $Y = A * X + B$

Se ajusta para poder realizar una regresion lineal y determinar los parametros a,b; de la ecuacion de Talbot.

**Aplicando el Metodo tenemos:**

	X=1/i	Y =D
	0.003081	5
	0.004261	7.5
	0.005364	10
	0.006412	12.5
	0.007419	15
	0.008393	17.5
	0.009339	20
<b>Sumatorias:</b>	<b>0.044270</b>	<b>87.5</b>



Realizando operaciones Auxiliares se tiene:  $n = 7$

$$\sum X^2 = 0.00031 \quad \sum X * Y = 0.6261$$

Y resolviendo manualmente el Sistema de 2 ecuaciones con 2 incognitas tenemos:

$$\begin{cases} \sum Y = A * n + B * \sum X \\ \sum XY = A * \sum X + B * \sum X^2 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} A = 2402.471 \\ B = -2.69407 \end{cases}$$

Por lo tanto las Constantes para la Ecuacion Intensidad son:

$$\begin{aligned} \rightarrow a = A &= 2402.47 \\ \rightarrow b = -B &= 2.6941 \end{aligned}$$

De las Curvas Intensidad - Duracion - Frecuencia tenemos:

Para T= 10 años tenemos:

Periodo de Retorno (años)	Intensidad (mm/hrs)	Duracion Lluvia (min)
10	385.944	5
10	279.030	8
10	221.667	10
10	185.427	13
10	160.261	15
10	141.667	18
10	127.314	20

El metodo consiste en la Propuesta dada por Talbot para realizar una regresion Lineal por Minimos Cuadrados se tiene:

$$\rightarrow i = \frac{a}{b + D} \quad \rightarrow D = a * \frac{1}{i} - b$$

Si  $Y = D$ ;  $X = 1/i$ ;  $A = a$ ;  $B = -b$ ;  $\rightarrow$  se tiene:  $Y = A * X + B$

Se ajusta para poder realizar una regresion lineal y determinar los parametros a,b; de la ecuacion de Talbot.

**Aplicando el Metodo tenemos:**

X=1/i	Y=D
0.002591	5
0.003584	7.5

0.004511	10
0.005393	12.5
0.006240	15
0.007059	17.5
0.007855	20
<b>Sumatorias:</b> 0.037232	<b>87.5</b>

Realizando operaciones Auxiliares se tiene:  $n = 7$

$$\sum X^2 = 0.00022 \quad \sum X * Y = 0.5266$$

Y resolviendo manualmente el Sistema de 2 ecuaciones con 2 incognitas tenemos:

$$\begin{cases} \sum Y = A * n + B * \sum X \\ \sum XY = A * \sum X + B * \sum X^2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} A = 2856.6 \\ B = -2.69407 \end{cases}$$

Por lo tanto las Constantes para la Ecuacion Intensidad son:

$$\begin{aligned} \Rightarrow a = A &= 2856.61 \\ \Rightarrow b = -B &= 2.6941 \end{aligned}$$

De las Curvas Intensidad - Duracion - Frecuencia tenemos:  
Para T= 25 años tenemos:

Periodo de Retorno (años)	Intensidad (mm/hrs)	Duracion Lluvia (min)
25	467.054	5
25	337.671	8
25	268.252	10
25	224.396	13
25	193.941	15
25	171.440	18
25	154.070	20

El metodo consiste en la Propuesta dada por Talbot para realizar una regresion Lineal por Minimos Cuadrados se tiene:

$$\Rightarrow i = \frac{a}{b + D} \quad \Rightarrow D = a * \frac{1}{i} - b$$

Si  $Y = D$ ;  $X = 1/i$ ;  $A = a$ ;  $B = -b$ ;  $\Rightarrow$  se tiene:  $Y = A * X + B$

Se ajusta para poder realizar una regresion lineal y determinar los parametros a,b; de la ecuacion de Talbot.

**Aplicando el Metodo tenemos:**

	<b>X=1/i</b>	<b>Y =D</b>
	0.002141	5
	0.002961	7.5
	0.003728	10
	0.004456	12.5
	0.005156	15
	0.005833	17.5
	0.006491	20
<b>Sumatorias:</b>	<b>0.030766</b>	<b>87.5</b>

Realizando operaciones Auxiliares se tiene:  $n = 7$

$$\sum X^2 = 0.00015 \quad \sum X * Y = 0.4351$$

Y resolviendo manualmente el Sistema de 2 ecuaciones con 2 incognitas tenemos:

$$\begin{cases} \sum Y = A * n + B * \sum X \\ \sum XY = A * \sum X + B * \sum X^2 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} A = 3456.96 \\ B = -2.69407 \end{cases}$$

Por lo tanto las Constantes para la Ecuacion Intensidad son:

$$\begin{aligned} \rightarrow a = A &= 3456.96 \\ \rightarrow b = -B &= 2.6941 \end{aligned}$$

De las Curvas Intensidad - Duracion - Frecuencia tenemos:  
Para T= 50 años tenemos:

<b>Periodo de Retorno (años)</b>	<b>Intensidad (mm/hrs)</b>	<b>Duracion Lluvia (min)</b>
50	528.411	5
50	382.031	8
50	303.492	10
50	253.875	13
50	219.419	15
50	193.962	18
50	174.311	20

El metodo consiste en la Propuesta dada por Talbot para realizar una regresion Lineal por Minimos Cuadrados se tiene:

$$\longrightarrow i = \frac{a}{b + D} \longrightarrow D = a * \frac{1}{i} - b$$

Si  $Y = D$ ;  $X = 1/i$ ;  $A = a$ ;  $B = -b$ ;  $\longrightarrow$  se tiene:  $Y = A * X + B$

Se ajusta para poder realizar una regresion lineal y determinar los parametros a,b; de la ecuacion de Talbot.

**Aplicando el Metodo tenemos:**

<b>X=1/i</b>	<b>Y =D</b>
0.001892	5
0.002618	7.5
0.003295	10
0.003939	12.5
0.004557	15
0.005156	17.5
0.005737	20
<b>Sumatorias: 0.027194</b>	<b>87.5</b>

Realizando operaciones Auxiliares se tiene:  $n = 7$

$$\sum X^2 = 0.00012 \quad \sum X * Y = 0.3846$$

Y resolviendo manualmente el Sistema de 2 ecuaciones con 2 incognitas tenemos:

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum Y = A * n + B * \sum X \\ \sum XY = A * \sum X + B * \sum X^2 \end{array} \right. \longrightarrow \left\{ \begin{array}{l} A = 3911.10 \\ B = -2.69407 \end{array} \right.$$

Por lo tanto las Constantes para la Ecuacion Intensidad son:

$$\longrightarrow a = A = 3911.10$$

$$\longrightarrow b = -B = 2.6941$$

De las Curvas Intensidad - Duracion - Frecuencia tenemos:  
Para T= 75 años tenemos:

<b>Periodo de Retorno (años)</b>	<b>Intensidad (mm/hrs)</b>	<b>Duracion Lluvia (min)</b>
75	564.303	5
75	407.980	8
75	324.107	10
75	271.119	13

75	234.323	15
75	207.137	18
75	186.150	20

El metodo consiste en la Propuesta dada por Talbot para realizar una regresion Lineal por Minimos Cuadrados se tiene:

$$\Rightarrow i = \frac{a}{b + D} \quad \Rightarrow D = a * \frac{1}{i} - b$$

Si  $Y = D$ ;  $X = 1/i$ ;  $A = a$ ;  $B = -b$ ;  $\Rightarrow$  se tiene:  $Y = A * X + B$

Se ajusta para poder realizar una regresion lineal y determinar los parametros a,b; de la ecuacion de Talbot.

**Aplicando el Metodo tenemos:**

<b>X=1/i</b>	<b>Y =D</b>
0.001772	5
0.002451	7.5
0.003085	10
0.003688	12.5
0.004268	15
0.004828	17.5
0.005372	20
<b>Sumatorias: 0.025464</b>	<b>87.5</b>

Realizando operaciones Auxiliares se tiene:  $n = 7$

$$\sum X^2 = 0.00010 \quad \sum X * Y = 0.3601$$

Y resolviendo manualmente el Sistema de 2 ecuaciones con 2 incognitas tenemos:

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum Y = A * n + B * \sum X \\ \sum XY = A * \sum X + B * \sum X^2 \end{array} \right. \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} A = 4176.76 \\ B = -2.69407 \end{array} \right.$$

Por lo tanto las Constantes para la Ecuacion Intensidad son:

$$\Rightarrow a = A = 4176.76$$

$$\Rightarrow b = -B = 2.6941$$

**De las Curvas Intensidad - Duracion - Frecuencia tenemos:**  
**Para T= 100 años tenemos:**

Periodo de Retorno (años)	Intensidad (mm/hrs)	Duración Lluvia (min)
100	589.768	5
100	426.391	8
100	338.733	10
100	283.354	13
100	244.897	15
100	216.485	18
100	194.551	20

El método consiste en la Propuesta dada por Talbot para realizar una regresión Lineal por Mínimos Cuadrados se tiene:

$$i = \frac{a}{b + D} \quad \Rightarrow \quad D = a * \frac{1}{i} - b$$

Si  $Y = D$ ;  $X = 1/i$ ;  $A = a$ ;  $B = -b$ ;  $\Rightarrow$  se tiene:  $Y = A * X + B$

Se ajusta para poder realizar una regresión lineal y determinar los parámetros a,b; de la ecuación de Talbot.

### Aplicando el Método tenemos:

$X = 1/i$	$Y = D$
0.001696	5
0.002345	7.5
0.002952	10
0.003529	12.5
0.004083	15
0.004619	17.5
0.005140	20
<b>Sumatorias:</b>	<b>0.024365</b>
	<b>87.5</b>


Realizando operaciones Auxiliares se tiene:  $n = 7$


$$\sum X^2 = 0.00009 \quad \sum X * Y = 0.3446$$

Y resolviendo manualmente el Sistema de 2 ecuaciones con 2 incógnitas tenemos:


$$\begin{cases} \sum Y = A * n + B * \sum X \\ \sum XY = A * \sum X + B * \sum X^2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} A = 4365.25 \\ B = -2.69407 \end{cases}$$

Por lo tanto las Constantes para la Ecuacion Intensidad son:

  $a = A = 4365.25$

  $b = -B = 2.6941$

Periodo de Retorno	Coeficientes	
	a	b
2	1802.13	2.694069
5	2402.47	2.694069
10	2856.61	2.694069
25	3456.96	2.694069
50	3911.10	2.694069
75	4176.76	2.694069
100	4365.25	2.694069

 
$$i = \frac{a}{b + D_{\min}}$$

Ecuacion calculada para duraciones entre 5 minutos a 20 minutos

# RESULTADOS DE DIFERENTES MODELOS PROPUESTOS

**Modelo de Talbot aplicado a la Ciudad de Tarija:**  
Para lluvias de corta Duracion (5 min - 20 min)

Periodo de Retorno	Coeficientes	
	a	b
2	1936.61970	2.6941
5	2397.19596	2.6941
10	2665.60575	2.5619
25	3206.18471	2.6941
50	3554.59720	2.6941
75	3758.40544	2.6941
100	3903.00969	2.6941

**Modelo de Talbot aplicado a la Ciudad de Yacuiba:**  
Para lluvias de corta Duracion (5 min - 20 min)

Periodo de Retorno	Coeficientes	
	a	b
2	3699.04952	2.6941
5	4670.13986	2.6941
10	5404.74133	2.6941
25	6375.83166	2.6941
50	7110.43314	2.6941
75	7540.14746	2.6941
100	7845.03462	2.6941

**Modelo de Talbot aplicado a la Ciudad de Bermejo:**  
Para lluvias de corta Duracion (5 min - 20 min)

Periodo de Retorno	Coeficientes	
	a	b
2	3233.94678	2.6941
5	3981.94857	2.6941
10	4547.79008	2.6941
25	5295.79186	2.6941
50	5861.63337	2.6941
75	6192.62944	2.6941
100	6427.47488	2.6941



**Modelo de Talbot aplicado a la Ciudad de Padcaya:**  
**Para lluvias de corta Duracion (5 min - 20 min)**

Periodo de Retorno	Coeficientes	
	a	b
2	1802.12599	2.6941
5	2402.47088	2.6941
10	2856.61425	2.6941
25	3456.95914	2.6941
50	3911.10251	2.6941
75	4176.75936	2.6941
100	4365.24589	2.6941

**Modelo de Talbot aplicado a la Ciudad de Iscayachi:**  
**Para lluvias de corta Duracion (5 min - 20 min)**

Periodo de Retorno	Coeficientes	
	a	b
2	1280.93674	2.6941
5	1500.86261	2.6941
10	1667.23011	2.6941
25	1887.15598	2.6941
50	2053.52348	2.6941
75	2150.84223	2.6941
100	2219.89098	2.6941

**Modelo de Talbot aplicado a la Ciudad de Villamonte:**  
**Para lluvias de corta Duracion (5 min - 20 min)**

Periodo de Retorno	Coeficientes	
	a	b
2	3558.83703	2.6941
5	4350.11241	2.6941
10	4948.68913	2.6941
25	5739.96452	2.6941
50	6338.54124	2.6941
75	6688.68617	2.6941
100	6937.11796	2.6941

**Modelo de Talbot aplicado a la Ciudad de Carapari:**  
**Para lluvias de corta Duracion (5 min - 20 min)**

Periodo de Retorno	Coeficientes	
	a	b
2	3050.67370	2.6941

5	3807.00599	2.6941
10	4379.14928	2.6941
25	5135.48158	2.6941
50	5707.62487	2.6941
75	6042.30724	2.6941
100	6279.76816	2.6941

**Modelo de Talbot aplicado a la Ciudad del Valle de la Concepcion:**  
**Para lluvias de corta Duracion (5 min - 20 min)**

Periodo de Retorno	Coeficientes	
	a	b
2	1583.21556	2.6941
5	1945.68399	2.6941
10	2219.88076	2.6941
25	2582.34918	2.6941
50	2856.54596	2.6941
75	3016.94079	2.6941
100	3130.74273	2.6941

**Modelo de Talbot aplicado a la Ciudad de Entre Rios:**  
**Para lluvias de corta Duracion (5 min - 20 min)**

Periodo de Retorno	Coeficientes	
	a	b
2	2686.69833	2.6941
5	3256.61460	2.6941
10	3687.73962	2.6941
25	4257.65590	2.6941
50	4688.78092	2.6941
75	4940.97289	2.6941
100	5119.90594	2.6941

**Modelo de Talbot aplicado a la Ciudad de San Lorenzo:**  
**Para lluvias de corta Duracion (5 min - 20 min)**

Periodo de Retorno	Coeficientes	
	a	b
2	1688.62734	2.6941
5	1963.57290	2.6941
10	2171.56119	2.6941
25	2446.50675	2.6941
50	2654.49504	2.6941
75	2776.16039	2.6941
100	2862.48333	2.6941

**Modelo de Talbot aplicado a la Ciudad de El Punte:**  
**Para lluvias de corta Duracion (5 min - 20 min)**

Periodo de Retorno	Coeficientes	
	a	b
2	1005.49246	2.6941
5	1261.92994	2.6941
10	1455.91740	2.6941
25	1712.35488	2.6941
50	1906.34234	2.6941
75	2019.81774	2.6941
100	2100.32981	2.6941

# METODO DE TALBOT

**Modelo Propuesto por Linsley para llluvias de duracion entre 5 a 20 min.**

De las Curvas Intensidad - Duracion - Frecuencia tenemos:

Para T= 2 años tenemos:

Periodo de Retorno (años)	Intensidad (mm/hrs)	Duracion Lluvia (min)
2	228.143	5
2	164.943	8
2	131.034	10
2	109.611	13
2	94.735	15
2	83.744	18
2	75.259	20

El metodo consiste en la Propuesta dada por Talbot para realizar una regresion Lineal por Minimos Cuadrados se tiene:

$$\Rightarrow i = \frac{a}{b + D} \quad \Rightarrow D = a * \frac{1}{i} - b$$

Si  $Y = D$ ;  $X = 1/i$ ;  $A = a$ ;  $B = -b$ ;  $\Rightarrow$  se tiene:  $Y = A * X + B$

Se ajusta para poder realizar una regresion lineal y determinar los parametros a,b; de la ecuacion de Talbot.

## Aplicando el Metodo tenemos:

X=1/i	Y =D
0.004383	5
0.006063	7.5
0.007632	10
0.009123	12.5
0.010556	15
0.011941	17.5
0.013287	20
Sumatorias:	0.062985      87.5

Realizando operaciones Auxiliares se tiene:  $n = 7$

$$\sum X^2 = 0.00063 \quad \sum X * Y = 0.8908$$

Y resolviendo manualmente el Sistema de 2 ecuaciones con 2 incognitas tenemos:

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum Y = A * n + B * \sum X \\ \sum XY = A * \sum X + B * \sum X^2 \end{array} \right. \rightarrow \left\{ \begin{array}{l} A = 1688.627 \\ B = -2.69407 \end{array} \right.$$

Por lo tanto las Constantes para la Ecuacion Intensidad son:

$$\begin{array}{l} \rightarrow a = A = 1688.63 \\ \rightarrow b = -B = 2.6941 \end{array}$$

**De las Curvas Intensidad - Duracion - Frecuencia tenemos:  
Para T= 5 años tenemos:**

Periodo de Retorno (años)	Intensidad (mm/hrs)	Duracion Lluvia (min)
5	265.289	5
5	191.799	8
5	152.369	10
5	127.458	13
5	110.160	15
5	97.379	18
5	87.513	20

El metodo consiste en la Propuesta dada por Talbot para realizar una regresion Lineal por Minimos Cuadrados se tiene:

$$\rightarrow i = \frac{a}{b + D} \quad \rightarrow D = a * \frac{1}{i} - b$$

Si  $Y = D$ ;  $X = 1/i$ ;  $A = a$ ;  $B = -b$ ;  $\rightarrow$  se tiene:  $Y = A * X + B$

Se ajusta para poder realizar una regresion lineal y determinar los parametros a,b; de la ecuacion de Talbot.

**Aplicando el Metodo tenemos:**

	X=1/i	Y =D
	0.003769	5
	0.005214	7.5
	0.006563	10
	0.007846	12.5
	0.009078	15
	0.010269	17.5
	0.011427	20
<b>Sumatorias:</b>	<b>0.054166</b>	<b>87.5</b>

Realizando operaciones Auxiliares se tiene:  $n = 7$

$$\sum X^2 = 0.00046 \quad \sum X * Y = 0.7661$$

Y resolviendo manualmente el Sistema de 2 ecuaciones con 2 incognitas tenemos:

$$\begin{cases} \sum Y = A * n + B * \sum X \\ \sum XY = A * \sum X + B * \sum X^2 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} A = 1963.573 \\ B = -2.69407 \end{cases}$$

Por lo tanto las Constantes para la Ecuacion Intensidad son:

$$\begin{aligned} \rightarrow a = A &= 1963.57 \\ \rightarrow b = -B &= 2.6941 \end{aligned}$$

De las Curvas Intensidad - Duracion - Frecuencia tenemos:  
Para T= 10 años tenemos:

Periodo de Retorno (años)	Intensidad (mm/hrs)	Duracion Lluvia (min)
10	293.390	5
10	212.115	8
10	168.508	10
10	140.959	13
10	121.828	15
10	107.694	18
10	96.782	20

El metodo consiste en la Propuesta dada por Talbot para realizar una regresion Lineal por Minimos Cuadrados se tiene:

$$\rightarrow i = \frac{a}{b + D} \quad \rightarrow D = a * \frac{1}{i} - b$$

Si  $Y = D$ ;  $X = 1/i$ ;  $A = a$ ;  $B = -b$ ;  $\rightarrow$  se tiene:  $Y = A * X + B$

Se ajusta para poder realizar una regresion lineal y determinar los parametros a,b; de la ecuacion de Talbot.

**Aplicando el Metodo tenemos:**

X=1/i	Y=D
0.003408	5
0.004714	7.5

0.005934	10
0.007094	12.5
0.008208	15
0.009286	17.5
0.010332	20
<b>Sumatorias:</b> <b>0.048978</b>	<b>87.5</b>

Realizando operaciones Auxiliares se tiene:  $n = 7$

$$\sum X^2 = 0.00038 \quad \sum X * Y = 0.6927$$

Y resolviendo manualmente el Sistema de 2 ecuaciones con 2 incognitas tenemos:

$$\begin{cases} \sum Y = A * n + B * \sum X \\ \sum XY = A * \sum X + B * \sum X^2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} A = 2171.6 \\ B = -2.69407 \end{cases}$$

Por lo tanto las Constantes para la Ecuacion Intensidad son:

$$\begin{aligned} \Rightarrow a = A &= 2171.56 \\ \Rightarrow b = -B &= 2.6941 \end{aligned}$$

De las Curvas Intensidad - Duracion - Frecuencia tenemos:  
Para T= 25 años tenemos:

Periodo de Retorno (años)	Intensidad (mm/hrs)	Duracion Lluvia (min)
25	330.536	5
25	238.971	8
25	189.843	10
25	158.806	13
25	137.253	15
25	121.329	18
25	109.036	20

El metodo consiste en la Propuesta dada por Talbot para realizar una regresion Lineal por Minimos Cuadrados se tiene:

$$\Rightarrow i = \frac{a}{b + D} \quad \Rightarrow D = a * \frac{1}{i} - b$$

Si  $Y = D$ ;  $X = 1/i$ ;  $A = a$ ;  $B = -b$ ;  $\Rightarrow$  se tiene:  $Y = A * X + B$

Se ajusta para poder realizar una regresion lineal y determinar los parametros a,b; de la ecuacion de Talbot.

**Aplicando el Metodo tenemos:**

<b>X=1/i</b>	<b>Y =D</b>
0.003025	5
0.004185	7.5
0.005268	10
0.006297	12.5
0.007286	15
0.008242	17.5
0.009171	20
<b>Sumatorias:</b>	<b>0.043474      87.5</b>

Realizando operaciones Auxiliares se tiene:  $n = 7$

$\sum X^2 = 0.00030$        $\sum X * Y = 0.6148$

Y resolviendo manualmente el Sistema de 2 ecuaciones con 2 incognitas tenemos:

$$\begin{cases} \sum Y = A * n + B * \sum X \\ \sum XY = A * \sum X + B * \sum X^2 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} A = 2446.51 \\ B = -2.69407 \end{cases}$$

Por lo tanto las Constantes para la Ecuacion Intensidad son:

$a = A = 2446.51$   
 $b = -B = 2.6941$

De las Curvas Intensidad - Duracion - Frecuencia tenemos:  
 Para T= 50 años tenemos:

<b>Periodo de Retorno (años)</b>	<b>Intensidad (mm/hrs)</b>	<b>Duracion Lluvia (min)</b>
50	358.637	5
50	259.287	8
50	205.983	10
50	172.307	13
50	148.922	15
50	131.644	18
50	118.306	20

El metodo consiste en la Propuesta dada por Talbot para realizar una regresion Lineal por Minimos Cuadrados se tiene:



$$\longrightarrow i = \frac{a}{b + D} \quad \longrightarrow D = a * \frac{1}{i} - b$$

Si  $Y = D$ ;  $X = 1/i$ ;  $A = a$ ;  $B = -b$ ;  $\longrightarrow$  se tiene:  $Y = A * X + B$

Se ajusta para poder realizar una regresion lineal y determinar los parametros a,b; de la ecuacion de Talbot.

### Aplicando el Metodo tenemos:

$X=1/i$	$Y = D$
0.002788	5
0.003857	7.5
0.004855	10
0.005804	12.5
0.006715	15
0.007596	17.5
0.008453	20
<b>Sumatorias: 0.040067</b>	<b>87.5</b>

Realizando operaciones Auxiliares se tiene:  $n = 7$

$$\sum X^2 = 0.00025 \quad \sum X * Y = 0.5667$$

Y resolviendo manualmente el Sistema de 2 ecuaciones con 2 incognitas tenemos:

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum Y = A * n + B * \sum X \\ \sum XY = A * \sum X + B * \sum X^2 \end{array} \right. \longrightarrow \left\{ \begin{array}{l} A = 2654.50 \\ B = -2.69407 \end{array} \right.$$

Por lo tanto las Constantes para la Ecuacion Intensidad son:

$$\longrightarrow a = A = 2654.50$$

$$\longrightarrow b = -B = 2.6941$$

De las Curvas Intensidad - Duracion - Frecuencia tenemos:  
Para T= 75 años tenemos:

Periodo de Retorno (años)	Intensidad (mm/hrs)	Duracion Lluvia (min)
75	375.074	5
75	271.172	8
75	215.424	10
75	180.204	13

75	155.747	15
75	137.677	18
75	123.728	20

El metodo consiste en la Propuesta dada por Talbot para realizar una regresion Lineal por Minimos Cuadrados se tiene:

$$\longrightarrow i = \frac{a}{b + D} \quad \longrightarrow D = a * \frac{1}{i} - b$$

Si  $Y = D$ ;  $X = 1/i$ ;  $A = a$ ;  $B = -b$ ;  $\longrightarrow$  se tiene:  $Y = A * X + B$

Se ajusta para poder realizar una regresion lineal y determinar los parametros a,b; de la ecuacion de Talbot.

**Aplicando el Metodo tenemos:**

X=1/i	Y=D
0.002666	5
0.003688	7.5
0.004642	10
0.005549	12.5
0.006421	15
0.007263	17.5
0.008082	20
<b>Sumatorias: 0.038311</b>	<b>87.5</b>

Realizando operaciones Auxiliares se tiene:  $n = 7$

$$\sum X^2 = 0.00023 \quad \sum X * Y = 0.5418$$

Y resolviendo manualmente el Sistema de 2 ecuaciones con 2 incognitas tenemos:

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum Y = A * n + B * \sum X \\ \sum XY = A * \sum X + B * \sum X^2 \end{array} \right. \longrightarrow \left\{ \begin{array}{l} A = 2776.16 \\ B = -2.69407 \end{array} \right.$$

Por lo tanto las Constantes para la Ecuacion Intensidad son:

$$\longrightarrow a = A = 2776.16$$

$$\longrightarrow b = -B = 2.6941$$

**De las Curvas Intensidad - Duracion - Frecuencia tenemos:**  
**Para T= 100 años tenemos:**

Periodo de Retorno (años)	Intensidad (mm/hrs)	Duracion Lluvia (min)
100	386.737	5
100	279.603	8
100	222.122	10
100	185.808	13
100	160.590	15
100	141.958	18
100	127.576	20

El metodo consiste en la Propuesta dada por Talbot para realizar una regresion Lineal por Minimos Cuadrados se tiene:

$$i = \frac{a}{b + D} \quad \Rightarrow \quad D = a * \frac{1}{i} - b$$

Si  $Y = D$ ;  $X = 1/i$ ;  $A = a$ ;  $B = -b$ ;  $\Rightarrow$  se tiene:  $Y = A * X + B$

Se ajusta para poder realizar una regresion lineal y determinar los parametros a,b; de la ecuacion de Talbot.

### Aplicando el Metodo tenemos:

$X = 1/i$	$Y = D$
0.002586	5
0.003576	7.5
0.004502	10
0.005382	12.5
0.006227	15
0.007044	17.5
0.007838	20
<b>Sumatorias:</b>	<b>0.037156</b> <b>87.5</b>


Realizando operaciones Auxiliares se tiene:  $n = 7$


$$\sum X^2 = 0.00022 \quad \sum X * Y = 0.5255$$

Y resolviendo manualmente el Sistema de 2 ecuaciones con 2 incognitas tenemos:


$$\begin{cases} \sum Y = A * n + B * \sum X \\ \sum XY = A * \sum X + B * \sum X^2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} A = 2862.48 \\ B = -2.69407 \end{cases}$$

Por lo tanto las Constantes para la Ecuacion Intensidad son:

  $a = A = 2862.48$

  $b = -B = 2.6941$

Periodo de Retorno	Coeficientes	
	a	b
2	1688.63	2.6941
5	1963.57	2.6941
10	2171.56	2.6941
25	2446.51	2.6941
50	2654.50	2.6941
75	2776.16	2.6941
100	2862.48	2.6941

 
$$i = \frac{a}{b + D_{\min}}$$

**Ecuacion calculada para duraciones entre 5 minutos a 20 minutos**

# METODO DE TALBOT

**Modelo Propuesto por Linsley para llluvias de duracion entre 5 a 20 min.**

De las Curvas Intensidad - Duracion - Frecuencia tenemos:

Para T= 2 años tenemos:

Periodo de Retorno (años)	Intensidad (mm/hrs)	Duracion Lluvia (min)
2	261.648	5
2	189.166	8
2	150.277	10
2	125.709	13
2	108.648	15
2	96.042	18
2	86.312	20

El metodo consiste en la Propuesta dada por Talbot para realizar una regresion Lineal por Minimos Cuadrados se tiene:

$$\Rightarrow i = \frac{a}{b + D} \quad \Rightarrow D = a * \frac{1}{i} - b$$

Si  $Y = D$ ;  $X = 1/i$ ;  $A = a$ ;  $B = -b$ ;  $\Rightarrow$  se tiene:  $Y = A * X + B$

Se ajusta para poder realizar una regresion lineal y determinar los parametros a,b; de la ecuacion de Talbot.

**Aplicando el Metodo tenemos:**

X=1/i	Y =D
0.003822	5
0.005286	7.5
0.006654	10
0.007955	12.5
0.009204	15
0.010412	17.5
0.011586	20
<b>Sumatorias:</b>	<b>0.054920      87.5</b>

Realizando operaciones Auxiliares se tiene:  $n = 7$

$$\sum X^2 = 0.00048 \quad \sum X * Y = 0.7767$$

**Y resolviendo manualmente el Sistema de 2 ecuaciones con 2 incognitas tenemos:**

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum Y = A * n + B * \sum X \\ \sum XY = A * \sum X + B * \sum X^2 \end{array} \right. \rightarrow \left\{ \begin{array}{l} A = 1936.620 \\ B = -2.69407 \end{array} \right.$$

Por lo tanto las Constantes para la Ecuacion Intensidad son:

$$\begin{array}{l} \rightarrow a = A = 1936.62 \\ \rightarrow b = -B = 2.6941 \end{array}$$

**De las Curvas Intensidad - Duracion - Frecuencia tenemos:  
Para T= 5 años tenemos:**

Periodo de Retorno (años)	Intensidad (mm/hrs)	Duracion Lluvia (min)
5	323.874	5
5	234.155	8
5	186.017	10
5	155.605	13
5	134.487	15
5	118.884	18
5	106.839	20

El metodo consiste en la Propuesta dada por Talbot para realizar una regresion Lineal por Minimos Cuadrados se tiene:

$$\rightarrow i = \frac{a}{b + D} \quad \rightarrow D = a * \frac{1}{i} - b$$

Si  $Y = D$ ;  $X = 1/i$ ;  $A = a$ ;  $B = -b$ ;  $\rightarrow$  se tiene:  $Y = A * X + B$

Se ajusta para poder realizar una regresion lineal y determinar los parametros a,b; de la ecuacion de Talbot.

**Aplicando el Metodo tenemos:**

	X=1/i	Y =D
	0.003088	5
	0.004271	7.5
	0.005376	10
	0.006427	12.5
	0.007436	15
	0.008412	17.5
	0.009360	20
<b>Sumatorias:</b>	<b>0.044368</b>	<b>87.5</b>

Realizando operaciones Auxiliares se tiene:  $n = 7$

$$\sum X^2 = 0.00031 \quad \sum X * Y = 0.6275$$

Y resolviendo manualmente el Sistema de 2 ecuaciones con 2 incognitas tenemos:

$$\begin{cases} \sum Y = A * n + B * \sum X \\ \sum XY = A * \sum X + B * \sum X^2 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} A = 2397.196 \\ B = -2.69407 \end{cases}$$

Por lo tanto las Constantes para la Ecuacion Intensidad son:

$$\begin{aligned} \rightarrow a = A &= 2397.20 \\ \rightarrow b = -B &= 2.6941 \end{aligned}$$

De las Curvas Intensidad - Duracion - Frecuencia tenemos:  
Para T= 10 años tenemos:

Periodo de Retorno (años)	Intensidad (mm/hrs)	Duracion Lluvia (min)
10	370.946	5
10	268.187	8
10	213.053	10
10	155.605	13
10	154.033	15
10	136.162	18
10	122.367	20

El metodo consiste en la Propuesta dada por Talbot para realizar una regresion Lineal por Minimos Cuadrados se tiene:

$$\rightarrow i = \frac{a}{b + D} \quad \rightarrow D = a * \frac{1}{i} - b$$

Si  $Y = D$ ;  $X = 1/i$ ;  $A = a$ ;  $B = -b$ ;  $\rightarrow$  se tiene:  $Y = A * X + B$

Se ajusta para poder realizar una regresion lineal y determinar los parametros a,b; de la ecuacion de Talbot.

**Aplicando el Metodo tenemos:**

X=1/i	Y=D
0.002696	5
0.003729	7.5

0.004694	10
0.006427	12.5
0.006492	15
0.007344	17.5
0.008172	20
<b>Sumatorias:</b> 0.039553	<b>87.5</b>

Realizando operaciones Auxiliares se tiene:  $n = 7$

$$\sum X^2 = 0.00025 \quad \sum X * Y = 0.5581$$

Y resolviendo manualmente el Sistema de 2 ecuaciones con 2 incognitas tenemos:

$$\begin{cases} \sum Y = A * n + B * \sum X \\ \sum XY = A * \sum X + B * \sum X^2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} A = 2665.606 \\ B = -2.56189 \end{cases}$$

Por lo tanto las Constantes para la Ecuacion Intensidad son:

$$\begin{aligned} \Rightarrow a = A &= 2665.61 \\ \Rightarrow b = -B &= 2.5619 \end{aligned}$$

De las Curvas Intensidad - Duracion - Frecuencia tenemos:  
Para T= 25 años tenemos:

Periodo de Retorno (años)	Intensidad (mm/hrs)	Duracion Lluvia (min)
25	433.173	5
25	313.176	8
25	248.792	10
25	208.118	13
25	179.872	15
25	159.003	18
25	142.894	20

El metodo consiste en la Propuesta dada por Talbot para realizar una regresion Lineal por Minimos Cuadrados se tiene:

$$\Rightarrow i = \frac{a}{b + D} \quad \Rightarrow D = a * \frac{1}{i} - b$$

Si  $Y = D$ ;  $X = 1/i$ ;  $A = a$ ;  $B = -b$ ;  $\Rightarrow$  se tiene:  $Y = A * X + B$

Se ajusta para poder realizar una regresion lineal y determinar los parametros a,b; de la ecuacion de Talbot.



**Aplicando el Metodo tenemos:**

<b>X=1/i</b>	<b>Y =D</b>
0.002309	5
0.003193	7.5
0.004019	10
0.004805	12.5
0.005560	15
0.006289	17.5
0.006998	20
<b>Sumatorias: 0.033173</b>	<b>87.5</b>

Realizando operaciones Auxiliares se tiene:  $n = 7$

$$\sum X^2 = 0.00017 \quad \sum X * Y = 0.4692$$

Y resolviendo manualmente el Sistema de 2 ecuaciones con 2 incognitas tenemos:

$$\begin{cases} \sum Y = A * n + B * \sum X \\ \sum XY = A * \sum X + B * \sum X^2 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} A = 3206.185 \\ B = -2.69407 \end{cases}$$

Por lo tanto las Constantes para la Ecuacion Intensidad son:

$$\begin{aligned} \rightarrow a = A &= 3206.18 \\ \rightarrow b = -B &= 2.6941 \end{aligned}$$

De las Curvas Intensidad - Duracion - Frecuencia tenemos:

Para T= 50 años tenemos:

<b>Periodo de Retorno (años)</b>	<b>Intensidad (mm/hrs)</b>	<b>Duracion Lluvia (min)</b>
50	480.245	5
50	347.208	8
50	275.828	10
50	230.734	13
50	199.419	15
50	176.282	18
50	158.422	20

El metodo consiste en la Propuesta dada por Talbot para realizar una regresion Lineal por Minimos Cuadrados se tiene:

$$\longrightarrow i = \frac{a}{b + D} \quad \longrightarrow D = a * \frac{1}{i} - b$$

Si  $Y = D$ ;  $X = 1/i$ ;  $A = a$ ;  $B = -b$ ;  $\longrightarrow$  se tiene:  $Y = A * X + B$

Se ajusta para poder realizar una regresion lineal y determinar los parametros a,b; de la ecuacion de Talbot.

**Aplicando el Metodo tenemos:**

X=1/i	Y =D
0.002082	5
0.002880	7.5
0.003625	10
0.004334	12.5
0.005015	15
0.005673	17.5
0.006312	20
<b>Sumatorias: 0.029921</b>	<b>87.5</b>

Realizando operaciones Auxiliares se tiene:  $n = 7$

$$\sum X^2 = 0.00014 \quad \sum X * Y = 0.4232$$

Y resolviendo manualmente el Sistema de 2 ecuaciones con 2 incognitas tenemos:

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum Y = A * n + B * \sum X \\ \sum XY = A * \sum X + B * \sum X^2 \end{array} \right. \longrightarrow \left\{ \begin{array}{l} A = 3554.597 \\ B = -2.69407 \end{array} \right.$$

Por lo tanto las Constantes para la Ecuacion Intensidad son:

$$\longrightarrow a = A = 3554.60$$

$$\longrightarrow b = -B = 2.6941$$

De las Curvas Intensidad - Duracion - Frecuencia tenemos:  
Para T= 75 años tenemos:

Periodo de Retorno (años)	Intensidad (mm/hrs)	Duracion Lluvia (min)
75	507.781	5
75	367.116	8
75	291.643	10
75	243.963	13

75	210.853	15
75	186.390	18
75	167.505	20

El metodo consiste en la Propuesta dada por Talbot para realizar una regresion Lineal por Minimos Cuadrados se tiene:

$$\Rightarrow i = \frac{a}{b + D} \quad \Rightarrow D = a * \frac{1}{i} - b$$

Si  $Y = D$ ;  $X = 1/i$ ;  $A = a$ ;  $B = -b$ ;  $\Rightarrow$  se tiene:  $Y = A * X + B$

Se ajusta para poder realizar una regresion lineal y determinar los parametros a,b; de la ecuacion de Talbot.

**Aplicando el Metodo tenemos:**

X=1/i	Y=D
0.001969	5
0.002724	7.5
0.003429	10
0.004099	12.5
0.004743	15
0.005365	17.5
0.005970	20
<b>Sumatorias:</b>	<b>0.028299      87.5</b>

Realizando operaciones Auxiliares se tiene:  $n = 7$

$$\sum X^2 = 0.00013 \quad \sum X * Y = 0.4002$$

Y resolviendo manualmente el Sistema de 2 ecuaciones con 2 incognitas tenemos:

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum Y = A * n + B * \sum X \\ \sum XY = A * \sum X + B * \sum X^2 \end{array} \right. \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} A = 3758.405 \\ B = -2.69407 \end{array} \right.$$

Por lo tanto las Constantes para la Ecuacion Intensidad son:

$$\Rightarrow a = A = 3758.41$$

$$\Rightarrow b = -B = 2.6941$$

De las Curvas Intensidad - Duracion - Frecuencia tenemos:  
Para T= 100 años tenemos:

Periodo de Retorno (años)	Intensidad (mm/hrs)	Duracion Lluvia (min)
100	527.318	5
100	381.241	8
100	302.864	10
100	253.350	13
100	218.965	15
100	193.561	18
100	173.950	20

El metodo consiste en la Propuesta dada por Talbot para realizar una regresion Lineal por Minimos Cuadrados se tiene:

$$i = \frac{a}{b + D} \quad \Rightarrow \quad D = a * \frac{1}{i} - b$$

Si  $Y = D$ ;  $X = 1/i$ ;  $A = a$ ;  $B = -b$ ;  $\Rightarrow$  se tiene:  $Y = A * X + B$

Se ajusta para poder realizar una regresion lineal y determinar los parametros a,b; de la ecuacion de Talbot.

### Aplicando el Metodo tenemos:

X=1/i	Y=D
0.001896	5
0.002623	7.5
0.003302	10
0.003947	12.5
0.004567	15
0.005166	17.5
0.005749	20
<b>Sumatorias: 0.027250</b>	<b>87.5</b>


Realizando operaciones Auxiliares se tiene:  $n = 7$


$$\sum X^2 = 0.00012 \quad \sum X * Y = 0.3854$$

Y resolviendo manualmente el Sistema de 2 ecuaciones con 2 incognitas tenemos:


$$\begin{cases} \sum Y = A * n + B * \sum X \\ \sum XY = A * \sum X + B * \sum X^2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} A = 3903.010 \\ B = -2.69407 \end{cases}$$

Por lo tanto las Constantes para la Ecuacion Intensidad son:

  $a = A = 3903.01$

  $b = -B = 2.6941$

Periodo de Retorno	Coeficientes	
	a	b
2	1936.62	2.694069
5	2397.20	2.694069
10	2665.61	2.561886
25	3206.18	2.694069
50	3554.60	2.694069
75	3758.41	2.694069
100	3903.01	2.694069

 
$$i = \frac{a}{b + D_{\min}}$$

Ecuacion calculada para duraciones entre 5 minutos a 20 minutos

# METODO DE TALBOT

**Modelo Propuesto por Linsley para llluvias de duracion entre 5 a 20 min.**

De las Curvas Intensidad - Duracion - Frecuencia tenemos:

Para T= 2 años tenemos:

Periodo de Retorno (años)	Intensidad (mm/hrs)	Duracion Lluvia (min)
2	213.901	5
2	154.646	8
2	122.854	10
2	102.769	13
2	88.821	15
2	78.516	18
2	70.561	20

El metodo consiste en la Propuesta dada por Talbot para realizar una regresion Lineal por Minimos Cuadrados se tiene:

$$\Rightarrow i = \frac{a}{b + D} \quad \Rightarrow D = a * \frac{1}{i} - b$$

Si  $Y = D$ ;  $X = 1/i$ ;  $A = a$ ;  $B = -b$ ;  $\Rightarrow$  se tiene:  $Y = A * X + B$

Se ajusta para poder realizar una regresion lineal y determinar los parametros a,b; de la ecuacion de Talbot.

## Aplicando el Metodo tenemos:

X=1/i	Y =D
0.004675	5
0.006466	7.5
0.008140	10
0.009731	12.5
0.011259	15
0.012736	17.5
0.014172	20
<b>Sumatorias: 0.067179</b>	<b>87.5</b>

Realizando operaciones Auxiliares se tiene:  $n = 7$

$$\sum X^2 = 0.00071 \quad \sum X * Y = 0.9501$$

**Y resolviendo manualmente el Sistema de 2 ecuaciones con 2 incognitas tenemos:**

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum Y = A * n + B * \sum X \\ \sum XY = A * \sum X + B * \sum X^2 \end{array} \right. \longrightarrow \left\{ \begin{array}{l} A = 1583.216 \\ B = -2.69407 \end{array} \right.$$

Por lo tanto las Constantes para la Ecuacion Intensidad son:

$$\begin{aligned} \longrightarrow a &= A = 1583.22 \\ \longrightarrow b &= -B = 2.6941 \end{aligned}$$

**De las Curvas Intensidad - Duracion - Frecuencia tenemos:  
Para T= 5 años tenemos:**

Periodo de Retorno (años)	Intensidad (mm/hrs)	Duracion Lluvia (min)
5	262.872	5
5	190.052	8
5	150.981	10
5	126.297	13
5	109.156	15
5	96.492	18
5	86.716	20

El metodo consiste en la Propuesta dada por Talbot para realizar una regresion Lineal por Minimos Cuadrados se tiene:

$$\longrightarrow i = \frac{a}{b + D} \longrightarrow D = a * \frac{1}{i} - b$$

Si  $Y = D$ ;  $X = 1/i$ ;  $A = a$ ;  $B = -b$ ;  $\longrightarrow$  se tiene:  $Y = A * X + B$

Se ajusta para poder realizar una regresion lineal y determinar los parametros a,b; de la ecuacion de Talbot.

**Aplicando el Metodo tenemos:**

	X=1/i	Y =D
	0.003804	5
	0.005262	7.5
	0.006623	10
	0.007918	12.5
	0.009161	15
	0.010364	17.5
	0.011532	20
<b>Sumatorias:</b>	<b>0.054664</b>	<b>87.5</b>

Realizando operaciones Auxiliares se tiene:  $n = 7$

$$\sum X^2 = 0.00047 \quad \sum X * Y = 0.7731$$

Y resolviendo manualmente el Sistema de 2 ecuaciones con 2 incognitas tenemos:

$$\begin{cases} \sum Y = A * n + B * \sum X \\ \sum XY = A * \sum X + B * \sum X^2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} A = 1945.684 \\ B = -2.69407 \end{cases}$$

Por lo tanto las Constantes para la Ecuacion Intensidad son:

$$\begin{aligned} \Rightarrow a = A &= 1945.68 \\ \Rightarrow b = -B &= 2.6941 \end{aligned}$$

De las Curvas Intensidad - Duracion - Frecuencia tenemos:  
Para T= 10 años tenemos:

Periodo de Retorno (años)	Intensidad (mm/hrs)	Duracion Lluvia (min)
10	299.918	5
10	216.835	8
10	172.258	10
10	144.095	13
10	124.539	15
10	110.090	18
10	98.936	20

El metodo consiste en la Propuesta dada por Talbot para realizar una regresion Lineal por Minimos Cuadrados se tiene:

$$\Rightarrow i = \frac{a}{b + D} \quad \Rightarrow D = a * \frac{1}{i} - b$$

Si  $Y = D$ ;  $X = 1/i$ ;  $A = a$ ;  $B = -b$ ;  $\Rightarrow$  se tiene:  $Y = A * X + B$

Se ajusta para poder realizar una regresion lineal y determinar los parametros a,b; de la ecuacion de Talbot.

**Aplicando el Metodo tenemos:**

X=1/i	Y=D
0.003334	5
0.004612	7.5



0.005805	10
0.006940	12.5
0.008030	15
0.009083	17.5
0.010108	20
<b>Sumatorias:</b>	<b>0.047912</b> <b>87.5</b>

Realizando operaciones Auxiliares se tiene:  $n = 7$

$$\sum X^2 = 0.00036 \quad \sum X * Y = 0.6776$$

Y resolviendo manualmente el Sistema de 2 ecuaciones con 2 incognitas tenemos:

$$\begin{cases} \sum Y = A * n + B * \sum X \\ \sum XY = A * \sum X + B * \sum X^2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} A = 2219.9 \\ B = -2.69407 \end{cases}$$

Por lo tanto las Constantes para la Ecuacion Intensidad son:

$$\begin{aligned} \Rightarrow a = A &= 2219.88 \\ \Rightarrow b = -B &= 2.6941 \end{aligned}$$

De las Curvas Intensidad - Duracion - Frecuencia tenemos:  
Para T= 25 años tenemos:

Periodo de Retorno (años)	Intensidad (mm/hrs)	Duracion Lluvia (min)
25	348.889	5
25	252.240	8
25	200.384	10
25	167.624	13
25	144.874	15
25	128.066	18
25	115.091	20

El metodo consiste en la Propuesta dada por Talbot para realizar una regresion Lineal por Minimos Cuadrados se tiene:

$$\Rightarrow i = \frac{a}{b + D} \quad \Rightarrow D = a * \frac{1}{i} - b$$

Si  $Y = D$ ;  $X = 1/i$ ;  $A = a$ ;  $B = -b$ ;  $\Rightarrow$  se tiene:  $Y = A * X + B$

Se ajusta para poder realizar una regresion lineal y determinar los parametros a,b; de la ecuacion de Talbot.

**Aplicando el Metodo tenemos:**

<b>X=1/i</b>	<b>Y =D</b>
0.002866	5
0.003964	7.5
0.004990	10
0.005966	12.5
0.006903	15
0.007808	17.5
0.008689	20
<b>Sumatorias: 0.041187</b>	<b>87.5</b>

Realizando operaciones Auxiliares se tiene:  $n = 7$

$$\sum X^2 = 0.00027 \quad \sum X * Y = 0.5825$$

Y resolviendo manualmente el Sistema de 2 ecuaciones con 2 incognitas tenemos:

$$\begin{cases} \sum Y = A * n + B * \sum X \\ \sum XY = A * \sum X + B * \sum X^2 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} A = 2582.35 \\ B = -2.69407 \end{cases}$$

Por lo tanto las Constantes para la Ecuacion Intensidad son:

$$\begin{aligned} \rightarrow a = A &= 2582.35 \\ \rightarrow b = -B &= 2.6941 \end{aligned}$$

De las Curvas Intensidad - Duracion - Frecuencia tenemos:  
Para T= 50 años tenemos:

<b>Periodo de Retorno (años)</b>	<b>Intensidad (mm/hrs)</b>	<b>Duracion Lluvia (min)</b>
50	385.935	5
50	279.024	8
50	221.661	10
50	185.422	13
50	160.257	15
50	141.664	18
50	127.311	20

El metodo consiste en la Propuesta dada por Talbot para realizar una regresion Lineal por Minimos Cuadrados se tiene:

$$\longrightarrow i = \frac{a}{b + D} \quad \longrightarrow D = a * \frac{1}{i} - b$$

Si  $Y = D$ ;  $X = 1/i$ ;  $A = a$ ;  $B = -b$ ;  $\longrightarrow$  se tiene:  $Y = A * X + B$

Se ajusta para poder realizar una regresion lineal y determinar los parametros a,b; de la ecuacion de Talbot.

**Aplicando el Metodo tenemos:**

<b>X=1/i</b>	<b>Y =D</b>
0.002591	5
0.003584	7.5
0.004511	10
0.005393	12.5
0.006240	15
0.007059	17.5
0.007855	20
<b>Sumatorias: 0.037233</b>	<b>87.5</b>

Realizando operaciones Auxiliares se tiene:  $n = 7$

$$\sum X^2 = 0.00022 \quad \sum X * Y = 0.5266$$

Y resolviendo manualmente el Sistema de 2 ecuaciones con 2 incognitas tenemos:

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum Y = A * n + B * \sum X \\ \sum XY = A * \sum X + B * \sum X^2 \end{array} \right. \longrightarrow \left\{ \begin{array}{l} A = 2856.55 \\ B = -2.69407 \end{array} \right.$$

Por lo tanto las Constantes para la Ecuacion Intensidad son:

$$\longrightarrow a = A = 2856.55$$

$$\longrightarrow b = -B = 2.6941$$

De las Curvas Intensidad - Duracion - Frecuencia tenemos:  
Para T= 75 años tenemos:

<b>Periodo de Retorno (años)</b>	<b>Intensidad (mm/hrs)</b>	<b>Duracion Lluvia (min)</b>
75	407.605	5
75	294.691	8
75	234.108	10
75	195.834	13

75	169.255	15
75	149.618	18
75	134.459	20

El metodo consiste en la Propuesta dada por Talbot para realizar una regresion Lineal por Minimos Cuadrados se tiene:

$$\Rightarrow i = \frac{a}{b + D} \quad \Rightarrow D = a * \frac{1}{i} - b$$

Si  $Y = D$ ;  $X = 1/i$ ;  $A = a$ ;  $B = -b$ ;  $\Rightarrow$  se tiene:  $Y = A * X + B$

Se ajusta para poder realizar una regresion lineal y determinar los parametros a,b; de la ecuacion de Talbot.

**Aplicando el Metodo tenemos:**

X=1/i	Y=D
0.002453	5
0.003393	7.5
0.004272	10
0.005106	12.5
0.005908	15
0.006684	17.5
0.007437	20
<b>Sumatorias:</b>	<b>0.035254      87.5</b>

Realizando operaciones Auxiliares se tiene:  $n = 7$

$$\sum X^2 = 0.00020 \quad \sum X * Y = 0.4986$$

Y resolviendo manualmente el Sistema de 2 ecuaciones con 2 incognitas tenemos:

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum Y = A * n + B * \sum X \\ \sum XY = A * \sum X + B * \sum X^2 \end{array} \right. \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} A = 3016.94 \\ B = -2.69407 \end{array} \right.$$

Por lo tanto las Constantes para la Ecuacion Intensidad son:

$$\Rightarrow a = A = 3016.94$$

$$\Rightarrow b = -B = 2.6941$$

De las Curvas Intensidad - Duracion - Frecuencia tenemos:  
Para T= 100 años tenemos:

Periodo de Retorno (años)	Intensidad (mm/hrs)	Duracion Lluvia (min)
100	422.980	5
100	305.807	8
100	242.938	10
100	203.221	13
100	175.640	15
100	155.262	18
100	139.531	20

El metodo consiste en la Propuesta dada por Talbot para realizar una regresion Lineal por Minimos Cuadrados se tiene:

$$i = \frac{a}{b + D} \quad \longrightarrow \quad D = a * \frac{1}{i} - b$$

Si  $Y = D$ ;  $X = 1/i$ ;  $A = a$ ;  $B = -b$ ;  $\longrightarrow$  se tiene:  $Y = A * X + B$

Se ajusta para poder realizar una regresion lineal y determinar los parametros a,b; de la ecuacion de Talbot.

### Aplicando el Metodo tenemos:

$X = 1/i$	$Y = D$
0.002364	5
0.003270	7.5
0.004116	10
0.004921	12.5
0.005693	15
0.006441	17.5
0.007167	20
<b>Sumatorias:</b>	<b>0.033972</b> <b>87.5</b>


Realizando operaciones Auxiliares se tiene:  $n = 7$


$$\sum X^2 = 0.00018 \quad \sum X * Y = 0.4805$$

Y resolviendo manualmente el Sistema de 2 ecuaciones con 2 incognitas tenemos:


$$\left\{ \begin{array}{l} \sum Y = A * n + B * \sum X \\ \sum XY = A * \sum X + B * \sum X^2 \end{array} \right. \longrightarrow \left\{ \begin{array}{l} A = 3130.74 \\ B = -2.69407 \end{array} \right.$$

Por lo tanto las Constantes para la Ecuacion Intensidad son:

  $a = A = 3130.74$

  $b = -B = 2.6941$

Periodo de Retorno	Coeficientes	
	a	b
2	1583.22	2.6941
5	1945.68	2.6941
10	2219.88	2.6941
25	2582.35	2.6941
50	2856.55	2.6941
75	3016.94	2.6941
100	3130.74	2.6941

 
$$i = \frac{a}{b + D_{\min}}$$

**Ecuacion calculada para duraciones entre 5 minutos a 20 minutos**

# METODO DE TALBOT

**Modelo Propuesto por Linsley para llluvias de duracion entre 5 a 20 min.**

De las Curvas Intensidad - Duracion - Frecuencia tenemos:

Para T= 2 años tenemos:

Periodo de Retorno (años)	Intensidad (mm/hrs)	Duracion Lluvia (min)
2	480.818	5
2	347.622	8
2	276.157	10
2	231.009	13
2	199.657	15
2	176.492	18
2	158.611	20

El metodo consiste en la Propuesta dada por Talbot para realizar una regresion Lineal por Minimos Cuadrados se tiene:

$$i = \frac{a}{b + D} \quad \Rightarrow \quad D = a * \frac{1}{i} - b$$

Si  $Y = D$ ;  $X = 1/i$ ;  $A = a$ ;  $B = -b$ ;  $\Rightarrow$  se tiene:  $Y = A * X + B$

Se ajusta para poder realizar una regresion lineal y determinar los parametros a,b; de la ecuacion de Talbot.

## Aplicando el Metodo tenemos:

X=1/i	Y =D
0.002080	5
0.002877	7.5
0.003621	10
0.004329	12.5
0.005009	15
0.005666	17.5
0.006305	20
<b>Sumatorias: 0.029886</b>	<b>87.5</b>

Realizando operaciones Auxiliares se tiene:  $n = 7$

$$\sum X^2 = 0.00014 \quad \sum X * Y = 0.4227$$

**Y resolviendo manualmente el Sistema de 2 ecuaciones con 2 incognitas tenemos:**

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum Y = A * n + B * \sum X \\ \sum XY = A * \sum X + B * \sum X^2 \end{array} \right. \longrightarrow \left\{ \begin{array}{l} A = 3558.837 \\ B = -2.69407 \end{array} \right.$$

Por lo tanto las Constantes para la Ecuacion Intensidad son:

$$\begin{array}{l} \longrightarrow a = A = 3558.84 \\ \longrightarrow b = -B = 2.6941 \end{array}$$

De las Curvas Intensidad - Duracion - Frecuencia tenemos:  
Para T= 5 años tenemos:

Periodo de Retorno (años)	Intensidad (mm/hrs)	Duracion Lluvia (min)
5	587.723	5
5	424.913	8
5	337.559	10
5	282.372	13
5	244.048	15
5	215.734	18
5	193.876	20

El metodo consiste en la Propuesta dada por Talbot para realizar una regresion Lineal por Minimos Cuadrados se tiene:

$$\longrightarrow i = \frac{a}{b + D} \longrightarrow D = a * \frac{1}{i} - b$$

Si Y= D; X=1/i; A=a; B=-b;  $\longrightarrow$  se tiene:  $Y = A * X + B$

Se ajusta para poder realizar una regresion lineal y determinar los parametros a,b; de la ecuacion de Talbot.

**Aplicando el Metodo tenemos:**

	X=1/i	Y =D
	0.001701	5
	0.002353	7.5
	0.002962	10
	0.003541	12.5
	0.004098	15
	0.004635	17.5
	0.005158	20
Sumatorias:	0.024450	87.5



Realizando operaciones Auxiliares se tiene:  $n = 7$

$$\sum X^2 = 0.00009 \quad \sum X * Y = 0.3458$$

Y resolviendo manualmente el Sistema de 2 ecuaciones con 2 incognitas tenemos:

$$\begin{cases} \sum Y = A * n + B * \sum X \\ \sum XY = A * \sum X + B * \sum X^2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} A = 4350.112 \\ B = -2.69407 \end{cases}$$

Por lo tanto las Constantes para la Ecuacion Intensidad son:

$$\begin{aligned} \Rightarrow a = A &= 4350.11 \\ \Rightarrow b = -B &= 2.6941 \end{aligned}$$

De las Curvas Intensidad - Duracion - Frecuencia tenemos:  
Para T= 10 años tenemos:

Periodo de Retorno (años)	Intensidad (mm/hrs)	Duracion Lluvia (min)
10	668.594	5
10	483.381	8
10	384.007	10
10	321.226	13
10	277.630	15
10	245.419	18
10	220.554	20

El metodo consiste en la Propuesta dada por Talbot para realizar una regresion Lineal por Minimos Cuadrados se tiene:

$$\Rightarrow i = \frac{a}{b + D} \quad \Rightarrow D = a * \frac{1}{i} - b$$

Si  $Y = D$ ;  $X = 1/i$ ;  $A = a$ ;  $B = -b$ ;  $\Rightarrow$  se tiene:  $Y = A * X + B$

Se ajusta para poder realizar una regresion lineal y determinar los parametros a,b; de la ecuacion de Talbot.

**Aplicando el Metodo tenemos:**

X=1/i	Y=D
0.001496	5
0.002069	7.5

0.002604	10
0.003113	12.5
0.003602	15
0.004075	17.5
0.004534	20
<b>Sumatorias:</b>	<b>0.021492</b> <b>87.5</b>

Realizando operaciones Auxiliares se tiene:  $n = 7$

$$\sum X^2 = 0.00007 \quad \sum X * Y = 0.3040$$

Y resolviendo manualmente el Sistema de 2 ecuaciones con 2 incognitas tenemos:

$$\begin{cases} \sum Y = A * n + B * \sum X \\ \sum XY = A * \sum X + B * \sum X^2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} A = 4948.7 \\ B = -2.69407 \end{cases}$$

Por lo tanto las Constantes para la Ecuacion Intensidad son:

$$\begin{aligned} \Rightarrow a = A &= 4948.69 \\ \Rightarrow b = -B &= 2.6941 \end{aligned}$$

De las Curvas Intensidad - Duracion - Frecuencia tenemos:  
Para T= 25 años tenemos:

Periodo de Retorno (años)	Intensidad (mm/hrs)	Duracion Lluvia (min)
25	775.500	5
25	560.672	8
25	445.408	10
25	372.589	13
25	322.021	15
25	284.661	18
25	255.820	20

El metodo consiste en la Propuesta dada por Talbot para realizar una regresion Lineal por Minimos Cuadrados se tiene:

$$\Rightarrow i = \frac{a}{b + D} \quad \Rightarrow D = a * \frac{1}{i} - b$$

Si  $Y = D$ ;  $X = 1/i$ ;  $A = a$ ;  $B = -b$ ;  $\Rightarrow$  se tiene:  $Y = A * X + B$

Se ajusta para poder realizar una regresion lineal y determinar los parametros a,b; de la ecuacion de Talbot.

**Aplicando el Metodo tenemos:**

	<b>X=1/i</b>	<b>Y =D</b>
	0.001289	5
	0.001784	7.5
	0.002245	10
	0.002684	12.5
	0.003105	15
	0.003513	17.5
	0.003909	20
<b>Sumatorias:</b>	<b>0.018529</b>	<b>87.5</b>

Realizando operaciones Auxiliares se tiene:  $n = 7$

$$\sum X^2 = 0.00005 \quad \sum X * Y = 0.2621$$

Y resolviendo manualmente el Sistema de 2 ecuaciones con 2 incognitas tenemos:

$$\begin{cases} \sum Y = A * n + B * \sum X \\ \sum XY = A * \sum X + B * \sum X^2 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} A = 5739.96 \\ B = -2.69407 \end{cases}$$

Por lo tanto las Constantes para la Ecuacion Intensidad son:

$$\begin{aligned} \rightarrow a = A &= 5739.96 \\ \rightarrow b = -B &= 2.6941 \end{aligned}$$

De las Curvas Intensidad - Duracion - Frecuencia tenemos:  
Para T= 50 años tenemos:

<b>Periodo de Retorno (años)</b>	<b>Intensidad (mm/hrs)</b>	<b>Duracion Lluvia (min)</b>
50	856.371	5
50	619.140	8
50	491.856	10
50	411.443	13
50	355.603	15
50	314.346	18
50	282.497	20

El metodo consiste en la Propuesta dada por Talbot para realizar una regresion Lineal por Minimos Cuadrados se tiene:

$$\longrightarrow i = \frac{a}{b + D} \quad \longrightarrow D = a * \frac{1}{i} - b$$

Si  $Y = D$ ;  $X = 1/i$ ;  $A = a$ ;  $B = -b$ ;  $\longrightarrow$  se tiene:  $Y = A * X + B$

Se ajusta para poder realizar una regresion lineal y determinar los parametros a,b; de la ecuacion de Talbot.

**Aplicando el Metodo tenemos:**

<b>X=1/i</b>	<b>Y =D</b>
0.001168	5
0.001615	7.5
0.002033	10
0.002430	12.5
0.002812	15
0.003181	17.5
0.003540	20
<b>Sumatorias:</b> <b>0.016780</b>	<b>87.5</b>

Realizando operaciones Auxiliares se tiene:  $n = 7$

$$\sum X^2 = 0.00004 \quad \sum X * Y = 0.2373$$

Y resolviendo manualmente el Sistema de 2 ecuaciones con 2 incognitas tenemos:

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum Y = A * n + B * \sum X \\ \sum XY = A * \sum X + B * \sum X^2 \end{array} \right. \longrightarrow \left\{ \begin{array}{l} A = 6338.54 \\ B = -2.69407 \end{array} \right.$$

Por lo tanto las Constantes para la Ecuacion Intensidad son:

$$\longrightarrow a = A = 6338.54$$

$$\longrightarrow b = -B = 2.6941$$

De las Curvas Intensidad - Duracion - Frecuencia tenemos:  
Para T= 75 años tenemos:

<b>Periodo de Retorno (años)</b>	<b>Intensidad (mm/hrs)</b>	<b>Duracion Lluvia (min)</b>
75	903.677	5
75	653.342	8
75	519.026	10
75	434.172	13

75	375.246	15
75	331.710	18
75	298.102	20

El metodo consiste en la Propuesta dada por Talbot para realizar una regresion Lineal por Minimos Cuadrados se tiene:

$$\Rightarrow i = \frac{a}{b + D} \quad \Rightarrow D = a * \frac{1}{i} - b$$

Si  $Y = D$ ;  $X = 1/i$ ;  $A = a$ ;  $B = -b$ ;  $\Rightarrow$  se tiene:  $Y = A * X + B$

Se ajusta para poder realizar una regresion lineal y determinar los parametros a,b; de la ecuacion de Talbot.

**Aplicando el Metodo tenemos:**

X=1/i	Y=D
0.001107	5
0.001531	7.5
0.001927	10
0.002303	12.5
0.002665	15
0.003015	17.5
0.003355	20
<b>Sumatorias:</b>	<b>0.015901      87.5</b>

Realizando operaciones Auxiliares se tiene:  $n = 7$

$$\sum X^2 = 0.00004 \quad \sum X * Y = 0.2249$$

Y resolviendo manualmente el Sistema de 2 ecuaciones con 2 incognitas tenemos:

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum Y = A * n + B * \sum X \\ \sum XY = A * \sum X + B * \sum X^2 \end{array} \right. \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} A = 6688.69 \\ B = -2.69407 \end{array} \right.$$

Por lo tanto las Constantes para la Ecuacion Intensidad son:

$$\Rightarrow a = A = 6688.69$$

$$\Rightarrow b = -B = 2.6941$$

**De las Curvas Intensidad - Duracion - Frecuencia tenemos:**  
**Para T= 100 años tenemos:**

Periodo de Retorno (años)	Intensidad (mm/hrs)	Duracion Lluvia (min)
100	937.242	5
100	677.608	8
100	538.304	10
100	450.298	13
100	389.184	15
100	344.031	18
100	309.174	20

El metodo consiste en la Propuesta dada por Talbot para realizar una regresion Lineal por Minimos Cuadrados se tiene:

$$i = \frac{a}{b + D} \quad \Rightarrow \quad D = a * \frac{1}{i} - b$$

Si  $Y = D$ ;  $X = 1/i$ ;  $A = a$ ;  $B = -b$ ;  $\Rightarrow$  se tiene:  $Y = A * X + B$

Se ajusta para poder realizar una regresion lineal y determinar los parametros a,b; de la ecuacion de Talbot.

### Aplicando el Metodo tenemos:

$X = 1/i$	$Y = D$
0.001067	5
0.001476	7.5
0.001858	10
0.002221	12.5
0.002569	15
0.002907	17.5
0.003234	20
<b>Sumatorias:</b>	<b>0.015332</b>
	<b>87.5</b>


Realizando operaciones Auxiliares se tiene:  $n = 7$


$$\sum X^2 = 0.00004 \quad \sum X * Y = 0.2168$$

Y resolviendo manualmente el Sistema de 2 ecuaciones con 2 incognitas tenemos:


$$\begin{cases} \sum Y = A * n + B * \sum X \\ \sum XY = A * \sum X + B * \sum X^2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} A = 6937.12 \\ B = -2.69407 \end{cases}$$

Por lo tanto las Constantes para la Ecuacion Intensidad son:

  $a = A = 6937.12$

  $b = -B = 2.6941$

Periodo de Retorno	Coeficientes	
	a	b
2	3558.84	2.6941
5	4350.11	2.6941
10	4948.69	2.6941
25	5739.96	2.6941
50	6338.54	2.6941
75	6688.69	2.6941
100	6937.12	2.6941

 
$$i = \frac{a}{b + D_{\min}}$$

**Ecuacion calculada para duraciones entre 5 minutos a 20 minutos**

# METODO DE TALBOT

**Modelo Propuesto por Linsley para llluvias de duracion entre 5 a 20 min.**

De las Curvas Intensidad - Duracion - Frecuencia tenemos:

Para T= 2 años tenemos:

Periodo de Retorno (años)	Intensidad (mm/hrs)	Duracion Lluvia (min)
2	499.761	5
2	361.318	8
2	287.038	10
2	240.110	13
2	207.523	15
2	183.446	18
2	164.860	20

El metodo consiste en la Propuesta dada por Talbot para realizar una regresion Lineal por Minimos Cuadrados se tiene:

$$i = \frac{a}{b + D} \quad \Rightarrow \quad D = a * \frac{1}{i} - b$$

Si  $Y = D$ ;  $X = 1/i$ ;  $A = a$ ;  $B = -b$ ;  $\Rightarrow$  se tiene:  $Y = A * X + B$

Se ajusta para poder realizar una regresion lineal y determinar los parametros a,b; de la ecuacion de Talbot.

## Aplicando el Metodo tenemos:

X=1/i	Y =D
0.002001	5
0.002768	7.5
0.003484	10
0.004165	12.5
0.004819	15
0.005451	17.5
0.006066	20
<b>Sumatorias: 0.028753</b>	<b>87.5</b>

Realizando operaciones Auxiliares se tiene:  $n = 7$

$$\sum X^2 = 0.00013 \quad \sum X * Y = 0.4067$$

**Y resolviendo manualmente el Sistema de 2 ecuaciones con 2 incognitas tenemos:**



$$\left\{ \begin{array}{l} \sum Y = A * n + B * \sum X \\ \sum XY = A * \sum X + B * \sum X^2 \end{array} \right. \rightarrow \left\{ \begin{array}{l} A = 3699.050 \\ B = -2.69407 \end{array} \right.$$

Por lo tanto las Constantes para la Ecuacion Intensidad son:

$$\begin{aligned} \rightarrow a = A &= 3699.05 \\ \rightarrow b = -B &= 2.6941 \end{aligned}$$

De las Curvas Intensidad - Duracion - Frecuencia tenemos:  
Para T= 5 años tenemos:

Periodo de Retorno (años)	Intensidad (mm/hrs)	Duracion Lluvia (min)
5	630.961	5
5	456.173	8
5	362.392	10
5	303.145	13
5	262.003	15
5	231.605	18
5	208.139	20

El metodo consiste en la Propuesta dada por Talbot para realizar una regresion Lineal por Minimos Cuadrados se tiene:

$$\rightarrow i = \frac{a}{b + D} \quad \rightarrow D = a * \frac{1}{i} - b$$

Si  $Y = D$ ;  $X = 1/i$ ;  $A = a$ ;  $B = -b$ ;  $\rightarrow$  se tiene:  $Y = A * X + B$

Se ajusta para poder realizar una regresion lineal y determinar los parametros a,b; de la ecuacion de Talbot.

**Aplicando el Metodo tenemos:**

	X=1/i	Y =D
	0.001585	5
	0.002192	7.5
	0.002759	10
	0.003299	12.5
	0.003817	15
	0.004318	17.5
	0.004804	20
Sumatorias:	0.022774	87.5

Realizando operaciones Auxiliares se tiene:  $n = 7$

$$\sum X^2 = 0.00008 \quad \sum X * Y = 0.3221$$

Y resolviendo manualmente el Sistema de 2 ecuaciones con 2 incognitas tenemos:

$$\begin{cases} \sum Y = A * n + B * \sum X \\ \sum XY = A * \sum X + B * \sum X^2 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} A = 4670.140 \\ B = -2.69407 \end{cases}$$

Por lo tanto las Constantes para la Ecuacion Intensidad son:

$$\begin{aligned} \rightarrow a = A &= 4670.14 \\ \rightarrow b = -B &= 2.6941 \end{aligned}$$

De las Curvas Intensidad - Duracion - Frecuencia tenemos:  
Para T= 10 años tenemos:

Periodo de Retorno (años)	Intensidad (mm/hrs)	Duracion Lluvia (min)
10	730.210	5
10	527.928	8
10	419.395	10
10	350.829	13
10	303.215	15
10	268.036	18
10	240.879	20

El metodo consiste en la Propuesta dada por Talbot para realizar una regresion Lineal por Minimos Cuadrados se tiene:

$$\rightarrow i = \frac{a}{b + D} \quad \rightarrow D = a * \frac{1}{i} - b$$

Si  $Y = D$ ;  $X = 1/i$ ;  $A = a$ ;  $B = -b$ ;  $\rightarrow$  se tiene:  $Y = A * X + B$

Se ajusta para poder realizar una regresion lineal y determinar los parametros a,b; de la ecuacion de Talbot.

**Aplicando el Metodo tenemos:**

X=1/i	Y=D
0.001369	5
0.001894	7.5

0.002384	10
0.002850	12.5
0.003298	15
0.003731	17.5
0.004151	20
<b>Sumatorias:</b> 0.019679	<b>87.5</b>

Realizando operaciones Auxiliares se tiene:  $n = 7$

$$\sum X^2 = 0.00006 \quad \sum X * Y = 0.2783$$

Y resolviendo manualmente el Sistema de 2 ecuaciones con 2 incognitas tenemos:

$$\begin{cases} \sum Y = A * n + B * \sum X \\ \sum XY = A * \sum X + B * \sum X^2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} A = 5404.7 \\ B = -2.69407 \end{cases}$$

Por lo tanto las Constantes para la Ecuacion Intensidad son:

$$\begin{aligned} \Rightarrow a = A &= 5404.74 \\ \Rightarrow b = -B &= 2.6941 \end{aligned}$$

De las Curvas Intensidad - Duracion - Frecuencia tenemos:  
Para T= 25 años tenemos:

Periodo de Retorno (años)	Intensidad (mm/hrs)	Duracion Lluvia (min)
25	861.409	5
25	622.783	8
25	494.750	10
25	413.864	13
25	357.695	15
25	316.195	18
25	284.159	20

El metodo consiste en la Propuesta dada por Talbot para realizar una regresion Lineal por Minimos Cuadrados se tiene:

$$\Rightarrow i = \frac{a}{b + D} \quad \Rightarrow D = a * \frac{1}{i} - b$$

Si  $Y = D$ ;  $X = 1/i$ ;  $A = a$ ;  $B = -b$ ;  $\Rightarrow$  se tiene:  $Y = A * X + B$

Se ajusta para poder realizar una regresion lineal y determinar los parametros a,b; de la ecuacion de Talbot.

**Aplicando el Metodo tenemos:**

	<b>X=1/i</b>	<b>Y =D</b>
	0.001161	5
	0.001606	7.5
	0.002021	10
	0.002416	12.5
	0.002796	15
	0.003163	17.5
	0.003519	20
<b>Sumatorias:</b>	<b>0.016682</b>	<b>87.5</b>

Realizando operaciones Auxiliares se tiene:  $n = 7$

$$\sum X^2 = 0.00004 \quad \sum X * Y = 0.2359$$

Y resolviendo manualmente el Sistema de 2 ecuaciones con 2 incognitas tenemos:

$$\begin{cases} \sum Y = A * n + B * \sum X \\ \sum XY = A * \sum X + B * \sum X^2 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} A = 6375.83 \\ B = -2.69407 \end{cases}$$

Por lo tanto las Constantes para la Ecuacion Intensidad son:

$$\begin{aligned} \Rightarrow a = A &= 6375.83 \\ \Rightarrow b = -B &= 2.6941 \end{aligned}$$

De las Curvas Intensidad - Duracion - Frecuencia tenemos:  
Para T= 50 años tenemos:

<b>Periodo de Retorno (años)</b>	<b>Intensidad (mm/hrs)</b>	<b>Duracion Lluvia (min)</b>
50	960.658	5
50	694.537	8
50	551.753	10
50	461.548	13
50	398.907	15
50	352.626	18
50	316.899	20

El metodo consiste en la Propuesta dada por Talbot para realizar una regresion Lineal por Minimos Cuadrados se tiene:

$$\longrightarrow i = \frac{a}{b + D} \quad \longrightarrow D = a * \frac{1}{i} - b$$

Si  $Y = D$ ;  $X = 1/i$ ;  $A = a$ ;  $B = -b$ ;  $\longrightarrow$  se tiene:  $Y = A * X + B$

Se ajusta para poder realizar una regresion lineal y determinar los parametros a,b; de la ecuacion de Talbot.

### Aplicando el Metodo tenemos:

$X=1/i$	$Y = D$
0.001041	5
0.001440	7.5
0.001812	10
0.002167	12.5
0.002507	15
0.002836	17.5
0.003156	20
<b>Sumatorias:</b> <b>0.014958</b>	<b>87.5</b>

Realizando operaciones Auxiliares se tiene:  $n = 7$

$$\sum X^2 = 0.00004 \quad \sum X * Y = 0.2116$$

Y resolviendo manualmente el Sistema de 2 ecuaciones con 2 incognitas tenemos:

$$\begin{cases} \sum Y = A * n + B * \sum X \\ \sum XY = A * \sum X + B * \sum X^2 \end{cases} \longrightarrow \begin{cases} A = 7110.43 \\ B = -2.69407 \end{cases}$$

Por lo tanto las Constantes para la Ecuacion Intensidad son:

$$\begin{aligned} \longrightarrow a = A &= 7110.43 \\ \longrightarrow b = -B &= 2.6941 \end{aligned}$$

De las Curvas Intensidad - Duracion - Frecuencia tenemos:  
Para T= 75 años tenemos:

Periodo de Retorno (años)	Intensidad (mm/hrs)	Duracion Lluvia (min)
75	1018.714	5
75	736.511	8
75	585.098	10
75	489.441	13

75	423.015	15
75	373.937	18
75	336.050	20

El metodo consiste en la Propuesta dada por Talbot para realizar una regresion Lineal por Minimos Cuadrados se tiene:

$$\Rightarrow i = \frac{a}{b + D} \quad \Rightarrow D = a * \frac{1}{i} - b$$

Si  $Y = D$ ;  $X = 1/i$ ;  $A = a$ ;  $B = -b$ ;  $\Rightarrow$  se tiene:  $Y = A * X + B$

Se ajusta para poder realizar una regresion lineal y determinar los parametros a,b; de la ecuacion de Talbot.

**Aplicando el Metodo tenemos:**

<b>X=1/i</b>	<b>Y =D</b>
0.000982	5
0.001358	7.5
0.001709	10
0.002043	12.5
0.002364	15
0.002674	17.5
0.002976	20
<b>Sumatorias: 0.014106</b>	<b>87.5</b>

Realizando operaciones Auxiliares se tiene:  $n = 7$

$$\sum X^2 = 0.00003 \quad \sum X * Y = 0.1995$$

Y resolviendo manualmente el Sistema de 2 ecuaciones con 2 incognitas tenemos:

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum Y = A * n + B * \sum X \\ \sum XY = A * \sum X + B * \sum X^2 \end{array} \right. \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} A = 7540.15 \\ B = -2.69407 \end{array} \right.$$

Por lo tanto las Constantes para la Ecuacion Intensidad son:

$$\Rightarrow a = A = 7540.15$$

$$\Rightarrow b = -B = 2.6941$$

**De las Curvas Intensidad - Duracion - Frecuencia tenemos:**  
**Para T= 100 años tenemos:**

Periodo de Retorno (años)	Intensidad (mm/hrs)	Duracion Lluvia (min)
100	1059.906	5
100	766.292	8
100	608.756	10
100	509.232	13
100	440.119	15
100	389.057	18
100	349.639	20

El metodo consiste en la Propuesta dada por Talbot para realizar una regresion Lineal por Minimos Cuadrados se tiene:

$$i = \frac{a}{b + D} \quad \Rightarrow \quad D = a * \frac{1}{i} - b$$

Si  $Y = D$ ;  $X = 1/i$ ;  $A = a$ ;  $B = -b$ ;  $\Rightarrow$  se tiene:  $Y = A * X + B$

Se ajusta para poder realizar una regresion lineal y determinar los parametros a,b; de la ecuacion de Talbot.

### Aplicando el Metodo tenemos:

$X = 1/i$	$Y = D$
0.000943	5
0.001305	7.5
0.001643	10
0.001964	12.5
0.002272	15
0.002570	17.5
0.002860	20
<b>Sumatorias:</b>	<b>0.013557</b> <b>87.5</b>


Realizando operaciones Auxiliares se tiene:  $n = 7$


$$\sum X^2 = 0.00003 \quad \sum X * Y = 0.1917$$

Y resolviendo manualmente el Sistema de 2 ecuaciones con 2 incognitas tenemos:


$$\begin{cases} \sum Y = A * n + B * \sum X \\ \sum XY = A * \sum X + B * \sum X^2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} A = 7845.03 \\ B = -2.69407 \end{cases}$$

Por lo tanto las Constantes para la Ecuacion Intensidad son:

  $a = A = 7845.03$

  $b = -B = 2.6941$

Periodo de Retorno	Coeficientes	
	a	b
2	3699.05	2.694069
5	4670.14	2.694069
10	5404.74	2.694069
25	6375.83	2.694069
50	7110.43	2.694069
75	7540.15	2.694069
100	7845.03	2.694069

 
$$i = \frac{a}{b + D_{\min}}$$

Ecuacion calculada para duraciones entre 5 minutos a 20 minutos



# APLICACIÓN DE METODOLOGIAS PROPUESTAS

## Metodología Propuesta por:

### El Modelo propuesto por Sherman (1931) USA

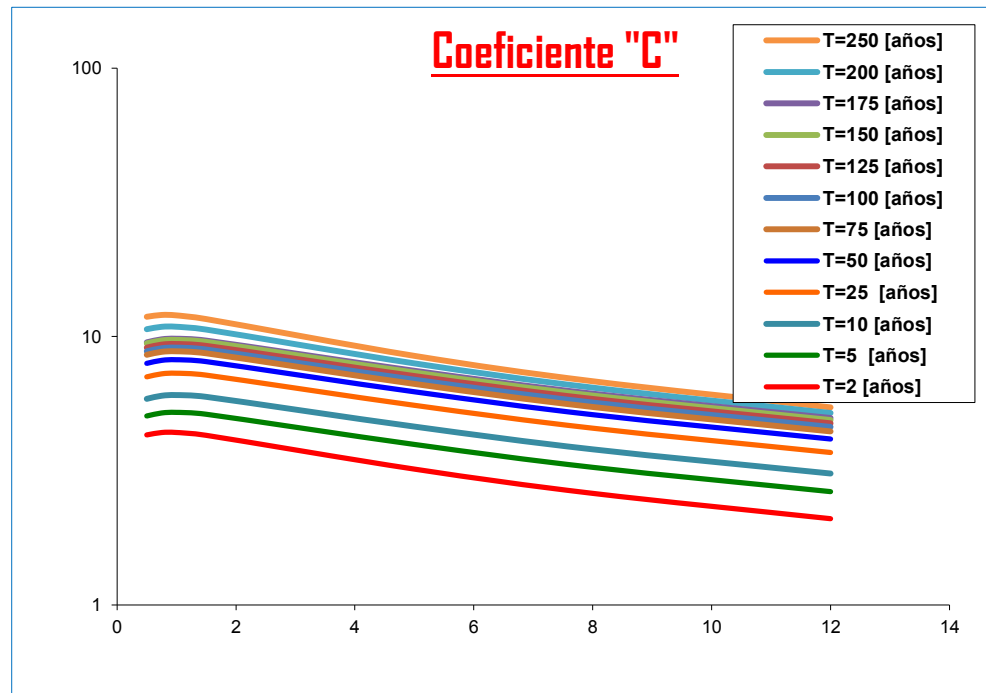
$$i = \frac{K * T_{Re\ tomo}^a}{(D_{Duracion} + C)^b} \longleftrightarrow i = \frac{\lambda * T^\psi}{(d + \theta)^\eta}$$

Donde se procedera a determinar las constantes "c,b,a y K" para cada Ciudad

### → CALCULO DE "C"

Periodo de Retorno	Duracion de lluvia en (Hrs)						
	0.5	0.75	1	1.5	5	8	12
2	4.30	4.39	4.39	4.29	3.21	2.60	2.10
5	5.06	5.19	5.22	5.13	3.96	3.26	2.64
10	5.86	6.02	6.05	5.96	4.62	3.80	3.09
25	7.08	7.26	7.30	7.18	5.55	4.56	3.70
50	7.95	8.15	8.20	8.07	6.23	5.12	4.15
75	8.55	8.77	8.81	8.66	6.66	5.47	4.43
100	8.82	9.05	9.09	8.95	6.91	5.68	4.61
125	9.10	9.33	9.38	9.23	7.13	5.86	4.75
150	9.43	9.67	9.72	9.55	7.35	6.03	4.89
175	9.52	9.77	9.82	9.66	7.46	6.13	4.97
200	10.65	10.87	10.88	10.62	7.95	6.45	5.19
250	11.85	12.04	11.99	11.62	8.47	6.82	5.45

Periodo (T)	C (Adoptado)
2	3.5
5	3.9
10	3.95
25	3.9
50	3.9
75	3.85
100	3.9
125	3.9
150	3.85
175	3.9
200	3.5
250	3.2



K = Numero de Periodos considerados = 12 años

$$\Rightarrow C = \frac{\sum C_i}{K} = 3.7708 \Rightarrow \theta = \frac{\sum \theta_i}{K} = 4.0$$

### APLICACIÓN DEL METODO REGRESION MULTIPLE POR MINIMOS CUADRADOS

n	T (años)	i (mm/hrs)	Duracion (min)	Y = Log i	X1 = Log T	X2 = Log D
1	2	34.40	30	1.5366	0.3010	1.4771
2	5	44.51	30	1.6485	0.6990	1.4771
3	10	52.16	30	1.7174	1.0000	1.4771
4	25	62.28	30	1.7943	1.3979	1.4771
5	50	69.93	30	1.8447	1.6990	1.4771
6	75	74.40	30	1.8716	1.8751	1.4771
7	100	77.58	30	1.8897	2.0000	1.4771
8	125	80.04	30	1.9033	2.0969	1.4771
9	150	82.05	30	1.9141	2.1761	1.4771
10	175	83.76	30	1.9230	2.2430	1.4771
11	200	85.23	30	1.9306	2.3010	1.4771
12	250	87.69	30	1.9430	2.3979	1.4771
13	2	24.87	45	1.3957	0.3010	1.6532
14	5	32.18	45	1.5076	0.6990	1.6532
15	10	37.71	45	1.5765	1.0000	1.6532
16	25	45.03	45	1.6535	1.3979	1.6532
17	50	50.56	45	1.7038	1.6990	1.6532
18	75	53.79	45	1.7307	1.8751	1.6532
19	100	56.09	45	1.7489	2.0000	1.6532
20	125	57.87	45	1.7624	2.0969	1.6532
21	150	59.32	45	1.7732	2.1761	1.6532
22	175	60.55	45	1.7821	2.2430	1.6532
23	200	61.62	45	1.7897	2.3010	1.6532
24	250	63.40	45	1.8021	2.3979	1.6532
25	2	19.76	60	1.2957	0.3010	1.7782
26	5	25.57	60	1.4077	0.6990	1.7782
27	10	29.96	60	1.4766	1.0000	1.7782
28	25	35.77	60	1.5535	1.3979	1.7782
29	50	40.16	60	1.6038	1.6990	1.7782
30	75	42.73	60	1.6308	1.8751	1.7782
31	100	44.56	60	1.6489	2.0000	1.7782
32	125	45.97	60	1.6625	2.0969	1.7782
33	150	47.13	60	1.6733	2.1761	1.7782
34	175	48.10	60	1.6822	2.2430	1.7782
35	200	48.95	60	1.6898	2.3010	1.7782
36	250	50.37	60	1.7021	2.3979	1.7782
37	2	14.28	90	1.1549	0.3010	1.9542
38	5	18.48	90	1.2668	0.6990	1.9542
39	10	21.66	90	1.3357	1.0000	1.9542
40	25	25.86	90	1.4126	1.3979	1.9542
41	50	29.04	90	1.4630	1.6990	1.9542

42	75	30.90	90	1.4899	1.8751	1.9542
43	100	32.21	90	1.5080	2.0000	1.9542
44	125	33.24	90	1.5216	2.0969	1.9542
45	150	34.07	90	1.5324	2.1761	1.9542
46	175	34.78	90	1.5413	2.2430	1.9542
47	200	35.39	90	1.5489	2.3010	1.9542
48	250	36.41	90	1.5613	2.3979	1.9542
49	2	5.45	300	0.7366	0.3010	2.4771
50	5	7.05	300	0.8485	0.6990	2.4771
51	10	8.27	300	0.9174	1.0000	2.4771
52	25	9.87	300	0.9943	1.3979	2.4771
53	50	11.08	300	1.0447	1.6990	2.4771
54	75	11.79	300	1.0716	1.8751	2.4771
55	100	12.30	300	1.0897	2.0000	2.4771
56	125	12.69	300	1.1033	2.0969	2.4771
57	150	13.00	300	1.1141	2.1761	2.4771
58	175	13.27	300	1.1230	2.2430	2.4771
59	200	13.51	300	1.1306	2.3010	2.4771
60	250	13.90	300	1.1430	2.3979	2.4771
61	2	3.74	480	0.5733	0.3010	2.6812
62	5	4.84	480	0.6852	0.6990	2.6812
63	10	5.68	480	0.7541	1.0000	2.6812
64	25	6.78	480	0.8310	1.3979	2.6812
65	50	7.61	480	0.8814	1.6990	2.6812
66	75	8.10	480	0.9083	1.8751	2.6812
67	100	8.44	480	0.9264	2.0000	2.6812
68	125	8.71	480	0.9400	2.0969	2.6812
69	150	8.93	480	0.9508	2.1761	2.6812
70	175	9.11	480	0.9597	2.2430	2.6812
71	200	9.27	480	0.9673	2.3010	2.6812
72	250	9.54	480	0.9797	2.3979	2.6812
73	2	2.71	720	0.4324	0.3010	2.8573
74	5	3.50	720	0.5443	0.6990	2.8573
75	10	4.10	720	0.6132	1.0000	2.8573
76	25	4.90	720	0.6902	1.3979	2.8573
77	50	5.50	720	0.7405	1.6990	2.8573
78	75	5.85	720	0.7674	1.8751	2.8573
79	100	6.10	720	0.7856	2.0000	2.8573
80	125	6.30	720	0.7991	2.0969	2.8573
81	150	6.46	720	0.8099	2.1761	2.8573
82	175	6.59	720	0.8188	2.2430	2.8573
83	200	6.71	720	0.8264	2.3010	2.8573
84	250	6.90	720	0.8388	2.3979	2.8573

### APLICACIÓN DEL METODO REGRESION MULTIPLE POR MINIMOS CUADRADOS

n	T (años)	Y*X1	Y*X2	X1*X2	X1^2	X2^2
1	2	0.4626	2.2697	0.4447	0.0906	2.1819
2	5	1.1522	2.4350	1.0325	0.4886	2.1819
3	10	1.7174	2.5368	1.4771	1.0000	2.1819

4	25	2.5084	2.6504	2.0649	1.9542	2.1819
5	50	3.1340	2.7248	2.5096	2.8865	2.1819
6	75	3.5094	2.7646	2.7697	3.5159	2.1819
7	100	3.7795	2.7914	2.9542	4.0000	2.1819
8	125	3.9911	2.8114	3.0974	4.3970	2.1819
9	150	4.1653	2.8274	3.2144	4.7354	2.1819
10	175	4.3134	2.8405	3.3132	5.0312	2.1819
11	200	4.4423	2.8517	3.3989	5.2947	2.1819
12	250	4.6591	2.8700	3.5420	5.7501	2.1819
13	2	0.4201	2.3074	0.4977	0.0906	2.7331
14	5	1.0538	2.4924	1.1555	0.4886	2.7331
15	10	1.5765	2.6063	1.6532	1.0000	2.7331
16	25	2.3114	2.7335	2.3111	1.9542	2.7331
17	50	2.8947	2.8167	2.8088	2.8865	2.7331
18	75	3.2452	2.8612	3.0999	3.5159	2.7331
19	100	3.4977	2.8913	3.3064	4.0000	2.7331
20	125	3.6957	2.9137	3.4666	4.3970	2.7331
21	150	3.8587	2.9315	3.5975	4.7354	2.7331
22	175	3.9974	2.9463	3.7082	5.0312	2.7331
23	200	4.1182	2.9588	3.8041	5.2947	2.7331
24	250	4.3213	2.9792	3.9643	5.7501	2.7331
25	2	0.3901	2.3040	0.5353	0.0906	3.1618
26	5	0.9839	2.5031	1.2429	0.4886	3.1618
27	10	1.4766	2.6255	1.7782	1.0000	3.1618
28	25	2.1717	2.7624	2.4857	1.9542	3.1618
29	50	2.7249	2.8519	3.0210	2.8865	3.1618
30	75	3.0578	2.8998	3.3341	3.5159	3.1618
31	100	3.2978	2.9320	3.5563	4.0000	3.1618
32	125	3.4861	2.9562	3.7286	4.3970	3.1618
33	150	3.6412	2.9753	3.8694	4.7354	3.1618
34	175	3.7732	2.9912	3.9885	5.0312	3.1618
35	200	3.8882	3.0047	4.0916	5.2947	3.1618
36	250	4.0816	3.0267	4.2639	5.7501	3.1618
37	2	0.3477	2.2569	0.5883	0.0906	3.8191
38	5	0.8855	2.4756	1.3660	0.4886	3.8191
39	10	1.3357	2.6102	1.9542	1.0000	3.8191
40	25	1.9748	2.7606	2.7319	1.9542	3.8191
41	50	2.4855	2.8590	3.3202	2.8865	3.8191
42	75	2.7936	2.9116	3.6643	3.5159	3.8191
43	100	3.0161	2.9471	3.9085	4.0000	3.8191
44	125	3.1907	2.9736	4.0979	4.3970	3.8191
45	150	3.3346	2.9947	4.2526	4.7354	3.8191
46	175	3.4572	3.0121	4.3834	5.0312	3.8191
47	200	3.5640	3.0269	4.4968	5.2947	3.8191
48	250	3.7438	3.0511	4.6862	5.7501	3.8191
49	2	0.2217	1.8246	0.7457	0.0906	6.1361
50	5	0.5931	2.1018	1.7314	0.4886	6.1361
51	10	0.9174	2.2724	2.4771	1.0000	6.1361
52	25	1.3900	2.4631	3.4629	1.9542	6.1361
53	50	1.7748	2.5877	4.2086	2.8865	6.1361

54	75	2.0093	2.6545	4.6448	3.5159	6.1361
55	100	2.1795	2.6994	4.9542	4.0000	6.1361
56	125	2.3136	2.7330	5.1943	4.3970	6.1361
57	150	2.4244	2.7598	5.3904	4.7354	6.1361
58	175	2.5190	2.7818	5.5563	5.0312	6.1361
59	200	2.6015	2.8006	5.6999	5.2947	6.1361
60	250	2.7408	2.8313	5.9400	5.7501	6.1361
61	2	0.1726	1.5371	0.8071	0.0906	7.1891
62	5	0.4789	1.8372	1.8741	0.4886	7.1891
63	10	0.7541	2.0219	2.6812	1.0000	7.1891
64	25	1.1617	2.2282	3.7482	1.9542	7.1891
65	50	1.4974	2.3631	4.5553	2.8865	7.1891
66	75	1.7031	2.4354	5.0275	3.5159	7.1891
67	100	1.8529	2.4840	5.3625	4.0000	7.1891
68	125	1.9711	2.5204	5.6223	4.3970	7.1891
69	150	2.0690	2.5493	5.8346	4.7354	7.1891
70	175	2.1527	2.5732	6.0141	5.0312	7.1891
71	200	2.2258	2.5935	6.1696	5.2947	7.1891
72	250	2.3492	2.6267	6.4295	5.7501	7.1891
73	2	0.1302	1.2355	0.8601	0.0906	8.1643
74	5	0.3805	1.5553	1.9972	0.4886	8.1643
75	10	0.6132	1.7521	2.8573	1.0000	8.1643
76	25	0.9648	1.9720	3.9944	1.9542	8.1643
77	50	1.2581	2.1158	4.8545	2.8865	8.1643
78	75	1.4390	2.1928	5.3577	3.5159	8.1643
79	100	1.5711	2.2446	5.7147	4.0000	8.1643
80	125	1.6757	2.2834	5.9916	4.3970	8.1643
81	150	1.7625	2.3142	6.2178	4.7354	8.1643
82	175	1.8367	2.3397	6.4091	5.0312	8.1643
83	200	1.9016	2.3614	6.5748	5.2947	8.1643
84	250	2.0114	2.3967	6.8517	5.7501	8.1643

De la presente tabla de calculos obtenemos los siguientes resultados:

$$\Rightarrow \sum Y = 109.847 \quad \Rightarrow \sum X_1 = 141.309$$

$$\Rightarrow \sum X_2 = 178.541 \quad \Rightarrow \sum Y * X_1 = 191.546$$

$$\Rightarrow \sum Y * X_2 = 216.568 \quad \Rightarrow \sum X_1 * X_2 = 300.350$$

$$\Rightarrow \sum X_1^2 = 274.010 \quad \Rightarrow \sum X_2^2 = 400.625$$

$$\Rightarrow n = 84$$

► Formando un sistema de 3 ecuaciones con 3 incognitas tenemos:

$$\begin{cases} \sum Y = A * n + B * \sum X_1 + C * \sum X_2 \\ \sum X_1 * Y = A * \sum X_1 + B * \sum X_1^2 + C * \sum (X_1 * X_2) \\ \sum X_2 * Y = A * \sum X_2 + B * \sum (X_1 * X_2) + C * \sum X_2^2 \end{cases}$$

Por lo tanto las constantes seran:

$$C = \frac{(\sum X_1 Y * \sum X_2 - \sum X_2 Y * \sum X_1) * ((\sum X_1)^2 - \sum X_1^2 * n) - (\sum Y * \sum X_1 - \sum X_1 Y * \sum X_2) * (\sum X_1^2 * \sum X_2 - \sum (X_1 X_2) * \sum X_1)}{((\sum X_1 X_2) * \sum X_2 - \sum X_2^2 * \sum X_1) * ((\sum X_1)^2 - \sum X_1^2 * n) - (\sum X_2 * \sum X_1 - \sum (X_1 X_2) * n) * (\sum X_1^2 * \sum X_2 - \sum (X_1 X_2) * \sum X_1)}$$

$$\Rightarrow C = -0.800000$$

$$\Rightarrow B = 0.1861568$$

$$\Rightarrow A = 2.69493014$$

En funcion a estos parametros Calculados se determinan las constantes a,b y k

$$\Rightarrow K = 10^A = 495.370502$$

$$\Rightarrow a = B = 0.1861568$$

$$\Rightarrow b = -C = 0.800000$$

Por lo tanto los Coeficientes para el Modelo de Sherman son:

$$\Rightarrow i = \frac{\lambda * T^\psi}{(d + \theta)^\eta}$$

$$\Rightarrow \lambda = 495.4$$

$$\Rightarrow \psi = 0.1861568$$

$$\Rightarrow \eta = 0.80$$

$$\Rightarrow \theta = 4.0$$

# CALCULO DE LLUVIAS MAXIMAS

→ Del Senanhi se extrajeron las lluvias maximas anuales:

Año	Estacion para
	El Puente
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	50.1
9	19.5
10	20
11	31
12	18.2
13	33.3
14	27.6
15	63
16	26
17	25
18	26
19	28
20	18
21	21
22	34
23	46
24	27.5
25	22.3
26	57.6

## → Calculos de las Medidas de Distribucion:

Media =	31.27
Desviacion =	13.36
Varianza =	178.60
N° de Datos =	19

## → Calculo de la Moda( E) y la Caracteristica (K) :

$$E = \bar{x} - 0.45 S$$

Moda =	25.25
--------	-------

$$K = \frac{S}{0.557 * E}$$

▶ Característica 0.95

### → Calculo de la Moda Ponderada y la Característica Ponderada:

▶ E\*N° = 479.84

▶ K\*N° = 18.05

▶ Moda Ponderada: 
$$E_d = \frac{\sum E_i * n_i}{\sum n_i} = 25.254$$

▶ Característica Ponderada: 
$$K_d = \frac{\sum K_i * n_i}{\sum n_i} = 0.950$$

### APLICACIÓN DE LA LEY DE GUMBELL:

→ Determinación de la altura de lluvia Diaria maxima para un Determinado Periodo de Retorno:

$$h_{dT} = E_d * [1 + k_d * \log (T)]$$

Donde :  $\left\{ \begin{array}{l} E_d = \text{Moda Ponderada} \\ K_d = \text{Característica Ponderada} \\ T = \text{Periodo de Retorno} \\ h_{dT} = \text{Altura de lluvia Maxima Diaria} \end{array} \right.$

→ Aplicando la Formula tenemos:

Periodo de Retorno en (años)
2
5
10
25
50
75
100
125
150
175
200
250

Altura de lluvia Diaria Maxima en (mm)
32.48
42.03
49.25
58.80
66.02
70.24
73.24
75.57
77.47
79.07
80.46
82.79

→ Determinación de la altura de lluvia Maxima Horaria para un determinado periodo de Retorno "T" y un tiempo de duracion "t":



Nota:

Las lluvias Maximas deben ser de corta Duracion es decir que deben ser menores a 24 Hrs. para lo cual acudimos a la Ley de Gumbell Modificada que esta definido por la siguiente Expresion:

$$h_{iT} = Ed * \left(\frac{t}{\alpha}\right)^\beta * [1 + Kd * \log(T)]$$

Donde:

- Ed = Moda Ponderada
- Kd = Caracteristica Ponderada
- T = Periodo de Retorno
- htT = Altura de lluvia Maxima Horaria
- t= Tiempo de Duracion de la Lluvia
- β = Constante que en nuestro medio se adopta generalmente 0.2
- α = Equivalente de lluvia Diaria que depende de la Magnitud de la cuenca

- Para  $A_c > 20 \text{ km}^2$  → α = 12
- Para  $A_c < 20 \text{ km}^2$  → α = 2

→ Aplicando la Formula tenemos las lluvias Maxima Horarias:

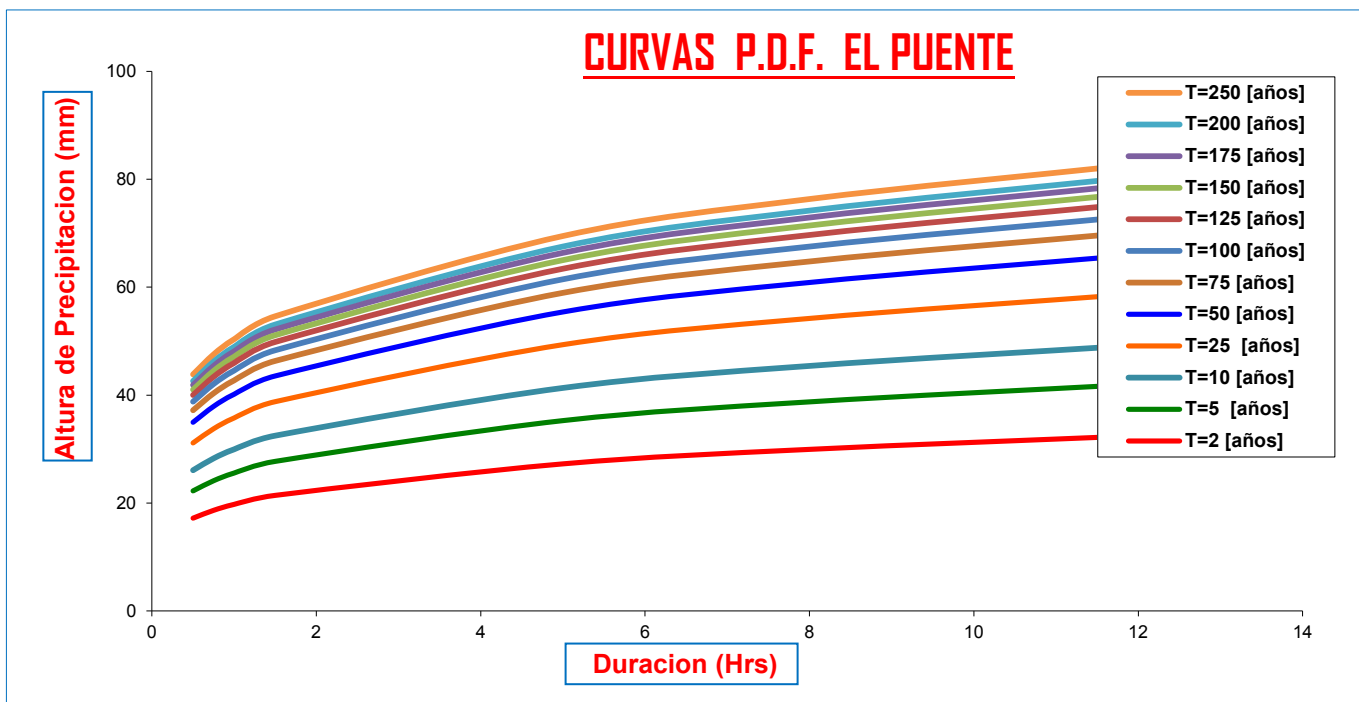
→ β = 0.2  
→ Ed = 25.25

→ α = 12  
→ Kd = 0.95

Valor Adoptado

Periodo de Retorno	Duracion de lluvia en (mm)						
	0.5	0.75	1	1.5	5	8	12
2	17.20	18.65	19.76	21.43	27.26	29.95	32.48
5	22.26	24.14	25.57	27.73	35.27	38.75	42.03
10	26.08	28.29	29.96	32.49	41.34	45.41	49.25
25	31.14	33.77	35.77	38.79	49.35	54.22	58.80
50	34.96	37.92	40.16	43.56	55.41	60.88	66.02
75	37.20	40.34	42.73	46.34	58.96	64.77	70.24
100	38.79	42.07	44.56	48.32	61.48	67.54	73.24
125	40.02	43.40	45.97	49.86	63.43	69.68	75.57
150	41.03	44.49	47.13	51.11	65.02	71.43	77.47
175	41.88	45.42	48.10	52.17	66.37	72.91	79.07
200	42.61	46.21	48.95	53.09	67.54	74.20	80.46
250	43.85	47.55	50.37	54.62	69.49	76.34	82.79

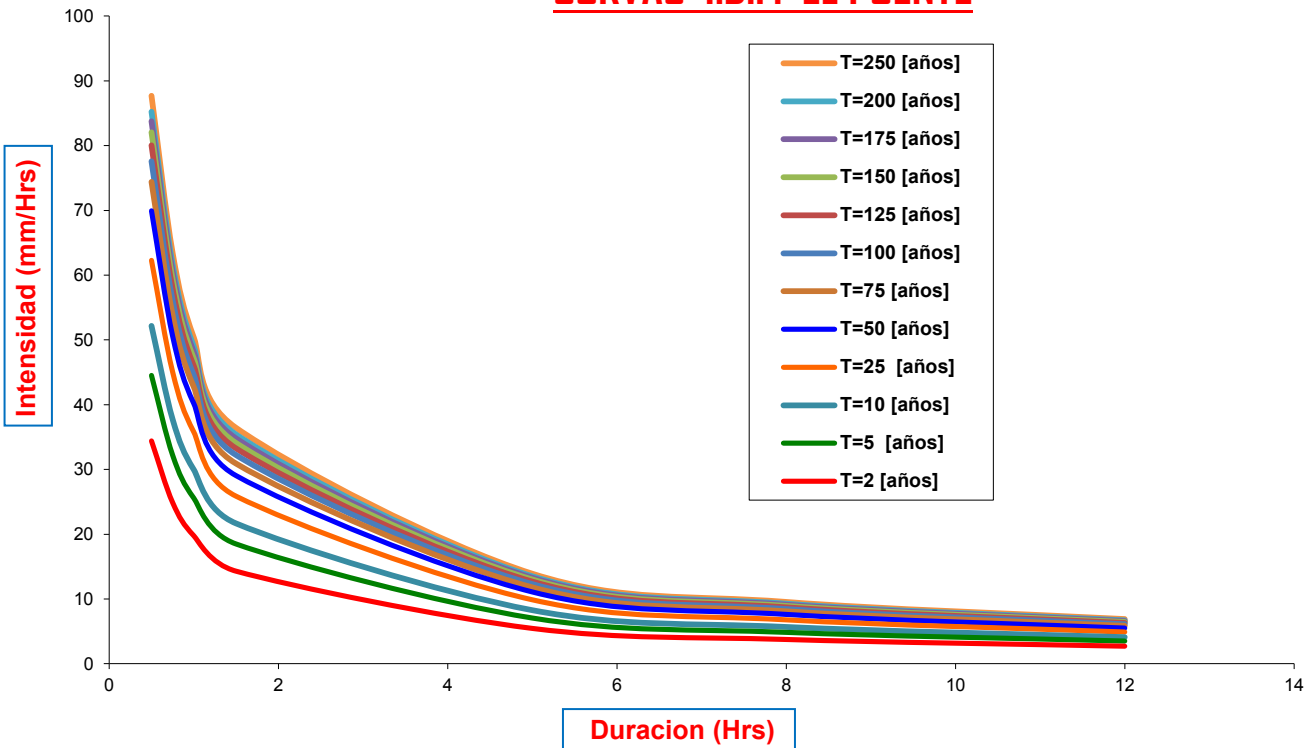
## CURVAS P.D.F. EL PUENTE



➔ **Calculo de Intensidades en (mm/Hrs)**

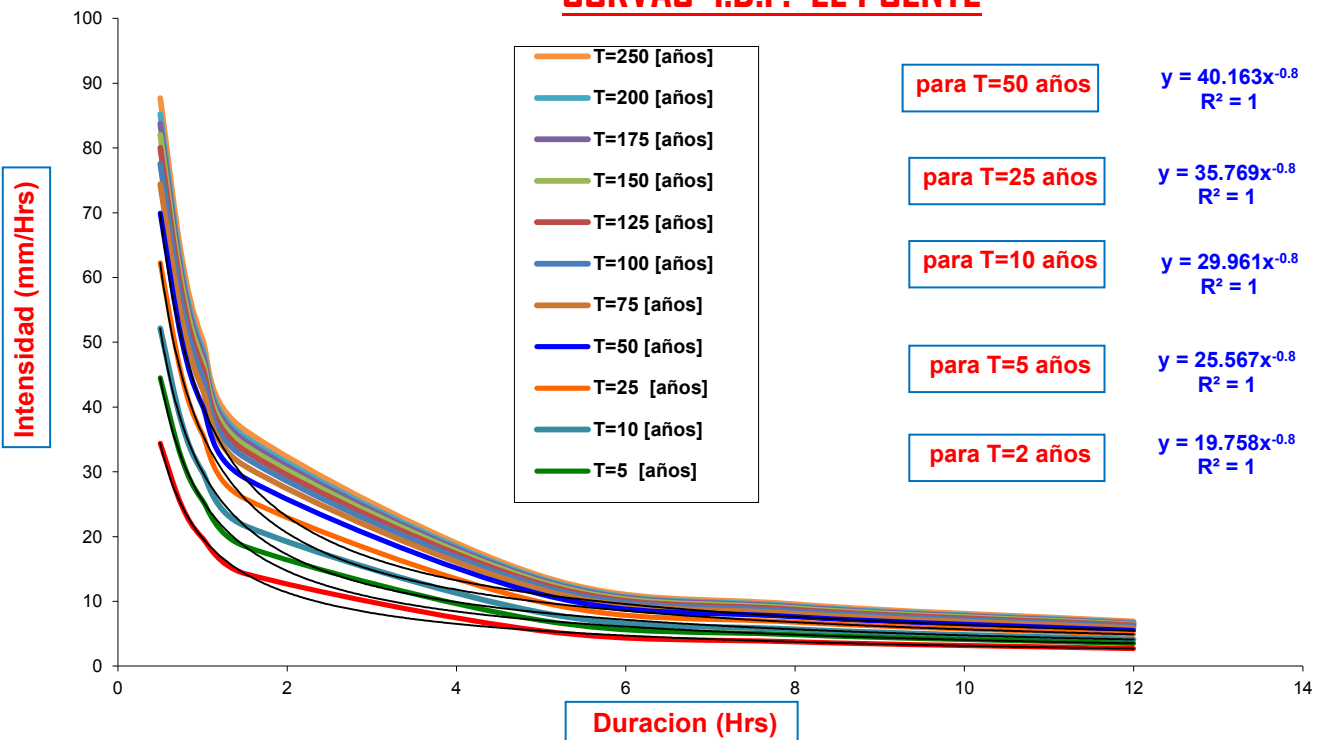
Periodo de Retorno	Duracion de lluvia en (Hrs)						
	0.5	0.75	1	1.5	5	8	12
2	34.40	24.87	19.76	14.28	5.45	3.74	2.71
5	44.51	32.18	25.57	18.48	7.05	4.84	3.50
10	52.16	37.71	29.96	21.66	8.27	5.68	4.10
25	62.28	45.03	35.77	25.86	9.87	6.78	4.90
50	69.93	50.56	40.16	29.04	11.08	7.61	5.50
75	74.40	53.79	42.73	30.90	11.79	8.10	5.85
100	77.58	56.09	44.56	32.21	12.30	8.44	6.10
125	80.04	57.87	45.97	33.24	12.69	8.71	6.30
150	82.05	59.32	47.13	34.07	13.00	8.93	6.46
175	83.76	60.55	48.10	34.78	13.27	9.11	6.59
200	85.23	61.62	48.95	35.39	13.51	9.27	6.71
250	87.69	63.40	50.37	36.41	13.90	9.54	6.90

## CURVAS I.D.F. EL PUENTE



## CURVAS AJUSTADAS DE INTENSIDADES EN FUNCION DE LA DURACION DE LA LLUVIA PARA DIFERENTES "T"

### CURVAS I.D.F. EL PUENTE



# LLUVIAS DE DURACION MENORES A 2 hrs

Para lluvias de duracion menores a 2 Hrs se debe ajusta las mismas en un papel probabilistico de Gumbell que permite calcular la altura de lluvia horaria conociendo solo 2 puntos por lo tanto tenemos:

$\beta = 0.20$   
 $E_d = 25.2545$

$\alpha = 12$   
 $K_d = 0.95006$

$$h_{tT} = E_d * \left(\frac{t}{\alpha}\right)^\beta * [1 + K_d * \log(T)]$$

CIUDAD DE EL PUENTE

T (años) =	2
t (Hrs)	H <sub>tT</sub> (mm)
0.1	12.466
2	22.696

T (años) =	5
t (Hrs)	H <sub>tT</sub> (mm)
0.1	16.131
2	29.368

**HOJA PROBABILISTICA DE GUMBELL**

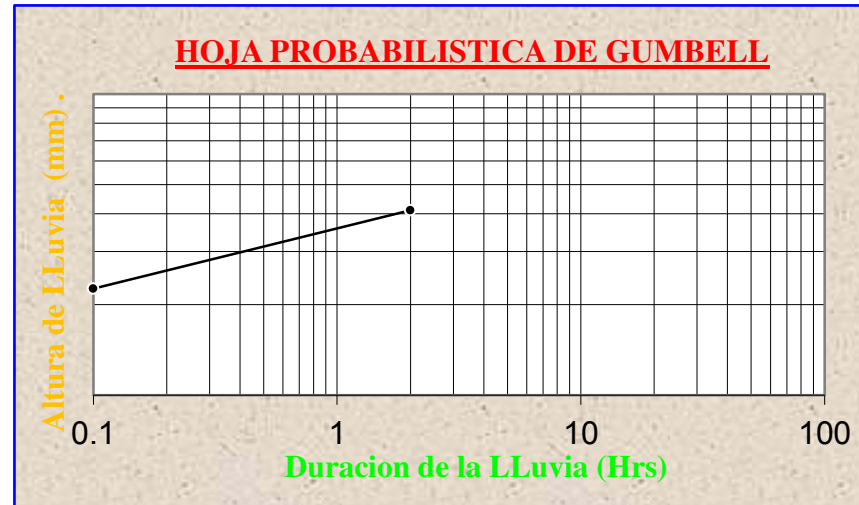
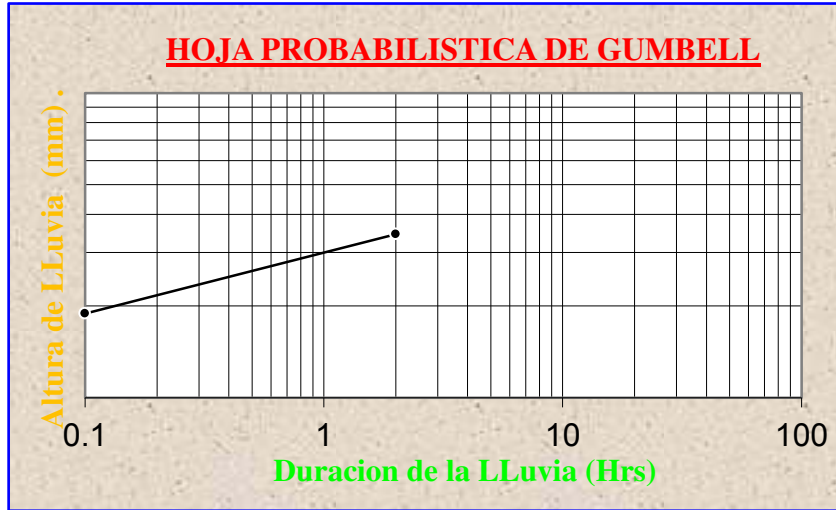


**HOJA PROBABILISTICA DE GUMBELL**



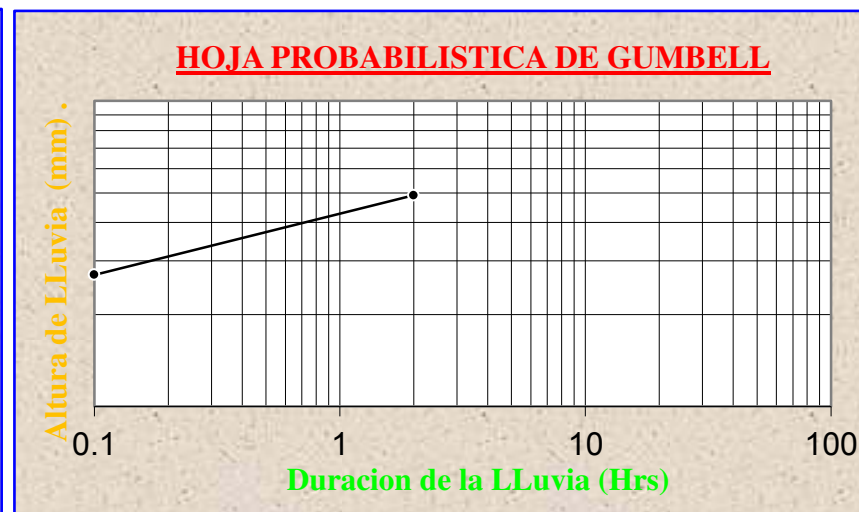
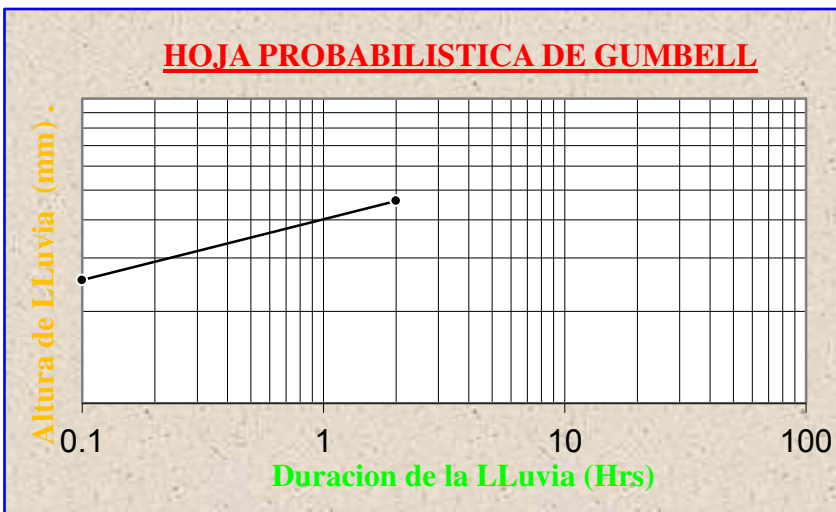
T (años) =	10
t (Hrs)	H <sub>t</sub> T (mm)
0.1	18.904
2	34.416

T (años) =	25
t (Hrs)	H <sub>t</sub> T (mm)
0.1	22.569
2	41.088

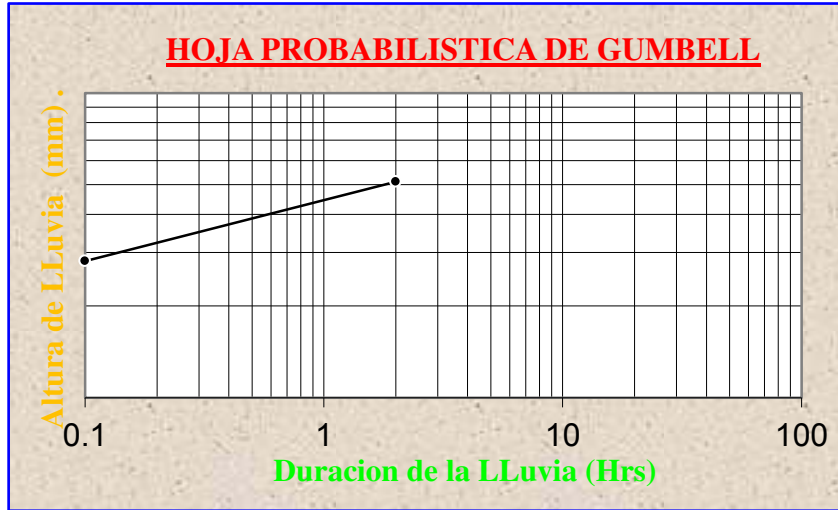


T (años) =	50
t (Hrs)	H <sub>t</sub> T (mm)
0.1	25.341
2	46.136

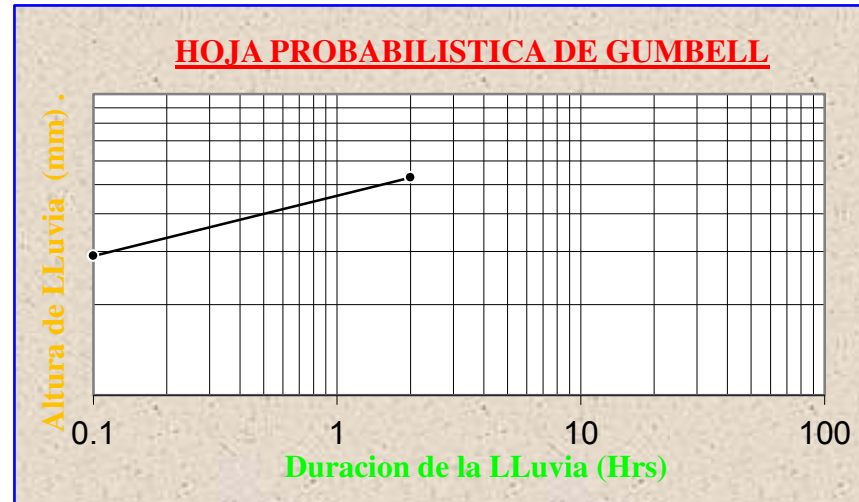
T (años) =	75
t (Hrs)	H <sub>t</sub> T (mm)
0.1	26.963
2	49.088



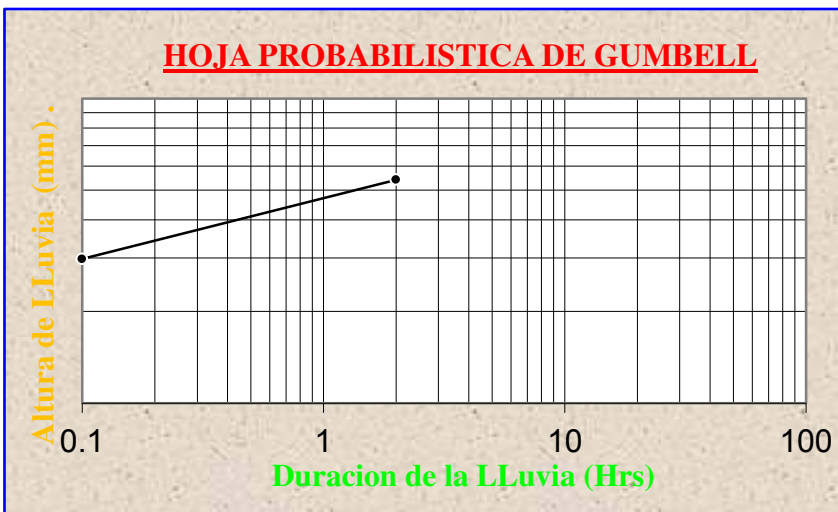
T (años) =	100
t (Hrs)	HtT (mm)
0.1	28.114
2	51.183



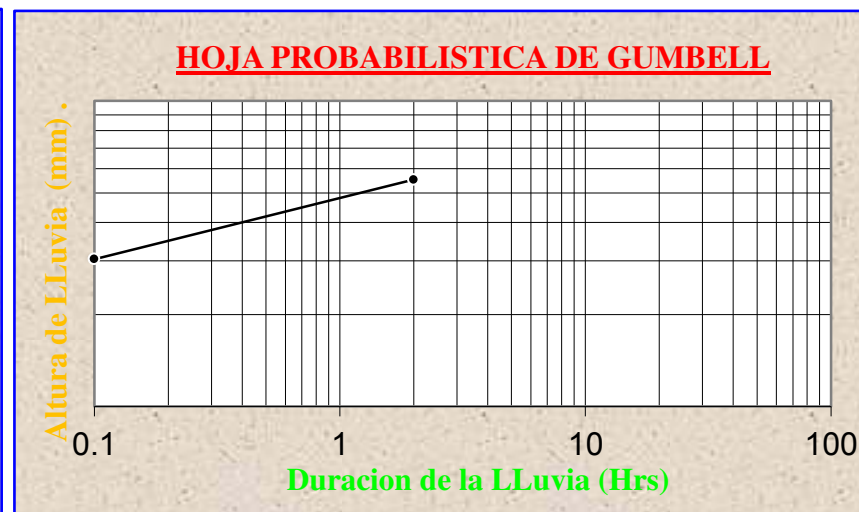
T (años) =	125
t (Hrs)	HtT (mm)
0.1	29.006
2	52.808



T (años) =	150
t (Hrs)	HtT (mm)
0.1	29.736
2	54.135



T (años) =	175
t (Hrs)	HtT (mm)
0.1	30.352
2	55.258



# APLICACIÓN DE METODOLOGIAS PROPUESTAS

## Metodología Propuesta por:

El Modelo propuesto por Sherman (1931) USA

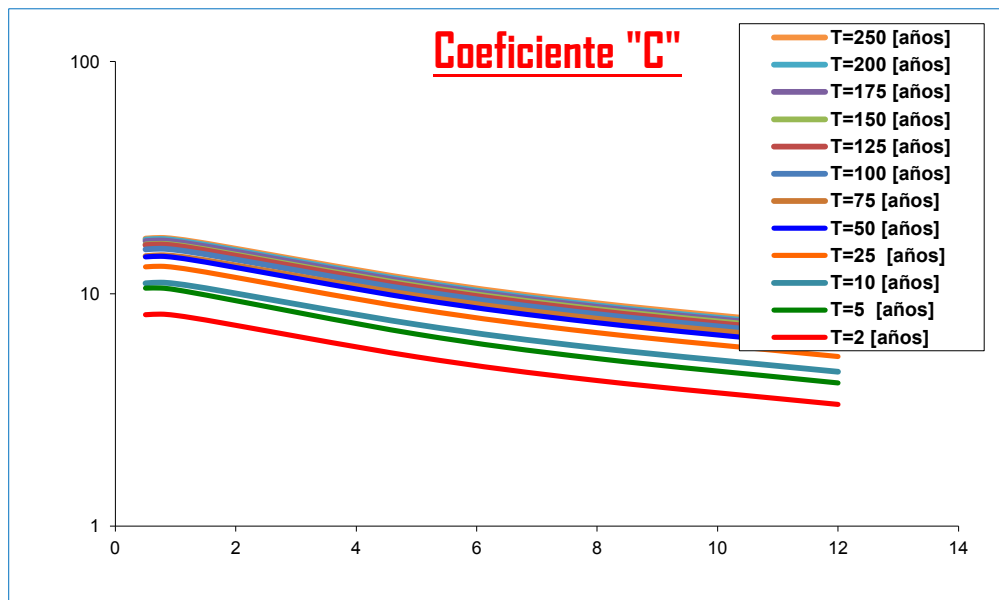
$$i = \frac{K * T_{\text{Retorno}}^a}{(D_{\text{Duracion}} + C)^b} \iff i = \frac{\lambda * T^\psi}{(d + \theta)^\eta}$$

Donde se procedera a determinar las constantes "c,b,a y K" para cada Ciudad

## CALCULO DE "C"

Periodo de Retorno	Duracion de lluvia en (Hrs)						
	0.5	0.75	1	1.5	5	8	12
2	8.12	8.17	8.07	7.71	5.35	4.23	3.34
5	10.57	10.59	10.41	9.88	6.70	5.26	4.13
10	11.09	11.17	11.05	10.57	7.37	5.84	4.62
25	13.06	13.14	12.97	12.39	8.60	6.80	5.37
50	14.41	14.50	14.32	13.68	9.49	7.51	5.92
75	14.53	14.66	14.52	13.93	9.82	7.81	6.19
100	15.53	15.63	15.46	14.79	10.32	8.17	6.46
125	16.20	16.30	16.10	15.38	10.67	8.44	6.66
150	16.31	16.42	16.23	15.53	10.84	8.58	6.78
175	16.86	16.96	16.75	16.00	11.11	8.78	6.93
200	17.12	17.22	17.01	16.25	11.28	8.92	7.04
250	17.29	17.41	17.21	16.47	11.49	9.10	7.19

Periodo (T)	C (Adoptado)
2	2.7
5	2.5
10	2.75
25	2.7
50	2.7
75	2.85
100	2.75
125	2.7
150	2.75
175	2.7
200	2.7
250	2.75



K = Numero de Periodos considerados = 12 años

$$\Rightarrow C = \frac{\sum C_i}{K} = 2.7125 \Rightarrow \theta = \frac{\sum \theta_i}{K} = 3.0$$

### APLICACIÓN DEL METODO REGRESION MULTIPLE POR MINIMOS CUADRADOS

n	T (años)	i (mm/hrs)	Duracion (min)	Y = Log i	X1 = Log T	X2 = Log D
1	2	51.99	30	1.7159	0.3010	1.4771
2	5	63.45	30	1.8024	0.6990	1.4771
3	10	72.12	30	1.8580	1.0000	1.4771
4	25	83.58	30	1.9221	1.3979	1.4771
5	50	92.25	30	1.9650	1.6990	1.4771
6	75	97.32	30	1.9882	1.8751	1.4771
7	100	100.92	30	2.0040	2.0000	1.4771
8	125	103.71	30	2.0158	2.0969	1.4771
9	150	105.99	30	2.0253	2.1761	1.4771
10	175	107.92	30	2.0331	2.2430	1.4771
11	200	109.59	30	2.0398	2.3010	1.4771
12	250	112.38	30	2.0507	2.3979	1.4771
13	2	37.59	45	1.5750	0.3010	1.6532
14	5	45.87	45	1.6615	0.6990	1.6532
15	10	52.14	45	1.7172	1.0000	1.6532
16	25	60.42	45	1.7812	1.3979	1.6532
17	50	66.69	45	1.8241	1.6990	1.6532
18	75	70.36	45	1.8473	1.8751	1.6532
19	100	72.96	45	1.8631	2.0000	1.6532
20	125	74.98	45	1.8749	2.0969	1.6532
21	150	76.63	45	1.8844	2.1761	1.6532
22	175	78.02	45	1.8922	2.2430	1.6532
23	200	79.23	45	1.8989	2.3010	1.6532
24	250	81.25	45	1.9098	2.3979	1.6532
25	2	29.86	60	1.4751	0.3010	1.7782
26	5	36.44	60	1.5616	0.6990	1.7782
27	10	41.42	60	1.6172	1.0000	1.7782
28	25	48.00	60	1.6813	1.3979	1.7782
29	50	52.98	60	1.7241	1.6990	1.7782
30	75	55.89	60	1.7474	1.8751	1.7782
31	100	57.96	60	1.7631	2.0000	1.7782
32	125	59.56	60	1.7750	2.0969	1.7782
33	150	60.87	60	1.7844	2.1761	1.7782
34	175	61.98	60	1.7923	2.2430	1.7782



35	200	62.94	60	1.7989	2.3010	1.7782
36	250	64.54	60	1.8099	2.3979	1.7782
37	2	21.59	90	1.3342	0.3010	1.9542
38	5	26.35	90	1.4207	0.6990	1.9542
39	10	29.95	90	1.4763	1.0000	1.9542
40	25	34.70	90	1.5404	1.3979	1.9542
41	50	38.30	90	1.5833	1.6990	1.9542
42	75	40.41	90	1.6065	1.8751	1.9542
43	100	41.90	90	1.6223	2.0000	1.9542
44	125	43.06	90	1.6341	2.0969	1.9542
45	150	44.01	90	1.6436	2.1761	1.9542
46	175	44.81	90	1.6514	2.2430	1.9542
47	200	45.50	90	1.6581	2.3010	1.9542
48	250	46.66	90	1.6690	2.3979	1.9542
49	2	8.24	300	0.9159	0.3010	2.4771
50	5	10.06	300	1.0024	0.6990	2.4771
51	10	11.43	300	1.0580	1.0000	2.4771
52	25	13.25	300	1.1221	1.3979	2.4771
53	50	14.62	300	1.1650	1.6990	2.4771
54	75	15.42	300	1.1882	1.8751	2.4771
55	100	15.99	300	1.2040	2.0000	2.4771
56	125	16.44	300	1.2158	2.0969	2.4771
57	150	16.80	300	1.2253	2.1761	2.4771
58	175	17.10	300	1.2331	2.2430	2.4771
59	200	17.37	300	1.2398	2.3010	2.4771
60	250	17.81	300	1.2507	2.3979	2.4771
61	2	5.66	480	0.7526	0.3010	2.6812
62	5	6.90	480	0.8391	0.6990	2.6812
63	10	7.85	480	0.8947	1.0000	2.6812
64	25	9.09	480	0.9588	1.3979	2.6812
65	50	10.04	480	1.0017	1.6990	2.6812
66	75	10.59	480	1.0249	1.8751	2.6812
67	100	10.98	480	1.0407	2.0000	2.6812
68	125	11.29	480	1.0525	2.0969	2.6812
69	150	11.53	480	1.0620	2.1761	2.6812
70	175	11.74	480	1.0698	2.2430	2.6812
71	200	11.92	480	1.0765	2.3010	2.6812
72	250	12.23	480	1.0874	2.3979	2.6812
73	2	4.09	720	0.6117	0.3010	2.8573
74	5	4.99	720	0.6982	0.6990	2.8573
75	10	5.67	720	0.7539	1.0000	2.8573
76	25	6.58	720	0.8179	1.3979	2.8573
77	50	7.26	720	0.8608	1.6990	2.8573
78	75	7.66	720	0.8840	1.8751	2.8573
79	100	7.94	720	0.8998	2.0000	2.8573
80	125	8.16	720	0.9116	2.0969	2.8573
81	150	8.34	720	0.9211	2.1761	2.8573

82	175	8.49	720	0.9289	2.2430	2.8573
83	200	8.62	720	0.9356	2.3010	2.8573
84	250	8.84	720	0.9465	2.3979	2.8573

### APLICACIÓN DEL METODO REGRESION MULTIPLE POR MINIMOS CUADRADOS

n	T (años)	Y*X1	Y*X2	X1*X2	X1^2	X2^2
1	2	0.5165	2.5346	0.4447	0.0906	2.1819
2	5	1.2598	2.6624	1.0325	0.4886	2.1819
3	10	1.8580	2.7445	1.4771	1.0000	2.1819
4	25	2.6870	2.8392	2.0649	1.9542	2.1819
5	50	3.3384	2.9025	2.5096	2.8865	2.1819
6	75	3.7280	2.9368	2.7697	3.5159	2.1819
7	100	4.0079	2.9601	2.9542	4.0000	2.1819
8	125	4.2270	2.9776	3.0974	4.3970	2.1819
9	150	4.4071	2.9915	3.2144	4.7354	2.1819
10	175	4.5603	3.0031	3.3132	5.0312	2.1819
11	200	4.6935	3.0130	3.3989	5.2947	2.1819
12	250	4.9174	3.0291	3.5420	5.7501	2.1819
13	2	0.4741	2.6038	0.4977	0.0906	2.7331
14	5	1.1614	2.7469	1.1555	0.4886	2.7331
15	10	1.7172	2.8388	1.6532	1.0000	2.7331
16	25	2.4900	2.9447	2.3111	1.9542	2.7331
17	50	3.0991	3.0156	2.8088	2.8865	2.7331
18	75	3.4638	3.0540	3.0999	3.5159	2.7331
19	100	3.7262	3.0801	3.3064	4.0000	2.7331
20	125	3.9316	3.0997	3.4666	4.3970	2.7331
21	150	4.1006	3.1153	3.5975	4.7354	2.7331
22	175	4.2443	3.1282	3.7082	5.0312	2.7331
23	200	4.3694	3.1393	3.8041	5.2947	2.7331
24	250	4.5796	3.1573	3.9643	5.7501	2.7331
25	2	0.4440	2.6229	0.5353	0.0906	3.1618
26	5	1.0915	2.7767	1.2429	0.4886	3.1618
27	10	1.6172	2.8756	1.7782	1.0000	3.1618
28	25	2.3503	2.9895	2.4857	1.9542	3.1618
29	50	2.9292	3.0658	3.0210	2.8865	3.1618
30	75	3.2764	3.1071	3.3341	3.5159	3.1618
31	100	3.5263	3.1351	3.5563	4.0000	3.1618
32	125	3.7220	3.1562	3.7286	4.3970	3.1618
33	150	3.8831	3.1730	3.8694	4.7354	3.1618
34	175	4.0201	3.1869	3.9885	5.0312	3.1618
35	200	4.1394	3.1988	4.0916	5.2947	3.1618
36	250	4.3399	3.2182	4.2639	5.7501	3.1618
37	2	0.4016	2.6073	0.5883	0.0906	3.8191
38	5	0.9930	2.7764	1.3660	0.4886	3.8191
39	10	1.4763	2.8851	1.9542	1.0000	3.8191

40	25	2.1534	3.0103	2.7319	1.9542	3.8191
41	50	2.6899	3.0941	3.3202	2.8865	3.8191
42	75	3.0123	3.1395	3.6643	3.5159	3.8191
43	100	3.2445	3.1703	3.9085	4.0000	3.8191
44	125	3.4266	3.1934	4.0979	4.3970	3.8191
45	150	3.5765	3.2119	4.2526	4.7354	3.8191
46	175	3.7041	3.2272	4.3834	5.0312	3.8191
47	200	3.8152	3.2402	4.4968	5.2947	3.8191
48	250	4.0021	3.2616	4.6862	5.7501	3.8191
49	2	0.2757	2.2688	0.7457	0.0906	6.1361
50	5	0.7007	2.4831	1.7314	0.4886	6.1361
51	10	1.0580	2.6209	2.4771	1.0000	6.1361
52	25	1.5686	2.7795	3.4629	1.9542	6.1361
53	50	1.9792	2.8857	4.2086	2.8865	6.1361
54	75	2.2279	2.9433	4.6448	3.5159	6.1361
55	100	2.4079	2.9824	4.9542	4.0000	6.1361
56	125	2.5494	3.0117	5.1943	4.3970	6.1361
57	150	2.6663	3.0351	5.3904	4.7354	6.1361
58	175	2.7659	3.0545	5.5563	5.0312	6.1361
59	200	2.8527	3.0710	5.6999	5.2947	6.1361
60	250	2.9990	3.0981	5.9400	5.7501	6.1361
61	2	0.2266	2.0179	0.8071	0.0906	7.1891
62	5	0.5865	2.2499	1.8741	0.4886	7.1891
63	10	0.8947	2.3990	2.6812	1.0000	7.1891
64	25	1.3403	2.5708	3.7482	1.9542	7.1891
65	50	1.7018	2.6857	4.5553	2.8865	7.1891
66	75	1.9217	2.7480	5.0275	3.5159	7.1891
67	100	2.0813	2.7903	5.3625	4.0000	7.1891
68	125	2.2070	2.8220	5.6223	4.3970	7.1891
69	150	2.3109	2.8474	5.8346	4.7354	7.1891
70	175	2.3996	2.8684	6.0141	5.0312	7.1891
71	200	2.4770	2.8862	6.1696	5.2947	7.1891
72	250	2.6075	2.9155	6.4295	5.7501	7.1891
73	2	0.1841	1.7479	0.8601	0.0906	8.1643
74	5	0.4881	1.9951	1.9972	0.4886	8.1643
75	10	0.7539	2.1541	2.8573	1.0000	8.1643
76	25	1.1434	2.3371	3.9944	1.9542	8.1643
77	50	1.4624	2.4595	4.8545	2.8865	8.1643
78	75	1.6576	2.5259	5.3577	3.5159	8.1643
79	100	1.7996	2.5710	5.7147	4.0000	8.1643
80	125	1.9116	2.6049	5.9916	4.3970	8.1643
81	150	2.0044	2.6318	6.2178	4.7354	8.1643
82	175	2.0836	2.6542	6.4091	5.0312	8.1643
83	200	2.1528	2.6733	6.5748	5.2947	8.1643
84	250	2.2697	2.7045	6.8517	5.7501	8.1643

De la presente tabla de calculos obtenemos los siguientes resultados:

$$\begin{aligned} \Rightarrow \sum Y &= 120.370 & \Rightarrow \sum X_1 &= 141.309 \\ \Rightarrow \sum X_2 &= 178.541 & \Rightarrow \sum Y * X_1 &= 208.111 \\ \Rightarrow \sum Y * X_2 &= 238.936 & \Rightarrow \sum X_1 * X_2 &= 300.350 \\ \Rightarrow \sum X_1^2 &= 274.010 & \Rightarrow \sum X_2^2 &= 400.625 \\ & & \Rightarrow n &= 84 \end{aligned}$$

► Formando un sistema de 3 ecuaciones con 3 incognitas tenemos:

$$\begin{cases} \sum Y = A * n + B * \sum X_1 + C * \sum X_2 \\ \sum X_1 * Y = A * \sum X_1 + B * \sum X_1^2 + C * \sum (X_1 * X_2) \\ \sum X_2 * Y = A * \sum X_2 + B * \sum (X_1 * X_2) + C * \sum X_2^2 \end{cases}$$

Por lo tanto las constantes seran:

$$C = \frac{(\sum X_1 Y * \sum X_2 - \sum X_2 Y * \sum X_1) * (\sum X_1^2 - \sum X_1^2 * n) - (\sum Y * \sum X_1 - \sum X_1 Y * \sum X_2) * (\sum X_1^2 * \sum X_2 - \sum (X_1 X_2) * \sum X_1)}{(\sum (X_1 X_2) * \sum X_2 - \sum X_2^2 * \sum X_1) * (\sum X_1^2 - \sum X_1^2 * n) - (\sum X_2 * \sum X_1 - \sum (X_1 X_2) * n) * (\sum X_1^2 * \sum X_2 - \sum (X_1 X_2) * \sum X_1)}$$

$$\Rightarrow C = -0.800000$$

$$\Rightarrow B = 0.1547881$$

$$\Rightarrow A = 2.87298074$$

En funcion a estos parametros Calculados se determinan las constantes a,b y k

$$\Rightarrow K = 10^A = 746.415661$$

$$\Rightarrow a = B = 0.1547881$$

$$\Rightarrow b = -C = 0.800000$$

Por lo tanto los Coeficientes para el Modelo de Sherman son:

$$i = \frac{\lambda * T^\psi}{(d + \theta)^\eta}$$

$$\lambda = 746.4$$

$$\psi = 0.1547881$$

$$\eta = 0.80$$

$$\theta = 3.0$$

# CALCULO DE LLUVIAS MAXIMAS

→ Del Senanhi se extrajeron las lluvias maximas anuales:

Año	Estaciones para la Ciudad de Valle de la Concepcion		
	Chocloca	Juntas	Colon Norte
1		56.1	
2		79.5	
3		33	
4		40.4	
5		78.2	
6		40.5	
7		37.2	
8	34.3	49.1	
9	48.1	38.9	
10	40	46.5	
11	51	62.5	
12	56	56.2	
13	46.3	55	
14	30.5	32	
15	29.5	36	
16	46	29	
17	30.5	37	
18	60.2	32	
19	45.3	23	
20	34.2	32	
21	32	26	
22	34.4	37	
23	44.3	39	
24	36.4	47	
25	36.5	100	
26	74.8	75	
27	50.8	39	
28	59	51	
29	45	66	
30	63	46	36
31	66.5	64	36
32	50	82	51
33	55	44.5	36
34	66	69.5	43
35	55	68.5	23

→ Calculos de las Medidas de Distribucion:

Media =	47.16	49.96	37.50
Desviacion =	12.45	18.45	9.27
Varianza =	154.97	340.22	85.90
N° de Datos =	28	35	6

→ **Calculo de la Moda (E) y la Caracteristica (K) :**

→  $E = \bar{x} - 0.45 S$

Moda =	41.56	41.66	33.33
--------	-------	-------	-------

→  $K = \frac{S}{0.557 * E}$

Caracteristica	0.54	0.79	0.50
----------------	------	------	------

→ **Calculo de la Moda Ponderada y la Caracteristica Ponderada:**

E*N° =	1163.75	1458.09	199.98
K*N° =	15.06	27.82	3.00

▶ Moda Ponderada: →  $E_d = \frac{\sum E_i * n_i}{\sum n_i} = 40.896$

▶ Caracteristica Ponderada: →  $Kd = \frac{\sum K_i * n_i}{\sum n_i} = 0.665$

**APLICACIÓN DE LA LEY DE GUMBELL:**

→ Determinacion de la altura de lluvia Diaria maxima para un Determinado Periodo de Retorno:

→  $h_{dT} = E_d * [1 + kd * \log (T)]$

Donde :  $\left\{ \begin{array}{l} E_d = \text{Moda Ponderada} \\ Kd = \text{Caracteristica Ponderada} \\ T = \text{Periodo de Retorno} \\ h_{dT} = \text{Altura de Lluvia Maxima Diaria} \end{array} \right.$

→ Aplicando la Formula tenemos:

Periodo de Retorno en (años)
2
5
10
25
50
75
100

Altura de lluvia Diaria Maxima en (mm)
49.08
59.90
68.08
78.90
87.09
91.88
95.27

125
150
175
200
250

97.91
100.06
101.88
103.46
106.09

→ Determinación de la altura de lluvia Maxima Horaria para un determinado periodo de Retorno "T" y un tiempo de duracion "t":

Nota:

Las lluvias Maximas deben ser de corta Duracion es decir que deben ser menores a 24 Hrs. para lo cual acudimos a la Ley de Gumbell Modificada que esta definido por la siguiente Expresion:

$$h_{tT} = Ed * \left(\frac{t}{\alpha}\right)^{\beta} * [1 + Kd * \log(T)]$$

Donde:

- Ed = Moda Ponderada
- Kd = Caracteristica Ponderada
- T = Periodo de Retorno
- htT = Altura de lluvia Maxima Horaria
- t = Tiempo de Duracion de la Lluvia
- β = Constante que en nuestro medio se adopta generalmente 0.2
- α = Equivalente de lluvia Diaria que depende de la Magnitud de la cuenca

Para  $A_c > 20 \text{ km}^2$  → α = 12  
 Para  $A_c < 20 \text{ km}^2$  → α = 2

→ Aplicando la Formula tenemos las lluvias Maxima Horarias:

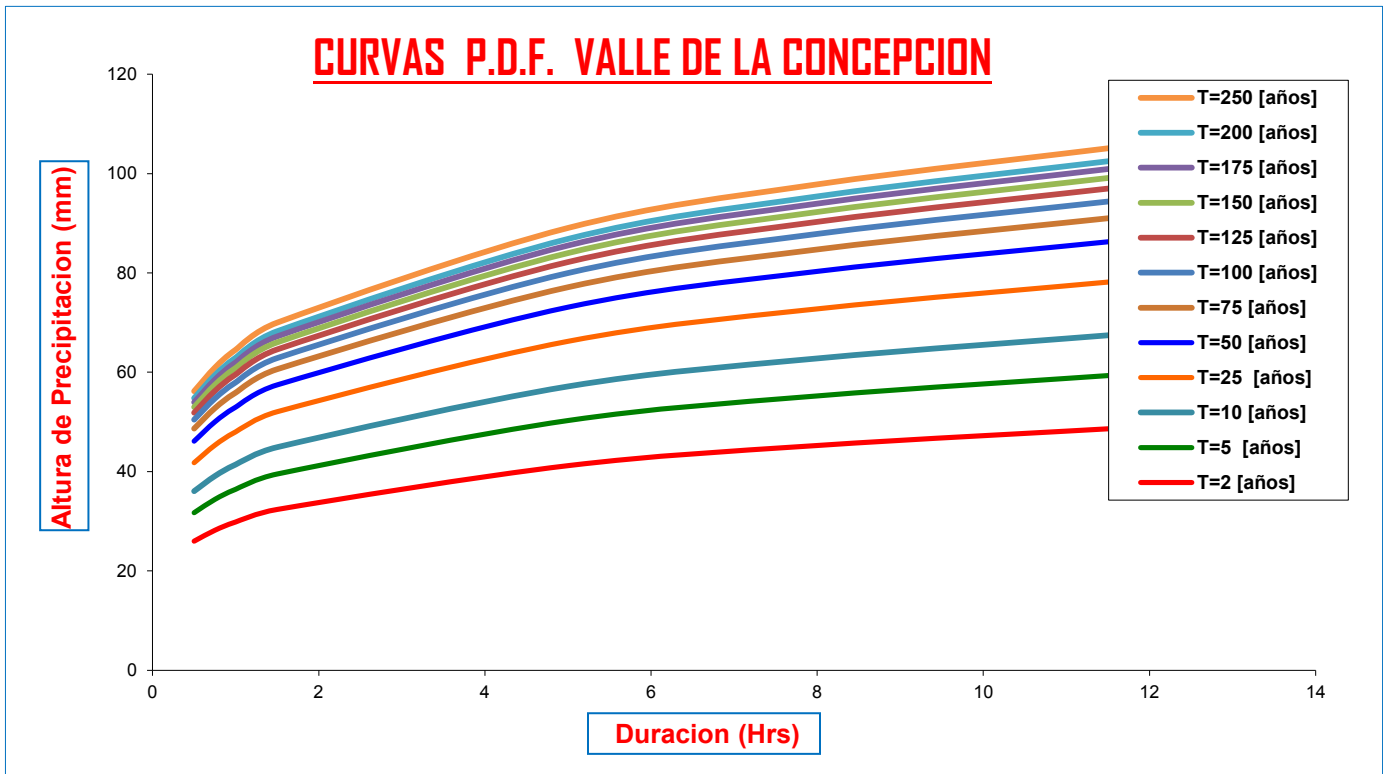
β = 0.2  
 Ed = 40.90

α = 12  
 Kd = 0.66

Valor Adoptado

Periodo de Retorno	Duracion de lluvia en (mm)						
	0.5	0.75	1	1.5	5	8	12
2	25.99	28.19	29.86	32.38	41.20	45.26	49.08
5	31.72	34.40	36.44	39.52	50.28	55.23	59.90
10	36.06	39.10	41.42	44.92	57.15	62.78	68.08
25	41.79	45.32	48.00	52.06	66.23	72.76	78.90
50	46.12	50.02	52.98	57.46	73.10	80.31	87.09
75	48.66	52.77	55.89	60.62	77.12	84.72	91.88
100	50.46	54.72	57.96	62.86	79.97	87.85	95.27
125	51.85	56.23	59.56	64.60	82.18	90.28	97.91
150	52.99	57.47	60.87	66.02	83.99	92.27	100.06
175	53.96	58.52	61.98	67.22	85.52	93.95	101.88
200	54.79	59.42	62.94	68.26	86.84	95.40	103.46
250	56.19	60.93	64.54	70.00	89.05	97.83	106.09

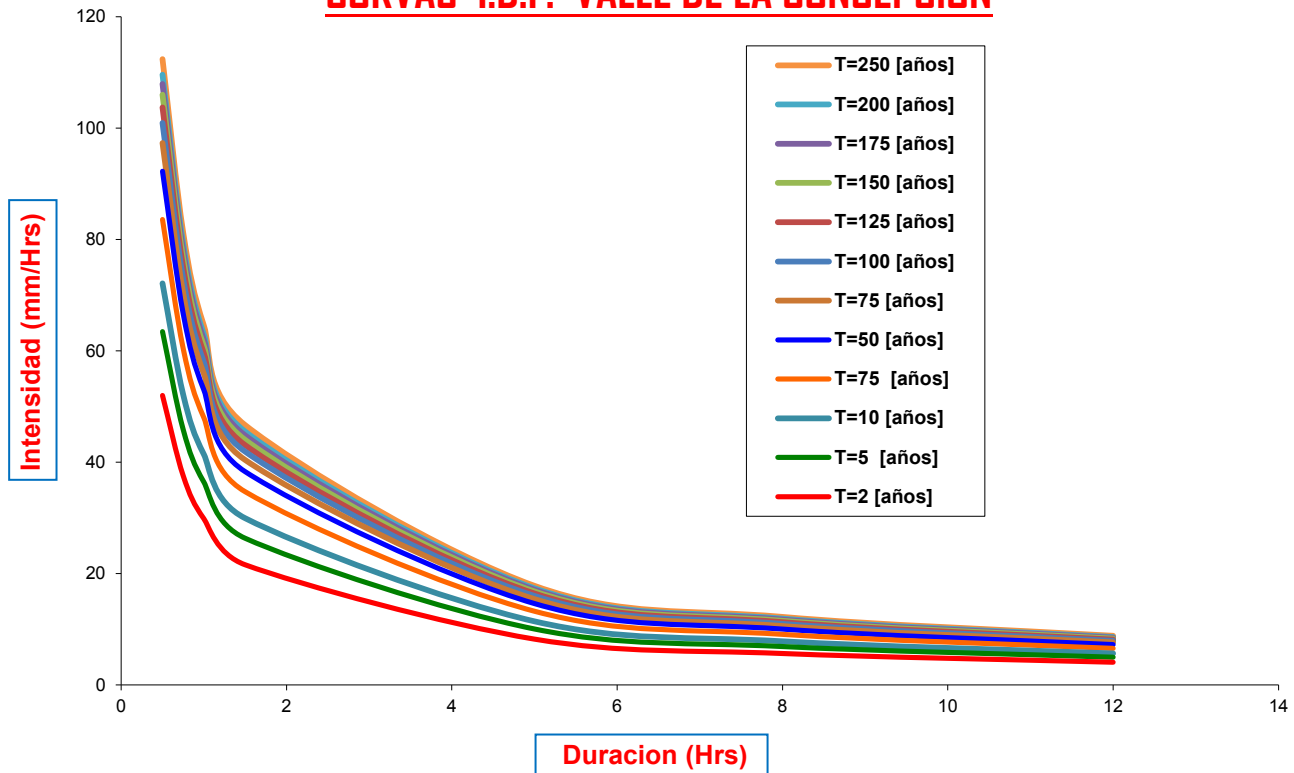




➔ **Calculo de Intensidades en (mm/Hrs)**

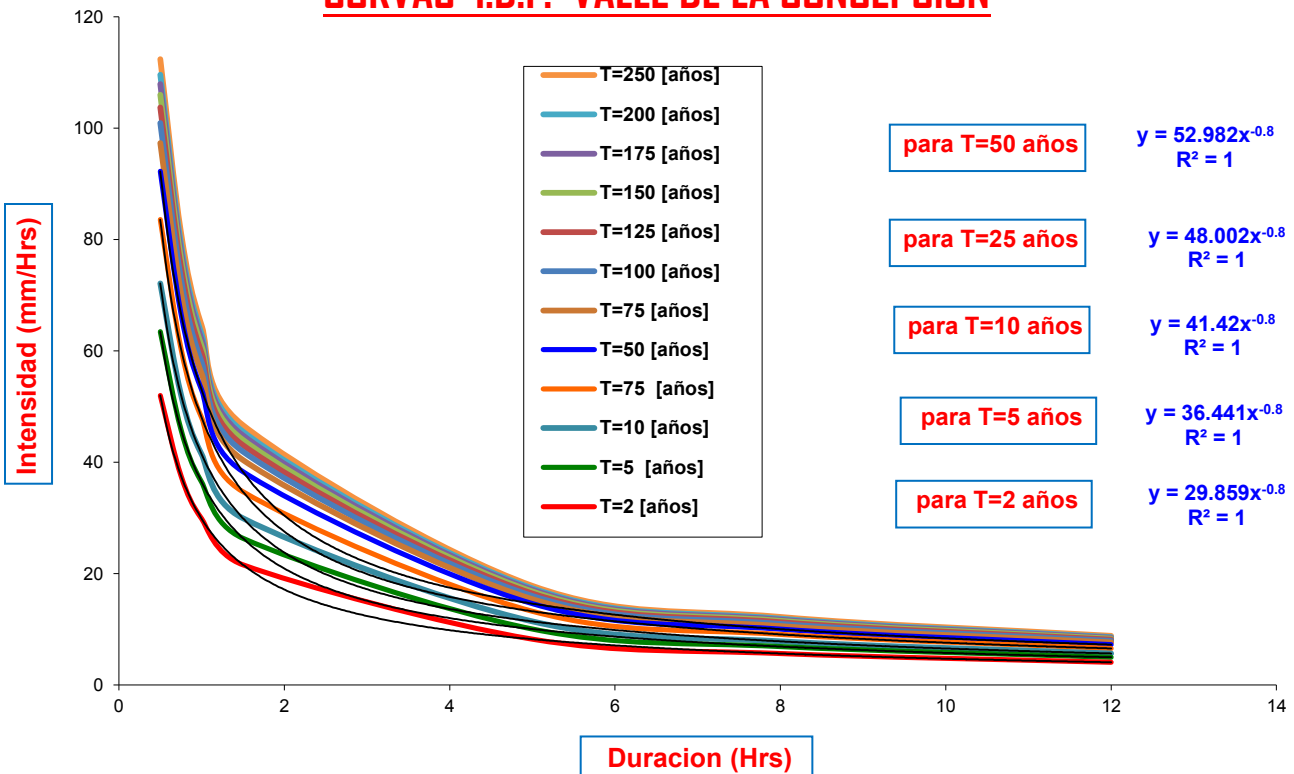
Periodo de Retorno	Duracion de lluvia en (Hrs)						
	0.5	0.75	1	1.5	5	8	12
2	51.99	37.59	29.86	21.59	8.24	5.66	4.09
5	63.45	45.87	36.44	26.35	10.06	6.90	4.99
10	72.12	52.14	41.42	29.95	11.43	7.85	5.67
25	83.58	60.42	48.00	34.70	13.25	9.09	6.58
50	92.25	66.69	52.98	38.30	14.62	10.04	7.26
75	97.32	70.36	55.89	40.41	15.42	10.59	7.66
100	100.92	72.96	57.96	41.90	15.99	10.98	7.94
125	103.71	74.98	59.56	43.06	16.44	11.29	8.16
150	105.99	76.63	60.87	44.01	16.80	11.53	8.34
175	107.92	78.02	61.98	44.81	17.10	11.74	8.49
200	109.59	79.23	62.94	45.50	17.37	11.92	8.62
250	112.38	81.25	64.54	46.66	17.81	12.23	8.84

## CURVAS I.D.F. VALLE DE LA CONCEPCION



### CURVAS AJUSTADAS DE INTENSIDADES EN FUNCION DE LA DURACION DE LA LLUVIA PARA DIFERENTES "T"

## CURVAS I.D.F. VALLE DE LA CONCEPCION



# LLUVIAS DE DURACION MENORES A 2 hrs

Para lluvias de duracion menores a 2 Hrs se debe ajusta las mismas en un papel probabilistico de Gumbell que permite calcular la altura de lluvia horaria conociendo solo 2 puntos por lo tanto tenemos:

$$\begin{aligned} \beta &= 0.20 \\ E_d &= 40.8958 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \alpha &= 12 \\ K_d &= 0.6648 \end{aligned}$$

$$h_{tT} = E_d * \left(\frac{t}{\alpha}\right)^\beta * [1 + K_d * \log(T)]$$

CIUDAD DE VALLE DE LA CONCEPCION

T (años) =	2
t (Hrs)	H <sub>tT</sub> (mm)
0.1	18.840
2	34.299

T (años) =	5
t (Hrs)	H <sub>tT</sub> (mm)
0.1	22.993
2	41.860

**HOJA PROBABILISTICA DE GUMBELL**

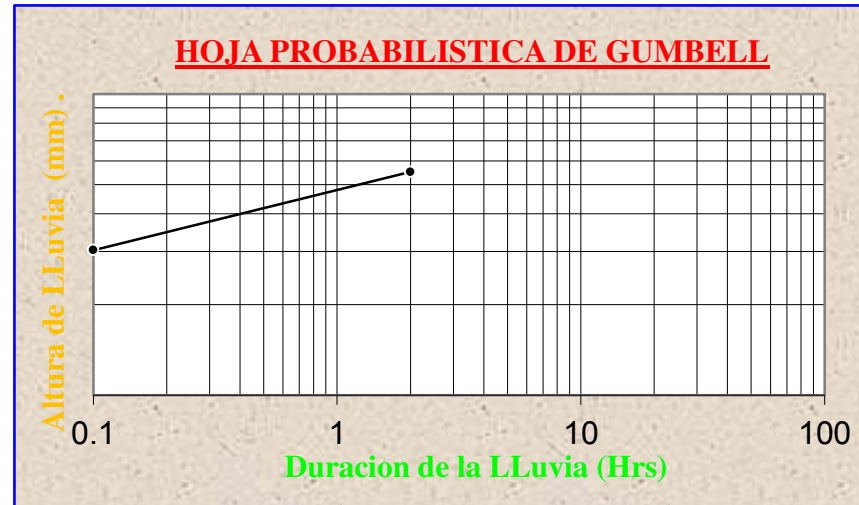
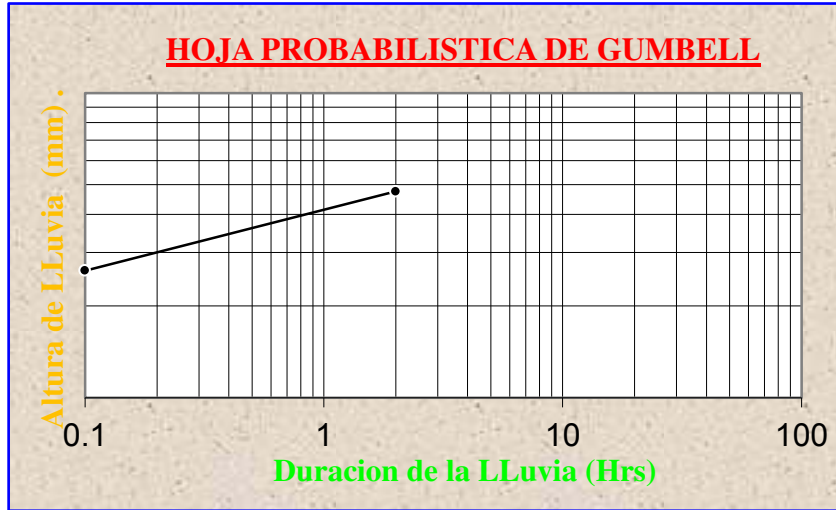


**HOJA PROBABILISTICA DE GUMBELL**



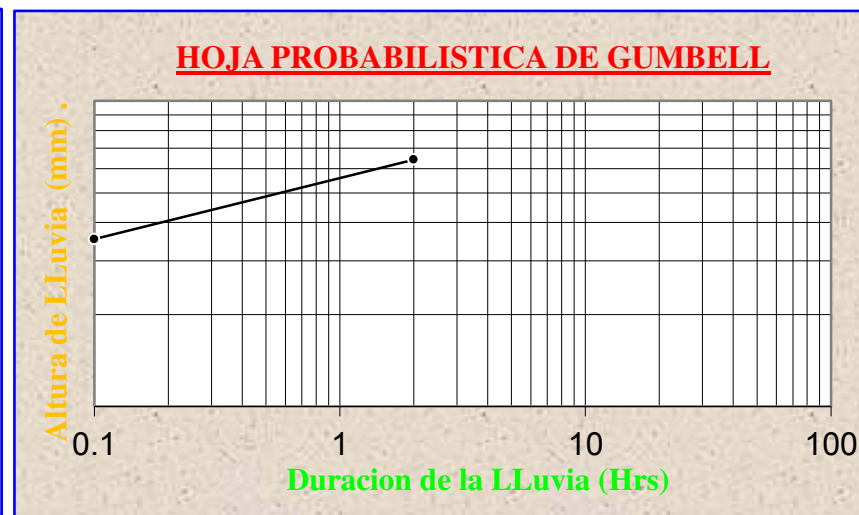
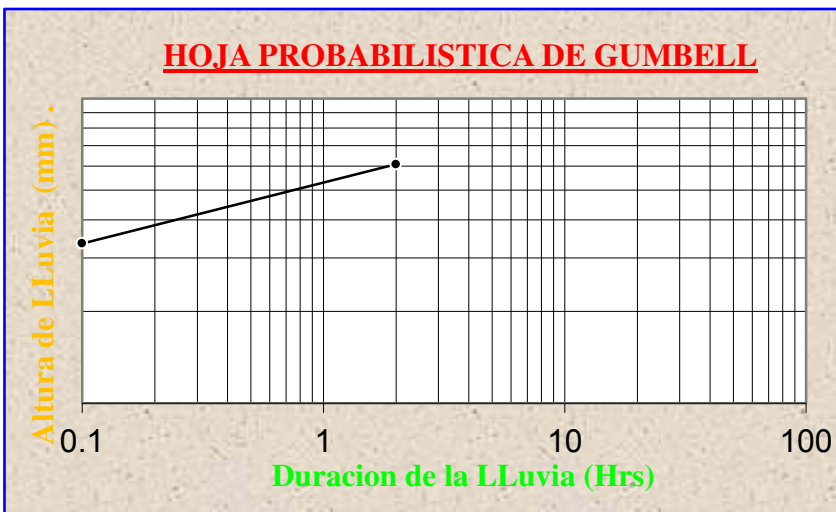
T (años) =	10
t (Hrs)	HtT (mm)
0.1	26.134
2	47.579

T (años) =	25
t (Hrs)	HtT (mm)
0.1	30.288
2	55.140



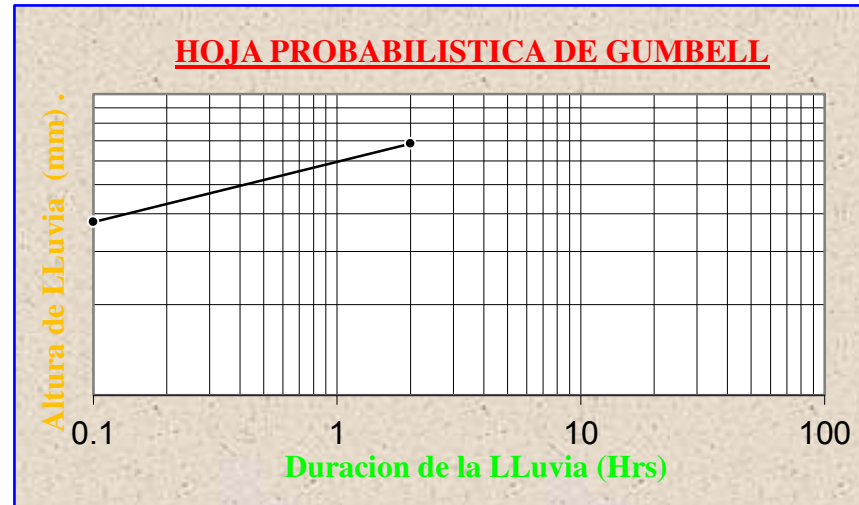
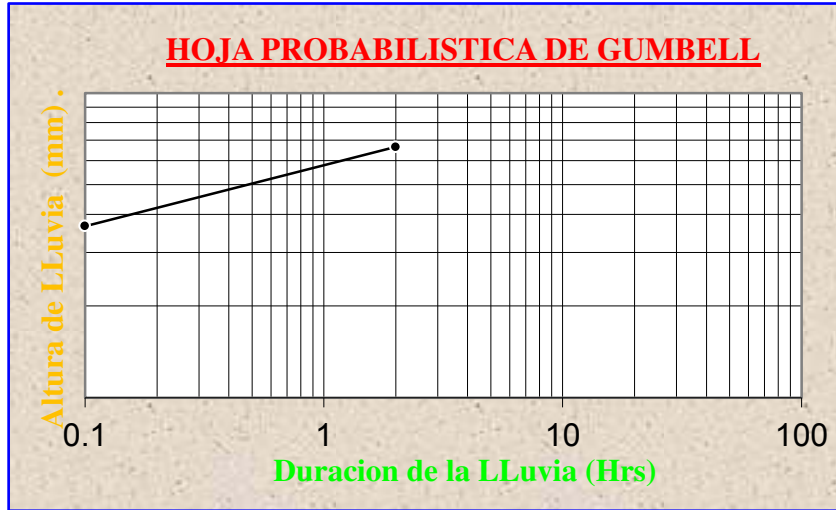
T (años) =	50
t (Hrs)	HtT (mm)
0.1	33.429
2	60.860

T (años) =	75
t (Hrs)	HtT (mm)
0.1	35.267
2	64.206



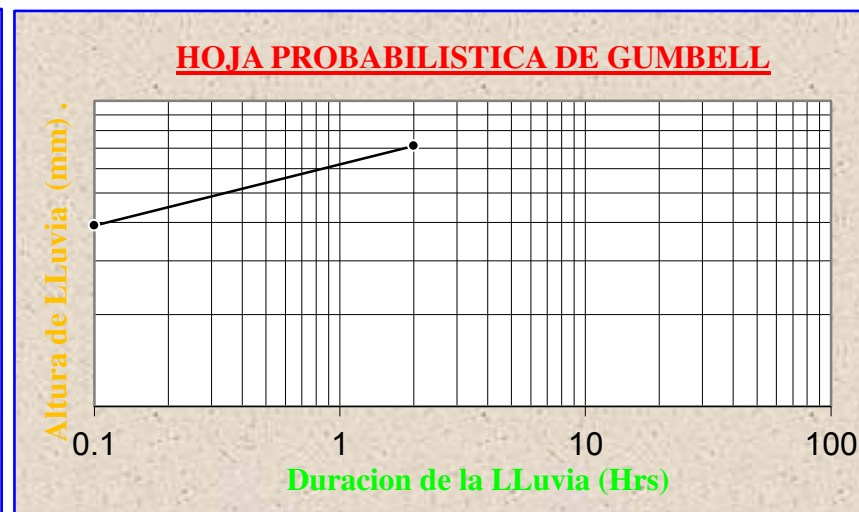
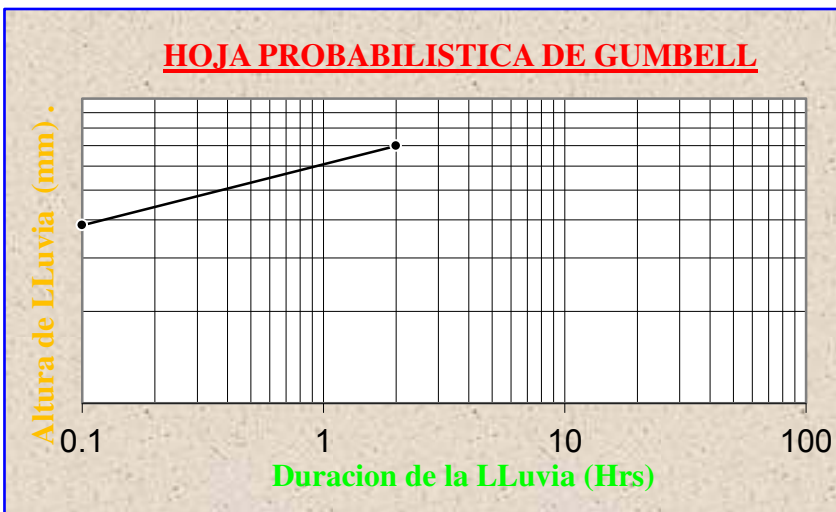
T (años) =	100
t (Hrs)	HtT (mm)
0.1	36.571
2	66.580

T (años) =	125
t (Hrs)	HtT (mm)
0.1	37.582
2	68.421



T (años) =	150
t (Hrs)	HtT (mm)
0.1	38.409
2	69.925

T (años) =	175
t (Hrs)	HtT (mm)
0.1	39.107
2	71.197



# APLICACIÓN DE METODOLOGIAS PROPUESTAS

## Metodología Propuesta por:

### El Modelo propuesto por Sherman (1931) USA

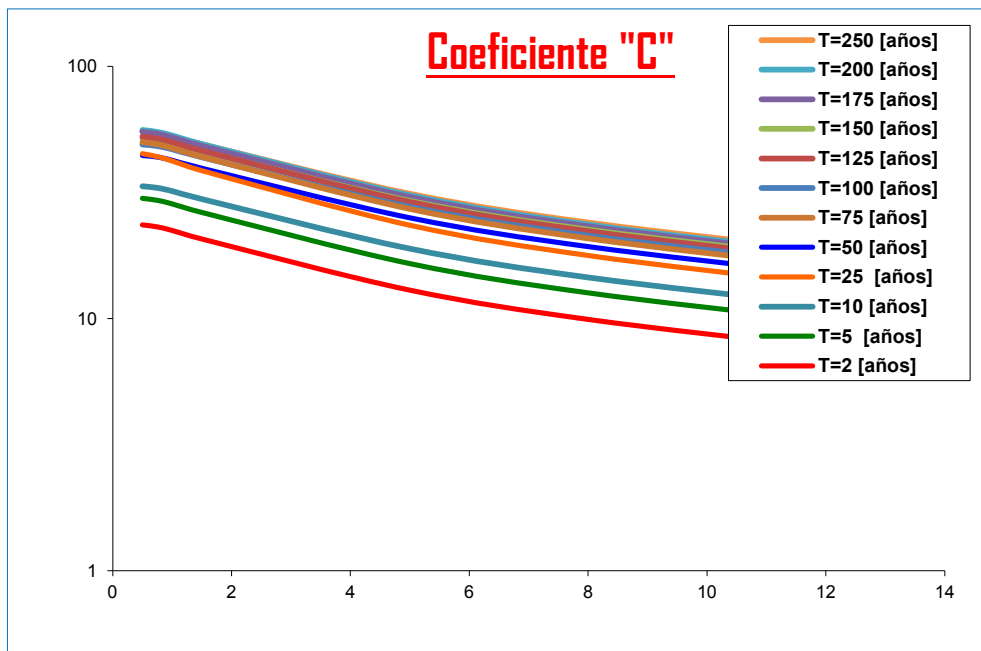
$$i = \frac{K * T_{\text{Re torno}}^a}{(D_{\text{Duracion}} + C)^b} \quad \longleftrightarrow \quad i = \frac{\lambda * T^\psi}{(d + \theta)^\eta}$$

Donde se procedera a determinar las constantes "c,b,a y K" para cada Ciudad

### → CALCULO DE "C"

Periodo de Retorno	Duracion de lluvia en (Hrs)						
	0.5	0.75	1	1.5	5	8	12
2	23.50	23.08	22.34	20.67	12.96	9.92	7.66
5	29.94	29.41	28.47	26.33	16.51	12.64	9.76
10	33.43	32.95	32.00	29.74	18.92	14.55	11.27
25	45.01	43.83	42.13	38.55	23.43	17.77	13.65
50	44.29	43.66	42.40	39.41	25.07	19.28	14.93
75	50.03	49.04	47.39	43.72	27.20	20.78	16.03
100	48.97	48.28	46.88	43.57	27.72	21.31	16.51
125	52.58	51.64	49.98	46.23	28.98	22.19	17.14
150	51.71	50.98	49.50	46.01	29.27	22.51	17.43
175	54.94	53.96	52.23	48.31	30.29	23.19	17.91
200	55.88	54.89	53.13	49.14	30.81	23.59	18.22
250	55.15	54.38	52.80	49.08	31.22	24.01	18.60

Periodo (T)	C (Adoptado)
2	1.9
5	1.9
10	2
25	1.7
50	2
75	1.85
100	2
125	1.9
150	2
175	1.9
200	1.9
250	2



K = Numero de Periodos considerados = 12 años

$$C = \frac{\sum C_i}{K} = 1.9208 \quad \theta = \frac{\sum \theta_i}{K} = 2.0$$

**APLICACIÓN DEL METODO REGRESION MULTIPLE POR MINIMOS CUADRADOS**

n	T (años)	i (mm/hrs)	Duracion (min)	Y = Log i	X1 = Log T	X2 = Log D
1	2	112.81	30	2.0523	0.3010	1.4771
2	5	143.73	30	2.1576	0.6990	1.4771
3	10	167.13	30	2.2231	1.0000	1.4771
4	25	198.06	30	2.2968	1.3979	1.4771
5	50	221.45	30	2.3453	1.6990	1.4771
6	75	235.14	30	2.3713	1.8751	1.4771
7	100	244.84	30	2.3889	2.0000	1.4771
8	125	252.38	30	2.4020	2.0969	1.4771
9	150	258.53	30	2.4125	2.1761	1.4771
10	175	263.73	30	2.4212	2.2430	1.4771
11	200	268.24	30	2.4285	2.3010	1.4771
12	250	275.77	30	2.4405	2.3979	1.4771
13	2	81.56	45	1.9115	0.3010	1.6532
14	5	103.92	45	2.0167	0.6990	1.6532
15	10	120.83	45	2.0822	1.0000	1.6532
16	25	143.19	45	2.1559	1.3979	1.6532
17	50	160.10	45	2.2044	1.6990	1.6532
18	75	170.00	45	2.2304	1.8751	1.6532
19	100	177.02	45	2.2480	2.0000	1.6532
20	125	182.46	45	2.2612	2.0969	1.6532
21	150	186.91	45	2.2716	2.1761	1.6532
22	175	190.67	45	2.2803	2.2430	1.6532
23	200	193.93	45	2.2876	2.3010	1.6532
24	250	199.38	45	2.2997	2.3979	1.6532
25	2	64.79	60	1.8115	0.3010	1.7782
26	5	82.55	60	1.9167	0.6990	1.7782
27	10	95.99	60	1.9822	1.0000	1.7782
28	25	113.75	60	2.0560	1.3979	1.7782
29	50	127.19	60	2.1045	1.6990	1.7782
30	75	135.05	60	2.1305	1.8751	1.7782
31	100	140.63	60	2.1481	2.0000	1.7782
32	125	144.95	60	2.1612	2.0969	1.7782
33	150	148.49	60	2.1717	2.1761	1.7782
34	175	151.47	60	2.1803	2.2430	1.7782
35	200	154.06	60	2.1877	2.3010	1.7782
36	250	158.39	60	2.1997	2.3979	1.7782

37	2	46.84	90	1.6706	0.3010	1.9542
38	5	59.68	90	1.7759	0.6990	1.9542
39	10	69.40	90	1.8414	1.0000	1.9542
40	25	82.24	90	1.9151	1.3979	1.9542
41	50	91.96	90	1.9636	1.6990	1.9542
42	75	97.64	90	1.9896	1.8751	1.9542
43	100	101.67	90	2.0072	2.0000	1.9542
44	125	104.80	90	2.0204	2.0969	1.9542
45	150	107.35	90	2.0308	2.1761	1.9542
46	175	109.51	90	2.0395	2.2430	1.9542
47	200	111.38	90	2.0468	2.3010	1.9542
48	250	114.51	90	2.0589	2.3979	1.9542
49	2	17.88	300	1.2523	0.3010	2.4771
50	5	22.78	300	1.3576	0.6990	2.4771
51	10	26.49	300	1.4231	1.0000	2.4771
52	25	31.39	300	1.4968	1.3979	2.4771
53	50	35.10	300	1.5453	1.6990	2.4771
54	75	37.27	300	1.5713	1.8751	2.4771
55	100	38.81	300	1.5889	2.0000	2.4771
56	125	40.00	300	1.6020	2.0969	2.4771
57	150	40.97	300	1.6125	2.1761	2.4771
58	175	41.80	300	1.6212	2.2430	2.4771
59	200	42.51	300	1.6285	2.3010	2.4771
60	250	43.71	300	1.6405	2.3979	2.4771
61	2	12.28	480	1.0890	0.3010	2.6812
62	5	15.64	480	1.1943	0.6990	2.6812
63	10	18.19	480	1.2598	1.0000	2.6812
64	25	21.55	480	1.3335	1.3979	2.6812
65	50	24.10	480	1.3820	1.6990	2.6812
66	75	25.59	480	1.4080	1.8751	2.6812
67	100	26.64	480	1.4256	2.0000	2.6812
68	125	27.46	480	1.4388	2.0969	2.6812
69	150	28.13	480	1.4492	2.1761	2.6812
70	175	28.70	480	1.4579	2.2430	2.6812
71	200	29.19	480	1.4652	2.3010	2.6812
72	250	30.01	480	1.4773	2.3979	2.6812
73	2	8.88	720	0.9482	0.3010	2.8573
74	5	11.31	720	1.0534	0.6990	2.8573
75	10	13.15	720	1.1189	1.0000	2.8573
76	25	15.58	720	1.1926	1.3979	2.8573
77	50	17.42	720	1.2411	1.6990	2.8573
78	75	18.50	720	1.2671	1.8751	2.8573
79	100	19.26	720	1.2847	2.0000	2.8573
80	125	19.86	720	1.2979	2.0969	2.8573
81	150	20.34	720	1.3083	2.1761	2.8573
82	175	20.75	720	1.3170	2.2430	2.8573
83	200	21.10	720	1.3244	2.3010	2.8573



84	250	21.70	720	1.3364	2.3979	2.8573
----	-----	-------	-----	--------	--------	--------

**APLICACIÓN DEL METODO REGRESION MULTIPLE POR MINIMOS CUADRADOS**

n	T (años)	Y*X1	Y*X2	X1*X2	X1^2	X2^2
1	2	0.6178	3.0316	0.4447	0.0906	2.1819
2	5	1.5081	3.1870	1.0325	0.4886	2.1819
3	10	2.2231	3.2837	1.4771	1.0000	2.1819
4	25	3.2108	3.3926	2.0649	1.9542	2.1819
5	50	3.9846	3.4643	2.5096	2.8865	2.1819
6	75	4.4464	3.5027	2.7697	3.5159	2.1819
7	100	4.7778	3.5287	2.9542	4.0000	2.1819
8	125	5.0369	3.5481	3.0974	4.3970	2.1819
9	150	5.2498	3.5636	3.2144	4.7354	2.1819
10	175	5.4308	3.5764	3.3132	5.0312	2.1819
11	200	5.5881	3.5872	3.3989	5.2947	2.1819
12	250	5.8523	3.6050	3.5420	5.7501	2.1819
13	2	0.5754	3.1601	0.4977	0.0906	2.7331
14	5	1.4096	3.3340	1.1555	0.4886	2.7331
15	10	2.0822	3.4423	1.6532	1.0000	2.7331
16	25	3.0138	3.5642	2.3111	1.9542	2.7331
17	50	3.7452	3.6443	2.8088	2.8865	2.7331
18	75	4.1822	3.6874	3.0999	3.5159	2.7331
19	100	4.4960	3.7165	3.3064	4.0000	2.7331
20	125	4.7415	3.7382	3.4666	4.3970	2.7331
21	150	4.9433	3.7555	3.5975	4.7354	2.7331
22	175	5.1148	3.7698	3.7082	5.0312	2.7331
23	200	5.2640	3.7820	3.8041	5.2947	2.7331
24	250	5.5145	3.8019	3.9643	5.7501	2.7331
25	2	0.5453	3.2212	0.5353	0.0906	3.1618
26	5	1.3397	3.4082	1.2429	0.4886	3.1618
27	10	1.9822	3.5247	1.7782	1.0000	3.1618
28	25	2.8741	3.6558	2.4857	1.9542	3.1618
29	50	3.5754	3.7420	3.0210	2.8865	3.1618
30	75	3.9948	3.7883	3.3341	3.5159	3.1618
31	100	4.2961	3.8196	3.5563	4.0000	3.1618
32	125	4.5319	3.8430	3.7286	4.3970	3.1618
33	150	4.7258	3.8616	3.8694	4.7354	3.1618
34	175	4.8906	3.8770	3.9885	5.0312	3.1618
35	200	5.0340	3.8901	4.0916	5.2947	3.1618
36	250	5.2748	3.9114	4.2639	5.7501	3.1618
37	2	0.5029	3.2648	0.5883	0.0906	3.8191
38	5	1.2413	3.4705	1.3660	0.4886	3.8191
39	10	1.8414	3.5985	1.9542	1.0000	3.8191
40	25	2.6772	3.7425	2.7319	1.9542	3.8191
41	50	3.3361	3.8373	3.3202	2.8865	3.8191

42	75	3.7307	3.8882	3.6643	3.5159	3.8191
43	100	4.0144	3.9225	3.9085	4.0000	3.8191
44	125	4.2365	3.9483	4.0979	4.3970	3.8191
45	150	4.4192	3.9687	4.2526	4.7354	3.8191
46	175	4.5746	3.9856	4.3834	5.0312	3.8191
47	200	4.7098	4.0000	4.4968	5.2947	3.8191
48	250	4.9370	4.0235	4.6862	5.7501	3.8191
49	2	0.3770	3.1022	0.7457	0.0906	6.1361
50	5	0.9489	3.3628	1.7314	0.4886	6.1361
51	10	1.4231	3.5251	2.4771	1.0000	6.1361
52	25	2.0924	3.7077	3.4629	1.9542	6.1361
53	50	2.6254	3.8278	4.2086	2.8865	6.1361
54	75	2.9463	3.8923	4.6448	3.5159	6.1361
55	100	3.1778	3.9359	4.9542	4.0000	6.1361
56	125	3.3594	3.9685	5.1943	4.3970	6.1361
57	150	3.5090	3.9944	5.3904	4.7354	6.1361
58	175	3.6363	4.0158	5.5563	5.0312	6.1361
59	200	3.7473	4.0340	5.6999	5.2947	6.1361
60	250	3.9339	4.0638	5.9400	5.7501	6.1361
61	2	0.3278	2.9200	0.8071	0.0906	7.1891
62	5	0.8348	3.2021	1.8741	0.4886	7.1891
63	10	1.2598	3.3777	2.6812	1.0000	7.1891
64	25	1.8641	3.5754	3.7482	1.9542	7.1891
65	50	2.3479	3.7054	4.5553	2.8865	7.1891
66	75	2.6401	3.7752	5.0275	3.5159	7.1891
67	100	2.8512	3.8224	5.3625	4.0000	7.1891
68	125	3.0169	3.8576	5.6223	4.3970	7.1891
69	150	3.1536	3.8857	5.8346	4.7354	7.1891
70	175	3.2701	3.9089	6.0141	5.0312	7.1891
71	200	3.3715	3.9286	6.1696	5.2947	7.1891
72	250	3.5424	3.9609	6.4295	5.7501	7.1891
73	2	0.2854	2.7092	0.8601	0.0906	8.1643
74	5	0.7363	3.0099	1.9972	0.4886	8.1643
75	10	1.1189	3.1970	2.8573	1.0000	8.1643
76	25	1.6672	3.4077	3.9944	1.9542	8.1643
77	50	2.1086	3.5463	4.8545	2.8865	8.1643
78	75	2.3760	3.6207	5.3577	3.5159	8.1643
79	100	2.5694	3.6709	5.7147	4.0000	8.1643
80	125	2.7215	3.7085	5.9916	4.3970	8.1643
81	150	2.8471	3.7384	6.2178	4.7354	8.1643
82	175	2.9541	3.7631	6.4091	5.0312	8.1643
83	200	3.0474	3.7841	6.5748	5.2947	8.1643
84	250	3.2046	3.8185	6.8517	5.7501	8.1643

De la presente tabla de calculos obtenemos los siguientes resultados:

$$\begin{aligned} \Rightarrow \sum Y &= 152.010 & \Rightarrow \sum X_1 &= 141.309 \\ \Rightarrow \sum X_2 &= 178.541 & \Rightarrow \sum Y * X_1 &= 262.188 \\ \Rightarrow \sum Y * X_2 &= 306.185 & \Rightarrow \sum X_1 * X_2 &= 300.350 \\ \Rightarrow \sum X_1^2 &= 274.010 & \Rightarrow \sum X_2^2 &= 400.625 \\ & \Rightarrow n &= & 84 \end{aligned}$$

► Formando un sistema de 3 ecuaciones con 3 incognitas tenemos:

$$\begin{cases} \sum Y = A * n + B * \sum X_1 + C * \sum X_2 \\ \sum X_1 * Y = A * \sum X_1 + B * \sum X_1^2 + C * \sum (X_1 * X_2) \\ \sum X_2 * Y = A * \sum X_2 + B * \sum (X_1 * X_2) + C * \sum X_2^2 \end{cases}$$

Por lo tanto las constantes seran:

$$C = \frac{(\sum X_1 Y * \sum X_2 - \sum X_2 Y * \sum X_1) * (\sum X_1^2 - \sum X_1^2 * n) - (\sum Y * \sum X_1 - \sum X_1 Y * \sum X_2) * (\sum X_1^2 * \sum X_2 - \sum (X_1 X_2) * \sum X_1)}{(\sum (X_1 X_2) * \sum X_2 - \sum X_2^2 * \sum X_1) * (\sum X_1^2 - \sum X_1^2 * n) - (\sum X_2 * \sum X_1 - \sum (X_1 X_2) * n) * (\sum X_1^2 * \sum X_2 - \sum (X_1 X_2) * \sum X_1)}$$

$$\Rightarrow C = -0.800000$$

$$\Rightarrow B = 0.1782608$$

$$\Rightarrow A = 3.21015290$$


En funcion a estos parametros Calculados se determinan las constantes a,b y k


$$\Rightarrow K = 10^A = 1622.3812$$


$$\Rightarrow a = B = 0.1782608$$


$$\Rightarrow b = -C = 0.800000$$


Por lo tanto los Coeficientes para el Modelo de Sherman son:


$$i = \frac{\lambda * T^\psi}{(d + \theta)^\eta}$$

 $\lambda = 1622.4$

 $\psi = 0.1782608$

 $\eta = 0.80$

 $\theta = 2.0$

# CALCULO DE LLUVIAS MAXIMAS



Del Senanhi se extrajeron las Precipitaciones maximas anuales:

Año	Estacion para
	Yacuiba
1	127
2	90
3	71
4	65
5	79.5
6	66
7	61
8	73
9	72
10	75
11	64
12	54
13	85
14	230
15	92
16	144
17	108
18	110
19	212.5
20	178
21	154
22	87
23	96
24	99
25	106
26	71.8
27	104
28	98.5
29	140
30	119.3
31	76
32	58.2
33	50.2
34	115.3
35	43.3
36	88.6
37	99.3
38	138.9

39	137.3
40	134.7
41	136.7
42	67.5
43	102.8
44	142

→ **Calculos de las Medidas de Distribucion:**

- ▶ Media = 102.80
- ▶ Desviacion = 40.87
- ▶ Varianza = 1670.13
- ▶ N° de Datos = 44

→ **Calculo de la Moda ( E ) y la Caracteristica ( K ) :**

▶  $E = \bar{x} - 0.45 S$

▶ Moda = 84.41

▶  $K = \frac{S}{0.557 * E}$

▶ Caracteristica = 0.87

→ **Calculo de la Moda Ponderada y la Caracteristica Ponderada:**

- ▶ E\*N° = 3714.23
- ▶ K\*N° = 38.24

▶ Moda Ponderada:  $E_d = \frac{\sum E_i * n_i}{\sum n_i} = 84.414$

▶ Caracteristica Ponderada:  $Kd = \frac{\sum K_i * n_i}{\sum n_i} = 0.869$

**APLICACIÓN DE LA LEY DE GUMBELL:**

→ Determinacion de la altura de lluvia Diaria maxima para un Determinado Periodo de Retorno:

→  $h_{dT} = E_d * [1 + kd * \log ( T )]$

Donde :  $\left\{ \begin{array}{l} E_d = \text{Moda Ponderada} \\ Kd = \text{Caracteristica Ponderada} \\ T = \text{Periodo de Retorno} \\ h_{dT} = \text{Altura de Lluvia Maxima Diaria} \end{array} \right.$

→ Aplicando la Formula tenemos:

Periodo de Retorno en (años)
2
5
10
25
50
75
100
125
150
175
200
250

Altura de lluvia Diaria Maxima en (mm)
106.50
135.70
157.78
186.98
209.07
221.99
231.15
238.27
244.07
248.99
253.24
260.35

→ Determinación de la altura de lluvia Maxima Horaria para un determinado periodo de Retorno "T" y un tiempo de duracion "t":

**Nota:** Las lluvias Maximas deben ser de corta Duracion es decir que deben ser menores a 24 Hrs. para lo cual acudimos a la Ley de Gumbell Modificada que esta definido por la siguiente Expresion:

$$h_{tT} = Ed * \left(\frac{t}{\alpha}\right)^{\beta} * [1 + Kd * \log(T)]$$

**Donde:**

- Ed = Moda Ponderada
- Kd = Caracteristica Ponderada
- T = Periodo de Retorno
- htT = Altura de lluvia Maxima Horaria
- t= Tiempo de Duracion de la Lluvia
- β = Constante que en nuestro medio se adopta generalmente 0.02
- α = Equivalente de lluvia Diaria que depende de la Magnitud de la cuenca

Para Ac > 20 km<sup>2</sup> → α = 12  
 Para Ac < 20 km<sup>2</sup> → α = 2

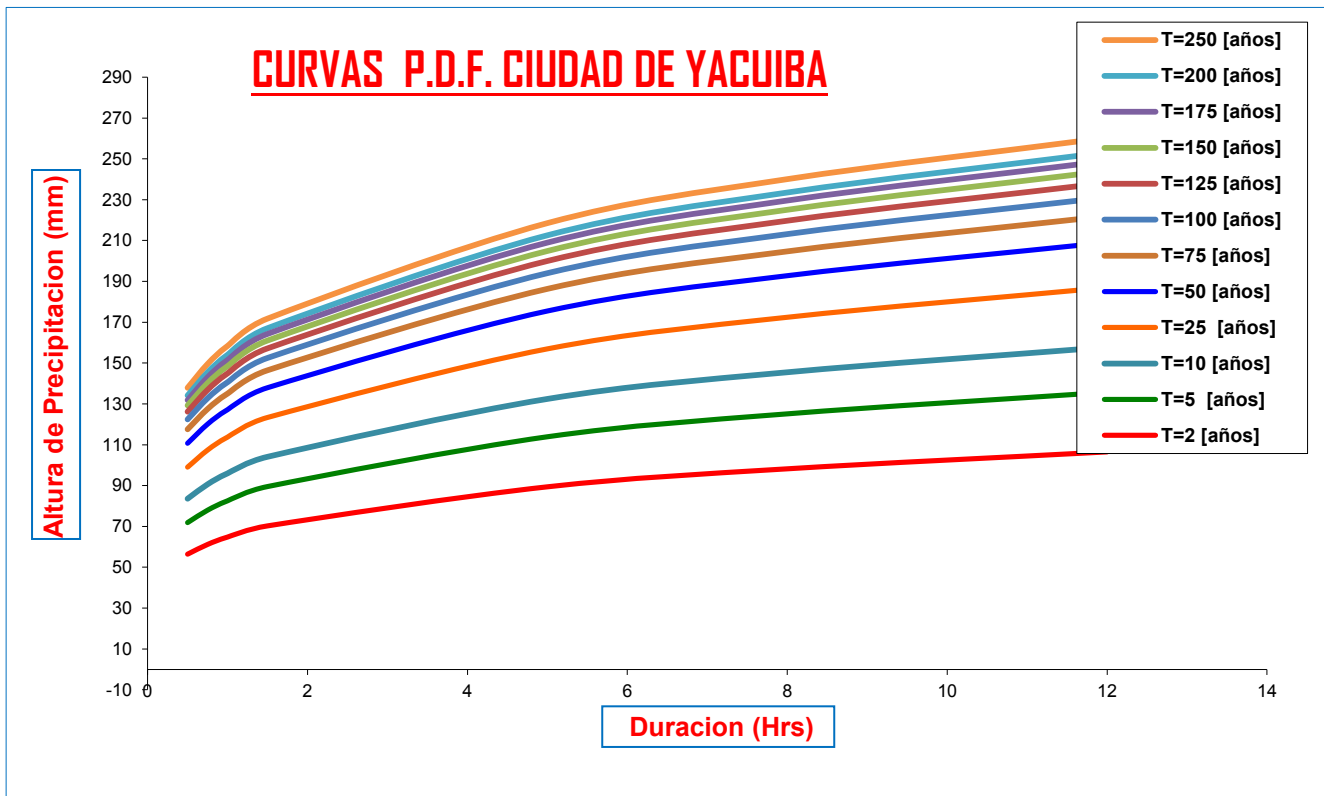
→ Aplicando la Formula tenemos las lluvias Maxima Horarias:

β = 0.2  
 Ed = 84.41

α = 12 **Valor Adoptado**  
 Kd = 0.87

Periodo de Retorno	Duracion de lluvia en (Hrs)						
	0.5	0.75	1	1.5	5	8	12
2	56.40	61.17	64.79	70.26	89.39	98.21	106.50
5	71.87	77.94	82.55	89.53	113.90	125.13	135.70
10	83.56	90.62	95.99	104.10	132.44	145.49	157.78

25	99.03	107.39	113.75	123.36	156.95	172.42	186.98
50	110.73	120.08	127.19	137.93	175.49	192.78	209.07
75	117.57	127.50	135.05	146.46	186.33	204.70	221.99
100	122.42	132.76	140.63	152.51	194.03	213.15	231.15
125	126.19	136.85	144.95	157.20	199.99	219.71	238.27
150	129.26	140.18	148.49	161.03	204.87	225.06	244.07
175	131.87	143.01	151.47	164.27	208.99	229.59	248.99
200	134.12	145.45	154.06	167.08	212.57	233.52	253.24
250	137.89	149.53	158.39	171.77	218.53	240.07	260.35

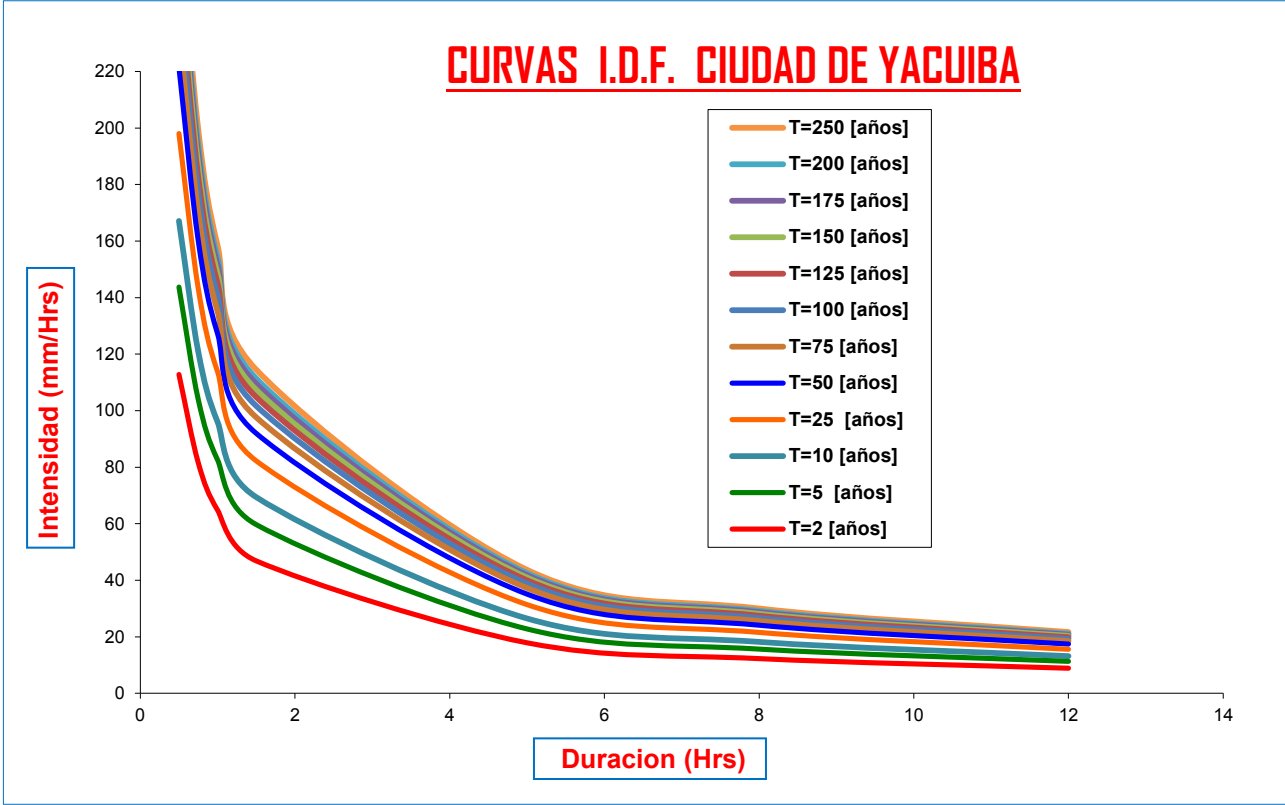


➔ **Calculo de Intensidades en (mm/Hrs)**

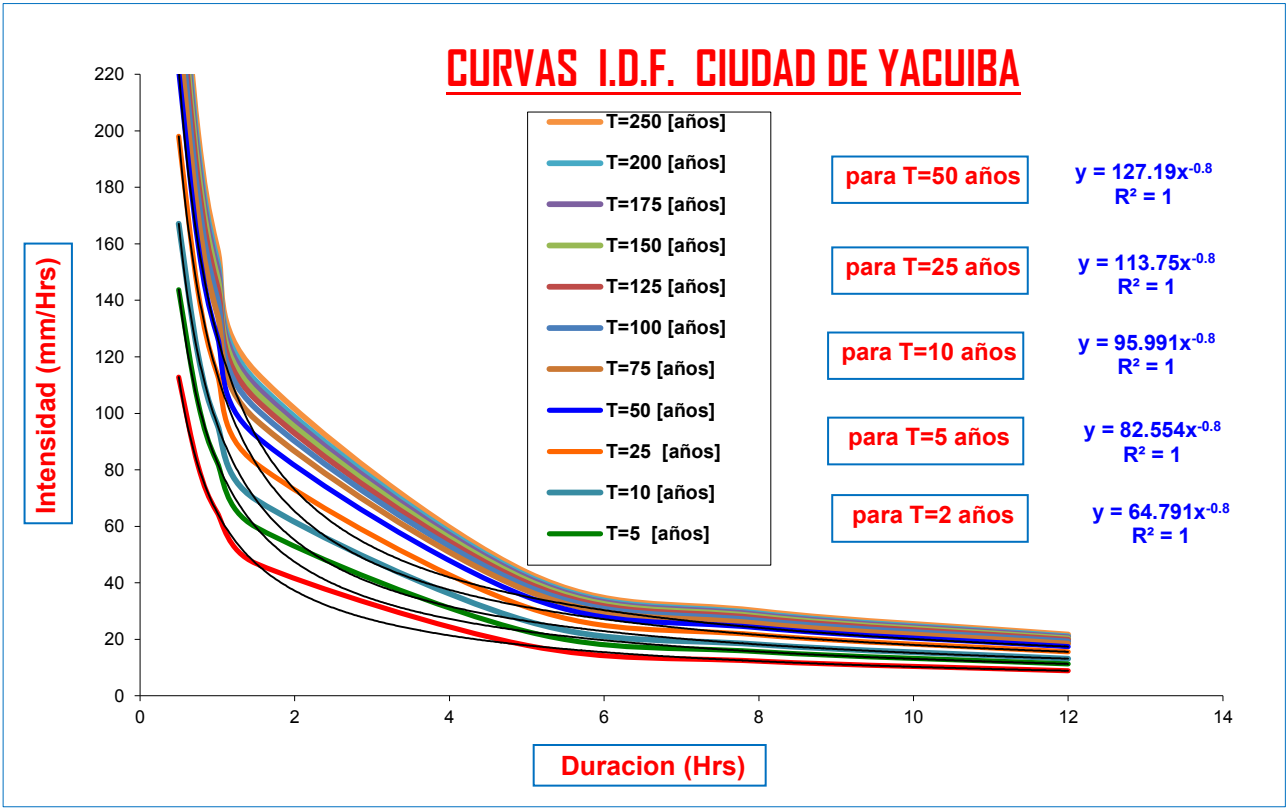
Periodo de Retorno	Duracion de lluvia en (Hrs)						
	0.5	0.75	1	1.5	5	8	12
2	112.81	81.56	64.79	46.84	17.88	12.28	8.88
5	143.73	103.92	82.55	59.68	22.78	15.64	11.31
10	167.13	120.83	95.99	69.40	26.49	18.19	13.15
25	198.06	143.19	113.75	82.24	31.39	21.55	15.58
50	221.45	160.10	127.19	91.96	35.10	24.10	17.42
75	235.14	170.00	135.05	97.64	37.27	25.59	18.50
100	244.84	177.02	140.63	101.67	38.81	26.64	19.26
125	252.38	182.46	144.95	104.80	40.00	27.46	19.86
150	258.53	186.91	148.49	107.35	40.97	28.13	20.34
175	263.73	190.67	151.47	109.51	41.80	28.70	20.75
200	268.24	193.93	154.06	111.38	42.51	29.19	21.10



250	275.77	199.38	158.39	114.51	43.71	30.01	21.70
-----	--------	--------	--------	--------	-------	-------	-------



**CURVAS AJUSTADAS DE INTENSIDADES EN FUNCION DE LA DURACION DE LA LLUVIA PARA DIFERENTES "T"**



# LLUVIAS DE DURACION MENORES A 2 hrs

Para lluvias de duracion menores a 2 Hrs se debe ajusta las mismas en un papel probabilistico de Gumbell que permite calcular la altura de lluvia horaria conociendo solo 2 puntos por lo tanto tenemos:

→  $\beta = 0.20$   
→  $E_d = 84.4143$

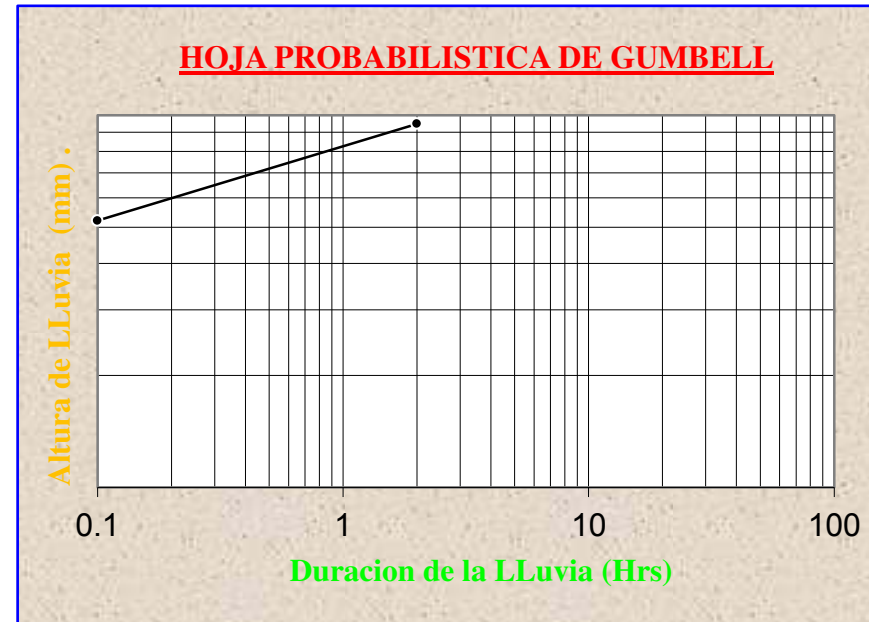
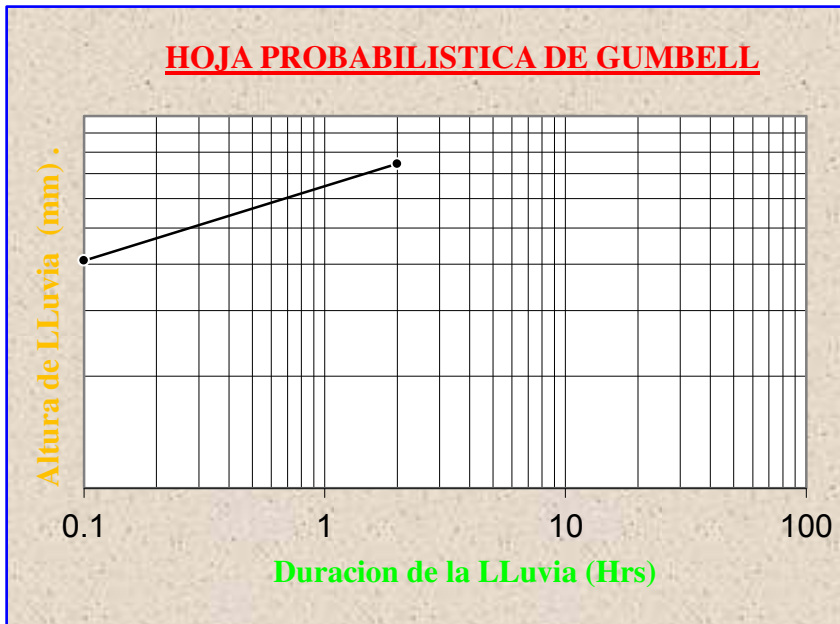
→  $\alpha = 12$   
→  $K_d = 0.8692$

$$h_{tT} = E_d * \left(\frac{t}{\alpha}\right)^\beta * [1 + K_d * \log(T)]$$

CIUDAD DE YACUIBA

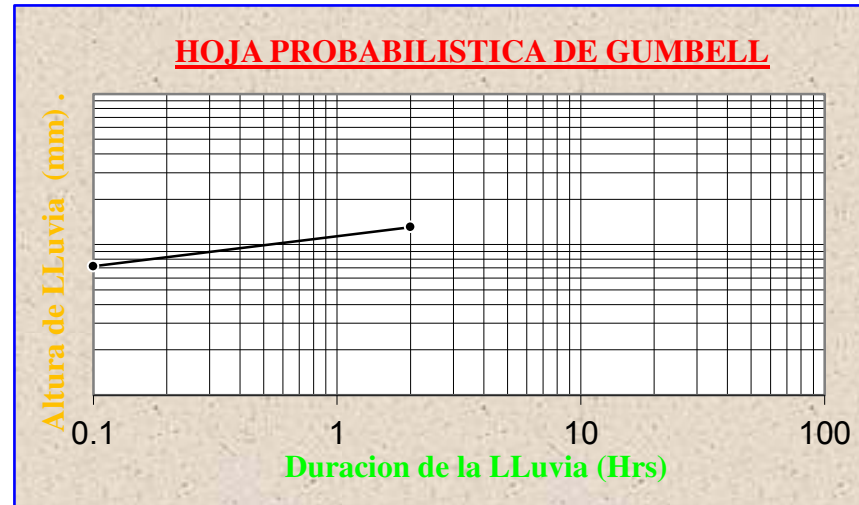
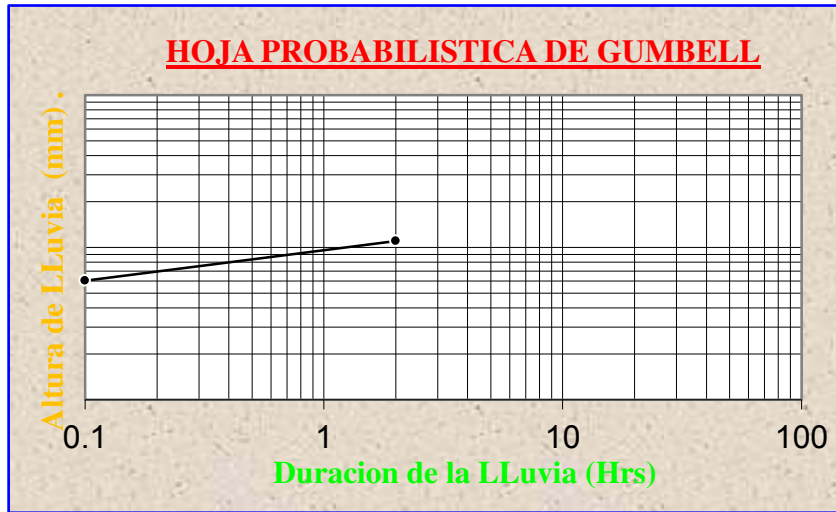
T (años) =	2
t (Hrs)	H <sub>tT</sub> (mm)
0.1	40.881
2	74.426

T (años) =	5
t (Hrs)	H <sub>tT</sub> (mm)
0.1	52.088
2	94.829



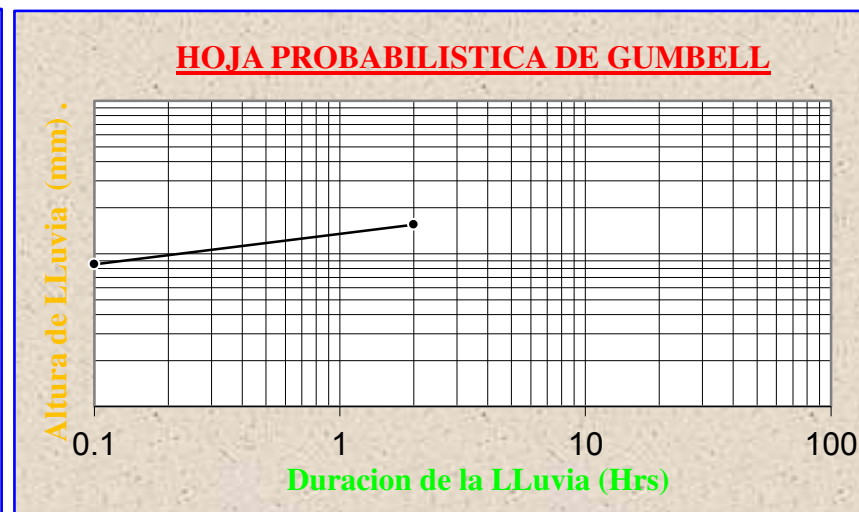
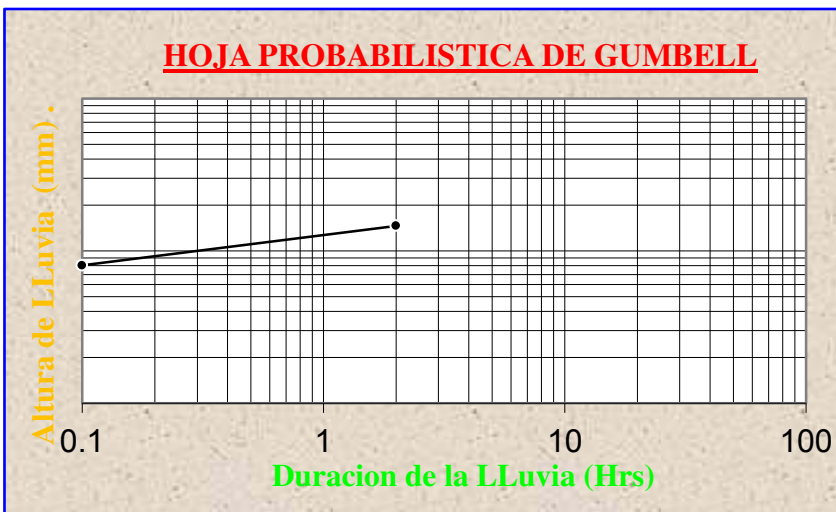
T (años) =	10
t (Hrs)	HtT (mm)
0.1	60.566
2	110.264

T (años) =	25
t (Hrs)	HtT (mm)
0.1	71.773
2	130.668

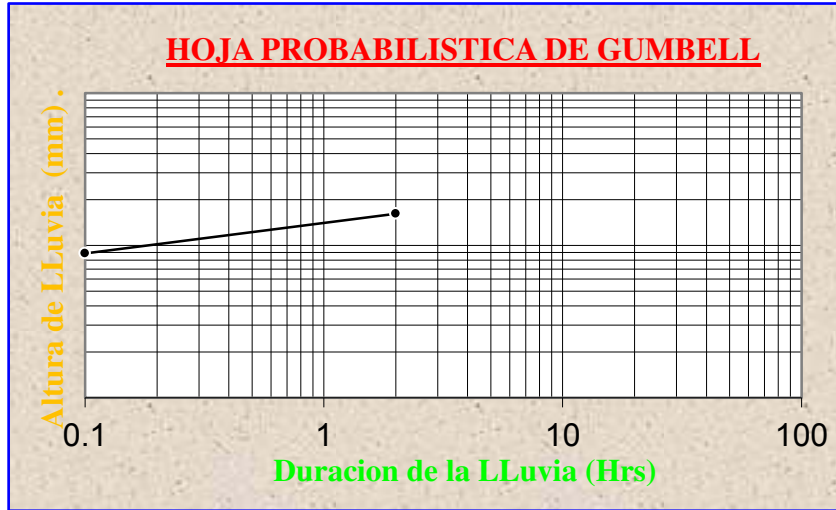


T (años) =	50
t (Hrs)	HtT (mm)
0.1	80.251
2	146.103

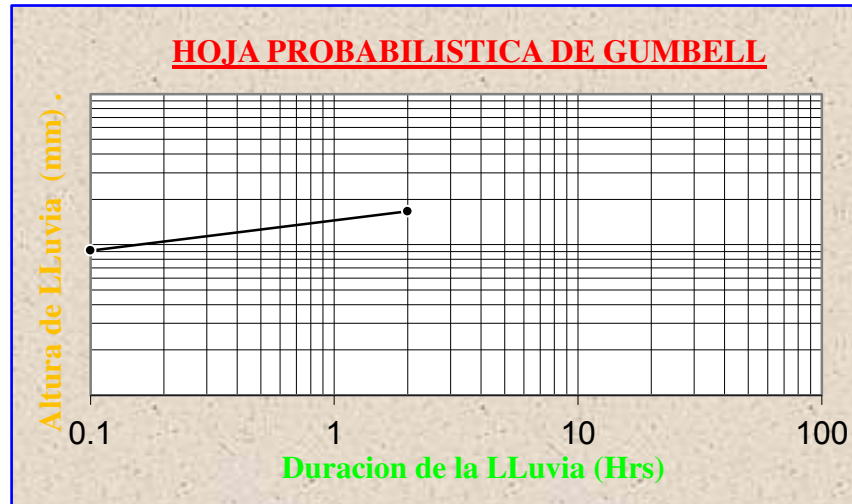
T (años) =	75
t (Hrs)	HtT (mm)
0.1	85.211
2	155.131



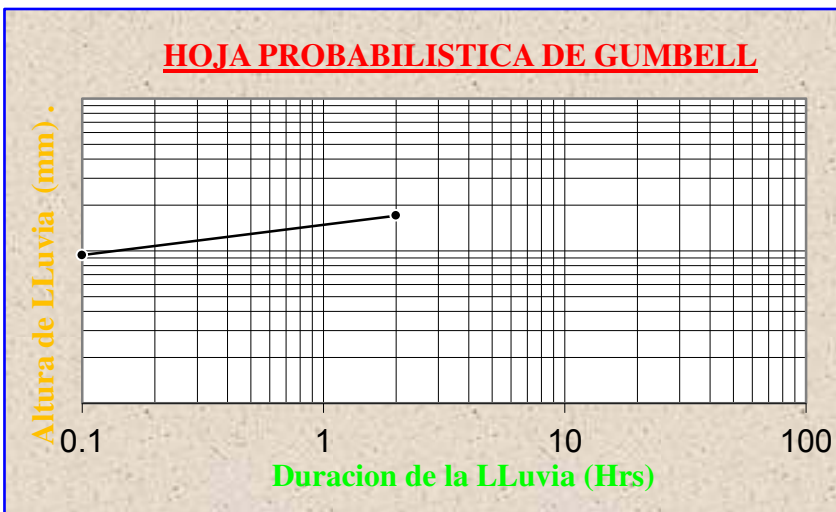
T (años) =	100
t (Hrs)	HtT (mm)
0.1	88.729
2	161.537



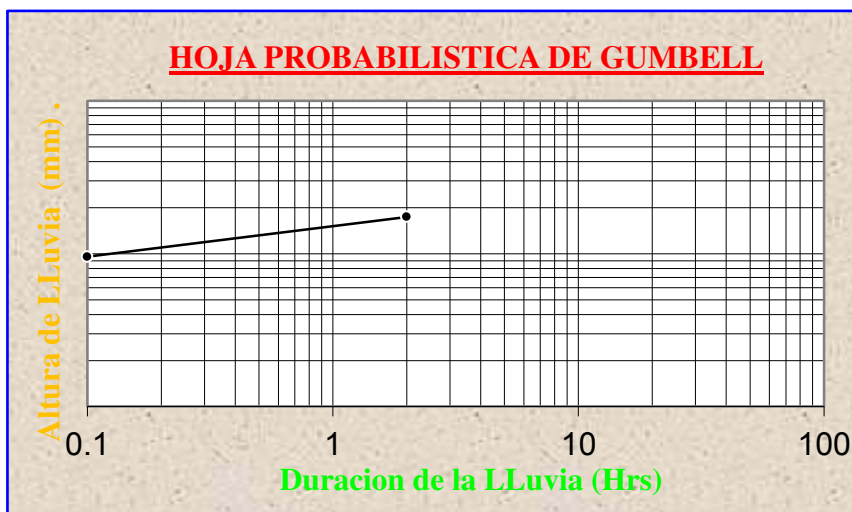
T (años) =	125
t (Hrs)	HtT (mm)
0.1	91.459
2	166.506



T (años) =	150
t (Hrs)	HtT (mm)
0.1	93.689
2	170.566



T (años) =	175
t (Hrs)	HtT (mm)
0.1	95.574
2	173.999



# RESULTADOS FINALES DE LOS MODELOS BERNARD Y SHERMAN

**Modelo de Bernard aplicado a las principales ciudades y poblaciones del Departamento:**

Ciudad en Estudio	$\psi$	$\eta$	$\lambda$
Tarija	0.162751	0.80	896.1416
Yacuiba	0.178261	0.80	1622.3812
Bermejo	0.159804	0.80	1496.2761
Padcaya	0.200696	0.80	838.9521
Iscayachi	0.130236	0.80	593.4699
Villamontes	0.155675	0.80	1646.4446
Carapari	0.167209	0.80	1412.0461
Valle de la Concepcion	0.154788	0.80	746.4157
Entre Rios	0.150840	0.80	1242.9759
San Lorenzo	0.125369	0.80	782.8759
El Puente	0.186157	0.80	495.3705

**Modelo de Sherman aplicado a las principales ciudades y poblaciones del Departamento:**

Ciudad en Estudio	$\theta$	$\psi$	$\eta$	$\lambda$
Tarija	3	0.162751	0.80	896.1416
Yacuiba	2	0.178261	0.80	1622.3812
Bermejo	2	0.159804	0.80	1496.2761
Padcaya	2	0.200696	0.80	838.9521
Iscayachi	3	0.130236	0.80	593.4699
Villamontes	2	0.155675	0.80	1646.4446
Carapari	2	0.167209	0.80	1412.0461
Valle de la Concepcion	3	0.154788	0.80	746.4157
Entre Rios	2	0.150840	0.80	1242.9759
San Lorenzo	3	0.125369	0.80	782.8759
El Puente	4	0.186157	0.80	495.3705

# CALCULO DE COEFICIENTES DE DESAGREGACION

**Indices de Desagregacion.-** Los coeficientes de Desagregacion permite determinar valores de precipitacion para distintas duraciones de tormentas menores a 24 horas, a partir de registros de duracion diaria de 24 horas.

Para lograr la determinacion de los indices de desagregacion se debe contar con datos de precipitacion de diversas duraciones obtenidas con el uso de pluviografos.

## Serie Anual de precipitacion maxima diaria (mm) para distintas duraciones

Estacion: **El Tejar**

Elevacion: **1859 m.s.n.m**

Alturas Maximas de Lluvia (mm)								
Para Diferentes Duraciones (Minutos - Horas)								
N°	15	30	45	1	2	3	6	12
1	3	36.9	25	50.8	60.3	60.4	51.1	60
2	3.9	31.4	21.9	38	36.2	34.3	50.8	49.5
3	4.6	30.2	21.3	27.8	30.8	31.5	36.3	44.4
4	4.8	18.7	20.6	25	25.5	27.8	35.2	43.5
5	5.3	17.2	20.2	24.4	25.3	27.5	34.6	42.4
6	6.2	16.5	12.9	20.2	23.4	24.2	31	40.2
7	7.8	15	11.2	20.2	20.2	20.9	27.7	30.2
8	8.5	10.6	10.6	13.5	20.2	20.4	27.14	30.1
9	9	10.4	10.3	12.6	20.1	16.1	23.5	27.8
10	9.7	9.7	10.1	10.9	16.2	14.1	20.4	20.9
11	9.7	7.9	9.1	10.2	11.6	9.8	11.9	18.7

M(ht)	6.5909	18.5909	15.7455	23.0545	26.3455	26.0909	31.7855	37.0636
S(ht)	2.4366	9.8872	5.9892	12.4545	13.0967	13.6036	11.8624	12.6262
E(ht)	5.4944	14.1417	13.0503	17.4500	20.4519	19.9693	26.4474	31.3819
K(ht)	0.7962	1.2552	0.8239	1.2814	1.1497	1.2230	0.8053	0.7223
t(hrs)	0.25	0.5	0.75	1	2	3	6	12

→ **Calculo de las Precipitaciones Maximas para un Periodo de Retorno de:**      **2**      años

<b>t(hrs)</b>	0.25	0.5	0.75	1	2	3	6	12
<b>hdT</b>	6.8113	19.4852	16.2872	24.1810	27.5300	27.3213	32.8584	38.2057
<b>htT</b>	3.1404	10.3196	9.3545	14.7109	19.2387	20.7057	28.6049	38.2057

Coeficientes de Desagregacion	
Estacion: El Tejar	
Relacion	Coef. De Desagregacion
15Min/30Min	0.34956
30Min/1Hrs	0.80580
45Min/1Hrs	0.67355
1hr/12Hrs	0.63292
2Hrs/12Hrs	0.72057
3Hrs/12Hrs	0.71511
6Hrs/12Hrs	0.86004
12Hrs/24Hrs	****

# CALCULO DE COEFICIENTES DE DESAGREGACION

**Indices de Desagregacion.-** Los coeficientes de Desagregacion permite determinar valores de precipitacion para distintas duraciones de tormentas menores a 24 horas, a partir de registros de duracion diaria de 24 horas.

Para lograr la determinacion de los indices de desagregacion se debe contar con datos de precipitacion de diversas duraciones obtenidas con el uso de pluviografos.

## Serie Anual de precipitacion maxima diaria (mm) para distintas duraciones

Estacion: AASANA

Elevacion: **1861 m.s.n.m**

Alturas Maximias de Lluvia (mm)											
Para Diferentes Duraciones (Minutos)						Para Diferentes Duraciones (Horas)					
N°	6	12	18	24	30	1	1.5	2	4	7	12
1	5.4	6.7	14.5	25.4	28.9	29.9	31.5	36.8	46.5	51.1	65.7
2	3.8	7.1	12.9	24.3	26.7	37.5	40.1	42.6	48.7	53.8	67.8
3	4.7	5.1	17.4	25.4	29.6	31.4	33.3	35.6	41.5	44.9	51.4
4	3.4	5.8	12.4	18.7	20.6	25	28.7	31.2	33.5	35.2	48.6
5	5.1	6.4	14.5	18.9	20.2	24.4	26.3	29.4	30.2	34.6	42.3
6	4.2	6.2	13.9	21.5	23.7	25.5	31.4	29.4	32.5	37.4	40.1
7	3.2	5.9	11.4	15	22.7	26.4	29.6	32.4	36.1	39.9	42.7
8	6.7	8.5	12.8	19.4	24.5	28.9	31.9	35.4	38.6	43.8	49.5
9	5.5	9	15.4	16.7	17.3	19.8	26.8	34.5	37.5	41.3	45.8
10	4.6	8.8	18.2	22.4	26.4	29.5	31.5	35.4	39.5	41.2	44.5

Fuente: Servicio de Meteorologia AASANA

M(ht)	4.66	6.95	14.34	20.77	24.06	27.83	31.11	34.27	38.46	42.32	49.84
S(ht)	1.07	1.37	2.17	3.62	3.96	4.79	3.89	3.95	5.91	6.33	9.58
E(ht)	4.18	6.33	13.36	19.14	22.28	25.68	29.36	32.49	35.80	39.47	45.53
K(ht)	0.459	0.388	0.3	0.340	0.319	0.335	0.238	0.218	0.3	0.3	0.4
t(hrs)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	1	1.5	2	4	7	12

Años de Registro (1998 - 2008)= 10 años





Calculo de las Precipitaciones Maximas para un Periodo de Retorno de: 2 años

t(hrs)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	1	1.5	2	4	7	12
hdT	4.76	7.07	14.54	21.10	24.42	28.26	31.46	34.63	38.99	42.89	50.71
htT	1.83	3.12	6.95	10.69	12.93	17.19	20.76	24.20	31.30	38.51	50.71

Coeficientes de Desagregacion	
Estacion: AASANA	
Relacion	Desagregacion
6Min/30Min	0.19480
12Min/30Min	0.28969
18Min/30Min	0.59531
24Min/30Min	0.86400
30Min/1Hrs	0.86397
1Hrs/12Hrs	0.55738
1.5Hrs/12Hrs	0.62048
2Hrs/12Hrs	0.68290
4Hrs/12Hrs	0.76903
7Hrs/12Hrs	0.84590
12Hrs/24Hrs	****

## BANDAS PLUVIGRAFICAS

### DATOS PLUVIOGRAFOS Precipitaciones Maximimas para diferentes Duraciones (mm) ESTACION AASANA

Año	Duracion (Hrs)											
	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	6	9
1998	16.4	23.1	27.9	32.7	39.1	44.3	47.2	49.8	54.2	61.3	59.7	63.4
1999	11.1	14.3	19.8	23.8	27.5	31.5	33.5	37.5	43.2	48.5	48.9	53.7
2000	18.6	22.9	26.7	33.4	40.2	42.7	47.3	53.1	56.1	60.2	61.7	65.7
2001	10.2	17.2	22.1	25.9	28.4	31.4	36.4	41.9	40.2	48.6	50.7	53.8
2002	19.4	27.6	34.5	37.5	40.5	44.7	49.8	53.9	57.2	60.7	60.1	65.3
2003	9.1	12.1	15.4	18.5	26.4	28.4	30.5	35.4	36.4	48.2	48.9	52.1
2004	14.5	16.7	19.8	27.4	33.2	35.1	36.7	40.3	43.2	60.3	62.5	63.7
2005	19.5	23.5	27.6	34.5	39.5	44.5	47.7	50.9	55.6	62.3	61.3	64.3
2006	12.3	15.7	20.1	32.8	38.9	36.7	39.8	41.9	45.7	48.9	59.4	63.9
2007	18.4	25.1	28.7	35.7	40.1	44.9	48.5	51.9	56.4	49.3	51.7	53.8
2008	21.3	25.4	29.3	34.9	39.4	44.8	49.3	51.2	55.7	60.1	59.1	63.7

Fuente: Servicio Meteorologico e Hidrologico del Aeropuerto AASANA - Tarija

Media	15.53	20.33	24.72	30.65	35.75	39.00	42.43	46.16	49.45	55.31	56.73	60.31
Desviacion	4.28	5.24	5.64	5.91	5.71	6.48	7.15	6.81	7.75	6.36	5.44	5.58

Años de Registro = 11 años

### Interpretacion de las Bandas Pluviograficas (1998 - 2008) Metodo de Distribucion Gumbell

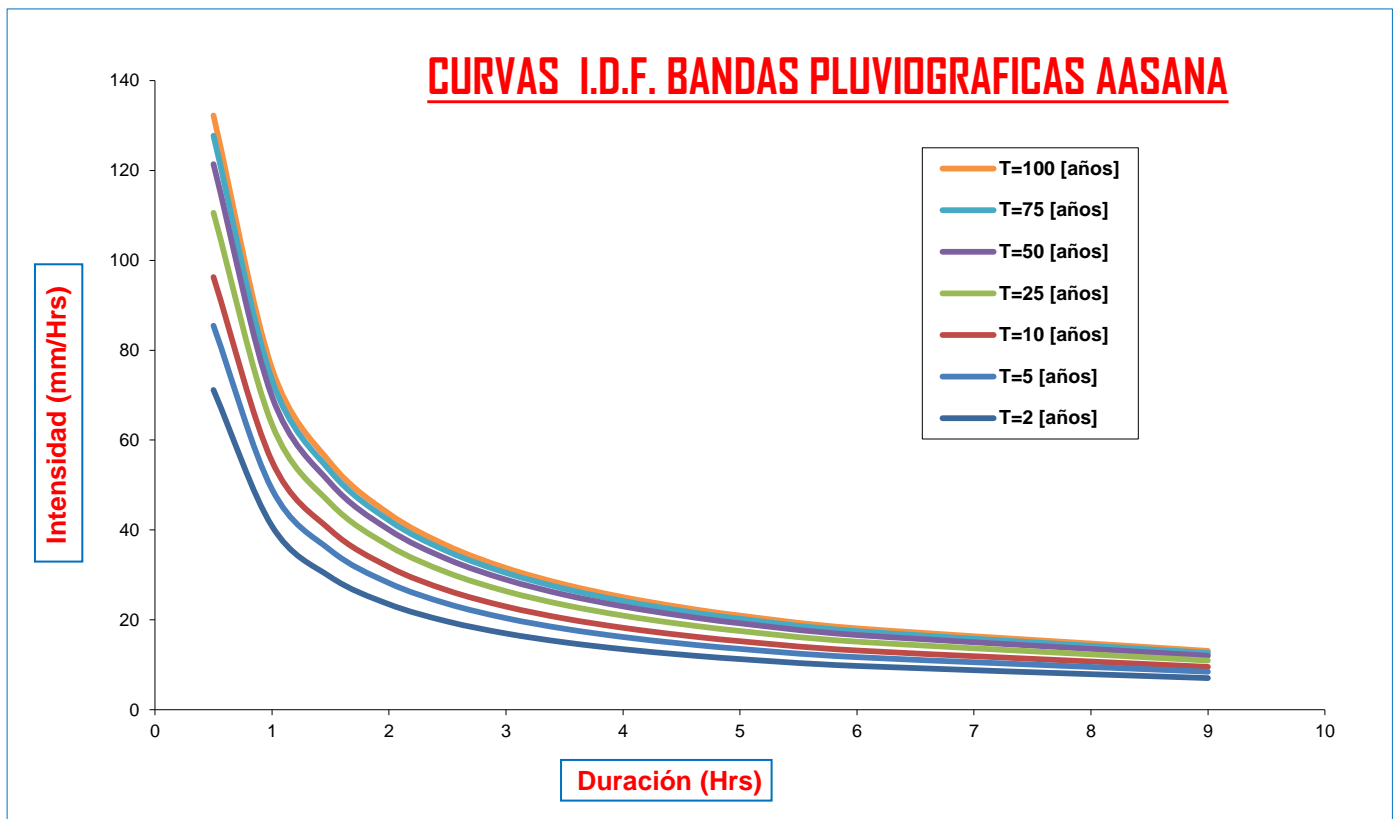
#### Precipitaciones (mm)

T (años)	Duracion (Hrs)											
	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	6	9
2	35.57	40.86	44.32	46.94	49.08	50.90	52.50	53.92	55.20	56.38	58.47	63.41
5	42.73	49.08	53.23	56.38	58.95	61.14	63.05	64.76	66.30	67.72	70.23	76.16
10	48.14	55.29	59.97	63.52	66.42	68.88	71.04	72.96	74.70	76.29	79.12	85.81
25	55.29	63.51	68.88	72.95	76.28	79.12	81.59	83.80	85.80	87.63	90.88	98.56
50	60.70	69.73	75.62	80.09	83.75	86.86	89.58	92.00	94.20	96.20	99.78	108.20
75	63.86	73.36	79.56	84.27	88.12	91.39	94.25	96.80	99.11	101.22	104.98	113.85
100	66.11	75.94	82.36	87.23	91.21	94.60	97.56	100.20	102.59	104.78	108.67	117.85

**Interpretacion de las Bandas Pluviograficas (1998 - 2008)**

**Intensidades (mm/Hrs)  
ESTACION AASANA TARIJA**

T (años)	Duracion (Hrs)											
	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	6	9
2	71.15	40.86	29.54	23.47	19.63	16.97	15.00	13.48	12.27	11.28	9.75	7.05
5	85.45	49.08	35.48	28.19	23.58	20.38	18.02	16.19	14.73	13.54	11.71	8.46
10	96.27	55.29	39.98	31.76	26.57	22.96	20.30	18.24	16.60	15.26	13.19	9.53
25	110.58	63.51	45.92	36.48	30.51	26.37	23.31	20.95	19.07	17.53	15.15	10.95
50	121.40	69.73	50.41	40.05	33.50	28.95	25.59	23.00	20.93	19.24	16.63	12.02
75	127.73	73.36	53.04	42.13	35.25	30.46	26.93	24.20	22.02	20.24	17.50	12.65
100	132.22	75.94	54.90	43.62	36.49	31.53	27.88	25.05	22.80	20.96	18.11	13.09



## BANDAS PLUVIOGRAFICAS

### METODO DE DISTRIBUCION GUMBELL

**Precipitaciones Máximas para diferentes Duraciones (mm)  
y Periodos de Retorno**

T	Duración (Hrs)							
	0.5	1	2	3	4	5	6	9
2	25.77	29.60	34.00	36.88	39.06	40.84	42.36	45.94
5	33.77	38.79	44.56	48.33	51.19	53.53	55.51	60.20
10	39.83	45.75	52.55	56.99	60.36	63.12	65.46	70.99
25	47.83	54.94	63.11	68.44	72.49	75.80	78.62	85.26
50	53.88	61.89	71.10	77.10	81.67	85.40	88.57	96.05
100	59.93	68.85	79.08	85.76	90.84	94.99	98.52	106.84

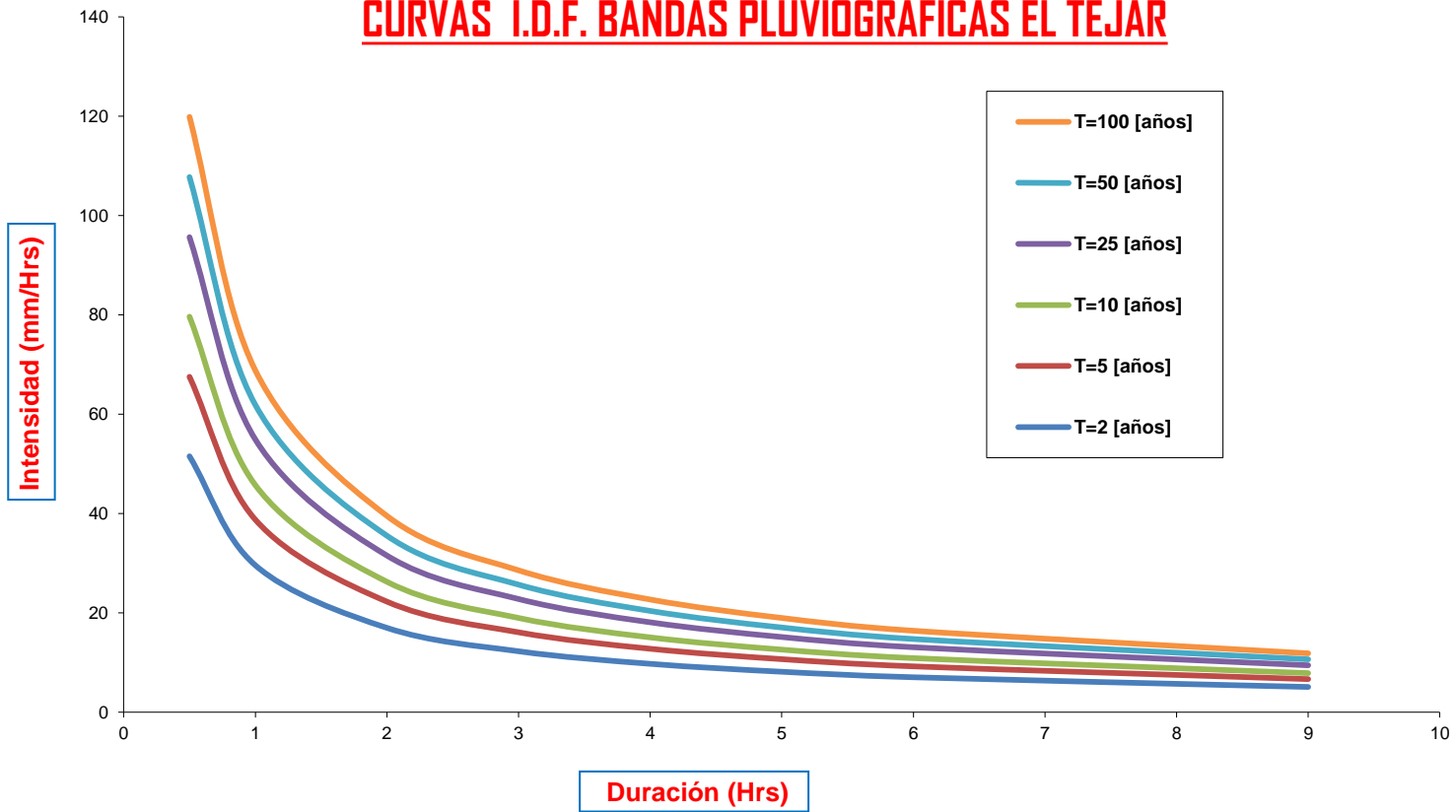
### INTERPRETACION DE BANDAS PLUVIOGRAFICAS EL TEJAR (1976 - 1997)

**Intensidades Máximas para diferentes Duraciones (mm/Hrs)  
y Periodos de Retorno**

T	Duración (Hrs)							
	0.5	1	2	3	4	5	6	9
2	51.54	29.60	17.00	12.29	9.77	8.17	7.06	5.10
5	67.54	38.79	22.28	16.11	12.80	10.71	9.25	6.69
10	79.65	45.75	26.28	19.00	15.09	12.62	10.91	7.89
25	95.66	54.94	31.55	22.81	18.12	15.16	13.10	9.47
50	107.76	61.89	35.55	25.70	20.42	17.08	14.76	10.67
100	119.87	68.85	39.54	28.59	22.71	19.00	16.42	11.87

Fuente: Validación de métodos para la estimación de caudales máximos aplicados a cuencas regionales de Gonzalo Trigo Frigerio

## CURVAS I.D.F. BANDAS PLUVIOGRAFICAS EL TEJAR



Fuente: Validación de métodos para la estimación de caudales máximos aplicados a cuencas regionales de Gonzalo Trigo Frigerio

# COMPARACION DE RESULTADOS EN FUNCION AL PERIODO DE RETORNO CON EL PLUVIOGRÁFO DE AASANA

## Analisis de la Ecuacion de Bernard

Para T = 2 años

Duración de lluvia en (Hrs)										
T	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5
2	66.02	37.92	27.41	21.78	18.22	15.75	13.92	12.51	11.38	10.46

## En el Pluviografo de AASANA (1998 - 2008) tenemos:

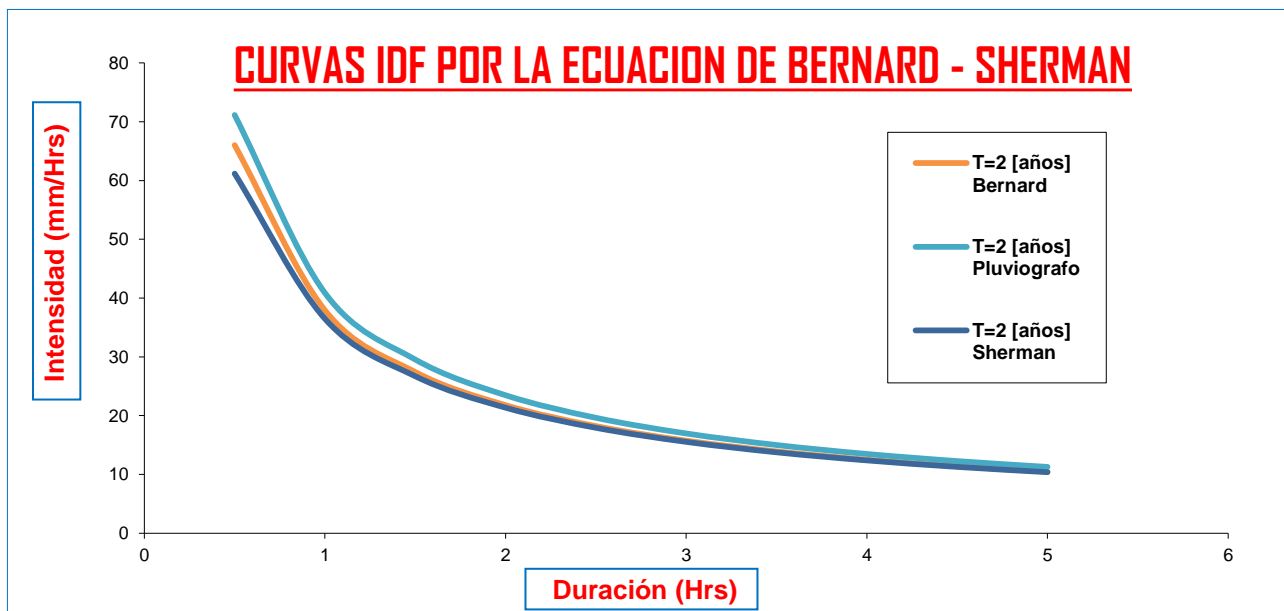
Para T = 2 años

Duración de lluvia en (Hrs)										
T	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5
2	71.15	40.86	29.54	23.47	19.63	16.97	15.00	13.48	12.27	11.28

## Analisis de la Ecuacion de Sherman

Para T = 2 años

Duración de lluvia en (Hrs)										
T	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5
2	61.17	36.47	26.70	21.35	17.93	15.54	13.76	12.38	11.28	10.38



### Analisis de la Ecuacion de Bernard

Para T = 5 años

Duración de lluvia en (Hrs)										
T	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5
5	76.64	44.02	31.82	25.28	21.15	18.28	16.16	14.52	13.21	12.15

### En el Pluviografo de AASANA (1998 - 2008) tenemos:

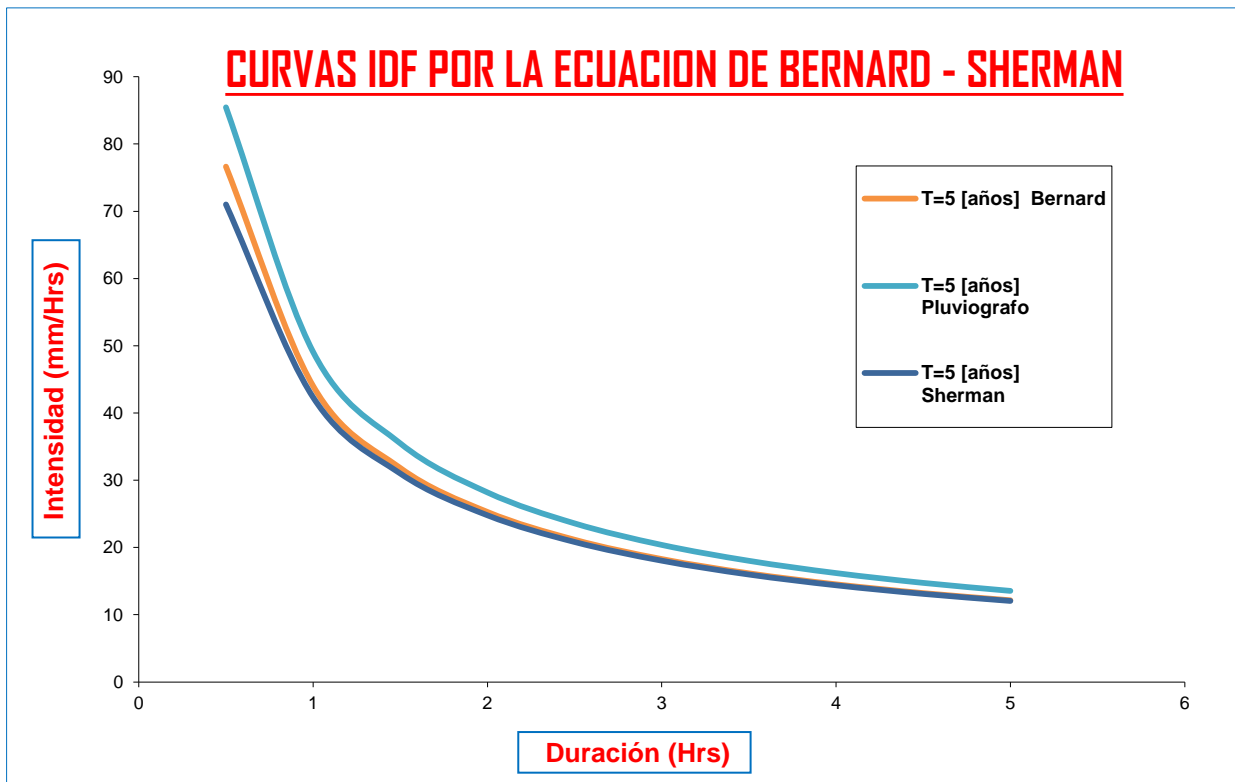
Para T = 5 años

Duración de lluvia en (Hrs)										
T	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5
5	85.45	49.08	35.48	28.19	23.58	20.38	18.02	16.19	14.73	13.54

### Analisis de la Ecuacion de Sherman

Para T = 5 años

Duración de lluvia en (Hrs)										
T	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5
5	71.01	42.33	31.00	24.79	20.82	18.04	15.97	14.38	13.10	12.05



### Analisis de la Ecuacion de Bernard

Para T = 10 años

Duración de lluvia en (Hrs)										
T	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5
10	85.79	49.27	35.62	28.30	23.67	20.46	18.09	16.25	14.79	13.60

### En el Pluviografo de AASANA (1998 - 2008) tenemos:

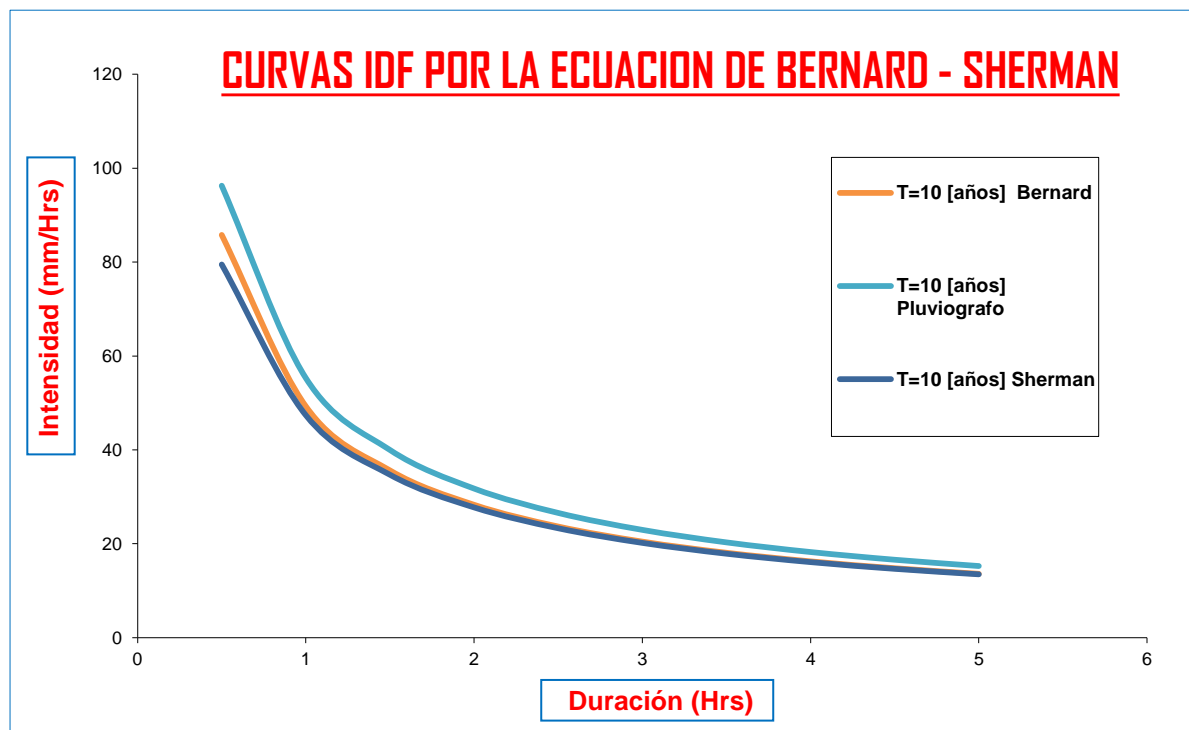
Para T = 10 años

Duración de lluvia en (Hrs)										
T	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5
10	96.27	55.29	39.98	31.76	26.57	22.96	20.30	18.24	16.60	15.26

### Analisis de la Ecuacion de Sherman

Para T = 10 años

Duración de lluvia en (Hrs)										
T	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5
10	79.49	47.39	34.70	27.75	23.30	20.19	17.88	16.09	14.66	13.49





### Analisis de la Ecuacion de Bernard

Para T = 25 años

Duración de lluvia en (Hrs)										
T	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5
25	99.59	57.20	41.35	32.85	27.48	23.75	21.00	18.87	17.17	15.78

### En el Pluviografo de AASANA (1998 - 2008) tenemos:

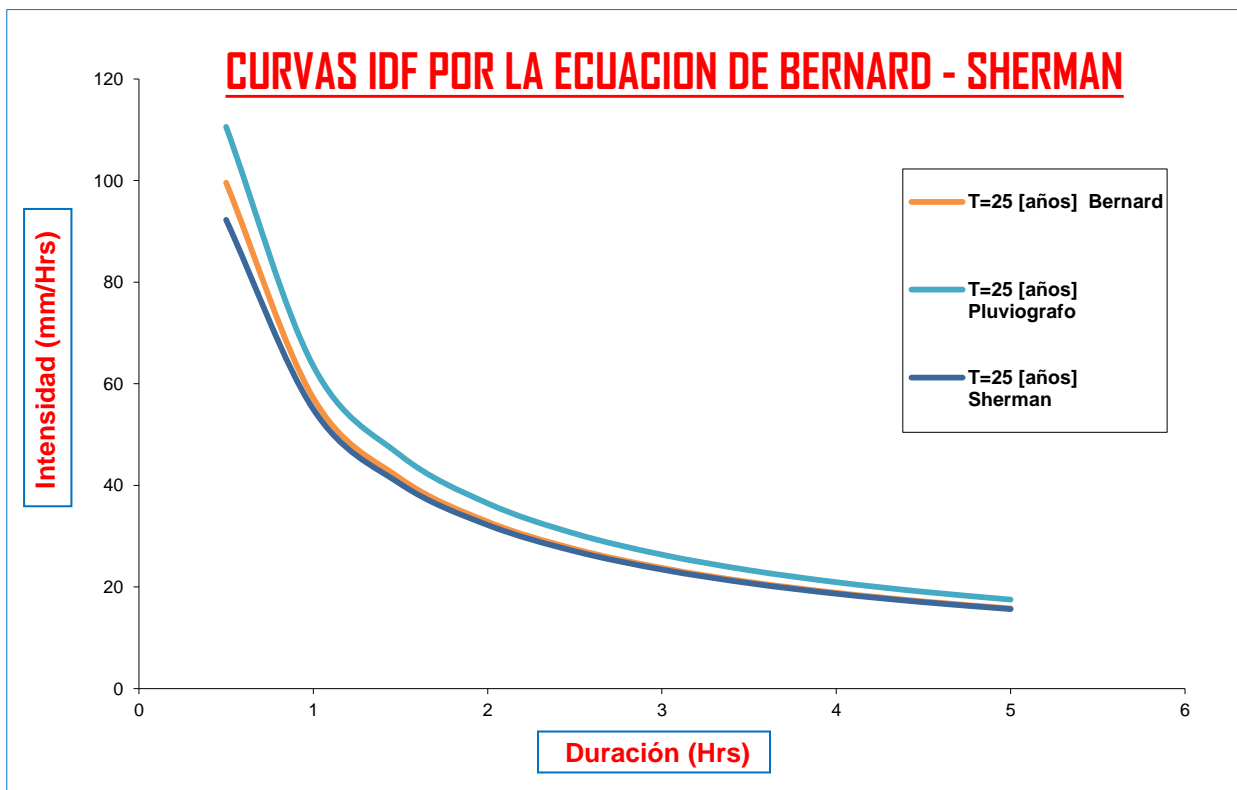
Para T = 25 años

Duración de lluvia en (Hrs)										
T	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5
25	110.58	63.51	45.92	36.48	30.51	26.37	23.31	20.95	19.07	17.53

### Analisis de la Ecuacion de Sherman

Para T = 25 años

Duración de lluvia en (Hrs)										
T	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5
25	92.27	55.01	40.28	32.21	27.05	23.44	20.76	18.68	17.02	15.66



## Analisis de la Ecuacion de Bernard

Para T = 50 años

Duración de lluvia en (Hrs)										
T	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5
50	111.48	64.03	46.29	36.77	30.76	26.59	23.50	21.12	19.22	17.67

## En el Pluviografo de AASANA (1998 - 2008) tenemos:

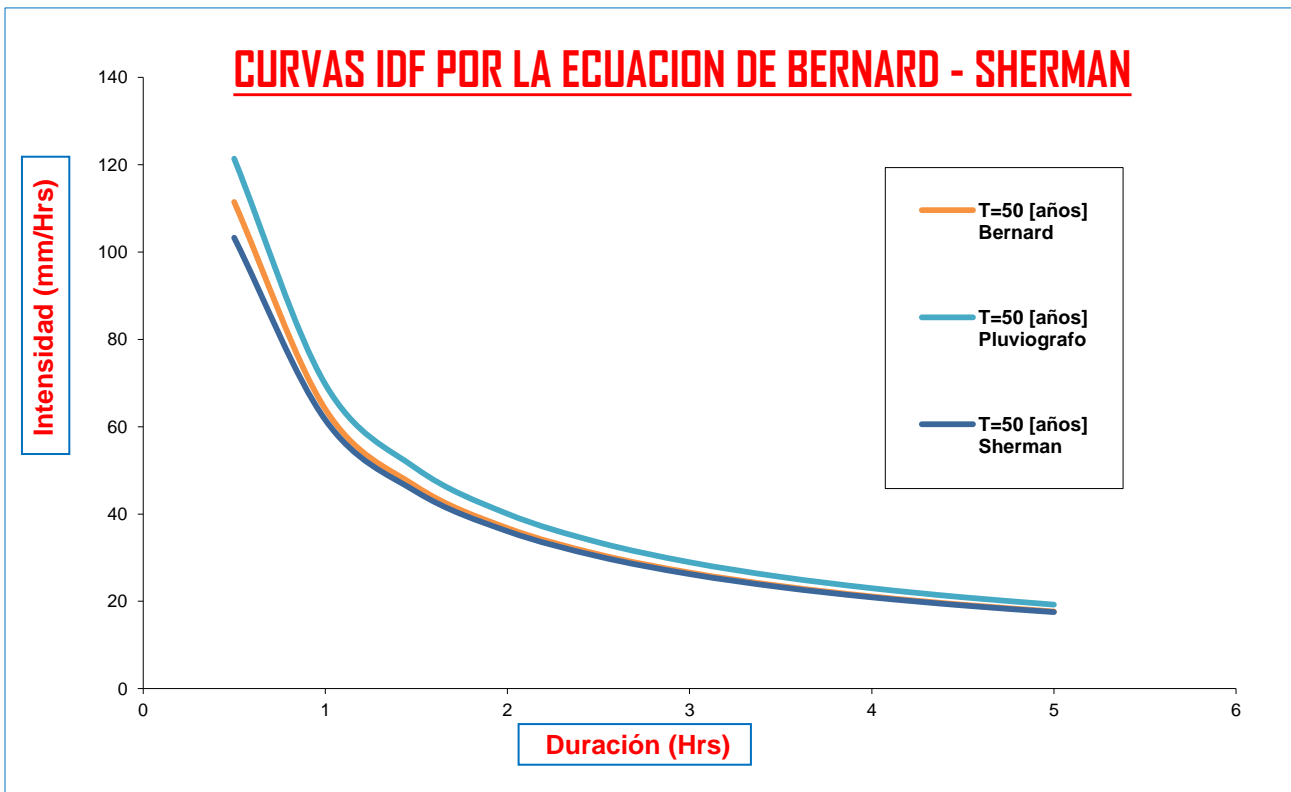
Para T = 50 años

Duración de lluvia en (Hrs)										
T	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5
50	121.40	69.73	50.41	40.05	33.50	28.95	25.59	23.00	20.93	19.24

## Analisis de la Ecuacion de Sherman

Para T = 50 años

Duración de lluvia en (Hrs)										
T	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5
50	103.29	61.58	45.09	36.05	30.28	26.24	23.24	20.91	19.05	17.53



## Analisis de la Ecuacion de Bernard

Para T = 75 años

Duración de lluvia en (Hrs)										
T	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5
75	119.08	68.39	49.45	39.28	32.86	28.40	25.11	22.56	20.53	18.87

## En el Pluviografo de AASANA (1998 - 2008) tenemos:

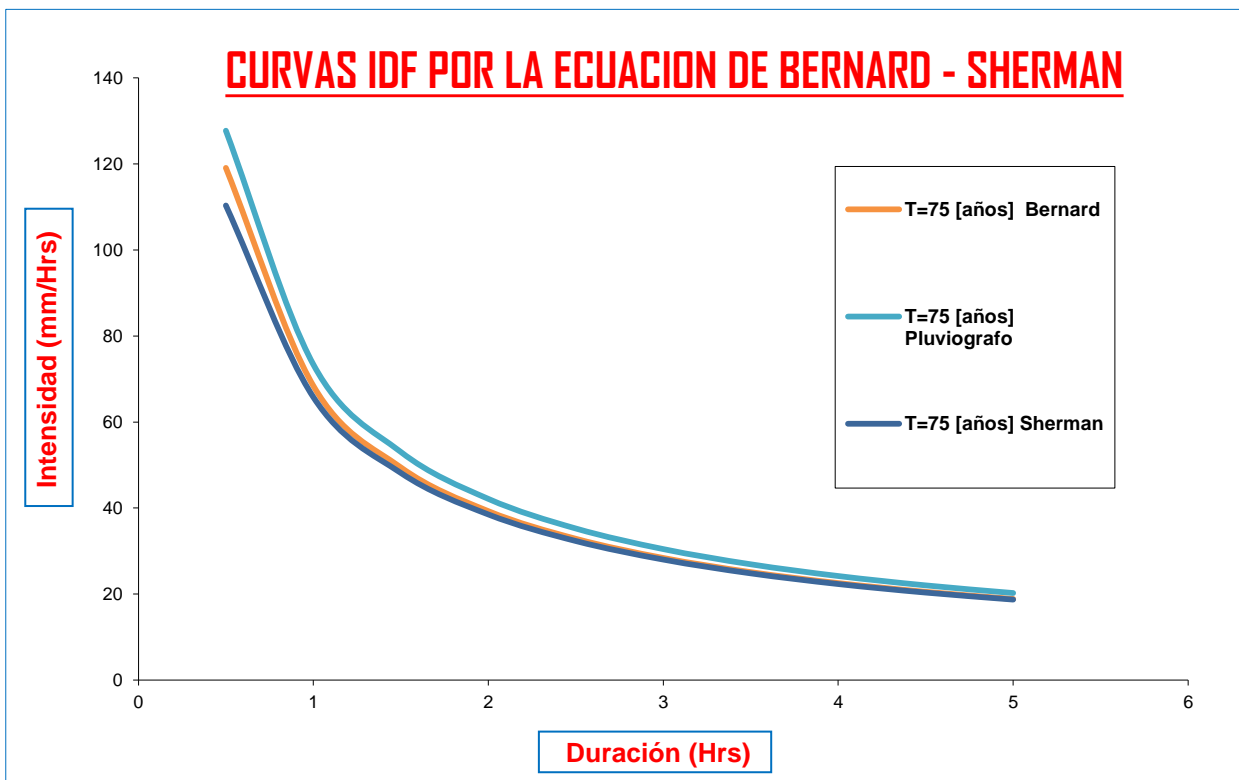
Para T = 75 años

Duración de lluvia en (Hrs)										
T	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5
75	127.73	73.36	53.04	42.13	35.25	30.46	26.93	24.20	22.02	20.24

## Analisis de la Ecuacion de Sherman

Para T = 75 años

Duración de lluvia en (Hrs)										
T	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5
75	110.34	65.78	48.17	38.51	32.34	28.03	24.82	22.34	20.35	18.72



## Analisis de la Ecuacion de Bernard

Para T = 100 años

Duración de lluvia en (Hrs)										
T	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5
100	124.79	71.67	51.82	41.17	34.44	29.76	26.31	23.64	21.52	19.78

## En el Pluviografo de AASANA (1998 - 2008) tenemos:

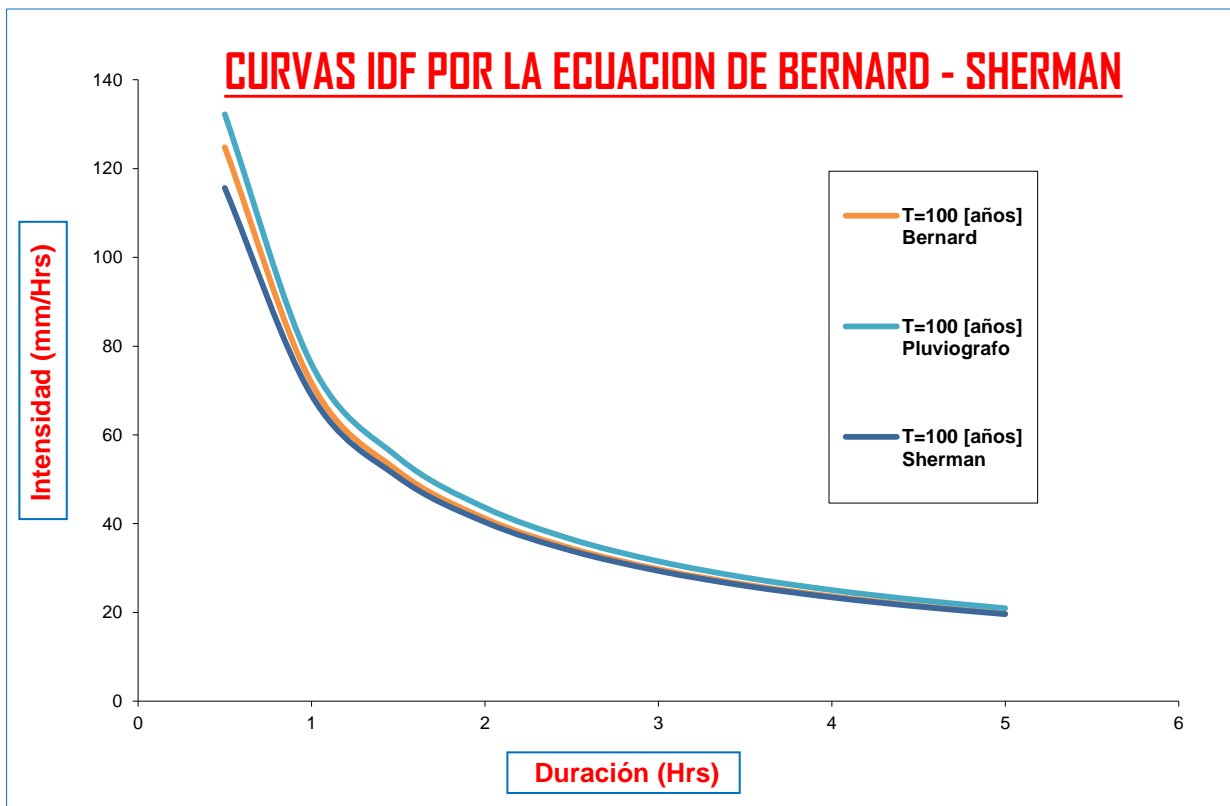
Para T = 100 años

Duración de lluvia en (Hrs)										
T	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5
100	132.22	75.94	54.90	43.62	36.49	31.53	27.88	25.05	22.80	20.96

## Analisis de la Ecuacion de Sherman

Para T = 100 años

Duración de lluvia en (Hrs)										
T	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5
100	115.63	68.93	50.48	40.36	33.89	29.37	26.01	23.41	21.33	19.62



# COMPARACION DE RESULTADOS EN FUNCION AL PERIODO DE RETORNO CON EL PLUVIOGRÁFO DE EL TEJAR

## Analisis de la Ecuacion de Bernard

Para T = 2 años

		Duración de lluvia en (Hrs)						
T		0.5	1	2	3	4	5	6
2		66.02	37.92	21.78	15.75	12.51	10.46	9.04

## En el Pluviografo de El Tejar (1976 - 1997) tenemos:

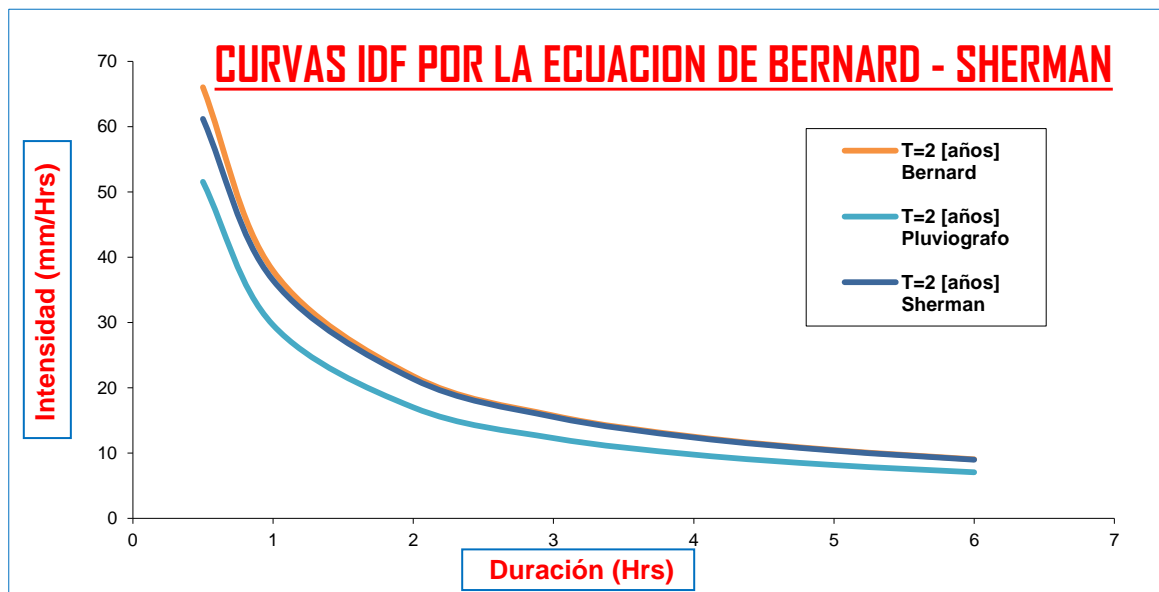
Para T = 2 años

		Duración de lluvia en (Hrs)						
T		0.5	1	2	3	4	5	6
2		51.54	29.60	17.00	12.29	9.77	8.17	7.06

## Analisis de la Ecuacion de Sherman

Para T = 2 años

		Duración de lluvia en (Hrs)						
T		0.5	1	2	3	4	5	6
2		61.17	36.47	21.35	15.54	12.38	10.38	8.98



### Analisis de la Ecuacion de Bernard

Para T = 5 años

Duración de lluvia en (Hrs)							
T	0.5	1	2	3	4	5	6
5	76.64	44.02	25.28	18.28	14.52	12.15	10.50

### En el Pluviografo de El Tejar (1976 - 1997) tenemos:

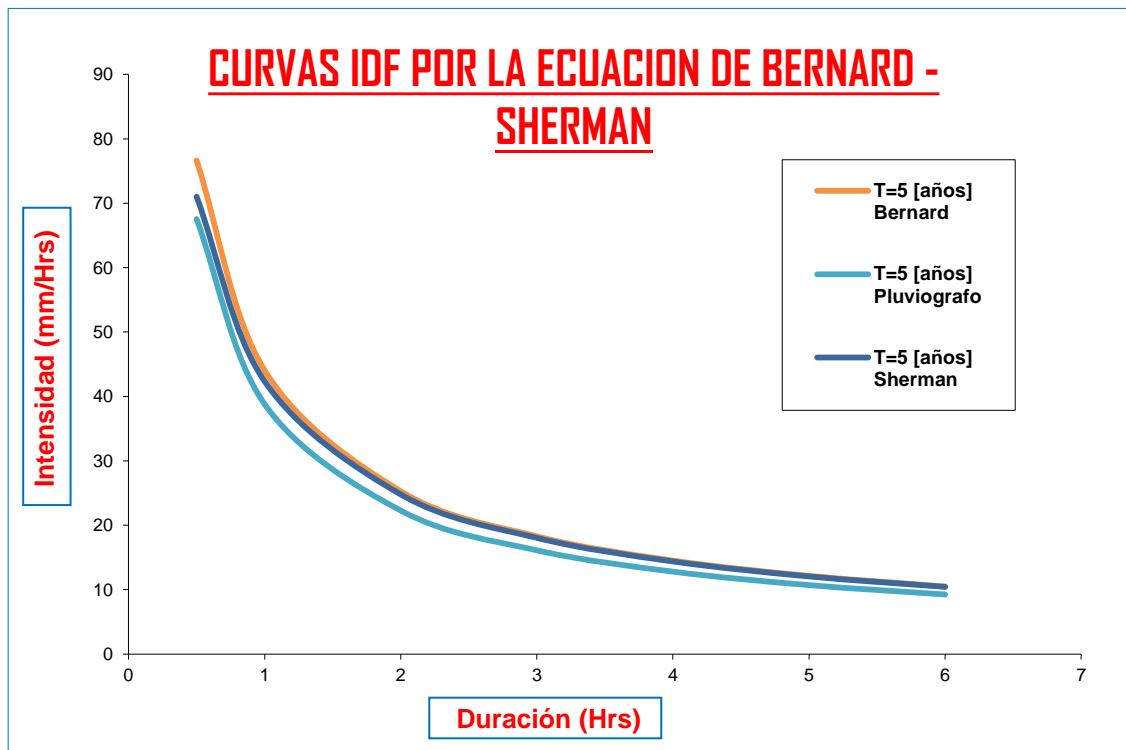
Para T = 5 años

Duración de lluvia en (Hrs)							
T	0.5	1	2	3	4	5	6
5	67.54	38.79	22.28	16.11	12.80	10.71	9.25

### Analisis de la Ecuacion de Sherman

Para T = 5 años

Duración de lluvia en (Hrs)							
T	0.5	1	2	3	4	5	6
5	71.01	42.33	24.79	18.04	14.38	12.05	10.43



### Analisis de la Ecuacion de Bernard

Para T = 10 años

Duración de lluvia en (Hrs)							
T	0.5	1	2	3	4	5	6
10	85.79	49.27	28.30	20.46	16.25	13.60	11.75

### En el Pluviografo de El Tejar (1976 - 1997) tenemos:

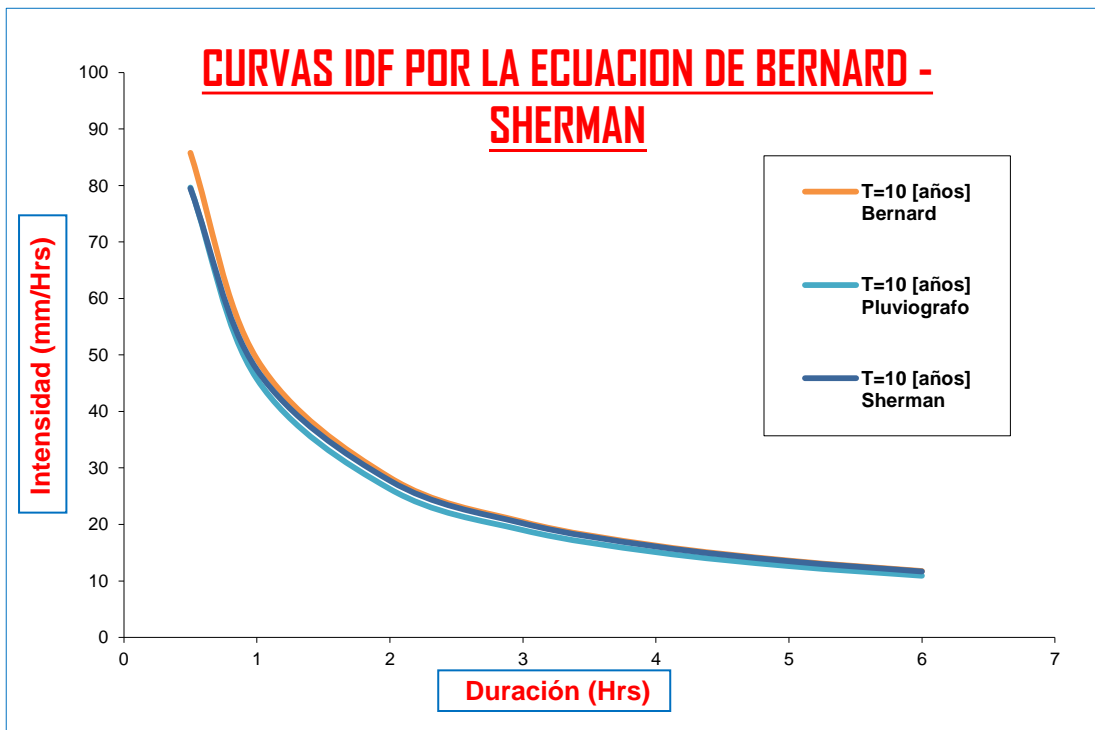
Para T = 10 años

Duración de lluvia en (Hrs)							
T	0.5	1	2	3	4	5	6
10	79.65	45.75	26.28	19.00	15.09	12.62	10.91

### Analisis de la Ecuacion de Sherman

Para T = 10 años

Duración de lluvia en (Hrs)							
T	0.5	1	2	3	4	5	6
10	79.49	47.39	27.75	20.19	16.09	13.49	11.67



### Analisis de la Ecuacion de Bernard

Para T = 20 años

Duración de lluvia en (Hrs)							
T	0.5	1	2	3	4	5	6
20	96.03	55.16	31.68	22.90	18.19	15.22	13.15

### En el Pluviografo de El Tejar (1976 - 1997) tenemos:

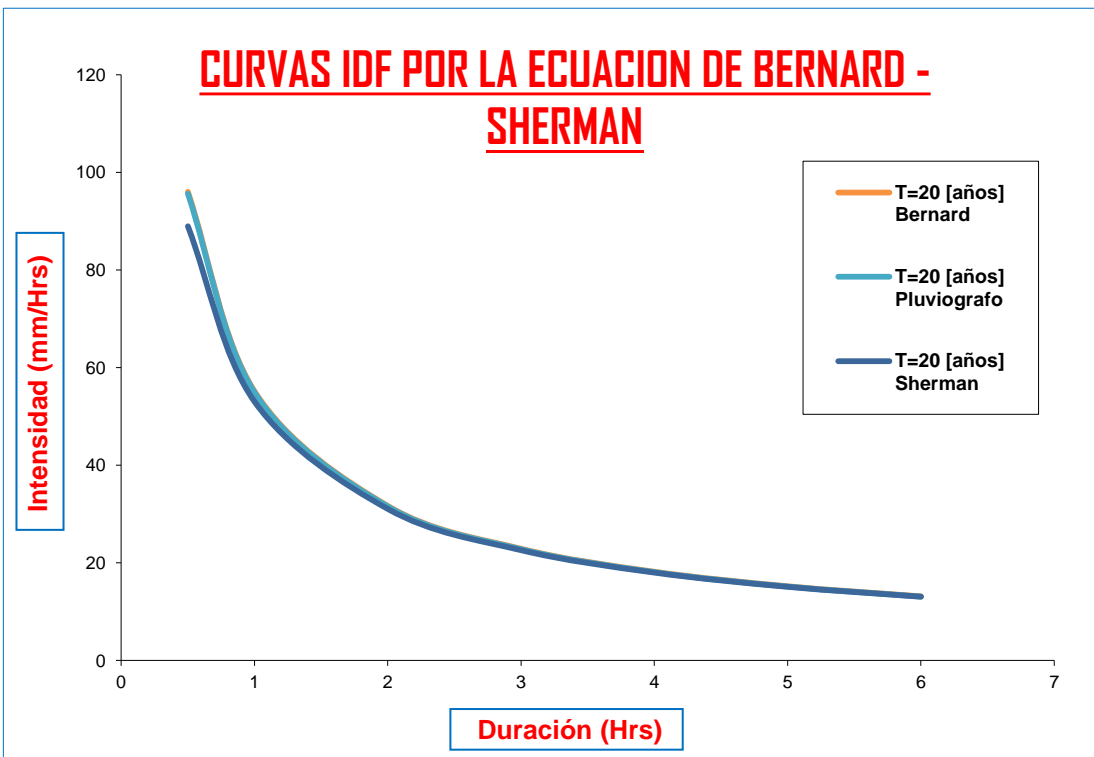
Para T = 20 años

Duración de lluvia en (Hrs)							
T	0.5	1	2	3	4	5	6
20	95.66	54.94	31.55	22.81	18.12	15.16	13.10

### Analisis de la Ecuacion de Sherman

Para T = 20 años

Duración de lluvia en (Hrs)							
T	0.5	1	2	3	4	5	6
20	88.98	53.05	31.06	22.60	18.02	15.10	13.07





### Analisis de la Ecuacion de Bernard

Para T = 50 años

Duración de lluvia en (Hrs)							
T	0.5	1	2	3	4	5	6
50	111.48	64.03	36.77	26.59	21.12	17.67	15.27

### En el Pluviografo de El Tejar (1976 - 1997) tenemos:

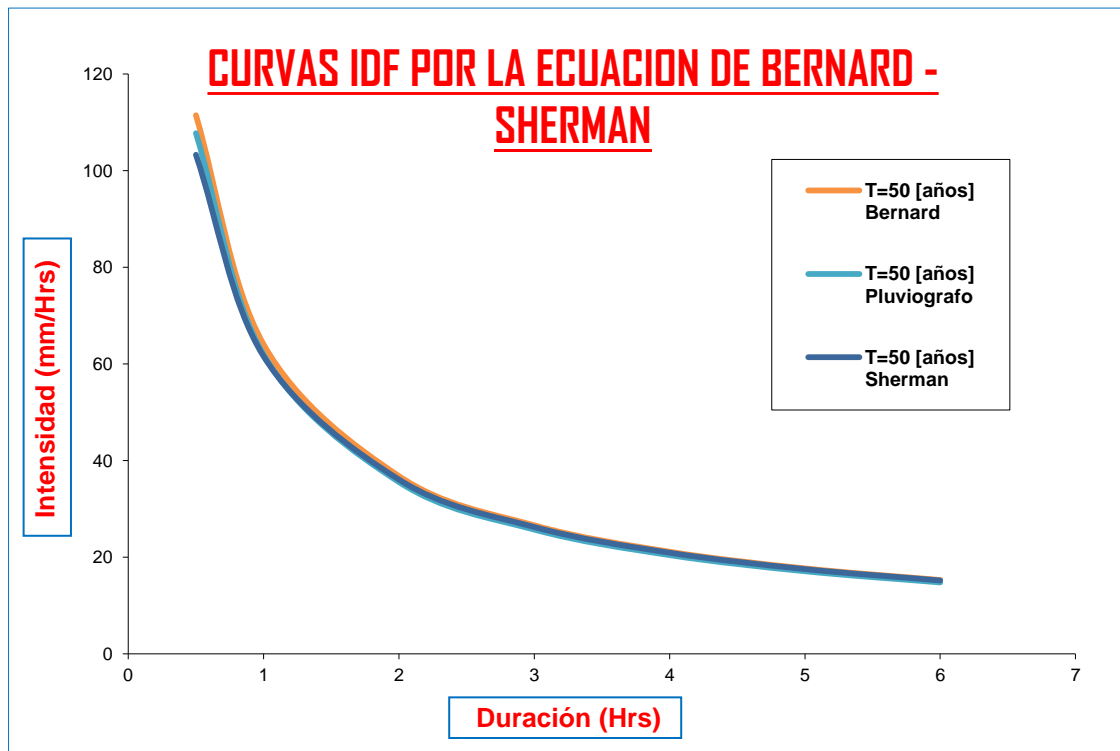
Para T = 50 años

Duración de lluvia en (Hrs)							
T	0.5	1	2	3	4	5	6
50	107.76	61.89	35.55	25.70	20.42	17.08	14.76

### Analisis de la Ecuacion de Sherman

Para T = 50 años

Duración de lluvia en (Hrs)							
T	0.5	1	2	3	4	5	6
50	103.29	61.58	36.05	26.24	20.91	17.53	15.17



### Analisis de la Ecuacion de Bernard

Para T = 100 años

Duración de lluvia en (Hrs)							
T	0.5	1	2	3	4	5	6
100	124.79	71.67	41.17	29.76	23.64	19.78	17.09

### En el Pluviografo de El Tejar (1976 - 1997) tenemos:

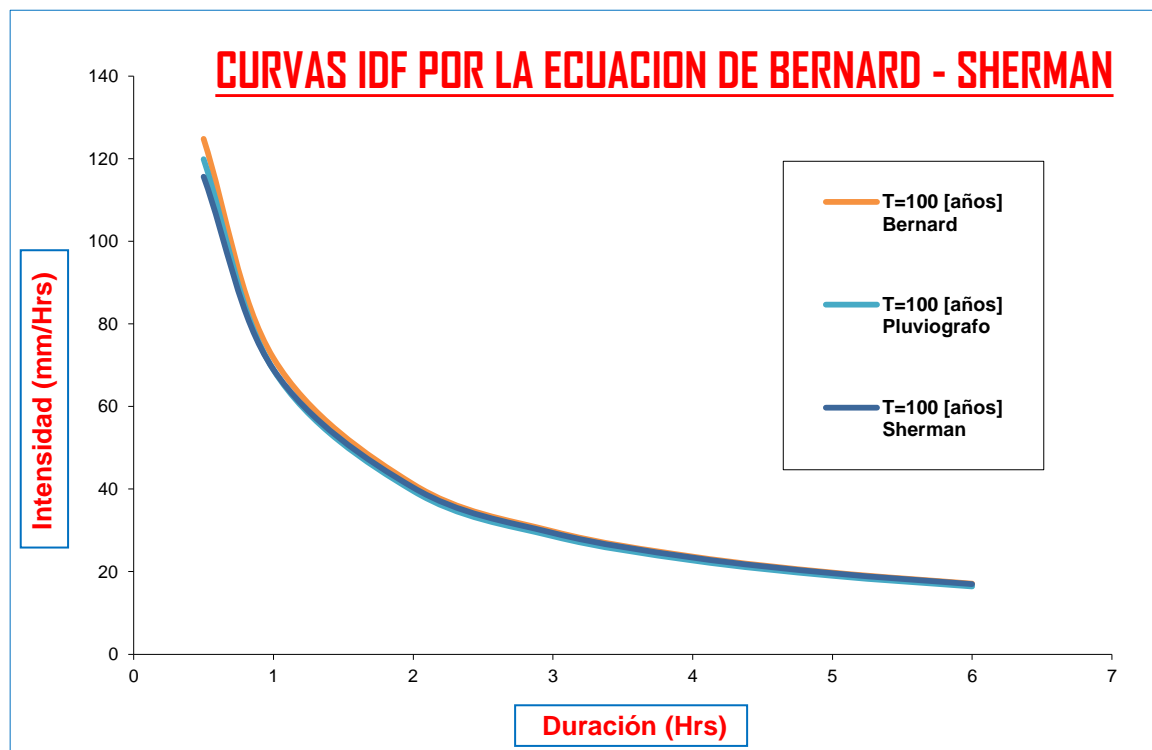
Para T = 100 años

Duración de lluvia en (Hrs)							
T	0.5	1	2	3	4	5	6
100	119.87	68.85	39.54	28.59	22.71	19.00	16.42

### Analisis de la Ecuacion de Sherman

Para T = 100 años

Duración de lluvia en (Hrs)							
T	0.5	1	2	3	4	5	6
100	115.63	68.93	40.36	29.37	23.41	19.62	16.98



# COMPARACION DE LOS MODELOS DE BERNARD Y SHERMAN CON EL PLUVIOGRAFO DE AASANA

Mediante los datos de las bandas pluviograficas proporcionados por la estacion de AASANA que es una institucion independiente del SENANMHI. La institucion de AASANA midio las precipitaciones mediante el pluviógrafo hasta hasta principios del 2009 para lo cual se interpretaron y se llego a siguiente tabla que se muestra a continuacion:

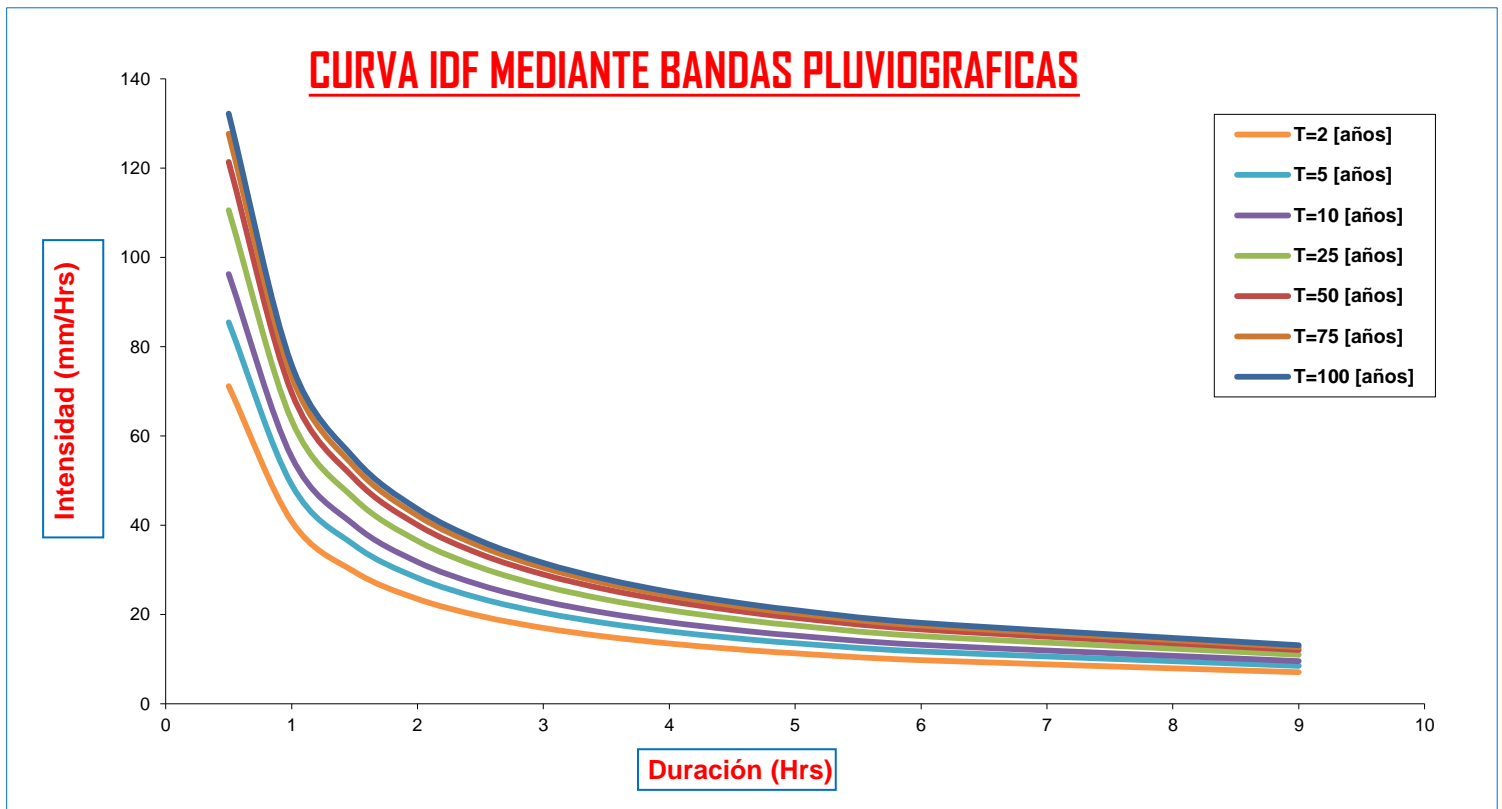
## INTERPRETACION DE LAS BANDAS PLUVIOGRAFICAS (1998 - 2008) AASANA

**Intensidades Máximas para diferentes Duraciones (mm/Hrs)**

**y Periodos de Retorno**

T	Duración (Hrs)											
	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	6	9
2	71.15	40.86	29.54	23.47	19.63	16.97	15.00	13.48	12.27	11.28	9.75	7.05
5	85.45	49.08	35.48	28.19	23.58	20.38	18.02	16.19	14.73	13.54	11.71	8.46
10	96.27	55.29	39.98	31.76	26.57	22.96	20.30	18.24	16.60	15.26	13.19	9.53
25	110.58	63.51	45.92	36.48	30.51	26.37	23.31	20.95	19.07	17.53	15.15	10.95
50	121.40	69.73	50.41	40.05	33.50	28.95	25.59	23.00	20.93	19.24	16.63	12.02
75	127.73	73.36	53.04	42.13	35.25	30.46	26.93	24.20	22.02	20.24	17.50	12.65
100	132.22	75.94	54.90	43.62	36.49	31.53	27.88	25.05	22.80	20.96	18.11	13.09

Fuente: Servicio de Meteorología AASANA



## MODELO DE BERNARD

$$i = \frac{\lambda * T^\psi}{d^\eta}$$

Donde: I = Intensidad en mm/Hrs

T = Periodo de Retorno en año

d = Duración de la lluvia en min

Para la ciudad de Tarija se obtuvieron los siguientes coeficientes:

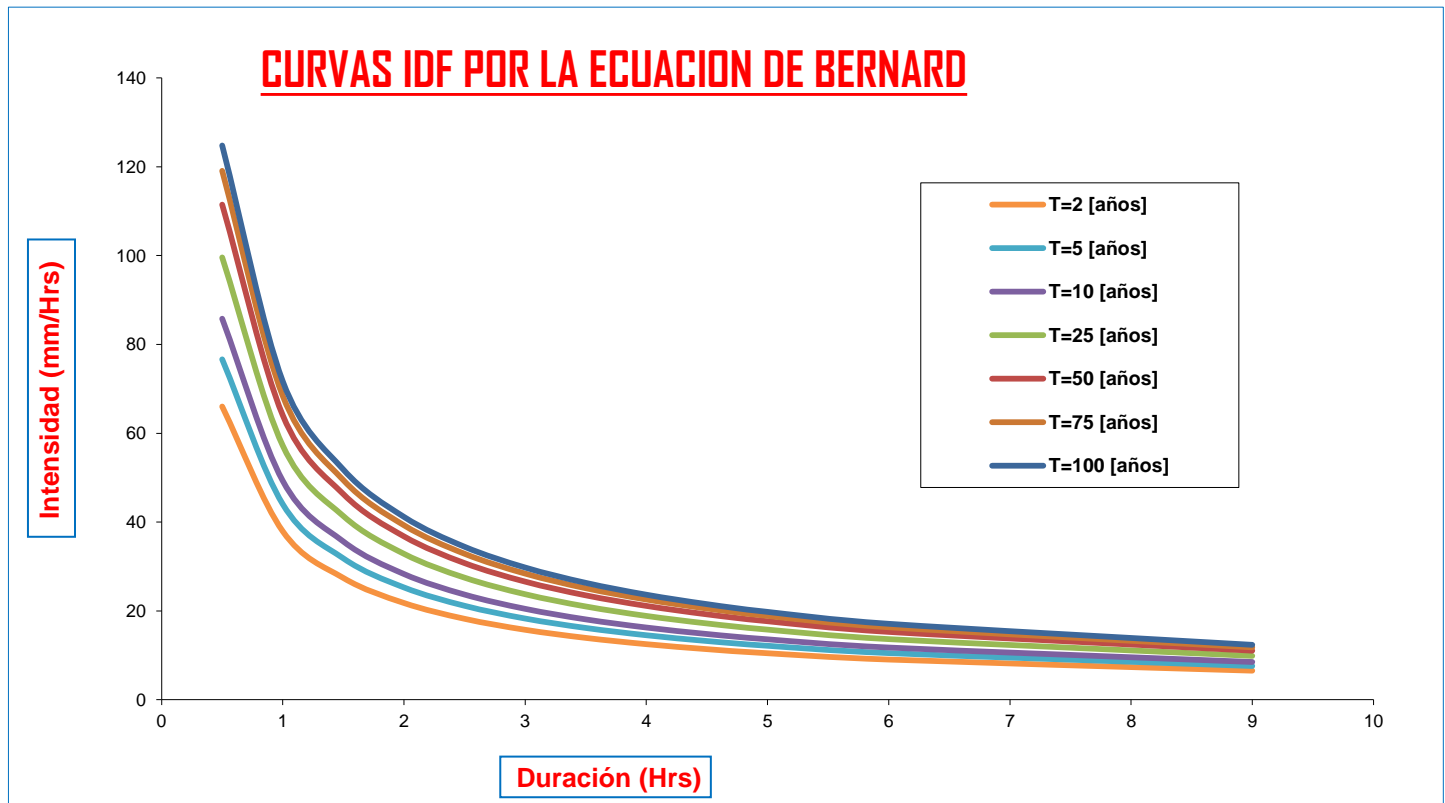
$$\lambda = 896.1416$$

$$\psi = 0.162751$$

$$\eta = 0.80$$

CURVAS IDF POR BERNARD												
Periodo de Retorno (años)	Duración de lluvia en (Hrs)											
	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	6	9
2	66.02	37.92	27.41	21.78	18.22	15.75	13.92	12.51	11.38	10.46	9.04	6.54
5	76.64	44.02	31.82	25.28	21.15	18.28	16.16	14.52	13.21	12.15	10.50	7.59
10	85.79	49.27	35.62	28.30	23.67	20.46	18.09	16.25	14.79	13.60	11.75	8.50
25	99.59	57.20	41.35	32.85	27.48	23.75	21.00	18.87	17.17	15.78	13.64	9.86
50	111.48	64.03	46.29	36.77	30.76	26.59	23.50	21.12	19.22	17.67	15.27	11.04
75	119.08	68.39	49.45	39.28	32.86	28.40	25.11	22.56	20.53	18.87	16.31	11.79
100	124.79	71.67	51.82	41.17	34.44	29.76	26.31	23.64	21.52	19.78	17.09	12.36

Fuente: Elaboración Propia



## MODELO DE SHERMAN

$$i = \frac{\lambda * T^\psi}{(d + \theta)^\eta}$$

Este método parte del método de Bernard pero para ajustarse con mas aproximación a las curva IDF se genera un coeficiente llamado "tita" que ajusta los datos.

Donde: I = Intensidad en mm/Hrs

T = Periodo de Retorno en año

d = Duración de la lluvia en min

Para la ciudad de Tarija se obtuvieron los siguientes coeficientes:

$$\lambda = 896.1416$$

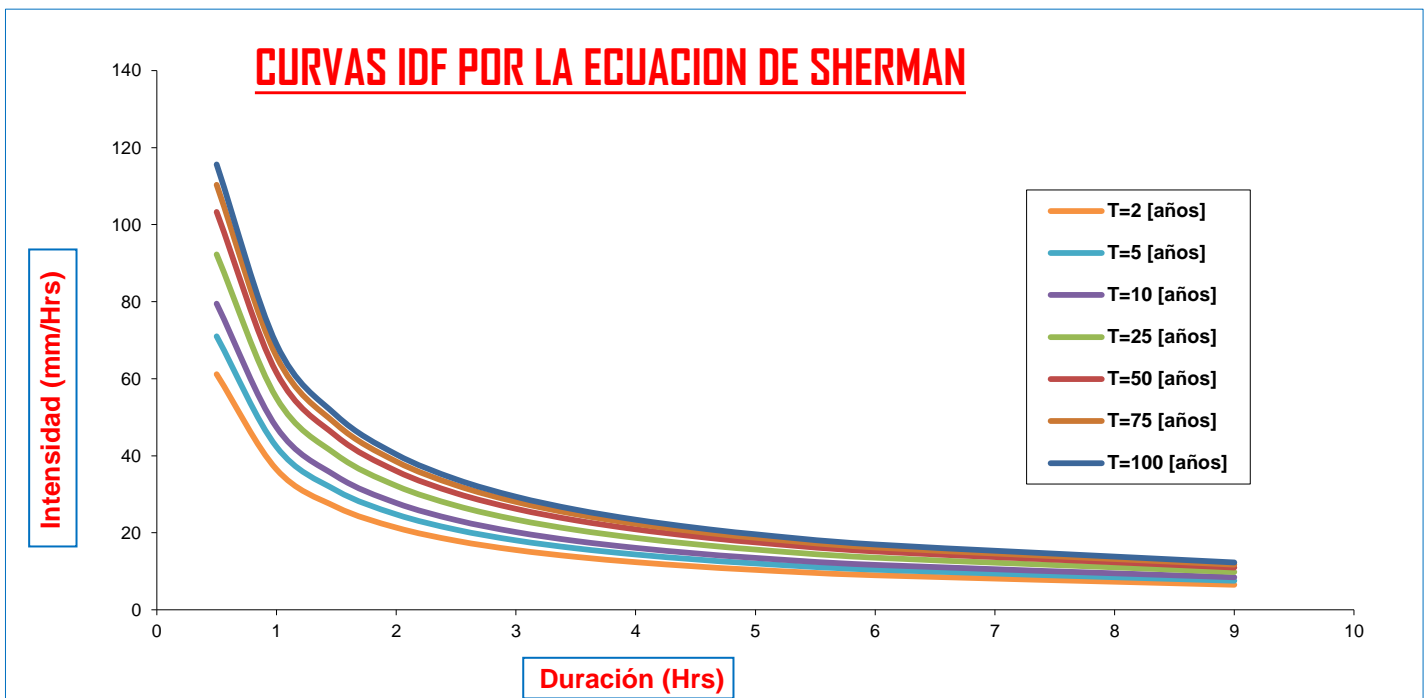
$$\psi = 0.162751$$

$$\eta = 0.80$$

$$\theta = 3$$

CURVAS IDF POR SHERMAN												
Periodo de Retorno (años)	Duración de lluvia en (Hrs)											
	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	6	9
2	61.17	36.47	26.70	21.35	17.93	15.54	13.76	12.38	11.28	10.38	8.98	6.51
5	71.01	42.33	31.00	24.79	20.82	18.04	15.97	14.38	13.10	12.05	10.43	7.56
10	79.49	47.39	34.70	27.75	23.30	20.19	17.88	16.09	14.66	13.49	11.67	8.46
25	92.27	55.01	40.28	32.21	27.05	23.44	20.76	18.68	17.02	15.66	13.55	9.82
50	103.29	61.58	45.09	36.05	30.28	26.24	23.24	20.91	19.05	17.53	15.17	10.99
75	110.34	65.78	48.17	38.51	32.34	28.03	24.82	22.34	20.35	18.72	16.20	11.74
100	115.63	68.93	50.48	40.36	33.89	29.37	26.01	23.41	21.33	19.62	16.98	12.30

Fuente: Elaboración Propia



**CORRELACION DE RESULTADOS DE LAS INTENSIDADES ESTIMADAS:**

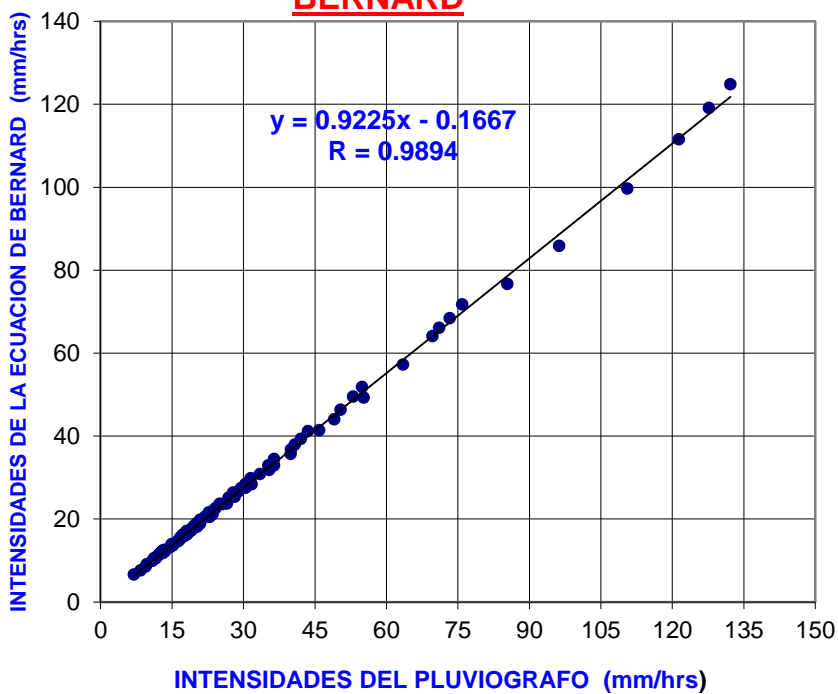
**a) Comparación con las Bandas Pluviograficas con el modelo de Bernard:**

Ibanda-pluviografi	Ibernard
71.15	66.02
85.45	76.64
96.27	85.79
110.58	99.59
121.40	111.48
127.73	119.08
132.22	124.79
40.86	37.92
49.08	44.02
55.29	49.27
63.51	57.20
69.73	64.03
73.36	68.39
75.94	71.67
29.54	27.41
35.48	31.82
39.98	35.62
45.92	41.35
50.41	46.29
53.04	49.45
54.90	51.82
23.47	21.78
28.19	25.28
31.76	28.30
36.48	32.85
40.05	36.77
42.13	39.28
43.62	41.17
19.63	18.22
23.58	21.15
26.57	23.67
30.51	27.48
33.50	30.76
35.25	32.86
36.49	34.44
16.97	15.75
20.38	18.28

Ibanda-pluviografi	Ibernard
22.96	20.46
26.37	23.75
28.95	26.59
30.46	28.40
31.53	29.76
15.00	13.92
18.02	16.16
20.30	18.09
23.31	21.00
25.59	23.50
26.93	25.11
27.88	26.31
13.48	12.51
16.19	14.52
18.24	16.25
20.95	18.87
23.00	21.12
24.20	22.56
25.05	23.64
12.27	11.38
14.73	13.21
16.60	14.79
19.07	17.17
20.93	19.22
22.02	20.53
22.80	21.52
11.28	10.46
13.54	12.15
15.26	13.60
17.53	15.78
19.24	17.67
20.24	18.87
20.96	19.78
9.75	9.04
11.71	10.50
13.19	11.75
15.15	13.64

Ibanda-pluviografi	Ibernard
16.63	15.27
17.50	16.31
18.11	17.09
7.05	6.54
8.46	7.59
9.53	8.50
10.95	9.86
12.02	11.04
12.65	11.79
13.09	12.36

**CORRELACION DE INTENSIDADES PLUVIOGRAFO Vs ECUACION DE BERNARD**



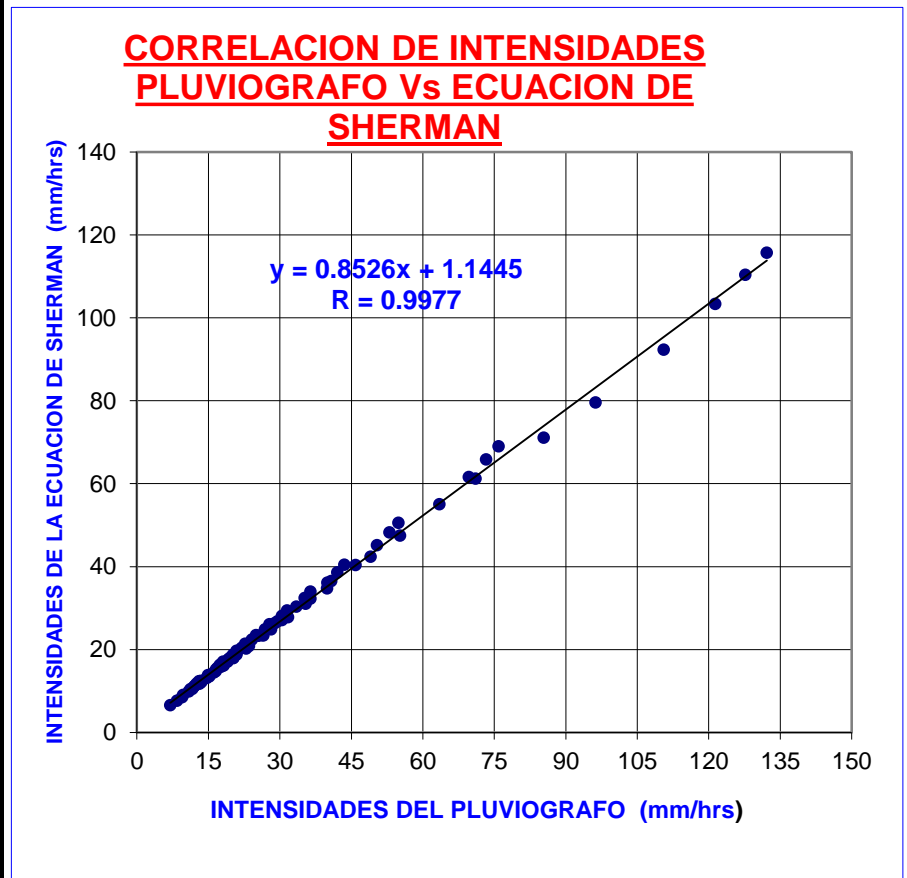
Error Estándar  $\Delta = 18.539$

a) Comparación con las Bandas Pluviograficas con el modelo de Sherman:

Ibanda-pluviografi	Isherman
71.15	61.17
85.45	71.01
96.27	79.49
110.58	92.27
121.40	103.29
127.73	110.34
132.22	115.63
40.86	36.47
49.08	42.33
55.29	47.39
63.51	55.01
69.73	61.58
73.36	65.78
75.94	68.93
29.54	26.70
35.48	31.00
39.98	34.70
45.92	40.28
50.41	45.09
53.04	48.17
54.90	50.48
23.47	21.35
28.19	24.79
31.76	27.75
36.48	32.21
40.05	36.05
42.13	38.51
43.62	40.36
19.63	17.93
23.58	20.82
26.57	23.30
30.51	27.05
33.50	30.28
35.25	32.34
36.49	33.89
16.97	15.54
20.38	18.04

Ibanda-pluviografi	Isherman
22.96	20.19
26.37	23.44
28.95	26.24
30.46	28.03
31.53	29.37
15.00	13.76
18.02	15.97
20.30	17.88
23.31	20.76
25.59	23.24
26.93	24.82
27.88	26.01
13.48	12.38
16.19	14.38
18.24	16.09
20.95	18.68
23.00	20.91
24.20	22.34
25.05	23.41
12.27	11.28
14.73	13.10
16.60	14.66
19.07	17.02
20.93	19.05
22.02	20.35
22.80	21.33
11.28	10.38
13.54	12.05
15.26	13.49
17.53	15.66
19.24	17.53
20.24	18.72
20.96	19.62
9.75	8.98
11.71	10.43
13.19	11.67
15.15	13.55

Ibanda-pluviografi	Isherman
16.63	15.17
17.50	16.20
18.11	16.98
7.05	6.51
8.46	7.56
9.53	8.46
10.95	9.82
12.02	10.99
12.65	11.74
13.09	12.30



Error Estándar  $\Delta = 17.970$

# COMPARACION DE LOS MODELOS BERNARD Y SHERMAN CON OTRA ECUACIONES

Para validar las ecuaciones calculadas con los modelos de Bernard y Sherman que son las que más se ajustan a la zona tenemos en la ciudad de Tarija que una ecuación del Alcantarillado Pluvial elaborada por la consultoría MTCB Consultores Asociados.

$$I = \frac{197.2 * T^{0.1457}}{(t + 3)^{0.443}}$$

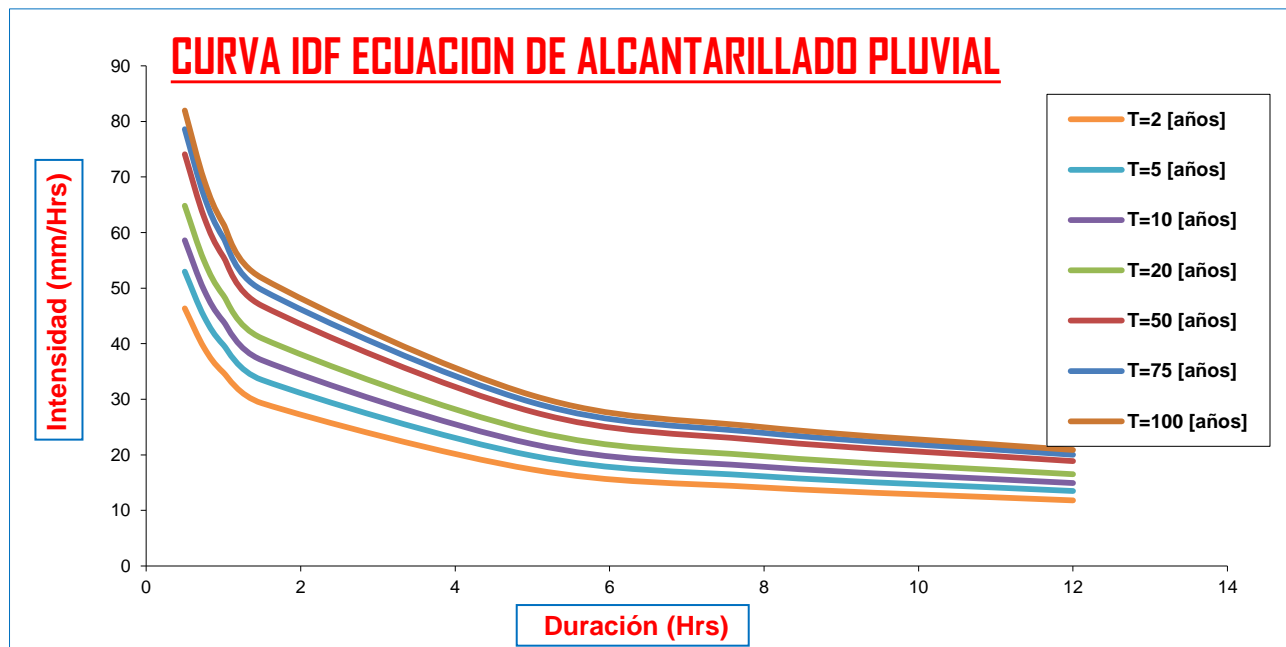
Donde: I = Intensidad en mm/Hrs

T = Período de Retorno en año

t = Duración de la lluvia en min

Por lo tanto generaremos el cálculo de intensidades a partir de esta ecuación:

CURVAS IDF							
Período de Retorno (años)	Duración de lluvia en (Hrs)						
	0.5	0.75	1	1.5	5	8	12
2	46.35	39.26	34.81	29.29	17.36	14.12	11.81
5	52.97	44.87	39.78	33.47	19.84	16.13	13.49
10	58.60	49.64	44.00	37.03	21.94	17.85	14.93
20	64.83	54.91	48.68	40.97	24.28	19.75	16.51
50	74.09	62.76	55.63	46.82	27.74	22.57	18.87
75	78.60	66.58	59.02	49.67	29.43	23.94	20.02
100	81.96	69.43	61.55	51.79	30.69	24.96	20.88





Otra ecuación que tenemos para validar los resultados es la elaborada por un grupo de ingenieros hidrólogos de la empresa eléctrica ENDE

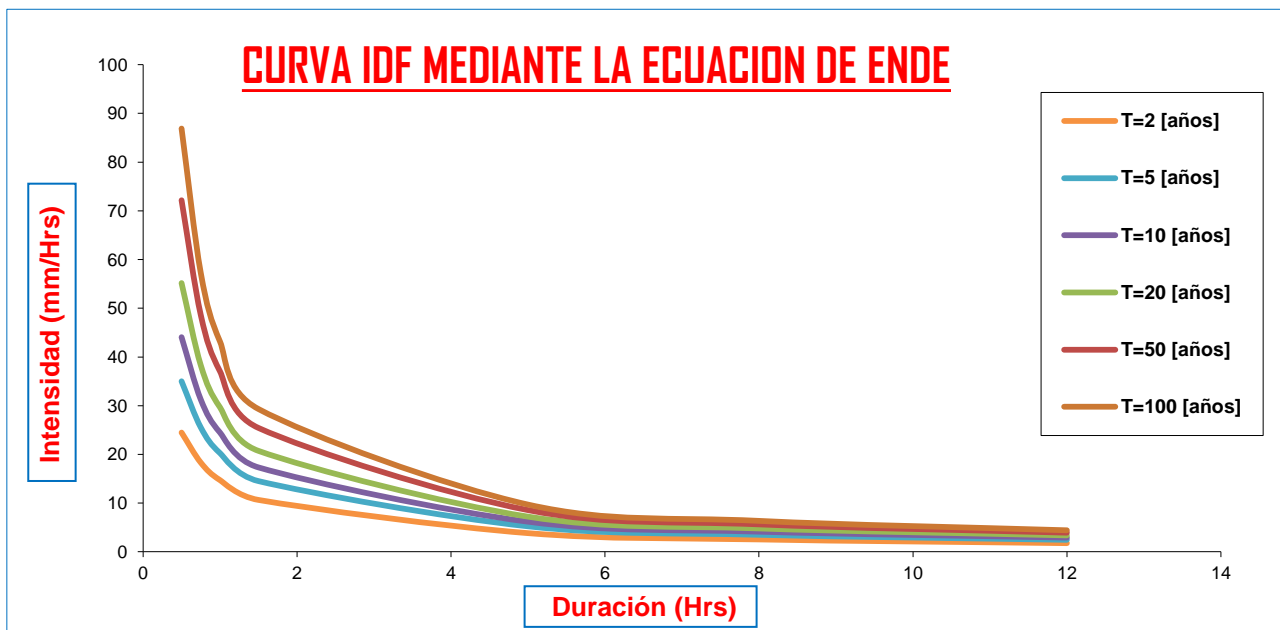
$$I = \frac{A}{(t + B)^C}$$

Donde: Los Coeficiente A,B y C son determinados en función al periodo de retorno.  
I es la Intensidad en (mm/Hrs) y t es la duración de la lluvia en (min)

T	A	B	C
2	668	9.4	0.9
5	761	4.31	0.8709
10	828	0.483	0.8584
20	1016.77	-1.3066	0.8681
50	1312.19	-3.3982	0.884
100	1523.37	-4.9508	0.8892

Fuente: Elaborado por empresa eléctrica ENDE

CURVAS IDF							
Periodo de Retorno (años)	Duración de lluvia en (Hrs)						
	0.5	0.75	1	1.5	5	8	12
2	24.48	18.31	14.71	10.64	3.83	2.54	1.77
5	35.01	25.53	20.26	14.51	5.23	3.49	2.46
10	44.07	31.26	24.47	17.32	6.18	4.13	2.92
20	55.17	38.30	29.64	20.71	7.22	4.79	3.37
50	72.17	48.61	37.02	25.42	8.56	5.63	3.93
100	86.90	57.25	43.14	29.31	9.70	6.35	4.41

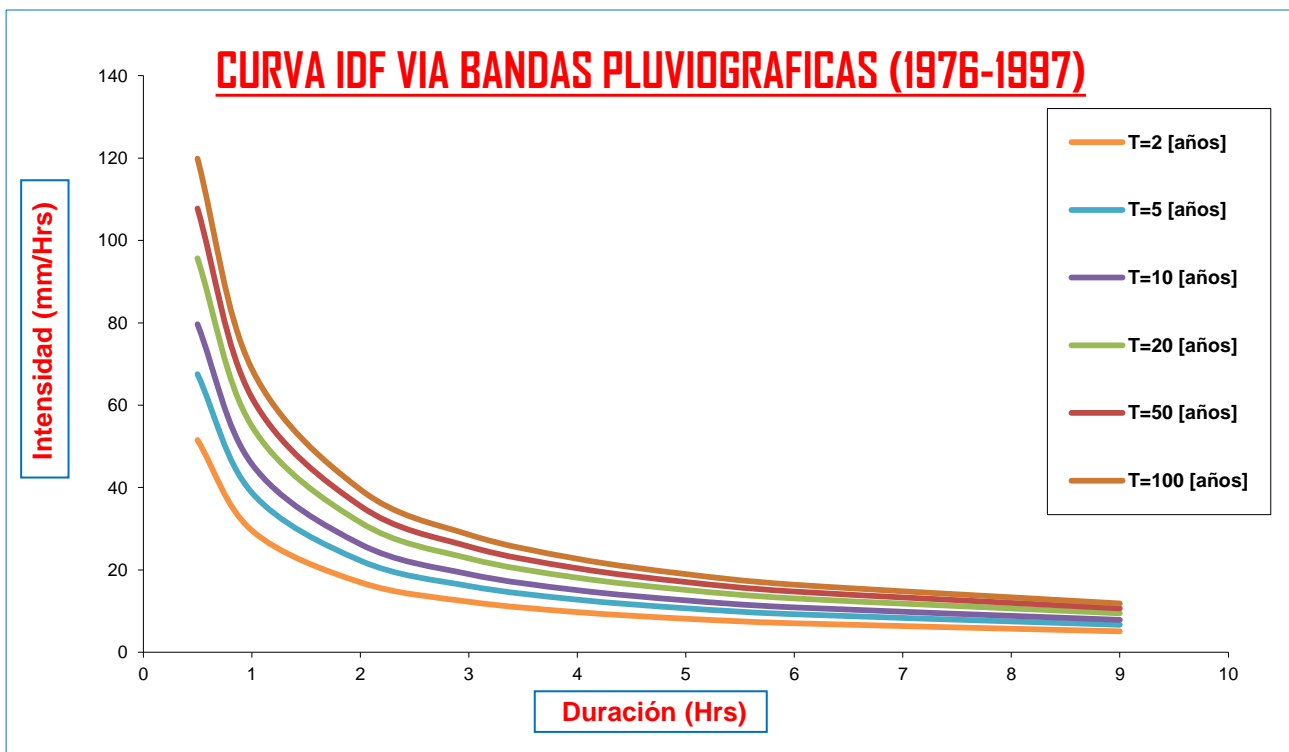


También tenemos los datos de las bandas pluviograficas y un estudio hecho en la tesis del Ing. Frigerio Trigo es la interpretación de las bandas pluviograficas y en su estudio hecho para la estación de El Tejar se llego al siguiente tabla de intensidades:

**INTERPRETACION DE LAS BANDAS PLUVIOGRAFICAS (1976 - 1997) EL TEJAR**  
**Intensidades Máximas para diferentes Duraciones (mm/Hrs)**  
**y Periodos de Retorno**

T	Duración (Hrs)							
	0.5	1	2	3	4	5	6	9
2	51.54	29.60	17.00	12.29	9.77	8.17	7.06	5.10
5	67.54	38.79	22.28	16.11	12.80	10.71	9.25	6.69
10	79.65	45.75	26.28	19.00	15.09	12.62	10.91	7.89
20	95.66	54.94	31.55	22.81	18.12	15.16	13.10	9.47
50	107.76	61.89	35.55	25.70	20.42	17.08	14.76	10.67
100	119.87	68.85	39.54	28.59	22.71	19.00	16.42	11.87

Fuente: Validación de métodos para la estimación de caudales máximos aplicados a cuencas regionales de Gonzalo Trigo Frigerio



**MODELO DE BERNARD**

$$i = \frac{\lambda * T^\psi}{d^\eta}$$

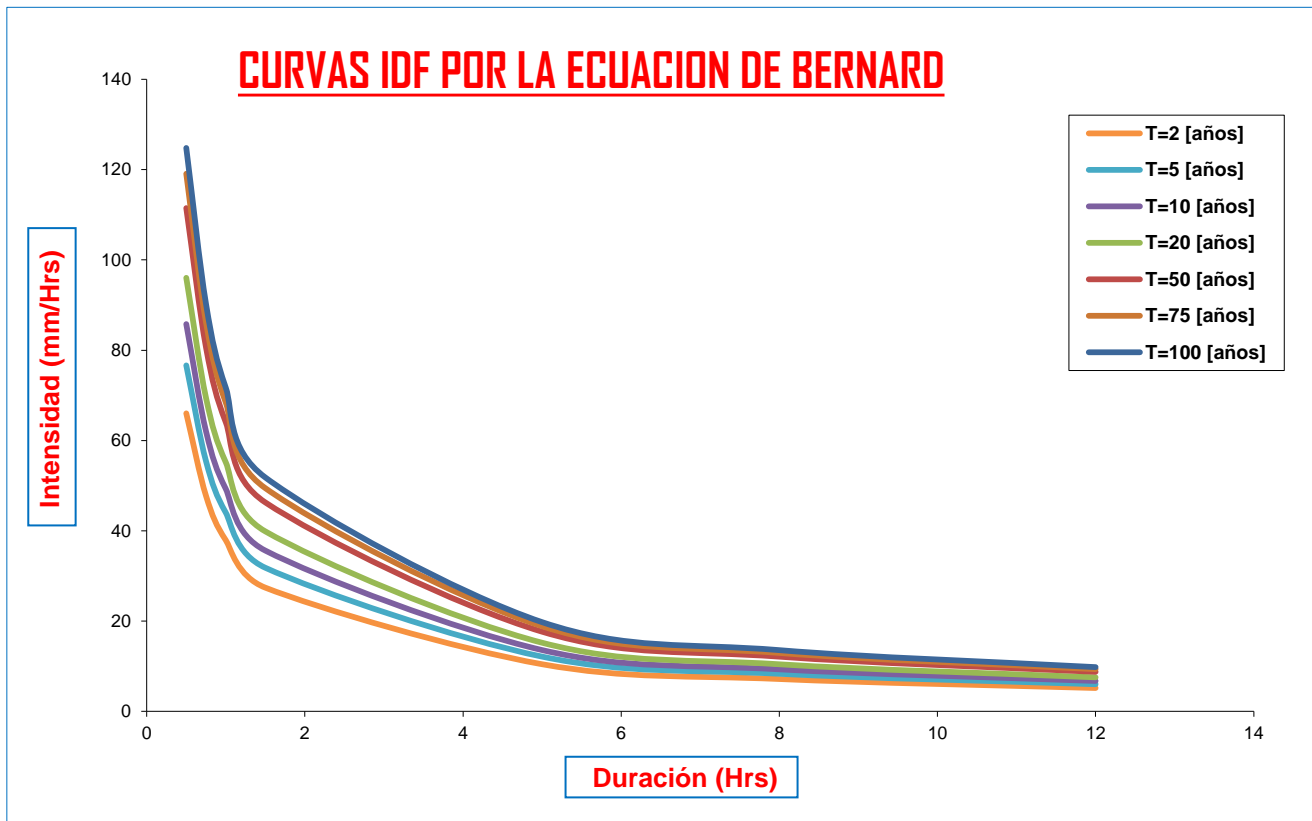
Donde: *i* = Intensidad en mm/Hrs  
*T* = Periodo de Retorno en año  
*d* = Duración de la lluvia en min

Para la ciudad de Tarija se obtuvieron los siguientes coeficientes:

$$\lambda = 896.1416 \quad \psi = 0.162751 \quad \eta = 0.80$$

CURVAS IDF POR BERNARD							
Periodo de Retorno (años)	Duración de Lluvia en (Hrs)						
	0.5	0.75	1	1.5	5	8	12
2	66.02	47.73	37.92	27.41	10.46	7.18	5.19
5	76.64	55.41	44.02	31.82	12.15	8.34	6.03
10	85.79	62.02	49.27	35.62	13.60	9.34	6.75
20	96.03	69.43	55.16	39.88	15.22	10.45	7.56
50	111.48	80.60	64.03	46.29	17.67	12.13	8.77
75	119.08	86.09	68.39	49.45	18.87	12.96	9.37
100	124.79	90.22	71.67	51.82	19.78	13.58	9.82

Fuente: Elaboración Propia



### MODELO DE SHERMAN

$$i = \frac{\lambda * T^\psi}{(d + \theta)^\eta}$$

Este método parte del método de Bernard pero para ajustarse con más aproximación a la curva IDF se genera un coeficiente llamado "tita" que ajusta los datos.

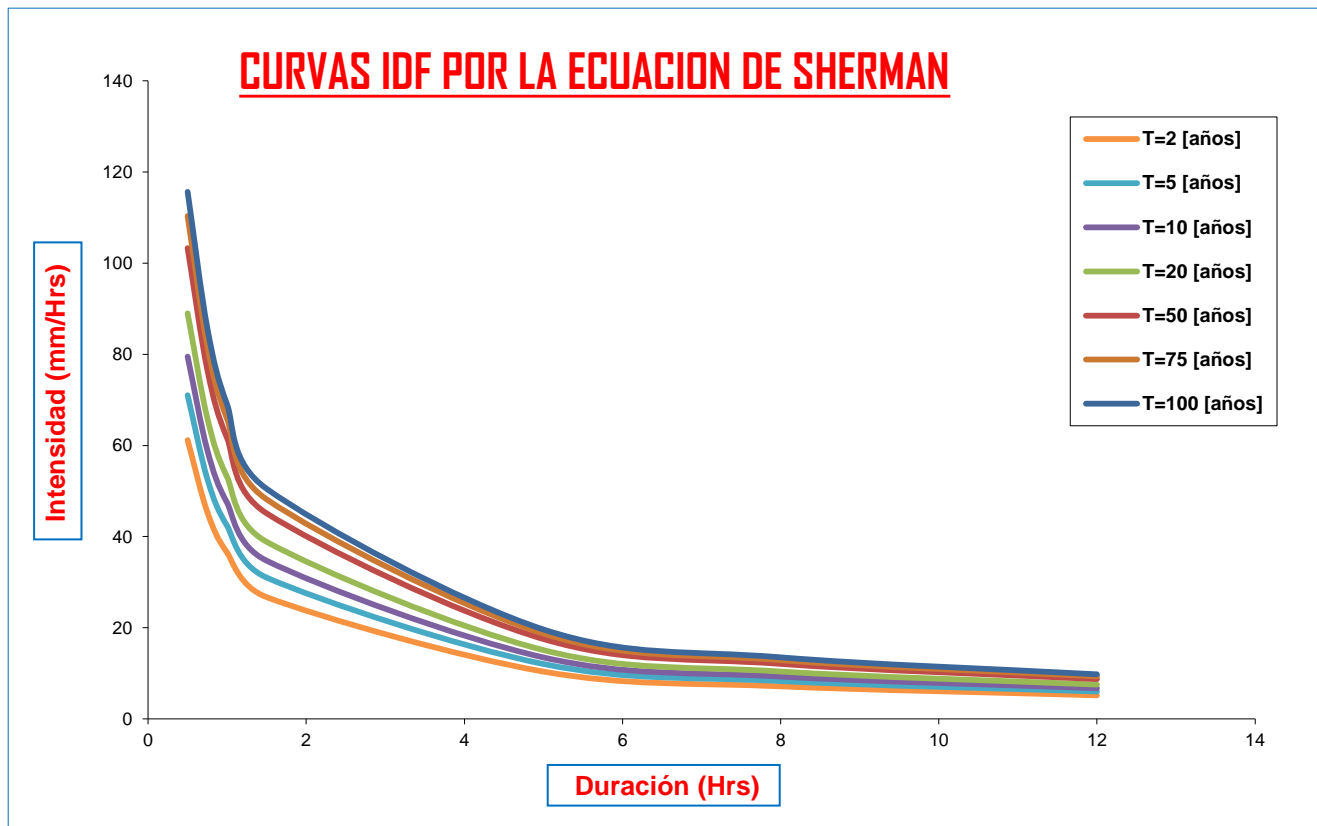
Donde: I = Intensidad en mm/Hrs  
 T = Periodo de Retorno en año  
 d = Duración de la lluvia en min

Para la ciudad de Tarija se obtuvieron los siguientes coeficientes:

$$\lambda = 896.1416 \quad \psi = 0.162751 \quad \eta = 0.80 \quad \theta = 3$$

CURVAS IDF POR SHERMAN							
Periodo de Retorno (años)	Duración de lluvia en (Hrs)						
	0.5	0.75	1	1.5	5	8	12
2	61.17	45.33	36.47	26.70	10.38	7.15	5.18
5	71.01	52.62	42.33	31.00	12.05	8.30	6.01
10	79.49	58.90	47.39	34.70	13.49	9.29	6.73
20	88.98	65.94	53.05	38.84	15.10	10.40	7.53
50	103.29	76.54	61.58	45.09	17.53	12.07	8.74
75	110.34	81.76	65.78	48.17	18.72	12.89	9.34
100	115.63	85.68	68.93	50.48	19.62	13.51	9.79

Fuente: Elaboración Propia



### MODELO DE TALBOT

Este modelo solo sirve para calcular la intensidad para duraciones cortas que varían entre 5 minutos a 20 minutos debido a que el modelo se ajusta a una recta.

**Ciudad de Tarija**

Periodo de Retorno	Coeficientes	
	a	b
2	1936.6197	2.694069
5	2397.1960	2.694069
10	2665.6057	2.561886
25	3206.1847	2.694069
50	3554.5972	2.694069
75	3758.4054	2.694069
100	3903.0097	2.694069

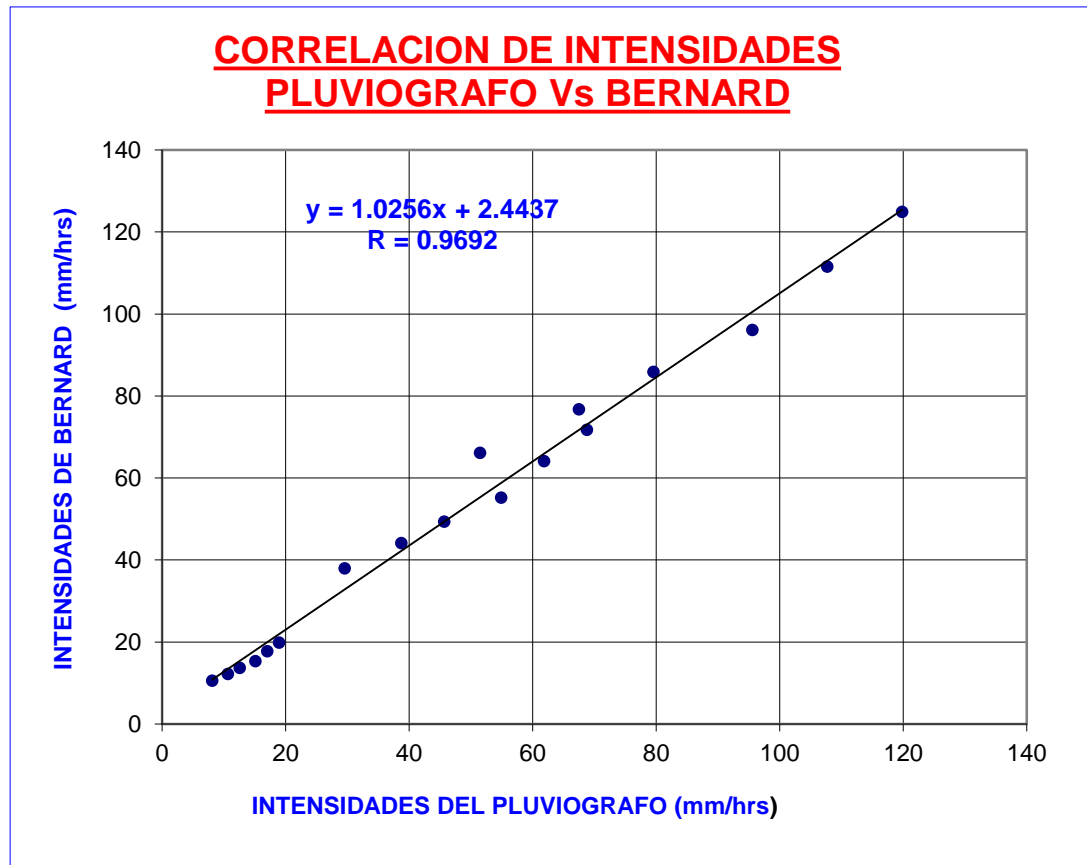
$$i = \frac{a}{b + D_{\min}}$$

Este modelo es de mucha aplicación en ciudades medianamente pequeñas debido al rango de la duración de la lluvia. Además se lo usa en el diseño de sistemas de alcantarillado pluvial y obras de pequeña envergadura.

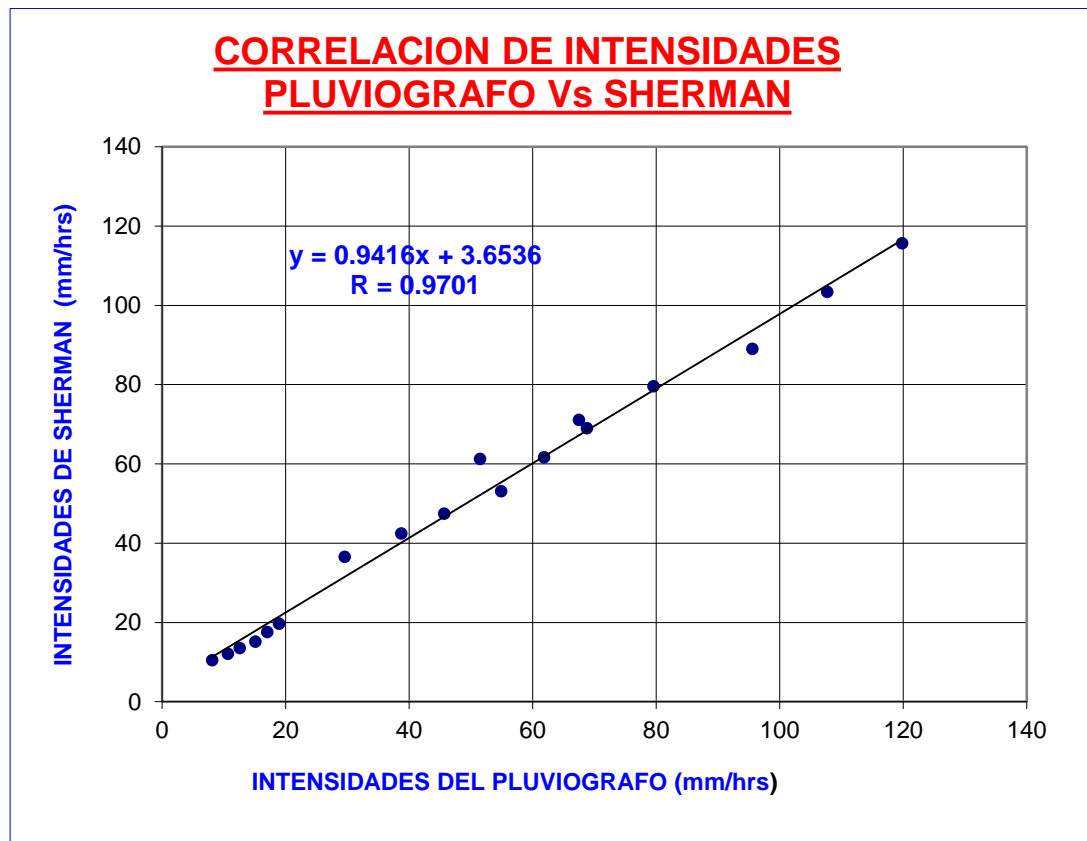
**CORRELACION DE RESULTADOS DE LAS INTENSIDADES ESTIMADAS:**

**a) Comparación con las Bandas Pluviograficas:**

Ibanda-pluviografi	Ibernard
51.54	66.02
67.54	76.64
79.65	85.79
95.66	96.03
107.76	111.48
119.87	124.79
29.60	37.92
38.79	44.02
45.75	49.27
54.94	55.16
61.89	64.03
68.85	71.67
8.17	10.46
10.71	12.15
12.62	13.60
15.16	15.22
17.08	17.67
19.00	19.78



Ibanda-pluviografi	Isherman
51.54	61.17
67.54	71.01
79.65	79.49
95.66	88.98
107.76	103.29
119.87	115.63
29.60	36.47
38.79	42.33
45.75	47.39
54.94	53.05
61.89	61.58
68.85	68.93
8.17	10.38
10.71	12.05
12.62	13.49
15.16	15.10
17.08	17.53
19.00	19.62



**b) Comparación con la ecuación del alcantarillado pluvial:**

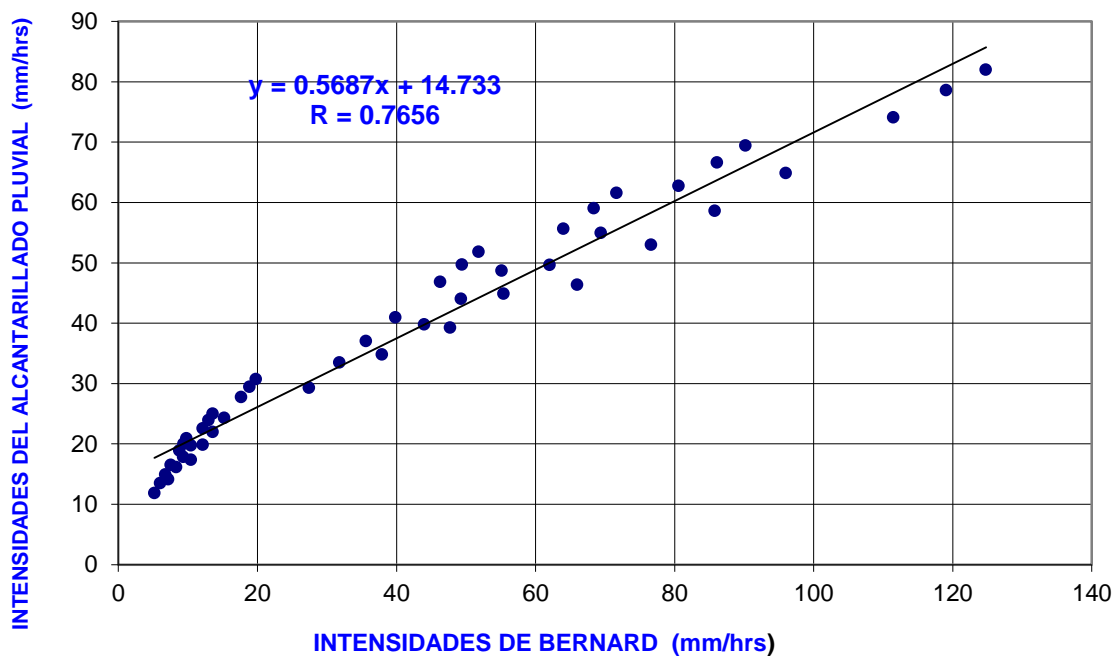
Ialc.-Pluvial	Ibernard
46.35	66.02
52.97	76.64
58.60	85.79
64.83	96.03
74.09	111.48
78.60	119.08
81.96	124.79
39.26	47.73
44.87	55.41
49.64	62.02
54.91	69.43
62.76	80.60
66.58	86.09
69.43	90.22
34.81	37.92
39.78	44.02
44.00	49.27
48.68	55.16
55.63	64.03
59.02	68.39

Ialc.-Pluvial	Ibernard
17.36	10.46
19.84	12.15
21.94	13.60
24.28	15.22
27.74	17.67
29.43	18.87
30.69	19.78
14.12	7.18
16.13	8.34
17.85	9.34
19.75	10.45
22.57	12.13
23.94	12.96
24.96	13.58
11.81	5.19
13.49	6.03
14.93	6.75
16.51	7.56
18.87	8.77
20.02	9.37

61.55	71.67
29.29	27.41
33.47	31.82
37.03	35.62
40.97	39.88
46.82	46.29
49.67	49.45
51.79	51.82

20.88	9.82
-------	------

## CORRELACION DE INTENSIDADES BERNARD Vs ALCANTARILLADO PLUVIAL



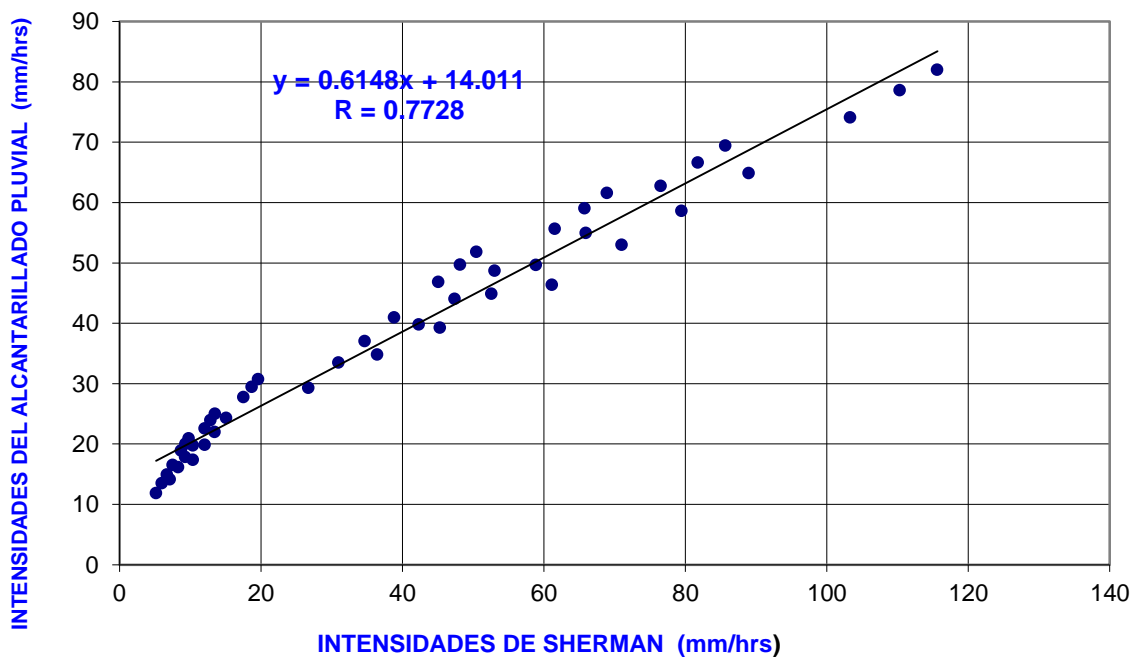
Ialc.-Pluvial	Isherman
46.35	61.17
52.97	71.01
58.60	79.49
64.83	88.98
74.09	103.29
78.60	110.34
81.96	115.63
39.26	45.33
44.87	52.62
49.64	58.90
54.91	65.94
62.76	76.54
66.58	81.76
69.43	85.68

Ialc.-Pluvial	Isherman
17.36	10.38
19.84	12.05
21.94	13.49
24.28	15.10
27.74	17.53
29.43	18.72
30.69	19.62
14.12	7.15
16.13	8.30
17.85	9.29
19.75	10.40
22.57	12.07
23.94	12.89
24.96	13.51

34.81	36.47
39.78	42.33
44.00	47.39
48.68	53.05
55.63	61.58
59.02	65.78
61.55	68.93
29.29	26.70
33.47	31.00
37.03	34.70
40.97	38.84
46.82	45.09
49.67	48.17
51.79	50.48

11.81	5.18
13.49	6.01
14.93	6.73
16.51	7.53
18.87	8.74
20.02	9.34
20.88	9.79

### CORRELACION DE INTENSIDADES SHERMAN Vs ALCANTARILLADO PLUVIAL



#### b) Comparación con la ecuación de la empresa eléctrica ENDE:

IEnde	Ibernard
24.48	66.02
35.01	76.64
44.07	85.79
55.17	96.03
72.17	111.48
86.90	124.79

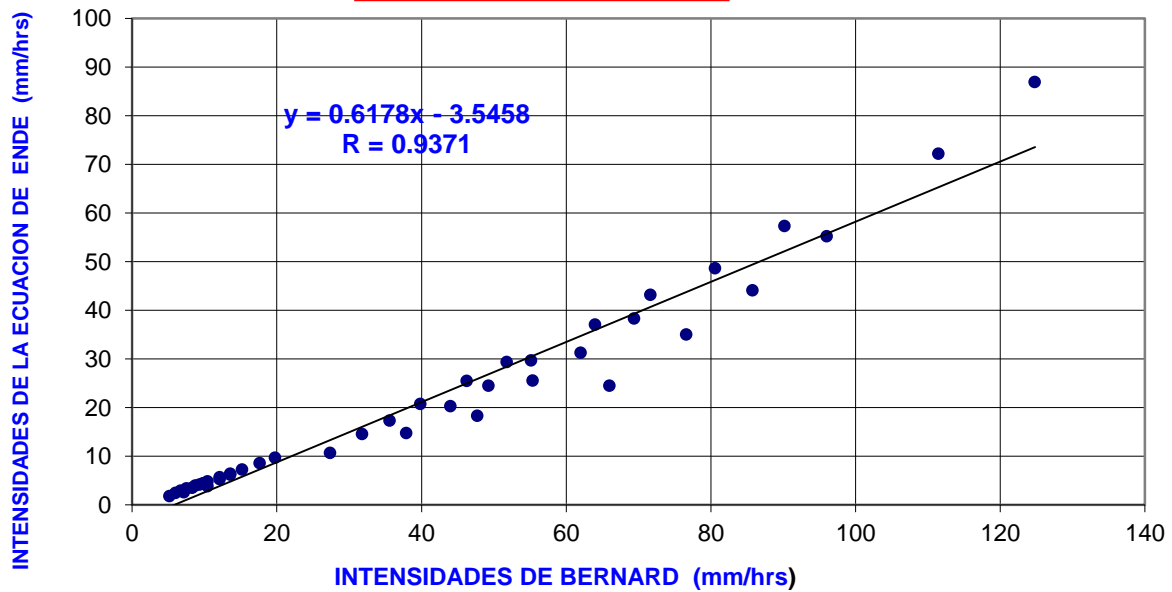
IEnde	Ibernard
3.83	10.46
5.23	12.15
6.18	13.60
7.22	15.22
8.56	17.67
9.70	19.78



18.31	47.73
25.53	55.41
31.26	62.02
38.30	69.43
48.61	80.60
57.25	90.22
14.71	37.92
20.26	44.02
24.47	49.27
29.64	55.16
37.02	64.03
43.14	71.67
10.64	27.41
14.51	31.82
17.32	35.62
20.71	39.88
25.42	46.29
29.31	51.82

2.54	7.18
3.49	8.34
4.13	9.34
4.79	10.45
5.63	12.13
6.35	13.58
1.77	5.19
2.46	6.03
2.92	6.75
3.37	7.56
3.93	8.77
4.41	9.82

### CORRELACION DE INTENSIDADES BERNARD Vs ECUACION DE ENDE



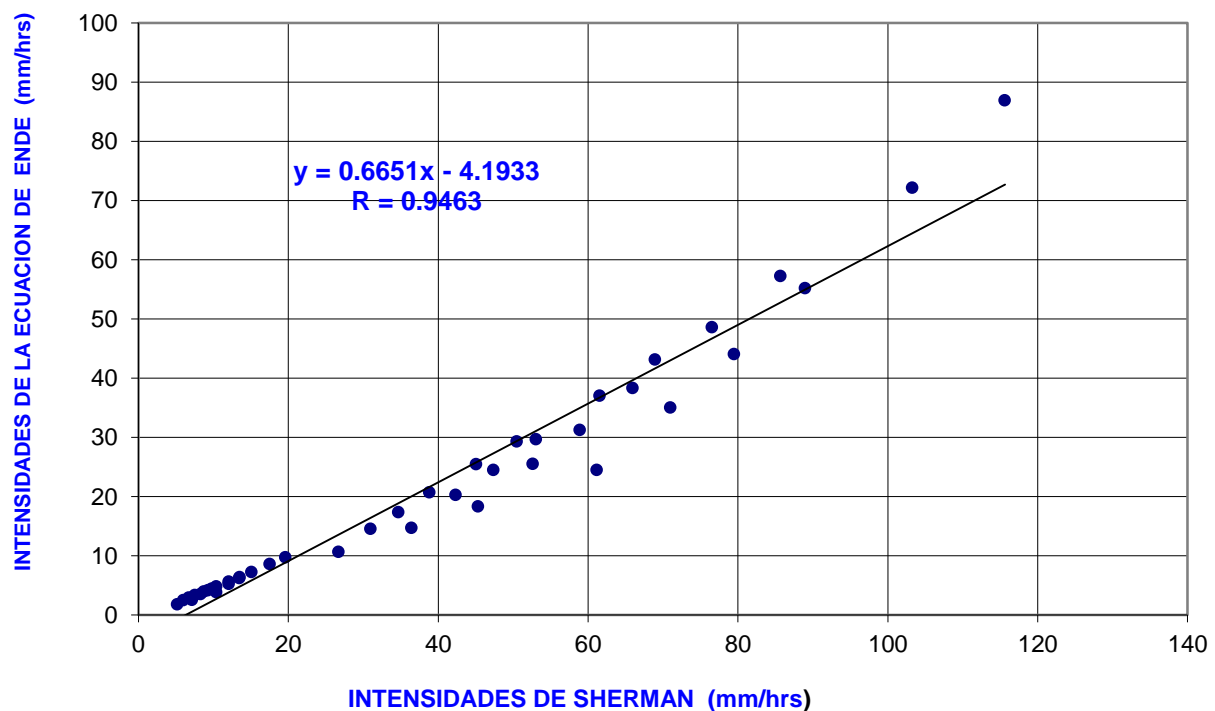
IEnde	Isherman
24.48	61.17
35.01	71.01
44.07	79.49
55.17	88.98
72.17	103.29
86.90	115.63

IEnde	Isherman
3.83	10.38
5.23	12.05
6.18	13.49
7.22	15.10
8.56	17.53
9.70	19.62

18.31	45.33
25.53	52.62
31.26	58.90
38.30	65.94
48.61	76.54
57.25	85.68
14.71	36.47
20.26	42.33
24.47	47.39
29.64	53.05
37.02	61.58
43.14	68.93
10.64	26.70
14.51	31.00
17.32	34.70
20.71	38.84
25.42	45.09
29.31	50.48

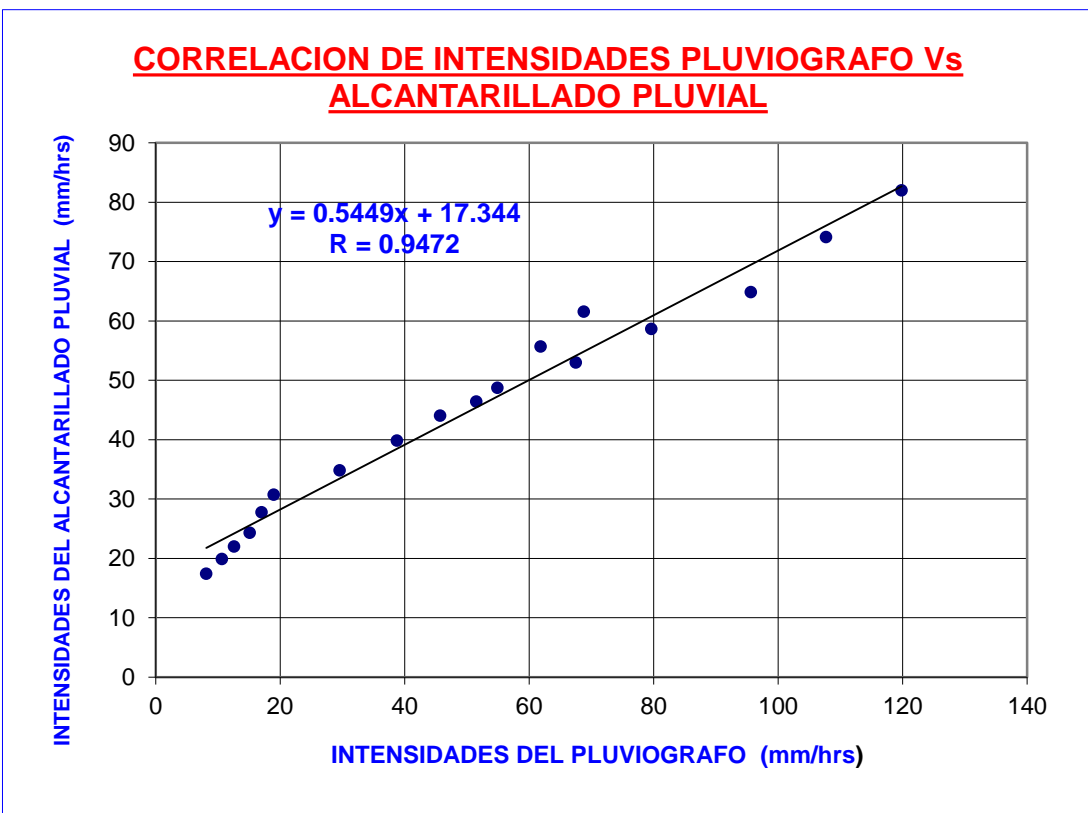
2.54	7.15
3.49	8.30
4.13	9.29
4.79	10.40
5.63	12.07
6.35	13.51
1.77	5.18
2.46	6.01
2.92	6.73
3.37	7.53
3.93	8.74
4.41	9.79

## CORRELACION DE INTENSIDADES SHERMAN Vs ECUACION DE ENDE



**C) Comparación con la ecuación del Alcantarillado Pluvial y la interpretación de la Banda Pluviográfica:**

Ialc.-Pluvial	IPLUVIOGR
46.35	51.54
52.97	67.54
58.60	79.65
64.83	95.66
74.09	107.76
81.96	119.87
34.81	29.60
39.78	38.79
44.00	45.75
48.68	54.94
55.63	61.89
61.55	68.85
17.36	8.17
19.84	10.71
21.94	12.62
24.28	15.16
27.74	17.08
30.69	19.00



**C) Comparación con la ecuación de la empresa ENDE y la interpretación de la Banda Pluviográfica:**

IENDE	IPLUVIOGR
24.48	51.54
35.01	67.54
44.07	79.65
55.17	95.66
72.17	107.76
86.90	119.87
18.31	14.71
25.53	20.26
31.26	24.47
38.30	29.64
48.61	37.02
57.25	43.14
3.83	8.17
5.23	10.71
6.18	12.62
7.22	15.16
8.56	17.08
9.70	19.00

