Estación:	Este
Departamento:	Norte
Provincia:	Altura m/s/n/m

DATOS DE : PRECIPITACIÓN TOTAL (mm)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
2001	10,8	26,9	18,8	47,1	132,5	1,11	108,3	136,8	1,05	70	36,3	45,3	834,5
2002	2	32	104,6	252	170,2	126,4	90,8	149,1	86,05	53,1	36,3	22,5	1113,6
2003	7,2	55,1	37,7	102,8	130,6	119,3	174,5	81	113,4	145,4	115,8	58,2	1161,0
2004	9,5	25,3	21,1	131,7	110,7	133,1	127	140,1	98,7	77,1	91,2	41,5	1096,0
2005	21	29,2	38,8	85,9	130,9	107,1	95,4	131,3	103	122,2			865,8
2006		146,5	138,2	115,8	223	121,9	97,9	78,1	148,8	128,2	36,3		1226,9
2007	4,7	11,4	46,1	106,1	135,1	124,4	117,2	181,7	71,6	147,6	89,7	47,7	1073,1
2008	22,5	10,5	3,45	65	160,2	128,7	152,7	166,7	69,2	132,3	203,8	59,5	1255,1
2009	44	85,2	104,4	36,7	70,6	109,4	114	125,3	39,5	58,6	6,5		832,3
2010	4,5	8,2	53,2	172,1	221,7	119,8	278,3	97,6	49,5	149,3	168,3	61,1	1370,9
2011	22,1	61,1	88,2	212,9	111,4								625,9
SUMA	154,3	448,6	848,4	1287,8	1804,7	1286,7	1332,3	1234,2	946,9	1093,4	825,3	356,3	13519,8
MEDIA	7,5	20,8	49,5	99,0	149,1	124,1	116,1	107,7	86,9	87,5	43,1	45,1	936,3

DATOS DE : PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 Hrs. (mm)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
2001	5,7414	14,2214	30,6604	27,8304	10,149	48,689	30,099	91,365	76,108	39,6908	47,2804	75,0808	95,3
2002													0,0
2003	4,0004	8,955	54,805	58,37	16,169	66,585	111,095	50,68	66,03	87,815	75,119	85,09	111,1
2004	5,3004	13,15	14,5	72,2	9,35	101,554	92,814	110,715	49,95	60,7	61,754	80,108	132,7
2005	21,265	29,215	32,325	61,699	20,789	86,479	65,444	98,344	87,464	99,999	20,548	13,65	99,9
2006	7,47	78,635	81,81	71,24	18,064	36,165	91,884	75,399	81,41	91,985	43,666	37,168	96,1
2007	7,025	7,4395	27,973	59,695	5,105	77,495	73,095	116,11	41,145	83,83	48,18	56,224	116,1
2008	21,925	6,1305	71,755	49,515	7,0715	92,35	89,275	97,05	46,145	79,18	116,445	74,42	116,4
2009	34,255	26,441	54,181	45,5	3,912	52,0985	74,705	76,955	56,455	27,375	8,642	5,944	78,4
2010	2,633	5,2955	28,378	90,718	11,88	47,875	154,19	38,115	28,284	80,64	96,1315	92,513	154,2
2011													0,0
MAX	24,3	78,6	81,8	90,7	30,8	103,6	154,2	132,7	87,5	99,9	116,4	92,5	154,2

DIAS/MES PITACION	ENE	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	AÑO	ANUAL	PROMEDIO AÑO
1/01/2012	1/02/12	1/03/12	1/04/12	1/05/12	1/06/12	1/07/12	1/08/12	1/09/12	1/10/12	1/11/12	1/12/12	1/13/12	1/14/12	1/15/12	1/16/12
2/01/2012	2/02/12	2/03/12	2/04/12	2/05/12	2/06/12	2/07/12	2/08/12	2/09/12	2/10/12	2/11/12	2/12/12	2/13/12	2/14/12	2/15/12	2/16/12
3/01/2012	3/02/12	3/03/12	3/04/12	3/05/12	3/06/12	3/07/12	3/08/12	3/09/12	3/10/12	3/11/12	3/12/12	3/13/12	3/14/12	3/15/12	3/16/12
4/01/2012	4/02/12	4/03/12	4/04/12	4/05/12	4/06/12	4/07/12	4/08/12	4/09/12	4/10/12	4/11/12	4/12/12	4/13/12	4/14/12	4/15/12	4/16/12
5/01/2012	5/02/12	5/03/12	5/04/12	5/05/12	5/06/12	5/07/12	5/08/12	5/09/12	5/10/12	5/11/12	5/12/12	5/13/12	5/14/12	5/15/12	5/16/12
6/01/2012	6/02/12	6/03/12	6/04/12	6/05/12	6/06/12	6/07/12	6/08/12	6/09/12	6/10/12	6/11/12	6/12/12	6/13/12	6/14/12	6/15/12	6/16/12
7/01/2012	7/02/12	7/03/12	7/04/12	7/05/12	7/06/12	7/07/12	7/08/12	7/09/12	7/10/12	7/11/12	7/12/12	7/13/12	7/14/12	7/15/12	7/16/12
8/01/2012	8/02/12	8/03/12	8/04/12	8/05/12	8/06/12	8/07/12	8/08/12	8/09/12	8/10/12	8/11/12	8/12/12	8/13/12	8/14/12	8/15/12	8/16/12
9/01/2012	9/02/12	9/03/12	9/04/12	9/05/12	9/06/12	9/07/12	9/08/12	9/09/12	9/10/12	9/11/12	9/12/12	9/13/12	9/14/12	9/15/12	9/16/12
10/01/2012	10/02/12	10/03/12	10/04/12	10/05/12	10/06/12	10/07/12	10/08/12	10/09/12	10/10/12	10/11/12	10/12/12	10/13/12	10/14/12	10/15/12	10/16/12
11/01/2012	11/02/12	11/03/12	11/04/12	11/05/12	11/06/12	11/07/12	11/08/12	11/09/12	11/10/12	11/11/12	11/12/12	11/13/12	11/14/12	11/15/12	11/16/12
12/01/2012	12/02/12	12/03/12	12/04/12	12/05/12	12/06/12	12/07/12	12/08/12	12/09/12	12/10/12	12/11/12	12/12/12	12/13/12	12/14/12	12/15/12	12/16/12
13/01/2012	13/02/12	13/03/12	13/04/12	13/05/12	13/06/12	13/07/12	13/08/12	13/09/12	13/10/12	13/11/12	13/12/12	13/13/12	13/14/12	13/15/12	13/16/12
14/01/2012	14/02/12	14/03/12	14/04/12	14/05/12	14/06/12	14/07/12	14/08/12	14/09/12	14/10/12	14/11/12	14/12/12	14/13/12	14/14/12	14/15/12	14/16/12
15/01/2012	15/02/12	15/03/12	15/04/12	15/05/12	15/06/12	15/07/12	15/08/12	15/09/12	15/10/12	15/11/12	15/12/12	15/13/12	15/14/12	15/15/12	15/16/12
16/01/2012	16/02/12	16/03/12	16/04/12	16/05/12	16/06/12	16/07/12	16/08/12	16/09/12	16/10/12	16/11/12	16/12/12	16/13/12	16/14/12	16/15/12	16/16/12
17/01/2012	17/02/12	17/03/12	17/04/12	17/05/12	17/06/12	17/07/12	17/08/12	17/09/12	17/10/12	17/11/12	17/12/12	17/13/12	17/14/12	17/15/12	17/16/12
18/01/2012	18/02/12	18/03/12	18/04/12	18/05/12	18/06/12	18/07/12	18/08/12	18/09/12	18/10/12	18/11/12	18/12/12	18/13/12	18/14/12	18/15/12	18/16/12
19/01/2012	19/02/12	19/03/12	19/04/12	19/05/12	19/06/12	19/07/12	19/08/12	19/09/12	19/10/12	19/11/12	19/12/12	19/13/12	19/14/12	19/15/12	19/16/12
20/01/2012	20/02/12	20/03/12	20/04/12	20/05/12	20/06/12	20/07/12	20/08/12	20/09/12	20/10/12	20/11/12	20/12/12	20/13/12	20/14/12	20/15/12	20/16/12
21/01/2012	21/02/12	21/03/12	21/04/12	21/05/12	21/06/12	21/07/12	21/08/12	21/09/12	21/10/12	21/11/12	21/12/12	21/13/12	21/14/12	21/15/12	21/16/12
22/01/2012	22/02/12	22/03/12	22/04/12	22/05/12	22/06/12	22/07/12	22/08/12	22/09/12	22/10/12	22/11/12	22/12/12	22/13/12	22/14/12	22/15/12	22/16/12
23/01/2012	23/02/12	23/03/12	23/04/12	23/05/12	23/06/12	23/07/12	23/08/12	23/09/12	23/10/12	23/11/12	23/12/12	23/13/12	23/14/12	23/15/12	23/16/12
24/01/2012	24/02/12	24/03/12	24/04/12	24/05/12	24/06/12	24/07/12	24/08/12	24/09/12	24/10/12	24/11/12	24/12/12	24/13/12	24/14/12	24/15/12	24/16/12
25/01/2012	25/02/12	25/03/12	25/04/12	25/05/12	25/06/12	25/07/12	25/08/12	25/09/12	25/10/12	25/11/12	25/12/12	25/13/12	25/14/12	25/15/12	25/16/12
26/01/2012	26/02/12	26/03/12	26/04/12	26/05/12	26/06/12	26/07/12	26/08/12	26/09/12	26/10/12	26/11/12	26/12/12	26/13/12	26/14/12	26/15/12	26/16/12
27/01/2012	27/02/12	27/03/12	27/04/12	27/05/12	27/06/12	27/07/12	27/08/12	27/09/12	27/10/12	27/11/12	27/12/12	27/13/12	27/14/12	27/15/12	27/16/12
28/01/2012	28/02/12	28/03/12	28/04/12	28/05/12	28/06/12	28/07/12	28/08/12	28/09/12	28/10/12	28/11/12	28/12/12	28/13/12	28/14/12	28/15/12	28/16/12
29/01/2012	29/02/12	29/03/12	29/04/12	29/05/12	29/06/12	29/07/12	29/08/12	29/09/12	29/10/12	29/11/12	29/12/12	29/13/12	29/14/12	29/15/12	29/16/12
30/01/2012	30/02/12	30/03/12	30/04/12	30/05/12	30/06/12	30/07/12	30/08/12	30/09/12	30/10/12	30/11/12	30/12/12	30/13/12	30/14/12	30/15/12	30/16/12
31/01/2012	31/02/12	31/03/12	31/04/12	31/05/12	31/06/12	31/07/12	31/08/12	31/09/12	31/10/12	31/11/12	31/12/12	31/13/12	31/14/12	31/15/12	31/16/12

HIDROLOGÍA

MEMORIA DE CALCULO

En este acápite se determinan los caudales de las cuencas y subcuencas por el método racional.

Debido a la falta de pluviógrafos en las estaciones próximas al sitio de proyecto, que permitan una determinación directa de las curvas de intensidad - duración - frecuencia, se trabajó sobre la base de registros de máximas precipitaciones diarias.

ESTIMACION DE LA PRECIPITACION MAXIMA PROBABLE

La precipitación máxima probable es aquella magnitud de lluvia que ocurre sobre una cuenca particular, en la cual generará un gasto de avenida, para el que virtualmente no existe riesgo de ser excedido.

Los diversos procedimientos de estimación de la precipitación máxima probable no están normalizados, ya que varían principalmente con la cantidad y calidad de los datos disponibles; además, cambian con el tamaño de la cuenca, su emplazamiento y su topografía, con los tipos de temporales que producen las precipitaciones extremas y con el clima. Los métodos de estimación de fácil y rápida aplicación son los empíricos y el estadístico.

Aunque existe un número importante de distribuciones de probabilidad empleadas en hidrología, son sólo unas cuantas las comunmente utilizadas, debido a que los datos hidrológicos de diversos tipos han probado en repetidas ocasiones ajustarse satisfactoriamente a un cierto modelo teórico. Las lluvias máximas horarias o diarias por lo común se ajustan bien a la distribución de valores extremos tipo I o Gumbel, a la Log-Pearson tipo III y a la gamma incompleta. En este proyecto se empleó la distribución Gumbel.

Se trabajará con la serie anual de máximos correspondiente a la estación Bolivar.

Registros pluviométricos Estación Bolivar - Método Gumbel

No	Año	Mes	Precipitación (mm)	
		Max. Precip.	*xi*	*(xi - x)^2*
1	2001	DIC	95,3	18,96
2	2002	ENE	0,0	8269,14
3	2003	FEB	111,1	406,43
4	2004	FEB	132,7	1745,58
5	2005	DIC	99,9	81,26
6	2006	MAR	96,1	27,04
7	2007	FEB	116,1	633,79
8	2008	DIC	116,4	650,77
9	2009	FEB	78,4	158,25
10	2010	DIC	154,2	4001,22
11	2011	ENE	0,0	8269,14
		Suma	1000,283	24261,58

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} =$$ 90,93 mm

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2}{n-1}} =$$ 49,26 mm

$$\alpha = \frac{\sqrt{6}}{\pi} * s =$$ 38,40 mm

$$u = \bar{x} - 0.5772 * \alpha =$$ 68,77 mm

Para el modelo de probabilidad:

$$F_{(x)} = e^{-e^{-\left(\frac{x-u}{\alpha}\right)}}$$

Según el estudio de miles de estaciones - año de datos de lluvia, realizado por L. L. Welss, los resultados de un análisis probabilístico llevado a cabo con lluvias máximas anuales tomadas en un único y fijo intervalo de observación, al ser incrementados en un 13% conducían a magnitudes más aproximadas a las obtenidas en el análisis basado en lluvias máximas verdaderas. Por tanto el valor representativo adoptado para la cuenca será multiplicado por 1.13 para ajustarlo por intervalo fijo y único de observación.

Cálculo de las láminas para distintas frecuencias
Fuente: Elaboración propia

Periodo Retorno Años	*Variable Reducida YT*	*Precip. (mm) XT(mm)*	*Prob. de ocurrencia F(xT)*	*Corrección intervalo fijo XT (mm)*
2	0,3665	82,8434	0,5000	93,6131
5	1,4999	126,3724	0,8000	142,8009
10	2,2504	155,1924	0,9000	175,3675
25	3,1985	191,6066	0,9600	216,5155
50	3,9019	218,6207	0,9800	247,0414
75	4,3108	234,3223	0,9867	264,7842
100	4,6001	245,4353	0,9900	277,3419
500	6,2136	307,3998	0,9980	347,3618

ECUACIÓN DE INTENSIDAD

Las relaciones o cocientes a la lluvia de 24 horas se emplean para duraciones de varias horas. D. F. Campos A. propone los siguientes cocientes:

Valores concluidos para las relaciones a la lluvia de duración 24 horas
Fuente: D. F. Campos A., 1978

Duraciones, en horas									
1	2	3	4	5	6	8	12	18	24
0.30	0.39	0.46	0.52	0.57	0.61	0.68	0.80	0.91	1.00

Estos datos serán obtenidos como un porcentaje de los resultados de la *precipitación máxima probable* para 24 horas, para cada período de retorno, diferentes porcentajes de este valor según los tiempos de duración de lluvia adoptados.

Tabla 7.7 - Precipitaciones máximas para diferentes tiempos de duración de lluvias
Fuente: Elaboración propia

Tiempo de Duración	Cociente	P.M.P. (mm) para diferentes tiempos de duración Sg. Período de Retorno							
		2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	75 años	100 años	500 años
24 hr	X24	93.6	142.8	175.4	216.5	247.0	264.8	277.3	347.4
18 hr	X18 = 91%	85.2	129.9	159.6	197.0	224.8	241.0	252.4	316.1
12 hr	X12 = 80%	74.9	114.2	140.3	173.2	197.6	211.8	221.9	277.9
8 hr	X8 = 68%	63.7	97.1	119.2	147.2	168.0	180.1	188.6	236.2
6 hr	X6 = 61%	57.1	87.1	107.0	132.1	150.7	161.5	169.2	211.9
5 hr	X5 = 57%	53.4	81.4	100.0	123.4	140.8	150.9	158.1	198.0
4 hr	X4 = 52%	48.7	74.3	91.2	112.6	128.5	137.7	144.2	180.6
3 hr	X3 = 46%	43.1	65.7	80.7	99.6	113.6	121.8	127.6	159.8
2 hr	X2 = 39%	36.5	55.7	68.4	84.4	96.3	103.3	108.2	135.5
1 hr	X1 = 30%	28.1	42.8	52.6	65.0	74.1	79.4	83.2	104.2

1
0,91
0,8
0,68
0,61
0,57
0,52
0,46
0,39
0,3

Basándose en los resultados de la anterior tabla, y los tiempos de duración adoptados, calculamos la intensidad equivalente para cada caso, según:

$$I = \frac{P[mm]}{t_{duración}[hr.]}$$

Intensidades de lluvia para diferentes tiempos de duración
Fuente: Elaboración propia

Tiempo de duración		Intensidad de la lluvia (mm /hr) según el Período de Retorno							
Hr	min	2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	75 años	100 años	500 años
24 hr	1440	3.9005	5.9500	7.3070	9.0215	10.2934	11.0327	11.5559	14.4734
18 hr	1080	4.7327	7.2194	8.8658	10.9461	12.4893	13.3863	14.0212	17.5611
12 hr	720	6.2409	9.5201	11.6912	14.4344	16.4694	17.6523	18.4895	23.1575
8 hr	480	7.9571	12.1381	14.9062	18.4038	20.9985	22.5067	23.5741	29.5258
6 hr	360	9.5173	14.5181	17.8290	22.0124	25.1159	26.9197	28.1964	35.3151
5 hr	300	10.6719	16.2793	19.9919	24.6828	28.1627	30.1854	31.6170	39.5992
4 hr	240	12.1697	18.5641	22.7978	28.1470	32.1154	34.4219	36.0544	45.1570
3 hr	180	14.3540	21.8961	26.8897	33.1990	37.8797	40.6002	42.5258	53.2621
2 hr	120	18.2545	27.8462	34.1967	42.2205	48.1731	51.6329	54.0817	67.7356
1 hr	60	28.0839	42.8403	52.6102	64.9546	74.1124	79.4353	83.2026	104.2085

La representación matemática de las curvas Intensidad - Duración - Período de retorno, Sg. Bernard es:

$$I = \frac{a * T^{b}}{t^{c}}$$

en la cual:

I = Intensidad (mm/hr)
t = Duración de la lluvia (min)
T = Período de retorno (años)
a,b,c = Parámetros de ajuste

Realizando un cambio de variable:

$$d = a * T^{b}$$

Número T

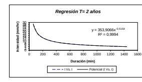
De donde:

$$I = \frac{d}{t^{c}} \Rightarrow I = d * t^{-c}$$

Período de retorno para T = 2 años

Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	3.9005	7.2724	1.3611	9.8986	52.8878
2	1080	4.7327	6.9847	1.5545	10.8577	48.7863
3	720	6.2409	6.5793	1.8311	12.0474	43.2865
4	480	7.9571	6.1738	2.0741	12.8048	38.1156
5	360	9.5173	5.8861	2.2531	13.2621	34.6462
6	300	10.6719	5.7038	2.3676	13.5044	32.5331
7	240	12.1697	5.4806	2.4989	13.6958	30.0374
8	180	14.3540	5.1930	2.6640	13.8342	26.9668
9	120	18,2545	4,7875	2,9044	13,9049	22,9201
10	60	28.0839	4.0943	3.3352	13.6554	16.7637
10	4980	115.8826	58.1555	22.8441	127.4652	346.9435

Ln (A) = 5.8690 *A* = 353.9066 *B* = -0.6164

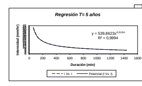


Serie T= 2 años
y
3.9005
4,7327
6,2409
7,9571
9.5173
10.6719
12,1697
14,3540
18,2545
28,0839

Período de retorno para T = 5 años

Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	5.9500	7.2724	1.7834	12.9696	52.8878
2	1080	7.2194	6.9847	1.9768	13.8072	48.7863
3	720	9.5201	6.5793	2.2534	14.8257	43.2865
4	480	12.1381	6.1738	2.4963	15.4119	38.1156
5	360	14.5181	5.8861	2.6754	15.7477	34.6462
6	300	16.2793	5.7038	2.7899	15.9130	32.5331
7	240	18.5641	5.4806	2.9212	16.0102	30.0374
8	180	21.8961	5.1930	3.0863	16.0271	26.9668
9	120	27,8462	4,7875	3,3267	15,9265	22,9201
10	60	42.8403	4.0943	3.7575	15.3844	16.7637
10	4980	176.7716	58.1555	27.0669	152.0232	346.9435

Ln (A) = 6.2913 *A* = 539,8623 *B* = -0.6164

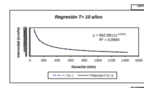


Serie T= 5 años
y
5.9500
7.2194
9.5201
12.1381
14.5181
16.2793
18.5641
21.8961
27,8462
42.8403

Período de retorno para T = 10 años

Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	7.3070	7.2724	1.9888	14.4636	52.8878
2	1080	8.8658	6.9847	2.1822	15.2421	48.7863
3	720	11.6912	6.5793	2.4588	16.1773	43.2865
4	480	14.9062	6.1738	2.7018	16.6802	38.1156
5	360	17.8290	5.8861	2.8808	16.9569	34.6462
6	300	19.9919	5.7038	2.9953	17.0847	32.5331
7	240	22.7978	5.4806	3.1267	17.1361	30.0374
8	180	26.8897	5.1930	3.2917	17.0939	26.9668
9	120	34,1967	4,7875	3,5321	16,9100	22,9201
10	60	52.6102	4.0943	3.9629	16.2255	16.7637
10	4980	217.0854	58.1555	29.1212	163.9702	346.9435

Ln (A) = 6.4967 *A* = 662,981 *B* = -0.6164

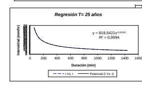


Serie T= 10 años
y
7.3070
8.8658
11,6912
14,9062
17.8290
19.9919
22.7978
26,8897
34,1967
52,6102

Período de retorno para T = 25 años

Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	9.0215	7.2724	2.1996	15.9964	52.8878
2	1080	10.9461	6.9847	2.3930	16.7143	48.7863
3	720	14.4344	6.5793	2.6696	17.5640	43.2865
4	480	18.4038	6.1738	2.9126	17.9815	38.1156
5	360	22.0124	5.8861	3.0916	18.1975	34.6462
6	300	24.6828	5.7038	3.2061	18.2869	32.5331
7	240	28.1470	5.4806	3.3374	18.2913	30.0374
8	180	33.1990	5.1930	3.5025	18.1884	26.9668
9	120	42.2205	4,7875	3,7429	17,9191	22,9201
10	60	64.9546	4.0943	4.1737	17.0885	16.7637
10	4980	268.0221	58.1555	31.2290	176.2281	346.9435

Ln (A) = 6.7075 *A* = 818.5421 *B* = -0.6164

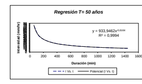


Serie T= 25 años
y
9,0215
10,9461
14.4344
18.4038
22,0124
24,6828
28.1470
33.1990
42,2205
64.9546

Período de retorno para T = 50 años

Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	10.2934	7.2724	2.3315	16.9556	52.8878
2	1080	12.4893	6.9847	2.5249	17.6355	48.7863
3	720	16.4694	6.5793	2.8015	18.4318	43.2865
4	480	20.9985	6.1738	3.0445	18.7958	38.1156
5	360	25.1159	5.8861	3.2235	18.9739	34.6462
6	300	28.1627	5.7038	3.3380	19.0392	32.5331
7	240	32.1154	5.4806	3.4693	19.0142	30.0374
8	180	37.8797	5.1930	3.6344	18.8734	26.9668
9	120	48,1731	4,7875	3,8748	18,5506	22,9201
10	60	74.1124	4.0943	4.3056	17.6285	16.7637
10	4980	305.8098	58.1555	32.5480	183.8985	346.9435

Ln (A) = 6.8394 *A* = 933,9462 *B* = -0.6164

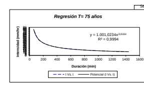


Serie T= 50 años
y
10.2934
12.4893
16.4694
20.9985
25.1159
28.1627
32.1154
37,8797
48,1731
74,1124

Período de retorno para T = 75 años

Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	11.0327	7.2724	2.4009	17.4600	52.8878
2	1080	13.3863	6.9847	2.5942	18.1200	48.7863
3	720	17.6523	6.5793	2.8709	18.8881	43.2865
4	480	22.5067	6.1738	3.1138	19.2240	38.1156
5	360	26.9197	5.8861	3.2929	19.3821	34.6462
6	300	30.1854	5.7038	3.4074	19.4348	32.5331
7	240	34.4219	5.4806	3.5387	19.3943	30.0374
8	180	40.6002	5.1930	3.7038	19.2335	26.9668
9	120	51,6329	4,7875	3,9442	18,8826	22,9201
10	60	79.4353	4.0943	4.3749	17.9125	16.7637
10	4980	327.7734	58.1555	33.2416	187.9321	346.9435

Ln (A) = 6.9088 *A* = 1001.0234 *B* = -0.6164

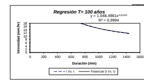


Serie T= 75 años
y
11.0327
13.3863
17.6523
22.5067
26,9197
30,1854
34.4219
40.6002
51,6329
79.4353

Período de retorno para T = 100 años

Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	11.5559	7.2724	2.4472	17.7970	52.8878
2	1080	14.0212	6.9847	2.6406	18.4436	48.7863
3	720	18.4895	6.5793	2.9172	19.1930	43.2865
4	480	23.5741	6.1738	3.1601	19.5101	38.1156
5	360	28.1964	5.8861	3.3392	19.6549	34.6462
6	300	31.6170	5.7038	3.4537	19.6991	32.5331
7	240	36.0544	5.4806	3.5850	19.6483	30.0374
8	180	42.5258	5.1930	3.7501	19.4742	26.9668
9	120	54,0817	4,7875	3,9905	19,1045	22,9201
10	60	83.2026	4.0943	4.4213	18.1022	16.7637
10	4980	343.3185	58.1555	33.7049	190.6268	346.9435

Ln (A) = 6.9551 *A* = 1048,4981 *B* = -0.6164

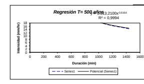


Serie T= 100 años
y
11.5559
14.0212
18,4895
23,5741
28.1964
31,6170
36,0544
42,5258
54,0817
83,2026

Período de retorno para T = 500 años

Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	14.4734	7.2724	2.6723	19.4341	52.8878
2	1080	17.5611	6.9847	2.8657	20.0160	48.7863
3	720	23.1575	6.5793	3.1423	20.6741	43.2865
4	480	29.5258	6.1738	3.3853	20.8999	38.1156
5	360	35.3151	5.8861	3.5643	20.9799	34.6462
6	300	39.5992	5.7038	3.6788	20.9831	32.5331
7	240	45.1570	5.4806	3.8101	20.8820	30.0374
8	180	53.2621	5.1930	3.9752	20.6432	26.9668
9	120	67.7356	4.7875	4.2156	20.1822	22.9201
10	60	104.2085	4.0943	4.6464	19.0239	16.7637
10	4980	429.9953	58.1555	35.9561	203.7185	346.9435

Ln (A) = 7.1802 *A* = 1313,2100 *B* = -0.6164



Serie T= 500 años
y
14,4734
17,5611
23,1575
29,5258
35,3151
39,5992
45.1570
53.2621
67,7356
104,2085

Resumen de aplicación de regresión potencial		
Período de Retorno (años)	Término ctte. de regresión (d)	Coef. de regresión [c]
2	353,90657942573	-0,616386088l
5	539,86227837074	-0,616386088l
10	662,98113161158	-0,616386088l
25	818,54212906313	-0,616386088l
50	933,94616351192	-0,616386088l
75	1001,02338815913	-0,616386088l
100	1048,49807268532	-0,616386088l
500	1313,21004754434	-0,616386088l
Promedio =	833,99622379649	-0,616386088l

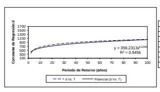
En función del cambio de variable realizado, se realiza otra regresión de potencia entre las columnas del periodo de retorno *(T)* y el término constante de regresión *(d)*, para obtener valores de la ecuación:

$$d = a * T^{b}$$

Regresión potencial

Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	2	353.9066	0.6931	5.8690	4.0681	0.4805
2	5	539.8623	1.6094	6.2913	10.1255	2.5903
3	10	662.9811	2.3026	6.4967	14.9593	5.3019
4	25	818.5421	3.2189	6.7075	21.5907	10.3612
5	50	933.9462	3.9120	6.8394	26.7560	15.3039
6	75	1001.0234	4.3175	6.9088	29.8286	18.6407
7	100	1048.4981	4.6052	6.9551	32.0295	21.2076
8	500	1313.2100	6.2146	7.1802	44.6223	38.6214
8	767	6671,9698	26.8733	53.2482	183.9799	112.5074

Ln (A) = 5.8840 *A* = 359.2313 *B* = 0.2298



x	y
2	353,9066
5	539,8623
10	662,9811
25	818,5421
50	933,9462
75	1001,0234
100	1048,4981
500	1313,2100

Termino constante de regresión (a) = 359.2313
Coef. de regresión (b) = 0.229835

Finalmente se tiene la ecuación de intensidad válida para la cuenca:

$$I = \frac{359{,}2313 * T^{0{,}229835}}{t^{0{,}61639}}$$

Donde:

I = intensidad de precipitación (mm/hr)
T = Periodo de Retorno (años)
t = Tiempo de duración de precipitación (min)

Intensidad - Tiempo de duración - Período de retorno

Tabla de intensidad - Tiempo de duración - Periodo de retorno

Frecuencia	Duración en minutos					
años	5	10	15	20	25	30
2	156,22	101,90	79,37	66,47	57,93	51,77
5	192,84	125,79	97,97	82,05	71,51	63,91
10	226,14	147,51	114,89	96,22	83,86	74,94
25	279,15	182,09	141,82	118,78	103,51	92,51
50	327,36	213,54	166,31	139,29	121,39	108,49
75	359,33	234,39	182,56	152,89	133,25	119,08
100	383,89	250,41	195,04	163,35	142,36	127,22
500	555,72	362,50	282,34	236,46	206,07	184,17

Tabla de intensidad - Tiempo de duración - Periodo de retorno (continuación...)

Frecuencia						
años	35	40	45	50	55	60
2	47,08	43,36	40,32	37,79	35,63	33,77
5	58,11	53,52	49,77	46,64	43,98	41,69
10	68,15	62,77	58,37	54,70	51,58	48,89
25	84,13	77,48	72,05	67,52	63,67	60,35
50	98,65	90,86	84,50	79,18	74,67	70,77
75	108,29	99,73	92,75	86,92	81,96	77,68
100	115,69	106,55	99,09	92,86	87,56	82,99
500	167,47	154,24	143,44	134,42	126,75	120,13

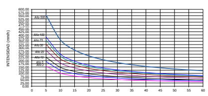


Tabla de intensidades - Tiempo de duración

Frecuencia	Duración en minutos											
años	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
2	156,22	101,90	79,37	66,47	57,93	51,77	47,08	43,36	40,32	37,79	35,63	33,77
5	192,84	125,79	97,97	82,05	71,51	63,91	58,11	53,52	49,77	46,64	43,98	41,69
10	226,14	147,51	114,89	96,22	83,86	74,94	68,15	62,77	58,37	54,70	51,58	48,89
25	279,15	182,09	141,82	118,78	103,51	92,51	84,13	77,48	72,05	67,52	63,67	60,35
50	327,36	213,54	166,31	139,29	121,39	108,49	98,65	90,86	84,50	79,18	74,67	70,77
75	359,33	234,39	182,56	152,89	133,25	119,08	108,29	99,73	92,75	86,92	81,96	77,68
100	383,89	250,41	195,04	163,35	142,36	127,22	115,69	106,55	99,09	92,86	87,56	82,99
500	555,72	362,50	282,34	236,46	206,07	184,17	167,47	154,24	143,44	134,42	126,75	120,13

Tabla de intensidades - Tiempo de duración