

Teniendo identificado las Sub cuencas con los colectores principales se procedió a delimitar sus respectivas zonas de influencia; obteniéndose un total de 7 zonas con las siguientes características:

Tabla 31. Características de las 7 zonas.

Sub Cuenca:	Área (m2):	Perímetro (ml):	Longitud (ml):	Cota Máxima (m.s.n.m.)	Cota Mínima (m.s.n.m.)
ZONA 01	94,275.7682	1,303.9299	507.3389	3,546.28	3,411.27
ZONA 02	44,559.1226	1,238.4853	619.5225	3,536.27	3,404.30
ZONA 03	52,059.3200	1,203.4243	394.9581	3,455.03	3,403.91
ZONA 04	54,834.8007	1,897.6875	800.5379	3,428.76	3,375.69
ZONA 05	138,834.5825	3,546.2421	1,225.6582	3,523.28	3,376.78
ZONA 06	39,889.8921	1,737.1443	547.9620	3,499.30	3,403.91
ZONA 07	37,422.3785	1,567.9603	607.1755	3,403.91	3,374.08
Total:	461,875.8646	12,494.8737	4,703.1531	3,546.28	3,374.08

A continuación, se procedió a determinar las pendientes de cada zona mediante la ecuación de Taylor y Schwarz, obteniéndose las siguientes tablas:

Tabla 32. Cálculo de la pendiente de la Zona 01.

ZONA 01							
Inicio		Fin		L	H	S	L/S (m/m):
Buzón:	Cota Fondo (m.s.n.m.)	Buzón:	Cota Fondo (m.s.n.m.)	Longitud (ml):	Altura (m):	Pendiente (m/m):	
BZ-34	3,546.28	BZ-35	3,537.99	30.4471	8.2900	0.2723	58.3501
BZ-35	3,537.99	BZ-37	3,526.17	36.6052	11.8200	0.3229	64.4177
BZ-37	3,526.17	BZ-28	3,523.07	17.3099	3.1000	0.1791	40.9035
BZ-28	3,523.07	BZ-26	3,519.75	29.5641	3.3200	0.1123	88.2222
BZ-26	3,519.75	BZ-25	3,505.28	14.3921	14.4700	1.0054	14.3533
BZ-25	3,505.28	BZ-24	3,492.72	16.0211	12.5600	0.7840	18.0944
BZ-24	3,492.72	BZ-23	3,480.72	14.0601	12.0000	0.8535	15.2192
BZ-23	3,480.72	BZ-11	3,450.41	102.0527	30.3100	0.2970	187.2595
BZ-11	3,450.41	BZ-163	3,436.45	26.0539	13.9600	0.5358	35.5931
BZ-163	3,436.45	BZ-162	3,436.28	60.9807	0.1700	0.0028	1,154.9526
BZ-162	3,436.28	BZ-130	3,427.50	53.1196	8.7800	0.1653	130.6577
BZ-130	3,427.50	BZ-125	3,414.09	53.6228	13.4100	0.2501	107.2284
BZ-125	3,414.09	BZ-126	3,411.27	53.1096	2.8200	0.0531	230.4809
Total:				507.3389			2,145.7327

ZONA 01

$$S = \left[\frac{\sum_{i=1}^n L_i}{\sum_{i=1}^n \frac{L_i}{S_i^{1/2}}} \right]^2$$

S= 0.0559

Tabla 33. Cálculo de la pendiente de la Zona 02.

ZONA 02							
Inicio		Fin		L	H	S	L/√S (m/m):
Buzón:	Cota Fondo (m.s.n.m.)	Buzón:	Cota Fondo (m.s.n.m.)	Longitud (ml):	Altura (m):	Pendiente (m/m):	
BZ-53	3,536.27	BZ-54	3,521.87	49.8408	14.4000	0.2889	92.7249
BZ-54	3,521.87	BZ-55	3,513.69	21.3454	8.1800	0.3832	34.4810
BZ-55	3,513.69	BZ-58	3,503.62	18.3646	10.0700	0.5483	24.8003
BZ-58	3,503.62	BZ-59	3,492.06	17.8639	11.5600	0.6471	22.2068
BZ-59	3,492.06	BZ-60	3,489.41	19.3124	2.6500	0.1372	52.1352
BZ-60	3,489.41	BZ-61	3,489.35	7.6770	0.0600	0.0078	86.8384
BZ-61	3,489.35	BZ-63	3,481.50	15.6269	7.8500	0.5023	22.0483
BZ-63	3,481.50	BZ-64	3,476.81	9.4414	4.6900	0.4967	13.3958
BZ-64	3,476.81	BZ-A1	3,457.29	48.5489	19.5200	0.4021	76.5648
BZ-A1	3,457.29	BZ-44	3,456.10	37.2397	1.1900	0.0320	208.3223
BZ-44	3,456.10	BZ-A3	3,452.88	12.1349	3.2200	0.2654	23.5573
BZ-A3	3,452.88	BZ-164	3,439.09	27.3854	13.7900	0.5036	38.5919
BZ-164	3,439.09	BZ-172	3,435.60	34.2668	3.4900	0.1018	107.3736
BZ-172	3,435.60	BZ-135	3,427.51	61.7573	8.0900	0.1310	170.6311
BZ-135	3,427.51	BZ-134	3,421.88	28.2013	5.6300	0.1996	63.1175
BZ-134	3,421.88	BZ-131	3,416.85	26.5437	5.0300	0.1895	60.9759
BZ-131	3,416.85	BZ-126	3,411.27	31.6671	5.5800	0.1762	75.4389
BZ-126	3,411.27	BZ-127	3,406.28	102.1635	4.9900	0.0488	462.2675
BZ-127	3,406.28	BZ-128	3,404.69	35.6598	1.5900	0.0446	168.8767
BZ-128	3,404.69	BZ-116	3,404.30	14.4817	0.3900	0.0269	88.2464
Total:				619.5225			1,892.5947

ZONA 02

$$S = \left[\frac{\sum_{i=1}^n L_i}{\sum_{i=1}^n \frac{L_i}{S_i^{1/2}}} \right]^2$$

S= 0.1072

Tabla 34. Cálculo de la pendiente de la Zona 03.

ZONA 03							
Inicio		Fin		L	H	S	L/√S
Buzón:	Cota Fondo (m.s.n.m.)	Buzón:	Cota Fondo (m.s.n.m.)	Longitud (ml):	Altura (m):	Pendiente (m/m):	(m/m):
BZ-A6	3,455.03	BZ-A5	3,449.87	66.8131	5.1600	0.0772	240.4183
BZ-A5	3,449.87	BZ-177	3,442.50	38.3830	7.3700	0.1920	87.5941
BZ-177	3,442.50	BZ-176	3,439.36	23.7714	3.1400	0.1321	65.4060
BZ-176	3,439.36	BZ-175	3,436.49	17.6114	2.8700	0.1630	43.6264
BZ-175	3,436.49	BZ-174	3,433.36	18.3648	3.1300	0.1704	44.4843
BZ-174	3,433.36	BZ-168	3,429.52	29.5134	3.8400	0.1301	81.8207
BZ-168	3,429.52	BZ-141	3,422.42	74.8634	7.1000	0.0948	243.0945
BZ-141	3,422.42	BZ-139	3,421.51	17.9121	0.9100	0.0508	79.4692
BZ-139	3,421.51	BZ-137	3,415.99	31.6433	5.5200	0.1744	75.7623
BZ-137	3,415.99	BZ-132	3,412.18	22.1699	3.8100	0.1719	53.4790
BZ-132	3,412.18	BZ-117	3,403.91	53.9123	8.2700	0.1534	137.6509
Total:				394.9581			1,152.8058

ZONA 03

$$S = \left[\frac{\sum_{i=1}^n L_i}{\sum_{i=1}^n \frac{L_i}{S_i^{1/2}}} \right]^2$$

S= 0.1174

Tabla 35. Cálculo de la pendiente de la Zona 06.

ZONA 06							
Inicio		Fin		L	H	S	L/√S
Buzón:	Cota Fondo (m.s.n.m.)	Buzón:	Cota Fondo (m.s.n.m.)	Longitud (ml):	Altura (m):	Pendiente (m/m):	(m/m):
BZ-81B	3,499.30	BZ-88B	3,492.36	27.6834	6.9400	0.2507	55.2904
BZ-88B	3,492.36	C-107	3,486.30	7.6997	6.0600	0.7870	8.6791
C-107	3,486.30	C-108	3,461.15	30.8764	25.1500	0.8145	34.2114
C-108	3,461.15	C-109	3,452.21	12.7503	8.9400	0.7012	15.2269
C-109	3,452.21	BZ-109	3,430.46	85.1329	21.7500	0.2555	168.4289
BZ-109	3,430.46	BZ-110	3,423.20	74.3658	7.2600	0.0976	238.0080
BZ-110	3,423.20	BZ-111	3,418.67	44.4951	4.5300	0.1018	139.4502
BZ-111	3,418.67	BZ-112	3,412.67	80.3956	6.0000	0.0746	294.2882
BZ-112	3,412.67	BZ-113	3,409.03	59.8274	3.6400	0.0608	242.5490
BZ-113	3,409.03	BZ-114	3,408.03	23.9643	1.0000	0.0417	117.3133
BZ-114	3,408.03	BZ-115	3,406.36	38.5732	1.6700	0.0433	185.3832
BZ-115	3,406.36	BZ-116	3,404.30	51.8922	2.0600	0.0397	260.4471
BZ-116	3,404.30	BZ-117	3,403.91	10.3057	0.3900	0.0378	52.9766
Total:				547.9620			1,812.2521

ZONA 06

$$S = \left[\frac{\sum_{i=1}^n L_i}{\sum_{i=1}^n \frac{L_i}{S_i^{1/2}}} \right]^2$$

S= 0.0914

Tabla 36. Cálculo de la pendiente de la Zona 04.

ZONA 04							
Inicio		Fin		L	H	S	L/S (m/m):
Buzón:	Cota Fondo (m.s.n.m.)	Buzón:	Cota Fondo (m.s.n.m.)	Longitud (ml):	Altura (m):	Pendiente (m/m):	
BZ-169	3,428.76	BZ-157	3,427.42	11.8818	1.3400	0.1128	35.3811
BZ-157	3,427.42	BZ-150	3,420.01	61.9015	7.4100	0.1197	178.9133
BZ-150	3,420.01	BZ-151	3,416.83	56.5644	3.1800	0.0562	238.5620
BZ-151	3,416.83	BZ-152	3,414.08	36.9448	2.7500	0.0744	135.4140
BZ-152	3,414.08	BZ-153	3,413.93	28.3993	0.1500	0.0053	390.7651
BZ-153	3,413.93	BZ-146	3,406.88	82.7903	7.0500	0.0852	283.7100
BZ-146	3,406.88	BZ-148	3,397.58	49.8171	9.3000	0.1867	115.2992
BZ-148	3,397.58	BZ-617	3,394.05	28.6083	3.5300	0.1234	81.4424
BZ-617	3,394.05	BZ-615	3,388.43	104.0452	5.6200	0.0540	447.6771
BZ-615	3,388.43	BZ-609	3,387.53	41.3250	0.9000	0.0218	280.0258
BZ-609	3,387.53	BZ-607	3,386.15	66.3132	1.3800	0.0208	459.6851
BZ-607	3,386.15	BZ-605	3,383.78	35.8044	2.3700	0.0662	139.1651
BZ-605	3,383.78	BZ-603	3,381.23	40.4246	2.5500	0.0631	160.9528
BZ-603	3,381.23	BZ-601	3,379.85	19.6523	1.3800	0.0702	74.1618
BZ-601	3,379.85	BZ-11	3,379.80	36.8871	0.0500	0.0014	1,001.9055
BZ-11	3,379.80	BZ-13	3,379.42	12.2887	0.3800	0.0309	69.8823
BZ-13	3,379.42	BZ-18	3,375.69	86.8899	3.7300	0.0429	419.3721
Total:				800.5379			4,512.3148

ZONA 04

$$S = \left[\frac{\sum_{i=1}^n L_i}{\sum_{i=1}^n S_i^{1/2}} \right]^2$$

S= 0.0315

Tabla 37. Cálculo de la pendiente de la Zona 07.

ZONA 07							
Inicio		Fin		L	H	S	L/S (m/m):
Buzón:	Cota Fondo (m.s.n.m.)	Buzón:	Cota Fondo (m.s.n.m.)	Longitud (ml):	Altura (m):	Pendiente (m/m):	
BZ-117	3,403.91	BZ-118	3,402.78	28.3967	1.1300	0.0398	142.3517
BZ-118	3,402.78	BZ-119A	3,399.46	57.7013	3.3200	0.0575	240.5522
BZ-119A	3,399.46	BZ-616	3,393.87	65.6114	5.5900	0.0852	224.7828
BZ-616	3,393.87	BZ-614	3,388.43	102.4408	5.4400	0.0531	444.5391
BZ-614	3,388.43	BZ-608	3,387.54	43.7631	0.8900	0.0203	306.8790
BZ-608	3,387.54	BZ-606	3,386.00	61.9668	1.5400	0.0249	393.0776
BZ-606	3,386.00	BZ-604	3,383.62	35.0247	2.3800	0.0680	134.3610
BZ-604	3,383.62	BZ-602	3,380.58	43.8827	3.0400	0.0693	166.7260
BZ-602	3,380.58	BZ-600	3,380.48	18.3571	0.1000	0.0054	248.7174
BZ-600	3,380.48	BZ-599	3,380.45	9.1240	0.0300	0.0033	159.1173
BZ-599	3,380.45	BZ-597	3,374.08	140.9069	6.3700	0.0452	662.7179
Total:				607.1755			3,123.8217

ZONA 07

$$S = \left[\frac{\sum_{i=1}^n L_i}{\sum_{i=1}^n S_i^{1/2}} \right]^2$$

S= 0.0378

Tabla 38. Cálculo de la pendiente de la Zona 07.

ZONA 05							
Inicio		Fin		L	H	S	L/S (m/m):
Buzón:	Cota Fondo (m.s.n.m.)	Buzón:	Cota Fondo (m.s.n.m.)	Longitud (ml):	Altura (m):	Pendiente (m/m):	
BZ-141	3,523.28	BZ-140	3,521.58	27.9946	1.7000	0.0607	113.6023
BZ-140	3,521.58	BZ-139	3,501.70	93.7486	19.8800	0.2121	203.5818
BZ-139	3,501.70	BZ-110	3,481.96	42.8088	19.7400	0.4611	63.0414
BZ-110	3,481.96	BZ-111	3,477.80	29.2857	4.1600	0.1420	77.7028
BZ-111	3,477.80	BZ-113	3,465.42	42.0692	12.3800	0.2943	77.5508
BZ-113	3,465.42	BZ-92	3,461.40	113.6903	4.0200	0.0354	604.6055
BZ-92	3,461.40	BZ-86	3,451.75	83.1286	9.6500	0.1161	243.9844
BZ-86	3,451.75	BZ-179	3,450.08	14.1862	1.6700	0.1177	41.3467
BZ-179	3,450.08	BZ-178	3,445.90	32.7476	4.1800	0.1276	91.6603
BZ-178	3,445.90	BZ-180	3,439.67	27.6079	6.2300	0.2257	58.1174
BZ-180	3,439.67	BZ-182	3,433.60	27.3122	6.0700	0.2222	57.9350
BZ-182	3,433.60	BZ-183	3,426.71	30.2448	6.8900	0.2278	63.3675
BZ-183	3,426.71	BZ-170	3,424.39	23.6349	2.3200	0.0982	75.4374
BZ-170	3,424.39	BZ-171	3,424.37	50.6708	0.0200	0.0004	2,550.4784
BZ-171	3,424.37	BZ-184	3,418.93	59.7724	5.4400	0.0910	198.1306
BZ-184	3,418.93	BZ-185	3,416.37	17.9253	2.5600	0.1428	47.4329
BZ-185	3,416.37	BZ-05	3,397.67	95.4322	18.7000	0.1960	215.5865
BZ-05	3,397.67	BZ-06	3,395.33	44.9340	2.3400	0.0521	196.9041
BZ-06	3,395.33	BZ-07	3,389.36	106.3456	5.9700	0.0561	448.8406
BZ-07	3,389.36	BZ-08	3,386.38	47.5666	2.9800	0.0626	190.0400
BZ-08	3,386.38	BZ-09	3,383.14	46.4995	3.2400	0.0697	176.1570
BZ-09	3,383.14	BZ-10	3,381.28	42.3741	1.8600	0.0439	202.2527
BZ-10	3,381.28	BZ-12	3,380.53	37.2345	0.7500	0.0201	262.3540
BZ-12	3,380.53	BZ-14	3,380.50	13.5696	0.0300	0.0022	288.5958
BZ-14	3,380.50	BZ-16	3,377.77	50.3946	2.7300	0.0542	216.5183
BZ-14	3,377.77	BZ-17	3,376.78	24.4796	0.9900	0.0404	121.7275
Total:				1,225.6582			6,886.9515

ZONA 05

$$S = \left[\frac{\sum_{i=1}^n L_i}{\sum_{i=1}^n \frac{L_i}{S_i^{1/2}}} \right]^2$$

S= 0.0317

3.6.3.2. Determinación del tiempo de concentración

Para el cálculo del tiempo de concentración es necesario conocer las características de las zonas en unidades de medida equivalentes:

Tabla 39. Pendientes de las 7 zonas.

Sub Cuenca:	A			L		S	
	Area:			Longitud:		Pendiente:	
	(m2)	(km2)	(Ha)	(m)	(km)	(m/m)	(m/km)
ZONA 01	94,275.7682	0.0943	9.4276	507.3389	0.5073	0.0559	55.9043
ZONA 02	44,559.1226	0.0446	4.4559	619.5225	0.6195	0.1072	107.1517
ZONA 03	52,059.3200	0.0521	5.2059	394.9581	0.3950	0.1174	117.3788
ZONA 04	54,834.8007	0.0548	5.4835	800.5379	0.8005	0.0315	31.4749
ZONA 05	138,834.5825	0.1388	13.8835	1,225.6582	1.2257	0.0317	31.6727
ZONA 06	39,889.8921	0.0399	3.9890	547.9620	0.5480	0.0914	91.4247
ZONA 07	37,422.3785	0.0374	3.7422	607.1755	0.6072	0.0378	37.7795
Total:		0.4619			4.7032		472.79

Se procedió al cálculo del tiempo de concentración mediante 3 métodos: Método de Kirpich, Método SCS y Método Federal Aviation Administration según establece la **Norma de Drenaje Pluvial Urbano OS.060** (Norma OS.060, Decreto Supremo N 011-2006-Vivienda).

Tabla 40. Tiempo de Concentración de las 7 zonas.

Sub Cuenca:	Calculo del Tiempo de Concentracion			tc Promedio	Valor Asumido tc
	M. Kirpich	M. SCS	M. Federal Aviation Administration		
	$t_c = 0.01947.L^{0.77}.S^{-0.385}$ <p>L = longitud del canal desde aguas arriba hasta la salida, m. S = pendiente promedio de la cuenca, m/m</p>	$t_c = \frac{0.0136.L^{0.8}\left(\frac{1000}{CN} - 9\right)^{0.7}}{S^{0.5}}$ <p>L = longitud hidráulica de la cuenca mayor trayectoria de flujo), m. CN = Número de curva SCS S = pendiente promedio de la cuenca, m/m.</p>	$t_c = 0.7035 \frac{(1.1 - C)L^{0.50}}{S^{0.333}}$ <p>C = coeficiente de escorrentia del método racional. L = longitud del flujo superficial, m. S = pendiente de la superficie, m/m</p>		
	tc: (min)	tc: (min) CN: 98	tc: (min) C: 0.86		
ZONA 01	7.16	9.56	9.94	8.88	7.16
ZONA 02	6.50	8.10	8.84	7.81	6.50
ZONA 03	4.44	5.40	6.85	5.56	4.44
ZONA 04	12.68	18.35	15.11	15.38	12.68
ZONA 05	17.56	25.72	18.66	20.65	17.56
ZONA 06	6.28	7.95	8.77	7.67	6.28
ZONA 07	9.56	13.43	12.39	11.79	9.56
Promedio:	9.17	12.65	11.51	11.11	9.17

El tiempo de concentración se puede definir como el tiempo que demora en viajar una partícula de agua desde el punto más remoto hasta el punto de interés. Corresponde al lapso entre el final de la lluvia y el momento en que cesa el escurrimiento proporcional. (Villón Béjar, Hidrología, 2002). Por tal razón se escoge el menor tiempo de concentración, que es determinado por el Método Kirpich; ya que el tiempo de concentración está en relación con la intensidad (a menor tiempo de concentración mayor será la intensidad).

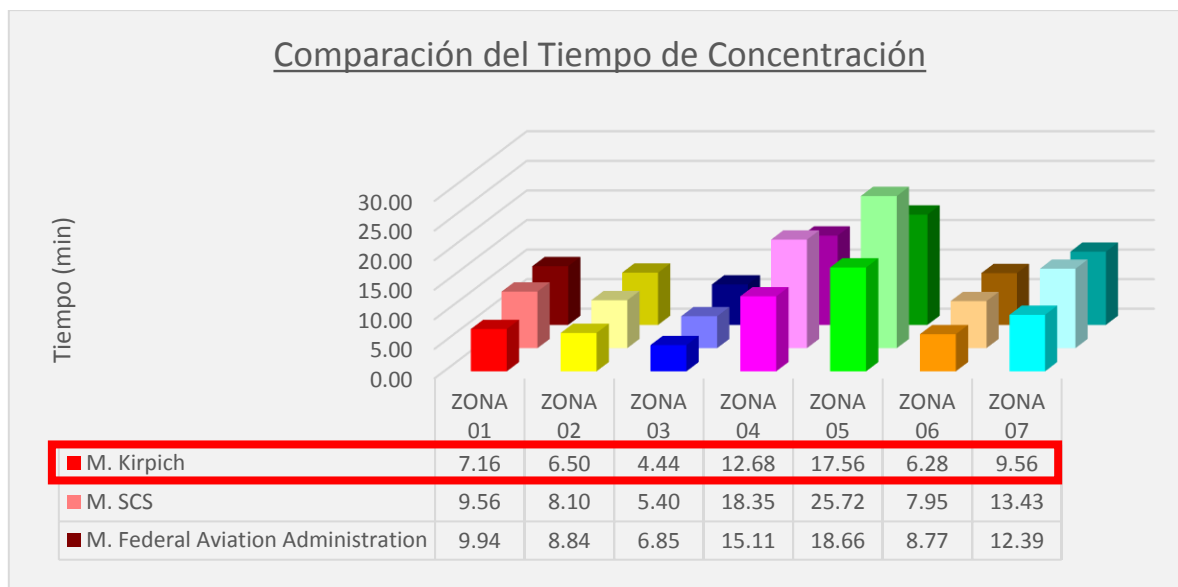


Figura 69. Comparación del Tiempo de Concentración entre los 3 Métodos.

3.6.3.3. Determinación de la intensidad de precipitación por zonas

Se evaluó las precipitaciones máximas mensuales de 2 estaciones meteorológicas; estableciendo que la Estación Meteorológica Luis Olazo Olivera –PERAYOC –UNSAAC es la más adecuada porque su ubicación es cercana a la zona de San Blas y los datos Pluviométricos de esta estación muestran mayor certeza ya que son datos compensados de diferentes equipos: pluviógrafo mecánico, pluviómetro mecánico y la Estación Automática Davis.

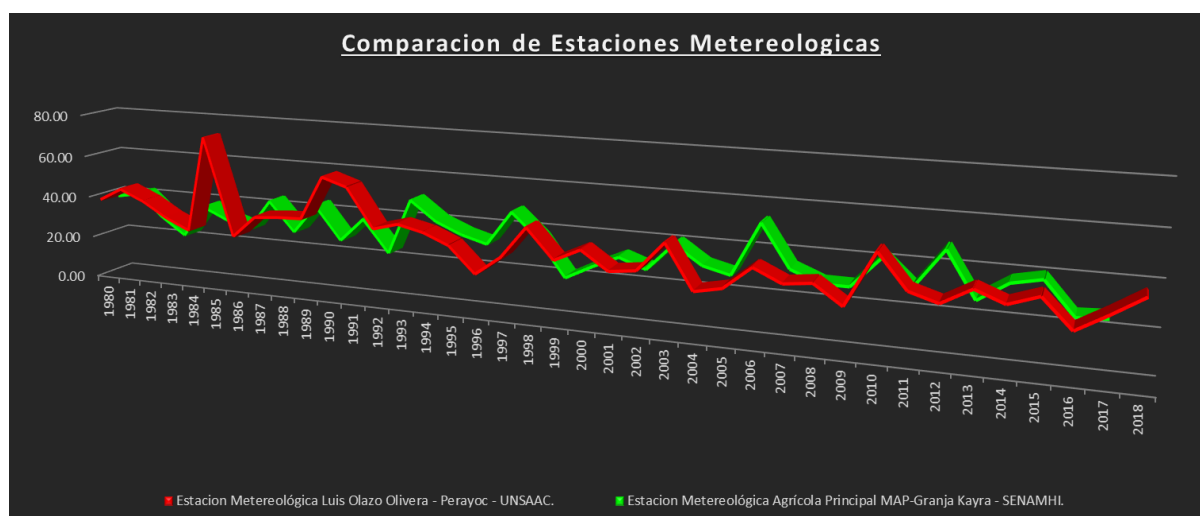


Figura 70. Comparación de Estaciones Meteorológicas.

Tabla 41. Comparación de Estaciones Meteorológicas.

Estacion Metereológica Luis Olazo Olivera - Perayoc - UNSAAC.				Estacion Metereológica Agrícola Principal MAP-Granja Kayra - SENAMHI.				Promedio
Precipitacion Maxima Mensual				Precipitacion Maxima Mensual				
ITEM	AÑO	Mes de Maxima Precip.	MAXIMO	ITEM	AÑO	Mes de Maxima Precip.	MAXIMO	
1	1980	OCT	39.00	1	1980	FEBR	38.20	38.60
2	1981	ENE	45.00	2	1981	OCT	40.20	42.60
3	1982	ENE	40.00	3	1982	MARZ	29.66	34.83
4	1983	DIC	33.00	4	1983	FEBR	21.40	27.20
5	1984	FEBR	27.80	5	1984	ENE	36.50	32.15
6	1985	FEBR	73.30	6	1985	FEBR	31.20	52.25
7	1986	NOV	27.00	7	1986	DIC	27.50	27.25
8	1987	DIC	37.20	8	1987	ENE	42.10	39.65
9	1988	ENE	38.20	9	1988	ENE	28.40	33.30
10	1989	OCT	38.60	10	1989	FEBR	41.90	40.25
11	1990	ENE	59.00	11	1990	ENE	26.50	42.75
12	1991	OCT	55.20	12	1991	FEBR	37.60	46.40
13	1992	NOV	37.00	13	1992	NOV	22.60	29.80
14	1993	ENE	40.20	14	1993	ENE	48.50	44.35
15	1994	FEBR	37.50	15	1994	ENE	39.60	38.55
16	1995	SET	32.60	16	1995	NOV	34.60	33.60
17	1996	DIC	20.70	17	1996	MARZ	31.30	26.00
18	1997	DIC	29.50	18	1997	NOV	47.00	38.25
19	1998	ENE	44.00	19	1998	ENE	35.90	39.95
20	1999	ENE	30.50	20	1999	NOV	19.30	24.90
21	2000	NOV	36.30	21	2000	ENE	25.50	30.90
22	2001	DIC	28.00	22	2001	FEBR	31.00	29.50
23	2002	MARZ	29.50	23	2002	NOV	26.70	28.10
24	2003	ENE	42.80	24	2003	ABR	39.10	40.95
25	2004	ENE	22.90	25	2004	FEBR	30.80	26.85
26	2005	MARZ	25.50	26	2005	MARZ	27.80	26.65
27	2006	ENE	35.70	27	2006	FEBR	51.60	43.65
28	2007	MARZ	30.00	28	2007	ABR	32.90	31.45
29	2008	OCT	31.50	29	2008	FEBR	27.90	29.70
30	2009	NOV	23.00	30	2009	ENE	27.80	25.40
31	2010	ENE	47.00	31	2010	ENE	41.20	44.10
32	2011	MARZ	32.00	32	2011	NOV	29.80	30.90
33	2012	DIC	28.20	33	2012	FEBR	47.00	37.60
34	2013	FEBR	35.40	34	2013	DIC	27.20	31.30
35	2014	ENE	30.50	35	2014	DIC	35.60	33.05
36	2015	FEBR	35.00	36	2015	ENE	38.30	36.65
37	2016	FEBR	22.60	37	2016	FEBR	24.20	23.40
38	2017	MARZ	30.30	38	2017	MARZ	24.90	27.60
39	2018	MARZ	38.60					38.60
N° Datos:			39	N° Datos:			38	39
Media:			35.64	Media:			33.40	33.60
Máximo:			73.30	Máximo:			51.60	
Mínimo:			14.50	Mínimo:			12.50	

3.6.3.3.1. Método Gumbel

- Cálculo de la distribución de probabilidades pluviométricas mediante el Método Gumbel:

Tabla 42. Distribución de las Precipitaciones Máximas - Gumbel.

Nº	Año	Mes	Precipitación (mm)	
		Max. Precip.	x_i	$(x_i - \bar{x})^2$
1	1980	OCT	39.00	11.265490
2	1981	ENE	45.00	87.542413
3	1982	ENE	40.00	18.978310
4	1983	DIC	33.00	6.988567
5	1984	FEBR	27.80	61.521900
6	1985	FEBR	73.30	1418.005233
7	1986	NOV	27.00	74.711644
8	1987	DIC	37.20	2.422413
9	1988	ENE	38.20	6.535233
10	1989	OCT	38.60	8.740362
11	1990	ENE	59.00	545.521900
12	1991	OCT	55.20	382.453182
13	1992	NOV	37.00	1.839849
14	1993	ENE	40.20	20.760874
15	1994	FEBR	37.50	3.446259
16	1995	SET	32.60	9.263439
17	1996	DIC	20.70	223.310874
18	1997	DIC	29.50	37.743695
19	1998	ENE	44.00	69.829592
20	1999	ENE	30.50	26.456515
21	2000	NOV	36.30	0.430874
22	2001	DIC	28.00	58.424464
23	2002	MARZ	29.50	37.743695
24	2003	ENE	42.80	51.214208
25	2004	ENE	22.90	162.399080
26	2005	MARZ	25.50	102.892413
27	2006	ENE	35.70	0.003182
28	2007	MARZ	30.00	31.850105
29	2008	OCT	31.50	17.169336
30	2009	NOV	23.00	159.860362
31	2010	ENE	47.00	128.968054
32	2011	MARZ	32.00	13.275746
33	2012	DIC	28.20	55.407028
34	2013	FEBR	35.40	0.059336
35	2014	ENE	30.50	26.456515
36	2015	FEBR	35.00	0.414208
37	2016	FEBR	22.60	170.135233
38	2017	MARZ	30.30	28.553951
39	2018	MARZ	38.60	8.740362
39	Suma		1390.10	4071.34

- Cálculo de las variables probabilísticas: Media aritmética, Desviación estándar, Parámetro de concentración Gumbel y Parámetro de localización de Gumbel.

Tabla 43. Variables Probabilísticas - Gumbel.

Cálculo variables probabilísticas	Cálculo de las Precipitaciones Diarias Máximas Probables para distintas frecuencias				
$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} = 35.64 \text{ mm}$	Periodo Retorno	Variable Reducida	Precip. (mm)	Prob. de ocurrencia	Corrección intervalo fijo
$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = 10.35 \text{ mm}$	Años	YT	XT'(mm)	F(xT)	XT (mm)
$\alpha = \frac{\sqrt{6}}{\pi} * s = 8.07 \text{ mm}$	2	0.3665	33.9432	0.5000	38.3559
$u = \bar{x} - 0.5772 * \alpha = 30.99 \text{ mm}$	5	1.4999	43.0906	0.8000	48.6924
	10	2.2504	49.1469	0.9000	55.5361
	25	3.1985	56.7992	0.9600	64.1831
	50	3.9019	62.4760	0.9800	70.5979
	100	4.6001	68.1109	0.9900	76.9654
	500	6.2136	81.1324	0.9980	91.6796
	$F_{(x)} = e^{-e^{-\left(\frac{x-u}{\alpha}\right)}}$				

Tabla 44. Precipitaciones Diarias Máximas para Distintas Frecuencias – Gumbel.

Probabilidad (%)	Tr (Años)	y	Precip. (mm)	Corrección P. (mm)
0.01	10000.00	9.2103	105.347	119.042
0.10	1000.00	6.9073	86.753	98.030
0.50	200.00	5.2958	73.742	83.329
1.00	100.00	4.6001	68.126	76.982
2.00	50.00	3.9019	62.489	70.612
3.00	33.33	3.4914	59.174	66.866
5.00	20.00	2.9702	54.966	62.112
10.00	10.00	2.2504	49.154	55.545
20.00	5.00	1.4999	43.096	48.698
25.00	4.00	1.2459	41.045	46.380
30.00	3.33	1.0309	39.309	44.419
40.00	2.50	0.6717	36.409	41.142
50.00	2.00	0.3665	33.945	38.358
60.00	1.67	0.0874	31.692	35.811
70.00	1.43	-0.1856	29.487	33.320
75.00	1.33	-0.3266	28.349	32.034
80.00	1.25	-0.4759	27.144	30.672
90.00	1.11	-0.8340	24.252	27.405
95.00	1.05	-1.0972	22.127	25.004
97.00	1.03	-1.2546	20.856	23.567
99.00	1.01	-1.5272	18.656	21.081
99.90	1.00	-1.9326	15.382	17.382

Tabla 45. Coeficientes para las relaciones a la lluvia de duración 24 horas.

Duraciones, en horas									
1	2	3	4	5	6	8	12	18	24
0.25	0.31	0.38	0.44	0.50	0.56	0.64	0.79	0.90	1.00

Fuente: (Norma OS.060, Decreto Supremo N 011-2006-Vivienda).

- Cálculo de las precipitaciones Máximas para diferentes Tiempos de Duración de Lluvias:

Tabla 46. Precipitaciones Máximas para diferentes Tiempos de Duración de Lluvias- Gumbel.

Tiempo de Duración	Cociente	Precipitación máxima Pd (mm) por tiempos de duración						
		2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años	500 años
24 hr	X24	38.3559	48.6924	55.5361	64.1831	70.5979	76.9654	91.6796
18 hr	X18 = 90%	34.5203	43.8231	49.9824	50.7046	63.5381	69.2688	82.5117
12 hr	X12 = 79%	30.3011	38.4670	43.8735	50.7046	55.7723	60.8026	72.4269
8 hr	X8 = 64%	24.5477	31.1631	35.5431	41.0772	45.1827	49.2578	58.6750
6 hr	X6 = 56%	21.4793	27.2677	31.1002	35.9425	39.5348	43.1006	51.3406
5 hr	X5 = 50%	19.1779	24.3462	27.7680	32.0915	35.2989	38.4827	45.8398
4 hr	X4 = 44%	16.8766	21.4246	24.4359	28.2405	31.0631	33.8648	40.3390
3 hr	X3 = 38%	14.5752	18.5031	21.1037	24.3896	26.8272	29.2468	34.8383
2 hr	X2 = 31%	11.8903	15.0946	17.2162	19.8967	21.8853	23.8593	28.4207
1 hr	X1 = 25%	9.5890	12.1731	13.8840	16.0458	17.6495	19.2413	22.9199

- Cálculo de las Intensidades de lluvia a partir de Pd, según Duración de precipitación y Frecuencia de la misma:

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

Ecuación 39. Ecuación de la Intensidad a partir de Pd.
Fuente: (Villón Béjar, Hidráulica de Canales, 2007).

Tabla 47. Intensidad de lluvia según el Periodo de Retorno- Gumbel.

Tiempo de duración		Intensidad de la lluvia (mm/hr) según el Periodo de Retorno						
Hr	min	2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años	500 años
24 hr	1440	1.5982	2.0288	2.3140	2.6743	2.9416	3.2069	3.8200
18 hr	1080	1.9178	2.4346	2.7768	2.8169	3.5299	3.8483	4.5840
12 hr	720	2.5251	3.2056	3.6561	4.2254	4.6477	5.0669	6.0356
8 hr	480	3.0685	3.8954	4.4429	5.1346	5.6478	6.1572	7.3344
6 hr	360	3.5799	4.5446	5.1834	5.9904	6.5891	7.1834	8.5568
5 hr	300	3.8356	4.8692	5.5536	6.4183	7.0598	7.6965	9.1680
4 hr	240	4.2191	5.3562	6.1090	7.0601	7.7658	8.4662	10.0848
3 hr	180	4.8584	6.1677	7.0346	8.1299	8.9424	9.7489	11.6128
2 hr	120	5.9452	7.5473	8.6081	9.9484	10.9427	11.9296	14.2103
1 hr	60	9.5890	12.1731	13.8840	16.0458	17.6495	19.2413	22.9199

- Cálculo de las Intensidades para distintos periodos de retorno:

Representación matemática de las curvas Intensidad - Duración - Período de retorno:

$$I = \frac{K \cdot T^m}{t^n}$$

Ecuación 40. Ecuación Intensidad- Duración- Periodo de retorno.
Fuente: (Villón Béjar, Hidráulica de Canales, 2007).

I= Intensidad (mm/hr).

t= Duración de la lluvia (min).

T= Período de retorno (años).

K, m, n = Parámetros de ajuste.

Realizando un cambio de variable:

$$d = K \cdot T^m$$

Ecuación 41. Ecuación de la constante de regresión.
Fuente: (Villón Béjar, Hidráulica de Canales, 2007).

Con lo que de la anterior expresión se obtiene:

$$I = \frac{d}{t^n} \Rightarrow I = d \cdot t^{-n}$$

Ecuación 42. Ecuación de la Intensidad en función a la constante de regresión.
Fuente: (Villón Béjar, Hidráulica de Canales, 2007).

Tabla 48. Regresión IDF –Periodo de retorno para 2 años – Gumbel.

Periodo de retorno para T = 2 años						
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	1.5982	7.2724	0.4689	3.4097	52.8878
2	1080	1.9178	6.9847	0.6512	4.5483	48.7863
3	720	2.5251	6.5793	0.9263	6.0942	43.2865
4	480	3.0685	6.1738	1.1212	6.9219	38.1156
5	360	3.5799	5.8861	1.2753	7.5067	34.6462
6	300	3.8356	5.7038	1.3443	7.6677	32.5331
7	240	4.2191	5.4806	1.4396	7.8901	30.0374
8	180	4.8584	5.1930	1.5807	8.2086	26.9668
9	120	5.9452	4.7875	1.7826	8.5341	22.9201
10	60	9.5890	4.0943	2.2606	9.2557	16.7637
10	4980	41.1367	58.1555	12.8507	70.0370	346.9435
Ln (d) = 4.4110		d = 82.3557		n = -0.5375		

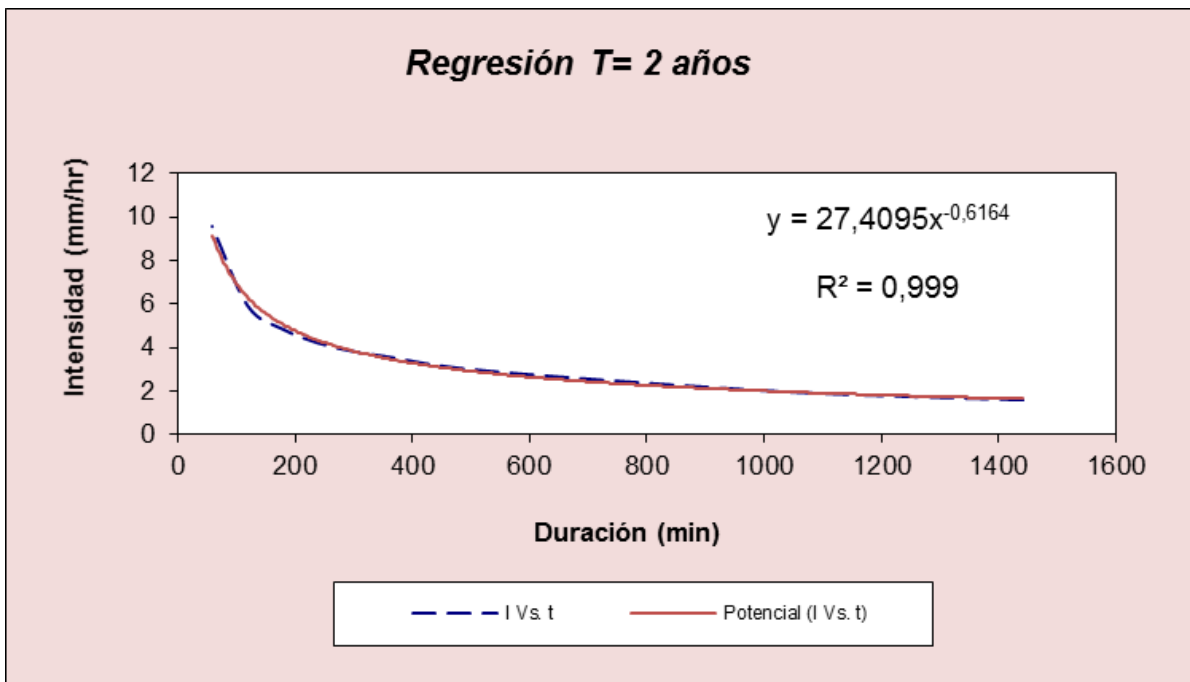


Figura 71. IDF –Periodo de retorno para 2 años – Gumbel.

Tabla 49. Regresión IDF –Periodo de retorno para 5 años – Gumbel.

Periodo de retorno para T = 5 años						
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	2.0288	7.2724	0.7075	5.1450	52.8878
2	1080	2.4346	6.9847	0.8898	6.2149	48.7863
3	720	3.2056	6.5793	1.1649	7.6641	43.2865
4	480	3.8954	6.1738	1.3598	8.3951	38.1156
5	360	4.5446	5.8861	1.5139	8.9112	34.6462
6	300	4.8692	5.7038	1.5829	9.0287	32.5331
7	240	5.3562	5.4806	1.6782	9.1979	30.0374
8	180	6.1677	5.1930	1.8193	9.4477	26.9668
9	120	7.5473	4.7875	2.0212	9.6764	22.9201
10	60	12.1731	4.0943	2.4992	10.2327	16.7637
10	4980	52.2226	58.1555	15.2368	83.9138	346.9435
Ln (d) = 4.6497		d = 104.5498		n = -0.5375		

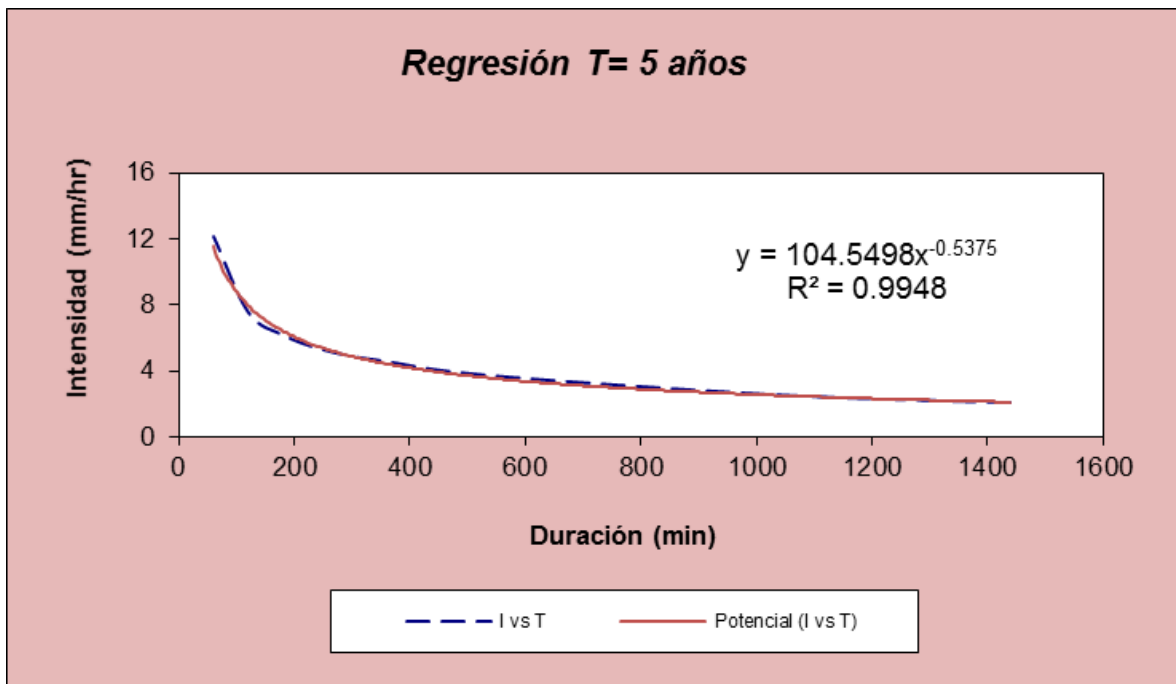


Figura 72. IDF –Periodo de retorno para 5 años – Gumbel.

Tabla 50. Regresión IDF –Periodo de retorno para 10 años – Gumbel.

Periodo de retorno para T = 10 años						
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	2.3140	7.2724	0.8390	6.1014	52.8878
2	1080	2.7768	6.9847	1.0213	7.1335	48.7863
3	720	3.6561	6.5793	1.2964	8.5294	43.2865
4	480	4.4429	6.1738	1.4913	9.2070	38.1156
5	360	5.1834	5.8861	1.6455	9.6853	34.6462
6	300	5.5536	5.7038	1.7144	9.7788	32.5331
7	240	6.1090	5.4806	1.8098	9.9186	30.0374
8	180	7.0346	5.1930	1.9508	10.1306	26.9668
9	120	8.6081	4.7875	2.1527	10.3060	22.9201
10	60	13.8840	4.0943	2.6307	10.7711	16.7637
10	4980	59.5624	58.1555	16.5519	91.5618	346.9435
Ln (d) = 4.7812		d = 119.2442		n = -0.5375		

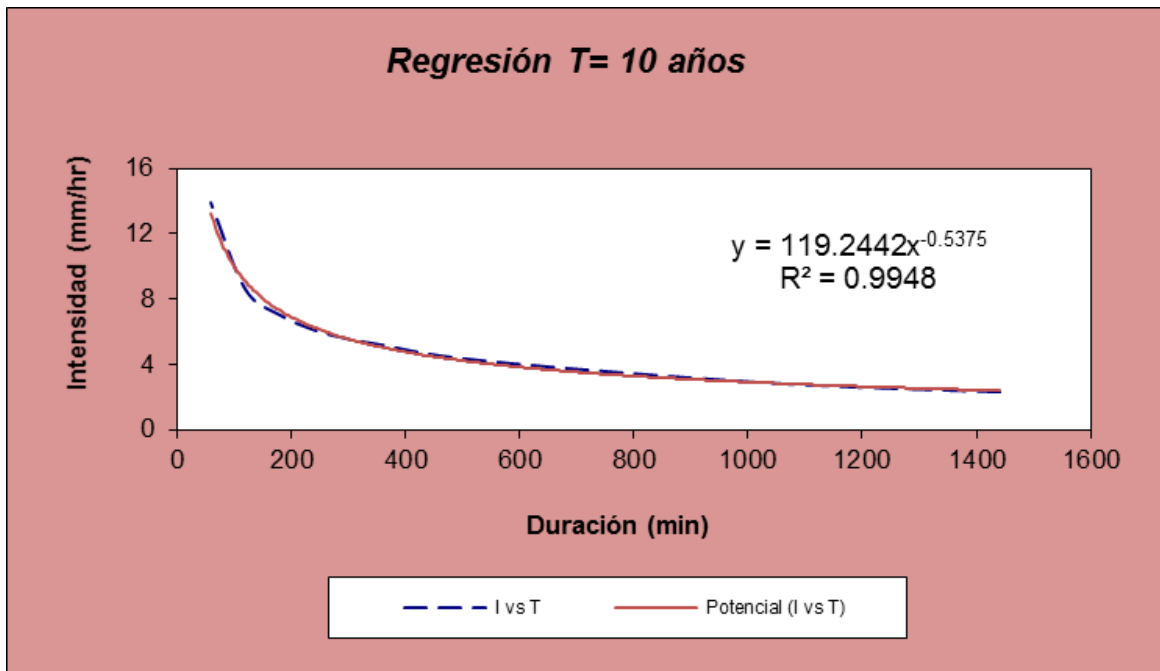


Figura 73. IDF –Periodo de retorno para 10 años – Gumbel.

Tabla 51. Regresión IDF –Periodo de retorno para 25 años - Gumbel.

Periodo de retorno para T = 25 años						
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	2.6743	7.2724	0.9837	7.1538	52.8878
2	1080	2.8169	6.9847	1.0356	7.2337	48.7863
3	720	4.2254	6.5793	1.4411	9.4814	43.2865
4	480	5.1346	6.1738	1.6360	10.1004	38.1156
5	360	5.9904	5.8861	1.7902	10.5371	34.6462
6	300	6.4183	5.7038	1.8592	10.6042	32.5331
7	240	7.0601	5.4806	1.9545	10.7117	30.0374
8	180	8.1299	5.1930	2.0955	10.8821	26.9668
9	120	9.9484	4.7875	2.2974	10.9988	22.9201
10	60	16.0458	4.0943	2.7754	11.3636	16.7637
10	4980	68.4441	58.1555	17.8686	99.0668	346.9435
Ln (d) = 5.0143		d = 150.5488		n = -0.5550		

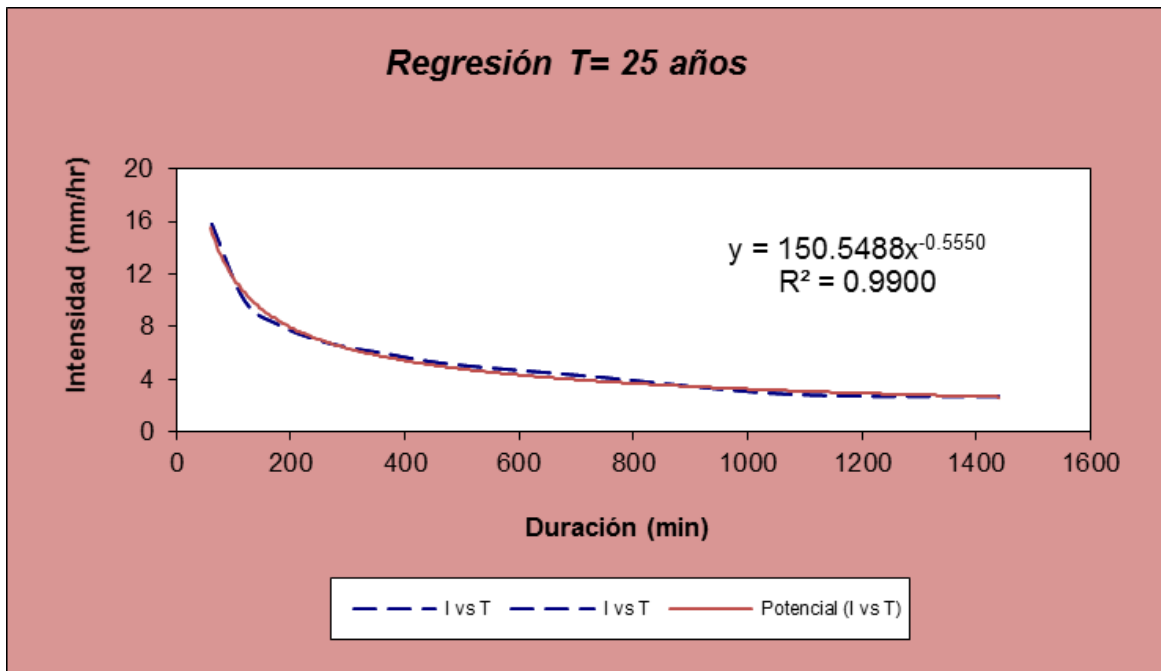


Figura 74. IDF –Periodo de retorno para 25 años – Gumbel.

Tabla 52. Regresión IDF –Periodo de retorno para 50 años – Gumbel.

Periodo de retorno para T = 50 años						
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	2.9416	7.2724	1.0789	7.8465	52.8878
2	1080	3.5299	6.9847	1.2613	8.8096	48.7863
3	720	4.6477	6.5793	1.5364	10.1082	43.2865
4	480	5.6478	6.1738	1.7313	10.6885	38.1156
5	360	6.5891	5.8861	1.8854	11.0978	34.6462
6	300	7.0598	5.7038	1.9544	11.1476	32.5331
7	240	7.7658	5.4806	2.0497	11.2338	30.0374
8	180	8.9424	5.1930	2.1908	11.3768	26.9668
9	120	10.9427	4.7875	2.3927	11.4549	22.9201
10	60	17.6495	4.0943	2.8707	11.7537	16.7637
10	4980	75.7162	58.1555	18.9516	105.5173	346.9435
Ln (d) = 5.0211		d = 151.5842		n = -0.5375		

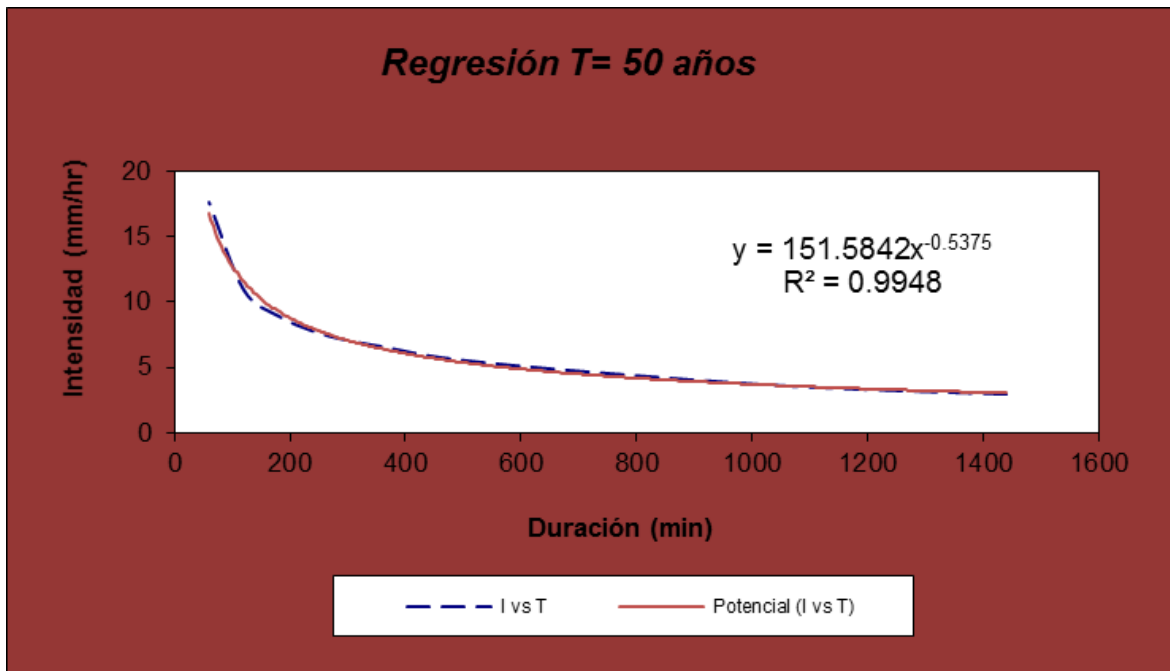


Figura 75. IDF –Periodo de retorno para 50 años – Gumbel.

Tabla 53. Regresión IDF –Periodo de retorno para 100 años – Gumbel.

Periodo de retorno para T = 100 años						
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	3.2069	7.2724	1.1653	8.4745	52.8878
2	1080	3.8483	6.9847	1.3476	9.4128	48.7863
3	720	5.0669	6.5793	1.6227	10.6763	43.2865
4	480	6.1572	6.1738	1.8176	11.2216	38.1156
5	360	7.1834	5.8861	1.9718	11.6061	34.6462
6	300	7.6965	5.7038	2.0408	11.6401	32.5331
7	240	8.4662	5.4806	2.1361	11.7071	30.0374
8	180	9.7489	5.1930	2.2772	11.8252	26.9668
9	120	11.9296	4.7875	2.4790	11.8683	22.9201
10	60	19.2413	4.0943	2.9571	12.1072	16.7637
10	4980	82.5454	58.1555	19.8152	110.5393	346.9435
Ln (d) = 5.1075		d = 165.2561		n = -0.5375		

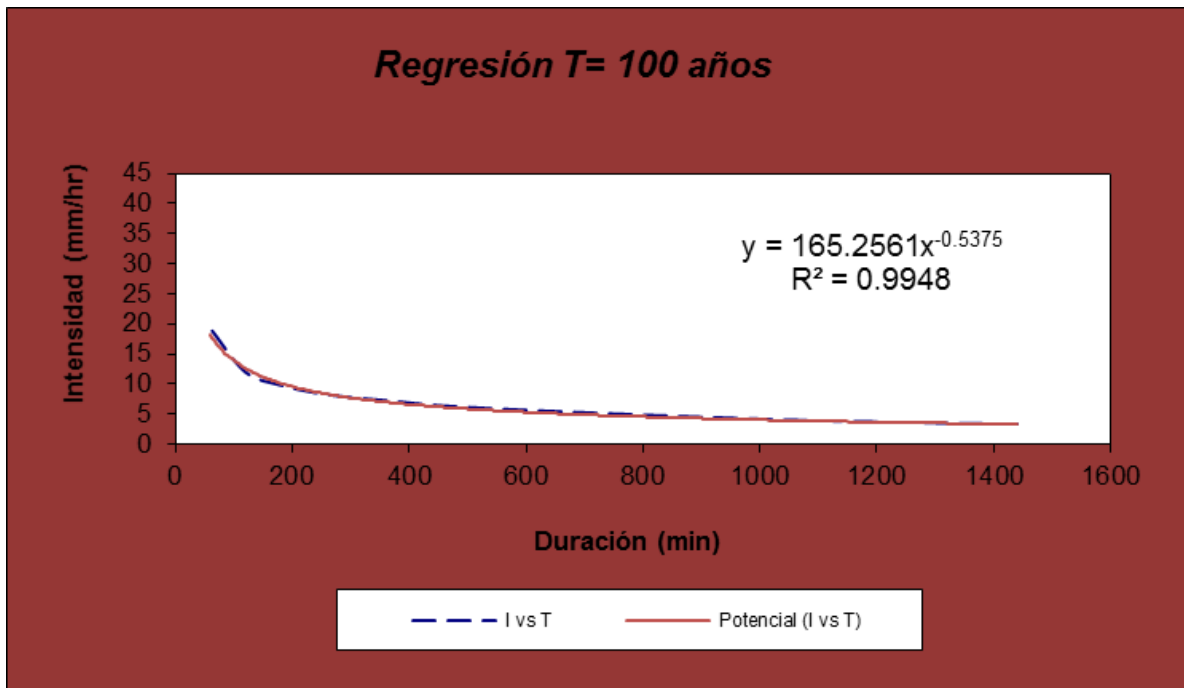


Figura 76. IDF –Periodo de retorno para 100 años – Gumbel.

Tabla 54. Regresión IDF –Periodo de retorno para 500 años – Gumbel.

Periodo de retorno para T = 500 años						
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	3.8200	7.2724	1.3402	9.7468	52.8878
2	1080	4.5840	6.9847	1.5226	10.6347	48.7863
3	720	6.0356	6.5793	1.7977	11.8273	43.2865
4	480	7.3344	6.1738	1.9926	12.3017	38.1156
5	360	8.5568	5.8861	2.1467	12.6358	34.6462
6	300	9.1680	5.7038	2.2157	12.6380	32.5331
7	240	10.0848	5.4806	2.3110	12.6659	30.0374
8	180	11.6128	5.1930	2.4521	12.7337	26.9668
9	120	14.2103	4.7875	2.6540	12.7059	22.9201
10	60	22.9199	4.0943	3.1320	12.8235	16.7637
10	4980	98.3264	58.1555	21.5646	120.7133	346.9435
Ln (d) = 5.2824		d = 196.8498		n = -0.5375		

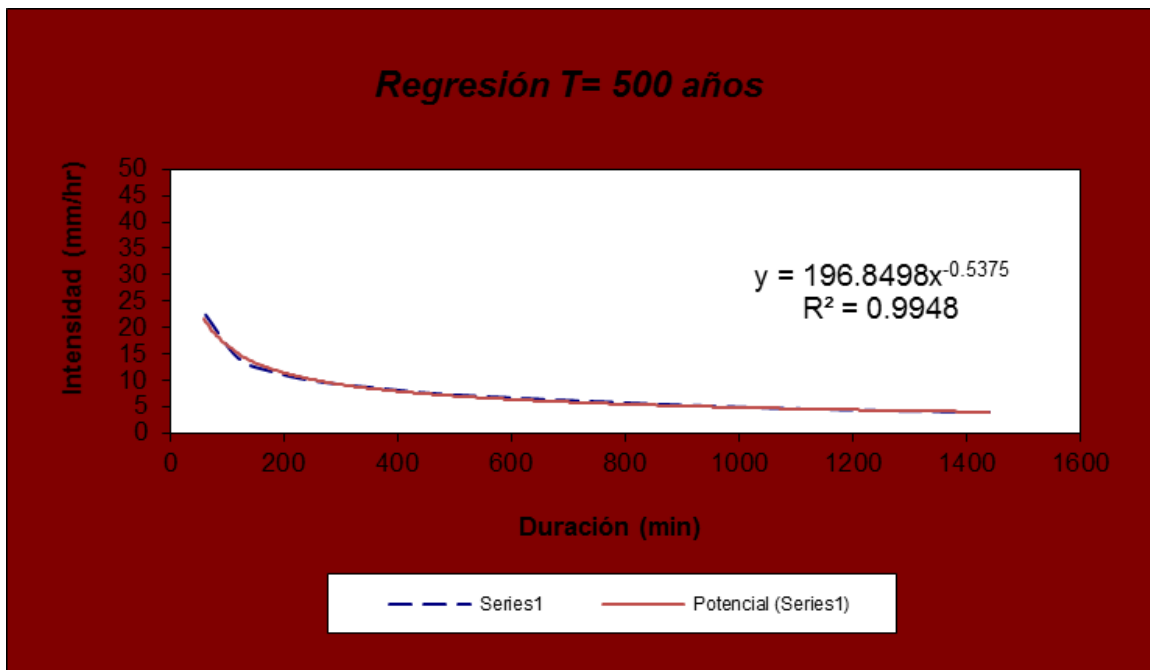


Figura 77. IDF –Periodo de retorno para 500 años – Gumbel.

Tabla 55. Resumen de las Regresiones Potenciales- Gumbel.

Resumen de aplicación de regresión potencial		
Periodo de Retorno (años)	Término ctte. de regresión (d)	Coef. de regresión [n]
2	82.35573302027	-0.53752143702
5	104.54978742775	-0.53752143702
10	119.24418261390	-0.53752143702
25	150.54883734075	-0.55496493933
50	151.58421141990	-0.53752143702
100	165.25613069477	-0.53752143702
500	196.84984901405	-0.53752143702
Promedio =	138.62696164734	-0.54001336592

- 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 40.

Tabla 56. Regresión Potencial con parámetros de ajuste- Gumbel.

Regresión potencial						
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	2	82.3557	0.6931	4.4110	3.0575	0.4805
2	5	104.5498	1.6094	4.6497	7.4833	2.5903
3	10	119.2442	2.3026	4.7812	11.0091	5.3019
4	25	150.5488	3.2189	5.0143	16.1404	10.3612
5	50	151.5842	3.9120	5.0211	19.6428	15.3039
6	100	165.2561	4.6052	5.1075	23.5209	21.2076
7	500	196.8498	6.2146	5.2824	32.8283	38.6214
7	692	970.3887	22.5558	34.2673	113.6823	93.8667
Ln (K) = 4.3989		K = 81.3578		m = 0.1541		

Termino constante de regresión (K) = 81.3578
Coef. de regresión (m) = 0.154073

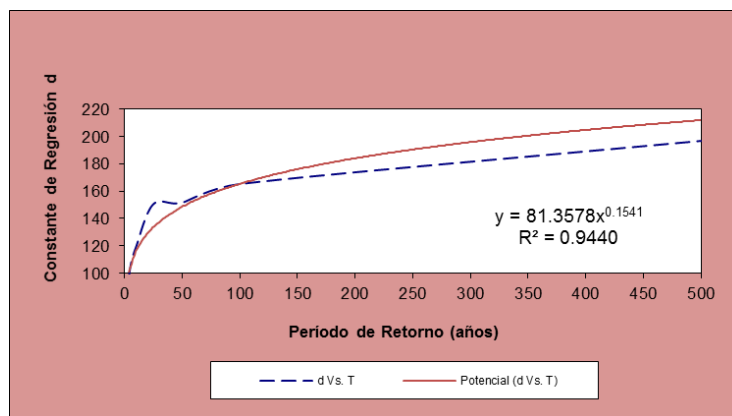


Figura 78. IDF Regresión Potencial con parámetros de ajuste- Gumbel.

► La ecuación de intensidad válida para la cuenca resulta:

$$I = \frac{81.3578 * T^{0.154073}}{t^{0.54001}}$$

Ecuación 43. Ecuación de la Intensidad por el método Gumbel.

Donde:

I = intensidad de precipitación (mm/hr)

T = Periodo de Retorno (años)

t = Tiempo de duración de precipitación (min)

Tabla 57. Intensidades para Diferentes tiempos de duración – Gumbel.

Tabla de intensidades - Tiempo de duración												
Frecuencia	Duración en minutos											
años	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
2	37.96	26.11	20.97	17.96	15.92	14.42	13.27	12.35	11.59	10.95	10.40	9.92
5	43.72	30.07	24.15	20.68	18.33	16.61	15.29	14.22	13.35	12.61	11.97	11.43
10	48.64	33.45	26.88	23.01	20.40	18.48	17.01	15.82	14.85	14.03	13.32	12.71
25	56.02	38.53	30.95	26.50	23.49	21.29	19.59	18.22	17.10	16.16	15.34	14.64
50	62.33	42.87	34.44	29.48	26.14	23.69	21.79	20.28	19.03	17.98	17.07	16.29
100	69.36	47.70	38.32	32.81	29.08	26.36	24.25	22.56	21.17	20.00	19.00	18.13
500	88.88	61.13	49.11	42.04	37.27	33.77	31.08	28.91	27.13	25.63	24.35	23.23

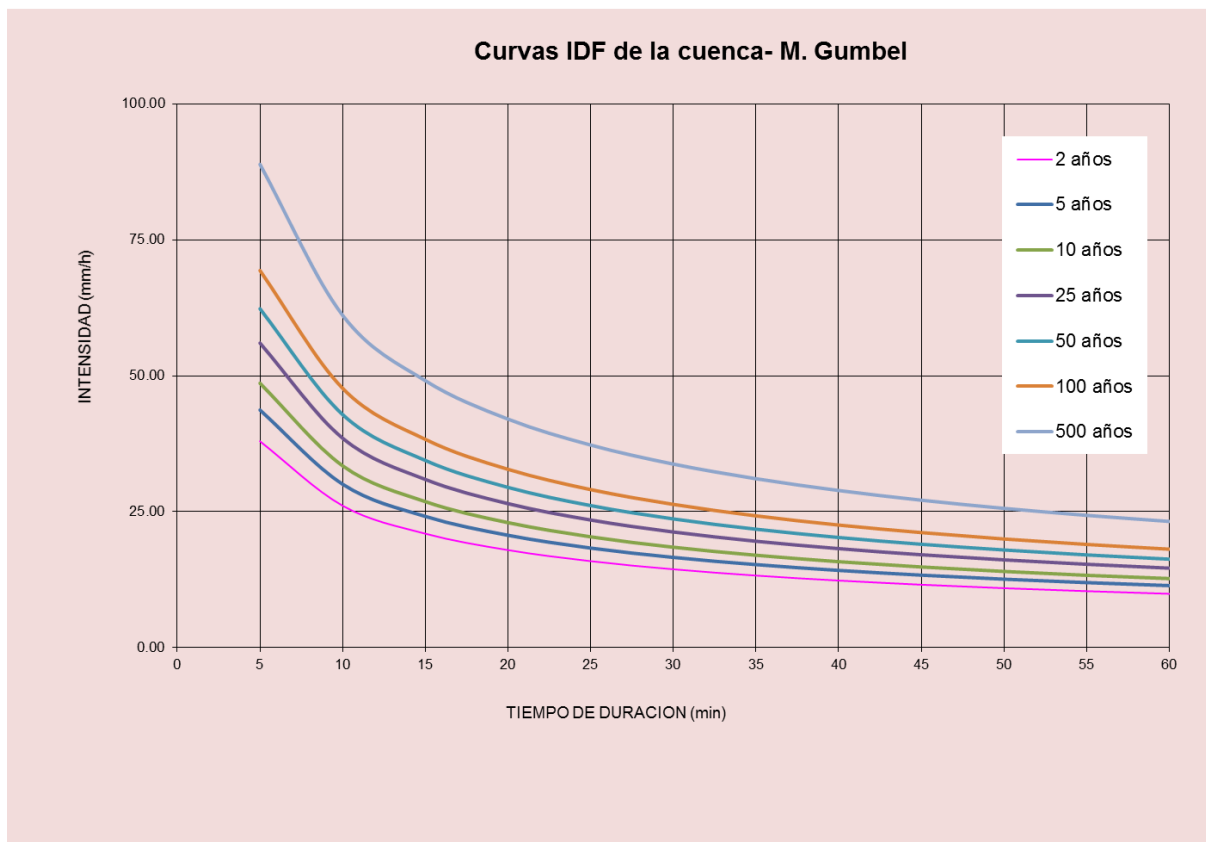


Figura 79. Curvas IDF de la cuenca – Gumbel.

- La ecuación de la Intensidad por Gumbel:

$$I = 150.5488 * x^{-0.554965}$$

Ecuación 44. Ecuación de Intensidad para un periodo de retorno de 25 años- M. Gumbel.

3.6.3.3.2. Método Log Pearson III

- Calculo de la distribución de probabilidades pluviométricas mediante el Método Log Pearson Tipo III.

Tabla 58. Distribución de las Precipitaciones Máximas – Log Pearson Tipo III.

Nº	Año	Mes Max. Precip.	Preci. (mm)	Posicion	Año	P mayor a menor	Xi-X	(Xi-X)^2	(Xi-X)^3	K	K-1	(K-1)^2	(K-1)^3	Probabilidad Empirica
1	1980	OCT	39.00	10	1985	73.30	37.66	1418.0052	53396.9868	2.06	1.06	1.12	1.39	2.50
2	1981	ENE	45.00	5	1990	59.00	23.36	545.5219	12741.4333	1.66	0.66	0.43	0.08	5.00
3	1982	ENE	40.00	9	1991	55.20	19.56	382.4532	7479.4113	1.55	0.55	0.30	0.03	7.50
4	1983	DIC	33.00	21	2010	47.00	11.36	128.9681	1464.6141	1.32	0.32	0.10	0.00	10.00
5	1984	FEBR	27.80	33	1981	45.00	9.36	87.5424	819.0827	1.26	0.26	0.07	0.00	12.50
6	1985	FEBR	73.30	1	1998	44.00	8.36	69.8296	583.5247	1.23	0.23	0.05	0.00	15.00
7	1986	NOV	27.00	34	2003	42.80	7.16	51.2142	366.5099	1.20	0.20	0.04	0.00	17.50
8	1987	DIC	37.20	15	1993	40.20	4.56	20.7609	94.5951	1.13	0.13	0.02	0.00	20.00
9	1988	ENE	38.20	13	1982	40.00	4.36	18.9783	82.6773	1.12	0.12	0.01	0.00	22.50
10	1989	OCT	38.60	11	1980	39.00	3.36	11.2655	37.8116	1.09	0.09	0.01	0.00	25.00
11	1990	ENE	59.00	2	1989	38.60	2.96	8.7404	25.8401	1.08	0.08	0.01	0.00	27.50
12	1991	OCT	55.20	3	2018	38.60	2.96	8.7404	25.8401	1.08	0.08	0.01	0.00	30.00
13	1992	NOV	37.00	16	1988	38.20	2.56	6.5352	16.7067	1.07	0.07	0.01	0.00	32.50
14	1993	ENE	40.20	8	1994	37.50	1.86	3.4463	6.3977	1.05	0.05	0.00	0.00	35.00
15	1994	FEBR	37.50	14	1987	37.20	1.56	2.4224	3.7703	1.04	0.04	0.00	0.00	37.50
16	1995	SET	32.60	22	1992	37.00	1.36	1.8398	2.4956	1.04	0.04	0.00	0.00	40.00
17	1996	DIC	20.70	39	2000	36.30	0.66	0.4309	0.2828	1.02	0.02	0.00	0.00	42.50
18	1997	DIC	29.50	29	2006	35.70	0.06	0.0032	0.0002	1.00	0.00	0.00	0.00	45.00
19	1998	ENE	44.00	6	2013	35.40	-0.24	0.0593	-0.0145	0.99	-0.01	0.00	0.00	47.50
20	1999	ENE	30.50	25	2015	35.00	-0.64	0.4142	-0.2666	0.98	-0.02	0.00	0.00	50.00
21	2000	NOV	36.30	17	1983	33.00	-2.64	6.9886	-18.4749	0.93	-0.07	0.01	0.00	52.50
22	2001	DIC	28.00	32	1995	32.60	-3.04	9.2634	-28.1941	0.91	-0.09	0.01	0.00	55.00
23	2002	MARZ	29.50	29	2011	32.00	-3.64	13.2757	-48.3714	0.90	-0.10	0.01	0.00	57.50
24	2003	ENE	42.80	7	2008	31.50	-4.14	17.1693	-71.1427	0.88	-0.12	0.01	0.00	60.00
25	2004	ENE	22.90	37	1999	30.50	-5.14	26.4565	-136.0815	0.86	-0.14	0.02	0.00	62.50
26	2005	MARZ	25.50	35	2014	30.50	-5.14	26.4565	-136.0815	0.86	-0.14	0.02	0.00	65.00
27	2006	ENE	35.70	18	2017	30.30	-5.34	28.5540	-152.5806	0.85	-0.15	0.02	0.00	67.50
28	2007	MARZ	30.00	28	2007	30.00	-5.64	31.8501	-179.7489	0.84	-0.16	0.03	0.00	70.00
29	2008	OCT	31.50	24	1997	29.50	-6.14	37.7437	-231.8818	0.83	-0.17	0.03	0.00	72.50
30	2009	NOV	23.00	36	2002	29.50	-6.14	37.7437	-231.8818	0.83	-0.17	0.03	0.00	75.00
31	2010	ENE	47.00	4	2012	28.20	-7.44	55.4070	-412.4272	0.79	-0.21	0.04	0.00	77.50
32	2011	MARZ	32.00	23	2001	28.00	-7.64	58.4245	-446.5726	0.79	-0.21	0.05	0.00	80.00
33	2012	DIC	28.20	31	1984	27.80	-7.84	61.5219	-482.5525	0.78	-0.22	0.05	0.00	82.50
34	2013	FEBR	35.40	19	1986	27.00	-8.64	74.7116	-645.7768	0.76	-0.24	0.06	0.00	85.00
35	2014	ENE	30.50	25	2005	25.50	-10.14	102.8924	-1043.6984	0.72	-0.28	0.08	0.00	87.50
36	2015	FEBR	35.00	20	2009	23.00	-12.64	159.8604	-2021.2088	0.65	-0.35	0.13	0.00	90.00
37	2016	FEBR	22.60	38	2004	22.90	-12.74	162.3991	-2069.5472	0.64	-0.36	0.13	0.00	92.50
38	2017	MARZ	30.30	27	2016	22.60	-13.04	170.1352	-2219.1742	0.63	-0.37	0.13	0.00	95.00
39	2018	MARZ	38.60	11	1996	20.70	-14.94	223.3109	-3337.0661	0.58	-0.42	0.18	0.01	97.50
39	Suma		1390.10					4071.34	63235.24	39.00	38.00	3.20	1.51	

- Cálculo de las variables probabilísticas: Media aritmética, Desviación estándar, Coeficiente de variación, Mediana y Coeficiente de asimetría.

Tabla 59. Variables Probabilísticas - Log Pearson Tipo III.

Cálculo variables probabilísticas		
Media aritmética	MEDIA (X)=	35.6436
Desiacion estándar	S=	10.3509
Coeficiente de Variación	Cv=	0.2904
Mediana=		35.0000
Coeficiente de Asimetría	Cs=	1.4621
Asimetría positiva (dezplaza a la derecha).		

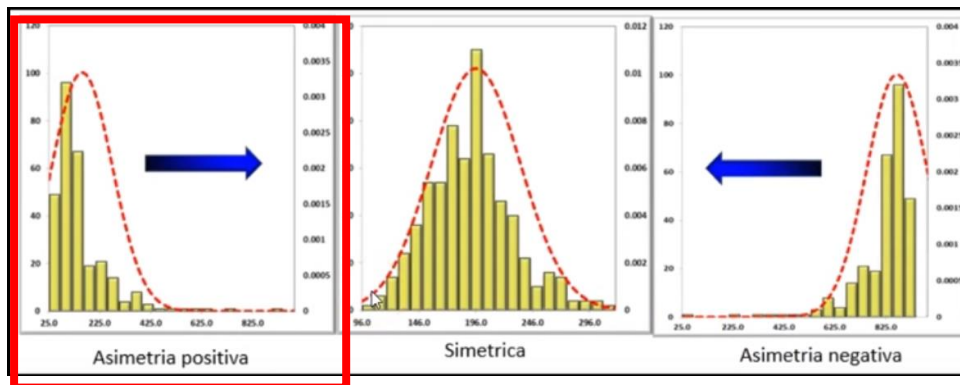


Figura 80. Desplazamiento de las variables Probabilísticas– Log Pearson Tipo III.

- Se ubica el valor del coeficiente de asimetría en la tabla de coeficientes de Foster-Rybkin, se procede a interpolar para tomar los valores exactos de las probabilidades del coeficiente de asimetría; luego se calcula el caudal para la probabilidad respectiva y se calcula el caudal para un periodo de retorno de 25 años.

Tabla 60. Coeficientes de Foster –Rybkin.

COEFICIENTES DE FOSTER - RYBKIN T																					
TABLA DE PROBABILIDADES EN PORCENTAJES																					
Cs	0.0	0.1	0.5	1.0	3.0	5.0	10.0	20.0	25.0	30.0	40.0	50.0	60.0	70.0	75.0	80.0	90.0	95.0	97.0	99.0	99.9
0.00	3.720	3.090	2.570	2.330	1.880	1.640	1.280	0.840	0.670	0.520	0.250	0.000	-0.250	-0.520	-0.670	-0.840	-1.280	-1.640	-1.880	-2.330	-3.090
0.10	3.940	3.230	2.680	2.400	1.920	1.670	1.290	0.840	0.660	0.510	0.240	-0.020	-0.270	-0.530	-0.680	-0.850	-1.270	-1.610	-1.840	-2.250	-2.950
0.20	4.160	3.330	2.780	2.470	1.960	1.700	1.300	0.830	0.650	0.500	0.220	-0.030	-0.280	-0.550	-0.690	-0.850	-1.260	-1.580	-1.790	-2.180	-2.810
0.30	4.380	3.520	2.890	2.540	2.000	1.720	1.310	0.820	0.640	0.480	0.200	-0.050	-0.300	-0.560	-0.700	-0.850	-1.240	-1.550	-1.750	-2.100	-2.670
0.40	4.610	3.660	2.980	2.610	2.040	1.750	1.320	0.820	0.630	0.470	0.190	-0.070	-0.310	-0.570	-0.710	-0.850	-1.230	-1.520	-1.700	-2.030	-2.540
0.50	4.830	3.810	3.080	2.680	2.080	1.770	1.320	0.810	0.620	0.460	0.170	-0.080	-0.330	-0.580	-0.710	-0.850	-1.220	-1.490	-1.660	-1.960	-2.400
0.60	5.050	3.960	3.170	2.750	2.120	1.800	1.330	0.800	0.610	0.440	0.160	-0.100	-0.340	-0.590	-0.720	-0.850	-1.200	-1.450	-1.610	-1.880	-2.270
0.70	5.280	4.100	3.270	2.820	2.150	1.820	1.330	0.790	0.590	0.430	0.140	-0.120	-0.360	-0.600	-0.720	-0.850	-1.180	-1.420	-1.570	-1.810	-2.140
0.80	5.500	4.240	3.360	2.890	2.180	1.840	1.340	0.780	0.580	0.410	0.120	-0.130	-0.370	-0.600	-0.730	-0.850	-1.170	-1.380	-1.520	-1.740	-2.020
0.90	5.730	4.380	3.450	2.960	2.220	1.860	1.340	0.770	0.570	0.400	0.110	-0.150	-0.380	-0.610	-0.730	-0.850	-1.150	-1.350	-1.470	-1.660	-1.900
1.00	5.960	4.530	3.530	3.020	2.250	1.880	1.340	0.760	0.550	0.380	0.090	-0.160	-0.390	-0.620	-0.730	-0.850	-1.130	-1.320	-1.420	-1.580	-1.790
1.10	6.180	4.670	3.610	3.090	2.280	1.890	1.340	0.740	0.540	0.360	0.070	-0.180	-0.410	-0.620	-0.740	-0.850	-1.100	-1.280	-1.380	-1.520	-1.680
1.20	6.410	4.810	3.700	3.150	2.310	1.910	1.340	0.730	0.520	0.350	0.050	-0.190	-0.420	-0.630	-0.740	-0.840	-1.080	-1.240	-1.330	-1.450	-1.580
1.30	6.640	4.950	3.780	3.210	2.340	1.920	1.340	0.720	0.510	0.330	0.040	-0.210	-0.430	-0.630	-0.740	-0.840	-1.060	-1.200	-1.280	-1.380	-1.480
1.40	6.870	5.090	3.860	3.270	2.370	1.940	1.340	0.710	0.490	0.310	0.020	-0.220	-0.440	-0.640	-0.730	-0.830	-1.040	-1.170	-1.230	-1.320	-1.390
1.50	7.090	5.230	3.930	3.330	2.390	1.950	1.330	0.690	0.470	0.300	0.000	-0.240	-0.450	-0.640	-0.730	-0.820	-1.020	-1.130	-1.190	-1.260	-1.310
1.60	7.310	5.370	4.020	3.390	2.420	1.960	1.330	0.680	0.460	0.280	-0.020	-0.250	-0.460	-0.640	-0.730	-0.810	-0.990	-1.100	-1.140	-1.200	-1.240
1.70	7.540	5.500	4.100	3.440	2.440	1.970	1.320	0.660	0.440	0.260	-0.030	-0.270	-0.470	-0.640	-0.720	-0.810	-0.970	-1.060	-1.100	-1.140	-1.170
1.80	7.760	5.640	4.170	3.500	2.460	1.980	1.320	0.640	0.420	0.240	-0.050	-0.280	-0.480	-0.640	-0.720	-0.800	-0.940	-1.020	-1.060	-1.090	-1.110
1.90	7.980	5.770	4.240	3.550	2.490	1.990	1.310	0.630	0.400	0.220	-0.070	-0.290	-0.480	-0.640	-0.720	-0.790	-0.920	-0.980	-1.010	-1.040	-1.050
2.00	8.210	5.910	4.300	3.600	2.510	2.000	1.300	0.610	0.390	0.200	-0.080	-0.310	-0.490	-0.640	-0.710	-0.780	-0.900	-0.950	-0.970	-0.990	-1.000
2.10	0.000	6.040	4.360	3.650	2.530	2.010	1.290	0.590	0.370	0.180	-0.100	-0.320	-0.500	-0.640	-0.700	-0.760	-0.860	-0.910	-0.930	-0.945	-0.952
2.20	0.000	6.140	4.420	3.680	2.540	2.020	1.270	0.570	0.350	0.160	-0.120	-0.330	-0.500	-0.640	-0.690	-0.750	-0.842	-0.882	-0.895	-0.905	-0.909
2.30	0.000	6.260	4.460	3.730	2.570	2.010	1.260	0.550	0.320	0.140	-0.130	-0.340	-0.500	-0.630	-0.680	-0.740	-0.816	-0.850	-0.859	-0.867	-0.870
2.40	0.000	6.370	4.510	3.780	2.600	2.000	1.250	0.520	0.290	0.120	-0.140	-0.350	-0.510	-0.620	-0.670	-0.720	-0.792	-0.820	-0.827	-0.832	-0.833
2.50	0.000	6.500	4.550	3.820	2.620	2.000	1.230	0.500	0.270	0.100	-0.160	-0.360	-0.510	-0.620	-0.660	-0.710	-0.768	-0.790	-0.795	-0.799	-0.800
2.60	0.000	6.540	4.600	3.880	2.630	2.000	1.210	0.480	0.250	0.085	-0.170	-0.370	-0.510	-0.610	-0.660	-0.700	-0.746	-0.746	-0.766	-0.769	-0.769
2.70	0.000	6.750	4.640	3.920	2.640	2.000	1.190	0.460	0.240	0.070	-0.180	-0.380	-0.510	-0.610	-0.650	-0.680	-0.724	-0.724	-0.739	-0.740	-0.741
2.80	0.000	6.860	4.680	3.960	2.650	2.000	1.180	0.440	0.220	0.057	-0.200	-0.390	-0.510	-0.600	-0.640	-0.670	-0.708	-0.708	-0.711	-0.714	-0.714
2.90	0.000	7.000	4.720	4.010	2.660	1.990	1.150	0.410	0.200	0.041	-0.210	-0.390	-0.510	-0.600	-0.630	-0.650	-0.681	-0.681	-0.689	-0.690	-0.690
3.00	0.000	7.100	4.750	4.050	2.660	1.970	1.130	0.390	0.190	0.027	-0.220	-0.400	-0.510	-0.590	-0.620	-0.640	-0.661	-0.661	-0.667	-0.667	-0.667
3.10	0.000	7.230	4.780	4.090	2.660	1.970	1.110	0.370	0.170	0.010	-0.230	-0.400	-0.510	-0.580	-0.600	-0.620	-0.641	-0.641	-0.645	-0.645	-0.645
3.20	0.000	7.350	4.820	4.110	2.660	1.960	1.090	0.350	0.150	0.006	-0.250	-0.410	-0.510	-0.570	-0.590	-0.610	-0.622	-0.622	-0.625	-0.625	-0.625

Tabla 61. Interpolación de los Coeficientes de Asimetría.

Interpolaci	Cs	0.00	0.10	0.50	1.00	2.00	3.00	5.00	10.00	20.00	25.00	30.00	40.00	50.00	60.00	70.00	75.00	80.00	90.00	95.00	97.00	99.00	99.90
Limite Infe	1.4000	6.870	5.090	3.860	3.270	2.710	2.370	1.940	1.340	0.710	0.490	0.310	0.020	-0.220	-0.440	-0.640	-0.730	-0.830	-1.040	-1.170	-1.230	-1.320	-1.390
Limite Supi	1.5000	7.090	5.230	3.930	3.330	2.740	2.390	1.950	1.330	0.690	0.470	0.300	0.000	-0.240	-0.450	-0.640	-0.730	-0.820	-1.020	-1.130	-1.190	-1.260	-1.310
Valor	1.4621	7.007	5.177	3.903	3.307	2.729	2.382	1.946	1.334	0.698	0.478	0.304	0.008	-0.232	-0.446	-0.640	-0.730	-0.824	-1.028	-1.145	-1.205	-1.283	-1.340

Tabla 62. Precipitaciones Diarias Máximas para Distintas Frecuencias - Log Pearson Tipo III.

Probabilidad (%)	Tr (Años)	Cs= 1.4621	Precip. (mm)	Correccion Precip. (mm)
0.01	10000.00	7.007	108.167	122.229
0.10	1000.00	5.177	89.229	100.829
0.50	200.00	3.903	76.048	85.934
1.00	100.00	3.307	69.876	78.960
2.00	50.00	2.729	63.887	72.192
3.00	33.33	2.382	60.304	68.143
5.00	20.00	1.946	55.789	63.041
10.00	10.00	1.334	49.450	55.878
20.00	5.00	0.698	42.864	48.437
25.00	4.00	0.478	40.587	45.863
30.00	3.33	0.304	38.788	43.831
40.00	2.50	0.008	35.722	40.366
50.00	2.00	-0.232	33.238	37.559
60.00	1.67	-0.446	31.025	35.058
70.00	1.43	-0.640	29.019	32.792
75.00	1.33	-0.730	28.087	31.739
80.00	1.25	-0.824	27.117	30.642
90.00	1.11	-1.028	25.007	28.258
95.00	1.05	-1.145	23.790	26.883
97.00	1.03	-1.205	23.169	26.181
99.00	1.01	-1.283	22.366	25.273
99.90	1.00	-1.340	21.770	24.600

- Cálculo de las precipitaciones Máximas para diferentes Tiempos de Duración de Lluvias:

Tabla 63. *Precipitaciones Máximas para diferentes Tiempos de Duración de Lluvias- Log Pearson Tipo III.*

Tiempo de Duración	Cociente	Precipitación máxima Pd (mm) por tiempos de duración					
		2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años
24 hr	X24	72.1925	63.0410	55.8780	45.8634	37.5589	24.5998
18 hr	X18 = 90%	64.9732	56.7369	50.2902	41.2770	33.8030	22.1399
12 hr	X12 = 79%	57.0321	49.8024	44.1436	36.2321	29.6715	19.4339
8 hr	X8 = 64%	46.2032	40.3462	35.7619	29.3525	24.0377	15.7439
6 hr	X6 = 56%	40.4278	35.3030	31.2917	25.6835	21.0330	13.7759
5 hr	X5 = 50%	36.0962	31.5205	27.9390	22.9317	18.7794	12.2999
4 hr	X4 = 44%	31.7647	27.7380	24.5863	20.1799	16.5259	10.8239
3 hr	X3 = 38%	27.4331	23.9556	21.2336	17.4281	14.2724	9.3479
2 hr	X2 = 31%	22.3797	19.5427	17.3222	14.2176	11.6432	7.6259
1 hr	X1 = 25%	18.0481	15.7603	13.9695	11.4658	9.3897	6.1500

- Cálculo de las Intensidades de lluvia a partir de Pd, según Duración de precipitación y Frecuencia de la misma; según la Ecuación 38.

Tabla 64. *Intensidad de lluvia según el Periodo de Retorno- Log Pearson Tipo III.*

Tiempo de duración		Intensidad de la lluvia (mm/hr) según el Periodo de Retorno					
Hr	min	2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años
24 hr	1440	3.0080	2.6267	2.3282	1.9110	1.5650	1.0250
18 hr	1080	3.6096	3.1521	2.7939	2.2932	1.8779	1.2300
12 hr	720	4.7527	4.1502	3.6786	3.0193	2.4726	1.6195
8 hr	480	5.7754	5.0433	4.4702	3.6691	3.0047	1.9680
6 hr	360	6.7380	5.8838	5.2153	4.2806	3.5055	2.2960
5 hr	300	7.2192	6.3041	5.5878	4.5863	3.7559	2.4600
4 hr	240	7.9412	6.9345	6.1466	5.0450	4.1315	2.7060
3 hr	180	9.1444	7.9852	7.0779	5.8094	4.7575	3.1160
2 hr	120	11.1898	9.7714	8.6611	7.1088	5.8216	3.8130
1 hr	60	18.0481	15.7603	13.9695	11.4658	9.3897	6.1500

- Cálculo de las Intensidades para distintos periodos de retorno:

Representación matemática de las curvas Intensidad - Duración - Período de retorno; según la Ecuación 39.

Realizando un cambio de variable: según la Ecuación 40.

Con lo que de la anterior expresión se obtiene: según la Ecuación 41.

Tabla 65. Regresión IDF –Periodo de retorno para 2 años – Log Pearson Tipo III.

Periodo de retorno para T = 2 años								
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2		
1	1440	3.0080	7.2724	1.1013	8.0090	52.8878		
2	1080	3.6096	6.9847	1.2836	8.9656	48.7863		
3	720	4.7527	6.5793	1.5587	10.2551	43.2865		
4	480	5.7754	6.1738	1.7536	10.8264	38.1156		
5	360	6.7380	5.8861	1.9078	11.2293	34.6462		
6	300	7.2192	5.7038	1.9768	11.2750	32.5331		
7	240	7.9412	5.4806	2.0721	11.3562	30.0374		
8	180	9.1444	5.1930	2.2131	11.4927	26.9668		
9	120	11.1898	4.7875	2.4150	11.5618	22.9201		
10	60	18.0481	4.0943	2.8930	11.8451	16.7637		
10	4980	77.4264	58.1555	19.1750	106.8162	346.9435		
Ln (d) =		5.0435	d =		155.0080	n =		-0.5375

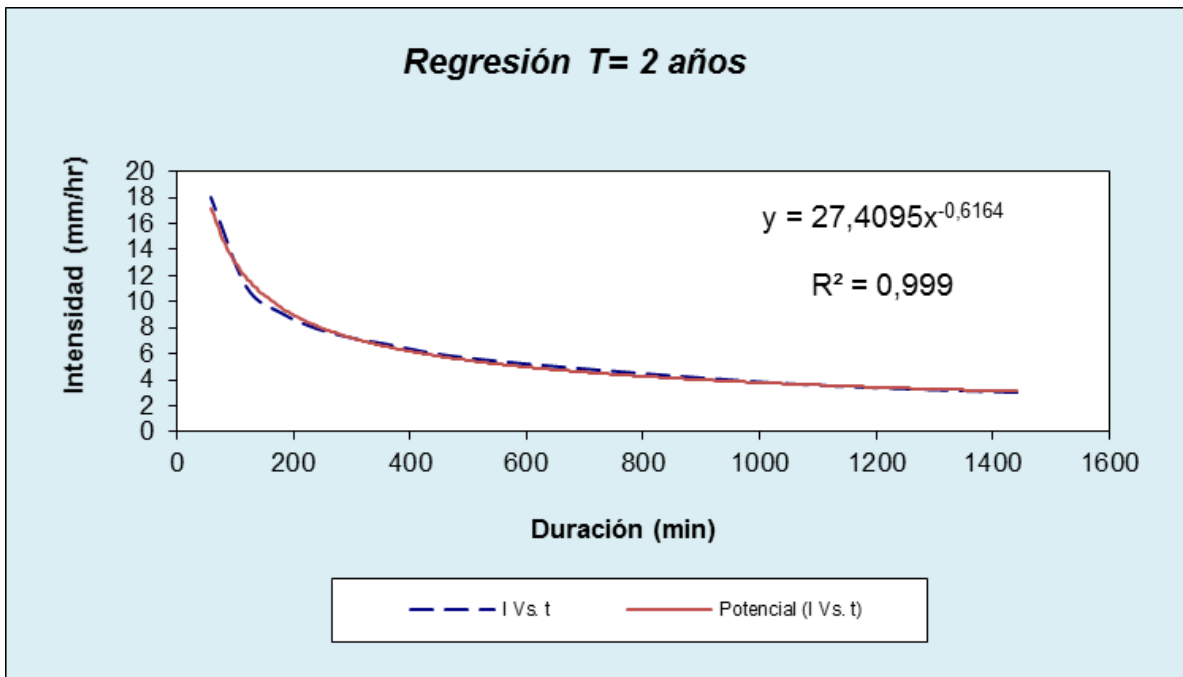


Figura 81. IDF –Periodo de retorno para 2 años – Log Pearson Tipo III.

Tabla 66. Regresión IDF –Periodo de retorno para 5 años – Log Pearson Tipo III.

Periodo de retorno para T = 5 años						
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	2.6267	7.2724	0.9657	7.0232	52.8878
2	1080	3.1521	6.9847	1.1481	8.0188	48.7863
3	720	4.1502	6.5793	1.4232	9.3633	43.2865
4	480	5.0433	6.1738	1.6181	9.9895	38.1156
5	360	5.8838	5.8861	1.7722	10.4314	34.6462
6	300	6.3041	5.7038	1.8412	10.5018	32.5331
7	240	6.9345	5.4806	1.9365	10.6133	30.0374
8	180	7.9852	5.1930	2.0776	10.7888	26.9668
9	120	9.7714	4.7875	2.2795	10.9129	22.9201
10	60	15.7603	4.0943	2.7575	11.2901	16.7637
10	4980	67.6115	58.1555	17.8195	98.9332	346.9435
Ln (d) = 4.9079		d = 135.3584		n = -0.5375		

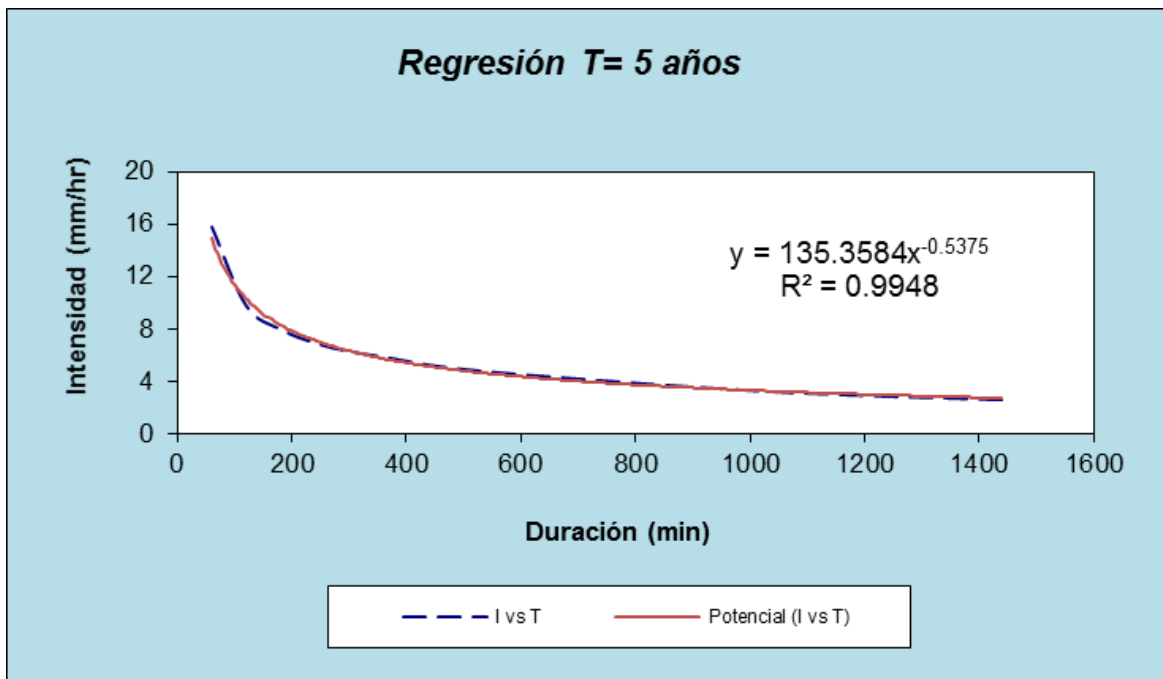


Figura 82. IDF –Periodo de retorno para 5 años – Log Pearson Tipo III.

Tabla 67. Regresión IDF –Periodo de retorno para 10 años – Log Pearson Tipo III.

Periodo de retorno para T = 10 años						
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	2.3282	7.2724	0.8451	6.1460	52.8878
2	1080	2.7939	6.9847	1.0274	7.1764	48.7863
3	720	3.6786	6.5793	1.3025	8.5697	43.2865
4	480	4.4702	6.1738	1.4974	9.2449	38.1156
5	360	5.2153	5.8861	1.6516	9.7214	34.6462
6	300	5.5878	5.7038	1.7206	9.8138	32.5331
7	240	6.1466	5.4806	1.8159	9.9523	30.0374
8	180	7.0779	5.1930	1.9570	10.1625	26.9668
9	120	8.6611	4.7875	2.1588	10.3354	22.9201
10	60	13.9695	4.0943	2.6369	10.7963	16.7637
10	4980	59.9291	58.1555	16.6133	91.9187	346.9435
Ln (d) = 4.7873		d = 119.9783		n = -0.5375		

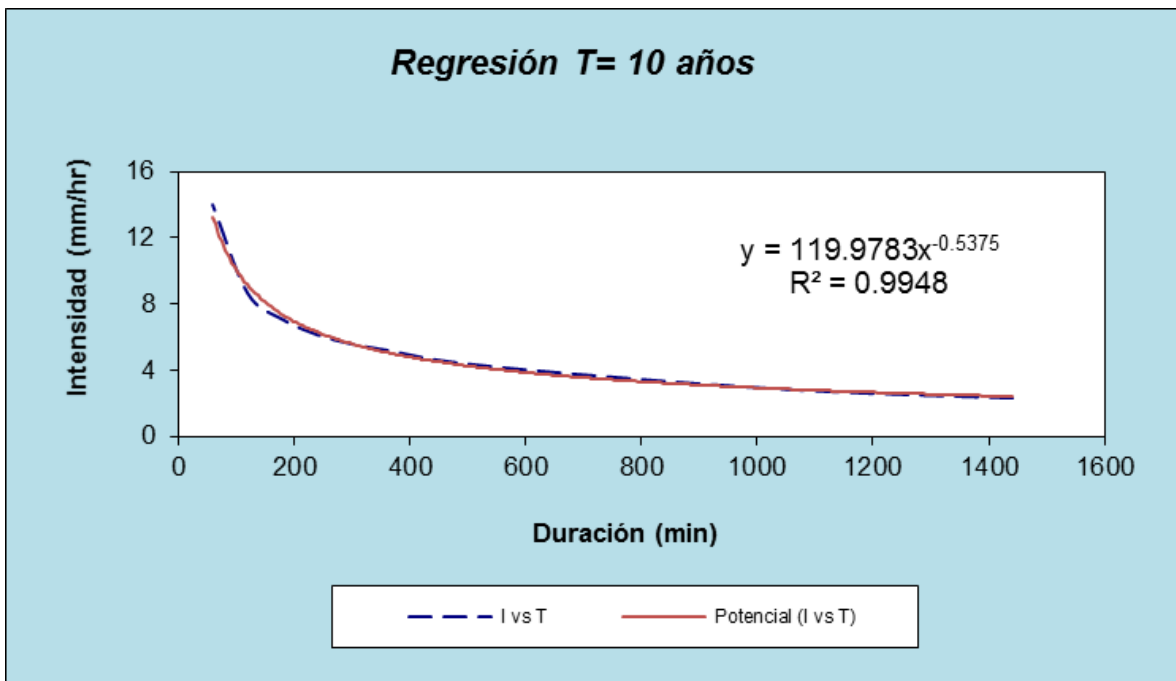


Figura 83. IDF –Periodo de retorno para 10 años – Log Pearson Tipo III.

Tabla 68. Regresión IDF –Periodo de retorno para 25 años - Log Pearson Tipo III.

Periodo de retorno para T = 25 años						
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	1.9110	7.2724	0.6476	4.7097	52.8878
2	1080	2.2932	6.9847	0.8299	5.7969	48.7863
3	720	3.0193	6.5793	1.1050	7.2703	43.2865
4	480	3.6691	6.1738	1.2999	8.0255	38.1156
5	360	4.2806	5.8861	1.4541	8.5589	34.6462
6	300	4.5863	5.7038	1.5231	8.6873	32.5331
7	240	5.0450	5.4806	1.6184	8.8698	30.0374
8	180	5.8094	5.1930	1.7595	9.1369	26.9668
9	120	7.1088	4.7875	1.9613	9.3899	22.9201
10	60	11.4658	4.0943	2.4394	9.9876	16.7637
10	4980	49.1885	58.1555	14.6383	80.4328	346.9435
Ln (d) = 4.5898		d = 98.4755		n = -0.5375		

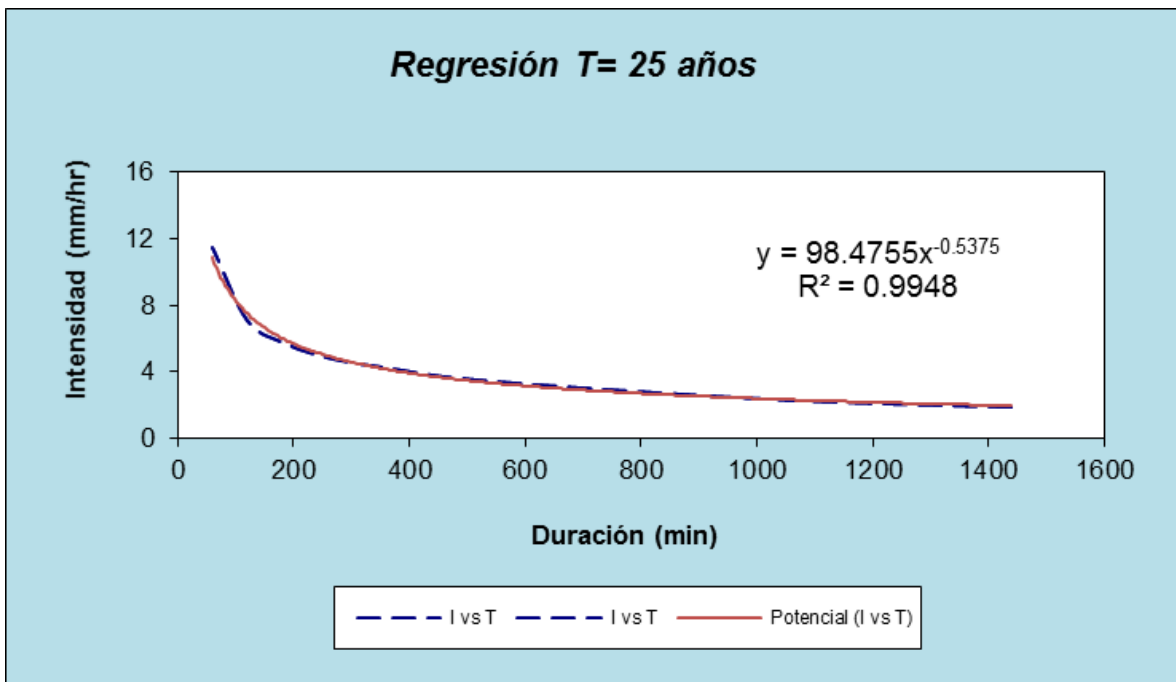


Figura 84. IDF –Periodo de retorno para 25 años – Log Pearson Tipo III.

Tabla 69. Regresión IDF –Periodo de retorno para 50 años – Log Pearson Tipo III.

Periodo de retorno para T = 50 años						
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	1.5650	7.2724	0.4479	3.2570	52.8878
2	1080	1.8779	6.9847	0.6302	4.4016	48.7863
3	720	2.4726	6.5793	0.9053	5.9561	43.2865
4	480	3.0047	6.1738	1.1002	6.7923	38.1156
5	360	3.5055	5.8861	1.2543	7.3831	34.6462
6	300	3.7559	5.7038	1.3233	7.5480	32.5331
7	240	4.1315	5.4806	1.4186	7.7750	30.0374
8	180	4.7575	5.1930	1.5597	8.0995	26.9668
9	120	5.8216	4.7875	1.7616	8.4335	22.9201
10	60	9.3897	4.0943	2.2396	9.1698	16.7637
10	4980	40.2819	58.1555	12.6407	68.8159	346.9435
Ln (d) =	4.3901		d =	80.6445	n =	-0.5375

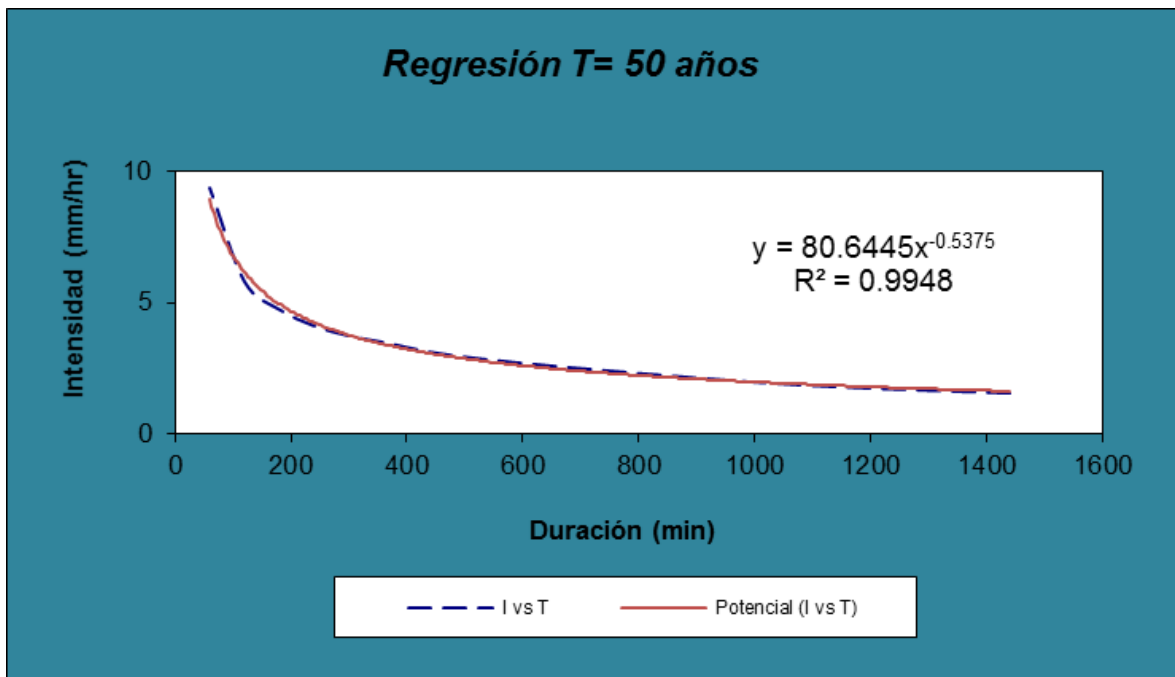


Figura 85. IDF –Periodo de retorno para 50 años – Log Pearson Tipo III.

Tabla 70. Regresión IDF –Periodo de retorno para 100 años – Log Pearson Tipo III.

Periodo de retorno para T = 100 años						
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	1.0250	7.2724	0.0247	0.1795	52.8878
2	1080	1.2300	6.9847	0.2070	1.4459	48.7863
3	720	1.6195	6.5793	0.4821	3.1719	43.2865
4	480	1.9680	6.1738	0.6770	4.1797	38.1156
5	360	2.2960	5.8861	0.8312	4.8923	34.6462
6	300	2.4600	5.7038	0.9002	5.1343	32.5331
7	240	2.7060	5.4806	0.9955	5.4558	30.0374
8	180	3.1160	5.1930	1.1365	5.9020	26.9668
9	120	3.8130	4.7875	1.3384	6.4076	22.9201
10	60	6.1500	4.0943	1.8164	7.4372	16.7637
10	4980	26.3833	58.1555	8.4090	44.2062	346.9435
Ln (d) =	3.9669		d =	52.8195	n =	-0.5375

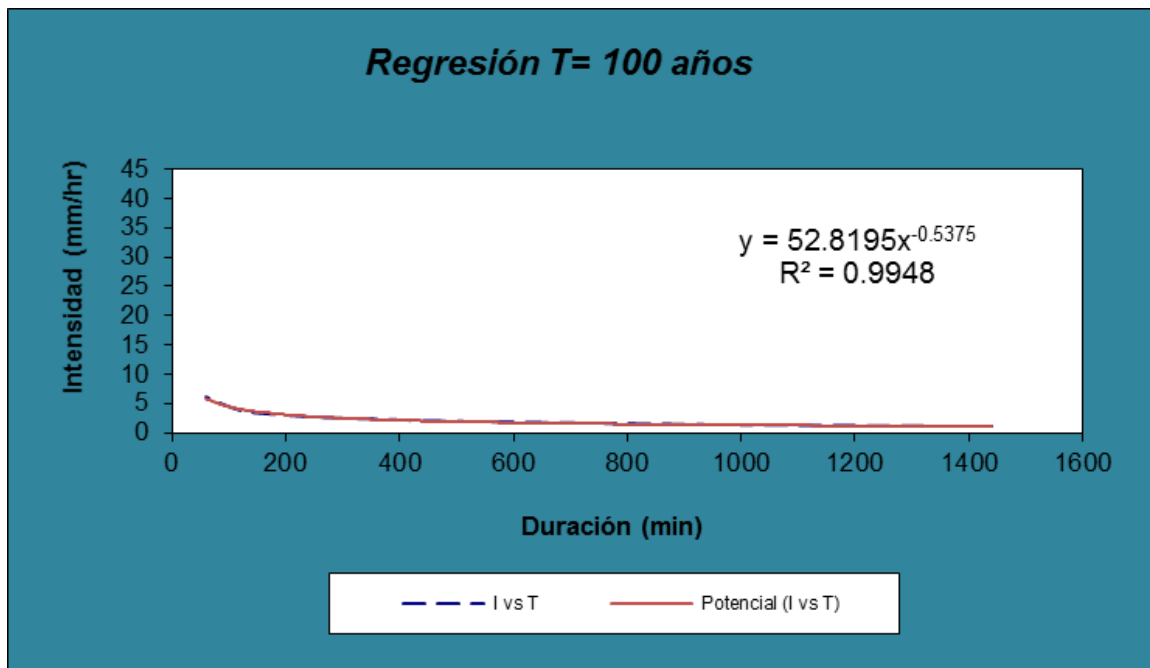


Figura 86. IDF –Periodo de retorno para 500 años – Log Pearson Tipo III.

Tabla 71. Resumen de las Regresiones Potenciales- Log Pearson Tipo III.

Resumen de aplicación de regresión potencial		
Periodo de Retorno (años)	Término ctte. de regresión (d)	Coef. de regresión [n]
2	155.00799501697	-0.53752143702
5	135.35844681403	-0.53752143702
10	119.97829261558	-0.53752143702
25	98.47547020774	-0.53752143702
50	80.64447171844	-0.53752143702
100	52.81951918901	-0.53752143702
Promedio =	107.04736592696	-0.53752143702

- 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: según la Ecuación 40.

Tabla 72. Regresión Potencial con parámetros de ajuste- Log Pearson Tipo III.

Regresión potencial								
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2		
1	2	155.0080	0.6931	5.0435	3.4959	0.4805		
2	5	135.3584	1.6094	4.9079	7.8990	2.5903		
3	10	119.9783	2.3026	4.7873	11.0232	5.3019		
4	25	98.4755	3.2189	4.5898	14.7740	10.3612		
5	50	80.6445	3.9120	4.3901	17.1740	15.3039		
6	100	52.8195	4.6052	3.9669	18.2682	21.2076		
6	192	642.2842	16.3412	27.6855	72.6342	55.2453		
Ln (K) =		5.3163	K =		203.6237	m =		-0.2578

Termino constante de regresión (K) = 203.6237
 Coef. de regresión (m) = -0.25776

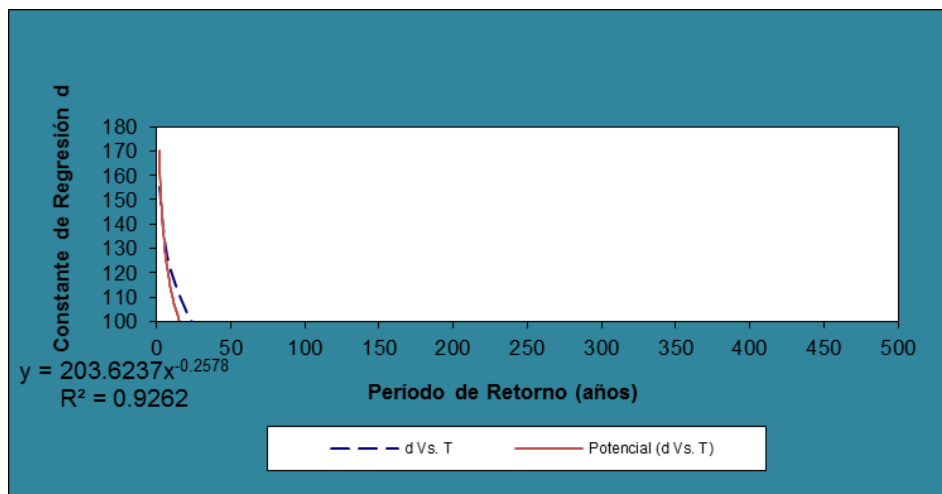


Figura 87. IDF Regresión Potencial con parámetros de ajuste- Log Pearson Tipo III.

► La ecuación de intensidad válida para la cuenca resulta:

$$I = \frac{203.6237 * T^{-0.257764}}{t^{0.53752}}$$

Ecuación 45. Ecuación de la Intensidad por el Método Log Pearson Tipo III.

Donde:

I = intensidad de precipitación (mm/hr)

T = Periodo de Retorno (años)

t = Tiempo de duración de precipitación (min)

Tabla 73. Intensidades para Diferentes tiempos de duración – Log Pearson Tipo III.

Tabla de intensidades - Tiempo de duración												
Frecuencia	Duración en minutos											
años	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
2	71.70	49.40	39.72	34.03	30.19	27.37	25.19	23.45	22.01	20.80	19.76	18.86
5	56.62	39.01	31.37	26.87	23.84	21.61	19.89	18.51	17.38	16.42	15.60	14.89
10	47.35	32.62	26.24	22.48	19.94	18.08	16.64	15.49	14.54	13.74	13.05	12.45
25	37.39	25.76	20.72	17.75	15.74	14.27	13.14	12.23	11.48	10.85	10.30	9.83
50	31.27	21.55	17.33	14.84	13.17	11.94	10.99	10.23	9.60	9.07	8.62	8.22
100	26.16	18.02	14.49	12.42	11.01	9.98	9.19	8.55	8.03	7.59	7.21	6.88
500	17.28	11.90	9.57	8.20	7.27	6.59	6.07	5.65	5.30	5.01	4.76	4.54

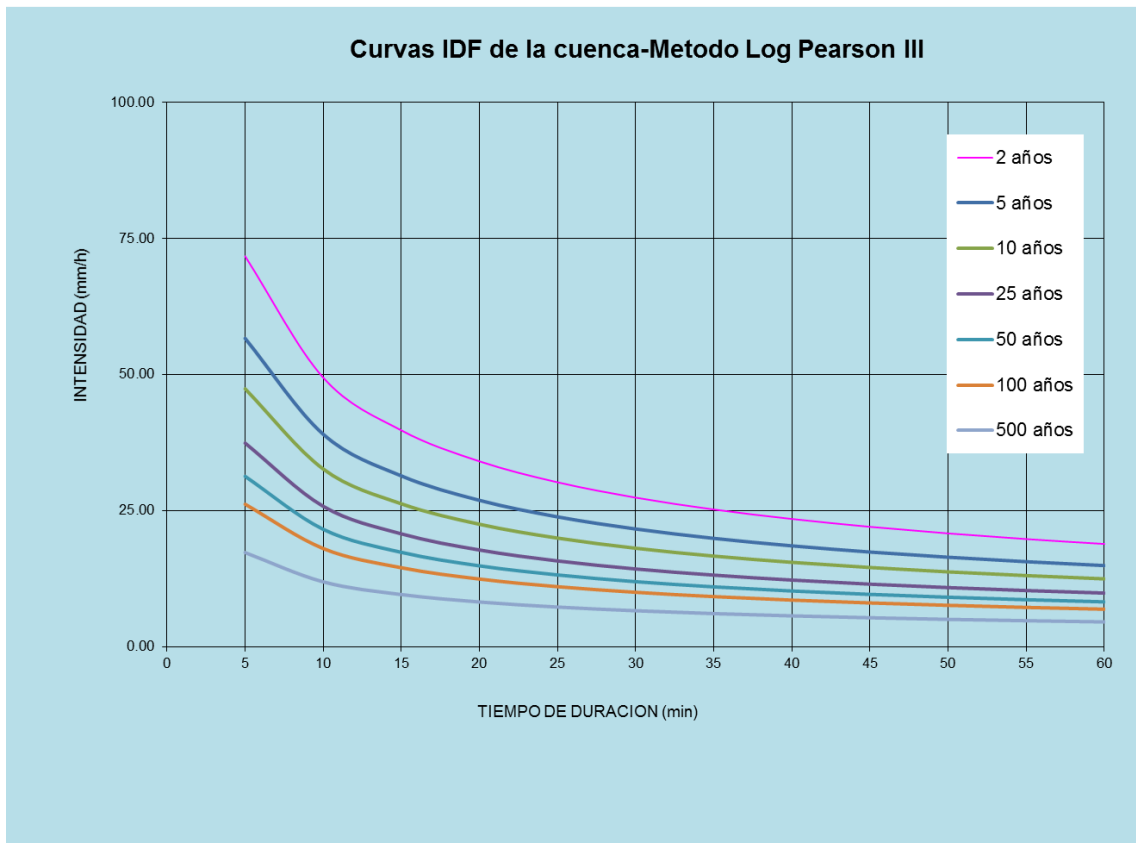


Figura 88. Curvas IDF de la cuenca – Log Pearson Tipo III.

- La ecuación de la Intensidad por Log Pearson Tipo III:

$$I = 98.4755 * x^{-0.537521}$$

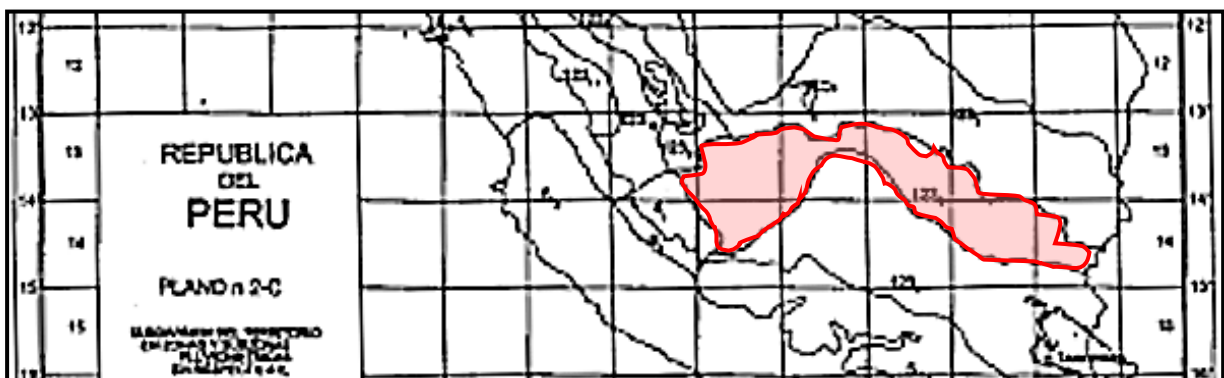
Ecuación 46. Ecuación de Intensidad para un periodo de retorno de 25 años- M. Log Pearson Tipo III.

3.6.3.3.3. Método IILA

En el año de 1982 se publicó el “Estudio de la Hidrología en el Perú”, que nació de la Cooperación Técnica entre el Instituto Italo-Latinoamericano (IILA), el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) y la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI), el cual entre sus múltiples alcances, permite determinar los máximos anuales de altura e intensidades de lluvia en todo el Perú, para lo cual subdividió al país en 7 zonas y 38 sub zonas pluviométricas teniendo como fundamento de la investigación la climatología en el país, las alturas de lluvia anual, así como las alturas de lluvia máxima diaria, en periodos de observaciones más o menos largos otorgadas por las 1377 estaciones meteorológicas que en ese entonces se tenía instaladas en todo el país.

En la aplicación de esta metodología se usó de las constantes definidas en el “Estudio de la Hidrología del Perú” realizado por el convenio IILA-SENAMHI-UNI (Norma OS.060, Decreto Supremo N 011-2006-Vivienda).

- Se establece la fórmula para el método IILA; según la Ecuación 22 y la Ecuación 23.
Siendo la Zona 123s a la que pertenece la ciudad del Cusco según la Figura 12 - Plano (n-2-C) de Zonificación Método Iila – Senamhi 1983.



Plano (n-2-C) de Zonificación Método Iila – Senamhi 1983.
Fuente: (Norma OS.060, Decreto Supremo N 011-2006-Vivienda).

- Se determina los valores de los parámetros correspondientes a la Zona 123s se tomó de referencia la Tabla 8 y Tabla 9, obteniendo la siguiente tabla:

Tabla 74. Parámetros de la zona de estudio –IIIA.

Parametro:	Valor:
Zona :	123s
Subzona :	123 5
K'g :	0.553
ϵ_g :	24.0
Y :	3460.18
n :	0.353
a :	9.2
t (hr) :	24
t (min) :	1440
T :	25
tg :	15.2
b :	0.4
$i_{(t,T)} = 2.0870$	
$P_{24} = 50.0871$	

- Se determinó las precipitaciones máximas en 24hr para los periodos de tiempo.

Tabla 75. Intensidad y Precipitación para distintos periodos de retorno – IIIA.

Periodo de Retorno (Años)	Intensidad 24hr (mm/hr)	Precipitación 24hr (mm)	Corrección Precip. 24hr (mm)
2.00	1.3730	32.9515	37.2352
5.00	1.6320	39.1680	44.2599
10.00	1.8279	43.8706	49.5738
25.00	2.0870	50.0871	56.5984
50.00	2.2829	54.7897	61.9124
100.00	2.4788	59.4923	67.2263
500.00	2.9338	70.4114	79.5649

Tabla 76. Precipitaciones Diarias Máximas para Distintas Frecuencias – IILA.

Probabilidad (%)	Tr (Años)	i (mm/hr)	P (mm/hr)	Corrección P. (mm)
0.01	10000.00	-2.9944	90.7356	102.5313
0.10	1000.00	12.6273	75.1140	84.8788
0.50	200.00	23.5464	64.1949	72.5402
1.00	100.00	28.2490	59.4923	67.2263
2.00	50.00	32.9515	54.7897	61.9124
3.00	33.33	35.7024	52.0389	58.8039
5.00	20.00	39.1680	48.5732	54.8877
10.00	10.00	43.8706	43.8706	49.5738
20.00	5.00	48.5732	39.1680	44.2599
25.00	4.00	50.0871	37.6541	42.5492
30.00	3.33	51.3241	36.4172	41.1514
40.00	2.50	53.2758	34.4654	38.9460
50.00	2.00	54.7897	32.9515	37.2352
60.00	1.67	56.0267	31.7146	35.8375
70.00	1.43	57.0725	30.6688	34.6557
75.00	1.33	57.5405	30.2007	34.1268
80.00	1.25	57.9784	29.7629	33.6320
90.00	1.11	58.7775	28.9638	32.7291
95.00	1.05	59.1443	28.5970	32.3146
97.00	1.03	59.2857	28.4556	32.1548
99.00	1.01	59.4241	28.3171	31.9984
99.90	1.00	59.4855	28.2557	31.9290

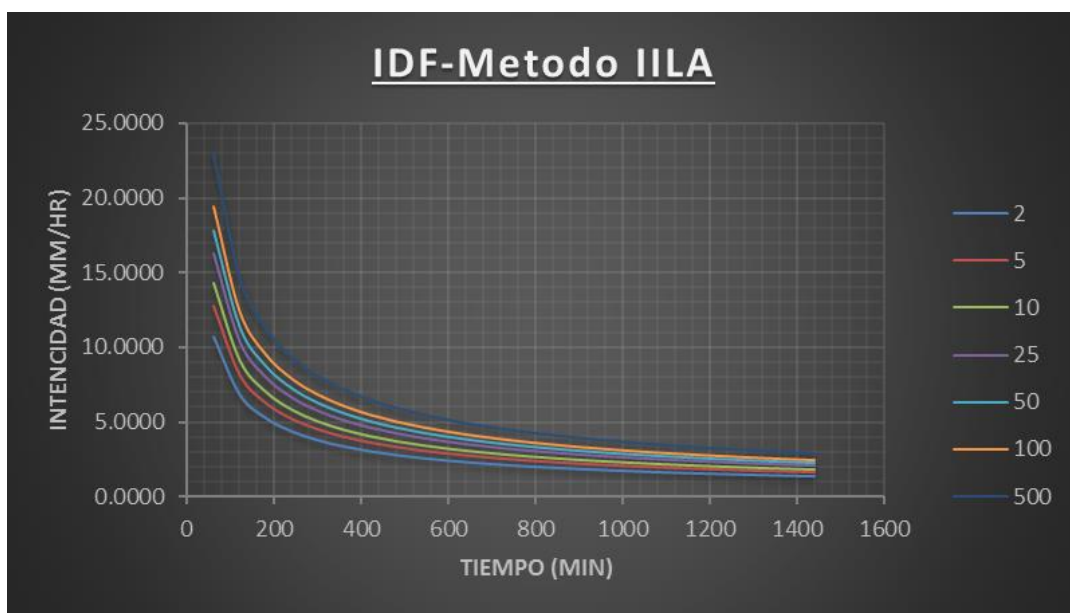


Figura 89. IDF para diferentes periodos de retorno –IILA.

Tabla 77. Intensidades para Diferentes periodos de retorno –IIIA.

n	t/T (min)	Tr (Años)						
		2	5	10	25	50	100	500
1	60	10.7315	12.7561	14.2876	16.3122	17.8437	19.3752	22.9313
2	120	6.8532	8.1461	9.1242	10.4171	11.3951	12.3731	14.6441
3	180	5.2719	6.2664	7.0188	8.0133	8.7657	9.5181	11.2650
4	240	4.3765	5.2022	5.8268	6.6524	7.2770	7.9016	9.3518
5	300	3.7882	4.5028	5.0434	5.7581	6.2987	6.8393	8.0946
6	360	3.3666	4.0018	4.4822	5.1174	5.5978	6.0783	7.1939
7	420	3.0471	3.6219	4.0568	4.6316	5.0665	5.5013	6.5110
8	480	2.7949	3.3221	3.7210	4.2483	4.6471	5.0460	5.9721
9	540	2.5898	3.0784	3.4480	3.9366	4.3062	4.6758	5.5339
10	600	2.4191	2.8755	3.2208	3.6772	4.0224	4.3676	5.1693
11	660	2.2745	2.7036	3.0282	3.4572	3.7818	4.1064	4.8601
12	720	2.1500	2.5556	2.8624	3.2680	3.5748	3.8816	4.5941
13	780	2.0415	2.4266	2.7179	3.1031	3.3944	3.6857	4.3622
14	840	1.9459	2.3130	2.5907	2.9578	3.2355	3.5132	4.1580
15	900	1.8609	2.2120	2.4776	2.8287	3.0942	3.3598	3.9765
16	960	1.7848	2.1215	2.3763	2.7130	2.9677	3.2224	3.8138
17	1020	1.7162	2.0399	2.2849	2.6086	2.8535	3.0985	3.6671
18	1080	1.6539	1.9659	2.2019	2.5139	2.7499	2.9860	3.5340
19	1140	1.5970	1.8983	2.1262	2.4275	2.6554	2.8833	3.4125
20	1200	1.5449	1.8363	2.0568	2.3483	2.5687	2.7892	3.3011
21	1260	1.4969	1.7793	1.9929	2.2753	2.4889	2.7025	3.1985
22	1320	1.4525	1.7265	1.9338	2.2078	2.4151	2.6224	3.1037
23	1380	1.4113	1.6776	1.8790	2.1452	2.3466	2.5481	3.0157
24	1440	1.3730	1.6320	1.8279	2.0870	2.2829	2.4788	2.9338

- Cálculo de las precipitaciones Máximas para diferentes Tiempos de Duración de Lluvias:

Tabla 78. Precipitaciones Máximas para diferentes Tiempos de Duración de Lluvias– IIIA.

Tiempo de Duración	Cociente	Precipitación máxima Pd (mm) por tiempos de duración						
		2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años	500 años
24 hr	X24	37.2352	44.2599	49.5738	56.5984	61.9124	67.2263	79.5649
18 hr	X18 = 90%	33.5117	39.8339	44.6164	50.9386	55.7211	60.5037	71.6084
12 hr	X12 = 79%	29.4158	34.9653	39.1633	44.7128	48.9108	53.1088	62.8562
8 hr	X8 = 64%	23.8306	28.3263	31.7272	36.2230	39.6239	43.0248	50.9215
6 hr	X6 = 56%	20.8517	24.7855	27.7613	31.6951	34.6709	37.6467	44.5563
5 hr	X5 = 50%	18.6176	22.1299	24.7869	28.2992	30.9562	33.6131	39.7824
4 hr	X4 = 44%	16.3835	19.4743	21.8125	24.9033	27.2414	29.5796	35.0085
3 hr	X3 = 38%	14.1494	16.8188	18.8380	21.5074	23.5267	25.5460	30.2346
2 hr	X2 = 31%	11.5429	13.7206	15.3679	17.5455	19.1928	20.8402	24.6651
1 hr	X1 = 25%	9.3088	11.0650	12.3935	14.1496	15.4781	16.8066	19.8912

- Cálculo de las Intensidades de lluvia a partir de Pd, según Duración de precipitación y Frecuencia de la misma; según la Ecuación 38.

Tabla 79. Intensidad de lluvia según el Periodo de Retorno – IILA.

Tiempo de duración		Intensidad de la lluvia (mm/hr) según el Periodo de Retorno						
Hr	min	2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años	500 años
24 hr	1440	1.5515	1.8442	2.0656	2.3583	2.5797	2.8011	3.3152
18 hr	1080	1.8618	2.2130	2.4787	2.8299	3.0956	3.3613	3.9782
12 hr	720	2.4513	2.9138	3.2636	3.7261	4.0759	4.4257	5.2380
8 hr	480	2.9788	3.5408	3.9659	4.5279	4.9530	5.3781	6.3652
6 hr	360	3.4753	4.1309	4.6269	5.2825	5.7785	6.2745	7.4261
5 hr	300	3.7235	4.4260	4.9574	5.6598	6.1912	6.7226	7.9565
4 hr	240	4.0959	4.8686	5.4531	6.2258	6.8104	7.3949	8.7521
3 hr	180	4.7165	5.6063	6.2793	7.1691	7.8422	8.5153	10.0782
2 hr	120	5.7715	6.8603	7.6839	8.7728	9.5964	10.4201	12.3326
1 hr	60	9.3088	11.0650	12.3935	14.1496	15.4781	16.8066	19.8912

- Cálculo de las Intensidades para distintos periodos de retorno: Representación matemática de las curvas Intensidad - Duración - Período de retorno: según la Ecuación 39. Realizando un cambio de variable: según la Ecuación 40. Con lo que de la anterior expresión se obtiene: según la Ecuación 41.

Tabla 80. Regresión IDF –Periodo de retorno para 2 años– IILA.

Periodo de retorno para T = 2 años						
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	1.5515	7.2724	0.4392	3.1941	52.8878
2	1080	1.8618	6.9847	0.6215	4.3412	48.7863
3	720	2.4513	6.5793	0.8966	5.8991	43.2865
4	480	2.9788	6.1738	1.0915	6.7389	38.1156
5	360	3.4753	5.8861	1.2457	7.3322	34.6462
6	300	3.7235	5.7038	1.3147	7.4986	32.5331
7	240	4.0959	5.4806	1.4100	7.7276	30.0374
8	180	4.7165	5.1930	1.5511	8.0546	26.9668
9	120	5.7715	4.7875	1.7529	8.3921	22.9201
10	60	9.3088	4.0943	2.2310	9.1343	16.7637
10	4980	39.9348	58.1555	12.5542	68.3126	346.9435
Ln (d) =	4.3814		d =	79.9496	n =	-0.5375

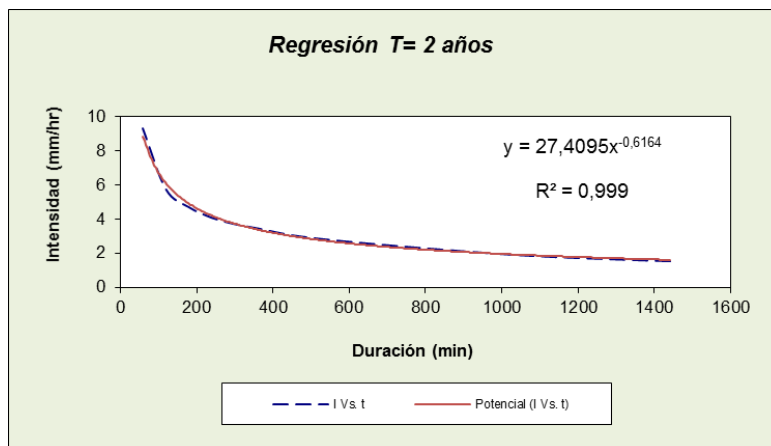


Figura 90. IDF –Periodo de retorno para 2 años – IILA.

Tabla 81. Regresión IDF –Periodo de retorno para 5 años– IILA.

Periodo de retorno para T = 5 años						
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	1.8442	7.2724	0.6120	4.4509	52.8878
2	1080	2.2130	6.9847	0.7943	5.5483	48.7863
3	720	2.9138	6.5793	1.0694	7.0362	43.2865
4	480	3.5408	6.1738	1.2643	7.8058	38.1156
5	360	4.1309	5.8861	1.4185	8.3494	34.6462
6	300	4.4260	5.7038	1.4875	8.4843	32.5331
7	240	4.8686	5.4806	1.5828	8.6748	30.0374
8	180	5.6063	5.1930	1.7239	8.9520	26.9668
9	120	6.8603	4.7875	1.9257	9.2195	22.9201
10	60	11.0650	4.0943	2.4038	9.8419	16.7637
10	4980	47.4687	58.1555	14.2824	78.3632	346.9435
Ln (d) =	4.5542		d =	95.0326	n =	-0.5375

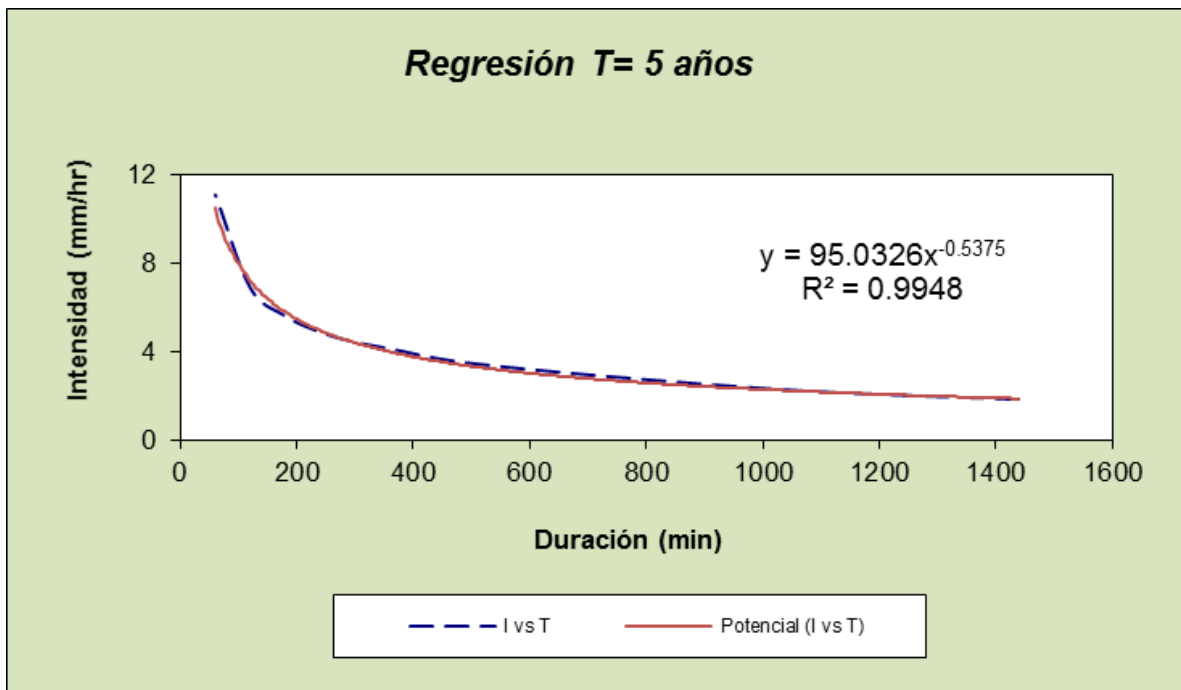


Figura 91. IDF –Periodo de retorno para 5 años – IILA.

Tabla 82. Regresión IDF –Periodo de retorno para 10 años– IIIA.

Periodo de retorno para T = 10 años						
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	2.0656	7.2724	0.7254	5.2755	52.8878
2	1080	2.4787	6.9847	0.9077	6.3402	48.7863
3	720	3.2636	6.5793	1.1828	7.7822	43.2865
4	480	3.9659	6.1738	1.3777	8.5058	38.1156
5	360	4.6269	5.8861	1.5319	9.0168	34.6462
6	300	4.9574	5.7038	1.6009	9.1311	32.5331
7	240	5.4531	5.4806	1.6962	9.2962	30.0374
8	180	6.2793	5.1930	1.8373	9.5408	26.9668
9	120	7.6839	4.7875	2.0391	9.7623	22.9201
10	60	12.3935	4.0943	2.5172	10.3062	16.7637
10	4980	53.1679	58.1555	15.4162	84.9571	346.9435
Ln (d) = 4.6676		d = 106.4424		n = -0.5375		

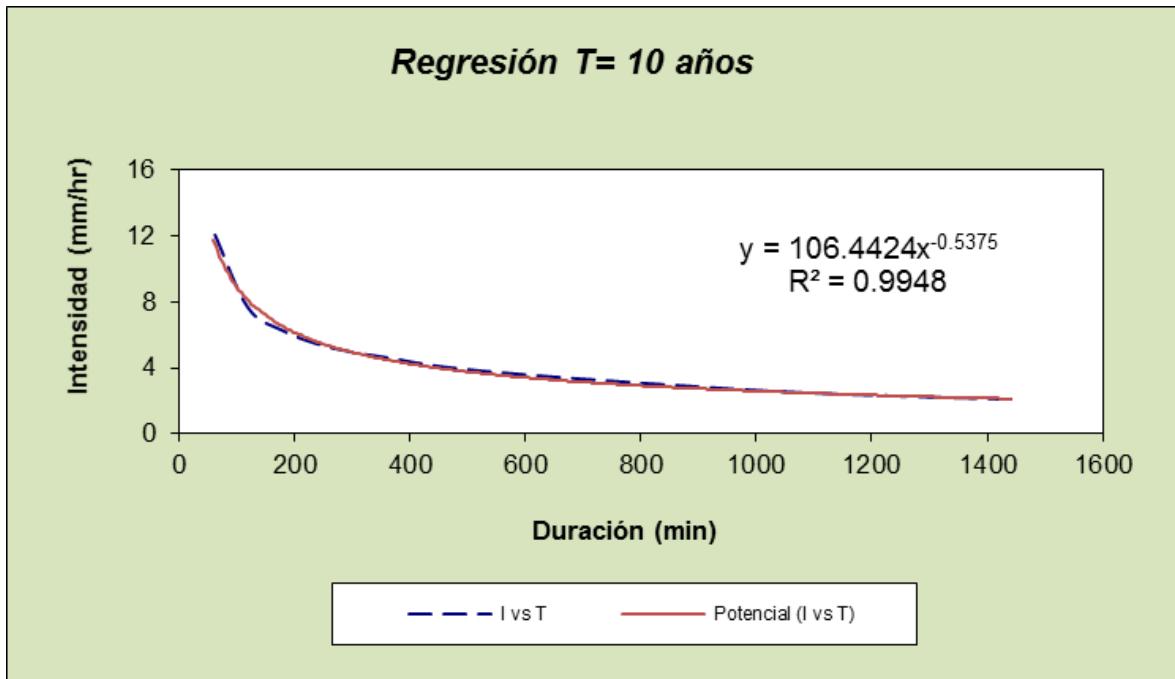


Figura 92. IDF –Periodo de retorno para 10 años – IIIA.

Tabla 83. Regresión IDF –Periodo de retorno para 25 años– IIIA.

Periodo de retorno para T = 25 años						
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	2.3583	7.2724	0.8579	6.2392	52.8878
2	1080	2.8299	6.9847	1.0402	7.2658	48.7863
3	720	3.7261	6.5793	1.3154	8.6540	43.2865
4	480	4.5279	6.1738	1.5103	9.3240	38.1156
5	360	5.2825	5.8861	1.6644	9.7969	34.6462
6	300	5.6598	5.7038	1.7334	9.8869	32.5331
7	240	6.2258	5.4806	1.8287	10.0225	30.0374
8	180	7.1691	5.1930	1.9698	10.2290	26.9668
9	120	8.7728	4.7875	2.1717	10.3968	22.9201
10	60	14.1496	4.0943	2.6497	10.8487	16.7637
10	4980	60.7018	58.1555	16.7414	92.6638	346.9435
Ln (d) = 4.8001		d = 121.5253		n = -0.5375		

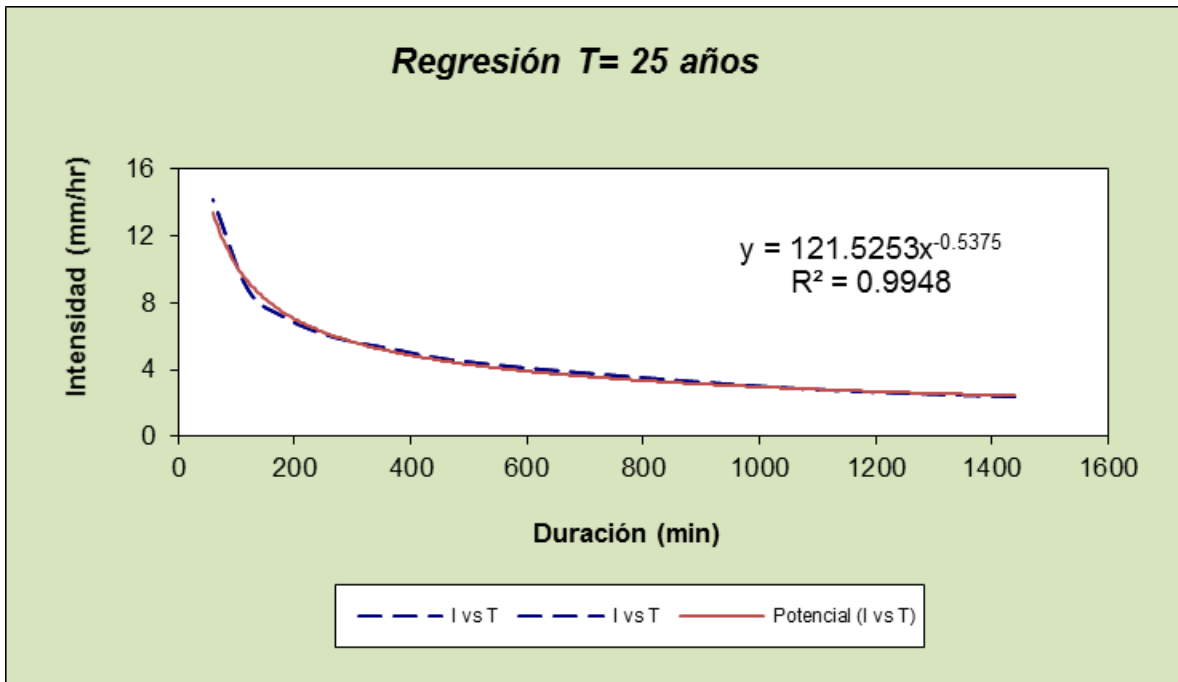


Figura 93. IDF –Periodo de retorno para 25 años – IIIA.

Tabla 84. Regresión IDF –Periodo de retorno para 50 años– IIIA.

Periodo de retorno para T = 50 años						
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	2.5797	7.2724	0.9477	6.8918	52.8878
2	1080	3.0956	6.9847	1.1300	7.8926	48.7863
3	720	4.0759	6.5793	1.4051	9.2444	43.2865
4	480	4.9530	6.1738	1.6000	9.8780	38.1156
5	360	5.7785	5.8861	1.7541	10.3251	34.6462
6	300	6.1912	5.7038	1.8231	10.3988	32.5331
7	240	6.8104	5.4806	1.9184	10.5143	30.0374
8	180	7.8422	5.1930	2.0595	10.6950	26.9668
9	120	9.5964	4.7875	2.2614	10.8264	22.9201
10	60	15.4781	4.0943	2.7394	11.2162	16.7637
10	4980	66.4010	58.1555	17.6388	97.8826	346.9435
Ln (d) =	4.8899		d =	132.9351	n =	-0.5375

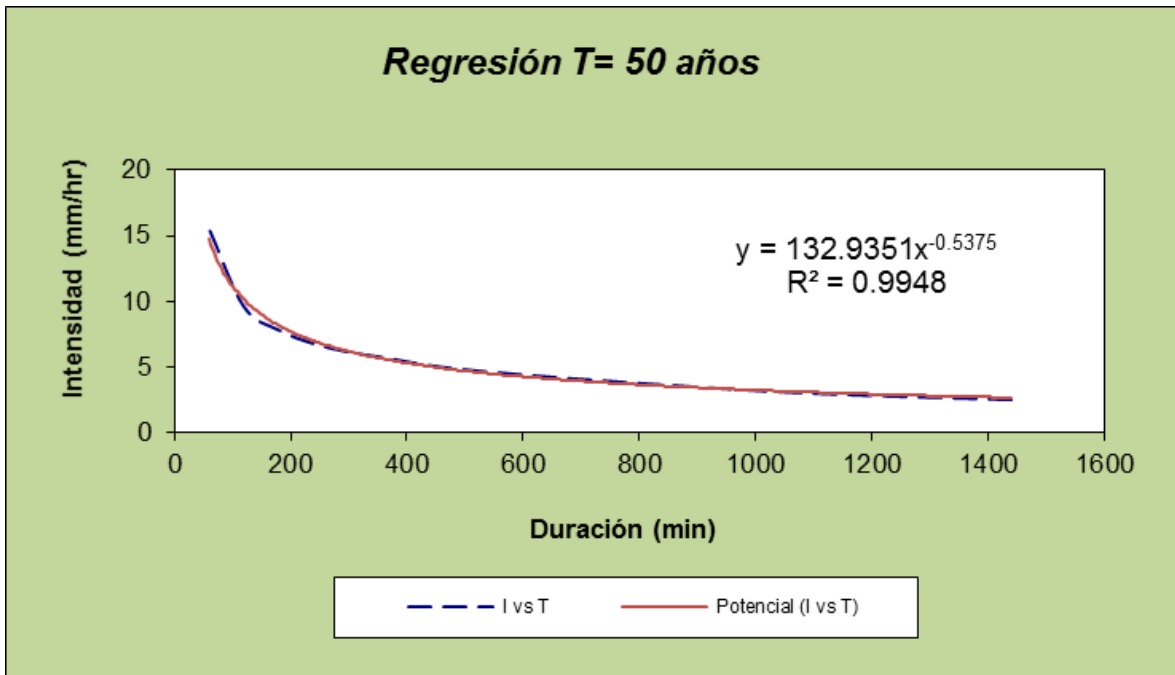


Figura 94. IDF –Periodo de retorno para 50 años – IIIA.

Tabla 85. Regresión IDF –Periodo de retorno para 100 años– IILA.

Periodo de retorno para T = 100 años						
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	2.8011	7.2724	1.0300	7.4906	52.8878
2	1080	3.3613	6.9847	1.2123	8.4678	48.7863
3	720	4.4257	6.5793	1.4874	9.7862	43.2865
4	480	5.3781	6.1738	1.6823	10.3864	38.1156
5	360	6.2745	5.8861	1.8365	10.8098	34.6462
6	300	6.7226	5.7038	1.9055	10.8684	32.5331
7	240	7.3949	5.4806	2.0008	10.9656	30.0374
8	180	8.5153	5.1930	2.1419	11.1226	26.9668
9	120	10.4201	4.7875	2.3437	11.2206	22.9201
10	60	16.8066	4.0943	2.8218	11.5533	16.7637
10	4980	72.1002	58.1555	18.4622	102.6714	346.9435
Ln (d) =	4.9722	d =	144.3449	n =	-0.5375	

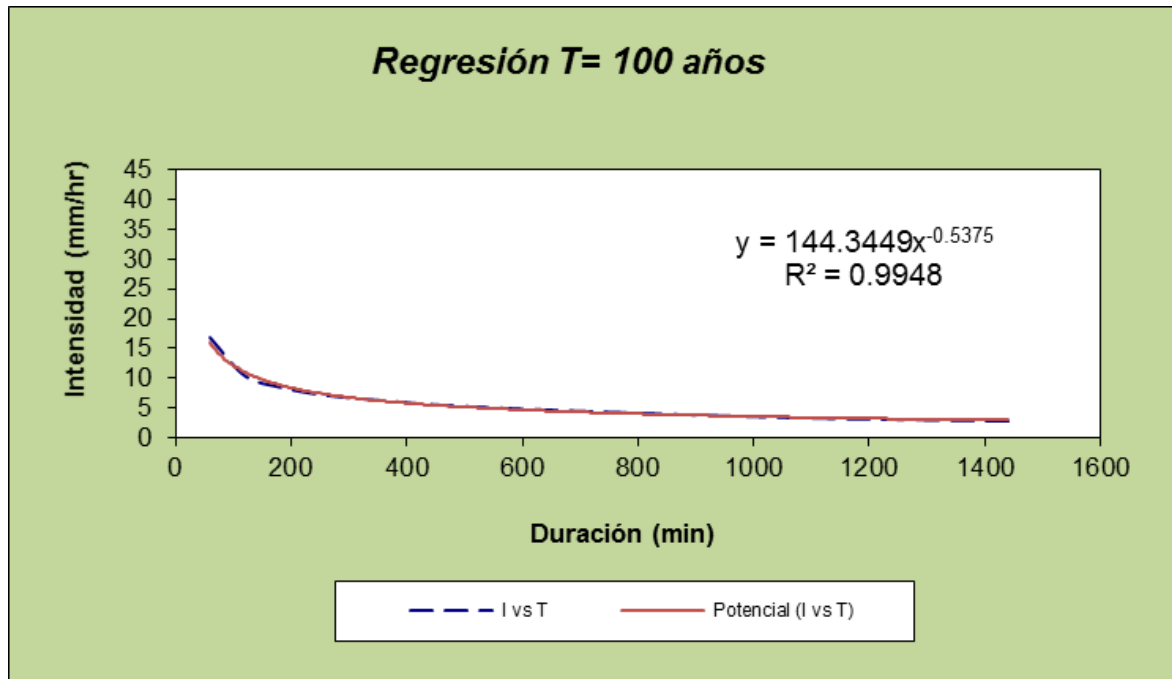


Figura 95. IDF –Periodo de retorno para 100 años – IILA.

Tabla 86. Regresión IDF –Periodo de retorno para 500 años– IILA.

Periodo de retorno para T = 500 años						
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	3.3152	7.2724	1.1985	8.7161	52.8878
2	1080	3.9782	6.9847	1.3808	9.6448	48.7863
3	720	5.2380	6.5793	1.6559	10.8949	43.2865
4	480	6.3652	6.1738	1.8508	11.4267	38.1156
5	360	7.4261	5.8861	2.0050	11.8016	34.6462
6	300	7.9565	5.7038	2.0740	11.8296	32.5331
7	240	8.7521	5.4806	2.1693	11.8891	30.0374
8	180	10.0782	5.1930	2.3104	11.9977	26.9668
9	120	12.3326	4.7875	2.5122	12.0273	22.9201
10	60	19.8912	4.0943	2.9903	12.2432	16.7637
10	4980	85.3333	58.1555	20.1473	112.4710	346.9435
Ln (d) =	5.1407		d =	170.8376	n =	-0.5375

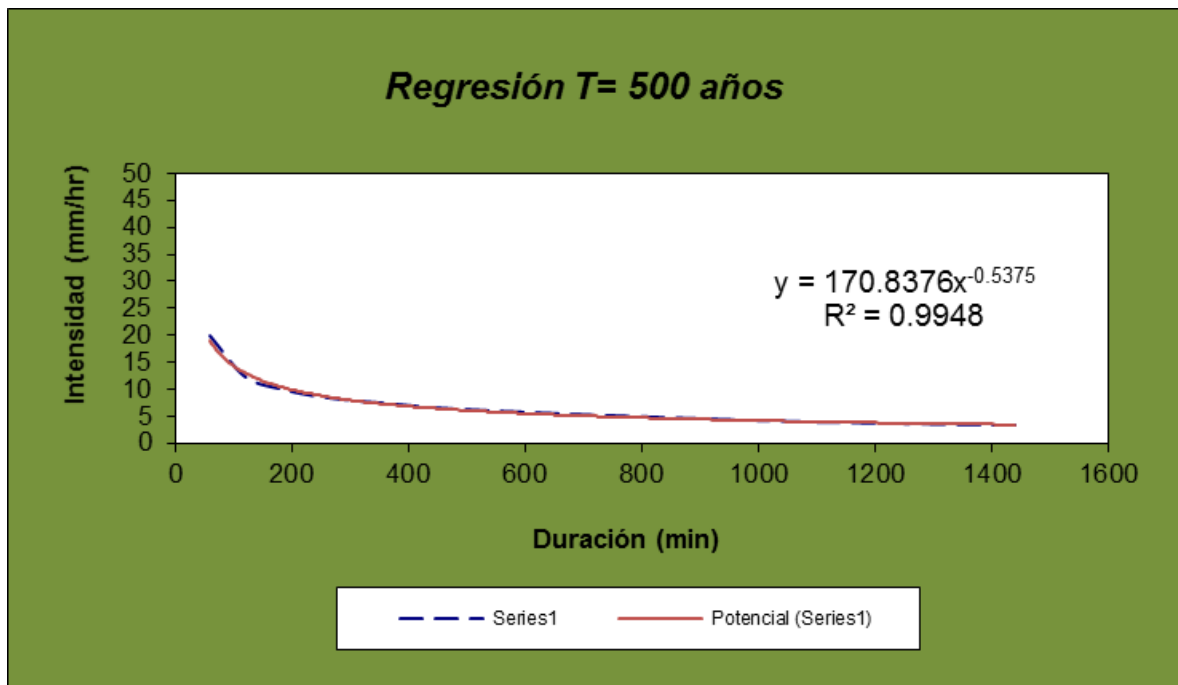


Figura 96. IDF –Periodo de retorno para 500 años – IILA.

Tabla 87. Resumen de las Regresiones Potenciales– IILA.

Resumen de aplicación de regresión potencial		
Periodo de Retorno (años)	Término ctte. de regresión (d)	Coef. de regresión [n]
2	79.94963060928	-0.53752143702
5	95.03256276711	-0.53752143702
10	106.44236048317	-0.53752143702
25	121.52529264101	-0.53752143702
50	132.93509035706	-0.53752143702
100	144.34488807312	-0.53752143702
500	170.83761794701	-0.53752143702
Promedio =	121.58106326825	-0.53752143702

- 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: según la Ecuación 40.

Tabla 88. Regresión Potencial con parámetros de ajuste – IILA.

Regresión potencial						
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	2	79.9496	0.6931	4.3814	3.0370	0.4805
2	5	95.0326	1.6094	4.5542	7.3297	2.5903
3	10	106.4424	2.3026	4.6676	10.7476	5.3019
4	25	121.5253	3.2189	4.8001	15.4510	10.3612
5	50	132.9351	3.9120	4.8899	19.1292	15.3039
6	100	144.3449	4.6052	4.9722	22.8979	21.2076
7	500	170.8376	6.2146	5.1407	31.9475	38.6214
7	692	851.0674	22.5558	33.4061	110.5399	93.8667
Ln (K) = 4.3318		K = 76.0777		m = 0.1367		

Termino constante de regresión (K) =	76.0777
Coef. de regresión (m) =	0.136720

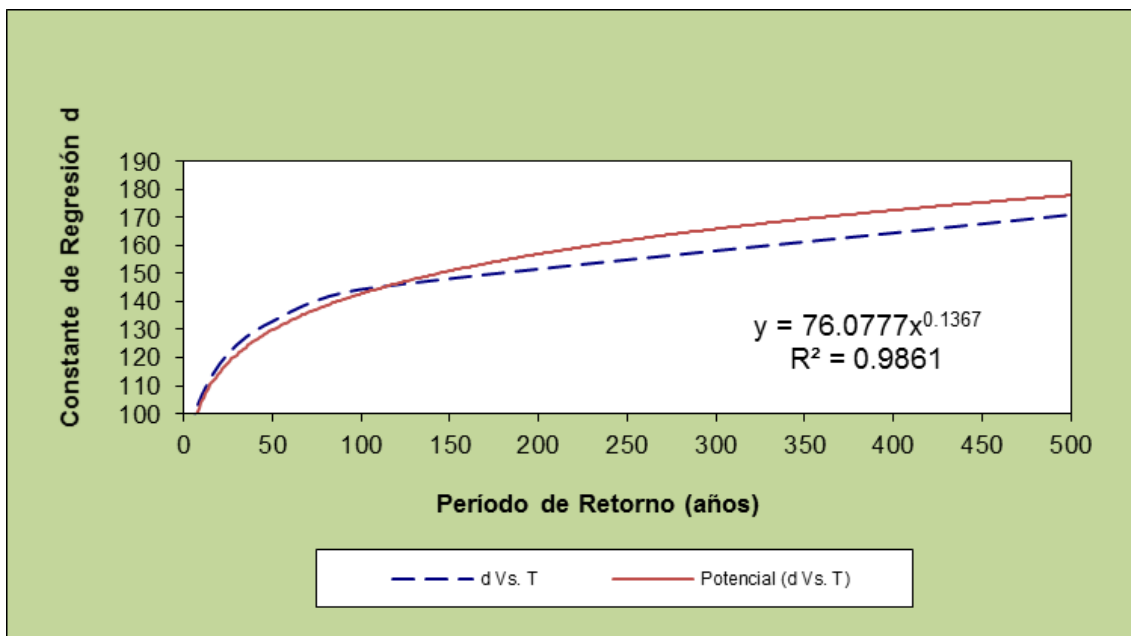


Figura 97. IDF Regresión Potencial con parámetros de ajuste – IILA.

► La ecuación de intensidad válida para la cuenca resulta:

$$I = \frac{76.0777 * T^{0.136720}}{0.53752 t}$$

Ecuación 47. Ecuación de la Intensidad por el método IILA.

Donde:

I = intensidad de precipitación (mm/hr)

T = Periodo de Retorno (años)

t = Tiempo de duración de precipitación (min)

Tabla 89. Intensidades para Diferentes tiempos de duración– IILA.

Tabla de intensidades - Tiempo de duración												
Frecuencia	Duración en minutos											
años	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
2	35.21	24.26	19.51	16.71	14.82	13.44	12.37	11.52	10.81	10.21	9.70	9.26
5	39.91	27.50	22.11	18.94	16.80	15.23	14.02	13.05	12.25	11.58	11.00	10.50
10	43.88	30.23	24.31	20.83	18.47	16.75	15.42	14.35	13.47	12.73	12.09	11.54
25	49.74	34.27	27.56	23.61	20.94	18.98	17.47	16.26	15.27	14.43	13.71	13.08
50	54.68	37.67	30.29	25.95	23.02	20.87	19.21	17.88	16.78	15.86	15.07	14.38
100	60.12	41.42	33.31	28.53	25.31	22.95	21.12	19.66	18.45	17.44	16.57	15.81
500	74.91	51.61	41.50	35.56	31.54	28.59	26.32	24.50	22.99	21.73	20.64	19.70

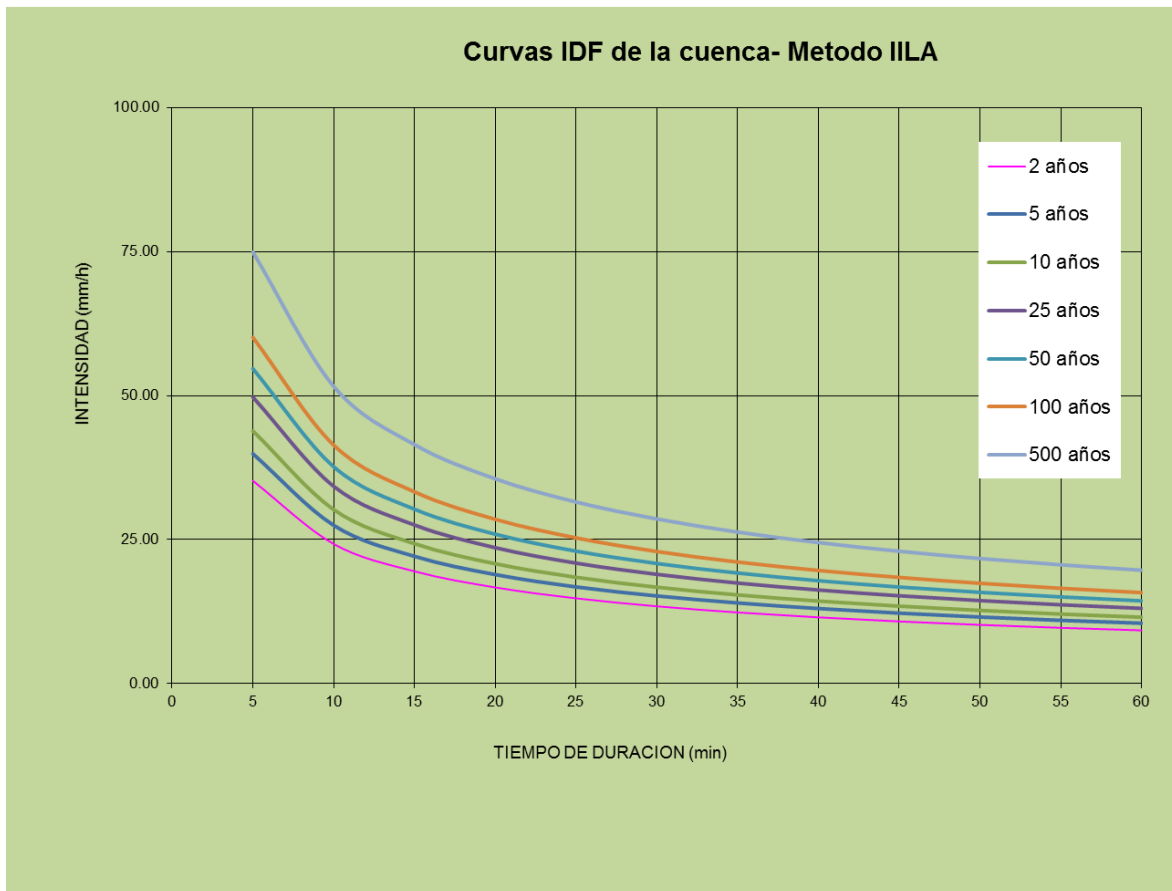


Figura 98. Curvas IDF de la cuenca– IILA.

- La ecuación de la Intensidad por IIIA:

$$I = 121.5253 \cdot x^{-0.537521}$$

Ecuación 48. Ecuación de Intensidad para un periodo de retorno de 25 años- M. IIIA.

- Calculo de Hietograma para el periodo de 25 años:

Tabla 90. Precipitaciones para el periodo de 25 años – IIIA.

n	t (min)	i (mm/hr)	P (mm)	Incremento de presipitacion pi-pi (mm)	Int. Par	Hietograma Prec. Alt. (mm)
1	60	16.3122	16.3122	16.3122	23	0.7682
2	120	10.4171	20.8341	4.5220	21	0.8159
3	180	8.0133	24.0400	3.2059	19	0.8719
4	240	6.6524	26.6096	2.5696	17	0.9390
5	300	5.7581	28.7904	2.1808	15	1.0209
6	360	5.1174	30.7043	1.9139	13	1.1239
7	420	4.6316	32.4213	1.7171	11	1.2582
8	480	4.2483	33.9862	1.5648	9	1.4428
9	540	3.9366	35.4290	1.4428	7	1.7171
10	600	3.6772	36.7715	1.3425	5	2.1808
11	660	3.4572	38.0297	1.2582	3	3.2059
12	720	3.2680	39.2159	1.1862	1	16.3122
13	780	3.1031	40.3398	1.1239	2	4.5220
14	840	2.9578	41.4090	1.0692	4	2.5696
15	900	2.8287	42.4299	1.0209	6	1.9139
16	960	2.7130	43.4076	0.9777	8	1.5648
17	1020	2.6086	44.3466	0.9390	10	1.3425
18	1080	2.5139	45.2504	0.9039	12	1.1862
19	1140	2.4275	46.1224	0.8719	14	1.0692
20	1200	2.3483	46.9651	0.8427	16	0.9777
21	1260	2.2753	47.7810	0.8159	18	0.9039
22	1320	2.2078	48.5721	0.7911	20	0.8427
23	1380	2.1452	49.3403	0.7682	22	0.7911
24	1440	2.09	50.0871	0.7469	24	0.7469
Total:				50.0871		

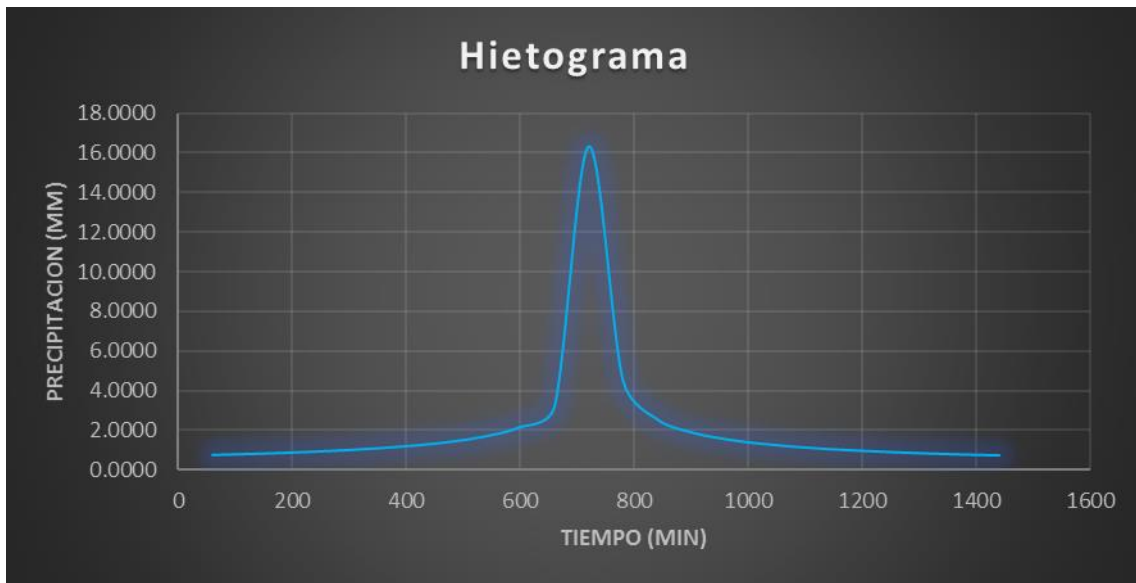


Figura 99. Hietograma para el periodo de 25 años –IILA.

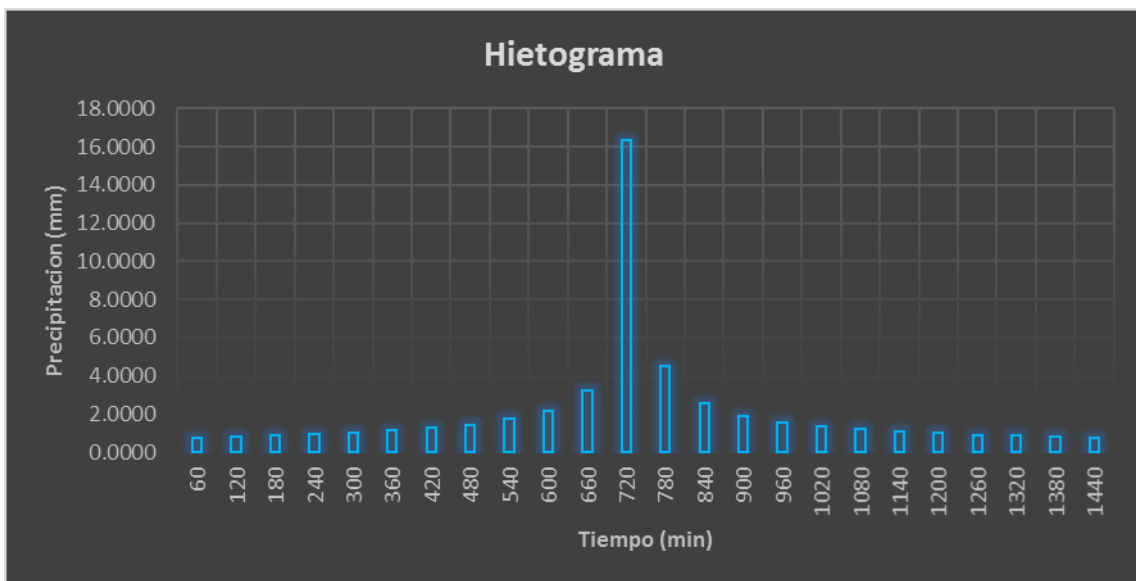


Figura 100. Hietograma en barras para el periodo de 25 años –IILA.

3.6.3.3.4. Análisis del registro de tormentas de máximas intensidades

Se sesgo 410 datos de acuerdo a su tiempo de duración; provenientes del Registro de Tormentas de Máximas Intensidades de la Estación Meteorológica de Luis Olazo Olivera – PERAYOC – UNSAAC (Registro de 35años).

Se analizó las Intensidades y las Precipitaciones pluviales para conocer el porcentaje de mayor incidencia de acuerdo al periodo de duración de las tormentas como se muestra en las siguientes tablas:

Tabla 91. Tabulación de las Intensidades del registro de tormentas.

Tabulación de las Intensidades del Registro de Tormentas-Estacion Meteorologica de PERAYOC-UNSAAC											
Descripcion:	und:	Intensidad (mm/h)									
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
# de datos:	(und)	74.00	65.00	28.00	64.00	18.00	34.00	9.00	25.00	5.00	17.00
Total:	(mm/h)	2059.20	1500.60	746.60	1441.35	327.48	591.90	137.49	400.13	90.69	301.06
Promedio:	(mm/h)	27.83	23.09	26.66	22.52	18.19	17.41	15.28	16.01	18.14	17.71
Maximo Valor:	(mm/h)	87.60	90.00	52.00	71.10	34.08	32.40	36.34	36.00	33.43	42.00
Porcentaje:	(%)	24.52%	17.87%	8.89%	17.16%	3.90%	7.05%	1.64%	4.76%	1.08%	3.58%

Descripcion:	und:	Intensidad (mm/h)									
		55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
# de datos:	(und)	2.00	23.00	4.00	11.00	2.00	6.00	2.00	1.00	0.00	3.00
Total:	(mm/h)	29.62	266.85	57.97	130.12	33.44	81.35	29.51	10.80	0.00	11.10
Promedio:	(mm/h)	14.81	11.60	14.49	11.83	16.72	13.56	14.76	10.80	0.00	3.70
Maximo Valor:	(mm/h)	17.89	21.50	17.17	21.43	18.64	25.58	19.27	10.80	0.00	8.70
Porcentaje:	(%)	0.35%	3.18%	0.69%	1.55%	0.40%	0.97%	0.35%	0.13%	0.00%	0.13%

Descripcion:	und:	Intensidad (mm/h)									
		105	110	115	120	125	130	135	140	145	150
# de datos:	(und)	1.00	1.00	1.00	7.00	0.00	2.00	1.00	0.00	0.00	1.00
Total:	(mm/h)	4.91	10.20	6.52	60.78	0.00	16.94	14.09	0.00	0.00	7.20
Promedio:	(mm/h)	4.91	10.20	6.52	8.68	0.00	8.47	14.09	0.00	0.00	7.20
Maximo Valor:	(mm/h)	4.91	10.20	6.52	16.70	0.00	9.09	14.09	0.00	0.00	7.20
Porcentaje:	(%)	0.06%	0.12%	0.08%	0.72%	0.00%	0.20%	0.17%	0.00%	0.00%	0.09%

Descripcion:	und:	Intensidad (mm/h)						
		155	160	165	170	175	180	370
# de datos:	(und)	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	1.00	1.00
Total:	(mm/h)	0.00	0.00	0.00	5.65	0.00	10.90	14.68
Promedio:	(mm/h)	0.00	0.00	0.00	5.65	0.00	10.90	14.68
Maximo Valor:	(mm/h)	0.00	0.00	0.00	5.65	0.00	10.90	14.68
Porcentaje:	(%)	0.00%	0.00%	0.00%	0.07%	0.00%	0.13%	0.17%

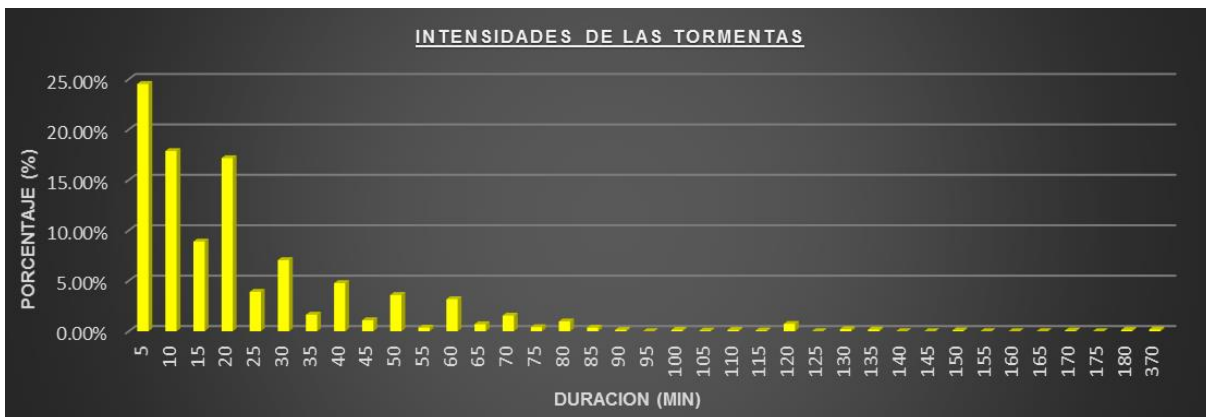


Figura 101. Porcentajes de la Tabulación de las Intensidades del registro de tormentas.

Tabla 92. Tabulación de las Precipitaciones del registro de tormentas.

Tabulación de las Precipitaciones del Registro de Tormentas-Estacion Meteorologica de PERAYOC-UNSAAC											
Descripcion:	und:	Precipitacion (mm)									
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
# de datos:	(und)	74.00	65.00	28.00	64.00	18.00	34.00	9.00	25.00	5.00	17.00
Total:	(mm)	171.60	250.10	186.65	480.45	136.45	295.95	80.20	266.75	68.01	250.88
Promedio:	(mm)	2.32	3.85	6.67	7.51	7.58	8.70	8.91	10.67	13.60	14.76
Maximo Valor:	(mm)	7.30	15.00	13.00	23.70	14.20	16.20	21.20	24.00	25.07	35.00
Porcentaje:	(%)	5.19%	7.56%	5.64%	14.52%	4.12%	8.94%	2.42%	8.06%	2.06%	7.58%

Descripcion:	und:	Precipitacion (mm)									
		55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
# de datos:	(und)	2.00	23.00	4.00	11.00	2.00	6.00	2.00	1.00	0.00	3.00
Total:	(mm)	27.15	266.85	62.80	151.80	41.80	108.45	41.80	16.20	0.00	18.50
Promedio:	(mm)	13.58	11.60	15.70	13.80	20.90	18.08	20.90	16.20	0.00	6.17
Maximo Valor:	(mm)	16.40	21.50	18.60	25.00	23.30	34.10	27.30	16.20	0.00	14.50
Porcentaje:	(%)	0.82%	8.06%	1.90%	4.59%	1.26%	3.28%	1.26%	0.49%	0.00%	0.56%

Descripcion:	und:	Precipitacion (mm)									
		105	110	115	120	125	130	135	140	145	150
# de datos:	(und)	1.00	1.00	1.00	7.00	0.00	2.00	1.00	0.00	0.00	1.00
Total:	(mm)	8.60	18.70	12.50	121.55	0.00	36.70	31.70	0.00	0.00	18.00
Promedio:	(mm)	8.60	18.70	12.50	17.36	0.00	18.35	31.70	0.00	0.00	18.00
Maximo Valor:	(mm)	8.60	18.70	12.50	33.40	0.00	19.70	31.70	0.00	0.00	18.00
Porcentaje:	(%)	0.26%	0.57%	0.38%	3.67%	0.00%	1.11%	0.96%	0.00%	0.00%	0.54%

Descripcion:	und:	Precipitacion (mm)						
		155	160	165	170	175	180	370
# de datos:	(und)	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	1.00	1.00
Total:	(mm)	0.00	0.00	0.00	16.00	0.00	32.70	90.50
Promedio:	(mm)	0.00	0.00	0.00	16.00	0.00	32.70	90.50
Maximo Valor:	(mm)	0.00	0.00	0.00	16.00	0.00	32.70	90.50
Porcentaje:	(%)	0.00%	0.00%	0.00%	0.48%	0.00%	0.99%	2.73%

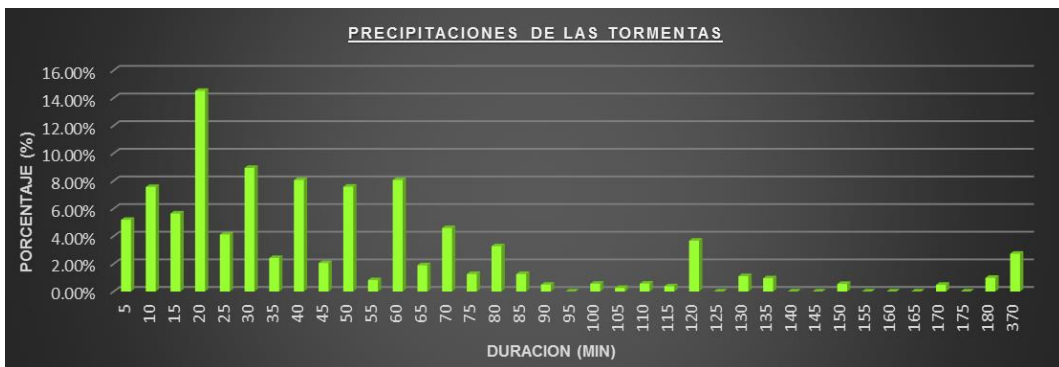


Figura 102. Porcentajes de la Tabulación de las Precipitaciones del registro de tormentas.

Tabla 93. Resumen de las Intensidades y Precipitaciones del Registro de Tormentas.

Resumen de Intensidades del Registro de Tormentas-Estacion Meteorologica de PERAYOC-UNSAAC			Resumen de Precipitaciones del Registro de Tormentas-Estacion Meteorologica de PERAYOC-UNSAAC		
Registro de 35 años			Registro de 35 años		
Descripcion:	und:	Total	Descripcion:	und:	Total
# de datos:	(und)	410.00	# de datos:	(und)	410.00
Total:	(mm/h)	8399.13	Total:	(mm)	3309.34
Promedio:	(mm/h)	10.98	Promedio:	(mm)	13.13
Maximo Valor:	(mm/h)	90.00	Maximo Valor:	(mm)	90.50
Porcentaje:	(%)	100.00%	Porcentaje:	(%)	100.00%

3.6.3.4. Determinación del caudal generado por la precipitación en la zona de estudio

3.6.3.4.1. Determinación del coeficiente de escorrentía

(Martines De Azagra Paredes, 2006) Define que los terrenos más antropizados (suelos urbanos e industriales, o vías de comunicación), que incluyen proporciones elevadas de suelos impermeables y sumado a terrenos con pendientes pronunciadas, aumentan el coeficiente de escorrentía; por lo tanto se toman los valores de escorrentía superficial de la Tabla 6 (Aparicio Mijares, 1999); por cumplir con los criterios de seguridad (valores más altos de escorrentía) y adecuarse de mejor manera con el tipo de terreno del sector de San Blas.

Se procedió a identificar el tipo de superficie en cada zona (calles asfaltadas, calles hormigonadas, calles adoquinadas, superficie techada y área verde) calculando el área respectivamente como se muestra en plano siguiente:

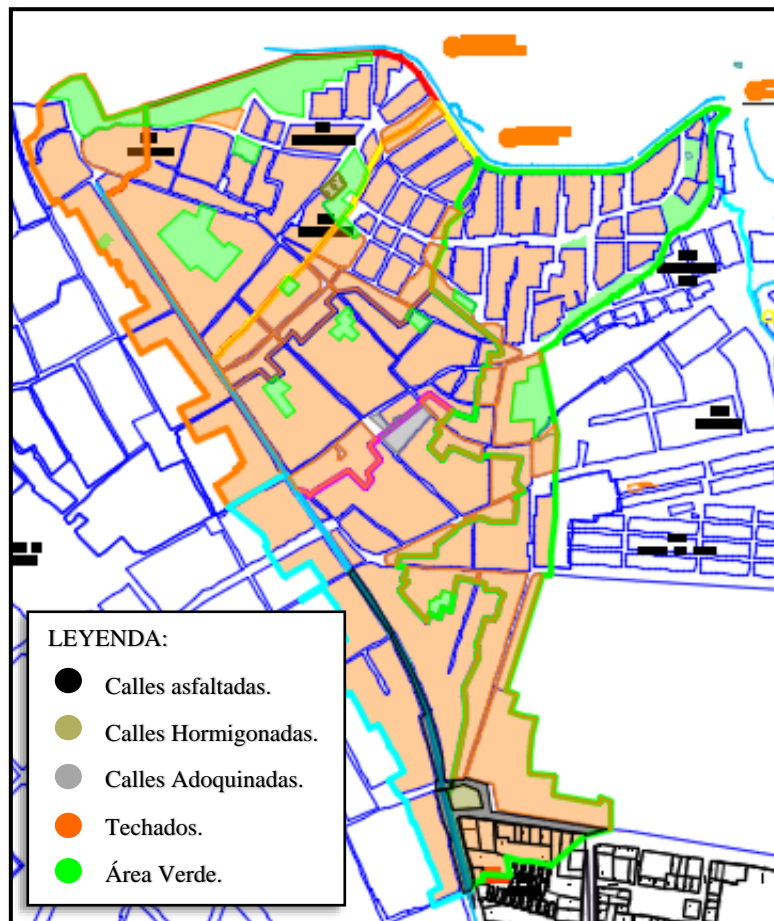


Figura 103. Plano de identificación del coeficiente de escorrentía para las 7 zonas - San Blas.

Se analiza el coeficiente de escorrentía en cada zona y se calculó el valor promedio de acuerdo a la incidencia de cada superficie sobre el Total de área (Coeficiente de Escorrentía Global= 0.9080) como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 94. Coeficientes de Escorrentía para el sector San Blas.

Coeficiente de Escorrentía de San Blas						
Sub Cuenca:	Superficie:	Area (km2):	Coef. de Escorrentia	Pendiente (%)	% de incidencia	Area * Coef.
ZONA 01	Calles Asfaltadas	0.0004	0.95	5.5904%	0.46%	0.0004
	Calles Hormigonadas	0.0071	0.95	5.5904%	7.54%	0.0068
	Calles Adoquinadas	0.0070	0.85	5.5904%	7.45%	0.0060
	Techados	0.0597	0.95	5.5904%	63.37%	0.0568
	Area Verde	0.0200	0.46	5.5904%	21.17%	0.0092
	Total		0.0943	0.8388		100.00%
ZONA 02	Calles Asfaltadas	0.0002	0.95	10.7152%	0.52%	0.0002
	Calles Hormigonadas	0.0054	0.95	10.7152%	12.03%	0.0051
	Calles Adoquinadas	0.0031	0.85	10.7152%	6.87%	0.0026
	Techados	0.0350	0.95	10.7152%	78.58%	0.0333
	Area Verde	0.0009	0.46	10.7152%	1.99%	0.0004
	Total		0.0446	0.9334		100.00%
ZONA 03	Calles Asfaltadas	0.0001	0.95	11.7379%	0.10%	0.0000
	Calles Hormigonadas	0.0024	0.95	11.7379%	4.53%	0.0022
	Calles Adoquinadas	0.0021	0.85	11.7379%	4.00%	0.0018
	Techados	0.0453	0.95	11.7379%	87.01%	0.0430
	Area Verde	0.0023	0.46	11.7379%	4.36%	0.0010
	Total		0.0521	0.9246		100.00%
ZONA 04	Calles Asfaltadas	0.0029	0.95	3.1475%	5.21%	0.0027
	Calles Hormigonadas	0.0006	0.95	3.1475%	1.08%	0.0006
	Calles Adoquinadas	0.0041	0.85	3.1475%	7.52%	0.0035
	Techados	0.0470	0.95	3.1475%	85.63%	0.0446
	Area Verde	0.0003	0.46	3.1475%	0.56%	0.0001
	Total		0.0548	0.9397		100.00%
ZONA 05	Calles Asfaltadas	0.0051	0.95	3.1673%	3.67%	0.0048
	Calles Hormigonadas	0.0149	0.95	3.1673%	10.75%	0.0142
	Calles Adoquinadas	0.0108	0.85	3.1673%	7.74%	0.0091
	Techados	0.0983	0.95	3.1673%	70.83%	0.0934
	Area Verde	0.0097	0.46	3.1673%	7.01%	0.0045
	Total		0.1388	0.9079		100.00%
ZONA 06	Calles Asfaltadas	0.0001	0.95	9.1425%	0.31%	0.0001
	Calles Hormigonadas	0.0019	0.95	9.1425%	4.65%	0.0018
	Calles Adoquinadas	0.0074	0.85	9.1425%	18.50%	0.0063
	Techados	0.0261	0.95	9.1425%	65.36%	0.0248
	Area Verde	0.0045	0.46	9.1425%	11.18%	0.0021
	Total		0.0399	0.8767		100.00%
ZONA 07	Calles Asfaltadas	0.0015	0.95	3.7779%	3.91%	0.0014
	Calles Hormigonadas	0.0008	0.95	3.7779%	2.09%	0.0007
	Calles Adoquinadas	0.0046	0.85	3.7779%	12.17%	0.0039
	Techados	0.0304	0.95	3.7779%	81.19%	0.0289
	Area Verde	0.0002	0.46	3.7779%	0.63%	0.0001
	Total		0.0374	0.9347		100.00%
TOTAL		0.4619	0.9080			

- Para la Zona 01 se tiene $C_e = 0.8388$ siendo el más bajo de todas las zonas; donde el 63.37% es superficie techada, 21.17 % es área verde, 7.54% Calles Hormigonadas, 7.45% calles adoquinadas y 0.46% calles asfaltadas; como se muestra en la siguiente figura:

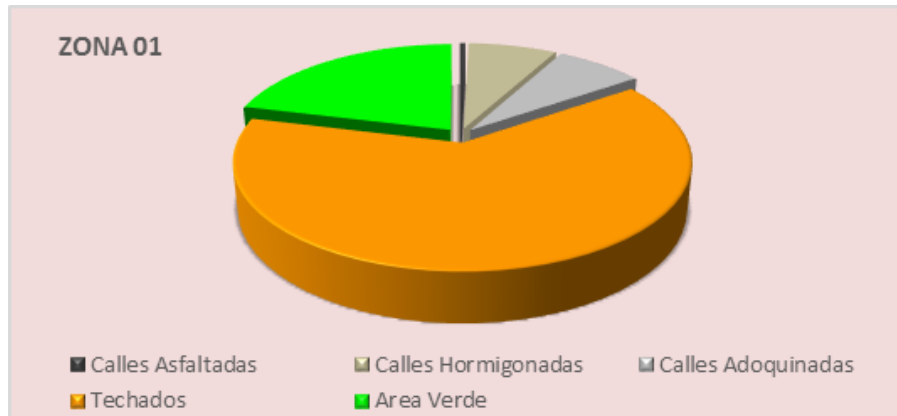


Figura 104. Coeficiente de Escorrentía en la Zona 1.

- Para la Zona 02 se tiene $C_e = 0.9334$; donde el 78.58% es superficie techada, 12.03% Calles Hormigonadas, 6.87% calles adoquinadas, 1.99 % es área verde, y 0.52% calles asfaltadas; como se muestra en la siguiente figura:



Figura 105. Coeficiente de Escorrentía en la Zona 2.

- Para la Zona 03 se tiene $C_e = 0.9246$; el 87.01% es superficie techada, 4.53% Calles Hormigonadas, 4.36 % es área verde, 4.00% calles adoquinadas, y 0.10% calles asfaltadas; como se muestra en la siguiente figura:



Figura 106. Coeficiente de Escorrentía en la Zona 3.

- Para la Zona 04 se tiene $C_e = 0.9397$ siendo el más alto de todas las zonas; el 85.63% es superficie techada, 7.52% Calles Hormigonadas, 5.21% calles asfaltadas, 1.08% calles adoquinadas y 0.56 % es área verde; como se muestra en la siguiente figura:



Figura 107. Coeficiente de Escorrentía en la Zona 4.

- Para la Zona 05 se tiene $C_e = 0.9079$ siendo la zona que más área tiene de todas las zonas; donde el 70.83% es superficie techada, 10.75% Calles Hormigonadas, 7.74%

calles adoquinadas, 7.01 % es área verde y 3.67% calles asfaltadas; como se muestra en la siguiente figura:



Figura 108. Coeficiente de Escorrentía en la Zona 5.

- Para la Zona 06 se tiene $C_e = 0.8767$; donde el 65.36% es superficie techada, 18.50% calles adoquinadas, 11.18 % es área verde, 4.65% Calles Hormigonadas y 0.31% calles asfaltadas; como se muestra en la siguiente figura:



Figura 109. Coeficiente de Escorrentía en la Zona 6.

- Para la Zona 07 se tiene $C_e = 0.9347$; donde el 81.19% es superficie techada, 12.17% calles adoquinadas, 3.91% calles asfaltadas, 2.09% Calles Hormigonadas y 0.63 % es área verde,; como se muestra en la siguiente figura:

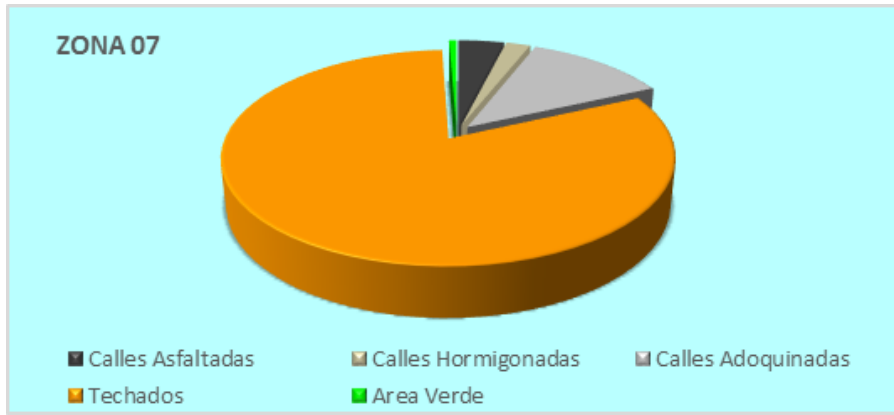


Figura 110. Coeficiente de Escorrentía en la Zona 7.

3.6.3.4.2. Determinación de la intensidad de diseño

Para conocer el caudal es necesario conocer como dato la intensidad; para ello es necesario saber cuál de los métodos probabilísticos de intensidades: Gumbel, Log Pearson Tipo III o IILA es la más adecuada según los registros Pluviométricos.

Tabla 95. Comparación de las precipitaciones de los métodos pro balísticos.

Probabilidad (%)	Tr (Años)	M. Gumbel	M. Log Pearson III	M. IILA
		Precip. (mm)	Precip. (mm)	Precip. (mm)
0.01	10000.00	105.347	108.167	90.736
0.10	1000.00	86.753	89.229	75.114
0.50	200.00	73.742	76.048	64.195
1.00	100.00	68.126	69.876	59.492
2.00	50.00	62.489	63.887	54.790
3.00	33.33	59.174	60.304	52.039
5.00	20.00	54.966	55.789	48.573
10.00	10.00	49.154	49.450	43.871
20.00	5.00	43.096	42.864	39.168
25.00	4.00	41.045	40.587	37.654
30.00	3.33	39.309	38.788	36.417
40.00	2.50	36.409	35.722	34.465
50.00	2.00	33.945	33.238	32.952
60.00	1.67	31.692	31.025	31.715
70.00	1.43	29.487	29.019	30.669
75.00	1.33	28.349	28.087	30.201
80.00	1.25	27.144	27.117	29.763
90.00	1.11	24.252	25.007	28.964
95.00	1.05	22.127	23.790	28.597
97.00	1.03	20.856	23.169	28.456
99.00	1.01	18.656	22.366	28.317
99.90	1.00	15.382	21.770	28.256

Se procedió al cálculo de la probabilidad empírica del registro de Precipitaciones máximas mensuales de la Estación Meteorológica Luis Olazo Olivera –PERAYOC –UNSAAC.

Tabla 96. Cálculo de la probabilidad empírica.

Nº	Año	Mes	Preci. (mm)	Posicion	Año	P mayor a menor	Probabilidad Empírica
		Max. Precip.					
1	1980	OCT	39.00	10	1985	73.30	2.50
2	1981	ENE	45.00	5	1990	59.00	5.00
3	1982	ENE	40.00	9	1991	55.20	7.50
4	1983	DIC	33.00	21	2010	47.00	10.00
5	1984	FEBR	27.80	33	1981	45.00	12.50
6	1985	FEBR	73.30	1	1998	44.00	15.00
7	1986	NOV	27.00	34	2003	42.80	17.50
8	1987	DIC	37.20	15	1993	40.20	20.00
9	1988	ENE	38.20	13	1982	40.00	22.50
10	1989	OCT	38.60	11	1980	39.00	25.00
11	1990	ENE	59.00	2	1989	38.60	27.50
12	1991	OCT	55.20	3	2018	38.60	30.00
13	1992	NOV	37.00	16	1988	38.20	32.50
14	1993	ENE	40.20	8	1994	37.50	35.00
15	1994	FEBR	37.50	14	1987	37.20	37.50
16	1995	SET	32.60	22	1992	37.00	40.00
17	1996	DIC	20.70	39	2000	36.30	42.50
18	1997	DIC	29.50	29	2006	35.70	45.00
19	1998	ENE	44.00	6	2013	35.40	47.50
20	1999	ENE	30.50	25	2015	35.00	50.00
21	2000	NOV	36.30	17	1983	33.00	52.50
22	2001	DIC	28.00	32	1995	32.60	55.00
23	2002	MARZ	29.50	29	2011	32.00	57.50
24	2003	ENE	42.80	7	2008	31.50	60.00
25	2004	ENE	22.90	37	1999	30.50	62.50
26	2005	MARZ	25.50	35	2014	30.50	65.00
27	2006	ENE	35.70	18	2017	30.30	67.50
28	2007	MARZ	30.00	28	2007	30.00	70.00
29	2008	OCT	31.50	24	1997	29.50	72.50
30	2009	NOV	23.00	36	2002	29.50	75.00
31	2010	ENE	47.00	4	2012	28.20	77.50
32	2011	MARZ	32.00	23	2001	28.00	80.00
33	2012	DIC	28.20	31	1984	27.80	82.50
34	2013	FEBR	35.40	19	1986	27.00	85.00
35	2014	ENE	30.50	25	2005	25.50	87.50
36	2015	FEBR	35.00	20	2009	23.00	90.00
37	2016	FEBR	22.60	38	2004	22.90	92.50
38	2017	MARZ	30.30	27	2016	22.60	95.00
39	2018	MARZ	38.60	11	1996	20.70	97.50
39	Suma		1390.10				

Se procedió a graficar la probabilidad empírica en comparación de los métodos probabilísticos:

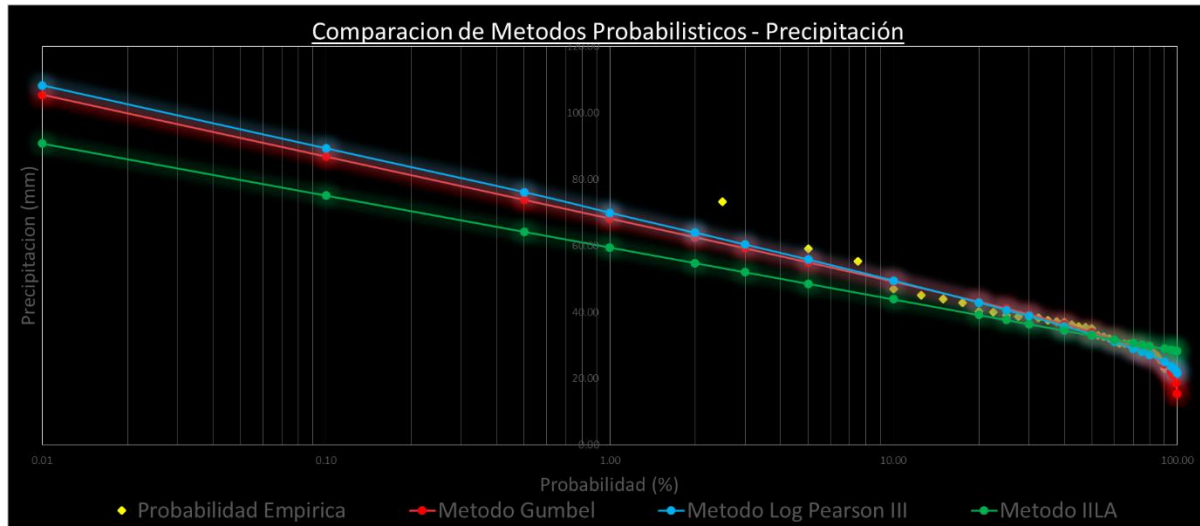


Figura 111. Comparación de los métodos probabilísticos con la Probabilidad empírica.

Con respecto a la figura anterior se analizó la comparación de métodos probabilísticos y se llegó a la conclusión: el método Log Pearson Tipo III es el método probabilístico más adecuado para los valores de Intensidad porque los datos (curva probabilística) se ajusta de mejor manera a los datos empíricos o están más cercanos; el método Gumbel también es adecuado ya que sus datos (curva probabilística) se ajusta de mejor manera a los datos empíricos y el método IILA no es tan certero como los anteriores ya que sus datos (curva probabilística) están más alejados a los datos empíricos.

Del registro de Tormentas de Máximas Intensidades se conoce los valores reales de tormentas ocurridas en diferentes periodos de tiempo: 5 minutos, 10 minutos, 15 minutos, 20 minutos, etc. de un universo de 410 datos analizados de un lapso de 35 años.

Por lo tanto se procedió a realizar el cálculo de la interpolación según el tiempo de concentración como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 97. Interpolación de las intensidades máximas del registro de tormentas

Interpolación de las Intensidades del Registro de Tormentas		
Sub Cuenca:	tc (min)	Intensidad (mm/hr)
Registro de Tormentas	5	87.6000
	10	90.0000
	15	52.0000
	20	71.1000
ZONA 01	7.1561	88.6349
ZONA 02	6.4968	88.3185
ZONA 03	4.4353	87.3289
ZONA 04	12.6839	69.6022
ZONA 05	17.5649	61.7981
ZONA 06	6.2834	88.3185
ZONA 07	9.5560	89.7869

Se calculó las intensidades para un periodo de 25 años de retorno para los diferentes métodos probabilísticos y se comparó con el registro de Tormentas de Máximas Intensidades como se muestra en la tabla siguiente:

Tabla 98. Comparación de Intensidades para un periodo de 25 años de retorno.

Sub Cuenca:	Tiempo de Concentración (min)	Intensidad (para T=25 Años)				Promedio (mm/hr)	Valor Asumido Met. Tormentas (mm/hr)
		M. Gumbel	M. Log Pearson III	M. ILLA	M. Tormentas		
		$f = 150.5488 * x^{-0.554965}$ (mm/hr)	$f = 98.4765 * x^{-0.537521}$ (mm/hr)	$f = 121.5253 * x^{-0.537521}$ (mm/hr)	Tormentas de Maximas Intensidades de la Estacion de Perayoc (mm/hr)		
ZONA 01	7.1561	50.5080	34.1917	42.1948	88.6349	53.8823	88.6349
ZONA 02	6.4968	53.2914	36.0151	44.4450	88.3185	55.5175	88.3185
ZONA 03	4.4353	65.8659	44.2177	54.5676	87.3289	62.9950	87.3289
ZONA 04	12.6839	36.7629	25.1366	31.0202	69.6022	40.6305	69.6022
ZONA 05	17.5649	30.6861	21.1011	26.0401	61.7981	34.9063	61.7981
ZONA 06	6.2834	54.2884	36.6676	45.2502	88.3185	56.1312	88.3185
ZONA 07	9.5560	43.0189	29.2692	36.1201	89.7869	49.5487	89.7869
Promedio:		47.7745	32.3713	39.9483	81.9697	50.5159	81.9697

Se asume como intensidad de diseño los datos de las Tormentas de Máximas Intensidades ya que son datos históricos reales y refleja una proyección más certera ya que los otros métodos se proyectan en datos probabilísticos; otro criterio por el cual se escogen estos valores es por ser los más altos en comparación con los otros métodos ya que para el cálculo de caudales reflejaran valores reales y con mayor grado de seguridad.

3.6.3.4.3. Determinación del caudal por el método Racional

Según la Norma Drenaje Pluvial Urbano OS.060 se utiliza la Ecuación 9.

Tabla 99. Cálculo del caudal por el Método Racional.

Sub Cuenca:	C Coeficiente de Escorrentía (Adimen.)	I Intencidad Maxima de LLuvia (mm/hr)	A Area (Km2)	Q Caudal (m3/seg)
ZONA 01	0.8388	88.6349	0.0943	1.9470
ZONA 02	0.9334	88.3185	0.0446	1.0203
ZONA 03	0.9246	87.3289	0.0521	1.1677
ZONA 04	0.9397	69.6022	0.0548	0.9963
ZONA 05	0.9079	61.7981	0.1388	2.1638
ZONA 06	0.8767	88.3185	0.0399	0.8580
ZONA 07	0.9347	89.7869	0.0374	0.8724
Promedio:	0.9080	81.9697	0.0660	1.2894

3.6.3.4.4. Determinación del caudal por el Mac Math

Se determinó en la Tabla 8 el coeficiente de escorrentía correspondiente para cada zona y se reemplazó en la Ecuación 14.

Tabla 100. Cálculo del caudal por el Método Mac Math.

Sub Cuenca:	Coeficiente de Escorrentía:			Ce Coeficiente de Escorrentía (Adimen.)	I Intencidad Maxima de LLuvia (mm/hr)	A Area (Ha)	S Pendiente (m/km)	Q Caudal (m3/seg)
	C1	C2	C3					
ZONA 01	0.30	0.30	0.15	0.7500	88.6349	9.4276	55.9043	1.3236
ZONA 02	0.30	0.30	0.15	0.7500	88.3185	4.4559	107.1517	1.1223
ZONA 03	0.30	0.30	0.15	0.7500	87.3289	5.2059	117.3788	1.2619
ZONA 04	0.30	0.30	0.10	0.7000	69.6022	5.4835	31.4749	0.5566
ZONA 05	0.30	0.30	0.10	0.7000	61.7981	13.8835	31.6727	0.8492
ZONA 06	0.30	0.30	0.15	0.7500	88.3185	3.9890	91.4247	0.9846
ZONA 07	0.30	0.30	0.10	0.7000	89.7869	3.7422	37.7795	0.6211
Promedio:				0.7286	81.9697	6.5982	67.5409	0.9599

3.6.3.4.5. Determinación del caudal por el Burkli-Ziegler

Se determinó en la Tabla 7 el coeficiente de escorrentía correspondiente para cada zona y se reemplazó en la Ecuación 11.

Tabla 101. Cálculo del caudal por el Método Burkli-Ziegler.

Sub Cuenca:	C Coeficiente de Escorrentia (Adimen.)	I Intencidad Maxima de Lluvia (mm/hr)	A Area (Ha)	S Pendiente (m/km)	Q Caudal (m3/seg)
ZONA 01	0.7500	8.8635	9.4276	55.9043	2.1515
ZONA 02	0.7500	8.8318	4.4559	107.1517	1.4379
ZONA 03	0.7500	8.7329	5.2059	117.3788	1.6346
ZONA 04	0.7500	6.9602	5.4835	31.4749	0.9747
ZONA 05	0.7500	6.1798	13.8835	31.6727	1.7398
ZONA 06	0.7500	8.8318	3.9890	91.4247	1.2719
ZONA 07	0.7500	8.9787	3.7422	37.7795	0.9882
Promedio:	0.7500	8.1970	6.5982	67.5409	1.4570

3.6.4. Evaluación del sistema de alcantarillado pluvial existente y sus aportantes

Se evaluó la red de alcantarillado actual de la zona de San Blas, encontrándose 7 colectores (Colector A, B, C, D, E, F y G) y 1 colector principal (Canal del Rio Choquechaca). Las tuberías en servicio en su mayoría son de concreto con una antigüedad aproximada de 30 años según se indicaron los propietarios de los inmuebles en las encuestas, también existen tramos con tubería de PVC.

Se contabilizaron un total de 26 tramos con dimensiones de tuberías existentes de: 160mm, 200mm, 250mm, 300mm y 400mm variando en diferentes tramos de los colectores.

Para el coeficiente de rugosidad se toman los datos de la Tabla 13 y la Tabla 14.

Para el cálculo del caudal se estima al 80% la altura del tirante para poder garantizar la correcta circulación.



Se consideran las pendientes de las tuberías de acuerdo a cada tramo y están en relación a la dimensión.

El colector principal (Canal del Rio Choquechaca) tiene dimensiones de 1.60m de ancho y con una altura de 1.60m, siendo un canal subterráneo que cruza por la Calle Choquechaca hasta la Av. Tullumayo, este canal está revestido de piedra labrada y necesita de limpieza hasta antes de la entrada a la calle Choquechaca ya que esta colmatado (1/4 parte de cauce).

Todas estas características se procesaron en el software HCANALES para calcular la capacidad de caudal que puede ser transportada y también conocer las características hidráulicas como: área hidráulica, radio hidráulico, número de Froude, tipo de flujo, velocidad, perímetro mojado, espejo de agua y energía específica; como se muestra en la siguiente tabla:



Tabla 102. Resumen de la evaluación del sistema de alcantarillado pluvial de San Blas.

Sub Cuenca:	Buzón Inicio - Buzón Final	Datos:							Material	n Coeficiente de Rugosidad	d Diametro (m)	Y Tirante de la tubería (m)	Características Hidráulicas:							
		Cota Maxima: (msnm)	Cota Minima: (msnm)	L Distancia: (ml)	S Pendiente: (m/m)	Ø Dimensión de tubería (mm)	A Area Hidraulica (m²)	Rh Radio Hidráulico (m)					Número de Froude (F)	Tipo de Flujo	Pm Perímetro mojado (m)	T Espejo Agua (m)	E Energía específica (m-kg/kg)	V Velocidad (m/s)	Q Caudal (m3/seg)	
ZONA 01	1.1	BZ34 - BZ37	3546.28	3526.17	67.0523	0.2999	160	PVC	0.009	0.1600	0.1280	0.0172	0.0487	7.0559	Supercrítico	0.3543	0.1280	3.4814	8.1113	0.1399
	1.2	BZ37 - BZ163	3526.17	3436.45	219.4539	0.4088	200	PVC	0.009	0.2000	0.1600	0.0269	0.0608	8.5501	Supercrítico	0.4429	0.1600	6.3151	10.9892	0.2961
	1.3	BZ163 - BZ125	3436.45	3414.09	167.7231	0.1333	250	CSN	0.016	0.2500	0.2000	0.0421	0.0760	2.8504	Supercrítico	0.5536	0.2000	1.0551	4.0960	0.1724
	1.4	BZ125 - BZ126	3414.09	3411.27	53.1096	0.0531	250	CSN	0.016	0.2500	0.2000	0.0421	0.0760	1.7990	Supercrítico	0.5536	0.2000	0.5406	2.5852	0.1088
ZONA 02	2.1	BZ53 - BZ55	3536.27	3513.69	71.1862	0.3172	160	PVC	0.009	0.1600	0.1280	0.0172	0.0487	7.2565	Supercrítico	0.3543	0.1280	3.6748	8.3420	0.1438
	2.2	BZ55 - BZ135	3513.69	3427.51	309.6192	0.2783	200	CSN	0.016	0.2000	0.1600	0.0269	0.0608	3.9682	Supercrítico	0.4429	0.1600	1.4858	5.1002	0.1374
	2.3	BZ135 - BZ126	3427.51	3411.27	86.4121	0.1879	250	CSN	0.016	0.2500	0.2000	0.0421	0.0760	3.3842	Supercrítico	0.5536	0.2000	1.4053	4.8630	0.2047
	2.4	BZ126 - BZ116	3411.27	3404.30	152.3050	0.0458	250	CSN	0.016	0.2500	0.2000	0.0421	0.0760	1.6708	Supercrítico	0.5536	0.2000	0.4938	2.4009	0.1011
ZONA 03	3.1	BZA6 - BZA5	3455.03	3442.50	105.1961	0.1191	200	CSN	0.016	0.2000	0.1600	0.0269	0.0608	2.5959	Supercrítico	0.4429	0.1600	0.7274	3.3365	0.0899
	3.2	BZA5 - BZ168	3442.50	3429.52	89.2610	0.1454	250	CSN	0.016	0.2500	0.2000	0.0421	0.0760	2.9769	Supercrítico	0.5536	0.2000	1.1327	4.2778	0.1801
	3.3	BZ168 - BZ117	3429.52	3403.91	200.5010	0.1277	300	CSN	0.016	0.3000	0.2400	0.0606	0.0913	2.8759	Supercrítico	0.6643	0.2400	1.2846	4.5271	0.2744
ZONA 04	4.1	BZ169 - BZ153	3428.76	3413.93	195.6918	0.0758	250	CSN	0.016	0.2500	0.2000	0.0421	0.0760	2.1494	Supercrítico	0.5536	0.2000	0.6862	3.0887	0.1300
	4.2	BZ153 - BZ148	3413.93	3397.58	132.6074	0.1233	300	CSN	0.016	0.3000	0.2400	0.0606	0.0913	2.8260	Supercrítico	0.6643	0.2400	1.2486	4.4485	0.2697
	4.3	BZ148 - BZ617	3397.58	3394.05	28.6083	0.1234	150	CSN	0.016	0.1500	0.1200	0.0152	0.0456	2.5187	Supercrítico	0.3321	0.1200	0.5206	2.8035	0.0425
	4.4	BZ617 - BZ601	3394.05	3379.85	307.5647	0.0462	200	CSN	0.016	0.2000	0.1600	0.0269	0.0608	1.6168	Supercrítico	0.4429	0.1600	0.3801	2.0780	0.0560
	4.5	BZ601 - BZ18	3379.85	3375.69	136.0657	0.0306	250	PVC	0.009	0.2500	0.2000	0.0421	0.0760	2.4279	Supercrítico	0.5536	0.2000	0.8204	3.4888	0.1469
ZONA 05	5.1	BZ141 - BZ86	3523.28	3451.75	432.7258	0.1653	200	CSN	0.016	0.2000	0.1600	0.0269	0.0608	3.0582	Supercrítico	0.4429	0.1600	0.9475	3.9307	0.1059
	5.2	BZ86 - BZ178	3451.75	3445.90	46.9338	0.1246	250	CSN	0.016	0.2500	0.2000	0.0421	0.7600	2.7558	Supercrítico	0.5536	0.2000	0.9993	3.9600	0.1667
	5.3	BZ178 - BZ171	3445.90	3424.37	159.4706	0.1350	200	CSN	0.016	0.2000	0.1600	0.2690	0.6080	2.7638	Supercrítico	0.4429	0.1600	0.8031	3.5522	0.0957
	5.4	BZ171 - BZ05	3424.37	3397.67	173.1299	0.1542	250	CSN	0.016	0.2500	0.2000	0.0421	0.0760	3.0657	Supercrítico	0.5536	0.2000	1.1892	4.4054	0.1855
	5.5	BZ05 - BZ14	3397.67	3380.50	338.5239	0.0507	400	CSN	0.016	0.4000	0.3200	0.1078	0.1217	1.9011	Supercrítico	0.8857	0.3200	0.9286	3.4556	0.3724
	5.6	BZ14 - BZ17	3380.50	3376.78	74.8742	0.0497	200	CSN	0.016	0.2000	0.1600	0.0269	0.0608	1.6769	Supercrítico	0.4429	0.1600	0.3968	2.1553	0.0581
ZONA 06	6.1	BZ81B - C109	3499.30	3452.21	79.0098	0.5960	200	CSN	0.016	0.2000	0.1600	0.2690	0.6080	5.8071	Supercrítico	0.4429	0.1600	2.9993	7.4637	0.2011
	6.2	C109 - BZ117	3452.21	3403.91	468.9522	0.1030	200	CSN	0.016	0.2000	0.1600	0.0269	0.0608	2.4141	Supercrítico	0.4429	0.1600	0.6507	3.1028	0.0836
ZONA 07	7.1	BZ117 - BZ119A	3403.91	3399.46	86.0980	0.0517	300	CSN	0.016	0.3000	0.2400	0.0606	0.0913	1.8299	Supercrítico	0.6643	0.2400	0.6629	2.8805	0.1746
	7.2	BZ119A - BZ597	3399.46	3374.08	521.0775	0.0487	200	CSN	0.016	0.2000	0.1600	0.0269	0.0608	1.6600	Supercrítico	0.4429	0.1600	0.3920	2.1335	0.0575
Colector Principal			3447.20	3375.10	1054.7141	0.0684	1.60	Concreto	0.016	1.6000	1.2800	2.0480	0.4923	2.8760	Supercrítico	4.1600	1.6000	6.5738	10.1914	20.8719
Promedio:									0.017	0.262								4.2914	0.1536	

3.6.4.1. Evaluación del Colector A – Zona 1

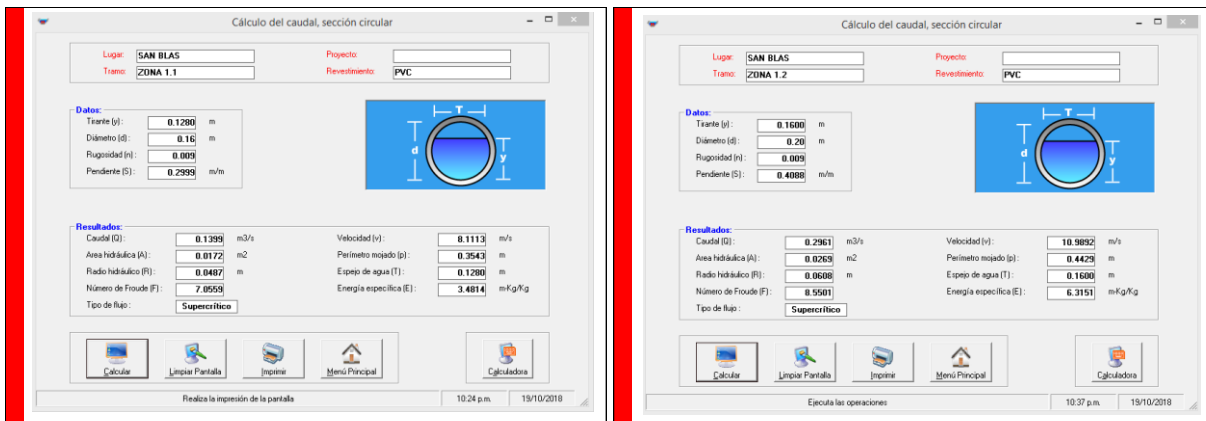


Figura 112. Cálculo de caudal de los tramos 1-1 y 1-2.

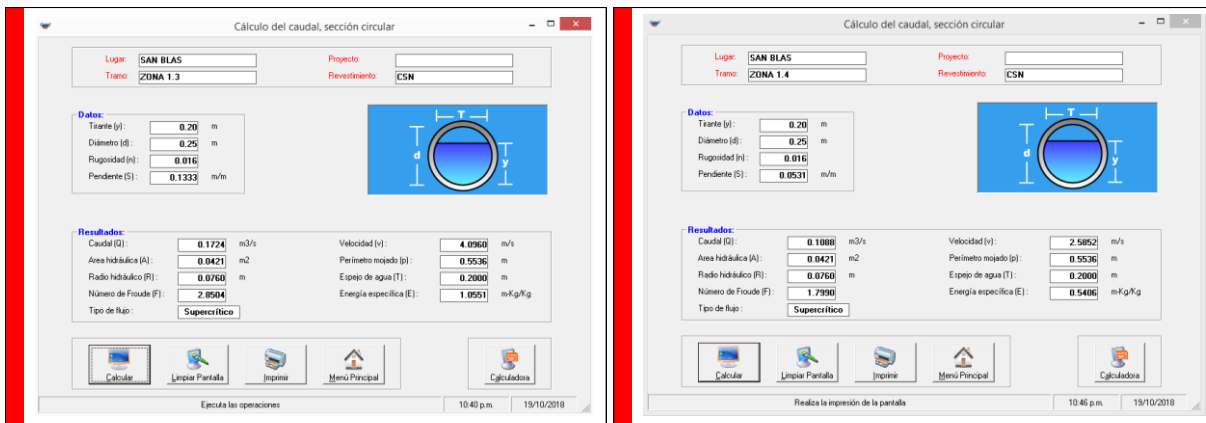


Figura 113. Cálculo de caudal de los tramos 1-3 y 1-4.

Todos estos procesamientos se realizaron en HCanales y se resumieron en la Tabla 102.

3.6.4.2. Evaluación del Colector B – Zona 2



Figura 114. Cálculo de caudal de los tramos 2-1 y 2-2.



Figura 115. Cálculo de caudal de los tramos 2-3 y 2-4.

Todos estos procesamientos se realizaron en HCanales y se resumieron en la Tabla 102.

3.6.4.3. Evaluación del Colector C – Zona 3

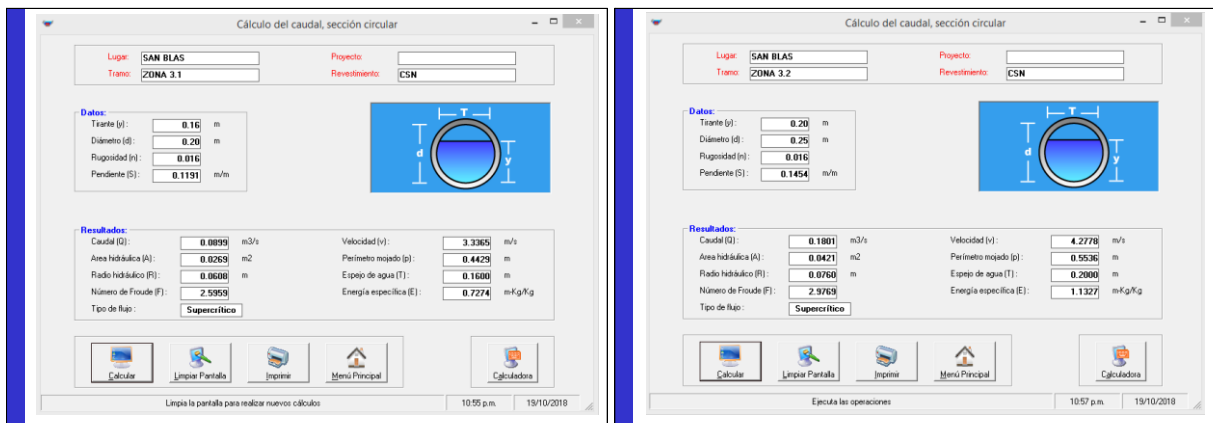


Figura 116. Calculo de caudal de los tramos 3-1 y 3-2.

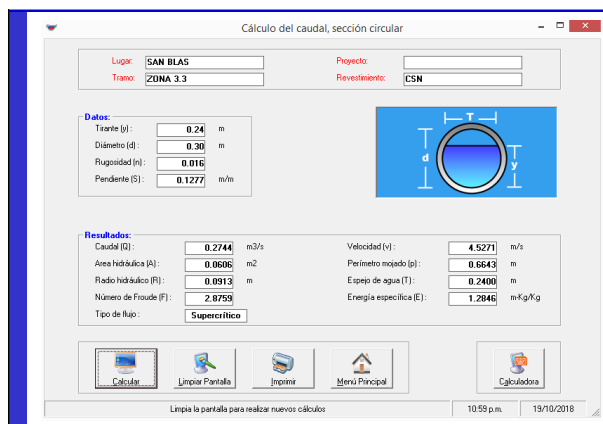


Figura 117. Calculo de caudal del tramos 3-3.

Todos estos procesamientos se realizaron en HCanales y se resumieron en la Tabla 102.

3.6.4.4. Evaluación del Colector D – Zona 4

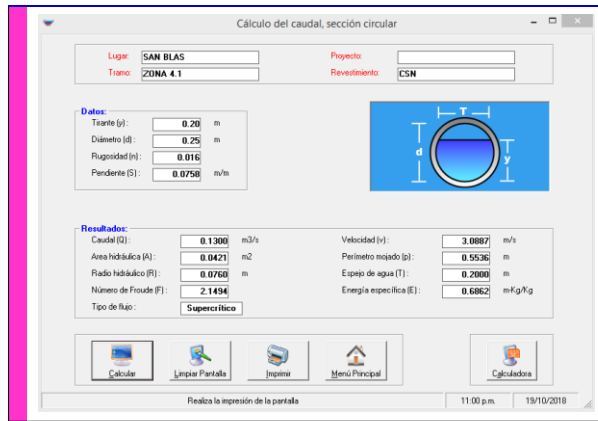


Figura 118. Calculo de caudal del tramos 3-3.

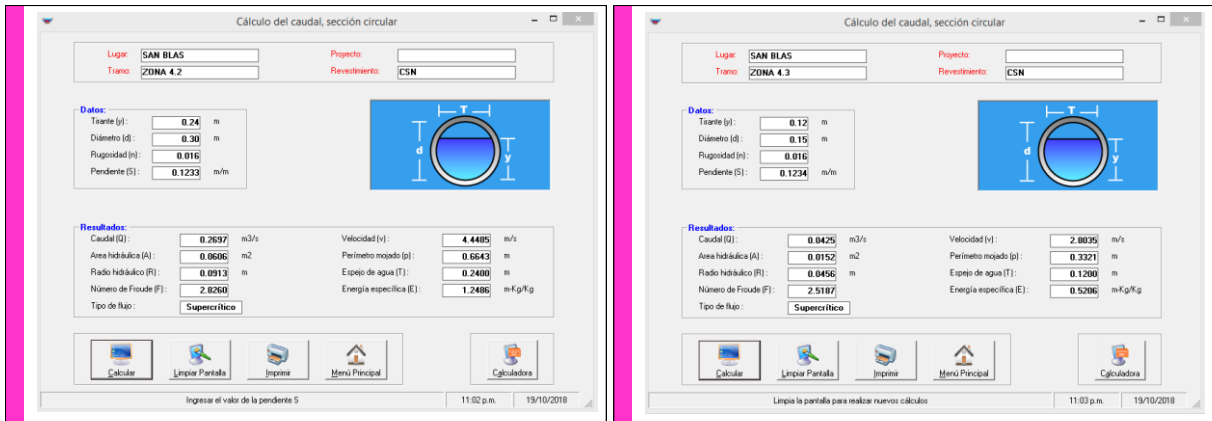


Figura 119. Calculo de caudal de los tramos 4-1 y 4-2.

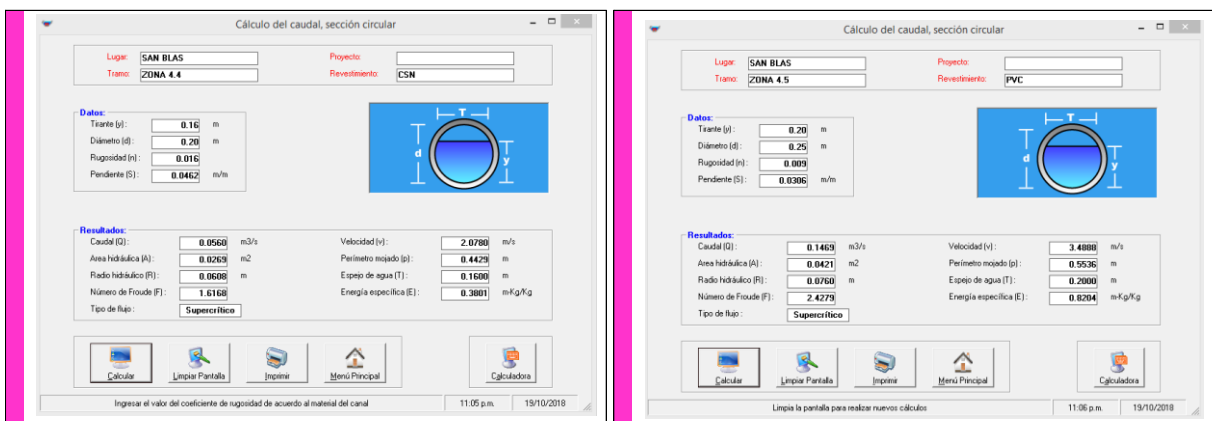


Figura 120. Calculo de caudal de los tramos 4-3 y 4-4.

Todos estos procesamientos se realizaron en HCanales y se resumieron en la Tabla 102.

3.6.4.5. Evaluación del Colector E – Zona 5



Figura 121. Cálculo de caudal de los tramos 5-1 y 5-2.

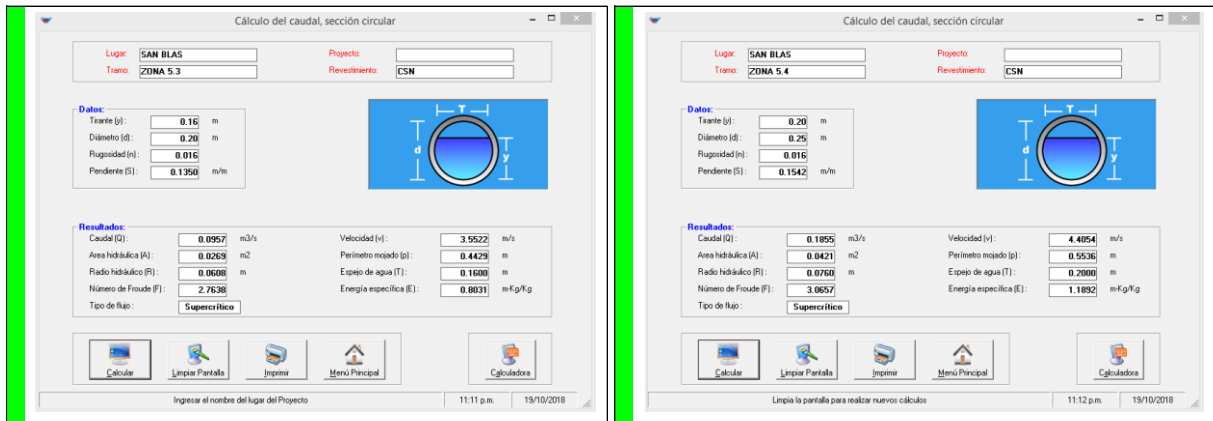


Figura 122. Cálculo de caudal de los tramos 5-3 y 5-4.



Figura 123. Cálculo de caudal de los tramos 5-5 y 5-6.

Todos estos procesamientos se realizaron en HCanales y se resumieron en la Tabla 102.

3.6.4.6. Evaluación del Colector F – Zona 6



Figura 124. Calculo de caudal de los tramos 6-1 y 6-2.

Todos estos procesamientos se realizaron en HCanales y se resumieron en la Tabla 102.

3.6.4.7. Evaluación del Colector G – Zona 7



Figura 125. Calculo de caudal de los tramos 7-1 y 7-2.

Todos estos procesamientos se realizaron en HCanales y se resumieron en la Tabla 102.

3.6.4.8. Evaluación del Colector Principal

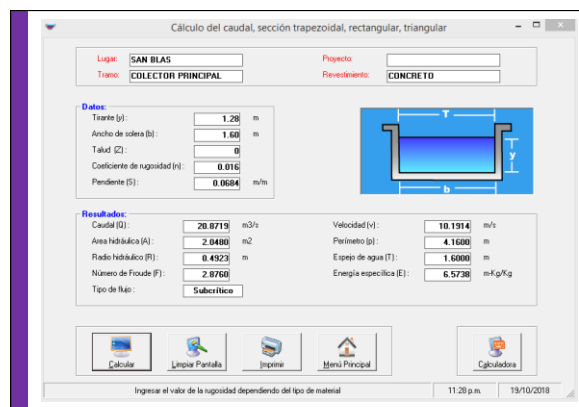


Figura 126. Calculo del colector principal.

3.6.5. Propuesta de diseño del sistema de alcantarillado pluvial

Se realizó la propuesta de diseño de la red de alcantarillado pluvial cumpliendo con la Norma Drenaje Pluvial Urbano OS.060, así también cumpliendo los criterios del Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje del Ministerio de Transporte y Comunicaciones, cumpliendo también con el Manual de Criterios de Diseño de Obras Hidráulicas para la Formulación de Proyectos Hidráulicos Multisectoriales y de Afianzamiento Hídrico de la Autoridad Nacional del Agua (ANA). La propuesta de diseño contempla la utilización de solo 6 colectores (Colector A, B, C, D, E y F) y estos viertan las aguas pluviales al colector principal (Canal del Río Choquechaca), ya que la capacidad del caudal que puede soportar es adecuado; siendo la propuesta como se muestra en grafico siguiente:

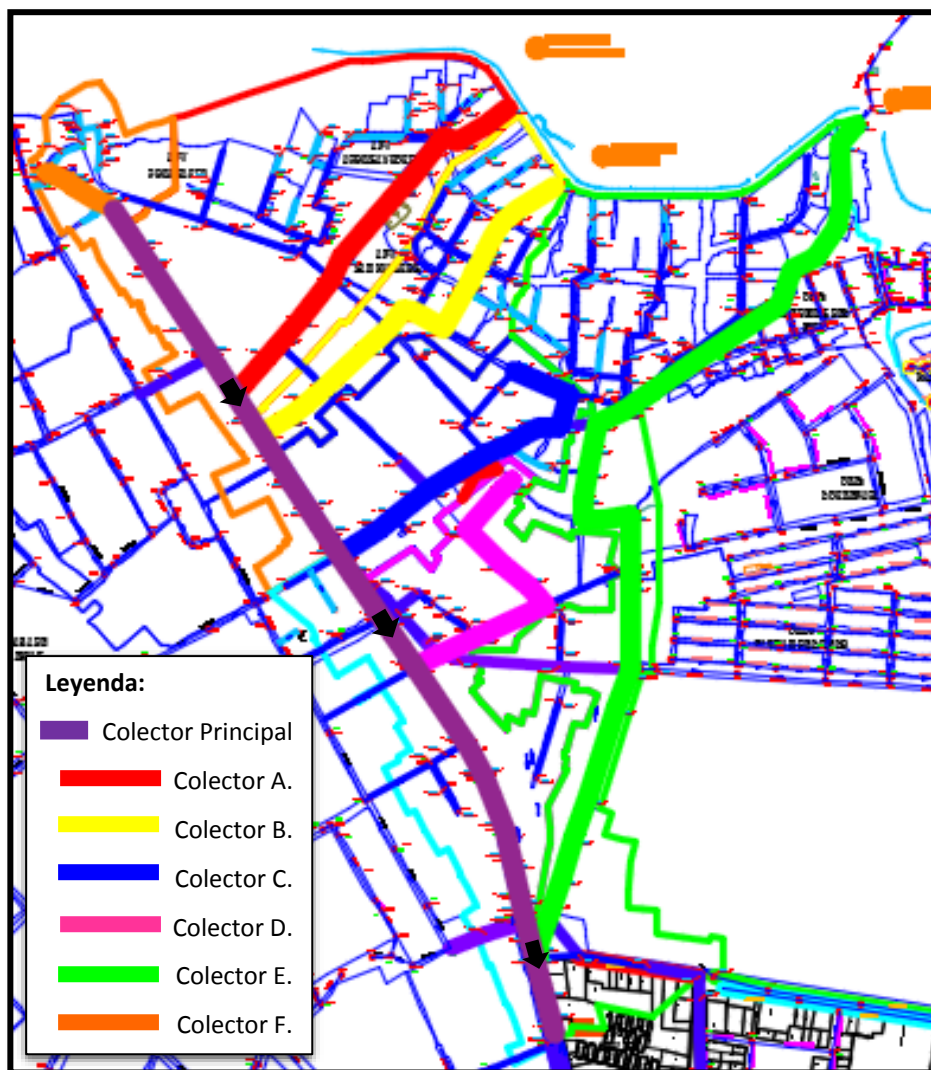


Figura 127. Plano de la propuesta del sistema de alcantarillado pluvial.


Se analizaron los 26 tramos de la red actual, por lo tanto solo se utilizaran 18 tramos como propuesta ideal, vertiendo las aguas pluviales captadas al colector principal.

La propuesta considero en su diseño el uso de tubería de Poli cloruro de vinilo o PVC, de las características técnicas de tuberías Novafort del fabricante PAVCO; siendo estas tuberías las más usadas en obras de saneamiento.

Portafolio de Productos Novafort Tuberías


NORMA NTC 3722-3 S8

Referencia	Diámetro Nominal	Diámetro Exterior	Diámetro Interior	Espesor de Agua *	Rigidez Mínima		Longitud Total	Campana		Peso
					Tubería PS	Anular RS		Longitud	Diámetro Exterior	
	mm	mm	mm	mm	psi	kN/m ²	m	mm		Kg/m
2900090	110	110	99	1	57	8	6	90	128	1.10
2900092	160	160	145	1.2	57	8	6	101	183	2.14
2900094	200	200	182	1.4	57	8	6	121	230	2.92
2900081	250	250	227	1.7	57	8	6	151	289	4.26
2900083	315	315	284	1.9	57	8	6	201	366	6.27
2902493	355	355	327	2.1	57	8	6	187	402	6.99
2900085	400	400	362	2.3	57	8	6	242	462	9.88
2900087	450	450	407	2.5	57	8	6	272	519	13.02
2900089	500	500	452	2.8	57	8	6	302	578	16.08



NORMA NTC 3722-3 S4

	mm	mm	mm	mm	psi	kN/m ²	m	mm		Kg/m
2902480	200	200	185	1.4	28	4	6	117	227	2.22
2902481	250	250	231	1.7	28	4	6	134	283	3.46
2902482	315	315	291	1.9	28	4	6	187	358	4.72
2902494	355	355	328	2.1	28	4	6	187	401	6.10
2902479	400	400	370	2.3	28	4	6	234	454	7.85



NORMA NTC 5055 ASTM F 794 - GRANDES DIÁMETROS

	pulg.	mm	mm	mm	psi	kN/m ²	m	mm		Kg/m
2906313	24	650	595	1.78	28	4	6.5	345	688	18.44
2900511	27	730	670	1.78	28	4	6.5	394	833	20.33
2906378	30	813	747	2.16	28	4	6.5	450	927	28.45
2900512	30									
2904604	33	898	824	2.41	28	4	6.5	525	1027	33.79
2904605	36	980	900	2.67	28	4	6.5	525	1115	37.35
2905865	39	1065	977.6	3.30	28	4	6.5	401	1125	49.23
2905866	42	1149	1054	3.50	28	4	6.5	401	1209	56.75




Figura 128. Portafolio de tuberías para alcantarillado Novafort-PAVCO. Fuente: (PAVCO-MEXICHEM COLOMBIA S.A., 2018).

Para el coeficiente de rugosidad se toman los datos de la Tabla 14.

Para el cálculo del caudal se estima al 80% la altura del tirante para poder garantizar la correcta circulación.

Se consideran las pendientes de las tuberías de acuerdo a cada tramo y están en relación a la dimensión.



Se procesó en el software HCANALES, ingresando el caudal de diseño, diámetro, rugosidad y pendientes. Se obtuvo las características hidráulicas: Tirante Normal, área hidráulica, radio hidráulico, número de Froude, tipo de flujo, velocidad, perímetro mojado, espejo de agua y energía específica; como se muestra en la tabla siguiente:



Tabla 103. Resumen de la propuesta de diseño del sistema de alcantarillado pluvial de San Blas.

Sub Cuenca:	Datos:								n Coeficiente de Rugosidad	d Diametro (m)	Y Tirante de la tubería (m)	Características Hidráulicas:								
	Buzón Inicio	Buzón Final	Cota Maxima: (msnm)	Cota Minima: (msnm)	L Distancia: (ml)	S Pendiente: (m/m)	Ø Dimensión de tubería (mm)	Material				A Area Hidraulica (m²)	Rh Radio Hidráulico (m)	Número de Froude (F)	Tipo de Flujo	Pm Perímetro mojado (m)	T Espejo Agua (m)	E Energia especifica (m-kcal/kg)	V Velocidad (m/s)	Q Caudal (m3/seg)
ZONA 01	1.1	BZ34 - BZ37	3546.28	3526.17	67.0523	0.2999	250	PVC	0.009	0.2500	0.2137	0.0447	0.0757	6.9025	Supercrítico	0.5901	0.1761	6.2610	10.8925	0.4868
	1.2	BZ37 - BZ163	3526.17	3436.45	219.4539	0.4088	355	PVC	0.009	0.3550	0.3073	0.0911	0.1073	8.3488	Supercrítico	0.8489	0.2421	13.4168	16.0377	1.4603
	1.3	BZ163 - BZ125	3436.45	3414.09	167.7231	0.1333	500	PVC	0.009	0.5000	0.4001	0.1684	0.1521	5.6860	Supercrítico	1.1074	0.3998	7.2101	11.5591	1.9470
	1.4	BZ125 - BZ126	3414.09	3411.27	53.1096	0.0531	600	PVC	0.009	0.6000	0.4681	0.2367	0.1821	3.8066	Supercrítico	1.2993	0.4970	3.9179	8.2272	1.9470
ZONA 02	2.1	BZ53 - BZ55	3536.27	3513.69	71.1862	0.3172	200	PVC	0.009	0.2000	0.1566	0.0264	0.0607	7.7193	Supercrítico	0.4344	0.1649	4.9219	9.6693	0.2551
	2.2	BZ55 - BZ135	3513.69	3427.51	309.6192	0.2783	315	PVC	0.009	0.3150	0.2363	0.0627	0.0950	8.1294	Supercrítico	0.6597	0.2728	7.8305	12.2065	0.7653
	2.3	BZ135 - BZ126	3427.51	3411.27	86.4121	0.1879	355	PVC	0.009	0.3550	0.3324	0.0963	0.1031	4.5386	Supercrítico	0.9340	0.1735	6.0507	10.5922	1.0203
	2.4	BZ126 - BZ116	3411.27	3404.30	152.3050	0.0458	700	PVC	0.009	0.7000	0.5998	0.3510	0.2120	3.1903	Supercrítico	1.6558	0.4904	4.2424	8.4539	2.9674
ZONA 03	3.1	BZA6 - BZA5	3455.03	3442.50	105.1961	0.11911	250	PVC	0.009	0.2500	0.2015	0.0424	0.0761	4.7570	Supercrítico	0.5574	0.1977	2.6170	6.8842	0.2919
	3.2	BZA5 - BZ168	3442.50	3429.52	89.2610	0.1454	355	PVC	0.009	0.3550	0.3100	0.0917	0.1070	4.8931	Supercrítico	0.8569	0.2362	4.9583	9.5498	0.8757
	3.3	BZ168 - BZ117	3429.52	3403.91	200.5010	0.1277	450	PVC	0.009	0.4500	0.3026	0.1138	0.1314	6.3150	Supercrítico	0.8654	0.4224	5.6731	10.2649	1.1677
ZONA 04	4.1	BZ169 - BZ153	3428.76	3413.93	195.6918	0.0758	355	PVC	0.009	0.3550	0.2461	0.0732	0.1048	4.5912	Supercrítico	0.6986	0.3274	2.6038	6.8013	0.4981
	4.2	BZ153 - BZ148	3413.93	3397.58	132.6074	0.1233	355	PVC	0.009	0.3550	0.2825	0.0845	0.1080	5.1985	Supercrítico	0.7824	0.2862	4.2708	8.8459	0.7472
	4.3	BZ148 - BZ617	3397.58	3394.05	28.6083	0.1234	355	PVC	0.009	0.3550	0.2824	0.0844	0.1080	5.2031	Supercrítico	0.7821	0.2863	4.2738	8.8494	0.7472
	4.4	BZ617 - BZ601	3394.05	3379.85	307.5647	0.0462	500	PVC	0.009	0.5000	0.3541	0.1487	0.1487	3.7419	Supercrítico	1.0001	0.4546	2.6433	6.7018	0.9963
	4.5	BZ601 - BZ18	3379.85	3375.69	136.0657	0.0306	500	PVC	0.009	0.5000	0.4332	0.1807	0.1510	2.4151	Supercrítico	1.1965	0.3403	1.9821	5.5126	0.9963
ZONA 05	5.1	BZ141 - BZ86	3523.28	3451.75	432.7258	0.1653	400	PVC	0.009	0.4000	0.2925	0.0984	0.1200	6.6598	Supercrítico	0.8205	0.3547	6.4477	10.9894	1.0819
	5.2	BZ86 - BZ178	3451.75	3445.90	46.9338	0.1246	400	PVC	0.009	0.4000	0.3351	0.1124	0.1215	4.9764	Supercrítico	0.9250	0.2949	5.0553	9.6234	1.0819
	5.3	BZ178 - BZ171	3445.90	3424.37	159.4706	0.1350	450	PVC	0.009	0.4500	0.4127	0.1528	0.1327	4.3227	Supercrítico	1.1509	0.2481	6.1644	10.6230	1.6228
	5.4	BZ171 - BZ05	3424.37	3397.67	173.1299	0.1542	450	PVC	0.009	0.4500	0.3703	0.1400	0.1369	5.7968	Supercrítico	1.0227	0.3436	7.2167	11.5899	1.6228
	5.5	BZ05 - BZ14	3397.67	3380.50	338.5239	0.0507	700	PVC	0.009	0.7000	0.4391	0.2541	0.1986	4.4374	Supercrítico	1.2797	0.6769	4.1348	8.5152	2.1638
	5.6	BZ14 - BZ17	3380.50	3376.78	74.8742	0.0497	700	PVC	0.009	0.7000	0.4421	0.2561	0.1992	4.3799	Supercrítico	1.2859	0.6753	4.0798	8.4482	2.1638
ZONA 06	6.1	BZ81B - C109	3499.30	3452.21	79.0098	0.5960	160	PVC	0.009	0.1600	0.1432	0.0190	0.0478	8.1967	Supercrítico	0.3972	0.0980	6.6496	11.2984	0.2145
	6.2	C109 - BZ117	3452.21	3403.91	468.9522	0.1030	400	PVC	0.009	0.4000	0.2936	0.0988	0.1201	5.2411	Supercrítico	0.8231	0.3535	4.1338	8.6801	0.8580
ZONA 07	7.1	BZ117 - BZ119A	3403.91	3399.46	86.0980	0.0517	850	PVC	0.009	0.8500	0.7137	0.5087	0.2582	3.6217	Supercrítico	1.9701	0.6237	6.0626	10.2443	5.2111
	7.2	BZ119A - BZ597	3399.46	3374.08	521.0775	0.0487	900	PVC	0.009	0.9000	0.7518	0.5677	0.2735	3.5776	Supercrítico	2.0752	0.6676	6.1932	10.3325	5.8654
Colector Principal			3447.20	3375.10	1054.7141	0.0684	1.60	Concreto	0.016	1.6000	0.6745	1.0792	0.3660	3.2511	Supercrítico	2.9490	1.6000	4.2392	8.3630	9.0255
Promedio:									0.009	0.454								9.6690	1.5021	

3.6.5.1. Diseño del Colector A- Zona 1 calculo

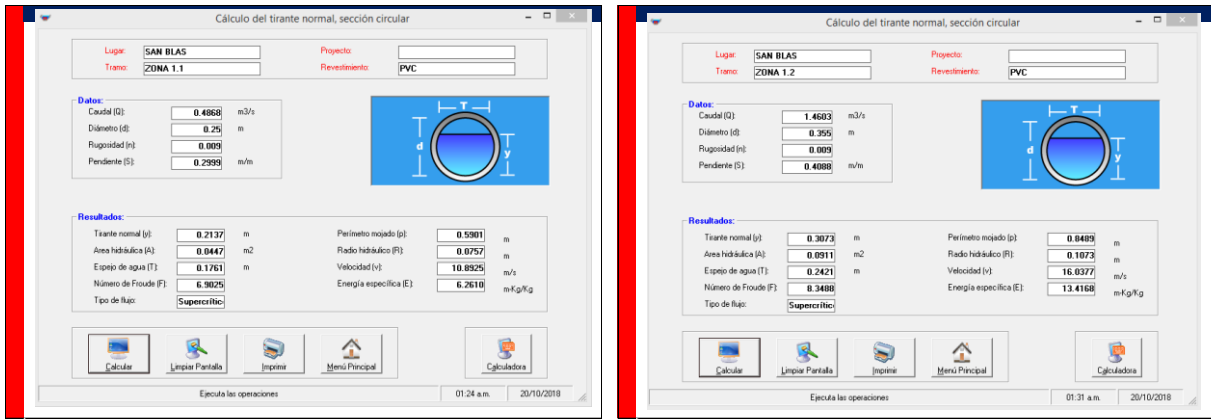


Figura 129. Calculo de propuesta de diseño de los tramos 1-1 y 1-2.

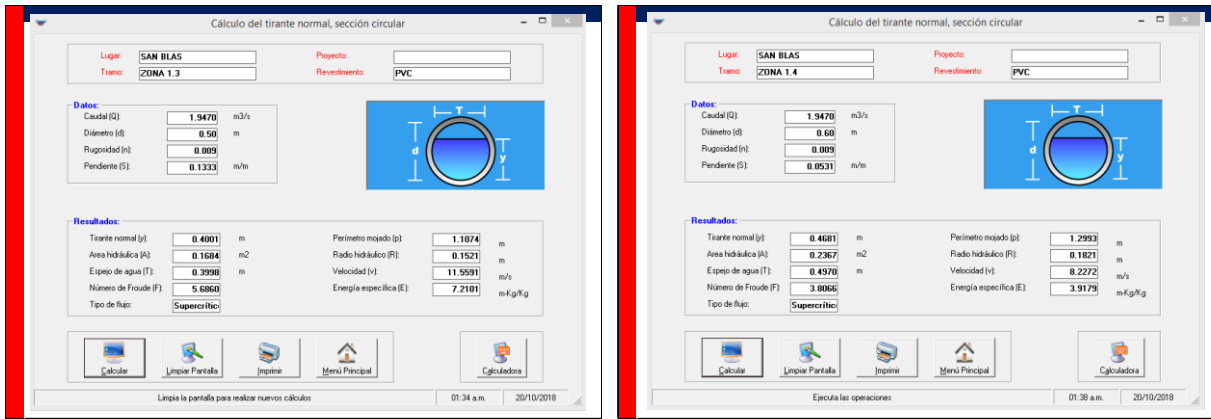


Figura 130. Calculo de propuesta de diseño de los tramos 1-3 y 1-4.

Todos estos procesamientos se realizaron en HCanales y se resumieron en la Tabla 103.

3.6.5.2. Diseño del Colector B- Zona 2

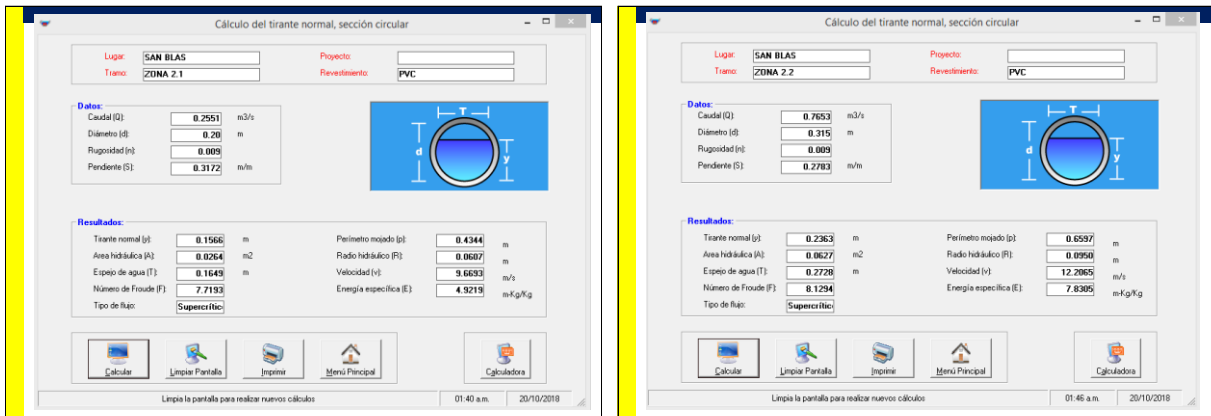


Figura 131. Calculo de propuesta de diseño de los tramos 2-1 y 2-2.

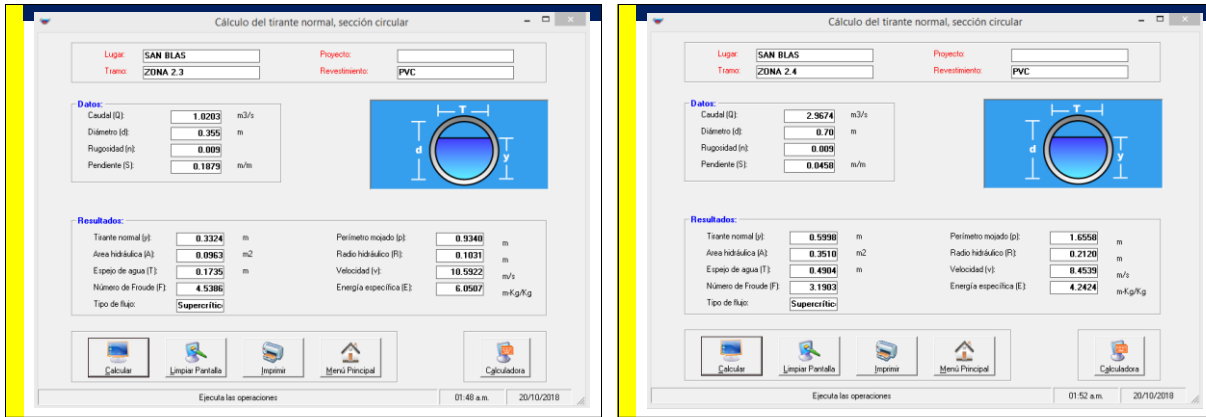


Figura 132. Cálculo de propuesta de diseño de los tramos 2-2 y 2-3.

Todos estos procesamientos se realizaron en HCanales y se resumieron en la Tabla 103.

3.6.5.3. Diseño del Colector C- Zona 3



Figura 133. Cálculo de propuesta de diseño de los tramos 3-1 y 3-2.

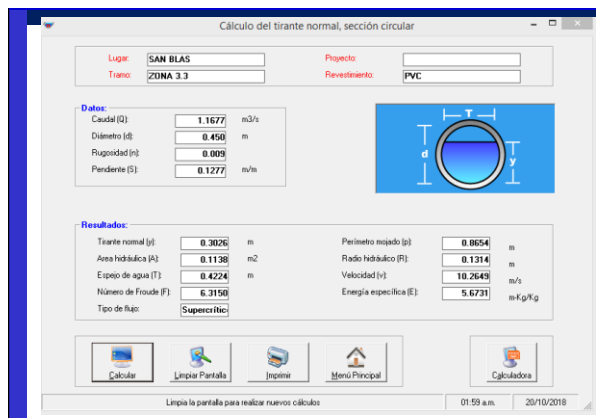


Figura 134. Cálculo de propuesta de diseño del tramo 3-3.

Todos estos procesamientos se realizaron en HCanales y se resumieron en la Tabla 103.

3.6.5.4. Diseño del Colector D- Zona 4

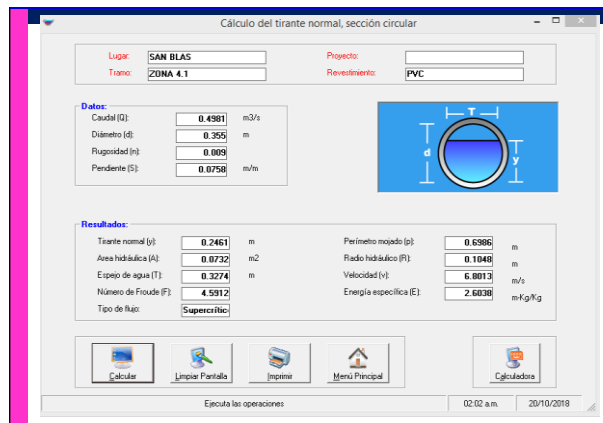


Figura 135. Cálculo de propuesta de diseño del tramo 4-1.

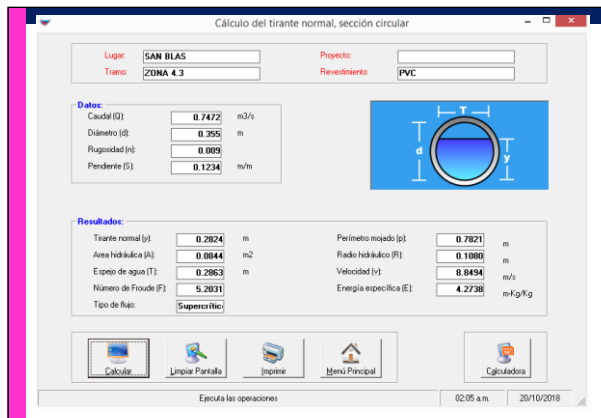
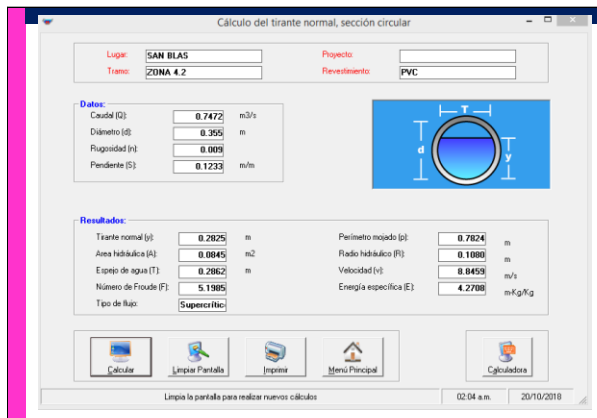


Figura 136. Cálculo de propuesta de diseño de los tramos 4-2 y 4-3.

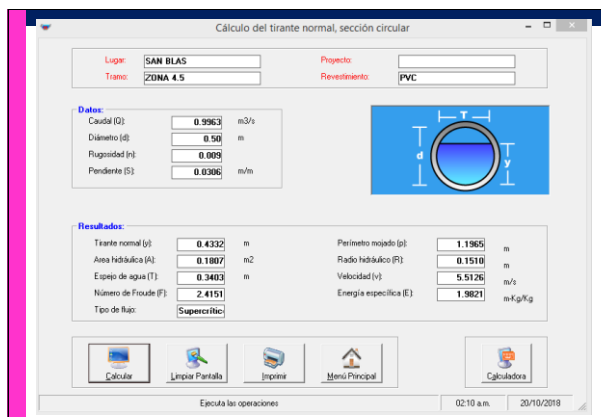
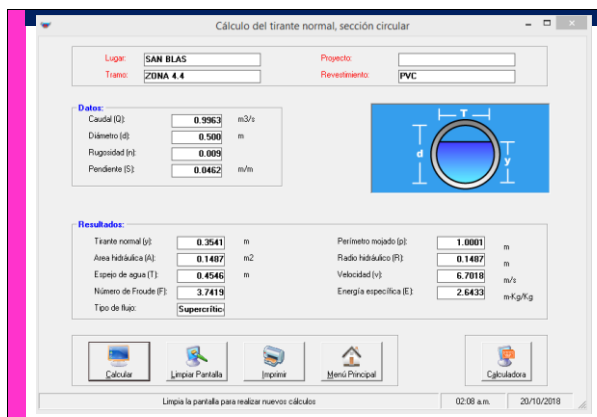


Figura 137. Cálculo de propuesta de diseño de los tramos 4-4 y 4-5.

Todos estos procesamientos se realizaron en HCanales y se resumieron en la Tabla 103.

3.6.5.5. Diseño del Colector E- Zona 5

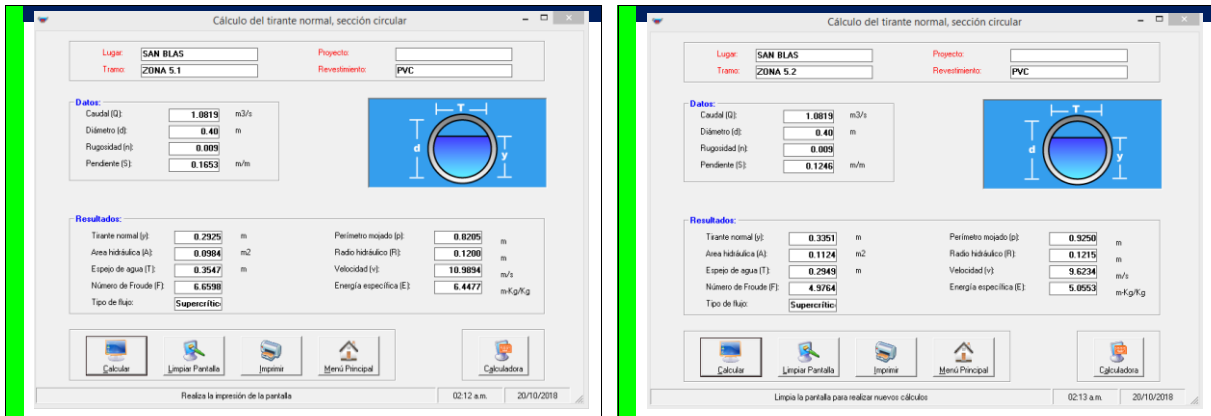


Figura 138. Calculo de propuesta de diseño de los tramos 5-1 y 5-2.

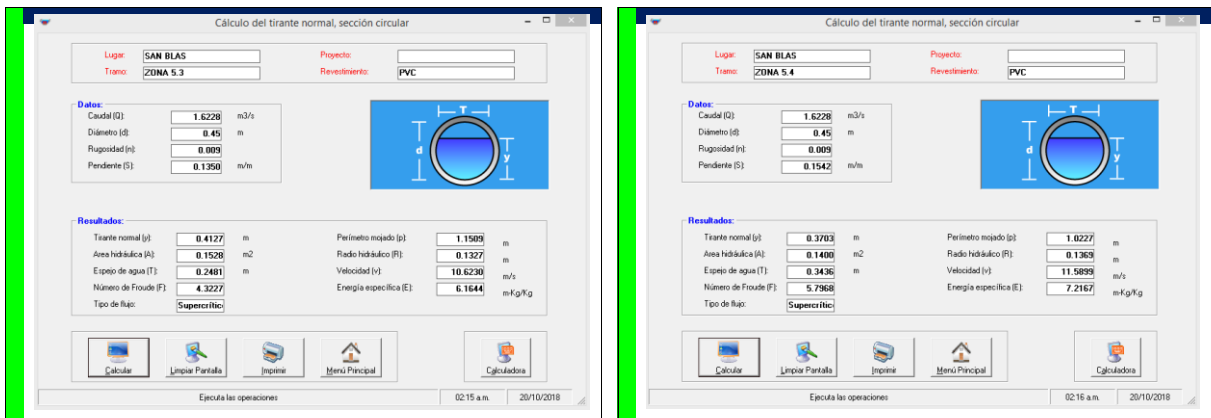


Figura 139. Calculo de propuesta de diseño de los tramos 5-3 y 5-4.

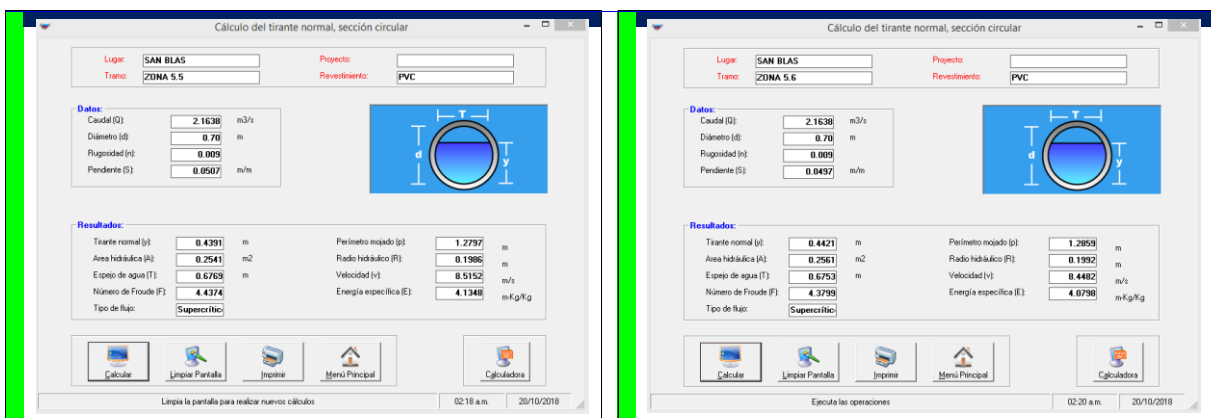


Figura 140. Calculo de propuesta de diseño de los tramos 5-5 y 5-6.

Todos estos procesamientos se realizaron en HCanales y se resumieron en la Tabla 103.

3.6.5.6. Diseño del Colector F- Zona 6

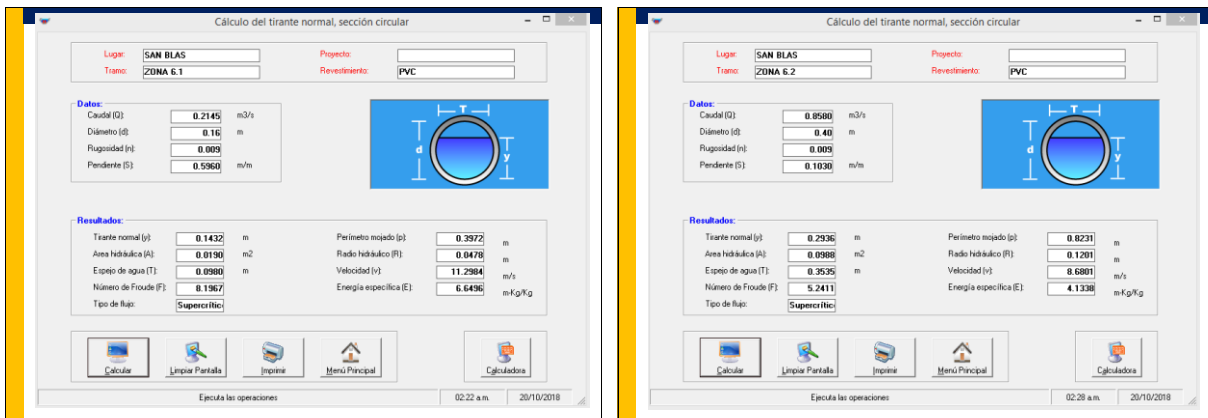


Figura 141. Cálculo de propuesta de diseño de los tramos 6-1 y 6-2.

Todos estos procesamientos se realizaron en HCanales y se resumieron en la Tabla 103.

3.6.5.7. Diseño del Colector G- Zona 7

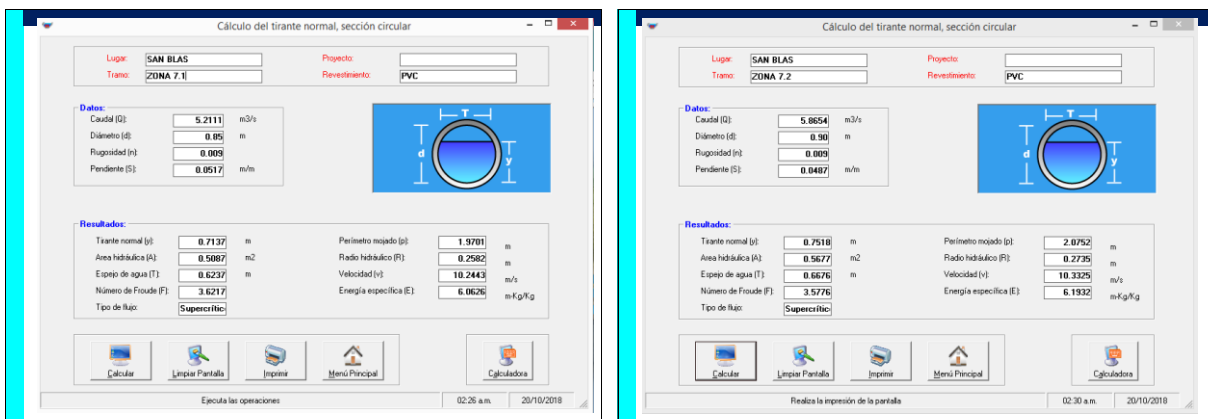


Figura 142. Cálculo de propuesta de diseño de los tramos 7-1 y 7-2.

Todos estos procesamientos se realizaron en HCanales y se resumieron en la Tabla 103.

3.6.5.8. Diseño del Colector Principal

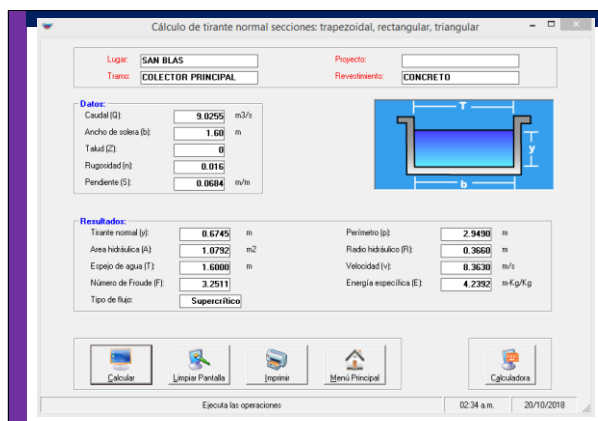


Figura 143. Cálculo de propuesta de diseño del colector principal.

3.6.5.9. Diseño de sumideros

a) Zonificación según el área de influencia de los sumideros:

Se procedió a identificar el área de influencia de los sumideros existentes y sumideros propuestos (sumideros peatonales y vehiculares) en todo el sector de San Blas.

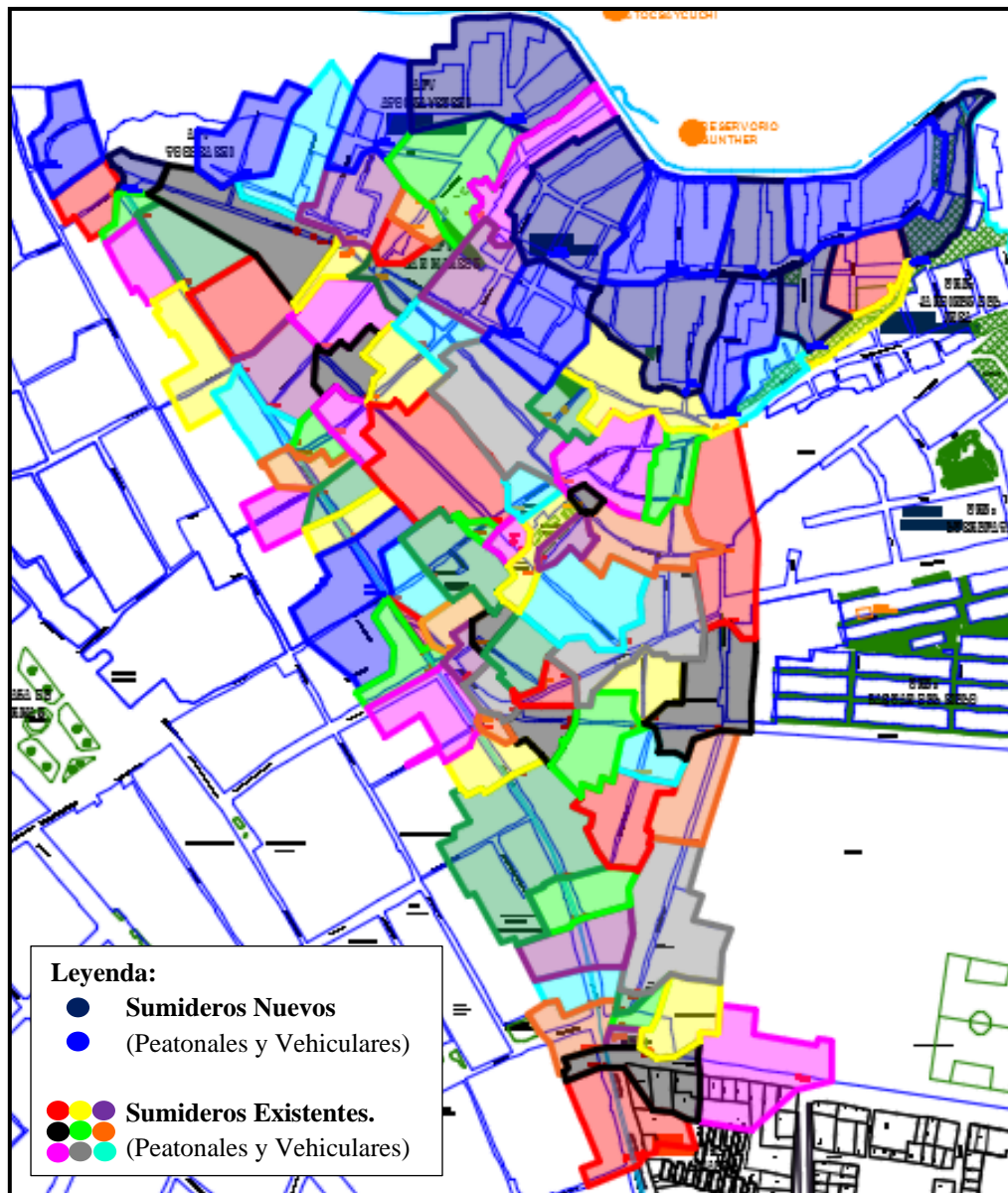


Figura 144. Plano de Zonificación de Sumideros.

Se analizaron un total de 53 sumideros vehiculares (49 sumideros vehiculares existentes y 4 sumideros vehiculares nuevos) y también un total de 42 sumideros peatonales (31 sumideros peatonales existentes y 11 sumideros peatonales nuevos).

b) Cálculo de las características hidráulicas: área, longitud y pendiente.

Tabla 104. Características Hidráulicas de los sumideros vehiculares.

Características Hidráulicas de los sumideros										
Codigo:	A			L		Cota		S		S
	Area	Area	Area	Distancia:	Distancia:	Cota Maxima:	Cota Minima:	Pendiente:	Pendiente:	
	(m2)	(km2)	(Ha)	(ml)	(km)	(msnm)	(msnm)	(m/m)	(m/Km)	
SV-1	3186.10	0.0032	0.3186	82.7086	0.0827	3405.48	3402.35	0.0378	37.8437	
SV-2	614.66	0.0006	0.0615	59.9200	0.0599	3405.48	3403.25	0.0372	37.2163	
SV-3	2806.42	0.0028	0.2806	45.5030	0.0455	3412.13	3405.48	0.1461	146.1442	
SV-4	2464.14	0.0025	0.2464	28.9482	0.0289	3409.30	3408.15	0.0397	39.7261	
SV-5	2250.97	0.0023	0.2251	31.6969	0.0317	3410.42	3409.30	0.0353	35.3347	
SV-6	2162.91	0.0022	0.2163	49.3945	0.0494	3413.43	3410.42	0.0609	60.9380	
SV-7	1606.52	0.0016	0.1607	43.6288	0.0436	3419.90	3412.78	0.1632	163.1950	
SV-8	3271.62	0.0033	0.3272	90.9756	0.0910	3419.85	3413.43	0.0706	70.5684	
SV-9	5027.55	0.0050	0.5028	78.2143	0.0782	3433.40	3415.70	0.2263	226.3013	
SV-10	5362.92	0.0054	0.5363	102.9547	0.1030	3428.90	3419.85	0.0879	87.9027	
SV-11	5723.37	0.0057	0.5723	103.0059	0.1030	3444.95	3422.29	0.2200	219.9874	
SV-12	4629.01	0.0046	0.4629	93.7978	0.0938	3449.35	3428.20	0.2255	225.4850	
SV-13	3037.56	0.0030	0.3038	83.0261	0.0830	3448.70	3428.90	0.2385	238.4792	
SV-14	1124.57	0.0011	0.1125	38.5017	0.0385	3451.82	3442.60	0.2395	239.4699	
SV-15	8887.54	0.0089	0.8888	179.2566	0.1793	3464.00	3447.70	0.0909	90.9311	
SV-16	1617.56	0.0016	0.1618	41.6298	0.0416	3455.00	3442.10	0.3099	309.8742	
SV-17	2857.65	0.0029	0.2858	70.8947	0.0709	3435.90	3429.30	0.0931	93.0958	
SV-18	11747.08	0.0117	1.1747	137.1305	0.1371	3434.39	3423.58	0.0788	78.8300	
SV-19	535.08	0.0005	0.0535	27.2663	0.0273	3423.58	3422.20	0.0506	50.6119	
SV-20	5265.97	0.0053	0.5266	84.4264	0.0844	3422.20	3412.13	0.1193	119.2755	
SV-21	2615.68	0.0026	0.2616	69.0918	0.0691	3385.71	3382.46	0.0470	47.0389	
SV-22	4767.64	0.0048	0.4768	72.8854	0.0729	3388.83	3384.51	0.0593	59.2711	
SV-23	4015.87	0.0040	0.4016	73.8182	0.0738	3390.95	3387.71	0.0439	43.8916	
SV-24	15596.78	0.0156	1.5597	137.5808	0.1376	3392.85	3390.00	0.0207	20.7151	
SV-25	3232.24	0.0032	0.3232	53.3853	0.0534	3395.83	3391.00	0.0905	90.4743	
SV-26	5158.75	0.0052	0.5159	111.8408	0.1118	3401.35	3395.83	0.0494	49.3559	
SV-27	1269.04	0.0013	0.1269	53.7761	0.0538	3409.91	3401.40	0.1582	158.2487	
SV-28	1686.24	0.0017	0.1686	50.9205	0.0509	3406.40	3399.75	0.1306	130.5957	
SV-29	1552.68	0.0016	0.1553	55.6227	0.0556	3412.25	3403.25	0.1618	161.8044	
SV-30	3421.50	0.0034	0.3422	32.2565	0.0323	3405.80	3402.50	0.1023	102.3050	
SV-31	4946.98	0.0049	0.4947	55.4122	0.0554	3407.95	3398.70	0.1669	166.9307	
SV-32	3250.54	0.0033	0.3251	73.2893	0.0733	3417.40	3398.75	0.2545	254.4710	
SV-33	7638.57	0.0076	0.7639	103.2894	0.1033	3419.75	3399.60	0.1951	195.0829	
SV-34	5126.80	0.0051	0.5127	112.6147	0.1126	3399.60	3393.15	0.0573	57.2749	
SV-35	10075.14	0.0101	1.0075	153.3283	0.1533	3393.15	3383.38	0.0637	63.7195	
SV-36	439.49	0.0004	0.0439	18.4658	0.0185	3383.38	3382.08	0.0704	70.4004	
SV-37	1089.99	0.0011	0.1090	67.4977	0.0675	3385.40	3381.78	0.0536	53.6315	
SV-38	4117.72	0.0041	0.4118	97.4388	0.0974	3386.05	3381.57	0.0460	45.9776	
SV-39	7321.30	0.0073	0.7321	102.6765	0.1027	3381.15	3376.72	0.0431	43.1452	
SV-40	4832.37	0.0048	0.4832	92.1606	0.0922	3381.45	3381.05	0.0043	4.3402	
SV-41	3251.53	0.0033	0.3252	76.1778	0.0762	3384.87	3381.45	0.0449	44.8950	
SV-42	7683.30	0.0077	0.7683	155.1765	0.1552	3424.15	3410.05	0.0909	90.8643	
SV-43	10260.88	0.0103	1.0261	191.3572	0.1914	3453.00	3419.75	0.1738	173.7588	
SV-44	9812.73	0.0098	0.9813	99.1426	0.0991	3384.63	3381.90	0.0275	27.5361	
SV-45	2846.05	0.0028	0.2846	47.5336	0.0475	3450.96	3438.17	0.2691	269.0728	
SV-46	1129.17	0.0011	0.1129	26.8163	0.0268	3425.20	3422.60	0.0970	96.9560	
SV-47	3001.55	0.0030	0.3002	82.7291	0.0827	3430.55	3421.00	0.1154	115.4370	
SV-48	7827.05	0.0078	0.7827	110.1823	0.1102	3425.35	3414.55	0.0980	98.0194	
SV-49	1519.98	0.0015	0.1520	68.1057	0.0681	3429.70	3421.90	0.1145	114.5279	
Nuevo SV-50	9935.70	0.0099	0.9936	67.1200	0.0671	3408.15	3405.48	0.0398	39.7795	
Nuevo SV-51	9888.13	0.0099	0.9888	110.1099	0.1101	3539.75	3501.00	0.3519	351.9211	
Nuevo SV-52	5673.26	0.0057	0.5673	96.3621	0.0964	3520.05	3490.35	0.3082	308.2125	
Nuevo SV-53	10461.00	0.0105	1.0461	130.1808	0.1302	3509.95	3490.60	0.1486	148.6394	

Tabla 105. Características Hidráulicas de los sumideros peatonales.

Características Hidráulicas de los sumideros										
Codigo:	A			L		Cota		S	S	
	Area	Area	Area	Distancia:	Distancia:	Cota Maxima:	Cota Minima:	Pendiente:	Pendiente:	
	(m2)	(km2)	(Ha)	(ml)	(km)	(msnm)	(msnm)	(m/m)	(m/Km)	
SP-1	1961.19	0.0020	0.1961	66.5005	0.0665	3414.70	3403.83	0.1635	163.4574	
SP-2	2669.83	0.0027	0.2670	68.2700	0.0683	3415.09	3410.42	0.0684	68.4049	
SP-3	2915.71	0.0029	0.2916	46.3098	0.0463	3486.10	3454.52	0.6819	681.9291	
SP-4	6967.94	0.0070	0.6968	143.3771	0.1434	3528.10	3462.78	0.4556	455.5818	
SP-5	5536.26	0.0055	0.5536	94.3158	0.0943	3497.45	3452.10	0.4808	480.8314	
SP-6	3165.42	0.0032	0.3165	85.0536	0.0851	3473.40	3437.52	0.4219	421.8516	
SP-7	4792.89	0.0048	0.4793	85.1538	0.0852	3437.52	3433.40	0.0484	48.3830	
SP-8	3836.28	0.0038	0.3836	72.9984	0.0730	3438.17	3428.19	0.1367	136.7153	
SP-9	2310.24	0.0023	0.2310	43.5988	0.0436	3428.19	3419.90	0.1901	190.1428	
SP-10	1687.67	0.0017	0.1688	48.8602	0.0489	3430.72	3425.12	0.1146	114.6127	
SP-11	9322.44	0.0093	0.9322	161.8444	0.1618	3452.00	3430.72	0.1315	131.4843	
SP-12	621.11	0.0006	0.0621	23.4700	0.0235	3399.75	3396.50	0.1385	138.4746	
SP-13	2292.74	0.0023	0.2293	49.7716	0.0498	3398.48	3396.15	0.0468	46.8138	
SP-14	5244.14	0.0052	0.5244	91.1090	0.0911	3396.15	3390.96	0.0570	56.9647	
SP-15	611.21	0.0006	0.0611	26.9310	0.0269	3381.85	3381.50	0.0130	12.9962	
SP-16	1154.77	0.0012	0.1155	55.0842	0.0551	3414.80	3407.00	0.1416	141.6014	
SP-17	3256.50	0.0033	0.3257	75.3115	0.0753	3414.75	3408.32	0.0854	85.3787	
SP-18	5787.45	0.0058	0.5787	119.6490	0.1196	3432.52	3425.75	0.0566	56.5822	
SP-19	2996.65	0.0030	0.2997	73.8845	0.0739	3450.50	3435.10	0.2084	208.4334	
SP-20	7230.42	0.0072	0.7230	165.1173	0.1651	3478.00	3451.61	0.1598	159.8258	
SP-21	3078.43	0.0031	0.3078	96.3030	0.0963	3473.75	3453.70	0.2082	208.1970	
SP-22	1961.02	0.0020	0.1961	140.5841	0.1406	3479.50	3462.62	0.1201	120.0705	
SP-23	4993.71	0.0050	0.4994	74.7941	0.0748	3491.00	3468.65	0.2988	298.8204	
SP-24	2597.91	0.0026	0.2598	55.7401	0.0557	3454.48	3439.10	0.2759	275.9234	
SP-25	6944.48	0.0069	0.6944	116.8764	0.1169	3448.85	3430.86	0.1539	153.9233	
SP-26	1439.97	0.0014	0.1440	42.4535	0.0425	3466.24	3445.15	0.4968	496.7788	
SP-27	5798.16	0.0058	0.5798	98.3757	0.0984	3494.00	3450.96	0.4375	437.5064	
SP-28	11416.69	0.0114	1.1417	177.8332	0.1778	3547.15	3493.25	0.3031	303.0930	
SP-29	8751.17	0.0088	0.8751	112.6066	0.1126	3521.87	3481.73	0.3565	356.4622	
SP-30	1498.63	0.0015	0.1499	43.9771	0.0440	3481.73	3466.24	0.3522	352.2288	
SP-31	525.24	0.0005	0.0525	23.7755	0.0238	3432.93	3430.07	0.1203	120.2919	
Nuevo SP-32	1459.69	0.0015	0.1460	41.4898	0.0415	3488.00	3453.11	0.8409	840.9296	
Nuevo SP-33	4472.01	0.0045	0.4472	67.4566	0.0675	3516.42	3493.00	0.3472	347.1862	
Nuevo SP-34	5620.74	0.0056	0.5621	109.5100	0.1095	3523.30	3464.25	0.5392	539.2202	
Nuevo SP-35	5610.57	0.0056	0.5611	92.3231	0.0923	3525.95	3493.45	0.3520	352.0246	
Nuevo SP-36	14458.81	0.0145	1.4459	99.2099	0.0992	3549.45	3521.87	0.2780	277.9964	
Nuevo SP-37	7972.71	0.0080	0.7973	101.7906	0.1018	3491.00	3452.91	0.3742	374.1996	
Nuevo SP-38	13218.04	0.0132	1.3218	154.6998	0.1547	3544.10	3490.82	0.3444	344.4090	
Nuevo SP-39	10321.76	0.0103	1.0322	115.1108	0.1151	3502.55	3459.95	0.3701	370.0782	
Nuevo SP-40	6163.24	0.0062	0.6163	135.3207	0.1353	3493.30	3454.89	0.2838	283.8442	
Nuevo SP-41	3903.96	0.0039	0.3904	103.2300	0.1032	3492.00	3465.45	0.2572	257.1927	
Nuevo SP-42	5408.06	0.0054	0.5408	177.8404	0.1778	3524.70	3479.25	0.2556	255.5662	
Total:	451600.72			8099.14		Promedio:	0.1835			

c) Cálculo del tiempo de concentración:

Tabla 106. *Tiempo de concentración de sumideros vehiculares.*

Calculo del Tiempo de Concentracion						
Codigo:	Tiempo de Concentracion			tc Promedio (min)	Valor Asumido (min)	
	M. Kirpich	M. SCS	M. Federal Aviation Administration			
	tc (min)	tc (min)	tc (min)			
SV-1	2.06	2.72	4.57	3.12	2.06	
SV-2	1.62	2.12	3.91	2.55	1.62	
SV-3	0.77	0.86	2.16	1.26	0.77	
SV-4	0.90	1.15	2.66	1.57	0.90	
SV-5	1.01	1.31	2.89	1.74	1.01	
SV-6	1.15	1.42	3.01	1.86	1.15	
SV-7	0.72	0.79	2.04	1.18	0.72	
SV-8	1.74	2.15	3.89	2.60	1.74	
SV-9	0.99	1.06	2.45	1.50	0.99	
SV-10	1.76	2.13	3.85	2.58	1.76	
SV-11	1.24	1.35	2.84	1.81	1.24	
SV-12	1.14	1.23	2.69	1.69	1.14	
SV-13	1.02	1.09	2.48	1.53	1.02	
SV-14	0.56	0.59	1.69	0.94	0.56	
SV-15	2.66	3.26	5.02	3.65	2.66	
SV-16	0.54	0.55	1.61	0.90	0.54	
SV-17	1.29	1.53	3.13	1.99	1.29	
SV-18	2.29	2.83	4.61	3.24	2.29	
SV-19	0.78	0.97	2.38	1.38	0.78	
SV-20	1.34	1.56	3.15	2.02	1.34	
SV-21	1.65	2.12	3.88	2.55	1.65	
SV-22	1.57	1.97	3.69	2.41	1.57	
SV-23	1.78	2.31	4.11	2.73	1.78	
SV-24	3.84	5.53	7.20	5.52	3.84	
SV-25	1.05	1.24	2.75	1.68	1.05	
SV-26	2.34	3.04	4.86	3.41	2.34	
SV-27	0.85	0.94	2.29	1.36	0.85	
SV-28	0.88	0.99	2.37	1.42	0.88	
SV-29	0.87	0.96	2.31	1.38	0.87	
SV-30	0.68	0.78	2.05	1.17	0.68	
SV-31	0.85	0.94	2.28	1.36	0.85	
SV-32	0.90	0.95	2.28	1.38	0.90	
SV-33	1.30	1.43	2.96	1.90	1.30	
SV-34	2.22	2.83	4.64	3.23	2.22	
SV-35	2.71	3.44	5.23	3.79	2.71	
SV-36	0.51	0.60	1.76	0.96	0.51	
SV-37	1.54	1.94	3.67	2.39	1.54	
SV-38	2.17	2.82	4.65	3.21	2.17	
SV-39	2.31	3.03	4.87	3.41	2.31	
SV-40	5.15	8.77	9.92	7.94	5.15	
SV-41	1.81	2.34	4.14	2.76	1.81	
SV-42	2.38	2.91	4.67	3.32	2.38	
SV-43	2.18	2.49	4.18	2.95	2.18	
SV-44	2.67	3.69	5.56	3.97	2.67	
SV-45	0.63	0.66	1.80	1.03	0.63	
SV-46	0.60	0.69	1.90	1.06	0.60	
SV-47	1.34	1.56	3.15	2.02	1.34	
SV-48	1.78	2.13	3.84	2.58	1.78	
SV-49	1.16	1.34	2.87	1.79	1.16	
Nuevo SV-50	1.72	2.25	4.05	2.67	1.72	
Nuevo SV-51	1.09	1.12	2.51	1.57	1.09	
Nuevo SV-52	1.03	1.08	2.45	1.52	1.03	
Nuevo SV-53	1.72	1.98	3.63	2.44	1.72	

Tabla 107. Tiempo de concentración de sumideros peatonales.

Calculo del Tiempo de Concentracion						
Codigo:	Tiempo de Concentracion			tc Promedio (min)	Valor Asumido (min)	
	M. Kirpich	M. SCS	M. Federal Aviation Administration			
	tc (min)	tc (min)	tc (min)			
SP-1	0.99	1.10	2.52	1.54	0.99	
SP-2	1.41	1.74	3.41	2.19	1.41	
SP-3	0.43	0.40	1.31	0.71	0.43	
SP-4	1.21	1.22	2.63	1.68	1.21	
SP-5	0.86	0.85	2.09	1.27	0.86	
SP-6	0.83	0.83	2.08	1.25	0.83	
SP-7	1.91	2.46	4.27	2.88	1.91	
SP-8	1.14	1.30	2.80	1.74	1.14	
SP-9	0.68	0.73	1.94	1.11	0.68	
SP-10	0.90	1.03	2.43	1.45	0.90	
SP-11	2.14	2.50	4.22	2.95	2.14	
SP-12	0.47	0.52	1.58	0.86	0.47	
SP-13	1.28	1.63	3.30	2.07	1.28	
SP-14	1.89	2.40	4.18	2.83	1.89	
SP-15	1.31	1.89	3.72	2.31	1.31	
SP-16	0.91	1.02	2.40	1.44	0.91	
SP-17	1.40	1.68	3.32	2.14	1.40	
SP-18	2.34	2.99	4.81	3.38	2.34	
SP-19	0.98	1.06	2.45	1.49	0.98	
SP-20	2.01	2.30	4.00	2.77	2.01	
SP-21	1.20	1.31	2.79	1.77	1.20	
SP-22	1.98	2.34	4.06	2.79	1.98	
SP-23	0.86	0.89	2.18	1.31	0.86	
SP-24	0.71	0.74	1.94	1.13	0.71	
SP-25	1.56	1.78	3.40	2.25	1.56	
SP-26	0.46	0.44	1.39	0.76	0.46	
SP-27	0.92	0.92	2.21	1.35	0.92	
SP-28	1.67	1.78	3.35	2.26	1.67	
SP-29	1.10	1.14	2.53	1.59	1.10	
SP-30	0.54	0.54	1.58	0.89	0.54	
SP-31	0.50	0.56	1.67	0.91	0.50	
Nuevo SP-32	0.37	0.33	1.15	0.62	0.37	
Nuevo SP-33	0.75	0.76	1.97	1.16	0.75	
Nuevo SP-34	0.92	0.90	2.17	1.33	0.92	
Nuevo SP-35	0.95	0.97	2.30	1.41	0.95	
Nuevo SP-36	1.10	1.16	2.58	1.61	1.10	
Nuevo SP-37	1.00	1.02	2.36	1.46	1.00	
Nuevo SP-38	1.42	1.49	2.99	1.97	1.42	
Nuevo SP-39	1.10	1.13	2.52	1.59	1.10	
Nuevo SP-40	1.38	1.47	2.99	1.95	1.38	
Nuevo SP-41	1.17	1.25	2.70	1.70	1.17	
Nuevo SP-42	1.78	1.93	3.55	2.42	1.78	
Promedio:	1.362	1.643	3.130	2.045	1.362	

d) Cálculo del caudal por el método Racional:

Tabla 108. Cálculo del caudal de sumideros vehiculares.

Calculo del Caudal por el Metodo Racional							
Codigo:	Ce Coeficiente de Escorrentia (Adimen.)	I			A Area (km2)	Q Caudal Asumido (m3/seg)	
		Valor Asumido					
		M. Gumbel (mm/hr)	M. Log Pearson III (mm/hr)	M. IIIA (mm/hr)			
SV-1	0.9347	100.8736	66.8182	82.4581	0.0032	0.0834	
SV-2	0.9397	115.3566	76.0901	93.9002	0.0006	0.0185	
SV-3	0.9246	173.7987	113.1715	139.6611	0.0028	0.1253	
SV-4	0.9246	159.6288	104.2228	128.6178	0.0025	0.1010	
SV-5	0.9246	149.7638	97.9781	120.9115	0.0023	0.0866	
SV-6	0.8767	139.2030	91.2787	112.6439	0.0022	0.0733	
SV-7	0.9334	181.1724	117.8190	145.3965	0.0016	0.0755	
SV-8	0.8767	110.6414	73.0757	90.1803	0.0033	0.0882	
SV-9	0.8388	151.3896	99.0081	122.1826	0.0050	0.1773	
SV-10	0.8767	109.9875	72.6573	89.6640	0.0054	0.1436	
SV-11	0.8388	133.7743	87.8286	108.3864	0.0057	0.1784	
SV-12	0.8388	139.9723	91.7672	113.2468	0.0046	0.1510	
SV-13	0.8767	149.2381	97.6450	120.5004	0.0030	0.1104	
SV-14	0.8767	207.4326	134.3237	165.7643	0.0011	0.0568	
SV-15	0.8388	87.4127	58.1630	71.7770	0.0089	0.1810	
SV-16	0.8388	211.9807	137.1753	169.2834	0.0016	0.0799	
SV-17	0.8388	130.5899	85.8029	105.8864	0.0029	0.0870	
SV-18	0.9246	95.0688	63.0905	77.8579	0.0117	0.2868	
SV-19	0.9246	172.4614	112.3279	138.6201	0.0005	0.0237	
SV-20	0.9246	127.7866	84.0183	103.6842	0.0053	0.1728	
SV-21	0.9347	114.1156	75.2971	92.9216	0.0026	0.0775	
SV-22	0.9347	117.1855	77.2582	95.3418	0.0048	0.1451	
SV-23	0.9397	109.3048	72.2205	89.1249	0.0040	0.1146	
SV-24	0.9347	71.3542	47.7818	58.9659	0.0156	0.2890	
SV-25	0.9347	146.5217	95.9230	118.3754	0.0032	0.1230	
SV-26	0.9347	93.8473	62.3052	76.8888	0.0052	0.1257	
SV-27	0.9397	164.5995	107.3646	132.4951	0.0013	0.0545	
SV-28	0.9397	161.7085	105.5377	130.2405	0.0017	0.0712	
SV-29	0.9397	163.0139	106.3628	131.2587	0.0016	0.0661	
SV-30	0.9079	186.5544	121.2074	149.5779	0.0034	0.1610	
SV-31	0.9079	164.3700	107.2196	132.3162	0.0049	0.2051	
SV-32	0.9079	159.6071	104.2091	128.6009	0.0033	0.1308	
SV-33	0.9079	130.2309	85.5744	105.6045	0.0076	0.2509	
SV-34	0.9079	96.5940	64.0706	79.0674	0.0051	0.1249	
SV-35	0.9079	86.6107	57.6461	71.1391	0.0101	0.2201	
SV-36	0.9079	218.5960	141.3195	174.3976	0.0004	0.0242	
SV-37	0.9079	118.5353	78.1200	96.4053	0.0011	0.0326	
SV-38	0.9079	98.0451	65.0027	80.2176	0.0041	0.1018	
SV-39	0.9347	94.5821	62.7777	77.4718	0.0073	0.1798	
SV-40	0.9079	60.6389	40.8146	50.3680	0.0048	0.0739	
SV-41	0.9347	108.3670	71.6203	88.3842	0.0033	0.0915	
SV-42	0.9397	92.9560	61.7320	76.1814	0.0077	0.1864	
SV-43	0.9079	97.6203	64.7299	79.8810	0.0103	0.2526	
SV-44	0.9079	87.2245	58.0417	71.6273	0.0098	0.2159	
SV-45	0.9334	194.3495	126.1096	155.6276	0.0028	0.1434	
SV-46	0.9246	199.5729	129.3911	159.6772	0.0011	0.0579	
SV-47	0.9397	128.0026	84.1559	103.8540	0.0030	0.1003	
SV-48	0.9397	109.3604	72.2561	89.1688	0.0078	0.2234	
SV-49	0.9397	138.8620	91.0620	112.3766	0.0015	0.0551	
Nuevo SV-50	0.8767	111.4717	73.6068	90.8356	0.0099	0.2697	
Nuevo SV-51	0.9079	143.7450	94.1618	116.2019	0.0099	0.3585	
Nuevo SV-52	0.9079	147.9236	96.8118	119.4722	0.0057	0.2116	
Nuevo SV-53	0.9079	111.3119	73.5046	90.7095	0.0105	0.2937	

Para el cálculo del caudal de los sumideros, se toma los valores de Intensidades por el método Gumbel ya que se tiene tiempos de concentración menores a 5 minutos; y el método de Tormentas de Máximas Intensidades no sería adecuado (no se tiene registros menores a 5 min.).

Tabla 109. Cálculo del caudal de sumideros peatonales.

Calculo del Caudal por el Metodo Racional							
Codigo:	Ce Coeficiente de Escorrentia (Adimen.)	I			A Area (km2)	Q Caudal Asumido (m3/seg)	
		Valor Asumido					
		M. Gumbel (mm/hr)	M. Log Pearson III (mm/hr)	M. IILA (mm/hr)			
SP-1	0.9397	151.3628	98.9911	122.1616	0.0020	0.0775	
SP-2	0.8767	124.2549	81.7683	100.9075	0.0027	0.0808	
SP-3	0.8767	239.7261	154.5310	190.7015	0.0029	0.1702	
SP-4	0.8388	135.6921	89.0479	109.8910	0.0070	0.2203	
SP-5	0.8388	164.1678	107.0919	132.1585	0.0055	0.2118	
SP-6	0.8388	166.8508	108.7867	134.2499	0.0032	0.1231	
SP-7	0.8388	104.9949	69.4606	85.7190	0.0048	0.1173	
SP-8	0.9334	140.0038	91.7872	113.2715	0.0038	0.1393	
SP-9	0.9334	187.2411	121.6395	150.1112	0.0023	0.1122	
SP-10	0.9246	160.0605	104.4958	128.9547	0.0017	0.0694	
SP-11	0.9246	98.8003	65.4876	80.8160	0.0093	0.2366	
SP-12	0.9397	227.9877	147.1963	181.6501	0.0006	0.0370	
SP-13	0.9397	131.1506	86.1597	106.3268	0.0023	0.0785	
SP-14	0.9397	105.6269	69.8655	86.2187	0.0052	0.1446	
SP-15	0.9079	129.6685	85.2165	105.1628	0.0006	0.0200	
SP-16	0.9397	159.0941	103.8846	128.2005	0.0012	0.0480	
SP-17	0.9397	124.9291	82.1980	101.4378	0.0033	0.1062	
SP-18	0.9079	93.8807	62.3267	76.9153	0.0058	0.1370	
SP-19	0.9079	152.4168	99.6588	122.9855	0.0030	0.1152	
SP-20	0.9246	102.1305	67.6244	83.4530	0.0072	0.1897	
SP-21	0.9079	136.0657	89.2854	110.1841	0.0031	0.1056	
SP-22	0.9079	102.9124	68.1258	84.0717	0.0020	0.0509	
SP-23	0.9079	163.7525	106.8295	131.8347	0.0050	0.2062	
SP-24	0.9246	182.5407	118.6807	146.4599	0.0026	0.1218	
SP-25	0.9246	117.4330	77.4163	95.5368	0.0069	0.2095	
SP-26	0.8388	232.5177	150.0283	185.1449	0.0014	0.0780	
SP-27	0.9334	158.0173	103.2035	127.3600	0.0058	0.2376	
SP-28	0.9334	113.4409	74.8659	92.3895	0.0114	0.3358	
SP-29	0.8388	142.7649	93.5399	115.4345	0.0088	0.2911	
SP-30	0.8388	212.8162	137.6989	169.9295	0.0015	0.0743	
SP-31	0.9397	220.0135	142.2070	175.4929	0.0005	0.0302	
Nuevo SP-32	0.8767	262.7603	168.8914	208.4232	0.0015	0.0934	
Nuevo SP-33	0.8767	176.7140	115.0096	141.9295	0.0045	0.1925	
Nuevo SP-34	0.8388	157.8347	103.0880	127.2175	0.0056	0.2067	
Nuevo SP-35	0.8388	154.9948	101.2909	124.9997	0.0056	0.2026	
Nuevo SP-36	0.8388	142.9085	93.6310	115.5469	0.0145	0.4814	
Nuevo SP-37	0.9334	150.6150	98.5174	121.5770	0.0080	0.3113	
Nuevo SP-38	0.9334	123.7344	81.4365	100.4980	0.0132	0.4241	
Nuevo SP-39	0.9079	142.5666	93.4141	115.2792	0.0103	0.3711	
Nuevo SP-40	0.9079	125.7137	82.6979	102.0547	0.0062	0.1954	
Nuevo SP-41	0.9079	138.1874	90.6336	111.8478	0.0039	0.1361	
Nuevo SP-42	0.9079	109.3795	72.2683	89.1838	0.0054	0.1492	
Promedio:	0.9048	141.4951	92.6256	114.3062		0.1502	

e) Cálculo del tirante sobre el umbral:

Tabla 110. Cálculo del tirante sobre el umbral de sumideros vehiculares.

Calculo del Tirante sobre el umbral						
Codigo:	Descripcion:	Q Caudal de ingreso a sumidero (m3/seg)	C Constante (Adimen)	L entr. Longitud del ancho de la calle (m)	H Tirante sobre el Umbral (m)	
SV-1	Sumidero Existente	0.0834	1.84	6.50	0.04	
SV-2	Sumidero Existente	0.0185	1.84	6.45	0.01	
SV-3	Sumidero Existente	0.1253	1.84	4.53	0.06	
SV-4	Sumidero Existente	0.1010	1.84	9.21	0.03	
SV-5	Sumidero Existente	0.0866	1.84	8.73	0.03	
SV-6	Sumidero Existente	0.0733	1.84	7.93	0.03	
SV-7	Sumidero Existente	0.0755	1.84	4.90	0.04	
SV-8	Sumidero Existente	0.0882	1.84	7.55	0.03	
SV-9	Sumidero Existente	0.1773	1.84	3.00	0.10	
SV-10	Sumidero Existente	0.1436	1.84	7.19	0.05	
SV-11	Sumidero Existente	0.1784	1.84	7.41	0.06	
SV-12	Sumidero Existente	0.1510	1.84	7.74	0.05	
SV-13	Sumidero Existente	0.1104	1.84	7.80	0.04	
SV-14	Sumidero Existente	0.0568	1.84	8.12	0.02	
SV-15	Sumidero Existente	0.1810	1.84	3.16	0.10	
SV-16	Sumidero Existente	0.0799	1.84	1.71	0.09	
SV-17	Sumidero Existente	0.0870	1.84	4.12	0.05	
SV-18	Sumidero Existente	0.2868	1.84	3.16	0.13	
SV-19	Sumidero Existente	0.0237	1.84	3.38	0.02	
SV-20	Sumidero Existente	0.1728	1.84	4.08	0.08	
SV-21	Sumidero Existente	0.0775	1.84	13.64	0.02	
SV-22	Sumidero Existente	0.1451	1.84	16.69	0.03	
SV-23	Sumidero Existente	0.1146	1.84	12.11	0.03	
SV-24	Sumidero Existente	0.2890	1.84	10.19	0.06	
SV-25	Sumidero Existente	0.1230	1.84	8.88	0.04	
SV-26	Sumidero Existente	0.1257	1.84	8.00	0.04	
SV-27	Sumidero Existente	0.0545	1.84	5.93	0.03	
SV-28	Sumidero Existente	0.0712	1.84	3.13	0.05	
SV-29	Sumidero Existente	0.0661	1.84	4.20	0.04	
SV-30	Sumidero Existente	0.1610	1.84	2.86	0.10	
SV-31	Sumidero Existente	0.2051	1.84	3.04	0.11	
SV-32	Sumidero Existente	0.1308	1.84	2.60	0.09	
SV-33	Sumidero Existente	0.2509	1.84	3.47	0.12	
SV-34	Sumidero Existente	0.1249	1.84	4.54	0.06	
SV-35	Sumidero Existente	0.2201	1.84	3.48	0.11	
SV-36	Sumidero Existente	0.0242	1.84	3.48	0.02	
SV-37	Sumidero Existente	0.0326	1.84	12.00	0.01	
SV-38	Sumidero Existente	0.1018	1.84	14.00	0.02	
SV-39	Sumidero Existente	0.1798	1.84	21.23	0.03	
SV-40	Sumidero Existente	0.0739	1.84	22.41	0.01	
SV-41	Sumidero Existente	0.0915	1.84	22.41	0.02	
SV-42	Sumidero Existente	0.1864	1.84	3.49	0.09	
SV-43	Sumidero Existente	0.2526	1.84	8.43	0.06	
SV-44	Sumidero Existente	0.2159	1.84	12.31	0.04	
SV-45	Sumidero Existente	0.1434	1.84	4.27	0.07	
SV-46	Sumidero Existente	0.0579	1.84	14.00	0.02	
SV-47	Sumidero Existente	0.1003	1.84	3.74	0.06	
SV-48	Sumidero Existente	0.2234	1.84	3.67	0.10	
SV-49	Sumidero Existente	0.0551	1.84	4.56	0.04	
Nuevo SV-50	Sumidero Nuevo	0.2697	1.84	10.18	0.06	
Nuevo SV-51	Sumidero Nuevo	0.3585	1.84	8.45	0.08	
Nuevo SV-52	Sumidero Nuevo	0.2116	1.84	9.96	0.05	
Nuevo SV-53	Sumidero Nuevo	0.2937	1.84	9.04	0.07	

Tabla 111. Cálculo del tirante sobre el umbral de sumideros peatonales.

Calculo del Tirante sobre el umbral						
Codigo:	Descripcion:	Q Caudal de ingreso a sumidero (m3/seg)	C Constante (Adimen)	L entr. Longitud del ancho de la calle (m)	H Tirante sobre el Umbral (m)	
SP-1	Sumidero Existente	0.0775	1.84	1.93	0.08	
SP-2	Sumidero Existente	0.0808	1.84	2.70	0.06	
SP-3	Sumidero Existente	0.1702	1.84	3.00	0.10	
SP-4	Sumidero Existente	0.2203	1.84	4.22	0.09	
SP-5	Sumidero Existente	0.2118	1.84	2.71	0.12	
SP-6	Sumidero Existente	0.1231	1.84	3.87	0.07	
SP-7	Sumidero Existente	0.1173	1.84	3.23	0.07	
SP-8	Sumidero Existente	0.1393	1.84	3.97	0.07	
SP-9	Sumidero Existente	0.1122	1.84	4.53	0.06	
SP-10	Sumidero Existente	0.0694	1.84	3.60	0.05	
SP-11	Sumidero Existente	0.2366	1.84	3.60	0.11	
SP-12	Sumidero Existente	0.0370	1.84	2.90	0.04	
SP-13	Sumidero Existente	0.0785	1.84	3.17	0.06	
SP-14	Sumidero Existente	0.1446	1.84	2.67	0.10	
SP-15	Sumidero Existente	0.0200	1.84	3.00	0.02	
SP-16	Sumidero Existente	0.0480	1.84	3.29	0.04	
SP-17	Sumidero Existente	0.1062	1.84	3.00	0.07	
SP-18	Sumidero Existente	0.1370	1.84	3.88	0.07	
SP-19	Sumidero Existente	0.1152	1.84	4.18	0.06	
SP-20	Sumidero Existente	0.1897	1.84	2.89	0.11	
SP-21	Sumidero Existente	0.1056	1.84	7.50	0.04	
SP-22	Sumidero Existente	0.0509	1.84	2.90	0.04	
SP-23	Sumidero Existente	0.2062	1.84	6.81	0.06	
SP-24	Sumidero Existente	0.1218	1.84	2.84	0.08	
SP-25	Sumidero Existente	0.2095	1.84	4.04	0.09	
SP-26	Sumidero Existente	0.0780	1.84	3.35	0.05	
SP-27	Sumidero Existente	0.2376	1.84	4.25	0.10	
SP-28	Sumidero Existente	0.3358	1.84	2.90	0.16	
SP-29	Sumidero Existente	0.2911	1.84	5.81	0.09	
SP-30	Sumidero Existente	0.0743	1.84	5.22	0.04	
SP-31	Sumidero Existente	0.0302	1.84	4.77	0.02	
Nuevo SP-32	Sumidero Nuevo	0.0934	1.84	3.00	0.07	
Nuevo SP-33	Sumidero Nuevo	0.1925	1.84	4.91	0.08	
Nuevo SP-34	Sumidero Nuevo	0.2067	1.84	2.52	0.13	
Nuevo SP-35	Sumidero Nuevo	0.2026	1.84	7.58	0.06	
Nuevo SP-36	Sumidero Nuevo	0.4814	1.84	4.97	0.14	
Nuevo SP-37	Sumidero Nuevo	0.3113	1.84	6.06	0.09	
Nuevo SP-38	Sumidero Nuevo	0.4241	1.84	5.85	0.12	
Nuevo SP-39	Sumidero Nuevo	0.3711	1.84	3.21	0.16	
Nuevo SP-40	Sumidero Nuevo	0.1954	1.84	12.34	0.04	
Nuevo SP-41	Sumidero Nuevo	0.1361	1.84	14.00	0.03	
Nuevo SP-42	Sumidero Nuevo	0.1492	1.84	3.44	0.08	
Promedio:					0.064	

f) Cálculo del área efectiva:

Tabla 112. Cálculo del área efectiva de sumideros vehiculares.

Calculo del Area Efectiva						
Codigo:	Descripcion:	Q Caudal (m3/seg)	Cd Coeficiente de Descarga (Adimen)	g Aceleracion de la Gravedad (m/seg2)	H Tirante sobre el Umbral (m)	A Area Efectiva (m2)
SV-1	Sumidero Existente	0.0834	0.61	9.81	0.04	0.16
SV-2	Sumidero Existente	0.0185	0.61	9.81	0.01	0.06
SV-3	Sumidero Existente	0.1253	0.61	9.81	0.06	0.19
SV-4	Sumidero Existente	0.1010	0.61	9.81	0.03	0.21
SV-5	Sumidero Existente	0.0866	0.61	9.81	0.03	0.18
SV-6	Sumidero Existente	0.0733	0.61	9.81	0.03	0.16
SV-7	Sumidero Existente	0.0755	0.61	9.81	0.04	0.14
SV-8	Sumidero Existente	0.0882	0.61	9.81	0.03	0.18
SV-9	Sumidero Existente	0.1773	0.61	9.81	0.10	0.21
SV-10	Sumidero Existente	0.1436	0.61	9.81	0.05	0.24
SV-11	Sumidero Existente	0.1784	0.61	9.81	0.06	0.28
SV-12	Sumidero Existente	0.1510	0.61	9.81	0.05	0.25
SV-13	Sumidero Existente	0.1104	0.61	9.81	0.04	0.21
SV-14	Sumidero Existente	0.0568	0.61	9.81	0.02	0.13
SV-15	Sumidero Existente	0.1810	0.61	9.81	0.10	0.21
SV-16	Sumidero Existente	0.0799	0.61	9.81	0.09	0.10
SV-17	Sumidero Existente	0.0870	0.61	9.81	0.05	0.14
SV-18	Sumidero Existente	0.2868	0.61	9.81	0.13	0.29
SV-19	Sumidero Existente	0.0237	0.61	9.81	0.02	0.06
SV-20	Sumidero Existente	0.1728	0.61	9.81	0.08	0.22
SV-21	Sumidero Existente	0.0775	0.61	9.81	0.02	0.20
SV-22	Sumidero Existente	0.1451	0.61	9.81	0.03	0.32
SV-23	Sumidero Existente	0.1146	0.61	9.81	0.03	0.25
SV-24	Sumidero Existente	0.2890	0.61	9.81	0.06	0.43
SV-25	Sumidero Existente	0.1230	0.61	9.81	0.04	0.23
SV-26	Sumidero Existente	0.1257	0.61	9.81	0.04	0.23
SV-27	Sumidero Existente	0.0545	0.61	9.81	0.03	0.12
SV-28	Sumidero Existente	0.0712	0.61	9.81	0.05	0.11
SV-29	Sumidero Existente	0.0661	0.61	9.81	0.04	0.12
SV-30	Sumidero Existente	0.1610	0.61	9.81	0.10	0.19
SV-31	Sumidero Existente	0.2051	0.61	9.81	0.11	0.23
SV-32	Sumidero Existente	0.1308	0.61	9.81	0.09	0.16
SV-33	Sumidero Existente	0.2509	0.61	9.81	0.12	0.27
SV-34	Sumidero Existente	0.1249	0.61	9.81	0.06	0.19
SV-35	Sumidero Existente	0.2201	0.61	9.81	0.11	0.25
SV-36	Sumidero Existente	0.0242	0.61	9.81	0.02	0.06
SV-37	Sumidero Existente	0.0326	0.61	9.81	0.01	0.11
SV-38	Sumidero Existente	0.1018	0.61	9.81	0.02	0.24
SV-39	Sumidero Existente	0.1798	0.61	9.81	0.03	0.40
SV-40	Sumidero Existente	0.0739	0.61	9.81	0.01	0.23
SV-41	Sumidero Existente	0.0915	0.61	9.81	0.02	0.26
SV-42	Sumidero Existente	0.1864	0.61	9.81	0.09	0.22
SV-43	Sumidero Existente	0.2526	0.61	9.81	0.06	0.37
SV-44	Sumidero Existente	0.2159	0.61	9.81	0.04	0.38
SV-45	Sumidero Existente	0.1434	0.61	9.81	0.07	0.20
SV-46	Sumidero Existente	0.0579	0.61	9.81	0.02	0.16
SV-47	Sumidero Existente	0.1003	0.61	9.81	0.06	0.15
SV-48	Sumidero Existente	0.2234	0.61	9.81	0.10	0.26
SV-49	Sumidero Existente	0.0551	0.61	9.81	0.04	0.11
Nuevo SV-50	Sumidero Nuevo	0.2697	0.61	9.81	0.06	0.41
Nuevo SV-51	Sumidero Nuevo	0.3585	0.61	9.81	0.08	0.47
Nuevo SV-52	Sumidero Nuevo	0.2116	0.61	9.81	0.05	0.35
Nuevo SV-53	Sumidero Nuevo	0.2937	0.61	9.81	0.07	0.42

Tabla 113. Cálculo del área efectiva de sumideros peatonales.

Calculo del Area Efectiva						
Codigo:	Descripcion:	Q Caudal (m3/seg)	Cd Coeficiente de Descarga (Adimen)	g Aceleracion de la Gravedad (m/seg2)	H Tirante sobre el Umbral (m)	A Area Efectiva (m2)
SP-1	Sumidero Existente	0.0775	0.61	9.81	0.08	0.10
SP-2	Sumidero Existente	0.0808	0.61	9.81	0.06	0.12
SP-3	Sumidero Existente	0.1702	0.61	9.81	0.10	0.20
SP-4	Sumidero Existente	0.2203	0.61	9.81	0.09	0.27
SP-5	Sumidero Existente	0.2118	0.61	9.81	0.12	0.22
SP-6	Sumidero Existente	0.1231	0.61	9.81	0.07	0.18
SP-7	Sumidero Existente	0.1173	0.61	9.81	0.07	0.16
SP-8	Sumidero Existente	0.1393	0.61	9.81	0.07	0.19
SP-9	Sumidero Existente	0.1122	0.61	9.81	0.06	0.17
SP-10	Sumidero Existente	0.0694	0.61	9.81	0.05	0.12
SP-11	Sumidero Existente	0.2366	0.61	9.81	0.11	0.27
SP-12	Sumidero Existente	0.0370	0.61	9.81	0.04	0.07
SP-13	Sumidero Existente	0.0785	0.61	9.81	0.06	0.12
SP-14	Sumidero Existente	0.1446	0.61	9.81	0.10	0.17
SP-15	Sumidero Existente	0.0200	0.61	9.81	0.02	0.05
SP-16	Sumidero Existente	0.0480	0.61	9.81	0.04	0.09
SP-17	Sumidero Existente	0.1062	0.61	9.81	0.07	0.15
SP-18	Sumidero Existente	0.1370	0.61	9.81	0.07	0.19
SP-19	Sumidero Existente	0.1152	0.61	9.81	0.06	0.17
SP-20	Sumidero Existente	0.1897	0.61	9.81	0.11	0.21
SP-21	Sumidero Existente	0.1056	0.61	9.81	0.04	0.20
SP-22	Sumidero Existente	0.0509	0.61	9.81	0.04	0.09
SP-23	Sumidero Existente	0.2062	0.61	9.81	0.06	0.30
SP-24	Sumidero Existente	0.1218	0.61	9.81	0.08	0.16
SP-25	Sumidero Existente	0.2095	0.61	9.81	0.09	0.25
SP-26	Sumidero Existente	0.0780	0.61	9.81	0.05	0.12
SP-27	Sumidero Existente	0.2376	0.61	9.81	0.10	0.28
SP-28	Sumidero Existente	0.3358	0.61	9.81	0.16	0.31
SP-29	Sumidero Existente	0.2911	0.61	9.81	0.09	0.36
SP-30	Sumidero Existente	0.0743	0.61	9.81	0.04	0.14
SP-31	Sumidero Existente	0.0302	0.61	9.81	0.02	0.07
Nuevo SP-32	Sumidero Nuevo	0.0934	0.61	9.81	0.07	0.13
Nuevo SP-33	Sumidero Nuevo	0.1925	0.61	9.81	0.08	0.26
Nuevo SP-34	Sumidero Nuevo	0.2067	0.61	9.81	0.13	0.22
Nuevo SP-35	Sumidero Nuevo	0.2026	0.61	9.81	0.06	0.31
Nuevo SP-36	Sumidero Nuevo	0.4814	0.61	9.81	0.14	0.48
Nuevo SP-37	Sumidero Nuevo	0.3113	0.61	9.81	0.09	0.38
Nuevo SP-38	Sumidero Nuevo	0.4241	0.61	9.81	0.12	0.46
Nuevo SP-39	Sumidero Nuevo	0.3711	0.61	9.81	0.16	0.35
Nuevo SP-40	Sumidero Nuevo	0.1954	0.61	9.81	0.04	0.35
Nuevo SP-41	Sumidero Nuevo	0.1361	0.61	9.81	0.03	0.29
Nuevo SP-42	Sumidero Nuevo	0.1492	0.61	9.81	0.08	0.19
Promedio:						0.2171

g) Cálculo del número de espaciamento y barras:

Tabla 114. Cálculo del número de espaciamento y barras de sumideros vehiculares.

Calculo del numero de espaciamento y barras															
Codigo:	Descripcion:	A Area Efectiva (m ²)	A Ancho de sumidero (m)	L Longitud de sumidero (m)	M _a Marco de sumidero e=1/2" L(m) x A(m)	A _b Ancho de la barra (m)	L _b Longitud de la barra (m)	2" Espaciamento de barra (m)	1/2" espesor de barra (m)	2 1/2" Ancho de la barra (m)	(n) # de barras Longitudinales (und)	(nt) # de barras Transversales (und)	(n+1) # de Espacios Longitudinales (und)	(nt+1) # de Espacios Transversales (und)	
SV-1	Sumidero Existente	0.1616	0.60	0.27	0.27 x 0.60	0.57	0.24	0.0508	0.0127	0.0635	4	2	5	3	
SV-2	Sumidero Existente	0.0591	0.55	0.11	0.11 x 0.55	0.52	0.08	0.0508	0.0127	0.0635	1	2	2	3	
SV-3	Sumidero Existente	0.1879	0.50	0.38	0.38 x 0.50	0.47	0.35	0.0508	0.0127	0.0635	6	2	7	3	
SV-4	Sumidero Existente	0.2062	0.50	0.41	0.41 x 0.50	0.47	0.39	0.0508	0.0127	0.0635	6	2	7	3	
SV-5	Sumidero Existente	0.1828	1.50	0.12	0.12 x 1.50	1.47	0.10	0.0508	0.0127	0.0635	2	6	3	7	
SV-6	Sumidero Existente	0.1584	0.30	0.53	0.53 x 0.30	0.27	0.50	0.0508	0.0127	0.0635	8	1	9	2	
SV-7	Sumidero Existente	0.1376	0.55	0.25	0.25 x 0.55	0.52	0.22	0.0508	0.0127	0.0635	4	2	5	3	
SV-8	Sumidero Existente	0.1762	1.50	0.12	0.12 x 1.50	1.47	0.09	0.0508	0.0127	0.0635	1	6	2	7	
SV-9	Sumidero Existente	0.2065	0.50	0.41	0.41 x 0.50	0.47	0.39	0.0508	0.0127	0.0635	6	2	7	3	
SV-10	Sumidero Existente	0.2401	0.50	0.48	0.48 x 0.50	0.47	0.45	0.0508	0.0127	0.0635	7	2	8	3	
SV-11	Sumidero Existente	0.2802	1.60	0.18	0.18 x 1.60	1.57	0.15	0.0508	0.0127	0.0635	2	6	3	7	
SV-12	Sumidero Existente	0.2543	0.50	0.51	0.51 x 0.50	0.47	0.48	0.0508	0.0127	0.0635	8	2	9	3	
SV-13	Sumidero Existente	0.2070	0.50	0.41	0.41 x 0.50	0.47	0.39	0.0508	0.0127	0.0635	6	2	7	3	
SV-14	Sumidero Existente	0.1347	0.90	0.15	0.15 x 0.90	0.87	0.12	0.0508	0.0127	0.0635	2	3	3	4	
SV-15	Sumidero Existente	0.2130	0.50	0.43	0.43 x 0.50	0.47	0.40	0.0508	0.0127	0.0635	6	2	7	3	
SV-16	Sumidero Existente	0.1006	0.60	0.17	0.17 x 0.60	0.57	0.14	0.0508	0.0127	0.0635	2	2	3	3	
SV-17	Sumidero Existente	0.1427	0.40	0.36	0.36 x 0.40	0.37	0.33	0.0508	0.0127	0.0635	5	1	6	2	
SV-18	Sumidero Existente	0.2894	0.45	0.64	0.64 x 0.45	0.42	0.62	0.0508	0.0127	0.0635	10	2	11	3	
SV-19	Sumidero Existente	0.0562	0.30	0.19	0.19 x 0.30	0.27	0.16	0.0508	0.0127	0.0635	3	1	4	2	
SV-20	Sumidero Existente	0.2248	0.30	0.75	0.75 x 0.30	0.72	0.72	0.0508	0.0127	0.0635	11	1	12	2	
SV-21	Sumidero Existente	0.1970	0.75	0.26	0.26 x 0.75	0.27	0.24	0.0508	0.0127	0.0635	4	3	5	4	
SV-22	Sumidero Existente	0.3200	0.75	0.43	0.43 x 0.75	0.72	0.40	0.0508	0.0127	0.0635	6	3	7	4	
SV-23	Sumidero Existente	0.2457	0.75	0.33	0.33 x 0.75	0.72	0.30	0.0508	0.0127	0.0635	5	3	6	4	
SV-24	Sumidero Existente	0.4297	0.75	0.57	0.57 x 0.75	0.72	0.55	0.0508	0.0127	0.0635	9	3	10	4	
SV-25	Sumidero Existente	0.2322	0.75	0.31	0.31 x 0.75	0.72	0.28	0.0508	0.0127	0.0635	4	3	5	4	
SV-26	Sumidero Existente	0.2276	0.75	0.30	0.30 x 0.75	0.72	0.28	0.0508	0.0127	0.0635	4	3	5	4	
SV-27	Sumidero Existente	0.1180	0.35	0.34	0.34 x 0.35	0.32	0.31	0.0508	0.0127	0.0635	5	1	6	2	
SV-28	Sumidero Existente	0.1139	0.20	0.57	0.57 x 0.20	0.17	0.54	0.0508	0.0127	0.0635	9	1	10	2	
SV-29	Sumidero Existente	0.1196	0.50	0.24	0.24 x 0.50	0.47	0.21	0.0508	0.0127	0.0635	3	2	4	3	
SV-30	Sumidero Existente	0.1905	0.30	0.63	0.63 x 0.30	0.27	0.61	0.0508	0.0127	0.0635	10	1	11	2	
SV-31	Sumidero Existente	0.2285	0.35	0.65	0.65 x 0.35	0.32	0.63	0.0508	0.0127	0.0635	10	1	11	2	
SV-32	Sumidero Existente	0.1607	0.40	0.40	0.40 x 0.40	0.37	0.38	0.0508	0.0127	0.0635	6	1	7	2	
SV-33	Sumidero Existente	0.2731	0.40	0.68	0.68 x 0.40	0.37	0.66	0.0508	0.0127	0.0635	10	1	11	2	
SV-34	Sumidero Existente	0.1876	0.70	0.27	0.27 x 0.70	0.67	0.24	0.0508	0.0127	0.0635	4	3	5	4	
SV-35	Sumidero Existente	0.2505	0.50	0.50	0.50 x 0.50	0.47	0.48	0.0508	0.0127	0.0635	7	2	8	3	
SV-36	Sumidero Existente	0.0575	0.90	0.06	0.06 x 0.90	0.87	0.04	0.0508	0.0127	0.0635	1	3	2	4	
SV-37	Sumidero Existente	0.1059	0.40	0.26	0.26 x 0.40	0.37	0.24	0.0508	0.0127	0.0635	4	1	5	2	
SV-38	Sumidero Existente	0.2383	0.80	0.30	0.30 x 0.80	0.77	0.27	0.0508	0.0127	0.0635	4	3	5	4	
SV-39	Sumidero Existente	0.4000	0.75	0.53	0.53 x 0.75	0.72	0.51	0.0508	0.0127	0.0635	8	3	9	4	
SV-40	Sumidero Existente	0.2252	0.55	0.41	0.41 x 0.55	0.52	0.38	0.0508	0.0127	0.0635	6	2	7	3	
SV-41	Sumidero Existente	0.2596	0.75	0.35	0.35 x 0.75	0.72	0.32	0.0508	0.0127	0.0635	5	3	6	4	
SV-42	Sumidero Existente	0.2245	0.40	0.56	0.56 x 0.40	0.37	0.54	0.0508	0.0127	0.0635	8	1	9	2	
SV-43	Sumidero Existente	0.3688	0.90	0.41	0.41 x 0.90	0.87	0.38	0.0508	0.0127	0.0635	6	3	7	4	
SV-44	Sumidero Existente	0.3768	0.70	0.54	0.54 x 0.70	0.67	0.51	0.0508	0.0127	0.0635	8	3	9	4	
SV-45	Sumidero Existente	0.2016	0.80	0.25	0.25 x 0.80	0.77	0.23	0.0508	0.0127	0.0635	4	3	5	4	
SV-46	Sumidero Existente	0.1635	0.30	0.55	0.55 x 0.30	0.27	0.52	0.0508	0.0127	0.0635	8	1	9	2	
SV-47	Sumidero Existente	0.1520	0.50	0.30	0.30 x 0.50	0.47	0.28	0.0508	0.0127	0.0635	4	2	5	3	
SV-48	Sumidero Existente	0.2576	0.60	0.43	0.43 x 0.60	0.57	0.40	0.0508	0.0127	0.0635	6	2	7	3	
SV-49	Sumidero Existente	0.1089	0.25	0.44	0.44 x 0.25	0.22	0.41	0.0508	0.0127	0.0635	6	1	7	2	
Nuevo SV-50	Sumidero Nuevo	0.4103	0.50	0.82	0.82 x 0.50	0.47	0.80	0.0508	0.0127	0.0635	13	2	14	3	
Nuevo SV-51	Sumidero Nuevo	0.4661	0.50	0.93	0.93 x 0.50	0.47	0.91	0.0508	0.0127	0.0635	14	2	15	3	
Nuevo SV-52	Sumidero Nuevo	0.3465	0.50	0.69	0.69 x 0.50	0.47	0.67	0.0508	0.0127	0.0635	11	2	12	3	
Nuevo SV-53	Sumidero Nuevo	0.4174	0.50	0.83	0.83 x 0.50	0.47	0.81	0.0508	0.0127	0.0635	13	2	14	3	

Tabla 115. *Calculo del número de espaciamiento y barras de sumideros peatonales.*

Calculo del numero de espaciamiento y barras														
Codigo:	Descripcion:	A Area Efectiva (m ²)	A Ancho de sumidero (m)	L Longitud de sumidero (m)	Ma Marco de sumidero e=1/2" L(m) x A(m)	Ab Ancho de la barra (m)	Lb Longitud de la barra (m)	2" Espacia miento de barra (m)	1/2" espesor de barra (m)	2 1/2" Ancho de la barra (m)	(nl) # de barras Longitu dinales (und)	(nt) # de barras Transv ersales (und)	(nt+1) # ue Espaci os Longitu dinales (und)	(nt+1) # ue Espaci os Transv ersales (und)
SP-1	Sumidero Existente	0.1026	0.45	0.23	0.23 x 0.45	0.42	0.20	0.0508	0.0127	0.0635	3	2	4	3
SP-2	Sumidero Existente	0.1180	0.40	0.30	0.30 x 0.40	0.37	0.27	0.0508	0.0127	0.0635	4	1	5	2
SP-3	Sumidero Existente	0.2009	0.25	0.80	0.80 x 0.25	0.22	0.78	0.0508	0.0127	0.0635	12	1	13	2
SP-4	Sumidero Existente	0.2673	0.40	0.67	0.67 x 0.40	0.37	0.64	0.0508	0.0127	0.0635	10	1	11	2
SP-5	Sumidero Existente	0.2246	0.50	0.45	0.45 x 0.50	0.47	0.42	0.0508	0.0127	0.0635	7	2	8	3
SP-6	Sumidero Existente	0.1762	0.57	0.31	0.31 x 0.57	0.54	0.28	0.0508	0.0127	0.0635	4	2	5	3
SP-7	Sumidero Existente	0.1606	0.40	0.40	0.40 x 0.40	0.37	0.38	0.0508	0.0127	0.0635	6	1	7	2
SP-8	Sumidero Existente	0.1929	0.25	0.77	0.77 x 0.25	0.22	0.75	0.0508	0.0127	0.0635	12	1	13	2
SP-9	Sumidero Existente	0.1745	0.60	0.29	0.29 x 0.60	0.57	0.27	0.0508	0.0127	0.0635	4	2	5	3
SP-10	Sumidero Existente	0.1174	0.30	0.39	0.39 x 0.30	0.27	0.37	0.0508	0.0127	0.0635	6	1	7	2
SP-11	Sumidero Existente	0.2659	0.35	0.76	0.76 x 0.35	0.32	0.73	0.0508	0.0127	0.0635	12	1	13	2
SP-12	Sumidero Existente	0.0718	0.30	0.24	0.24 x 0.30	0.27	0.21	0.0508	0.0127	0.0635	3	1	4	2
SP-13	Sumidero Existente	0.1221	0.30	0.41	0.41 x 0.30	0.27	0.38	0.0508	0.0127	0.0635	6	1	7	2
SP-14	Sumidero Existente	0.1733	0.30	0.58	0.58 x 0.30	0.27	0.55	0.0508	0.0127	0.0635	9	1	10	2
SP-15	Sumidero Existente	0.0482	0.65	0.07	0.07 x 0.65	0.62	0.05	0.0508	0.0127	0.0635	1	2	2	3
SP-16	Sumidero Existente	0.0890	0.35	0.25	0.25 x 0.35	0.32	0.23	0.0508	0.0127	0.0635	4	1	5	2
SP-17	Sumidero Existente	0.1467	0.30	0.49	0.49 x 0.30	0.27	0.46	0.0508	0.0127	0.0635	7	1	8	2
SP-18	Sumidero Existente	0.1894	0.45	0.42	0.42 x 0.45	0.42	0.40	0.0508	0.0127	0.0635	6	2	7	3
SP-19	Sumidero Existente	0.1730	0.45	0.38	0.38 x 0.45	0.42	0.36	0.0508	0.0127	0.0635	6	2	7	3
SP-20	Sumidero Existente	0.2132	0.15	1.42	1.42 x 0.15	0.12	1.40	0.0508	0.0127	0.0635	22	0	23	1
SP-21	Sumidero Existente	0.1984	0.70	0.28	0.28 x 0.70	0.67	0.26	0.0508	0.0127	0.0635	4	3	5	4
SP-22	Sumidero Existente	0.0888	0.20	0.44	0.44 x 0.20	0.17	0.42	0.0508	0.0127	0.0635	7	1	8	2
SP-23	Sumidero Existente	0.3001	0.20	1.50	1.50 x 0.20	0.17	1.47	0.0508	0.0127	0.0635	23	1	24	2
SP-24	Sumidero Existente	0.1578	0.20	0.79	0.79 x 0.20	0.17	0.76	0.0508	0.0127	0.0635	12	1	13	2
SP-25	Sumidero Existente	0.2547	0.40	0.64	0.64 x 0.40	0.37	0.61	0.0508	0.0127	0.0635	10	1	11	2
SP-26	Sumidero Existente	0.1239	0.20	0.62	0.62 x 0.20	0.17	0.59	0.0508	0.0127	0.0635	9	1	10	2
SP-27	Sumidero Existente	0.2818	0.70	0.40	0.40 x 0.70	0.67	0.38	0.0508	0.0127	0.0635	6	3	7	4
SP-28	Sumidero Existente	0.3124	0.60	0.52	0.52 x 0.60	0.57	0.50	0.0508	0.0127	0.0635	8	2	9	3
SP-29	Sumidero Existente	0.3581	1.70	0.21	0.21 x 1.70	1.67	0.19	0.0508	0.0127	0.0635	3	7	4	8
SP-30	Sumidero Existente	0.1391	1.00	0.14	0.14 x 1.00	0.97	0.11	0.0508	0.0127	0.0635	2	4	3	5
SP-31	Sumidero Existente	0.0740	0.50	0.15	0.15 x 0.50	0.47	0.12	0.0508	0.0127	0.0635	2	2	3	3
Nuevo SP-32	Sumidero Nuevo	0.1347	0.30	0.45	0.45 x 0.30	0.27	0.42	0.0508	0.0127	0.0635	7	1	8	2
Nuevo SP-33	Sumidero Nuevo	0.2569	0.30	0.86	0.86 x 0.30	0.27	0.83	0.0508	0.0127	0.0635	13	1	14	2
Nuevo SP-34	Sumidero Nuevo	0.2158	0.30	0.72	0.72 x 0.30	0.27	0.69	0.0508	0.0127	0.0635	11	1	12	2
Nuevo SP-35	Sumidero Nuevo	0.3073	0.30	1.02	1.02 x 0.30	0.27	1.00	0.0508	0.0127	0.0635	16	1	17	2
Nuevo SP-36	Sumidero Nuevo	0.4754	0.30	1.58	1.58 x 0.30	0.27	1.56	0.0508	0.0127	0.0635	25	1	26	2
Nuevo SP-37	Sumidero Nuevo	0.3798	0.30	1.27	1.27 x 0.30	0.27	1.24	0.0508	0.0127	0.0635	20	1	21	2
Nuevo SP-38	Sumidero Nuevo	0.4612	0.30	1.54	1.54 x 0.30	0.27	1.51	0.0508	0.0127	0.0635	24	1	25	2
Nuevo SP-39	Sumidero Nuevo	0.3455	0.30	1.15	1.15 x 0.30	0.27	1.13	0.0508	0.0127	0.0635	18	1	19	2
Nuevo SP-40	Sumidero Nuevo	0.3529	0.30	1.18	1.18 x 0.30	0.27	1.15	0.0508	0.0127	0.0635	18	1	19	2
Nuevo SP-41	Sumidero Nuevo	0.2891	0.30	0.96	0.96 x 0.30	0.27	0.94	0.0508	0.0127	0.0635	15	1	16	2
Nuevo SP-42	Sumidero Nuevo	0.1926	0.30	0.64	0.64 x 0.30	0.27	0.62	0.0508	0.0127	0.0635	10	1	11	2

h) Dimensión final de sumideros propuestos:

Tabla 116. Dimensiones finales de sumideros vehiculares.

Dimensiones Finales de los Sumideros						
Codigo:	Descripcion:	Longitud de sumidero	x	Ancho de sumidero	x	Altura de sumidero
		(m)		(m)		(m)
SV-1	Sumidero Existente	1.30	x	0.60	x	0.90
SV-2	Sumidero Existente	1.40	x	0.55	x	0.80
SV-3	Sumidero Existente	3.00	x	0.50	x	0.50
SV-4	Sumidero Existente	1.15	x	0.50	x	0.90
SV-5	Sumidero Existente	2.10	x	1.50	x	2.56
SV-6	Sumidero Existente	1.20	x	0.30	x	0.70
SV-7	Sumidero Existente	2.40	x	0.55	x	0.80
SV-8	Sumidero Existente	2.10	x	1.50	x	2.35
SV-9	Sumidero Existente	0.90	x	0.50	x	0.90
SV-10	Sumidero Existente	1.30	x	0.50	x	0.90
SV-11	Sumidero Existente	1.60	x	1.60	x	2.90
SV-12	Sumidero Existente	1.20	x	0.50	x	0.80
SV-13	Sumidero Existente	1.20	x	0.50	x	0.60
SV-14	Sumidero Existente	1.80	x	0.90	x	2.30
SV-15	Sumidero Existente	1.00	x	0.50	x	0.60
SV-16	Sumidero Existente	0.60	x	0.60	x	0.40
SV-17	Sumidero Existente	0.40	x	0.40	x	0.50
SV-18	Sumidero Existente	2.00	x	0.45	x	0.50
SV-19	Sumidero Existente	1.20	x	0.30	x	0.60
SV-20	Sumidero Existente	1.20	x	0.30	x	0.55
SV-21	Sumidero Existente	1.35	x	0.75	x	0.60
SV-22	Sumidero Existente	1.35	x	0.75	x	0.50
SV-23	Sumidero Existente	1.35	x	0.75	x	0.90
SV-24	Sumidero Existente	1.35	x	0.75	x	0.70
SV-25	Sumidero Existente	1.35	x	0.75	x	0.90
SV-26	Sumidero Existente	1.35	x	0.75	x	1.20
SV-27	Sumidero Existente	1.25	x	0.35	x	0.60
SV-28	Sumidero Existente	2.40	x	0.20	x	0.20
SV-29	Sumidero Existente	3.80	x	0.50	x	0.80
SV-30	Sumidero Existente	1.20	x	0.30	x	0.80
SV-31	Sumidero Existente	1.20	x	0.35	x	0.70
SV-32	Sumidero Existente	2.70	x	0.40	x	0.70
SV-33	Sumidero Existente	2.40	x	0.40	x	0.80
SV-34	Sumidero Existente	3.20	x	0.70	x	0.90
SV-35	Sumidero Existente	2.70	x	0.50	x	0.70
SV-36	Sumidero Existente	1.50	x	0.90	x	0.90
SV-37	Sumidero Existente	0.80	x	0.40	x	0.50
SV-38	Sumidero Existente	1.40	x	0.80	x	0.90
SV-39	Sumidero Existente	1.40	x	0.75	x	0.80
SV-40	Sumidero Existente	9.00	x	0.55	x	1.20
SV-41	Sumidero Existente	1.55	x	0.75	x	0.90
SV-42	Sumidero Existente	1.20	x	0.40	x	0.60
SV-43	Sumidero Existente	4.00	x	0.90	x	1.00
SV-44	Sumidero Existente	1.40	x	0.70	x	0.80
SV-45	Sumidero Existente	1.70	x	0.80	x	0.40
SV-46	Sumidero Existente	1.20	x	0.30	x	0.30
SV-47	Sumidero Existente	2.30	x	0.50	x	0.40
SV-48	Sumidero Existente	0.60	x	0.60	x	0.50
SV-49	Sumidero Existente	0.70	x	0.25	x	0.30
Nuevo SV-50	Sumidero Nuevo	6.50	x	0.50	x	0.70
Nuevo SV-51	Sumidero Nuevo	5.80	x	0.50	x	0.70
Nuevo SV-52	Sumidero Nuevo	5.80	x	0.50	x	0.70
Nuevo SV-53	Sumidero Nuevo	5.80	x	0.50	x	0.70

Tabla 117. Dimensiones finales de sumideros peatonales.

Dimensiones Finales de los Sumideros							
Codigo:		Descripcion:	Longitud de sumidero (m)	x	Ancho de sumidero (m)	x	Altura de sumidero (m)
SP-1	Sumidero Existente	1.10	x	0.45	x	0.55	
SP-2	Sumidero Existente	2.30	x	0.40	x	0.40	
SP-3	Sumidero Existente	2.10	x	0.25	x	0.55	
SP-4	Sumidero Existente	0.70	x	0.40	x	0.35	
SP-5	Sumidero Existente	1.60	x	0.50	x	0.40	
SP-6	Sumidero Existente	2.20	x	0.57	x	0.50	
SP-7	Sumidero Existente	2.60	x	0.40	x	0.55	
SP-8	Sumidero Existente	2.00	x	0.25	x	0.30	
SP-9	Sumidero Existente	2.10	x	0.60	x	0.60	
SP-10	Sumidero Existente	1.20	x	0.30	x	0.50	
SP-11	Sumidero Existente	2.20	x	0.35	x	0.45	
SP-12	Sumidero Existente	0.65	x	0.30	x	0.40	
SP-13	Sumidero Existente	2.10	x	0.30	x	0.40	
SP-14	Sumidero Existente	2.10	x	0.30	x	0.40	
SP-15	Sumidero Existente	1.60	x	0.65	x	0.70	
SP-16	Sumidero Existente	3.50	x	0.35	x	0.30	
SP-17	Sumidero Existente	1.90	x	0.30	x	0.60	
SP-18	Sumidero Existente	2.50	x	0.45	x	0.40	
SP-19	Sumidero Existente	0.60	x	0.45	x	0.40	
SP-20	Sumidero Existente	13.70	x	0.15	x	0.20	
SP-21	Sumidero Existente	3.80	x	0.70	x	0.50	
Nuevo SP-22	Sumidero nuevo	3.20	x	0.30	x	0.40	
SP-23	Sumidero Existente	2.00	x	0.20	x	0.25	
SP-24	Sumidero Existente	1.25	x	0.20	x	0.30	
SP-25	Sumidero Existente	1.10	x	0.40	x	0.30	
SP-26	Sumidero Existente	1.80	x	0.20	x	0.20	
SP-27	Sumidero Existente	2.00	x	0.70	x	1.10	
SP-28	Sumidero Existente	1.20	x	0.60	x	0.80	
SP-29	Sumidero Existente	1.30	x	1.70	x	1.30	
SP-30	Sumidero Existente	1.40	x	1.00	x	1.60	
SP-31	Sumidero Existente	2.10	x	0.50	x	0.80	
Nuevo SP-32	Sumidero Nuevo	2.10	x	0.30	x	0.40	
Nuevo SP-33	Sumidero Nuevo	3.00	x	0.30	x	0.40	
Nuevo SP-34	Sumidero Nuevo	2.60	x	0.30	x	0.40	
Nuevo SP-35	Sumidero Nuevo	7.00	x	0.30	x	0.40	
Nuevo SP-36	Sumidero Nuevo	6.00	x	0.30	x	0.40	
Nuevo SP-37	Sumidero Nuevo	6.90	x	0.30	x	0.40	
Nuevo SP-38	Sumidero Nuevo	6.00	x	0.30	x	0.40	
Nuevo SP-39	Sumidero Nuevo	3.20	x	0.30	x	0.40	
Nuevo SP-40	Sumidero Nuevo	8.00	x	0.30	x	0.40	
Nuevo SP-41	Sumidero Nuevo	8.00	x	0.30	x	0.40	
Nuevo SP-42	Sumidero Nuevo	4.20	x	0.30	x	0.40	

3.6.6. Simulación del sistema de alcantarillado pluvial

3.6.6.1. Simulación con el software HEC-RAS 5.0.5

- a) Para el procesamiento en el software HEC-RAS es necesario la generación de la superficie del terreno del sector de San Blas; para ello se utilizó el software CIVIL 3D para el levantamiento volumétrico a partir de las curvas de nivel y curvas maestras, posteriormente se generó el alineamiento del canal del Rio Choquechaca.

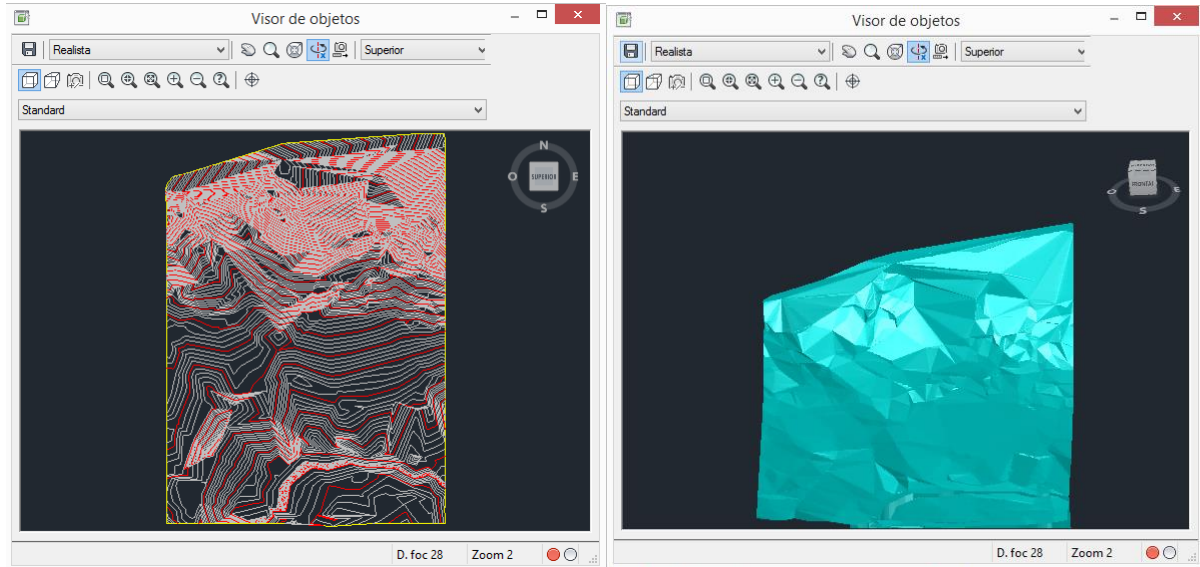


Figura 145. Generación de la superficie del sector de San Blas - CIVIL 3D.

- b) A continuación se generó las secciones transversales del alineamiento del canal del Rio Choquechaca; así mismo se generó el alineamiento de la margen izquierda y derecha del colector principal.

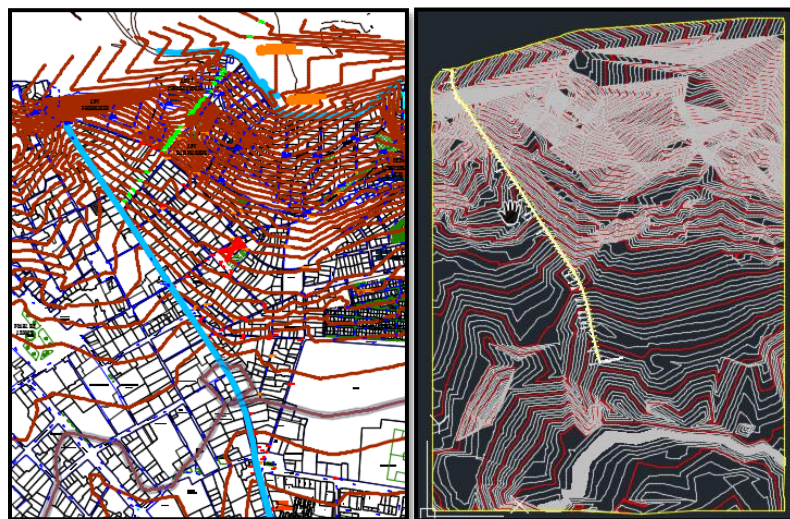


Figura 146. Generación de las secciones transversales - CIVIL 3D.

- c) Se exporto la superficie, alineamientos y secciones transversales del software CIVIL 3D al software HEC-RAS.

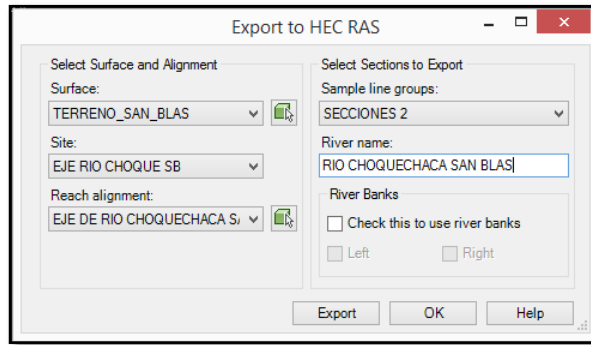


Figura 147. Interface de la exportación de datos - CIVIL 3D.

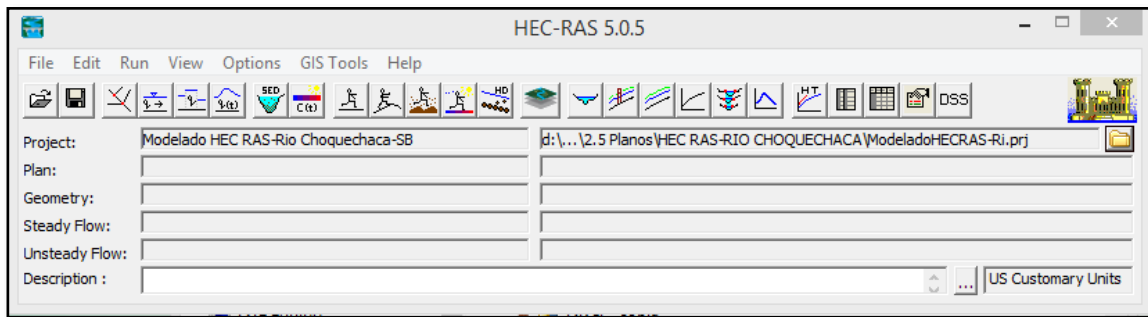


Figura 148. Interface de ingreso de datos - HEC-RAS.

- d) Se importa la geometría de las secciones al software HEC-RAS y se edita de acuerdo a las dimensiones del canal del colector principal (Rio Choquechaca).

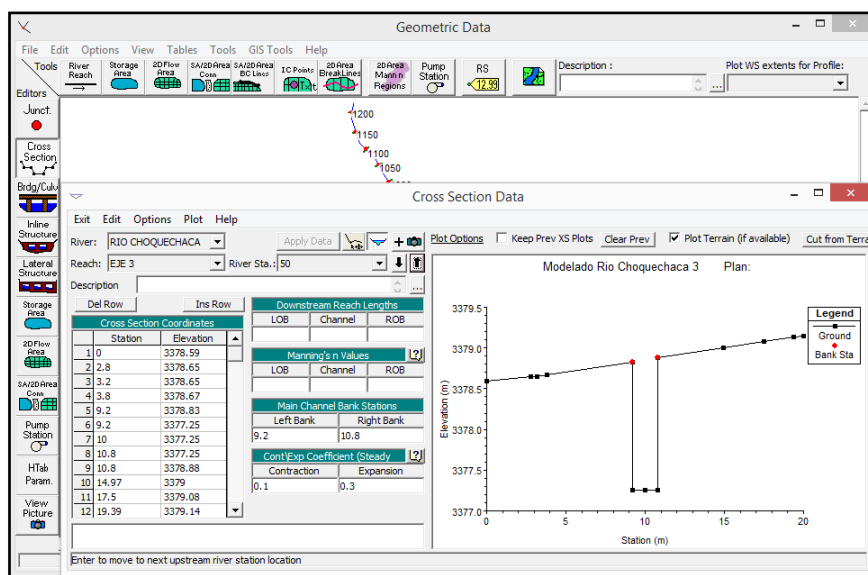


Figura 149. Edición de la sección trasversal del progresiva 00+50m – HEC-RAS.

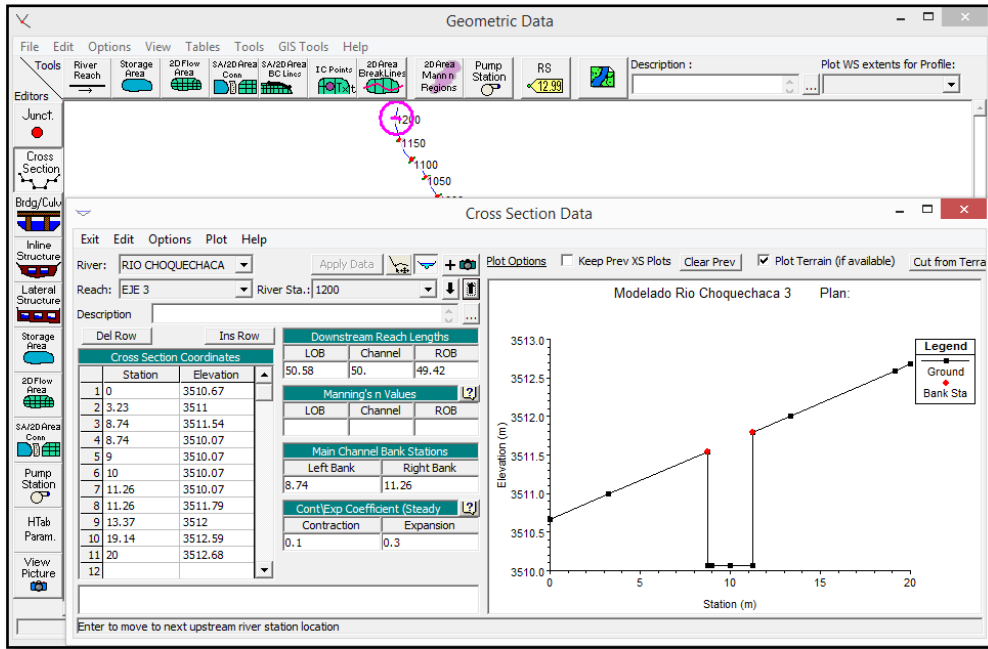


Figura 150. Edición de la sección trasversal del progresiva 01+200m – HEC-RAS.

- e) Se ingresó el coeficiente de Manning de acuerdo a la Tabla 14 para el alineamiento central y como a los márgenes izquierdo y derecho.

The screenshot shows the 'Edit Manning's n or k Values' dialog box. The 'River' is 'RIO CHOQUECHACA' and the 'Reach' is 'EJE 3'. The 'Selected Area Edit Options' include 'Add Constant...', 'Multiply Factor...', 'Set Values...', 'Replace...', and 'Reduce to L Ch R...'. The table below shows the Manning's n values for various river stations:

River Station	Frctn (n/K)	n #1	n #2	n #3	
1	1200	n	0.04	0.016	0.04
2	1150	n	0.04	0.016	0.04
3	1100	n	0.04	0.016	0.04
4	1050	n	0.04	0.016	0.04
5	1000	n	0.04	0.016	0.04
6	950	n	0.04	0.016	0.04
7	900	n	0.04	0.016	0.04
8	850	n	0.04	0.016	0.04
9	800	n	0.04	0.016	0.04
10	750	n	0.04	0.016	0.04
11	700	n	0.04	0.016	0.04
12	650	n	0.04	0.016	0.04
13	600	n	0.04	0.016	0.04
14	550	n	0.04	0.016	0.04
15	500	n	0.04	0.016	0.04
16	450	n	0.04	0.016	0.04
17	400	n	0.04	0.016	0.04
18	350	n	0.04	0.016	0.04
19	300	n	0.04	0.016	0.04
20	250	n	0.04	0.016	0.04
21	200	n	0.04	0.016	0.04
22	150	n	0.04	0.016	0.04
23	100	n	0.04	0.016	0.04
24	50	n	0.04	0.016	0.04

Figura 151. Ingreso de los valores de Manning – HEC-RAS.

- f) Se ingresó los valores de caudales de acuerdo a los periodos de retorno, generando 4 interfaces de diseño.

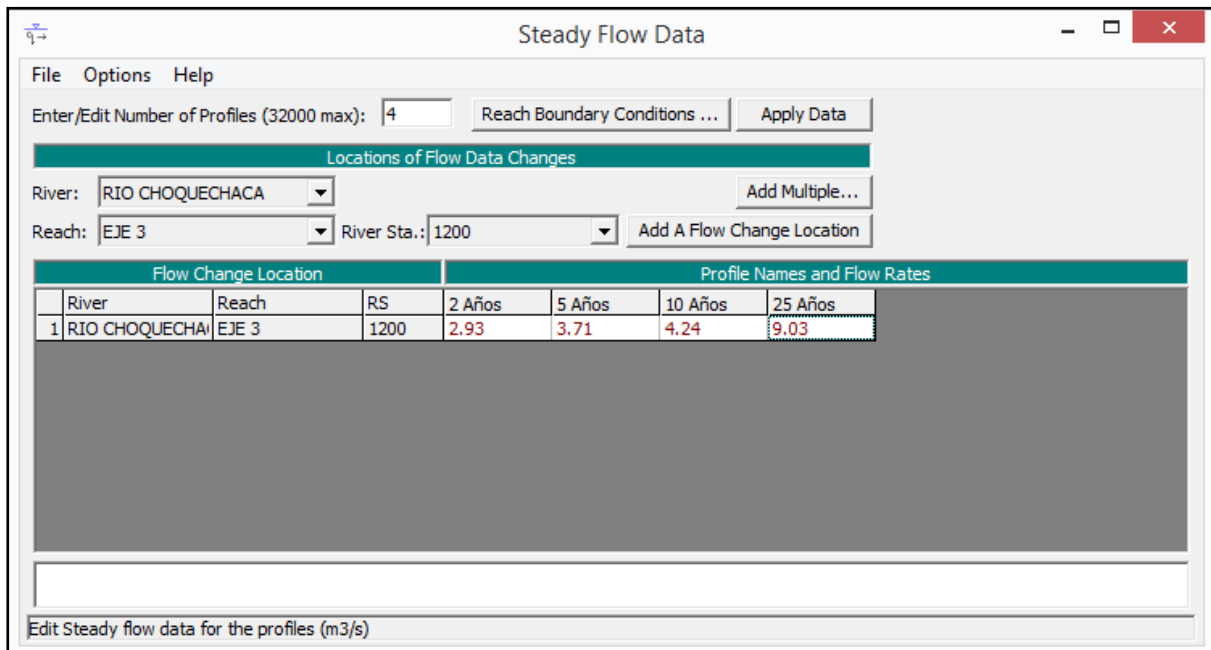


Figura 152. Ingreso de los valores de caudales según el periodo de diseño – HEC-RAS.

- g) Generación del plan de modelamiento y procesamiento de la simulación.

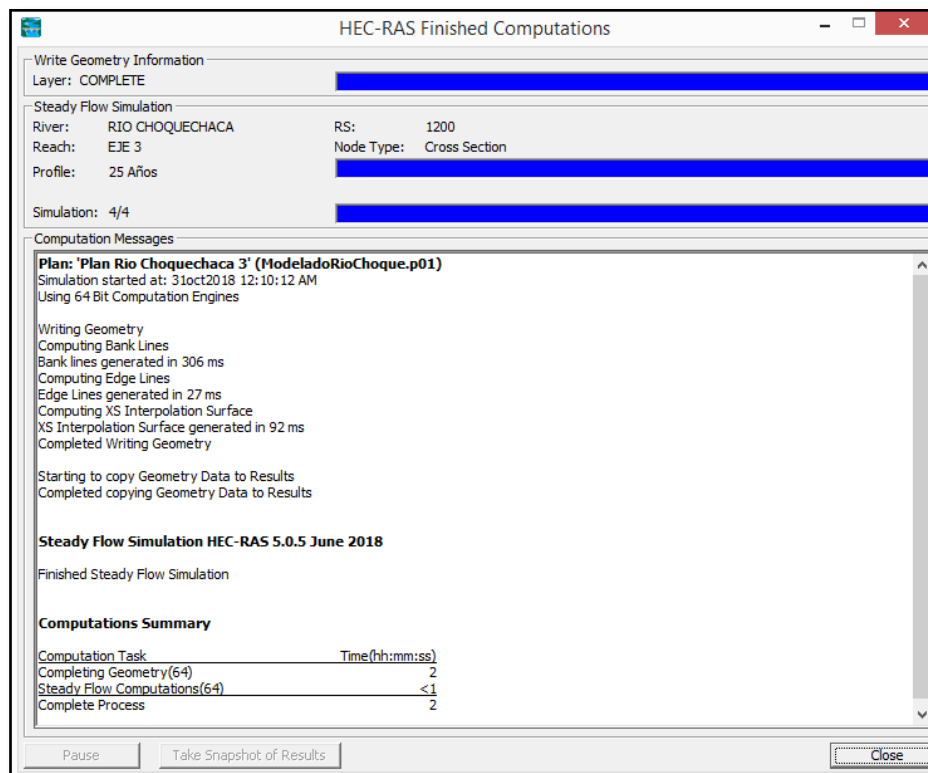


Figura 153. Procesamiento de la simulación – HEC-RAS.

3.6.6.2. Simulación con el software CYPE 2016-ALCANTARILLADO

a) Se ingresó los datos generales de ubicación, referencia, tipo de material con características técnicas, tipo de terreno y condiciones de relleno, cama de arena e instalación de tuberías.

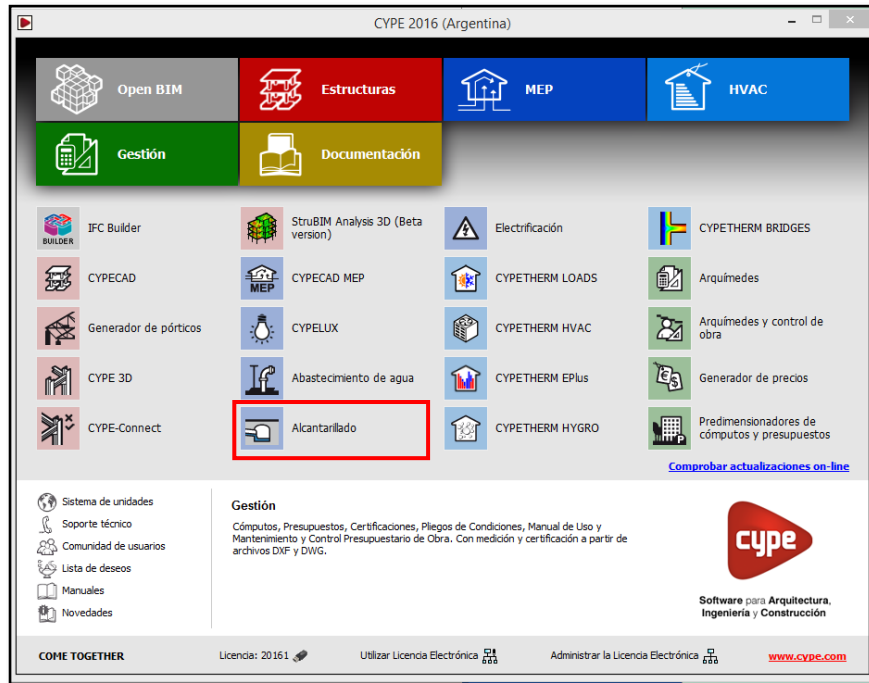


Figura 154. Interface del software CYPE-Alcantarillado.



Figura 155. Ingreso de datos generales - CYPE-Alcantarillado.

Figura 156. Ingreso de datos del terreno CYPE-Alcantarillado.

- b) Se ingresó los valores de: coeficiente de Manning de acuerdo a la Tabla 14, factor de infiltración, coeficiente de escorrentía e intensidad de lluvia correspondiente al sector de San Blas.

Figura 157. Ingreso de Parámetros CYPE-Alcantarillado.

- c) Ingreso de los límites de diseño: velocidad mínima, velocidad máxima, pendiente máxima, pendiente mínimo, calado máximo y datos de excavación. Se establece como calado máximo el 80% del tirante de la tubería para garantizar la evacuación de gases y buen flujo de transporte de aguas pluviales.

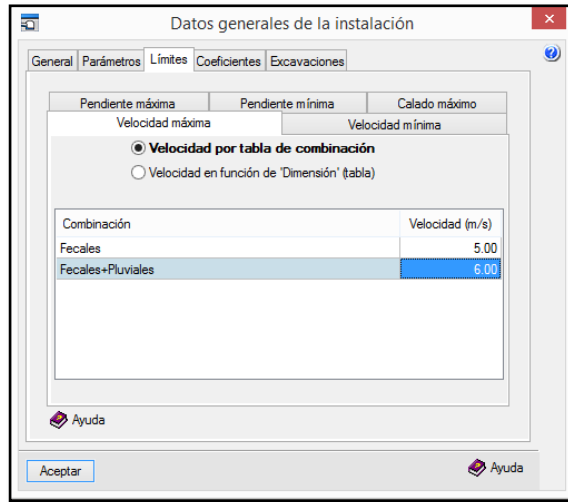


Figura 158. Ingreso de velocidad máxima y mínima - CYPE-Alcantarillado.

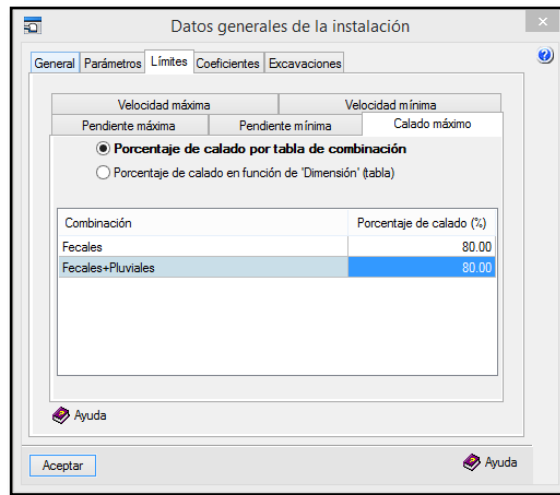


Figura 159. Ingreso de calado máximo - CYPE-Alcantarillado.

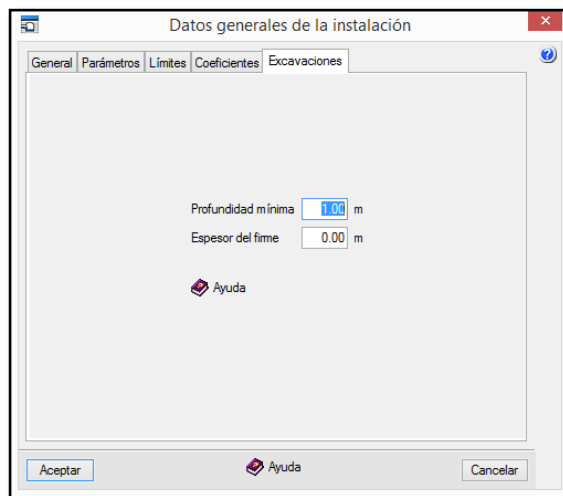


Figura 160. Ingreso de datos de excavación - CYPE-Alcantarillado.

d) Importación de la plantilla de dibujo de AUTOCAD y dibujo de buzones y colectores de acuerdo a la altitud, tipo de tubería, dimensión de tubería y caudal de soporte.

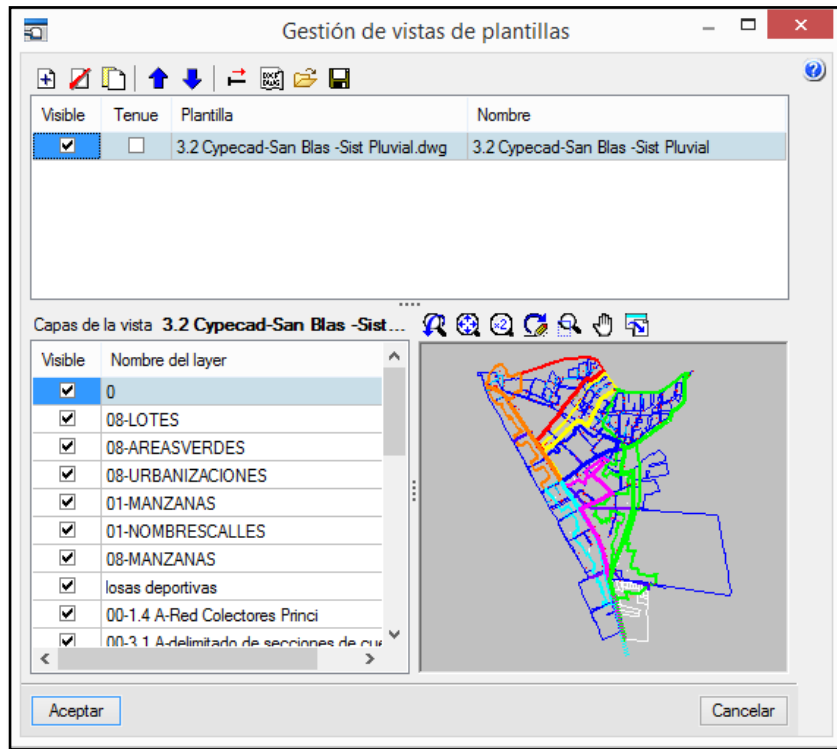


Figura 161. Importación de plantilla de dibujo - CYPE-Alcantarillado.

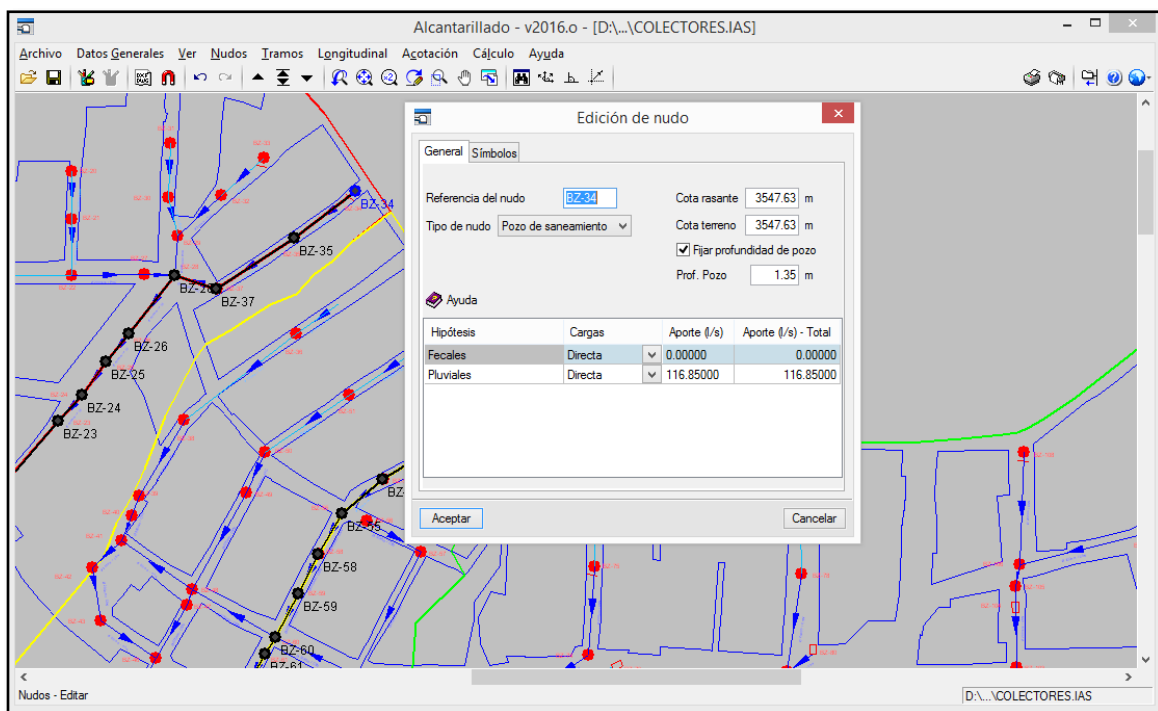


Figura 162. Edición de Nodos - CYPE-Alcantarillado.

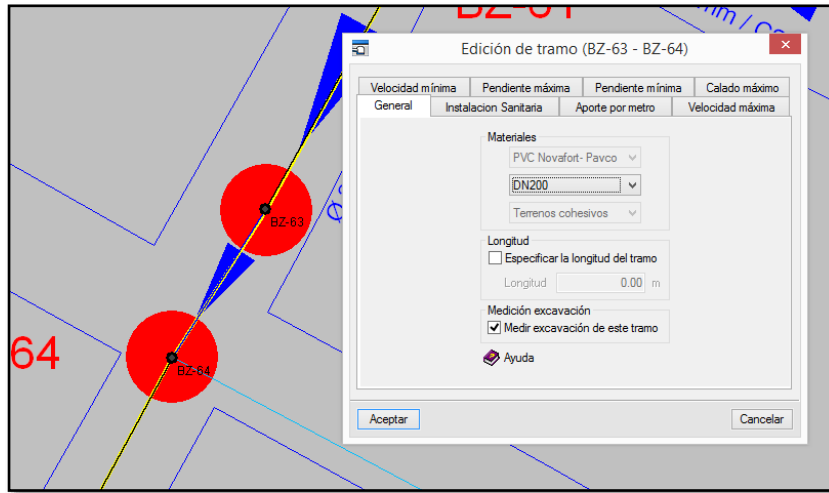


Figura 163. Edición de tramos- CYPE-Alcantarillado.

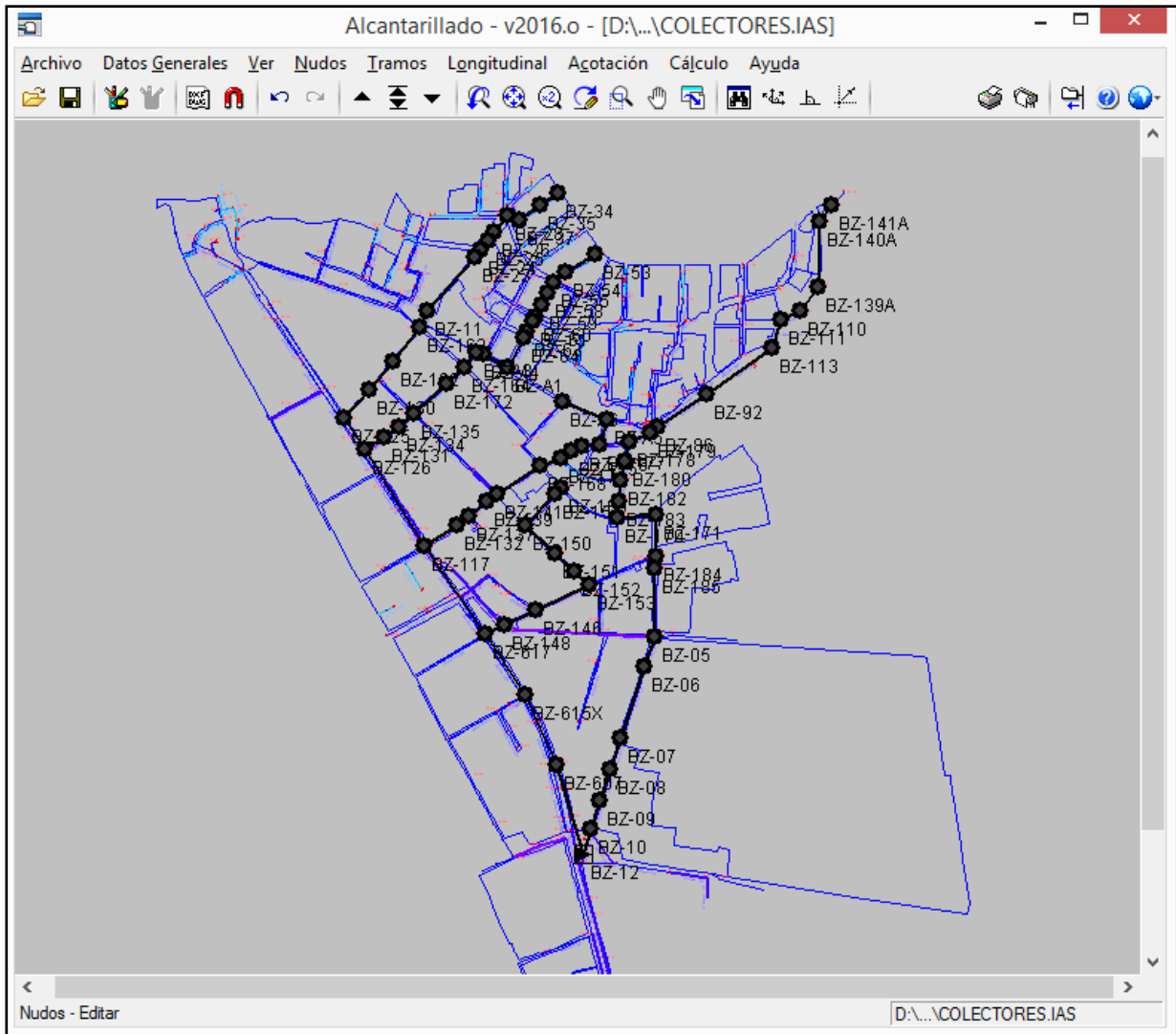


Figura 164. Procesado final de toda la red de alcantarillado - CYPE-Alcantarillado.

CAPITULO IV: Resultados

4.1. Análisis de las condiciones actuales del sistema de alcantarillado pluvial de San Blas.

4.1.1. Análisis de la información de las encuestas

Se recolecto un total de 80 encuestas con los que se obtenido los siguientes resultados:

- **Pregunta 01: ¿En la época de lluvias existen problemas en las redes de alcantarillado de la zona donde usted vive?**

Tabla 118. Existencia de problemas en las redes de alcantarillado.

Respuesta:	Nº:	%
a) Si.	73	91%
b) No.	7	9%
Total	80	100%

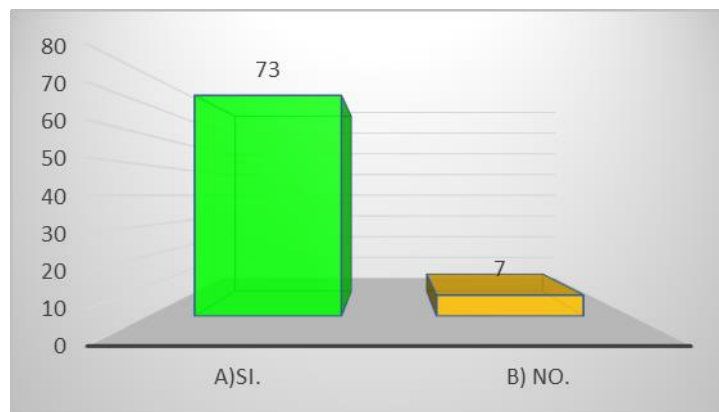


Figura 165. Existencia de problemas en las redes de alcantarillado.

El 91 % de las personas encuestadas afirman que existen problemas en las redes de alcantarillado del sector de San Blas.

- **Pregunta 02: ¿En qué periodo del año son los problemas de alcantarillado?**

Tabla 119. Periodos del año con problemas de alcantarillado.

Respuesta:	Nº:	%
a) Entre Mayo a Octubre.	4	5%
b) Entre Octubre a Abril.	58	73%
c) Todo el año.	18	23%
Total	80	100%

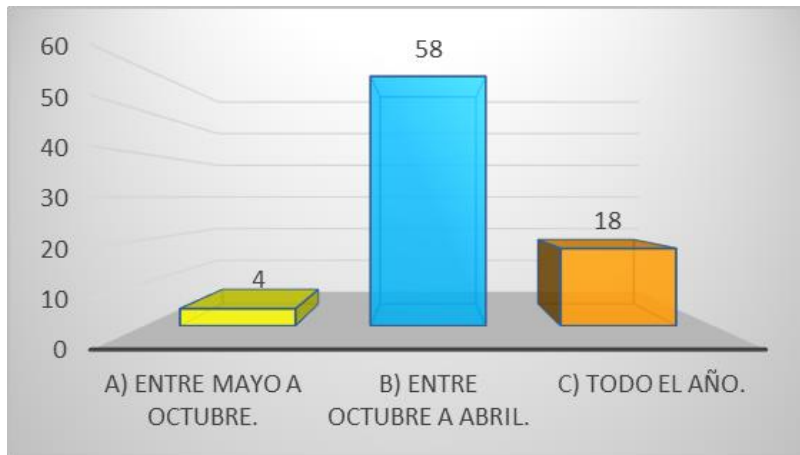


Figura 166. Periodos del año con problemas de alcantarillado.

El 73% de las personas encuestadas afirman que los problemas en las redes de alcantarillado del sector de San Blas son entre Octubre y Abril y un 23% considera que es en todo el Año.

► **Pregunta 03: ¿Qué problemas observa en época de lluvias?**

Tabla 120. Problemas en épocas de lluvia.

Respuesta:	N°:	%
a) Colapso en los buzones.	21	15%
b) Retorno de las aguas residuales a casas.	16	11%
c) Colapso de sumideros en las avenidas, calles o pasajes.	48	34%
d) Excesivo volumen de agua en las avenidas, calles y pasajes.	35	25%
e) Inundaciones en avenidas, calles y pasajes.	20	14%
Total	140	100%

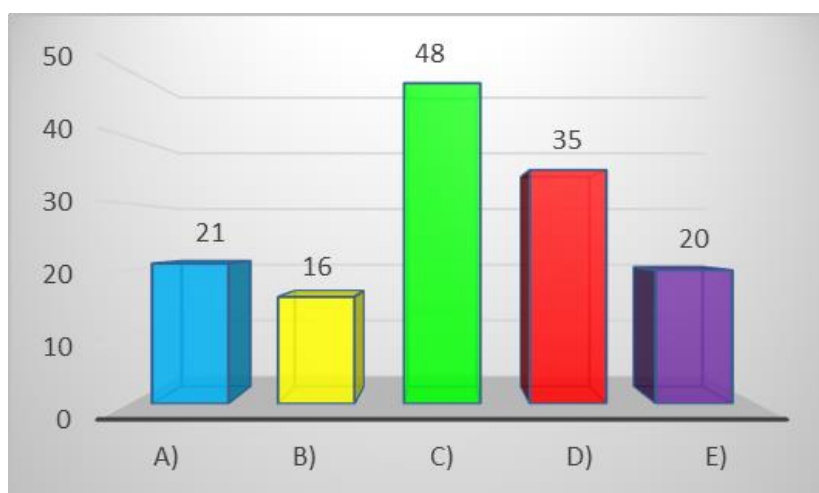


Figura 167. Problemas en épocas de lluvia.

El 34% de las personas encuestadas afirman que el principal problema es el colapso de sumideros en las avenidas, calles y pasajes durante la época de lluvias. Así mismo un 25% opina que existe un excesivo volumen de agua que discurre por las avenidas, calles y pasajes.

Por lo tanto ante opinión de los residentes del sector de San Blas se demuestra la **Sub-Hipótesis N°01** (Los caudales de diseño ocasionan el colapso del sistema de alcantarillado actual del sector de San Blas, distrito de Cusco) y la **Sub-Hipótesis N°02** (La intensidad pluviométrica actual hace colapsar el sistema de alcantarillado del sector de San Blas, distrito de Cusco).

► **Pregunta 04: ¿Qué problemas adicionales ha observado en épocas de lluvia con respecto al tránsito vehicular y peatonal?**

Tabla 121. Problemas adicionales en épocas de lluvia.

Respuesta:	N°:	%
a) Tránsito vehicular lento e incremento del tráfico vehicular.	7	6%
b) obstrucción de la transitabilidad de los peatones en avenidas, calles y pasajes	41	33%
c) Las casas desfogon las aguas pluviales en avenidas, calles y pasajes.	38	30%
d) Los negocios, comercio y turismo aledaños de la zona se ven afectados.	30	24%
e) Riesgo de deslizamientos de tierra o desplome infraestructuras de la zona (casas, muros, talud).	10	8%
Total	126	100%

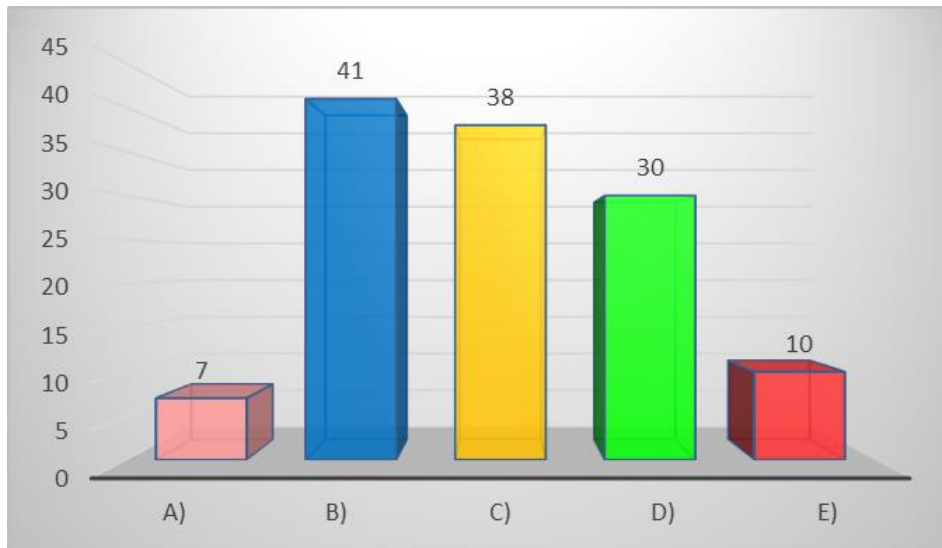


Figura 168. Problemas adicionales en épocas de lluvia.

El 33% y 30% de las personas encuestadas afirman que los problemas adicionales en épocas de lluvia es la obstrucción de la transitabilidad peatonal y que las casas desfogon las aguas pluviales provenientes de sus techos y patios.

► **Pregunta 05: ¿Para usted, cuál es la posible causa de las problemáticas antes mencionadas?**

Tabla 122. Posible causa de la problemática.

Respuesta:	N°:	%
a) Falta de mantenimiento en las redes de alcantarilla, canales pluviales, descolmatación de sumideros	32	22%
b) Falta de un sistema recolector de aguas pluviales en avenidas, calles y pasajes.	19	13%
c) El sistema de alcantarillado y pluvial no es el adecuado para la zona.	20	14%
d) El sistema de alcantarillado y pluvial son antiguas y no están de acuerdo con la demanda actual.	30	21%
e) Se tiene una red combinada de transporte de aguas residuales y pluviales.	17	12%
f) Incremento la población en la zona y en consecuencia existe mayor demanda de aguas residuales.	28	19%
Total	146	100%

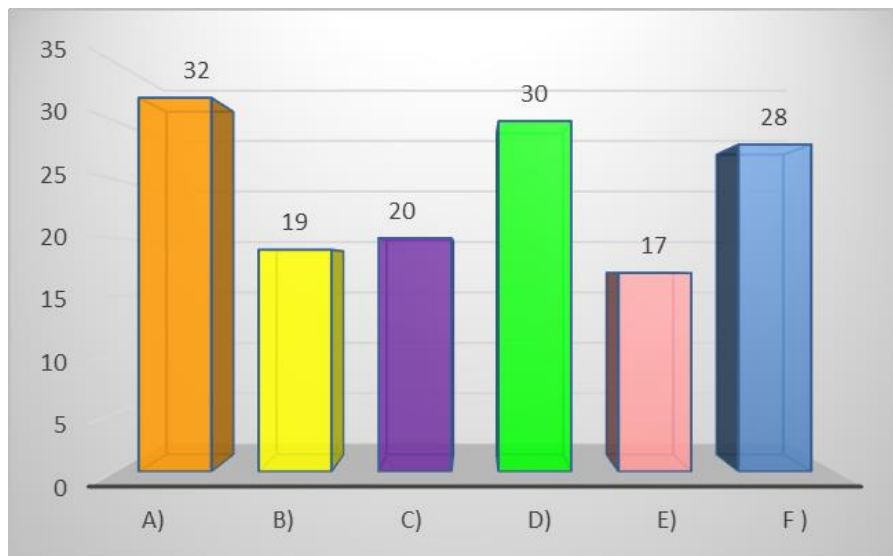


Figura 169. Posible causa de la problemática.

El 22% de las personas encuestadas afirman que una de las causas principales es la falta de mantenimiento de canales pluviales y la descolmatación adecuada; por lo tanto se demuestra la **Sub-Hipótesis N°03** (El transporte de los sólidos de arrastre obstruye sistema de alcantarillado actual del sector de San Blas, distrito de Cusco).

El 21% de las personas encuestadas afirman que una de las causas principales es que el sistema de alcantarillado y sistema pluvial no están de acuerdo a la demanda actual; por lo tanto se demuestra la **Sub-Hipótesis N°04** (Los parámetros de diseño del sistema de alcantarillado actual no son adecuados).

► **Pregunta 06: ¿En épocas de lluvia su vivienda o propiedad es afectada?**

Tabla 123. *Vivienda afectada en épocas de lluvia.*

Respuesta:	N°:	%
a) Si.	49	61%
b) No.	31	39%
Total	80	100%

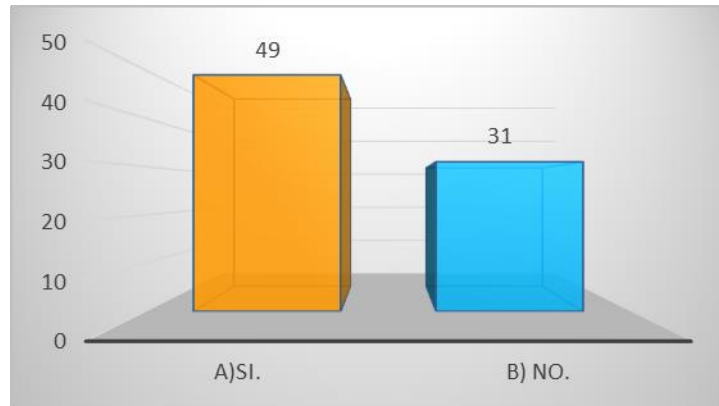


Figura 170. Vivienda afectada en épocas de lluvia.

Más del 50% de las personas encuestadas afirman que su vivienda es afectada en épocas de lluvia.

► **Pregunta 07: ¿En su vivienda o propiedad existe un colector particular para aguas pluviales de los techos y patios?**

Tabla 124. *Existencia de colector particular para aguas pluviales.*

Respuesta:	N°:	%
a) Si.	23	29%
b) No.	57	71%
Total	80	100%

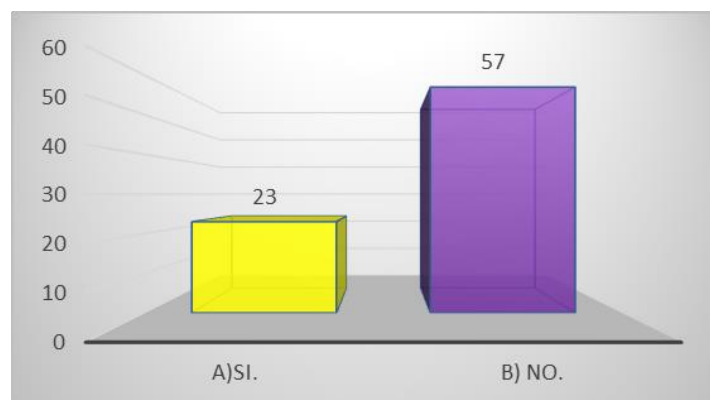


Figura 171. Existencia de colector particular para aguas pluviales.

El 71% de las personas encuestadas afirman que no cuentan con un colector particular para aguas pluviales donde puedan descargar las aguas pluviales provenientes de sus techos y patios.

- **Pregunta 08: ¿Dónde se vierte el agua de lluvia que recolectada en el techo y patio de su casa?**

Tabla 125. Lugar de vertiente de agua de lluvia.

Respuesta:	Nº:	%
a) A la calle.	42	53%
b) Al Desague.	38	48%
Total	80	100%



Figura 172. Lugar de vertiente de agua de lluvia.

Más del 50% de las personas encuestadas afirman que vierten a la calle las aguas pluviales recolectadas de techos y patios de sus inmuebles.

4.1.2. Análisis de los elementos hidráulicos

4.1.2.1. Análisis del resumen de los sumideros peatonales

Tabla 126. Resumen de la evaluación según el estado de servicio para sumideros peatonales.

Evaluación según el Estado de Servicio:	Nº:	%
Deficiente	13	42%
Regular	8	26%
Bueno	10	32%
Total:	31	100%

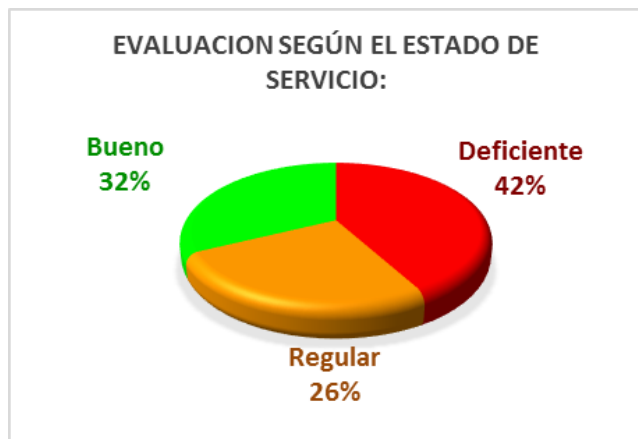


Figura 173. Resumen de la evaluación según el estado de servicio para sumideros peatonales.

Se tiene un total de 31 unidades de sumideros peatonales en la zona de San Blas. Con respecto al estado de servicio el 42% del total son deficientes ya que cumplieron su vida útil y necesitan ser reemplazados, así mismo el 26% necesitan mantenimiento en la estructura; solo se cuenta con el 32% del total en buen estado.

Tabla 127. Resumen de la evaluación según el estado de colmatación para sumideros peatonales.

Evaluación según el Estado de Colmatación:	Nº:	%
En su totalidad	10	32%
A mitad de capacidad	13	42%
Bueno	8	26%
Total:	31	100%

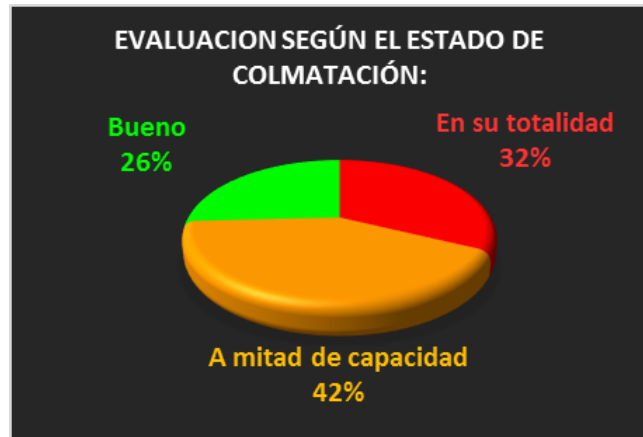


Figura 174. Resumen de la evaluación según el estado de colmatación para sumideros peatonales.

Con respecto al estado de colmatación el 74% de estos sumideros necesitan ser des colmatados (32% colmatados en su totalidad y 42% colmatados hasta la mitad de capacidad del sumidero); solo se tiene el 26% útiles para confrontar esta próxima época de lluvias.

4.1.2.2. Análisis del resumen de los sumideros vehiculares

Tabla 128. Resumen de la evaluación según el estado de servicio para sumideros vehiculares.

Evaluacion según el Estado de Servicio:	N°:	%
Deficiente	6	9%
Regular	41	62%
Bueno	19	29%
Total:	66	100%



Figura 175. Resumen de la evaluación según el estado de servicio para sumideros vehiculares.

Se tiene un total de 66 unidades de sumideros vehiculares en la zona de San Blas. Con respecto al estado de servicio solo el 9% del total son deficientes ya que cumplieron su vida útil y

necesitan ser reemplazados, pero el 62% necesitan mantenimiento en la estructura y son propensos a fallar; por ultimo solo se cuenta con el 29% del total en buen estado.

Tabla 129. Resumen de la evaluación según el estado de colmatación para sumideros vehiculares.

Evaluación según el Estado de Colmatación:	Nº:	%
En su totalidad	3	5%
A mitad de capacidad	47	71%
Bueno	16	24%
Total:	66	100%

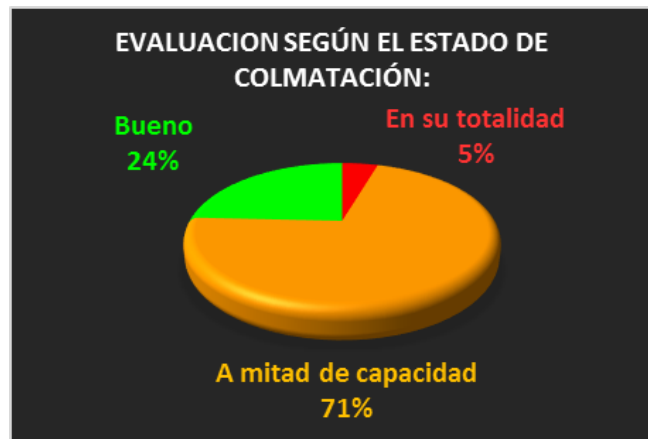


Figura 176. Resumen de la evaluación según el estado de colmatación para sumideros vehiculares.

Con respecto al estado de colmatación el 76% del total de estos sumideros necesitan ser descolmatados (5% colmatados en su totalidad y 71% colmatados hasta la mitad de capacidad del sumidero); solo se tiene el 24% útiles para confrontar esta próxima época de lluvias.

Dentro del proceso de investigación se logró conseguir la información: de que actualmente todas las obras de redes colectoras de aguas pluviales, no están en funcionamiento ya que SEDACUSCO E.P.S. emite como política la clausura o sellado de sumideros ya que incorporan aguas pluviales a la red de colectora de aguas residuales; como se muestra en la Figura 177.



Figura 177. Sellado de sumidero en la Calle Recoleta.

4.1.2.3. Análisis del resumen de las tapas de inspección

Tabla 130. Resumen de la evaluación según el estado de servicio para las tapas de inspección.

Evaluación según el Estado de Servicio:	N°:	%
Deficiente	16	23%
Regular	33	48%
Bueno	20	29%
Total:	69	100%

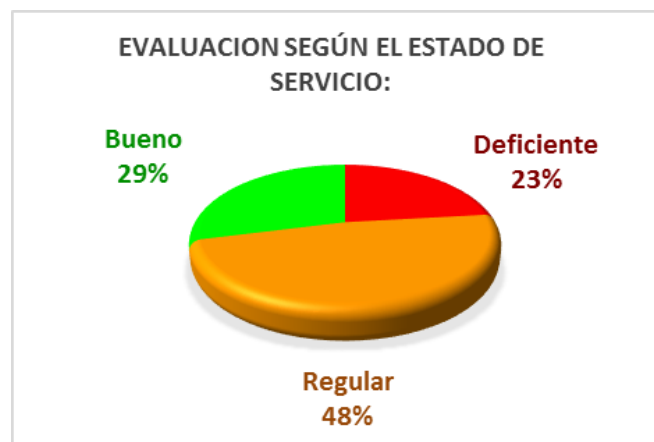


Figura 178. Resumen de la evaluación según el estado de servicio las tapas de inspección.

Se tiene un total de 69 unidades de tapas de inspección en la zona de San Blas. Con respecto al estado de servicio 23% del total son deficientes ya que se evidencio que están fracturados y necesitan ser reemplazados con urgencia ya que puede causar accidentes a la población que transita y es un peligro latente, el 48% están en regular estado y presentan rajaduras en su estructura y son propensos a fallar en lo posterior; por último solo se cuenta con el 29% del total en buen estado.

4.1.2.4. Análisis del resumen de los canales pluviales

Tabla 131. Resumen de la evaluación según el estado de servicio para los canales pluviales.

Evaluación según el Estado de Servicio:	(ml):	%
Deficiente	1,195.70	18%
Regular	1,766.05	27%
Bueno	3,609.20	55%
Total:	6,570.95	100%



Figura 179. Resumen de la evaluación según el estado de servicio para los canales pluviales.

Se tiene un total de 53 canales pluviales superficiales de diferentes medidas sumando un total de 6,570.95 metros lineales en la zona de San Blas. Con respecto al estado de servicio el 18% (1,196.70 ml) del total son deficientes ya que cumplieron su vida útil y necesitan ser renovados ciertos tramos, el 27% (1,766.05ml) necesitan mantenimiento en la estructura y ser reparados en ciertos tramos; así mismo se tiene el 29% (3,609.20ml) del total en buen estado. Se resalta que en zonas ya urbanizadas no se cuenta con canales pluviales o que estos canales ya colapsaron en su estructura por su antigüedad y es prioridad su creación.

Tabla 132. Resumen de la evaluación según el estado de colmatación para los canales pluviales.

Evaluacion según el Estado de Colmatacion:	(ml):	%
En su totalidad	1,482.10	23%
A mitad de capacidad	1,490.32	23%
Bueno	3,598.53	55%
Total:	6,570.95	100%

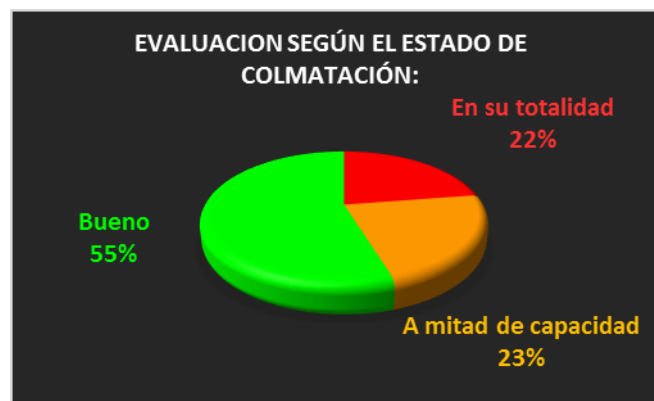


Figura 180. Resumen de la evaluación según el estado de colmatación para los canales pluviales.

Con respecto al estado de colmatación casi la mitad siendo el 46% de tramos necesitan ser descolmatados (1,482.10 ml) colmatados en su totalidad y 1,490.32ml colmatados hasta la mitad de capacidad del canal) ya que se pronostica inundaciones ante la próxima época de lluvias en los tramos obstruidos; se tiene el 55% (3,598.53ml) de tramos en buen estado óptimos para confrontar esta próxima época de lluvias.

4.1.2.5. Análisis del resumen de las cámaras rompe presión

Tabla 133. Resumen de la evaluación según el estado de servicio las cámaras rompe- presión.

Evaluación según el Estado de Servicio:	N°:	%
Deficiente	17	16%
Regular	12	11%
Bueno	80	73%
Total:	109	100%



Figura 181. Resumen de la evaluación según el estado de servicio para las cámaras rompe presión.

Se tiene un total de 109 unidades de cámaras de rompe presión en la zona de San Blas. Con respecto al estado de servicio solo el 16% del total son deficientes ya que presentan fallas estructurales y necesitan ser renovados, el 11% del total necesitan mantenimiento en la estructura ya que presentan rajaduras y son propensos a fallar posteriormente; por último, se

tiene el 73% del total en buen estado. Se evidencio en la verificación de campo que existen zonas donde no se cuentan con cámaras rompe presión y es necesario la creación de las mismas ya que son zonas con pendientes elevadas.

Tabla 134. Resumen de la evaluación según el estado de colmatación para las cámaras rompe presión.

Evaluacion según el Estado de Colmatacion:	N°:	%
En su totalidad	70	64%
A mitad de capacidad	38	35%
Bueno	1	1%
Total:	109	100%

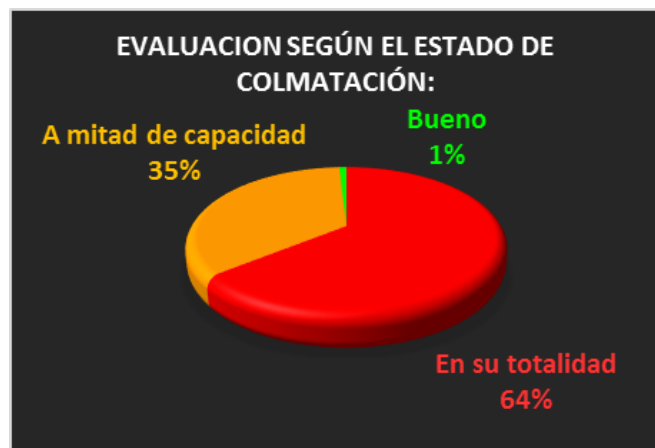


Figura 182. Resumen de la evaluación según el estado de colmatación para las cámaras rompe presión.

Con respecto al estado de colmatación el 99% del total de estas cámaras necesitan ser des colmatadas (64% colmatadas en su totalidad y 35% colmatados hasta la mitad de capacidad) siendo este valor alarmante ya que pronostica inundaciones ante la próxima época de lluvias; solo se tiene el 1% del total en buen estado.

4.1.3. Análisis del coeficiente de escorrentía

Se realizó el análisis de las áreas según los tipos de coberturas de todo el sector de San blas de acuerdo a los valores de coeficiente de escorrentía (Aparicio Mijares, 1999) como se muestra en la Tabla 135:

Tabla 135. Coeficiente de escorrentía de la cuenca de San Blas

Coeficiente de Escorrentía de San Blas					
Cuenca:	Superficie:	Area (km2):	Coef. de Escorrentia	% de incidencia	Area * Coef.
San Blas	Calles Asfaltadas	0.0103	0.95	2.22%	0.0097
	Calles Hormigonadas	0.0330	0.95	7.14%	0.0313
	Calles Adoquinadas	0.0390	0.85	8.44%	0.0331
	Techados	0.3418	0.95	74.01%	0.3247
	Area Verde	0.0378	0.46	8.19%	0.0174
	Total		0.4619	0.9014	100.00%

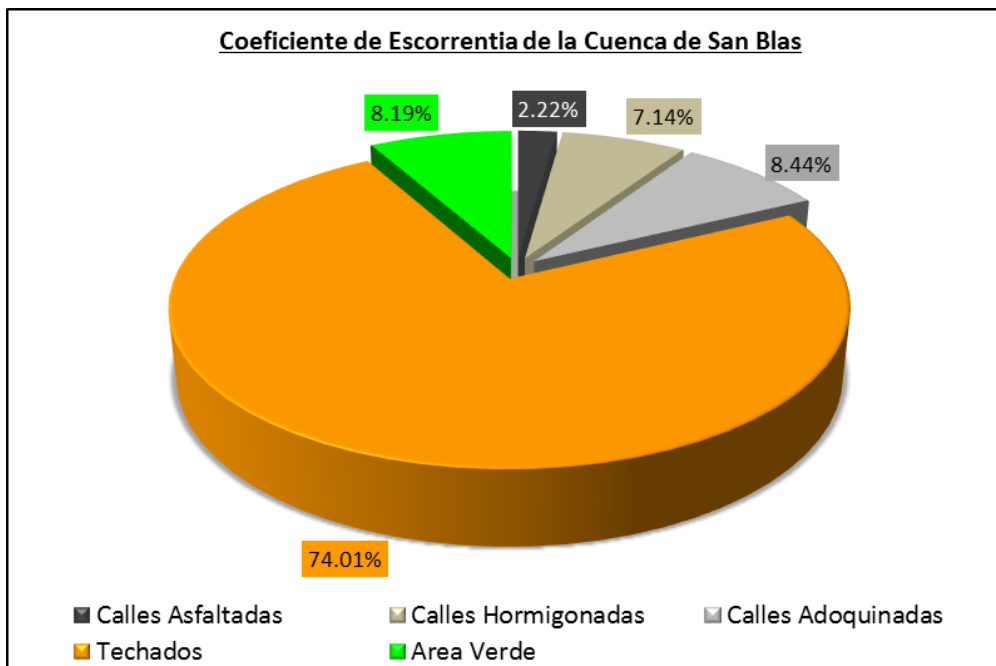


Figura 183. Porcentajes de incidencia según el tipo de cobertura de la cuenca de San Blas.

Se suma todas las áreas de las zonas analizadas según al tipo de superficie y se multiplica por el coeficiente de escorrentía correspondiente; para hallar el coeficiente de escorrentía general se pondera de acuerdo al área de influencia y porcentaje de incidencia.

Por lo tanto, se obtuvo el valor de 0.9014 como coeficiente de escorrentía para toda la cuenca de San Blas, demostrando el alto grado de impermeabilidad ya que el 74.01% es superficie techada, el 17.80 % es superficie de calles urbanizadas y solo el 8.19% es superficie de área verde.

4.2. Intensidad pluviométrica de diseño

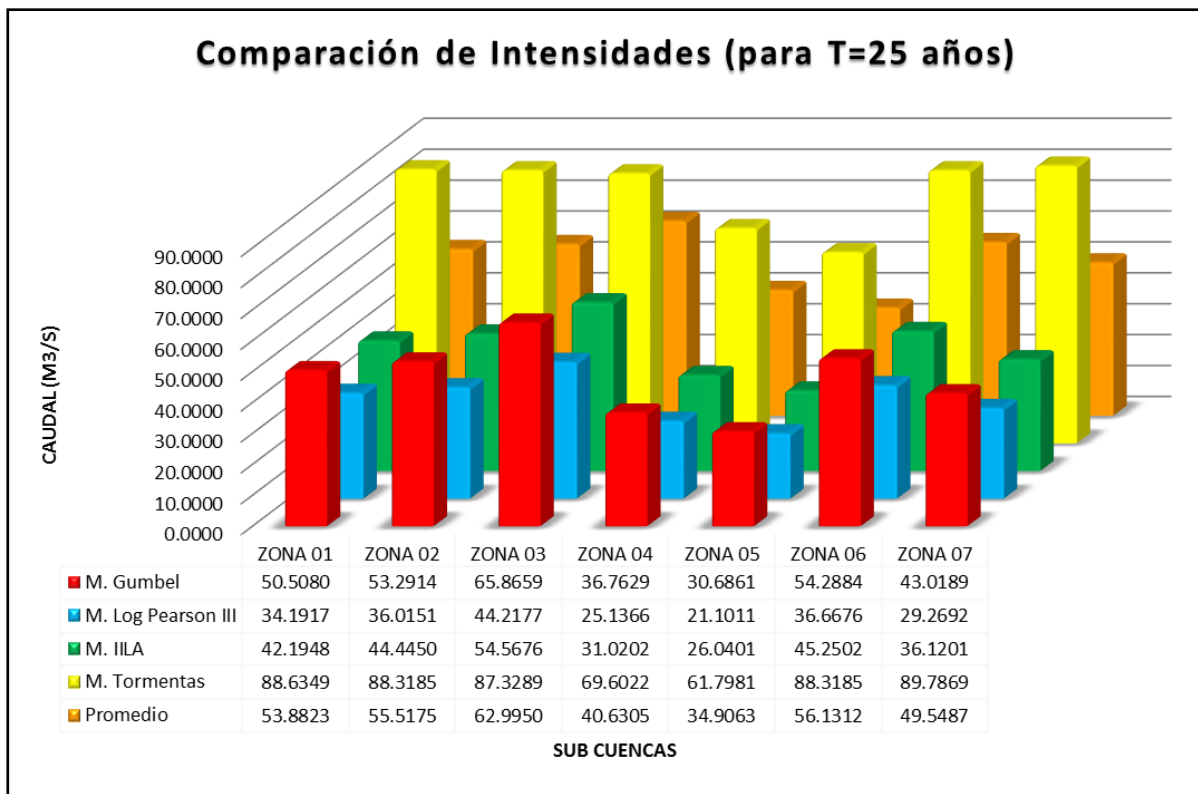


Figura 184. Comparación de Intensidades par un periodo de retorno de 25 años.

Se asumió como intensidad de diseño los datos de las Tormentas de Máximas Intensidades ya que son datos históricos reales y refleja una proyección más certera en comparación a los métodos probabilísticos (Gumbel, Log Pearson Tipo III e IILA); otro criterio por el cual se escogió estos valores es por ser los más altos en comparación con los otros métodos ya que para el cálculo de caudales reflejaron valores reales cumpliendo con la afirmación: “El incremento de la intensidad está directamente relacionado al incremento del caudal” (Chow, Maidtment, & Mays, Hidrología Aplicada, 1994) y demostrando un mejor grado de seguridad para el diseño de sistemas de evacuación pluvial (Villón Béjar, Hidráulica de Canales, 2007).

4.3. Caudal Máximo de diseño

Se muestra a continuación el resultado del cálculo del caudal en los diferentes métodos:

Tabla 136. Comparación de los caudales según los métodos analizados.

Sub Cuenca:	Q Metodo Racional (m3/seg)	Q Metodo Mac Math (m3/seg)	Q Metodo Burkli-Ziegler (m3/seg)	Q Valor Asumido (m3/seg)
ZONA 01	1.9470	1.3236	2.1515	1.9470
ZONA 02	1.0203	1.1223	1.4379	1.0203
ZONA 03	1.1677	1.2619	1.6346	1.1677
ZONA 04	0.9963	0.5566	0.9747	0.9963
ZONA 05	2.1638	0.8492	1.7398	2.1638
ZONA 06	0.8580	0.9846	1.2719	0.8580
ZONA 07	0.8724	0.6211	0.9882	0.8724
Promedio:	1.2894	0.9599	1.4570	

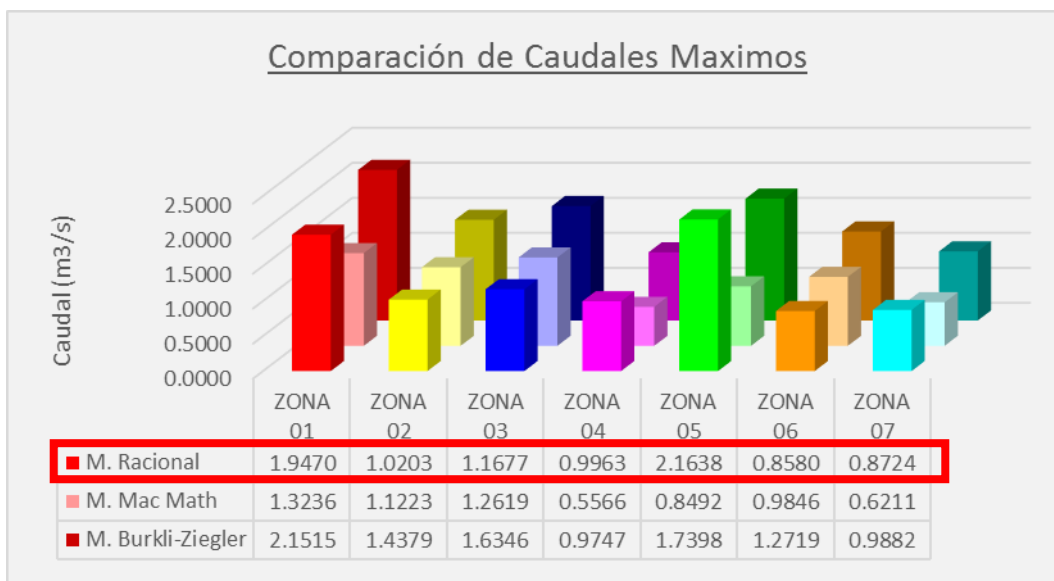


Figura 185. Comparación de los caudales máximos según los métodos analizados.

Se asumió como caudal de diseño a los valores cálculos por el Método Racional por los criterios: “El sector es una área urbana, donde el área de drenaje está compuesta de sub cuencas o sub áreas” (Norma OS.060, Decreto Supremo N 011-2006-Vivienda), “Las características de la cuenca está en relación $\text{Área} < 10\text{km}^2$ ” (Manual de Carreteras Hidrología, 2012) y que este método está basado en la suposición de que ocurre un evento de lluvia con intensidad constante sobre toda el área de drenaje de la cuenca (Villón Béjar, Hidrología, 2002).

4.4. Análisis del sistema de alcantarillado pluvial existente

4.4.1. Análisis de la capacidad hidráulica del sistema existente con la propuesta de diseño

Tabla 137. Comparación del estado actual con la propuesta de diseño del sistema de alcantarillado.

Sub Cuenca:	Datos:		Estado Actual:					Propuesta de Diseño (M. Racional):					Observacion de comparacion de caudales:
	Tramo:	Buzón Inicio - Buzón Final	Ø Dimension de tubería (mm)	Material	Y Tirante de la tubería (m)	V Velocidad (m/s)	Q Caudal (m3/seg)	Ø Dimension de tubería (mm)	Material	Y Tirante de la tubería (m)	V Velocidad (m/s)	Q Caudal (m3/seg)	
ZONA 01	1.1	BZ34 - BZ37	160	PVC	0.1280	8.1113	0.1399	250	PVC	0.2137	10.8925	0.4868	no cumple
	1.2	BZ37 - BZ163	200	PVC	0.1600	10.9892	0.2961	355	PVC	0.3073	16.0377	1.4603	no cumple
	1.3	BZ163 - BZ125	250	CSN	0.2000	4.0960	0.1724	500	PVC	0.4001	11.5591	1.9470	no cumple
	1.4	BZ125 - BZ126	250	CSN	0.2000	2.5852	0.1088	600	PVC	0.4681	8.2272	1.9470	no cumple
ZONA 02	2.1	BZ53 - BZ55	160	PVC	0.1280	8.3420	0.1438	200	PVC	0.1566	9.6693	0.2551	no cumple
	2.2	BZ55 - BZ135	200	CSN	0.1600	5.1002	0.1374	315	PVC	0.2363	12.2065	0.7653	no cumple
	2.3	BZ135 - BZ126	250	CSN	0.2000	4.8630	0.2047	355	PVC	0.3324	10.5922	1.0203	no cumple
	2.4	BZ126 - BZ116	250	CSN	0.2000	2.4009	0.1011	700	PVC	0.5998	8.4539	2.9674	no cumple
ZONA 03	3.1	BZA6 - BZA5	200	CSN	0.1600	3.3365	0.0899	250	PVC	0.2015	6.8842	0.2919	no cumple
	3.2	BZA5 - BZ168	250	CSN	0.2000	4.2778	0.1801	355	PVC	0.3100	9.5498	0.8757	no cumple
	3.3	BZ168 - BZ117	300	CSN	0.2400	4.5271	0.2744	450	PVC	0.3026	10.2649	1.1677	no cumple
ZONA 04	4.1	BZ169 - BZ153	250	CSN	0.2000	3.0887	0.1300	355	PVC	0.2461	6.8013	0.4981	no cumple
	4.2	BZ153 - BZ148	300	CSN	0.2400	4.4485	0.2697	355	PVC	0.2825	8.8459	0.7472	no cumple
	4.3	BZ148 - BZ617	150	CSN	0.1200	2.8035	0.0425	355	PVC	0.2824	8.8494	0.7472	no cumple
	4.4	BZ617 - BZ601	200	CSN	0.1600	2.0780	0.0560	500	PVC	0.3541	6.7018	0.9963	no cumple
	4.5	BZ601 - BZ18	250	PVC	0.2000	3.4888	0.1469	500	PVC	0.4332	5.5126	0.9963	no cumple
ZONA 05	5.1	BZ141 - BZ86	200	CSN	0.1600	3.9307	0.1059	400	PVC	0.2925	10.9894	1.0819	no cumple
	5.2	BZ86 - BZ178	250	CSN	0.2000	3.9600	0.1667	400	PVC	0.3351	9.6234	1.0819	no cumple
	5.3	BZ178 - BZ171	200	CSN	0.1600	3.5522	0.0957	450	PVC	0.4127	10.6230	1.6228	no cumple
	5.4	BZ171 - BZ05	250	CSN	0.2000	4.4054	0.1855	450	PVC	0.3703	11.5899	1.6228	no cumple
	5.5	BZ05 - BZ14	400	CSN	0.3200	3.4556	0.3724	700	PVC	0.4391	8.5152	2.1638	no cumple
	5.6	BZ14 - BZ17	200	CSN	0.1600	2.1553	0.0581	700	PVC	0.4421	8.4482	2.1638	no cumple
ZONA 06	6.1	BZ81B - C109	200	CSN	0.1600	7.4637	0.2011	160	PVC	0.1432	11.2984	0.2145	no cumple
	6.2	C109 - BZ117	200	CSN	0.1600	3.1028	0.0836	400	PVC	0.2936	8.6801	0.8580	no cumple
ZONA 07	7.1	BZ117 - BZ119A	300	CSN	0.2400	2.8805	0.1746	850	PVC	0.7137	10.2443	5.2111	no cumple
	7.2	BZ119A - BZ597	200	CSN	0.1600	2.1335	0.0575	900	PVC	0.7518	10.3325	5.8654	no cumple
Colector Principal			1.60	concret	1.2800	10.1914	20.8719	2	Concreto	0.6745	8.3630	9.0255	cumple
Promedio:						4.2914	0.1536				9.6690	1.5021	

De acuerdo a la Tabla 137 se compara el caudal del “Sistema de alcantarillado pluvial Actual” con el caudal del “Sistema de alcantarillado pluvial Propuesto” (M. Racional); obteniendo que todos los tramos analizados (26 tramos) **no cumplen** en conducir el caudal de diseño por lo que se demuestra que el **sistema de tramos existentes de alcantarillado colapsaría**.

Dentro del análisis también se comparó al colector principal (Canal del Rio Choquechaca) demostrando que **si cumple** con conducir el caudal de diseño.

4.4.1.1. Análisis de la capacidad hidráulica de los tramos del sistema existente con la propuesta de diseño

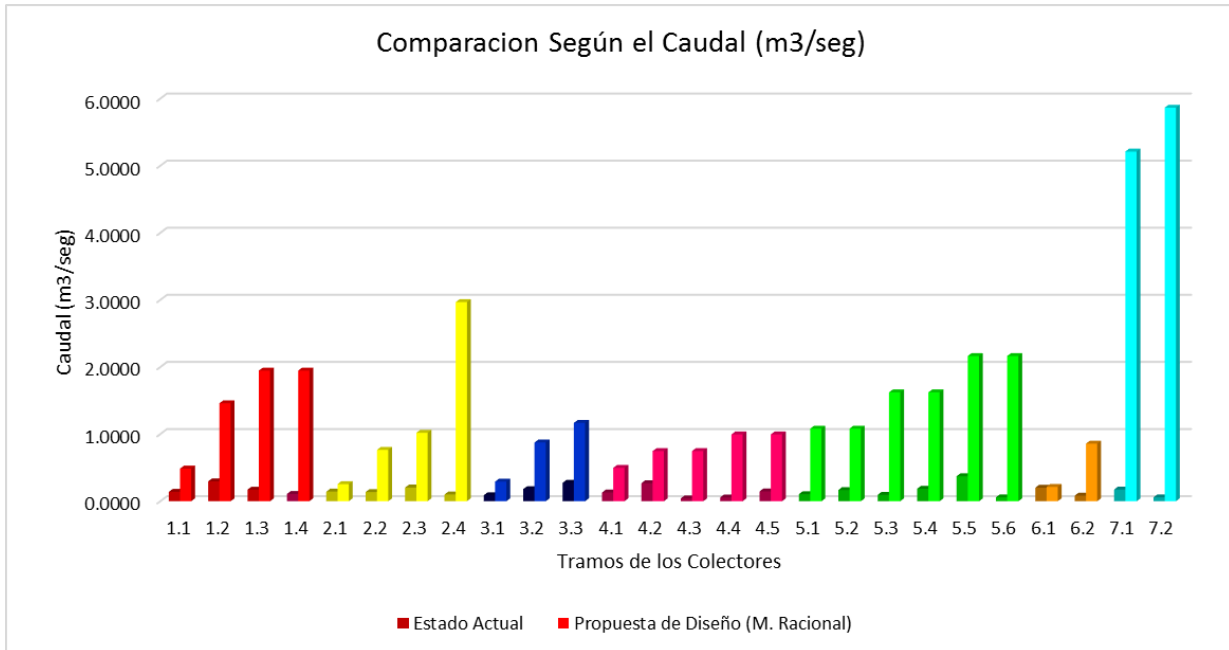


Figura 186. Comparación según el caudal entre estado Actual y la propuesta de diseño del sistema de alcantarillado.

La Figura 186 demuestra la comparación según el caudal en el cual se demuestra que el sistema de alcantarillado existente **no cumple** con conducir el caudal de diseño pluvial en todos los tramos; siendo los tramos más críticos: el tramo 2.4, tramo 7.1 y tramo 7.2 ya que en estos se juntan caudales provenientes de otras zonas.

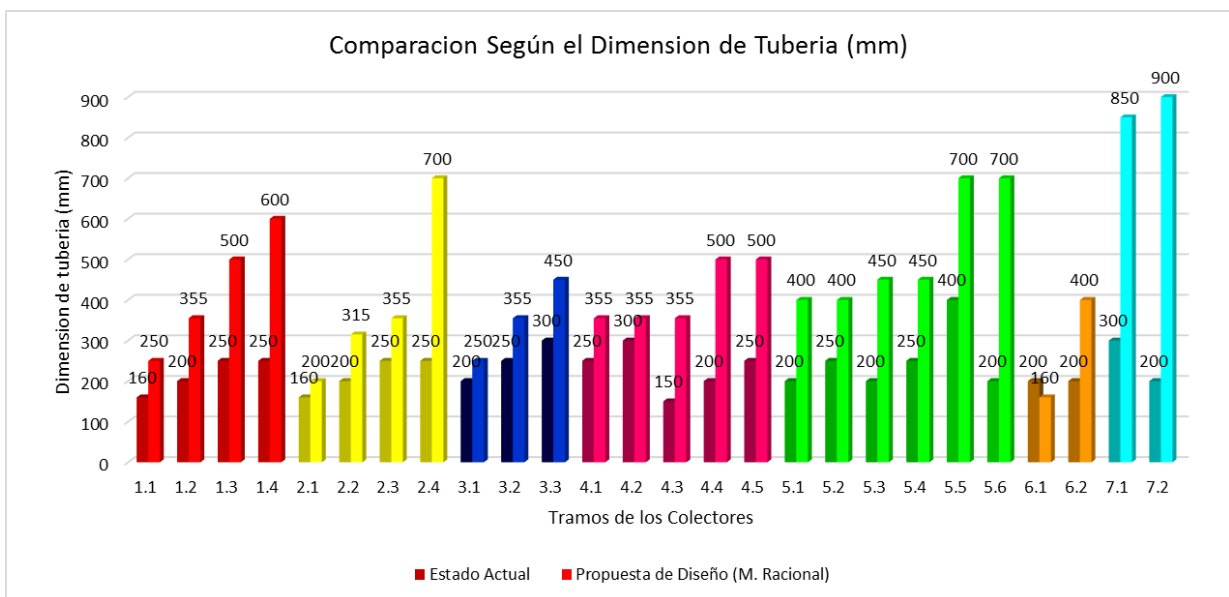


Figura 187. Comparación según el diámetro de tubería entre estado Actual y la propuesta de diseño del sistema de alcantarillado.

La Figura 187 demuestra la comparación según el diámetro de tubería en el cual se demuestra que el sistema de alcantarillado existente esta **sub dimensionado** y no cumple en la evacuación de aguas pluviales y ello conllevaría a inundaciones y colapso en los buzones como se sustenta en la parte de Descripción del Problemática en la fotografía de referencia Figura 5, 6 y 7 de la presente investigación.

Únicamente en el tramos 6.1 cumple con la dimensión de tubería e inclusive está sobredimensionado pero el todos los demás tramos esta sub dimensionado y siendo los tramos más críticos: tramo 1.4, tramo 2.4, tramo 4.4, tramo 4.5, tramo 5.6, tramo 6.2, tramo 7.1 y tramo 7.2; este último punto demostró la obligación de evacuar las aguas pluviales de todos los sectores directamente al colector principal (Canal del Rio Choquechaca) como se planteó en la propuesta de diseño.

A continuación, se muestra en las Figuras 188 y 189 la comparación según la velocidad y la comparación según el tirante donde también revalidan la afirmación de que el sistema de evacuación existente en el sector de San Blas **no cumple en la evacuación eficiente**.

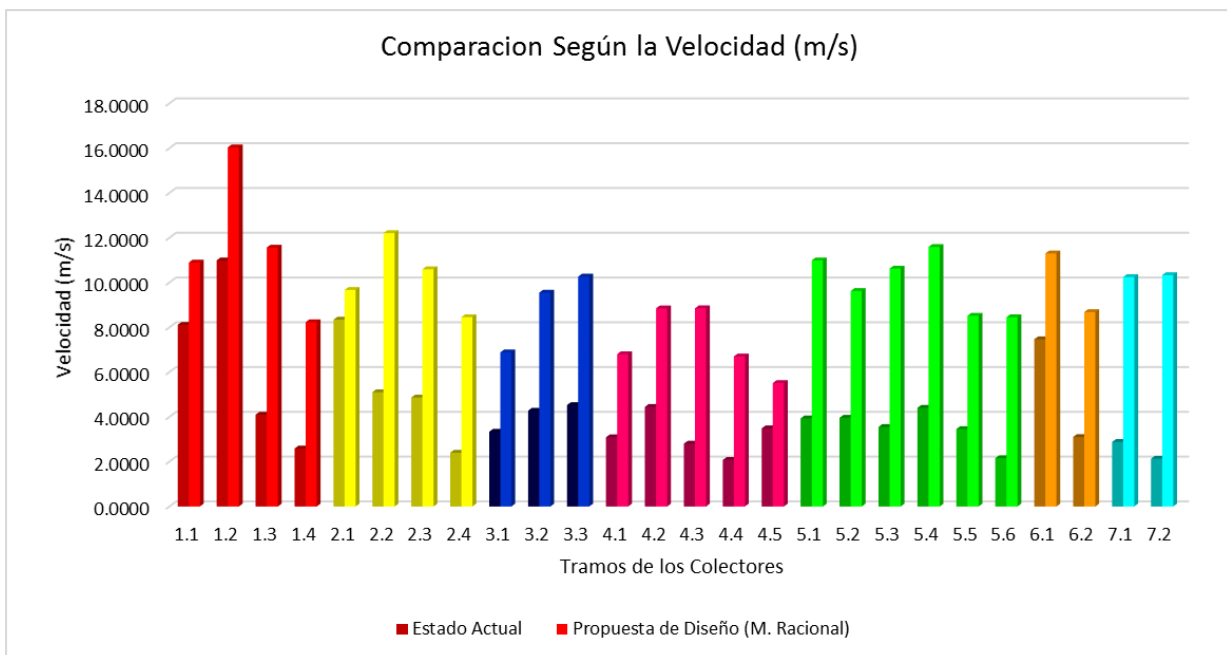


Figura 188. Comparación según la velocidad entre estado Actual y la propuesta de diseño del sistema de alcantarillado.

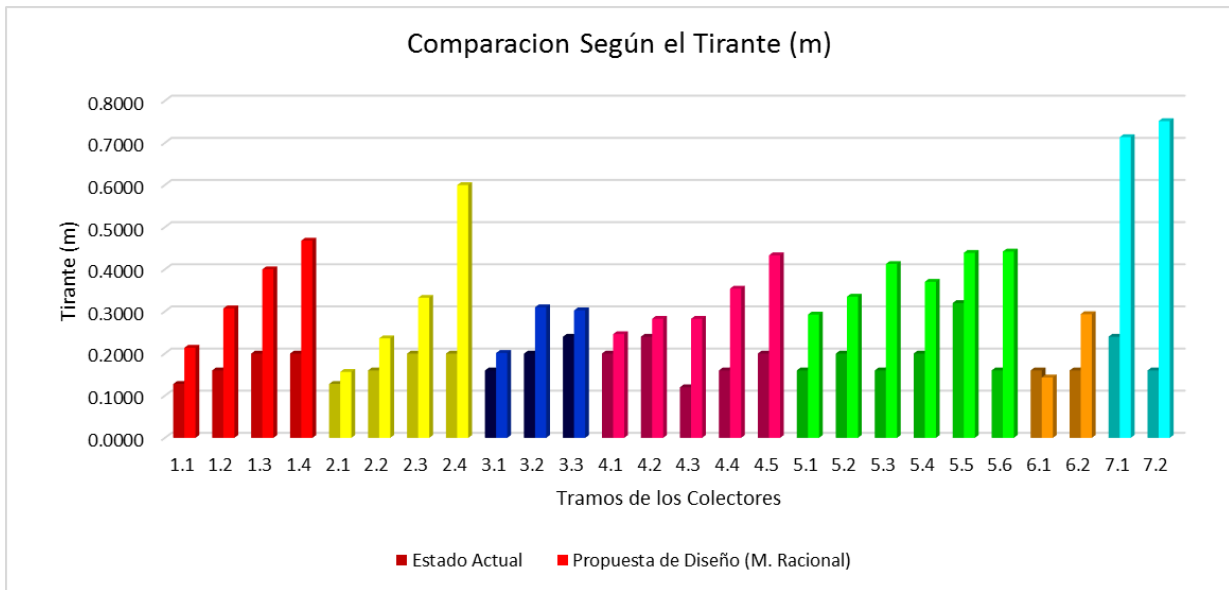


Figura 189. Comparación según el tirante entre estado Actual y la propuesta de diseño del sistema de alcantarillado.

4.4.1.2. Análisis de la capacidad hidráulica del canal principal del sistema existente con la propuesta de diseño

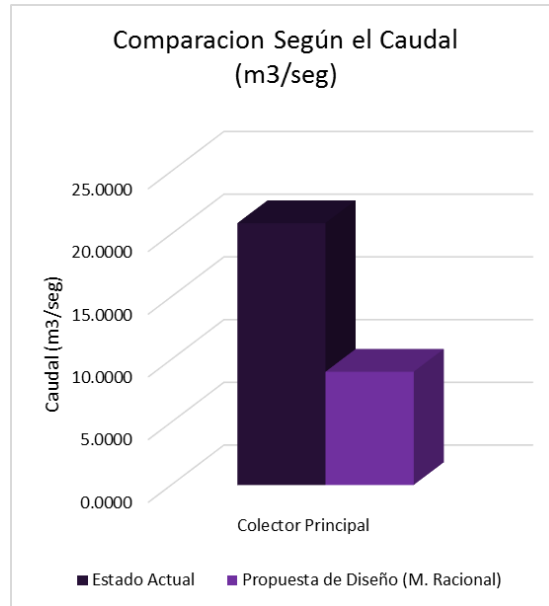


Figura 190. Comparación según el caudal del Colector Principal.

La Figura 190 demuestra la comparación según el caudal del colector principal (Canal del Rio Choquechaca) en el cual se demuestra que su capacidad **cumple** en conducir la sumatoria de caudales proveniente las 7 zonas analizadas e inclusive soportaría 11.84 m³/seg. adicionales (Caudal total por soportar es de 20.87 m³/seg.).

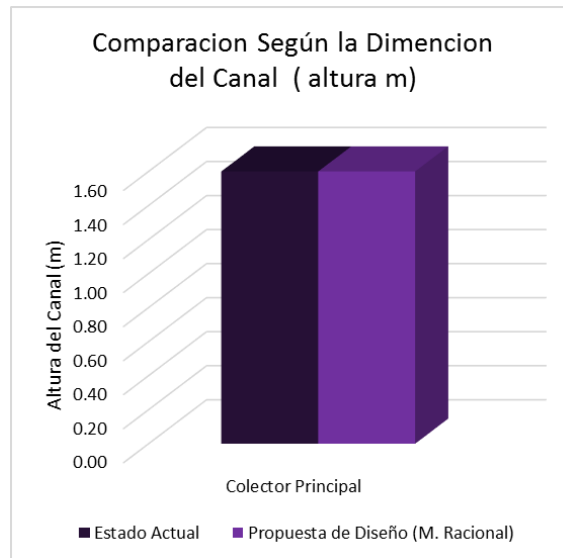


Figura 191. Comparación según la dimensión del Colector Principal.

La Figura 191 anterior demuestra la comparación según la dimensión del canal del colector principal (Canal del Rio Choquechaca: Alto=1.60m, Ancho=1.60m) en el cual se demuestra que sus dimensiones actuales **cumplen** en conducir la sumatoria de caudales proveniente las 7 zonas y no necesita ser rediseñada.

A continuación, se muestra en las Figuras 192 y 193 la comparación según la velocidad y la comparación según el tirante del colector principal donde confirman que el colector principal está **sobredimensionado** para evacuar las aguas pluviales provenientes de las 7 zonas, no necesita ser redimensionada las medidas e inclusiva soportaría caudales adicionales.

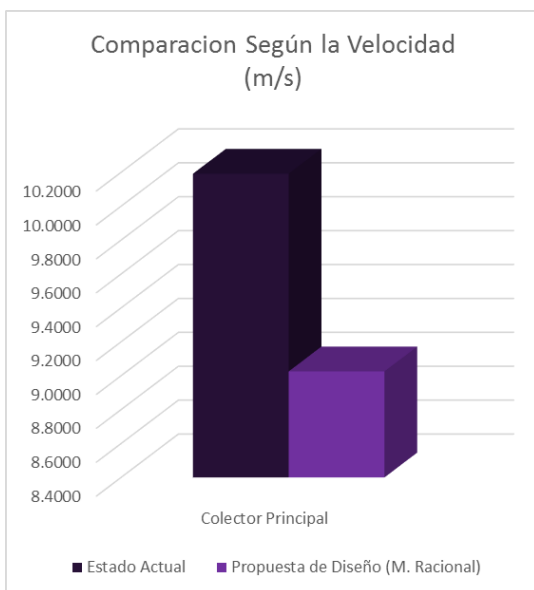


Figura 192. Comparación según la velocidad – C.P.

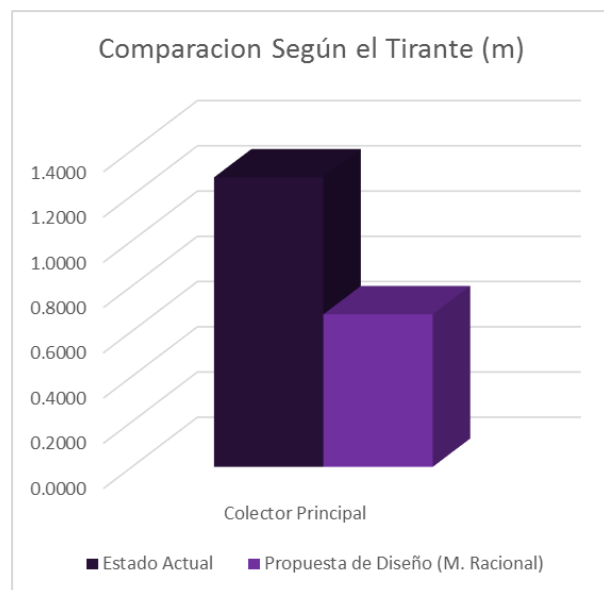


Figura 193. Comparación según el tirante C.P.

4.4.1.3. Evaluación del grado de eficiencia para la evacuación de aguas pluviales

Se evaluó el grado de eficiencia del sistema de evacuación de aguas pluviales del sector de San Blas de acuerdo a cada tramo componente (26 tramos) y también el Colector Principal como se muestra en la Tabla 138:

Tabla 138. Evaluación del grado de eficiencia en evacuación de aguas pluviales.

Sub Cuenca:	Tramo:	Buzón Inicio - Buzón Final	Estado Actual:	Propuesta de Diseño:	Evacuación de aguas pluviales:	
			Q Caudal (m3/seg)	Q Caudal (m3/seg)	Grado de eficiencia (%)	Grado de deficiencia (%)
ZONA 01	1.1	BZ34 - BZ37	0.1399	0.4868	28.74%	71.26%
	1.2	BZ37 - BZ163	0.2961	1.4603	20.28%	79.72%
	1.3	BZ163 - BZ125	0.1724	1.9470	8.85%	91.15%
	1.4	BZ125 - BZ126	0.1088	1.9470	5.59%	94.41%
ZONA 02	2.1	BZ53 - BZ55	0.1438	0.2551	56.37%	43.63%
	2.2	BZ55 - BZ135	0.1374	0.7653	17.95%	82.05%
	2.3	BZ135 - BZ126	0.2047	1.0203	20.06%	79.94%
	2.4	BZ126 - BZ116	0.1011	2.9674	3.41%	96.59%
ZONA 03	3.1	BZA6 - BZA5	0.0899	0.2919	30.80%	69.20%
	3.2	BZA5 - BZ168	0.1801	0.8757	20.57%	79.43%
	3.3	BZ168 - BZ117	0.2744	1.1677	23.50%	76.50%
ZONA 04	4.1	BZ169 - BZ153	0.1300	0.4981	26.10%	73.90%
	4.2	BZ153 - BZ148	0.2697	0.7472	36.09%	63.91%
	4.3	BZ148 - BZ617	0.0425	0.7472	5.69%	94.31%
	4.4	BZ617 - BZ601	0.0560	0.9963	5.62%	94.38%
	4.5	BZ601 - BZ18	0.1469	0.9963	14.74%	85.26%
ZONA 05	5.1	BZ141 - BZ86	0.1059	1.0819	9.79%	90.21%
	5.2	BZ86 - BZ178	0.1667	1.0819	15.41%	84.59%
	5.3	BZ178 - BZ171	0.0957	1.6228	5.90%	94.10%
	5.4	BZ171 - BZ05	0.1855	1.6228	11.43%	88.57%
	5.5	BZ05 - BZ14	0.3724	2.1638	17.21%	82.79%
	5.6	BZ14 - BZ17	0.0581	2.1638	2.69%	97.31%
ZONA 06	6.1	BZ81B - C109	0.2011	0.2145	93.76%	6.24%
	6.2	C109 - BZ117	0.0836	0.8580	9.74%	90.26%
ZONA 07	7.1	BZ117 - BZ119A	0.1746	5.2111	3.35%	96.65%
	7.2	BZ119A - BZ597	0.0575	5.8654	0.98%	99.02%
Promedio:			0.1536	1.5021	19.02%	80.98%
Colector Principal			20.8719	9.0255	231.25%	-131.25%

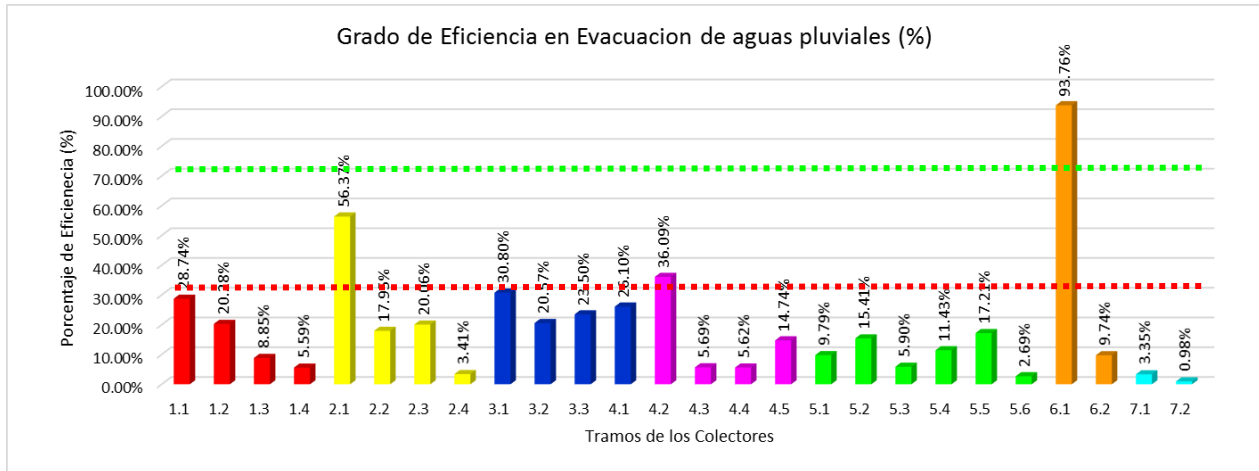


Figura 194. Evaluación del grado de eficiencia en evacuación de aguas pluviales.

En cuanto a los 26 tramos analizados se concluye lo siguiente:

- Solo 4 tramos (tramo 2.1, tramo 3.1, tramo 4.2 y tramo 6.1) pasan el 30% de eficiencia en evacuación de aguas pluviales mientras que en contraste son 22 tramos que no llegan al 30% de eficiencia.
- Solo tramo el 6.1 tiene el 93.76% de grado eficiencia en evacuación de aguas pluviales y con un 6.24% de deficiencia.
- Únicamente solo el tramo 6.1 cumple con tener el grado de deficiencia menor del 30% mientras que los 25 tramos restantes no llegan a cumplir.
- Son 25 tramos que necesitan ser rediseñados porque son tramos sub dimensionados y no cumplen con la evacuación efectiva de aguas pluviales y el no realizarse una nueva propuesta conllevaría a ocurrencia de inundaciones, retorno de agua a inodoros y sumideros, colapso del sistema de evacuación, intransitabilidad peatonal como vehicular, debilitamiento de cimientos de casas coloniales de adobe y demás problemas afines.

En cuanto al colector principal (Canal del Rio Choquechaca) se concluye lo siguiente:

- El colector principal sobrepasa el 30% de eficiencia e inclusive el 70%; teniendo un 231.25% de eficiencia en evacuación de aguas pluviales eso debido a que puede soportar hasta un caudal de 20.87 m³/seg.
- Por lo tanto, el colector principal está sobre dimensionado en cuando a su capacidad de evacuación y no necesita ser rediseñado.

En conjunto se concluye que el todo el sistema existente tiene el 80.98% de deficiencia en respecto a la capacidad de evacuación de aguas pluviales en el sector de San Blas e inclusive sobrepasa a la hipótesis general planteada.

4.4.2. Resultados obtenidos de la simulación del sistema de alcantarillado pluvial.

4.4.2.1. Resultados con el software HEC-RAS 5.0.5

A continuación, en las Figuras 195,196,197 y 198, se muestra el comportamiento hidráulico del colector principal (Canal del Rio Choquechaca) ante los distintos periodos de retorno: 2 años, 5 años, 10 años y periodo de diseño de 25 años:

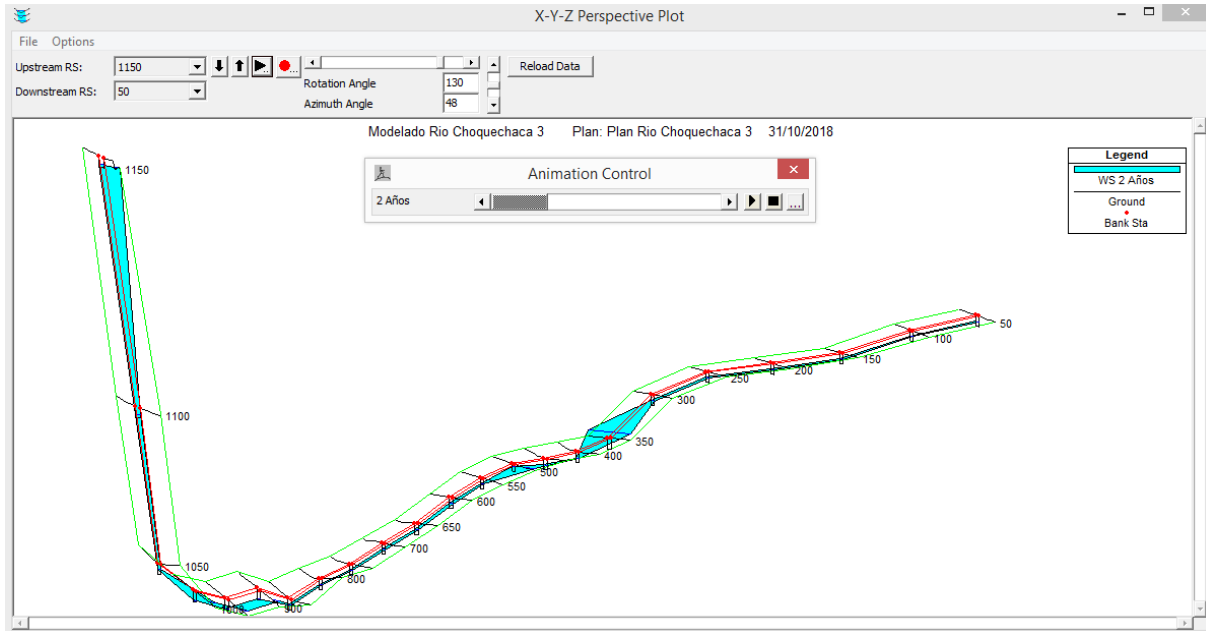


Figura 195. Modelamiento del colector principal ante el periodo de retorno de 2 años – HEC-RAS.

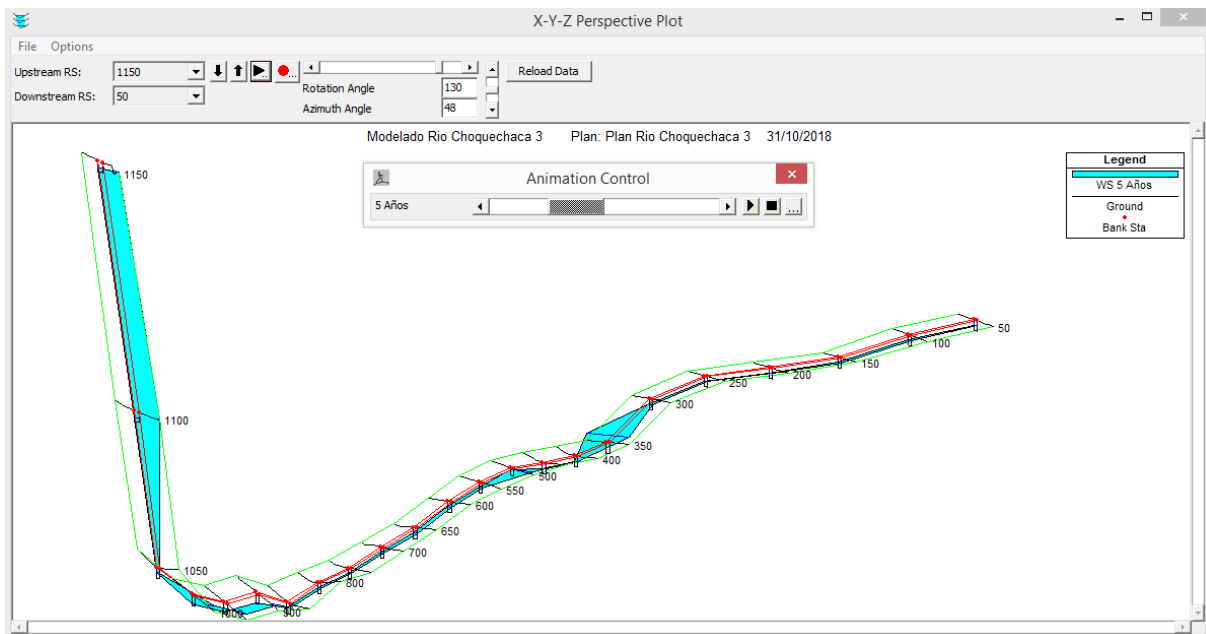


Figura 196. Modelamiento del colector principal ante el periodo de retorno de 5 años – HEC-RAS.

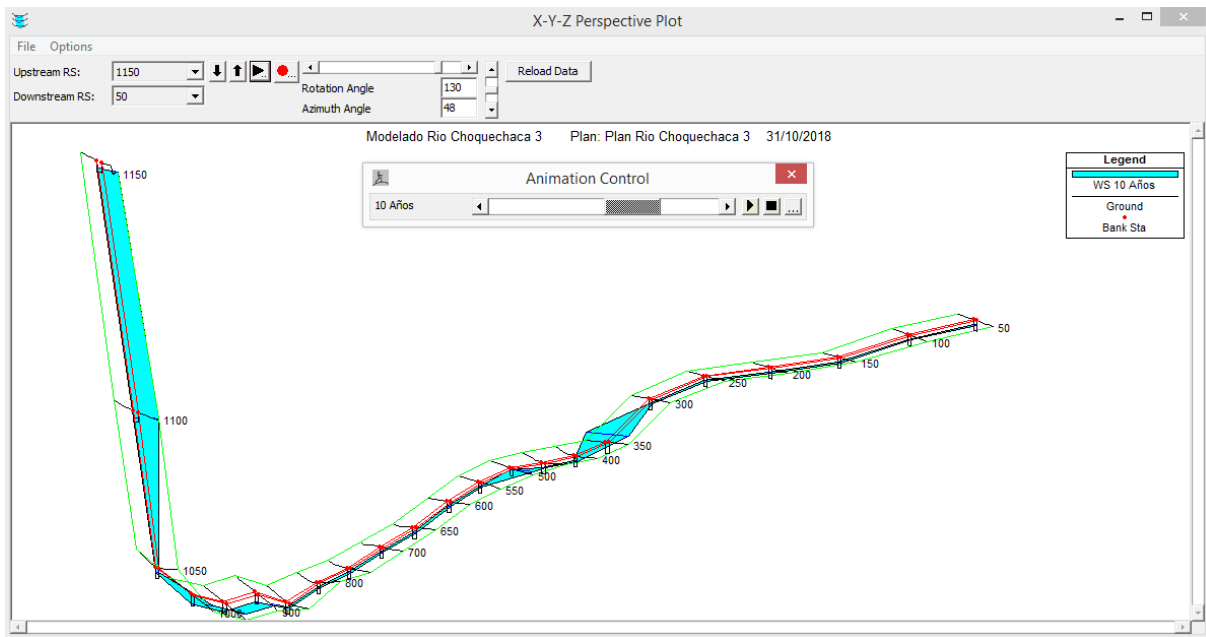


Figura 197. Modelamiento del colector principal ante el periodo de retorno de 10 años – HEC-RAS.

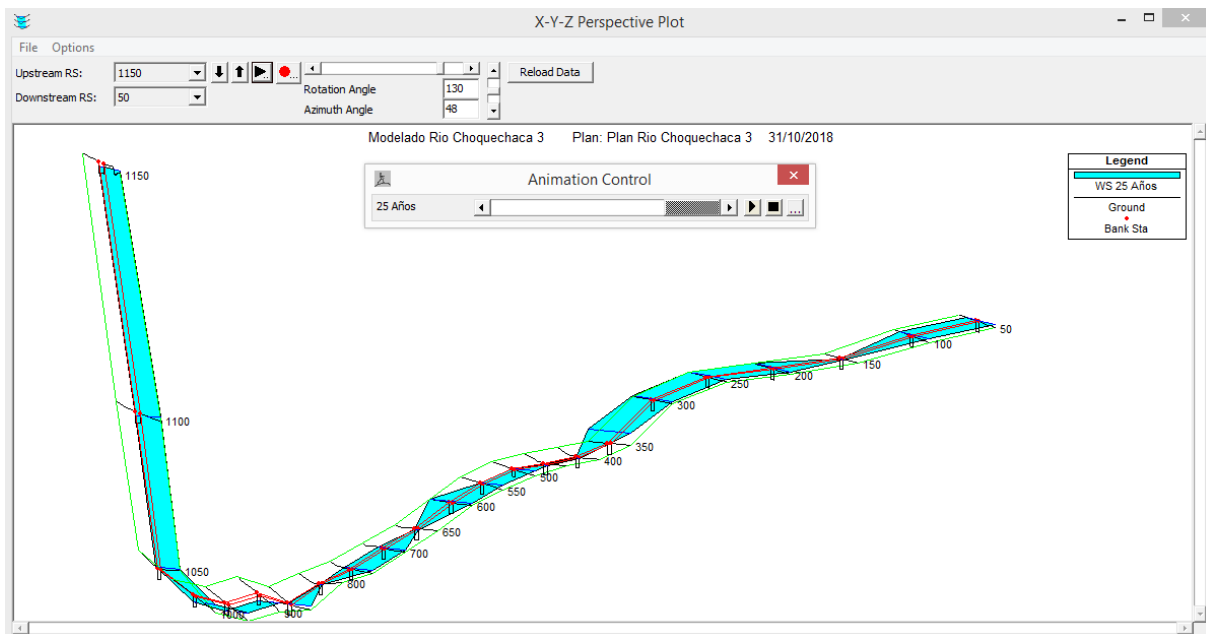


Figura 198. Modelamiento del colector principal ante el periodo de retorno de 25 años – HEC-RAS.

A continuación, en las Figuras 199, 200 y 201, se demuestra que existen inundaciones en el colector principal; de acuerdo a las simulaciones respectivas a cada sección transversal:

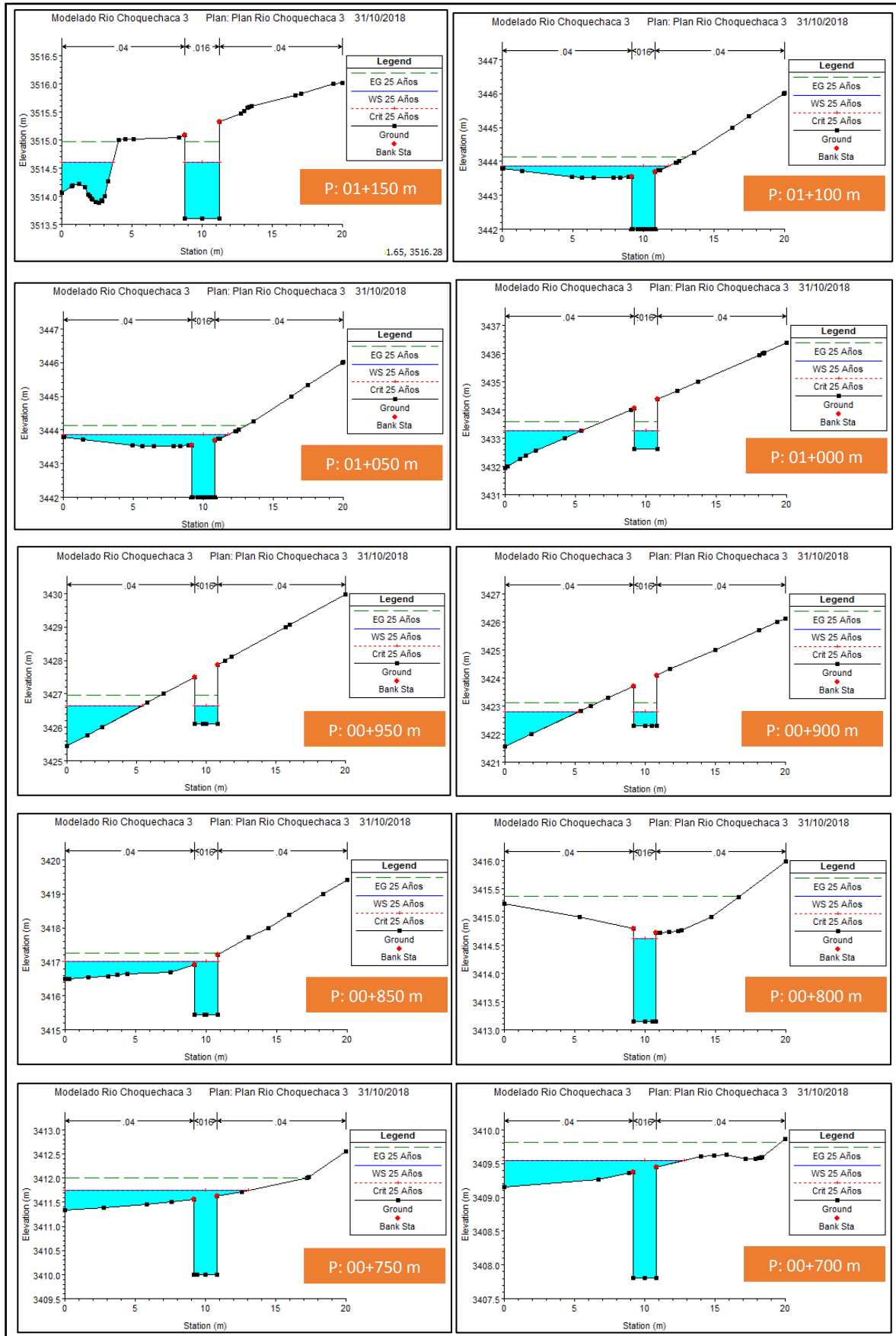


Figura 199. Secciones transversales del modelamiento Progresiva del 01+150m al 00+700m HEC-RAS.

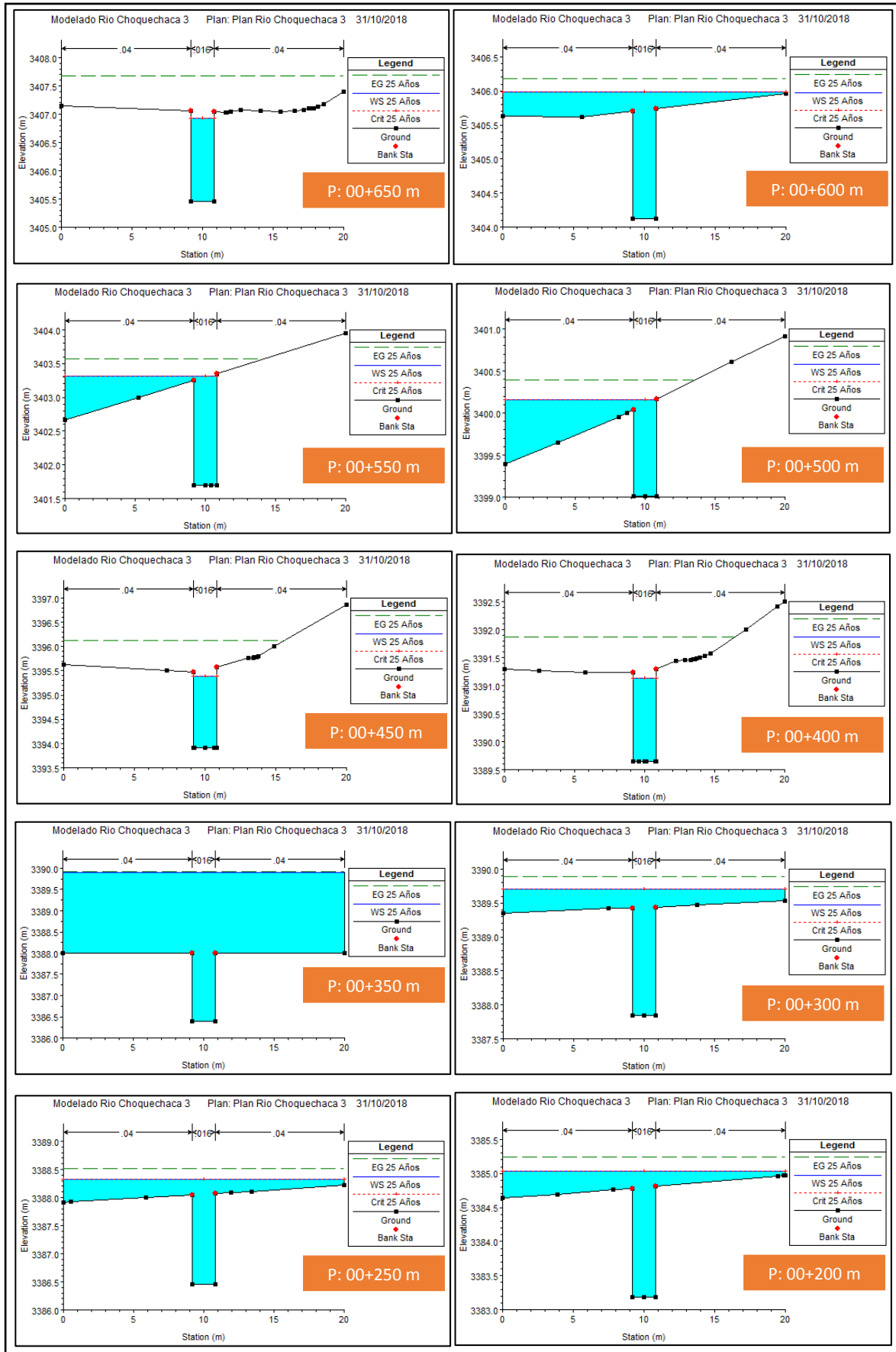


Figura 200. Secciones transversales del modelamiento Progresiva del 00+650m al 00+200m HEC-RAS.

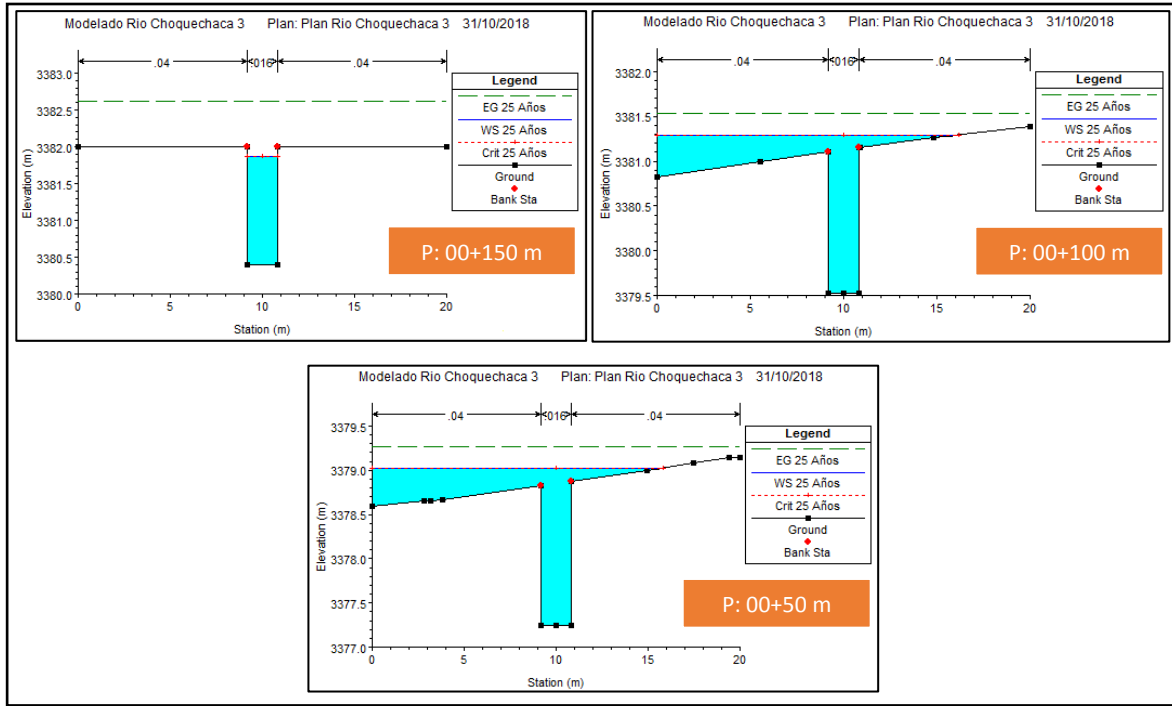


Figura 201. Secciones transversales del modelamiento Progresiva del 00+150m al 00+050m HEC –RAS.

Profile Output Table - Standard Table 1

HEC-RAS Plan: Plan Rio Choquechaca 3 River: RIO CHOQUECHACA Reach: EJE 3 Profile: 25 Años

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude #	Chl
EJE 3	1200	25 Años	9.03	3510.07	3515.00		3515.00	0.000005	0.24	70.63	20.00		0.03
EJE 3	1150	25 Años	9.03	3513.61	3514.61	3514.61	3514.97	0.004714	2.91	4.35	6.19		0.93
EJE 3	1100	25 Años	9.03	3470.88	3471.98	3471.98	3472.30	0.003934	2.74	4.81	8.47		0.84
EJE 3	1050	25 Años	9.03	3442.00	3443.86	3443.86	3444.15	0.003233	2.57	5.45	11.77		0.60
EJE 3	1000	25 Años	9.03	3432.62	3433.26	3433.26	3433.58	0.011799	3.41	4.36	7.09		1.36
EJE 3	950	25 Años	9.03	3426.10	3426.65	3426.65	3426.97	0.013704	3.47	4.17	6.99		1.49
EJE 3	900	25 Años	9.03	3422.29	3422.79	3422.79	3423.12	0.015082	3.51	4.06	6.84		1.58
EJE 3	850	25 Años	9.03	3415.43	3417.01	3417.01	3417.26	0.003806	2.56	5.89	10.80		0.65
EJE 3	800	25 Años	9.03	3413.14	3414.62	3414.62	3415.37	0.009138	3.85	2.35	1.59		1.01
EJE 3	750	25 Años	9.03	3409.99	3411.75	3411.75	3412.01	0.003334	2.52	5.87	13.02		0.61
EJE 3	700	25 Años	9.03	3407.81	3409.55	3409.55	3409.82	0.003458	2.55	5.77	12.83		0.62
EJE 3	650	25 Años	9.03	3405.45	3406.93	3406.93	3407.67	0.008930	3.82	2.37	1.60		1.00
EJE 3	600	25 Años	9.03	3404.12	3405.98	3405.98	3406.18	0.002490	2.27	7.34	20.00		0.53
EJE 3	550	25 Años	9.03	3401.70	3403.31	3403.31	3403.57	0.003850	2.58	5.82	10.80		0.65
EJE 3	500	25 Años	9.03	3399.01	3400.16	3400.16	3400.39	0.004926	2.71	5.98	10.80		0.81
EJE 3	450	25 Años	9.03	3393.91	3395.39	3395.39	3396.13	0.008965	3.82	2.36	1.60		1.00
EJE 3	400	25 Años	9.03	3389.65	3391.13	3391.13	3391.87	0.008965	3.82	2.36	1.60		1.00
EJE 3	350	25 Años	9.03	3386.40	3389.91		3389.92	0.000033	0.40	40.76	20.00		0.07
EJE 3	300	25 Años	9.03	3387.84	3389.70	3389.70	3389.89	0.002370	2.22	7.82	20.00		0.52
EJE 3	250	25 Años	9.03	3386.46	3388.32	3388.32	3388.51	0.002404	2.23	7.69	20.00		0.52
EJE 3	200	25 Años	9.03	3383.19	3385.04	3385.04	3385.24	0.002583	2.29	7.32	20.00		0.54
EJE 3	150	25 Años	9.03	3380.40	3381.88	3381.88	3382.62	0.008988	3.83	2.36	1.60		1.01
EJE 3	100	25 Años	9.03	3379.53	3381.29	3381.29	3381.54	0.003178	2.48	6.22	16.19		0.60
EJE 3	50	25 Años	9.03	3377.25	3379.03	3379.03	3379.27	0.003138	2.47	6.22	15.81		0.59

Total flow in cross section.

Figura 202. Características hidráulicas del modelamiento HEC –RAS.

Se concluye por el modelamiento del software HEC-RAS que 13 de las 23 secciones transversales presentan inundación para el periodo de retorno de 25 años, por lo tanto, es necesario solo modificar las pendientes en estos tramos ya que cauce soportaría el caudal de diseño.

4.4.2.2. Resultados con el software CYPE 2016-ALCANTARILLADO

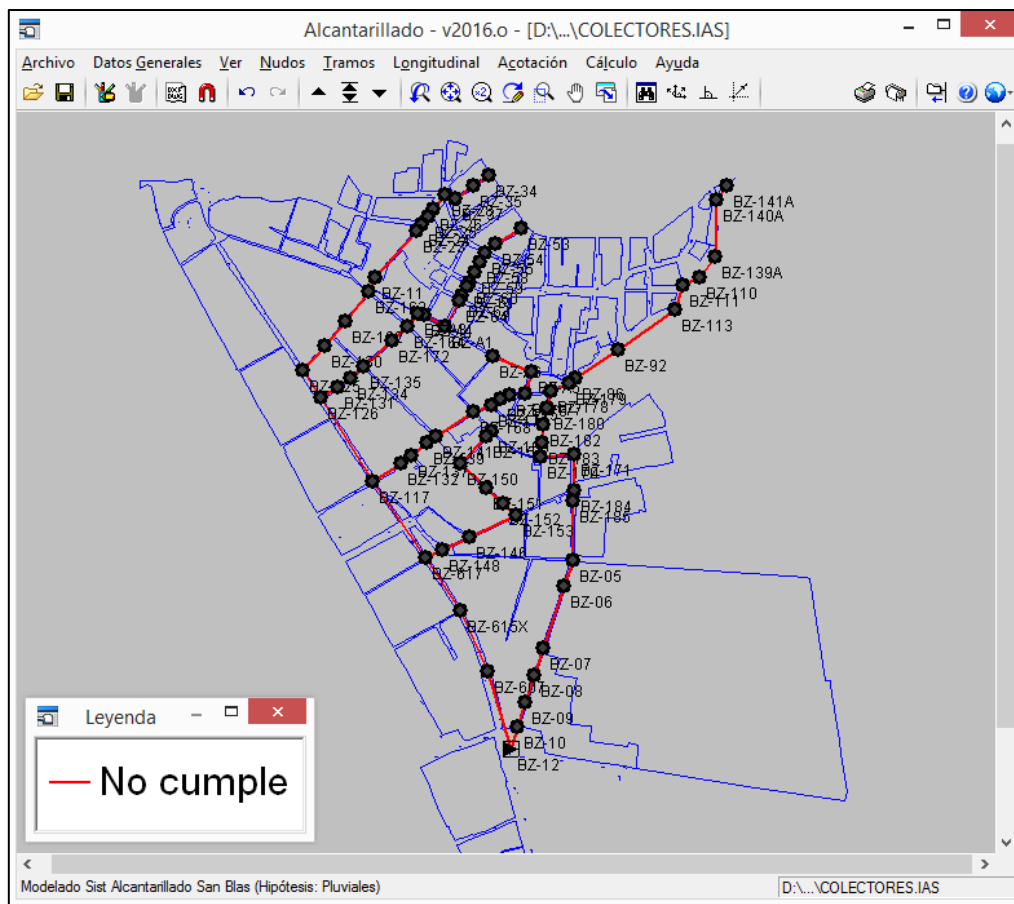


Figura 203. Resultado de Modelamiento CYPE-Alcantarillado.

De acuerdo a la figura anterior manifiesta que la red de alcantarillado existente no cumple con la evacuación eficiente de aguas pluviales ya que demarca con color rojo todos los tramos analizados. Según se evalúa el modelamiento el tipo de falla que detecta el programa es por **calado máximo** ya que los tramos se encuentran a tuvo lleno y siendo la dimensión de la tubería no adecuada a la cantidad de caudal que discurre; como se demuestra en las siguientes figuras:

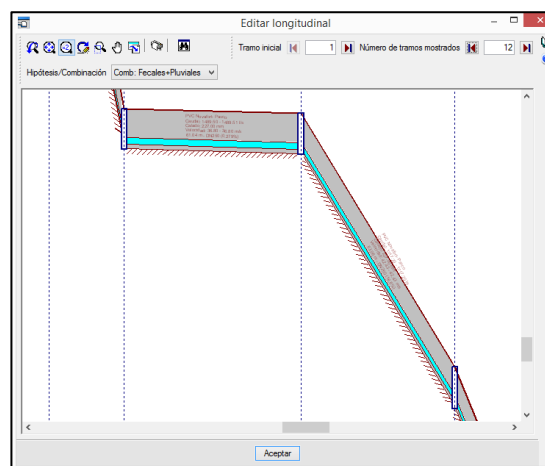


Figura 204. Perfil longitudinal donde se detalla falla por calado máximo.

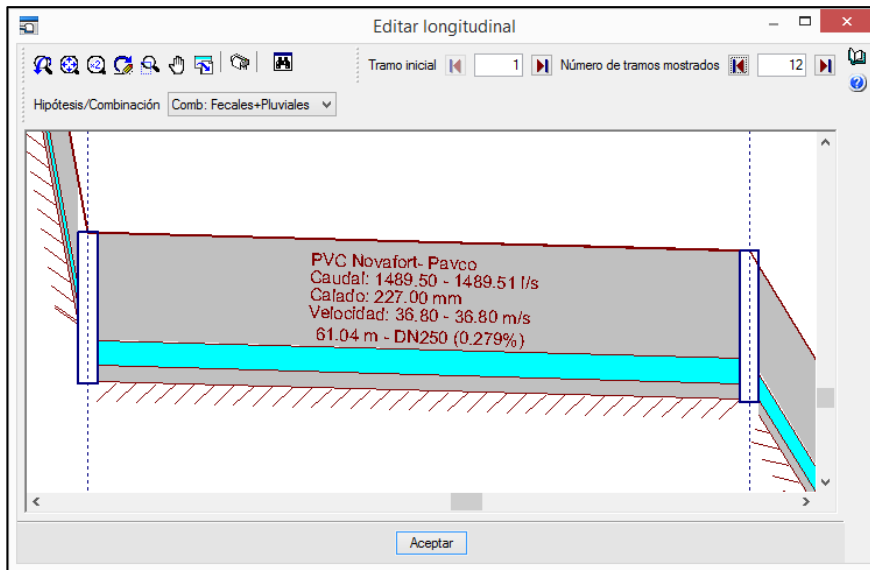


Figura 205. Tubería de 250mm donde se tiene un calado máximo con tirante de 227mm – CYPE-Alcantarillado.

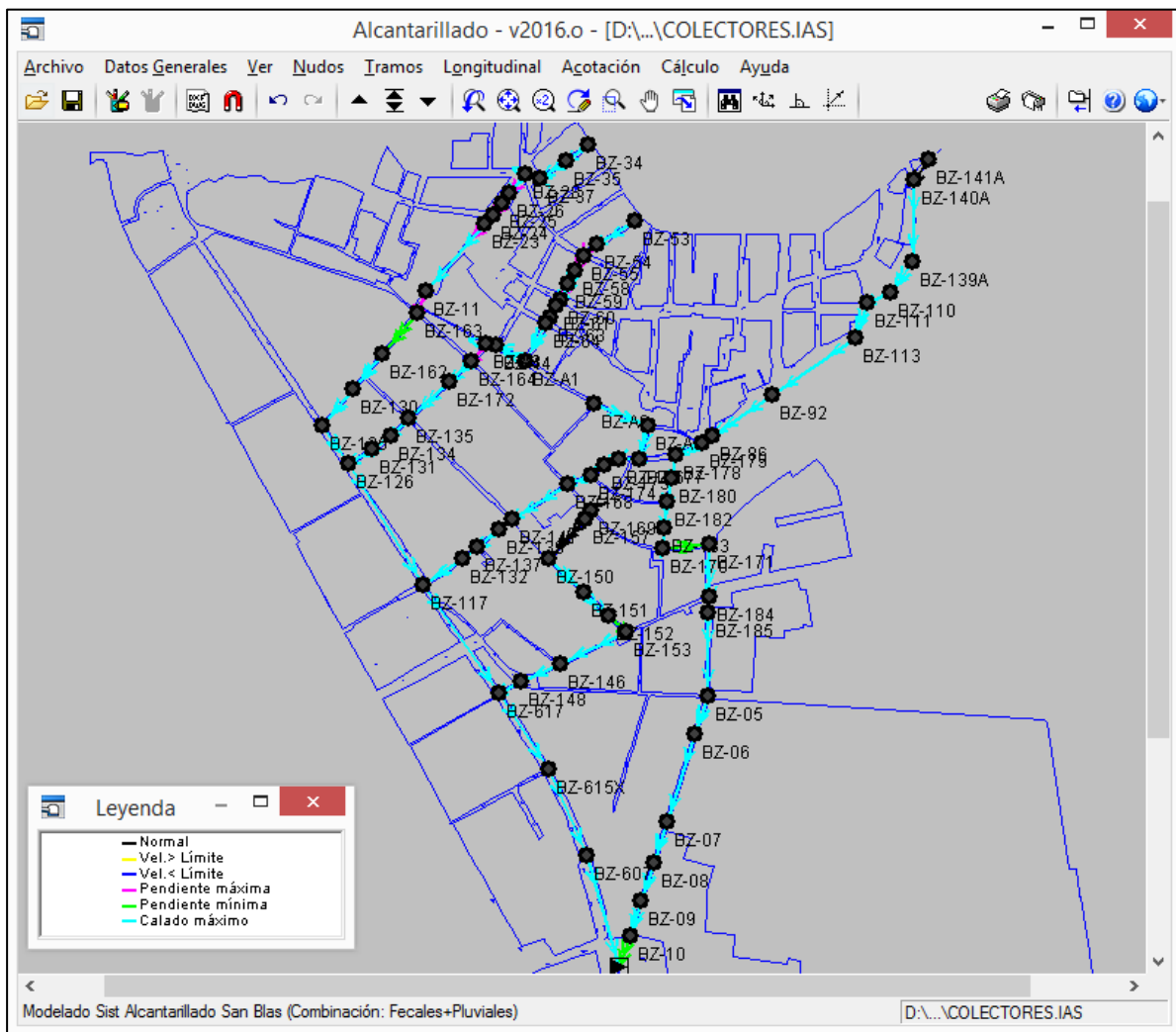


Figura 206. Principal problema en la red por calado máximo según el modelamiento CYPE-Alcantarillado.

4.5. Obras propuestas para el sistema de alcantarillado pluvial del sector de San Blas.

4.5.1. Propuesta de diseño de tuberías.

Tabla 139. Propuesta de tuberías según por tramos.

Propuesta de tuberías									
Sub Cuenca:	Tramo:	Buzón Inicio	Buzón Final	Cota Maxima:	Cota Minima:	L Distancia:	S Pendiente:	Ø Dimension de tubería	Materi al
				(msnm)	(msnm)	(ml)	(m/m)	(mm)	
ZONA 01	1.1	BZ34 - BZ37		3546.28	3526.17	67.0523	0.2999	250	PVC
	1.2	BZ37 - BZ163		3526.17	3436.45	219.4539	0.4088	355	PVC
	1.3	BZ163 - BZ125		3436.45	3414.09	167.7231	0.1333	500	PVC
ZONA 02	2.1	BZ53 - BZ55		3536.27	3513.69	71.1862	0.3172	200	PVC
	2.2	BZ55 - BZ135		3513.69	3427.51	309.6192	0.2783	315	PVC
	2.3	BZ135 - BZ126		3427.51	3411.27	86.4121	0.1879	355	PVC
ZONA 03	3.1	BZA6 - BZA5		3455.03	3442.50	105.1961	0.1191	250	PVC
	3.2	BZA5 - BZ168		3442.50	3429.52	89.2610	0.1454	355	PVC
	3.3	BZ168 - BZ117		3429.52	3403.91	200.5010	0.1277	450	PVC
ZONA 04	4.1	BZ169 - BZ153		3428.76	3413.93	195.6918	0.0758	355	PVC
	4.2	BZ153 - BZ148		3413.93	3397.58	132.6074	0.1233	355	PVC
	4.3	BZ148 - BZ617		3397.58	3394.05	28.6083	0.1234	355	PVC
ZONA 05	5.1	BZ141 - BZ86		3523.28	3451.75	432.7258	0.1653	400	PVC
	5.2	BZ86 - BZ178		3451.75	3445.90	46.9338	0.1246	400	PVC
	5.3	BZ178 - BZ171		3445.90	3424.37	159.4706	0.1350	450	PVC
	5.4	BZ171 - BZ05		3424.37	3397.67	173.1299	0.1542	450	PVC
	5.5	BZ05 - BZ14		3397.67	3380.50	338.5239	0.0507	700	PVC
ZONA 06	6.1	BZ81B - C109		3499.30	3452.21	79.0098	0.5960	160	PVC

Tabla 140. Metrado de la Propuesta de Diseño de Tuberías.

Distancia:	Metrado de Tubería:	
	Tubos	Descripcion
(ml)	(und)	
79.01	14	Tubería Novafort PVC Ø 160mm
71.19	12	Tubería Novafort PVC Ø 200mm
172.25	30	Tubería Novafort PVC Ø 250mm
309.62	53	Tubería Novafort PVC Ø 315mm
752.03	130	Tubería Novafort PVC Ø 355mm
479.66	83	Tubería Novafort PVC Ø 400mm
533.10	92	Tubería Novafort PVC Ø 450mm
167.72	29	Tubería Novafort PVC Ø 500mm
338.52	58	Tubería Novafort PVC Ø 700mm

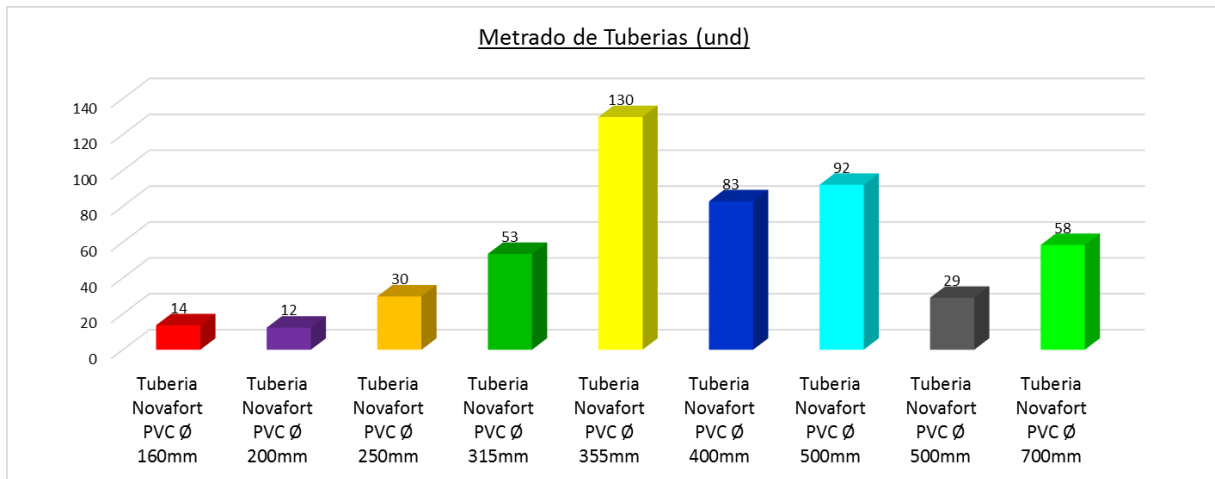


Figura 207. Cantidades de tuberías de la Propuesta de Diseño.

La propuesta de diseño corresponde a 18 tramos con dimensión que van desde 160mm hasta 700mm con tuberías de PVC de características técnicas Novafort -Pavco.

Siendo las cantidades mayores de tubería empleada la de dimensión de: 355mm (130 tubos), 500mm (92 tubos), 400mm (83 tubos).

4.5.2. Propuesta de diseño de sumideros.

Tabla 141. Dimensiones de sumideros propuestos.

Dimensiones de los Sumideros Propuestos							
Codigo:		Descripcion:	Longitud de sumidero (m)	x	Ancho de sumidero (m)	x	Altura de sumidero (m)
Nuevo	SV-50	Sumidero Nuevo	6.50	x	0.50	x	0.70
Nuevo	SV-51	Sumidero Nuevo	5.80	x	0.50	x	0.70
Nuevo	SV-52	Sumidero Nuevo	5.80	x	0.50	x	0.70
Nuevo	SV-53	Sumidero Nuevo	5.80	x	0.50	x	0.70
Nuevo	SP-22	Sumidero nuevo	3.20	x	0.30	x	0.40
Nuevo	SP-32	Sumidero Nuevo	2.10	x	0.30	x	0.40
Nuevo	SP-33	Sumidero Nuevo	3.00	x	0.30	x	0.40
Nuevo	SP-34	Sumidero Nuevo	2.60	x	0.30	x	0.40
Nuevo	SP-35	Sumidero Nuevo	7.00	x	0.30	x	0.40
Nuevo	SP-36	Sumidero Nuevo	6.00	x	0.30	x	0.40
Nuevo	SP-37	Sumidero Nuevo	6.90	x	0.30	x	0.40
Nuevo	SP-38	Sumidero Nuevo	6.00	x	0.30	x	0.40
Nuevo	SP-39	Sumidero Nuevo	3.20	x	0.30	x	0.40
Nuevo	SP-40	Sumidero Nuevo	8.00	x	0.30	x	0.40
Nuevo	SP-41	Sumidero Nuevo	8.00	x	0.30	x	0.40
Nuevo	SP-42	Sumidero Nuevo	4.20	x	0.30	x	0.40

CAPITULO V: Discusión

Discusión 01:

En concordancia a con Sucsa, M. y Flores, A. (2017) respecto al coeficiente de escorrentía mencionan que: la mayor parte del área de estudio tiene un coeficiente de escurrimiento alto teniendo coberturas impermeables generando la baja infiltración; esto se ratifica en la presente investigación que se obtuvo el valor de 0.91 como coeficiente de escorrentía para toda la cuenca de San Blas, demostrando el alto grado de impermeabilidad ya que el 74.01% es superficie techada, el 17.80 % es superficie de calles urbanizadas y solo el 8.19% es superficie de área verde con incidencia a la infiltración; el análisis del tipo de cobertura para el sector de San Blas estuvo basado en los valores de coeficiente de escorrentía según Aparicio Mijares (1999).

“...Define que los terrenos más antropizados (suelos urbanos e industriales, o vías de comunicación), que incluyen proporciones elevadas de suelos impermeables y sumado a terrenos con pendientes pronunciadas, aumentan el coeficiente de escorrentía...” (Martines De Azagra Paredes, 2006).

Discusión 02:

Conrado, L. (2016) concluye en su trabajo de investigación respecto a la Intensidad pluviométrica: El cálculo del tiempo de concentración influirá en la intensidad de lluvia a ser empleada, a menor tiempo de concentración mayor es la intensidad de la lluvia a emplear, lo que incide en las dimensiones de los diámetros de las tuberías de la red; este resultado corrobora al resultado de la presente investigación: Se asumió como intensidad de diseño los datos de las Tormentas de Máximas Intensidades ya que son datos históricos reales y refleja una proyección más certera en comparación a los métodos probabilísticos (Gumbel, Log Pearson Tipo III e IIIA); otro criterio por el cual se escogió estos valores es por ser los más altos en comparación con los otros métodos ya que para el cálculo de caudales reflejaron valores reales cumpliendo con la afirmación: *“El incremento de la intensidad está directamente relacionado al incremento del caudal”* (Chow, Maidment, & Mays, Hidrología Aplicada, 1994) y demostrando un mejor grado de seguridad para el diseño de sistemas de evacuación pluvial (Villón Béjar, Hidráulica de Canales, 2007).

**Discusión 03:**

Con respecto al antecedente propuesto por Mamani, M. y Masía, R. (2017) concluyen: El caudal pluvial que ingresa a la red de alcantarillado excede la capacidad de conducción actual ocasionando problemas de colapso del sistema. Así los caudales en la zona de estudio, discriminados por zonas de aporte estimados por el Método Racional son los siguientes: el caudal de la zona 1 fue de 4.19 m³/s, el caudal de la zona 2 fue de 3.90 m³/s, el caudal de la zona 3 fue de 3.74 m³/s y el caudal de la zona 4 fue de 4.06 m³/s; concuerda con el resultado obtenido en la presente investigación: Se asumió como caudal de diseño a los valores cálculos por el Método Racional por los criterios: “El sector es una área urbana, donde el área de drenaje está compuesta de sub cuencas o sub áreas (Norma OS.060, Decreto Supremo N 011-2006-Vivienda), “Las características de la cuenca está en relación Área < 10km²” (Manual de Carreteras Hidrología, 2012) y que este método está basado en la suposición de que ocurre un evento de lluvia con intensidad constante sobre toda el área de drenaje de la cuenca (Villón Béjar, Hidrología, 2002).

Discusión 04:

En coherencia a Yáñez, Eric. (2014) sobre los parámetros de diseño: Se concluyó al analizar el diseño Hidráulico de la Av. Angamos y el Jr. Santa Rosa, que este no es el correcto para un buen funcionamiento del sistema de drenaje, siendo esta una de las causas que alteran la eficiencia del drenaje pluvial, además se analizó que las competencias en la operación y mantenimiento del sistema de drenaje pluvial no se lleva a cabo ocasionado que la capacidad hidráulica de las cuentas disminuyan; esto se ratifica en la presente investigación que concluye que el todo el sistema existente tiene el 80.98% de deficiencia en respecto a la capacidad de evacuación de aguas pluviales en el sector de San Blas e inclusive sobrepasa a la hipótesis general planteada.

**Discusión 05:**

Con respecto al antecedente propuesto por Mamani, M. y Masía, R. (2017) concluyen que: Las condiciones actuales del sistema en la Av. La Cultura son insuficientes, por lo que se planteó un nuevo diseño, que comprende la construcción de un nuevo canal de sección variable rectangular en todo su recorrido; que presenta las siguientes medidas: la primera sección con 1.20m de solera y 1.25m de altura y una segunda sección de 1.50m de solera y 1.45m de altura; la construcción de 03 desarenadores, 02 disipadores, 01 canal de la rápida y la implementación de 03 nuevos sumideros; y también con el antecedente propuesto por Rivadeneira, J. (2012) que concluye: El material que se empleó para el diseño del alcantarillado pluvial de la Campiña del Inca es PVC, considerando un mejor proceso de construcción ya que se disminuye el volumen de excavación, relleno y compactación, así como la facilidad de transporte del mismo hacia la obra, facilidad de instalación y mantenimiento; esto se ratifica en la presente investigación que concluye: En la totalidad son 26 tramos que necesitan ser rediseñados porque son tramos sub dimensionados y no cumplen con la evacuación efectiva de aguas pluviales ya que el sistema existente solo tiene el 18.06% de eficiencia en evacuación de aguas pluviales y esto lo ratifico el modelamiento en el software CYPE-Alcantarillado demostrando que el sistema no cumple con la evacuación por presentar falla por calado máximo en toda red; todo ello demostró la necesidad de proponer un diseño adecuado vigente a la Norma Drenaje Pluvial Urbano OS.060.

Glosario

- **ACELERACIÓN DE LA GRAVEDAD:** Aceleración de un cuerpo que cae en el campo gravitatorio de la tierra libremente. También llamada aceleración gravitatoria.
- **AGUAS PLUVIALES:** Son las aguas producto de la lluvia o precipitación que escurren sobre la superficie del terreno.
- **ALCANTARILLA PLUVIAL:** Conjunto de alcantarillas que conducen aguas de lluvia.
- **ALCANTARILLA:** Conducto para transportar agua de lluvia, aguas residuales o una combinación de ellas.
- **CANAL:** Conducto abierto o cerrado que transporta agua de lluvia.
- **CAPTACIÓN:** Estructura que permite la entrada de las aguas hacia el sistema pluvial.
- **CARGA HIDRÁULICA:** Suma de las cargas de velocidad, presión y posición.
- **COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA:** Coeficiente que indica la parte de la lluvia que escurre superficialmente.
- **CUENCA:** Es el área de terreno sobre la que actúan las precipitaciones pluviométricas y en las que las aguas drenan hacia una corriente en un lugar dado.
- **DEFLOCULANTE:** El defloculante es un aditivo que causa una dispersión más estabilizada y evita que se aglomeren las partículas finas, manteniéndolas en suspensión y modificando el comportamiento reológico de las pastas.
- **DRENAJE URBANO:** Drenaje de poblados y ciudades siguiendo criterios urbanísticos.
- **DRENAJE:** Retirar del terreno el exceso de agua no utilizable.
- **DURACIÓN DE LA LLUVIA:** Es el intervalo de tiempo que media entre el principio y el final de la lluvia y se expresa en minutos.
- **HEXAMETAFOSFATO DE SODIO:** Es un fosfato empleado en la industria de alimentos como aditivo regulador de pH que mejora solubilidad. Se utiliza como un defloculante o dispersante para el análisis del tamaño de partículas en suelos, se emplea para el ablandamiento de aguas y en la formulación de detergentes. Además, se emplea en la industria petrolera, en la producción de papel, textiles, tintes, en metalurgia y para materiales de construcción.
- **INTENSIDAD DE LA LLUVIA:** Es el caudal de la precipitación pluvial en una superficie por unidad de tiempo. Se mide en milímetros por hora (mm/hora) y también en litros por segundo por hectárea (l/s/Ha).



- **NÚMERO DE FROUDE:** El número de Froude cuya abreviatura es Fr, es un número adimensional, el cual relaciona el efecto de la fuerza de inercia con la fuerza de gravedad las cuales actúan sobre un fluido
- **PENDIENTE LONGITUDINAL:** Es la inclinación que tiene el conducto con respecto a su eje longitudinal.
- **PERIODO DE RETORNO:** Periodo de retomo de un evento con una magnitud dada es el intervalo de recurrencia promedio entre eventos que igualan o exceden una magnitud especificada.
- **PESO ESPECIFICO:** Relación entre el peso de una sustancia y su volumen.
- **PRECIPITACIÓN EFECTIVA:** Es la precipitación que no se retiene en la superficie terrestre y tampoco se infiltra en el suelo.
- **PRECIPITACIÓN:** Fenómeno atmosférico que consiste en el aporte de agua a la tierra en forma de lluvia, llovizna, nieve o granizo.
- **SEDIMENTO:** Materia que habiendo estado suspensa en un líquido se posa en el fondo por su mayor gravedad.
- **SUMIDERO:** Estructura destinada a la captación de las aguas de lluvias, localizados generalmente antes de las esquinas con el objeto de interceptar las aguas antes de la zona de tránsito de los peatones. Generalmente están concentrados a los buzones de inspección.
- **TIEMPO DE CONCENTRACIÓN:** Tiempo que requiere una gota de lluvia que cae en el punto más alejado en la cuenca, para llegar al punto de interés, es decir, cuando toda la cuenca contribuye a la escorrentía superficial en el punto de interés, alcanzándose el caudal pico.
- **VELOCIDAD:** Magnitud a partir de la cual se puede expresar el desplazamiento que realiza un objeto en una unidad.

Conclusiones

Conclusión 01:

Se logró demostrar la Sub Hipótesis N° 01 afirmando que el transporte de sólidos de arrastre obstruye el sistema de alcantarillado existente por lo que el 87% de sumideros están colmatados, el 46% de canales peatonales están colmatados y el 99% de cámaras rompe presión de los canales peatonales están colmatados. También se logra demostrar que el coeficiente de escorrentía tiene alto grado de impermeabilidad ya que tiene valor de 0.91 para toda la cuenca de San Blas puesto que el 74.01% corresponde a superficie techada, el 8.44 % recae en superficie de calles adoquinadas, 7.14% recae en superficie de calles de concreto, 2.22% recae en superficie de calles asfaltadas y solo el 8.19% es superficie de área verde con incidencia a la infiltración.

Conclusión 02:

La Sub Hipótesis N° 02 quedó demostrado, que la Intensidad pluviométrica tiene el valor de 81.87 mm/hr según el método de Tormentas de Máximas Intensidades ya que refleja una proyección más certera en comparación a los métodos probabilísticos (Gumbel, Log Pearson Tipo III e IILA) y está basado en datos históricos reales; este valor es el más alto en comparación con los otros métodos e influye en el incremento del caudal puesto que está directamente relacionado, produciendo un caudal que hace colapsar el sistema de alcantarillado existente en el sector de San Blas, distrito y provincia del Cusco.

Conclusión 03:

Se consiguió demostrar la Sub Hipótesis N° 03 afirmando: que el valor del caudal es de 1.95 m³/seg para la Zona 1, valor del caudal de 1.02 m³/seg para la Zona 2, valor del caudal de 1.16 m³/seg para la Zona 3, valor del caudal de 1.00 m³/seg para la Zona 4, valor del caudal de 2.16 m³/seg para la Zona 5, valor del caudal de 0.86 m³/seg para la Zona 6, valor del caudal de 0.87 m³/seg para la Zona 7 y el valor promedio del caudal de 1.29 m³/seg para todas las 7 Zonas estimado por el Método Racional ocasiona que el caudal que ingresa a la red de alcantarillado excede la capacidad de conducción existente provocando el colapso del sistema de alcantarillado actual en el sector de San Blas, distrito y provincia del Cusco.

Conclusión 04:

Se logró demostrar la Sub Hipótesis N° 04 que los parámetros de diseño del sistema de alcantarillado actual no son adecuados: el barrio tradicional de San Blas tiene 8,788 habitantes con una tasa de crecimiento poblacional de 1.30% ya supero la expectativa del diseño de alcantarillado; del inventario hidráulico: 71% de sumideros se encuentran en estado deficiente, 71% de tapas de inspección de alcantarillado se encuentran en estado deficiente, 45% de canales peatonales se encuentran en estado deficiente y 27% de cámaras rompe presión de los canales peatonales se encuentran en estado deficiente; el 96.15% del total de la red de alcantarillado no cumple con la dimensión adecuada de tubería por lo que el sistema de evacuación existente esta Sub dimensionado; comprobado en el modelamiento del colector principal (Canal Rio Choquechaca) por el software HEC-RAS 13 de 23 secciones transversales presentan inundación para el periodo de retorno de 25 años; comprobado en el modelamiento de la red de alcantarillado por el software CYPE-Alcantarillado ratifica que el sistema actual de evacuación pluvial no cumple los criterios hidráulicos ya que en 95% del total de la red presenta falla por calado máximo.

En sumatoria de todo lo anterior se concluye que el sistema existente presenta una deficiencia del 80.98% e inclusive sobrepasa a la expectativa planteada del 30% en la hipótesis general con respecto a la capacidad de evacuación de aguas pluviales en el sector de San Blas, distrito y provincia del Cusco.

Conclusión 05:

La Sub Hipótesis N° 05 quedo demostrado, el sistema existente solo tiene el 18.06% de eficiencia en evacuación por lo tanto al haberse comprobado que las condiciones actuales del sistema de evacuación de aguas pluviales del sector de San Blas son insuficientes, por lo que se planteó un nuevo diseño que comprende: construcción de 2.90 km alcantarillado urbano de 18 tramos con tuberías de PVC de 160mm (79.01ml), 200mm (71.19ml), 250mm (172.25 ml), 315mm (309.62ml), 355mm (752.03ml), 400mm (479.66ml), 450mm (533.10ml), 500mm (167.72ml) y 700mm (338.52ml); la propuesta de diseño contempla la utilización de solo 6 colectores (Colector A, B, C, D, E y F) y estos viertan las aguas pluviales al colector principal (Canal del Rio Choquechaca); construcción de 16 sumideros con distintas dimensiones



Los criterios de diseño están basados en la Norma Drenaje Pluvial Urbano OS.060 del Reglamento Nacional de Edificaciones, Manual de Carreteras Hidrología, Hidráulica y drenaje del Ministerio de transporte y Comunicaciones, Manual de Criterios de Diseño de Obras Hidráulicas para la Formulación de Proyectos Hidráulicos Multisectoriales y de afianzamiento Hídrico de la Autoridad Nacional del Agua.

Recomendaciones

Recomendación 01:

De acuerdo a lo demostrado se recomienda y es ineludible la programación de limpieza y descolmatación por parte de la Municipalidad del Cusco a todos los elementos hidráulicos como son los canales peatonales de recolección de aguas pluviales, cámaras rompe presión de los canales peatonales, sumideros vehiculares y peatonales y la reparación de los mismos sumado a la rehabilitación de tapas de inspección ya que es el 23% del total no tienen tapas y esto es considerado peligro latente para los habitantes y turistas que frecuentan en el sector de San Blas.

Recomendación 02:

Según lo demostrado en la presente investigación se recomienda la incorporación de datos de Registro de Tormentas de Máximas Intensidades para el cálculo de la intensidad para futuras investigaciones relacionadas con la obtención de caudales de diseño ya que refleja una proyección más certera en comparación a los métodos probabilísticos puesto que son datos históricos reales y el empleo de estos brindaría el cálculo de valores más fiables a la realidad.

Recomendación 03:

Se recomienda la utilización de software para futuras investigaciones relacionadas ya que se puede predecir y modelar el comportamiento hidráulico en menor tiempo y obtener simulaciones que nos brindara datos importantes entendiendo de mejor manera el comportamiento para obtener mejores conclusiones.

Recomendación 04:

Se recomienda la utilización del software HEC-RAS para futuras investigaciones vinculadas puesto que se puede simular el comportamiento de ríos y conocer las consecuencias en las secciones transversales del mismo en distintos interfaces de caudales; también se recomienda



para una investigación más exhaustiva la complementación de este software con el software ArcGIS.

También se recomienda la utilización del software CYPE-Alcantarillado para futuras investigaciones vinculadas puesto que se puede simular el comportamiento de toda una red de alcantarillado, pero con un solo punto de vertido; esta interface permite conocer tipos de falla y poder re calcular los mismo, por defecto brinda una memoria técnica del proyecto como también la concepción de planos en menor tiempo.

Recomendación 05:

Como se demostró en la investigación la necesidad de brindar una propuesta de diseño al sistema de alcantarillado actual por el cual se recomienda que todos colectores viertan las aguas pluviales al colector principal (Canal del Rio Choquechaca) porque la capacidad de este está sobredimensionada y soportaría precipitaciones extraordinarias y es un cauce natural; por lo tanto, se recomienda la pronta ejecución del proyecto de colectores de aguas pluviales.

Recomendación 06:

Se recomienda la implementación y ejecución de obras de disipadores de energía para evitar el desgaste de elementos hidráulicos ya que se tiene velocidades erosivas, esto debido a la tipología agreste del terreno.

Referencias

- Autoridad Nacional del Agua. (2010). *Criterios de Diseño de Obras Hidraulicas para la Formulacion de Proyectos Hidraulicos Multisectoriales y de Afianzamiento Hidrico*. Lima: Direccion de Estudios de Proyectos Hidraulicos Multisectoriales.
- Ander-Egg, E. (2006). *Tecnicas de Investigacion Social*. Buneos Aires: EDITORIAL HVMANITAS.
- Angeles, V. (1999). *Historia del Cusco*. Cusco: Tomo 11.
- Aparicio Mijares, F. J. (1999). *Fundamentos de Hidrologia de Superficie*. Mexico: Limusa.
- Autodesk. (2018). www.latinoamerica.autodesk.com. Obtenido de <https://latinoamerica.autodesk.com/products/autocad/features>
- Balairon Perez, L. (10 de Junio de 2007). www.ecured.cu. Obtenido de 2018
- Barrichelo, R. (2016). *Thinklink*. Obtenido de <https://www.thinkinglink.com/scene/725754259978584066>
- Campana, I. J. (Noviembre de 2016). *El blog del Ing. Jorge Sosa Campana*. Obtenido de <http://kokocusco.blogspot.com/2016/11/antigua-canalizacion-inca-del-rio.html>
- Chow, V. (1994). *Hidráulica de Canales Abiertos*. Santa Fe de Bogota, Colombia: MCGRAW-HILL INTERAMERICANA S.A.
- Chow, V., Maidment, D., & Mays, L. (1994). *Hidrología Aplicada*. Sanata Fe de Bogota: MCGRAW-HILL INTERAMERICANA S.A.
- Comisión Nacional del Agua. (1 de Diciembre de 2007). [ftp.conagua.gob.mx](ftp://ftp.conagua.gob.mx). Obtenido de <ftp://ftp.conagua.gob.mx/Mapas/libros%20pdf%202007/Lineamientos%20T%E9cnicos%20para%20Estudios%20y%20Proyectos%20de%20Agua%20y%20Alcantarillado.pdf>
- CYPECAD INGENIEROS S.A. (Noviembre de 2018). www.cype.pe. Obtenido de <http://www.cype.pe/infraestructuras-urbanas-alcantarillado/>
- Davis Instruments. (Junio de 2018). www.davisnet.pe. Obtenido de <https://www.davisnet.pe/>
- Declaración Patrimonio Cultural de la Humanidad, C. (9/12/1983). UNESCO.
- Google Earth. (22 de Febrero de 2018). *Google earth*. Obtenido de <https://earth.google.com/web/>
- GSC. (29 de Marzo de 2016). www.poceriasinzanja.es. Obtenido de <https://www.poceriasinzanja.es/recorrido-por-la-historia-del-alcantarillado/>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Batista Lucio, M. (2014). *Metodología de la Investigación*. Mexico: Mc GRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES S.A.
- IMA. (2002). *Gestion del Agua en la Cuenca del Rio Huatanay*. Cusco: IMA.
- INEI. (2017). *Tasa de crecimiento poblacional*. Lima.



- INEI. (2018). *www.infogob.jne.gob.pe*. Obtenido de https://infogob.jne.gob.pe/Localidad/Peru/cusco/cusco_procesos-electorales_IS7x5ErLeg%3d%3dcE
- JNE, J. N. (7 de Junio de 2018). *www.infogob.com.pe*. Obtenido de http://www.infogob.com.pe/Localidad/Peru/cusco_procesos-electorales_Jm30C5wvkZc%3d
- Kolbert, E. (08 de Enero de 2015). *Field Notes from a Catastrophe: Man, Nature, and Climate Change*. Obtenido de National Geographic: <http://www.ngenespanol.com/fotografia/lo-mas/11/09/23/lluvias-cambiantes-panorama-extremo-articulos/>
- Ledesma Jimeno, M. (2011). *Principios de Meteorología y Climatología*. Madrid, España: Paraninfo.
- Leica Geosystems. (2018). *www.leica-geosystems.com*. Obtenido de <https://leica-geosystems.com/>
- Mamani Heredia, M. S., & Masías Flores, R. (2017). "EVALUACION Y PROPUESTA DE DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL DE LA AV .LA CULTURA EN EL TRAMO GARCILASO-RIO CACHIMAYO, CUSCO". Cusco: Facultad de Ingeniería y Arquitectura - Universidad Andina del Cusco.
- Manual de Carreteras Hidrología, H. y. (2012). *Manual de Carreteras Hidrología, Hidráulica y Drenaje*. Lima, Perú: Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
- Manuel Gomez, J. (1994). *Problemática del drenaje de aguas pluviales en zonas urbanas y del estudio hidráulico de redes de colectores*. España.
- Martines De Azagra Paredes, A. (2006). *Metodo de los Coeficientes de Escorrentia*. Valladolid: Ediciones Universidad de Valladolid.
- Martínez Alfaro, P., Martínez Santos, P., & Castaño Castaño, S. (2006). *Fundamentos de la Hidrogeología*. Madrid, España: Mundi-Prensa S.A.
- Martinez, P. (20 de Julio de 2006). *www.redaly.org*. Obtenido de <http://www.redalyc.org/pdf/646/64602005.pdf>
- Microsoft. (2018). *www.microsoft.com*. Obtenido de <https://www.microsoft.com/en-us/p/office-365-personal/cfq7ttc0k5bf?activetab=pivot%3Aoverviewtab>
- Ministerio de Cultura. (2017). *Guía para la Expedición del Certificado de Inexistencia de Restos Arqueológicos*. Lima: Dirección General de Patrimonio Arqueológico Inmuebles.
- Ministerio de Cultura del Peru. (Noviembre de 2018). *www.cultura.gob.pe*. Obtenido de <http://www.cultura.gob.pe/tramites-cira>
- Municipalidad del Cusco. (24 de Mayo de 2012). *www.eird.org*. Obtenido de <http://www.eird.org/wikies/images/CUSCO.pdf>
- Municipalidad del Cusco. (2015). *Plan Maestro del Centro Historico del Cusco*. Cusco: Instituto Nacional de Cultura.



- Norma OS.060, D. P. (Decreto Supremo N 011-2006-Vivienda). *Reglamento Nacional de Edificacion*.
Lima: Ministerio de Vivienda.
- ONU, O. (22 de Enero de 2018). *Cambio Climatico*. Obtenido de
<https://news.un.org/es/story/2018/01/1425501>
- ONU, O. (18 de Enero de 2018). *Cambio Climático*. Obtenido de
<https://news.un.org/es/story/2018/01/1425341>
- PAVCO-MEXICHEM COLOMBIA S.A. (2018). *Manual Tecnico Tubosistemas para Alcantarillado Novafort y Novaloc*. Bogota: Gerencia de producto PAVCO.
- Rivadeneira Molina, J. (2012). *"DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL DEL BARRIO LA CAMPIÑA DEL INCA, CANTON-QUITO"*. Quito: Facultad de Ingeniería y Arquitectura - Pontificia Universidad Católica de Ecuador.
- Sánchez Carlessi, H., & Reyes Meza, C. (2006). *Metodología y diseños en la investigación científica*.
Lima: Vision Universitaria.
- Sánchez San Román , F. (2017). *Hidrología Superficial y Subterránea*. Salamanca: Uniersidad de Salamanca-España.
- Sucsa Trujillo, M. A., & Flores Molina, A. E. (2017). *"EVALUACION Y DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL DE LA ZONA COMPRENDIDA ENTRE LAS QUEBRADAS SAN MIGUEL Y HATUN HUAYCCO DEL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-CUSCO"*. CUSCO: Facultad de Ingenieria y Arquitectura-Universidad Andina del Cusco.
- Tapia Peña, S., & Garcia Huallpa, J. F. (2011). *Picanterias Típicas para la Promocion Turistica en el Barrio de San Blas del Cusco*. Cusco: Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.
- US Army Corps od Engineers. (Noviembre de 2018). *www.hec.usace.army.mil*. Obtenido de
<http://www.hec.usace.army.mil/software/hec-ras/>
- Valencia Becerra, T. A. (2007). *Nuevas relaciones, viejas tradiciones en San Blas Impactos del Turismo en un barrio tradicional del Cusco*. Lima: Pontificia Universidad Catolica del Peru.
- Villón Béjar, M. (2002). *Hidrología*. Cartago, Costa Rica: Editorial Villón .
- Villón Béjar, M. (2007). *Hidráulica de Canales*. Lima Peru: Editirial Villón.
- Villon Bejar, M. (Noviembre de 2018). *maximovillon.blogspot.com*. Obtenido de
<http://maximovillon.blogspot.com/p/hcanales.html>
- Weiss, C. H. (1978). *Investigacion Evaluativa*. Editorial trillas.
- Yáñez Portal, E. P. (2014). *"EFICIENCIA DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL EN LA AV. ANGAMOS Y JR. SANTA ROSA"*. Cajamarca: Facultad de Ingeniería - Universidad Privada del Norte.



Anexos:

- Matriz de Consistencia.

- Solicitudes - Recolección de datos.
 - Solicitud de datos de precipitaciones máximas mensuales – UNSAAC.
 - Solicitud de datos de precipitaciones máximas mensuales – SENAMHI.
 - Solicitud de datos de Planos de Catastro Técnico – SEDACUSCO S.A.

- Registro de Tormentas de Máximas Intensidades.

- Registro de Inventario Hidráulico.

- Planos:
 - U-1 Plano Planta – Ubicación de San Blas.
 - P-01 Plano Planta – Catastro Técnico de Alcantarillado de San Blas.
 - P-02 Plano Planta – Inventario de Elementos Hidráulicos de San Blas.
 - P-03 Plano Planta – Delimitación de las Zonas de Estudio.
 - P-04 Plano Planta – Zonificación del Coeficiente de Escorrentía.
 - P-05 Plano Planta – Zonificación de Sumideros.
 - P-06 Plano Planta – Propuesta de Diseño del Sistema de Evacuación Pluvial.
 - P-07 Plano Perfil Longitudinal – Propuesta de Diseño del Sistema de Evacuación Pluvial.
 - P-08 Plano Perfil Longitudinal – Propuesta de Diseño del Sistema de Evacuación Pluvial.
 - P-09 Plano Perfil Longitudinal – Propuesta de Diseño del Sistema de Evacuación Pluvial.



MATRIZ DE CONSISTENCIA FINAL-PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

<u>PROBLEMA</u>	<u>OBJETIVOS</u>	<u>HIPOTESIS</u>	<u>VARIABLES</u>	<u>METODOLOGIA</u>
<p>GENERAL: ¿Cuáles son las condiciones existentes del Sistema de Alcantarillado respecto a la evacuación de aguas pluviales en el sector San Blas Distrito y departamento del Cusco?</p> <p>ESPECIFICOS</p> <p>N° 1: ¿Cuáles son los parámetros de diseño adecuados para el sistema de alcantarillado del sector de San Blas, distrito de Cusco?</p> <p>N° 2: ¿Cuál es la intensidad pluviométrica actual para el sistema de alcantarillado del sector de San Blas, distrito de Cusco?</p> <p>N° 3: ¿Cuáles son los efectos de los caudales de diseño que transporta el sistema de alcantarillado del sector de San Blas, distrito de Cusco?</p> <p>N° 4: ¿Cuál es la incidencia del transporte de los sólidos de arrastre en el sistema de alcantarillado del sector de San Blas, distrito de Cusco ?</p>	<p>GENERAL: Evaluar las condiciones existentes del Sistema de Alcantarillado y proponer un diseño para mejorar la evacuación de aguas pluviales en el sector San Blas Distrito y departamento del Cusco.</p> <p>ESPECIFICOS:</p> <p>N° 1: Determinar los parámetros de diseño adecuados para el sistema de alcantarillado del sector de San Blas, distrito de Cusco</p> <p>N° 2: Identificar la intensidad pluviométrica actual para el sistema de alcantarillado del sector de San Blas, distrito de Cusco.</p> <p>N° 3: Conocer son los caudales de diseño que transporta el sistema de alcantarillado del sector de San Blas, distrito de Cusco.</p> <p>N° 4: Determinar la incidencia del transporte de los sólidos de arrastre del sistema de alcantarillado del sector de San Blas, distrito de Cusco.</p>	<p>GENERAL: Las condiciones existentes del sistema de alcantarillado presentan una deficiencia del 30% respecto a la capacidad de evacuación de aguas pluviales en el sector de San Blas, distrito y departamento del Cusco.</p> <p>ESPECIFICAS:</p> <p>N° 1: Los parámetros de diseño del sistema de alcantarillado actual no son adecuados: incremento de la tasa de crecimiento poblacional en la zona, escasos elementos hidráulicos en el inventario, inadecuadas secciones transversales de canales, inadecuado diámetro de tuberías, insuficiente capacidad de captación de sumideros, insuficiente capacidad de descarga de alcantarillas, inadecuadas alturas de buzones, el área de la sección de la cuenca no corresponde al sistema, inadecuadas pendientes longitudinales de canales y tuberías de drenaje.</p> <p>N° 2: La intensidad pluviométrica actual hace colapsar el sistema de alcantarillado del sector de San Blas, distrito de Cusco.</p> <p>N° 3: Los caudales de diseño ocasionan el colapso del sistema de alcantarillado actual del sector de San Blas, distrito de Cusco.</p> <p>N° 4: El transporte de los sólidos de arrastre obstruye sistema de alcantarillado actual del sector de San Blas, distrito de Cusco.</p>	<p>INDEPENDIENTE: X: Sistema de alcantarillado</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ X₁: Características Técnicas Actuales. ■ X₂: Áreas impermeables de la cuenca. ■ X₃: Coeficiente de Escorrentía. ■ X₄: Área de Drenaje. <p>INDICADORES:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Inventario de elementos hidráulicos. - Sección transversal de canal. - Diámetro de tuberías. - Pendiente longitudinal de canal y tuberías de drenaje. - Capacidad de captación de sumideros. - Capacidad de descarga de alcantarillas. - Altura de buzones. - Sección de cuenca que no produce infiltración - Tipo de Cobertura. - Periodo de Retorno. - Pendiente de terreno. - Coeficiente de Forma. - Índice de Compacidad - Índice de Pendiente. <p>DEPENDIENTE: Y: Evacuación de Agua Pluviales</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Y₁: Parámetros de Diseño. ■ Y₂: Intensidad Pluviométrica. ■ Y₃: Caudales de Diseño ■ Y₄: Sólidos de Arrastre. <p>INDICADORES:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tasa de Crecimiento Poblacional. - Elementos hidráulicos. - Sección transversal de canal. - Diámetro de tuberías. - Pendiente longitudinal de canal y tuberías de drenaje. - capacidad de captación de sumideros. - capacidad de descarga de alcantarillas. - Altura de buzones. - Sección de cuenca. - Tiempos de concentración. - Periodo de Retorno. - Datos de Estaciones Pluviométricas. - Intensidad Pluviométrica. - Coeficiente de Escorrentía. - Velocidad de Flujo. - Área de Drenaje. - Arrastre de fondo. 	<p>TIPO:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Cuantitativa. ■ Aplicada. ■ Semiexperimental. ■ Evaluativa: <p>NIVEL:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Descriptiva. <p>MÉTODO: Hipotético Deductivo.</p> <p>TECNICAS:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Entrevistas. - Encuestas. -Análisis Documental -Ficha de recolección de datos hidrológicos. -Ficha de recolección de datos hidráulicos. -Ficha de recolección de datos meteorológicos. -Programas de procesamiento. -Observación en campo con instrumentos topográficos y altimétricos. -Procesamiento de datos en programas y laboratorio. <p>INSTRUMENTOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Guía de entrevista. -Cuestionario. -Reglamentos, Normas y decretos. -Fuentes teóricas y formulas. -Planos de referencia. -Guías de datos hidrológicos. -Guías de datos hidráulicos. -Guías de datos meteorológicos. -Software Office 2018. -Software AutoCAD 2018. -Software CIVIL 3D 2018. -Software WaterCAD V8. -Software H Canales V3. -Software Costos y Presupuesto S10. -Estación Total. -Nivel de ingeniero. -Gps. -Cinta Métrica. -Hojas de cálculo y resultados de laboratorio.

Fuente: Elaboración Propia.

