

ANEXO I - INFORME FOTOGRÁFICO

Material fotográfico de las alcantarillas del tramo carretero puente Jarcas – Piedra larga



Alcantarilla N°1



Alcantarilla N° 2



Alcantarilla N° 3



Alcantarilla N° 4



Alcantarilla N° 5



Alcantarilla N°6



Alcantarilla N°7



Alcantarilla N° 17



Alcantarilla N° 18 boveda



Alcantarilla N° 19



Alcantarilla N° 20



ANEXO II – PRUEBAS DE BONDAD

Tabla A-2.1. Estación: Yesera Norte

AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	Total
1977	192,4	117,6	123,9	44,3	13,2	0,6	0,0	27,3	26,0	32,2	84,8	66,4	728,7
1978	79,4	201,8	111,2	50,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	51,9	91,2	168,9	755,2
1979	188,3	102,1	120,4	23,9	5,1	17,5	20,3	0,0	2,2	59,4	62,3	151,3	752,8
1980	113,1	98,5	96,7	30,5	8,6	0,9	0,0	14,5	0,0	54,2	48,6	101,3	566,9
1981	204,8	236,7	92,5	65,4	1,5	1,0	2,5	4,0	10,0	8,5	68,5	179,8	875,2
1982	99,2	111,7	129,3	45,0	4,4	0,0	0,0	0,0	4,3	29,4	71,5	213,0	707,8
1983	98,5	82,1	28,6	14,8	7,8	0,0	5,5	2,5	14,3	42,1	61,4	45,5	403,1
1984	315,2	56,4	326,4	0,0	0,0	0,0	0,0	32,2	0,0	77,9	85,2	93,6	986,9
1985	85,7	205,1	63,8	34,0	5,0	0,0	1,5	19,3	12,4	43,2	113,0	133,7	716,7
1986	78,6	244,5	68,1	65,0	0,0	0,0	0,0	0,0	17,0	38,3	72,3	236,5	820,3
1987	165,2	65,7	43,5	65,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	19,3	157,3	82,5	599,1
1991	132,5	157,0	177,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	62,5	30,0	59,5	620,5
1992	197,5	94,0	24,0	10,5	0,0	0,0	0,0	0,0	11,0	8,0	104,0	148,0	597,0
1993	127,0	101,0	129,0	21,0	0,0	0,0	2,0	0,0	3,0	50,0	83,0	153,0	669,0
1994	81,5	117,0	37,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	24,5	56,5	75,5	77,0	469,5
1995	217,0	54,0	97,5	6,0	10,5	0,0	2,0	0,0	15,0	29,0	48,0	118,0	597,0
1996		72,0	108,0	28,5	31,6	0,0	0,0	9,0	17,5	10,5	63,0	159,0	
1997	108,5	221,0	81,0	11,5	0,0	1,0	0,0	5,0	28,5	35,5	76,0	48,5	616,5
1998	133,5	58,5	52,0	20,0	6,0	6,0	2,0	2,5	4,0	30,0	65,0	115,0	494,5
1999	121,5	130,0	153,5	30,5	2,5	0,0	0,0	4,0	22,5	75,0	33,5	79,5	652,5
2000	227,5	100,0	136,0	36,0	3,0	0,0	0,0	0,5	0,0	26,5	35,0	68,0	632,5
2001	152,0	105,2	73,0	24,0	2,5	4,5	0,0	14,0	16,0	29,0	35,8	147,0	603,0
2002	47,0	130,5	101,5	15,0	5,5	3,0	0,0	1,5	0,0	100,5	40,5	60,5	505,5
2003	128,5	104,5	187,0	12,0	3,5	0,0	0,0	0,0	4,5	44,7	41,0	158,5	684,2
2004	107,8	77,5	100,3	21,8	19,9	2,5	3,5	5,8	11,5	17,0	55,5	138,0	561,1
2005	153,0	194,4	58,5	16,8	1,5	0,0	0,5	2,6	10,0	13,5	35,0	208,0	693,8
2006	216,5	136,0	128,5	31,0	8,5	0,0	5,0	0,0	3,0	55,5	79,0	74,0	737,0
2007	266,5	59,5	67,5	31,0	7,5	0,0	0,0	2,0	12,5	41,5	97,0	132,5	717,5
2008	208,5	98,0	116,0	32,3	0,0	0,0	0,0	6,5	7,5	34,0	79,0	352,0	933,8
2009	158,0	77,0	99,5	60,5	3,0	0,5	0,0	4,5	7,5	16,5	55,5	121,0	603,5
2010	101,5	205,5	45,5	22,0	17,0	2,5	1,0	3,0	5,5	21,5	22,0	78,0	525,0
2011	118,0	292,5	105,5	44,5	9,5	1,5	0,0	0,0	2,5	39,5	27,5	24,5	665,5
2012	159,5	126,0	59,6	97,5	0,0	0,0	2,0	4,5	3,0	26,5	100,0	43,0	621,6
2013	257,0	132,6	58,0	15,0	6,2	6,5	0,0	10,0	0,0	27,0	47,0	154,0	713,3
2014	138,5	140,5	55,5	12,5	3,0	7,0	0,0	4,5	6,0	65,5	91,5	68,0	592,5

AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	Total
2015	223,5	210,0	111,0	68,0	1,5	2,0	1,5	0,0	1,0	41,8	61,9	64,0	786,2
2016	142,6	141,9	47,0	38,9	1,6	0,2	0,0	10,9	7,1	53,7	67,3	82,8	594,0
2017	91,5	159,9	136,9	23,5	0,0	0,0	0,0	0,0	15,5	8,2	22,4	93,8	551,7
2018	172,9	105,8	107,4	11,0	3,7	0,3	1,2	2,5	12,7	69,3	42,8	187,0	716,6
2019	65,9	144,5	86,5	41,3	7,2	1,5	46,0	2,5	4,5	37,8	38,5	98,2	574,4
2020	113,8	93,3	126,1	3,0	6,0	2,0	0,0	0,0	25,0	26,3	79,5	135,7	610,7
2021	220,3	130,6	73,7	33,0	7,0	1,0	2,5	1,5	17,4	10,7	82,1	172,8	752,6
2022	226,3	95,6	74,6	16,2	7,6	0,0	1,5	1,2	8,5	8,6	28,5	130,1	598,7
2023	157,3	104,8	90,9	3,4	0,0	0,0	0,0						
MEDIA	153,3	129,4	98,0	29,1	5,0	1,4	2,2	4,5	8,9	37,4	66,2	121,5	657,0

Fuente: SENAMHI

Tabla A-2.2. Estación: Junacas

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1977												53,0
1978	22,0	60,0	32,0	17,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,0	24,0	19,0
1979	70,0	11,0	21,0	0,0	0,0	37,0	15,0	0,0	4,5	45,0	82,0	24,0
1980	30,0	20,0	33,0	10,0	1,0	0,0	0,0	4,0	0,0	12,5	19,0	12,2
1981	57,0	46,5	35,0	22,0	0,0	0,0	0,0	2,0	0,0	12,0	31,0	41,0
1982	12,0	20,0	38,2	6,0	0,0	0,0	0,0	0,0	39,0	19,0	26,0	35,0
1983	45,0	41,0	4,0	21,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	11,0	16,5	50,0
1984	45,0	72,0	59,0	12,0	0,0	0,0	0,0	35,0	0,0	21,0	25,0	27,0
1985	26,0	36,0	16,0	16,0	0,0	20,0	0,0	18,0	30,0	0,0	36,0	35,0
1986	23,0	35,0	36,0	15,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	21,0	18,0	35,0
1987	30,0	29,0	24,0	25,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	25,0	30,0	0,0
1988	36,0	40,0	35,0	16,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	23,0	16,0	27,0
1989	12,0	16,0	23,0	24,0	0,0	4,0	0,0	0,0	36,0	11,0	15,0	16,0
1990	5,0	16,0	11,0	0,0	0,0	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0	12,0	22,3
1991	12,2	10,1	12,1	0,4	0,4	0,0	0,0	0,0	23,0	20,0	12,1	13,0
1992	27,0	11,5	8,0	3,0	2,0	0,2	0,3	0,0	5,1	2,6	9,2	13,7
1993	26,3	32,4	29,1	7,0	0,0	0,0	1,2	2,1	4,1	24,3	30,2	60,0
1994	11,3	23,0	18,0	3,0	0,0	0,0	0,0	1,2	18,4	16,3	20,3	23,1
1995	16,3	8,3	25,5	0,9	16,0	0,0	0,1	0,2	10,4	15,4	42,2	35,0
1996	37,3	14,2	20,1	10,0	20,2	0,0	0,0	9,0	0,0	1,4	6,0	38,3
1997	40,2	51,0	20,1	12,1	1,0	2,0	0,0	3,1	7,1	7,0	6,5	3,0
1998	10,1	24,1	25,6	10,3	0,1	1,0	0,0	0,0	0,0	7,2	25,0	18,0

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1999	48,7	58,4	36,4	8,1	7,0	0,5	0,0	2,0	18,1	14,5	10,7	20,1
2000	100,0	10,1	34,1	6,0	0,1	0,0	0,0	2,0	0,1	10,1	30,1	20,0
2001	29,0	32,1	40,0	5,3	0,4	0,1	0,0	0,0	9,5	9,1	9,1	56,5
2002	16,0	42,0	43,5	12,6	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	23,0	17,0	36,0
2003	37,0	9,2	25,3									

Fuente: SENAMHI

Tabla A-2.3. Estación: YESERA SUR

AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	Total
2002	18,7	119,8	66,4	6,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	76,7	11,4	51,9	351,4
2003	59,5	64,6	128,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,2	38,0	35,0	123,4	456,7
2004	75,4	49,5	76,5	23,0	2,0	0,0	1,0	0,0	6,2	26,5	59,0	57,3	376,4
2005	133,0	152,5	41,1	4,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,0	4,0	46,6	177,0	563,2
2006	142,7	126,2	72,3	30,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	22,0	13,0	60,0	466,2
2007	131,0	69,0	56,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9,0	31,0	125,3	422,3
2008	178,0	77,0	93,0	8,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	14,0	109,0	233,0	712,0
2009	114,9	53,3	85,1	31,6	0,0	0,0	0,0	0,0	10,4	8,5	25,0	96,2	425,0
2010	59,7	137,3	42,5	8,0	10,0	0,0	0,0	0,0	4,0	3,0	1,0	52,8	318,3
2011	84,7	167,3	51,0	23,8	5,4	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	141,7	474,9
2012	159,3	100,0	57,0	58,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	25,0	47,0	11,0	458,3
2013	161,0	79,0	58,0	0,0	0,0	6,0	0,0	10,0	0,0	23,0	13,0	63,4	413,4
2014	128,0	102,0	20,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	37,8	37,0	36,0	360,8
2015	152,9	153,2	94,0	14,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	20,0	82,0	53,5	569,6
2016	55,0	92,0	17,5	11,5	0,0	0,0	0,0	0,0	4,3	23,0	45,0	40,0	288,3
2017	85,0	83,0	63,0	4,0	0,0	0,0	0,0	0,0	18,0	0,0	34,0	71,0	358,0
2018	168,0	95,0	66,0	11,0	5,0	0,0	0,0	0,0	17,0	71,0	47,0	117,0	597,0
2019	62,0	136,0	46,0	14,0	0,0	0,0	36,3	0,0	0,0	13,0	31,0	50,0	388,3
2020	171,0	61,0	46,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	15,0	48,0	30,0	69,0	440,0
2021	165,0	93,0	93,0	28,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,0	0,0	114,0	109,0	612,0
2022	208,0	53,0	52,0	4,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,0	100,0	424,0
2023	70,0	119,0	121,0	26,0	0,0	0,0	0,0						
MEDIA	117,4	99,2	65,7	13,9	1,1	0,3	1,7	0,5	4,7	22,1	39,0	87,5	453,0

Fuente: SENAMHI

Tabla A-2.4. Características morfométricas de las cuenca y subcuencas

Prog. (Km.)	Codifica ción de Cuenca	Área (Km²)	Cota Máxim a (m.s.n. m.)	Cota Mínim a (m.s.n. m.)	Longit ud del Cauce (Km.)	Períme tro de la Cuenca (Km.)	Índice de Compaci dad (Índice de Gravelio us)	Rectángulo Equivalente		Pendie nte de la Cuenc a (%)	Densid ad de Drenaj e	Fact or de form a	Factor de Circulari dad de Miller	Alejamie nto Medio	Razón de Elongac ión	Observacione s
								Lado May or (Km.)	Lado Men or (Km.)							
0,072, 16	1	0,00 86	2286	2273	0,13 53	0,425 3	1,282	0,1 58	0,0 55	8,225	15,68 8	0,4 71	0,599	1,457	0,775	
0+212, 37	2	0,00 97	2305	2284	0,14 20	0,423 3	1,203	0,1 44	0,0 67	14,53 9	14,63 0	0,4 81	0,681	1,441	0,783	
0+421, 85	3	0,03 68	2334	2299	0,23 90	0,725 2	1,131	0,2 21	0,1 67	15,85 6	6,498	0,6 44	0,879	1,246	0,906	
0+720, 57	4	0,01 22	2343	2325	0,16 60	0,437 6	1,158	0,1 43	0,0 85	12,55 1	13,58 1	0,4 44	0,802	1,501	0,752	
0+988, 09	5	0,03 02	2415	2337	0,31 20	0,773 0	1,245	0,2 78	0,1 09	28,09 1	10,32 2	0,3 10	0,636	1,795	0,629	
1+208, 66	6	0,05 12	2471	2354	0,35 40	0,940 6	1,163	0,2 99	0,1 72	39,16 2	6,908	0,4 09	0,728	1,564	0,722	
1+514, 33	7	0,03 59	2444	2379	0,24 40	0,723 2	1,143	0,2 32	0,1 55	28,06 2	6,802	0,6 02	0,862	1,288	0,876	
1+777, 88	8	0,00 72	2461	2424	0,20 20	0,494 8	1,637	0,2 14	0,0 33	17,29 7	28,20 9	0,1 75	0,368	2,387	0,473	
2+252, 37	9	0,00 72	2472	2428	0,20 20	0,532 0	1,760	0,2 36	0,0 30	18,67 5	28,20 9	0,1 75	0,318	2,387	0,473	
2+371, 96	10	0,02 36	2484	2433	0,26 80	0,670 0	1,222	0,2 35	0,1 00	21,74 0	11,37 8	0,3 28	0,659	1,746	0,647	
2+733, 82	11	0,02 31	2491	2440	0,23 00	0,627 0	1,154	0,1 95	0,1 19	26,20 8	9,941	0,4 37	0,740	1,512	0,747	Afluente R. Junacas
2+963, 38	12	0,02 90	2494	2437	0,29 70	0,682 3	1,121	0,1 78	0,1 64	32,10 4	10,22 5	0,3 29	0,784	1,743	0,648	Afluente R. Junacas
3+397, 28	13	0,01 04	2463	2444	0,10 90	0,378 2	1,138	0,1 22	0,0 85	15,60 1	10,47 8	0,8 76	0,914	1,069	1,056	
3+559, 91	14	0,01 20	2458	2432	0,14 70	0,445 9	1,140	0,1 32	0,0 91	19,68 1	12,25 2	0,5 55	0,758	1,342	0,841	
3+744, 22	15	0,01 59	2451	2415	0,24 10	0,574 1	1,273	0,2 12	0,0 75	17,00 2	15,11 7	0,2 74	0,608	1,909	0,592	
4+096, 35	16	0,00 89	2396	2389	0,08 53	0,358 2	1,166	0,1 26	0,0 71	5,565	9,549	1,2 28	0,875	0,903	1,251	
4+330, 69	17	0,00 50	2386	2372	0,09 07	0,272 5	1,133	0,0 83	0,0 61	16,94 2	17,99 3	0,6 13	0,853	1,277	0,884	
4+496, 22	18	0,80 98	2434	2346	1,08 00	3,923 5	1,221	1,3 71	0,5 91	6,418	2,951	0,6 94	0,661	1,200	0,941	Afluente R. Junacas
4+868, 46	19	0,03 29	2360	2353	0,27 70	0,732 5	1,131	0,2 08	0,1 58	3,361	8,418	0,4 29	0,771	1,527	0,739	
5+223, 78	20	0,01 65	2400	2378	0,22 10	0,613 8	1,338	0,2 37	0,0 70	9,268	13,39 1	0,3 38	0,550	1,720	0,656	
5+456, 86	21	0,03 71	2415	2393	0,29 00	0,834 9	1,214	0,2 89	0,1 28	7,605	7,822	0,4 41	0,668	1,506	0,750	
5+929, 41	22	0,05 32	2448	2428	0,27 90	0,902 5	1,129	0,2 61	0,2 04	7,668	5,247	0,6 83	0,820	1,210	0,933	
6+231, 62	23	0,00 97	2451	2445	0,06 63	0,373 9	1,166	0,1 31	0,0 74	4,581	6,827	2,2 09	0,873	0,673	1,678	
6+876, 30	24	0,01 29	2334	2320	0,11 50	0,440 8	1,134	0,1 33	0,0 97	10,49 9	8,904	0,9 77	0,835	1,012	1,116	
7+280, 00	25	0,05 93	2524	2519	0,19 30	0,956 5	1,131	0,2 80	0,2 12	1,785	3,252	1,5 93	0,815	0,792	1,425	
8+300, 09	26	0,01 24	2611	2564	0,21 40	0,528 6	1,329	0,2 03	0,0 61	23,12 4	17,24 2	0,2 71	0,558	1,921	0,588	
8+580, 00	27	0,01 13	2633	2595	0,13 50	0,409 6	1,130	0,1 21	0,0 93	31,31 6	11,97 9	0,6 18	0,844	1,272	0,888	
8+738, 64	28	0,00 44	2627	2598	0,09 18	0,252 0	1,122	0,0 71	0,0 62	41,04 0	20,83 1	0,5 23	0,872	1,383	0,816	
9+065, 51	29	0,05 60	2682	2639	0,26 30	0,941 3	1,146	0,2 94	0,1 90	14,62 9	4,697	0,8 10	0,794	1,111	1,016	

Prog. (Km.)	Codifica ción de Cuenca	Área (Km²)	Cota Máxim a (m.s.n. m.)	Cota Minim a (m.s.n. m.)	Longit ud del Cauce (Km.)	Períme tro de la Cuenca (Km.)	Índice de Compaci dad (Índice de Gravelio us)	Rectángulo Equivalente		Pendie nte de la Cuenc a (%)	Densid ad de Drenaj e	Fact or de form a	Factor de Circulari dad de Miller	Alejamie nto Medio	Razón de Elongac ión	Observacione s
								Lado May or (Km.)	Lado Men or (Km.)							
9+330, 00	30	0,01 02	2691	2676	0,14 30	0,404 5	1,121	0,1 05	0,0 97	14,23 3	14,01 2	0,4 99	0,784	1,416	0,798	

Fuente: Elaboración Propia
PRUEBAS GUMBEL

Tabla A-2.5. Prueba Gumbel – yesera norte

AÑO	X	(X - Xm)	(X - Xm) ²
	(mm)		
1977	42,00	-9,95	98,98
1978	38,00	-13,95	194,57
1979	53,20	1,25	1,57
1980	42,30	-9,65	93,10
1981	73,00	21,05	443,15
1982	40,20	-11,75	138,04
1983	35,20	-16,75	280,52
1984	97,00	45,05	2029,61
1985	46,00	-5,95	35,39
1986	68,00	16,05	257,64
1987	48,20	-3,75	14,05
1991	67,00	15,05	226,54
1992	52,00	0,05	0,00
1993	71,00	19,05	362,95
1994	49,50	-2,45	6,00
1995	51,00	-0,95	0,90
1996	49,00	-2,95	8,70
1997	47,50	-4,45	19,79
1998	55,00	3,05	9,31

AÑO	X	(X - Xm)	(X - Xm) ²
	(mm)		
1999	52,50	0,55	0,30
2000	69,00	17,05	290,74
2001	47,00	-4,95	24,49
2002	59,00	7,05	49,72
2003	45,00	-6,95	48,29
2004	30,00	-21,95	481,75
2005	52,50	0,55	0,30
2006	43,50	-8,45	71,38
2007	56,00	4,05	16,41
2008	68,00	16,05	257,64
2009	40,00	-11,95	142,77
2010	43,00	-8,95	80,08
2011	64,50	12,55	157,53
2012	35,00	-16,95	287,26
2013	53,00	1,05	1,10
2014	43,50	-8,45	71,38
2015	55,00	3,05	9,31
2016	34,50	-17,45	304,46
2017	59,20	7,25	52,58
2018	47,00	-4,95	24,49
2019	53,00	1,05	1,10
2020	56,50	4,55	20,71
2021	47,00	-4,95	24,49
2022	55,00	3,05	9,31
S =	2.233,80	S =	6.648,43
n =	43,00		
Xm =	51,95	a =	9,81

AÑO	X	(X - Xm)	(X - Xm) ²
	(mm)		
s =	12,58	m =	46,29

Fuente: Elaboración Propia

Tabla A-2.6.. Modelo probabilístico de Gumbel – yesera norte

AÑO	PRECIPITACIÓN (mm.)	PRECIP. EN ORDEN (mm.)	m	P(x)	F(x)	F(X)-P(x)
1977	42,00	97,00	43	0,977	0,994	0,017
1978	38,00	73,00	42	0,955	0,936	0,018
1979	53,20	71,00	41	0,932	0,923	0,009
1980	42,30	69,00	40	0,909	0,906	0,003
1981	73,00	68,00	39	0,886	0,896	0,010
1982	40,20	68,00	38	0,864	0,896	0,033
1983	35,20	67,00	37	0,841	0,886	0,045
1984	97,00	64,50	36	0,818	0,855	0,037
1985	46,00	59,20	35	0,795	0,765	0,031
1986	68,00	59,00	34	0,773	0,761	0,012
1987	48,20	56,50	33	0,750	0,703	0,047
1991	67,00	56,00	32	0,727	0,690	0,038
1992	52,00	55,00	31	0,705	0,663	0,042
1993	71,00	55,00	30	0,682	0,663	0,019
1994	49,50	55,00	29	0,659	0,663	0,004
1995	51,00	53,20	28	0,636	0,610	0,026
1996	49,00	53,00	27	0,614	0,604	0,010
1997	47,50	53,00	26	0,591	0,604	0,013
1998	55,00	52,50	25	0,568	0,588	0,020
1999	52,50	52,50	24	0,545	0,588	0,043
2000	69,00	52,00	23	0,523	0,572	0,049
2001	47,00	51,00	22	0,500	0,539	0,039

AÑO	PRECIPITACIÓN (mm.)	PRECIP. EN ORDEN (mm.)	m	P(x)	F(x)	F(X)-P(x)
2002	59,00	49,50	21	0,477	0,486	0,009
2003	45,00	49,00	20	0,455	0,468	0,014
2004	30,00	48,20	19	0,432	0,439	0,007
2005	52,50	47,50	18	0,409	0,413	0,004
2006	43,50	47,00	17	0,386	0,395	0,008
2007	56,00	47,00	16	0,364	0,395	0,031
2008	68,00	47,00	15	0,341	0,395	0,054
2009	40,00	46,00	14	0,318	0,357	0,039
2010	43,00	45,00	13	0,295	0,320	0,024
2011	64,50	43,50	12	0,273	0,265	0,008
2012	35,00	43,50	11	0,250	0,265	0,015
2013	53,00	43,00	10	0,227	0,247	0,020
2014	43,50	42,30	9	0,205	0,223	0,018
2015	55,00	42,00	8	0,182	0,213	0,031
2016	34,50	40,20	7	0,159	0,156	0,003
2017	59,20	40,00	6	0,136	0,150	0,013
2018	47,00	38,00	5	0,114	0,098	0,016
2019	53,00	35,20	4	0,091	0,045	0,046
2020	56,50	35,00	3	0,068	0,042	0,026
2021	47,00	34,50	2	0,045	0,036	0,009
2022	55,00	30,00	1	0,023	0,005	0,018

Fuente: Elaboración Propia

Tabla A-2.7. Prueba Gumbel – Junacas

AÑO	X	(X - Xm)	(X - Xm) ²
	(mm.)		
1978	60,00	14,32	205,18
1979	82,00	36,32	1319,43
1980	33,00	-12,68	160,68
1981	57,00	11,32	128,23
1982	39,00	-6,68	44,57
1983	50,00	4,32	18,70
1984	72,00	26,32	692,95
1985	36,00	-9,68	93,62
1986	36,00	-9,68	93,62
1987	30,00	-15,68	245,74
1988	40,00	-5,68	32,22
1989	36,00	-9,68	93,62
1990	22,30	-23,38	546,44
1991	23,00	-22,68	514,20
1992	27,00	-18,68	348,79
1993	60,00	14,32	205,18
1994	23,10	-22,58	509,68
1995	42,20	-3,48	12,08
1996	38,30	-7,38	54,41
1997	51,00	5,32	28,34
1998	25,60	-20,08	403,05
1999	58,40	12,72	161,90
2000	100,00	54,32	2951,10
2001	56,50	10,82	117,16
2002	43,50	-2,18	4,73
S =	1.141,90	S =	8.985,63

AÑO	X	(X - Xm)	(X - Xm) ²
	(mm.)		
n =	25,00		
Xm =	45,68	a =	15,09
s =	19,35	m =	36,97

Tabla A-2.8.. Modelo probabilístico de Gumbel – Junacas

AÑO	PRECIPITACIÓN (mm.)	PRECIP. EN ORDEN (mm.)	m	P(x)	F(x)	F(X)-P(x)
1978	60,00	100,00	25	0,962	0,985	0,023
1979	82,00	82,00	24	0,923	0,951	0,028
1980	33,00	72,00	23	0,885	0,907	0,022
1981	57,00	60,00	22	0,846	0,805	0,041
1982	39,00	60,00	21	0,808	0,805	0,003
1983	50,00	58,40	20	0,769	0,785	0,016
1984	72,00	57,00	19	0,731	0,767	0,036
1985	36,00	56,50	18	0,692	0,760	0,068
1986	36,00	51,00	17	0,654	0,674	0,020
1987	30,00	50,00	16	0,615	0,656	0,041
1988	40,00	43,50	15	0,577	0,523	0,054
1989	36,00	42,20	14	0,538	0,493	0,045
1990	22,30	40,00	13	0,500	0,441	0,059
1991	23,00	39,00	12	0,462	0,417	0,044
1992	27,00	38,30	11	0,423	0,400	0,023
1993	60,00	36,00	10	0,385	0,344	0,040
1994	23,10	36,00	9	0,346	0,344	0,002
1995	42,20	36,00	8	0,308	0,344	0,037
1996	38,30	33,00	7	0,269	0,272	0,003
1997	51,00	30,00	6	0,231	0,205	0,026
1998	25,60	27,00	5	0,192	0,144	0,048

1999	58,40	25,60	4	0,154	0,119	0,034
2000	100,00	23,10	3	0,115	0,081	0,034
2001	56,50	23,00	2	0,077	0,080	0,003
2002	43,50	22,30	1	0,038	0,071	0,033

Fuente: Elaboración Propia

Tabla A-2.9. Prueba Gumbel – Yesera Sur

AÑO	X	(X - Xm)	(X - Xm) ²
	(mm)		
2002	39,00	-3,42	11,69
2003	37,00	-5,42	29,37
2004	28,00	-14,42	207,91
2005	46,00	3,58	12,82
2006	39,00	-3,42	11,69
2007	46,00	3,58	12,82
2008	54,00	11,58	134,12
2009	34,30	-8,12	65,92
2010	34,00	-8,42	70,88
2011	47,00	4,58	20,99
2012	37,00	-5,42	29,37
2013	43,00	0,58	0,34
2014	46,00	3,58	12,82
2015	34,50	-7,92	62,71
2016	48,00	5,58	31,15
2017	40,00	-2,42	5,85
2018	34,00	-8,42	70,88
2019	48,00	5,58	31,15
2020	63,00	20,58	423,58
2021	44,00	1,58	2,50

AÑO	X	(X - Xm)	(X - Xm) ²
	(mm)		
2022	49,00	6,58	43,31
S =	890,80	S =	1.291,85
n =	21,00		
Xm =	42,42	a =	6,27
s =	8,04	m =	38,80

Fuente: Elaboración Propia

Tabla A-2.10. Modelo probabilístico de Gumbel – Yesera Sur

AÑO	PRECIPITACIÓN (mm.)	PRECIP. EN ORDEN (mm.)	m	P(x)	F(x)	F(X)-P(x)
2002	39,00	63,00	21	0,955	0,979	0,025
2003	37,00	54,00	20	0,909	0,915	0,006
2004	28,00	49,00	19	0,864	0,822	0,042
2005	46,00	48,00	18	0,818	0,794	0,024
2006	39,00	48,00	17	0,773	0,794	0,021
2007	46,00	47,00	16	0,727	0,763	0,036
2008	54,00	46,00	15	0,682	0,728	0,046
2009	34,30	46,00	14	0,636	0,728	0,092
2010	34,00	46,00	13	0,591	0,728	0,137
2011	47,00	44,00	12	0,545	0,646	0,101
2012	37,00	43,00	11	0,500	0,599	0,099
2013	43,00	40,00	10	0,455	0,438	0,017
2014	46,00	39,00	9	0,409	0,379	0,030
2015	34,50	39,00	8	0,364	0,379	0,016
2016	48,00	37,00	7	0,318	0,264	0,055
2017	40,00	37,00	6	0,273	0,264	0,009
2018	34,00	34,50	5	0,227	0,137	0,090
2019	48,00	34,30	4	0,182	0,129	0,053
2020	63,00	34,00	3	0,136	0,116	0,020
2021	44,00	34,00	2	0,091	0,116	0,025
2022	49,00	28,00	1	0,045	0,004	0,042

Fuente: Elaboración Propia

PRUEBA PEARSON III

Tabla A-2.11. Resumen Prueba Pearson III – Yesera Norte

AÑO	X (mm)	(X - Xm)	(X - Xm) ²	(X - Xm) ³
1977	42,00	-9,95	98,98	-984,73
1978	38,00	-13,95	194,57	-2.714,03
1979	53,20	1,25	1,57	1,96
1980	42,30	-9,65	93,10	-898,31
1981	73,00	21,05	443,15	9.328,85
1982	40,20	-11,75	138,04	-1.621,75
1983	35,20	-16,75	280,52	-4.698,44
1984	97,00	45,05	2.029,61	91.436,17
1985	46,00	-5,95	35,39	-210,52
1986	68,00	16,05	257,64	4.135,42
1987	48,20	-3,75	14,05	-52,69
1991	67,00	15,05	226,54	3.409,65
1992	52,00	0,05	0,00	0,00
1993	71,00	19,05	362,95	6.914,56
1994	49,50	-2,45	6,00	-14,69
1995	51,00	-0,95	0,90	-0,85
1996	49,00	-2,95	8,70	-25,64
1997	47,50	-4,45	19,79	-88,05
1998	55,00	3,05	9,31	28,41
1999	52,50	0,55	0,30	0,17
2000	69,00	17,05	290,74	4.957,49
2001	47,00	-4,95	24,49	-121,20
2002	59,00	7,05	49,72	350,58
2003	45,00	-6,95	48,29	-335,53
2004	30,00	-21,95	481,75	-10.573,88

AÑO	X (mm)	(X - Xm)	(X - Xm) ²	(X - Xm) ³
2005	52,50	0,55	0,30	0,17
2006	43,50	-8,45	71,38	-603,10
2007	56,00	4,05	16,41	66,49
2008	68,00	16,05	257,64	4.135,42
2009	40,00	-11,95	142,77	-1.705,99
2010	43,00	-8,95	80,08	-716,64
2011	64,50	12,55	157,53	1.977,21
2012	35,00	-16,95	287,26	-4.868,78
2013	53,00	1,05	1,10	1,16
2014	43,50	-8,45	71,38	-603,10
2015	55,00	3,05	9,31	28,41
2016	34,50	-17,45	304,46	-5.312,51
2017	59,20	7,25	52,58	381,26
2018	47,00	-4,95	24,49	-121,20
2019	53,00	1,05	1,10	1,16
2020	56,50	4,55	20,71	94,27
2021	47,00	-4,95	24,49	-121,20
2022	55,00	3,05	9,31	28,41
S =	2.233,80	S =	6.648,43	90.884,35
n =	43,00	M ³ =	2.113,59	
Xm =	51,95	Cs =	1,14	
s =	12,58	g =	17,05	
b =	3,05			

Fuente: Elaboración Propia

Tabla A-2.12. Modelo probabilístico de Pearson III – Yesera Norte

AÑO	PRECIPITACIÓN (mm)	PRECIP. EN ORDEN (mm)	m	P(m)	F(x)	F(X)-P(m)
1977	42,00	97,00	43	0,977	0,998	0,021
1978	38,00	73,00	42	0,955	0,941	0,013
1979	53,20	71,00	41	0,932	0,925	0,007
1980	42,30	69,00	40	0,909	0,905	0,004
1981	73,00	68,00	39	0,886	0,893	0,007
1982	40,20	68,00	38	0,864	0,893	0,029
1983	35,20	67,00	37	0,841	0,880	0,039
1984	97,00	64,50	36	0,818	0,843	0,025
1985	46,00	59,20	35	0,795	0,736	0,059
1986	68,00	59,00	34	0,773	0,731	0,041
1987	48,20	56,50	33	0,750	0,667	0,083
1991	67,00	56,00	32	0,727	0,653	0,074
1992	52,00	55,00	31	0,705	0,625	0,080
1993	71,00	55,00	30	0,682	0,625	0,057
1994	49,50	55,00	29	0,659	0,625	0,034
1995	51,00	53,20	28	0,636	0,571	0,065
1996	49,00	53,00	27	0,614	0,565	0,049
1997	47,50	53,00	26	0,591	0,565	0,026
1998	55,00	52,50	25	0,568	0,550	0,019
1999	52,50	52,50	24	0,545	0,550	0,004
2000	69,00	52,00	23	0,523	0,534	0,011
2001	47,00	51,00	22	0,500	0,502	0,002
2002	59,00	49,50	21	0,477	0,454	0,024
2003	45,00	49,00	20	0,455	0,437	0,017
2004	30,00	48,20	19	0,432	0,411	0,020
2005	52,50	47,50	18	0,409	0,389	0,020

AÑO	PRECIPITACIÓN (mm)	PRECIP. EN ORDEN (mm)	m	P(m)	F(x)	F(X)-P(m)
2006	43,50	47,00	17	0,386	0,373	0,014
2007	56,00	47,00	16	0,364	0,373	0,009
2008	68,00	47,00	15	0,341	0,373	0,032
2009	40,00	46,00	14	0,318	0,341	0,023
2010	43,00	45,00	13	0,295	0,309	0,014
2011	64,50	43,50	12	0,273	0,264	0,008
2012	35,00	43,50	11	0,250	0,264	0,014
2013	53,00	43,00	10	0,227	0,250	0,023
2014	43,50	42,30	9	0,205	0,230	0,026
2015	55,00	42,00	8	0,182	0,222	0,040
2016	34,50	40,20	7	0,159	0,175	0,016
2017	59,20	40,00	6	0,136	0,171	0,034
2018	47,00	38,00	5	0,114	0,126	0,013
2019	53,00	35,20	4	0,091	0,077	0,014
2020	56,50	35,00	3	0,068	0,074	0,006
2021	47,00	34,50	2	0,045	0,067	0,022
2022	55,00	30,00	1	0,023	0,023	0,000

Fuente: Elaboración Propia

Tabla A-2.13. Resumen Prueba Pearson III – Junacas

AÑO	X (mm)	(X - Xm)	(X - Xm) ²	(X - Xm) ³
1978	60,00	14,32	205,18	2.938,96
1979	82,00	36,32	1.319,43	47.927,08
1980	33,00	-12,68	160,68	-2.036,79
1981	57,00	11,32	128,23	1.452,11
1982	39,00	-6,68	44,57	-297,54
1983	50,00	4,32	18,70	80,85

AÑO	X (mm)	(X - Xm)	(X - Xm) ²	(X - Xm) ³
1984	72,00	26,32	692,95	18.241,29
1985	36,00	-9,68	93,62	-905,92
1986	36,00	-9,68	93,62	-905,92
1987	30,00	-15,68	245,74	-3.852,17
1988	40,00	-5,68	32,22	-182,86
1989	36,00	-9,68	93,62	-905,92
1990	22,30	-23,38	546,44	-12.773,52
1991	23,00	-22,68	514,20	-11.660,02
1992	27,00	-18,68	348,79	-6.514,06
1993	60,00	14,32	205,18	2.938,96
1994	23,10	-22,58	509,68	-11.506,44
1995	42,20	-3,48	12,08	-42,00
1996	38,30	-7,38	54,41	-401,29
1997	51,00	5,32	28,34	150,91
1998	25,60	-20,08	403,05	-8.091,55
1999	58,40	12,72	161,90	2.060,02
2000	100,00	54,32	2.951,10	160.315,39
2001	56,50	10,82	117,16	1.268,13
2002	43,50	-2,18	4,73	-10,30
S =	1.141,90	S =	8.985,63	177.287,39
n =	25,00	M ³ =	7.091,50	
Xm =	45,68	Cs =	1,11	
s =	19,35	g =	5,57	
b =	8,20			

Fuente: Elaboración Propia

Tabla A-2.14. Modelo probabilístico de Pearson III – Junacas

AÑO	PRECIPITACIÓN (mm)	PRECIP. EN ORDEN (mm)	m	P(m)	F(x)	F(X)-P(m)
1978	60,00	100,00	25	0,962	0,988	0,026
1979	82,00	82,00	24	0,923	0,952	0,029
1980	33,00	72,00	23	0,885	0,903	0,018
1981	57,00	60,00	22	0,846	0,792	0,054
1982	39,00	60,00	21	0,808	0,792	0,016
1983	50,00	58,40	20	0,769	0,771	0,002
1984	72,00	57,00	19	0,731	0,752	0,022
1985	36,00	56,50	18	0,692	0,745	0,053
1986	36,00	51,00	17	0,654	0,657	0,004
1987	30,00	50,00	16	0,615	0,640	0,024
1988	40,00	43,50	15	0,577	0,511	0,066
1989	36,00	42,20	14	0,538	0,483	0,055
1990	22,30	40,00	13	0,500	0,435	0,065
1991	23,00	39,00	12	0,462	0,413	0,049
1992	27,00	38,30	11	0,423	0,397	0,026
1993	60,00	36,00	10	0,385	0,346	0,039
1994	23,10	36,00	9	0,346	0,346	0,000
1995	42,20	36,00	8	0,308	0,346	0,038
1996	38,30	33,00	7	0,269	0,280	0,011
1997	51,00	30,00	6	0,231	0,217	0,013
1998	25,60	27,00	5	0,192	0,160	0,032
1999	58,40	25,60	4	0,154	0,136	0,018
2000	100,00	23,10	3	0,115	0,097	0,018
2001	56,50	23,00	2	0,077	0,096	0,019
2002	43,50	22,30	1	0,038	0,086	0,048

Fuente: Elaboración Propia

Tabla A-2.15. Prueba Pearson III – Yesera Sur

AÑO	X (mm)	(X - Xm)	(X - Xm) ²	(X - Xm) ³
2002	39,00	-3,42	11,69	-39,97
2003	37,00	-5,42	29,37	-159,14
2004	28,00	-14,42	207,91	-2.997,85
2005	46,00	3,58	12,82	45,92
2006	39,00	-3,42	11,69	-39,97
2007	46,00	3,58	12,82	45,92
2008	54,00	11,58	134,12	1.553,22
2009	34,30	-8,12	65,92	-535,20
2010	34,00	-8,42	70,88	-596,75
2011	47,00	4,58	20,99	96,13
2012	37,00	-5,42	29,37	-159,14
2013	43,00	0,58	0,34	0,20
2014	46,00	3,58	12,82	45,92
2015	34,50	-7,92	62,71	-496,61
2016	48,00	5,58	31,15	173,83
2017	40,00	-2,42	5,85	-14,16
2018	34,00	-8,42	70,88	-596,75
2019	48,00	5,58	31,15	173,83
2020	63,00	20,58	423,58	8.717,59
2021	44,00	1,58	2,50	3,95
2022	49,00	6,58	43,31	285,01
S =	890,80	S =	1.291,85	5.506,00
n =	21,00	M ³ =	262,19	
Xm =	42,42	Cs =	0,59	
s =	8,04	g =	27,86	
b =	1,52			

Fuente: Elaboración Propia

Tabla A-2.16. Modelo probabilístico de Pearson III – Yesera Sur

AÑO	PRECIPITACIÓN (mm.)	PRECIP. EN ORDEN (mm.)	m	P(m)	F(x)	F(X)-P(m)
2002	39,00	63,00	21	0,955	0,989	0,035
2003	37,00	54,00	20	0,909	0,918	0,009
2004	28,00	49,00	19	0,864	0,800	0,063
2005	46,00	48,00	18	0,818	0,767	0,051
2006	39,00	48,00	17	0,773	0,767	0,006
2007	46,00	47,00	16	0,727	0,730	0,003
2008	54,00	46,00	15	0,682	0,690	0,008
2009	34,30	46,00	14	0,636	0,690	0,054
2010	34,00	46,00	13	0,591	0,690	0,099
2011	47,00	44,00	12	0,545	0,602	0,056
2012	37,00	43,00	11	0,500	0,554	0,054
2013	43,00	40,00	10	0,455	0,404	0,051
2014	46,00	39,00	9	0,409	0,354	0,055
2015	34,50	39,00	8	0,364	0,354	0,009
2016	48,00	37,00	7	0,318	0,261	0,058
2017	40,00	37,00	6	0,273	0,261	0,012
2018	34,00	34,50	5	0,227	0,161	0,066
2019	48,00	34,30	4	0,182	0,154	0,028
2020	63,00	34,00	3	0,136	0,144	0,008
2021	44,00	34,00	2	0,091	0,144	0,053
2022	49,00	28,00	1	0,045	0,024	0,022

Fuente: Elaboración Propia

PRUEBA LOG-PEARSON III

Tabla A-2.17. Prueba Log-Pearson III – Yesera Norte

AÑO	X	LN(X)	(X - Xm)	(X - Xm) ²	(X - Xm) ³
	(mm)				
1977	42,00	3,74	-0,19	0,03	-0,0064
1978	38,00	3,64	-0,29	0,08	-0,0234
1979	53,20	3,97	0,05	0,00	0,0001
1980	42,30	3,74	-0,18	0,03	-0,0057
1981	73,00	4,29	0,37	0,13	0,0494
1982	40,20	3,69	-0,23	0,05	-0,0121
1983	35,20	3,56	-0,36	0,13	-0,0477
1984	97,00	4,57	0,65	0,42	0,2760
1985	46,00	3,83	-0,09	0,01	-0,0009
1986	68,00	4,22	0,30	0,09	0,0259
1987	48,20	3,88	-0,05	0,00	-0,0001
1991	67,00	4,20	0,28	0,08	0,0222
1992	52,00	3,95	0,03	0,00	0,0000
1993	71,00	4,26	0,34	0,11	0,0390
1994	49,50	3,90	-0,02	0,00	0,0000
1995	51,00	3,93	0,01	0,00	0,0000
1996	49,00	3,89	-0,03	0,00	0,0000
1997	47,50	3,86	-0,06	0,00	-0,0002
1998	55,00	4,01	0,08	0,01	0,0006
1999	52,50	3,96	0,04	0,00	0,0001
2000	69,00	4,23	0,31	0,10	0,0299
2001	47,00	3,85	-0,07	0,01	-0,0004
2002	59,00	4,08	0,15	0,02	0,0036
2003	45,00	3,81	-0,12	0,01	-0,0016

AÑO	X	LN(X)	(X - Xm)	(X - Xm) ²	(X - Xm) ³
	(mm)				
2004	30,00	3,40	-0,52	0,27	-0,1426
2005	52,50	3,96	0,04	0,00	0,0001
2006	43,50	3,77	-0,15	0,02	-0,0034
2007	56,00	4,03	0,10	0,01	0,0011
2008	68,00	4,22	0,30	0,09	0,0259
2009	40,00	3,69	-0,23	0,06	-0,0129
2010	43,00	3,76	-0,16	0,03	-0,0043
2011	64,50	4,17	0,24	0,06	0,0144
2012	35,00	3,56	-0,37	0,14	-0,0499
2013	53,00	3,97	0,05	0,00	0,0001
2014	43,50	3,77	-0,15	0,02	-0,0034
2015	55,00	4,01	0,08	0,01	0,0006
2016	34,50	3,54	-0,38	0,15	-0,0560
2017	59,20	4,08	0,16	0,02	0,0039
2018	47,00	3,85	-0,07	0,01	-0,0004
2019	53,00	3,97	0,05	0,00	0,0001
2020	56,50	4,03	0,11	0,01	0,0014
2021	47,00	3,85	-0,07	0,01	-0,0004
2022	55,00	4,01	0,08	0,01	0,0006
S =	168,72		S =	2,25	0,12
n =	43,00		M ³ =	0,0029	
Xm =	3,92		Cs =	0,25	
s =	0,23		g =	287,77	
b =	0,01				

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 2.18. Modelo probabilístico de Log-Pearson III – Yesera Norte

AÑO	PRECIPITACIÓN (mm.)	PRECIP. EN ORDEN (mm.)	LON(X)	m	P(m)	F(x)	F(X)-P(m)
1977	42,00	97,00	4,57	43	0,977	0,996	0,019
1978	38,00	73,00	4,29	42	0,955	0,940	0,014
1979	53,20	71,00	4,26	41	0,932	0,926	0,006
1980	42,30	69,00	4,23	40	0,909	0,908	0,001
1981	73,00	68,00	4,22	39	0,886	0,898	0,011
1982	40,20	68,00	4,22	38	0,864	0,898	0,034
1983	35,20	67,00	4,20	37	0,841	0,886	0,045
1984	97,00	64,50	4,17	36	0,818	0,853	0,035
1985	46,00	59,20	4,08	35	0,795	0,755	0,040
1986	68,00	59,00	4,08	34	0,773	0,751	0,022
1987	48,20	56,50	4,03	33	0,750	0,689	0,061
1991	67,00	56,00	4,03	32	0,727	0,676	0,052
1992	52,00	55,00	4,01	31	0,705	0,648	0,057
1993	71,00	55,00	4,01	30	0,682	0,648	0,034
1994	49,50	55,00	4,01	29	0,659	0,648	0,011
1995	51,00	53,20	3,97	28	0,636	0,594	0,043
1996	49,00	53,00	3,97	27	0,614	0,587	0,026
1997	47,50	53,00	3,97	26	0,591	0,587	0,004
1998	55,00	52,50	3,96	25	0,568	0,571	0,003
1999	52,50	52,50	3,96	24	0,545	0,571	0,026
2000	69,00	52,00	3,95	23	0,523	0,555	0,032
2001	47,00	51,00	3,93	22	0,500	0,522	0,022
2002	59,00	49,50	3,90	21	0,477	0,470	0,007
2003	45,00	49,00	3,89	20	0,455	0,453	0,002
2004	30,00	48,20	3,88	19	0,432	0,425	0,007
2005	52,50	47,50	3,86	18	0,409	0,400	0,009
2006	43,50	47,00	3,85	17	0,386	0,382	0,004
2007	56,00	47,00	3,85	16	0,364	0,382	0,018
2008	68,00	47,00	3,85	15	0,341	0,382	0,041
2009	40,00	46,00	3,83	14	0,318	0,347	0,029
2010	43,00	45,00	3,81	13	0,295	0,312	0,016
2011	64,50	43,50	3,77	12	0,273	0,261	0,012
2012	35,00	43,50	3,77	11	0,250	0,261	0,011

AÑO	PRECIPITACIÓN (mm.)	PRECIP. EN ORDEN (mm.)	LON(X)	m	P(m)	F(x)	F(X)-P(m)
2013	53,00	43,00	3,76	10	0,227	0,244	0,017
2014	43,50	42,30	3,74	9	0,205	0,222	0,017
2015	55,00	42,00	3,74	8	0,182	0,213	0,031
2016	34,50	40,20	3,69	7	0,159	0,160	0,001
2017	59,20	40,00	3,69	6	0,136	0,155	0,018
2018	47,00	38,00	3,64	5	0,114	0,106	0,008
2019	53,00	35,20	3,56	4	0,091	0,055	0,036
2020	56,50	35,00	3,56	3	0,068	0,052	0,016
2021	47,00	34,50	3,54	2	0,045	0,045	0,000
2022	55,00	30,00	3,40	1	0,023	0,009	0,013

Fuente: Elaboración Propia

Tabla A-2.19. Prueba Log-Pearson III – Junacas

AÑO	X	LN(X)	(X - Xm)	(X - Xm) ²	(X - Xm) ³
	(mm)				
1978	60	4,09	0,35	0,12	0,04
1979	82	4,41	0,66	0,44	0,29
1980	33	3,50	-0,25	0,06	-0,01
1981	57	4,04	0,30	0,09	0,03
1982	39	3,66	-0,08	0,01	0,00
1983	50	3,91	0,17	0,03	0,00
1984	72	4,28	0,53	0,29	0,15
1985	36	3,58	-0,16	0,03	0,00
1986	36	3,58	-0,16	0,03	0,00
1987	30	3,40	-0,34	0,12	-0,04
1988	40	3,69	-0,05	0,00	0,00
1989	36	3,58	-0,16	0,03	0,00
1990	22,3	3,10	-0,64	0,41	-0,26
1991	23	3,14	-0,61	0,37	-0,22
1992	27	3,30	-0,45	0,20	-0,09
1993	60	4,09	0,35	0,12	0,04
1994	23,1	3,14	-0,60	0,36	-0,22
1995	42,2	3,74	0,00	0,00	0,00
1996	38,3	3,65	-0,10	0,01	0,00
1997	51	3,93	0,19	0,04	0,01

1998	25,6	3,24	-0,50	0,25	-0,12
1999	58,4	4,07	0,33	0,11	0,03
2000	100	4,61	0,86	0,75	0,64
2001	56,5	4,03	0,29	0,09	0,03
2002	43,5	3,77	0,03	0,00	0,00
S =	93,55		S =	3,92	0,30
n =	25,00		M ³ =	0,01	
Xm =	3,74		Cs =	0,20	
s =	0,40		g =	85,63	
b =	0,04				

Fuente: Elaboración Propia

Tabla A-2.20. Modelo probabilístico de Log-Pearson III – Junacas

AÑO	PRECIPITACIÓN (mm.)	PRECIP. EN ORDEN (mm.)	LN(X)	m	P(m)	F(x)	F(X)-P(m)
1978	60	100	4,61	25	0,962	0,979	0,017
1979	82	82	4,41	24	0,923	0,944	0,021
1980	33	72	4,28	23	0,885	0,903	0,019
1981	57	60	4,09	22	0,846	0,811	0,035
1982	39	60	4,09	21	0,808	0,811	0,003
1983	50	58,4	4,07	20	0,769	0,793	0,024
1984	72	57	4,04	19	0,731	0,777	0,046
1985	36	56,5	4,03	18	0,692	0,771	0,078
1986	36	51	3,93	17	0,654	0,691	0,037
1987	30	50	3,91	16	0,615	0,674	0,058
1988	40	43,5	3,77	15	0,577	0,545	0,032
1989	36	42,2	3,74	14	0,538	0,515	0,023
1990	22,3	40	3,69	13	0,500	0,462	0,038
1991	23	39	3,66	12	0,462	0,437	0,025
1992	27	38,3	3,65	11	0,423	0,419	0,004
1993	60	36	3,58	10	0,385	0,359	0,026
1994	23,1	36	3,58	9	0,346	0,359	0,013
1995	42,2	36	3,58	8	0,308	0,359	0,051
1996	38,3	33	3,50	7	0,269	0,280	0,010

AÑO	PRECIPITACIÓN (mm.)	PRECIP. EN ORDEN (mm.)	LN(X)	m	P(m)	F(x)	F(X)-P(m)
1997	51	30	3,40	6	0,231	0,202	0,028
1998	25,6	27	3,30	5	0,192	0,133	0,060
1999	58,4	25,6	3,24	4	0,154	0,104	0,050
2000	100	23,1	3,14	3	0,115	0,062	0,054
2001	56,5	23	3,14	2	0,077	0,060	0,017
2002	43,5	22,3	3,10	1	0,038	0,051	0,012

Fuente: Elaboración Propia

Tabla A-2.21. Prueba Log-Pearson III – Yesera Sur

AÑO	X	LN(X)	(X - Xm)	(X - Xm) ²	(X - Xm) ³
	(mm.)				
2002	39,00	3,66	-0,07	0,00	0,00
2003	37	3,61	-0,12	0,01	0,00
2004	28	3,33	-0,40	0,16	-0,06
2005	46	3,83	0,10	0,01	0,00
2006	39	3,66	-0,07	0,00	0,00
2007	46	3,83	0,10	0,01	0,00
2008	54	3,99	0,26	0,07	0,02
2009	34,3	3,54	-0,20	0,04	-0,01
2010	34	3,53	-0,20	0,04	-0,01
2011	47	3,85	0,12	0,01	0,00
2012	37	3,61	-0,12	0,01	0,00
2013	43	3,76	0,03	0,00	0,00
2014	46	3,83	0,10	0,01	0,00
2015	34,5	3,54	-0,19	0,04	-0,01
2016	48	3,87	0,14	0,02	0,00
2017	40	3,69	-0,04	0,00	0,00
2018	34	3,53	-0,20	0,04	-0,01
2019	48	3,87	0,14	0,02	0,00
2020	63	4,14	0,41	0,17	0,07
2021	44	3,78	0,05	0,00	0,00
2022	49	3,89	0,16	0,03	0,00

AÑO	X	LN(X)	(X - Xm)	(X - Xm) ²	(X - Xm) ³
	(mm.)				
S =	78,35		S =	0,71	0,0029
n =	21,00		M ³ =	0,00	
Xm =	3,73		Cs =	0,02	
s =	0,19		g =	394,80	
b =	0,01				

Fuente: Elaboración Propia

Tabla A-2.22. Modelo probabilístico de Log-Pearson III – Yesera Sur

AÑO	PRECIPITACIÓN (mm.)	PRECIP. EN ORDEN (mm.)	LN(X)	m	P(m)	F(x)	F(X)-P(m)
2002	39	63	4,14	21	0,955	0,984	0,029
2003	37	54	3,99	20	0,909	0,913	0,004
2004	28	49	3,89	19	0,864	0,806	0,058
2005	46	48	3,87	18	0,818	0,775	0,043
2006	39	48	3,87	17	0,773	0,775	0,002
2007	46	47	3,85	16	0,727	0,741	0,014
2008	54	46	3,83	15	0,682	0,703	0,021
2009	34,3	46	3,83	14	0,636	0,703	0,067
2010	34	46	3,83	13	0,591	0,703	0,112
2011	47	44	3,78	12	0,545	0,618	0,072
2012	37	43	3,76	11	0,500	0,571	0,071
2013	43	40	3,69	10	0,455	0,418	0,037
2014	46	39	3,66	9	0,409	0,366	0,043
2015	34,5	39	3,66	8	0,364	0,366	0,002
2016	48	37	3,61	7	0,318	0,265	0,053
2017	40	37	3,61	6	0,273	0,265	0,008
2018	34	34,5	3,54	5	0,227	0,156	0,071
2019	48	34,3	3,54	4	0,182	0,148	0,034

AÑO	PRECIPITACIÓN (mm.)	PRECIP. EN ORDEN (mm.)	LN(X)	m	P(m)	F(x)	F(X)-P(m)
2020	63	34	3,53	3	0,136	0,137	0,001
2021	44	34	3,53	2	0,091	0,137	0,046
2022	49	28	3,33	1	0,045	0,014	0,031

Fuente: Elaboración Propia

Prueba Anderson-Darling

Tabla A-2.23. Cálculo de la estación de Yesera Sud para Anderson Darling

AÑO	PRECIPITACIÓN N (mm)	i	2i-1	Yi	Yn+1-i	Zi	Zn+1-i	F(Yi)	F(Yn+1-i)	ln(F(Yi))	ln(1-F(Yn+1-i))	2i-1/n	S
2002	39	1	1	28	63	-1,794093732	2,5608	0,0364	0,9948	-3,3132	-5,2549	0,0476	-0,408006661
2003	37	2	3	34	54	-1,047542179	1,4410	0,1474	0,9252	-1,9144	-2,5930	0,1429	-0,643915286
2004	28	3	5	34	49	-1,047542179	0,8188	0,1474	0,7936	-1,9144	-1,5777	0,2381	-0,831472278
2005	46	4	7	34,3	48	-1,010214601	0,6944	0,1562	0,7563	-1,8566	-1,4118	0,3333	-1,089469909
2006	39	5	9	34,5	48	-0,98532955	0,6944	0,1622	0,7563	-1,8187	-1,4118	0,4286	-1,384500419
2007	46	6	11	37	47	-0,674266403	0,5700	0,2501	0,7157	-1,3860	-1,2576	0,5238	-1,384733757
2008	54	7	13	37	46	-0,674266403	0,4456	0,2501	0,6720	-1,3860	-1,1149	0,6190	-1,548165411
2009	34,3	8	15	39	46	-0,425415885	0,4456	0,3353	0,6720	-1,0928	-1,1149	0,7143	-1,576929185
2010	34	9	17	39	46	-0,425415885	0,4456	0,3353	0,6720	-1,0928	-1,1149	0,8095	-1,78718641
2011	47	10	19	40	44	-0,300990626	0,1967	0,3817	0,5780	-0,9631	-0,8627	0,9048	-1,651894165
2012	37	11	21	43	43	0,07228515	0,0723	0,5288	0,5288	-0,6371	-0,7525	1,0000	-1,389620529
2013	43	12	23	44	40	0,196710409	-0,3010	0,5780	0,3817	-0,5482	-0,4808	1,0952	-1,127029867
2014	46	13	25	46	39	0,445560927	-0,4254	0,6720	0,3353	-0,3974	-0,4084	1,1905	-0,959288985
2015	34,5	14	27	46	39	0,445560927	-0,4254	0,6720	0,3353	-0,3974	-0,4084	1,2857	-1,036032104
2016	48	15	29	46	37	0,445560927	-0,6743	0,6720	0,2501	-0,3974	-0,2878	1,3810	-0,946242377
2017	40	16	31	47	37	0,569986186	-0,6743	0,7157	0,2501	-0,3346	-0,2878	1,4762	-0,918680187
2018	34	17	33	48	34,5	0,694411445	-0,9853	0,7563	0,1622	-0,2793	-0,1770	1,5714	-0,717115415

2019	48	1 8	35	48	34,3	0,694411445	- 1,0102	0,756 3	0,1562	-0,2793	-0,1698	1,6667	- 0,748614156	
2020	63	1 9	37	49	34	0,818836703	- 1,0475	0,793 6	0,1474	-0,2312	-0,1595	1,7619	- 0,688410942	
2021	44	2 0	39	54	34	1,440962998	- 1,0475	0,925 2	0,1474	-0,0777	-0,1595	1,8571	- 0,440582214	
2022	49	2 1	41	63	28	2,560790327	- 1,7941	0,994 8	0,0364	-0,0052	-0,0371	1,9524	- 0,082612029	
Media	42,4190										Valor S		- 21,36050229	
Desv. Est.	8,0370										Estadístico	A²=	0.36050229	
												Crítico	A²crítico =	0,85147392

Fuente: Elaboración Propia

Tabla A-2.24. Cálculo de la estación de Yesera Norte para Anderson Darling

AÑO	PRECIPITACIÓN (mm)	i	2i-1	Yi	Yn+1-i	Zi	Zn+1-i	F(Yi)	F(Yn+1-i)	In(F(Yi))	In(1-F(Yn+1-i))	2i-1/n	S
1977	42,00	1	1	30,00	97,00	1,74452299	3,5807	0,0405	0,9998	-3,2056	-8,6720	0,0233	0,27622309
1978	38,00	2	3	34,50	73,00	1,38685696	1,6732	0,0827	0,9529	-2,4920	-3,0545	0,0698	0,38696622
1979	53,20	3	5	35,00	71,00	1,34711629	1,5142	0,0890	0,9350	-2,4194	-2,7336	0,1163	0,59918873
1980	42,30	4	7	35,20	69,00	1,33122002	1,3552	0,0916	0,9123	-2,3908	-2,4342	0,1628	0,78545946
1981	73,00	5	9	38,00	68,00	1,10867227	1,2758	0,1338	0,8990	-2,0115	-2,2924	0,2093	0,90082969
1982	40,20	6	11	40,00	68,00	0,94970959	1,2758	0,1711	0,8990	-1,7653	-2,2924	0,2558	1,03803701
1983	35,20	7	13	40,20	67,00	0,93381332	1,1963	0,1752	0,8842	-1,7418	-2,1560	0,3023	1,17839955
1984	97,00	8	15	42,00	64,50	0,79074691	0,9976	0,2145	0,8408	-1,5392	-1,8373	0,3488	1,17787322
1985	46,00	9	17	42,30	59,20	0,76690251	0,5763	0,2216	0,7178	-1,5070	-1,2652	0,3953	1,0959756
1986	68,00	10	19	43,00	59,00	0,71126557	0,5604	0,2385	0,7124	-1,4336	-1,2462	0,4419	1,18408442
1987	48,20	11	21	43,50	56,50	0,6715249	0,3617	0,2509	0,6412	-1,3825	-1,0251	0,4884	1,17579791
1991	67,00	12	23	43,50	56,00	0,6715249	0,3220	0,2509	0,6263	-1,3825	-0,9842	0,5349	1,26593724

AÑO	PRECIPITACIÓN (mm)	i	2i-1	Yi	Yn+1-i	Zi	Zn+1-i	F(Yi)	F(Yn+1-i)	In(F(Yi))	In(1-F(Yn+1-i))	2i-1/n	S
1992	52,00	13	25	45,00	55,00	0,55230289	0,2425	0,2904	0,5958	-1,2366	-0,9059	0,5814	-1,24561764
1993	71,00	14	27	46,00	55,00	0,47282155	0,2425	0,3182	0,5958	-1,1452	-0,9059	0,6279	-1,28785804
1994	49,50	15	29	47,00	55,00	0,39334021	0,2425	0,3470	0,5958	-1,0583	-0,9059	0,6744	-1,3246908
1995	51,00	16	31	47,00	53,20	0,39334021	0,0994	0,3470	0,5396	-1,0583	-0,7757	0,7209	-1,32219135
1996	49,00	17	33	47,00	53,00	0,39334021	0,0835	0,3470	0,5333	-1,0583	-0,7621	0,7674	-1,39703868
1997	47,50	18	35	47,50	53,00	0,35359954	0,0835	0,3618	0,5333	-1,0166	-0,7621	0,8140	-1,44774759
1998	55,00	19	37	48,20	52,50	0,2979626	0,0438	0,3829	0,5175	-0,9601	-0,7287	0,8605	-1,45314035
1999	52,50	20	39	49,00	52,50	0,23437753	0,0438	0,4073	0,5175	-0,8981	-0,7287	0,9070	-1,47547574
2000	69,00	21	41	49,50	52,00	0,19463686	0,0041	0,4228	0,5016	-0,8608	-0,6964	0,9535	-1,48473559
2001	47,00	22	43	51,00	51,00	0,07541485	0,0754	0,4699	0,4699	-0,7551	-0,6348	1,0000	-1,38991476
2002	59,00	23	45	52,00	49,50	0,00406649	0,1946	0,5016	0,4228	-0,6899	-0,5496	1,0465	-1,2971943
2003	45,00	24	47	52,50	49,00	0,04380716	0,2344	0,5175	0,4073	-0,6588	-0,5231	1,0930	-1,29189485
2004	30,00	25	49	52,50	48,20	0,04380716	0,2980	0,5175	0,3829	-0,6588	-0,4827	1,1395	-1,30074576
2005	52,50	26	51	53,00	47,50	0,08354783	0,3536	0,5333	0,3618	-0,6287	-0,4491	1,1860	-1,27834495
2006	43,50	27	53	53,00	47,00	0,08354783	0,3933	0,5333	0,3470	-0,6287	-0,4262	1,2326	-1,30024592
2007	56,00	28	55	53,20	47,00	0,09944409	0,3933	0,5396	0,3470	-0,6169	-0,4262	1,2791	-1,3342543
2008	68,00	29	57	55,00	47,00	0,24251051	0,3933	0,5958	0,3470	-0,5178	-0,4262	1,3256	-1,2514386
2009	40,00	30	59	55,00	46,00	0,24251051	0,4728	0,5958	0,3182	-0,5178	-0,3830	1,3721	-1,2359987
2010	43,00	31	61	55,00	45,00	0,24251051	0,5523	0,5958	0,2904	-0,5178	-0,3430	1,4186	-1,2212051

AÑO	PRECIPITACIÓN (mm)	i	2i-1	Yi	Yn+1-i	Zi	Zn+1-i	F(Yi)	F(Yn+1-i)	In(F(Yi))	In(1-F(Yn+1-i))	2i-1/n	S	
2011	64,50	32	63	56,00	43,50	0,32199185	0,6715	0,6263	0,2509	-0,4680	-0,2889	1,4651	-1,10896574	
2012	35,00	33	65	56,50	43,50	0,36173252	0,6715	0,6412	0,2509	-0,4444	-0,2889	1,5116	-1,10850199	
2013	53,00	34	67	59,00	43,00	0,56043586	0,7113	0,7124	0,2385	-0,3391	-0,2724	1,5581	-0,95282661	
2014	43,50	35	69	59,20	42,30	0,57633213	0,7669	0,7178	0,2216	-0,3316	-0,2505	1,6047	-0,93396106	
2015	55,00	36	71	64,50	42,00	0,99758323	0,7907	0,8408	0,2145	-0,1734	-0,2415	1,6512	-0,68513863	
2016	34,50	37	73	67,00	40,20	1,19628658	0,9338	0,8842	0,1752	-0,1231	-0,1926	1,6977	-0,53591819	
2017	59,20	38	75	68,00	40,00	1,27576792	0,9497	0,8990	0,1711	-0,1065	-0,1877	1,7442	-0,51311336	
2018	47,00	39	77	68,00	38,00	1,27576792	1,1087	0,8990	0,1338	-0,1065	-0,1436	1,7907	-0,44788248	
2019	53,00	40	79	69,00	35,20	1,35524926	1,3312	0,9123	0,0916	-0,0918	-0,0960	1,8372	-0,3449858	
2020	56,50	41	81	71,00	35,00	1,51421194	1,3471	0,9350	0,0890	-0,0672	-0,0932	1,8837	-0,30210138	
2021	47,00	42	83	73,00	34,50	1,67317462	1,3869	0,9529	0,0827	-0,0483	-0,0864	1,9302	-0,25992767	
2022	55,00	43	85	97,00	30,00	3,58072677	1,7445	0,9998	0,0405	-0,0002	-0,0414	1,9767	-0,08213313	
Media	51,9488											Valor S		-43,6799612
Desv. Est.	12,5816											Estadístico	A²=	0,67996124
												Critico	A²critico=	0,81070633

Fuente: Elaboración Propia

Tabla A-2.25. Cálculo de la estación de Junacas para Anderson Darling

AÑO	PRECIPITACIÓN (mm)	i	2i-1	Yi	Yn+1-i	Zi	Zn+1-i	F(Yi)	F(Yn+1-i)	ln(F(Yi))	ln(1-F(Yn+1-i))	2i-1/n	S
1975	57,5	1	1	47	162	1,2831707	2,6644	0,0997	0,9961	-2,3054	-5,5582	0,0385	0,30244573
1976	47	2	3	52	160	1,11153556	2,5958	0,1332	0,9953	-2,0161	-5,3562	0,1154	0,85065489
1977	80	3	5	55	121	1,00855448	1,2570	0,1566	0,8956	-1,8541	-2,2598	0,1923	0,7911339
1978	99	4	7	57,5	104,60	0,92273691	0,6941	0,1781	0,7562	-1,7256	-1,4113	0,2692	0,84454727
1979	91	5	9	60	104	0,83691934	0,6735	0,2013	0,7497	-1,6029	-1,3850	0,3462	1,03426033
1980	121	6	11	60	104	0,83691934	0,6735	0,2013	0,7497	-1,6029	-1,3850	0,4231	1,26409596
1981	160	7	13	65	99	0,6652842	0,5018	0,2529	0,6921	-1,3746	-1,1780	0,5000	1,27631591
1982	72	8	15	67,5	95	0,57946663	0,3645	0,2811	0,6423	-1,2689	-1,0280	0,5769	1,32512459
1983	60	9	17	70,9	91	0,46275474	0,2272	0,3218	0,5899	-1,1339	-0,8913	0,6538	1,32417356
1984	82	10	19	71	82	0,45932204	0,0817	0,3230	0,4674	-1,1301	-0,6300	0,7308	1,28625954
1985	95	11	21	72	80,3	0,42499501	0,1401	0,3354	0,4443	-1,0924	-0,5875	0,8077	1,35683799
1989	75	12	23	75	80	0,32201392	0,1504	0,3737	0,4402	-0,9842	-0,5802	0,8846	1,38396308
1990	162	13	25	78,1	80	0,21560014	0,1504	0,4146	0,4402	-0,8803	-0,5802	0,9615	1,40438039
1991	65	14	27	80	78,1	0,15037879	0,2156	0,4402	0,4146	-0,8205	-0,5355	1,0385	1,40814995
1992	104	15	29	80	75	0,15037879	0,3220	0,4402	0,3737	-0,8205	-0,4680	1,1154	1,43707363
1993	80	16	31	80,3	72	0,14008068	0,4250	0,4443	0,3354	-0,8113	-0,4086	1,1923	1,45444816
2000	55	17	33	82	71	0,08172473	0,4593	0,4674	0,3230	-0,7605	-0,3901	1,2692	1,46035895
2001	60	18	35	91	70,9	0,22721852	0,4628	0,5899	0,3218	-0,5278	-0,3883	1,3462	1,23323418
2002	78,1	19	37	95	67,5	0,36452663	0,5795	0,6423	0,2811	-0,4428	-0,3301	1,4231	1,0998036
2003	80,3	20	39	99	65	0,50183474	0,6653	0,6921	0,2529	-0,3680	-0,2916	1,5000	0,98942301
2004	70,9	21	41	104	60	0,67346988	0,8369	0,7497	0,2013	-0,2881	-0,2248	1,5769	0,80881653

2005	71	22	43	104	60	0,67346988	-0,8369	0,7497	0,2013	-0,2881	-0,2248	1,6538	-0,84827099	
2006	104	23	45	104,60	57,5	0,69406609	-0,9227	0,7562	0,1781	-0,2795	-0,1961	1,7308	-0,82311753	
2007	52	24	47	121	55	1,25702935	-1,0086	0,8956	0,1566	-0,1102	-0,1703	1,8077	-0,50712387	
2008	67,5	25	49	160	52	2,59578343	-1,1115	0,9953	0,1332	-0,0047	-0,1429	1,8846	-0,27824674	
2009	104,60	26	51	162	47	2,66443748	-1,2832	0,9961	0,0997	-0,0039	-0,1050	1,9615	-0,21362817	
Media	84,3808										Valor S		-27,0058884	
Desv. Est.	29,1316										Estadístico		A²=	1,00588845
											Critico		A²critico=	1,14925296

Fuente: Elaboración Propia

ANEXO III- INTENSIDAD DE PRECIPITACIÓN

Tabla A-3.1. Resumen de Precipitación de 24 hrs. e Intensidad Máximas Periodo de Retorno de 2 Años

CODIFICACIÓN DE CUENCA	CURSO	T (AÑOS)	TC (H)	P ₂₄ (MM)	P _T (MM)	I _(TC,T) (MM/H)
	PRINCIPAL					
1	Q1	2	0,21	55,72	20,27	96,46
2	Q2	2	0,17	55,72	23,69	142,14
3	Q3	2	0,17	55,72	23,69	142,14
4	Q4	2	0,17	55,72	23,69	142,14
5	Q5	2	0,17	55,72	23,69	142,14
6	Q6	2	0,17	55,72	23,69	142,14
7	Q7	2	0,17	55,72	23,69	142,14
8	Q8	2	0,17	55,72	23,69	142,14
9	Q9	2	0,17	55,72	23,69	142,14
10	Q10	2	0,17	55,72	23,69	142,14
11	Afluente R. Junacas	2	0,17	55,72	23,69	142,14
12	Afluente R. Junacas	2	0,17	55,72	23,69	142,14
13	Q13	2	0,17	55,72	23,69	142,14
14	Q14	2	0,17	55,72	23,69	142,14
15	Q15	2	0,17	55,72	23,69	142,14
16	Q16	2	0,17	55,72	23,69	142,14
17	Q17	2	0,17	55,72	23,69	142,14
18	Afluente R. Junacas	2	0,37	55,72	27,72	75,88
19	Q19	2	0,22	55,72	25,07	113,38
20	Q20	2	0,17	55,72	23,69	142,14
21	Q21	2	0,17	55,72	23,69	142,14
22	Q22	2	0,17	55,72	23,69	142,14
23	Q23	2	0,17	55,72	23,69	142,14
24	Q24	2	0,17	55,72	23,69	142,14

CODIFICACIÓN DE CUENCA	CURSO	T (AÑOS)	TC (H)	P ₂₄ (MM)	P _T (MM)	I _(TC,T) (MM/H)
	PRINCIPAL					
25	Q25	2	0,26	55,72	25,94	98,90
26	Q26	2	0,17	55,72	23,69	142,14
27	Q27	2	0,17	55,72	23,69	142,14
28	Q28	2	0,17	55,72	23,69	142,14
29	Q29	2	0,17	55,72	23,69	142,14
30	Q30	2	0,17	55,72	23,69	142,14

Fuente: Elaboración Propia

Tabla A-3.2. Resumen de precipitación de 24 hrs. e intensidad máximas periodo de retorno de 5 años

CODIFICACIÓN DE CUENCA	CURSO	T (años)	tc (h)	P ₂₄ (mm)	P _t (mm)	i _(tc,T) (mm/h)
	PRINCIPAL					
1	Q1	5	0,21	66,79	24,30	115,63
2	Q2	5	0,17	66,79	28,40	170,38
3	Q3	5	0,17	66,79	28,40	170,38
4	Q4	5	0,17	66,79	28,40	170,38
5	Q5	5	0,17	66,79	28,40	170,38
6	Q6	5	0,17	66,79	28,40	170,38
7	Q7	5	0,17	66,79	28,40	170,38
8	Q8	5	0,17	66,79	28,40	170,38
9	Q9	5	0,17	66,79	28,40	170,38
10	Q10	5	0,17	66,79	28,40	170,38
11	Afluente R. Junacas	5	0,17	66,79	28,40	170,38
12	Afluente R. Junacas	5	0,17	66,79	28,40	170,38
13	Q13	5	0,17	66,79	28,40	170,38
14	Q14	5	0,17	66,79	28,40	170,38
15	Q15	5	0,17	66,79	28,40	170,38

CODIFICACIÓN DE CUENCA	CURSO	T (años)	tc (h)	P ₂₄ (mm)	P _t (mm)	i _(tc,T) (mm/h)
	PRINCIPAL					
16	Q16	5	0,17	66,79	28,40	170,38
17	Q17	5	0,17	66,79	28,40	170,38
18	Afluyente R. Junacas	5	0,37	66,79	33,22	90,95
19	Q19	5	0,22	66,79	30,05	135,91
20	Q20	5	0,17	66,79	28,40	170,38
21	Q21	5	0,17	66,79	28,40	170,38
22	Q22	5	0,17	66,79	28,40	170,38
23	Q23	5	0,17	66,79	28,40	170,38
24	Q24	5	0,17	66,79	28,40	170,38
25	Q25	5	0,26	66,79	31,09	118,54
26	Q26	5	0,17	66,79	28,40	170,38
27	Q27	5	0,17	66,79	28,40	170,38
28	Q28	5	0,17	66,79	28,40	170,38
29	Q29	5	0,17	66,79	28,40	170,38
30	Q30	5	0,17	66,79	28,40	170,38

Fuente: Elaboración Propia

Tabla A-3.3. Resumen de precipitación de 24 hrs. e intensidad máximas periodo de retorno de 10 años

CODIFICACIÓN DE CUENCA	CURSO	T (años)	tc (h)	P ₂₄ (mm)	P _t (mm)	i _(tc,T) (mm/h)
	PRINCIPAL					
1	Q1	10	0,21	75,17	27,34	130,12
2	Q2	10	0,17	75,17	31,96	191,74
3	Q3	10	0,17	75,17	31,96	191,74
4	Q4	10	0,17	75,17	31,96	191,74
5	Q5	10	0,17	75,17	31,96	191,74
6	Q6	10	0,17	75,17	31,96	191,74
7	Q7	10	0,17	75,17	31,96	191,74
8	Q8	10	0,17	75,17	31,96	191,74
9		11	0,17	75,17	31,96	191,74

CODIFICACIÓN DE CUENCA	CURSO	T (años)	tc (h)	P ₂₄ (mm)	P _t (mm)	i _(tc,T) (mm/h)
	PRINCIPAL					
10	Q10	10	0,17	75,17	31,96	191,74
11	Afluente R. Junacas	10	0,17	75,17	31,96	191,74
12	Afluente R. Junacas	10	0,17	75,17	31,96	191,74
13	Q13	10	0,17	75,17	31,96	191,74
14	Q14	10	0,17	75,17	31,96	191,74
15	Q15	10	0,17	75,17	31,96	191,74
16	Q16	10	0,17	75,17	31,96	191,74
17	Q17	10	0,17	75,17	31,96	191,74
18	Afluente R. Junacas	10	0,37	75,17	37,39	102,35
19	Q19	10	0,22	75,17	33,82	152,94
20	Q20	10	0,17	75,17	31,96	191,74
21	Q21	10	0,17	75,17	31,96	191,74
22	Q22	10	0,17	75,17	31,96	191,74
23	Q23	10	0,17	75,17	31,96	191,74
24	Q24	10	0,17	75,17	31,96	191,74
25	Q25	10	0,26	75,17	34,99	133,40
26	Q26	10	0,17	75,17	31,96	191,74
27	Q27	10	0,17	75,17	31,96	191,74
28	Q28	10	0,17	75,17	31,96	191,74
29	Q29	11	0,17	75,17	31,96	191,74
30	Q30	10	0,17	75,17	31,96	191,74

Fuente: Elaboración Propia

Tabla A-3.4. Resumen de Precipitación de 24 hrs. e Intensidad Máximas Periodo de Retorno de 100 Años

UNIDAD O CUENCA	CURSO	T (años)	tc (h)	P ₂₄ (mm)	P _t (mm)	i _(tc,T) (mm/h)
	PRINCIPAL					
1	Q1	100	0,21	102,99	36,71	174,71
2	Q2	100	0,17	102,99	43,78	262,70
3	Q3	100	0,17	102,99	43,78	262,70
4	Q4	100	0,17	102,99	43,78	262,70
5	Q5	100	0,17	102,99	43,78	262,70
6	Q6	100	0,17	102,99	43,78	262,70
7	Q7	100	0,17	102,99	43,78	262,70

8	Q8	100	0,17	102,99	43,78	262,70
9	Q9	101	0,17	102,99	43,78	262,70
10	Q10	100	0,17	102,99	43,78	262,70
11	Afluente R. Junacas	100	0,17	102,99	43,78	262,70
12	Afluente R. Junacas	100	0,17	102,99	43,78	262,70
13	Q13	100	0,17	102,99	43,78	262,70
14	Q14	100	0,17	102,99	43,78	262,70
15	Q15	100	0,17	102,99	43,78	262,70
16	Q16	100	0,17	102,99	43,78	262,70
17	Q17	100	0,17	102,99	43,78	262,70
18	Afluente R. Junacas	100	0,37	102,99	51,22	140,23
19	Q19	100	0,22	102,99	46,33	209,54
20	Q20	100	0,17	102,99	43,78	262,70
21	Q21	100	0,17	102,99	43,78	262,70
22	Q22	100	0,17	102,99	43,78	262,70
23	Q23	100	0,17	102,99	43,78	262,70
24	Q24	100	0,17	102,99	43,78	262,70
25	Q25	100	0,26	102,99	47,94	182,77
26	Q26	100	0,17	102,99	43,78	262,70
27	Q27	100	0,17	102,99	43,78	262,70
28	Q28	100	0,17	102,99	43,78	262,70
29	Q29	101	0,17	102,99	43,78	262,70
30	Q30	100	0,17	102,99	43,78	262,70

Fuente: Elaboración Propia

Tabla A-3.5. Resumen de precipitación de 24 hrs. e intensidad máximas periodo de retorno de 150 años

UNIDAD O CUENCA	CURSO PRINCIPAL	T (años)	tc (h)	P ₂₄ (mm)	P _t (mm)	i _(tc,T) (mm/h)
1	Q1	150	0,21	107,88	40,05	190,57
2	Q2	150	0,17	107,88	45,87	275,19
3	Q3	150	0,17	107,88	45,87	275,19
4	Q4	150	0,17	107,88	45,87	275,19
5	Q5	150	0,17	107,88	45,87	275,19
6	Q6	150	0,17	107,88	45,87	275,19
7	Q7	150	0,17	107,88	45,87	275,19

8	Q8	150	0,17	107,88	45,87	275,19
9	Q10	150	0,17	107,88	45,87	275,19
10	Afluyente R. Junacas	150	0,17	107,88	45,87	275,19
11	Afluyente R. Junacas	150	0,17	107,88	45,87	275,19
12	Q13	150	0,17	107,88	45,87	275,19
13	Q14	150	0,17	107,88	45,87	275,19
14	Q15	150	0,17	107,88	45,87	275,19
15	Q16	150	0,17	107,88	45,87	275,19
16	Q17	150	0,17	107,88	45,87	275,19
17	Afluyente R. Junacas	150	0,37	107,88	53,66	146,90
18	Q19	150	0,22	107,88	48,53	219,51
19	Q20	150	0,17	107,88	45,87	275,19
20	Q21	150	0,17	107,88	45,87	275,19
21	Q22	150	0,17	107,88	45,87	275,19
22	Q23	150	0,17	107,88	45,87	275,19
23	Q24	150	0,17	107,88	45,87	275,19
24	Q25	150	0,26	107,88	50,22	191,46
25	Q26	150	0,17	107,88	45,87	275,19
26	Q27	150	0,17	107,88	45,87	275,19
27	Q28	150	0,17	107,88	45,87	275,19
28	Q30	150	0,17	107,88	45,87	275,19
29	Q29	150	0,17	107,88	45,87	275,19
30	Q30	150	0,20	107,88	47,46	240,07

Fuente: Elaboración Propia

Tabla A-3.6. Resumen de precipitación de 24 hrs. e intensidad máximas periodo de retorno de 200 años

UNIDAD O	CURSO	T (años)	tc (h)	P ₂₄ (mm)	P _t (mm)	i _(tc,T) (mm/h)
CUENCA	PRINCIPAL					
1	Q1	200	0,21	111,36	41,34	196,71
2	Q2	200	0,17	111,36	47,34	284,06
3	Q3	200	0,17	111,36	47,34	284,06
4	Q4	200	0,17	111,36	47,34	284,06
5	Q5	200	0,17	111,36	47,34	284,06
6	Q6	200	0,17	111,36	47,34	284,06
7	Q7	200	0,17	111,36	47,34	284,06

8	Q8	200	0,17	111,36	47,34	284,06
9	Q10	200	0,17	111,36	47,34	284,06
10	Afluyente R. Junacas	200	0,17	111,36	47,34	284,06
11	Afluyente R. Junacas	200	0,17	111,36	47,34	284,06
12	Q13	200	0,17	111,36	47,34	284,06
13	Q14	200	0,17	111,36	47,34	284,06
14	Q15	200	0,17	111,36	47,34	284,06
15	Q16	200	0,17	111,36	47,34	284,06
16	Q17	200	0,17	111,36	47,34	284,06
17	Afluyente R. Junacas	200	0,37	111,36	55,39	151,63
18	Q19	200	0,22	111,36	50,10	226,58
19	Q20	200	0,17	111,36	47,34	284,06
20	Q21	200	0,17	111,36	47,34	284,06
21	Q22	200	0,17	111,36	47,34	284,06
22	Q23	200	0,17	111,36	47,34	284,06
23	Q24	200	0,17	111,36	47,34	284,06
24	Q25	200	0,26	111,36	51,84	197,63
25	Q26	200	0,17	111,36	47,34	284,06
26	Q27	200	0,17	111,36	47,34	284,06
27	Q28	200	0,17	111,36	47,34	284,06
28	Q30	200	0,17	111,36	47,34	284,06
29	Q29	200	0,17	111,36	47,34	284,06
30	Q30	200	0,20	111,36	48,99	247,81

Fuente: Elaboración Propia

Tabla A-3.7. Resumen de Precipitación de 24 hrs. e Intensidad Máximas Periodo de Retorno de 300 Años

UNIDAD O CUENCA	CURSO PRINCIPAL	T (años)	tc (h)	P ₂₄ (mm)	P _t (mm)	i _(tc,T) (mm/h)
1	Q1	300	0,21	116,26	43,16	205,36
2	Q2	300	0,17	116,26	49,43	296,55
3	Q3	300	0,17	116,26	49,43	296,55
4	Q4	300	0,17	116,26	49,43	296,55
5	Q5	300	0,17	116,26	49,43	296,55
6	Q6	300	0,17	116,26	49,43	296,55
7	Q7	300	0,17	116,26	49,43	296,55

8	Q8	300	0,17	116,26	49,43	296,55
9	Q10	300	0,17	116,26	49,43	296,55
10	Afluente R. Junacas	300	0,17	116,26	49,43	296,55
11	Afluente R. Junacas	300	0,17	116,26	49,43	296,55
12	Q13	300	0,17	116,26	49,43	296,55
13	Q14	300	0,17	116,26	49,43	296,55
14	Q15	300	0,17	116,26	49,43	296,55
15	Q16	300	0,17	116,26	49,43	296,55
16	Q17	300	0,17	116,26	49,43	296,55
17	Afluente R. Junacas	300	0,37	116,26	57,82	158,30
18	Q19	300	0,22	116,26	52,30	236,55
19	Q20	300	0,17	116,26	49,43	296,55
20	Q21	300	0,17	116,26	49,43	296,55
21	Q22	300	0,17	116,26	49,43	296,55
22	Q23	300	0,17	116,26	49,43	296,55
23	Q24	300	0,17	116,26	49,43	296,55
24	Q25	300	0,26	116,26	54,12	206,33
25	Q26	300	0,17	116,26	49,43	296,55
26	Q27	300	0,17	116,26	49,43	296,55
27	Q28	300	0,17	116,26	49,43	296,55
28	Q30	300	0,17	116,26	49,43	296,55
29	Q29	300	0,17	116,26	49,43	296,55
30	Q30	300	0,20	116,26	51,14	258,71

Fuente: Elaboración Propia

Tabla A-3.8. Resumen de precipitación de 24 hrs. e intensidad máximas periodo de retorno de 500 años

Unidad o	Curso	T (años)	tc (h)	P₂₄ (mm)	P_t (mm)	i_(tc,T) (mm/h)
Cuenca	Principal					
1	Q1	500	0,21	122,43	45,45	216,26
2	Q2	500	0,17	122,43	52,05	312,29
3	Q3	500	0,17	122,43	52,05	312,29
4	Q4	500	0,17	122,43	52,05	312,29
5	Q5	500	0,17	122,43	52,05	312,29
6	Q6	500	0,17	122,43	52,05	312,29
7	Q7	500	0,17	122,43	52,05	312,29
8	Q8	500	0,17	122,43	52,05	312,29
9	Q10	500	0,17	122,43	52,05	312,29

10	Afluyente R. Junacas	500	0,17	122,43	52,05	312,29
11	Afluyente R. Junacas	500	0,17	122,43	52,05	312,29
12	Q13	500	0,17	122,43	52,05	312,29
13	Q14	500	0,17	122,43	52,05	312,29
14	Q15	500	0,17	122,43	52,05	312,29
15	Q16	500	0,17	122,43	52,05	312,29
16	Q17	500	0,17	122,43	52,05	312,29
17	Afluyente R. Junacas	500	0,37	122,43	60,89	166,70
18	Q19	500	0,22	122,43	55,08	249,10
19	Q20	500	0,17	122,43	52,05	312,29
20	Q21	500	0,17	122,43	52,05	312,29
21	Q22	500	0,17	122,43	52,05	312,29
22	Q23	500	0,17	122,43	52,05	312,29
23	Q24	500	0,17	122,43	52,05	312,29
24	Q25	500	0,26	122,43	56,99	217,28
25	Q26	500	0,17	122,43	52,05	312,29
26	Q27	500	0,17	122,43	52,05	312,29
27	Q28	500	0,17	122,43	52,05	312,29
28	Q30	500	0,17	122,43	52,05	312,29
29	Q29	500	0,17	122,43	52,05	312,29
30	Q30	500	0,20	122,43	53,86	272,44

Fuente: Elaboración Propia

ANEXO IV - DETERMINACIÓN DEL COEF C DE ESCORRENTIA

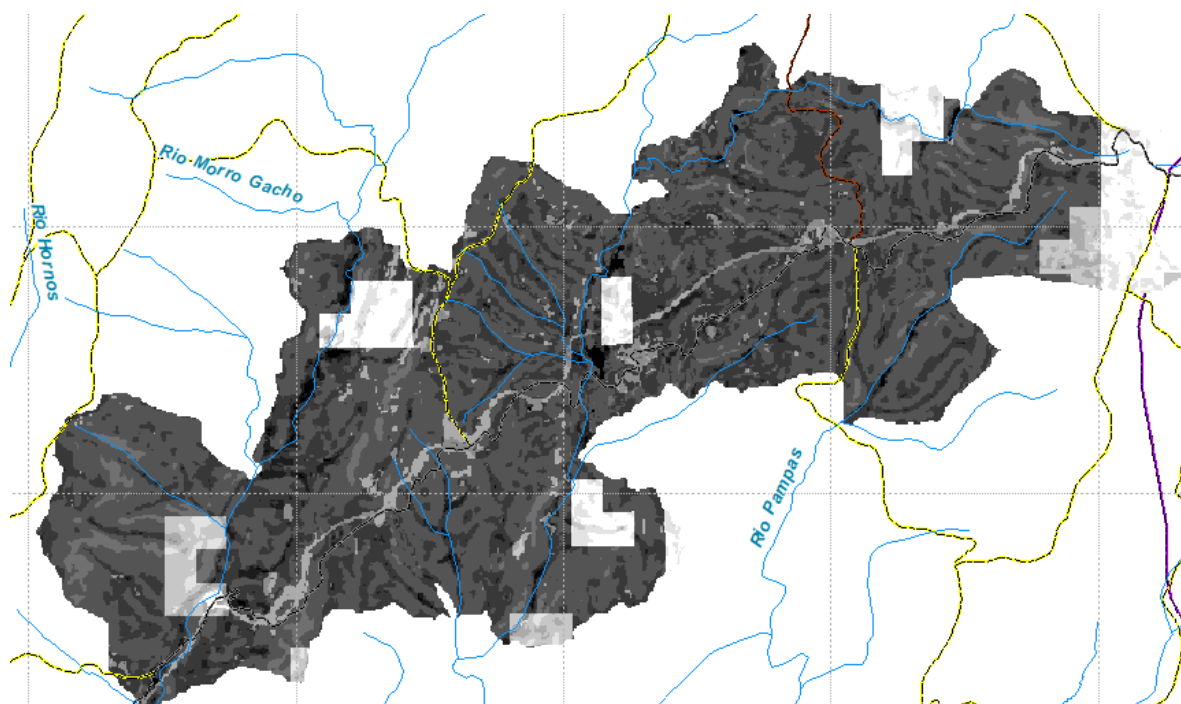
Tabla A-4.1. Parámetros morfológicos de la cuenca

No.	Prog. (Km.)	Identifica cion subcuenca	Area (Km2)	Cota Máxima (m.s.n.m.)	Cota Minima (m.s.n.m.)	Longitud del Cauce (Km.)	Perímetro de la Cuenca (Km.)	Índice de Compacida d (Índice de Gravelious)	Rectángulo Equivalente		Pendiente de la Cuenca (%)	Densidad de Drenaje	Factor de forma	Factor de Circular idad de Miller	Razon de Elonga cion
									Lado Mayor (Km.)	Lado Menor (Km.)					
1	0+072.16	SC111	0.1908	2286	2273	0.1353	0.4253	1.282	0.158	0.055	8.225	15.688	0.471	0.599	0.775
2	0+212.37	SC113	1.0844	2305	2284	0.1420	0.4233	1.203	0.144	0.067	14.539	14.630	0.481	0.681	0.783
3	0+421.85	SC114	0.8831	2334	2299	0.2390	0.7252	1.131	0.221	0.167	15.856	6.498	0.644	0.879	0.906
4	0+720.57	SC118	0.6328	2343	2325	0.1660	0.4376	1.158	0.143	0.085	12.551	13.581	0.444	0.802	0.752
5	0+988.09	SC120	1.0013	2415	2337	0.3120	0.7730	1.245	0.278	0.109	28.091	10.322	0.310	0.636	0.629
6	1+208.66	SC124	1.5380	2471	2354	0.3540	0.9406	1.163	0.299	0.172	39.162	6.908	0.409	0.728	0.722
7	1+514.33	SC13	0.8831	2444	2379	0.2440	0.7232	1.143	0.232	0.155	28.062	6.802	0.602	0.862	0.876
8	1+777.88	SC14	0.5588	2461	2424	0.2020	0.4948	1.637	0.214	0.033	17.297	28.209	0.175	0.368	0.473
9	2+252.369	SC18	1.1142	2484	2433	0.2680	0.6700	1.222	0.235	0.100	21.740	11.378	0.328	0.659	0.647
10	2+371.96	SC19	1.1142	2491	2440	0.2300	0.6270	1.154	0.195	0.119	26.208	9.941	0.437	0.740	0.747
11	2+733.82	SC20	0.5069	2494	2437	0.2970	0.6823	1.121	0.178	0.164	32.104	10.225	0.329	0.784	0.648
12	2+963.38	SC27	0.9945	2463	2444	0.1090	0.3782	1.138	0.122	0.085	15.601	10.478	0.876	0.914	1.056
13	3+397.28	SC28	0.8095	2458	2432	0.1470	0.4459	1.140	0.132	0.091	19.681	12.252	0.555	0.758	0.841
14	3+559.91	SC29	0.4978	2451	2415	0.2410	0.5741	1.273	0.212	0.075	17.002	15.117	0.274	0.608	0.592
15	3+744.22	SC31	1.0105	2396	2389	0.0853	0.3582	1.166	0.126	0.071	5.565	9.549	1.228	0.875	1.251
16	4+096.35	SC34	0.8733	2386	2372	0.0907	0.2725	1.133	0.083	0.061	16.942	17.993	0.613	0.853	0.884
17	4+330.69	SC73	0.6767	2434	2346	1.0800	3.9235	1.221	1.371	0.591	6.418	2.951	0.694	0.661	0.941
18	4+496.22	SC81	0.5030	2360	2353	0.2770	0.7325	1.131	0.208	0.158	3.361	8.418	0.429	0.771	0.739
19	4+868.46	SC9	0.0092	2400	2378	0.2210	0.6138	1.338	0.237	0.070	9.268	13.391	0.338	0.550	0.656
20	5+223.78	SC90	1.1467	2415	2393	0.2900	0.8349	1.214	0.289	0.128	7.605	7.822	0.441	0.668	0.750
21	5+456.86	SC97	0.6705	2448	2428	0.2790	0.9025	1.129	0.261	0.204	7.668	5.247	0.683	0.820	0.933
22	5+929.41	SC99	1.2473	2451	2445	0.0663	0.3739	1.166	0.131	0.074	4.581	6.827	2.209	0.873	1.678
23	6+231.62	SC90	1.5434	2334	2320	0.1150	0.4408	1.134	0.133	0.097	10.499	8.904	0.977	0.835	1.116
24	6+876.30	SC81	1.2227	2524	2519	0.1930	0.9565	1.131	0.280	0.212	1.785	3.252	1.593	0.815	1.425
25	7+280.00	SC20	1.5434	2611	2564	0.2140	0.5286	1.329	0.203	0.061	23.124	17.242	0.271	0.558	0.588
26	8+300.09	SC29	0.0113	2633	2595	0.1350	0.4096	1.130	0.121	0.093	31.316	11.979	0.618	0.844	0.888
27	8+580.00	SC31	0.0044	2627	2598	0.0918	0.2520	1.122	0.071	0.062	41.040	20.831	0.523	0.872	0.816
28	8+738.64	SC34	0.0560	2682	2639	0.2630	0.9413	1.146	0.294	0.190	14.629	4.697	0.810	0.794	1.016
29	9+065.51	SC97	0.0102	2691	2676	0.1430	0.4045	1.121	0.105	0.097	14.233	14.012	0.499	0.784	0.798
30	9+330.00	SC99	0.2307	2748	2636	0.8380	2.0353	1.186	0.677	0.341	16.553	3.632	0.329	0.700	0.647

Fuente: Elaboración propia

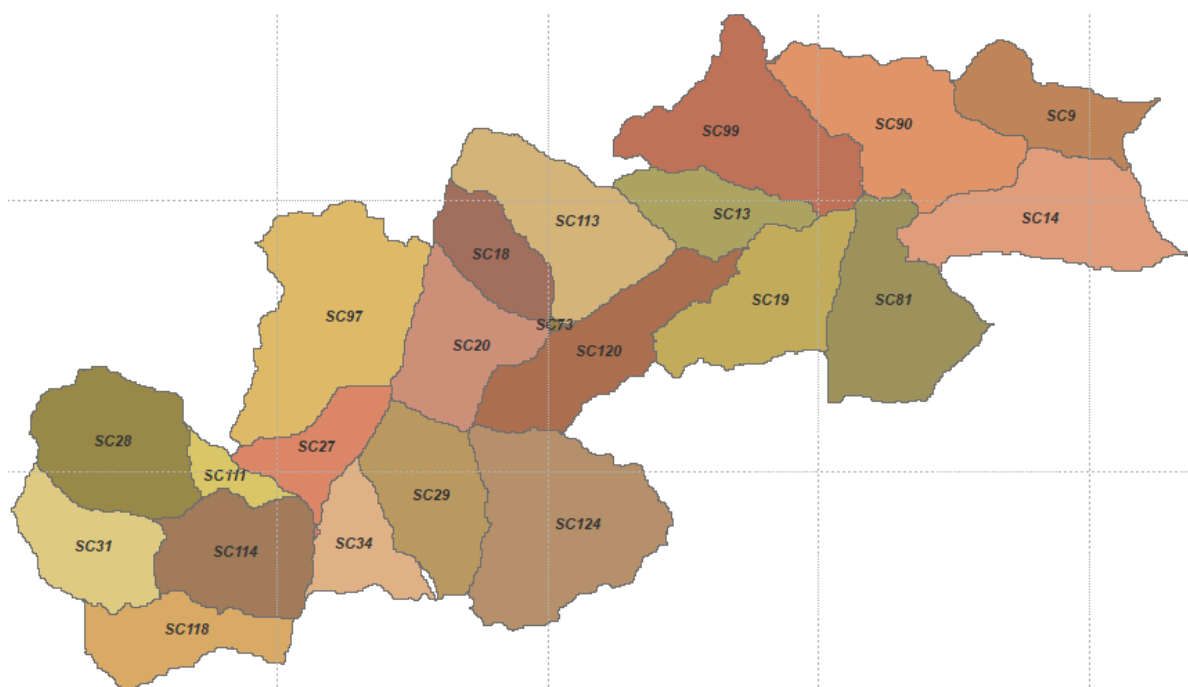
Para la determinación del coeficiente C de escorrentía lo calculamos mediante el programa Arcgis, mediante el archivo o mapa de vegetación de la ESA 2020 y mediante el archivo o mapa de uso de suelos de soildgris v2, del cual obtenemos un archivo tif con el cual trabajaremos partiendo del punto más bajo de la cuenca y así la determinación de la cuenca y de las subcuencas de estudio, obtendremos las subcuencas y comenzaremos con la clasificación según el tipo de suelo y según su tipo de vegetación.

Imagen A-4.2. Identificación de las subcuencas de estudio



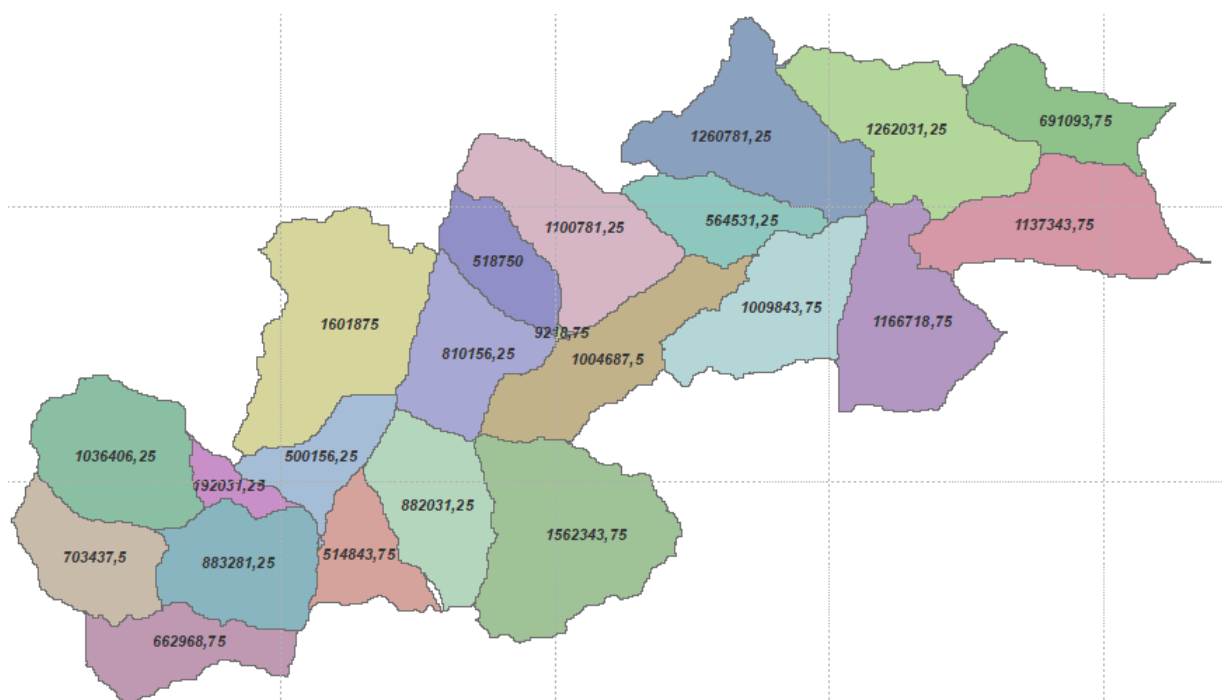
Fuente: Elaboración propia por el programa Arcgis

Imagen A-4.3. Áreas de las cuencas



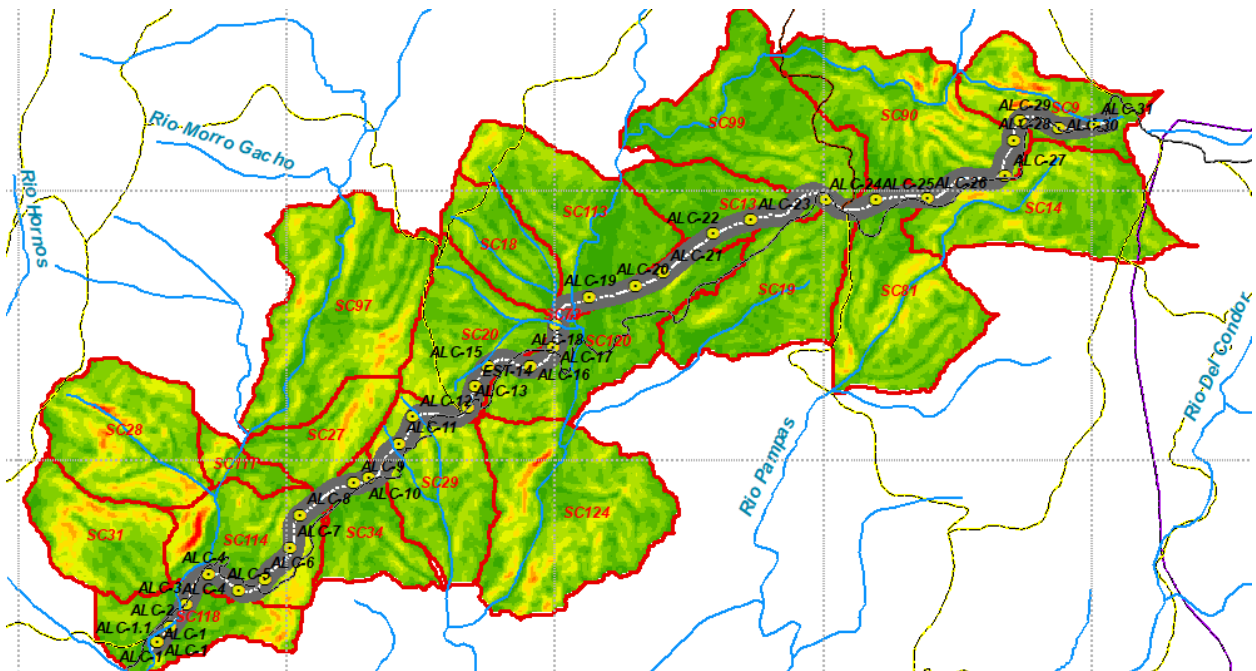
Fuente: Elaboración propia por el programa Arcgis

Imagen A-4.4. Áreas de las subcuencas



Fuente: Elaboración propia por el programa Arcgis

Imagen A-4.5. Áreas de las subcuencas con la ubicación de las alcantarillas en el tramo de estudio



Fuente: Elaboración propia por el programa Arcgis

Para este método utilizamos la siguiente tabla:

Tabla A-4.6. Para determinar el Coeficiente de Escorrimento (C)

DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO								
TABLA PARA DETERMINAR EL COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO (C)								
COBERTURA DEL SUELO	TIPO DE SUELO		PENDIENTE (%)					
				5	4	3	2	1
			>50	20 - 50	5 - 20	1 - 5	0 - 1	
100	Sin vegetacion	Impermeable	10	0.8	0.75	0.7	0.65	0.6
100		Semipermeable	20	0.7	0.65	0.6	0.55	0.5
100		Permeable	30	0.5	0.45	0.4	0.35	0.3
200	Cultivos	Impermeable	10	0.7	0.65	0.6	0.55	0.5
200		Semipermeable	20	0.6	0.55	0.5	0.45	0.4
200		Permeable	30	0.4	0.35	0.3	0.25	0.2
300	Pastos, vegetacion ligera	Impermeable	10	0.65	0.6	0.55	0.5	0.45
300		Semipermeable	20	0.55	0.5	0.45	0.4	0.35
300		Permeable	30	0.35	0.3	0.25	0.2	0.15
400	Hierba	Impermeable	10	0.6	0.55	0.5	0.45	0.4
400		Semipermeable	20	0.5	0.45	0.4	0.35	0.3
400		Permeable	30	0.3	0.25	0.2	0.15	0.1
500	Bosque, vegetacion densa	Impermeable	10	0.55	0.5	0.45	0.4	0.35
500		Semipermeable	20	0.45	0.4	0.35	0.3	0.25
500		Permeable	30	0.25	0.2	0.15	0.1	0.05

Fuente: Manual de drenaje para carreteras instituto nacional de vías (2009)

Tabla A-4.7. Resumen del Cálculo del Coeficiente de Ecurrimiento (C)

OBJECTID *	Subbasin	AREA (m2)	MIN	MAX	RANGE	Coef. Esc	Ai*Ci	C _{prom}
17	SC111	190781,25	0,2	0,5	0,3	0,281	53687,56	0,3200
6	SC113	1084375	0,05	0,7	0,65	0,312	337953,1	0,3200
10	SC114	883125	0,1	0,65	0,55	0,341	300835,6	0,3200
22	SC118	632812,5	0,15	0,65	0,5	0,296	187125,2	0,3200
11	SC120	1001250	0,05	0,75	0,7	0,295	295781,3	0,3200
3	SC124	1537968,75	0,1	0,75	0,65	0,348	535054,7	0,3200
21	SC13	558750	0,1	0,45	0,35	0,292	162976,8	0,3200
5	SC14	1114218,75	0,15	0,75	0,6	0,414	461296,6	0,3200
20	SC18	506875	0,15	0,45	0,3	0,285	144671,8	0,3200
12	SC19	994531,25	0,15	0,45	0,3	0,282	280687,5	0,3200
8	SC20	809531,25	0,15	0,45	0,3	0,297	240539,3	0,3200
18	SC27	497812,5	0,15	0,5	0,35	0,287	142797	0,3200
14	SC28	1010468,75	0,15	0,55	0,4	0,309	312031,7	0,3200
9	SC29	873281,25	0,15	0,5	0,35	0,297	259398,6	0,3200
7	SC31	676718,75	0,15	0,55	0,4	0,311	210414,2	0,3200
19	SC34	502968,75	0,15	0,45	0,3	0,283	142538,8	0,3200
16	SC73	9218,75	0,2	0,4	0,2	0,301	2773,433	0,3200
4	SC81	1146718,75	0,1	0,45	0,35	0,285	326312,6	0,3200
13	SC9	670468,75	0,15	0,75	0,6	0,366	245390,9	0,3200
2	SC90	1247343,75	0,05	0,75	0,7	0,351	437968,6	0,3200
15	SC97	1543437,5	0,05	0,75	0,7	0,346	533648,1	0,3200
1	SC99	1222656,25	0,1	0,45	0,35	0,287	351203,1	0,3200
$\Sigma=$		18715312,5				$\Sigma=$	5965086	

Fuente: Elaboración propia

El coeficiente de escurrimiento C para nuestro estudio es de 0.32

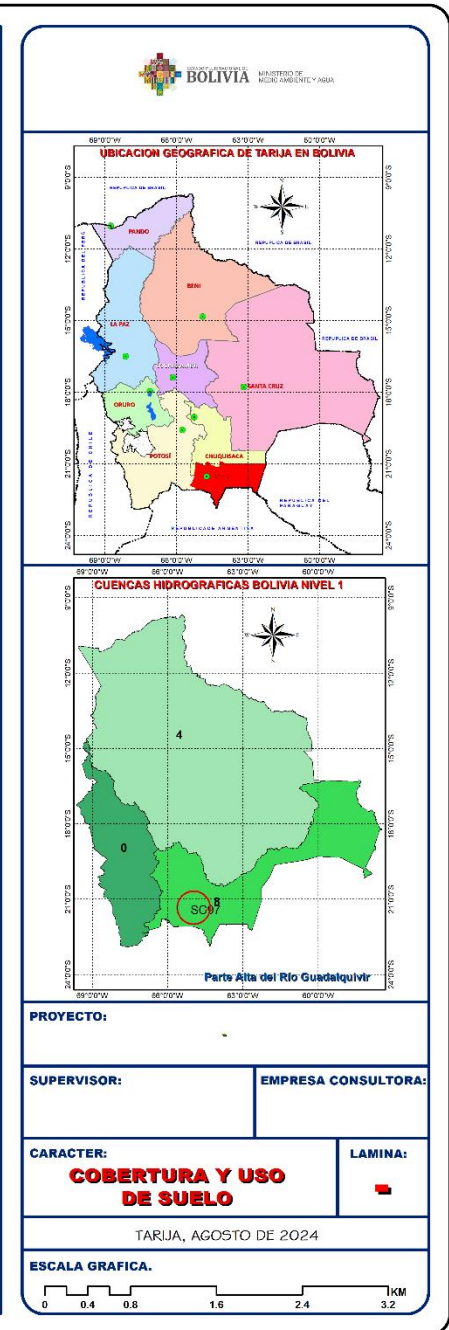
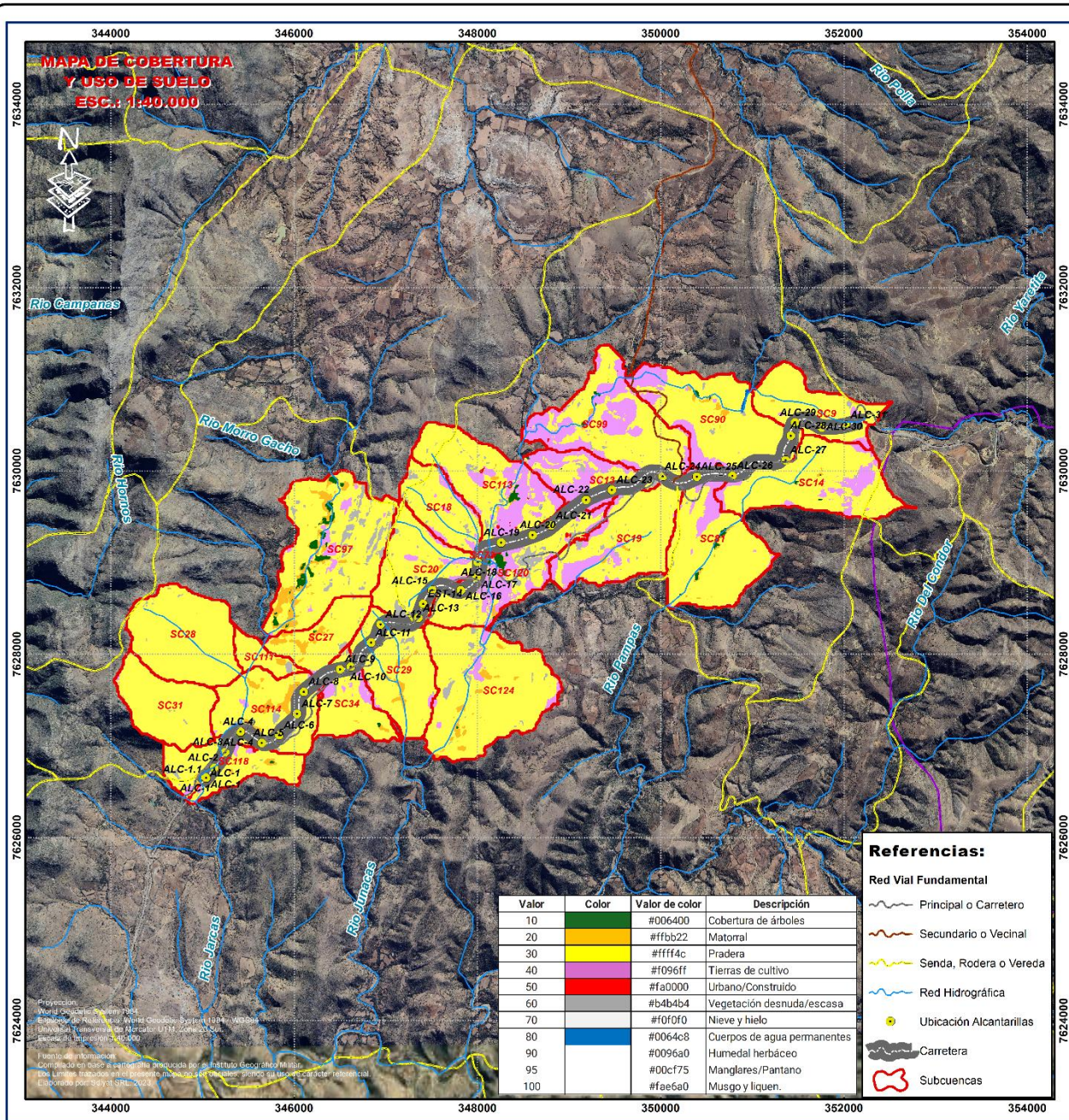
Si $T > 10$ años Amplificar Resultados por:

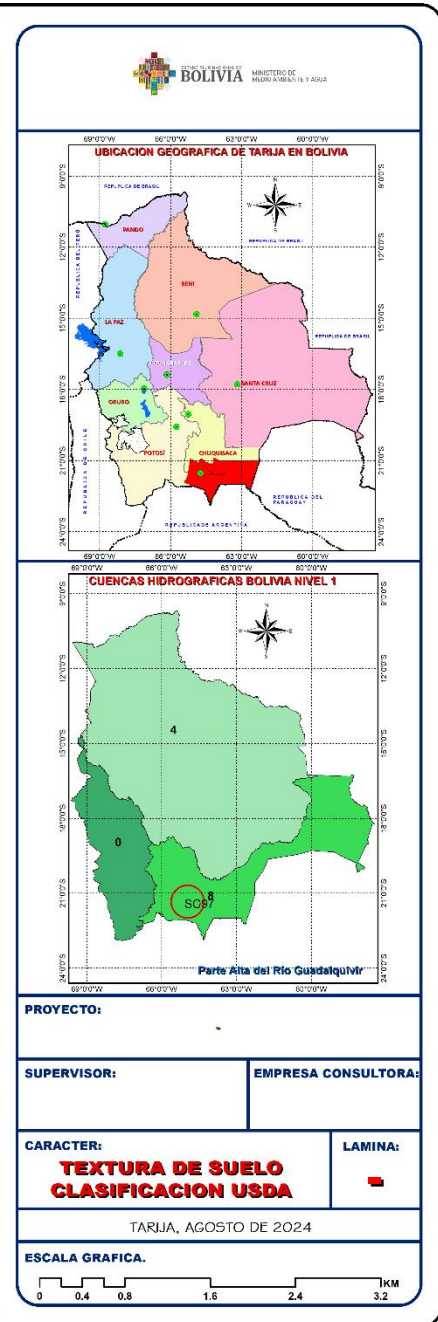
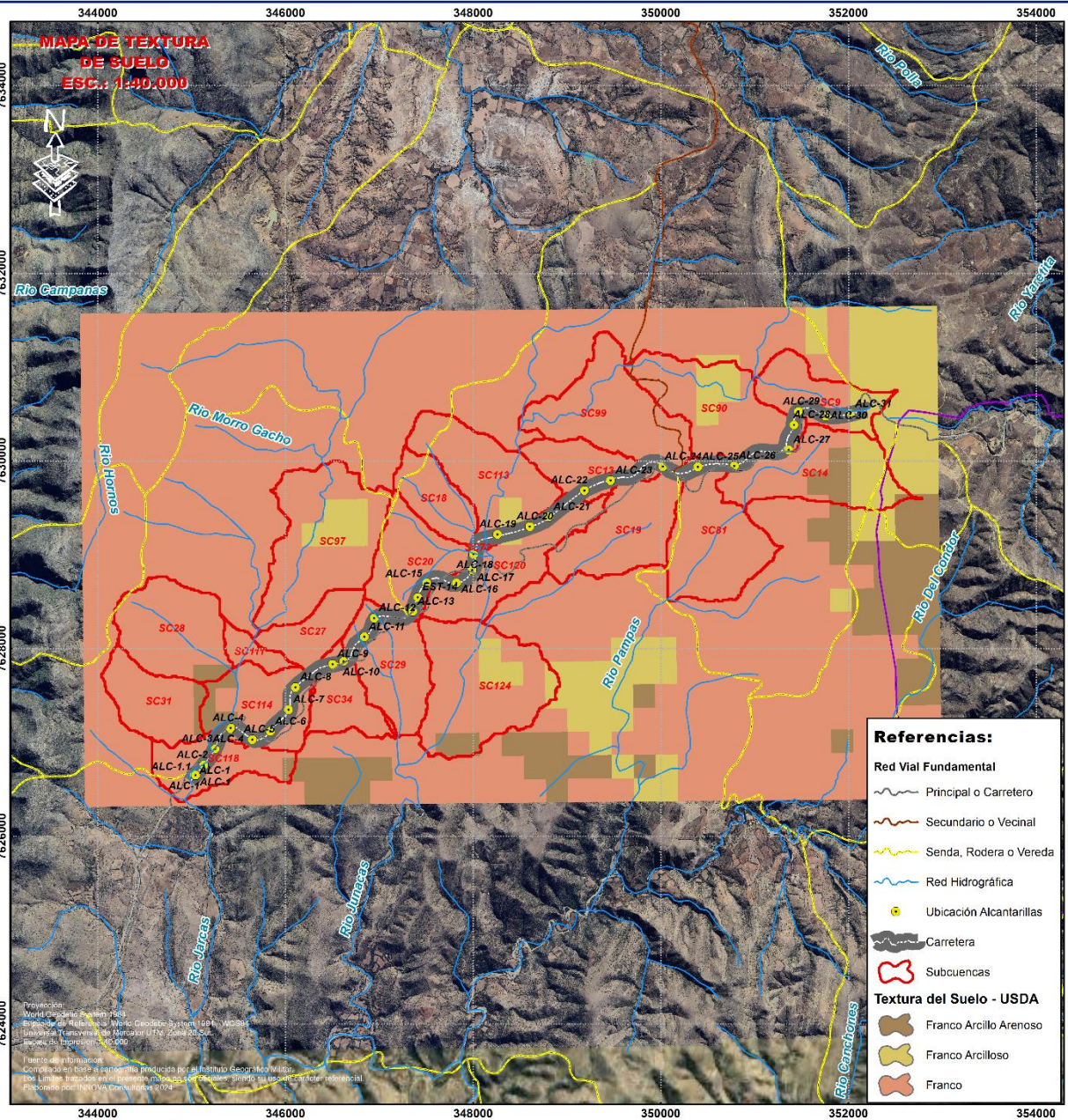
$T=25$; $C=1.10$ $T=50$; $C=1.20$ $T=100$; $C=1.25$

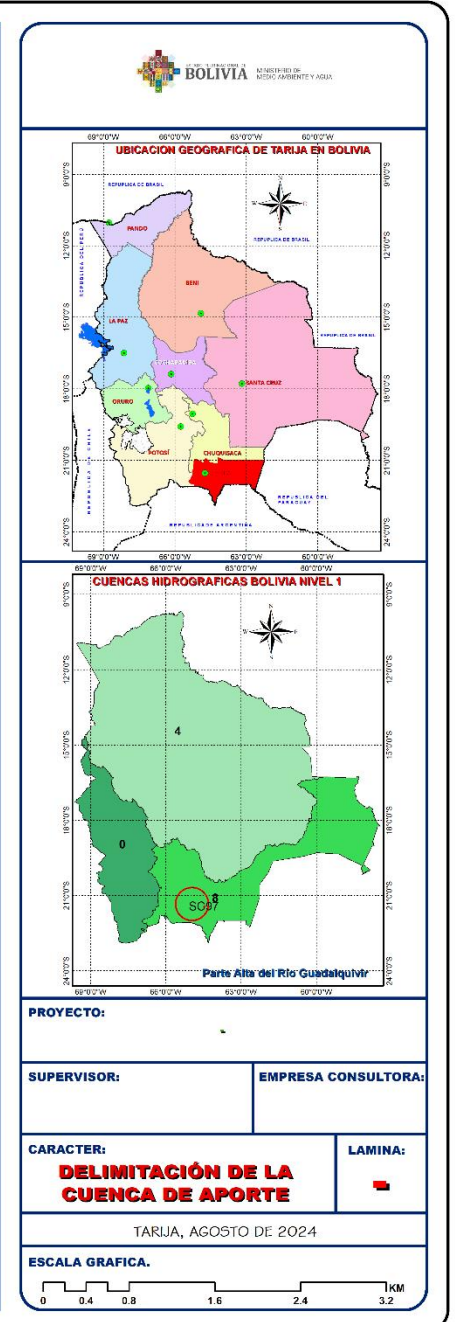
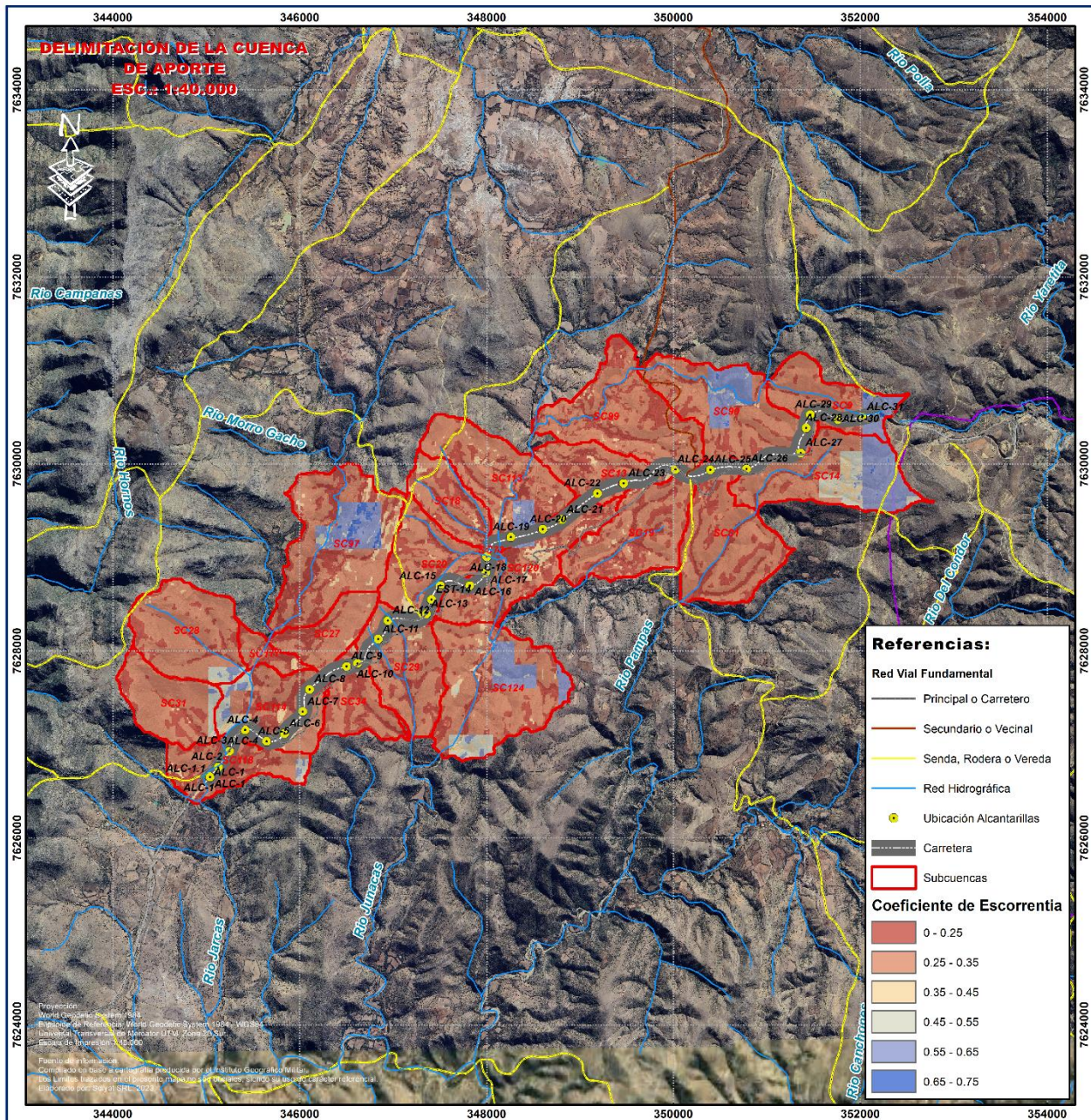
Según el Manual de Hidrología y Drenaje de la ABC (Administradora Boliviana de Carreteras).

A continuación, se muestra los siguientes mapas exportados y creados en el programa Arcgis:

- Mapa de cobertura y uso de suelo
- Mapa de textura del suelo -USDA
- Mapa de pendientes
- Mapa del coeficiente C de escorrentía







ANEXO V- CÁLCULO DE ALCANTARILLAS MÉTODO RACIONAL

Datos									
Nº	prog	Curso	Area		T = 50 años	T = 25 años	D	S	n
	km+m	Principal	(m ²)	(Km ²)	Q _T (m3/s)	Q _T (m3/s)	(m)	m/m	adm
1	0+072.16	Q1	198226.01	0.198	-	2.827	2x2	0.02	0.03
2	0+212.37	Q2	9706.16	0.010	0.252	-	1	0.01	0.013
3	0+421.85	Q3	36779.12	0.037	0.954	-	1	0.01	0.013
4	0+720.57	Q4	12222.93	0.012	0.317	-	1	0.01	0.013
5	0+988.09	Q5	30225.25	0.030	0.784	-	1	0.04	0.013
6	1+208.66	Q6	51244.51	0.051	1.329	-	1	0.03	0.013
7	1+514.33	Q7	35869.27	0.036	0.930	-	1	0.03	0.013
8	1+777.88	Q8	7160.72	0.007	0.186	-	1	0.01	0.013
9	2+252.369	Q9	7200.00	0.007	0.187	-	1	0.02	0.013
10	2+371.96	Q10	23553.34	0.024	0.611	-	1	0.02	0.013
11	2+733.82	Q11	23136.32	0.023	0.600	-	1	0.02	0.013
12	2+963.38	Q12	29047.18	0.029	0.753	-	1	0.02	0.013
13	3+397.28	Q13	10402.38	0.010	0.270	-	1	0.05	0.013
14	3+559.91	Q14	11998.31	0.012	0.311	-	1	0.04	0.013
15	3+744.22	Q15	15942.60	0.016	0.414	-	1	0.04	0.013
16	4+096.35	Q16	8932.86	0.009	0.232	-	1	0.01	0.013
17	4+330.69	Q17	5040.85	0.005	0.131	-	1	0.06	0.013
18	4+496.22	Q18	809830.52	0.810	11.349	-	3x3.30	0.01	0.03
19	4+868.46	Q19	32904.32	0.033	0.683	-	1	0.03	0.013
20	5+223.78	Q20	16503.76	0.017	-	0.356	1	0.04	0.013
21	5+456.86	Q21	37075.70	0.037	-	0.799	1	0.02	0.013
22	5+929.41	Q22	53174.33	0.053	-	1.146	1	0.01	0.013
23	6+231.62	Q23	9710.83	0.010	-	0.209	1	0.02	0.013
24	6+876.30	Q24	12916.13	0.013	0.335	-	1	0.03	0.013
25	7+280.00	Q25	59345.77	0.059	1.077	-	1	0.02	0.013
26	8+300.09	Q26	12411.21	0.012	0.322	-	1	0.04	0.013
27	8+580.00	Q27	11269.60	0.011	0.292	-	1	0.02	0.013
28	8+738.64	Q28	4406.97	0.004	0.114	-	1	0.01	0.013
29	9+065.51	Q29	55994.19	0.090	2.415	-	1.2	0.05	0.013
30	9+330.00	Q30	10205.42	0.060	1.452	-	1	0.01	0.013

Calculo hidraulico alcantarilla N°1 seccion cajon 2x2m

Datos

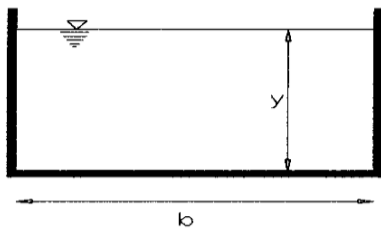
$$b \text{ (m)} = 2$$

$$h \text{ (m)} = 2$$

$$s = 0.02$$

$$n = 0.03$$

$$Q \text{ (m}^3/\text{s)} = 2.827$$



RECTANGULAR

$$Q = AV$$

$$\frac{Q}{A} = V$$

$$V = \frac{1}{n} R_h^{2/3} s^{1/2}$$

$$Y_n \text{ (m)} = 0.583$$

$$A \text{ (m}^2\text{)} = 1.167$$

$$P \text{ (m)} = 3.167$$

$$R_h \text{ (m)} = 0.368$$

$$V \text{ (m/s)} = 2.423$$

$$Q_{\text{CAL}} \text{ (m}^3/\text{s)} = 2.827$$

$$E \text{ (mkg/kg)} = 0.883$$

$$T \text{ (m)} = 2.000$$

$$f = 1.0127$$

$$i_c \text{ (m/m)} = 0.020$$

$$Y_c \text{ (m)} = 0.588$$

$$\left(\frac{Q * n}{\sqrt{S}} \right)^3 = R_h^{2/3}$$

$$R_h = \frac{A}{P}$$

$$A = by$$

$$P = b + 2y$$

Supercritico

$$\left(\frac{Qn}{s^{(1/2)}} \right)^3 (b + 2y)^2 - (by)^5 = 0$$

$$0,216 \frac{m^5}{s} (2m + 2Y)^2 - (2m * Y)^5 = 0$$

Calculo hidraulico alcantarilla N°2 seccion circular

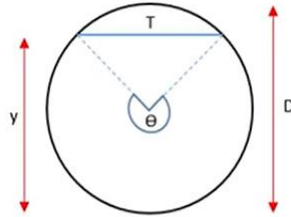
Datos:

Caudal (Q)	0.2517	[m³/s]
Diametro (D)	1	m
Pendiente (S)	0.01	m/m
Manning (n)	0.013	

$$Q = \frac{1}{n} * \left(\frac{A^5}{P^2} \right)^{1/3} * S^{1/2} \quad \frac{Qn}{\sqrt{S}} = AR^{\frac{2}{3}}$$

$$A = \frac{D^2}{8} * (\theta \text{ rad} - \text{sen } \theta) \quad P = \frac{D * \theta \text{ rad}}{2}$$

$$\theta = 2 \arccos \left(\frac{D - 2Y}{D} \right)$$



111.5932018 en grados

Ω_{asum}	1.947669 rad
Area (A)	0.1272 m²
Perimetro (P)	0.9738 m
Radio hidraulico (R)	0.1306 m
$Qn/s^{1/2}$	0.03273
$AR^{2/3}$	0.03276
Tirante normal (Y)	0.2189 m
Espejo de agua (T)	0.8270 m
Velocidad (V)	1.9787 m/s
Numero de Froude (F)	1.611
Energia Especifica (E)	0.4185 m
Fuerza tractiva (t)	1.306 Kg/m²

Supercritico

$$R = \frac{A}{P}$$

$$y = \frac{D}{2} (1 - \cos \frac{\theta}{2})$$

$$T = D \text{sen } \frac{\theta}{2}$$

$$E = y + \frac{v^2}{2g}$$

$$F = \frac{v}{\sqrt{g \frac{A}{T}}}$$

Calculo del tirante critico en tuberías parcialmente llenas

Ω_{asum}	2.227265
Area (A)	0.1794 m²
Espejo de agua (T)	0.8973 m
$Q/g^{1/2}$	0.0804
$A^{3/2} / T^{1/2}$	0.0802
Tirante critico (Yc)	0.2793 m
Perimetro (P)	1.1136 m
Radio hidraulico (R)	0.1611 m
Velocidad (V)	1.4034 m/s
Numero de Froude (F)	1.0021
Energia Especifica (E)	0.3797 Kg/m²
Pendiente critica (Sc)	0.00380 m/m

Critico

$$F = \frac{v}{\sqrt{g \frac{A}{T}}}$$

$$F = \frac{Q}{\sqrt{g \frac{A^3}{T}}}$$

$$\frac{Q}{\sqrt{g}} = \frac{A^{3/2}}{T^{1/2}}$$

$F = 1$, flujo critico

Calculo hidraulico alcantarilla N°3 seccion circular

Datos:

Caudal (Q)	0.954	[m³/s]
Diametro (D)	1	m
Pendiente (S)	0.01	m/m
Manning (n)	0.013	

$$Q = \frac{1}{n} * \left(\frac{A^5}{P^2} \right)^{\frac{1}{3}} * S^{\frac{1}{2}} \quad \frac{Qn}{\sqrt{S}} = AR^{\frac{2}{3}}$$

$$A = \frac{D^2}{8} * (\theta \text{ rad} - \text{sen } \theta) \quad P = \frac{D * \theta \text{ rad}}{2}$$

$$\theta = 2 \arccos \left(\frac{D - 2Y}{D} \right)$$

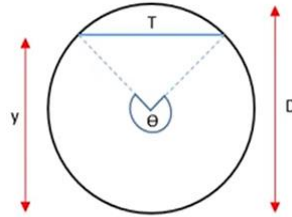
$$R = \frac{A}{P}$$

$$y = \frac{D}{2} (1 - \cos \frac{\theta}{2})$$

$$T = D \text{sen } \frac{\theta}{2}$$

$$E = y + \frac{v^2}{2g}$$

$$F = \frac{v}{\sqrt{g \frac{A}{T}}}$$



Ω asum	165.8817603 en grados
Area (A)	2.895183 rad
Perimetro (P)	0.3314 m²
Radio hidraulico (R)	1.4476 m
Qn/s¹/²	0.2289 m
AR²/³	0.12401
Tirante normal (Y)	0.12402
Espejo de agua (T)	0.4386 m
Velocidad (V)	0.9924 m
Numero de Froude (F)	2.8784 m/s
Energia Especifica (E)	1.590
Fuerza tractiva (t)	0.8608 m
	2.289 Kg/m²

Supercritico

Calculo del tirante critico en tuberias parcialmente llenas

Ω asum	3.379388
Area (A)	0.4519 m²
Espejo de agua (T)	0.9929 m
Q/g¹/²	0.3046
A³/² / T¹/²	0.3048
Tirante critico (Yc)	0.5593 m
Perimetro (P)	1.6897 m
Radio hidraulico (R)	0.2674 m
Velocidad (V)	2.1111 m/s
Numero de Froude (F)	1.0000
Energia Especifica (E)	0.7865 Kg/m²
Pendiente critica (Sc)	0.00437 m/m

Critico

$$F = \frac{v}{\sqrt{g \frac{A}{T}}}$$

$$F = \frac{Q}{\sqrt{g \frac{A^3}{T}}} \quad F = 1, \text{flujo critico}$$

$$\frac{Q}{\sqrt{g}} = \frac{A^{\frac{3}{2}}}{T^{\frac{1}{2}}}$$

Calculo hidraulico alcantarilla N°4 seccion circular

Datos:

Caudal (Q)	0.317	[m³/s]
Diametro (D)	1	m
Pendiente (S)	0.01	m/m
Manning (n)	0.013	

$$Q = \frac{1}{n} * \left(\frac{A^5}{P^2} \right)^{\frac{1}{3}} * S^{\frac{1}{2}} \quad \frac{Qn}{\sqrt{S}} = AR^{\frac{2}{3}}$$

$$A = \frac{D^2}{8} * (\theta \text{ rad} - \text{sen } \theta) \quad P = \frac{D * \theta \text{ rad}}{2}$$

$$\theta = 2 \arccos \left(\frac{D - 2Y}{D} \right)$$

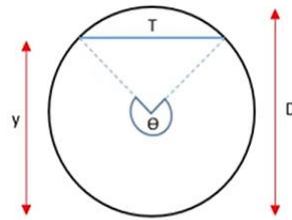
$$R = \frac{A}{P}$$

$$y = \frac{D}{2} (1 - \cos \frac{\theta}{2})$$

$$T = D \text{sen } \frac{\theta}{2}$$

$$E = y + \frac{v^2}{2g}$$

$$F = \frac{v}{\sqrt{g \frac{A}{T}}}$$



Ω asum	118.8332254 en grados
Area (A)	2.074031 rad
Perimetro (P)	0.1498 m²
Radio hidraulico (R)	1.0370 m
Qn/s¹/²	0.1444 m
AR²/³	0.04121
Tirante normal (Y)	0.04122
Espejo de agua (T)	0.2456 m
Velocidad (V)	0.8609 m
Numero de Froude (F)	2.1170 m/s
Energia Especifica (E)	1.621
Fuerza tractiva (t)	0.4740 m
	1.444 Kg/m²

Supercritico

Calculo del tirante critico en tuberias parcialmente llenas

Ω asum	2.383516
Area (A)	0.2120 m²
Espejo de agua (T)	0.9290 m
Q/g¹/²	0.1012
A³/² / T¹/²	0.1013
Tirante critico (Yc)	0.3150 m
Perimetro (P)	1.1918 m
Radio hidraulico (R)	0.1779 m
Velocidad (V)	1.4954 m/s
Numero de Froude (F)	0.9995
Energia Especifica (E)	0.4290 Kg/m²
Pendiente critica (Sc)	0.00378 m/m

Critico

$$F = \frac{v}{\sqrt{g \frac{A}{T}}}$$

$$F = \frac{Q}{\sqrt{g \frac{A^3}{T}}} \quad F = 1, \text{flujo critico}$$

$$\frac{Q}{\sqrt{g}} = \frac{A^{\frac{3}{2}}}{T^{\frac{1}{2}}}$$

Calculo hidraulico alcantarilla N°5 seccion circular

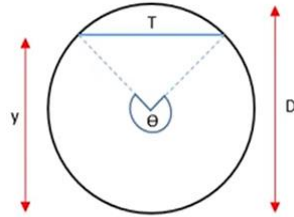
Datos:

Caudal (Q)	0.784	[m³/s]
Diametro (D)	1	m
Pendiente (S)	0.04	m/m
Manning (n)	0.013	

$$Q = \frac{1}{n} * \left(\frac{A^5}{P^2} \right)^{\frac{1}{3}} * S^{\frac{1}{2}} \quad \frac{Qn}{\sqrt{S}} = AR^{\frac{2}{3}}$$

$$A = \frac{D^2}{8} * (\theta \text{ rad} - \text{sen } \theta) \quad P = \frac{D * \theta \text{ rad}}{2}$$

$$\theta = 2 \arccos \left(\frac{D - 2Y}{D} \right)$$



Ω asum	126.12595 en grados
Area (A)	2.201313 rad
Perimetro (P)	0.1742 m²
Radio hidraulico (R)	1.1007 m
Qn/s¹/²	0.1583 m
AR²/³	0.05096
Tirante normal (Y)	0.05097
Espejo de agua (T)	0.2735 m
Velocidad (V)	0.8915 m
Numero de Froude (F)	4.5003 m/s
Energia Especifica (E)	3.250
Fuerza tractiva (t)	1.3058 m
	6.331 Kg/m²

Supercritico

$$R = \frac{A}{P}$$

$$y = \frac{D}{2} (1 - \cos \frac{\theta}{2})$$

$$T = D \text{sen } \frac{\theta}{2}$$

$$E = y + \frac{v^2}{2g}$$

$$F = \frac{v}{\sqrt{g \frac{A}{T}}}$$

Calculo del tirante critico en tuberias parcialmente llenas

Ω asum	3.159541
Area (A)	0.3972 m²
Espejo de agua (T)	1.0000 m
Q/g¹/²	0.2503
A³/² / T¹/²	0.2503
Tirante critico (Yc)	0.5045 m
Perimetro (P)	1.5798 m
Radio hidraulico (R)	0.2514 m
Velocidad (V)	1.9738 m/s
Numero de Froude (F)	0.9999
Energia Especifica (E)	0.7031 Kg/m²
Pendiente critica (Sc)	0.00415 m/m

Critico

$$F = \frac{v}{\sqrt{g \frac{A}{T}}}$$

$$F = \frac{Q}{\sqrt{g \frac{A}{T}}} \quad F = 1, \text{flujo critico}$$

$$\frac{Q}{\sqrt{g}} = \frac{A^{\frac{3}{2}}}{T^{\frac{1}{2}}}$$

Calculo hidraulico alcantarilla N°6 seccion circular

Datos:

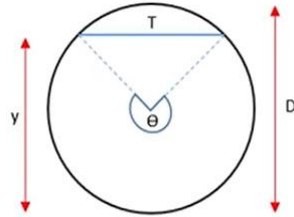
Caudal (Q)	1.33	[m³/s]
Diametro (D)	1	m
Pendiente (S)	0.03	m/m
Manning (n)	0.013	

$$Q = \frac{1}{n} * \left(\frac{A^5}{P^2} \right)^{1/3} * S^{1/2} \quad \frac{Qn}{\sqrt{S}} = AR^{\frac{2}{3}}$$

$$A = \frac{D^2}{8} * (\theta \text{ rad} - \text{sen } \theta) \quad P = \frac{D * \theta \text{ rad}}{2}$$

$$\theta = 2 \arccos \left(\frac{D - 2Y}{D} \right)$$

0.6645623



154.32515 en grados

2.693482 rad

Area (A) 0.2825 m²

Perimetro (P) 1.3467 m

Radio hidraulico (R) 0.2098 m

Qn/s¹/² 0.09976

AR²/³ 0.09975

Tirante normal (Y) 0.3889 m

Espejo de agua (T) 0.9750 m

Velocidad (V) 4.7044 m/s

Numero de Froude (F) 2.790

Energia Especifica (E) 1.5169 m

Fuerza tractiva (t) 6.294 Kg/m²

Supercritico

$$R = \frac{A}{P}$$

$$y = \frac{D}{2} (1 - \cos \frac{\theta}{2})$$

$$T = D \text{sen } \frac{\theta}{2}$$

$$E = y + \frac{v^2}{2g}$$

$$F = \frac{v}{\sqrt{g \frac{A}{T}}}$$

Calculo del tirante critico en tuberias parcialmente llenas

Ω asum	3.812036
Area (A)	0.5542 m²
Espejo de agua (T)	0.9443 m
Q/g¹/²	0.4244
A³/² / T¹/²	0.4245
Tirante critico (Yc)	0.6645 m
Perimetro (P)	1.9060 m
Radio hidraulico (R)	0.2907 m
Velocidad (V)	2.3984 m/s
Numero de Froude (F)	0.9996
Energia Especifica (E)	0.9577 Kg/m²
Pendiente critica (Sc)	0.00505 m/m

Critico

$$F = \frac{v}{\sqrt{g \frac{A}{T}}}$$

$$F = \frac{Q}{\sqrt{g \frac{A^3}{T}}}$$

$$\frac{Q}{\sqrt{g}} = \frac{A^{\frac{3}{2}}}{T^{\frac{1}{2}}}$$

F = 1, flujo critico

Calculo hidraulico alcantarilla N°7 seccion circular

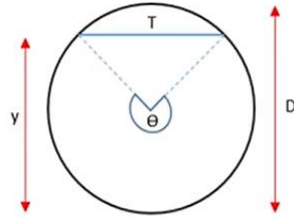
Datos:

Caudal (Q)	0.930	[m³/s]
Diametro (D)	1	m
Pendiente (S)	0.03	m/m
Manning (n)	0.013	

$$Q = \frac{1}{n} * \left(\frac{A^5}{P^2} \right)^{\frac{1}{3}} * S^{\frac{1}{2}} \quad \frac{Qn}{\sqrt{S}} = AR^{\frac{2}{3}}$$

$$A = \frac{D^2}{8} * (\theta \text{ rad} - \text{sen } \theta) \quad P = \frac{D * \theta \text{ rad}}{2}$$

$$\theta = 2 \arccos \left(\frac{D - 2Y}{D} \right)$$



0.465169173	138.2172172 en grados
Ω asum	2.412346 rad
Area (A)	0.2183 m²
Perimetro (P)	1.2062 m
Radio hidraulico (R)	0.1809 m
Qn/s¹/²	0.06983
AR²/³	0.06982
Tirante normal (Y)	0.3217 m
Espejo de agua (T)	0.9343 m
Velocidad (V)	4.2626 m/s
Numero de Froude (F)	2.816
Energia Especifica (E)	1.2478 m
Fuerza tractiva (t)	5.428 Kg/m²

Supercritico

$$R = \frac{A}{P}$$

$$y = \frac{D}{2} (1 - \cos \frac{\theta}{2})$$

$$T = D \text{sen } \frac{\theta}{2}$$

$$E = y + \frac{v^2}{2g}$$

$$F = \frac{v}{\sqrt{g \frac{A}{T}}}$$

Calculo del tirante critico en tuberias parcialmente llenas

Ω asum	3.350118
Area (A)	0.4446 m²
Espejo de agua (T)	0.9946 m
Q/g¹/²	0.2970
A³/² / T¹/²	0.2973
Tirante critico (Yc)	0.5520 m
Perimetro (P)	1.6751 m
Radio hidraulico (R)	0.2654 m
Velocidad (V)	2.0923 m/s
Numero de Froude (F)	0.999
Energia Especifica (E)	0.7752 Kg/m²
Pendiente critica (Sc)	0.00434 m/m

Critico

$$F = \frac{v}{\sqrt{g \frac{A}{T}}}$$

$$F = \frac{Q}{\frac{A}{\sqrt{g \frac{A}{T}}}} \quad F = 1, \text{flujo critico}$$

$$\frac{Q}{\sqrt{g}} = \frac{A^{\frac{3}{2}}}{T^{\frac{1}{2}}}$$

Calculo hidraulico alcantarilla N°8 seccion circular

Datos:

Caudal (Q)	0.186	[m³/s]
Diametro (D)	1	m
Pendiente (S)	0.01	m/m
Manning (n)	0.013	

$$Q = \frac{1}{n} * \left(\frac{A^5}{P^2} \right)^{1/3} * S^{1/2} \quad \frac{Qn}{\sqrt{S}} = AR^{\frac{2}{3}}$$

$$A = \frac{D^2}{8} * (\theta \text{ rad} - \text{sen } \theta) \quad P = \frac{D * \theta \text{ rad}}{2}$$

$$\theta = 2 \arccos \left(\frac{D - 2Y}{D} \right)$$

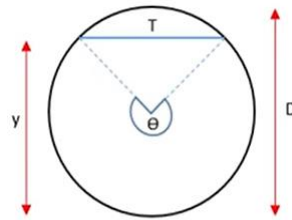
$$R = \frac{A}{P}$$

$$y = \frac{D}{2} (1 - \cos \frac{\theta}{2})$$

$$T = D \text{sen } \frac{\theta}{2}$$

$$E = y + \frac{v^2}{2g}$$

$$F = \frac{v}{\sqrt{g \frac{A}{T}}}$$



Ω asum	102.8510226 en grados
Area (A)	1.795089 rad
Perimetro (P)	0.1025 m²
Radio hidraulico (R)	0.8975 m
Qn/s¹/²	0.1142 m
AR²/³	0.02414
Tirante normal (Y)	0.02413
Espejo de agua (T)	0.1882 m
Velocidad (V)	0.7818 m
Numero de Froude (F)	1.8117 m/s
Energia Especifica (E)	1.597
Fuerza tractiva (t)	0.3555 m
	1.142 Kg/m²

Supercritico

Calculo del tirante critico en tuberias parcialmente llenas

Ω asum	2.046013
Area (A)	0.1446 m²
Espejo de agua (T)	0.8537 m
Q/g¹/²	0.0593
A³/² / T¹/²	0.0595
Tirante critico (Yc)	0.2396 m
Perimetro (P)	1.0230 m
Radio hidraulico (R)	0.1414 m
Velocidad (V)	1.2844 m/s
Numero de Froude (F)	1.000000
Energia Especifica (E)	0.3237 Kg/m²
Pendiente critica (Sc)	0.00378 m/m

Critico

$$F = \frac{v}{\sqrt{g \frac{A}{T}}} \quad F = 1, \text{flujo critico}$$

$$F = \frac{Q}{\sqrt{g \frac{A^3}{T}}} \quad \frac{Q}{\sqrt{g}} = \frac{A^{3/2}}{T^{1/2}}$$

Calculo hidraulico alcantarilla N°9 seccion circular

Datos:

Caudal (Q)	0.187	[m³/s]
Diametro (D)	1	m
Pendiente (S)	0.02	m/m
Manning (n)	0.013	

$$Q = \frac{1}{n} * \left(\frac{A^5}{P^2} \right)^{1/3} * S^{1/2} \quad \frac{Qn}{\sqrt{S}} = AR^{\frac{2}{3}}$$

$$A = \frac{D^2}{8} * (\theta \text{ rad} - \text{sen } \theta) \quad P = \frac{D * \theta \text{ rad}}{2}$$

$$\theta = 2 \arccos \left(\frac{D - 2Y}{D} \right)$$

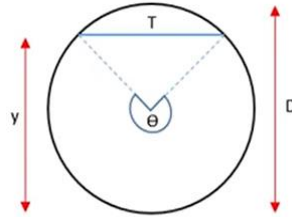
$$R = \frac{A}{P}$$

$$y = \frac{D}{2} (1 - \cos \frac{\theta}{2})$$

$$T = D \text{sen } \frac{\theta}{2}$$

$$E = y + \frac{v^2}{2g}$$

$$F = \frac{v}{\sqrt{g \frac{A}{T}}}$$



Ω asum	94.12725219 en grados
Area (A)	1.642830 rad
Perimetro (P)	0.0807 m²
Radio hidraulico (R)	0.8214 m
Qn/s¹/²	0.0982 m
AR²/³	0.01717
Tirante normal (Y)	0.01717
Espejo de agua (T)	0.1594 m
Velocidad (V)	0.7321 m
Numero de Froude (F)	2.3147 m/s
Energia Especifica (E)	2.226
Fuerza tractiva (t)	0.4325 m
	1.964 Kg/m²

Supercritico

Calculo del tirante critico en tuberias parcialmente llenas

Ω asum	2.050056
Area (A)	0.1453 m²
Espejo de agua (T)	0.8547 m
Q/g¹/²	0.0596
A³/² / T¹/²	0.0599
Tirante critico (Yc)	0.2405 m
Perimetro (P)	1.0250 m
Radio hidraulico (R)	0.1418 m
Velocidad (V)	1.2849 m/s
Numero de Froude (F)	0.9948
Energia Especifica (E)	0.3246 Kg/m²
Pendiente critica (Sc)	0.00377 m/m

Critico

$$F = \frac{v}{\sqrt{g \frac{A}{T}}}$$

$$F = \frac{Q}{\sqrt{g \frac{A^3}{T}}} \quad F = 1, \text{flujo critico}$$

$$\frac{Q}{\sqrt{g}} = \frac{A^{\frac{3}{2}}}{T^{\frac{1}{2}}}$$

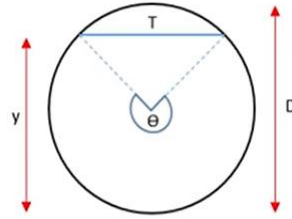
Calculo hidraulico alcantarilla N°10 seccion circular

Datos:

Caudal (Q)	0.611	[m³/s]
Diametro (D)	1	m
Pendiente (S)	0.02	m/m
Manning (n)	0.013	

$$Q = \frac{1}{n} * \left(\frac{A^5}{P^2} \right)^{1/3} * S^{1/2}$$

$$\frac{Qn}{\sqrt{S}} = AR^{\frac{2}{3}}$$



$$A = \frac{D^2}{8} * (\theta \text{ rad} - \text{sen } \theta) \quad P = \frac{D * \theta \text{ rad}}{2}$$

$$\theta = 2 \arccos \left(\frac{D - 2Y}{D} \right)$$

$$R = \frac{A}{P}$$

$$y = \frac{D}{2} (1 - \cos \frac{\theta}{2})$$

$$T = D \text{sen } \frac{\theta}{2}$$

$$E = y + \frac{v^2}{2g}$$

$$F = \frac{v}{\sqrt{g \frac{A}{T}}}$$

Ω asum	129.6918477 en grados
Area (A)	2.263550 rad
Perimetro (P)	0.1868 m²
Radio hidraulico (R)	1.1318 m
Qn/s¹/²	0.1650 m
AR²/³	0.05616
Tirante normal (Y)	0.05619
Espejo de agua (T)	0.2875 m
Velocidad (V)	0.9052 m
Numero de Froude (F)	3.2711 m/s
Energia Especifica (E)	2.299
Fuerza tractiva (t)	0.8328 m
	3.300 Kg/m²

Supercritico

Calculo del tirante critico en tuberias parcialmente llenas

Ω asum	2.912698
Area (A)	0.3357 m²
Espejo de agua (T)	0.9935 m
Q/g¹/²	0.1950
A³/² / T¹/²	0.1952
Tirante critico (Yc)	0.4429 m
Perimetro (P)	1.4563 m
Radio hidraulico (R)	0.2305 m
Velocidad (V)	1.8196 m/s
Numero de Froude (F)	0.9994
Energia Especifica (E)	0.6117 Kg/m²
Pendiente critica (Sc)	0.00396 m/m

Critico

$$F = \frac{v}{\sqrt{g \frac{A}{T}}}$$

$$F = \frac{Q}{\frac{A}{\sqrt{g \frac{A}{T}}}} \quad F = 1, \text{flujo critico}$$

$$\frac{Q}{\sqrt{g}} = \frac{A^{\frac{3}{2}}}{T^{\frac{1}{2}}}$$

Calculo hidraulico alcantarilla N°11 seccion circular

Datos:

Caudal (Q)	0.600	[m³/s]
Diametro (D)	1	m
Pendiente (S)	0.02	m/m
Manning (n)	0.013	

$$Q = \frac{1}{n} * \left(\frac{A^5}{P^2} \right)^{\frac{1}{3}} * S^{\frac{1}{2}} \quad \frac{Qn}{\sqrt{S}} = AR^{\frac{2}{3}}$$

$$A = \frac{D^2}{8} * (\theta \text{ rad} - \text{sen } \theta) \quad P = \frac{D * \theta \text{ rad}}{2}$$

$$\theta = 2 \arccos \left(\frac{D - 2Y}{D} \right)$$

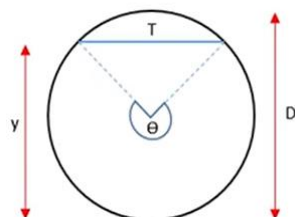
$$R = \frac{A}{P}$$

$$y = \frac{D}{2} (1 - \cos \frac{\theta}{2})$$

$$T = D \text{sen } \frac{\theta}{2}$$

$$E = y + \frac{v^2}{2g}$$

$$F = \frac{v}{\sqrt{g \frac{A}{T}}}$$



Ω asum	128.9946467 en grados
Area (A)	2.251381 rad
Perimetro (P)	0.1843 m²
Radio hidraulico (R)	1.1257 m
Qn/s¹/²	0.1637 m
AR²/³	0.05516
Tirante normal (Y)	0.05514
Espejo de agua (T)	0.2847 m
Velocidad (V)	0.9026 m
Numero de Froude (F)	3.2565 m/s
Energia Especifica (E)	2.301
Fuerza tractiva (t)	0.8252 m
	3.274 Kg/m²

Supercritico

Calculo del tirante critico en tuberias parcialmente llenas

Ω asum	2.896574
Area (A)	0.3317 m²
Espejo de agua (T)	0.9925 m
Q/g¹/²	0.1916
A³/² / T¹/²	0.1918
Tirante critico (Yc)	0.4389 m
Perimetro (P)	1.4483 m
Radio hidraulico (R)	0.2291 m
Velocidad (V)	1.8088 m/s
Numero de Froude (F)	0.99889
Energia Especifica (E)	0.6057 Kg/m²
Pendiente critica (Sc)	0.00394 m/m

Critico

$$F = \frac{v}{\sqrt{g \frac{A}{T}}} \quad F = 1, \text{flujo critico}$$

$$F = \frac{Q}{\frac{A}{\sqrt{g \frac{A}{T}}}}$$

$$\frac{Q}{\sqrt{g}} = \frac{A^{\frac{3}{2}}}{T^{\frac{1}{2}}}$$

Calculo hidraulico alcantarilla N°12 seccion circular

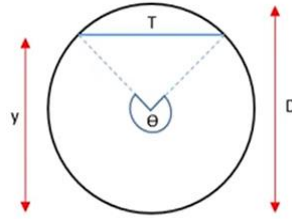
Datos:

Caudal (Q)	0.753	[m³/s]
Diametro (D)	1	m
Pendiente (S)	0.02	m/m
Manning (n)	0.013	

$$Q = \frac{1}{n} * \left(\frac{A^5}{P^2} \right)^{1/3} * S^{1/2} \quad \frac{Qn}{\sqrt{S}} = AR^{\frac{2}{3}}$$

$$A = \frac{D^2}{8} * (\theta \text{ rad} - \text{sen } \theta) \quad P = \frac{D * \theta \text{ rad}}{2}$$

$$\theta = 2 \text{arcCos} \left(\frac{D - 2Y}{D} \right)$$



Ω asum	137.8984635 en grados
Area (A)	2.406782 m²
Perimetro (P)	1.2034 m
Radio hidraulico (R)	0.1804 m
Qn/s¹/²	0.06925
AR²/³	0.06928
Tirante normal (Y)	0.3204 m
Espejo de agua (T)	0.9333 m
Velocidad (V)	3.4712 m/s
Numero de Froude (F)	2.298
Energia Especifica (E)	0.9345 m
Fuerza tractiva (t)	3.607 Kg/m²

Supercritico

$$R = \frac{A}{P}$$

$$y = \frac{D}{2} (1 - \cos \frac{\theta}{2})$$

$$T = D \text{sen} \frac{\theta}{2}$$

$$E = y + \frac{v^2}{2g}$$

$$F = \frac{v}{\sqrt{g \frac{A}{T}}}$$

Calculo del tirante critico en tuberias parcialmente llenas

Ω asum	3.118054
Area (A)	0.3868 m²
Espejo de agua (T)	0.9999 m
Q/g¹/²	0.2405
A³/² / T¹/²	0.2406
Tirante critico (Yc)	0.4941 m
Perimetro (P)	1.5590 m
Radio hidraulico (R)	0.2481 m
Velocidad (V)	1.9477 m/s
Numero de Froude (F)	0.9998
Energia Especifica (E)	0.6875 Kg/m²
Pendiente critica (Sc)	0.00411 m/m

Critico

$$F = \frac{v}{\sqrt{g \frac{A}{T}}}$$

$$F = \frac{Q}{\sqrt{g \frac{A^3}{T}}} \quad F = 1, \text{flujo critico}$$

$$\frac{Q}{\sqrt{g}} = \frac{A^{\frac{3}{2}}}{T^{\frac{1}{2}}}$$

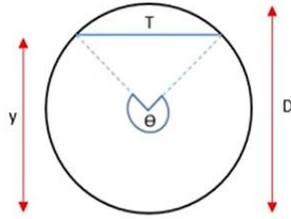
Calculo hidraulico alcantarilla N°13 seccion circular

Datos:

Caudal (Q)	0.270	[m³/s]
Diametro (D)	1	m
Pendiente (S)	0.05	m/m
Manning (n)	0.013	

$$Q = \frac{1}{n} * \left(\frac{A^5}{P^2} \right)^{1/3} * S^{1/2}$$

$$\frac{Qn}{\sqrt{S}} = AR^{\frac{2}{3}}$$



$$A = \frac{D^2}{8} * (\theta \text{ rad} - \text{sen } \theta) \quad P = \frac{D * \theta \text{ rad}}{2}$$

$$\theta = 2 \arccos \left(\frac{D - 2Y}{D} \right)$$

$$R = \frac{A}{P}$$

$$y = \frac{D}{2} (1 - \cos \frac{\theta}{2})$$

$$T = D \text{sen } \frac{\theta}{2}$$

$$E = y + \frac{v^2}{2g}$$

$$F = \frac{v}{\sqrt{g \frac{A}{T}}}$$

Ω asum	92.00207356 en grados
Area (A)	1.605739 rad
Perimetro (P)	0.0758 m²
Radio hidraulico (R)	0.8029 m
Qn/s¹/²	0.0944 m
AR²/³	0.01569
Tirante normal (Y)	0.01571
Espejo de agua (T)	0.1527 m
Velocidad (V)	0.7194 m
Numero de Froude (F)	3.5597 m/s
Energia Especifica (E)	3.501
Fuerza tractiva (t)	0.7985 m
	4.720 Kg/m²

Supercritico

Calculo del tirante critico en tuberias parcialmente llenas

Ω asum	2.276082
Area (A)	0.1893 m²
Espejo de agua (T)	0.9078 m
Q/g¹/²	0.0861
A³/² / T¹/²	0.0865
Tirante critico (Yc)	0.2903 m
Perimetro (P)	1.1380 m
Radio hidraulico (R)	0.1664 m
Velocidad (V)	1.425 m/s
Numero de Froude (F)	0.9962
Energia Especifica (E)	0.3938 Kg/m²
Pendiente critica (Sc)	0.00375 m/m

Critico

$$F = \frac{v}{\sqrt{g \frac{A}{T}}}$$

$$F = \frac{Q}{\sqrt{g \frac{A^3}{T}}}$$

$$\frac{Q}{\sqrt{g}} = \frac{A^{\frac{3}{2}}}{T^{\frac{1}{2}}}$$

F = 1, flujo critico

Calculo hidraulico alcantarilla N°14 seccion circular

Datos:

Caudal (Q)	0.311	[m³/s]
Diametro (D)	1	m
Pendiente (S)	0.04	m/m
Manning (n)	0.013	

$$Q = \frac{1}{n} * \left(\frac{A^5}{P^2} \right)^{\frac{1}{3}} * S^{\frac{1}{2}} \quad \frac{Qn}{\sqrt{S}} = AR^{\frac{2}{3}}$$

$$A = \frac{D^2}{8} * (\theta \text{ rad} - \text{sen } \theta) \quad P = \frac{D * \theta \text{ rad}}{2}$$

$$\theta = 2 \arccos \left(\frac{D - 2Y}{D} \right)$$

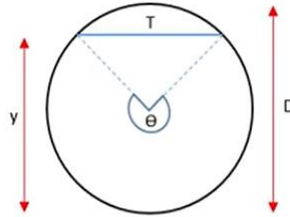
$$R = \frac{A}{P}$$

$$y = \frac{D}{2} (1 - \cos \frac{\theta}{2})$$

$$T = D \text{sen } \frac{\theta}{2}$$

$$E = y + \frac{v^2}{2g}$$

$$F = \frac{v}{\sqrt{g \frac{A}{T}}}$$



Ω asum	98.2141066 en grados
Area (A)	1.714160 rad
Perimetro (P)	0.0906 m²
Radio hidraulico (R)	0.8571 m
Qn/s¹/²	0.1057 m
AR²/³	0.02023
Tirante normal (Y)	0.02024
Espejo de agua (T)	0.1727 m
Velocidad (V)	0.7559 m
Numero de Froude (F)	3.4367 m/s
Energia Especifica (E)	3.170
Fuerza tractiva (t)	0.7747 m
	4.226 Kg/m²

Supercritico

Calculo del tirante critico en tuberias parcialmente llenas

Ω asum	2.371124
Area (A)	0.2093 m²
Espejo de agua (T)	0.9267 m
Q/g¹/²	0.0994
A³/² / T¹/²	0.0995
Tirante critico (Yc)	0.3121 m
Perimetro (P)	1.1856 m
Radio hidraulico (R)	0.1766 m
Velocidad (V)	1.4866 m/s
Numero de Froude (F)	0.9987
Energia Especifica (E)	0.4248 Kg/m²
Pendiente critica (Sc)	0.00377 m/m

Critico

$$F = \frac{v}{\sqrt{g \frac{A}{T}}}$$

$$F = \frac{Q}{\sqrt{g \frac{A^3}{T}}} \quad F = 1, \text{flujo critico}$$

$$\frac{Q}{\sqrt{g}} = \frac{A^{\frac{3}{2}}}{T^{\frac{1}{2}}}$$

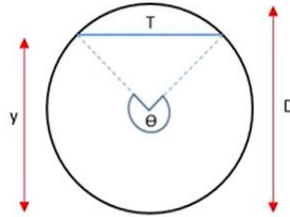
Calculo hidraulico alcantarilla N°15 seccion circular

Datos:

Caudal (Q)	0.414	[m³/s]
Diametro (D)	1	m
Pendiente (S)	0.04	m/m
Manning (n)	0.013	

$$Q = \frac{1}{n} * \left(\frac{A^5}{P^2} \right)^{\frac{1}{3}} * S^{\frac{1}{2}}$$

$$\frac{Qn}{\sqrt{S}} = AR^{\frac{2}{3}}$$



$$A = \frac{D^2}{8} * (\theta \text{ rad} - \text{sen } \theta) \quad P = \frac{D * \theta \text{ rad}}{2}$$

$$\theta = 2 \text{arcCos} \left(\frac{D - 2Y}{D} \right)$$

$$R = \frac{A}{P}$$

$$y = \frac{D}{2} (1 - \cos \frac{\theta}{2})$$

$$T = D \text{sen} \frac{\theta}{2}$$

$$E = y + \frac{v^2}{2g}$$

$$F = \frac{v}{\sqrt{g \frac{A}{T}}}$$

Ω asum	105.80698 en grados
Area (A)	1.846680 rad
Perimetro (P)	0.1106 m²
Radio hidraulico (R)	0.9233 m
Qn/s¹/²	0.1197 m
AR²/³	0.02688
Tirante normal (Y)	0.02686
Espejo de agua (T)	0.1984 m
Velocidad (V)	0.7976 m
Numero de Froude (F)	3.7400 m/s
Energia Especifica (E)	3.207
Fuerza tractiva (t)	0.9113 m
	4.790 Kg/m²

Supercritico

Calculo del tirante critico en tuberias parcialmente llenas

Ω asum	2.582489
Area (A)	0.2565 m²
Espejo de agua (T)	0.9612 m
Q/g¹/²	0.1320
A³/² / T¹/²	0.1325
Tirante critico (Yc)	0.3620 m
Perimetro (P)	1.2912 m
Radio hidraulico (R)	0.1987 m
Velocidad (V)	1.612 m/s
Numero de Froude (F)	0.9963
Energia Especifica (E)	0.4945 Kg/m²
Pendiente critica (Sc)	0.00379 m/m

Critico

$$F = \frac{v}{\sqrt{g \frac{A}{T}}}$$

$$F = \frac{Q}{\sqrt{g \frac{A^3}{T}}}$$

$$\frac{Q}{\sqrt{g}} = \frac{A^{\frac{3}{2}}}{T^{\frac{1}{2}}}$$

F = 1, flujo critico

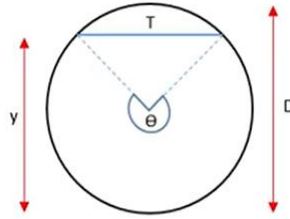
Calculo hidraulico alcantarilla N°16 seccion circular

Datos:

Caudal (Q)	0.232	[m³/s]
Diametro (D)	1	m
Pendiente (S)	0.01	m/m
Manning (n)	0.013	

$$Q = \frac{1}{n} * \left(\frac{A^5}{P^2} \right)^{\frac{1}{3}} * S^{\frac{1}{2}}$$

$$\frac{Qn}{\sqrt{S}} = AR^{\frac{2}{3}}$$



$$A = \frac{D^2}{8} * (\theta \text{ rad} - \text{sen } \theta) \quad P = \frac{D * \theta \text{ rad}}{2}$$

$$\theta = 2 \text{arcCos} \left(\frac{D - 2Y}{D} \right)$$

$$R = \frac{A}{P}$$

$$y = \frac{D}{2} (1 - \cos \frac{\theta}{2})$$

$$T = D \text{sen } \frac{\theta}{2}$$

$$E = y + \frac{v^2}{2g}$$

$$F = \frac{v}{\sqrt{g \frac{A}{T}}}$$

Ω asum	109.0908168 en grados
Area (A)	1.903994 rad
Perimetro (P)	0.1199 m²
Radio hidraulico (R)	0.9520 m
Qn/s¹/²	0.1259 m
AR²/³	0.03012
Tirante normal (Y)	0.03012
Espejo de agua (T)	0.2100 m
Velocidad (V)	0.8146 m
Numero de Froude (F)	1.9328 m/s
Energia Especifica (E)	1.609
Fuerza tractiva (t)	0.4004 m
	1.259 Kg/m²

Supercritico

Calculo del tirante critico en tuberias parcialmente llenas

Ω asum	2.176973
Area (A)	0.1694 m²
Espejo de agua (T)	0.8859 m
Q/g¹/²	0.0740
A³/² / T¹/²	0.0741
Tirante critico (Yc)	0.2681 m
Perimetro (P)	1.0885 m
Radio hidraulico (R)	0.1556 m
Velocidad (V)	1.3678 m/s
Numero de Froude (F)	0.9987
Energia Especifica (E)	0.3634 Kg/m²
Pendiente critica (Sc)	0.00378 m/m

Critico

$$F = \frac{v}{\sqrt{g \frac{A}{T}}}$$

$$F = \frac{Q}{\sqrt{g \frac{A^3}{T}}}$$

$$\frac{Q}{\sqrt{g}} = \frac{A^{\frac{3}{2}}}{T^{\frac{1}{2}}}$$

F = 1, flujo critico

Calculo hidraulico alcantarilla N°17 seccion circular

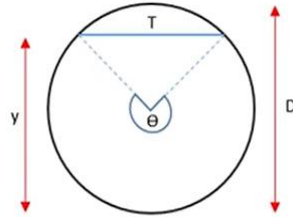
Datos:

Caudal (Q)	0.131	[m³/s]
Diametro (D)	1	m
Pendiente (S)	0.06	m/m
Manning (n)	0.013	

$$Q = \frac{1}{n} * \left(\frac{A^5}{P^2} \right)^{1/3} * S^{1/2} \quad \frac{Qn}{\sqrt{S}} = AR^{\frac{2}{3}}$$

$$A = \frac{D^2}{8} * (\theta \text{ rad} - \text{sen } \theta) \quad P = \frac{D * \theta \text{ rad}}{2}$$

$$\theta = 2 \arccos \left(\frac{D - 2Y}{D} \right)$$



Ω asum	74.86455788 en grados
Area (A)	1.306633 m²
Perimetro (P)	0.6533 m
Radio hidraulico (R)	0.0653 m
Qn/s¹/²	0.00694
AR²/³	0.00692
Tirante normal (Y)	0.1030 m
Espejo de agua (T)	0.6078 m
Velocidad (V)	3.0644 m/s
Numero de Froude (F)	3.693
Energia Especifica (E)	0.5816 m
Fuerza tractiva (t)	3.918 Kg/m²

Supercritico

$$R = \frac{A}{P}$$

$$y = \frac{D}{2} (1 - \cos \frac{\theta}{2})$$

$$T = D \text{sen } \frac{\theta}{2}$$

$$E = y + \frac{v^2}{2g}$$

$$F = \frac{v}{\sqrt{g \frac{A}{T}}}$$

Calculo del tirante critico en tuberias parcialmente llenas

Ω asum	1.855038
Area (A)	0.1119 m²
Espejo de agua (T)	0.8001 m
Q/g¹/²	0.0417
A³/² / T¹/²	0.0418
Tirante critico (Yc)	0.2001 m
Perimetro (P)	0.9275 m
Radio hidraulico (R)	0.1206 m
Velocidad (V)	1.1684 m/s
Numero de Froude (F)	0.9975
Energia Especifica (E)	0.2697 Kg/m²
Pendiente critica (Sc)	0.00387 m/m

Critico

$$F = \frac{v}{\sqrt{g \frac{A}{T}}}$$

$$F = \frac{Q}{\sqrt{g \frac{A^3}{T}}} \quad F = 1, \text{flujo critico}$$

$$\frac{Q}{\sqrt{g}} = \frac{A^{3/2}}{T^{1/2}}$$

Calculo hidraulico alcantarilla N°18 seccion boveda 3 x3.3 m

Datos

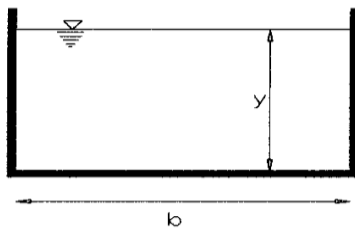
$$b \text{ (m)} = 3$$

$$h \text{ (m)} = 3.3$$

$$s = 0.01$$

$$n = 0.03$$

$$Q \text{ (m}^3\text{/s)} = 11.349$$



RECTANGULAR

$$Q = AV$$

$$\frac{Q}{A} = V$$

$$V = \frac{1}{n} R_h^{2/3} s^{1/2}$$

$$\left(\frac{Q * n}{\sqrt{s}} \right)^3 = R_h^{2/3}$$

$$Y_n \text{ (m)} = 1.406$$

$$A \text{ (m}^2\text{)} = 4.217$$

$$P \text{ (m)} = 5.811$$

$$R_h \text{ (m)} = 0.726$$

$$V \text{ (m/s)} = 2.692$$

$$Q_{CAL.} \text{ (m}^3\text{/s)} = 11.349$$

$$E \text{ (mkg/kg)} = 1.775$$

$$T \text{ (m)} = 3.000$$

$$f = 0.7249$$

$$i_c \text{ (m/m)} = 0.010$$

$$Y_c \text{ (m)} = 1.501$$

$$R_h = \frac{A}{P}$$

$$A = by$$

$$P = b + 2y$$

Subcritico

$$\left(\frac{Qn}{s^{(1/2)}} \right)^3 (b + 2y)^2 - (by)^5 = 0$$

$$39,471 \frac{m^5}{s} (2m + 2Y)^2 - (2m * Y)^5 = 0$$

Calculo hidraulico alcantarilla N°19 seccion circular

Datos:

Caudal (Q)	0.683	[m³/s]
Diametro (D)	1	m
Pendiente (S)	0.03	m/m
Manning (n)	0.013	

$$Q = \frac{1}{n} * \left(\frac{A^5}{P^2} \right)^{1/3} * S^{1/2} \quad \frac{Qn}{\sqrt{S}} = AR^{\frac{2}{3}}$$

$$A = \frac{D^2}{8} * (\theta \text{ rad} - \text{sen } \theta) \quad P = \frac{D * \theta \text{ rad}}{2}$$

$$\theta = 2 \arccos \left(\frac{D - 2Y}{D} \right)$$

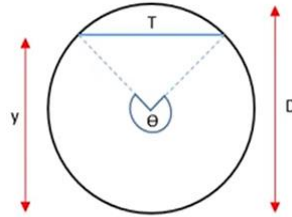
$$R = \frac{A}{P}$$

$$y = \frac{D}{2} (1 - \cos \frac{\theta}{2})$$

$$T = D \text{sen } \frac{\theta}{2}$$

$$E = y + \frac{v^2}{2g}$$

$$F = \frac{v}{\sqrt{g \frac{A}{T}}}$$



Ω asum	126.3149811 en grados
Area (A)	2.204612 rad
Perimetro (P)	0.1749 m²
Radio hidraulico (R)	1.1023 m
Qn/s¹/²	0.1586 m
AR²/³	0.05125
Tirante normal (Y)	0.05124
Espejo de agua (T)	0.2742 m
Velocidad (V)	0.8923 m
Numero de Froude (F)	3.9055 m/s
Energia Especifica (E)	2.817
Fuerza tractiva (t)	1.0516 m
	4.759 Kg/m²

Supercritico

Calculo del tirante critico en tuberias parcialmente llenas

Ω asum	3.020504
Area (A)	0.3625 m²
Espejo de agua (T)	0.9982 m
Q/g¹/²	0.2180
A³/² / T¹/²	0.2184
Tirante critico (Yc)	0.4697 m
Perimetro (P)	1.5103 m
Radio hidraulico (R)	0.24 m
Velocidad (V)	1.884 m/s
Numero de Froude (F)	0.9982
Energia Especifica (E)	0.6507 Kg/m²
Pendiente critica (Sc)	0.00402 m/m

Critico

$$F = \frac{v}{\sqrt{g \frac{A}{T}}}$$

$$F = \frac{Q}{\sqrt{g \frac{A^3}{T}}}$$

$$\frac{Q}{\sqrt{g}} = \frac{A^{3/2}}{T^{1/2}}$$

F = 1, flujo critico

Calculo hidraulico alcantarilla N°20 seccion circular

Datos:

Caudal (Q)	0.356	[m³/s]
Diametro (D)	1	m
Pendiente (S)	0.04	m/m
Manning (n)	0.013	

$$Q = \frac{1}{n} * \left(\frac{A^5}{P^2} \right)^{1/3} * S^{1/2} \quad \frac{Qn}{\sqrt{S}} = AR^{\frac{2}{3}}$$

$$A = \frac{D^2}{8} * (\theta \text{ rad} - \text{sen } \theta) \quad P = \frac{D * \theta \text{ rad}}{2}$$

$$\theta = 2 \arccos \left(\frac{D - 2Y}{D} \right)$$

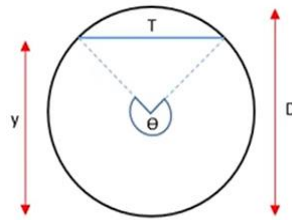
$$R = \frac{A}{P}$$

$$y = \frac{D}{2} (1 - \cos \frac{\theta}{2})$$

$$T = D \text{sen } \frac{\theta}{2}$$

$$E = y + \frac{v^2}{2g}$$

$$F = \frac{v}{\sqrt{g \frac{A}{T}}}$$



Ω asum	101.6983248 en grados
Area (A)	1.774971 rad
Perimetro (P)	0.0995 m²
Radio hidraulico (R)	0.8875 m
Qn/s¹/²	0.1121 m
AR²/³	0.02312
Tirante normal (Y)	0.02312
Espejo de agua (T)	0.1843 m
Velocidad (V)	0.7755 m
Numero de Froude (F)	3.5753 m/s
Energia Especifica (E)	3.187
Fuerza tractiva (t)	0.8358 m
	4.483 Kg/m²

Supercritico

Calculo del tirante critico en tuberias parcialmente llenas

Ω asum	2.467354
Area (A)	0.2304 m²
Espejo de agua (T)	0.9437 m
Q/g¹/²	0.1135
A³/² / T¹/²	0.1138
Tirante critico (Yc)	0.3346 m
Perimetro (P)	1.2337 m
Radio hidraulico (R)	0.1867 m
Velocidad (V)	1.5436 m/s
Numero de Froude (F)	0.9975
Energia Especifica (E)	0.4561 Kg/m²
Pendiente critica (Sc)	0.00377 m/m

Critico

$$F = \frac{v}{\sqrt{g \frac{A}{T}}}$$

$$F = \frac{Q}{\sqrt{g \frac{A^3}{T}}}$$

$$\frac{Q}{\sqrt{g}} = \frac{A^{3/2}}{T^{1/2}}$$

F = 1, flujo critico

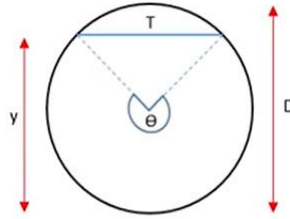
Calculo hidraulico alcantarilla N°21 seccion circular

Datos:

Caudal (Q)	0.799	[m³/s]
Diametro (D)	1	m
Pendiente (S)	0.02	m/m
Manning (n)	0.013	

$$Q = \frac{1}{n} * \left(\frac{A^5}{P^2} \right)^{1/3} * S^{1/2}$$

$$\frac{Qn}{\sqrt{S}} = AR^{\frac{2}{3}}$$



$$A = \frac{D^2}{8} * (\theta \text{ rad} - \text{sen } \theta) \quad P = \frac{D * \theta \text{ rad}}{2}$$

$$\theta = 2 \text{arcCos} \left(\frac{D - 2Y}{D} \right)$$

$$R = \frac{A}{P}$$

$$y = \frac{D}{2} (1 - \cos \frac{\theta}{2})$$

$$T = D \text{sen} \frac{\theta}{2}$$

$$E = y + \frac{v^2}{2g}$$

$$F = \frac{v}{\sqrt{g \frac{A}{T}}}$$

Ω asum	140.3131478 en grados
Area (A)	2.448926 rad
Perimetro (P)	0.2263 m²
Radio hidraulico (R)	1.2245 m
Qn/s¹/²	0.1848 m
AR²/³	0.07344
Tirante normal (Y)	0.07342
Espejo de agua (T)	0.3303 m
Velocidad (V)	0.9406 m
Numero de Froude (F)	3.5304 m/s
Energia Especifica (E)	2.298
Fuerza tractiva (t)	0.9655 m
	3.696 Kg/m²

Supercritico

Calculo del tirante critico en tuberias parcialmente llenas

Ω asum	3.180398
Area (A)	0.4024 m²
Espejo de agua (T)	0.9998 m
Q/g¹/²	0.2551
A³/² / T¹/²	0.2553
Tirante critico (Yc)	0.5097 m
Perimetro (P)	1.5902 m
Radio hidraulico (R)	0.253 m
Velocidad (V)	1.9854 m/s
Numero de Froude (F)	0.9992
Energia Especifica (E)	0.7106 Kg/m²
Pendiente critica (Sc)	0.00416 m/m

Critico

$$F = \frac{v}{\sqrt{g \frac{A}{T}}}$$

$$F = \frac{Q}{\sqrt{g \frac{A^3}{T}}} \quad F = 1, \text{flujo critico}$$

$$\frac{Q}{\sqrt{g}} = \frac{A^{3/2}}{T^{1/2}}$$

Calculo hidraulico alcantarilla N°22 seccion circular

Datos:

Caudal (Q)	1.146	[m³/s]
Diametro (D)	1	m
Pendiente (S)	0.01	m/m
Manning (n)	0.013	

$$Q = \frac{1}{n} * \left(\frac{A^5}{P^2} \right)^{1/3} * S^{1/2} \quad \frac{Qn}{\sqrt{S}} = AR^{\frac{2}{3}}$$

$$A = \frac{D^2}{8} * (\theta \text{ rad} - \text{sen } \theta) \quad P = \frac{D * \theta \text{ rad}}{2}$$

$$\theta = 2 \arccos \left(\frac{D - 2Y}{D} \right)$$

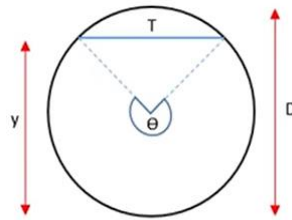
$$R = \frac{A}{P}$$

$$y = \frac{D}{2} (1 - \cos \frac{\theta}{2})$$

$$T = D \text{sen } \frac{\theta}{2}$$

$$E = y + \frac{v^2}{2g}$$

$$F = \frac{v}{\sqrt{g \frac{A}{T}}}$$



Ω asum	177.0095502 en grados
Area (A)	3.089399 rad
Perimetro (P)	0.3797 m²
Radio hidraulico (R)	1.5447 m
Qn/s¹/²	0.2458 m
AR²/³	0.14895
Tirante normal (Y)	0.14896
Espejo de agua (T)	0.4870 m
Velocidad (V)	0.9997 m
Numero de Froude (F)	3.0180 m/s
Energia Especifica (E)	1.564
Fuerza tractiva (t)	0.9512 m
	2.458 Kg/m²

Supercritico

Calculo del tirante critico en tuberias parcialmente llenas

Ω asum	3.606554
Area (A)	0.5069 m²
Espejo de agua (T)	0.9731 m
Q/g¹/²	0.3658
A³/² / T¹/²	0.3658
Tirante critico (Yc)	0.6152 m
Perimetro (P)	1.8033 m
Radio hidraulico (R)	0.2811 m
Velocidad (V)	2.2606 m/s
Numero de Froude (F)	1.0000
Energia Especifica (E)	0.8757 Kg/m²
Pendiente critica (Sc)	0.00469 m/m

Critico

$$F = \frac{v}{\sqrt{g \frac{A}{T}}}$$

$$F = \frac{Q}{\sqrt{g \frac{A^3}{T}}} \quad F = 1, \text{flujo critico}$$

$$\frac{Q}{\sqrt{g}} = \frac{A^{\frac{3}{2}}}{T^{\frac{1}{2}}}$$

Calculo hidraulico alcantarilla N°23 seccion circular

Datos:

Caudal (Q)	0.209	[m³/s]
Diametro (D)	1	m
Pendiente (S)	0.02	m/m
Manning (n)	0.013	

$$Q = \frac{1}{n} * \left(\frac{A^5}{P^2} \right)^{1/3} * S^{1/2} \quad \frac{Qn}{\sqrt{S}} = AR^{\frac{2}{3}}$$

$$A = \frac{D^2}{8} * (\theta \text{ rad} - \text{sen } \theta) \quad P = \frac{D * \theta \text{ rad}}{2}$$

$$\theta = 2 \arccos \left(\frac{D - 2Y}{D} \right)$$

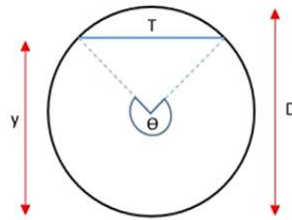
$$R = \frac{A}{P}$$

$$y = \frac{D}{2} (1 - \cos \frac{\theta}{2})$$

$$T = D \text{sen } \frac{\theta}{2}$$

$$E = y + \frac{v^2}{2g}$$

$$F = \frac{v}{\sqrt{g \frac{A}{T}}}$$



Ω asum	96.96295234 en grados
Area (A)	1.692323 rad
Perimetro (P)	0.0875 m²
Radio hidraulico (R)	0.8462 m
Qn/s¹/²	0.1034 m
AR²/³	0.01924
Tirante normal (Y)	0.01926
Espejo de agua (T)	0.1686 m
Velocidad (V)	0.7487 m
Numero de Froude (F)	2.3925 m/s
Energia Especifica (E)	2.235
Fuerza tractiva (t)	0.4603 m
	2.067 Kg/m²

Supercritico

Calculo del tirante critico en tuberias parcialmente llenas

Ω asum	2.114351
Area (A)	0.1573 m²
Espejo de agua (T)	0.8710 m
Q/g¹/²	0.0668
A³/² / T¹/²	0.0669
Tirante critico (Yc)	0.2543 m
Perimetro (P)	1.0572 m
Radio hidraulico (R)	0.1488 m
Velocidad (V)	1.3302 m/s
Numero de Froude (F)	0.9993
Energia Especifica (E)	0.3445 Kg/m²
Pendiente critica (Sc)	0.00379 m/m

Critico

$$F = \frac{v}{\sqrt{g \frac{A}{T}}}$$

$$F = \frac{Q}{\frac{A}{\sqrt{g \frac{A}{T}}}} \quad F = 1, \text{flujo critico}$$

$$\frac{Q}{\sqrt{g}} = \frac{A^{\frac{3}{2}}}{T^{\frac{1}{2}}}$$

Calculo hidraulico alcantarilla N°24 seccion circular

Datos:

Caudal (Q)	0.335	[m³/s]
Diametro (D)	1	m
Pendiente (S)	0.03	m/m
Manning (n)	0.013	

$$Q = \frac{1}{n} * \left(\frac{A^5}{P^2} \right)^{1/3} * S^{1/2} \quad \frac{Qn}{\sqrt{S}} = AR^{\frac{2}{3}}$$

$$A = \frac{D^2}{8} * (\theta \text{ rad} - \text{sen } \theta) \quad P = \frac{D * \theta \text{ rad}}{2}$$

$$\theta = 2 \arccos \left(\frac{D - 2Y}{D} \right)$$

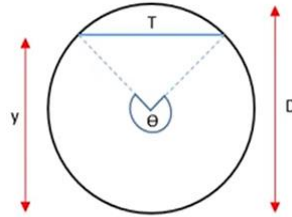
$$R = \frac{A}{P}$$

$$y = \frac{D}{2} (1 - \cos \frac{\theta}{2})$$

$$T = D \text{sen } \frac{\theta}{2}$$

$$E = y + \frac{v^2}{2g}$$

$$F = \frac{v}{\sqrt{g \frac{A}{T}}}$$



Ω asum	103.9343631 en grados
Ω asum	1.813997 rad
Area (A)	0.1054 m²
Perimetro (P)	0.9070 m
Radio hidraulico (R)	0.1162 m
Qn/s¹/²	0.02514
AR²/³	0.02511
Tirante normal (Y)	0.1919 m
Espejo de agua (T)	0.7877 m
Velocidad (V)	3.1776 m/s
Numero de Froude (F)	2.773
Energia Especifica (E)	0.7066 m
Fuerza tractiva (t)	3.487 Kg/m²

Supercritico

Calculo del tirante critico en tuberias parcialmente llenas

Ω asum	2.422257
Area (A)	0.2204 m²
Espejo de agua (T)	0.9360 m
Q/g¹/²	0.1070
A³/² / T¹/²	0.1070
Tirante critico (Yc)	0.3240 m
Perimetro (P)	1.2111 m
Radio hidraulico (R)	0.182 m
Velocidad (V)	1.5198 m/s
Numero de Froude (F)	0.9999
Energia Especifica (E)	0.4417 Kg/m²
Pendiente critica (Sc)	0.00378 m/m

Critico

$$F = \frac{v}{\sqrt{g \frac{A}{T}}}$$

$$F = \frac{Q}{\sqrt{g \frac{A^3}{T}}} \quad F = 1, \text{flujo critico}$$

$$\frac{Q}{\sqrt{g}} = \frac{A^{3/2}}{T^{1/2}}$$

Calculo hidraulico alcantarilla N°25 seccion circular

Datos:

Caudal (Q)	1.077	[m³/s]
Diametro (D)	1	m
Pendiente (S)	0.02	m/m
Manning (n)	0.013	

$$Q = \frac{1}{n} * \left(\frac{A^5}{P^2} \right)^{\frac{1}{3}} * S^{\frac{1}{2}} \quad \frac{Qn}{\sqrt{S}} = AR^{\frac{2}{3}}$$

$$A = \frac{D^2}{8} * (\theta \text{ rad} - \text{sen } \theta) \quad P = \frac{D * \theta \text{ rad}}{2}$$

$$\theta = 2 \arccos \left(\frac{D - 2Y}{D} \right)$$

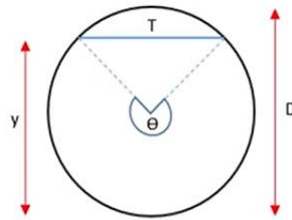
$$R = \frac{A}{P}$$

$$y = \frac{D}{2} (1 - \cos \frac{\theta}{2})$$

$$T = D \text{sen } \frac{\theta}{2}$$

$$E = y + \frac{v^2}{2g}$$

$$F = \frac{v}{\sqrt{g \frac{A}{T}}}$$



Ω asum	153.9618928	en grados
Area (A)	2.687142	rad
Perimetro (P)	0.2810	m²
Radio hidraulico (R)	1.3436	m
Qn/s¹/²	0.2092	m
AR²/³	0.09900	
Tirante normal (Y)	0.09902	
Espejo de agua (T)	0.3874	m
Velocidad (V)	0.9743	m
Numero de Froude (F)	3.8323	m/s
Energia Especifica (E)	2.278	
Fuerza tractiva (t)	1.1359	m
	4.183	Kg/m²

Supercritico

Calculo del tirante critico en tuberias parcialmente llenas

Ω asum	3.527243
Area (A)	0.4879 m²
Espejo de agua (T)	0.9815 m
Q/g¹/²	0.3439
A³/² / T¹/²	0.3440
Tirante critico (Yc)	0.5958 m
Perimetro (P)	1.7636 m
Radio hidraulico (R)	0.2767 m
Velocidad (V)	2.2072 m/s
Numero de Froude (F)	0.9995
Energia Especifica (E)	0.8441 Kg/m²
Pendiente critica (Sc)	0.00457 m/m

Critico

$$F = \frac{v}{\sqrt{g \frac{A}{T}}}$$

$$F = \frac{Q}{\sqrt{g \frac{A^3}{T}}} \quad F = 1, \text{flujo critico}$$

$$\frac{Q}{\sqrt{g}} = \frac{A^{\frac{3}{2}}}{T^{\frac{1}{2}}}$$

Calculo hidraulico alcantarilla N°26 seccion circular

Datos:

Caudal (Q)	0.322	[m³/s]
Diametro (D)	1	m
Pendiente (S)	0.04	m/m
Manning (n)	0.013	

$$Q = \frac{1}{n} * \left(\frac{A^5}{P^2} \right)^{1/3} * S^{1/2} \quad \frac{Qn}{\sqrt{S}} = AR^{\frac{2}{3}}$$

$$A = \frac{D^2}{8} * (\theta \text{ rad} - \text{sen } \theta) \quad P = \frac{D * \theta \text{ rad}}{2}$$

$$\theta = 2 \arccos \left(\frac{D - 2Y}{D} \right)$$

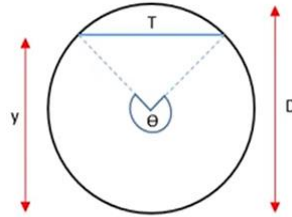
$$R = \frac{A}{P}$$

$$y = \frac{D}{2} (1 - \cos \frac{\theta}{2})$$

$$T = D \text{sen } \frac{\theta}{2}$$

$$E = y + \frac{v^2}{2g}$$

$$F = \frac{v}{\sqrt{g \frac{A}{T}}}$$



Ω asum	99.1377436 en grados
Area (A)	1.730280 rad
Perimetro (P)	0.0929 m²
Radio hidraulico (R)	0.8651 m
Qn/s¹/²	0.1073 m
AR²/³	0.02092
Tirante normal (Y)	0.02098
Espejo de agua (T)	0.1757 m
Velocidad (V)	0.7612 m
Numero de Froude (F)	3.4662 m/s
Energia Especifica (E)	3.168
Fuerza tractiva (t)	0.7881 m
	4.294 Kg/m²

Supercritico

Calculo del tirante critico en tuberias parcialmente llenas

Ω asum	2.394434
Area (A)	0.2144 m²
Espejo de agua (T)	0.9310 m
Q/g¹/²	0.1028
A³/² / T¹/²	0.1029
Tirante critico (Yc)	0.3175 m
Perimetro (P)	1.1972 m
Radio hidraulico (R)	0.179 m
Velocidad (V)	1.5017 m/s
Numero de Froude (F)	0.9992
Energia Especifica (E)	0.4325 Kg/m²
Pendiente critica (Sc)	0.00378 m/m

Critico

$$F = \frac{v}{\sqrt{g \frac{A}{T}}}$$

$$F = \frac{Q}{\sqrt{g \frac{A^3}{T}}}$$

$$\frac{Q}{\sqrt{g}} = \frac{A^{\frac{3}{2}}}{T^{\frac{1}{2}}}$$

F = 1, flujo critico

Calculo hidraulico alcantarilla N°27 seccion circular

Datos:

Caudal (Q)	0.292	[m³/s]
Diametro (D)	1	m
Pendiente (S)	0.02	m/m
Manning (n)	0.013	

$$Q = \frac{1}{n} * \left(\frac{A^5}{P^2} \right)^{\frac{1}{3}} * S^{\frac{1}{2}} \quad \frac{Qn}{\sqrt{S}} = AR^{\frac{2}{3}}$$

$$A = \frac{D^2}{8} * (\theta \text{ rad} - \text{sen } \theta) \quad P = \frac{D * \theta \text{ rad}}{2}$$

$$\theta = 2 \arccos \left(\frac{D - 2Y}{D} \right)$$

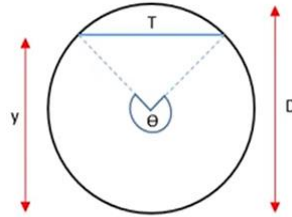
$$R = \frac{A}{P}$$

$$y = \frac{D}{2} (1 - \cos \frac{\theta}{2})$$

$$T = D \text{sen } \frac{\theta}{2}$$

$$E = y + \frac{v^2}{2g}$$

$$F = \frac{v}{\sqrt{g \frac{A}{T}}}$$



Ω asum	105.7866593 en grados
Area (A)	1.846326 rad
Perimetro (P)	0.1105 m²
Radio hidraulico (R)	0.9232 m
Qn/s¹/²	0.1197 m
AR²/³	0.02687
Tirante normal (Y)	0.02684
Espejo de agua (T)	0.1983 m
Velocidad (V)	0.7975 m
Numero de Froude (F)	2.6451 m/s
Energia Especifica (E)	2.269
Fuerza tractiva (t)	0.5550 m
	2.394 Kg/m²

Supercritico

Calculo del tirante critico en tuberias parcialmente llenas

Ω asum	2.328283
Area (A)	0.2002 m²
Espejo de agua (T)	0.9184 m
Q/g¹/²	0.0933
A³/² / T¹/²	0.0935
Tirante critico (Yc)	0.3022 m
Perimetro (P)	1.1641 m
Radio hidraulico (R)	0.172 m
Velocidad (V)	1.4599 m/s
Numero de Froude (F)	0.9983
Energia Especifica (E)	0.4109 Kg/m²
Pendiente critica (Sc)	0.00377 m/m

Critico

$$F = \frac{v}{\sqrt{g \frac{A}{T}}}$$

$$F = \frac{Q}{\sqrt{g \frac{A^3}{T}}} \quad F = 1, \text{flujo critico}$$

$$\frac{Q}{\sqrt{g}} = \frac{A^{\frac{3}{2}}}{T^{\frac{1}{2}}}$$

Calculo hidraulico alcantarilla N°28 seccion circular

Datos:

Caudal (Q)	0.114	[m³/s]
Diametro (D)	1	m
Pendiente (S)	0.01	m/m
Manning (n)	0.013	

$$Q = \frac{1}{n} * \left(\frac{A^5}{P^2} \right)^{1/3} * S^{1/2} \quad \frac{Qn}{\sqrt{S}} = AR^{\frac{2}{3}}$$

$$A = \frac{D^2}{8} * (\theta \text{ rad} - \text{sen } \theta) \quad P = \frac{D * \theta \text{ rad}}{2}$$

$$\theta = 2 \arccos \left(\frac{D - 2Y}{D} \right)$$

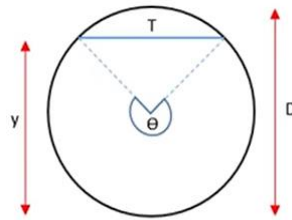
$$R = \frac{A}{P}$$

$$y = \frac{D}{2} (1 - \cos \frac{\theta}{2})$$

$$T = D \text{sen } \frac{\theta}{2}$$

$$E = y + \frac{v^2}{2g}$$

$$F = \frac{v}{\sqrt{g \frac{A}{T}}}$$



	90.75684984	en grados
Ω asum	1.584006	rad
Area (A)	0.0730	m²
Perimetro (P)	0.7920	m
Radio hidraulico (R)	0.0922	m
Qn/s¹/²	0.01486	
AR²/³	0.01490	
Tirante normal (Y)	0.1488	m
Espejo de agua (T)	0.7118	m
Velocidad (V)	1.5655	m/s
Numero de Froude (F)	1.561	Supercritico
Energia Especifica (E)	0.2737	m
Fuerza tractiva (t)	0.922	Kg/m²

Calculo del tirante critico en tuberias parcialmente llenas

Ω asum	1.788140
Area (A)	0.1015 m²
Espejo de agua (T)	0.7796 m
Q/g¹/²	0.0365
A³/² / T¹/²	0.0366
Tirante critico (Yc)	0.1869 m
Perimetro (P)	0.8941 m
Radio hidraulico (R)	0.1135 m
Velocidad (V)	1.1266 m/s
Numero de Froude (F)	0.9971
Energia Especifica (E)	0.2516 Kg/m²
Pendiente critica (Sc)	0.00390 m/m

Critico

$$F = \frac{v}{\sqrt{g \frac{A}{T}}}$$

$$F = \frac{Q}{\sqrt{g \frac{A^3}{T}}}$$

$$\frac{Q}{\sqrt{g}} = \frac{A^{3/2}}{T^{1/2}}$$

F = 1, flujo critico

Calculo hidraulico alcantarilla N°29 seccion circular

Datos:

Caudal (Q)	2.415	[m³/s]
Diametro (D)	1.2	m
Pendiente (S)	0.01	m/m
Manning (n)	0.013	

$$Q = \frac{1}{n} * \left(\frac{A^5}{P^2} \right)^{\frac{1}{3}} * S^{\frac{1}{2}} \quad \frac{Qn}{\sqrt{S}} = AR^{\frac{2}{3}}$$

$$A = \frac{D^2}{8} * (\theta \text{ rad} - \text{sen } \theta) \quad P = \frac{D * \theta \text{ rad}}{2}$$

$$\theta = 2 \arccos \left(\frac{D - 2Y}{D} \right)$$

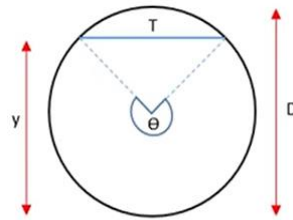
$$R = \frac{A}{P}$$

$$y = \frac{D}{2} (1 - \cos \frac{\theta}{2})$$

$$T = D \text{sen } \frac{\theta}{2}$$

$$E = y + \frac{v^2}{2g}$$

$$F = \frac{v}{\sqrt{g \frac{A}{T}}}$$



Ω asum	195.9872254 en grados
Area (A)	3.420622 rad
Perimetro (P)	0.6653 m²
Radio hidraulico (R)	2.0524 m
Qn/s¹/²	0.3242 m
AR²/³	0.31391
Tirante normal (Y)	0.31394
Espejo de agua (T)	0.6834 m
Velocidad (V)	1.1883 m
Numero de Froude (F)	3.6296 m/s
Energia Especifica (E)	1.549
Fuerza tractiva (t)	1.3549 m
	3.242 Kg/m²

Supercritico

Calculo del tirante critico en tuberias parcialmente llenas

Ω asum	4.025796
Area (A)	0.8639 m²
Espejo de agua (T)	1.0846 m
Q/g¹/²	0.7710
A³/² / T¹/²	0.7709
Tirante critico (Yc)	0.8567 m
Perimetro (P)	2.4155 m
Radio hidraulico (R)	0.3576 m
Velocidad (V)	2.7953 m/s
Numero de Froude (F)	1.0000
Energia Especifica (E)	1.2550 Kg/m²
Pendiente critica (Sc)	0.00520 m/m

Critico

$$F = \frac{v}{\sqrt{g \frac{A}{T}}}$$

$$F = \frac{Q}{\sqrt{g \frac{A^3}{T}}} \quad F = 1, \text{flujo critico}$$

$$\frac{Q}{\sqrt{g}} = \frac{A^{\frac{3}{2}}}{T^{\frac{1}{2}}}$$

Calculo hidraulico alcantarilla N°30 seccion circular

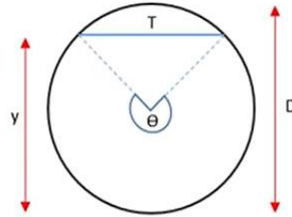
Datos:

Caudal (Q)	1.45	[m³/s]
Diametro (D)	1	m
Pendiente (S)	0.05	m/m
Manning (n)	0.013	

$$Q = \frac{1}{n} * \left(\frac{A^5}{P^2} \right)^{1/3} * S^{1/2} \quad \frac{Qn}{\sqrt{S}} = AR^{\frac{2}{3}}$$

$$A = \frac{D^2}{8} * (\theta \text{ rad} - \text{sen } \theta) \quad P = \frac{D * \theta \text{ rad}}{2}$$

$$\theta = 2 \arccos \left(\frac{D - 2Y}{D} \right) \quad 0.7261584$$



Ω asum	146.4080076 en grados
Area (A)	2.555302 rad
Perimetro (P)	0.2503 m²
Radio hidraulico (R)	1.2777 m
Qn/s¹/²	0.1959 m
AR²/³	0.08443
Tirante normal (Y)	0.08440
Espejo de agua (T)	0.3555 m
Velocidad (V)	0.9573 m
Numero de Froude (F)	5.8034 m/s
Energia Especifica (E)	3.624
Fuerza tractiva (t)	2.0721 m
	9.793 Kg/m²

Supercritico

$$R = \frac{A}{P}$$

$$y = \frac{D}{2} (1 - \cos \frac{\theta}{2})$$

$$T = D \text{sen } \frac{\theta}{2}$$

$$E = y + \frac{v^2}{2g}$$

$$F = \frac{v}{\sqrt{g \frac{A}{T}}}$$

Calculo del tirante critico en tuberias parcialmente llenas

Ω asum	3.943393
Area (A)	0.5828 m²
Espejo de agua (T)	0.9207 m
Q/g¹/²	0.4637
A³/² / T¹/²	0.4636
Tirante critico (Yc)	0.6951 m
Perimetro (P)	1.9717 m
Radio hidraulico (R)	0.2956 m
Velocidad (V)	2.4922 m/s
Numero de Froude (F)	1.0002
Energia Especifica (E)	1.0117 Kg/m²
Pendiente critica (Sc)	0.00533 m/m

Critico

$$F = \frac{v}{\sqrt{g \frac{A}{T}}} \quad F = 1, \text{flujo critico}$$

$$F = \frac{Q}{\sqrt{g \frac{A^3}{T}}} \quad \frac{Q}{\sqrt{g}} = \frac{A^{\frac{3}{2}}}{T^{\frac{1}{2}}}$$

Tabla de resultados del cálculo hidráulico N°1																						
N°	Progresiva inicial	Material de alcantarilla	Tipo de alcantarilla	N°ALC	Diametro (m)	Longitud (m)	Pendiente So (n/m)	Caudal de la cuenca (m³/s)	Caudal (m³/s)	Rugosidad n	Ω_{sum}	Y_n (m)	A_M (m²)	P_M (m)	R_H (m)	T (m)	Y_c (m)	I_c Sc (m/m)	Velocidad (m/s)	Froude	Tipo	Energía Flujo m³Kg/Kg
1	0+072.16	THC	Cajon	1	2m x 2m	13	2%	2.827	2.827	0.03	-	0.5835	1.1669	3.1669	0.3685	2.0000	0.5884	0.0200	2.4229	1.0127	Subcritico	0.8827
2	0+212.37	THC	Circular	1	1	12.35	1%	0.252	0.252	0.013	1.94767	0.2189	0.1272	0.9738	0.1306	0.8270	0.2793	0.0038	1.9787	1.6107	Supercritico	0.4185
3	0+421.85	THC	Circular	1	1	12.3	1%	0.954	0.954	0.013	2.89518	0.4386	0.3314	1.4476	0.2289	0.9924	0.5593	0.0044	2.8784	1.5903	Supercritico	0.8608
4	0+720.57	THC	Circular	1	1	16.6	1%	0.317	0.317	0.013	2.07403	0.2456	0.1498	1.0370	0.1444	0.8609	0.3150	0.0038	2.1170	1.6206	Supercritico	0.4740
5	0+988.09	THC	Circular	1	1	14.1	4%	0.784	0.784	0.013	2.20131	0.2735	0.1742	1.1007	0.1583	0.8915	0.5045	0.0041	4.5003	3.2505	Supercritico	1.3058
6	1+208.66	THC	Circular	1	1	12.7	3%	1.329	1.329	0.013	2.69348	0.3889	0.2825	1.3467	0.2098	0.9750	0.6645	0.0050	4.7044	2.7903	Supercritico	1.5169
7	1+514.33	THC	Circular	1	1	13.4	3%	0.930	0.930	0.013	2.41235	0.3217	0.2183	1.2062	0.1809	0.9343	0.5520	0.0043	4.2626	2.8158	Supercritico	1.2478
8	1+777.88	THC	Circular	1	1	13.75	1%	0.186	0.186	0.013	1.79509	0.1882	0.1025	0.8975	0.1142	0.7818	0.2396	0.0038	1.8117	1.5973	Supercritico	0.3555
9	2+252.369	THC	Circular	1	1	12.2	2%	0.187	0.187	0.013	1.64283	0.1594	0.0807	0.8214	0.0982	0.7321	0.2405	0.0038	2.3147	2.2262	Supercritico	0.4325
10	2+371.96	THC	Circular	1	1	12.1	2%	0.611	0.611	0.013	2.26355	0.2875	0.1868	1.1318	0.1650	0.9052	0.4429	0.0040	3.2711	2.2992	Supercritico	0.8328
11	2+733.82	THC	Circular	1	1	14	2%	0.600	0.600	0.013	2.25138	0.2847	0.1843	1.1257	0.1637	0.9026	0.4389	0.0039	3.2565	2.3011	Supercritico	0.8252
12	2+963.38	THC	Circular	1	1	25.83	2%	0.753	0.753	0.013	2.40678	0.3204	0.2170	1.2034	0.1804	0.9333	0.4941	0.0041	3.4712	2.2981	Supercritico	0.9345
13	3+397.28	THC	Circular	1	1	12.46	5%	0.270	0.270	0.013	1.60574	0.1527	0.0758	0.8029	0.0944	0.7194	0.2903	0.0037	3.5597	3.5014	Supercritico	0.7985
14	3+559.91	THC	Circular	1	1	15.05	4%	0.311	0.311	0.013	1.71416	0.1727	0.0906	0.8571	0.1057	0.7559	0.3121	0.0038	3.4367	3.1703	Supercritico	0.7747
15	3+744.22	THC	Circular	1	1	16.63	4%	0.414	0.414	0.013	1.84668	0.1984	0.1106	0.9233	0.1197	0.7976	0.3620	0.0038	3.7400	3.2073	Supercritico	0.9113
16	4+096.35	THC	Circular	1	1	18.35	1%	0.232	0.232	0.013	1.90399	0.2100	0.1199	0.9520	0.1259	0.8146	0.2681	0.0038	1.9328	1.6086	Supercritico	0.4004
17	4+330.69	THC	Circular	1	1	19.57	6%	0.131	0.131	0.013	1.30663	0.1030	0.0427	0.6533	0.0653	0.6078	0.2001	0.0039	3.0644	3.6929	Supercritico	0.5816
18	4+496.22	THC	Boveda	1	3m x 3.30m	54.5	1%	11.349	11.349	0.03	-	1.4055	4.2165	5.8110	0.7256	3.0000	1.5010	0.0100	2.6916	0.7249	Subcritico	1.7748
19	4+868.46	THC	Circular	1	1	5.28	3%	0.683	0.683	0.013	2.20461	0.2742	0.1749	1.1023	0.1586	0.8923	0.4697	0.0040	3.9055	2.8167	Supercritico	1.0516
20	5+222.78	THC	Circular	1	1	14.54	4%	0.356	0.356	0.013	1.77497	0.1843	0.0995	0.8875	0.1121	0.7755	0.3346	0.0038	3.5753	3.1873	Supercritico	0.8358
21	5+455.86	THC	Circular	1	1	14.82	2%	0.799	0.799	0.013	2.44893	0.3303	0.2263	1.2245	0.1848	0.9406	0.5097	0.0042	3.5304	2.2981	Supercritico	0.9655
22	5+929.41	THC	Circular	1	1	16.66	1%	1.146	1.146	0.013	3.08940	0.4870	0.3797	1.5447	0.2458	0.9997	0.6152	0.0047	3.0180	1.5636	Supercritico	0.9512
23	6+231.62	THC	Circular	1	1	25.95	2%	0.209	0.209	0.013	1.69232	0.1686	0.0875	0.8462	0.1034	0.7487	0.2543	0.0038	2.3925	2.2349	Supercritico	0.4603
24	6+878.30	THC	Circular	1	1	25.9	3%	0.335	0.335	0.013	1.81400	0.1919	0.1054	0.9070	0.1162	0.7877	0.3240	0.0038	3.1776	2.7730	Supercritico	0.7066
25	7+280.00	THC	Circular	1	1	18	2%	1.077	1.077	0.013	2.68714	0.3874	0.2810	1.3436	0.2092	0.9743	0.5958	0.0046	3.8323	2.2783	Supercritico	1.1359
26	8+300.09	THC	Circular	1	1	14.8	4%	0.322	0.322	0.013	1.73028	0.1757	0.0929	0.8651	0.1073	0.7612	0.3175	0.0038	3.4662	3.1683	Supercritico	0.7881
27	8+580.00	THC	Circular	1	1	17.1	2%	0.292	0.292	0.013	1.84633	0.1983	0.1105	0.9232	0.1197	0.7975	0.3022	0.0038	2.6451	2.2687	Supercritico	0.5550
28	8+738.64	THC	Circular	1	1	12	1%	0.114	0.114	0.013	1.58401	0.1488	0.0730	0.7920	0.0922	0.7118	0.1869	0.0039	1.5655	1.5606	Supercritico	0.2737
29	9+065.51	THC	Circular	1	1.2	20.23	1%	2.415	2.415	0.013	3.42062	0.6834	0.6653	2.0524	0.3242	1.1883	0.8567	0.0052	3.6296	1.5488	Supercritico	1.3549
30	9+330.00	THC	Circular	1	1	18.13	5%	1.452	1.452	0.013	2.55530	0.3555	0.2503	1.2777	0.1959	0.9573	0.6951	0.6902	5.8034	3.6240	Supercritico	2.0721

Tabla de resultados del cálculo hidráulico N°2

Nº	Progresiva (Km)	Tipo de alcantarilla	Caudal (m³/s)	Longitud (m)	Pendiente So (m/m)	Rugosidad n	Dímetro (m)	h _s (m)	h _c (m)	h _s /D	h _s /h _c	Ic Sc (m/m)	V _{adm} (m/s)	Velocidad (m/s)	Dir de escurrimiento
1	0+072.16	Cajon	2.827	13	0.02	0.03	2m x 2m	0.5835	0.5884	0.2942	#####	0.0200	6.00	2.4229	D a l
2	0+212.37	Circular	0.252	12.35	0.01	0.013	1	0.2189	0.2793	0.2793	#####	0.0038	6.00	1.9787	D a l
3	0+421.85	Circular	0.954	12.3	0.01	0.013	1	0.4386	0.5593	0.5593	#####	0.0044	6.00	2.8784	D a l
4	0+720.57	Circular	0.317	16.6	0.01	0.013	1	0.2456	0.3150	0.3150	#####	0.0038	6.00	2.1170	D a l
5	0+988.09	Circular	0.784	14.1	0.04	0.013	1	0.2735	0.5045	0.5045	#####	0.0041	6.00	4.5003	D a l
6	1+208.66	Circular	1.329	12.7	0.03	0.013	1	0.3889	0.6645	0.6645	#####	0.0050	6.00	4.7044	D a l
7	1+514.33	Circular	0.930	13.4	0.03	0.013	1	0.3217	0.5520	0.5520	#####	0.0043	6.00	4.2626	D a l
8	1+777.88	Circular	0.186	13.75	0.01	0.013	1	0.1882	0.2396	0.2396	#####	0.0038	6.00	1.8117	D a l
9	2+252.369	Circular	0.187	12.2	0.02	0.013	1	0.1594	0.2405	0.2405	#####	0.0038	6.00	2.3147	I a D
10	2+371.96	Circular	0.611	12.1	0.02	0.013	1	0.2875	0.4429	0.4429	#####	0.0040	6.00	3.2711	I a D
11	2+733.82	Circular	0.600	14	0.02	0.013	1	0.2847	0.4389	0.4389	#####	0.0039	6.00	3.2565	I a D
12	2+963.38	Circular	0.753	25.83	0.02	0.013	1	0.3204	0.4941	0.4941	#####	0.0041	6.00	3.4712	I a D
13	3+397.28	Circular	0.270	12.46	0.05	0.013	1	0.1527	0.2903	0.2903	#####	0.0037	6.00	3.5597	D a l
14	3+559.91	Circular	0.311	15.05	0.04	0.013	1	0.1727	0.3121	0.3121	#####	0.0038	6.00	3.4367	D a l
15	3+744.22	Circular	0.414	16.63	0.04	0.013	1	0.1984	0.3620	0.3620	#####	0.0038	6.00	3.7400	D a l
16	4+096.35	Circular	0.232	18.35	0.01	0.013	1	0.2100	0.2681	0.2681	#####	0.0038	6.00	1.9328	I a D
17	4+330.69	Circular	0.131	19.57	0.06	0.013	1	0.1030	0.2001	0.2001	#####	0.0039	6.00	3.0644	I a D
18	4+496.22	Boveda	11.349	54.5	0.01	0.03	3m x 3.30m	1.4055	1.5010	0.5003	#####	0.0100	6.00	2.6916	I a D
19	4+868.46	Circular	0.683	5.28	0.03	0.013	1	0.2742	0.4697	0.4697	#####	0.0040	6.00	3.9055	I a D
20	5+223.78	Circular	0.356	14.54	0.04	0.013	1	0.1843	0.3346	0.3346	#####	0.0038	6.00	3.5753	I a D
21	5+456.86	Circular	0.799	14.82	0.02	0.013	1	0.3303	0.5097	0.5097	#####	0.0042	6.00	3.5304	I a D
22	5+929.41	Circular	1.146	16.66	0.01	0.013	1	0.4870	0.6152	0.6152	#####	0.0047	6.00	3.0180	D a l
23	6+231.62	Circular	0.209	25.95	0.02	0.013	1	0.1686	0.2543	0.2543	#####	0.0038	6.00	2.3925	D a l
24	6+876.30	Circular	0.335	25.9	0.03	0.013	1	0.1919	0.3240	0.3240	#####	0.0038	6.00	3.1776	D a l
25	7+280.00	Circular	1.077	18	0.02	0.013	1	0.3874	0.5958	0.5958	#####	0.0046	6.00	3.8323	I a D
26	8+300.09	Circular	0.322	14.8	0.04	0.013	1	0.1757	0.3175	0.3175	#####	0.0038	6.00	3.4662	D a l
27	8+580.00	Circular	0.292	17.1	0.02	0.013	1	0.1983	0.3022	0.3022	#####	0.0038	6.00	2.6451	D a l
28	8+738.64	Circular	0.114	12	0.01	0.013	1	0.1488	0.1869	0.1869	#####	0.0039	6.00	1.5655	D a l
29	9+065.51	Circular	2.415	20.23	0.01	0.013	1.2	0.6834	0.8567	0.7139	#####	0.0052	6.00	3.6296	D a l
30	9+330.00	Circular	1.452	18.13	0.05	0.013	1	0.3555	0.6951	0.6951	#####	0.6902	6.00	5.8034	D a l

ANEXO VI - CÁLCULO DE ALCANTARILLAS MÉTODO TALBOT

Datos							
Nº	prog	Curso	Área			n	S
	km+m	Principal	(m2)	(Km2)	(Ha)		(m/m)
1	0+072.16	Q1	198226.01	0.1982	19.823	0.013	0.020
2	0+212.37	Q2	9706.16	0.0097	0.971	0.013	0.010
3	0+421.85	Q3	36779.12	0.0368	3.678	0.013	0.010
4	0+720.57	Q4	12222.93	0.0122	1.222	0.013	0.010
5	0+988.09	Q5	30225.25	0.0302	3.023	0.013	0.040
6	1+208.66	Q6	51244.51	0.0512	5.124	0.013	0.030
7	1+514.33	Q7	35869.27	0.0359	3.587	0.013	0.030
8	1+777.88	Q8	7160.72	0.0072	0.716	0.013	0.010
9	2+252.369	Q9	7200.00	0.0072	0.720	0.013	0.020
10	2+371.96	Q10	23553.34	0.0236	2.355	0.013	0.020
11	2+733.82	Q11	23136.32	0.0231	2.314	0.013	0.020
12	2+963.38	Q12	29047.18	0.0290	2.905	0.013	0.020
13	3+397.28	Q13	10402.38	0.0104	1.040	0.013	0.050
14	3+559.91	Q14	11998.31	0.0120	1.200	0.013	0.040
15	3+744.22	Q15	15942.60	0.0159	1.594	0.013	0.040
16	4+096.35	Q16	8932.86	0.0089	0.893	0.013	0.010
17	4+330.69	Q17	5040.85	0.0050	0.504	0.013	0.060
18	4+496.22	Q18	809830.52	0.8098	80.983	0.03	0.010
19	4+868.46	Q19	32904.32	0.0329	3.290	0.013	0.030
20	5+223.78	Q20	16503.76	0.0165	1.650	0.013	0.040
21	5+456.86	Q21	37075.70	0.0371	3.708	0.013	0.020
22	5+929.41	Q22	53174.33	0.0532	5.317	0.013	0.010
23	6+231.62	Q23	9710.83	0.0097	0.971	0.013	0.020
24	6+876.30	Q24	12916.13	0.0129	1.292	0.013	0.030
25	7+280.00	Q25	59345.77	0.0593	5.935	0.013	0.020
26	8+300.09	Q26	12411.21	0.0124	1.241	0.013	0.040
27	8+580.00	Q27	11269.60	0.0113	1.127	0.013	0.020
28	8+738.64	Q28	4406.97	0.0044	0.441	0.013	0.010
29	9+065,51	Q29	55994.19	0.0560	5.599	0.013	0.050
30	9+330.00	Q30	10205.42	0.0102	1.021	0.013	0.010

Tabla de resultados del cálculo hidráulico método de talbot

N°	prog km+m	Curso Principal	Material de alcantarilla	Tipo de alcantarilla a	Numero de alcantarillas	Area a drenar (h _a)	c	A _{Talbot} (m ²)	Diametro de calculo (m)	h (m)	b (m)	n	S (m/m)	R _H (m)	Velocidad (m/s)	A _{tubería} (m ²)	Caudal (m ³ /s)
1	0+072.16	Q1	THC	Circular	1	19.823	0.6	1.032	1.146			0.01	0.020	0.287	4.7278	1.0315	4.8768
2	0+212.37	Q2	THC	Circular	1	0.971	0.6	0.107	0.370			0.01	0.010	0.092	1.5726	0.1074	0.1689
3	0+421.85	Q3	THC	Circular	1	3.678	0.6	0.292	0.609			0.01	0.010	0.152	2.1941	0.2916	0.6398
4	0+720.57	Q4	THC	Circular	1	1.222	0.6	0.128	0.403			0.01	0.010	0.101	1.6659	0.1276	0.2126
5	0+988.09	Q5	THC	Circular	1	3.023	0.6	0.252	0.566			0.01	0.040	0.142	4.1781	0.2517	1.0516
6	1+208.66	Q6	THC	Circular	1	5.124	0.6	0.374	0.690			0.01	0.030	0.173	4.1288	0.3740	1.5441
7	1+514.33	Q7	THC	Circular	1	3.587	0.6	0.286	0.604			0.01	0.030	0.151	3.7766	0.2862	1.0808
8	1+777.88	Q8	THC	Circular	1	0.716	0.6	0.085	0.330			0.01	0.010	0.082	1.4575	0.0855	0.1246
9	2+252.369	Q9	THC	Circular	1	0.720	0.6	0.086	0.331			0.01	0.020	0.083	2.0640	0.0858	0.1771
10	2+371.96	Q10	THC	Circular	1	2.355	0.6	0.209	0.516			0.01	0.020	0.129	2.7758	0.2088	0.5795
11	2+733.82	Q11	THC	Circular	1	2.314	0.6	0.206	0.512			0.01	0.020	0.128	2.7634	0.2060	0.5692
12	2+963.38	Q12	THC	Circular	1	2.905	0.6	0.244	0.558			0.01	0.020	0.139	2.9251	0.2443	0.7146
13	3+397.28	Q13	THC	Circular	1	1.040	0.6	0.113	0.379			0.01	0.050	0.095	3.5779	0.1131	0.4046
14	3+559.91	Q14	THC	Circular	1	1.200	0.6	0.126	0.400			0.01	0.040	0.100	3.3164	0.1259	0.4175
15	3+744.22	Q15	THC	Circular	1	1.594	0.6	0.156	0.445			0.01	0.040	0.111	3.5606	0.1558	0.5547
16	4+096.35	Q16	THC	Circular	1	0.893	0.6	0.101	0.358			0.01	0.010	0.090	1.5403	0.1009	0.1554
17	4+330.69	Q17	THC	Circular	1	0.504	0.6	0.066	0.289			0.01	0.060	0.072	3.2701	0.0657	0.2148
18	4+496.22	Q18	THC	Cajon	1	80.983	0.6	2.964	1.943	1.44	3.17	0.03	0.010	0.486	2.0596	2.9641	6.1048
19	4+868.46	Q19	THC	Circular	1	3.290	0.6	0.268	0.584			0.01	0.030	0.146	3.6960	0.2683	0.9914
20	5+223.78	Q20	THC	Circular	1	1.650	0.6	0.160	0.451			0.01	0.040	0.113	3.5915	0.1599	0.5742
21	5+456.86	Q21	THC	Circular	1	3.708	0.6	0.293	0.611			0.01	0.020	0.153	3.1092	0.2934	0.9121
22	5+929.41	Q22	THC	Circular	1	5.317	0.6	0.384	0.700			0.01	0.010	0.175	2.4059	0.3845	0.9250
23	6+231.62	Q23	THC	Circular	1	0.971	0.6	0.107	0.370			0.01	0.020	0.092	2.2243	0.1074	0.2389
24	6+876.30	Q24	THC	Circular	1	1.292	0.6	0.133	0.412			0.01	0.030	0.103	2.9255	0.1330	0.3892
25	7+280.00	Q25	THC	Circular	1	5.935	0.6	0.417	0.729			0.01	0.020	0.182	3.4972	0.4175	1.4600
26	8+300.09	Q26	THC	Circular	1	1.241	0.6	0.129	0.405			0.01	0.040	0.101	3.3446	0.1291	0.4318
27	8+580.00	Q27	THC	Circular	1	1.127	0.6	0.120	0.391			0.01	0.020	0.098	2.3086	0.1201	0.2773
28	8+738.64	Q28	THC	Circular	1	0.441	0.6	0.059	0.275			0.01	0.010	0.069	1.2909	0.0594	0.0767
29	9+065.51	Q29	THC	Circular	1	5.599	0.6	0.400	0.713			0.01	0.050	0.178	5.4497	0.3997	2.1781
30	9+330.00	Q30	THC	Circular	1	1.021	0.6	0.111	0.377			0.01	0.010	0.094	1.5924	0.1115	0.1775

ANEXO VII - OBTENCIÓN DE UNA ECUACIÓN DE INTENSIDAD

Para desarrollar una ecuación de intensidad de precipitación adecuada para las cuencas de Yesera Sur, Yesera Norte y Junacas, se emplean datos históricos proporcionados por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), específicamente los registros de precipitaciones máximas en 24 horas.

1. Recolección de Datos de Precipitación

En primer lugar, se descargan las precipitaciones máximas diarias de la estación pluviométrica de Yesera Sur. De estos registros mensuales, se extraen los valores máximos en intervalos de 24 horas (en milímetros) para su análisis.

Tabla 4.94. Prueba de T para la velocidad Método Racional para una muestra

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Máximo	
2002	10.00	39.00	34.50	6.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	14.00	4.00	17.00	39.00	
2003	13.50	20.00	24.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.20	23.00	21.00	37.00	37.00	
2004	28.00	9.00	16.00	18.00	2.00	0.00	1.00	0.00	3.20	13.50	26.00	20.30	28.00	
2005	34.00	46.00	18.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.00	4.00	15.00	41.00	46.00	
2006	34.00	39.00	19.00	17.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10.00	13.00	33.00	39.00	
2007	46.00	23.00	33.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9.00	12.00	24.00	46.00	
2008	32.00	18.00	26.00	5.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9.00	27.00	54.00	54.00	
2009	34.30	12.50	25.00	15.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10.40	8.50	16.00	25.00	34.30	
2010	23.00	34.00	27.00	8.00	6.00	0.00	0.00	0.00	4.00	3.00	1.00	16.00	34.00	
2011	21.00	47.00	26.00	15.60	5.40	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	37.00	47.00	
2012	37.00	23.00	24.00	26.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	9.00	18.00	11.00	37.00	
2013	37.00	43.00	36.00	0.00	0.00	5.00	0.00	10.00	0.00	10.00	13.00	13.00	43.00	
2014	46.00	22.00	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	19.80	14.00	22.00	46.00	
2015	24.00	34.50	34.00	5.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	12.00	28.00	22.00	34.50	
2016	18.00	48.00	8.00	6.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.30	13.00	22.00	13.00	48.00	
2017	26.00	40.00	29.00	4.00	0.00	0.00	0.00	0.00	18.00	0.00	29.00	22.00	40.00	
2018	29.00	21.00	18.00	11.00	4.00	0.00	0.00	0.00	17.00	25.00	21.00	34.00	34.00	
2019	29.00	48.00	23.00	7.00	0.00	0.00	18.30	0.00	0.00	11.00	14.00	17.00	48.00	
2020	63.00	16.00	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	12.00	24.00	13.00	25.00	63.00	
2021	37.00	37.00	44.00	19.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.00	0.00	24.00	24.00	44.00	
2022	49.00	21.00	21.00	4.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.00	18.00	49.00	
MAX	63.00	48.00	44.00	26.00	6.00	5.00	18.30	10.00	18.00	25.00	29.00	54.00	63.00	

Fuente: Elaboración propia con datos de SENAMI

Posteriormente, se realiza un análisis descriptivo de estos datos, aplicando la distribución de probabilidades de Gumbel. Este proceso incluye el cálculo de la media, desviación estándar, y parámetros probabilísticos como alfa y mu. Estos valores permiten obtener la precipitación diaria máxima probable para diversos periodos de retorno y frecuencias, aplicando un factor de seguridad empírico de 1.13.

Distribución de probabilidades pluviométricas mediante Gumbel

Nº	Año	Mes	Precipitación (mm)	
			xi	(xi - x)/2
1	2002	0	39.00	11.69
2	2003	0	37.00	29.37
3	2004	0	28.00	207.91
4	2005	0	46.00	12.82
5	2006	0	39.00	11.69
6	2007	0	46.00	12.82
7	2008	0	54.00	134.12
8	2009	0	34.30	65.92
9	2010	0	34.00	70.88
10	2011	0	47.00	20.99
11	2012	0	37.00	29.37
12	2013	0	43.00	0.34
13	2014	0	46.00	12.82
14	2015	0	34.50	62.71
15	2016	0	48.00	31.15
16	2017	0	40.00	5.85
17	2018	0	34.00	70.88
18	2019	0	48.00	31.15
19	2020	0	63.00	423.58
20	2021	0	44.00	2.50
21	2022	0	49.00	43.31
21		Suma	890.8	1291.9

Cálculo variables probabilísticas			Cálculo de las Precipitaciones Diarias Máximas Probables para distintas frecuencias				
42.42			42.42	mm			
$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = \frac{\bar{x}}{8.0369533} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} = \text{mm}$							
$\alpha = \frac{\sqrt{6}}{\pi} * s =$			6.27	mm			
$u = \bar{x} - 0.5772 * \alpha =$			38.80	mm			

Periodo Retorno	Variable Reducida	Precip. (mm)	Prob. de ocurrencia	Corrección intervalo fijo
Años	YT	XT(mm)	F(xT)	XT (mm)
2	0.3665	41.0988	0.5000	46.4416
5	1.4999	48.2013	0.8000	54.4675
10	2.2504	52.9038	0.9000	59.7813
25	3.1985	58.8453	0.9600	66.4952
50	3.9019	63.2531	0.9800	71.4761
100	4.6001	67.6284	0.9900	76.4201
500	6.2136	77.7390	0.9980	87.8450

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

2. Cálculo de Precipitación Máxima para Diferentes Duraciones de Lluvias

El análisis se repite utilizando las estaciones pluviométricas de Yesera Norte y Junacas, logrando así obtener la precipitación máxima para cada una de las tres estaciones. A continuación, se calcula la distribución de la precipitación máxima diaria y su frecuencia, empleando el método del polígono de Thiessen para distribuir las influencias de cada estación en la cuenca de estudio. Este método consiste en multiplicar el área de influencia de cada estación por su precipitación máxima registrada y dividir el total entre el área total de la cuenca.

Duraciones, en horas									
1	2	3	4	5	6	8	12	18	24
0.30	0.39	0.46	0.52	0.57	0.61	0.68	0.80	0.91	1.00
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	46.4416	54.4675	59.7813	66.4952	71.4761	76.4201	87.8450	
18 hr	X18 = 91%	42.2619	49.5654	54.4009	60.5107	65.0432	69.5423	79.9390	
12 hr	X12 = 80%	37.1533	43.5740	47.8250	53.1962	57.1808	61.1361	70.2760	
8 hr	X8 = 68%	31.5803	37.0379	40.6513	45.2168	48.6037	51.9657	59.7346	
6 hr	X6 = 61%	28.3294	33.2252	36.4666	40.5621	43.6004	46.6163	53.5855	
5 hr	X5 = 57%	26.4717	31.0465	34.0753	37.9023	40.7414	43.5595	50.0717	
4 hr	X4 = 52%	24.1497	28.3231	31.0863	34.5775	37.1675	39.7384	45.6794	
3 hr	X3 = 46%	21.3632	25.0550	27.4994	30.5878	32.8790	35.1532	40.4087	
2 hr	X2 = 39%	18.1122	21.2423	23.3147	25.9331	27.8757	29.8038	34.2596	
1 hr	X1 = 30%	13.9325	16.3402	17.9344	19.9486	21.4428	22.9260	26.3535	

Se repite los pasos anteriores con las estaciones pluviométrica de Yesera Norte y Junacas y se obtiene lo siguiente

• Estación de Yesera Norte

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	56.3667	68.9308	77.2494	87.7599	95.5572	103.2969	121.1822	
18 hr	X18 = 91%	51.2937	62.7271	70.2969	79.8615	86.9570	94.0002	110.2758	
12 hr	X12 = 80%	45.0934	55.1447	61.7995	70.2079	76.4458	82.6375	96.9458	
8 hr	X8 = 68%	38.3294	46.8730	52.5296	59.6767	64.9789	70.2419	82.4039	
6 hr	X6 = 61%	34.3837	42.0478	47.1221	53.5335	58.2899	63.0111	73.9212	
5 hr	X5 = 57%	32.1290	39.2906	44.0322	50.0231	54.4676	58.8792	69.0739	
4 hr	X4 = 52%	29.3107	35.8440	40.1697	45.6351	49.6897	53.7144	63.0148	
3 hr	X3 = 46%	25.9287	31.7082	35.5347	40.3696	43.9563	47.5166	55.7438	
2 hr	X2 = 39%	21.9830	26.8830	30.1273	34.2264	37.2673	40.2858	47.2611	
1 hr	X1 = 30%	16.9100	20.6793	23.1748	26.3280	28.6672	30.9891	36.3547	

• Estación de Junacas

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	48.0221	67.3447	80.1380	96.3023	108.2939	120.1970	147.7032	
18 hr	X18 = 91%	43.7001	61.2837	72.9256	87.6351	98.5475	109.3793	134.4099	
12 hr	X12 = 80%	38.4177	53.8758	64.1104	77.0419	86.6351	96.1576	118.1626	
8 hr	X8 = 68%	32.6550	45.7944	54.4938	65.4856	73.6399	81.7340	100.4382	
6 hr	X6 = 61%	29.2935	41.0803	48.8842	58.7444	66.0593	73.3202	90.0989	
5 hr	X5 = 57%	27.3726	38.3865	45.6787	54.8923	61.7275	68.5123	84.1908	
4 hr	X4 = 52%	24.9715	35.0193	41.6718	50.0772	56.3128	62.5024	76.8057	
3 hr	X3 = 46%	22.0902	30.9786	36.8635	44.2991	49.8152	55.2906	67.9435	
2 hr	X2 = 39%	18.7286	26.2644	31.2538	37.5579	42.2346	46.8768	57.6042	
1 hr	X1 = 30%	14.4066	20.2034	24.0414	28.8907	32.4882	36.0591	44.3110	

3. Determinación de la Intensidad de Precipitación

Con la precipitación máxima combinada de las tres estaciones, se calcula la intensidad para diversas duraciones y frecuencias de precipitación, nuevamente distribuyendo los valores en función del polígono de Thiessen

Precipitación Máxima Diaria por Duración de lluvia y Frecuencia de la misma						Estación	YESERA S
Tiempo de Duración	Precipitación máxima Pd (mm)						
	2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años	500 años
24 hr	46.4416	54.4675	59.7813	66.4952	71.4761	76.4201	87.8450
18 hr	42.2619	49.5654	54.4009	60.5107	65.0432	69.5423	79.9390
12 hr	37.1533	43.5740	47.8250	53.1962	57.1808	61.1361	70.2760
8 hr	31.5803	37.0379	40.6513	45.2168	48.6037	51.9657	59.7346
6 hr	28.3294	33.2252	36.4666	40.5621	43.6004	46.6163	53.5855
5 hr	26.4717	31.0465	34.0753	37.9023	40.7414	43.5595	50.0717
4 hr	24.1497	28.3231	31.0863	34.5775	37.1675	39.7384	45.6794
3 hr	21.3632	25.0550	27.4994	30.5878	32.8790	35.1532	40.4087
2 hr	18.1122	21.2423	23.3147	25.9331	27.8757	29.8038	34.2596
1 hr	13.9325	16.3402	17.9344	19.9486	21.4428	22.9260	26.3535

Precipitación Máxima Diaria por Duración de lluvia y Frecuencia de la misma						Estación	YESERA N
Tiempo de Duración	Precipitación máxima Pd (mm)						
	2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años	500 años
24 hr	56.3667	68.9308	77.2494	87.7599	95.5572	103.2969	121.1822
18 hr	51.2937	62.7271	70.2969	79.8615	86.9570	94.0002	110.2758
12 hr	45.0934	55.1447	61.7995	70.2079	76.4458	82.6375	96.9458
8 hr	38.3294	46.8730	52.5296	59.6767	64.9789	70.2419	82.4039
6 hr	34.3837	42.0478	47.1221	53.5335	58.2899	63.0111	73.9212
5 hr	32.1290	39.2906	44.0322	50.0231	54.4676	58.8792	69.0739
4 hr	29.3107	35.8440	40.1697	45.6351	49.6897	53.7144	63.0148
3 hr	25.9287	31.7082	35.5347	40.3696	43.9563	47.5166	55.7438
2 hr	21.9830	26.8830	30.1273	34.2264	37.2673	40.2858	47.2611
1 hr	16.9100	20.6793	23.1748	26.3280	28.6672	30.9891	36.3547

Precipitación Máxima Diaria por Duración de lluvia y Frecuencia de la misma						Estación	JUNACAS
Tiempo de Duración	Precipitación máxima Pd (mm)						
	2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años	500 años
24 hr	48.0221	67.3447	80.1380	96.3023	108.2939	120.1970	147.7032
18 hr	43.7001	61.2837	72.9256	87.6351	98.5475	109.3793	134.4099
12 hr	38.4177	53.8758	64.1104	77.0419	86.6351	96.1576	118.1626
8 hr	32.6550	45.7944	54.4938	65.4856	73.6399	81.7340	100.4382
6 hr	29.2935	41.0803	48.8842	58.7444	66.0593	73.3202	90.0989
5 hr	27.3726	38.3865	45.6787	54.8923	61.7275	68.5123	84.1908
4 hr	24.9715	35.0193	41.6718	50.0772	56.3128	62.5024	76.8057
3 hr	22.0902	30.9786	36.8635	44.2991	49.8152	55.2906	67.9435
2 hr	18.7286	26.2644	31.2538	37.5579	42.2346	46.8768	57.6042
1 hr	14.4066	20.2034	24.0414	28.8907	32.4882	36.0591	44.3110

Cada estación tiene un área de influencia en la cuenca de estudio por lo cual se procede a la multiplicación del área de la estación multiplicado por la precipitación máxima de la misma estación + el área de la siguiente estación multiplicado por la precipitación máxima de estación y todo será dividido en el área total de la cuenca.

DISTRIBUCIÓN DE ÁREA POR ESTACIONES				Área Total cuenca (km ²)
YESERA N	0	YESERA S	JUNACAS	
158.8683001		101.995175	408.7245997	669.5880749

Precipitación Máxima Diaria por Duración de lluvia y Frecuencia de la misma Distribuida por polígonos de Thiessen							
Tiempo de Duración	Precipitación máxima Pd (mm)						
	2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años	500 años
24 hr	49.7612	65.7595	76.3518	89.7351	99.6637	109.5189	132.2928
18 hr	45.2827	59.8412	69.4801	81.6590	90.6940	99.6622	120.3865
12 hr	39.8090	52.6076	61.0814	71.7881	79.7309	87.6151	105.8343
8 hr	33.8376	44.7165	51.9192	61.0199	67.7713	74.4729	89.9591
6 hr	30.3543	40.1133	46.5746	54.7384	60.7948	66.8065	80.6986
5 hr	28.3639	37.4829	43.5205	51.1490	56.8083	62.4258	75.4069
4 hr	25.8758	34.1949	39.7029	46.6623	51.8251	56.9498	68.7923
3 hr	22.8902	30.2494	35.1218	41.2782	45.8453	50.3787	60.8547
2 hr	19.4069	25.6462	29.7772	34.9967	38.8688	42.7124	51.5942
1 hr	14.9284	19.7279	22.9055	26.9205	29.8991	32.8557	39.6879

Ya teniendo la precipitación máxima combinada de las 3 estaciones pluviométricas se procede con el cálculo de la intensidad por duración de lluvia y frecuencia distribuida por el polígono de Thiessen.

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

Intensidad de precipitación por Duración de lluvia y Frecuencia de la misma distribuida por polígonos de Thiessen								
Tiempo de duración		Intensidad de la lluvia (mm /hr) por Periodo de Retorno						
Hr	min	2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años	500 años
24 hr	1440	2.0734	2.7400	3.1813	3.7390	4.1527	4.5633	5.5122
18 hr	1080	2.5157	3.3245	3.8600	4.5366	5.0386	5.5368	6.6881
12 hr	720	3.3174	4.3840	5.0901	5.9823	6.6442	7.3013	8.8195
8 hr	480	4.2297	5.5896	6.4899	7.6275	8.4714	9.3091	11.2449
6 hr	360	5.0591	6.6856	7.7624	9.1231	10.1325	11.1344	13.4498
5 hr	300	5.6728	7.4966	8.7041	10.2298	11.3617	12.4852	15.0814
4 hr	240	6.4690	8.5487	9.9257	11.6656	12.9563	14.2375	17.1981
3 hr	180	7.6301	10.0831	11.7073	13.7594	15.2818	16.7929	20.2849
2 hr	120	9.7034	12.8231	14.8886	17.4984	19.4344	21.3562	25.7971
1 hr	60	14.9284	19.7279	22.9055	26.9205	29.8991	32.8557	39.6879

4. Desarrollo de la Ecuación Intensidad-Duración-Frecuencia

Para cada periodo de retorno, se construye una curva intensidad-duración-frecuencia mediante la expresión matemática siguiente:

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

I = Intensidad (mm/hr)

t = Duración de la lluvia (min)

T = Período de retorno (años)

K, m, n = Parámetros de ajuste

Aplicamos un cambio de variable de:

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

Con lo que de la anterior expresión se obtiene:

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

Luego se procede a hacer un proceso donde tenemos X=al tiempo y Y= a la intensidad de la anterior tabla según su periodo de retorno, a estos valores se les afecta por el logaritmo normal en x,y y se obtiene la multiplicación entre ambos resultados y se procede a la sumatoria, luego encontramos el log de d que es la siguiente expresión:

$$\ln d = \frac{[(\ln x * \ln y) * \ln x] - [(\ln x^2) * (\ln y)]}{(\ln x^2) - [(\ln x^2) * (N^a)]}$$

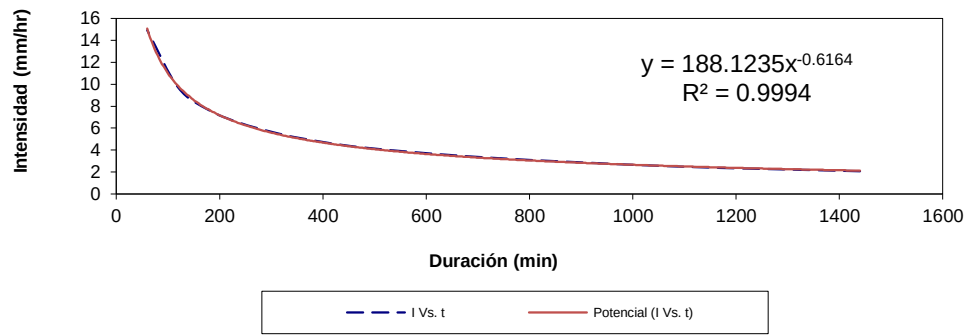
De la cual aplicamos exponente al resultado para despejar d y calculamos el valor de n de la siguiente expresión:

$$n = \frac{[(\ln y) - (N^a * \ln d)]}{(\ln x)}$$

Y obtenemos la curva intensidad- duración- frecuencia para los distintos periodos de retorno

Periodo de retorno para T = 2 años						
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	2.0734	7.2724	0.7292	5.3029	52.8878
2	1080	2.5157	6.9847	0.9226	6.4438	48.7863
3	720	3.3174	6.5793	1.1992	7.8897	43.2865
4	480	4.2297	6.1738	1.4421	8.9034	38.1156
5	360	5.0591	5.8861	1.6212	9.5424	34.6462
6	300	5.6728	5.7038	1.7357	9.8999	32.5331
7	240	6.4690	5.4806	1.8670	10.2324	30.0374
8	180	7.6301	5.1930	2.0321	10.5526	26.9668
9	120	9.7034	4.7875	2.2725	10.8795	22.9201
10	60	14.9284	4.0943	2.7033	11.0681	16.7637
10	4980	61.5989	58.1555	16.5248	90.7148	346.9435
Ln (d) =		5.2371	d =	188.1235	n =	-0.6164

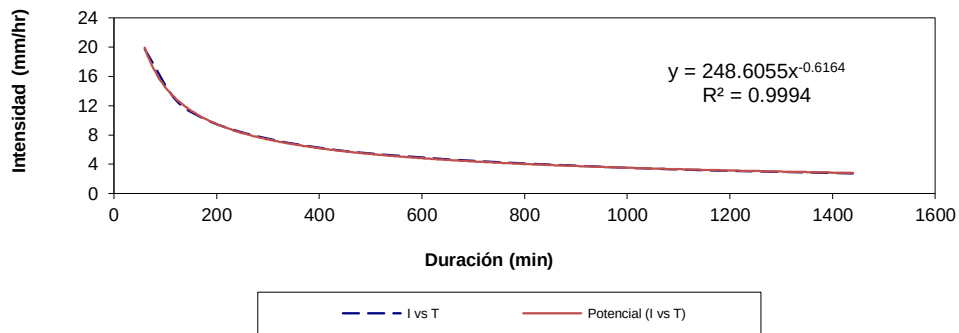
Regresión T= 2 años



Periodo de retorno para T = 5 años

Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	2.7400	7.2724	1.0080	7.3302	52.8878
2	1080	3.3245	6.9847	1.2013	8.3909	48.7863
3	720	4.3840	6.5793	1.4780	9.7238	43.2865
4	480	5.5896	6.1738	1.7209	10.6245	38.1156
5	360	6.6856	5.8861	1.8999	11.1833	34.6462
6	300	7.4966	5.7038	2.0144	11.4900	32.5331
7	240	8.5487	5.4806	2.1458	11.7603	30.0374
8	180	10.0831	5.1930	2.3109	12.0002	26.9668
9	120	12.8231	4.7875	2.5512	12.2141	22.9201
10	60	19.7279	4.0943	2.9820	12.2095	16.7637
10	4980	81.4030	58.1555	19.3125	106.9267	346.9435
Ln (d) =		5.5159	d =		248.6055	n = -0.6164

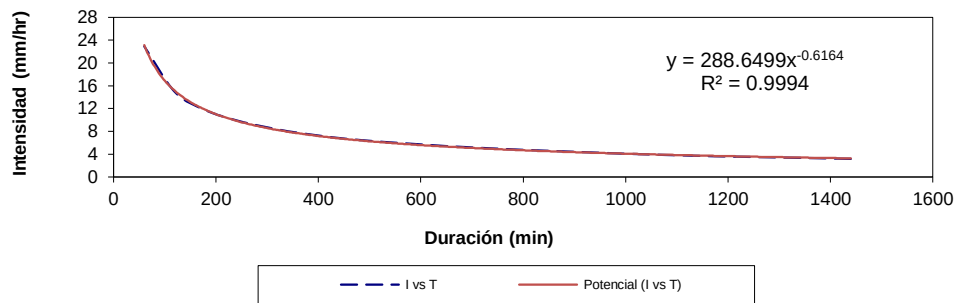
Regresión T= 5 años



Periodo de retorno para T = 10 años

Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	3.1813	7.2724	1.1573	8.4163	52.8878
2	1080	3.8600	6.9847	1.3507	9.4340	48.7863
3	720	5.0901	6.5793	1.6273	10.7064	43.2865
4	480	6.4899	6.1738	1.8702	11.5465	38.1156
5	360	7.7624	5.8861	2.0493	12.0624	34.6462
6	300	8.7041	5.7038	2.1638	12.3418	32.5331
7	240	9.9257	5.4806	2.2951	12.5788	30.0374
8	180	11.7073	5.1930	2.4602	12.7758	26.9668
9	120	14.8886	4.7875	2.7006	12.9291	22.9201
10	60	22.9055	4.0943	3.1314	12.8209	16.7637
10	4980	94.5150	58.1555	20.8059	115.6121	346.9435
Ln (d) =		5.6652	d =		288.6499	n = -0.6164

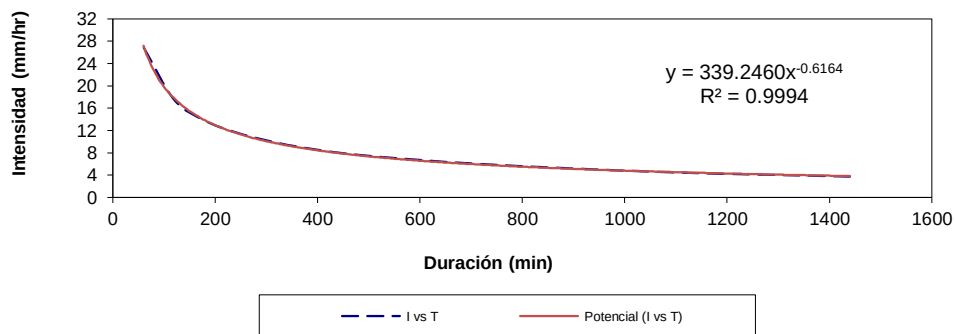
Regresión T= 10 años



Periodo de retorno para T = 25 años

Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	3.7390	7.2724	1.3188	9.5909	52.8878
2	1080	4.5366	6.9847	1.5122	10.5621	48.7863
3	720	5.9823	6.5793	1.7888	11.7690	43.2865
4	480	7.6275	6.1738	2.0318	12.5436	38.1156
5	360	9.1231	5.8861	2.2108	13.0130	34.6462
6	300	10.2298	5.7038	2.3253	13.2630	32.5331
7	240	11.6656	5.4806	2.4566	13.4640	30.0374
8	180	13.7594	5.1930	2.6217	13.6145	26.9668
9	120	17.4984	4.7875	2.8621	13.7023	22.9201
10	60	26.9205	4.0943	3.2929	13.4822	16.7637
10	4980	111.0821	58.1555	22.4210	125.0048	346.9435
Ln (d) =		5.8267	d =		339.2460	n = -0.6164

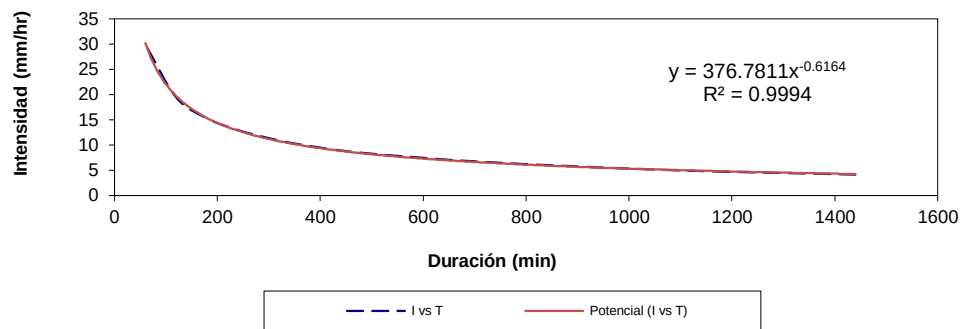
Regresión T= 25 años



Periodo de retorno para T = 50 años

Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	4.1527	7.2724	1.4237	10.3541	52.8878
2	1080	5.0386	6.9847	1.6171	11.2951	48.7863
3	720	6.6442	6.5793	1.8938	12.4595	43.2865
4	480	8.4714	6.1738	2.1367	13.1915	38.1156
5	360	10.1325	5.8861	2.3157	13.6307	34.6462
6	300	11.3617	5.7038	2.4302	13.8616	32.5331
7	240	12.9563	5.4806	2.5616	14.0391	30.0374
8	180	15.2818	5.1930	2.7267	14.1594	26.9668
9	120	19.4344	4.7875	2.9670	14.2047	22.9201
10	60	29.8991	4.0943	3.3978	13.9119	16.7637
10	4980	123.3726	58.1555	23.4704	131.1076	346.9435
Ln (d) =		5.9317	d =		376.7811	n = -0.6164

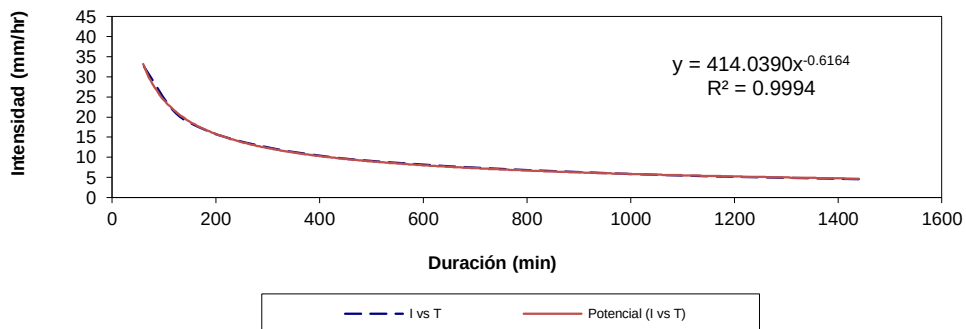
Regresión T= 50 años



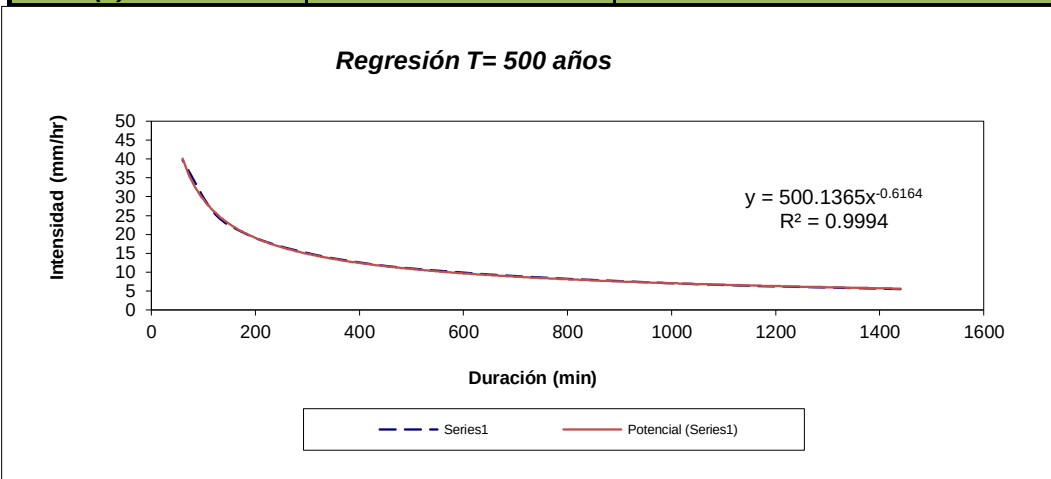
Periodo de retorno para T = 100 años

Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	4.5633	7.2724	1.5180	11.0398	52.8878
2	1080	5.5368	6.9847	1.7114	11.9537	48.7863
3	720	7.3013	6.5793	1.9880	13.0799	43.2865
4	480	9.3091	6.1738	2.2310	13.7737	38.1156
5	360	11.1344	5.8861	2.4100	14.1858	34.6462
6	300	12.4852	5.7038	2.5245	14.3994	32.5331
7	240	14.2375	5.4806	2.6559	14.5559	30.0374
8	180	16.7929	5.1930	2.8210	14.6491	26.9668
9	120	21.3562	4.7875	3.0613	14.6561	22.9201
10	60	32.8557	4.0943	3.4921	14.2980	16.7637
10	4980	135.5723	58.1555	24.4134	136.5914	346.9435
Ln (d) =		6.0260	d =		414.0390	n = -0.6164

Regresión T= 100 años



Periodo de retorno para T = 500 años						
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	5.5122	7.2724	1.7070	12.4137	52.8878
2	1080	6.6881	6.9847	1.9003	13.2733	48.7863
3	720	8.8195	6.5793	2.1770	14.3228	43.2865
4	480	11.2449	6.1738	2.4199	14.9400	38.1156
5	360	13.4498	5.8861	2.5990	15.2978	34.6462
6	300	15.0814	5.7038	2.7135	15.4770	32.5331
7	240	17.1981	5.4806	2.8448	15.5913	30.0374
8	180	20.2849	5.1930	3.0099	15.6302	26.9668
9	120	25.7971	4.7875	3.2503	15.5606	22.9201
10	60	39.6879	4.0943	3.6810	15.0715	16.7637
10	4980	163.7638	58.1555	26.3026	147.5782	346.9435
Ln (d) = 6.2149		d = 500.1365		n = -0.6164		



5. Cálculo de Parámetros de Ajuste

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

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

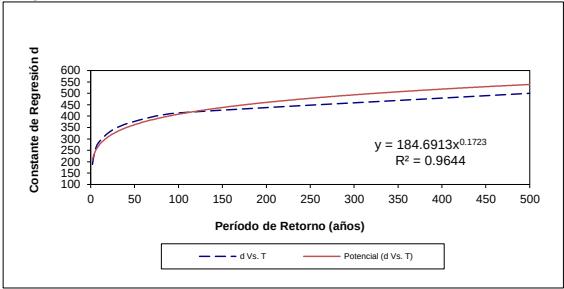
Y calculamos los valores de K,m de la siguiente expresión:

$$\ln K = \frac{[(\ln x * \ln y) * \ln x] - [(\ln x^2) * (\ln y)]}{(\ln x^2) - [(\ln x^2) * (N^a)]}$$

$$m = \frac{[\epsilon \ln y) - (N^a * \ln d]}{(\epsilon \ln x)}$$

Regresión potencial						
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	2	188.1235	0.6931	5.2371	3.6301	0.4805
2	5	248.6055	1.6094	5.5159	8.8774	2.5903
3	10	288.6499	2.3026	5.6652	13.0446	5.3019
4	25	339.2460	3.2189	5.8267	18.7555	10.3612
5	50	376.7811	3.9120	5.9317	23.2048	15.3039
6	100	414.0390	4.6052	6.0260	27.7506	21.2076
7	500	500.1365	6.2146	6.2149	38.6230	38.6214
7	692	2355.5815	22.5558	40.4174	133.8861	93.8667
Ln (K) = 5.2187 K = 184.6913 m = 0.1723						

Aplicamos exponente al ln de K para poder obtener el valor de termino constante de regresión K=184.6913 y el valor de coeficiente de regresión m=0.1723



6. Resultados y Aplicación

Y finalmente obtenemos la ecuación de intensidad válida para la cuenca resulta:

$$I = \frac{184.6913 \cdot T^{0.172311}}{t^{0.61639}}$$

Donde:

I = intensidad de precipitación (mm/hr)

T = Período de Retorno (años)

t = Tiempo de duración de precipitación (min)

Se obtiene la siguiente ecuación para toda la cuenca de estudio que comprende para la cuenca de Yesera Sur, cuenca de Yesera Norte y la cuenca de Junacas que esta calibrada para esta región de la ciudad de Tarija Bolivia.

A continuación, se presenta la tabla de intensidades para distintos periodos de retorno para un determinado tiempo.

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

Finalmente, se presenta una tabla resumen con las intensidades obtenidas para diferentes periodos de retorno y tiempos de duración de la precipitación. Esta información es crucial para la toma de decisiones en el manejo de recursos hídricos y en el diseño de infraestructura de drenaje en la zona de estudio.

Tabla de intensidades - Tiempo de duración												
Frecuencia años	Duración en minutos											
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
2	77.18	50.34	39.21	32.84	28.62	25.58	23.26	21.42	19.92	18.67	17.60	16.68
5	90.38	58.95	45.92	38.45	33.51	29.95	27.24	25.08	23.33	21.86	20.61	19.54
10	101.84	66.43	51.74	43.33	37.76	33.75	30.69	28.27	26.29	24.63	23.23	22.02
25	119.26	77.79	60.59	50.74	44.22	39.52	35.94	33.10	30.78	28.85	27.20	25.78
50	134.39	87.66	68.28	57.18	49.83	44.54	40.50	37.30	34.69	32.51	30.65	29.05
100	151.44	98.78	76.94	64.44	56.16	50.19	45.64	42.03	39.09	36.63	34.54	32.74
500	199.84	130.35	101.53	85.03	74.10	66.23	60.22	55.47	51.58	48.34	45.58	43.20

Curvas IDF de la cuenca

