ANEXOS

Gualberto Fuentes Valbuena - Ingeniero Sanitario U.de A.
Carrera 74 N 52-205 - Movil 3104560295 - Mail: gfuentesvalbuena@yahoo.com

ANEXO 1
CARTERA TOPOGRÁFICA

Gualberto Fuentes Valderrama - Ingeniero Sanitario UdeA
Carrera 72 N 51-101 - Movil 3104562099 - Mail: gfuentes@yahoo.com

ANEXO 1_ CARTERA TOPOGRÁFICA RECARGA

PUNTO	ESTE	NORTE	COTAS	DETALLE
1	880'148.40	1'181'329.56	1'883.30	
2	880'275.31	1'181'355.30	1'883.42	
3	880'275.17	1'181'355.50	1'883.55	GPS2
4	882'806.15	1'180'914.89	1'974.16	AQ
5	882'846.59	1'180'953.07	1'976.86	AQ
6	882'805.56	1'180'918.88	1'974.09	AQ
7	882'799.11	1'180'915.03	1'974.09	AQ
8	882'802.91	1'180'908.56	1'974.10	AQ
9	882'809.39	1'180'912.36	1'974.10	AQ
10	882'836.86	1'180'948.53	1'976.44	TUBO
11	882'836.95	1'180'948.59	1'975.64	TUBO
12	882'845.90	1'180'956.38	1'976.66	PERFIL
13	882'851.83	1'180'961.71	1'976.02	PERFIL
14	882'852.97	1'180'962.65	1'974.55	PERFIL
15	882'855.14	1'180'965.91	1'974.82	PERFIL
16	882'855.25	1'180'966.07	1'975.77	PERFIL
17	882'857.94	1'180'965.95	1'975.75	PERFIL
18	882'865.48	1'180'968.00	1'976.39	PERFIL
19	882'870.46	1'180'969.65	1'977.03	PERFIL
20	882'876.83	1'180'974.02	1'978.05	PERFIL
21	882'885.28	1'180'979.80	1'979.42	PERFIL
22	882'892.04	1'180'985.71	1'980.18	PERFIL
23	882'898.30	1'180'990.28	1'981.06	PERFIL
24	882'896.11	1'180'997.45	1'983.44	PERFIL
25	882'899.01	1'180'998.73	1'984.30	PERFIL
26	882'902.43	1'181'001.95	1'986.15	PERFIL
27	882'906.14	1'181'009.04	1'987.73	PERFIL
28	882'909.53	1'181'016.75	1'988.60	PERFIL
29	882'911.35	1'181'018.60	1'987.39	PERFIL
30	882'918.74	1'181'024.43	1'988.14	PERFIL
31	882'922.86	1'181'025.56	1'988.63	PERFIL
32	882'924.53	1'181'025.33	1'989.86	PERFIL
33	882'929.38	1'181'028.01	1'991.28	PERFIL
34	882'933.50	1'181'029.14	1'992.35	PERFIL
35	882'936.94	1'181'032.71	1'993.68	PERFIL
36	882'939.98	1'181'035.28	1'994.51	PERFIL
37	882'943.32	1'181'035.48	1'996.01	PERFIL

ANEXO 1_ CARTERA TOPOGRÁFICA RECARGA

PUNTO	ESTE	NORTE	COTAS	DETALLE
38	882'948.15	1'181'038.65	1'997.34	PERFIL
39	882'952.48	1'181'042.73	1'998.62	PERFIL
40	882'956.37	1'181'047.69	1'999.53	PERFIL
41	882'956.52	1'181'051.40	2'000.32	PERFIL
42	882'954.74	1'181'057.96	2'000.87	PERFIL
43	882'955.81	1'181'062.68	2'001.20	PERFIL
44	882'958.73	1'181'064.66	2'002.77	PERFIL
45	882'963.56	1'181'065.66	2'003.91	PERFIL
46	882'967.63	1'181'065.44	2'005.34	PERFIL
47	882'972.04	1'181'064.15	2'005.74	PERFIL
48	882'974.88	1'181'064.87	2'006.00	PERFIL
49	882'979.00	1'181'066.75	2'005.74	PERFIL
50	882'981.23	1'181'068.97	2'006.13	PERFIL
51	882'982.11	1'181'070.18	2'006.74	PERFIL
52	882'983.19	1'181'071.52	2'007.29	PERFIL
53	882'984.59	1'181'072.04	2'007.61	PERFIL
54	882'986.10	1'181'072.40	2'007.77	PERFIL
55	882'987.45	1'181'072.94	2'008.57	PERFIL
56	882'988.43	1'181'074.01	2'009.32	PERFIL
57	882'990.07	1'181'075.04	2'010.51	PERFIL
58	882'992.67	1'181'076.83	2'011.17	PERFIL
59	882'991.69	1'181'077.08	2'011.84	PERFIL1
60	882'990.25	1'181'077.38	2'012.74	PERFIL1
61	882'985.97	1'181'077.10	2'013.66	PERFIL1
62	882'983.38	1'181'076.45	2'013.50	PERFIL1
63	882'982.09	1'181'075.84	2'013.91	PERFIL1
64	882'981.58	1'181'075.47	2'014.19	PERFIL1
65	882'979.12	1'181'074.51	2'014.79	PERFIL1
66	882'977.32	1'181'073.69	2'014.69	PERFIL1
67	882'975.95	1'181'072.29	2'013.20	PERFIL1
68	882'974.13	1'181'070.98	2'011.91	PERFIL1
69	882'971.85	1'181'068.51	2'009.06	PERFIL1
70	882'970.57	1'181'064.76	2'005.35	PERFIL1
71	882'996.05	1'181'081.15	2'011.83	PERFIL
72	882'996.46	1'181'085.34	2'012.72	PERFIL
73	882'996.72	1'181'088.82	2'013.42	PERFIL
74	882'995.99	1'181'094.87	2'014.86	PERFIL

ANEXO 1_ CARTERA TOPOGRÁFICA RECARGA

PUNTO	ESTE	NORTE	COTAS	DETALLE
75	882'996.68	1'181'098.78	2'016.55	PERFIL
76	882'997.07	1'181'102.26	2'018.61	PERFIL
77	882'997.33	1'181'104.88	2'020.49	PERFIL
78	882'997.50	1'181'106.39	2'021.76	PERFIL
79	882'998.59	1'181'108.93	2'023.34	PERFIL
80	882'997.33	1'181'113.65	2'024.19	PERFIL
81	882'994.08	1'181'117.83	2'025.86	PERFIL
82	882'992.46	1'181'120.91	2'026.42	PERFIL
83	882'993.97	1'181'126.44	2'028.30	PERFIL
84	882'995.73	1'181'131.15	2'030.84	PERFIL
85	882'996.78	1'181'135.17	2'033.82	PERFIL
86	882'998.23	1'181'139.80	2'036.73	PERFIL
87	882'999.33	1'181'144.66	2'037.65	PERFIL
88	882'998.02	1'181'146.55	2'038.62	PERFIL
89	882'999.62	1'181'154.46	2'039.12	PERFIL
90	882'999.70	1'181'158.39	2'039.19	PERFIL
91	882'998.11	1'181'163.78	2'039.68	PERFIL
92	882'994.56	1'181'168.91	2'039.21	PERFIL
93	882'990.98	1'181'173.76	2'040.62	PERFIL
94	882'992.41	1'181'176.37	2'040.10	PERFIL
95	882'997.01	1'181'179.63	2'040.97	PERFIL
96	883'000.81	1'181'182.66	2'040.20	PERFIL
97	883'005.09	1'181'184.81	2'040.31	PERFIL
98	883'004.44	1'181'191.66	2'041.88	PERFIL
99	883'007.99	1'181'213.43	2'043.13	PERFIL
100	882'997.78	1'181'220.02	2'048.48	PERFIL
101	883'003.06	1'181'229.66	2'043.17	PERFIL
102	882'982.84	1'181'242.67	2'050.04	PERFIL
103	882'982.05	1'181'236.69	2'032.85	PERFIL
104	882'963.76	1'181'238.31	2'043.24	PERFIL
105	882'957.05	1'181'231.84	2'044.11	PERFIL
106	882'949.01	1'181'236.29	2'043.98	PERFIL
107	882'940.10	1'181'238.18	2'053.83	PERFIL
108	882'916.57	1'181'237.32	2'049.30	PERFIL
109	882'915.41	1'181'231.33	2'045.42	PERFIL
110	882'916.17	1'181'234.66	2'044.70	PERFIL
111	882'920.69	1'181'246.33	2'044.54	PERFIL

ANEXO 1_ CARTERA TOPOGRÁFICA RECARGA

PUNTO	ESTE	NORTE	COTAS	DETALLE
112	882'925.48	1'181'256.03	2'045.07	PERFIL
113	882'934.05	1'181'265.58	2'046.13	PERFIL
114	882'937.43	1'181'273.03	2'046.11	PERFIL
115	882'934.06	1'181'290.33	2'048.50	PERFIL
116	882'938.51	1'181'290.96	2'047.71	PERFIL
117	882'945.14	1'181'287.48	2'048.43	PERFIL
118	882'952.78	1'181'287.31	2'048.02	PERFIL
119	882'960.89	1'181'284.15	2'048.37	PERFIL
120	882'965.55	1'181'283.55	2'049.26	PERFIL
121	882'969.64	1'181'281.60	2'048.94	PERFIL
122	882'977.75	1'181'275.42	2'050.03	PERFIL
123	882'992.20	1'181'275.68	2'049.72	PERFIL
124	882'999.06	1'181'277.15	2'050.87	PERFIL
125	883'007.29	1'181'274.12	2'051.04	PERFIL
126	883'020.58	1'181'264.09	2'051.26	PERFIL
127	883'034.47	1'181'260.62	2'052.36	PERFIL
128	883'050.54	1'181'264.45	2'051.93	PERFIL
129	883'056.03	1'181'273.55	2'053.86	PERFIL
130	883'064.48	1'181'279.48	2'051.21	PERFIL
131	883'076.61	1'181'291.90	2'050.94	PERFIL
132	883'084.34	1'181'308.39	2'055.33	PERFIL
133	883'086.11	1'181'326.21	2'060.95	PERFIL
134	883'089.74	1'181'332.83	2'052.36	PERFIL
135	883'079.09	1'181'349.11	2'057.13	PERFIL
136	883'076.10	1'181'355.61	2'056.71	PERFIL
137	883'057.99	1'181'354.41	2'058.03	PERFIL
138	883'054.53	1'181'357.26	2'058.19	PERFIL
139	883'046.73	1'181'370.51	2'058.64	PERFIL
140	883'035.63	1'181'369.10	2'059.12	PERFIL
141	883'031.34	1'181'370.69	2'059.35	PERFIL
142	883'028.85	1'181'377.06	2'059.15	PERFIL
143	883'031.55	1'181'391.33	2'060.28	PERFIL
144	883'031.07	1'181'403.05	2'060.66	PERFIL
145	883'034.94	1'181'398.77	2'062.71	PERFIL
146	883'038.60	1'181'400.26	2'063.58	PERFIL
147	883'044.11	1'181'399.86	2'062.78	PERFIL
148	883'047.03	1'181'397.26	2'063.04	PERFIL

ANEXO 1_ CARTERA TOPOGRÁFICA RECARGA

PUNTO	ESTE	NORTE	COTAS	DETALLE
149	883'052.09	1'181'395.21	2'061.50	PERFIL
150	883'059.06	1'181'393.58	2'059.87	PERFIL
151	883'069.82	1'181'398.71	2'061.32	PERFIL
152	883'076.24	1'181'404.46	2'061.78	PERFIL
153	883'100.70	1'181'399.68	2'062.49	PERFIL
154	883'105.13	1'181'400.84	2'062.73	PERFIL
155	883'111.21	1'181'408.28	2'062.58	PERFIL
156	883'116.18	1'181'418.79	2'062.88	PERFIL
157	883'116.99	1'181'423.44	2'062.65	PERFIL
158	883'121.06	1'181'423.58	2'062.28	PERFIL
159	883'125.33	1'181'415.89	2'062.39	PERFIL
160	883'136.43	1'181'405.95	2'063.72	PERFIL
161	883'143.70	1'181'404.81	2'064.98	PERFIL
162	883'141.34	1'181'398.97	2'062.06	PERFIL
163	883'162.63	1'181'392.25	2'065.35	PERFIL
164	883'168.39	1'181'369.62	2'066.17	PERFIL
165	883'175.83	1'181'363.09	2'066.80	PERFIL
166	883'183.42	1'181'345.23	2'072.27	PERFIL
167	883'293.47	1'181'436.73	2'076.60	PERFIL
168	883'303.60	1'181'409.71	2'075.39	PERFIL
169	883'302.85	1'181'410.29	2'075.33	DELTA
170	883'307.80	1'181'399.36	2'075.48	PERFIL
171	883'311.02	1'181'390.51	2'075.68	PERFIL
172	883'315.19	1'181'380.83	2'075.45	PERFIL
173	883'321.36	1'181'375.33	2'076.50	PERFIL
174	883'325.42	1'181'372.12	2'076.65	PERFIL
175	883'335.26	1'181'366.43	2'078.44	PERFIL
176	883'339.73	1'181'365.50	2'078.71	PERFIL
177	883'344.62	1'181'364.48	2'078.84	PERFIL
178	883'349.11	1'181'362.04	2'080.16	PERFIL
179	883'352.78	1'181'359.07	2'081.20	PERFIL
180	883'356.72	1'181'355.95	2'081.61	PERFIL
181	883'366.01	1'181'352.48	2'082.42	PERFIL
182	883'374.50	1'181'345.78	2'085.60	PERFIL
183	883'384.24	1'181'342.56	2'087.68	PERFIL
184	883'388.14	1'181'338.29	2'088.25	PERFIL
185	883'389.60	1'181'333.74	2'088.80	PERFIL

ANEXO 1_ CARTERA TOPOGRÁFICA RECARGA

PUNTO	ESTE	NORTE	COTAS	DETALLE
186	883'392.47	1'181'330.60	2'087.75	PERFIL
187	883'402.05	1'181'326.14	2'087.15	PERFIL
188	883'411.28	1'181'337.34	2'090.47	PERFIL
189	883'414.21	1'181'338.91	2'090.36	PERFIL
190	883'417.82	1'181'337.54	2'090.71	PERFIL
191	883'424.77	1'181'330.29	2'091.09	PERFIL
192	883'434.43	1'181'315.89	2'093.76	PERFIL
193	883'438.76	1'181'306.64	2'094.65	PERFIL
194	883'441.80	1'181'303.55	2'095.01	PERFIL
195	883'456.34	1'181'296.69	2'096.39	PERFIL
196	883'465.32	1'181'290.44	2'096.41	PERFIL
197	883'470.16	1'181'283.92	2'097.12	PERFIL
198	883'472.50	1'181'277.96	2'097.49	PERFIL
199	883'472.83	1'181'271.41	2'097.59	PERFIL
200	883'470.96	1'181'261.31	2'097.96	PERFIL
201	883'469.98	1'181'251.25	2'100.45	PERFIL
202	883'468.94	1'181'247.89	2'101.91	PERFIL
203	883'458.20	1'181'236.43	2'103.93	PERFIL
204	883'451.51	1'181'222.41	2'104.44	PERFIL
205	883'450.44	1'181'212.71	2'108.04	PERFIL
206	883'460.66	1'181'201.76	2'108.30	PERFIL
207	883'498.28	1'181'161.38	2'116.16	PERFIL
208	883'501.82	1'181'159.06	2'117.61	PERFIL
209	883'512.89	1'181'157.55	2'118.36	PERFIL
210	883'530.63	1'181'148.50	2'121.21	PERFIL
211	883'534.82	1'181'146.79	2'121.32	PERFIL
212	883'537.06	1'181'143.55	2'122.37	PERFIL
213	883'543.23	1'181'141.80	2'122.68	PERFIL
214	883'551.10	1'181'136.40	2'122.76	PERFIL
215	883'556.51	1'181'131.78	2'123.68	PERFIL
216	883'565.59	1'181'128.86	2'124.06	PERFIL
217	883'571.04	1'181'126.29	2'124.26	PERFIL
218	883'576.56	1'181'125.42	2'124.86	PERFIL
219	883'583.83	1'181'136.75	2'124.27	PERFIL
220	883'586.39	1'181'143.08	2'124.33	PERFIL
221	883'597.02	1'181'147.47	2'124.44	PERFIL
222	883'608.44	1'181'147.71	2'124.81	PERFIL

ANEXO 1_ CARTERA TOPOGRÁFICA RECARGA

PUNTO	ESTE	NORTE	COTAS	DETALLE
223	883'620.82	1'181'146.38	2'124.86	PERFIL
224	883'639.80	1'181'140.78	2'126.35	PERFIL
225	883'641.97	1'181'136.96	2'126.69	PERFIL
226	883'641.10	1'181'128.26	2'127.13	PERFIL
227	883'642.17	1'181'122.43	2'127.52	PERFIL
228	883'645.47	1'181'115.64	2'129.24	PERFIL
229	883'651.98	1'181'106.85	2'129.56	PERFIL
230	883'655.82	1'181'099.33	2'129.88	PERFIL
231	883'656.95	1'181'092.49	2'130.01	PERFIL
232	883'663.39	1'181'088.18	2'130.20	PERFIL
233	883'672.77	1'181'085.54	2'130.43	PERFIL
234	883'676.99	1'181'087.59	2'130.53	PERFIL
235	883'680.51	1'181'092.74	2'131.17	PERFIL
236	883'686.74	1'181'095.77	2'132.74	PERFIL
237	883'691.27	1'181'096.86	2'132.99	PERFIL
238	883'700.98	1'181'096.43	2'132.51	PERFIL
239	883'714.05	1'181'094.84	2'132.46	PERFIL
240	883'720.10	1'181'094.27	2'133.01	PERFIL
241	883'727.75	1'181'090.48	2'132.77	PERFIL
242	883'739.32	1'181'086.33	2'132.65	PERFIL
243	883'747.28	1'181'084.52	2'132.62	PERFIL
244	883'751.53	1'181'084.43	2'132.59	PERFIL
245	883'762.77	1'181'084.28	2'132.47	PERFIL
246	883'783.99	1'181'089.52	2'132.95	PERFIL
247	883'791.33	1'181'086.91	2'132.78	PERFIL
248	883'803.92	1'181'076.40	2'133.21	PERFIL
249	883'813.26	1'181'073.49	2'133.48	PERFIL
250	883'817.49	1'181'081.68	2'133.59	PERFIL
251	883'817.90	1'181'088.87	2'133.72	PERFIL
252	883'831.65	1'181'112.73	2'134.18	PERFIL
253	883'832.09	1'181'122.23	2'134.62	PERFIL
254	883'831.54	1'181'131.24	2'134.97	PERFIL
255	883'864.71	1'181'151.67	2'135.33	PERFIL
256	883'852.05	1'181'159.85	2'135.01	PERFIL
257	883'842.45	1'181'158.15	2'134.58	PERFIL
258	883'836.97	1'181'155.16	2'137.12	PERFIL
259	883'878.13	1'181'147.82	2'136.80	PERFIL

ANEXO 1_ CARTERA TOPOGRÁFICA RECARGA

PUNTO	ESTE	NORTE	COTAS	DETALLE
260	883'899.68	1'181'151.67	2'137.10	PERFIL
261	883'906.60	1'181'153.37	2'137.15	PERFIL
262	883'910.22	1'181'154.10	2'137.24	PERFIL
263	883'925.90	1'181'156.38	2'137.41	PERFIL
264	883'937.22	1'181'160.75	2'138.44	PERFIL
265	883'938.02	1'181'165.06	2'138.80	PERFIL
266	884'023.56	1'181'243.51	2'141.85	PERFIL
267	884'031.61	1'181'235.85	2'140.19	PERFIL
268	884'040.05	1'181'228.93	2'139.91	PERFIL
269	884'045.74	1'181'226.05	2'139.97	PERFIL
270	884'055.93	1'181'222.94	2'139.96	PERFIL
271	884'063.57	1'181'221.40	2'139.89	PERFIL
272	884'071.29	1'181'224.47	2'139.64	PERFIL
273	884'077.03	1'181'231.29	2'139.84	PERFIL
274	884'078.92	1'181'238.69	2'140.64	PERFIL
275	884'137.95	1'181'259.98	2'151.61	DELTA
276	884'156.20	1'181'300.62	2'155.04	DELTA
277	884'068.04	1'181'222.80	2'139.57	PERFIL
278	883'820.38	1'181'048.75	2'137.47	DELTA
279	884'064.22	1'181'221.60	2'139.58	PERFIL
280	884'057.31	1'181'222.10	2'139.67	PERFIL
281	884'052.46	1'181'223.98	2'139.68	PERFIL
282	884'046.82	1'181'225.73	2'139.71	PERFIL
283	884'028.02	1'181'240.46	2'140.75	PERFIL
284	884'018.25	1'181'246.54	2'141.77	PERFIL
285	884'013.27	1'181'248.41	2'140.42	PERFIL
286	884'006.08	1'181'256.18	2'139.96	PERFIL
287	883'998.85	1'181'256.83	2'140.27	PERFIL
288	883'933.31	1'181'013.56	2'114.61	PERFIL
289	883'939.52	1'180'999.55	2'112.59	PERFIL
290	883'796.60	1'180'936.07	2'114.71	PERFIL
291	883'820.38	1'181'048.75	2'137.47	delta
292	884'156.17	1'181'300.63	2'154.94	DEL 276
293	884'156.16	1'181'300.53	2'154.94	DEL 276
294	884'114.83	1'181'315.04	2'139.58	BQ
295	884'113.60	1'181'317.84	2'139.63	BQ
296	884'112.62	1'181'319.30	2'140.12	BQ

ANEXO 1_ CARTERA TOPOGRÁFICA RECARGA

PUNTO	ESTE	NORTE	COTAS	DETALLE
297	884'111.36	1'181'321.25	2'139.83	BQ
298	884'111.62	1'181'323.79	2'140.05	BQ
299	884'112.33	1'181'325.93	2'139.99	BQ
300	884'112.81	1'181'328.24	2'140.56	BQ
301	884'113.91	1'181'331.59	2'140.81	BQ
302	884'117.70	1'181'333.19	2'141.39	BQ
303	884'119.97	1'181'333.79	2'141.47	BQ
304	884'127.49	1'181'336.46	2'142.08	BQ
305	884'129.60	1'181'334.26	2'143.03	BQ
306	884'129.84	1'181'337.08	2'142.86	BQ
307	884'125.85	1'181'338.35	2'142.36	BQ
308	884'123.33	1'181'337.33	2'142.28	BQ
309	884'123.17	1'181'335.28	2'141.55	BQ
310	884'119.81	1'181'336.63	2'141.78	BQ
311	884'117.30	1'181'341.99	2'141.64	BQ
312	884'116.50	1'181'342.98	2'141.79	BQ
313	884'118.37	1'181'345.76	2'141.83	BQ
314	884'117.20	1'181'346.86	2'141.78	BQ
315	884'117.22	1'181'352.57	2'142.03	BQ
316	884'116.93	1'181'352.45	2'141.90	BQ
317	884'117.94	1'181'352.32	2'142.50	T
318	884'119.79	1'181'351.85	2'143.16	T
319	884'119.25	1'181'346.98	2'142.66	T
320	884'117.75	1'181'341.33	2'142.73	T
321	884'116.97	1'181'339.70	2'142.52	T
322	884'119.32	1'181'337.02	2'142.41	T
323	884'122.14	1'181'337.80	2'143.27	T
324	884'125.65	1'181'340.05	2'143.91	T
325	884'131.92	1'181'339.23	2'144.51	T
326	884'130.39	1'181'340.97	2'144.65	T
327	884'128.98	1'181'342.63	2'144.08	T
328	884'129.80	1'181'344.95	2'144.53	T
329	884'131.47	1'181'344.36	2'145.07	T
330	884'129.96	1'181'347.11	2'144.72	T
331	884'127.37	1'181'347.33	2'144.05	T
332	884'126.50	1'181'351.60	2'144.22	T
333	884'124.92	1'181'350.09	2'143.68	T

ANEXO 1_ CARTERA TOPOGRÁFICA RECARGA

PUNTO	ESTE	NORTE	COTAS	DETALLE
334	884'124.16	1'181'347.71	2'143.38	T
335	884'123.98	1'181'344.21	2'143.49	T
336	884'121.66	1'181'346.88	2'143.06	T
337	884'120.45	1'181'343.97	2'142.94	T
338	884'116.41	1'181'342.75	2'141.77	BQ
339	884'114.85	1'181'341.60	2'140.89	BQ
340	884'115.72	1'181'339.61	2'141.44	BQ
341	884'113.78	1'181'337.72	2'141.16	BQ
342	884'112.34	1'181'338.32	2'141.22	BQ
343	884'111.96	1'181'334.50	2'140.50	BQ
344	884'112.90	1'181'334.51	2'140.72	BQ
345	884'112.60	1'181'332.57	2'140.49	BQ
346	884'109.28	1'181'327.87	2'140.15	BQ
347	884'108.69	1'181'320.42	2'139.84	BQ
348	884'112.42	1'181'314.01	2'139.57	BQ
349	884'116.02	1'181'314.80	2'140.11	T
350	884'114.67	1'181'317.44	2'140.11	T
351	884'116.14	1'181'318.25	2'140.37	T
352	884'113.80	1'181'319.08	2'140.50	T
353	884'115.25	1'181'320.27	2'140.44	T
354	884'112.94	1'181'321.82	2'140.64	T
355	884'112.72	1'181'323.17	2'140.69	T
356	884'113.49	1'181'325.29	2'140.90	T
357	884'115.39	1'181'324.81	2'140.70	T
358	884'115.92	1'181'324.33	2'140.94	T
359	884'114.93	1'181'328.78	2'141.70	T
360	884'118.30	1'181'327.47	2'141.59	T
361	884'119.58	1'181'328.40	2'142.31	T
362	884'120.33	1'181'327.92	2'142.47	T
363	884'122.21	1'181'325.87	2'143.01	T
364	884'122.84	1'181'323.34	2'143.52	T
365	884'123.34	1'181'321.10	2'143.15	T
366	884'124.91	1'181'319.26	2'143.53	T
367	884'123.46	1'181'325.64	2'143.29	T
368	884'123.58	1'181'327.99	2'143.32	T
369	884'123.57	1'181'329.92	2'143.16	T
370	884'125.64	1'181'330.01	2'143.80	T

ANEXO 1_ CARTERA TOPOGRÁFICA RECARGA

PUNTO	ESTE	NORTE	COTAS	DETALLE
371	884'127.63	1'181'329.85	2'144.12	T
372	884'129.30	1'181'331.32	2'144.32	T
373	884'120.81	1'181'331.74	2'142.80	T
374	884'120.18	1'181'332.74	2'142.11	T
375	884'123.33	1'181'333.28	2'143.03	T
376	884'119.43	1'181'330.04	2'142.36	T
377	884'118.10	1'181'331.30	2'141.96	T
378	884'116.04	1'181'331.36	2'142.06	T
379	884'118.22	1'181'332.46	2'142.77	BOCATOMA
380	884'117.53	1'181'332.54	2'142.35	BOCATOMA
381	884'117.11	1'181'332.59	2'141.77	BOCATOMA
382	884'116.86	1'181'332.58	2'141.71	BOCATOMA
383	884'116.17	1'181'332.66	2'142.01	BOCATOMA
384	884'115.51	1'181'332.69	2'141.80	BOCATOMA
385	884'115.38	1'181'332.66	2'140.76	BOCATOMA
386	884'115.07	1'181'332.75	2'140.91	BOCATOMA
387	884'114.24	1'181'332.72	2'141.29	BOCATOMA
388	884'113.92	1'181'332.72	2'141.28	BOCATOMA
389	884'113.42	1'181'332.87	2'140.64	BOCATOMA
390	884'113.09	1'181'332.86	2'140.67	BOCATOMA
391	884'112.55	1'181'332.86	2'140.51	BOCATOMA
392	884'112.10	1'181'332.84	2'141.58	BOCATOMA
393	884'109.96	1'181'333.48	2'142.59	BOCATOMA
394	884'113.95	1'181'336.84	2'141.56	T
395	884'113.50	1'181'335.45	2'141.73	T
396	884'113.23	1'181'312.09	2'139.44	BQ
397	884'111.59	1'181'305.77	2'138.19	BQ
398	884'115.05	1'181'302.72	2'137.75	BQ
399	884'104.66	1'181'296.06	2'136.67	BQ
400	884'107.89	1'181'294.46	2'136.88	BQ
401	884'101.21	1'181'288.02	2'135.80	BQ
402	884'103.14	1'181'286.09	2'135.94	BQ
403	884'092.96	1'181'282.47	2'135.16	BQ
404	884'084.50	1'181'274.72	2'134.45	BQ
405	884'086.24	1'181'273.61	2'133.76	BQ
406	884'088.20	1'181'272.24	2'135.45	DESARENADOR
407	884'082.42	1'181'274.35	2'136.02	DESARENADOR

ANEXO 1_ CARTERA TOPOGRÁFICA RECARGA

PUNTO	ESTE	NORTE	COTAS	DETALLE
408	884'081.11	1'181'274.56	2'136.42	DESARENADOR
409	884'082.45	1'181'271.89	2'135.60	DESARENADOR
410	884'081.18	1'181'271.43	2'136.96	DESARENADOR
411	884'087.52	1'181'253.89	2'131.63	BQ
412	884'090.63	1'181'254.43	2'131.62	BQ
413	884'088.36	1'181'239.45	2'130.24	BQ
414	884'090.99	1'181'239.29	2'130.07	BQ
415	884'097.41	1'181'217.27	2'128.01	BQ
416	884'099.96	1'181'218.86	2'127.72	BQ
417	884'098.43	1'181'214.01	2'130.09	PERFIL
418	884'092.90	1'181'205.05	2'130.21	PERFIL
419	884'090.31	1'181'191.89	2'128.63	PERFIL
420	884'076.58	1'181'182.04	2'127.49	PERFIL
421	884'069.52	1'181'179.18	2'124.51	PERFIL
422	884'056.37	1'181'176.18	2'123.48	PERFIL
423	884'045.64	1'181'177.51	2'122.97	PERFIL
424	884'033.44	1'181'181.41	2'122.95	PERFIL
425	884'027.73	1'181'171.54	2'119.44	BQ
426	884'018.35	1'181'176.84	2'118.86	BQ
427	884'013.25	1'181'179.47	2'118.64	BQ
428	884'010.61	1'181'182.69	2'120.76	PERFIL
429	883'998.74	1'181'175.39	2'119.84	PERFIL
430	884'002.47	1'181'172.84	2'118.13	BQ
431	883'998.56	1'181'166.54	2'118.03	BQ
432	884'000.19	1'181'165.89	2'118.48	BQ
433	884'002.89	1'181'170.08	2'118.43	BQ
434	884'000.69	1'181'162.46	2'118.39	BQ
435	884'003.27	1'181'159.90	2'118.34	BQ
436	884'003.00	1'181'158.23	2'118.08	BQ
437	883'999.22	1'181'159.21	2'118.21	BQ
438	883'988.95	1'181'165.26	2'121.95	PERFIL
439	883'991.93	1'181'157.04	2'121.29	PERFIL
440	884'000.95	1'181'153.88	2'120.00	PERFIL
441	884'009.08	1'181'151.24	2'119.80	PERFIL
442	884'013.83	1'181'149.46	2'119.61	PERFIL
443	884'018.20	1'181'144.72	2'119.01	PERFIL
444	884'020.98	1'181'137.83	2'118.52	PERFIL

ANEXO 1_ CARTERA TOPOGRÁFICA RECARGA

PUNTO	ESTE	NORTE	COTAS	DETALLE
445	884'020.96	1'181'132.26	2'118.62	PERFIL
446	884'029.25	1'181'111.92	2'115.15	BQ
447	884'031.92	1'181'113.14	2'114.83	BQ
448	884'030.18	1'181'121.11	2'116.09	BQ
449	884'028.10	1'181'122.26	2'115.91	BQ
450	884'027.98	1'181'133.42	2'116.81	BQ
451	884'030.13	1'181'132.82	2'116.45	BQ
452	884'023.37	1'181'143.17	2'117.17	BQ
453	884'018.67	1'181'148.06	2'117.80	BQ
454	884'007.19	1'181'157.34	2'117.97	BQ
455	884'007.43	1'181'158.99	2'117.81	BQ
456	884'009.36	1'181'162.16	2'117.80	BQ
457	884'011.08	1'181'160.74	2'117.78	BQ
458	884'013.59	1'181'158.45	2'118.13	BQ
459	884'016.54	1'181'158.59	2'117.70	BQ
460	884'021.70	1'181'120.82	2'118.46	PERFIL
461	884'024.09	1'181'112.50	2'117.44	PERFIL
462	884'016.39	1'181'104.04	2'119.64	PERFIL
463	884'014.72	1'181'089.69	2'119.84	PERFIL
464	884'016.82	1'181'079.46	2'119.77	PERFIL
465	884'019.74	1'181'072.27	2'119.86	PERFIL
466	884'021.49	1'181'066.36	2'120.49	PERFIL
467	884'022.09	1'181'060.11	2'119.43	PERFIL
468	884'016.63	1'181'052.70	2'117.08	PERFIL
469	884'011.01	1'181'047.91	2'116.56	PERFIL
470	884'002.66	1'181'042.16	2'115.83	PERFIL
471	883'991.99	1'181'034.54	2'115.76	PERFIL
472	883'988.41	1'181'032.19	2'114.34	PERFIL
473	883'988.77	1'181'031.89	2'114.29	PERFIL
474	883'987.96	1'181'028.68	2'114.20	PERFIL
475	883'986.98	1'181'023.43	2'112.04	PERFIL
476	883'978.80	1'181'014.60	2'110.37	PERFIL
477	883'971.66	1'181'007.58	2'108.43	PERFIL
478	883'969.34	1'181'003.30	2'107.39	PERFIL
479	883'960.02	1'180'995.27	2'106.75	PERFIL
480	883'946.16	1'180'986.86	2'105.94	PERFIL
481	883'938.01	1'180'980.42	2'105.11	PERFIL

ANEXO 1_ CARTERA TOPOGRÁFICA RECARGA

PUNTO	ESTE	NORTE	COTAS	DETALLE
482	883'924.67	1'180'971.58	2'102.63	PERFIL
483	883'910.75	1'180'956.64	2'096.58	PERFIL
484	883'889.84	1'180'944.46	2'095.92	PERFIL
485	883'885.09	1'180'941.25	2'094.69	PERFIL
486	883'870.05	1'180'933.25	2'093.44	PERFIL
487	883'851.22	1'180'915.24	2'092.11	PERFIL
488	883'846.87	1'180'900.47	2'093.34	PERFIL
489	883'841.96	1'180'881.04	2'092.00	PERFIL
490	883'835.41	1'180'871.20	2'090.38	PERFIL
491	883'830.19	1'180'864.55	2'090.71	PERFIL
492	883'825.61	1'180'854.51	2'091.27	PERFIL
493	883'817.31	1'180'850.10	2'092.14	PERFIL
494	883'792.41	1'180'842.11	2'092.18	PERFIL
495	883'772.99	1'180'855.87	2'096.52	PERFIL
496	883'760.40	1'180'868.23	2'096.55	PERFIL
497	883'752.35	1'180'878.31	2'097.34	PERFIL
498	883'743.13	1'180'892.01	2'097.90	PERFIL
499	883'730.07	1'180'912.86	2'100.56	PERFIL
500	883'725.10	1'180'916.31	2'099.26	PERFIL
501	883'721.50	1'180'921.92	2'095.93	PERFIL
502	883'713.88	1'180'928.35	2'096.27	PERFIL
503	883'707.35	1'180'932.68	2'100.16	PERFIL
504	883'699.93	1'180'938.38	2'100.44	PERFIL
505	883'695.21	1'180'949.17	2'101.72	PERFIL
506	883'693.43	1'180'956.76	2'101.08	PERFIL
507	883'683.87	1'180'967.82	2'096.45	PERFIL
508	883'673.62	1'180'976.11	2'100.65	PERFIL
509	883'670.32	1'180'979.24	2'097.82	PERFIL
510	883'667.80	1'180'979.19	2'097.26	PERFIL
511	883'667.79	1'180'979.22	2'097.25	PERFIL
512	883'662.10	1'180'980.69	2'097.32	PERFIL
513	883'656.21	1'180'981.90	2'100.52	PERFIL
514	883'642.50	1'180'986.54	2'103.29	PERFIL
515	883'630.70	1'180'994.44	2'104.35	PERFIL
516	883'623.02	1'181'003.17	2'103.51	PERFIL
517	883'612.17	1'181'014.56	2'105.32	PERFIL
518	883'608.97	1'181'036.88	2'110.41	PERFIL

ANEXO 1_ CARTERA TOPOGRÁFICA RECARGA

PUNTO	ESTE	NORTE	COTAS	DETALLE
519	883'601.10	1'181'048.22	2'110.10	PERFIL
520	883'595.00	1'181'049.82	2'107.99	PERFIL
521	883'582.23	1'181'061.07	2'112.03	PERFIL
522	883'572.57	1'181'081.35	2'106.87	PERFIL
523	883'691.18	1'180'918.38	2'094.03	PERFIL
524	883'684.05	1'180'921.96	2'093.66	PERFIL
525	883'679.39	1'180'928.85	2'093.37	PERFIL
526	883'674.36	1'180'949.93	2'093.84	PERFIL
527	883'670.58	1'180'957.28	2'093.97	PERFIL
528	883'665.80	1'180'961.25	2'093.95	PERFIL
529	883'654.81	1'180'967.01	2'094.71	PERFIL
530	883'646.52	1'180'966.93	2'095.04	PERFIL
531	883'637.90	1'180'967.65	2'095.21	PERFIL
532	883'630.53	1'180'967.49	2'095.02	PERFIL
533	883'624.98	1'180'967.11	2'095.14	PERFIL
534	883'620.02	1'180'967.61	2'095.36	PERFIL
535	883'614.07	1'180'970.34	2'095.55	PERFIL
536	883'606.12	1'180'974.06	2'095.73	PERFIL
537	883'600.19	1'180'975.41	2'095.95	PERFIL
538	883'589.15	1'180'980.72	2'096.27	PERFIL
539	883'580.71	1'180'990.92	2'096.88	PERFIL
540	883'564.03	1'181'001.01	2'097.69	PERFIL
541	883'553.39	1'181'017.69	2'099.06	PERFIL
542	883'541.77	1'181'035.72	2'099.78	PERFIL
543	883'534.01	1'181'056.98	2'100.63	PERFIL
544	883'533.54	1'181'069.32	2'101.49	PERFIL
545	883'532.86	1'181'077.73	2'102.17	PERFIL
546	883'528.28	1'181'081.51	2'102.69	PERFIL
547	883'516.68	1'181'089.34	2'103.68	PERFIL
548	883'518.57	1'181'102.55	2'104.90	PERFIL
549	883'517.98	1'181'110.27	2'105.81	PERFIL
550	883'514.30	1'181'120.29	2'106.94	PERFIL
551	883'504.33	1'181'130.66	2'108.35	PERFIL
552	883'497.04	1'181'139.06	2'110.25	PERFIL
553	883'483.62	1'181'153.48	2'112.44	PERFIL
554	883'473.83	1'181'169.51	2'117.31	PERFIL
555	883'470.37	1'181'183.92	2'118.80	PERFIL

ANEXO 1_ CARTERA TOPOGRÁFICA RECARGA

PUNTO	ESTE	NORTE	COTAS	DETALLE
556	883'469.67	1'181'189.34	2'115.50	PERFIL
557	883'470.40	1'181'193.62	2'110.64	PERFIL
558	883'470.13	1'181'194.70	2'114.55	PERFIL
559	883'467.56	1'181'197.16	2'113.43	PERFIL
560	883'462.60	1'181'203.82	2'110.13	PERFIL
561	883'465.06	1'181'208.31	2'109.06	PERFIL
562	883'465.24	1'181'208.42	2'105.10	PERFIL
563	883'282.01	1'181'437.05	2'075.50	PERFIL
564	883'265.48	1'181'438.25	2'076.69	PERFIL
565	883'250.15	1'181'424.58	2'073.15	PERFIL
566	883'297.62	1'181'433.32	2'072.93	DELTA
567	883'307.95	1'181'427.65	2'073.82	DELTA
568	883'313.20	1'181'415.09	2'074.82	DELTA
569	883'317.38	1'181'406.24	2'075.19	DELTA
570	883'326.77	1'181'397.42	2'075.63	DELTA
571	883'339.25	1'181'387.28	2'077.67	DELTA
572	883'342.06	1'181'384.28	2'077.49	DELTA
573	883'347.36	1'181'380.29	2'078.21	VIADUCTO
574	883'347.18	1'181'380.00	2'078.23	VIADUCTO
575	883'351.49	1'181'376.99	2'078.59	VIADUCTO
576	883'351.62	1'181'377.27	2'078.61	VIADUCTO
577	883'354.07	1'181'375.16	2'078.87	PERFIL
578	883'358.47	1'181'371.92	2'079.11	PERFIL
579	883'363.60	1'181'367.71	2'078.98	PERFIL
580	883'367.43	1'181'366.74	2'079.12	PERFIL
581	883'372.16	1'181'366.48	2'079.23	PERFIL
582	883'378.69	1'181'364.85	2'078.80	PERFIL
583	883'386.95	1'181'362.32	2'079.04	PERFIL
584	883'401.45	1'181'364.44	2'080.44	VIADUCTO
585	883'401.61	1'181'364.22	2'080.42	VIADUCTO
586	883'396.18	1'181'363.32	2'080.40	VIADUCTO
587	883'396.16	1'181'363.43	2'080.39	VIADUCTO
588	883'410.15	1'181'365.70	2'080.55	PERFIL
589	883'417.14	1'181'365.35	2'081.25	PERFIL
590	883'418.49	1'181'366.48	2'081.66	DESARENADOR-CF
591	883'417.82	1'181'364.04	2'081.68	DESARENADOR-CF
592	883'423.49	1'181'362.20	2'081.69	DESARENADOR-CF

ANEXO 1_ CARTERA TOPOGRÁFICA RECARGA

PUNTO	ESTE	NORTE	COTAS	DETALLE
593	883'423.80	1'181'362.96	2'081.68	DESARENADOR-CF
594	883'425.29	1'181'362.61	2'081.69	DESARENADOR-CF
595	883'425.49	1'181'363.56	2'081.68	DESARENADOR-CF
596	883'424.62	1'181'363.82	2'081.68	DESARENADOR-CF
597	883'424.77	1'181'364.52	2'081.69	DESARENADOR-CF
598	883'426.52	1'181'362.33	2'082.04	CAN-DER
599	883'426.70	1'181'361.84	2'082.03	CAN-DER
600	883'428.91	1'181'362.30	2'082.00	CAN-DER
601	883'428.76	1'181'362.83	2'082.00	CAN-DER
602	883'428.78	1'181'362.93	2'082.00	CAN-DER
603	883'427.79	1'181'362.29	2'080.77	CAN-DER
604	883'428.41	1'181'360.35	2'082.01	BOCATOMA
605	883'429.14	1'181'361.95	2'081.99	BOCATOMA
606	883'428.90	1'181'363.30	2'081.84	BOCATOMA
607	883'428.61	1'181'364.00	2'081.82	BOCATOMA
608	883'428.54	1'181'365.77	2'081.71	BOCATOMA
609	883'428.07	1'181'367.45	2'081.54	BOCATOMA
610	883'430.24	1'181'368.14	2'081.66	BOCATOMA
611	883'432.14	1'181'364.42	2'081.83	BOCATOMA
612	883'432.50	1'181'363.18	2'081.84	BOCATOMA
613	883'431.48	1'181'363.44	2'081.84	BOCATOMA
614	883'430.34	1'181'363.12	2'081.84	BOCATOMA
615	883'429.28	1'181'362.25	2'081.83	BOCATOMA
616	883'430.35	1'181'362.87	2'081.86	REJILLA
617	883'430.28	1'181'363.18	2'081.86	REJILLA
618	883'431.24	1'181'363.51	2'081.85	REJILLA
619	883'431.26	1'181'363.27	2'081.86	REJILLA
620	883'432.69	1'181'365.22	2'082.01	MURO
621	883'432.08	1'181'364.36	2'081.84	MURO
622	883'432.44	1'181'363.10	2'081.95	MURO
623	883'433.75	1'181'361.47	2'081.91	MURO
624	883'434.31	1'181'362.06	2'082.07	MURO
625	883'434.02	1'181'362.22	2'082.50	MURO
626	883'433.77	1'181'361.71	2'082.50	MURO
627	883'432.73	1'181'362.98	2'082.50	MURO
628	883'432.47	1'181'364.27	2'082.50	MURO
629	883'432.83	1'181'365.12	2'082.48	MURO

ANEXO 1_ CARTERA TOPOGRÁFICA RECARGA

PUNTO	ESTE	NORTE	COTAS	DETALLE
630	883'428.62	1'181'359.90	2'081.94	PERFIL
631	883'430.00	1'181'353.33	2'081.90	PERFIL
632	883'434.37	1'181'344.56	2'082.27	PERFIL
633	883'435.59	1'181'343.59	2'082.06	BOCATOMA
634	883'435.65	1'181'343.28	2'082.02	BOCATOMA
635	883'437.07	1'181'343.78	2'081.99	BOCATOMA
636	883'436.81	1'181'344.28	2'082.00	BOCATOMA
637	883'437.54	1'181'335.15	2'082.20	PERFIL
638	883'443.04	1'181'323.13	2'082.50	PERFIL
639	883'462.67	1'181'307.54	2'083.46	PERFIL
640	883'473.88	1'181'301.15	2'083.66	PERFIL
641	883'473.82	1'181'301.27	2'083.65	BQ
642	883'475.31	1'181'293.88	2'087.34	PERFIL
643	883'478.63	1'181'289.72	2'089.01	PERFIL
644	883'483.46	1'181'283.39	2'092.14	PERFIL
645	883'481.77	1'181'280.22	2'095.83	PERFIL
646	883'476.91	1'181'276.84	2'099.77	PERFIL
647	883'476.83	1'181'268.86	2'101.70	PERFIL
648	883'474.18	1'181'256.41	2'103.89	PERFIL
649	883'472.12	1'181'247.81	2'104.09	PERFIL
650	883'465.51	1'181'239.80	2'105.38	PERFIL
651	883'462.28	1'181'236.11	2'103.74	PERFIL
652	883'456.02	1'181'230.27	2'106.04	PERFIL
653	883'451.61	1'181'217.85	2'107.84	PERFIL
654	883'451.22	1'181'216.16	2'106.98	PERFIL
655	883'452.94	1'181'211.60	2'110.54	PERFIL
656	883'462.53	1'181'205.57	2'114.84	PERFIL
657	883'302.85	1'181'410.30	2'075.28	D
658	883'304.74	1'181'432.74	2'073.87	VIADUCTO
659	883'304.85	1'181'433.04	2'075.93	TUBO
660	883'303.39	1'181'433.84	2'073.33	PERFIL
661	883'301.66	1'181'434.20	2'071.54	PERFIL-Q
662	883'299.88	1'181'434.68	2'070.82	PERFIL-Q
663	883'298.66	1'181'434.94	2'072.80	PERFIL
664	883'296.50	1'181'435.39	2'072.81	PERFIL
665	883'294.25	1'181'436.40	2'076.30	PERFIL
666	883'294.12	1'181'436.33	2'076.92	TUBO

ANEXO 1_ CARTERA TOPOGRÁFICA RECARGA

PUNTO	ESTE	NORTE	COTAS	DETALLE
667	883'292.18	1'181'437.21	2'076.71	VIADUCTO
668	883'293.06	1'181'450.29	2'071.69	D
669	883'285.88	1'181'436.41	2'075.21	PERFIL
670	883'278.12	1'181'435.44	2'075.06	PERFIL
671	883'267.78	1'181'436.84	2'074.99	PERFIL
672	883'262.84	1'181'436.65	2'074.94	D
673	883'261.57	1'181'436.18	2'074.49	PERFIL
674	883'259.18	1'181'434.82	2'074.35	PERFIL
675	883'256.11	1'181'432.51	2'074.41	D
676	883'253.27	1'181'429.17	2'073.91	PERFIL
677	883'251.94	1'181'427.27	2'073.55	PERFIL
678	883'250.67	1'181'425.35	2'073.40	D
679	883'250.29	1'181'422.45	2'073.23	PERFIL
680	883'246.75	1'181'404.94	2'073.52	D
681	883'251.21	1'181'416.03	2'073.57	PERFIL
682	883'253.00	1'181'409.02	2'073.76	PERFIL
683	883'252.88	1'181'406.87	2'073.69	PERFIL
684	883'244.33	1'181'403.72	2'073.69	PERFIL
685	883'238.26	1'181'402.22	2'073.65	PERFIL
686	883'234.83	1'181'400.32	2'073.49	PERFIL
687	883'229.62	1'181'399.66	2'073.47	PERFIL
688	883'221.59	1'181'400.06	2'073.95	PERFIL
689	883'218.16	1'181'399.47	2'074.61	PERFIL
690	883'217.47	1'181'399.35	2'074.50	D
691	883'216.81	1'181'395.73	2'074.32	PERFIL
692	883'216.66	1'181'390.67	2'073.56	PERFIL
693	883'216.65	1'181'388.63	2'073.31	D
694	883'216.73	1'181'386.27	2'072.90	PERFIL
695	883'218.55	1'181'380.73	2'072.24	PERFIL
696	883'221.47	1'181'372.79	2'071.42	PERFIL
697	883'222.35	1'181'363.21	2'070.85	PERFIL
698	883'221.01	1'181'356.22	2'070.49	PERFIL
699	883'220.97	1'181'356.36	2'070.54	D
700	883'219.67	1'181'351.35	2'070.72	PERFIL
701	883'219.39	1'181'345.14	2'070.93	PERFIL
702	883'184.93	1'181'340.72	2'068.10	D
703	883'197.76	1'181'317.61	2'069.61	PERFIL

ANEXO 1_ CARTERA TOPOGRÁFICA RECARGA

PUNTO	ESTE	NORTE	COTAS	DETALLE
704	883'207.64	1'181'311.84	2'070.30	PERFIL
705	883'219.38	1'181'344.18	2'070.90	PERFIL
706	883'222.66	1'181'337.26	2'070.65	PERFIL
707	883'220.78	1'181'334.69	2'070.72	PERFIL
708	883'217.99	1'181'328.02	2'070.99	PERFIL
709	883'218.99	1'181'321.99	2'071.10	PERFIL
710	883'220.28	1'181'316.21	2'070.65	PERFIL
711	883'218.03	1'181'313.01	2'070.68	PERFIL
712	883'213.15	1'181'312.11	2'070.92	PERFIL
713	883'207.17	1'181'312.04	2'070.25	PERFIL
714	883'186.91	1'181'337.77	2'068.28	PERFIL
715	883'181.84	1'181'343.06	2'067.63	PERFIL
716	883'179.21	1'181'345.98	2'067.17	PERFIL
717	883'178.85	1'181'356.39	2'066.65	PERFIL
718	883'178.18	1'181'360.89	2'066.74	PERFIL
719	883'449.00	1'181'216.84	2'106.89	LLEGADA

ANEXO 3
ESTUDIO HIDROLÓGICO

Guillermo Fuentes Valderrama - Ingeniero Sanitario (Udea)
Carrera 74 N°51-205 - Movil 3104560295 - Mail: afvaldeforma@yahoo.com

ESTUDIO HIDROLÓGICO

BOCATOMA LA CALDERA GUATAPÉ

MUNICIPIO DE GUATAPÉ

2024

CONTENIDO

1 GENERALIDADES 9
1.1 OBJETO 9
1.2 CÁLCULO HIDROLÓGICO 9
1.2.1 METODOLOGÍAS A UTILIZAR EN EL CÁLCULO HIDROLÓGICO 10
1.2.2 TIEMPOS DE CONCENTRACIÓN 11
1.2.3 ESTIMACIÓN DE PÉRDIDAS HIDROLÓGICAS 11
1.2.4 CAUDALES MÍNIMOS Y MEDIOS 12
2 CÁLCULO DE CAUDALES DE CRECIENTE 13
2.1 PARÁMETROS MORFOMÉTRICOS 13
2.1.1 PENDIENTE CUENCA –MÉTODO ALVORD 15
2.1.2 INDICE DE MELTON 15
2.1.3 INDICE DE GRAVELIUS (COMPACIDAD) 15
2.1.4 DENSIDAD DE DRENAJE 16
2.2 MODELOS LLUVIA-ESCORRENTÍA 17
2.3 PRECIPITACIÓN DE DISEÑO 17
2.4 DURACIÓN DE LA LLUVIA (TIEMPO DE CONCENTRACIÓN) 17
2.4.1 TIEMPO DE CONCENTRACIÓN MÍNIMO 18
2.4.2 TÉMEZ 19
2.4.3 KIRPICH 20
2.4.4 GIANDIOTTI (1990) 20
2.4.5 ECUACIÓN DE SCS - RANSER 20
2.5 DISTRIBUCIÓN TEMPORAL DE LA TORMENTA 22
2.6 SELECCIÓN DE ESTACIONES PLUVIOMETRICAS 23
2.7 INTENSIDAD DE DISEÑO Y MAGNITUD DE LA PRECIPITACIÓN 23
2.7.1 CÁLCULO CURVAS IDF 24
2.8 PÉRDIDAS HIDROLÓGICAS 26
2.8.1 NÚMERO DE CURVA 27
2.8.2 TIPOS DE SUELO 28
2.8.3 USOS DE SUELO (COBERTURAS) 31
2.8.1 HUMEDAD ANTECEDENTE 33
2.9 HIDROGRAMAS SINTÉTICOS (CAUDALES DE DISEÑO) 33
2.9.1 MODELO DE SCS (HEC 1) 34
2.9.2 HIDRÓGRAFA DE WILLIAMS HANN 37
2.9.3 MÉTODO RACIONAL 43

2.10 SELECCIÓN DEL CAUDALES DE CRECIENTE 45
3 ESTIMACIÓN DE CAUDALES MÍNIMOS Y MEDIOS 47
3.1 TÉCNICAS DE REGIONALIZACIÓN 47
3.2 MÉTODO 1: REGIONALIZACIÓN PARA TODO EL DEPARTAMENTO 47
3.3 MÉTODO 2 Y 2 A: REGIONALIZACIÓN PARA LA REGIÓN DE CAUCA-PORCE-MEDELLÍN 48
3.4 MÉTODO 3, 3 A: REGIONALIZACIÓN PARA TODO EL DEPARTAMENTO 48
3.5 REGIONALIZACIÓN DE CAUDALES MÍNIMOS (BOLAÑOS 1985) 49
3.6 ESTIMACIÓN DE CAUDALES MEDIOS 52
3.7 PRECIPITACIÓN MEDIA ANUAL 53
3.9 . CÁLCULO DE CAUDALES MINIMOS 56
3.9.1 METODO 1: REGIONALIZACIÓN PARA TODO EL DEPARTAMENTO 56
3.9.2 MÉTODO 2 Y 2 A: REGIONALIZACION PARA LA REGION CAUCA-PORCE-MEDELLIN. 56
3.9.3 MÉTODO 3 3 A Y 3B: REGIONALIZACION PARA TODO EL DEPARTAMENTO. 57
3.9.4 MÉTODO BOLAÑOS: REGIONALIZACION PARA REGION 3 (MEDELLI-PORCE-NECHI). 58
3.9.5 MÉTODO BOLAÑOS: REGIONALIZACION PARA TODO EL DEPARTAMENTO. 59
3.10 CÁLCULO CAUDAL MEDIO 59
3.10.1 BALANCE HIDRICO. 59
3.10.2 REGIONALIZACION CAUDAL MEDIO. 60
4 CONCLUSIONES 61
5 BIBLIOGRAFÍA 62
6 ANEXO HIDROLÓGICO 63
6.1 RESULTADOS HEC-HMS 63
6.1.1 DESCRIPCIÓN DEL MODELO 63
6.1.2 HIDRÓGRAFA DEL SCS TR=2.33 70
6.1.3 HIDRÓGRAFA DEL SCS TR=5 AÑOS 71
6.1.4 HIDRÓGRAFA DEL SCS TR=10 AÑOS 72
6.1.5 HIDRÓGRAFA DEL SCS TR=25 AÑOS 73
6.1.6 HIDRÓGRAFA DEL SCS TR=50 AÑOS 74
6.1.7 HIDRÓGRAFA DEL SCS TR=100 AÑOS 75
6.1.8 HIDRÓGRAFA DE WH 2.33 AÑOS 76
6.1.9 HIDRÓGRAFA DE WH=5 AÑOS 77
6.1.10 HIDRÓGRAFA DE WH TR=10 AÑOS 78
6.1.11 HIDRÓGRAFA DE WH TR=25 AÑOS 79
6.1.12 HIDRÓGRAFA DE WH TR=50 AÑOS 80

6.1.13 HIDROGRAFA DE WH TR=100 AÑOS. 81
6.2 ANEXO TABLA DE NÚMEROS DE CURVA AMC III 82
6.3 NÚMEROS DE CURVA EN SECTORES RURALES 83
6.4 PRECIPITACIONES MENSUALES ESTACIÓN EL PEÑOL 84
6.5 NÚMERO DE DIAS CON PRECIPITACIÓN ESTACIÓN EL PEÑOL 85
6.6 PRECIPITACIONES MÁXIMAS ESTACIÓN EL PEÑOL 86

LISTADO DE FIGURAS

FIG 1 LOCALIZACIÓN CUENCA 9
FIG 2 CUENCA QUEBRADA 14
FIG 3 MODELO DIGITAL CUENCA 14
FIG 4 VELOCIDADES DE FLUJO EN EL TERRENO Y CAUCE (APARICIO) 22
FIG 5 PRIMER CUARTIL DE HUFF 23
FIG 6 HIETOGRAMA PERIODO DE RETORNO 100 AÑOS 24
FIG 7 PARAMETROS METODO SIMPLIFICADO 25
FIG 8 CURVAS IDF ESTACIÓN EL PEÑOL 26
FIG 9 SUELOS EN CUENCA 29
FIG 10 COBERTURA DE SUELO EN LA CUENCA 32
FIG 11 CAUDAL PICO HIDRGRAFA DEL SCS TR 100 AÑOS 36
FIG 12 HIDRGRAMA DE SALIDA SCS TR 100 AÑOS 36
FIG 13 HIDROGRAMA SCS TR 100 AÑOS 37
FIG 14 GRÁFICO N VS B 39
FIG 15 HIDROGRAMA WILLIAMS Y HANN 40
FIG 16 CAUDAL PICO WILLIAMS HANN TR 100 AÑOS 41
FIG 17 HIDROGRAMA DE SALIDA WILLIAMS HANN TR 100 AÑOS 42
FIG 18 HIDROGRAMA DE SALIDA WILLIAMS HANN TR 100 AÑOS 43
FIG 19 CURVA HIPSOMETRICA 53
FIG 20 CAUDAL PICO HIDROGRAFA DEL SCS TR 2.33 AÑOS 70
FIG 21 HIDROGRAMA DE SALIDA SCS 2.33 AÑOS 70
FIG 22 CAUDAL PICO HIDROGRAFA DEL SCS TR 5 AÑOS 71
FIG 23 HIDROGRAMA DE SALIDA SCS 5 AÑOS 71
FIG 24 CAUDAL PICO HIDROGRAFA DEL SCS TR 10 AÑOS 72
FIG 25 HIDROGRAMA DE SALIDA SCS 10 AÑOS 72
FIG 26 CAUDAL PICO HIDROGRAFA DEL SCS TR 25 AÑOS 73
FIG 27 HIDROGRAMA DE SALIDA SCS 25 AÑOS 73
FIG 28 CAUDAL PICO HIDROGRAFA DEL SCS TR 50 AÑOS 74
FIG 29 HIDROGRAMA DE SALIDA SCS 50 AÑOS 74
FIG 30 CAUDAL PICO HIDROGRAFA DEL SCS TR 100 AÑOS 75
FIG 31 HIDROGRAMA DE SALIDA SCS 100 AÑOS 75
FIG 32 CAUDAL PICO HIDROGRAFA DE WILLIAMS HANN TR 2.33 AÑOS 76
FIG 33 HIDROGRAMA DE SALIDA WILLIAMS HANN 2.33 AÑOS 76

FIG 34 CAUDAL PICO HIDROGRAFA DE WILLIAMS HANN TR 5 AÑOS 77
FIG 35 HIDROGRAMA DE SALIDA WILLIAMS HANN 5 AÑOS 77
FIG 36 CAUDAL PICO HIDROGRAFA DE WILLIAMS HANN TR 10 AÑOS 78
FIG 37 HIDROGRAMA DE SALIDA WILLIAMS HANN 10 AÑOS 78
FIG 38 CAUDAL PICO HIDROGRAFA DE WILLIAMS HANN TR 25 AÑOS 79
FIG 39 HIDROGRAMA DE SALIDA WILLIAMS HANN 25 AÑOS 79
FIG 40 CAUDAL PICO HIDROGRAFA DE WILLIAMS HANN TR 50 AÑOS 80
FIG 41 CAUDAL PICO HIDROGRAFA DE WILLIAMS HANN TR 50 AÑOS 80
FIG 42 CAUDAL PICO HIDROGRAFA DE WILLIAMS HANN TR 100 AÑOS 81
FIG 43 CAUDAL PICO HIDROGRAFA DE WILLIAMS HANN TR 100 AÑOS 81
FIG 44 NUMEROS DE CURVA HUMEDADES ANTECEDENTE 82
FIG 45 NUMEROS DE CURVA SECTORES RURALES 83
FIG 46 PRECIPITACIONES MENSUALES ESTACIÓN EL PEÑOL 84
FIG 47 NÚMERO DE DÍAS CON PRECIPITACIÓN 85
FIG 48 PRECIPITACIONES MÁXIMAS ESTACIÓN EL PEÑOL 86

LISTADO DE TABLAS

TABLA 1 PARÁMETROS MORFOMÉTRICOS DE LA CUENCA 17
TABLA 2 TIEMPOS DE CONCENTRACIÓN OBTENIDOS 21
TABLA 3 TIEMPO CONCENTRACIÓN NRCS 22
TABLA 4 INFORMACIÓN DE LAS ESTACIONES 24
TABLA 5 PARAMETROS CURVAS IDF 25
TABLA 6 INTENSIDADES ESTACIÓN EL PEÑOL 26
TABLA 7 COBERTURAS DE SUELO EN LA CUENCA 31
TABLA 8 NÚMEROS DE CURVA PARA ESCORRENTÍA ZONAS URBANAS (SCS, 1986) 32
TABLA 9 CONDICIÓN DE HUMEDAD ANTECEDENTE 33
TABLA 10 CAUDALES DE CRECIENTE HIDROGRAMA SCS 37
TABLA 11 PARÁMETROS DE LA CUENCA 39
TABLA 12 HIDROGRAMA UNITARIO DE WILLIAMS Y HANN 41
TABLA 13 COEFICIENTES "C" USADOS PARA EL CÁLCULO DEL CAUDAL 45
TABLA 14 CAUDALES CALCULADOS FÓRMULA RACIONAL (FRA) 45
TABLA 15 CAUDALES DE CRECIENTE (M^3/S) 46
TABLA 16 CAUDALES MÍNIMOS MÉTODO 1 56
TABLA 17 CAUDALES MÍNIMOS MÉTODO 2 56
TABLA 18 CAUDALES MÍNIMOS MÉTODO 2A 57
TABLA 19 CAUDALES MÍNIMOS MÉTODO 3 57
TABLA 20 CAUDALES MÍNIMOS MÉTODO 3A 58
TABLA 21 CAUDALES MÍNIMOS MÉTODO 3B 58
TABLA 22 CAUDALES MÍNIMOS BOLAÑOS REGION 3 58
TABLA 23 CAUDALES MÍNIMOS BOLAÑOS DEPARTAMENTO 59
TABLA 24 DATOS CAUDAL MEDIO 59
TABLA 25 CAUDAL MEDIO ANUAL 60

1 GENERALIDADES

1.1 OBJETO

El objeto del presente estudio es determinar los caudales medios, mínimos y máximos en una pequeña quebrada con el fin de determinar una posible Bocatoma. Esta corriente se encuentra en la cuenca de la Quebrada la Caldera.

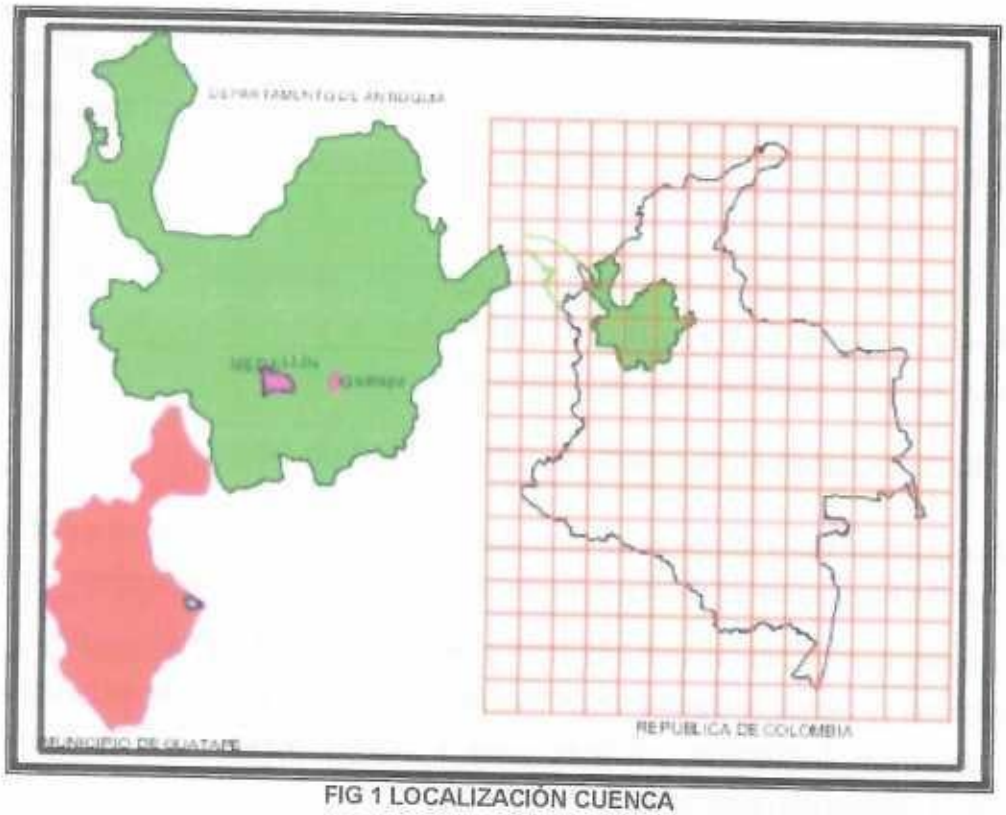


FIG 1 LOCALIZACIÓN CUENCA

1.2 CÁLCULO HIDROLÓGICO

En forma general el objeto de un estudio hidrológico es determinar caudales, tanto caudales medios, minimos y de creciente. Es necesario señalar que hasta hace algunos años los caudales máximos que se tomaban en consideración para el cálculo de las obras hidráulicas tenían un carácter absoluto y se determinaban como caudales catastróficos. Hoy, con la utilización de métodos estadísticos, se admite que no existe un límite superior y que los

caudales pueden graduarse de acuerdo con su probabilidad y frecuencia como los que ocurren una vez cada 2.33, 5, 10, 25, 50, 100, 500 y 1000 años.

Los estudios hidrológicos para el cálculo de caudales de creciente dependen básicamente de la información existente en la cuenca y en la corriente; Cuando existe una estación Limnigráfica en el punto de interés o está muy cerca de él, el estudio hidrológico se limita a obtener los caudales por un análisis de regresión de los datos de la estación, los cuales son más confiables a medida que los registros tengan una mayor longitud y se espera que tengan como mínimo 15 años. En este caso son más confiables los caudales de creciente obtenidos ya que los registros son de crecientes presentadas, pero aun así debe efectuarse un análisis de datos dudosos donde por lo general los caudales muy extremos son retirados del análisis estadístico.

Como en el sitio de interés no existen Limnígrafos ni Limnímetros, se hace necesario también recurrir a otras metodologías como las hidrógrafas y/o métodos empíricos entre los cuales se tiene la formula racional, regionalizaciones, etc.

1.2.1 METODOLOGÍAS A UTILIZAR EN EL CÁLCULO HIDROLÓGICO

En este estudio se van a utilizar tres metodologías para el cálculo de caudales de creciente como son las hidrógrafas del SCS y Williams-Hann también la Formula racional.

El proceso de convolución de las hidrógrafas se efectuará con el modelo hidrológico Hec-1 elaborado por el cuerpo de ingenieros de los Estados Unidos. Este modelo hidrológico tiene como opción las hidrógrafas del SCS, Clark y Snyder también permite ingresar un hidrograma unitario diferente calculado previamente.

El HEC HMS es un programa de simulación hidrológica tipo evento, lineal y semidistribuido, desarrollado para estimar los hidrogramas de salida en una cuenca o varias subcuencas (caudales máximos y tiempos al pico) a partir de condiciones extremas de lluvias, aplicando para ello algunos de los métodos de cálculo de hietogramas de diseño, pérdidas por infiltración, flujo base y conversión en escorrentía directa que han alcanzado cierta popularidad en los Estados Unidos y por extensión en nuestro país.

Hidrógrafa del SCS. Este hidrograma fue estudiado con base en un gran número de hidrogramas naturales de un amplio rango de tamaños de cuencas (grandes y pequeñas) y sitios geográficos.

Para las cuencas consideradas por el SCS, el factor del caudal pico varía desde 300 en terrenos llanos hasta 600 en terrenos de pendiente fuerte. Este método es utilizado en diferentes tamaños de cuenca en nuestro medio.

Hidrograma de Williams y Hann. JR Williams y R w Hann, desarrollaron el modelo HYMO, en el cual se tiene la hidrógrafa conocida en el medio con los nombres de sus autores. Los parámetros K (constante de recesión) y tp para cuencas sin registros fueron obtenidas de regresiones basadas en 34 cuencas con registros localizadas en Texas, Oklahoma, Arkansas, Louisiana, Mississippi y Tennessee, con tamaños de cuenca entre 0.5 mi^2 y 25 mi^2. (Viessman,1977 , Hidrología de Antioquia, 1997)).

Método Racional. *Existe discrepancia entre los diferentes autores sobre el rango de aplicabilidad del método en relación con el área de drenaje de las hoyas. Valores entre 0.65 y 12.5 km^2 han sido citados en la literatura técnica. La tendencia actual es usar 1.3 a 2.5 km^2 como el límite superior para la aplicabilidad del método racional. Pero el* tamaño del área depende de una buena obtención del coeficiente de escorrentía, ya que en Australia se ha utilizado en cuencas con áreas de 250 km^2 (Hidrología de Antioquia, 1987). Cuando las áreas de cuenca son grandes puede utilizarse un factor de reducción de área.

1.2.2 TIEMPOS DE CONCENTRACIÓN

Para estimar el tiempo de concentración, se utilizarán las expresiones de Kirpich, Témez, SCS , Giandiotti y Ranser-SCS, US Corps Engineers , adicionalmente se estima este tiempo por metodología propuesta por NRCS, para lo cual es necesario estimar la velocidad del flujo desde el punto más alejado el cual da una idea más real de este tiempo.

1.2.3 ESTIMACIÓN DE PÉRDIDAS HIDROLÓGICAS

Para estimar las pérdidas hidrológicas, se trabajó con el método del SCS, el cual se basa en el número de curva (**cn**), que depende de varios factores, siendo el uso del suelo el más importante, aunque también se debe determinar el grupo hidrológico del suelo.

1.2.4 CAUDALES MÍNIMOS Y MEDIOS

Para el cálculo de caudales mínimos se utilizarán regionalizaciones efectuadas para el departamento, ya que no existen registros de caudales en el cauce de interés. Estas metodologías dependen de algunos parámetros morfométricos y de datos climatológicos. Para la estimación de caudales medios se hará balance hídrico a largo plazo

2 CÁLCULO DE CAUDALES DE CRECIENTE

Se estimarán los caudales de creciente asociados a diferentes períodos de retorno: 2.33, 5, 10, 20, 25, 50 y 100 años. En el sitio de la Quebrada de interés no existe una historia de registro de caudales continuos (Limnígrafos); por lo que es necesario utilizar algunas técnicas de uso frecuente en hidrología, tal como hidrógrafas unitarias sintéticas de Soil Conservation Service (SCS), Williams Hann y la Fórmula racional.

La estimación de caudales máximos debe mirarse con mucho cuidado, ya que una mala interpretación o utilización de estos se refleja directamente en el dimensionamiento de las obras.

El estudio hidrológico contempló el cálculo de parámetros morfométricos, tiempos de concentración, duración de la lluvia y cálculo de caudales a partir de diferentes metodologías.

2.1 PARÁMETROS MORFOMÉTRICOS

Se determinaron los parámetros morfométricos que pudieran ser utilizados en el análisis del régimen hidrológico de la zona de estudio, para lo cual se utilizaron imágenes satelitales SRTM, mientras que para determinar los usos del suelo cartografía 1:25000 del IGAC, con base en ellos se ubicó la cuenca aferente para el punto evaluado, este sitio de aforo se localiza en 884132.02 E, 1181174.11 N...

Algunos de los parámetros se obtienen directamente de la cartografía como el Área de la cuenca, longitud del cauce, longitud al centróide, cotas mientras que otras como pendiente del cauce, pendiente de la cuenca deben ser calculadas. La pendiente de la cuenca será calculada con el método de Alvord.

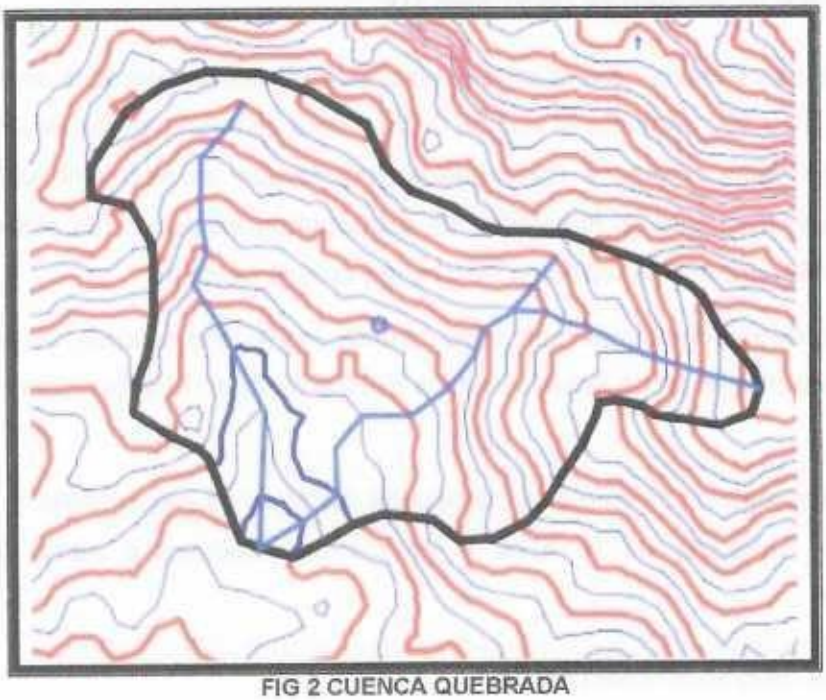


FIG 2 CUENCA QUEBRADA

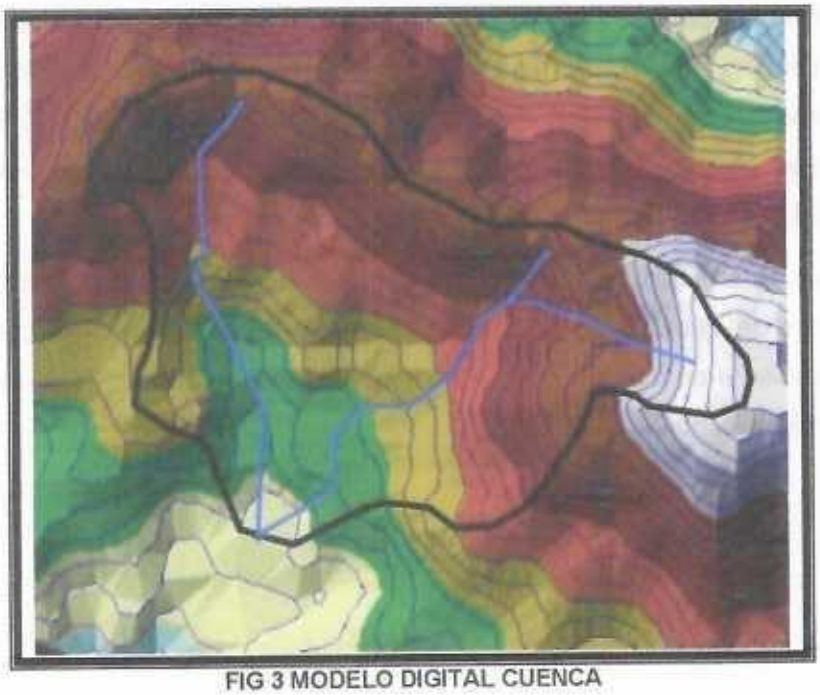


FIG 3 MODELO DIGITAL CUENCA

2.1.1 PENDIENTE CUENCA –MÉTODO ALVORD

En éste se analiza la pendiente existente entre las curvas de nivel, trabajando con la franja definida por las líneas medias que pasan entre dichas curvas.

$$S_c = \frac{D \cdot L}{A}$$

A: Área de Cuenca (km^2)

D: Desnivel Constante entre Curvas de Nivel (km)

L: Longitud de las curvas de nivel consideradas (km)

2.1.2 INDICE DE MELTON

El factor o índice de Melton corresponde a una expresión matemática definida por Melton (1957) que indica la capacidad de una cuenca para generar flujos. Bovis y Jakob (1999) señalan que la razón de Melton sería una aproximación al valor de rugosidad de una subcuenca, enfatizando que aquellas altamente disectadas (razón de Melton alta) son más propensas a producir flujos de detritos durante eventos climáticos extremos.

$$I_M = \frac{H_{imax} - H_{imin}}{\sqrt{A_i}} = 0.17$$

I_M: Índice de Melton

H_{imax}: Altura máxima de la Cuenca

H_{imin}: Altura mínima de la Cuenca

A_i: Área de la Cuenca

Una microcuenca presenta torrencialidad cuando el índice de Melton presenta valores superiores a 0,3.

2.1.3 ÍNDICE DE GRAVELIUS (COMPACIDAD)

Este parámetro es adimensional y relaciona el perímetro de la cuenca con el perímetro de un círculo teórico de área equivalente al de la cuenca. Brinda información de las fuerzas y ondas de las crecidas. De este modo, permite estimar el tiempo que tarda en llegar el agua

desde la zona donde precipita hasta la desembocadura. Está relacionado estrechamente con el tiempo de concentración.

$$I_C = 0.282 \cdot \frac{P}{\sqrt{A}} = 1.27$$

Ic : Índice de Gravelius o Compacidad

P : Perímetro de la Cuenca (km)

A : Área Cuenca (km^2)

2.1.4 DENSIDAD DE DRENAJE

Se define como la relación entre la longitud total de los cursos de agua de la cuenca y su área total.

$$D_d = \frac{\sum L}{A_C}$$

L: Longitud total de los drenajes [km]

A: Área de la cuenca [km^2]

Usualmente se consideran cuencas bien drenadas con una densidad de drenaje alrededor de 3.5 km/km^2 y cuencas pobremente drenadas con valores alrededor de 0.5 km/km^2. Uno de los problemas que tiene este parámetro es que dependiendo de la cartografía es su valor, ya que hay drenajes que no aparecen en cartografías muy pequeñas pero si en cartografías con escalas más grandes.

$$D_d = \frac{\sum L}{A_C} = \frac{22.363}{5.18} = 5.43 \ {}^{k_m}/_{k_m^2}$$

Cálculo de los parámetros morfométricos necesarios para la evaluación hidrológica, permitiendo determinar el tiempo de concentración de la cuenca, definido como el tiempo requerido por el flujo para viajar desde el punto hidrológicamente más lejano de la cuenca hasta el lugar de descarga, a partir de este y utilizando las curvas IDF de las estaciones, se determina la tormenta de diseño y la precipitación total.

TABLA 1 PARÁMETROS MORFOMÉTRICOS DE LA CUENCA

Parámetro	Magnitud	
Área	0.38	km²
Lcauce	831.7	m
L_div	915	m
Cs_Cauce	2329	msnm
Cs_div	2340	msnm
Ci	2136	msnm
Pend_Cuenca	0.344	34.4 %
Pend_Cauce	0.223	22.30 %
Per_Cuenca	2.75	km
Lcentroide	400.30	m

2.2 MODELOS LLUVIA-ESCORRENTÍA

Para la utilización de estos modelos, se determinó la precipitación de diseño con el cálculo apropiado de la duración de la lluvia, que en general, se calcula igual al tiempo de concentración de la cuenca o la duración de la lluvia que mayor caudal aporte en la salida de la cuenca, además se estima la magnitud de la precipitación sobre las cuencas y las "pérdidas hidrológicas" (cantidad de precipitación que se infiltra, se evapora o se estanca en la cuenca), para finalmente determinar la distribución temporal de la lluvia.

2.3 PRECIPITACIÓN DE DISEÑO

La respuesta de la cuenca depende de las características de la tormenta. El análisis de la precipitación se basa fundamentalmente en la obtención de las variables de intensidad, frecuencia, duración y de la distribución temporal de la lluvia.

2.4 DURACIÓN DE LA LLUVIA (TIEMPO DE CONCENTRACIÓN)

El tiempo de concentración se puede definir como el tiempo que tarda una gota de agua en llegar de las partes más alejadas de la cuenca al sitio de interés. El tiempo de concentración (Tc) es uno de los parámetros más importantes en los modelos precipitación - escorrentía, pues la duración de la tormenta de diseño se define con base en él. La duración crítica de la lluvia debe asumirse como igual al tiempo de concentración, pues para duraciones

menores que Tc, no toda el área de la cuenca contribuye; y para duraciones más grandes que Tc, no hay incremento en el área contribuyente; en cambio la intensidad de la lluvia de una frecuencia dada disminuye. Se asume que para duraciones menores que el tiempo de concentración, el efecto de la reducción en el área contribuyente es mayor que el del incremento en la intensidad de la lluvia. (Smith, Vélez,1997).

Es importante es utilizar fórmulas que han tenido algún éxito en nuestro medio o algún tipo de estudio sobre ellas. Campo y Múnera (1997) hicieron en Antioquia, un análisis del tiempo de concentración, a partir de más de 2100 registros simultáneos de pluviógrafos y limnígrafos, y encontraron que las expresiones que más se ajustaban a los tiempos de concentración reales (hallados con los registros) fueron las de Témez, Kirpich, Giandotti y Pérez. Pero en general estas fórmulas funcionan muy bien en cuencas relativamente pequeñas.

2.4.1 TIEMPO DE CONCENTRACIÓN MÍNIMO

El **tiempo de concentración tc** de una determinada cuenca hidrográfica es el tiempo necesario para que el caudal saliente se estabilice, cuando la ocurrencia de una precipitación con intensidad constante cae sobre toda la cuenca.

En la literatura hidrológica no se han establecido los tiempos mínimos de concentración, excepto en algunos casos como en el cálculo de alcantarillados pluviales donde se establece un mínimo de acuerdo a la entidad. En la revisión y actualización de las normas de acueducto y alcantarillado desarrollado por la universidad de los Andes para Empresas Públicas de Medellín (2006), se dice " ***si el tiempo de concentración mínimo en las cámaras iniciales es inferior a 3 minutos, se debe adoptar como tiempo de concentración 3 minutos. Por otro lado, el tiempo de concentración máximo debe ser 20 minutos. Si dos o más tuberías confluyen a la misma estructura o cámara de conexión, el diseñador debe considerar como tiempo de concentración en ese punto, el mayor de los tiempos de concentración de las respectivas tuberías***".

En el manual de drenaje para carreteras del INVIAS (2009), también se hace referencia a un tiempo mínimo de concentración, "***Aunque el cálculo de los diferentes tiempos de concentración para una hoya hidrográfica difiere de acuerdo con la fórmula empleada, se requiere que se utilice, desde el punto de vista de la seguridad en***

relación con menores tiempos de concentración (mayores intensidades de precipitación y/o histogramas de lluvias más concentrados), la fórmula de Kirpich. Por otro lado, se tomará como mínimo un tiempo de concentración igual a 15 min, con el fin de tener en cuenta el tiempo inicial que tarda el agua en concentrarse en una hoya y no sobreestimar la intensidad de precipitación que resultaría con valores calculados menores a este tiempo de concentración".

Si observan estos criterios, la idea básica es no sobreestimar las intensidades de lluvia, ya que al considerar tiempos de concentración muy pequeños, debido a la forma de las curvas IDF (intensidad-frecuencia- duración) las intensidades serían muy altas. También debe tenerse en cuenta que el tiempo de permitir que toda la cuenca este aportando, cuando el tiempo de concentración es muy bajo es posible que solo una parte este aportando.

Además se puede observar la disparidad entre los valores mínimos establecidos; también en el RAS 2000, se hace referencia a los tiempos de concentración mínimos para las cámaras, iniciales de 10 minutos. Cuando se calculan los coeficientes de escorrentía con la metodología propuesta, en función del número de curva y la intensidad de la lluvia, el criterio, que a menor intensidad mayor caudal no siempre es cierto.

En el Acuerdo 009 de 2012 del Área Metropolitana del Valle de Aburrá, en el cual se establecen los Lineamientos y Directrices para la elaboración de estudios hidrológicos para zonas de ladera se define como tiempo mínimo de concentración de 5 minutos.

2.4.2 TÉMEZ

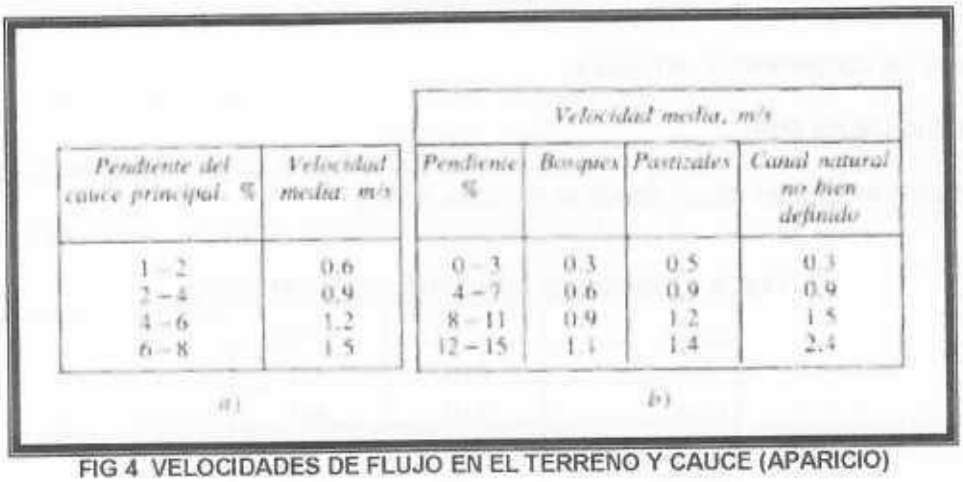
$$T_c = 0.30 \cdot \left(\frac{L}{S^{0.25}} \right)^{0.75}$$

T_C : Tiempo de concentración (h)

L : Longitud del cauce principal (Km)

S : pendiente media del cauce (%)

Para obtener la velocidad Aparicio en su libro Fundamentos de Hidrología presenta una tabla en función de la pendiente del cauce.



Pendiente del cauce principal, %	*Velocidad media, m/s*
1 – 2	0.6
2 – 4	0.9
4 – 6	1.2
6 – 8	1.5

a)

Velocidad media, m/s			
Pendiente %	*Bosques*	*Pastizales*	*Canal natural no bien definido*
0 – 3	0.3	0.5	0.3
4 – 7	0.6	0.9	0.9
8 – 11	0.9	1.2	1.5
12 – 15	1.1	1.4	2.4

b)

FIG 4 VELOCIDADES DE FLUJO EN EL TERRENO Y CAUCE (APARICIO)

Con la longitud hasta la divisoria y la velocidad de la tabla anterior se estima el tiempo de concentración.

TABLA 3 TIEMPO CONCENTRACIÓN NRCS

L (m)	v (m/s)	Tc (hr)	Tc (min)
915	2	0.13	7.63

Se va a considerar un tiempo de concentración un valor de 10 min el cual es cercano al promedio, adicionalmente corresponde al mínimo establecido por el ras 2000.

2.5 DISTRIBUCIÓN TEMPORAL DE LA TORMENTA

Distribución Temporal de la Lluvia. Para la distribución temporal de la lluvia se utilizó el primer cuartil del diagrama elaborado por Huff (1967), para lluvia con una probabilidad de excedencia del 50%. Huff elaboró una serie de gráficos para la distribución de la lluvia, los cuales vienen divididos en cuatro cuartiles. Los dos primeros cuartiles representan aguaceros que tienen una mayor intensidad en el inicio, y se usan en lluvias de tipo orográfico, como las que se presentan en nuestro medio.

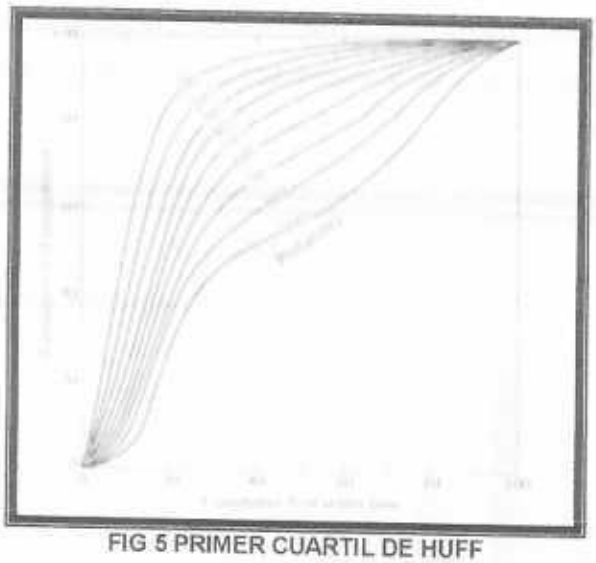


FIG 5 PRIMER CUARTIL DE HUFF

2.6 SELECCIÓN DE ESTACIONES PLUVIOMÉTRICAS

La estación más cercana al área de drenaje en estudio es Guatapé, pero esta estación no cuenta con curvas IDF aunque en la revista de EPM se presenta la precipitación media anual que es un insumo para el cálculo de los caudales medios y mínimos. Mientras que para el cálculo de caudales de creciente se trabajara con las curvas IDF de la estación el Peñol la cual pertenece al IDEAM.

2.7 INTENSIDAD DE DISEÑO Y MAGNITUD DE LA PRECIPITACIÓN

Se asume para la estimación de eventos hidrológicos de determinada magnitud, en la cuenca, que la ocurrencia del caudal de diseño tiene una frecuencia igual a la de la tormenta de diseño. Para la duración de la lluvia de diseño y un periodo de retorno del evento dado, es posible asociar un valor para la intensidad de precipitación en cada una de las estaciones, esto se hace mediante las curvas de intensidad, frecuencia, duración (IDF) desarrolladas para cada estación. Los periodos de retorno responden al nivel de riesgo en que se está dispuesto a incurrir en función de la probabilidad de ocurrencia de un evento que puede generar pérdida de vidas humanas, daños materiales, entre otros aspectos.

La cuenca de estudio no tiene registros hidrológicos que permitan determinar la curva IDF; por esta razón es necesario inferirlos de cuencas aledañas por medio de análisis regionales. Para determinar los hietogramas de precipitación sobre esta cuenca, se usan las curvas

IDF de la estación El Peñol (Ideam). Se presentan la información general de las estaciones con las cuales se obtiene el valor de la intensidad de la lluvia en mm/h para el período de retorno correspondiente.



FIG 6 HIETOGRAMA PERIODO DE RETORNO 100 AÑOS

TABLA 4 INFORMACIÓN DE LAS ESTACIONES

Código	Nombre	Tipo	Entidad	Fecha Instal	Este	Norte
23085110	El Peñol	CO	Ideam	15-jun-73	871228.48	1179084.14

De las curvas IDF de las estaciones se obtiene la intensidad en mm/h para diferentes periodos de retorno y tiempos de concentración. La magnitud de la precipitación se puede determinar a partir de la intensidad de la lluvia para diferentes periodos de retorno y la duración o tiempo de concentración, utilizando la siguiente expresión:

$$P = i * \frac{d}{60}$$

2.7.1 CÁLCULO CURVAS IDF

Esta metodología es conocida como el método simplificado, se realiza a partir de una correlación de la Precipitación Máxima en 24 h, el Número promedio de Días de Lluvia al año y la Precipitación Total Anual. El método propone varias formulaciones, dependiendo

de los datos que se tengan. Una ecuación emplea únicamente las Lluvias Máximas en 24 h, otra ecuación que correlaciona las Lluvias Máximas en 24 h y el Número de Días de Lluvia y otra formulación que correlaciona los tres parámetros, la cual se considera más precisa, la fórmula es la siguiente:

$$\therefore I_m = a \cdot \frac{T^h}{t^c} \cdot M^d \cdot N^e \cdot PT^f$$

Im: Intensidad media en mm/hr.

T: Periodo de retorno en años.

t: Duración de la lluvia en horas.

N: Promedio del número de días con lluvia al año.

PT: Precipitación Media anual en mm.

M: Promedio del valor máximo anual de precipitación diaria en mm.

Para Colombia, se han establecido diferentes valores de a, b, c, d, e y f (Parámetros de regresión) según la región del país, los cuales se presenta en la siguiente Tabla

Valores Parametros de Regresion en Colombia

Región	A	b	c	d	e	f
Andina (R1)	1.61	0.19	0.65	0.75	-0.15	0.08
Caribe (R2)	8.51	0.21	0.50	-0.01	-0.08	0.28
Pacifico (R3)	2.31	0.19	0.58	-0.20	0.12	0.400

Fuente: Curvas Sinteticas de IDF para Colombia – Vargas Rodrigo 1998

FIG 7 PARÁMETROS MÉTODO SIMPLIFICADO

Para las regiones Orinoquia y Amazonia, no se sugiere emplear este método, ya que la red de estaciones no es muy densa y no se asegura que los resultados que se obtengan sean precisos.

Con los datos suministrados por el IDEAM se calculan los parámetros necesarios que requiere la metodologia de Rodrigo Vargas.

TABLA 5 PARÁMETROS CURVAS IDF

N:	250.53	No de lluvias con lluvia
M:	67.31	Valor promedio anual de precipitación
PT:	2528.26	Precipitación media anual

$$I\left(mm/h\right) = 1.61\frac{T_r^{0.19}}{t_c^{0.65}} \cdot 67.31^{0.75} \cdot 250.53^{-0.15} \cdot 2528.26^{0.08}$$

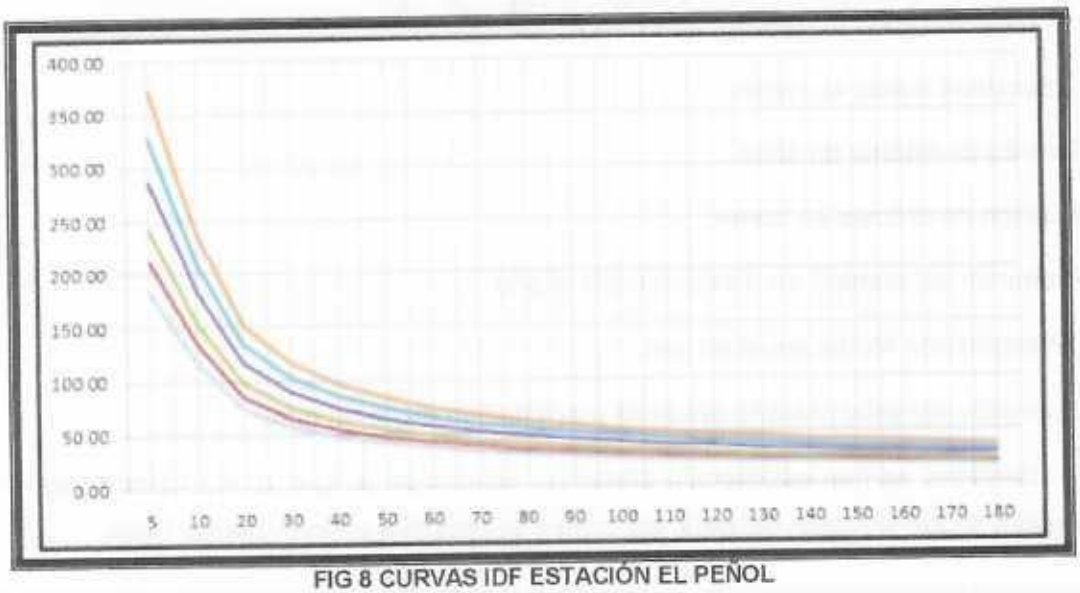


FIG 8 CURVAS IDF ESTACIÓN EL PEÑOL

TABLA 6 INTENSIDADES ESTACIÓN EL PEÑOL

Tr	Tc(min)	Tc(hr)	Im (mm/h)	P (mm)
2.33	10.00	0.17	116.37	19.40
5	10.00	0.17	134.54	22.42
10	10.00	0.17	153.48	25.58
20	10.00	0.17	175.09	29.18
25	10.00	0.17	182.67	30.44
50	10.00	0.17	208.38	34.73
100	10.00	0.17	237.72	39.62

2.8 PÉRDIDAS HIDROLÓGICAS

Las perdidas hidrológicas se requieren en el cálculo de las hidrógrafas y en la formula racional, para los otros métodos utilizados no es necesario su cálculo.

Para este estudio se usó la metodología del Soil Conservation Service (SCS) que permite determinar las pérdidas hidrológicas en la cuenca mediante la asignación de un coeficiente (previamente calibrado) según el tipo de suelo y el uso del mismo (Chow, V.T, 1994). Si en la cuenca existen cambios en el tipo y el uso del suelo, el coeficiente se pondera según las áreas de influencia. Para la aplicación del método se tiene en cuenta que las fuertes pendientes, desde el punto de vista hidráulico, y la urbanización disminuyen la infiltración, por lo cual se considera una impermeabilidad alta en el terreno.

La precipitación efectiva por el método del SCS se estima, a partir de la precipitación total acumulada, así:

$$P_e = \frac{(P_{tacum} - Ia)^2}{P_{tacum} - Ia + S} \qquad Ia = 0.2 \times S \qquad S(mm) = \left(\frac{1000}{CN} - 10\right) \times 25.4$$

La metodología para obtener los números de curva CN, propuestos por el SCS, se presenta a continuación:

2.8.1 NÚMERO DE CURVA

La precipitación efectiva es la parte de la precipitación que realmente produce escorrentia superficial directa. Existen varios métodos para determinar la parte de la precipitación que se descuenta debido a la infiltración, evapotranspiración, etc. en el presente estudio se emplea el método del SCS, el cual se basa en un parámetro conocido como numero de curva "cn", con el cual se estima la infiltración Inicial (Ia) y la capacidad de almacenamiento (S).

Por lo que respecta a la relación entre la retención inicial Ia y la máxima retención S, Smith (1975) señala que la idea de una relación constante según la expresión $I_a = \lambda S$ no es realista. Los datos de campo analizados por Hawkins (1976) para varias pequeñas cuencas experimentales no apoyan la suposición del SCS de $I_a = 0.2 \cdot S$. Aron et al. (1977) indican que un coeficiente de abstracción inicial $I_a = 0.2\ S$ ofrece buenos resultados para grandes cantidades de lluvia, pero que normalmente produce estimaciones por defecto para cantidades bajas o medias. Por lo tanto, sugieren que el valor de λ=0.20 debe reducirse para intensidades menores.

Smith (1978) menciona que el método del CN no puede responder a diferencias en la intensidad de la precipitación, por lo que no puede estimar correctamente la retención Inicial I_a. Manifiesta que las abstracciones iniciales no pueden ser las mismas en un evento largo y de escasa intensidad que en un típico fenómeno convectivo con altas intensidades de precipitación.

No obstante, las discusiones presentadas se trabaja con λ=0.20 hasta tanto no se establezca hasta que magnitud de precipitación le corresponde un cierto valor de λ.

El proceso para la obtención del número de curva es:

- Fijar el tipo de suelo (A, B, C, D).
- Identificar la cobertura del suelo
- determinar la condición hidrológica (muy mala, mala, regular, buena).
- Mediante las tablas, elegir en número de curva (cn) para la humedad antecedente intermedia (AMC II).

2.8.2 TIPOS DE SUELO

El método del número de curva, distingue cuatro tipos de suelos : A, B, C, y D.

El tipo A tiene una alta capacidad de infiltración; el tipo D posee una baja capacidad de infiltración, es decir, produce escorrentía fácilmente. Los suelos de tipo B y C tienen unas propiedades hidrológicas intermedias. El NATIONAL CONSERVATION RESOURCES SERVICE de los Estados Unidos (NRCS, 2002) hace la siguiente descripción para los cuatro tipos de suelo:

- Grupo A: suelos con bajo potencial de escurrimiento por su gran permeabilidad y con elevada capacidad de infiltración, aun cuando estén húmedos. Se trata principalmente de suelos profundos con texturas gruesas (arenosa o areno limosa).
- Grupo B: son suelos con moderada capacidad de infiltración cuando están saturados. Principalmente consisten en suelos de mediana a alta profundidad, con

buen drenaje. Sus texturas van desde moderadamente finas a moderadamente gruesas.(franca, franco-arenosa o arenosa).

- Grupo C: son suelos con escasa capacidad de infiltración una vez saturados. Su textura va de moderadamente fina a fina (franco arcillosa o arcillosa). También se incluye aquí suelos que presentan horizontes someros bastantes impermeables.

- Grupo D: suelos muy arcillosos con elevado potencial de escurrimiento y, por lo tanto, con muy baja capacidad de infiltración cuando están saturados. También se incluyen aquí los suelos que presentan una capa de arcilla somera y muy impermeable así como suelos jóvenes de escaso espesor sobre una roca impermeable, ciertos suelos salinos y suelos con nivel freático alto.



FIG 9 SUELOS EN CUENCA

Asociación GUADUA (GD)

Se encuentra en la cordillera Central, en las Subregiones del Oriente y Norte, en jurisdicción de los municipios de La Unión, Carmen de Viboral, Rionegro, Santuario, Marinilla, Guarne, Cocorná, Granada, Guatapé, El Peñol, San Vicente, Concepción, Alejandria y en los municipios del Norte como San jerónimo, San Pedro, Don Matías y la parte alta occidental del municipio de Bello, entre los 2000 y 2500 metros de altitud; en algunas áreas el límite

inferior está a los 1800 metros. El clima es frío húmedo, pertenece a la zona de vida bosque húmedo Montano Bajo (bh-MB).

Geomorfológicamente se localiza en el paisaje de altiplanicie en un tipo de relieve de lomas y colinas disectadas a veces masivas; el relieve es fuertemente ondulado con cimas redondeadas y agudas, pendientes generalmente cortas, convexas, cóncavas en las partes inferiores, que oscilan de 7-25%.

Los suelos, desarrollados de cenizas volcánicas y de rocas ígneas (cuarzodioritas), son de texturas medias, profundos a moderadamente profundos, bien drenados; en épocas de verano aparecen grietas angostas en la superficie y a veces más profundas. Se pueden encontrar afloramientos rocosos. Se presenta también erosión ligera a moderada por escurrimiento difuso, terracetas y patas de vaca y pequeños movimientos en masa localizados.

GDd1: Asociación Guadua, fase fuertemente ondulada, ligeramente erosionada.

Como se puede observar los suelos están conformados por cenizas volcánicas. En la región del Oriente Antioqueño, se encuentran zonas con Cenizas volcánicas, las cuales debido a su permeabilidad influyen en la obtención del número de curva, aunque debido a la distancia con respecto al origen son las más finas las que alcanzan a llegar.

Se presentan en la cuenca conformando capas continuas de espesor variable que cubren las rocas metamórficas e ígneas, los depósitos de vertiente y algunos sectores de los depósitos aluviales,

Son materiales compuestos mineralógicamente por alofana, caolinita y gibsita, de textura arenosa, a veces limosa, deleznable, sin estratificación, en la mayoría de los casos con grietas verticales que causan un aspecto columnar, su color varía de pardo claro a verde oliva, lustre ceroso y su espesor varía de unos pocos centímetros hasta estratos que pueden alcanzar ochenta centímetros. Es importante resaltar su papel en los procesos hidrogeológicos por su alta porosidad, alta capacidad de retención de agua y elevada permeabilidad (Hermelin, 1984).

En la cuenca del Rio Negro se diferencian dos secuencias de cenizas, ambas provenientes al parecer del complejo volcánico Ruiz – Tolima, la primera ocurrida a finales del pleistoceno y la segunda entre 14.000 y 10.000 años.

Debido a la conformación de los suelos en la cuenca de la Quebrada Rivera descrita se puede afirmar que el Grupo Hidrológico en esta cuenca es B.

2.8.3 USOS DE SUELO (COBERTURAS)

Para determinar los usos del suelo en la cuenca se utiliza la cartografía 1:25000 del IGAC donde se han establecido las coberturas para diferentes usos. En esta cuenca se observan básicamente dos usos del suelo, un bosque natural en la parte alta de la cuenca y cultivos con espacios naturales en el resto de la misma.

Las tablas que se usan fueron calibradas por el SCS (NRCS), en suelos agrícolas en áreas de varios kilómetros cuadrados y zonas relativamente planas, por lo que se debe tener cuidado en cuencas pequeñas y con pendiente fuerte. En áreas planas, se embalsa más agua, lo cual incrementa la infiltración, mientras que en zonas con pendiente alta, el agua trata de formar surcos incrementando la escorrentía. Lastimosamente no se han desarrollado estudios, que permitan cuantificar la influencia de la pendiente en los números de curva.

TABLA 7 COBERTURAS DE SUELO EN LA CUENCA

Cod	Uso Suelo	Área (km²)	% Área	cn	cn (Pond)
311	Bosque Natural Denso	0.02	0.04	70	3.05
244	Pastos y Espacios Naturales	0.15	0.40	77	31.06
231	Pastos Limpios	0.21	0.55	79	43.69
	Total	0.38	1.00		77.80



FIG 10 COBERTURA DE SUELO EN LA CUENCA

En la siguiente tabla, se presentan algunos números de curva que han sido resumidos de SCS (1986), de una exhaustiva lista para diferentes condiciones hidrológicas.

TABLA 8 NÚMEROS DE CURVA PARA ESCORRENTÍA ZONAS URBANAS (SCS, 1986)

Descripción de usos del suelo	Grupo Hidrológico del suelo			
	A	B	C	D
Zona de parqueo pavimentada, Techada.	98	98	98	98
Calles y carreteras:				
Pavimentos con bordillos y alcantarillas	98	98	98	98
Afirmado	76	85	89	91
Suelo compactado	72	82	87	89
Cultivos (Cosecha agrícola) del suelo:				
Sin tratamientos de conservación (Sin terrazas)	72	81	88	91
Con tratamientos de conservación (Terrazas, Contornos)	62	71	78	81
Pastos o gama de suelos				
Pobre (< 50% cobertura del suelos por pastos muy continuos)	68	79	86	89
Buena (50-75% Cobertura del suelo por pastos poco continuos)	39	61	74	80
Prado (pasto, sin pastar y corto para follaje)	30	58	71	78
Rastrojo (bueno, >75% cobertura de suelo)	30	48	65	73
Bosques y selvas				
Pobre (árboles pequeños – rastrojo destruido después de quema o rozada)	45	66	77	83
Regular (rozado pero sin quema, algunos rastrojos)	36	60	73	79
Bueno (sin rozado, cobertura de suelo rastrojo)	30	55	70	77
Espacios abiertos (pastos, parques, canchas de golf, cementerios, etc.):				
Regular (cobertura de pastos 50-75% del área)	49	69	79	84
Bueno (cobertura de pastos >75% del área)	39	61	74	80
Zonas comerciales y de negocios (85% impermeable)	89	92	94	95
Zonas industriales (72% impermeable)	81	88	91	93
Áreas residenciales:				
Lotes de 505 m², cerca de 65% impermeable	77	85	90	92

Descripción de usos del suelo	Grupo Hidrológico del suelo			
Lotes de 1011 m², cerca de 38% impermeable	61	75	83	87
Lotes de 2023 m², cerca de 26% impermeable	54	70	80	85
Lotes de 4046 m², cerca de 20% impermeable	51	68	79	84

2.8.1 HUMEDAD ANTECEDENTE

El método del número de curva de escorrentía tiene tres niveles de humedad antecedente, dependiendo de la precipitación total en los cinco días previos a la tormenta. La condición de humedad antecedente seca (AMC I) Tiene el menor potencial de escorrentía, con los suelos estando suficientemente secos. La condición de humedad antecedente promedio (AMC II) tiene un potencial de escorrentía promedio. La condición de humedad antecedente húmeda (AMC III) tiene mayor potencial de escorrentía con la cuenca prácticamente saturada de precipitaciones anteriores.

Normalmente el estudio de caudales de creciente se realiza teniendo en cuenta números de curva para la humedad antecedente intermedia (AMC II), en cuencas pequeñas donde todos los aguaceros ocurren en toda el área de drenaje es posible trabajar con la humedad antecedente Húmeda (AMC III), lo cual incrementa un poco los caudales, pero en cuencas grandes se incrementarían considerablemente, lo que tampoco es deseable ya que se generarían obras excesivamente grandes y costosas.

TABLA 9 CONDICIÓN DE HUMEDAD ANTECEDENTE

Condición de humedad antecedenteAMC	Precipitación acumulada 5 días previos al evento (CM)
I	0-3.6
II	3.6 - 5.3
III	más de 5.3

2.9 HIDROGRAMAS SINTÉTICOS (CAUDALES DE DISEÑO)

Los métodos utilizados para determinar el caudal máximo asociado a diferentes periodos de retorno son el método Racional, que se basa directamente en la intensidad de diseño y en el coeficiente de escorrentía definido para la cuenca y en los métodos lluvia escorrentía basados en las Hidrógrafas Unitarias Sintéticas de Snyder (hec 1) y el SCS (Hec 1); para aplicar estas últimas se construye el hidrograma unitario en función de características físicas de la cuenca y de los parámetros propios de cada metodología y luego se hace una

convolución matemática con cada uno de los hietogramas de precipitación efectivos asociados a los diferentes períodos de retorno. De esta manera se generan los hidrogramas de escorrentía directa que se asumirán como las crecientes de diseño. Los detalles de la forma operativa de cada uno de los modelos están detallados en Vélez y Smith, 1997.

Para realizar el análisis hidrológico de la cuenca usando las metodologías mencionadas se alimentó el programa HEC -1 con los parámetros morfométricos, las precipitaciones y demás parámetros necesarios para cada método. Se usó como modelo de pérdidas el definido por la SCS.

2.9.1 MODELO DE SCS (HEC 1)

El servicio de conservación de suelos de los Estados Unidos (Soil Conservation Service, S.C.S), desarrolló un hidrograma unitario adimensional, a partir de una serie de hidrógrafas observadas, correspondientes a cuencas muy diversas y ubicadas en distintos sitios de Estados Unidos.

El hidrograma unitario adimensional del S.C.S se considera que el volumen de escorrentía debajo de la rama creciente del hidrograma comprende el 37.5% del volumen total (que es unitario). Este volumen está representado por una unidad de tiempo en las abscisas y por una unidad de volumen en las ordenadas.

El hidrograma unitario adimensional curvilíneo del S.C.S puede ser representado por un hidrograma unitario triangular equivalente, con las mismas unidades de tiempo y caudal, teniendo por consiguiente el mismo porcentaje del volumen en el lado creciente del hidrograma.

CAUDAL PICO

Para el cálculo del caudal pico el S.C.S propone la siguiente expresión:

$$Q_P = 484 \times A/T_P$$

Q_P= Caudal pico

A= Área de la cuenca (millas^2)

T_P=Tiempo al pico (horas)

Cualquier modificación en el hidrograma unitario adimensional que conlleve a cambios en el porcentaje del volumen de escorrentía bajo su rama creciente, produce variaciones en el factor de forma asociado al hidrograma unitario triangular y por tanto la constante también cambia.

Para las cuencas consideradas por el S.C.S.,el factor del caudal pico varió desde 300, en terrenos llanos, hasta 600, en terrenos montañosos. De lo anterior se deduce que si se utiliza un hidrograma unitario adimensional diferente al derivado por el S.C.S., el factor del caudal pico cambia de valor, y por consiguiente, dicho caudal será distinto del que se obtiene con la ecuación anterior.

El método del SCS utiliza el tiempo de concentración, el cual define como el tiempo que toma la escorrentía en el punto más lejano de la cuenca en salir de ella ó de manera equivalente, el tiempo que transcurre desde el final de la lluvia efectiva hasta el punto de inflexión de la rama decreciente del hidrograma unitario. Con base en esto, el SCS propone una relación promedio entre el tiempo de rezago, T_R, y el tiempo de concentración, TC, como:

$$T_C=5/3\ T_R \qquad T_R=0.60\ T_C$$

Relación que es aplicable a cuencas naturales con una distribución de escorrentía aproximadamente uniforme.

Entre mayor es el tiempo de rezago la respuesta de la cuenca es más lenta y por lo tanto el caudal pico es menor. El SCS propone que el tiempo de rezago sea el 60% del tiempo de concentración, por lo que se propone trabajar con un valor de 60% de tiempo de concentración el cual está por el lado de la seguridad.

En este método es necesario alimentar el programa Hec HMS o Hec 1 únicamente con el valor del tiempo de rezago, calculado como un porcentaje del tiempo de concentración, ya que el modelo internamente cuenta con el hidrograma unitario.

Project: Bocatoma Simulation Run: Run 1_SCS_100

Start of Run: 20sep2023, 00:00
End of Run: 20sep2023, 00:30
Compute Time: 21sep2023, 18:17:25

Basin Model: Basin 1
Meteorologic Model: Met 1
Control Specifications: Control 1

Show Elements: All Elements | Volume Units: (•) MM ( ) 1000 M3 | Sorting: Hydrologic

Hydrologic Element	Drainage Area (KM2)	Peak Discharge (M3/S)	Time of Peak	Volume (MM)
Subbasin-1	0.38	3.799	20sep2023, 00:11	6.44
Sink-1	0.38	3.799	20sep2023, 00:11	6.44

FIG 11 CAUDAL PICO HIDRÓGRAFA DEL SCS TR 100 AÑOS

Project: Bocatoma
Simulation Run: Run 1_SCS_100 Subbasin: Subbasin-1

Start of Run: 20sep2023, 00:00
End of Run: 20sep2023, 00:30
Compute Time: 21sep2023, 18:17:25

Basin Model: Basin 1
Meteorologic Model: Met 1
Control Specifications: Control 1

Date	Time	Precip (MM)	Loss (MM)	Excess (MM)	Direc... (M3/S)	Base... (M3/S)	Total... (M3/S)
20sep2023	00:00				0.000	0.000	0.000
20sep2023	00:01	7.13	7.13	0.00	0.000	0.000	0.000
20sep2023	00:02	13.47	12.99	0.48	0.023	0.000	0.023
20sep2023	00:03	7.92	6.12	1.80	0.158	0.000	0.158
20sep2023	00:04	3.57	2.41	1.16	0.461	0.000	0.461
20sep2023	00:05	1.98	1.25	0.73	0.979	0.000	0.979
20sep2023	00:06	1.98	1.20	0.78	1.700	0.000	1.700
20sep2023	00:07	1.19	0.70	0.49	2.456	0.000	2.456
20sep2023	00:08	1.19	0.68	0.51	3.099	0.000	3.099
20sep2023	00:09	0.40	0.23	0.17	3.553	0.000	3.553
20sep2023	00:10	0.79	0.44	0.35	3.784	0.000	3.784
20sep2023	00:11	0.00	0.00	0.00	3.799	0.000	3.799
20sep2023	00:12	0.00	0.00	0.00	3.593	0.000	3.593
20sep2023	00:13	0.00	0.00	0.00	3.228	0.000	3.228
20sep2023	00:14	0.00	0.00	0.00	2.806	0.000	2.806
20sep2023	00:15	0.00	0.00	0.00	2.363	0.000	2.363
20sep2023	00:16	0.00	0.00	0.00	1.941	0.000	1.941
20sep2023	00:17	0.00	0.00	0.00	1.557	0.000	1.557
20sep2023	00:18	0.00	0.00	0.00	1.226	0.000	1.226
20sep2023	00:19	0.00	0.00	0.00	0.957	0.000	0.957
20sep2023	00:20	0.00	0.00	0.00	0.739	0.000	0.739
20sep2023	00:21	0.00	0.00	0.00	0.576	0.000	0.576
20sep2023	00:22	0.00	0.00	0.00	0.448	0.000	0.448
20sep2023	00:23	0.00	0.00	0.00	0.350	0.000	0.350
20sep2023	00:24	0.00	0.00	0.00	0.272	0.000	0.272
20sep2023	00:25	0.00	0.00	0.00	0.212	0.000	0.212
20sep2023	00:26	0.00	0.00	0.00	0.165	0.000	0.165
20sep2023	00:27	0.00	0.00	0.00	0.128	0.000	0.128
20sep2023	00:28	0.00	0.00	0.00	0.100	0.000	0.100

FIG 12 HIDROGRAMA DE SALIDA SCS TR 100 AÑOS

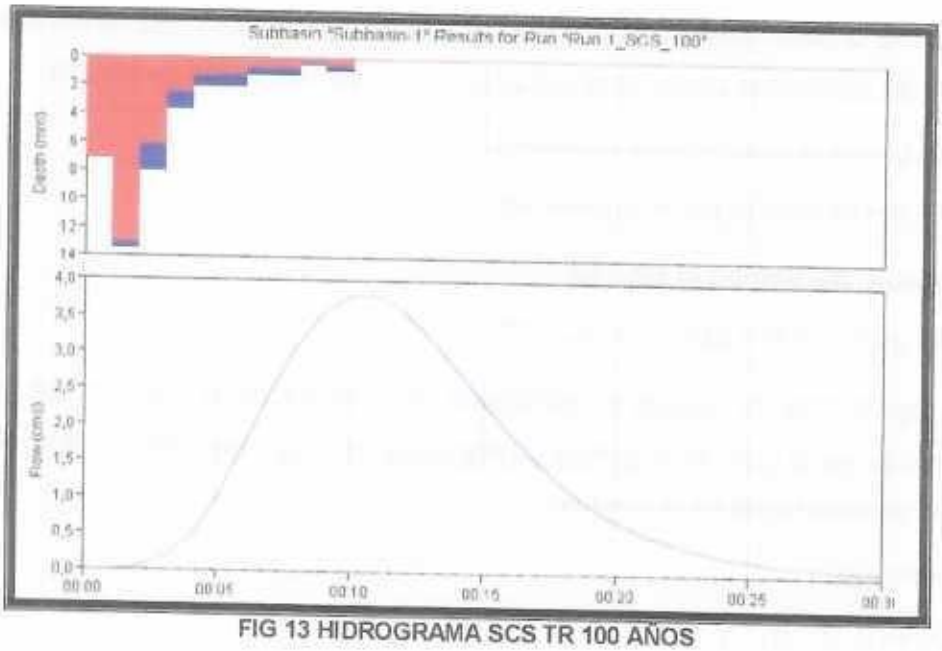


FIG 13 HIDROGRAMA SCS TR 100 AÑOS

TABLA 10 CAUDALES DE CRECIENTE HIDROGRAMA SCS

Tr (Años)	Q (m³/s)
2.33	0.20
5	0.48
10	0.88
25	1.71
50	2.62
100	3.80

2.9.2 HIDRÓGRAFA DE WILLIAMS HANN

Jimmy R Williams y Roy W Hann propusieron un modelo para calcular el Hidrograma unitario sintético producido por una lluvia instantánea en una cuenca, a partir de sus principales características geomorfológicas, como el área, la pendiente del canal principal y las relaciones largo ancho.

Las características geomorfológicas de la cuenca están representadas en el modelo mediante dos coeficientes, que son la constante de recesión K y el tiempo al pico Tp.

El hidrograma unitario sintético puede expresarse en forma adimensional dividiendo las abscisas y las ordenadas por el tiempo al pico y el caudal pico respectivamente.

Cálculo de la constante de recesión k:

$k = 27 * (A^{0.231}) (SLP^{-0.777}) ((L/W)^{0.124})$

Cálculo del tiempo al pico tp:

$tp = 4.63 * A^{0.422} * SLP^{-0.46} * (l/w)^{0.133}$

Con el valor de k/tp, se calcula **n** (parámetro de la forma de la cuenca) con siguiente expresión o se lee el valor en el gráfico correspondiente y con éste valor en la curva se lee **B** (parámetro de la forma de la cuenca).

Caudal Pico Qp:

$Qp = (B . A . R) / tp$

Qp = caudal pico ($pies^3/s$

A = Área ($millas^2$)

tp = tiempo al pico (hr)

R = profundidad efectiva de la lluvia unitaria asociada (1 mm):

$$n = 1 + \left\{ \frac{1}{2\,(K/Tp)} + \left[\frac{1}{4\,(K/Tp)^2} + \frac{1}{(K/Tp)} \right]^{1/2} \right\}^2$$

Con el valor de "n" (n=4.01) se calculan las ordenadas del hidrograma unitario remplazando en las ecuaciones dadas, y con el parámetro de la forma "B" (B=386) se obtiene el caudal pico. Con las ecuaciones presentadas por Williams y Hann, se construye el hidrograma unitario el cual se ingresa al modelo Hec-1, el cual efectúa el proceso de convolución.

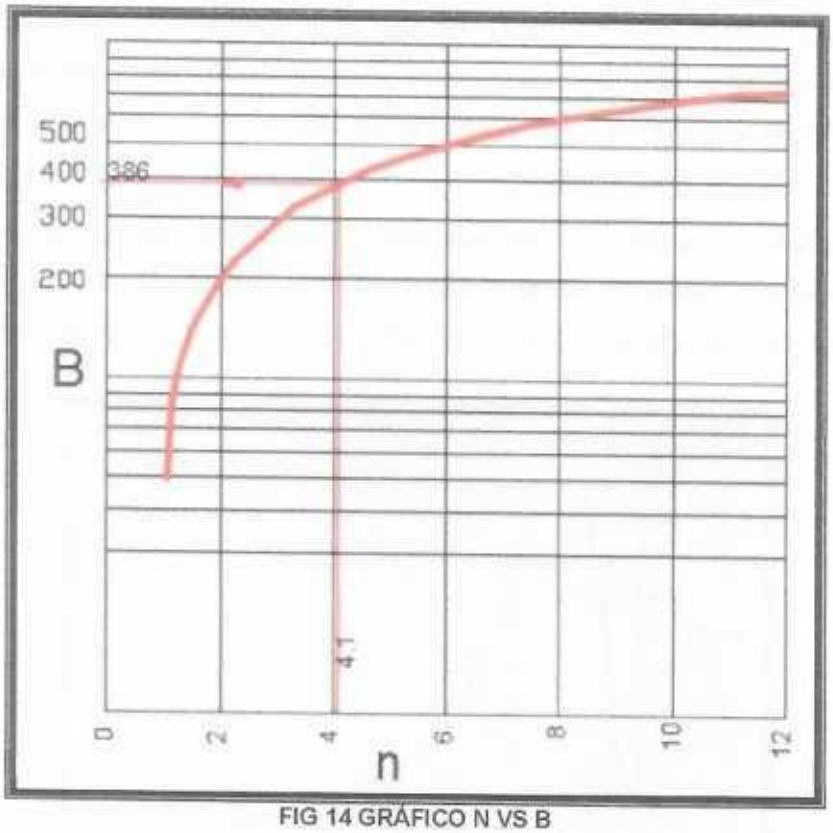


FIG 14 GRÁFICO N VS B

TABLA 11 PARÁMETROS DE LA CUENCA

Parámetro	Magnitud
Área_cuenca (mi)	0.14
Pend (pie/mi)_SLP	1176.93
Ancho_cuenca (w)	0.25
Const_recesión K	0.08
k/tp=	0.89
n	4.10
B	386
Qp(pie³/s)=	24.73
Qp (m³/s)=	0.70

Este método produce una hidrógrafa unitaria instantánea, lo que significa que la duración de la lluvia asociada con esa hidrógrafa es muy corta. Para efectos prácticos se recomienda

suponer una duración de lluvia que sea suficientemente pequeña comparada con el tiempo al pico (tp) como tp/2, tp/4, tp/8....etc, entre más pequeña sea la lluvia asociada los resultados podrían ser más reales en el caso en estudio se trabaja con una lluvia asociada tp/4.

Una vez obtenido el caudal pico se calculan las ordenadas de la hidrógrafa unitaria correspondiente a periodos de tiempos que sean múltiplos enteros de la duración de la lluvia asociada, para lo cual se utilizan las ecuaciones en figura del hidrograma.

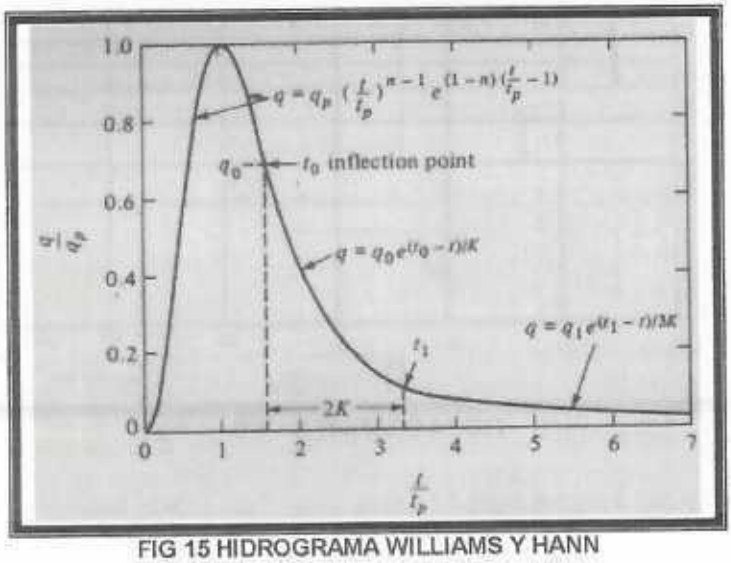


FIG 15 HIDROGRAMA WILLIAMS Y HANN

La primera ecuación es válida para la curva de concentración de la hidrógrafa, o sea desde el inicio de la crecida hasta el punto de inflexión. El punto de inflexión corresponde al tiempo t_o que se puede calcular con la siguiente expresión:

$$t_o = t_p \cdot \left(1 + \frac{1}{\sqrt{n-1}}\right) = 1.6 \cdot t_p$$

Las otras dos ecuaciones se aplican para la curva de recesión de la hidrógrafa. El punto de separación entre estas dos ecuaciones finales es el tiempo t_1 que se define como:

$$t_1 = t_o + 2K = 3.35 \cdot t_p$$

TABLA 12 HIDROGRAMA UNITARIO DE WILLIAMS Y HANN

t/tp	q/qp	q	ECUACION
0.25	0.139	0.10	q/qp=(t/tp)^3.1*exp((3.1)*((t/tp)-1)
0.50	0.549	0.38	
0.75	0.890	0.62	
1.00	1.000	0.70	
1.25	0.920	0.64	
1.50	0.746	0.52	
1.75	0.565	0.40	(q/qp)=0.668 exp((1.6-t/tp)/0.89)
2.00	0.426	0.30	
2.25	0.322	0.23	
2.50	0.243	0.17	
2.75	0.184	0.13	
3.00	0.139	0.10	
3.25	0.105	0.07	
3.50	0.088	0.06	(q/qp)=0.094*exp((3.35-t/tp)/2.67
3.75	0.081	0.06	
4.00	0.073	0.05	
4.25	0.067	0.05	
4.50	0.061	0.04	
4.75	0.055	0.04	
5.00	0.050	0.04	

Project: Bocatoma Simulation Run: Run 1_WH_100

Start of Run: 20sep2023, 00:00 Basin Model: Basin 1
End of Run: 20sep2023, 00:30 Meteorologic Model: Met 1
Compute Time: 21sep2023, 16:05:09 Control Specifications: Control 1

Show Elements: All Elements Volume Units: (•) MM ( ) 1000 M3 Sorting: Hydrologic

Hydrologic Element	Drainage Area (KM2)	Peak Discharge (M3/S)	Time of Peak	Volume (MM)
Subbasin-1	0.38	3.048	20sep2023, 00:07	4.70
Sink-1	0.38	3.048	20sep2023, 00:07	4.70

FIG 16 CAUDAL PICO WILLIAMS HANN TR 100 AÑOS

Project: Bocatoma
Simulation Run: Run 1_WH_100 Subbasin: Subbasin-1

Start of Run: 20sep2023, 00:00 Basin Model: Basin 1
End of Run: 20sep2023, 00:30 Meteorologic Model: Met 1
Compute Time: 21sep2023, 16:05:09 Control Specifications: Control 1

Date	Time	Precip (MM)	Loss (MM)	Excess (MM)	Direc... (M3/S)	Base... (M3/S)	Total... (M3/S)
20sep2023	00:00				0.000	0.000	0.000
20sep2023	00:01	7.13	7.13	0.00	0.000	0.000	0.000
20sep2023	00:02	13.47	12.99	0.48	0.181	0.000	0.181
20sep2023	00:03	7.92	6.12	1.80	0.979	0.000	0.979
20sep2023	00:04	3.57	2.41	1.16	1.891	0.000	1.891
20sep2023	00:05	1.98	1.25	0.73	2.561	0.000	2.561
20sep2023	00:06	1.98	1.20	0.78	2.959	0.000	2.959
20sep2023	00:07	1.19	0.70	0.49	3.048	0.000	3.048
20sep2023	00:08	1.19	0.68	0.51	2.976	0.000	2.976
20sep2023	00:09	0.40	0.23	0.17	2.717	0.000	2.717
20sep2023	00:10	0.79	0.44	0.35	2.452	0.000	2.452
20sep2023	00:11	0.00	0.00	0.00	2.086	0.000	2.086
20sep2023	00:12	0.00	0.00	0.00	1.699	0.000	1.699
20sep2023	00:13	0.00	0.00	0.00	1.334	0.000	1.334
20sep2023	00:14	0.00	0.00	0.00	1.016	0.000	1.016
20sep2023	00:15	0.00	0.00	0.00	0.785	0.000	0.785
20sep2023	00:16	0.00	0.00	0.00	0.626	0.000	0.626
20sep2023	00:17	0.00	0.00	0.00	0.507	0.000	0.507
20sep2023	00:18	0.00	0.00	0.00	0.425	0.000	0.425
20sep2023	00:19	0.00	0.00	0.00	0.360	0.000	0.360
20sep2023	00:20	0.00	0.00	0.00	0.320	0.000	0.320
20sep2023	00:21	0.00	0.00	0.00	0.277	0.000	0.277
20sep2023	00:22	0.00	0.00	0.00	0.188	0.000	0.188
20sep2023	00:23	0.00	0.00	0.00	0.135	0.000	0.135
20sep2023	00:24	0.00	0.00	0.00	0.097	0.000	0.097
20sep2023	00:25	0.00	0.00	0.00	0.065	0.000	0.065
20sep2023	00:26	0.00	0.00	0.00	0.041	0.000	0.041
20sep2023	00:27	0.00	0.00	0.00	0.021	0.000	0.021
20sep2023	00:28	0.00	0.00	0.00	0.014	0.000	0.014

FIG 17 HIDROGRAMA DE SALIDA WILLIAMS HANN TR 100 AÑOS

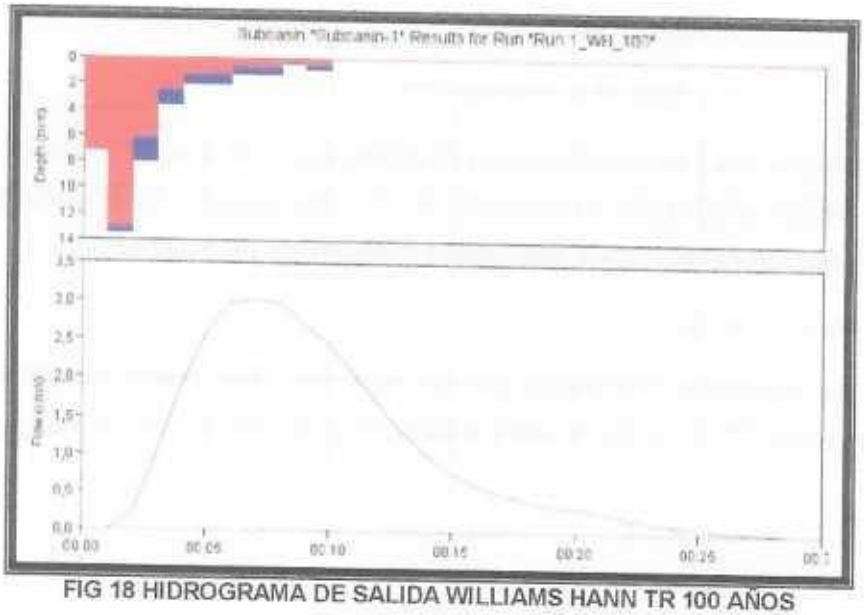


FIG 18 HIDROGRAMA DE SALIDA WILLIAMS HANN TR 100 AÑOS

2.9.3 MÉTODO RACIONAL

La fórmula racional fue desarrollada a finales de la década de 1890 para ser utilizada en sistemas de drenaje de aeropuertos y en pequeñas cuencas urbanas, en estos sistemas las suposiciones básicas del método se cumplen con cierto grado de aproximación.

Se fundamenta en que la máxima rata de escurrimiento superficial en una cuenca pequeña ocurre cuando toda la cuenca está contribuyendo, y la descarga máxima se obtiene cuando la duración de la lluvia iguala en magnitud al tiempo de concentración de la cuenca.

La fórmula racional supone que la intensidad de la precipitación permanece constante durante un tiempo igual o mayor que el tiempo de concentración y es uniforme sobre toda la cuenca, estos supuestos difícilmente se dan en la naturaleza.

La fórmula racional que tiene la siguiente expresión:

$$Q = \frac{C \cdot I \cdot A}{3.6}$$

C: Coeficiente de escorrentía

I : Intensidad mm/h

A : Área de la cuenca (km^2)

La fórmula racional fue desarrollada para pequeñas áreas de drenaje, pero en los últimos años se ha venido empleando en cuencas de mediano tamaño. Se plantea que esto es posible si se pueden obtener unos adecuados coeficientes de escorrentía.

Coeficiente de escorrentía

La escorrentía superficial provocada por un aguacero (Es) puede compararse con la precipitación caida (P). Al cociente entre ambos se le denomina coeficiente de escorrentía (C)

$$C = \frac{Es}{P}$$

El coeficiente de escorrentía depende de numerosos factores: del tipo de precipitación (lluvia, granizo o nieve), de su cantidad, de su intensidad y de la distribución en el tiempo; de la humedad inicial del suelo; del tipo de terreno (granulometría, textura, estructura, materia orgánica, pendiente, micro relieve, rugosidad), del tipo de vegetación existente, etc. El coeficiente de escorrentía se encuentra entre 0 y 1.

Las tablas habituales para estimar el coeficiente de escorrentía hacen depender su valor únicamente del tipo de terreno y de su cobertura. En algunos casos también lo hacen depender de la pendiente y del periodo de retorno, pero casi todas se olvidan de la humedad antecedente del suelo. Una forma de tener en cuenta este factor es estableciendo una relación entre el número de curva y el coeficiente de escorrentía: Por definición el coeficiente de escorrentía es:

$$C = \frac{E_s}{P} \therefore \quad E_s = Escorrentia \qquad P = \text{Precipitacion}$$

La escorrentía superficial (Es) que genera cualquier aguacero (P) se puede cuantificar mediante el método del número de curva. Admitiendo la relación habitual Ia = 0.2 x S (Infiltración inicial). Se tiene que:

$$E_s = \frac{(P - I_a)^2}{P + 4 \cdot I_a} \rightarrow C = \frac{E_s}{P} = \frac{(P - I_a)^2}{P^2 + 4 \cdot P \cdot I_a}$$

Asi determinando un valor adecuado para el número de curva, podemos obtener valores del coeficiente de escorrentía para cada periodo de retorno, y para la precipitación correspondiente al tiempo de concentración.

TABLA 13 COEFICIENTES "C" USADOS PARA EL CÁLCULO DEL CAUDAL

Tr	tiempo	I(mm/h)	P(mm)	C
2.33	10	116.37	19.40	0.054
5	10	134.54	22.42	0.085
10	10	153.48	25.58	0.116
25	10	182.67	30.44	0.161
50	10	208.38	34.73	0.198
100	10	237.72	39.62	0.236

TABLA 14 CAUDALES CALCULADOS FÓRMULA RACIONAL (FRA)

Tr	I (mm/h)	C	A(Km2)	CAUDAL
2.33	116.37	0.054	0.38	0.66
5	134.54	0.085	0.38	1.20
10	153.48	0.116	0.38	1.86
25	182.67	0.161	0.38	3.06
50	208.38	0.198	0.38	4.29
100	237.72	0.236	0.38	5.86

2.10 SELECCIÓN DEL CAUDALES DE CRECIENTE

Todas las metodologías utilizadas presentaron resultados cercanos, por lo que los promedios de los caudales son adecuados para el estudio.

TABLA 15 CAUDALES DE CRECIENTE (M^3/S)

Tr	SCS	WH	RACIONAL	PROMEDIO
2.33	0.20	0.16	0.66	0.34
5	0.48	0.38	1.20	0.69
10	0.88	0.71	1.86	1.15
25	1.71	1.36	3.06	2.04
50	2.62	2.08	4.29	3.00
100	3.8	3.05	5.86	4.24

En la tabla se puede observar que los caudales están relativamente cercanos por lo que el promedio, es adecuado para ser seleccionados como caudales de estudio. Estos caudales de diseño se utilizaran en el diseño de la estructura de la Bocatoma

3 ESTIMACIÓN DE CAUDALES MÍNIMOS Y MEDIOS

Para el cálculo de estos caudales se va a utilizar la precipitación media anual de la estación pluviométrica Guatapé perteneciente a Empresas Públicas de Medellín.

La investigación de los procesos hidrológicos ha permitido desarrollar técnicas de muy diversa índole para estimar la disponibilidad del recurso hídrico para abastecer una comunidad. Muchos de los métodos que usan los ingenieros para determinar su disponibilidad en un sitio determinado, se basan en los registros hidrológicos de caudales de la fuente que se quiere aprovechar, sin embargo, en la mayoría de los casos no existen, son de corta duración o de mala calidad. Esta situación ha sido abordada mediante la utilización de técnicas de inferencia estadística de muy diversa índole. A continuación se describen algunas metodologías utilizadas en el departamento de Antioquia para determinar la disponibilidad de agua en una región.

3.1 TÉCNICAS DE REGIONALIZACIÓN

Mediante la aplicación de métodos estadísticos de regresión y correlación, se pretende establecer modelos que permitan hacer una generalización del comportamiento hidrográfico de una zona, relacionando algunas variables hidrológicas con ciertos parámetros geomorfológicos de sus cuencas de drenaje.

A continuación se describen cada uno de los modelos de regionalización del comportamiento de los caudales mínimos disponibles a la fecha, así como la muestra y las variables utilizadas.

3.2 MÉTODO 1: REGIONALIZACIÓN PARA TODO EL DEPARTAMENTO

Este modelo fue ajustado teniendo en cuenta 30 cuencas hidrográficas que cuentan con estaciones hidrométricas instaladas por EPM o por el IDEAM en el departamento, con registros de caudales de 15 años de longitud, con tamaños de cuenca de drenaje desde 3.5 km^2 en la Quebrada Chorrillos hasta 29630 km^2 en el río Cauca; precipitaciones medias anuales entre 1700 y 5000 mm; y longitudes de drenaje entre 2.1 y 742.8 km. La media y la desviación estándar en los caudales mínimos, de acuerdo con el método 1, se estiman mediante las siguientes ecuaciones:

$$Media\,(\mu) = 0.01114 * A^{1.087}$$

$$Desv\ \text{Estandar}\ (\sigma) = 0.002948 * A^{1.087}$$

Donde el área de drenaje está en km^2 y la media y la desviación estándar de los caudales mínimos están expresados en m^3/s.

3.3 MÉTODO 2 Y 2 A: REGIONALIZACIÓN PARA LA REGIÓN DE CAUCA-PORCE-MEDELLÍN

Estos modelos fueron ajustados teniendo en cuenta 32 cuencas hidrográficas que cuentan con estaciones hidrométricas instaladas por EPM o el IDEAM en los ríos Cauca, Porce y Medellín, con registros de caudales de más de 15 años de longitud, con tamaños de drenaje desde 3.5 km^2 en la Quebrada Chorrillos hasta 29630 km^2 en el río Cauca; precipitaciones medias anuales entre 1500 y 5000 mm; y longitudes de drenaje entre 2.1 y 846 km. La media y la desviación estándar en los caudales mínimos, de acuerdo con el método 2 y 2A, se estiman mediante las siguientes ecuaciones:

Método 2:

$$Media\,(\mu) = 10^{-5.269} * A^{0.948} * P_{ma}^{1.046}$$

$$Desv\ \text{Estandar}\ (\sigma) = 10^{-5.293} * A^{0.985} * P_{ma}^{0.875}$$

Método 2A :

$$Media\,(\mu) = 10^{-1.899} * A^{1.023}$$

$$Desv\ \text{Estandar}\ (\sigma) = 10^{-2.473} * A^{1.048}$$

Donde el área de drenaje se expresa en km^2 y a precipitación media anual (P_{ma}) en mm. La diferencia entre los modelos 2 y 2 A, radica en que uno utiliza como variables independientes el área y la precipitación media anual y el otro solo utiliza como variable explicativa el área de drenaje.

3.4 MÉTODO 3, 3 A: REGIONALIZACIÓN PARA TODO EL DEPARTAMENTO

Este modelo fue ajustado teniendo en cuenta 77 cuencas hidrográficas que cuentan con estaciones hidrométricas instaladas por EPM o por el IDEAM en el departamento, con

registros de caudales de 15 años de longitud, con tamaños de cuenca de drenaje desde 3.5 km^2 en la Quebrada Chorrillos hasta 6093 km^2 en el rio Nechí; precipitaciones medias anuales entre 1500 y 6200 mm; longitudes de drenaje entre 2.1 y 846 km y pendientes promedias de la corriente principal entre 0.59 y 18.27%. La media y la desviación estándar en los caudales mínimos, de acuerdo con el método 3, 3 A y 3 B, se estiman mediante las siguientes ecuaciones:

Método 3:

$$Media\,(\mu) = 10^{-5.281} * A^{0.903} * P_{ma}^{1.086}$$

$$Desv\ \text{Estandar}\ (\sigma) = 10^{-5.257} * A^{0.944} * P_{ma}^{0.9027}$$

Método 3 A:

$$Media\,(\mu) = 10^{-1.753} * A^{0.984}$$

$$Desv\ \text{Estandar}\ (\sigma) = 10^{-2.326} * A^{1.011}$$

Método 3 B:

$$Media\,(\mu) = 10^{-5.281} * A^{0.903} * P_{ma}^{1.086}$$

$$Desv\ \text{Estandar}\ (\sigma) = 10^{-5.437} * A^{0.683} * L^{0.516} * S_O^{0.322} * P_{ma}^{0.868}$$

Donde la longitud de la corriente principal (L) se expresa en km y su pendiente (S_o) se expresa en porcentaje.

3.5 REGIONALIZACIÓN DE CAUDALES MÍNIMOS (BOLAÑOS 1985)

Bolaños (1995), regionalizó los caudales mínimos para el departamento de Antioquia, encontrando buenas relaciones entre la media multianual de los caudales mínimos, μ_{min}, con el área de la cuenca, A, la precipitación medial multianual, P, de la misma, y la longitud del cauce principal, L, de acuerdo a las regiones en que se dividió el departamento. Igualmente, se encontraron buenas correlaciones entre la desviación estándar de los

caudales mínimos, σ_{min}, con los tres parámetros anotados para la media de los caudales mínimos y la pendiente promedio, S, del cauce principal.

Para la regionalización fueron utilizados los registros de 78 estaciones de caudales, de los cuales 32 fueron utilizadas para determinar las ecuaciones regionalizadas de la Región 3, correspondiente a los ríos Cauca, Medellín, Porce y parte baja del Nechí, en esta zona se incluye el Área Metropolitana de Medellín. Las ecuaciones para los estadísticos de esta región son:

$\mu_{min} = 10^{-4,762} * A^{0,966} * P^{0,883}$

$\sigma_{min} = 10^{-2,509} * A^{1,1052}$

Para el departamento de Antioquia, se presentan las siguientes ecuaciones:

$\mu_{min} = 10^{-5,155} * A^{0,942} * P^{1,025}$

$\sigma_{min} = 10^{-5,464} * A^{0,997} * S^{0,218} * P^{0,894}$

Los caudales se dan en m³/s, la precipitación en mm y la pendiente en %.

Con base en los estimativos para la media y la desviación estándar de los caudales mínimos, que se obtienen a través de la aplicación de las ecuaciones de regresión que más se ajustan a las condiciones geomorfológicas y climáticas de la cuenca hidrográfica objeto de análisis, se puede estimar caudales mínimos con diferentes periodos de retomo, utilizando la ecuación general de frecuencia:

$$Q_{TR} = \mu + K_{TR} * \sigma$$

$$K_{TR} = -\frac{\sqrt{6}}{\pi}(0,5772 + Ln(Ln(Tr)))$$ Parámetro de Gumbel

Donde K_{TR} es el factor de frecuencia para un periodo de retorno T_R, que se determina con base en el tipo de comportamiento de los caudales mínimos de la región en estudio. Los estudios de regionalización de los caudales en Antioquia, indican que la funciones de distribución Gumbel y Log-Normal de dos parámetros son la que más se ajustan a las series de caudales mínimos en esta región del país.

Según Bolaños (1995), los caudales mínimos para el departamento de Antioquia y la Región 3 se ajustan mejor a la distribución Log – Normal II, razón por la cual los valores de K_T se calcularon para esta distribución y cada período de retorno.

Con las ecuaciones de regionalización para el departamento de Antioquia y la Región 3, se determina la media y la desviación estándar de los caudales mínimos de la cuenca en estudio. Los parámetros para la distribución LogNormal II por el método de los momentos se calculan así:

$$\alpha = \ln(\mu) - \frac{1}{2}\beta^2$$

$$\beta = \left(\ln\left(1 + \frac{\sigma^2}{\mu^2}\right)\right)^{\frac{1}{2}}$$

$$C_v = \frac{\sigma}{\mu}$$

El Factor de Frecuencia para la distribución de probabilidad LogNormal II tiene la siguiente expresión:

$$K_T = \frac{\exp\left[K_z\beta - \frac{\beta^2}{2}\right] - 1}{C_v}$$

$$K_z = F_z^{-1}(F_x(x))$$

Dónde:

K_z: Valor de la distribución normal estándar con probabilidad $F_x(x)$: 1/T, para caudales mínimos.

3.6 ESTIMACIÓN DE CAUDALES MEDIOS

El balance hídrico determina la disponibilidad del agua en cada una de las fases: precipitación, evapotranspiración real, infiltración y escorrentía.

La base física del balance hidrológico es la formulación de las ecuaciones de conservación de masa para volúmenes de control o unidades hidrológicas determinadas. Expresa la equivalencia entre los aportes de agua que entran al volumen de control y la cantidad de agua que sale considerando además las variaciones internas en el almacenamiento de humedad ocurridas durante un periodo de tiempo determinado.

Al realizar un balance hídrico a largo plazo se tiene que los cambios en los volúmenes de agua almacenados en la atmósfera y los volúmenes de agua almacenados en el suelo, son despreciables. En consecuencia el flujo promedio en la atmósfera es igual al promedio de la escorrentía neta y son iguales a la diferencia entre la precipitación media y la evapotranspiración real.

Esc. Total = P – ETR

La escorrentía está compuesta por la escorrentía superficial y la escorrentía subterránea (flujo base). La dificultad de determinar la escorrentía subterránea obliga a aproximar en la ecuación anterior el término Esc. con la escorrentía superficial. Para la cuenca en estudio se cumplen los fundamentos básicos del método porque particularmente las pendientes y los usos del suelo no favorecen el almacenamiento de grandes volúmenes de agua; el almacenamiento que se da en la parte alta de la cuenca no es significativo y además es temporal y es modificado constantemente por los pobladores del área.

Para el cálculo del caudal medio en el sitio de interés se utilizó la metodología de CENICAFE, esta metodología permite calcular la evapotranspiración potencial de forma sencilla, pues solo depende de la elevación sobre el nivel del mar. La ecuación para calcular la evapotranspiración potencial fue obtenida realizando una regresión a los valores obtenidos de aplicar el método de Penman a los datos de sus estaciones climáticas en Colombia, donde ETP es la evapotranspiración potencial (mm/año) y h es la elevación media de la cuenca (m).

$$ETP = 1700{,}17 \exp(-0{,}0002\ h)$$

La evapotranspiración potencial se transforma a evapotranspiración real mediante la expresión de Budyko, la cual se presenta en la ecuación Donde, ETR es la evapotranspiración real [mm/año], ETP es la evapotranspiración potencial (mm/año) P es la precipitación media en la cuenca (mm/año).

$$ETR = \left(ETP \cdot P \cdot \tanh\left(\frac{P}{ETP}\right) \cdot \left(1 - \cosh\left(\frac{ETP}{P}\right) + senh\left(\frac{ETP}{P}\right)\right)\right)^{0.5}$$

3.7 PRECIPITACIÓN MEDIA ANUAL

Un parámetro importante en las metodologías descritas tanto para caudales minimos como medios es la precipitación media anual la cual se mide puntualmente en las estaciones pluviométricas cercanas. En el caso del área de drenaje esta se encuentra en el área de influencia de la estación Guatapé.

La precipitación media anual para el cálculo de caudales minimos y medios en la en la estación Guatapé es 3709 mm/año.

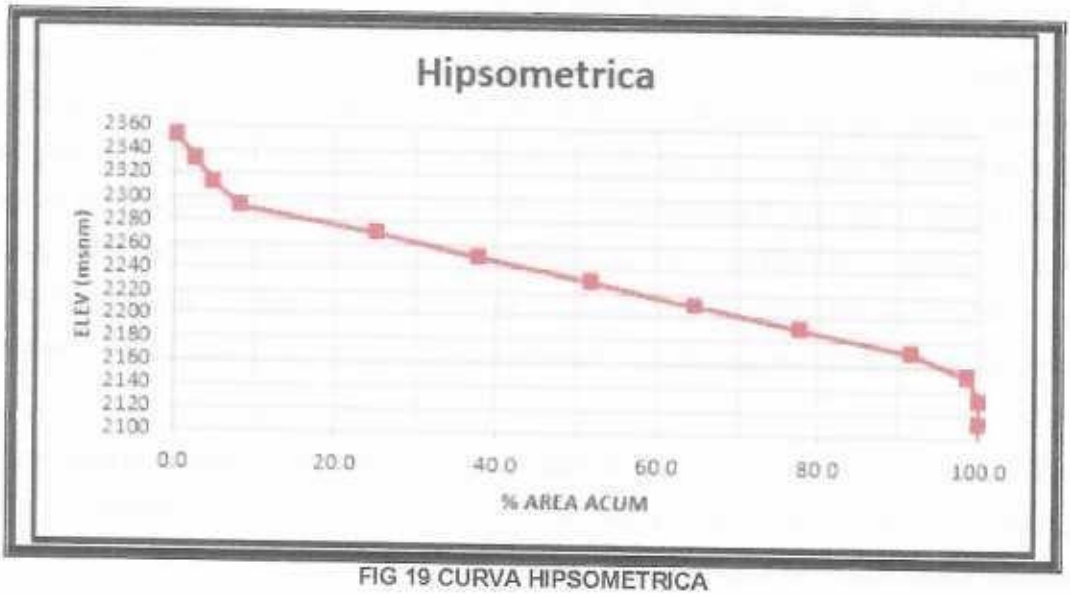


FIG 19 CURVA HIPSOMETRICA

De la curva hipsométrica se obtiene la altura media de la cuenca la cual corresponde 2223.01 msnm.

Adicionalmente al balance hídrico, se han desarrollado regionalizaciones como la realizada para el estudio de prefactibilidad de la Microcentral en el corregimiento de Santiago por la Universidad Nacional (2002).

$$Q_m = 0.000001167 \cdot A^{1.006} \cdot P_{ma}^{1.348}$$

A: Área de Drenaje (km^2)

P_{ma}: Precipitación Media Anual (mm).

3.8 CAUDAL ECOLÓGICO O AMBIENTAL

El caudal ambiental o ecológico se define como el volumen de agua necesario en términos de calidad, cantidad, duración y estacionalidad para el sostenimiento de los ecosistemas acuáticos y para el desarrollo de las actividades socioeconómicas de los usuarios aguas abajo de la fuente de la cual depende tales ecosistemas.

Los métodos de cálculo del caudal ecológico, varios procedimientos requieren la obtención del caudal medio de las corrientes y que en muchas ocasiones no puede conocerse sino mediante métodos indirectos de cálculo o mediciones directas, con la desventaja que estas últimas resultan costosas, dispendiosas y no permiten reflejar un comportamiento histórico de las corrientes; el caudal medio es una característica básica de las cuencas hidrográficas y cuya determinación exacta depende de la exactitud de los aforos, de la variación del caudal, de la duración del período de observaciones y de la densidad de estaciones de aforo.

Según la Resolución 865 de 2004 del Ministerio de Medio Ambiente, puede utilizarse como una aproximación al caudal ambiental, el valor máximo de caudal ecológico obtenido mediante la aplicación de alguno de estos métodos:

Mínimo histórico: a partir de curvas de duración de caudales medios diarios, propone como caudal mínimo ecológico el caudal promedio multianual que permanece el 97.5% del tiempo

Porcentaje de descuento: el IDEAM ha adoptado como caudal mínimo ecológico un valor aproximado del 25% del caudal medio mensual multianual más bajo de la corriente en estudio.

Reducción por caudal ambiental: el caudal ecológico en esta aproximación corresponde al 25% del caudal medio multianual en condiciones de oferta media.

Como en la cuenca en estudio no existen limnígrafos no se tienen datos de caudal medio ya sean diarios, mensuales o anuales, la alternativa es estimar el caudal ambiental como el 25% del caudal medio obtenido.

3.9 . CÁLCULO DE CAUDALES MÍNIMOS

3.9.1 MÉTODO 1: REGIONALIZACIÓN PARA TODO EL DEPARTAMENTO

$$Media\ (\mu) = 0.01114 \cdot A^{1.087} = 0.0039\ m^3/s$$

$$Desv\ Estandar\ (\sigma) = 0.002948 \cdot A^{1.087} = 0.00102\ m^3/s$$

TABLA 16 CAUDALES MÍNIMOS MÉTODO 1

Tr	Kmin	Qmin (m^3/s)	Qmin (l/s)
2.33	-0.3191	0.004	3.6
5	-0.8200	0.003	3.1
10	-1.0988	0.003	2.8
25	-1.3597	0.003	2.5
50	-1.5115	0.002	2.4
100	-1.6385	0.002	2.3

3.9.2 MÉTODO 2 Y 2 A: REGIONALIZACIÓN PARA LA REGIÓN CAUCA-PORCE-MEDELLÍN.

Método 2

$$Media\ (\mu) = 10^{-5.269} \cdot A^{0.948} \cdot P_{ma}^{1.046} = 0.0115\ m^3/s$$

$$Desv\ Estandar\ (\sigma) = 10^{-5.293} \cdot A^{0.985} \cdot P_{ma}^{0.875} = 0.00257\ m^3/s$$

TABLA 17 CAUDALES MÍNIMOS MÉTODO 2

Tr	Kmin	Qmin (m^3/s)	Qmin (l/s)
2.33	-0.3191	0.011	10.7
5	-0.8200	0.009	9.4
10	-1.0988	0.009	8.7
25	-1.3597	0.008	8.0
50	-1.5115	0.008	7.6
100	-1.6385	0.007	7.3

Método 2 A

$$Media\ (\mu) = 10^{-1.899} \cdot A^{1.023} = 0.00474\ m^3/s$$

$$Desv\ Estandar\ (\sigma) = 10^{-2.473} \cdot A^{1.048} = 0.0012\ m^3/s$$

TABLA 18 CAUDALES MÍNIMOS MÉTODO 2A

Tr	Kmin	Qmin (m^3/s)	Qmin (l/s)
2.33	-0.3191	0.004	4.4
5	-0.8200	0.004	3.7
10	-1.0988	0.003	3.4
25	-1.3597	0.003	3.1
50	-1.5115	0.003	2.9
100	-1.6385	0.003	2.8

3.9.3 MÉTODO 3 3 A Y 3B: REGIONALIZACIÓN PARA TODO EL DEPARTAMENTO.

Método 3

$$Media\ (\mu) = 10^{-5.281} \cdot A^{0.903} \cdot P_{ma}^{1.086} = 0.0162\ m^3/s$$

$$Desv\ Estandar\ (\sigma) = 10^{-5.257} \cdot A^{0.944} \cdot P_{ma}^{0.9027} = 0.00365\ m^3/s$$

TABLA 19 CAUDALES MÍNIMOS MÉTODO 3

Tr	Kmin	Qmin (m^3/s)	Qmin (l/s)
2.33	-0.3191	0.015	15.1
5	-0.8200	0.013	13.2
10	-1.0988	0.012	12.2
25	-1.3597	0.011	11.3
50	-1.5115	0.011	10.7
100	-1.6385	0.010	10.3

Método 3 A:

$$Media\ (\mu) = 10^{-1.753} \cdot A^{0.984} = 0.0067\ m^3/s$$

$$Desv\ Estandar\ (\sigma) = 10^{-2.326} \cdot A^{1.011} = 0.00175\ m^3/s$$

TABLA 20 CAUDALES MÍNIMOS MÉTODO 3A

Tr	Kmin	Qmin (m³/s)	Qmin (l/s)
2.33	-0.3191	0.006	6.17
5	-0.8200	0.005	5.29
10	-1.0988	0.005	4.81
25	-1.3597	0.004	4.35
50	-1.5115	0.004	4.08
100	-1.6385	0.004	3.86

Método 3 B:

$$Media\ (\mu) = 10^{-5.281} \cdot A^{0.903} \cdot P_{ma}^{1.086} = 0.0162\ m^3/s$$

$$Desv\ Estandar\ (\sigma) = 10^{-5.437} \cdot A^{0.683} \cdot P_{ma}^{0.868} \cdot L^{0.516} \cdot S_o^{0.322} = 0.007\ m^3/s$$

TABLA 21 CAUDALES MÍNIMOS MÉTODO 3B

Tr	Kmin	Qmin (m³/s)	Qmin (l/s)
2.33	-0.3191	0.0140	14.01
5	-0.8200	0.0105	10.50
10	-1.0988	0.0086	8.55
25	-1.3597	0.0067	6.72
50	-1.5115	0.0057	5.66
100	-1.6385	0.0048	4.77

3.9.4 MÉTODO BOLAÑOS: REGIONALIZACIÓN PARA REGIÓN 3 (MEDELLÍN-PORCE-NECHI).

$$Media\ (\mu) = 10^{-4.752} \cdot A^{0.966} \cdot P_{ma}^{0.883} = 0.0097\ m^3/s$$

$$Desv\ Estandar\ (\sigma) = 10^{-2.509} \cdot A^{1.1052} = 0.001\ m^3/s$$

TABLA 22 CAUDALES MÍNIMOS BOLAÑOS REGION 3

Tr	Kz LogNormal	Q(m³/s)	Q(l/s)
2.33	-0.23	0.009	9.50
5	-0.85	0.009	8.84
10	-1.24	0.008	8.44

Tr	Kz LogNormal	Q(m³/s)	Q(l/s)
25	-1.64	0.008	8.02
50	-1.88	0.008	7.75
100	-2.09	0.008	7.54

3.9.5 MÉTODO BOLAÑOS: REGIONALIZACIÓN PARA TODO EL DEPARTAMENTO.

$$Media\ (\mu) = 10^{-5.155} \cdot A^{0.942} \cdot P_{ma}^{1.025} = 0.0127\ m^3/s$$

$$Desv\ Estandar\ (\sigma) = 10^{-5.464} \cdot A^{0.997} \cdot S^{0.218} \cdot P_{m}^{0.894} = 0.0043\ m^3/s$$

TABLA 23 CAUDALES MÍNIMOS BOLAÑOS DEPARTAMENTO

Tr	Kz Normal	Q(m³/s)	Q(l/s)
2.33	-0.32	0.011	11.3
5	-0.83	0.009	9.0
10	-1.12	0.008	7.8
25	-1.38	0.007	6.7
50	-1.53	0.006	6.0
100	-1.65	0.006	5.5

3.10 CÁLCULO DEL CAUDAL MEDIO

3.10.1 BALANCE HÍDRICO.

Se calcula el caudal medio anual con la metodología propuesta por CENICAFE, expuesta anteriormente. De acuerdo con la curva hipsométrica la altura media del área de drenaje es 2223 msnm.

TABLA 24 DATOS CAUDAL MEDIO

H=	2223.0	m.s.n.m
P=	3709	mm/año
ETP=	1089.94	mm/año
ETR=	1013.44	mm/año

TABLA 25 CAUDAL MEDIO ANUAL

(mm/año)	(mm/año)	km²	mm/año	l/s
3709	1013.44	0.38	2695.56	32.07

El caudal medio anual teórico es 32.07 l/s.

3.10.2 REGIONALIZACIÓN CAUDAL MEDIO.

$Q_m = 0.000001167 \cdot A^{1.006} \cdot P_{ma}^{1.348}$=28.19 l/s

3.11 CÁLCULO DEL CAUDAL ECOLÓGICO O AMBIENTAL

Se ha adoptado como caudal ecológico un valor aproximado del 25% del caudal medio multianual de la corriente en estudio.

$$Q_{ECO} = 0.25 \cdot Q_m = 0.25 \cdot 28.19 = 7.04\ l/s$$

4 CONCLUSIONES

Lo óptimo para obtener los caudales en una corriente natural es contar con Limnígrafos en su cauce los cuales pueden medir los caudales minimos, medios y creciente. Pero lastimosamente estos aparatos solo existen en pocas corrientes por lo que es necesario recurrir a metodologías desarrolladas para cuencas con información escasa como regionalizaciones, modelos lluvia – escorrentía, métodos empíricos.

Estos métodos generan cierta incertidumbre ya que en algunos de ellos requieren de ciertos parámetros que dependen del criterio del consultor que lo elabora. En el presente estudio para el cálculo de los caudales minimos se utilizaron regionalizaciones, para los caudales medios se utilizó el balance hídrico y regionalización, mientras que para los caudales de creciente se utilizaron modelos lluvia escorrentía como son las hidrógrafas.

Para el cálculo de los caudales con estas metodologías se requieren de parámetros morfométricos de la cuenca y precipitaciones; para obtener los parámetros se utilizaron imágenes satelitales SRTM y cartografía 1:25000 del IGAC, mientras que las precipitaciones se obtuvieron de la estación el Peñol (IDEAM) para el cálculo de caudales de creciente, mientras que para el cálculo de los caudales medios y mínimos se utilizó la precipitación media anual de la estación Guatapé (EPM).

5 BIBLIOGRAFÍA

ÁREA METROPOLITANA DEL VALLE DEL ABURRÁ. 2006 Plan de Ordenación y Manejo de la Microcuenca de la Quebrada Doña María, Municipio de Itagüí. Convenio 119 de 2007. Medellín.

INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS, INVIAS, 2009. Manual de Drenaje para Carreteras, República de Colombia, Diciembre de 2009.

U.S ARMY CORPS OF ENGINEERS – HYDROLOGIC ENGINEERING CENTER, 2002A. HEC-RAS River Analysis System, User Manual.

Monsalve, G. (1995). Hidrología en la Ingeniería, Bogotá D.C...Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería.

Vargas R, (1998). Curvas sintéticas de Intensidad – Duración – Frecuencia para Colombia, regionalización e implementación de un SIG (Tesis de Maestría).Maestría en Ingeniería Civil. Universidad de Los Andes. Bogotá D.C.

Linsley, R. Kohler, M & Paulhus, J. (1988). Hidrología para ingenieros, Bogotá D.C.., Editorial Mc. Graw Hill Latinoamericana, S.A. 2 Edición.

Smith R, Vélez MV. Hidrología de Antioquia. Gobernación de Antioquia 1997

6 ANEXO HIDROLÓGICO

6.1 RESULTADOS HEC-HMS

6.1.1 DESCRIPCIÓN DEL MODELO

Con objeto de poder representar adecuadamente el comportamiento hidrológico de una determinada cuenca, es preciso, en primer lugar, llevar a cabo una representación esquemática de la misma, que refleje, de la mejor manera posible, su morfología y las características de su red de drenaje. En dicha representación esquemática se utilizan generalmente diversos tipos de elementos, dentro de los cuales se desarrollan los procesos hidrológicos antes descritos.

En este sentido, el programa HEC HMS incluye diferentes tipos de elementos, cuya descripción y funcionalidad se indican a continuación.

a) Subcuenca: Este tipo de elemento se caracteriza porque no recibe ningún flujo entrante y da lugar a un único flujo saliente, que es el que se genera en la subcuenca a partir de los datos meteorológicos, una vez descontadas las pérdidas de agua, transformado el exceso de precipitación en escorrentía superficial y añadido el flujo base. Se utiliza para representar cuencas vertientes de muy variado tamaño.

b) Tramo de cauce: Se caracteriza porque recibe uno o varios flujos entrantes y da lugar a un solo flujo saliente. Los flujos entrantes, que provienen de otros elementos de la cuenca, tales como subcuencas u otros tramos de cauce, se suman antes de abordar el cálculo del flujo saliente. Este tipo de elementos se suele utilizar para representar tramos de ríos o arroyos en los que se produce el tránsito de un determinado hidrograma.

c) Embalse: Es un tipo de elemento que recibe uno o varios flujos entrantes, procedentes de otros elementos, y proporciona como resultado del cálculo un único flujo saliente. Se utiliza para poder representar fenómenos de laminación de avenidas en lagos y embalses.

d) Confluencia: Se caracteriza porque recibe uno o varios flujos entrantes y da lugar a un solo flujo saliente, con la particularidad de que el flujo saliente se obtiene directamente como suma de los flujos entrantes, considerando nula la variación del volumen almacenado en la

misma. Permite representar la confluencia propiamente dicha de ríos o arroyos, aunque ello no es imprescindible, ya que los flujos entrantes pueden proceder también de subcuencas parciales.

e) Derivación: Este tipo de elemento se caracteriza porque da lugar a dos flujos salientes, principal y derivado, procedentes de uno o más flujos entrantes. Se puede utilizar para representar la existencia de vertederos laterales que derivan el agua hacia canales o zonas de almacenamiento separadas del cauce propiamente dicho.

f) Fuente: Junto con la subcuenca, es una de las dos maneras de generar caudal en el modelo de cuenca. Se suele utilizar para representar condiciones de contorno en el extremo de aguas arriba, y el caudal considerado puede proceder del resultado del cálculo efectuado en otras cuencas.

g) Sumidero: Recibe uno o varios flujos entrantes y no da lugar a ningún flujo saliente. Este tipo de elemento puede ser utilizado para representar el punto más bajo de una cuenca endorreica o el punto de desagüe final de la cuenca en cuestión.

La combinación de estos tipos de elementos, con las adecuadas conexiones entre ellos, constituye finalmente la representación esquemática de la cuenca total.

Modelado de los componentes del proceso

Ante la práctica imposibilidad de abordar de manera global la modelación del proceso de transferencia lluvia-caudal, se suele optar generalmente por analizar, de manera individualizada, diferentes aspectos parciales del proceso. Este es también el criterio adoptado en el programa HEC HMS.

Precipitación y evapotranspiración

La precipitación constituye el input principal al proceso hidrológico antes descrito. Dado que la información disponible sobre la precipitación es limitada, tanto a nivel espacial como temporal, es necesario recurrir a algún procedimiento que permita establecer un modelo de precipitación acorde con el objetivo perseguido en cada caso.

En este sentido, puede ser necesario disponer de datos de precipitación en forma de series continuas en períodos largos de tiempo, o bien, de hietogramas de diseño en períodos cortos de tiempo.

En el primero de los casos, el programa HEC HMS contempla diferentes posibilidades, según el tipo de distribución espacial que se considere para la precipitación en el conjunto de la cuenca o subcuenca objeto de análisis. Si se admite la hipótesis de distribución espacial uniforme, existen diferentes alternativas para determinar el valor de la precipitación media sobre el conjunto de la superficie, a partir de la información puntual registrada en una serie de pluviómetros:

- Media aritmética o ponderada, con diferentes criterios de ponderación.
- Polígonos de Thiessen.
- Método de las isoyetas, si bien este procedimiento es razonablemente aplicable cuando se trata de valores a nivel decenal, mensual o anual.

Si se considera que la distribución espacial de la precipitación no es uniforme, las alternativas que contempla el programa HEC HMS son, por una parte, la utilización de datos obtenidos mediante radar, que proporcionan los valores registrados directamente sobre una cuadrícula. Por otro lado, se puede utilizar también un algoritmo que proporciona el valor de la precipitación en un punto, o en una zona de pequeña extensión, como media ponderada de los valores registrados en diferentes pluviómetros, con coeficientes de ponderación que tienen en cuenta el inverso del cuadrado de la distancia al pluviómetro correspondiente.

Para el establecimiento de hietogramas de diseño en períodos cortos de tiempo, el programa HEC 1 contempla diferentes posibilidades, algunas de las cuales resultan un tanto sofisticadas. No obstante, se considera también la posibilidad de utilizar un hietograma definido por el usuario, basado generalmente en análisis estadísticos llevados a cabo sobre registros históricos en pluviómetros o pluviógrafos representativos.

En cuanto a la evapotranspiración, cabe comenzar por señalar que su conocimiento no es relevante cuando se trata de analizar la respuesta hidrológica de la cuenca frente a aguaceros de corta duración. En los casos de simulación continua, el programa HEC HMS contempla la posibilidad de definir valores medios mensuales, determinados según los métodos habitualmente utilizados en Hidrología.

Volumen total disponible para escorrentía

De acuerdo con lo indicado anteriormente, el volumen total de agua disponible para escorrentía superficial es el resultado de descontar de la precipitación el agua interceptada por la vegetación, infiltrada en el suelo, almacenada en la superficie del mismo, evaporada desde diferentes superficies o transpirada a través de las plantas.

El programa HEC HMS contempla diferentes alternativas a la hora de cuantificar estas pérdidas de agua:

- Establecimiento de un umbral de precipitación, por debajo del cual no se produce escorrentía superficial, y una tasa constante de pérdidas por encima del citado umbral.

- Utilización del concepto de número de curva (CN), desarrollado por el U.S. Soil Conservation Service (SCS), teniendo en cuenta los usos del suelo, el tipo de suelo y el contenido de humedad previo al episodio lluvioso que se considera.

- Método de Green y Ampt, que tiene en cuenta, entre otros, aspectos tales como la permeabilidad del suelo y el déficit inicial de humedad del mismo.

- Modelo SMA (Soil Moisture Accounting), que permite simular el movimiento del agua a través del suelo y del subsuelo, su intercepción y almacenamiento en diferentes zonas, y el escurrimiento superficial del exceso.

En cuanto a la aplicabilidad de estos modelos a las diferentes situaciones que se pueden plantear, cabe comenzar por señalar que el modelo SMA está especialmente indicado en los casos de simulación continua, mientras que los tres restantes se utilizan en los casos de aguaceros de corta duración, si bien primero de los modelos mencionados también se puede utilizar en los casos de simulación continua.

En general, desde el punto de vista de variación espacial de los valores de los parámetros implicados, los modelos se pueden clasificar en agregados o distribuidos. En el primero de los casos, los parámetros mantienen un valor constante dentro de cada subcuenca, pudiendo existir diferencias entre unas subcuencas y otras, mientras que en el caso de modelos distribuidos lo habitual es que los valores de los parámetros varíen de un punto a otro, en el interior de cada subcuenca. En este último caso, suele ser necesario completar la representación de la subcuenca en cuestión, mediante la superposición de una malla

rectangular de celdas, de tamaño más o menos grande, según la precisión deseada y la información disponible.

En relación con los modelos concretos aquí mencionados, es interesante señalar que el método de Green y Ampt es de tipo distribuido; el modelo SMA y el basado en el concepto de número de curva presentan sendas versiones de tipo agregado y distribuido; y el modelo basado en el establecimiento de un umbral de precipitación y una tasa constante de pérdidas es de tipo agregado.

Finalmente, cabe señalar que todos ellos son de tipo empírico, lo cual significa que los valores de los parámetros no pueden ser determinados a partir de mediciones específicas, sino que deben obtenerse mediante el oportuno proceso de calibrado o ajuste, o bien ser estimados a partir de las características de la cuenca.

Escorrentía superficial

Otro de los aspectos que es susceptible de ser analizado de manera individualizada es el referente al desarrollo de la escorrentía superficial y su concentración en un determinado punto del cauce. El programa HEC 1 contempla dos posibles alternativas, basadas en modelos de tipo empírico o conceptual, respectivamente.

Entre los modelos de tipo empírico, basados todos ellos, en mayor o menor medida, en el concepto de hidrograma unitario, propuesto originalmente por Sherman en 1932, el programa permite seleccionar uno de los siguientes:

- Hidrograma unitario definido por el usuario.
- Hidrograma sintético de Snyder.
- Hidrograma del Soil Conservation Service.
- Hidrograma de Clark (original y modificado).

Todos ellos son de tipo empírico, como ya se ha indicado antes, y son aplicables, en principio, a aguaceros de corta duración, si bien su formulación no impide utilizarlos en casos de simulación continua, considerados como una sucesión de aguaceros. Por otro lado, todos ellos, salvo el hidrograma de Clark modificado, son de tipo agregado.

Como alternativa a los modelos anteriores, el programa HEC HMS incluye un modelo conceptual, de tipo onda cinemática, en el que la cuenca o subcuenca está representada por un cauce muy ancho, alimentado en su origen por el exceso de precipitación. Este modelo es de tipo agregado y se aplica al caso de aguaceros de corta duración. Los datos necesarios para su utilización, que deben ser extraídos de medidas reales, hacen referencia a la longitud, pendiente, rugosidad de la cuenca, etc.

Flujo base

Tiene su origen en la precipitación registrada sobre la cuenca en períodos precedentes, que se ha almacenado temporalmente en capas más o menos profundas, e incluye también el flujo hipodérmico o subsuperficial asociado al período actual. El programa HEC HMS considera tres posibles alternativas para su modelación:

• Caudal constante, con posible variación mensual. Aunque puede parecer excesivamente simplista, resulta válido cuando se trata de determinar el caudal máximo de un hidrograma aislado.

• Curva de recesión exponencial.

• Depósitos lineales sucesivos.

Todos estos modelos son agregados, empíricos y aplicables, en principio, a aguaceros aislados, de corta duración. En pequeñas corrientes el flujo base es muy poco en relación con los caudales de creciente y por lo tanto el programa cuenta con la opción de no tenerlo en cuenta.

Tránsito del hidrograma por el cauce

La agrupación de caudales de agua de diversa procedencia (superficial, etc.) en un punto de un cauce y su variación a lo largo del tiempo constituye un hidrograma. El discurrir de estos caudales hacia aguas abajo, a lo largo de un determinado tramo de cauce, da lugar a un nuevo hidrograma en el extremo de aguas abajo del mismo. El programa HEC 1 permite escoger entre los siguientes modelos a la hora de tratar de representar la transformación que experimenta el hidrograma entre los puntos inicial y final de un tramo de cauce:

• Modelo Lag.

- Modelo de Puls modificado.
- Modelo de Muskingum.
- Modelo de Muskingum-Cunge.
- Modelo de onda cinemática.

Cabe señalar que todos ellos son de tipo agregado, y aplicables, en principio, a aguaceros aislados de corta duración. En cuanto a sus fundamentos básicos, hay que indicar que el modelo de onda cinemática es de tipo conceptual, mientras que el modelo Lag, el de Puls modificado y el de Muskingum son de tipo empírico. El modelo de Muskingum-Cunge es de tipo quasi-conceptual, ya que en su formulación intervienen algunas variables que son susceptibles de ser determinadas a partir de mediciones geométricas

6.1.2 HIDRÓGRAFA DEL SCS TR=2.33

Project: Bocatoma Simulation Run: Run 1_SCS_2.33

Start of Run: 20sep2023, 00:00 Basin Model: Basin 1
End of Run: 20sep2023, 00:30 Meteorologic Model: Met 1
Compute Time: 21sep2023, 20:05:30 Control Specifications: Control 1

Show Elements: All Elements Volume Units: (•) MM ( ) 1000 M3 Sorting: Hydrologic

Hydrologic Element	Drainage Area (KM2)	Peak Discharge (M3/S)	Time of Peak	Volume (MM)
Subbasin-1	0.38	0.197	20sep2023, 00:13	0.31
Sink-1	0.38	0.197	20sep2023, 00:13	0.31

FIG 20 CAUDAL PICO HIDRÓGRAFA DEL SCS TR 2.33 AÑOS

Project: Bocatoma
Simulation Run: Run 1_SCS_2.33 Subbasin: Subbasin-1

Start of Run: 20sep2023, 00:00 Basin Model: Basin 1
End of Run: 20sep2023, 00:30 Meteorologic Model: Met 1
Compute Time: 21sep2023, 20:05:30 Control Specifications: Control 1

Date	Time	Precip (MM)	Loss (MM)	Excess (MM)	Direc... (M3/S)	Base... (M3/S)	Total... (M3/S)
20sep2023	00:00				0.000	0.000	0.000
20sep2023	00:01	2.49	2.49	0.00	0.000	0.000	0.000
20sep2023	00:02	6.59	6.59	0.00	0.000	0.000	0.000
20sep2023	00:03	3.88	3.88	0.00	0.000	0.000	0.000
20sep2023	00:04	1.75	1.73	0.02	0.001	0.000	0.001
20sep2023	00:05	0.97	0.93	0.04	0.005	0.000	0.005
20sep2023	00:06	0.97	0.90	0.07	0.016	0.000	0.016
20sep2023	00:07	0.58	0.53	0.05	0.036	0.000	0.036
20sep2023	00:08	0.58	0.52	0.06	0.066	0.000	0.066
20sep2023	00:09	0.19	0.17	0.02	0.102	0.000	0.102
20sep2023	00:10	0.29	0.24	0.05	0.140	0.000	0.140
20sep2023	00:11	0.00	0.00	0.00	0.171	0.000	0.171
20sep2023	00:12	0.00	0.00	0.00	0.190	0.000	0.190
20sep2023	00:13	0.00	0.00	0.00	0.197	0.000	0.197
20sep2023	00:14	0.00	0.00	0.00	0.189	0.000	0.189
20sep2023	00:15	0.00	0.00	0.00	0.170	0.000	0.170
20sep2023	00:16	0.00	0.00	0.00	0.145	0.000	0.145
20sep2023	00:17	0.00	0.00	0.00	0.118	0.000	0.118
20sep2023	00:18	0.00	0.00	0.00	0.094	0.000	0.094
20sep2023	00:19	0.00	0.00	0.00	0.073	0.000	0.073
20sep2023	00:20	0.00	0.00	0.00	0.056	0.000	0.056
20sep2023	00:21	0.00	0.00	0.00	0.044	0.000	0.044
20sep2023	00:22	0.00	0.00	0.00	0.034	0.000	0.034
20sep2023	00:23	0.00	0.00	0.00	0.027	0.000	0.027
20sep2023	00:24	0.00	0.00	0.00	0.021	0.000	0.021
20sep2023	00:25	0.00	0.00	0.00	0.016	0.000	0.016
20sep2023	00:26	0.00	0.00	0.00	0.013	0.000	0.013
20sep2023	00:27	0.00	0.00	0.00	0.010	0.000	0.010
20sep2023	00:28	0.00	0.00	0.00	0.008	0.000	0.008

FIG 21 HIDROGRAMA DE SALIDA SCS 2.33 AÑOS

6.1.3 HIDRÓGRAFA DEL SCS TR=5 AÑOS

Project: Bocatoma Simulation Run: Run 1_SCS_5

Start of Run: 20sep2023, 00:00 Basin Model: Basin 1
End of Run: 20sep2023, 00:30 Meteorologic Model: Met 1
Compute Time: 21sep2023, 19:59:12 Control Specifications: Control 1

Show Elements: All Elements Volume Units: (•) MM ( ) 1000 M3 Sorting: Hydrologic

Hydrologic Element	Drainage Area (KM2)	Peak Discharge (M3/S)	Time of Peak	Volume (MM)
Subbasin-1	0.38	0.476	20sep2023, 00:12	0.77
Sink-1	0.38	0.476	20sep2023, 00:12	0.77

FIG 22 CAUDAL PICO HIDRÓGRAFA DEL SCS TR 5 AÑOS

Project: Bocatoma
Simulation Run: Run 1_SCS_5 Subbasin: Subbasin-1

Start of Run: 20sep2023, 00:00 Basin Model: Basin 1
End of Run: 20sep2023, 00:30 Meteorologic Model: Met 1
Compute Time: 21sep2023, 19:59:12 Control Specifications: Control 1

Date	Time	Precip (MM)	Loss (MM)	Excess (MM)	Direc... (M3/S)	Base... (M3/S)	Total... (M3/S)
20sep2023	00:00				0.000	0.000	0.000
20sep2023	00:01	4.04	4.04	0.00	0.000	0.000	0.000
20sep2023	00:02	7.62	7.62	0.00	0.000	0.000	0.000
20sep2023	00:03	4.48	4.44	0.04	0.002	0.000	0.002
20sep2023	00:04	2.02	1.88	0.14	0.012	0.000	0.012
20sep2023	00:05	1.12	1.00	0.12	0.037	0.000	0.037
20sep2023	00:06	1.12	0.97	0.15	0.085	0.000	0.085
20sep2023	00:07	0.67	0.57	0.10	0.156	0.000	0.156
20sep2023	00:08	0.67	0.56	0.11	0.243	0.000	0.243
20sep2023	00:09	0.22	0.18	0.04	0.329	0.000	0.329
20sep2023	00:10	0.45	0.37	0.08	0.404	0.000	0.404
20sep2023	00:11	0.00	0.00	0.00	0.455	0.000	0.455
20sep2023	00:12	0.00	0.00	0.00	0.476	0.000	0.476
20sep2023	00:13	0.00	0.00	0.00	0.466	0.000	0.466
20sep2023	00:14	0.00	0.00	0.00	0.429	0.000	0.429
20sep2023	00:15	0.00	0.00	0.00	0.375	0.000	0.375
20sep2023	00:16	0.00	0.00	0.00	0.314	0.000	0.314
20sep2023	00:17	0.00	0.00	0.00	0.255	0.000	0.255
20sep2023	00:18	0.00	0.00	0.00	0.202	0.000	0.202
20sep2023	00:19	0.00	0.00	0.00	0.158	0.000	0.158
20sep2023	00:20	0.00	0.00	0.00	0.121	0.000	0.121
20sep2023	00:21	0.00	0.00	0.00	0.095	0.000	0.095
20sep2023	00:22	0.00	0.00	0.00	0.074	0.000	0.074
20sep2023	00:23	0.00	0.00	0.00	0.058	0.000	0.058
20sep2023	00:24	0.00	0.00	0.00	0.045	0.000	0.045
20sep2023	00:25	0.00	0.00	0.00	0.035	0.000	0.035
20sep2023	00:26	0.00	0.00	0.00	0.027	0.000	0.027
20sep2023	00:27	0.00	0.00	0.00	0.021	0.000	0.021
20sep2023	00:28	0.00	0.00	0.00	0.016	0.000	0.016

FIG 23 HIDROGRAMA DE SALIDA SCS 5 AÑOS

6.1.4 HIDRÓGRAFA DEL SCS TR=10 AÑOS

Project: Bocatoma Simulation Run: Run 1_SCS_10

Start of Run: 20sep2023, 00:00 Basin Model: Basin 1
End of Run: 20sep2023, 00:30 Meteorologic Model: Met 1
Compute Time: 21sep2023, 19:50:49 Control Specifications: Control 1

Show Elements: All Elements Volume Units: (•) MM ( ) 1000 M3 Sorting: Hydrologic

Hydrologic Element	Drainage Area (KM2)	Peak Discharge (M3/S)	Time of Peak	Volume (MM)
Subbasin-1	0.38	0.880	20sep2023, 00:12	1.47
Sink-1	0.38	0.880	20sep2023, 00:12	1.47

FIG 24 CAUDAL PICO HIDRÓGRAFA DEL SCS TR 10 AÑOS

Project: Bocatoma
Simulation Run: Run 1_SCS_10 Subbasin: Subbasin-1

Start of Run: 20sep2023, 00:00 Basin Model: Basin 1
End of Run: 20sep2023, 00:30 Meteorologic Model: Met 1
Compute Time: 21sep2023, 19:50:49 Control Specifications: Control 1

Date	Time	Precip (MM)	Loss (MM)	Excess (MM)	Direc... (M3/S)	Base... (M3/S)	Total... (M3/S)
20sep2023	00:00				0.000	0.000	0.000
20sep2023	00:01	4.60	4.60	0.00	0.000	0.000	0.000
20sep2023	00:02	8.70	8.70	0.00	0.000	0.000	0.000
20sep2023	00:03	5.12	4.92	0.20	0.010	0.000	0.010
20sep2023	00:04	2.30	2.01	0.29	0.044	0.000	0.044
20sep2023	00:05	1.28	1.07	0.21	0.113	0.000	0.113
20sep2023	00:06	1.28	1.03	0.25	0.231	0.000	0.231
20sep2023	00:07	0.77	0.61	0.16	0.384	0.000	0.384
20sep2023	00:08	0.77	0.60	0.17	0.548	0.000	0.548
20sep2023	00:09	0.26	0.20	0.06	0.695	0.000	0.695
20sep2023	00:10	0.51	0.39	0.12	0.807	0.000	0.807
20sep2023	00:11	0.00	0.00	0.00	0.871	0.000	0.871
20sep2023	00:12	0.00	0.00	0.00	0.880	0.000	0.880
20sep2023	00:13	0.00	0.00	0.00	0.836	0.000	0.836
20sep2023	00:14	0.00	0.00	0.00	0.753	0.000	0.753
20sep2023	00:15	0.00	0.00	0.00	0.649	0.000	0.649
20sep2023	00:16	0.00	0.00	0.00	0.539	0.000	0.539
20sep2023	00:17	0.00	0.00	0.00	0.436	0.000	0.436
20sep2023	00:18	0.00	0.00	0.00	0.345	0.000	0.345
20sep2023	00:19	0.00	0.00	0.00	0.269	0.000	0.269
20sep2023	00:20	0.00	0.00	0.00	0.207	0.000	0.207
20sep2023	00:21	0.00	0.00	0.00	0.162	0.000	0.162
20sep2023	00:22	0.00	0.00	0.00	0.126	0.000	0.126
20sep2023	00:23	0.00	0.00	0.00	0.098	0.000	0.098
20sep2023	00:24	0.00	0.00	0.00	0.076	0.000	0.076
20sep2023	00:25	0.00	0.00	0.00	0.059	0.000	0.059
20sep2023	00:26	0.00	0.00	0.00	0.046	0.000	0.046
20sep2023	00:27	0.00	0.00	0.00	0.036	0.000	0.036
20sep2023	00:28	0.00	0.00	0.00	0.028	0.000	0.028

FIG 25 HIDROGRAMA DE SALIDA SCS 10 AÑOS

6.1.5 HIDRÓGRAFA DEL SCS TR=25 AÑOS

Project: Bocatoma Simulation Run: Run 1_SCS_25

Start of Run: 20sep2023, 00:00 Basin Model: Basin 1
End of Run: 20sep2023, 00:30 Meteorologic Model: Met 1
Compute Time: 21sep2023, 19:43:35 Control Specifications: Control 1

Show Elements: All Elements Volume Units: (•) MM ( ) 1000 M3 Sorting: Hydrologic

Hydrologic Element	Drainage Area (KM2)	Peak Discharge (M3/S)	Time of Peak	Volume (MM)
Subbasin-1	0.38	1.707	20sep2023, 00:11	2.86
Sink-1	0.38	1.707	20sep2023, 00:11	2.86

FIG 26 CAUDAL PICO HIDRÓGRAFA DEL SCS TR 25 AÑOS

Project: Bocatoma
Simulation Run: SCS_25 Subbasin: Subbasin-1

Start of Run: 20sep2023, 00:00 Basin Model: Basin 1
End of Run: 20sep2023, 00:30 Meteorologic Model: Met 1
Compute Time: 21sep2023, 20:15:38 Control Specifications: Control 1

Date	Time	Precip (MM)	Loss (MM)	Excess (MM)	Direc... (M3/S)	Base... (M3/S)	Total... (M3/S)
20sep2023	00:00				0.000	0.000	0.000
20sep2023	00:01	5.48	5.48	0.00	0.000	0.000	0.000
20sep2023	00:02	10.35	10.33	0.02	0.001	0.000	0.001
20sep2023	00:03	6.09	5.42	0.67	0.036	0.000	0.036
20sep2023	00:04	2.74	2.18	0.56	0.132	0.000	0.132
20sep2023	00:05	1.52	1.15	0.37	0.311	0.000	0.311
20sep2023	00:06	1.52	1.11	0.41	0.590	0.000	0.590
20sep2023	00:07	0.91	0.64	0.27	0.917	0.000	0.917
20sep2023	00:08	0.91	0.63	0.28	1.228	0.000	1.228
20sep2023	00:09	0.30	0.21	0.09	1.478	0.000	1.478
20sep2023	00:10	0.61	0.41	0.20	1.640	0.000	1.640
20sep2023	00:11	0.00	0.00	0.00	1.707	0.000	1.707
20sep2023	00:12	0.00	0.00	0.00	1.667	0.000	1.667
20sep2023	00:13	0.00	0.00	0.00	1.537	0.000	1.537
20sep2023	00:14	0.00	0.00	0.00	1.359	0.000	1.359
20sep2023	00:15	0.00	0.00	0.00	1.156	0.000	1.156
20sep2023	00:16	0.00	0.00	0.00	0.956	0.000	0.956
20sep2023	00:17	0.00	0.00	0.00	0.769	0.000	0.769
20sep2023	00:18	0.00	0.00	0.00	0.607	0.000	0.607
20sep2023	00:19	0.00	0.00	0.00	0.474	0.000	0.474
20sep2023	00:20	0.00	0.00	0.00	0.366	0.000	0.366
20sep2023	00:21	0.00	0.00	0.00	0.285	0.000	0.285
20sep2023	00:22	0.00	0.00	0.00	0.222	0.000	0.222
20sep2023	00:23	0.00	0.00	0.00	0.173	0.000	0.173
20sep2023	00:24	0.00	0.00	0.00	0.135	0.000	0.135
20sep2023	00:25	0.00	0.00	0.00	0.105	0.000	0.105
20sep2023	00:26	0.00	0.00	0.00	0.082	0.000	0.082
20sep2023	00:27	0.00	0.00	0.00	0.063	0.000	0.063
20sep2023	00:28	0.00	0.00	0.00	0.049	0.000	0.049

FIG 27 HIDROGRAMA DE SALIDA SCS 25 AÑOS

6.1.6 HIDRÓGRAFA DEL SCS TR=50 AÑOS

Project: Bocatoma Simulation Run: Run 1_SCS_50

Start of Run: 20sep2023, 00:00 Basin Model: Basin 1
End of Run: 20sep2023, 00:30 Meteorologic Model: Met 1
Compute Time: 21sep2023, 19:11:32 Control Specifications: Control 1

Show Elements: Volume Units: (•) MM ( ) 1000 M3 Sorting: Hydrologic

Hydrologic Element	Drainage Area (KM2)	Peak Discharge (M3/S)	Time of Peak	Volume (MM)
Subbasin-1	0.38	2.615	20sep2023, 00:11	4.40
Sink-1	0.38	2.615	20sep2023, 00:11	4.40

FIG 28 CAUDAL PICO HIDRÓGRAFA DEL SCS TR 50 AÑOS

Project: Bocatoma
Simulation Run: Run 1_SCS_50 Subbasin: Subbasin-1

Start of Run: 20sep2023, 00:00 Basin Model: Basin 1
End of Run: 20sep2023, 00:30 Meteorologic Model: Met 1
Compute Time: 21sep2023, 19:11:32 Control Specifications: Control 1

Date	Time	Precip (MM)	Loss (MM)	Excess (MM)	Direc... (M3/S)	Base... (M3/S)	Total... (M3/S)
20sep2023	00:00				0.000	0.000	0.000
20sep2023	00:01	6.25	6.25	0.00	0.000	0.000	0.000
20sep2023	00:02	11.81	11.64	0.17	0.008	0.000	0.008
20sep2023	00:03	6.95	5.78	1.17	0.082	0.000	0.082
20sep2023	00:04	3.13	2.30	0.83	0.260	0.000	0.260
20sep2023	00:05	1.74	1.21	0.53	0.578	0.000	0.578
20sep2023	00:06	1.74	1.16	0.58	1.045	0.000	1.045
20sep2023	00:07	1.04	0.67	0.37	1.559	0.000	1.559
20sep2023	00:08	1.04	0.66	0.38	2.019	0.000	2.019
20sep2023	00:09	0.35	0.22	0.13	2.365	0.000	2.365
20sep2023	00:10	0.69	0.42	0.27	2.564	0.000	2.564
20sep2023	00:11	0.00	0.00	0.00	2.615	0.000	2.615
20sep2023	00:12	0.00	0.00	0.00	2.509	0.000	2.509
20sep2023	00:13	0.00	0.00	0.00	2.279	0.000	2.279
20sep2023	00:14	0.00	0.00	0.00	1.996	0.000	1.996
20sep2023	00:15	0.00	0.00	0.00	1.688	0.000	1.688
20sep2023	00:16	0.00	0.00	0.00	1.390	0.000	1.390
20sep2023	00:17	0.00	0.00	0.00	1.117	0.000	1.117
20sep2023	00:18	0.00	0.00	0.00	0.880	0.000	0.880
20sep2023	00:19	0.00	0.00	0.00	0.687	0.000	0.687
20sep2023	00:20	0.00	0.00	0.00	0.530	0.000	0.530
20sep2023	00:21	0.00	0.00	0.00	0.413	0.000	0.413
20sep2023	00:22	0.00	0.00	0.00	0.322	0.000	0.322
20sep2023	00:23	0.00	0.00	0.00	0.251	0.000	0.251
20sep2023	00:24	0.00	0.00	0.00	0.195	0.000	0.195
20sep2023	00:25	0.00	0.00	0.00	0.152	0.000	0.152
20sep2023	00:26	0.00	0.00	0.00	0.118	0.000	0.118
20sep2023	00:27	0.00	0.00	0.00	0.092	0.000	0.092
20sep2023	00:28	0.00	0.00	0.00	0.072	0.000	0.072

FIG 29 HIDROGRAMA DE SALIDA SCS 50 AÑOS

6.1.7 HIDRÓGRAFA DEL SCS TR=100 AÑOS

Project: Bocatoma Simulation Run: Run 1_SCS_100

Start of Run: 20sep2023, 00:00
End of Run: 20sep2023, 00:30
Compute Time: 21sep2023, 18:17:25

Basin Model: Basin 1
Meteorologic Model: Met 1
Control Specifications: Control 1

Show Elements: All Elements Volume Units: (•) MM ( ) 1000 M3 Sorting: Hydrologic

Hydrologic Element	Drainage Area (KM2)	Peak Discharge (M3/S)	Time of Peak	Volume (MM)
Subbasin-1	0.38	3.799	20sep2023, 00:11	6.44
Sink-1	0.38	3.799	20sep2023, 00:11	6.44

FIG 30 CAUDAL PICO HIDROGRAFA DEL SCS TR 100 AÑOS

Project: Bocatoma
Simulation Run: Run 1_SCS_100 Subbasin: Subbasin-1

Start of Run: 20sep2023, 00:00
End of Run: 20sep2023, 00:30
Compute Time: 21sep2023, 18:17:25

Basin Model: Basin 1
Meteorologic Model: Met 1
Control Specifications: Control 1

Date	Time	Precip (MM)	Loss (MM)	Excess (MM)	Direc... (M3/S)	Base... (M3/S)	Total... (M3/S)
20sep2023	00:00				0.000	0.000	0.000
20sep2023	00:01	7.13	7.13	0.00	0.000	0.000	0.000
20sep2023	00:02	13.47	12.99	0.48	0.023	0.000	0.023
20sep2023	00:03	7.92	6.12	1.80	0.158	0.000	0.158
20sep2023	00:04	3.57	2.41	1.16	0.461	0.000	0.461
20sep2023	00:05	1.98	1.25	0.73	0.979	0.000	0.979
20sep2023	00:06	1.98	1.20	0.78	1.700	0.000	1.700
20sep2023	00:07	1.19	0.70	0.49	2.456	0.000	2.456
20sep2023	00:08	1.19	0.68	0.51	3.099	0.000	3.099
20sep2023	00:09	0.40	0.23	0.17	3.553	0.000	3.553
20sep2023	00:10	0.79	0.44	0.35	3.784	0.000	3.784
20sep2023	00:11	0.00	0.00	0.00	3.799	0.000	3.799
20sep2023	00:12	0.00	0.00	0.00	3.593	0.000	3.593
20sep2023	00:13	0.00	0.00	0.00	3.228	0.000	3.228
20sep2023	00:14	0.00	0.00	0.00	2.806	0.000	2.806
20sep2023	00:15	0.00	0.00	0.00	2.363	0.000	2.363
20sep2023	00:16	0.00	0.00	0.00	1.941	0.000	1.941
20sep2023	00:17	0.00	0.00	0.00	1.557	0.000	1.557
20sep2023	00:18	0.00	0.00	0.00	1.226	0.000	1.226
20sep2023	00:19	0.00	0.00	0.00	0.957	0.000	0.957
20sep2023	00:20	0.00	0.00	0.00	0.739	0.000	0.739
20sep2023	00:21	0.00	0.00	0.00	0.576	0.000	0.576
20sep2023	00:22	0.00	0.00	0.00	0.448	0.000	0.448
20sep2023	00:23	0.00	0.00	0.00	0.350	0.000	0.350
20sep2023	00:24	0.00	0.00	0.00	0.272	0.000	0.272
20sep2023	00:25	0.00	0.00	0.00	0.212	0.000	0.212
20sep2023	00:26	0.00	0.00	0.00	0.165	0.000	0.165
20sep2023	00:27	0.00	0.00	0.00	0.128	0.000	0.128
20sep2023	00:28	0.00	0.00	0.00	0.100	0.000	0.100

FIG 31 HIDROGRAMA DE SALIDA SCS 100 AÑOS

6.1.8 HIDRÓGRAFA DE WH 2.33 AÑOS

Project: Bocatoma Simulation Run: Run 1_WH_2.33

Start of Run: 20sep2023, 00:00
End of Run: 20sep2023, 00:30
Compute Time: 21sep2023, 18:04:11

Basin Model: Basin 1
Meteorologic Model: Met 1
Control Specifications: Control 1

Show Elements: Volume Units: (•) MM ( ) 1000 M3 Sorting: Hydrologic

Hydrologic Element	Drainage Area (KM2)	Peak Discharge (M3/S)	Time of Peak	Volume (MM)
Subbasin-1	0.38	0.164	20sep2023, 00:10	0.23
Sink-1	0.38	0.164	20sep2023, 00:10	0.23

FIG 32 CAUDAL PICO HIDRÓGRAFA DE WILLIAMS HANN TR 2.33 AÑOS

Project: Bocatoma
Simulation Run: Run 1_WH_2.33 Subbasin: Subbasin-1

Start of Run: 20sep2023, 00:00
End of Run: 20sep2023, 00:30
Compute Time: 21sep2023, 18:04:11

Basin Model: Basin 1
Meteorologic Model: Met 1
Control Specifications: Control 1

Date	Time	Precip (MM)	Loss (MM)	Excess (MM)	Direc... (M3/S)	Base... (M3/S)	Total... (M3/S)
20sep2023	00:00				0.000	0.000	0.000
20sep2023	00:01	3.49	3.49	0.00	0.000	0.000	0.000
20sep2023	00:02	6.59	6.59	0.00	0.000	0.000	0.000
20sep2023	00:03	3.88	3.88	0.00	0.000	0.000	0.000
20sep2023	00:04	1.75	1.73	0.02	0.008	0.000	0.008
20sep2023	00:05	0.97	0.93	0.04	0.029	0.000	0.029
20sep2023	00:06	0.97	0.90	0.07	0.067	0.000	0.067
20sep2023	00:07	0.58	0.53	0.05	0.105	0.000	0.105
20sep2023	00:08	0.58	0.52	0.06	0.141	0.000	0.141
20sep2023	00:09	0.19	0.17	0.02	0.155	0.000	0.155
20sep2023	00:10	0.39	0.34	0.05	0.164	0.000	0.164
20sep2023	00:11	0.00	0.00	0.00	0.153	0.000	0.153
20sep2023	00:12	0.00	0.00	0.00	0.131	0.000	0.131
20sep2023	00:13	0.00	0.00	0.00	0.105	0.000	0.105
20sep2023	00:14	0.00	0.00	0.00	0.081	0.000	0.081
20sep2023	00:15	0.00	0.00	0.00	0.062	0.000	0.062
20sep2023	00:16	0.00	0.00	0.00	0.047	0.000	0.047
20sep2023	00:17	0.00	0.00	0.00	0.036	0.000	0.036
20sep2023	00:18	0.00	0.00	0.00	0.028	0.000	0.028
20sep2023	00:19	0.00	0.00	0.00	0.023	0.000	0.023
20sep2023	00:20	0.00	0.00	0.00	0.019	0.000	0.019
20sep2023	00:21	0.00	0.00	0.00	0.017	0.000	0.017
20sep2023	00:22	0.00	0.00	0.00	0.015	0.000	0.015
20sep2023	00:23	0.00	0.00	0.00	0.013	0.000	0.013
20sep2023	00:24	0.00	0.00	0.00	0.011	0.000	0.011
20sep2023	00:25	0.00	0.00	0.00	0.008	0.000	0.008
20sep2023	00:26	0.00	0.00	0.00	0.005	0.000	0.005
20sep2023	00:27	0.00	0.00	0.00	0.003	0.000	0.003
20sep2023	00:28	0.00	0.00	0.00	0.002	0.000	0.002

FIG 33 HIDROGRAMA DE SALIDA WILLIAMS HANN 2.33 AÑOS

6.1.9 HIDRÓGRAFA DE WH=5 AÑOS

Project: Bocatoma Simulation Run: Run 1_WH_5

Start of Run: 20sep2023, 00:00 Basin Model: Basin 1
End of Run: 20sep2023, 00:30 Meteorologic Model: Met 1
Compute Time: 21sep2023, 17:55:18 Control Specifications: Control 1

Show Elements: All Elements Volume Units: (•) MM ( ) 1000 M3 Sorting: Hydrologic

Hydrologic Element	Drainage Area (KM2)	Peak Discharge (M3/S)	Time of Peak	Volume (MM)
Subbasin-1	0.38	0.380	20sep2023, 00:09	0.57
Sink-1	0.38	0.380	20sep2023, 00:09	0.57

FIG 34 CAUDAL PICO HIDROGRAFA DE WILLIAMS HANN TR 5 AÑOS

Project: Bocatoma
Simulation Run: Run 1_WH_5 Subbasin: Subbasin-1

Start of Run: 20sep2023, 00:00 Basin Model: Basin 1
End of Run: 20sep2023, 00:30 Meteorologic Model: Met 1
Compute Time: 21sep2023, 17:55:18 Control Specifications: Control 1

Date	Time	Precip (MM)	Loss (MM)	Excess (MM)	Direc... (M3/S)	Base... (M3/S)	Total... (M3/S)
20sep2023	00:00				0.000	0.000	0.000
20sep2023	00:01	4.04	4.04	0.00	0.000	0.000	0.000
20sep2023	00:02	7.62	7.62	0.00	0.000	0.000	0.000
20sep2023	00:03	4.48	4.44	0.04	0.014	0.000	0.014
20sep2023	00:04	2.02	1.88	0.14	0.076	0.000	0.076
20sep2023	00:05	1.12	1.00	0.12	0.158	0.000	0.158
20sep2023	00:06	1.12	0.97	0.15	0.253	0.000	0.253
20sep2023	00:07	0.67	0.57	0.10	0.324	0.000	0.324
20sep2023	00:08	0.67	0.56	0.11	0.374	0.000	0.374
20sep2023	00:09	0.22	0.18	0.04	0.380	0.000	0.380
20sep2023	00:10	0.45	0.37	0.08	0.375	0.000	0.375
20sep2023	00:11	0.00	0.00	0.00	0.337	0.000	0.337
20sep2023	00:12	0.00	0.00	0.00	0.282	0.000	0.282
20sep2023	00:13	0.00	0.00	0.00	0.225	0.000	0.225
20sep2023	00:14	0.00	0.00	0.00	0.173	0.000	0.173
20sep2023	00:15	0.00	0.00	0.00	0.131	0.000	0.131
20sep2023	00:16	0.00	0.00	0.00	0.100	0.000	0.100
20sep2023	00:17	0.00	0.00	0.00	0.078	0.000	0.078
20sep2023	00:18	0.00	0.00	0.00	0.062	0.000	0.062
20sep2023	00:19	0.00	0.00	0.00	0.052	0.000	0.052
20sep2023	00:20	0.00	0.00	0.00	0.044	0.000	0.044
20sep2023	00:21	0.00	0.00	0.00	0.039	0.000	0.039
20sep2023	00:22	0.00	0.00	0.00	0.034	0.000	0.034
20sep2023	00:23	0.00	0.00	0.00	0.027	0.000	0.027
20sep2023	00:24	0.00	0.00	0.00	0.021	0.000	0.021
20sep2023	00:25	0.00	0.00	0.00	0.014	0.000	0.014
20sep2023	00:26	0.00	0.00	0.00	0.009	0.000	0.009
20sep2023	00:27	0.00	0.00	0.00	0.005	0.000	0.005
20sep2023	00:28	0.00	0.00	0.00	0.003	0.000	0.003

FIG 35 HIDROGRAMA DE SALIDA WILLIAMS HANN 5 AÑOS

6.1.10 HIDRÓGRAFA DE WH TR=10 AÑOS

Project: Bocatoma Simulation Run: Run 1_WH_10

Start of Run: 20sep2023, 00:00 Basin Model: Basin 1
End of Run: 20sep2023, 00:30 Meteorologic Model: Met 1
Compute Time: 21sep2023, 17:29:58 Control Specifications: Control 1

Show Elements: All Elements Volume Units: (•) MM ( ) 1000 M3 Sorting: Hydrologic

Hydrologic Element	Drainage Area (KM2)	Peak Discharge (M3/S)	Time of Peak	Volume (MM)
Subbasin-1	0.38	0.707	20sep2023, 00:08	1.07
Sink-1	0.38	0.707	20sep2023, 00:08	1.07

FIG 36 CAUDAL PICO HIDRÓGRAFA DE WILLIAMS HANN TR 10 AÑOS

Project: Bocatoma
Simulation Run: Run 1_WH_10 Subbasin: Subbasin-1

Start of Run: 20sep2023, 00:00 Basin Model: Basin 1
End of Run: 20sep2023, 00:30 Meteorologic Model: Met 1
Compute Time: 21sep2023, 17:29:58 Control Specifications: Control 1

Date	Time	Precip (MM)	Loss (MM)	Excess (MM)	Direc... (M3/S)	Base... (M3/S)	Total... (M3/S)
20sep2023	00:00				0.000	0.000	0.000
20sep2023	00:01	4.60	4.60	0.00	0.000	0.000	0.000
20sep2023	00:02	8.70	8.70	0.00	0.000	0.000	0.000
20sep2023	00:03	5.12	4.92	0.20	0.077	0.000	0.077
20sep2023	00:04	2.30	2.01	0.29	0.236	0.000	0.236
20sep2023	00:05	1.28	1.07	0.21	0.402	0.000	0.402
20sep2023	00:06	1.28	1.03	0.25	0.558	0.000	0.558
20sep2023	00:07	0.77	0.61	0.16	0.654	0.000	0.654
20sep2023	00:08	0.77	0.60	0.17	0.707	0.000	0.707
20sep2023	00:09	0.26	0.20	0.06	0.690	0.000	0.690
20sep2023	00:10	0.51	0.39	0.12	0.658	0.000	0.658
20sep2023	00:11	0.00	0.00	0.00	0.580	0.000	0.580
20sep2023	00:12	0.00	0.00	0.00	0.481	0.000	0.481
20sep2023	00:13	0.00	0.00	0.00	0.381	0.000	0.381
20sep2023	00:14	0.00	0.00	0.00	0.292	0.000	0.292
20sep2023	00:15	0.00	0.00	0.00	0.222	0.000	0.222
20sep2023	00:16	0.00	0.00	0.00	0.171	0.000	0.171
20sep2023	00:17	0.00	0.00	0.00	0.135	0.000	0.135
20sep2023	00:18	0.00	0.00	0.00	0.110	0.000	0.110
20sep2023	00:19	0.00	0.00	0.00	0.092	0.000	0.092
20sep2023	00:20	0.00	0.00	0.00	0.080	0.000	0.080
20sep2023	00:21	0.00	0.00	0.00	0.072	0.000	0.072
20sep2023	00:22	0.00	0.00	0.00	0.058	0.000	0.058
20sep2023	00:23	0.00	0.00	0.00	0.044	0.000	0.044
20sep2023	00:24	0.00	0.00	0.00	0.033	0.000	0.033
20sep2023	00:25	0.00	0.00	0.00	0.022	0.000	0.022
20sep2023	00:26	0.00	0.00	0.00	0.014	0.000	0.014
20sep2023	00:27	0.00	0.00	0.00	0.007	0.000	0.007
20sep2023	00:28	0.00	0.00	0.00	0.005	0.000	0.005

FIG 37 HIDROGRAMA DE SALIDA WILLIAMS HANN 10 AÑOS

6.1.11 HIDRÓGRAFA DE WH TR=25 AÑOS

Project: Bocatoma Simulation Run: Run 1_WH_25

Start of Run: 20sep2023, 00:00
End of Run: 20sep2023, 00:30
Compute Time: 21sep2023, 17:13:14

Basin Model: Basin 1
Meteorologic Model: Met 1
Control Specifications: Control 1

Show Elements: [redacted] Volume Units: (•) MM ( ) 1000 M3 Sorting: Hydrologic

Hydrologic Element	Drainage Area (KM2)	Peak Discharge (M3/S)	Time of Peak	Volume (MM)
Subbasin-1	0.38	1.364	20sep2023, 00:08	2.09
Sink-1	0.38	1.364	20sep2023, 00:08	2.09

FIG 38 CAUDAL PICO HIDRÓGRAFA DE WILLIAMS HANN TR 25 AÑOS

Project: Bocatoma
Simulation Run: Run 1_WH_25 Subbasin: Subbasin-1

Start of Run: 20sep2023, 00:00
End of Run: 20sep2023, 00:30
Compute Time: 21sep2023, 17:13:14

Basin Model: Basin 1
Meteorologic Model: Met 1
Control Specifications: Control 1

Date	Time	Precip (MM)	Loss (MM)	Excess (MM)	Direc... (M3/S)	Base... (M3/S)	Total... (M3/S)
20sep2023	00:00				0.000	0.000	0.000
20sep2023	00:01	5.48	5.48	0.00	0.000	0.000	0.000
20sep2023	00:02	10.35	10.33	0.02	0.009	0.000	0.009
20sep2023	00:03	6.09	5.42	0.67	0.268	0.000	0.268
20sep2023	00:04	2.74	2.18	0.56	0.643	0.000	0.643
20sep2023	00:05	1.52	1.15	0.37	0.971	0.000	0.971
20sep2023	00:06	1.52	1.11	0.41	1.219	0.000	1.219
20sep2023	00:07	0.91	0.64	0.27	1.333	0.000	1.333
20sep2023	00:08	0.91	0.63	0.28	1.364	0.000	1.364
20sep2023	00:09	0.30	0.21	0.09	1.283	0.000	1.283
20sep2023	00:10	0.61	0.41	0.20	1.189	0.000	1.189
20sep2023	00:11	0.00	0.00	0.00	1.028	0.000	1.028
20sep2023	00:12	0.00	0.00	0.00	0.844	0.000	0.844
20sep2023	00:13	0.00	0.00	0.00	0.666	0.000	0.666
20sep2023	00:14	0.00	0.00	0.00	0.508	0.000	0.508
20sep2023	00:15	0.00	0.00	0.00	0.388	0.000	0.388
20sep2023	00:16	0.00	0.00	0.00	0.305	0.000	0.305
20sep2023	00:17	0.00	0.00	0.00	0.244	0.000	0.244
20sep2023	00:18	0.00	0.00	0.00	0.202	0.000	0.202
20sep2023	00:19	0.00	0.00	0.00	0.170	0.000	0.170
20sep2023	00:20	0.00	0.00	0.00	0.148	0.000	0.148
20sep2023	00:21	0.00	0.00	0.00	0.134	0.000	0.134
20sep2023	00:22	0.00	0.00	0.00	0.099	0.000	0.099
20sep2023	00:23	0.00	0.00	0.00	0.073	0.000	0.073
20sep2023	00:24	0.00	0.00	0.00	0.053	0.000	0.053
20sep2023	00:25	0.00	0.00	0.00	0.035	0.000	0.035
20sep2023	00:26	0.00	0.00	0.00	0.023	0.000	0.023
20sep2023	00:27	0.00	0.00	0.00	0.012	0.000	0.012
20sep2023	00:28	0.00	0.00	0.00	0.008	0.000	0.008

FIG 39 HIDROGRAMA DE SALIDA WILLIAMS HANN 25 AÑOS

6.1.12 HIDRÓGRAFA DE WH TR=50 AÑOS

Project: Bocatoma Simulation Run: Run 1_WH_50

Start of Run: 20sep2023, 00:00
End of Run: 20sep2023, 00:30
Compute Time: 21sep2023, 17:05:37

Basin Model: Basin 1
Meteorologic Model: Met 1
Control Specifications: Control 1

Show Elements: [redacted] Volume Units: (•) MM ( ) 1000 M3 Sorting: Hydrologic

Hydrologic Element	Drainage Area (KM2)	Peak Discharge (M3/S)	Time of Peak	Volume (MM)
Subbasin 1	0.38	2.076	20sep2023, 00:07	3.21
Sink-1	0.38	2.076	20sep2023, 00:07	3.21

FIG 40 CAUDAL PICO HIDRÓGRAFA DE WILLIAMS HANN TR 50 AÑOS

Project: Bocatoma
Simulation Run: Run 1_WH_50 Subbasin: Subbasin-1

Start of Run: 20sep2023, 00:00
End of Run: 20sep2023, 00:30
Compute Time: 21sep2023, 17:05:37

Basin Model: Basin 1
Meteorologic Model: Met 1
Control Specifications: Control 1

Date	Time	Precip (MM)	Loss (MM)	Excess (MM)	Direc... (M3/S)	Base... (M3/S)	Total... (M3/S)
20sep2023	00:00				0.000	0.000	0.000
20sep2023	00:01	6.25	6.25	0.00	0.000	0.000	0.000
20sep2023	00:02	11.81	11.64	0.17	0.064	0.000	0.064
20sep2023	00:03	6.95	5.78	1.17	0.547	0.000	0.547
20sep2023	00:04	3.13	2.30	0.83	1.155	0.000	1.155
20sep2023	00:05	1.74	1.21	0.53	1.640	0.000	1.640
20sep2023	00:06	1.74	1.16	0.58	1.964	0.000	1.964
20sep2023	00:07	1.04	0.67	0.37	2.076	0.000	2.076
20sep2023	00:08	1.04	0.66	0.38	2.067	0.000	2.067
20sep2023	00:09	0.35	0.22	0.13	1.912	0.000	1.912
20sep2023	00:10	0.69	0.42	0.27	1.745	0.000	1.745
20sep2023	00:11	0.00	0.00	0.00	1.495	0.000	1.495
20sep2023	00:12	0.00	0.00	0.00	1.222	0.000	1.222
20sep2023	00:13	0.00	0.00	0.00	0.962	0.000	0.962
20sep2023	00:14	0.00	0.00	0.00	0.732	0.000	0.732
20sep2023	00:15	0.00	0.00	0.00	0.563	0.000	0.563
20sep2023	00:16	0.00	0.00	0.00	0.446	0.000	0.446
20sep2023	00:17	0.00	0.00	0.00	0.359	0.000	0.359
20sep2023	00:18	0.00	0.00	0.00	0.299	0.000	0.299
20sep2023	00:19	0.00	0.00	0.00	0.253	0.000	0.253
20sep2023	00:20	0.00	0.00	0.00	0.223	0.000	0.223
20sep2023	00:21	0.00	0.00	0.00	0.198	0.000	0.198
20sep2023	00:22	0.00	0.00	0.00	0.139	0.000	0.139
20sep2023	00:23	0.00	0.00	0.00	0.101	0.000	0.101
20sep2023	00:24	0.00	0.00	0.00	0.073	0.000	0.073
20sep2023	00:25	0.00	0.00	0.00	0.049	0.000	0.049
20sep2023	00:26	0.00	0.00	0.00	0.031	0.000	0.031
20sep2023	00:27	0.00	0.00	0.00	0.016	0.000	0.016
20sep2023	00:28	0.00	0.00	0.00	0.011	0.000	0.011

FIG 41 CAUDAL PICO HIDROGRAFA DE WILLIAMS HANN TR 50 AÑOS

6.1.13 HIDRÓGRAFA DE WH TR=100 AÑOS

Project: Bocatoma Simulation Run: Run 1_WH_100

Start of Run: 20sep2023, 00:00
End of Run: 20sep2023, 00:30
Compute Time: 21sep2023, 16:05:09

Basin Model: Basin 1
Meteorologic Model: Met 1
Control Specifications: Control 1

Show Elements: All Elements Volume Units: (•) MM ( ) 1000 M3 Sorting: Hydrologic

Hydrologic Element	Drainage Area (KM2)	Peak Discharge (M3/S)	Time of Peak	Volume (MM)
Subbasin-1	0.38	3.048	20sep2023, 00:07	4.70
Sink-1	0.38	3.048	20sep2023, 00:07	4.70

FIG 42 CAUDAL PICO HIDRÓGRAFA DE WILLIAMS HANN TR 100 AÑOS

Project: Bocatoma
Simulation Run: Run 1_WH_100 Subbasin: Subbasin-1

Start of Run: 20sep2023, 00:00
End of Run: 20sep2023, 00:30
Compute Time: 21sep2023, 16:05:09

Basin Model: Basin 1
Meteorologic Model: Met 1
Control Specifications: Control 1

Date	Time	Precip (MM)	Loss (MM)	Excess (MM)	Direc... (M3/S)	Base... (M3/S)	Total... (M3/S)
20sep2023	00:00				0.000	0.000	0.000
20sep2023	00:01	7.13	7.13	0.00	0.000	0.000	0.000
20sep2023	00:02	12.47	12.99	0.48	0.181	0.000	0.181
20sep2023	00:03	7.92	6.12	1.80	0.979	0.000	0.979
20sep2023	00:04	3.57	2.41	1.16	1.891	0.000	1.891
20sep2023	00:05	1.98	1.25	0.73	2.561	0.000	2.561
20sep2023	00:06	1.98	1.20	0.78	2.959	0.000	2.959
20sep2023	00:07	1.19	0.70	0.49	3.048	0.000	3.048
20sep2023	00:08	1.19	0.68	0.51	2.976	0.000	2.976
20sep2023	00:09	0.40	0.23	0.17	2.717	0.000	2.717
20sep2023	00:10	0.79	0.44	0.35	2.452	0.000	2.452
20sep2023	00:11	0.00	0.00	0.00	2.086	0.000	2.086
20sep2023	00:12	0.00	0.00	0.00	1.699	0.000	1.699
20sep2023	00:13	0.00	0.00	0.00	1.334	0.000	1.334
20sep2023	00:14	0.00	0.00	0.00	1.016	0.000	1.016
20sep2023	00:15	0.00	0.00	0.00	0.785	0.000	0.785
20sep2023	00:16	0.00	0.00	0.00	0.626	0.000	0.626
20sep2023	00:17	0.00	0.00	0.00	0.507	0.000	0.507
20sep2023	00:18	0.00	0.00	0.00	0.425	0.000	0.425
20sep2023	00:19	0.00	0.00	0.00	0.360	0.000	0.360
20sep2023	00:20	0.00	0.00	0.00	0.320	0.000	0.320
20sep2023	00:21	0.00	0.00	0.00	0.277	0.000	0.277
20sep2023	00:22	0.00	0.00	0.00	0.188	0.000	0.188
20sep2023	00:23	0.00	0.00	0.00	0.135	0.000	0.135
20sep2023	00:24	0.00	0.00	0.00	0.097	0.000	0.097
20sep2023	00:25	0.00	0.00	0.00	0.065	0.000	0.065
20sep2023	00:26	0.00	0.00	0.00	0.041	0.000	0.041
20sep2023	00:27	0.00	0.00	0.00	0.021	0.000	0.021
20sep2023	00:28	0.00	0.00	0.00	0.014	0.000	0.014

FIG 43 CAUDAL PICO HIDRÓGRAFA DE WILLIAMS HANN TR 100 AÑOS

6.2 ANEXO TABLA DE NÚMEROS DE CURVA AMC III

7 Números de curva de escorrentía correspondientes a tres condiciones de AMC

AMC II	AMC I	AMC III	AMC II	AMC I	AMC III
100	100	100	60	40	78
99	97	100	59	39	77
98	94	99	58	38	76
97	91	99	57	37	75
96	89	99	56	36	75
95	87	98	55	35	74
94	85	98	54	34	73
93	83	98	53	33	72
92	81	97	52	32	71
91	80	97	51	31	70
90	78	96	50	31	70
89	76	96	49	30	69
88	75	95	48	29	68
87	73	95	47	28	67
86	72	94	46	27	66
85	70	94	45	26	65
84	68	93	44	25	64
83	67	93	43	25	63
82	66	92	42	24	62
81	64	92	41	23	61
80	63	91	40	22	60
79	62	91	39	21	59
78	60	90	38	21	58
77	59	89	37	20	57
76	58	89	36	19	56
75	57	88	35	18	55
74	55	88	34	18	54
73	54	87	33	17	53
72	53	86	32	16	52
71	52	86	31	16	51
70	51	85	30	15	50
69	50	84			
68	49	84	25	12	43
67	47	83	20	9	37
66	46	82	15	6	30
65	45	82	10	4	22
64	44	81	5	2	13
63	43	80	0	0	0
62	42	79			
61	41	78			

FIG 44 NÚMEROS DE CURVA HUMEDADES ANTECEDENTE

6.3 NÚMEROS DE CURVA EN SECTORES RURALES

TIPO DE VEGETACIÓN	TRATAMIENTO	CONDICIÓN HIDROLÓGICA	TIPO DE SUELO A	B	C	D
Barbecho	Desnudo		77	86	91	94
	CR	Pobre	76	85	90	93
	CR	Buena	74	83	88	90
Cultivos alineados	R	Pobre	72	81	88	91
	R	Buena	67	78	85	89
	R + CR	Pobre	71	80	87	90
	R + CR	Buena	64	75	82	85
	C	Pobre	70	79	84	88
	C	Buena	65	75	82	86
	C + CR	Pobre	69	78	83	87
	C + CR	Buena	64	74	81	85
	C + I	Pobre	66	74	80	82
	C + I	Buena	62	71	78	81
	C + I + CR	Pobre	65	73	79	81
	C + I + CR	Buena	61	70	77	80
Cultivos no alineados, o con surcos pequeños o mal definidos	R	Pobre	68	79	86	89
	R	Buena	63	75	83	87
	R + CR	Pobre	67	78	85	88
	R + CR	Buena	63	77	85	88
	C	Pobre	63	74	82	85
	C	Buena	61	73	81	84
	C + CR	Pobre	62	73	81	84
	C + CR	Buena	60	72	80	83
	C + I	Pobre	63	72	79	82
	C + I	Buena	60	70	78	81
	C + I + CR	Pobre	60	71	78	81
	C + I + CR	Buena	58	69	77	80
Cultivos densos de leguminosas o prados en alternancia	R	Pobre	66	77	85	89
	R	Buena	58	72	81	85
	C	Pobre	64	75	83	85
	C	Buena	55	69	78	83
	C + I	Pobre	63	73	80	83
	C + I	Buena	51	67	76	80
Pastizales o pastos naturales		Pobres	68	79	86	89
		Regulares	49	69	79	84
		Buenas	39	61	74	80
Pastizales	C	Pobres	47	67	81	88
	C	Regulares	25	59	75	83
	C	Buenas	6	35	70	79
Prados permanentes			30	58	71	78
Material herbazal, mezcla de material propendiculante		Pobres	48	67	77	83
		Regulares	35	56	70	77
		Buenas	30	48	65	73
Combinación de arbolado y herbazal, cultivos agrícolas leñosos		Pobres	57	73	82	86
		Regulares	43	65	76	82
		Buenas	32	58	72	79
Montes con pastos (aprovechamientos silvopastorales)		Pobres	45	66	77	83
		Regulares	36	60	73	79
		Buenas	25	55	70	77
Bosques		I. Muy pobre	56	75	86	91
		II. Pobre	46	68	78	84
		III. Regular	36	60	70	76
		IV. Buena	26	52	62	69
		V. Muy buena	16	44	54	61

FIG 45 NÚMEROS DE CURVA SECTORES RURALES

6.4 PRECIPITACIONES MENSUALES ESTACIÓN EL PEÑOL

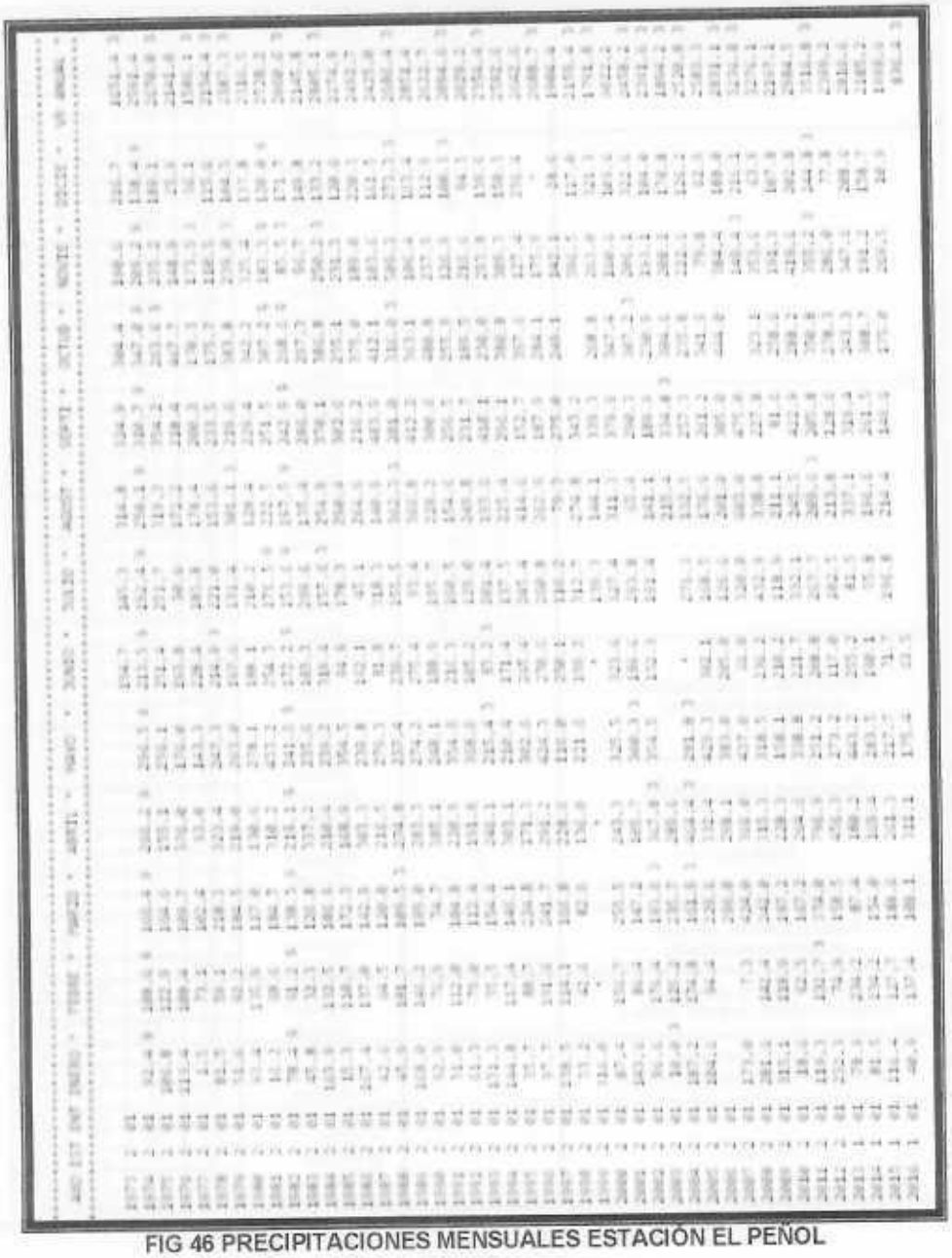


FIG 46 PRECIPITACIONES MENSUALES ESTACIÓN EL PEÑOL

6.5 NÚMERO DE DÍAS CON PRECIPITACIÓN ESTACIÓN EL PEÑOL

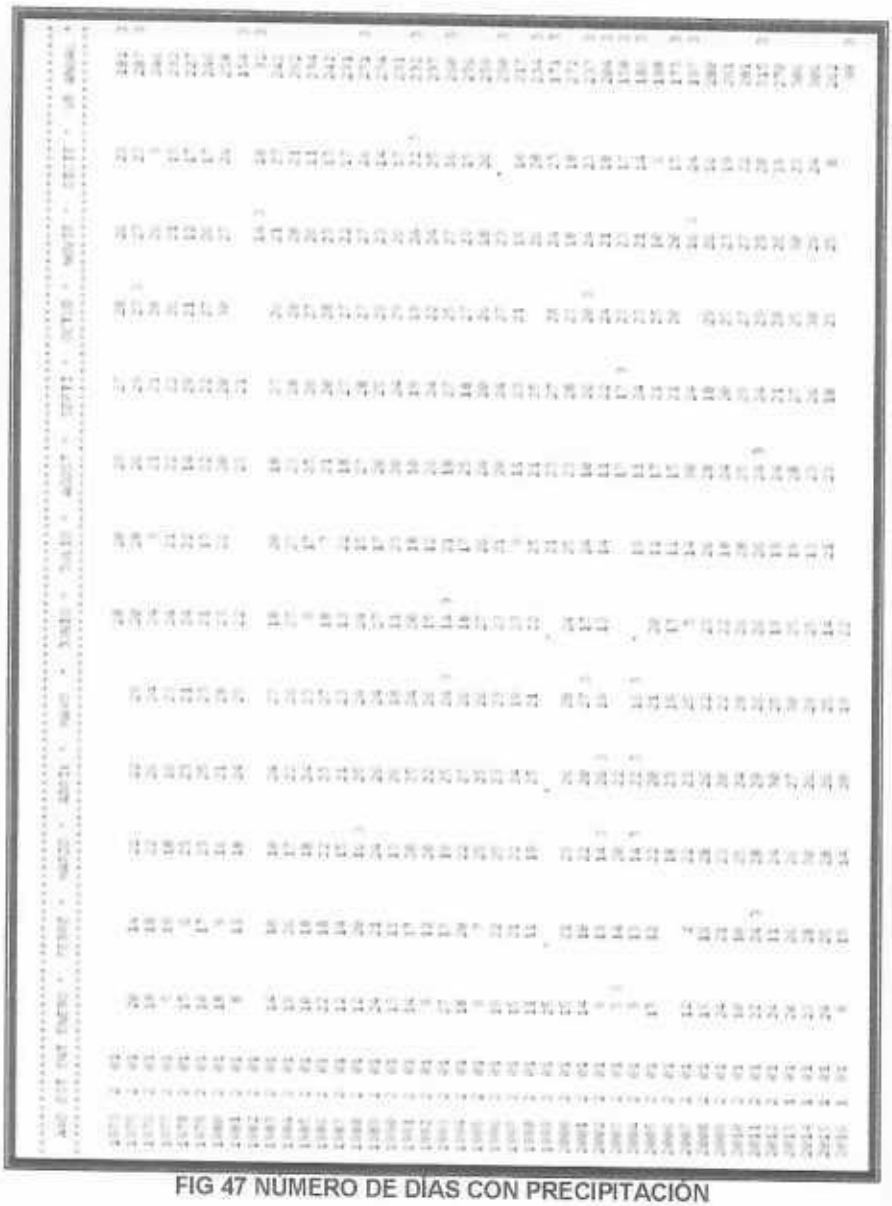


FIG 47 NÚMERO DE DÍAS CON PRECIPITACIÓN

6.6 PRECIPITACIONES MÁXIMAS ESTACIÓN EL PEÑOL

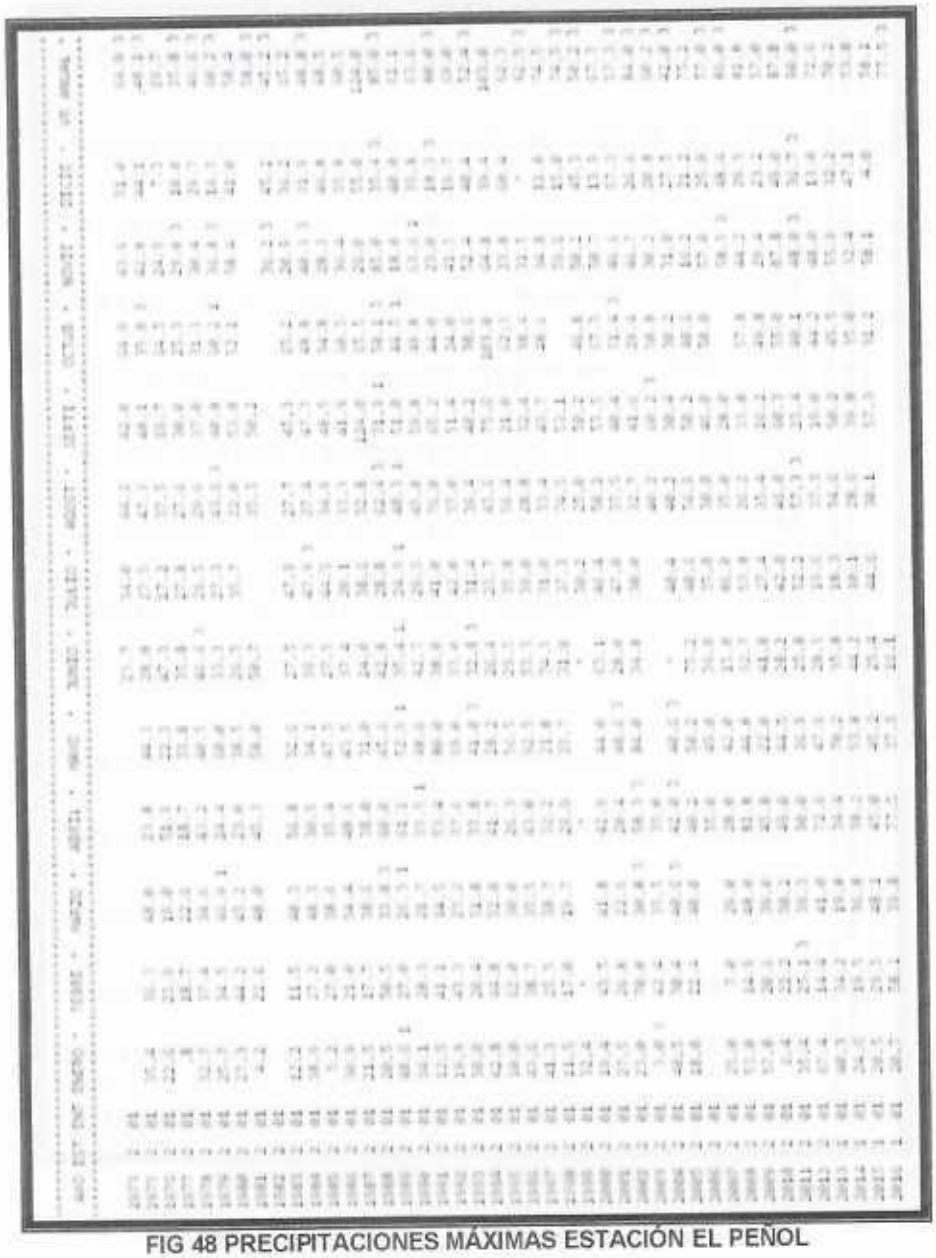


FIG 48 PRECIPITACIONES MÁXIMAS ESTACIÓN EL PEÑOL

ANEXO 4
DISEÑOS HIDRÁULICOS

Guillermo Fuentes Valencia - Ingeniero Civil Mat 05202-
Carrera 74 # 51-205 - Movil 3104560095 - Mail: guillermofuentes@yahoo.com

ANEXO 2_ RESULTADOS DEL DISEÑO HIDRÁULICO ADUCCIÓN 1 - BOCATOMA LA CALDERITA - DESARENADOR CAÑADA FEA - TUBERÍAS

ID	Label	Length (Scaled) (m)"	Length (3D) (m)"	Diameter (mm)"	Material	Flow (L/s)"	Velocity (m/s)"	Headloss Gradient (m/m)"	Start Node	Stop Node	Hazen-Williams C	Hydraulic Grade (Start) (m)"	Hydraulic Grade (Stop) (m)"	Manning's n	Pressure Loss Gradient (Pa/m)"	Velocity (Minimum) (m/s)"	Pressure (Start) (m H2O)"	Pressure (Stop) (m H2O)"	Pressure Loss (m H2O)"
515	T1	5.71	5.89	96.83	PVC	29.61	4.02	0.145	R-1	2	140	2'141.58	2'140.75	0.01	1'419.62	4.02	-	0.60	0.80
563	T2	7.48	7.49	96.83	PVC	29.61	4.02	0.145	2	3	140	2'140.75	2'139.67	0.01	1'419.71	4.02	0.60	- 0.17	1.10
688	T3	14.93	15.02	96.83	PVC	29.61	4.02	0.145	3	T-3	140	2'139.67	2'137.50	0.01	1'419.69	4.02	- 0.17	- 0.68	2.20
654	T4	11.94	12.03	96.83	PVC	9.29	1.26	0.017	T-3	5	140	2'137.50	2'137.30	0.01	165.96	1.26	- 0.68	0.62	0.20
602	T5	8.75	8.79	96.83	PVC	9.29	1.26	0.017	5	6	140	2'137.30	2'137.15	0.01	166.03	1.26	0.62	1.34	0.10
624	T6	9.94	9.96	96.83	PVC	9.29	1.26	0.017	6	7	140	2'137.15	2'136.98	0.01	165.99	1.26	1.34	1.82	0.20
650	T7	11.47	11.50	96.83	PVC	9.29	1.26	0.017	7	8	140	2'136.98	2'136.79	0.01	165.93	1.26	1.82	2.33	0.20
403	T8	2.06	2.17	96.83	PVC	9.29	1.26	0.017	8	9	140	2'136.79	2'136.75	0.01	166.26	1.26	2.33	2.98	-
710	T9	19.76	19.88	96.83	PVC	9.29	1.26	0.017	9	10	140	2'136.75	2'136.42	0.01	165.97	1.26	2.98	4.77	0.30
684	T10	14.47	14.54	96.83	PVC	9.29	1.26	0.017	10	11	140	2'136.42	2'136.17	0.01	165.90	1.26	4.77	5.92	0.20
723	T11	23.96	24.06	96.83	PVC	9.29	1.26	0.017	11	12	140	2'136.17	2'135.76	0.01	165.99	1.26	5.92	7.73	0.40
668	T12	13.02	13.21	96.83	PVC	9.29	1.26	0.017	12	13	140	2'135.76	2'135.54	0.01	165.96	1.26	7.73	5.33	0.20
674	T13	13.41	13.50	96.83	PVC	9.29	1.26	0.017	13	14	140	2'135.54	2'135.32	0.01	165.99	1.26	5.33	6.67	0.20
697	T14	16.90	16.94	96.83	PVC	9.29	1.26	0.017	14	15	140	2'135.32	2'135.03	0.01	166.00	1.26	6.67	7.52	0.30
568	T15	7.61	8.17	96.83	PVC	9.29	1.26	0.017	15	16	140	2'135.03	2'134.90	0.01	165.93	1.26	7.52	10.37	0.10
675	T16	13.49	13.53	96.83	PVC	9.29	1.26	0.017	16	17	140	2'134.90	2'134.67	0.01	166.00	1.26	10.37	11.17	0.20
640	T17	10.81	10.83	96.83	PVC	9.29	1.26	0.017	17	18	140	2'134.67	2'134.49	0.01	165.93	1.26	11.17	11.49	0.20
664	T18	12.81	12.81	96.83	PVC	9.29	1.26	0.017	18	19	140	2'134.49	2'134.27	0.01	166.00	1.26	11.49	11.30	0.20
719	T19	22.86	22.97	96.83	PVC	9.29	1.26	0.017	19	20	140	2'134.27	2'133.88	0.01	165.97	1.26	11.30	13.10	0.40
677	T20	13.94	13.97	96.83	PVC	9.29	1.26	0.017	20	21	140	2'133.88	2'133.65	0.01	165.97	1.26	13.10	13.78	0.20
679	T21	14.09	14.24	96.83	PVC	9.29	1.26	0.017	21	22	140	2'133.65	2'133.41	0.01	165.93	1.26	13.78	11.44	0.20
601	T22	8.74	8.77	96.83	PVC	9.29	1.26	0.017	22	23	140	2'133.41	2'133.26	0.01	165.96	1.26	11.44	11.95	0.10
616	T23	9.56	9.64	96.83	PVC	9.29	1.26	0.017	23	24	140	2'133.26	2'133.10	0.01	165.98	1.26	11.95	13.07	0.20
595	T24	8.55	8.56	96.83	PVC	9.29	1.26	0.017	24	25	140	2'133.10	2'132.95	0.01	166.03	1.26	13.07	13.13	0.10
495	T25	5.07	5.07	96.83	PVC	9.29	1.26	0.017	25	26	140	2'132.95	2'132.87	0.01	166.05	1.26	13.13	13.23	0.10
541	T26	6.45	6.48	96.83	PVC	9.29	1.26	0.017	26	27	140	2'132.87	2'132.76	0.01	165.93	1.26	13.23	13.72	0.10
562	T27	7.43	7.44	96.83	PVC	9.29	1.26	0.017	27	28	140	2'132.76	2'132.63	0.01	165.94	1.26	13.72	14.08	0.10
511	T28	5.57	5.57	96.83	PVC	9.29	1.26	0.017	28	29	140	2'132.63	2'132.54	0.01	165.91	1.26	14.08	13.89	0.10
649	T29	11.47	11.47	96.83	PVC	9.29	1.26	0.017	29	30	140	2'132.54	2'132.34	0.01	166.00	1.26	13.89	13.86	0.20
599	T30	8.66	8.72	96.83	PVC	9.29	1.26	0.017	30	31	140	2'132.34	2'132.20	0.01	166.02	1.26	13.86	14.73	0.10
648	T31	11.43	11.64	96.83	PVC	9.29	1.26	0.017	31	32	140	2'132.20	2'132.00	0.01	165.99	1.26	14.73	12.34	0.20
682	T32	14.45	14.45	96.83	PVC	9.29	1.26	0.017	32	33	140	2'132.00	2'131.76	0.01	165.94	1.26	12.34	11.89	0.20
636	T33	10.44	10.44	96.83	PVC	9.29	1.26	0.017	33	34	140	2'131.76	2'131.58	0.01	166.01	1.26	11.89	11.79	0.20
574	T34	7.76	7.76	96.83	PVC	9.29	1.26	0.017	34	35	140	2'131.58	2'131.45	0.01	166.00	1.26	11.79	11.56	0.10
530	T35	6.17	6.20	96.83	PVC	9.29	1.26	0.017	35	36	140	2'131.45	2'131.34	0.01	165.92	1.26	11.56	10.83	0.10

ANEXO 2_ RESULTADOS DEL DISEÑO HIDRÁULICO ADUCCIÓN 1 - BOCATOMA LA CALDERITA - DESARENADOR CAÑADA FEA - TUBERÍAS

ID	Label	Length (Scaled) (m)"	Length (3D) (m)"	Diameter (mm)"	Material	Flow (L/s)"	Velocity (m/s)"	Headloss Gradient (m/m)"	Start Node	Stop Node	Hazen-Williams C	Hydraulic Grade (Start) (m)"	Hydraulic Grade (Stop) (m)"	Manning's n	Pressure Loss Gradient (Pa/m)"	Velocity (Minimum) (m/s)"	Pressure (Start) (m H2O)"	Pressure (Stop) (m H2O)"	Pressure Loss (m H2O)"
536	T36	6.27	6.36	96.83	PVC	9.29	1.26	0.017	36	37	140	2'131.34	2'131.24	0.01	166.10	1.26	10.83	11.79	0.10
611	T37	9.21	9.50	96.83	PVC	9.29	1.26	0.017	37	38	140	2'131.24	2'131.08	0.01	165.91	1.26	11.79	13.97	0.20
561	T38	7.38	7.40	96.83	PVC	9.29	1.26	0.017	38	39	140	2'131.08	2'130.96	0.01	165.90	1.26	13.97	14.37	0.10
627	T39	10.14	10.16	96.83	PVC	9.29	1.26	0.017	39	40	140	2'130.96	2'130.78	0.01	165.98	1.26	14.37	14.92	0.20
669	T40	13.11	13.11	96.83	PVC	9.29	1.26	0.017	40	41	140	2'130.78	2'130.56	0.01	165.99	1.26	14.92	14.77	0.20
466	T41	4.29	4.52	96.83	PVC	9.29	1.26	0.017	41	42	140	2'130.56	2'130.49	0.01	166.05	1.26	14.77	16.11	0.10
384	T42	0.47	0.47	96.83	PVC	9.29	1.26	0.017	42	43	140	2'130.49	2'130.48	0.01	164.51	1.26	16.11	16.16	-
429	T43	3.31	3.31	96.83	PVC	9.29	1.26	0.017	43	44	140	2'130.48	2'130.42	0.01	166.24	1.26	16.16	16.19	0.10
502	T44	5.33	5.75	96.83	PVC	9.29	1.26	0.017	44	45	140	2'130.42	2'130.33	0.01	165.80	1.26	16.19	18.25	0.10
655	T45	12.05	12.16	96.83	PVC	9.29	1.26	0.017	45	46	140	2'130.33	2'130.13	0.01	166.02	1.26	18.25	19.72	0.20
626	T46	10.01	10.20	96.83	PVC	9.29	1.26	0.017	46	47	140	2'130.13	2'129.96	0.01	165.92	1.26	19.72	21.49	0.20
483	T47	4.87	4.98	96.83	PVC	9.29	1.26	0.017	47	48	140	2'129.96	2'129.88	0.01	166.14	1.26	21.49	22.45	0.10
658	T48	12.30	12.32	96.83	PVC	9.29	1.26	0.017	48	49	140	2'129.88	2'129.67	0.01	166.01	1.26	22.45	22.87	0.20
693	T49	16.22	16.24	96.83	PVC	9.29	1.26	0.017	49	50	140	2'129.67	2'129.39	0.01	165.91	1.26	22.87	23.40	0.30
633	T50	10.39	10.42	96.83	PVC	9.29	1.26	0.017	50	51	140	2'129.39	2'129.22	0.01	166.00	1.26	23.40	24.06	0.20
691	T51	16.00	16.19	96.83	PVC	9.29	1.26	0.017	51	52	140	2'129.22	2'128.95	0.01	165.98	1.26	24.06	26.26	0.30
713	T52	20.42	21.30	96.83	PVC	9.29	1.26	0.017	52	53	140	2'128.95	2'128.60	0.01	165.96	1.26	26.26	31.96	0.30
725	T53	24.20	24.21	96.83	PVC	9.29	1.26	0.017	53	54	140	2'128.60	2'128.19	0.01	165.96	1.26	31.96	32.20	0.40
517	T54	5.73	5.86	96.83	PVC	9.29	1.26	0.017	54	55	140	2'128.19	2'128.09	0.01	166.16	1.26	32.20	33.33	0.10
698	T55	17.03	17.08	96.83	PVC	9.29	1.26	0.017	55	56	140	2'128.09	2'127.80	0.01	165.92	1.26	33.33	34.30	0.30
731	T56	26.06	26.10	96.83	PVC	9.29	1.26	0.017	56	57	140	2'127.80	2'127.36	0.01	165.98	1.26	34.30	35.18	0.40
690	T57	15.40	15.45	96.83	PVC	9.29	1.26	0.017	57	58	140	2'127.36	2'127.10	0.01	165.99	1.26	35.18	33.69	0.30
712	T58	20.04	20.08	96.83	PVC	9.29	1.26	0.017	58	59	140	2'127.10	2'126.76	0.01	166.01	1.26	33.69	34.69	0.30
652	T59	11.82	11.93	96.83	PVC	9.29	1.26	0.017	59	60	140	2'126.76	2'126.56	0.01	165.88	1.26	34.69	36.11	0.20
592	T60	8.45	8.46	96.83	PVC	9.29	1.26	0.017	60	61	140	2'126.56	2'126.42	0.01	166.03	1.26	36.11	35.63	0.10
644	T61	11.03	11.05	96.83	PVC	9.29	1.26	0.017	61	62	140	2'126.42	2'126.23	0.01	165.93	1.26	35.63	34.89	0.20
614	T62	9.41	9.45	96.83	PVC	9.29	1.26	0.017	62	63	140	2'126.23	2'126.07	0.01	166.01	1.26	34.89	33.87	0.20
732	T63	26.15	26.15	96.83	PVC	9.29	1.26	0.017	63	64	140	2'126.07	2'125.63	0.01	166.00	1.26	33.87	33.38	0.40
722	T64	23.80	24.20	96.83	PVC	9.29	1.26	0.017	64	65	140	2'125.63	2'125.22	0.01	165.96	1.26	33.38	28.64	0.40
701	T65	17.64	17.64	96.83	PVC	9.29	1.26	0.017	65	66	140	2'125.22	2'124.92	0.01	166.01	1.26	28.64	28.32	0.30
667	T66	12.90	12.92	96.83	PVC	9.29	1.26	0.017	66	67	140	2'124.92	2'124.71	0.01	165.91	1.26	28.32	27.31	0.20
694	T67	16.52	16.53	96.83	PVC	9.29	1.26	0.017	67	68	140	2'124.71	2'124.43	0.01	165.96	1.26	27.31	26.47	0.30
726	T68	24.60	24.74	96.83	PVC	9.29	1.26	0.017	68	69	140	2'124.43	2'124.01	0.01	165.98	1.26	26.47	23.41	0.40
526	T69	6.04	6.18	96.83	PVC	9.29	1.26	0.017	69	70	140	2'124.01	2'123.91	0.01	166.09	1.26	23.41	24.60	0.10
546	T70	6.67	7.45	96.83	PVC	9.29	1.26	0.017	70	71	140	2'123.91	2'123.79	0.01	165.92	1.26	24.60	27.80	0.10

ANEXO 2_ RESULTADOS DEL DISEÑO HIDRÁULICO ADUCCIÓN 1 - BOCATOMA LA CALDERITA - DESARENADOR CAÑADA FEA - TUBERÍAS

ID	Label	Length (Scaled) (m)"	Length (3D) (m)"	Diameter (mm)"	Material	Flow (L/s)"	Velocity (m/s)"	Headloss Gradient (m/m)"	Start Node	Stop Node	Hazen-Williams C	Hydraulic Grade (Start) (m)"	Hydraulic Grade (Stop) (m)"	Manning's n	Pressure Loss Gradient (Pa/m)"	Velocity (Minimum) (m/s)"	Pressure (Start) (m H2O)"	Pressure (Stop) (m H2O)"	Pressure Loss (m H2O)"
625	T71	9.97	9.98	96.83	PVC	9.29	1.26	0.017	71	72	140	2'123.79	2'123.62	0.01	165.92	1.26	27.80	27.30	0.20
727	T72	24.79	24.89	96.83	PVC	9.29	1.26	0.017	72	73	140	2'123.62	2'123.20	0.01	166.02	1.26	27.30	29.12	0.40
578	T73	7.98	7.99	96.83	PVC	9.29	1.26	0.017	73	74	140	2'123.20	2'123.07	0.01	165.93	1.26	29.12	29.35	0.10
589	T74	8.31	8.32	96.83	PVC	9.29	1.26	0.017	74	75	140	2'123.07	2'122.93	0.01	165.96	1.26	29.35	29.50	0.10
715	T75	21.67	21.67	96.83	PVC	9.29	1.26	0.017	75	76	140	2'122.93	2'122.56	0.01	165.96	1.26	29.50	28.66	0.40
586	T76	8.27	8.27	96.83	PVC	9.29	1.26	0.017	76	77	140	2'122.56	2'122.42	0.01	166.00	1.26	28.66	28.40	0.10
532	T77	6.21	6.21	96.83	PVC	9.29	1.26	0.017	77	78	140	2'122.42	2'122.31	0.01	165.97	1.26	28.40	28.31	0.10
660	T78	12.41	12.44	96.83	PVC	9.29	1.26	0.017	78	79	140	2'122.31	2'122.10	0.01	165.94	1.26	28.31	27.34	0.20
587	T79	8.29	8.29	96.83	PVC	9.29	1.26	0.017	79	80	140	2'122.10	2'121.96	0.01	166.11	1.26	27.34	26.87	0.10
598	T80	8.65	8.65	96.83	PVC	9.29	1.26	0.017	80	81	140	2'121.96	2'121.82	0.01	165.86	1.26	26.87	26.55	0.10
560	T81	7.37	7.37	96.83	PVC	9.29	1.26	0.017	81	82	140	2'121.82	2'121.69	0.01	165.98	1.26	26.55	26.62	0.10
512	T82	5.57	5.57	96.83	PVC	9.29	1.26	0.017	82	83	140	2'121.69	2'121.60	0.01	165.89	1.26	26.62	26.40	0.10
491	T83	4.98	4.99	96.83	PVC	9.29	1.26	0.017	83	84	140	2'121.60	2'121.51	0.01	166.00	1.26	26.40	26.10	0.10
543	T84	6.55	6.55	96.83	PVC	9.29	1.26	0.017	84	85	140	2'121.51	2'121.40	0.01	165.96	1.26	26.10	25.80	0.10
604	T85	8.77	8.78	96.83	PVC	9.29	1.26	0.017	85	86	140	2'121.40	2'121.25	0.01	166.00	1.26	25.80	25.47	0.10
527	T86	6.09	6.09	96.83	PVC	9.29	1.26	0.017	86	87	140	2'121.25	2'121.15	0.01	166.09	1.26	25.47	25.15	0.10
657	T87	12.25	12.25	96.83	PVC	9.29	1.26	0.017	87	88	140	2'121.15	2'120.94	0.01	165.91	1.26	25.15	24.62	0.20
672	T88	13.23	13.25	96.83	PVC	9.29	1.26	0.017	88	89	140	2'120.94	2'120.72	0.01	165.97	1.26	24.62	23.79	0.20
707	T89	19.50	19.51	96.83	PVC	9.29	1.26	0.017	89	90	140	2'120.72	2'120.39	0.01	166.00	1.26	23.79	22.65	0.30
711	T90	19.79	19.84	96.83	PVC	9.29	1.26	0.017	90	91	140	2'120.39	2'120.05	0.01	165.96	1.26	22.65	20.95	0.30
714	T91	21.45	21.46	96.83	PVC	9.29	1.26	0.017	91	92	140	2'120.05	2'119.69	0.01	165.99	1.26	20.95	19.87	0.40
718	T92	22.63	22.64	96.83	PVC	9.29	1.26	0.017	92	93	140	2'119.69	2'119.30	0.01	165.95	1.26	19.87	18.64	0.40
659	T93	12.36	12.39	96.83	PVC	9.29	1.26	0.017	93	94	140	2'119.30	2'119.09	0.01	165.97	1.26	18.64	17.57	0.20
591	T94	8.43	8.46	96.83	PVC	9.29	1.26	0.017	94	95	140	2'119.09	2'118.95	0.01	166.02	1.26	17.57	16.75	0.10
523	T95	5.94	5.97	96.83	PVC	9.29	1.26	0.017	95	96	140	2'118.95	2'118.85	0.01	165.95	1.26	16.75	16.12	0.10
678	T96	14.00	14.03	96.83	PVC	9.29	1.26	0.017	96	97	140	2'118.85	2'118.61	0.01	165.99	1.26	16.12	14.91	0.20
673	T97	13.35	13.41	96.83	PVC	9.29	1.26	0.017	97	98	140	2'118.61	2'118.39	0.01	166.04	1.26	14.91	13.46	0.20
572	T98	7.74	7.80	96.83	PVC	9.29	1.26	0.017	98	99	140	2'118.39	2'118.25	0.01	165.93	1.26	13.46	12.42	0.10
639	T99	10.67	10.73	96.83	PVC	9.29	1.26	0.017	99	100	140	2'118.25	2'118.07	0.01	166.00	1.26	12.42	11.11	0.20
681	T100	14.39	14.46	96.83	PVC	9.29	1.26	0.017	100	101	140	2'118.07	2'117.83	0.01	165.91	1.26	11.11	9.46	0.20
645	T101	11.12	11.28	96.83	PVC	9.29	1.26	0.017	101	102	140	2'117.83	2'117.64	0.01	165.94	1.26	9.46	7.38	0.20
709	T102	19.70	19.82	96.83	PVC	9.29	1.26	0.017	102	103	140	2'117.64	2'117.31	0.01	166.01	1.26	7.38	4.86	0.30
705	T103	18.79	19.12	96.83	PVC	9.29	1.26	0.017	103	104	140	2'117.31	2'116.99	0.01	165.93	1.26	4.86	0.99	0.30
686	T104	14.82	14.82	96.83	PVC	9.29	1.26	0.017	104	105	140	2'116.99	2'116.74	0.01	166.01	1.26	0.99	0.74	0.30
505	T105	5.46	5.49	96.83	PVC	9.29	1.26	0.017	105	106	140	2'116.74	2'116.64	0.01	166.09	1.26	0.74	1.14	0.10

ANEXO 2_ RESULTADOS DEL DISEÑO HIDRÁULICO ADUCCIÓN 1 - BOCATOMA LA CALDERITA - DESARENADOR CAÑADA FEA - TUBERÍAS

ID	Label	Length (Scaled) (m)"	Length (3D) (m)"	Diameter (mm)"	Material	Flow (L/s)"	Velocity (m/s)"	Headloss Gradient (m/m)"	Start Node	Stop Node	Hazen-Williams C	Hydraulic Grade (Start) (m)"	Hydraulic Grade (Stop) (m)"	Manning's n	Pressure Loss Gradient (Pa/m)"	Velocity (Minimum) (m/s)"	Pressure (Start) (m H2O)"	Pressure (Stop) (m H2O)"	Pressure Loss (m H2O)"
467	T106	5.37	5.46	96.83	PVC	9.29	1.26	0.017	106	108	140	2'116.64	2'116.55	0.01	165.87	1.26	1.14	2.09	0.10
439	T108	3.55	3.73	96.83	PVC	9.29	1.26	0.017	108	109	140	2'116.55	2'116.49	0.01	165.99	1.26	2.00	3.06	0.10
588	T109	9.80	9.90	96.83	PVC	9.29	1.26	0.017	109	111	140	2'116.49	2'116.33	0.01	166.00	1.26	3.06	1.49	0.20
444	T111	3.73	6.87	96.83	PVC	9.29	1.26	0.017	111	112	140	2'116.33	2'116.26	0.01	165.76	1.26	1.49	7.19	0.10
661	T112	12.56	12.64	96.83	PVC	9.29	1.26	0.017	112	113	140	2'116.26	2'116.05	0.01	166.00	1.26	7.19	5.50	0.20
484	T113	4.88	6.04	96.83	PVC	9.29	1.26	0.017	113	114	140	2'116.05	2'115.97	0.01	166.01	1.26	5.50	8.97	0.10
398	T114	1.73	1.94	96.83	PVC	9.29	1.26	0.017	114	115	140	2'115.97	2'115.94	0.01	166.26	1.26	8.97	8.08	-
670	T115	13.18	13.30	96.83	PVC	9.29	1.26	0.017	115	116	140	2'115.94	2'115.72	0.01	165.97	1.26	8.08	9.66	0.20
594	T116	8.55	8.86	96.83	PVC	9.29	1.26	0.017	116	117	140	2'115.72	2'115.57	0.01	165.87	1.26	9.66	11.81	0.10
486	T117	4.91	5.18	96.83	PVC	9.29	1.26	0.017	117	118	140	2'115.57	2'115.49	0.01	166.11	1.26	11.81	10.09	0.10
632	T118	10.39	10.47	96.83	PVC	9.29	1.26	0.017	118	119	140	2'115.49	2'115.31	0.01	165.91	1.26	10.09	11.20	0.20
607	T119	8.84	8.84	96.83	PVC	9.29	1.26	0.017	119	120	140	2'115.31	2'115.16	0.01	165.96	1.26	11.20	11.25	0.10
662	T120	12.73	12.91	96.83	PVC	9.29	1.26	0.017	120	121	140	2'115.16	2'114.94	0.01	166.05	1.26	11.25	13.22	0.20
579	T121	7.98	8.21	96.83	PVC	9.29	1.26	0.017	121	122	140	2'114.94	2'114.81	0.01	165.89	1.26	13.22	15.01	0.10
521	T122	5.92	7.11	96.83	PVC	9.29	1.26	0.017	122	123	140	2'114.81	2'114.71	0.01	166.05	1.26	15.01	18.84	0.10
441	T123	3.60	5.15	96.83	PVC	9.29	1.26	0.017	123	124	140	2'114.71	2'114.65	0.01	165.93	1.26	18.84	22.46	0.10
576	T124	7.96	8.55	96.83	PVC	9.29	1.26	0.017	124	125	140	2'114.65	2'114.51	0.01	165.94	1.26	22.46	25.45	0.10
501	T125	5.32	5.58	96.83	PVC	9.29	1.26	0.017	125	126	140	2'114.51	2'114.42	0.01	166.05	1.26	25.45	27.03	0.10
566	T126	7.54	8.39	96.83	PVC	9.29	1.26	0.017	126	127	140	2'114.42	2'114.29	0.01	165.95	1.26	27.03	30.58	0.10
663	T127	12.79	12.80	96.83	PVC	9.29	1.26	0.017	127	128	140	2'114.29	2'114.08	0.01	165.99	1.26	30.58	30.56	0.20
729	T128	25.06	25.08	96.83	PVC	9.29	1.26	0.017	128	129	140	2'114.08	2'113.65	0.01	165.98	1.26	30.56	31.09	0.40
671	T129	13.22	13.22	96.83	PVC	9.29	1.26	0.017	129	130	140	2'113.65	2'113.43	0.01	165.98	1.26	31.09	31.16	0.20
623	T130	9.93	9.93	96.83	PVC	9.29	1.26	0.017	130	131	140	2'113.43	2'113.26	0.01	165.97	1.26	31.16	30.93	0.20
620	T131	9.79	9.80	96.83	PVC	9.29	1.26	0.017	131	132	140	2'113.26	2'113.09	0.01	165.97	1.26	30.93	31.13	0.20
547	T132	6.71	6.71	96.83	PVC	9.29	1.26	0.017	132	133	140	2'113.09	2'112.98	0.01	165.97	1.26	31.13	30.97	0.10
742	T133(1)	1.43	1.43	96.83	PVC	9.29	1.26	0.017	133	TCV-2	140	2'112.98	2'112.96	0.01	165.44	1.26	30.97	30.90	-
743	T133(2)	1.31	1.31	96.83	PVC	9.29	1.26	0.017	TCV-2	T-2	140	2'080.52	2'080.50	0.01	166.11	1.26	- 1.46	- 1.53	-

ANEXO 3_ RESULTADOS DEL DISEÑO HIDRÁULICO ADUCCIÓN 1 - DESARENADOR LA CALDERITA - DESARENADOR CAÑADA FEA - NODOS

ID	Label	Elevation (m)"	X (m)"	Y (m)"	Pressure (m H2O)"	Pressure (Maximum) (m H2O)"	Pressure (Minimum) (m H2O)"	Hydraulic Grade (m)"
252	3	2'139.84	884'108.69	1'181'320.42	- 0.17	- 0.17	- 0.17	2'139.67
141	2	2'140.15	884'109.28	1'181'327.87	0.60	0.60	0.60	2'140.75
327	5	2'136.67	884'104.66	1'181'296.06	0.62	0.62	0.62	2'137.30
37	105	2'116.00	883'470.37	1'181'183.92	0.74	0.74	0.74	2'116.74
36	104	2'116.00	883'473.83	1'181'169.51	0.99	0.99	0.99	2'116.99
38	106	2'115.50	883'469.67	1'181'189.34	1.14	1.14	1.14	2'116.64
338	6	2'135.80	884'101.21	1'181'288.02	1.34	1.34	1.34	2'137.15
44	111	2'114.84	883'462.53	1'181'205.57	1.49	1.49	1.49	2'116.33
349	7	2'135.16	884'092.96	1'181'282.47	1.82	1.82	1.82	2'136.98
40	108	2'114.55	883'470.13	1'181'194.70	2.00	2.00	2.00	2'116.55
360	8	2'134.45	884'084.50	1'181'274.72	2.33	2.33	2.33	2'136.79
371	9	2'133.76	884'086.24	1'181'273.61	2.98	2.98	2.98	2'136.75
41	109	2'113.43	883'467.56	1'181'197.16	3.06	3.06	3.06	2'116.49
31	10	2'131.63	884'087.52	1'181'253.89	4.77	4.77	4.77	2'136.42
35	103	2'112.44	883'483.62	1'181'153.48	4.86	4.86	4.86	2'117.31
64	13	2'130.21	884'092.90	1'181'205.05	5.33	5.33	5.33	2'135.54
46	113	2'110.54	883'452.94	1'181'211.60	5.50	5.50	5.50	2'116.05
42	11	2'130.24	884'088.36	1'181'239.45	5.92	5.92	5.92	2'136.17
75	14	2'128.63	884'090.31	1'181'191.89	6.67	6.67	6.67	2'135.32
45	112	2'109.06	883'465.06	1'181'208.31	7.19	7.19	7.19	2'116.26
34	102	2'110.25	883'497.04	1'181'139.06	7.38	7.38	7.38	2'117.64
86	15	2'127.49	884'076.58	1'181'182.04	7.52	7.52	7.52	2'135.03
53	12	2'128.01	884'097.41	1'181'217.27	7.73	7.73	7.73	2'135.76
48	115	2'107.84	883'451.61	1'181'217.85	8.08	8.08	8.08	2'115.94
47	114	2'106.98	883'451.22	1'181'216.16	8.97	8.97	8.97	2'115.97
33	101	2'108.35	883'504.33	1'181'130.66	9.46	9.46	9.46	2'117.83
49	116	2'106.04	883'456.02	1'181'230.27	9.66	9.66	9.66	2'115.72
51	118	2'105.38	883'465.51	1'181'239.80	10.09	10.09	10.09	2'115.49
97	16	2'124.51	884'069.52	1'181'179.18	10.37	10.37	10.37	2'134.90
312	36	2'120.49	884'021.49	1'181'066.36	10.83	10.83	10.83	2'131.34
32	100	2'106.94	883'514.30	1'181'120.29	11.11	11.11	11.11	2'118.07
108	17	2'123.48	884'056.37	1'181'176.18	11.17	11.17	11.17	2'134.67
52	119	2'104.09	883'472.12	1'181'247.81	11.20	11.20	11.20	2'115.31
54	120	2'103.89	883'474.18	1'181'256.41	11.25	11.25	11.25	2'115.16
130	19	2'122.95	884'033.44	1'181'181.41	11.30	11.30	11.30	2'134.27

ANEXO 3_ RESULTADOS DEL DISEÑO HIDRÁULICO ADUCCIÓN 1 - DESARENADOR LA CALDERITA - DESARENADOR CAÑADA FEA - NODOS

ID	Label	Elevation (m)"	X (m)"	Y (m)"	Pressure (m H2O)"	Pressure (Maximum) (m H2O)"	Pressure (Minimum) (m H2O)"	Hydraulic Grade (m)"
164	22	2'121.95	883'988.95	1'181'165.26	11.44	11.44	11.44	2'133.41
119	18	2'122.97	884'045.64	1'181'177.51	11.49	11.49	11.49	2'134.49
308	35	2'119.86	884'019.74	1'181'072.27	11.56	11.56	11.56	2'131.45
313	37	2'119.43	884'022.09	1'181'060.11	11.79	11.79	11.79	2'131.24
297	34	2'119.77	884'016.82	1'181'079.46	11.79	11.79	11.79	2'131.58
50	117	2'103.74	883'462.28	1'181'236.11	11.81	11.81	11.81	2'115.57
286	33	2'119.84	884'014.72	1'181'089.69	11.89	11.89	11.89	2'131.76
175	23	2'121.29	883'991.93	1'181'157.04	11.95	11.95	11.95	2'133.26
275	32	2'119.64	884'016.39	1'181'104.04	12.34	12.34	12.34	2'132.00
381	99	2'105.81	883'517.98	1'181'110.27	12.42	12.42	12.42	2'118.25
186	24	2'120.00	884'000.95	1'181'153.88	13.07	13.07	13.07	2'133.10
142	20	2'120.76	884'010.61	1'181'182.69	13.10	13.10	13.10	2'133.88
197	25	2'119.80	884'009.08	1'181'151.24	13.13	13.13	13.13	2'132.95
55	121	2'101.70	883'476.83	1'181'268.86	13.22	13.22	13.22	2'114.94
208	26	2'119.61	884'013.83	1'181'149.46	13.23	13.23	13.23	2'132.87
380	98	2'104.90	883'518.57	1'181'102.55	13.46	13.46	13.46	2'118.39
219	27	2'119.01	884'018.20	1'181'144.72	13.72	13.72	13.72	2'132.76
153	21	2'119.84	883'998.74	1'181'175.39	13.78	13.78	13.78	2'133.65
253	30	2'118.46	884'021.70	1'181'120.82	13.86	13.86	13.86	2'132.34
241	29	2'118.62	884'020.96	1'181'132.26	13.89	13.89	13.89	2'132.54
314	38	2'117.08	884'016.63	1'181'052.70	13.97	13.97	13.97	2'131.08
230	28	2'118.52	884'020.98	1'181'137.83	14.08	14.08	14.08	2'132.63
315	39	2'116.56	884'011.01	1'181'047.91	14.37	14.37	14.37	2'130.96
264	31	2'117.44	884'024.09	1'181'112.50	14.73	14.73	14.73	2'132.20
318	41	2'115.76	883'991.99	1'181'034.54	14.77	14.77	14.77	2'130.56
379	97	2'103.68	883'516.68	1'181'089.34	14.91	14.91	14.91	2'118.61
317	40	2'115.83	884'002.66	1'181'042.16	14.92	14.92	14.92	2'130.78
56	122	2'099.77	883'476.91	1'181'276.84	15.01	15.01	15.01	2'114.81
319	42	2'114.34	883'988.41	1'181'032.19	16.11	16.11	16.11	2'130.49
378	96	2'102.69	883'528.28	1'181'081.51	16.12	16.12	16.12	2'118.85
320	43	2'114.29	883'988.77	1'181'031.89	16.16	16.16	16.16	2'130.48
321	44	2'114.20	883'987.96	1'181'028.68	16.19	16.19	16.19	2'130.42
377	95	2'102.17	883'532.86	1'181'077.73	16.75	16.75	16.75	2'118.95
376	94	2'101.49	883'533.54	1'181'069.32	17.57	17.57	17.57	2'119.09
322	45	2'112.04	883'986.98	1'181'023.43	18.25	18.25	18.25	2'130.33

ANEXO 3_ RESULTADOS DEL DISEÑO HIDRÁULICO ADUCCIÓN 1 - DESARENADOR LA CALDERITA - DESARENADOR CAÑADA FEA - NODOS

ID	Label	Elevation (m)"	X (m)"	Y (m)"	Pressure (m H2O)"	Pressure (Maximum) (m H2O)"	Pressure (Minimum) (m H2O)"	Hydraulic Grade (m)"
375	93	2'100.63	883'534.01	1'181'056.98	18.64	18.64	18.64	2'119.30
57	123	2'095.83	883'481.77	1'181'280.22	18.84	18.84	18.84	2'114.71
323	46	2'110.37	883'978.80	1'181'014.60	19.72	19.72	19.72	2'130.13
374	92	2'099.78	883'541.77	1'181'035.72	19.87	19.87	19.87	2'119.69
373	91	2'099.06	883'553.39	1'181'017.69	20.95	20.95	20.95	2'120.05
324	47	2'108.43	883'971.66	1'181'007.58	21.49	21.49	21.49	2'129.96
325	48	2'107.39	883'969.34	1'181'003.30	22.45	22.45	22.45	2'129.88
58	124	2'092.14	883'483.46	1'181'283.39	22.46	22.46	22.46	2'114.65
372	90	2'097.69	883'564.03	1'181'001.01	22.65	22.65	22.65	2'120.39
326	49	2'106.75	883'960.02	1'180'995.27	22.87	22.87	22.87	2'129.67
328	50	2'105.94	883'946.16	1'180'986.86	23.40	23.40	23.40	2'129.39
348	69	2'100.56	883'730.07	1'180'912.86	23.41	23.41	23.41	2'124.01
370	89	2'096.88	883'580.71	1'180'990.92	23.79	23.79	23.79	2'120.72
329	51	2'105.11	883'938.01	1'180'980.42	24.06	24.06	24.06	2'129.22
350	70	2'099.26	883'725.10	1'180'916.31	24.60	24.60	24.60	2'123.91
369	88	2'096.27	883'589.15	1'180'980.72	24.62	24.62	24.62	2'120.94
368	87	2'095.95	883'600.19	1'180'975.41	25.15	25.15	25.15	2'121.15
59	125	2'089.01	883'478.63	1'181'289.72	25.45	25.45	25.45	2'114.51
367	86	2'095.73	883'606.12	1'180'974.06	25.47	25.47	25.47	2'121.25
366	85	2'095.55	883'614.07	1'180'970.34	25.80	25.80	25.80	2'121.40
365	84	2'095.36	883'620.02	1'180'967.61	26.10	26.10	26.10	2'121.51
330	52	2'102.63	883'924.67	1'180'971.58	26.26	26.26	26.26	2'128.95
364	83	2'095.14	883'624.98	1'180'967.11	26.40	26.40	26.40	2'121.60
347	68	2'097.90	883'743.13	1'180'892.01	26.47	26.47	26.47	2'124.43
362	81	2'095.21	883'637.90	1'180'967.65	26.55	26.55	26.55	2'121.82
363	82	2'095.02	883'630.53	1'180'967.49	26.62	26.62	26.62	2'121.69
361	80	2'095.04	883'646.52	1'180'966.93	26.87	26.87	26.87	2'121.96
60	126	2'087.34	883'475.31	1'181'293.88	27.03	27.03	27.03	2'114.42
352	72	2'096.27	883'713.88	1'180'928.35	27.30	27.30	27.30	2'123.62
346	67	2'097.34	883'752.35	1'180'878.31	27.31	27.31	27.31	2'124.71
359	79	2'094.71	883'654.81	1'180'967.01	27.34	27.34	27.34	2'122.10
351	71	2'095.93	883'721.50	1'180'921.92	27.80	27.80	27.80	2'123.79
358	78	2'093.95	883'665.80	1'180'961.25	28.31	28.31	28.31	2'122.31
345	66	2'096.55	883'760.40	1'180'868.23	28.32	28.32	28.32	2'124.92
357	77	2'093.97	883'670.58	1'180'957.28	28.40	28.40	28.40	2'122.42

ANEXO 3_ RESULTADOS DEL DISEÑO HIDRÁULICO ADUCCIÓN 1 - DESARENADOR LA CALDERITA - DESARENADOR CAÑADA FEA - NODOS

ID	Label	Elevation (m)"	X (m)"	Y (m)"	Pressure (m H2O)"	Pressure (Maximum) (m H2O)"	Pressure (Minimum) (m H2O)"	Hydraulic Grade (m)"
344	65	2'096.52	883'772.99	1'180'855.87	28.64	28.64	28.64	2'125.22
356	76	2'093.84	883'674.36	1'180'949.93	28.66	28.66	28.66	2'122.56
353	73	2'094.03	883'691.18	1'180'918.38	29.12	29.12	29.12	2'123.20
354	74	2'093.66	883'684.05	1'180'921.96	29.35	29.35	29.35	2'123.07
355	75	2'093.37	883'679.39	1'180'928.85	29.50	29.50	29.50	2'122.93
62	128	2'083.46	883'462.67	1'181'307.54	30.56	30.56	30.56	2'114.08
61	127	2'083.65	883'473.82	1'181'301.27	30.58	30.58	30.58	2'114.29
66	131	2'082.27	883'434.37	1'181'344.56	30.93	30.93	30.93	2'113.26
68	133	2'081.94	883'428.62	1'181'359.90	30.97	30.97	30.97	2'112.98
63	129	2'082.50	883'443.04	1'181'323.13	31.09	31.09	31.09	2'113.65
67	132	2'081.90	883'430.00	1'181'353.33	31.13	31.13	31.13	2'113.09
65	130	2'082.20	883'437.54	1'181'335.15	31.16	31.16	31.16	2'113.43
331	53	2'096.58	883'910.75	1'180'956.64	31.96	31.96	31.96	2'128.60
332	54	2'095.92	883'889.84	1'180'944.46	32.20	32.20	32.20	2'128.19
333	55	2'094.69	883'885.09	1'180'941.25	33.33	33.33	33.33	2'128.09
343	64	2'092.18	883'792.41	1'180'842.11	33.38	33.38	33.38	2'125.63
336	58	2'093.34	883'846.87	1'180'900.47	33.69	33.69	33.69	2'127.10
342	63	2'092.14	883'817.31	1'180'850.10	33.87	33.87	33.87	2'126.07
334	56	2'093.44	883'870.05	1'180'933.25	34.30	34.30	34.30	2'127.80
337	59	2'092.00	883'841.96	1'180'881.04	34.69	34.69	34.69	2'126.76
341	62	2'091.27	883'825.61	1'180'854.51	34.89	34.89	34.89	2'126.23
335	57	2'092.11	883'851.22	1'180'915.24	35.18	35.18	35.18	2'127.36
340	61	2'090.71	883'830.19	1'180'864.55	35.63	35.63	35.63	2'126.42
339	60	2'090.38	883'835.41	1'180'871.20	36.11	36.11	36.11	2'126.56

ANEXO_4_DISEÑO BOCATOMA (Quebrada La Caldera)

Con el fin de remover los materiales gruesos que podrían ingresar por la rejilla de la nueva bocatoma, se presenta a continuación el diseño hidráulico de dicho dispositivo.

1. Datos de entrada para el diseño

Ancho de est. de captación =	3.50	m (Medido en el sitio de captación)
Caudal de crecientes de la fuente =	4240.00	L/s (Corresponde a un período de retorno de 25 años) ***(Ver Nota 1a)***
Caudal medio de la fuente =	32.07	L/s ***(Ver Nota 1a)***
Caudal mínimo de la fuente =	15.10	L/s
Caudal de diseño de la estructura =	10.0	L/s

2. Parámetros de diseño

Según lo consignado en la resolución 0330 de 2017, se deben considerar las siguientes recomendaciones para el diseño:

2.1 Caudal de diseño: debe ser hasta 2 veces el QMD (Tabla 2, Artículo 47)

2.2 Inclinación de las rejillas: Debe estar entre 10° - 20° (Capítulo B, Numeral B.4.4.5.2)

2.3 Separación entre barras: Si se considera que la fuente transporta gravas finas, se tiene que la separación debe estar entre 20mm - 40mm (Título B, Numeral B.4.4.5.3)

2.4 Velocidad efectiva en el rejilla: Debe ser menor o igual a 0,15m/s, para evitar el arrastre de materiales retenidos (Título B, Numeral B.4.4.5.5)

2.5 Coeficiente de pérdidas menores: Para los niveles bajo y medio de complejidad como es el caso, se puede adoptar un valor entre 0.5 - 0,7 (Título B, Numeral B.4.4.5.6)

ANEXO_4_DISEÑO BOCATOMA
(Quebrada La Caldera)

2. Dimensiones de la rejilla de captación

Considerando los anteriores parámetros de diseño y utilizando la siguiente expresión matemática, se realiza el cálculo de la rejilla de la bocatoma de fondo; para lo cual, se adopta un valor para el ancho de la rejilla y posteriormente se halla la longitud de ésta.

$$L = [Q^{2/3} \times C'^{1/3}] / [c \times e \times b^{2/3} \times (2 \times g)^{1/2}]$$

Donde :

* L : Longitud de la rejilla de captación ; (m)	L = Se calcula (ver tabla 1)
* Q : Caudal de diseño ; (L/s)	Q = 10.0
* C' : Constante ecuación de vert. rectangular	C'= 1.84
* e : Relación de vacios, adoptada (60%-70%)	e = 0.650
* c : Constante Simon Arocha	c = 0.440
* b : Ancho de la rejilla de captación ; (m)	b = Se adopta (ver tabla 1)
* g : Aceleración de la gravedad ; (m/s^2)	g = 9.81

De la ecuación anterior, se despeja ($L \times b^{2/3}$) obteniendose: $L \times b^{2/3} =$ **0.0449**

Con los datos anteriores, se procede a adoptar valores de **"b"** para calcular **"L"**, originándose los datos mostrados en la Tabla N° 1 " Longitud de la rejilla de captación ".

TABLA N° 1 " LONGITUD DE LA REJILLA DE CAPTACIÓN "

Condición	Ancho b (m)	Longitud L (m)	Factor de seguridad (entre 2 - 4)	L recalculada (m)	Area de captación (m^2)
1	0.20	0.13	4	0.52	0.07
2	0.22	0.12	4	0.48	0.07
3	0.25	0.11	4	0.44	0.07
4	0.27	0.11	4	0.44	0.08
5	0.30	0.10	4	0.40	0.08
6	0.33	0.09	4	0.36	0.08
7	0.35	0.09	4	0.36	0.08
8	0.40	0.08	4	0.32	0.08

De acuerdo a lo anterior y para dar cumplimiento a la velocidad mínima, se adopta una rejilla con las siguientes dimensiones:

L (m) = 0.50 **b (m) = 0.30**

ANEXO_4_DISEÑO BOCATOMA
(Quebrada La Caldera)

3. Caudal real de captación de la rejilla

$$Q_{real} = \{ [c \times e \times b^{2/3} (2 \times g)^{1/2} \times L] / [C^{-1/3}] \}^{3/2}$$

* Q : Caudal real de captación ; (L/s) — Q_{real} = 111.5
* Q : Caudal de captación ; (L/s) — Q = 10.0 (Del Numeral 2.)

Se verifica que se cumpla la relación: $Q_{real} > Q$; **OK, relación de caudales**

4. Verificación de la relación de vacios

A continuación se realiza la verificación de la relación de vacios en la rejilla, usando para esto los valores de la longiutud de la rejilla, el número, diámetro y espaciamiento de las barras.

$$L = [Nb \times Øb] + [(Nb + 1) \times E] \; ; \; e_R = [(Nb + 1) \times E] / L$$

Donde :

* L : Longitud de la rejilla de captación ; (m) — L = 0.50
* Nb : Número de barras ; (un) — Nb = 15
* Øb : Diámetro de las barras ; (pulg) — Øb = 1/2
* Øb : Diámetro de las barras ; (m) — Øb = 0.013
* E : Espaciamiento entre las barras ; (m) — E = 0.020 (Entre 20 - 40mm)
* e_R : Relación de vacios recalculada — e_R = 0.627

5. Cálculo de la velocidad efectiva entre barras

Se calcula la velocidad entre las barras de rejilla conforme a lo estipulado en el RAS/2000, con la finalidad de verificar que dicha velocidad no genere arrastre de material retenido. Para llevar a cabo lo anterior, se usarán los datos del ancho de la reja, espaciamiento, y diámetro de las barras.

$$Av = [((Nb \times E) + E) \times b] \; ; \; V_R = Q / Av$$

Donde :

* Av : Área efectiva entre barras ; (m^2) — Av = 0.096
* Q : Caudal de captación ; (L/s) — Q = 10.0
* V_R : Velocidad efectiva entre barras ; (m/s) — **V_R = 0.09**
* Verificación de la velocidad ; $V_R \leq 0,15 m/s$ — ***! OK cumple RAS/2.000 !***

De acuerdo con lo anterior, la velocidad entre las barras de la rejilla tiene un valor de 0.09m/s; cumpliendo lo recomendado por el RAS/2000, en su Numeral B.4.4.5.5.(Vr <= 0,15m/s).

ANEXO_4_DISEÑO BOCATOMA (Quebrada La Caldera)

6. Vertederos de la estructura de captación

A continuación, se realiza la verificacion del vertederos de la bocatoma La Caldera para esto, se utilizan los caudales obtenidos del estudio hidrológico realizado a la quebrada, así como el ancho de la rejilla antes obtenido. Para llevar a cabo estos cálculos, se usará la expresión desarrollada por Francis para vertederos rectangulares de cresta gruesa (e > 0,66h).

$$Q = [\ 1{,}71 \times Lv \times h^{3/2}\ ]$$ (Manual de Hidráulica, Azevedo Netto: Pág 86)

Donde :
* Q : Caudal captado ; (L/s)
* Lv : Ancho del vertedero ; (m)
* h : Lámina de agua sobre vertedero ; (m)

6.1 Vertedero central o de captación

Éste vertedero, tiene la misma longitud de la rejilla de captación; de la siguiente forma:

Donde :
* Q_{MED} : Caudal de diseño ; (L/s) — Q_{MED} = 10.0
* L_{MED} : Ancho del vertedero ; (m) — L_{MED} = 0.50
* h_{MED} : Lámina de agua sobre vertedero ; (m) — **h_{MED} = 0.052**

Conociendo además el caudal mínimo de la quebrada,se obtendrá la lámina de agua sobre el vertedero central para dicho caudal.

Donde :
* Q_{MIN} : Caudal mínimo de la fuente ; (L/s) — Q_{MIN} = 15.1
* L_{MED} : Ancho del vertedero ; (m) — L_{MED} = 0.50
* h_{MIN} : Lámina de agua sobre vertedero ; (m) — **h_{MIN} = 0.070**

El vertedero central de captación tendrá un ancho mínimo de 50cm, y una altura mínima de 5.2cm.

ANEXO_4_DISEÑO BOCATOMA
(Quebrada La Caldera)

6.2 Vertedero de caudal medio

Éste vertedero, tiene la misma longitud de la rejilla de captación y capacidad para permitir el paso del caudal medio de la quebrada; de la siguiente forma:

Donde :
* Q_{MED} : Caudal de diseño ; (L/s) — Q_{MED} = 32.1
* L_{MED} : Ancho del vertedero ; (m) — L_{MED} = 0.50
* h_{MED} : Lámina de agua sobre vertedero ; (m) — **h_{MED} = 0.11**

6.3 Vertedero de crecida

El vertedero de crecida se verifica con el caudal de crecientes de la fuente, para un período de retorno de 25 años; además, la longitud del vertedero es el ancho de la estructura actual de captación.

Donde :
* L_{MAX} : Ancho del vertedero ; (m) — L_{MAX} = 3.5
* Q_{MAX} : Caudal de crecida ; (m^3/s) — Q_{MAX} = 4.198
* h_{MAX} : Lámina de agua sobre vertedero ; (m) — **h_{MAX} = 0.75**

De acuerdo con lo anterior, se concluye que el vertedero de crecida tiene por dimensiones L = 3.5m, h = 0.75m; con una capacidad de 4.198m^3/s; lo cual indica que si el caudal que transporta la quebrada llegara a superar éste valor, simplemente se desbordará por encima de la estructura de captación.

7. Distancia a la cual empieza a caer el agua en la estructura

Se considera que el agua tiene un comportamiento similar al de un chorro en caída libre, por lo cual se verificará la distancia a la cual comienza a caer el agua en la estructura; inicialmente obteniendo la velocidad de llegada a la rejilla y posteriormente la distancia a la que entra el agua en la reja.

7.1 Velocidad de llegada a la rejilla

Se calcula la velocidad de llegada en la rejilla para el caudal mínimo y medio de la fuente; así como para el caudal de diseño en el sitio de captación, por medio de las siguientes expresiones matemáticas.

$$H = [\,q / C\,]^{2/3} \;;\; q = Q / L \;;\; q = [\,h_1 \times (\,2 \times g \times (\,H - h_1\,)\,)^{1/2}\,] \;;\; V_{h1} = [\,2 \times g\,(\,H - h_1\,)\,]^{1/2}$$

Donde :
* q : Descarga por metro lineal de vertedero; (m^3/s-m)
* C : Coeficiente de la ecuación
* Q : Caudal de descarga; (m^3/s)
* L : Ancho del vertedero de captación; (m)
* H : Carga sobre la cresta aguas arriba del vertedero ; (m)
* g : Aceleración de la gravedad ; (m/s^2)
* h_1 : Altura lámina de agua en vertedero de captación ; (m)
* V_{h1} : Velocidad de llegada a la rejilla ; (m/s)

TABLA N° 2 " VELOCIDAD DE LLEGADA A LA REJILLA "

Item	Caudal mín.	Caudal medio	Caudal de diseño
Q (m^3/s)	0.015	0.032	0.010
L (m)	0.50	0.50	0.50
q (m^3/m-s)	0.030	0.064	0.020
C	1.3	1.3	1.3
H (m)	0.081	0.1345	0.0619
g (m/s^2)	9.80	9.80	9.80
h_1 (m)	0.030	0.0500	0.0230
V_{h1} (m/s)	**1.00**	**1.29**	**0.87**

ANEXO_4_DISEÑO BOCATOMA
(Quebrada La Caldera)

7.2 Distancia de entrada del agua

Para conocer la distancia a la cual ingresa el agua a la estructura de captación, se tiene en cuenta el ancho de la rejilla obtenido en el diseño; además se asumen los valores de las zonas de aproximación a la estructura. El procedimiento descrito, se realiza para los tres caudales considerados.

$$S = [Z \times V_{ni}^2] / [B \times g] \; ; \; B = b + So$$

Donde :

* b : Ancho de la rejilla de captación ; (m)
* So : Ancho de la zona antes de la rejilla ; (m)
* B : Ancho total zona de aproximación ; (m)
* g : Aceleración de la gravedad ; (m/s^2)
* Z/B : Pendiente de la rejilla ; (m/m) o (Grados)
* V_{ni} : Velocidad de llegada a la rejilla ; (m/s)
* S : Distancia a la cual comienza a ingresar el agua a la rejilla ; (m)

TABLA Nº 3 " ENTRADA DEL AGUA EN LA REJILLA "

Ítem	Caudal mín.	Caudal medio	Caudal de diseño
b (m)	0.30	0.30	0.30
B (m)	0.50	0.50	0.50
So (m)	0.20	0.20	0.20
g (m/s^2)	9.80	9.80	9.80
Z/B	1/6	1/6	1/6
V_{ni} (m/s)	1.00	1.29	0.87
S (m)	0.017	0.028	0.013
Verificación S < So	! OK !	! OK !	! OK !

Según lo anterior, el ancho de la rejilla obtenido del diseño, y el ancho de la zona de aproximación adoptado antes de la rejilla de captación, garantizan que efectivamente se capta el caudal de diseño con las dimensiones y las condiciones halladas en el diseño.

De acuerdo a los cálculos antes mostrados, se debe instalar una rejilla de L = 0.5m, b = 0.3m, con 15 barras de Ø1.3cm espaciadas cada 2cm, inclinada 10º respecto a la dirección del flujo aguas abajo.

ANEXO_4_DISEÑO BOCATOMA
(Quebrada La Caldera)

8. Diseño del canal de derivación

Se diseñará el canal de derivación que transportará el caudal captado por la rejilla hasta la caja de derivación, considerando las condiciones de flujo subcrítico, asumiendo para esto la pendiente del canal; además, el ancho de éste será igual que el ancho de la rejilla diseñada menos el apoyo de esta.

8.1 Cálculo de la profundidad crítica

$$Yc = [\ Qc^2 / (\ g \times bc^2\ )\ ]^{1/3}$$

Donde :
- * Qc : Caudal de captación ; (L/s) — Qc = 10.0
- * bc : Ancho del canal de derivación ; (m) — bc= 0.20
- * g : Aceleración de la gravedad ; (m/s^2) — g = 9.81
- * Yc: Profundidad crítica ; (m) — **Yc = 0.06**

8.2 Cálculo de la velocidad crítica

$$Vc = [\ g \times Yc\ ]^{1/2}$$

Donde :
- * g : Aceleración de la gravedad ; (m/s^2) — g = 9.81
- * Yc: Profundidad crítica ; (m) — Yc = 0.06
- * Vc : Velocidad crítica ; (m/s) — **Vc = 0.77**

8.3 Cálculo del tirante de agua al final del canal de derivación

$$H_2 = [\ 1.1 \times Yc\ ]$$

Donde :
- * Yc: Profundidad crítica ; (m) — Yc = 0.06
- * H_2 : Lámina de agua al final del canal ; (m) — **H_2 = 0.07**

8.4 Cálculo de la velocidad al final del canal de derivación

$$V_2 = [\ Qc / (\ H_2 \times bc\ )\ ]$$

Donde :
- * Qc : Caudal de captación ; (L/s) — Qc = 10.0
- * bc : Ancho del canal de derivación ; (m) — bc= 0.20
- * H_2 : Lámina de agua al final del canal ; (m) — H_2 = 0.07
- * V_2 : Velocidad al final del canal ; (m/s) — **V_2 = 0.71**

Verificación de las condiciones de flujo subcrítico: **$V_2 < Vc$** **! OK flujo subcrítico !**

ANEXO_4_DISEÑO BOCATOMA
(Quebrada La Caldera)

8.5 Cálculo del tirante de agua al inicio del canal de derivación

Una vez efectuada la comprobación de flujo subcrítico para las condiciones dadas en el diseño, se procede a calcular el tirante de agua en el inicio del canal de derivación, para lo cual se usará la siguiente expresión matemática. Cabe anotar que la pendiente del canal se asume para el cálculo.

$$H_1 = [\,(\,2 \times Yc^3 / H_2\,) + (\,H_2 - (\,Lc \times S / 3\,)\,)^2\,]^{1/2} - [\,2 \times Lc \times S / 3\,]$$

Donde :

* H_2 : Lámina de agua al final del canal ; (m) — $H_2 = 0.07$
* Yc: Profundidad crítica ; (m) — $Yc = 0.06$
* Lc : Longitud del canal de derivación ; (m) — $Lc = 2.00$
* S : Pendiente del canal de derivación ; (m/m) — $S = 0.02$
* H_1 : Lámina de agua al inicio del canal ; (m) — **$H_1 = 0.07$**

8.6 Altura del canal de derivación

Para conocer las dimensiones del canal de derivación, se tendrán en cuenta los tirantes de agua hallados al inicio y al final de éste; además, se adoptará un borde libre entre la rejilla de captación y la lámina de agua al inicio del canal igual a 10 cm.

$$H_{I,CD} = [\,H_1 + H_{BL}\,] \quad ; \quad H_{F,CD} = [\,H_1 + (\,Lc \times S\,) + H_{BL}\,]$$

Donde :

* H_1 : Lámina de agua al inicio del canal ; (m) — $H_1 = 0.07$
* Lc : Longitud del canal de derivación ; (m) — $Lc = 2.00$
* S : Pendiente del canal de derivación ; (m/m) — $S = 0.02$
* H_{BL} : Borde libre asumido ; (m) — $H_{BL} = 0.10$
* $H_{I,CD}$: Profundidad al inicio del canal ; (m) — **$H_{I,CD} = 0.17$**
* $H_{F,CD}$: Profundidad al final del canal ; (m) — **$H_{F,CD} = 0.20$**

Retomando lo obtenido en el diseño, se tiene un canal de derivación con las siguientes dimensiones:
Longitud del canal = 2m, ancho canal = 0.2m, Altura canal = 0.2m, S = 0.02m/m = 2%.

9. Diseño de la caja de derivación

Las aguas crudas captadas de la quebrada, llegarán hasta la caja de derivación, de donde saldrán hacia el desarenador proyectado, y de donde posteriormente saldrán hacia la Planta de Potabilización proyectada.
La caja de derivación, contará con un orificio de salida hacia el desarenador, y un sistema de rebose que permitirá retornar las aguas excedentes a la quebrada, transportando de esta manera sólo el caudal requerido; adicionalmente se le instalará un desagüe con su respectiva válvula de control.

ANEXO_4_DISEÑO BOCATOMA (Quebrada La Caldera)

9.1 Diseño del orificio de salida hacia el desarenador

Para conocer la capacidad de evacuación de la tubería de salida de la caja de derivación, se usará la expresión para el orificio sumergido (Ecuación de Torricelli); con la que se obtendrá la carga hidráulica efectiva necesaria para descargar el caudal requerido.

$$Qd = C \times Ao \times (2 \times g \times Ho)^{1/2}$$

Donde :

* Q : Caudal de descarga ; (L/s)	Qd = 10.0
* C : Coeficiente de Descarga	C = 0.60
* Øo : Diámetro del Orificio ; (pulg)	Øo = 4
* Øo : Diámetro del Orificio ; (m)	Øo = 0.10
* Ao : Area seccional del orificio ; (m^2)	Ao = 0.008
* g : Aceleración de la gravedad ; (m/s^2)	g = 9.81
* Ho : Carga hidráulica sobre el orificio ; (m)	**Ho = 0.230**

La salida de la caja de derivación será un orificio de Ø4pulg. con un tirante de agua sobre él de 23cm, ubicando su batea a 5cm del fondo, para evitar la entrada de arenas gruesas hacia el desarenador.

9.2 Diseño del vertedero de excesos

Debido a los requerimiento ambientales relacionados con la captación de aguas de fuentes superficiales, y con el propósito de captar sólo el caudal requerido para la recarga del sistema de acueducto urbano, se proyectará la instalación de un vertedero de excesos, el cual permitirá regresar los excedentes de flujo a la quebrada. Dicho vertedero será de forma rectangular; por lo que para su respectivo diseño se asumirá el ancho de éste y conociendo el caudal, se hallará la lámina de agua sobre él. La capacidad del vertedero, será igual al caudal de captación de la estructura.

$$Q = [1,84 \times Lv \times h^{3/2}]$$

Donde :

* Q_{EXC} : Caudal excedente ; (L/s)	Q_{EXC} = 10.0
* Q_{EXC} : Caudal excedente ; (m^3/s)	Q_{EXC} = 0.010
* D : Ancho del vertedero adoptado ; (m)	D = 0.50
* h : Lámina de agua sobre vertedero ; (m)	h_{EXC} = 0.050

Según lo anterior, el vertedero de excesos proyectado tendrá un ancho de 0.5m, con una lámina de agua sobre él igual a 5cm, lo que indica que tendrá capacidad para descargar un caudal de 10 L/s.

Adicional a lo anterior, posterior al vertedero se instalará una tubería para descargar finalmente el caudal excedente a la quebrada; por lo que a continuación se realiza el diseño de ésta.

ANEXO_4_DISEÑO BOCATOMA (Quebrada La Caldera)

$$Qd = C \times Ao \times (2 \times g \times Ho)^{\wedge 1/2}$$

Donde :

* Q : Caudal de descarga ; (L/s)	Qd = 10.0
* C : Coeficiente de Descarga	C = 0.60
* Øo : Diámetro del Orificio ; (pulg)	Øo = 6
* Øo : Diámetro del Orificio : (m)	Øo = 0.15
* Ao : Area seccional del orificio ; (m^2)	Ao = 0.018
* g : Aceleración de la gravedad ; (m/s^2)	g = 9.81
* Ho : Carga hidráulica sobre el orificio ; (m)	**Ho = 0.050**

El diseño indica que la tubería que retornará los excedentes de caudal a la quebrada provenientes de la caja de derivación, será de Ø6pulg, con una carga hidrostática de 5cm, y capacidad de decargar 10L/s.

En consecuencia, y de acuerdo a lo anterior, la caja de derivación tendrá una sección de 1,0m x 1,0m, profundidad total de 1,50 m; además se le instalará en el fondo, una tubería para desagüe y limpieza de Ø 3 pulg. con su respectiva válvula de control.

ANEXO_5_DISEÑO HIDRÁULICO DESARENADOR

Con el fin de remover los materiales gruesos y algunos finos que transporta el agua captada en la bocatoma, se presenta a continuación el diseño hidráulico del desarenador.

I. Parámetros básicos de diseño

Según el RAS/2000, se deben considerar las siguientes recomendaciones para el diseño:

Caudal de diseño: Para el nivel Medio de complejidad, debe ser el QMD más las pérdidas en la Planta de Potabilización, las cuales están entre 3% y 5% (Numeral B.4.4.6.2)

Relación dimensiones de la estructura: La relación largo-ancho debe estar entre 3 y 6, se recomienda un valor de 4; además, la profundidad útil debe ser como mínimo 1,5m. La relación largo-profundidad tolva de arenas debe estar entre 1 y 10 (Numeral B.4.4.6.4).

Profundidad de la tolva de arenas: Se recomienda un valor entre 0,75m y 1,50m; aunque también puede ser que la altura de la tolva sea igual a la altura útil de la estructura (Numeral B.4.4.6.4).

Sistema de evacuación de arenas: El dispositivo para la evacuación de arenas debe tener una pendiente mínima del 5%. La pendiente de las tolvas debe estar entre 5% y 8% (Numeral B.4.4.6.6).

Rebose y limpieza: Dichos dispositivos deben conectarse a una tubería o canal de descarga cuyo diámetro o ancho sea como mínimo de 25cm y/o tener una pendiente superior al 2% (Numeral B.4.4.6.6).

Velocidad de sedimentación: La relación entre la velocidad horizontal y la velocidad de sedimentación, debe ser menor de 20 (Numeral B.4.4.6.3).

Tratamiento posterior a la desarenación: Se presenta las siguientes situaciones:
* Con tratamiento posterior: Vel. Horizontal máxima = 0,25m/s ; Ø mín part. = 0,2mm ; Eficiencia mín = 75%.
* Sin tratamiento posterior: Vel. Horizontal máxima = 0,17m/s ; Ø mín part. = 0,1mm ; Eficiencia mín = 75%.

Número de Reynolds: Para garantizar un flujo laminar, el número de Reynolds debe ser menor de 0,60.

II. Datos para el diseño

* Caudal de Diseño (QMD)	=	10.0	l/s
*Caudal de Diseño adoptado (QMD)	=	10.0	l/s

III. Velocidad de sedimentación

* Diámetro de la Partícula (Según RAS2000)	=	0.0075	cm
* Eficiencia de Remoción	=	87.5	%
* Temperatura del Agua	=	20	°C
* Peso Específico de la Arena	=	2.65	gr/cm^3

ANEXO_5_DISEÑO HIDRÁULICO DESARENADOR

* Viscosidad Cinemática (T=10°C)	=	0.01011	cm^2/s	
* Viscosidad Cinemática (T= Diseño, en °C)	=	0.0078	cm^2/s	
* Velocidad de Sedimentación, Vs (Stokes)	=	0.500	cm/s	
* Vs según Alten - Hazen (T=10°C)	=	0.563	cm/s	
* Vs según Alten - Hazen (T= Diseño, en °C)	=	0.732	cm/s	
* Velocidad Adoptada, Vsa	=	**0.616**	cm/s	
* Carga Superficial, Cs	=	6.160	$l/s/m^2$	
* Chequeo del Número de Reynolds	=	**0.59**	**OK, Flujo laminar (Re<0.60)**	

IV. Dimensionamiento del tanque

* Profundidad Útil (Hu)	=	1.30	m	
* Tiempo de Sedimentación (t = H/Vsa)	=	211.0	s	
* Para buenos deflectores (Flinn, Weston, Bogart) a / t	=	2.75		
* Tiempo de Detención Hidráulica, a	=	580.4	s	= 9.7 min
* Volumen, V	=	5.80	m^3	
* Área Superficial, As	=	4.46	m^2	
* Relación L/A	=	3.00		
* Ancho (A)	=	1.30	m	
* Longitud (L)	=	3.90	m	

Tolva para sedimentos

El volumen de la tolva debe ser el 20% del volumen de la zona de sedimentación

* V_{zona}	=	6.59	m^3	
* V_{tolva}	=	1.65	m^3	
* Profundidad de la tolva	=	0.70	m	
* Ancho canal desagüe	=	0.15	m	
* Altura canal desagüe	=	0.10	m	
* Longitud del 1er. Tercio, desde entrada (L1)	=	1.30	m	
* Longitud al 2°. Tercio (L2)	=	2.60	m	
* Volumen de Sedimentos (Vsed)	=	**1.79**	**m^3**	**OK, Vse > Vtolva**

VI. Pantalla deflectora

* Velocidad entre Orificios	=	0.15	m/s	
* Área efectiva a través de los Orificios	=	0.067	m^2	
* Diámetro de Orificios	=	1	pulg.	
* Área de un Orificio	=	0.0005	m^2	
* Numero de Orificios	=	132		
* Caudal por Orificio	=	0.08	l/s	

ANEXO_5_DISEÑO HIDRÁULICO DESARENADOR

VII. Chequeo de la relación de velocidades

* Velocidad Horizontal	=	0.59	cm/s
* Velocidad Vertical	=	0.62	cm/s
* Velocidad Horizontal / Velocidad Vertical	=	**0.96**	**OK, relación es menor de 20**

VIII. Zona de salida

Se utilizará la fórmula de Francis para vertederos de cresta ancha, como sigue:

$$Q = 1.71 \times L \times H^{3/2}$$

Donde: Q = caudal de diseño, (m^3/s)	Q =	0.010 m^3/s
L = Ancho del vertedero, (m)	L =	1.30 m
H = Lámina de agua sobre vertedero, (m)	**H =**	**0.03 m**

IX. Zona de entrada

El ancho de dicha zona, se considerará como un tercio del ancho total de la zona de sedimentación. Por tanto, se utilizará la fórmula de Francis para vertederos de cresta ancha, como sigue:

$$Q = 1.71 \times L \times H^{3/2}$$

Donde: Q = caudal de diseño, (m^3/s)	Q =	0.01 m^3/s
L = Ancho del vertedero, (m)	L =	1.30 m
H = Lámina de agua sobre vertedero, (m)	**H =**	**0.03 m**

X. Vertedero de excesos

Se utilizará la fórmula de Francis para vertederos de cresta ancha considerando que dicho dispositivo tendrá capacidad de evacuar todo el caudal que puede transportar la tubería de aducción.

$$Q = 1.71 \times L \times H^{3/2}$$

Donde: Q = caudal de diseño, (m^3/s)	Q =	0.010 m^3/s
L = Ancho del vertedero, (m)	L =	0.50 m
H = Lámina de agua sobre vertedero, (m)	**H =**	**0.052 m**

XI. Vertedero para el paso directo (by-pass)

Se utilizará la fórmula de Francis para vertederos de cresta ancha, como sigue:

$$Q = 1.71 \times L \times H^{3/2}$$

Donde: Q = caudal de diseño, (m^3/s)	Q =	0.01 m^3/s
L = Ancho del vertedero, (m)	L =	0.50 m
H = Lámina de agua sobre vertedero, (m)	**H =**	**0.052 m**

ANEXO_5_DISEÑO HIDRÁULICO DESARENADOR

XII. Sistema para extracción de lodos

Se adopta un sistema con un múltiple perforado en el fondo y una Válvula de apertura rápida para la extracción.

* Se Adopta Nº de orificios =	8
* Adopto Ø Orificios (cm) =	2.0
Separación entre orificios Xr (cm) =	16.3
* Velocidad de Arrastre de sólidos V (cm/s) =	2.5
Cálculo ancho de zona de influencia X (cm) =	17.5
Verifico que X>Xr	OK
Diámetro del Múltiple (pulg) =	4
Suma de áreas de orificios (cm²) =	25.1
50% del área de múltiple (cm²) =	40.5
La suma de áreas de orificios < 50% área múltiple =	OK

Por lo tanto se debe colocar una tubería de Ø4 pulg. con 8 perforaciones de Ø2 cm, intercaladas en 4 por cada lado, espaciados uno a otro 16.3 cm. La tubería extractora debe ir sellada en el extremo final.

ANEXO 6_ RESULTADOS DEL DISEÑO HIDRÁULICO ADUCCIÓN 2 - DESARENADOR CAÑADA FEA PLANTA DE POTABILIZACIÓN- TUBERÍAS

ID	Label	Length (Scaled) (m)"	Length (3D) (m)"	Diameter (mm)"	Material	Flow (L/s)"	Velocity (m/s)"	Headloss Gradient (m/m)"	Start Node	Stop Node	Hazen-Williams C	Hydraulic Grade (Start) (m)"	Hydraulic Grade (Stop) (m)"	Manning's n	Pressure Loss Gradient (Pa/m)"	Velocity (Minimum) (m/s)"	Pressure (Start) (m H2O)"	Pressure (Stop) (m H2O)"	Pressure Loss (m H2O)"
628	T134	10.18	10.21	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	R-2	135	140	2'082.03	2'081.92	0.01	107.18	1.34	-	0.67	0.10
552	T135	7.00	7.04	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	135	136	140	2'081.92	2'081.84	0.01	107.11	1.34	0.67	1.29	0.10
605	T136	8.79	8.79	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	136	137	140	2'081.84	2'081.75	0.01	107.24	1.34	1.29	1.31	0.10
503	T137	5.38	5.38	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	137	138	140	2'081.75	2'081.69	0.01	107.14	1.34	1.31	1.30	0.10
612	T138	9.28	9.38	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	138	139	140	2'081.69	2'081.59	0.01	107.22	1.34	1.30	2.54	0.10
597	T139	8.64	8.64	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	139	140	140	2'081.59	2'081.49	0.01	107.25	1.34	2.54	2.69	0.10
548	T140	6.73	6.74	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	140	141	140	2'081.49	2'081.42	0.01	107.18	1.34	2.69	2.19	0.10
478	T141	4.74	4.74	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	141	142	140	2'081.42	2'081.37	0.01	106.98	1.34	2.19	2.25	0.10
454	T142	3.96	3.96	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	142	143	140	2'081.37	2'081.32	0.01	107.16	1.34	2.25	2.34	-
544	T143	6.63	6.63	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	143	144	140	2'081.32	2'081.25	0.01	107.17	1.34	2.34	2.13	0.10
506	T144	5.47	5.47	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	144	145	140	2'081.25	2'081.19	0.01	107.32	1.34	2.13	2.32	0.10
425	T145	3.16	3.17	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	145	146	140	2'081.19	2'081.16	0.01	106.89	1.34	2.32	2.56	-
499	T146	5.26	5.27	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	146	147	140	2'081.16	2'081.10	0.01	107.23	1.34	2.56	2.87	0.10
545	T147	6.67	6.71	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	147	148	140	2'081.10	2'081.03	0.01	107.28	1.34	2.87	3.53	0.10
459	T148	4.12	4.12	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	148	149	140	2'081.03	2'080.98	0.01	107.20	1.34	3.53	3.31	-
692	T149	16.08	16.21	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	149	150	140	2'080.98	2'080.81	0.01	107.16	1.34	3.31	5.17	0.20
666	T150	12.88	12.89	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	150	151	140	2'080.81	2'080.66	0.01	107.17	1.34	5.17	5.47	0.10
619	T151	9.79	9.79	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	151	152	140	2'080.66	2'080.56	0.01	107.17	1.34	5.47	5.73	0.10
676	T152	13.61	13.65	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	152	153	140	2'080.56	2'080.41	0.01	107.21	1.34	5.73	6.57	0.10
533	T153	6.21	6.56	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	153	154	140	2'080.41	2'080.34	0.01	107.11	1.34	6.57	4.40	0.10
647	T154	11.23	11.27	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	154	155	140	2'080.34	2'080.22	0.01	107.25	1.34	4.40	3.29	0.10
404	T155	2.12	2.13	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	155	156	140	2'080.22	2'080.19	0.01	107.03	1.34	3.29	3.47	-
539	T156	6.35	6.53	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	156	157	140	2'080.19	2'080.12	0.01	107.08	1.34	3.47	4.90	0.10
451	T157	3.93	3.94	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	157	158	140	2'080.12	2'080.08	0.01	107.15	1.34	4.90	4.57	-
461	T158	4.20	4.23	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	158	159	140	2'080.08	2'080.04	0.01	107.13	1.34	4.57	4.97	-
635	T159	10.43	10.43	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	159	160	140	2'080.04	2'079.92	0.01	107.21	1.34	4.97	4.92	0.10
417	T160	2.69	3.18	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	160	161	140	2'079.92	2'079.89	0.01	107.08	1.34	4.92	3.20	-
424	T161	3.09	3.54	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	161	162	140	2'079.89	2'079.86	0.01	107.60	1.34	3.20	4.90	-
392	T162	1.35	1.43	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	162	163	140	2'079.86	2'079.84	0.01	106.58	1.34	4.90	5.34	-
421	T163	2.75	2.75	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	163	164	140	2'079.84	2'079.81	0.01	107.02	1.34	5.34	5.45	-
445	T164	3.84	3.84	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	164	165	140	2'079.81	2'079.77	0.01	107.22	1.34	5.45	5.35	-
468	T165	4.39	4.42	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	165	166	140	2'079.77	2'079.72	0.01	107.17	1.34	5.35	5.80	-

ANEXO 6_ RESULTADOS DEL DISEÑO HIDRÁULICO ADUCCIÓN 2 - DESARENADOR CAÑADA FEA PLANTA DE POTABILIZACIÓN- TUBERÍAS

ID	Label	Length (Scaled) (m)"	Length (3D) (m)"	Diameter (mm)"	Material	Flow (L/s)"	Velocity (m/s)"	Headloss Gradient (m/m)"	Start Node	Stop Node	Hazen-Williams C	Hydraulic Grade (Start) (m)"	Hydraulic Grade (Stop) (m)"	Manning's n	Pressure Loss Gradient (Pa/m)"	Velocity (Minimum) (m/s)"	Pressure (Start) (m H2O)"	Pressure (Stop) (m H2O)"	Pressure Loss (m H2O)"
410	T166	2.31	2.34	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	166	167	140	2'079.72	2'079.70	0.01	107.69	1.34	5.80	6.13	-
409	T167	2.30	2.31	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	167	168	140	2'079.70	2'079.67	0.01	106.85	1.34	6.13	6.26	-
388	T168	0.93	0.96	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	168	169	140	2'079.67	2'079.66	0.01	106.59	1.34	6.26	6.50	-
405	T169	2.13	2.14	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	169	170	140	2'079.66	2'079.64	0.01	107.80	1.34	6.50	6.40	-
542	T170	6.49	6.50	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	170	171	140	2'079.64	2'079.57	0.01	107.04	1.34	6.40	5.98	0.10
558	T171	7.24	7.24	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	171	172	140	2'079.57	2'079.49	0.01	107.30	1.34	5.98	5.72	0.10
406	T172	2.15	2.15	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	172	173	140	2'079.49	2'079.46	0.01	106.95	1.34	5.72	5.77	-
540	T173	6.43	6.44	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	173	174	140	2'079.46	2'079.39	0.01	107.07	1.34	5.77	5.86	0.10
419	T174	2.71	2.71	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	174	175	140	2'079.39	2'079.36	0.01	107.13	1.34	5.86	5.66	-
535	T175	6.26	6.26	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	175	176	140	2'079.36	2'079.30	0.01	107.33	1.34	5.66	5.63	0.10
449	T176	3.92	3.92	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	176	177	140	2'079.30	2'079.25	0.01	107.13	1.34	5.63	5.75	-
498	T177	5.25	5.25	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	177	178	140	2'079.25	2'079.20	0.01	107.09	1.34	5.75	5.72	0.10
582	T178	8.04	8.06	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	178	179	140	2'079.20	2'079.11	0.01	107.20	1.34	5.72	5.15	0.10
434	T179	3.48	3.54	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	179	180	140	2'079.11	2'079.07	0.01	107.28	1.34	5.15	4.45	-
387	T180	0.70	0.71	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	180	181	140	2'079.07	2'079.06	0.01	107.64	1.34	4.45	4.55	-
442	T181	3.68	3.68	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	181	182	140	2'079.06	2'079.02	0.01	106.89	1.34	4.55	4.69	-
494	T182	5.06	5.12	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	182	183	140	2'079.02	2'078.97	0.01	107.31	1.34	4.69	5.40	0.10
402	T183	2.04	2.06	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	183	184	140	2'078.97	2'078.94	0.01	106.94	1.34	5.40	5.62	-
411	T184	2.35	2.39	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	184	185	140	2'078.94	2'078.92	0.01	107.12	1.34	5.62	6.01	-
520	T185	5.83	5.87	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	185	186	140	2'078.92	2'078.85	0.01	107.36	1.34	6.01	6.60	0.10
593	T186	8.47	8.51	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	186	187	140	2'078.85	2'078.76	0.01	107.19	1.34	6.60	7.32	0.10
617	T187	9.61	9.63	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	187	188	140	2'078.76	2'078.66	0.01	107.11	1.34	7.32	7.79	0.10
554	T188	7.12	7.13	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	188	189	140	2'078.66	2'078.58	0.01	107.23	1.34	7.79	8.08	0.10
493	T189	5.06	5.06	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	189	190	140	2'078.58	2'078.52	0.01	107.17	1.34	8.08	7.79	0.10
531	T190	6.21	6.21	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	190	191	140	2'078.52	2'078.45	0.01	107.17	1.34	7.79	7.51	0.10
389	T191	0.97	0.97	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	191	192	140	2'078.45	2'078.44	0.01	107.04	1.34	7.51	7.53	-
570	T192	7.65	7.66	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	192	193	140	2'078.44	2'078.36	0.01	107.13	1.34	7.53	7.70	0.10
427	T193	3.19	3.19	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	193	194	140	2'078.36	2'078.33	0.01	107.39	1.34	7.70	7.59	-
557	T194	7.22	7.23	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	194	195	140	2'078.33	2'078.25	0.01	107.10	1.34	7.59	7.24	0.10
529	T195	6.11	6.12	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	195	196	140	2'078.25	2'078.18	0.01	107.20	1.34	7.24	7.07	0.10
522	T196	5.92	5.94	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	196	197	140	2'078.18	2'078.11	0.01	107.20	1.34	7.07	7.45	0.10
447	T197	3.91	3.91	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	197	198	140	2'078.11	2'078.07	0.01	107.35	1.34	7.45	7.38	-

ANEXO 6_ RESULTADOS DEL DISEÑO HIDRÁULICO ADUCCIÓN 2 - DESARENADOR CAÑADA FEA PLANTA DE POTABILIZACIÓN- TUBERÍAS

ID	Label	Length (Scaled) (m)"	Length (3D) (m)"	Diameter (mm)"	Material	Flow (L/s)"	Velocity (m/s)"	Headloss Gradient (m/m)"	Start Node	Stop Node	Hazen-Williams C	Hydraulic Grade (Start) (m)"	Hydraulic Grade (Stop) (m)"	Manning's n	Pressure Loss Gradient (Pa/m)"	Velocity (Minimum) (m/s)"	Pressure (Start) (m H2O)"	Pressure (Stop) (m H2O)"	Pressure Loss (m H2O)"
488	T198	4.96	4.97	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	198	199	140	2'078.07	2'078.02	0.01	107.18	1.34	7.38	7.08	0.10
508	T199	5.52	5.55	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	199	200	140	2'078.02	2'077.96	0.01	107.14	1.34	7.08	7.64	0.10
385	T200	0.51	0.52	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	200	201	140	2'077.96	2'077.95	0.01	107.56	1.34	7.64	7.68	-
642	T201	10.93	10.95	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	201	202	140	2'077.95	2'077.83	0.01	107.11	1.34	7.68	8.21	0.10
720	T202	22.89	22.93	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	202	203	140	2'077.83	2'077.58	0.01	107.23	1.34	8.21	9.28	0.30
440	T203	3.55	3.56	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	203	204	140	2'077.58	2'077.54	0.01	106.94	1.34	9.28	9.42	-
446	T204	3.87	3.90	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	204	205	140	2'077.54	2'077.50	0.01	107.13	1.34	9.42	9.85	-
452	T205	3.93	3.96	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	205	206	140	2'077.50	2'077.46	0.01	107.35	1.34	9.85	10.26	-
634	T206	10.41	10.43	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	206	207	140	2'077.46	2'077.34	0.01	107.16	1.34	10.26	10.67	0.10
472	T207	4.55	4.55	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	207	208	140	2'077.34	2'077.29	0.01	107.21	1.34	10.67	10.54	-
428	T208	3.21	3.21	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	208	209	140	2'077.29	2'077.26	0.01	107.02	1.34	10.54	10.44	-
621	T209	9.90	9.92	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	209	210	140	2'077.26	2'077.15	0.01	107.21	1.34	10.44	10.96	0.10
721	T210	23.36	23.37	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	210	211	140	2'077.15	2'076.89	0.01	107.20	1.34	10.96	11.52	0.30
717	T211	22.33	22.57	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	211	212	140	2'076.89	2'076.65	0.01	107.19	1.34	11.52	14.56	0.20
537	T212	6.30	6.94	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	212	213	140	2'076.65	2'076.58	0.01	107.03	1.34	14.56	11.58	0.10
559	T213	7.35	7.46	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	213	214	140	2'076.58	2'076.50	0.01	107.21	1.34	11.58	12.75	0.10
687	T214	14.90	14.96	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	214	215	140	2'076.50	2'076.34	0.01	107.21	1.34	12.75	13.92	0.20
606	T215	8.79	8.79	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	215	216	140	2'076.34	2'076.24	0.01	107.17	1.34	13.92	13.93	0.10
457	T216	4.08	4.10	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	216	217	140	2'076.24	2'076.19	0.01	107.15	1.34	13.93	13.52	-
477	T217	4.72	4.73	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	217	218	140	2'076.19	2'076.14	0.01	107.03	1.34	13.52	13.24	0.10
651	T218	11.62	11.63	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	218	219	140	2'076.14	2'076.02	0.01	107.28	1.34	13.24	13.41	0.10
618	T219	9.62	9.62	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	219	220	140	2'076.02	2'075.91	0.01	107.08	1.34	13.41	13.16	0.10
473	T220	4.58	4.58	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	220	221	140	2'075.91	2'075.86	0.01	107.22	1.34	13.16	13.34	0.10
728	T221	24.91	24.92	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	221	222	140	2'075.86	2'075.59	0.01	107.16	1.34	13.34	13.78	0.30
596	T222	8.62	8.64	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	222	223	140	2'075.59	2'075.49	0.01	107.27	1.34	13.78	14.14	0.10
653	T223	11.92	12.01	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	223	224	140	2'075.49	2'075.36	0.01	107.12	1.34	14.14	15.46	0.10
555	T224	7.16	7.34	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	224	225	140	2'075.36	2'075.28	0.01	107.24	1.34	15.46	13.76	0.10
504	T225	5.46	5.67	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	225	226	140	2'075.28	2'075.22	0.01	107.33	1.34	13.76	12.16	0.10
448	T226	3.91	3.92	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	226	227	140	2'075.22	2'075.18	0.01	106.93	1.34	12.16	12.38	-
509	T227	5.53	5.59	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	227	228	140	2'075.18	2'075.12	0.01	107.22	1.34	12.38	11.52	0.10
581	T228	8.02	8.54	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	228	229	140	2'075.12	2'075.03	0.01	107.15	1.34	11.52	14.35	0.10
518	T229	5.76	6.12	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	229	230	140	2'075.03	2'074.97	0.01	107.15	1.34	14.35	12.24	0.10

ANEXO 6_ RESULTADOS DEL DISEÑO HIDRÁULICO ADUCCIÓN 2 - DESARENADOR CAÑADA FEA PLANTA DE POTABILIZACIÓN- TUBERÍAS

ID	Label	Length (Scaled) (m)"	Length (3D) (m)"	Diameter (mm)"	Material	Flow (L/s)"	Velocity (m/s)"	Headloss Gradient (m/m)"	Start Node	Stop Node	Hazen-Williams C	Hydraulic Grade (Start) (m)"	Hydraulic Grade (Stop) (m)"	Manning's n	Pressure Loss Gradient (Pa/m)"	Velocity (Minimum) (m/s)"	Pressure (Start) (m H2O)"	Pressure (Stop) (m H2O)"	Pressure Loss (m H2O)"
585	T230	8.18	8.53	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	230	231	140	2'074.97	2'074.88	0.01	107.20	1.34	12.24	14.57	0.10
685	T231	14.52	14.56	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	231	232	140	2'074.88	2'074.72	0.01	107.26	1.34	14.57	15.54	0.20
550	T232	6.84	6.84	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	232	233	140	2'074.72	2'074.65	0.01	107.09	1.34	15.54	15.26	0.10
474	T233	4.58	4.59	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	233	234	140	2'074.65	2'074.60	0.01	107.19	1.34	15.26	15.45	0.10
646	T234	11.19	11.20	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	234	235	140	2'074.60	2'074.47	0.01	107.14	1.34	15.45	15.80	0.10
689	T235	15.37	15.37	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	235	236	140	2'074.47	2'074.31	0.01	107.20	1.34	15.80	16.09	0.20
469	T236	4.49	4.49	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	236	237	140	2'074.31	2'074.26	0.01	107.11	1.34	16.09	16.20	-
703	T237	18.15	18.20	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	237	238	140	2'074.26	2'074.06	0.01	107.23	1.34	16.20	17.32	0.20
556	T238	7.16	7.17	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	238	239	140	2'074.06	2'073.98	0.01	107.02	1.34	17.32	16.82	0.10
706	T239	19.45	20.03	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	239	240	140	2'073.98	2'073.77	0.01	107.24	1.34	16.82	21.37	0.20
567	T240	7.54	11.44	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	240	241	140	2'073.77	2'073.68	0.01	107.15	1.34	21.37	12.71	0.10
702	T241	17.91	18.77	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	241	242	140	2'073.68	2'073.49	0.01	107.17	1.34	12.71	18.12	0.20
704	T242	18.21	18.74	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	242	243	140	2'073.49	2'073.29	0.01	107.16	1.34	18.12	22.30	0.20
699	T243	17.36	17.36	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	243	244	140	2'073.29	2'073.10	0.01	107.16	1.34	22.30	21.85	0.20
631	T244	10.33	10.66	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	244	245	140	2'073.10	2'072.98	0.01	107.18	1.34	21.85	19.09	0.10
637	T245	10.62	10.79	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	245	246	140	2'072.98	2'072.87	0.01	107.27	1.34	19.09	20.90	0.10
695	T246	16.52	16.53	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	246	247	140	2'072.87	2'072.69	0.01	107.20	1.34	20.90	20.29	0.20
680	T247	14.32	14.36	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	247	248	140	2'072.69	2'072.53	0.01	107.13	1.34	20.29	21.22	0.20
696	T248	16.65	16.65	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	248	249	140	2'072.53	2'072.35	0.01	107.16	1.34	21.22	21.27	0.20
603	T249	8.77	8.77	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	249	250	140	2'072.35	2'072.25	0.01	107.18	1.34	21.27	21.34	0.10
553	T250	7.02	7.11	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	250	251	140	2'072.25	2'072.18	0.01	107.32	1.34	21.34	22.41	0.10
683	T251	14.46	14.46	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	251	252	140	2'072.18	2'072.02	0.01	107.11	1.34	22.41	21.95	0.20
629	T252	10.19	10.25	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	252	253	140	2'072.02	2'071.91	0.01	107.16	1.34	21.95	22.92	0.10
471	T253	4.53	4.54	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	253	254	140	2'071.91	2'071.86	0.01	107.34	1.34	22.92	22.55	-
475	T254	4.69	4.78	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	254	255	140	2'071.86	2'071.80	0.01	107.04	1.34	22.55	23.39	0.10
600	T255	8.71	8.71	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	255	256	140	2'071.80	2'071.71	0.01	107.23	1.34	23.39	23.64	0.10
569	T256	7.64	7.66	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	256	257	140	2'071.71	2'071.63	0.01	107.27	1.34	23.64	23.15	0.10
564	T257	7.49	7.52	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	257	258	140	2'071.63	2'071.54	0.01	107.02	1.34	23.15	23.78	0.10
470	T258	4.50	4.56	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	258	259	140	2'071.54	2'071.49	0.01	107.23	1.34	23.78	22.95	-
700	T259	17.63	17.79	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	259	260	140	2'071.49	2'071.30	0.01	107.23	1.34	22.95	25.15	0.20
584	T260	8.18	8.18	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	260	261	140	2'071.30	2'071.21	0.01	107.05	1.34	25.15	25.03	0.10
665	T261	12.83	12.87	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	261	262	140	2'071.21	2'071.07	0.01	107.20	1.34	25.03	25.95	0.10

ANEXO 6_ RESULTADOS DEL DISEÑO HIDRÁULICO ADUCCIÓN 2 - DESARENADOR CAÑADA FEA PLANTA DE POTABILIZACIÓN- TUBERÍAS

ID	Label	Length (Scaled) (m)"	Length (3D) (m)"	Diameter (mm)"	Material	Flow (L/s)"	Velocity (m/s)"	Headloss Gradient (m/m)"	Start Node	Stop Node	Hazen-Williams C	Hydraulic Grade (Start) (m)"	Hydraulic Grade (Stop) (m)"	Manning's n	Pressure Loss Gradient (Pa/m)"	Velocity (Minimum) (m/s)"	Pressure (Start) (m H2O)"	Pressure (Stop) (m H2O)"	Pressure Loss (m H2O)"
641	T262	10.83	10.84	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	262	263	140	2'071.07	2'070.95	0.01	107.23	1.34	25.95	26.36	0.10
622	T263	9.91	10.99	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	263	264	140	2'070.95	2'070.84	0.01	107.16	1.34	26.36	21.50	0.10
416	T264	2.68	5.33	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	264	265	140	2'070.84	2'070.81	0.01	107.03	1.34	21.50	26.06	-
433	T265	3.42	3.49	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	265	266	140	2'070.81	2'070.78	0.01	107.37	1.34	26.06	25.31	-
730	T266	25.62	26.97	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	266	267	140	2'070.78	2'070.50	0.01	107.16	1.34	25.31	16.63	0.30
609	T267	9.11	13.42	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	267	268	140	2'070.50	2'070.40	0.01	107.15	1.34	16.63	26.37	0.10
610	T268	9.19	9.19	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	268	269	140	2'070.40	2'070.30	0.01	107.27	1.34	26.37	26.13	0.10
613	T269	9.32	9.37	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	269	270	140	2'070.30	2'070.19	0.01	107.16	1.34	26.13	26.90	0.10
708	T270	19.57	20.72	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	270	271	140	2'070.19	2'069.98	0.01	107.16	1.34	26.90	19.90	0.20
724	T271	24.05	25.01	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	271	272	140	2'069.98	2'069.72	0.01	107.20	1.34	19.90	26.50	0.30
643	T272	10.99	12.20	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	272	273	140	2'069.72	2'069.60	0.01	107.14	1.34	26.50	21.08	0.10
656	T273	12.15	13.27	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	273	274	140	2'069.60	2'069.46	0.01	107.17	1.34	21.08	26.28	0.10
716	T274	22.06	22.10	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	274	275	140	2'069.46	2'069.22	0.01	107.21	1.34	26.28	27.29	0.20
551	T275	6.88	7.06	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	275	276	140	2'069.22	2'069.15	0.01	107.13	1.34	27.29	28.77	0.10
479	T276	4.79	4.79	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	276	277	140	2'069.15	2'069.09	0.01	107.29	1.34	28.77	28.84	0.10
481	T277	4.86	4.92	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	277	278	140	2'069.09	2'069.04	0.01	107.03	1.34	28.84	28.01	0.10
514	T278	5.63	5.70	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	278	279	140	2'069.04	2'068.98	0.01	107.29	1.34	28.01	28.82	0.10
423	T279	2.97	3.02	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	279	280	140	2'068.98	2'068.95	0.01	107.30	1.34	28.82	28.27	-
525	T280	6.03	6.19	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	280	281	140	2'068.95	2'068.88	0.01	107.06	1.34	28.27	29.61	0.10
534	T281	6.23	6.25	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	281	282	140	2'068.88	2'068.81	0.01	107.25	1.34	29.61	29.08	0.10
513	T282	5.62	5.64	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	282	283	140	2'068.81	2'068.75	0.01	107.23	1.34	29.08	29.50	0.10
453	T283	3.94	3.94	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	283	284	140	2'068.75	2'068.71	0.01	106.96	1.34	29.50	29.53	-
583	T284	8.07	8.08	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	284	285	140	2'068.71	2'068.62	0.01	107.28	1.34	29.53	29.94	0.10
408	T285	2.30	2.50	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	285	286	140	2'068.62	2'068.59	0.01	106.92	1.34	29.94	30.88	-
490	T286	4.98	5.06	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	286	287	140	2'068.59	2'068.54	0.01	107.16	1.34	30.88	31.74	0.10
482	T287	4.86	5.67	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	287	288	140	2'068.54	2'068.49	0.01	107.29	1.34	31.74	34.60	0.10
460	T288	4.15	5.11	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	288	289	140	2'068.49	2'068.44	0.01	107.07	1.34	34.60	37.53	-
492	T289	5.03	5.64	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	289	290	140	2'068.44	2'068.39	0.01	107.35	1.34	37.53	40.00	0.10
516	T290	5.73	6.03	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	290	291	140	2'068.39	2'068.32	0.01	107.08	1.34	40.00	41.82	0.10
435	T291	3.48	3.53	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	291	292	140	2'068.32	2'068.28	0.01	107.09	1.34	41.82	42.34	-
500	T292	5.29	5.55	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	292	293	140	2'068.28	2'068.23	0.01	107.16	1.34	42.34	43.95	0.10
485	T293	4.89	4.97	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	293	294	140	2'068.23	2'068.17	0.01	107.15	1.34	43.95	44.74	0.10

ANEXO 6_ RESULTADOS DEL DISEÑO HIDRÁULICO ADUCCIÓN 2 - DESARENADOR CAÑADA FEA PLANTA DE POTABILIZACIÓN- TUBERÍAS

ID	Label	Length (Scaled) (m)"	Length (3D) (m)"	Diameter (mm)"	Material	Flow (L/s)"	Velocity (m/s)"	Headloss Gradient (m/m)"	Start Node	Stop Node	Hazen-Williams C	Hydraulic Grade (Start) (m)"	Hydraulic Grade (Stop) (m)"	Manning's n	Pressure Loss Gradient (Pa/m)"	Velocity (Minimum) (m/s)"	Pressure (Start) (m H2O)"	Pressure (Stop) (m H2O)"	Pressure Loss (m H2O)"
422	T294	2.76	3.18	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	294	295	140	2'068.17	2'068.14	0.01	107.65	1.34	44.74	46.29	-
396	T295	1.52	1.98	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	295	296	140	2'068.14	2'068.13	0.01	106.40	1.34	46.29	47.54	-
413	T296	2.63	3.23	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	296	297	140	2'068.13	2'068.10	0.01	107.43	1.34	47.54	49.39	-
437	T297	3.50	4.07	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	297	298	140	2'068.10	2'068.06	0.01	107.29	1.34	49.39	51.41	-
455	T298	3.97	4.32	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	298	299	140	2'068.06	2'068.02	0.01	107.03	1.34	51.41	53.05	-
528	T299	6.09	6.26	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	299	300	140	2'068.02	2'067.95	0.01	107.19	1.34	53.05	54.42	0.10
436	T300	3.50	3.56	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	300	301	140	2'067.95	2'067.91	0.01	107.09	1.34	54.42	55.08	-
462	T301	4.21	4.30	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	301	302	140	2'067.91	2'067.86	0.01	107.31	1.34	55.08	55.92	-
507	T302	5.48	5.52	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	302	303	140	2'067.86	2'067.80	0.01	107.03	1.34	55.92	56.52	0.10
390	T303	1.01	1.21	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	303	304	140	2'067.80	2'067.79	0.01	108.35	1.34	56.52	55.84	-
395	T304	1.48	1.73	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	304	305	140	2'067.79	2'067.78	0.01	106.51	1.34	55.84	54.93	-
465	T305	4.28	4.38	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	305	306	140	2'067.78	2'067.73	0.01	107.18	1.34	54.93	53.96	-
415	T306	2.68	2.68	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	306	307	140	2'067.73	2'067.70	0.01	107.12	1.34	53.96	54.09	-
393	T307	1.42	1.48	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	307	308	140	2'067.70	2'067.69	0.01	107.62	1.34	54.09	53.67	-
386	T308	0.63	0.69	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	308	309	140	2'067.69	2'067.68	0.01	106.32	1.34	53.67	53.39	-
414	T309	2.64	2.70	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	309	310	140	2'067.68	2'067.65	0.01	107.23	1.34	53.39	52.76	-
401	T310	1.98	1.98	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	310	311	140	2'067.65	2'067.63	0.01	107.45	1.34	52.76	52.84	-
400	T311	1.96	2.46	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	311	312	140	2'067.63	2'067.61	0.01	106.89	1.34	52.84	54.30	-
407	T312	2.24	2.58	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	312	313	140	2'067.61	2'067.58	0.01	107.33	1.34	54.30	55.56	-
431	T313	3.37	4.41	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	313	314	140	2'067.58	2'067.55	0.01	107.26	1.34	55.56	58.36	-
496	T314	5.21	6.41	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	314	315	140	2'067.55	2'067.49	0.01	107.07	1.34	58.36	62.03	0.10
458	T315	4.08	4.32	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	315	316	140	2'067.49	2'067.44	0.01	107.44	1.34	62.03	63.40	-
487	T316	4.93	5.06	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	316	317	140	2'067.44	2'067.39	0.01	107.01	1.34	63.40	64.49	0.10
438	T317	3.53	3.87	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	317	318	140	2'067.39	2'067.35	0.01	107.22	1.34	64.49	66.02	-
480	T318	4.84	4.85	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	318	319	140	2'067.35	2'067.30	0.01	107.07	1.34	66.02	66.30	0.10
549	T319	6.79	6.81	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	319	320	140	2'067.30	2'067.22	0.01	107.29	1.34	66.30	66.77	0.10
443	T320	3.72	3.80	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	320	321	140	2'067.22	2'067.18	0.01	107.03	1.34	66.77	67.52	-
538	T321	6.31	6.37	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	321	322	140	2'067.18	2'067.11	0.01	107.18	1.34	67.52	68.36	0.10
524	T322	5.95	6.08	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	322	323	140	2'067.11	2'067.05	0.01	107.22	1.34	68.36	69.57	0.10
519	T323	5.77	5.92	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	323	324	140	2'067.05	2'066.99	0.01	107.23	1.34	69.57	70.83	0.10
430	T324	3.35	3.67	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	324	325	140	2'066.99	2'066.95	0.01	107.09	1.34	70.83	72.29	-
456	T325	3.98	4.07	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	325	326	140	2'066.95	2'066.91	0.01	107.13	1.34	72.29	73.08	-

ANEXO 6_ RESULTADOS DEL DISEÑO HIDRÁULICO ADUCCIÓN 2 - DESARENADOR CAÑADA FEA PLANTA DE POTABILIZACIÓN- TUBERÍAS

ID	Label	Length (Scaled) (m)"	Length (3D) (m)"	Diameter (mm)"	Material	Flow (L/s)"	Velocity (m/s)"	Headloss Gradient (m/m)"	Start Node	Stop Node	Hazen-Williams C	Hydraulic Grade (Start) (m)"	Hydraulic Grade (Stop) (m)"	Manning's n	Pressure Loss Gradient (Pa/m)"	Velocity (Minimum) (m/s)"	Pressure (Start) (m H2O)"	Pressure (Stop) (m H2O)"	Pressure Loss (m H2O)"
489	T326	4.96	5.14	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	326	327	140	2'066.91	2'066.85	0.01	107.16	1.34	73.08	74.35	0.10
464	T327	4.27	4.40	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	327	328	140	2'066.85	2'066.80	0.01	107.41	1.34	74.35	75.38	-
510	T328	5.54	5.72	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	328	329	140	2'066.80	2'066.74	0.01	107.02	1.34	75.38	76.73	0.10
397	T329	1.68	2.08	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	329	330	140	2'066.74	2'066.72	0.01	107.69	1.34	76.73	77.94	-
463	T330	4.27	4.30	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	330	331	140	2'066.72	2'066.68	0.01	107.10	1.34	77.94	78.38	-
615	T331	9.42	9.45	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	331	332	140	2'066.68	2'066.57	0.01	107.18	1.34	78.38	79.03	0.10
412	T332	2.59	2.87	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	332	333	140	2'066.57	2'066.55	0.01	107.26	1.34	79.03	77.79	-
590	T333	8.43	8.47	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	333	334	140	2'066.55	2'066.45	0.01	107.14	1.34	77.79	78.56	0.10
580	T334	8.00	8.15	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	334	335	140	2'066.45	2'066.37	0.01	107.11	1.34	78.56	80.05	0.10
476	T335	4.70	5.06	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	335	336	140	2'066.37	2'066.32	0.01	107.45	1.34	80.05	81.85	0.10
426	T336	3.17	3.26	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	336	337	140	2'066.32	2'066.28	0.01	107.16	1.34	81.85	82.68	-
565	T337	7.49	7.86	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	337	338	140	2'066.28	2'066.20	0.01	107.11	1.34	82.68	84.96	0.10
573	T338	7.75	7.80	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	338	339	140	2'066.20	2'066.11	0.01	107.17	1.34	84.96	85.76	0.10
608	T339	8.98	9.01	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	339	340	140	2'066.11	2'066.02	0.01	107.18	1.34	85.76	86.42	0.10
630	T340	10.24	10.33	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	340	341	140	2'066.02	2'065.90	0.01	107.23	1.34	86.42	87.68	0.10
571	T341	7.72	7.78	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	341	342	140	2'065.90	2'065.82	0.01	107.21	1.34	87.68	88.61	0.10
497	T342	5.25	5.29	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	342	343	140	2'065.82	2'065.76	0.01	107.15	1.34	88.61	89.19	0.10
575	T343	7.81	7.84	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	343	344	140	2'065.76	2'065.68	0.01	107.20	1.34	89.19	89.75	0.10
418	T344	2.70	2.70	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	344	345	140	2'065.68	2'065.65	0.01	106.96	1.34	89.75	89.70	-
383	T345	0.19	0.97	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	345	346	140	2'065.65	2'065.64	0.01	109.41	1.34	89.70	90.64	-
450	T346	3.92	3.93	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	346	347	140	2'065.64	2'065.60	0.01	106.99	1.34	90.64	90.87	-
577	T348	9.45	9.68	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	347	349	140	2'065.60	2'065.50	0.01	107.27	1.34	90.87	88.66	0.10
432	T349	3.38	3.38	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	349	350	140	2'065.50	2'065.46	0.01	106.91	1.34	88.66	88.43	-
738	T350(1)	8.09	8.14	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	350	TCV-1	140	2'065.46	2'065.37	0.01	107.19	1.34	88.43	89.27	0.10
739	T350(2)	2.36	2.38	155.22	PVC	25.38	1.34	0.011	TCV-1	T-1	140	1'973.73	1'973.70	0.01	107.24	1.34	- 2.19	- 1.94	-

ANEXO 7_ RESULTADOS DEL DISEÑO HIDRÁULICO ADUCCIÓN 2 - DESARENADOR CAÑADA FEA PLANTA DE POTABILIZACIÓN- NODOS

ID	Label	Elevation (m)"	X (m)"	Y (m)"	Pressure (m H2O)"	Pressure (Maximum) (m H2O)"	Pressure (Minimum) (m H2O)"	Hydraulic Grade (m)"
70	135	2'081.25	883'417.14	1'181'365.35	0.67	0.67	0.67	2'081.92
71	136	2'080.55	883'410.15	1'181'365.70	1.29	1.29	1.29	2'081.84
73	138	2'080.39	883'396.16	1'181'363.43	1.30	1.30	1.30	2'081.69
72	137	2'080.44	883'401.45	1'181'364.44	1.31	1.31	1.31	2'081.75
80	144	2'079.11	883'358.47	1'181'371.92	2.13	2.13	2.13	2'081.25
77	141	2'079.23	883'372.16	1'181'366.48	2.19	2.19	2.19	2'081.42
78	142	2'079.12	883'367.43	1'181'366.74	2.25	2.25	2.25	2'081.37
81	145	2'078.87	883'354.07	1'181'375.16	2.32	2.32	2.32	2'081.19
79	143	2'078.98	883'363.60	1'181'367.71	2.34	2.34	2.34	2'081.32
74	139	2'079.04	883'386.95	1'181'362.32	2.54	2.54	2.54	2'081.59
82	146	2'078.59	883'351.49	1'181'376.99	2.56	2.56	2.56	2'081.16
76	140	2'078.80	883'378.69	1'181'364.85	2.69	2.69	2.69	2'081.49
83	147	2'078.23	883'347.18	1'181'380.00	2.87	2.87	2.87	2'081.10
99	161	2'076.69	883'265.48	1'181'438.25	3.20	3.20	3.20	2'079.89
92	155	2'076.92	883'294.12	1'181'436.33	3.29	3.29	3.29	2'080.22
85	149	2'077.67	883'339.25	1'181'387.28	3.31	3.31	3.31	2'080.98
93	156	2'076.71	883'292.18	1'181'437.21	3.47	3.47	3.47	2'080.19
84	148	2'077.49	883'342.06	1'181'384.28	3.53	3.53	3.53	2'081.03
91	154	2'075.93	883'304.85	1'181'433.04	4.40	4.40	4.40	2'080.34
120	180	2'074.61	883'218.16	1'181'399.47	4.45	4.45	4.45	2'079.07
121	181	2'074.50	883'217.47	1'181'399.35	4.55	4.55	4.55	2'079.06
95	158	2'075.50	883'282.01	1'181'437.05	4.57	4.57	4.57	2'080.08
122	182	2'074.32	883'216.81	1'181'395.73	4.69	4.69	4.69	2'079.02
100	162	2'074.94	883'262.84	1'181'436.65	4.90	4.90	4.90	2'079.86
94	157	2'075.21	883'285.88	1'181'436.41	4.90	4.90	4.90	2'080.12
98	160	2'074.99	883'267.78	1'181'436.84	4.92	4.92	4.92	2'079.92
96	159	2'075.06	883'278.12	1'181'435.44	4.97	4.97	4.97	2'080.04
118	179	2'073.95	883'221.59	1'181'400.06	5.15	5.15	5.15	2'079.11
87	150	2'075.63	883'326.77	1'181'397.42	5.17	5.17	5.17	2'080.81
101	163	2'074.49	883'261.57	1'181'436.18	5.34	5.34	5.34	2'079.84
103	165	2'074.41	883'256.11	1'181'432.51	5.35	5.35	5.35	2'079.77
123	183	2'073.56	883'216.66	1'181'390.67	5.40	5.40	5.40	2'078.97
102	164	2'074.35	883'259.18	1'181'434.82	5.45	5.45	5.45	2'079.81
88	151	2'075.19	883'317.38	1'181'406.24	5.47	5.47	5.47	2'080.66
124	184	2'073.31	883'216.65	1'181'388.63	5.62	5.62	5.62	2'078.94
115	176	2'073.65	883'238.26	1'181'402.22	5.63	5.63	5.63	2'079.30

ANEXO 7_ RESULTADOS DEL DISEÑO HIDRÁULICO ADUCCIÓN 2 - DESARENADOR CAÑADA FEA PLANTA DE POTABILIZACIÓN- NODOS

ID	Label	Elevation (m)"	X (m)"	Y (m)"	Pressure (m H2O)"	Pressure (Maximum) (m H2O)"	Pressure (Minimum) (m H2O)"	Hydraulic Grade (m)"
114	175	2'073.69	883'244.33	1'181'403.72	5.66	5.66	5.66	2'079.36
117	178	2'073.47	883'229.62	1'181'399.66	5.72	5.72	5.72	2'079.20
111	172	2'073.76	883'253.00	1'181'409.02	5.72	5.72	5.72	2'079.49
89	152	2'074.82	883'313.20	1'181'415.09	5.73	5.73	5.73	2'080.56
116	177	2'073.49	883'234.83	1'181'400.32	5.75	5.75	5.75	2'079.25
112	173	2'073.69	883'252.88	1'181'406.87	5.77	5.77	5.77	2'079.46
104	166	2'073.91	883'253.27	1'181'429.17	5.80	5.80	5.80	2'079.72
113	174	2'073.52	883'246.75	1'181'404.94	5.86	5.86	5.86	2'079.39
110	171	2'073.57	883'251.21	1'181'416.03	5.98	5.98	5.98	2'079.57
125	185	2'072.90	883'216.73	1'181'386.27	6.01	6.01	6.01	2'078.92
105	167	2'073.55	883'251.94	1'181'427.27	6.13	6.13	6.13	2'079.70
106	168	2'073.40	883'250.67	1'181'425.35	6.26	6.26	6.26	2'079.67
109	170	2'073.23	883'250.29	1'181'422.45	6.40	6.40	6.40	2'079.64
107	169	2'073.15	883'250.15	1'181'424.58	6.50	6.50	6.50	2'079.66
90	153	2'073.82	883'307.95	1'181'427.65	6.57	6.57	6.57	2'080.41
126	186	2'072.24	883'218.55	1'181'380.73	6.60	6.60	6.60	2'078.85
137	196	2'071.10	883'218.99	1'181'321.99	7.07	7.07	7.07	2'078.18
140	199	2'070.92	883'213.15	1'181'312.11	7.08	7.08	7.08	2'078.02
136	195	2'070.99	883'217.99	1'181'328.02	7.24	7.24	7.24	2'078.25
127	187	2'071.42	883'221.47	1'181'372.79	7.32	7.32	7.32	2'078.76
139	198	2'070.68	883'218.03	1'181'313.01	7.38	7.38	7.38	2'078.07
138	197	2'070.65	883'220.28	1'181'316.21	7.45	7.45	7.45	2'078.11
132	191	2'070.93	883'219.39	1'181'345.14	7.51	7.51	7.51	2'078.45
133	192	2'070.90	883'219.38	1'181'344.18	7.53	7.53	7.53	2'078.44
135	194	2'070.72	883'220.78	1'181'334.69	7.59	7.59	7.59	2'078.33
143	200	2'070.30	883'207.64	1'181'311.84	7.64	7.64	7.64	2'077.96
144	201	2'070.25	883'207.17	1'181'312.04	7.68	7.68	7.68	2'077.95
134	193	2'070.65	883'222.66	1'181'337.26	7.70	7.70	7.70	2'078.36
131	190	2'070.72	883'219.67	1'181'351.35	7.79	7.79	7.79	2'078.52
128	188	2'070.85	883'222.35	1'181'363.21	7.79	7.79	7.79	2'078.66
129	189	2'070.49	883'221.01	1'181'356.22	8.08	8.08	8.08	2'078.58
145	202	2'069.61	883'197.76	1'181'317.61	8.21	8.21	8.21	2'077.83
146	203	2'068.28	883'186.91	1'181'337.77	9.28	9.28	9.28	2'077.58
147	204	2'068.10	883'184.93	1'181'340.72	9.42	9.42	9.42	2'077.54
148	205	2'067.63	883'181.84	1'181'343.06	9.85	9.85	9.85	2'077.50
149	206	2'067.17	883'179.21	1'181'345.98	10.26	10.26	10.26	2'077.46

ANEXO 7_ RESULTADOS DEL DISEÑO HIDRÁULICO ADUCCIÓN 2 - DESARENADOR CAÑADA FEA PLANTA DE POTABILIZACIÓN- NODOS

ID	Label	Elevation (m)"	X (m)"	Y (m)"	Pressure (m H2O)"	Pressure (Maximum) (m H2O)"	Pressure (Minimum) (m H2O)"	Hydraulic Grade (m)"
152	209	2'066.80	883'175.83	1'181'363.09	10.44	10.44	10.44	2'077.26
151	208	2'066.74	883'178.18	1'181'360.89	10.54	10.54	10.54	2'077.29
150	207	2'066.65	883'178.85	1'181'356.39	10.67	10.67	10.67	2'077.34
154	210	2'066.17	883'168.39	1'181'369.62	10.96	10.96	10.96	2'077.15
173	228	2'063.58	883'038.60	1'181'400.26	11.52	11.52	11.52	2'075.12
155	211	2'065.35	883'162.63	1'181'392.25	11.52	11.52	11.52	2'076.89
157	213	2'064.98	883'143.70	1'181'404.81	11.58	11.58	11.58	2'076.58
171	226	2'063.04	883'047.03	1'181'397.26	12.16	12.16	12.16	2'075.22
176	230	2'062.71	883'034.94	1'181'398.77	12.24	12.24	12.24	2'074.97
172	227	2'062.78	883'044.11	1'181'399.86	12.38	12.38	12.38	2'075.18
188	241	2'060.95	883'086.11	1'181'326.21	12.71	12.71	12.71	2'073.68
158	214	2'063.72	883'136.43	1'181'405.95	12.75	12.75	12.75	2'076.50
165	220	2'062.73	883'105.13	1'181'400.84	13.16	13.16	13.16	2'075.91
162	218	2'062.88	883'116.18	1'181'418.79	13.24	13.24	13.24	2'076.14
166	221	2'062.49	883'100.70	1'181'399.68	13.34	13.34	13.34	2'075.86
163	219	2'062.58	883'111.21	1'181'408.28	13.41	13.41	13.41	2'076.02
161	217	2'062.65	883'116.99	1'181'423.44	13.52	13.52	13.52	2'076.19
170	225	2'061.50	883'052.09	1'181'395.21	13.76	13.76	13.76	2'075.28
167	222	2'061.78	883'076.24	1'181'404.46	13.78	13.78	13.78	2'075.59
159	215	2'062.39	883'125.33	1'181'415.89	13.92	13.92	13.92	2'076.34
160	216	2'062.28	883'121.06	1'181'423.58	13.93	13.93	13.93	2'076.24
168	223	2'061.32	883'069.82	1'181'398.71	14.14	14.14	14.14	2'075.49
174	229	2'060.66	883'031.07	1'181'403.05	14.35	14.35	14.35	2'075.03
156	212	2'062.06	883'141.34	1'181'398.97	14.56	14.56	14.56	2'076.65
177	231	2'060.28	883'031.55	1'181'391.33	14.57	14.57	14.57	2'074.88
179	233	2'059.35	883'031.34	1'181'370.69	15.26	15.26	15.26	2'074.65
180	234	2'059.12	883'035.63	1'181'369.10	15.45	15.45	15.45	2'074.60
169	224	2'059.87	883'059.06	1'181'393.58	15.46	15.46	15.46	2'075.36
178	232	2'059.15	883'028.85	1'181'377.06	15.54	15.54	15.54	2'074.72
181	235	2'058.64	883'046.73	1'181'370.51	15.80	15.80	15.80	2'074.47
182	236	2'058.19	883'054.53	1'181'357.26	16.09	16.09	16.09	2'074.31
183	237	2'058.03	883'057.99	1'181'354.41	16.20	16.20	16.20	2'074.26
216	267	2'053.83	882'940.10	1'181'238.18	16.63	16.63	16.63	2'070.50
185	239	2'057.13	883'079.09	1'181'349.11	16.82	16.82	16.82	2'073.98
184	238	2'056.71	883'076.10	1'181'355.61	17.32	17.32	17.32	2'074.06
189	242	2'055.33	883'084.34	1'181'308.39	18.12	18.12	18.12	2'073.49

ANEXO 7_ RESULTADOS DEL DISEÑO HIDRÁULICO ADUCCIÓN 2 - DESARENADOR CAÑADA FEA PLANTA DE POTABILIZACIÓN- NODOS

ID	Label	Elevation (m)"	X (m)"	Y (m)"	Pressure (m H2O)"	Pressure (Maximum) (m H2O)"	Pressure (Minimum) (m H2O)"	Hydraulic Grade (m)"
192	245	2'053.86	883'056.03	1'181'273.55	19.09	19.09	19.09	2'072.98
221	271	2'050.04	882'982.84	1'181'242.67	19.90	19.90	19.90	2'069.98
194	247	2'052.36	883'034.47	1'181'260.62	20.29	20.29	20.29	2'072.69
193	246	2'051.93	883'050.54	1'181'264.45	20.90	20.90	20.90	2'072.87
223	273	2'048.48	882'997.78	1'181'220.02	21.08	21.08	21.08	2'069.60
195	248	2'051.26	883'020.58	1'181'264.09	21.22	21.22	21.22	2'072.53
196	249	2'051.04	883'007.29	1'181'274.12	21.27	21.27	21.27	2'072.35
198	250	2'050.87	882'999.06	1'181'277.15	21.34	21.34	21.34	2'072.25
187	240	2'052.36	883'089.74	1'181'332.83	21.37	21.37	21.37	2'073.77
213	264	2'049.30	882'916.57	1'181'237.32	21.50	21.50	21.50	2'070.84
191	244	2'051.21	883'064.48	1'181'279.48	21.85	21.85	21.85	2'073.10
200	252	2'050.03	882'977.75	1'181'275.42	21.95	21.95	21.95	2'072.02
190	243	2'050.94	883'076.61	1'181'291.90	22.30	22.30	22.30	2'073.29
199	251	2'049.72	882'992.20	1'181'275.68	22.41	22.41	22.41	2'072.18
202	254	2'049.26	882'965.55	1'181'283.55	22.55	22.55	22.55	2'071.86
201	253	2'048.94	882'969.64	1'181'281.60	22.92	22.92	22.92	2'071.91
207	259	2'048.50	882'934.06	1'181'290.33	22.95	22.95	22.95	2'071.49
205	257	2'048.43	882'945.14	1'181'287.48	23.15	23.15	23.15	2'071.63
203	255	2'048.37	882'960.89	1'181'284.15	23.39	23.39	23.39	2'071.80
204	256	2'048.02	882'952.78	1'181'287.31	23.64	23.64	23.64	2'071.71
206	258	2'047.71	882'938.51	1'181'290.96	23.78	23.78	23.78	2'071.54
210	261	2'046.13	882'934.05	1'181'265.58	25.03	25.03	25.03	2'071.21
209	260	2'046.11	882'937.43	1'181'273.03	25.15	25.15	25.15	2'071.30
215	266	2'045.42	882'915.41	1'181'231.33	25.31	25.31	25.31	2'070.78
211	262	2'045.07	882'925.48	1'181'256.03	25.95	25.95	25.95	2'071.07
214	265	2'044.70	882'916.17	1'181'234.66	26.06	26.06	26.06	2'070.81
218	269	2'044.11	882'957.05	1'181'231.84	26.13	26.13	26.13	2'070.30
224	274	2'043.13	883'007.99	1'181'213.43	26.28	26.28	26.28	2'069.46
212	263	2'044.54	882'920.69	1'181'246.33	26.36	26.36	26.36	2'070.95
217	268	2'043.98	882'949.01	1'181'236.29	26.37	26.37	26.37	2'070.40
222	272	2'043.17	883'003.06	1'181'229.66	26.50	26.50	26.50	2'069.72
220	270	2'043.24	882'963.76	1'181'238.31	26.90	26.90	26.90	2'070.19
225	275	2'041.88	883'004.44	1'181'191.66	27.29	27.29	27.29	2'069.22
228	278	2'040.97	882'997.01	1'181'179.63	28.01	28.01	28.01	2'069.04
231	280	2'040.62	882'990.98	1'181'173.76	28.27	28.27	28.27	2'068.95
226	276	2'040.31	883'005.09	1'181'184.81	28.77	28.77	28.77	2'069.15

ANEXO 7_ RESULTADOS DEL DISEÑO HIDRÁULICO ADUCCIÓN 2 - DESARENADOR CAÑADA FEA PLANTA DE POTABILIZACIÓN- NODOS

ID	Label	Elevation (m)"	X (m)"	Y (m)"	Pressure (m H2O)"	Pressure (Maximum) (m H2O)"	Pressure (Minimum) (m H2O)"	Hydraulic Grade (m)"
229	279	2'040.10	882'992.41	1'181'176.37	28.82	28.82	28.82	2'068.98
227	277	2'040.20	883'000.81	1'181'182.66	28.84	28.84	28.84	2'069.09
233	282	2'039.68	882'998.11	1'181'163.78	29.08	29.08	29.08	2'068.81
234	283	2'039.19	882'999.70	1'181'158.39	29.50	29.50	29.50	2'068.75
235	284	2'039.12	882'999.62	1'181'154.46	29.53	29.53	29.53	2'068.71
232	281	2'039.21	882'994.56	1'181'168.91	29.61	29.61	29.61	2'068.88
236	285	2'038.62	882'998.02	1'181'146.55	29.94	29.94	29.94	2'068.62
237	286	2'037.65	882'999.33	1'181'144.66	30.88	30.88	30.88	2'068.59
238	287	2'036.73	882'998.23	1'181'139.80	31.74	31.74	31.74	2'068.54
239	288	2'033.82	882'996.78	1'181'135.17	34.60	34.60	34.60	2'068.49
240	289	2'030.84	882'995.73	1'181'131.15	37.53	37.53	37.53	2'068.44
242	290	2'028.30	882'993.97	1'181'126.44	40.00	40.00	40.00	2'068.39
243	291	2'026.42	882'992.46	1'181'120.91	41.82	41.82	41.82	2'068.32
244	292	2'025.86	882'994.08	1'181'117.83	42.34	42.34	42.34	2'068.28
245	293	2'024.19	882'997.33	1'181'113.65	43.95	43.95	43.95	2'068.23
246	294	2'023.34	882'998.59	1'181'108.93	44.74	44.74	44.74	2'068.17
247	295	2'021.76	882'997.50	1'181'106.39	46.29	46.29	46.29	2'068.14
248	296	2'020.49	882'997.33	1'181'104.88	47.54	47.54	47.54	2'068.13
249	297	2'018.61	882'997.07	1'181'102.26	49.39	49.39	49.39	2'068.10
250	298	2'016.55	882'996.68	1'181'098.78	51.41	51.41	51.41	2'068.06
265	310	2'014.79	882'979.12	1'181'074.51	52.76	52.76	52.76	2'067.65
266	311	2'014.69	882'977.32	1'181'073.69	52.84	52.84	52.84	2'067.63
251	299	2'014.86	882'995.99	1'181'094.87	53.05	53.05	53.05	2'068.02
263	309	2'014.19	882'981.58	1'181'075.47	53.39	53.39	53.39	2'067.68
262	308	2'013.91	882'982.09	1'181'075.84	53.67	53.67	53.67	2'067.69
260	306	2'013.66	882'985.97	1'181'077.10	53.96	53.96	53.96	2'067.73
261	307	2'013.50	882'983.38	1'181'076.45	54.09	54.09	54.09	2'067.70
267	312	2'013.20	882'975.95	1'181'072.29	54.30	54.30	54.30	2'067.61
254	300	2'013.42	882'996.72	1'181'088.82	54.42	54.42	54.42	2'067.95
259	305	2'012.74	882'990.25	1'181'077.38	54.93	54.93	54.93	2'067.78
255	301	2'012.72	882'996.46	1'181'085.34	55.08	55.08	55.08	2'067.91
268	313	2'011.91	882'974.13	1'181'070.98	55.56	55.56	55.56	2'067.58
258	304	2'011.84	882'991.69	1'181'077.08	55.84	55.84	55.84	2'067.79
256	302	2'011.83	882'996.05	1'181'081.15	55.92	55.92	55.92	2'067.86
257	303	2'011.17	882'992.67	1'181'076.83	56.52	56.52	56.52	2'067.80
269	314	2'009.06	882'971.85	1'181'068.51	58.36	58.36	58.36	2'067.55

ANEXO 7_ RESULTADOS DEL DISEÑO HIDRÁULICO ADUCCIÓN 2 - DESARENADOR CAÑADA FEA PLANTA DE POTABILIZACIÓN- NODOS

ID	Label	Elevation (m)"	X (m)"	Y (m)"	Pressure (m H2O)"	Pressure (Maximum) (m H2O)"	Pressure (Minimum) (m H2O)"	Hydraulic Grade (m)"
270	315	2'005.34	882'967.63	1'181'065.44	62.03	62.03	62.03	2'067.49
271	316	2'003.91	882'963.56	1'181'065.66	63.40	63.40	63.40	2'067.44
272	317	2'002.77	882'958.73	1'181'064.66	64.49	64.49	64.49	2'067.39
273	318	2'001.20	882'955.81	1'181'062.68	66.02	66.02	66.02	2'067.35
274	319	2'000.87	882'954.74	1'181'057.96	66.30	66.30	66.30	2'067.30
276	320	2'000.32	882'956.52	1'181'051.40	66.77	66.77	66.77	2'067.22
277	321	1'999.53	882'956.37	1'181'047.69	67.52	67.52	67.52	2'067.18
278	322	1'998.62	882'952.48	1'181'042.73	68.36	68.36	68.36	2'067.11
279	323	1'997.34	882'948.15	1'181'038.65	69.57	69.57	69.57	2'067.05
280	324	1'996.01	882'943.32	1'181'035.48	70.83	70.83	70.83	2'066.99
281	325	1'994.51	882'939.98	1'181'035.28	72.29	72.29	72.29	2'066.95
282	326	1'993.68	882'936.94	1'181'032.71	73.08	73.08	73.08	2'066.91
283	327	1'992.35	882'933.50	1'181'029.14	74.35	74.35	74.35	2'066.85
284	328	1'991.28	882'929.38	1'181'028.01	75.38	75.38	75.38	2'066.80
285	329	1'989.86	882'924.53	1'181'025.33	76.73	76.73	76.73	2'066.74
290	333	1'988.60	882'909.53	1'181'016.75	77.79	77.79	77.79	2'066.55
287	330	1'988.63	882'922.86	1'181'025.56	77.94	77.94	77.94	2'066.72
288	331	1'988.14	882'918.74	1'181'024.43	78.38	78.38	78.38	2'066.68
291	334	1'987.73	882'906.14	1'181'009.04	78.56	78.56	78.56	2'066.45
289	332	1'987.39	882'911.35	1'181'018.60	79.03	79.03	79.03	2'066.57
292	335	1'986.15	882'902.43	1'181'001.95	80.05	80.05	80.05	2'066.37
293	336	1'984.30	882'899.01	1'180'998.73	81.85	81.85	81.85	2'066.32
294	337	1'983.44	882'896.11	1'180'997.45	82.68	82.68	82.68	2'066.28
295	338	1'981.06	882'898.30	1'180'990.28	84.96	84.96	84.96	2'066.20
296	339	1'980.18	882'892.04	1'180'985.71	85.76	85.76	85.76	2'066.11
298	340	1'979.42	882'885.28	1'180'979.80	86.42	86.42	86.42	2'066.02
299	341	1'978.05	882'876.83	1'180'974.02	87.68	87.68	87.68	2'065.90
309	350	1'976.86	882'846.59	1'180'953.07	88.43	88.43	88.43	2'065.46
300	342	1'977.03	882'870.46	1'180'969.65	88.61	88.61	88.61	2'065.82
307	349	1'976.66	882'845.90	1'180'956.38	88.66	88.66	88.66	2'065.50
301	343	1'976.39	882'865.48	1'180'968.00	89.19	89.19	89.19	2'065.76
303	345	1'975.77	882'855.25	1'180'966.07	89.70	89.70	89.70	2'065.65
302	344	1'975.75	882'857.94	1'180'965.95	89.75	89.75	89.75	2'065.68
304	346	1'974.82	882'855.14	1'180'965.91	90.64	90.64	90.64	2'065.64
305	347	1'974.55	882'852.97	1'180'962.65	90.87	90.87	90.87	2'065.60

ANEXO 5
ESTUDIO GEOLÓGICOS Y GEOTÉCNICO

Guillermo Fuentes Valderrama - Ingeniero Sanitario UdeA
Cel 314 513 205 - Movil 3045862295 - Mail: afvalderrama@yahoo.com

PROYECTO

TANQUE ALTO VERDE
SECTOR DE ALTO VERDE

MUNICIPIO DE GUATAPE – ANTIOQUIA

CODIGO: DGPM-656-2024

ESTUDIO GEOTÉCNICO DEFINTIVO

DOCUMENTO: 656-IF-IN-01-A

OCTUBRE DE 2024

REVISIÓN Y APROBACIÓN

Índice de Revisión	Archivo	Sección Modificada	Fecha Modificación	Observaciones
A	656-IF-IN-01-A	-		Entrega Inicial

Responsable por elaborar componente geotécnico.	Nombre	Ing. Gonzalo Hincapié Agudelo
Ingeniero Civil Magister en Ingeniería Sísmica Especialista en Mecánica de Suelos M.P. Nº: 3441 ANT.	Firma	
	Fecha	Agosto2024

INGENIERO RESPONSABLE DE ELABORACIÓN DEL COMPONENTE GEOTÉCNICO

Según la ley 400 del 19 de agosto de 1997, Título VI PROFESIONALES - Capítulo II Diseñadores – Artículo 28: Los profesionales que realicen los estudios geotécnicos deben poseer una experiencia mayor de cinco (5) años en diseño geotécnico de fundaciones, contados a partir de la expedición de la tarjeta profesional bajo la dirección de un profesional facultado para tal fin, o acreditar estudios de posgrado en el área de geotécnica.

GONZALO HINCAPIÉ AGUDELO
Ingeniero Civil
MSc. en Ingeniería Sismo Resistente
Especialista en Mecánica de Suelos y Fundaciones
Matrícula Profesional: 3441 ANT



TODO SUELOS

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN 9
1 OBJETIVOS Y ALCANCE 10
1.1 OBJETIVO GENERAL 10
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFCOS 10
1.3 ALCANCE 10
2 METODOLOGÍA 12
3 ASPECTOS GENERALES 13
3.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO 13
3.2 DESCRIPCIÓN ZONA DE ESTUDIO 13
3.3 EXPLORACIÓN Y MUESTREO 14
4 MARCO GEOLÓGICO 17
4.1 GEOLOGÍA REGIONAL 17
4.1.1 Batolito Antioqueño 18
4.1.2 Depósitos de terraza 19
4.1.3 Depósitos aluviales 19
4.2 GEOMORFOLOGÍA REGIONAL 19
4.3 SISMOLOGÍA Y TECTÓNICA REGIONAL 20
4.4 GEOLOGÍA LOCAL 21
4.4.1 IA – Suelo orgánico 21
4.4.2 IB – Suelo residual 21
4.4.3 IC – Suelo saprolítico 22
5 CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA 23
5.1 INVESTIGACIÓN DEL SUBSUELO (EXPLORACIÓN) 23
5.1.1 Ensayo de penetración estándar (SPT) – percusión 23
5.1.2 Perforación a rotación 23
5.2 INTERPRETACIÓN DEL ENSAYO SPT 24
5.3 ENSAYOS DE LABORATORIO 26
5.4 PARÁMETROS DE COMPRESIÓN SIMPLE 31
5.5 MÓDULO DE ELASTICIDAD 32

5.6 ANÁLISIS DE SUCEPTIBILIDAD A LA LICUACIÓN 33
5.7 POTENCIAL DE EXPANSIÓN 33
6 CONSIDERACIONES GEOTÉCNICAS PARA ANÁLISIS ESTRUCTURAL 35
6.1 ESPECTRO DE ACELERACIONES DE DISEÑO 35
6.2 COEFICIENTES DE PRESION LATERAL DE TIERRAS 37
7 ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE TALUDES 38
7.1 ESTABILIDAD EN CONDICIONES ACTUALES 42
9.2 ANÁLISIS DE ESTABILIDAD EN CONDICIONES PROYECTADAS 43
ANEXOS ..... **¡Error! Marcador no definido.**

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Esquema general del proyecto 13
Figura 2. Mapa de localización del proyecto. 14
Figura 3. Localización de sondeos del proyecto. 16
Figura 4. Registro fotográfico ejecución perforaciones F1. 16
Figura 5. Mapa geológico de Andes. Fuente: Plancha 186, SGC. 17
Figura 6. Perfil de meteorización típica del Batolito Antioqueño. Fuente: SGC. 18
Figura 7. Mapa geomorfológico de Guatape. Fuente: Cornare-EPM. 20
Figura 8. Material correspondiente al perfil IB. 22
Figura 9. Material correspondiente al perfil IC. 22
Figura 10. Composición granulométrica de muestras representativas. 27
Figura 11. Determinación cuantitativa de la consistencia del suelo. 28
Figura 12. Carta de plasticidad de Casagrande para fracción fino-granular 30
Figura 13. Variación de la resistencia a la penetración del suelo con la profundidad. 31
Figura 14. Valores representativos para: (a) Ángulo de fricción; (b) Módulo de elasticidad. Fuente: Joseph E. Bowles. 32
Figura 15. Valores representativos del porcentaje de expansión probable del suelo. Viayvergiya y Ghazzaly. 34
Figura 16. Espectro elástico de aceleraciones de diseño suelo tipo C. 36
Figura 17. Perfil geológico 0+71, sección de análisis S1. 38

Figura 18. Factores de Seguridad Básicos Mínimos Directos. 40
Figura 19. Método de análisis y superficie de falla. 40
Figura 20. Valores de KST/amax Mínimos para análisis Pseudoestático de Taludes. 41
Figura 21. Análisis de estabilidad condiciones actuales. 42
Figura 22. Análisis de estabilidad S1 – Condición Estática 43
Figura 23. Análisis de estabilidad S1 – Condición Pseudoestática. 44

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación de las unidades de construcción por categorias. Fuente: NSR-10. 14
Tabla 2. Número mínimo de sondeos y profundidad por cada unidad de construcción. Fuente: NSR-10. 15
Tabla 3. Profundidad de los sondeos realizados. Fuente propia 15
Tabla 4. Especificaciones máquina perforadora típica de broca de diamante 24
Tabla 5. Procesamiento típico de ensayo SPT. 26
Tabla 6. Ensayos de laboratorio ejecutados y recopilación de resultados. 27
Tabla 7. Consistencia de los materiales. 29
Tabla 8. Consistencia de las muestras evaluadas. 29
Tabla 9. Criterios para estimar la consistencia de los materiales. 30
Tabla 10. Parámetros de compresión simple. 31
Tabla 11. Módulo de elasticidad del suelo en profundidad. 32
Tabla 12. Potencial de expansión. 33
Tabla 13. Evaluación potencial de expansión y humedad de equilibrio. 34
Tabla 14. Coeficientes de presión lateral para diseño de estructuras de contención. 37
Tabla 15. Parámetros adoptados por cada material. 39
Tabla 16. Parámetros adoptados para cada soporte. 39

INTRODUCCIÓN

En el presente informe técnico se presentaron los resultados, conclusiones y recomendaciones obtenidas a partir del análisis geotécnico para el **Tanque de Alto Verde,** localizado en el centro urbano del municipio de Guatape, Antioquia.

En este documento, se consignó toda la información obtenida por medio de la exploración de campo directa y ensayos de laboratorio. Se realizó la interpretación geotécnica necesaria para determinar las principales características físicas y mecánicas del suelo, perfiles estratigráficos y propiedades de resistencia. Finalmente, se determinó la cimentación más adecuada en términos de profundidad, de capacidad de soporte y del tipo de cimentación para la estructura ya mencionada, así como las conclusiones y recomendaciones que garanticen el adecuado comportamiento y la estabilidad del proyecto. Estas recomendaciones para el diseño y construcción de las cimentaciones se basan principalmente en las condiciones del sitio, en los resultados de las exploraciones de campo, en los ensayos de laboratorio y en las prácticas del análisis y diseño aceptadas por la ingeniería geotécnica.

En caso de que se modifique el proyecto, o que durante la construcción se encuentren condiciones diferentes, se debe verificar la necesidad de realizar exploraciones y/o análisis y recomendaciones geotécnicas adicionales. Es pertinente hacer tal aclaración ya que el estudio geotécnico que se procederá a realizar se basa en la información suministrada por el cliente (planos arquitectónicos y/o estructurales, topografía, etc.).

1 OBJETIVOS Y ALCANCE

1.1 OBJETIVO GENERAL

Caracterizar geotécnicamente la zona de estudio en la cual se proyecta la implementación del proyecto, a través del estudio de suelos, en la cual se determinarán las propiedades físicas y mecánicas de los materiales térreos que conforman el sitio y posteriormente realizar el diseño geotécnico del sistema de fundaciones requeridas para la construcción del proyecto.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFCOS

- Caracterizar geológicamente la zona de estudio con la finalidad de establecer el origen y composición del suelo existente en la zona de estudio.
- Proponer un plan de exploración geotécnica adecuado que permita identificar los distintos estratos y materiales presentes en la zona.
- Clasificar física y mecánicamente el comportamiento de los materiales. Determinando límites de consistencia, composición granulométrica, estados de humedad, ángulo de fricción y cohesión.
- Diseñar geotécnicamente los sistemas de fundaciones requeridos para las obras proyectadas.
- Verificar los asentamientos que se pueden generar en las distintas estructuras.
- Emitir las conclusiones y recomendaciones necesarias para la construcción del proyecto.

1.3 ALCANCE

El alcance del trabajo realizado para el desarrollo del proyecto comprende:

- Realizar visita de campo con la finalidad de obtener un reconocimiento visual de la zona.
- Diseñar un adecuado plan de exploración geotécnico a través de medios directos e indirectos.
- Recopilar evidencia fotográfica de los trabajos de campo.

- Describir visualmente las muestras recuperadas mediante la norma INVIAS E – 102 del 2013, para caracterizar el material terreo del sitio.

- Caracterización física de ensayos de laboratorio sobre las muestras más representativas (norma INVIAS E – 122, E – 124, E – 125 y E – 127).

- Determinar los parámetros geotécnicos estáticos de los materiales encontrados, mediante la realización de ensayos mecánicos sobre muestras inalteradas de suelo y roca, y correlacionar los resultados del ensayo SPT (Gonzales G. Álvaro, 1999).

- Diseñar excavaciones y movimientos de tierra necesarios para la correcta ejecución del proyecto.

- Diseñar el sistema de fundaciones que más se ajuste a las particularidades de la zona y a los requerimientos del proyecto.

- Establecer los procesos constructivos de las obras diseñadas, con base a los materiales encontrados a través de la exploración geotecnia.

Está por fuera del alcance de este informe los estudios hidráulicos, hidrológicos e hidrogeológicos; para dichos ítem se presentan recomendaciones generales que deberán ser tenidas en cuenta por el respectivo diseñador, quien definirá en detalle las especificaciones técnicas y procedimientos constructivos, que eviten la generación de daños a estructuras y líneas de servicio perimetrales al proyecto.

2 METODOLOGÍA

Para llevar a cabo el siguiente informe, se realizan una serie de etapas que a su vez relacionan *varias actividades* con las cuales se pretende atender cada uno de los requisitos *expuestos en* el título H del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10. A continuación brevemente, se reseña cada una de las etapas realizadas:

Etapa 1 - Recolección de Información Preliminar

Consiste en recopilar la información disponible de la zona a evaluar tal como: topografía, geología y clima. Posteriormente, se analiza el material recolectado y se procede a la interpretación de éste, estimando los patrones de relieve, los procesos erosivos y de movimientos en masa del área de interés con el fin de determinar la más adecuada de las exploraciones propuestas.

Etapa 2 - Trabajo de campo

Una vez se visita el sitio de interés, los profesionales de geotécnica y geología recorren el terreno con el fin de observar los relieves, formaciones, drenajes y formas del terreno, se ajusta la localización de la exploración directa e indirecta y se procede con los sondeos y ensayos de campo predeterminados, previa autorización del Cliente. Posteriormente, se procede a observar las muestras procedentes de la exploración de campo definida y los ensayos de campo, con los cuales se establecen los ensayos de laboratorio a realizar a cada una de las muestras extraídas durante este proceso. Por último, se determinan los perfiles estratigráficos y se registra la posición del nivel freático.

Etapa 3 - Análisis de muestras y resultados de ensayos de campo

Determinar sus propiedades e índices, con los cuales se define el modelo y los parámetros resistentes para el análisis geotécnico. De igual forma, se evalúan, los resultados de los ensayos de campo, con el fin de correlacionar y ajustar los perfiles geotécnicos.

Etapa 4 - Elaboración del informe final

En esta etapa se recopila toda la información, se realizan los cálculos adecuados, considerando las características obtenidas en cada uno de los estratos y se procesan los resultados de las propiedades geomecánicas de los estratos que tendrán una intervención directa con las estructuras a construir y se realizan las recomendaciones para los diseños; teniendo presente tanto las condiciones de sismicidad del área de proyecto y la definición de las aceleraciones máximas para el sismo de diseño, según la NSR-10.

3 ASPECTOS GENERALES

A continuación, se describen todos los aspectos generales del proyecto, acorde con lo estipulado en el capítulo H del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10.

3.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

El proyecto a construirse corresponde a un tanque de almacenamiento en el sector Alto Verde del municipio de Guatapé. Este será un tanque superficial que posee tanto 5 metros de ancho como de largo, y estará enterrado a una profundidad de 1951.1 metros.

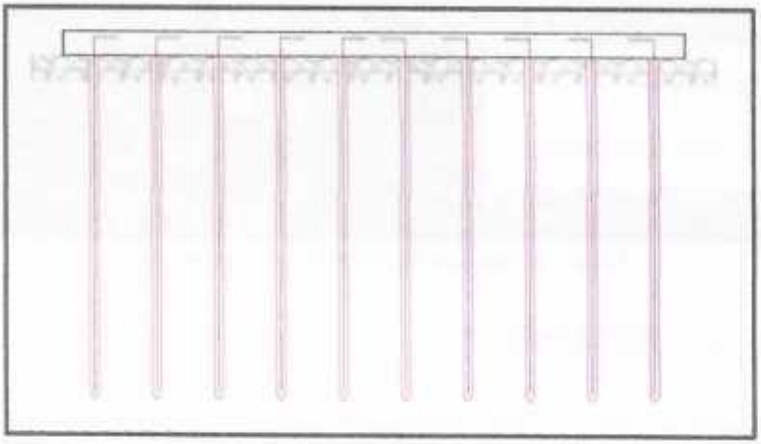


Figura 1. Esquema general del proyecto

3.2 DESCRIPCIÓN ZONA DE ESTUDIO

El proyecto está localizado en el centro poblado urbano de Guatapé, Antioquia, específicamente en el sector conocido como Alto Verde.

Guatapé es un municipio ubicado en la subregión del Oriente Antioqueño, reconocido por ser un importante centro turístico e hidroeléctrico. Entre sus principales atractivos destacan la "Piedra del Peñol" y el embalse artificial que contribuye a la generación eléctrica de la región. Su cabecera urbana se encuentra a 75 km de la ciudad de Medellín, capital del departamento; cuenta con una topografía ligeramente plana pero dominada principalmente lomos residuales característicos de la meteorización del Batolito Antioqueño.

Las coordenadas aproximadas al centro del proyecto corresponden a 06° 13' 49.64" N y 75° 09' 12.59" O, como se aprecia en la Figura 2.



Figura 2. Mapa de localización del proyecto.

3.3 EXPLORACIÓN Y MUESTREO

Para la debida caracterización de los materiales que constituyen el área de estudio se realizaron un determinado número de perforaciones, de acuerdo con las particularidades de la estructura a construirse en el sitio de interés.

Previamente se describió que la construcción a realizarse corresponde a un tanque enterrado, información suficiente para definir la categoría de la unidad de construcción. De acuerdo con la NSR-10, las construcciones adquieren una categoría **BAJA**, según los requerimientos indicados en la Tabla *1*. Conforme la categoría de las unidades de construcción, se procedió a definir el número de sondeos, teniendo en cuenta lo descrito en la Tabla 2.

Tabla 1. Clasificación de las unidades de construcción por categorías. Fuente: NSR-10.

Categoría de la unidad de construcción	Según los niveles de construcción	Según las cargas máximas de servicio en columnas (kN)
Baja	Hasta 3 niveles	Menores de 800 kN
Media	Entre 4 y 10 niveles	Entre 801 y 4.000 kN
Alta	Entre 11 y 20 niveles	Entre 4.001 y 8.000 kN
Especial	Mayor de 20 niveles	Mayores de 8.000 kN

Tabla 2. Número mínimo de sondeos y profundidad por cada unidad de construcción. Fuente: NSR-10.

Categoría Baja	Categoría Media	Categoría Alta	Categoría Especial
Profundidad Mínima de sondeos. 6 m. Número mínimo de sondeos. 3	Profundidad Mínima de sondeos. 15 m. Número mínimo de sondeos. 4	Profundidad Mínima de sondeos. 25 m. Número mínimo de sondeos. 4	Profundidad Mínima de sondeos. 30 m. Número mínimo de sondeos. 5

Por lo tanto, en este caso es necesario ejecutar al menos 3 sondeos por cada unidad de construcción, de los cuales 2 deberán tener una longitud de 6 m de profundidad, a su vez modificados por los requerimientos de la sección H.3.2.5, NSR-10, según la categoría, por debajo del nivel más bajo de la estructura para cumplir con los requerimientos mínimos de la NSR-10.

El programa de exploración del subsuelo ejecutado para el proyecto se presenta a continuación alcanzando profundidades indicadas en la Tabla 3.

Durante la ejecución de cada uno de los sondeos se tomó el registro fotográfico correspondiente, el cual se presenta dentro del registro de exploración y perforación. Mediante estos procedimientos se extrajeron las muestras alteradas e inalteradas, a partir de las cuales se ejecutaron ensayos de laboratorio más adecuados para los requerimientos del proyecto, proceso que permitió recopilar la información suficiente para definir las capas y perfiles geológicos, los cuales son fundamentales para ejecutar los respectivos diseños de cimentaciones. En la Figura *4* y la se muestran las fotografías de los sondeos ejecutados.

Tabla 3. Profundidad de los sondeos realizados. Fuente propia.

Perforación	Profundidad [m]	Nivel freático [m]
P1	08.00	N/E
P2	05.00	N/E
P3	06.00	N/E

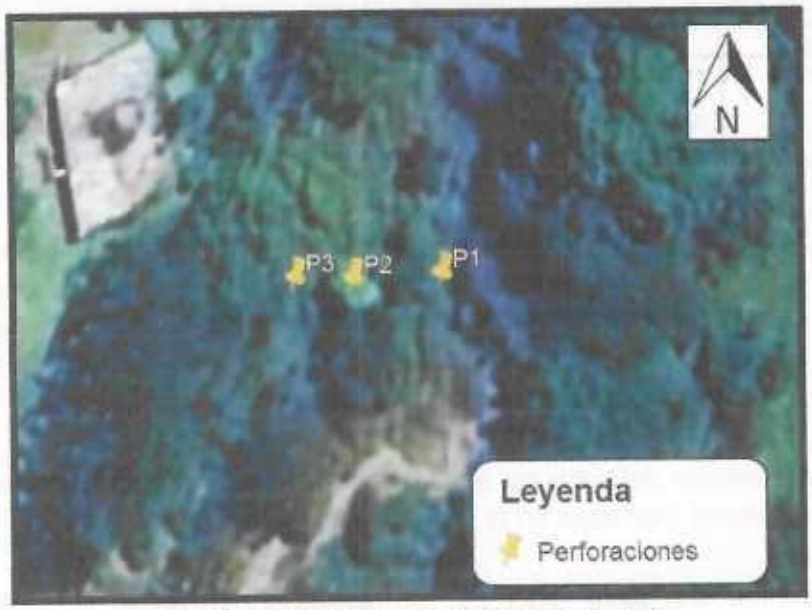


Figura 3. Localización de sondeos del proyecto.



Figura 4. Registro fotográfico ejecución perforaciones F1.

4 MARCO GEOLÓGICO

Se presenta a continuación una descripción de las características geológicas más relevantes de la zona de estudio, basada en el trabajo de campo y recopilación de información secundaria.

4.1 GEOLOGÍA REGIONAL

La zona de estudio se encuentra localizada en la Cordillera Central, específicamente en la Subregión del Oriente Antioqueño sobre el bien llamado Altiplano. En el municipio de Guatape se puede encontrar un basamento metamórfico correspondiente a corteza continental que sufrió múltiples eventos metamórficos desde el Proterozoico y el Cretáceo Superior. Posteriormente fue intruida por plutones básicos y batolitos granitoides durante el Mesozoico, lo que dio origen a la cobertura predominante en la zona de Guatapé, el Batolito Antioqueño.

Es importante mencionar la presencia de depósitos cuaternarios, que predominantemente son depósitos de terrazas y aluviones que hoy se encuentran a lo largo de algunos rios y quebradas, además, se pueden presentar en menor medida depósitos lagunares en las zonas de relieve bajo y con drenajes con poco desarrollo.

De manera general, en el municipio de Guatapé no se puede evidenciar la complejidad tectónica mencionada anteriormente, pues se encuentra localizada netamente sobre el cuerpo igneo denominado como Batolito Antioqueño, como se aprecia en la Figura 5.

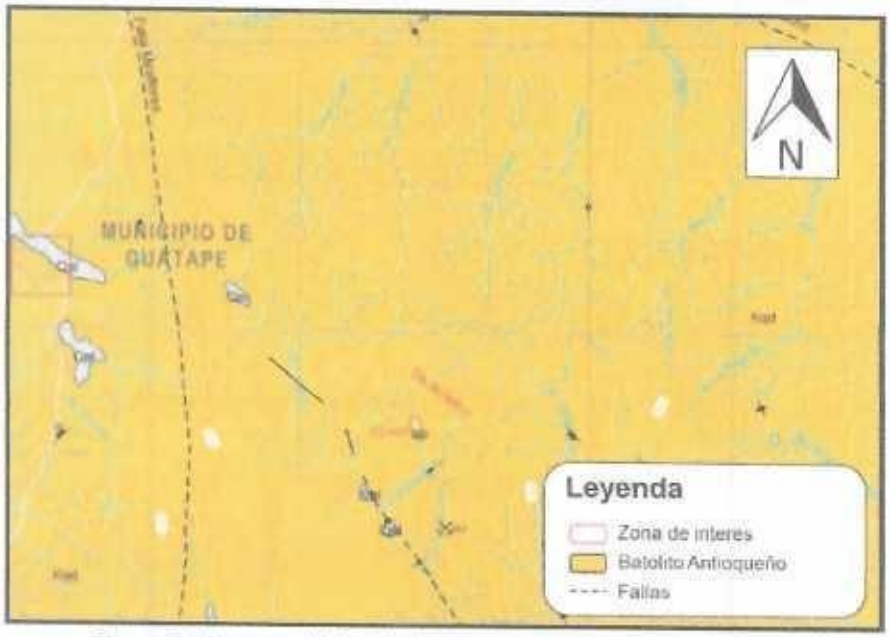


Figura 5. Mapa geológico de Andes. Fuente: Plancha 186, SGC.

4.1.1 Batolito Antioqueño

El Batolito Antioqueño es un cuerpo compuesto principalmente por rocas ígneas y constituye el núcleo de la Cordillera Central en el Departamento de Antioquia; cubre un área de 7221 km2 y sus cuerpos satelitales 322 km^2, en el centro-oriente del departamento. Esta unidad está caracterizada por su homogeneidad litológica con poca variación de un lugar a otro; la facie normal tiene una composición entre tonalita y granodiorita, presenta como facies subordinadas una félsica y otra gabroide. Las rocas que componen el Batolito Antioqueño contienen cantidades importantes de minerales de interés económico; los depósitos de arcillas refractarias, caolín, arenas, gravas y oro reflejan el potencial existente.

En el batolito predominan en superficie suelos arcillosos residuales formados por procesos de meteorización física y química bajo la influencia del clima, la vegetación y la acción antrópica que en muchos casos ha acelerado el proceso debido a la tala del bosque primario para el desarrollo agropecuario y urbanístico de la región. Además, las características físicas del macizo rocoso, tales como el fracturamiento, diaclasamiento y presencia de zonas de cizalladura, facilitan el acceso de los agentes de meteorización, especialmente el agua, y por lo tanto el debilitamiento de la estructura de la roca acelerando el proceso de meteorización
La baja resistencia a la alteración de las rocas de Batolito Antioqueño origina un perfil de meteorización muy profundo, 10 a 50 m, donde es común encontrar bloques esféricos residuales parcialmente meteorizados, constituidos por gravas y arenas.

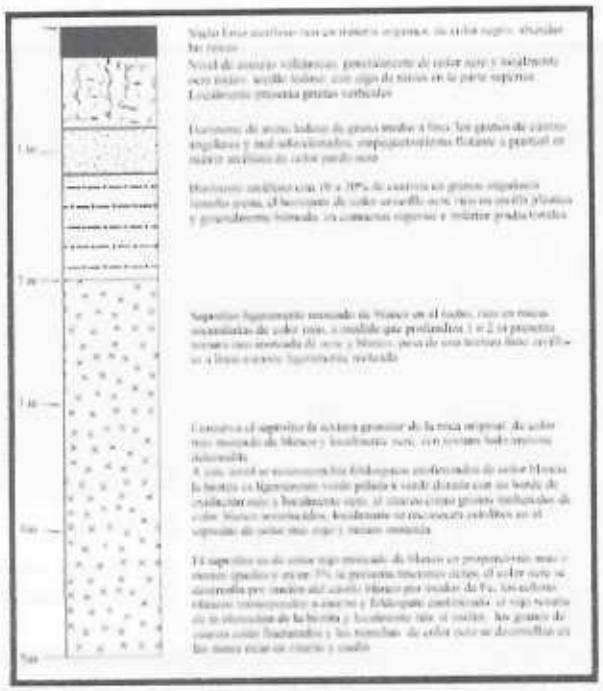


Figura 6 Perfil de meteorización típica del Batolito Antioqueño. Fuente: SGC

4.1.2 Depósitos de terraza

Se clasifican como terrazas algunos depósitos aluviales que se encuentran relativamente elevados con respecto al cauce actual del río y están constituidos por depósitos discontinuos parcialmente consolidados de origen aluvial, que forman un relieve de colinas suaves poco disectadas. Los depósitos están conformados por arcillas abigarradas con intercalaciones de cantos mal seleccionados de cuarzo, de rocas intrusivas granitoides y metamorfitas meteorizadas en una matriz areno arcillosa color blanco amarillento a amarillo o pardo por acumulación de óxidos de hierro, se observa estratificación cruzada, laminación fina lenticular y la presencia de niveles lenticulares elongados en el sentido de la corriente actual. Estas terrazas tienen importancia económica y han sido explotadas para la producción de arcillas y la extracción de oro.

4.1.3 Depósitos aluviales

Ocupan las llanuras de inundación de los cauces actuales; están conformados por material suelto como bloques y gravas de rocas metamórficas, plutónicas y cuarzo en diferentes proporciones en una matriz de material arcillo – arenoso no coherente. Los clastos están, por lo general, mal seleccionados, con formas desde subangulares a redondeadas, en tamaños desde métricos hasta centimétricos, en algunos casos muestran una imbricación en el sentido de la corriente, en otros, deposición sin estratificación.

4.2 GEOMORFOLOGÍA REGIONAL

La región está sometida a procesos geomorfológicos intensos (movimientos de masa, erosión hídrica, deslizamientos, etc.), asociados a la fragilidad geológica, intensas precipitaciones, altas pendientes y presión sobre el medio por las actividades humanas: deforestación, minería, gestión agrícola deficiente y pastoreo excesivo. Esta situación representa una afectación real del recurso suelo en una extensión estimada entre el 30 y el 35% del total de la región del Oriente antioqueño, la cual incide sobre la calidad y cantidad del recurso, la vida útil de los embalses, la contaminación de las fuentes hídricas (sedimentación, agroquímicos) e incrementa las condiciones de riesgo sobre la vida humana, la infraestructura y la biodiversidad existentes (IGAC, 2007).

De acuerdo con la **Figura 7,** se presentan geoformas de Lomerío, específicamente tipo altiplanicies, y de carácter antrópico como la de embalse.

Paisajes de lomerío: conjunto de pequeñas lomas y colinas, las cuales son elevaciones del terreno menores de 300 m, con cimas amplias, redondeadas y alargadas y gradientes de pendiente entre 7% y 25%. El relieve en el paisaje de Lomerío es ondulado; sin embargo, sus

suelos se ven afectados por erosión laminar y en surcos de grado ligero a severo debido a la intervención antrópica en las zonas de mayor pendiente.

Embalses: Corresponden a las obras de presa construidas para el abastecimiento de agua para consumo humano y energía, conocidos como el Embalse de La Fe en el Municipio del Retiro, Embalse de Piedras Blancas entre los municipios de Medellín y Guarne y el Embalse del Peñol que cubre la mayor parte de los municipios de El Peñol y Guatapé, y alcanza por su gran extensión a tener influencia en los municipios de Concepción y Alejandría.

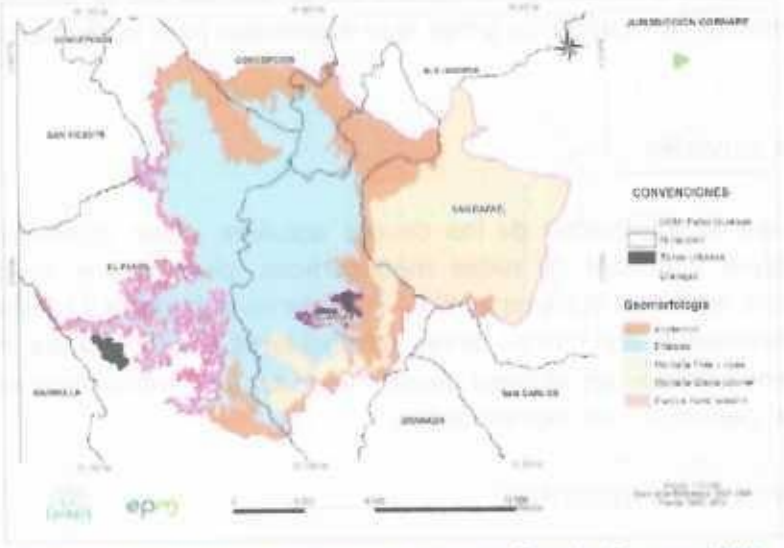


Figura 7. Mapa geomorfológico de Guatape. Fuente: Cornare-EPM.

4.3 SISMOLOGÍA Y TECTÓNICA REGIONAL

El noroccidente colombiano se encuentra tectónicamente afectado por la subducción y el fallamiento transcurrente, provocado por la convergencia de las placas Nazca, Suramérica y Caribe; sin embargo, no existe un punto único de unión triple entre estas placas, y el movimiento relativo entre ellas se acomoda entre el Bloque Panamá, el Bloque Chocó y el Bloque Norandino (Penington, 1981, Kellogg y Vega, 1995). Como resultado de esta interacción se provocó un acortamiento de la corteza, levantamientos de montañas, subsidencia de cuencas, plegamiento y fallamiento (Page, 1986).

La zona de interés se encuentra ubicada en la parte central de la Cordillera Central de Colombia, cuyo basamento es el Batolito Antioqueño y permite la formación de una zona de colinas y planicies denominadas como el Altiplano del Oriente Antioqueño. Según el Código Colombiano de Construcciones Sismo resistentes vigente, la región tiene una aceleración pico efectiva (Aa) de 0.20 g y se podrían experimentar sismos con magnitud de 7.8 en escala de Richter e intensidades de VII en la escala de Mercalli que podrían ocasionar daños en la

infraestructura y economía de la región. Page (1986), considera que es posible que en el Oriente Antioqueño ocurran eventos de magnitud 8 o mayor, por sismos generados en la zona de Benioff a profundidades entre 40 y 130 km.

Según los diversos autores que han realizado la compilación de actividad sísmica histórica en la región del oriente antioqueño hasta 1982 se habían presentado 172 sismos de magnitud ≥ 3 de los cuales el 26% tienen magnitud entre 5 y 6, y el 9% entre 6 y 7, solamente el 3% tiene magnitud > de 7. De estos eventos el que mayor destrucción causó en la zona fue el del 30 de julio de 1962 con epicentro en Condoto (Chocó) con magnitud de 6.9 y con una intensidad registrada en el oriente antioqueño de VI y VII en escala Mercalli (Sarria, 1985), donde se vieron afectadas con algunas averías en viviendas e iglesias las poblaciones de Cocorná, Marinilla, San Vicente y El Santuario. También tuvo consecuencias en la región el sismo de noviembre 23 de 1979 con epicentro en El Cairo (Valle del Cauca) de magnitud 6.4 que causó daños en casas y templos de Guatapé y El Retiro (Ingeominas, 1994).

4.4 GEOLOGÍA LOCAL

En el sitio de interés se identificó una unidad geológica: **Batolito Antioqueño**. Esta unidad cuenta con un perfil de meteorización característico de una roca ígnea batolítica, pues se identifican los horizontes IA, IB y IC a lo largo de las perforaciones realizadas. En general El horizonte IA corresponde a material orgánico que posee un espesor de 60 cm, el horizonte IC corresponde a un suelo residual de color amarillo con espesores de entre 1.00 y 2.00 metros, en la parte más profunda se encontraba el horizonte IB que dejaba en evidencia la estructura cristalina masiva de la roca ígnea, el mayor espesor registrado fue de 6.00 metros. A continuación, se procede a dar una descripción general de las características encontradas:

4.4.1 IA – Suelo orgánico

Corresponde a un suelo ligeramente homogéneo con un tamaño de grano principalmente limoso. Su color característico es el negro pero puede llegarse a ver gris oscuro producto de la meteorización característica de la zona. Presenta una condición húmeda, consistencia baja y plasticidad media. Se evidencian raíces.

4.4.2 IB – Suelo residual

Suelo de color amarillo que puede llegar a encontrar algo anaranjado con motas blancas en poca proporción. Es altamente homogéneo, ya que presenta tamaño de grano limo-arenoso. Presenta una condición húmeda, consistencia firme y plasticidad media.



Figura 8. Material correspondiente al perfil IB.

4.4.3 IC – Suelo saprolítico

Este suelo se caracteriza por tener un tamaño de suelo homogéneo, principalmente limo-arenoso. Presenta un color principalmente café con una tonalidad muy anaranjada, pero puede encontrarse vino tinto. Presenta una condición húmeda, consistencia firme y plasticidad media. Es importante mencionar que se evidencia estructura cristalina masiva relicto de la roca parental.



Figura 9. Material correspondiente al perfil IC.

5 CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA

Dentro de este capítulo se indican todos los procedimientos llevados a cabo para determinar los parámetros de compresión simple de los suelos que tienen influencia en el proyecto. Cabe aclarar que para determinar dichos parámetros se ejecutaron los ensayos de laboratorio más adecuados a partir del tipo de muestras recolectadas.

5.1 INVESTIGACIÓN DEL SUBSUELO (EXPLORACIÓN)

Las perforaciones se realizaron mediante el sistema de percusión, en las cuales se tomaron muestras para ensayos de laboratorio. En el **Anexo A** se presenta cada uno de los registros de campo, donde se indican la descripción de las muestras recobradas, la posición del nivel freático, la secuencia estratigráfica y demás detalles pertinentes.

5.1.1 Ensayo de penetración estándar (SPT) – percusión

El ensayo de penetración estándar (SPT) se llevó a cabo con un martillo de seguridad de 0.62 kN de peso, que se dejaba caer desde una altura de 0.76 m (párrafo 5.4.1 de la norma ASTM D 1586-92), a intervalos de aproximadamente 1.25 m. El valor de la resistencia a la penetración estándar (N) se obtuvo como el número de golpes requerido para introducir la cuchara (Split Barrel Sampler) 305 mm, después de hacerla penetrar 150 mm.

Una vez determinado el valor de N, la cuchara se penetraba 305 mm adicionales con el fin de obtener una mayor cantidad de muestra y así confirmar la continuidad del estrato. Las muestras se recobraron en tubos de pared delgada tipo Shelby de 76 mm de diámetro exterior (ASTM D 1587), hincados a presión, y en cucharas (Split Barrel Sampler) de 50.8 mm de diámetro exterior, 38.1 mm de diámetro interior y un tubo muestreador de 700 mm de longitud (norma ASTM D 1586, aprobada en 1992), penetradas para el SPT.

5.1.2 Perforación a rotación

Para realizar estas perforaciones mecánicas se siguió los criterios de la ASTM D 2113-99, el sondeo por rotación consta de cabezal, tubo porta testigo, extractor, manguito porta extractor y corona de corte; con la extracción de testigos de forma continua, mediante el uso de barrenas simples o dobles para obtener especímenes de suelo o roca, que reflejen las condiciones en el sitio del material, para la con ellas inferir las propiedades físicas o mecánicas de estas.

Para llevar a cabo el programa de exploración directa se utilizó una máquina de perforación tipo SUMDRILL XY-1, en la Tabla 4 se presentan las respectivas especificaciones.

Tabla 4. Especificaciones máquina perforadora típica de broca de diamante

Parámetro	Especificación
Capacidad de Perforación (Metros) NQ	60
Capacidad de Perforación (Metros) BQ	80
Capacidad de Perforación (Metros) AW	100
Velocidad de rotación (R/Min), Adelante	90;191;360;600
Torque Máximo (Nm)	1000
Rango de perforación (Ángulo)	0-90
Fuerza de tracción máxima del husillo (KN)	27
Avance del husillo (MM)	450
Capacidad máxima de elevación con guaya simple (KN)	20
Eje interior (mm)	74
Bomba de aceite hidráulico	Vickers 5 GPM - 2500 PSI
Potencia, Motor diésel	Deutz F2L912, 28 HP 2300 RPM
Peso del equipo (Kg)	950
Dimensiones (LxWxH) (mm)	2300x900x1205

5.2 INTERPRETACIÓN DEL ENSAYO SPT

Durante el proceso de perforación en la zona del proyecto, se ejecutaron una serie de ensayos SPT, a partir de este ensayo se realizó una estimación aproximada de los parámetros de resistencia al corte según la metodología de (Álvaro J, 1999). Cabe aclarar que estos parámetros no son definitivos debido a que el ensayo es confiable cuando el suelo donde se ejecuta es arenoso, además los resultados que proporciona son por lo general subestimados debido a que la carga que es aplicada en el ensayo no es del mismo tipo que la carga impuesta por la edificación.

El procedimiento de interpretación del ensayo SPT para determinar los parámetros de resistencia al cortante se indicó en la *Tabla 5*, donde se observaron los cálculos ejecutados para estimar el comportamiento mecánico de los horizontes de meteorización de la perforación P1, **para los demás materiales explorados se presentó dicho cálculo en el Anexo B.**

Para el procesamiento de la información de los parámetros del suelo empleando el método de Álvaro González (ESTIMATIVOS DE PARAMETROS EFECTIVOS DE RESISTENCIA CON EL

SPT - ALVARO J. GONZALEZ G.), se realiza la corrección del número de golpes del ensayo SPT con la ecuación (1).

$$N_{crr} = N_{(45)} = N.C_n.\eta_1.\eta_2.\eta_3.\eta_4 \quad (1)$$

$$N_{(60)} = \frac{N_{crr}}{60\%}$$

Dónde:

N_{crr}: Valor de N corregido.
N: Valor de N de campo.
$N_{(45)}$: Valor de N de campo a una energía del 45%.
$N_{(60)}$: Valor de N de campo a una energía del 60%.
C_n: Factor de corrección por confinamiento efectivo.
η_1: Factor por energía del martillo ($0.45 \leq \eta_1 \leq 1.00$).
η_2: Factor por longitud de la varilla ($0.75 \leq \eta_2 \leq 1.00$).
η_3: Factor por revestimiento interno de toma muestras ($0.80 \leq \eta_3 \leq 1.00$).
η_4: Factor por diámetro de la perforación (>1.00 para D>5"; 1.15 para D=8").

La corrección por confinamiento (Seed-Idriss, Marcuson) se realiza con la ecuación (2).

$$C_n = 1 - K.\log Rs \quad (2)$$

K =1.41 para $Rs < 1$; K=0.92 para $Rs \geq 1$

Dónde:

$$Rs = \frac{\sigma'_v}{P_a}$$

P_a: Presión atmosférica (103.00 kPa)
σ'_v: Esfuerzo vertical efectivo

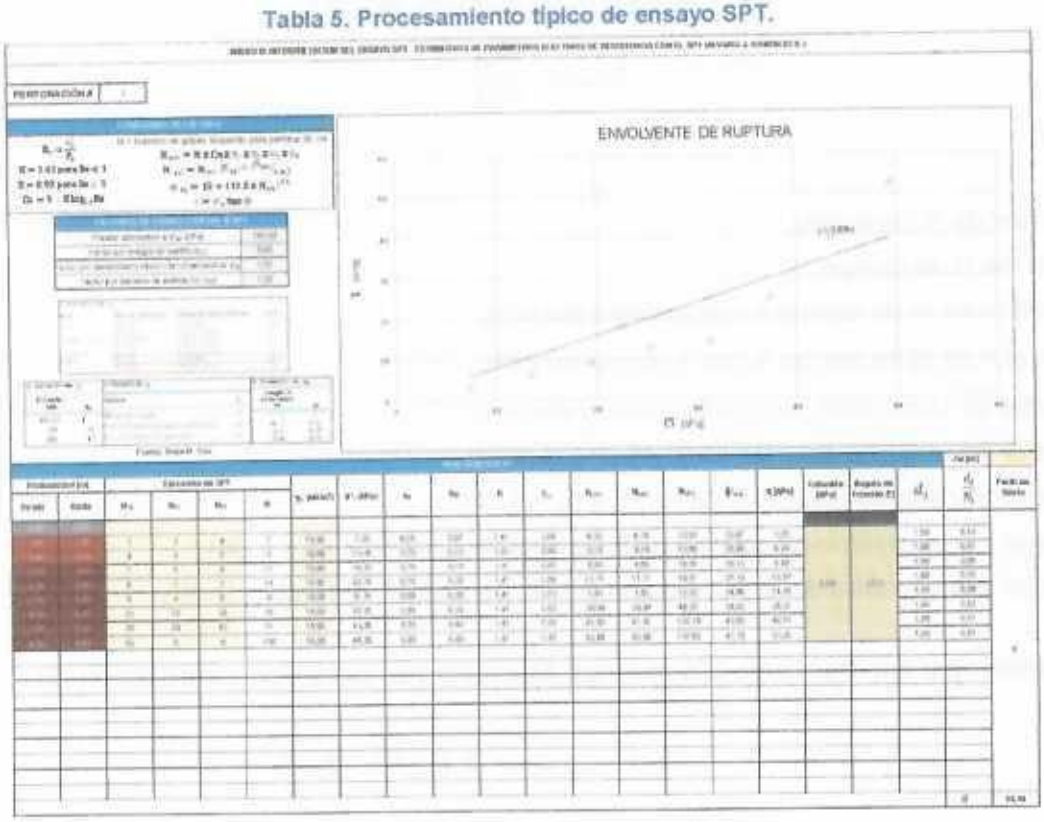
Con el N corregido se puede encontrar un ángulo de fricción equivalente mediante la ecuación de Kishida (3).

$$\phi'_{eq} = 15 + (12{,}50.N_{crr})^{0.5} \quad (3)$$

Posteriormente el esfuerzo cortante τ (Tao) se calcula mediante la ecuación (4):

$$\tau = \sigma'_v . \tan(\phi'_{eq}) \quad (4)$$

Tabla 5. Procesamiento tipico de ensayo SPT.



Donde:

N_{15}: Número de golpes necesarios para profundizar los primeros 15 cm.
N_{30}: Número de golpes necesarios para profundizar desde los 15 cm hasta los 30 cm.
N_{45}: Número de golpes necesarios para profundizar desde los 30 cm hasta los 45 cm.

5.3 ENSAYOS DE LABORATORIO

Para estimar geo-mecánicamente los materiales del subsuelo, se recuperaron muestras alteradas en la exploración directa, con las cuales se evaluaron las diferentes propiedades de los estratos presentes en la zona, tales como:

- Cantidad de agua libre: Humedad
- Tamaño de partícula: Granulometría por mallas con lavado sobre el tamiz No. 200.
- Plasticidad: Límites de consistencia de Atterberg y Humedad natural

Se selecciona en el laboratorio mediante inspección visual las muestras consideradas como representativas de la estratigrafía encontrada.

En la **Tabla 6**, se presenta la cantidad y tipo de ensayos llevados a cabo sobre las muestras recuperadas donde se indicó el sondeo en el cual se recuperó la muestra y el resultado de laboratorio obtenido. Los resultados detallados de cada uno de los ensayos se pueden ver en el **Anexo C**.

Tabla 6. Ensayos de laboratorio ejecutados y recopilación de resultados.

Sondeo	Muestra	Profundidad	Clasificación
P1	M2	2.00-2.45	MH
P1	M4	4.00-4.45	ML
P2	M1	1.00-1.45	SM
P2	M3	3.00-3.45	SM
P3	M3	3.00-3.45	SM
P3	M5	5.00-5.45	SM

Mediante la ejecución de estos ensayos de laboratorio se obtuvo la información suficiente para determinar la capacidad de carga para las cimentaciones de la estructura. Un resumen de los resultados de ensayos de laboratorio se presentó a continuación, donde la Figura *10* indicó el porcentaje de materiales que conforman cada una de las muestras representativas.

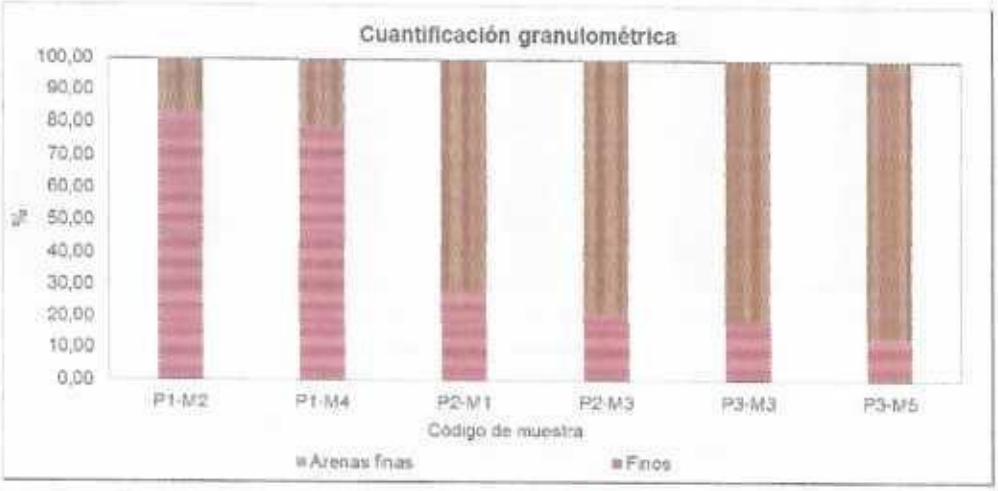


Figura 10. Composición granulométrica de muestras representativas.

De acuerdo con lo anterior, se evidencia que la muestra presenta poca diversidad en los materiales presentes. Se componen principalmente por materiales fino granulares, en donde las arenas finas representan entre un 20% y 85% total de las muestras, y los finos entre un 15% y 80%.

Como las muestras presentan materiales similares y son en su mayoría materiales finos, se puede determinar que el suelo es finogranular. Esto implica que la interacción de las partículas que lo conforman tiene un carácter principalmente cohesivo y altamente deformable.

Mediante la determinación de los tamaños de los suelos, se evidenció en todos los casos que el porcentaje de finos fue mayor al 5% de cada muestra, por esto se ejecutaron ensayos para determinación de límites de consistencia y plasticidad, y así identificar y clasificar los tipos de materiales fino granulares que se hallaron.

Respecto a los estados de consistencia de un material, se considera que un suelo se encuentra en estado semisólido cuando la humedad natural del suelo es menor al límite plástico; en estado plástico cuando la humedad natural del suelo es mayor que el límite plástico pero menor al límite líquido y en estado semilíquido cuando la humedad natural del suelo es mayor al límite líquido.

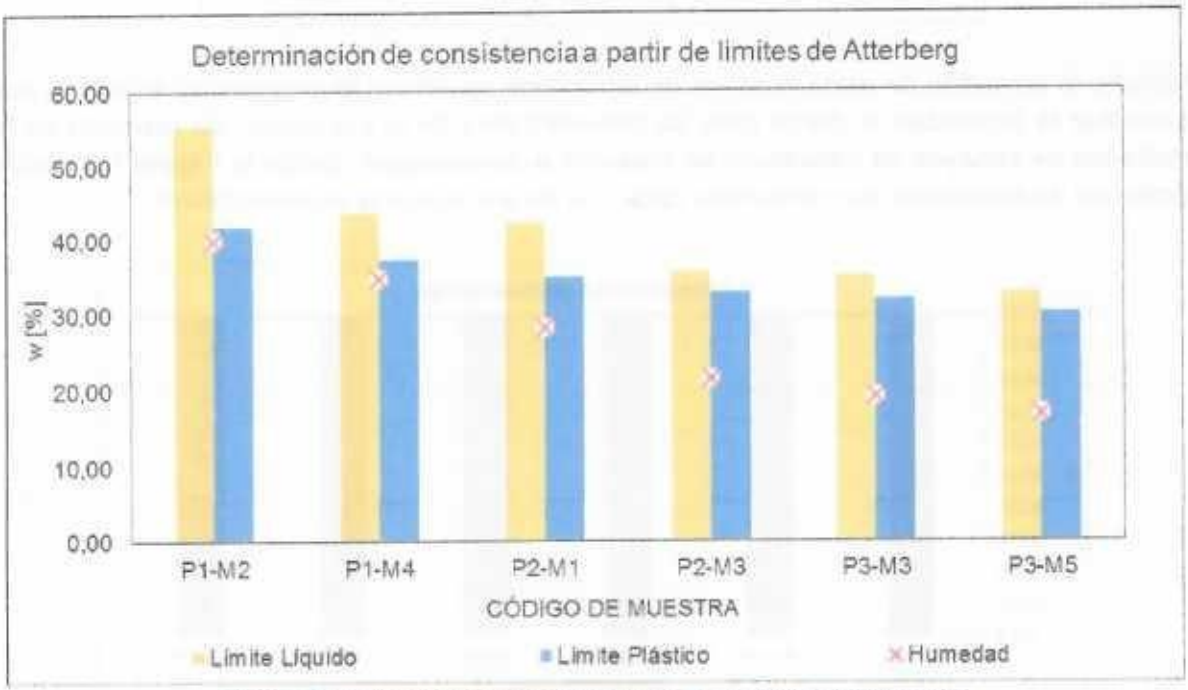


Figura 11. Determinación cuantitativa de la consistencia del suelo.

A partir de la **Figura 11** y lo descrito previamente, se pudo concluir que el material en estudio, en la mayoría de las muestras analizadas, se encuentra en estado plástico, debido a que su humedad natural es mayor al límite plástico pero menor al límite líquido.

Se analizan también las muestras con base en los criterios del valor del índice de consistencia de la **Tabla 7** y el estado de las muestras evaluadas se presenta en la **Tabla 8.**

Tabla 7. Consistencia de los materiales.

IC ≤ 0	Líquido
0 < IC ≤ 0,25	Semilíquido
0,25 < IC ≤ 0,5	Plástico muy blando
0,5 < IC ≤ 0,75	Plástico blando
0,75 < IC ≤ 1	Plástico duro
IC >1	Sólido

Donde:

$$IC = \frac{LL - W}{IP}$$

Tabla 8. Consistencia de las muestras evaluadas.

Muestra	LL	LP	w_n	IP	IC	Estado
P1-M2	55,31	41,61	39,91	13,70	0,37	Plástico muy blando
P1-M4	43,79	37,15	34,66	6,64	0,25	Semilíquido
P2-M1	42,34	34,78	28,25	7,56	0,41	Plástico muy blando
P2-M3	35,77	32,81	21,52	2,96	0,43	Plástico muy blando
P3-M3	35,18	31,89	19,13	3,29	0,50	Plástico blando
P3-M5	32,85	30,12	16,87	2,73	0,53	Plástico blando

Además, se determinó la ubicación de la muestras en la carta de plasticidad de Casagrande, como se indica en **Figura 12**. De esta menara, se puede concluir que el suelo del sitio de interés está compuesto por un material finogranular, de tipo Limo (M), con baja plasticidad (L).

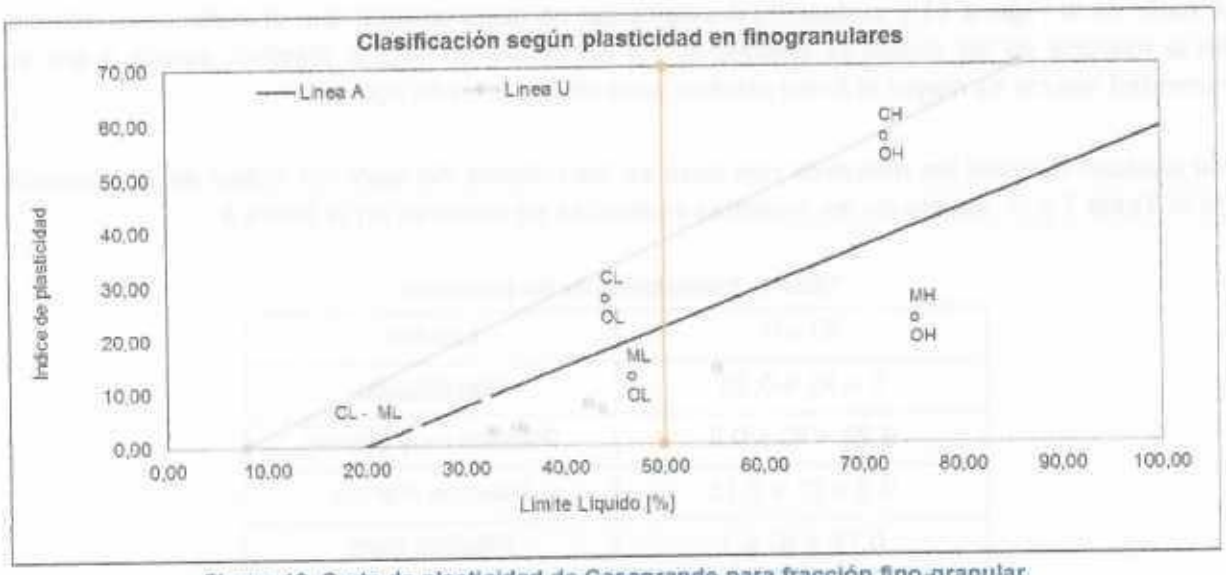


Figura 12. Carta de plasticidad de Casagrande para fracción fino-granular.

Otro indicativo útil para tener nociones sobre el estado y aptitud de los materiales es la resistencia que estos presentan a ser penetrados por medio del ensayo SPT. En la Tabla 9 se presentan los criterios cualitativos para estimar la consistencia de los materiales, mientras que en la Figura 13 se muestra como varia la resistencia de los materiales respecto a la cantidad del número de golpes presentados en la ejecución del ensayo SPT respecto a la profundidad.

Tabla 9. Criterios para estimar la consistencia de los materiales.

N_{SPT}	Consistencia	Zona
0-1	Muy suave	L1
2-4	Suave	L2
5-8	Medianamente rígida	L3
9-15	Rígida	L4
16-30	Muy rígida	L5
31-60	Dura	L6
>60	Muy dura	L7

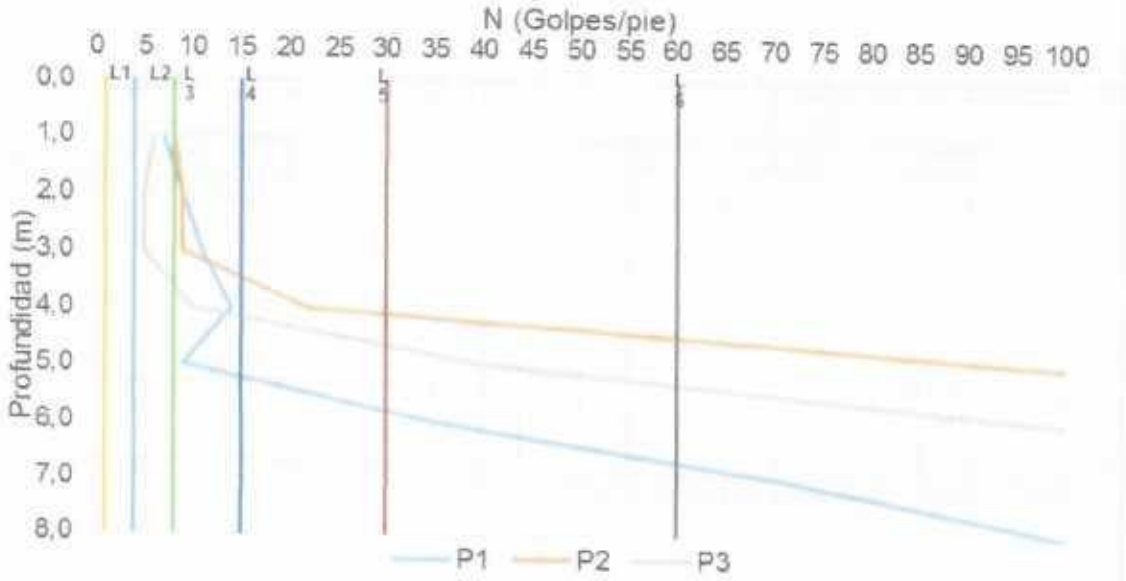


Figura 13. Variación de la resistencia a la penetración del suelo con la profundidad.

5.4 PARÁMETROS DE COMPRESIÓN SIMPLE

Considerando la interpretación de resultados del ensayo SPT y el criterio del geotecnista, se procedió definiendo los parámetros de resistencia al corte y propiedades elásticas de los suelos identificados, los respectivos valores se indicaron en la Tabla 10.

Tabla 10. Parámetros de compresión simple.

Material	Espesor estrato (m)	Parámetros			
		c (kN/m²)	ϕ	γ húmedo (kN/m³)	Resistencia a la compresión (kN/m³)
IB – IA Suelo saprolítico	8	16.00	24.50	16	---

Según la naturaleza de los materiales recuperados, los cuales se catalogan como limos arenosos con gravas, sin presencia de nivel freático, se re confirmaron los parámetros de forma teórica a partir de la referencia bibliográfica de J. Bowles (**Figura 14**).

(a)

TABLE 2-6
Representative values for angle of internal friction ϕ

Soil	Type of test* Unconsolidated-undrained, U	Consolidated-undrained, CU	Consolidated-drained, CD
Gravel			
Medium size	40–55°		40–55°
Sandy	35–50°		35–50°
Sand			
Loose dry	28–34°		
Loose saturated	28–34°		
Dense dry	35–46°		43–50°
Dense saturated	1–2° less than dense dry		43–50°
Silt or silty sand			
Loose	20–22°		27–30°
Dense	25–30°		30–35°
Clay	0° if saturated	5–20°	20–42°

*See a laboratory manual on soil testing for a complete description of these tests, e.g., Bowles (1992).

Notes:
1. Use larger values as γ increases.
2. Use larger values for more angular particles.
3. Use larger values for well-graded sand and gravel mixtures (GW, SW).
4. Average values for gravels, 35–38°; sands, 32–34°.

(b)

Tabla C 10.4.6.3-1 — Constantes elásticas de varios suelos (modificado según el Departamento de la Marina de Guerra, 1982; Bowles, 1988)

Tipo de suelo	Rango típico de los valores del módulo de Young, E_s (MPa)	Relación de Poisson, ν (adim)
Arcilla		
Blanda sensible	2.4–15	0.4–0.5 (sin drenaje)
Media rígida a rígida	15–50	
Muy rígida	50–100	
Limosa	15–60	0.1–0.3
Limo	2–20	0.3–0.35
Arena fina		
Suelta	7.5–10	0.25
Media densa	10–20	
Densa	20–25	
Arena		
Suelta	10–25	0.20–0.36
Media densa	25–50	
Densa	50–75	0.30–0.40
Grava		
Suelta	25–75	0.20–0.35
Media densa	75–100	
Densa	100–200	0.30–0.40

Figura 14. Valores representativos para: (a) Ángulo de fricción; (b) Módulo de elasticidad. Fuente: Joseph E. Bowles.

5.5 MÓDULO DE ELASTICIDAD

El módulo de elasticidad es un parámetro que caracteriza el comportamiento de un material elástico, este varía según la rigidez del material. Dicho parámetro fue calculado con base en los resultados del número de golpes del SPT y calculados por el tipo de material de acuerdo a las formulaciones resumidas en Foundation Analysis and Design -Joseph E. Bowles, donde:

E suelo [kN/m2] = 300*(N + 6) para suelos tipo limos, limos arenosos o limo arcilloso.

Tabla 11. Módulo de elasticidad del suelo en profundidad.

Profundidad (m)	N_{60} (prom)	E suelo (kN/m²)
1,0	10,50	4950
2,0	11,50	5250
3,0	12,50	5550
4,0	21,37	8212
5,0	73,46	23837
6,0	93,01	29704
7,0	103,19	32758

5.6 ANÁLISIS DE SUCEPTIBILIDAD A LA LICUACIÓN

De acuerdo con el criterio chino de Wang (1979), un suelo puede ser considerado susceptible a la licuación cuando cumple las siguientes condiciones:

- Contenido de arcilla y particulas coloidales menor que el 15% de la muestra total.
- Límite líquido menor o igual a 35%.
- Contenido de humedad natural mayor al 90 % del límite líquido.

Es necesario resaltar que una variable fundamental para estos análisis de susceptibilidad a la licuación es el N_{SPT}, debido a esto, para profundidades en las cuales no se cuente con este valor de N, ni con información de alguno de los criterios definidos por Wang (1979), no se considerará dentro de dicho análisis.

Nota: *De acuerdo con los criterios de susceptibilidad a la licuación, mencionados previamente, se puede concluir que las muestras recolectadas no requieren dicho análisis.*

5.7 POTENCIAL DE EXPANSIÓN

La incidencia del comportamiento de los materiales expansivos en los daños experimentados por las estructuras no fue identificada por los especialistas en el estudio de suelos y fundaciones como una de las causas fundamentales de esos daños, prácticamente hasta fines de 1930. A partir de allí se comienza a reconocer que muchas de las patologías de las estructuras, que eran atribuidas a asentamientos del suelo u otros problemas, se debían en realidad a un fenómeno de hinchamiento.

A través de la medida de ciertas propiedades básicas y sencillas de los suelos se puede determinar el grado del potencial expansivo del suelo. Las propiedades a determinar son: límite líquido y límite plástico. La relación entre las características plásticas y el hinchamiento de los suelos puede establecerse como:

Tabla 12. Potencial de expansión.

Potencial de expansión	Índice de plasticidad
Muy alto	>45
Alto	23 - 45
Medio	12 - 34
Bajo	<20

Escoja el Departamento y luego el municipio	Código Municipio	Aa	Av	Zona de Amenaza Sísmica	Ar	Ad
ANTIOQUIA	GUATAPE	5321	0,15	0,2	INTERMEDIA	0,1	0,05

Aa =	0,15	g
Av	0,20	g
I =	1,00	
Suelo	C	

Fa	1,20	
Fv	1,60	

Datos obtenidos para NSR-10

h_{esf} =		m
Ct=		
α=		
T aprox		seg
Sa (Ta)		%g
Cu		
CuTa (T max)		seg
Sa (CuTa)		%g
Te		seg
Sa (Te)		%g

Para Ta<Te<CuTa (tomar)

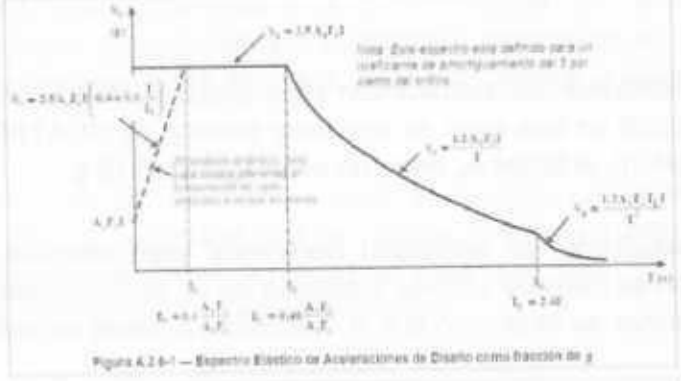
C	0,000	seg
k	1,00	

Para Te>CuTa (tomar)

C	0,000	seg
k	1,00	

Espectro de la NSR-10

	T (s)	Sa (g)
Origen	0,00	0,180
To	0,18	0,450
Tc	0,85	0,450
	0,94	0,410
	1,02	0,377
	1,10	0,348
	1,19	0,324
	1,27	0,303
	1,35	0,284
	1,43	0,266
	1,52	0,253
	1,60	0,240
	1,68	0,228
	1,77	0,217
	1,85	0,208
	1,93	0,199
	2,01	0,191
	2,10	0,183
	2,18	0,176
	2,26	0,170
	2,35	0,164
	2,43	0,158
	2,51	0,153
	2,60	0,148
	2,68	0,143
	2,76	0,139
	2,84	0,135
	2,93	0,131
	3,01	0,128
	3,09	0,124
	3,18	0,121
	3,26	0,118
	3,34	0,115
	3,43	0,112
	3,51	0,109
	3,59	0,107
	3,67	0,105
	3,76	0,102
Tl	3,84	0,100
	3,94	0,095
	4,04	0,090
	4,14	0,086
	4,24	0,082
	4,34	0,078
	4,44	0,075



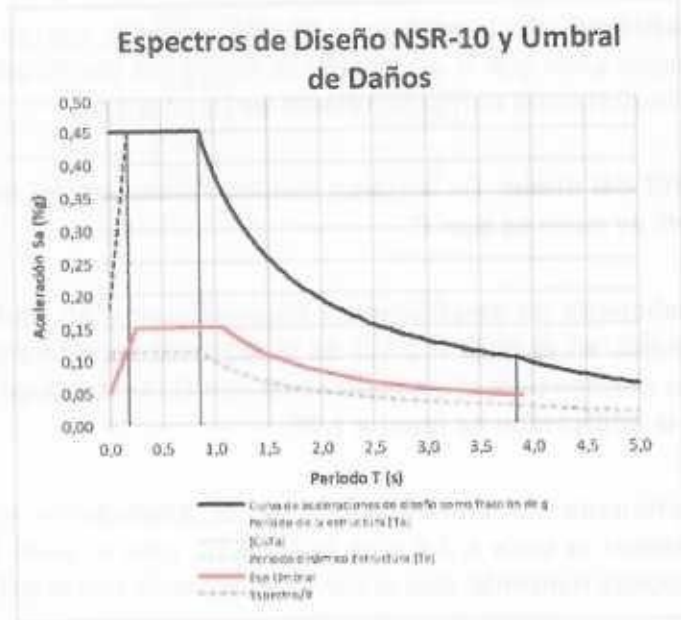


Figura 16. Espectro elástico de aceleraciones de diseño suelo tipo C.

6.2 COEFICIENTES DE PRESION LATERAL DE TIERRAS

Para determinar el coeficiente de presión lateral en condición pseudoestática, se requiere inicialmente determinar los coeficientes de aceleración sísmica horizontal y vertical, los cuales dependen en este caso del espectro de diseño definido por la NSR-10. De acuerdo con la tabla H.5.2-1 de la norma mencionada y que se consideró un único perfil de suelo (tipo D) para todas las cimentaciones, se define una relación K_{ST}/ a_{max} igual a 0.8, el cual corresponde a suelos y macizos rocosos muy fracturados, por lo tanto el coeficiente de aceleración sísmica horizontal (k_h) se determina mediante para un periodo nulo mediante la ecuación (5), a partir de la cual se define el respectivo valor de 0.14 g.

$$k_h = A_a . F_a . I . \frac{K_{ST}}{a_{MAX}} \qquad (5)$$

El coeficiente de aceleración vertical (k_v=0.10 g) se determinó como las dos terceras partes del coeficiente de aceleración horizontal, esto debido a que las frecuencias de onda horizontal y vertical generalmente se encuentran fuera de fase y no actúan simultáneamente.

Los coeficientes de presión lateral para el diseño estructural de las estructuras de contención, se indicaron en la Tabla 14. Cabe aclarar que estos coeficientes se determinaron en el caso estático mediante la teoría de Coulomb y en el caso activo pseudoestático a partir de la teoría de Mononobe y Okabe.

Tabla 14. Coeficientes de presión lateral para diseño de estructuras de contención.

Material	ϕ [°]	δ [°]	K_o	K_a	K_p	K_{ae}
IB – IC Suelo saprolítico	24.5	14,7	0,625	0,455	2,198	0,572

Los coeficientes K_o, K_a, K_p y K_{ae}, corresponden a los coeficientes de presión lateral de reposo, activo estático, pasivo estático y pseudo estático respectivamente.

7 ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE TALUDES

El análisis de estabilidad se realiza sobre las zonas de ladera en las cuales se proyectan edificaciones o estructuras de contención, considerando las condiciones actuales del terreno, de construcción (antes y después de finalizar las actividades de corte y de dimensionar las estructuras) y proyectadas (con las estructuras). Verificar Anexo E.

Mediante toda la información recolectada, tanto en campo como en laboratorio, en donde se incluyen ensayos SPT, granulometrías, límites de Atterberg y corte directo; se determinaron los perfiles estratigráficos para las secciones transversales de análisis más críticas. En la Tabla 15 se pueden observar los valores establecidos para cada uno de los materiales en función de los parámetros de resistencia al corte.

El perfil seleccionado para el análisis de estabilidad es el 0 + 71.310, el cual se caracteriza como la sección S1, en donde se caracterizan los materiales geológicos presentados (Figura 17).

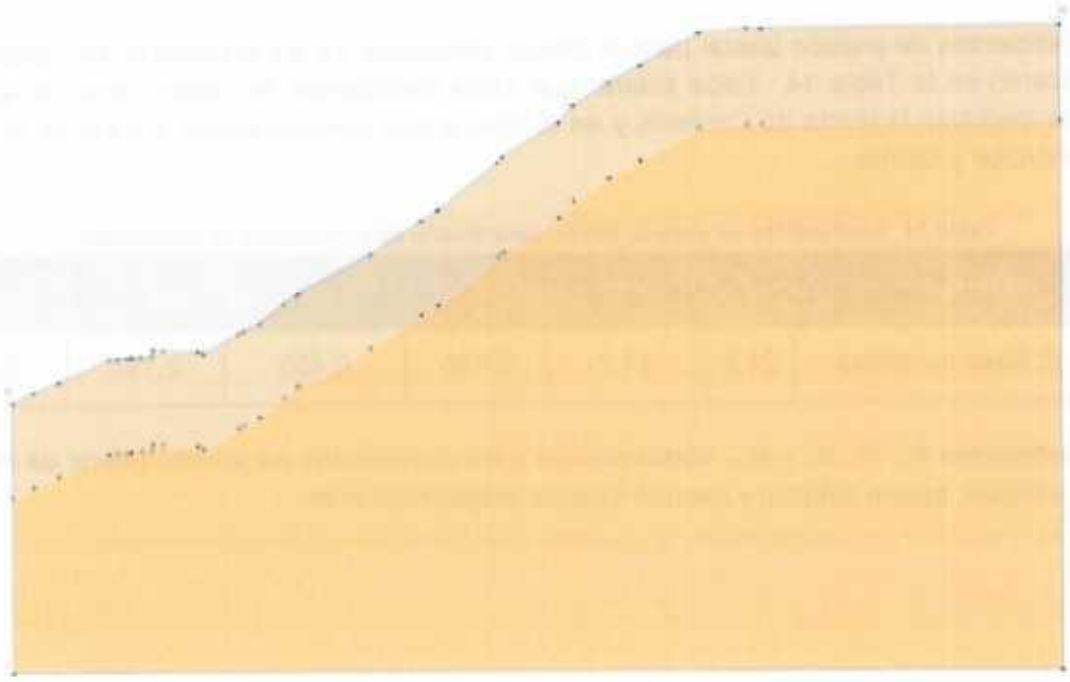


Figura 17. Perfil geológico 0+71, sección de análisis S1.

NOTA: el nivel freático no se encontró, posiblemente por la temporada seca de verano, por lo tanto, podría presentar variaciones debido a la pluviosidad durante invierno. De esta manera, si se evidencia nivel freático, flujos de aguas superficiales o acumulaciones de agua, es de vital

importancia la implementación de drenes a la hora de realizar excavaciones para las contenciones aquí realizadas.

Tabla 15. Parámetros adoptados por cada material.

Color	Material	c [kPa]	ϕ [°]	γn [kN/m³]
	IB – IC	16.00	24.50	16.00
	IIB – IIC	28.00	35.00	25.00

Tabla 16. Parámetros adoptados para cada soporte.

Color	Soporte	Espaciamiento [m]	Resistencia al cortante [kPa]
	Micropilote 1	1.50	28.00
	Micropilote 2	1.00	28.00
	Anclaje 3T de 1/2	2.00	270.00

Para el análisis de estabilidad se empleó el software Slide, aplicando la teoría de *equilibrio* límite. Según diversas metodologías clásicas (Morgenstern and Price, Spencer y Bishop), se calcularon los factores de seguridad más críticos para diferentes superficies de falla en el talud. En este caso, basándonos en el tipo de material y condiciones topográficas, se consideró que la falla más probable corresponde a fallas circulares.

Para evaluar la estabilidad de la zona, se consideraron dos situaciones en el perfil: un análisis en condiciones estáticas y otro que incluye la evaluación de la acción sísmica. En ambos casos, se obtuvieron los factores de seguridad para cada superficie de falla identificada por el modelo.

El valor límite para el factor de seguridad en el caso estático y pseudoestático fue tomado de las recomendaciones de la Norma Colombiana de Construcciones Sismoresistentes (NSR-10).

Tabla H.2.4-1
Factores de Seguridad Básicos Mínimos Directos

Condición	F_{SBM}		F_{SDUM}	
	Diseño	Construcción	Diseño	Construcción
Carga Muerta + Carga Viva Normal	1.50	1.25	1.80	1.40
Carga Muerta + Carga Viva Máxima	1.25	1.10	1.40	1.15
Carga Muerta + Carga Viva Normal + Sismo de Diseño Seudo estático	1.10	1.00 (*)	No se permite	No se permite
Taludes – Condición Estática y Agua Subterránea Normal	1.50	1.25	1.80	1.40
Taludes – Condicion Seudo-estatica con Agua Subterránea Normal y Coeficiente Sísmico de Diseño	1.05	1.00 (*)	No se permite	No se permite

(*) Nota: Los parámetros sísmicos seudo estáticos de Construcción serán el 50% de los de Diseño

Figura 18. Factores de Seguridad Básicos Mínimos Directos.

Como ya se mencionó, el análisis de estabilidad empleó los métodos de Bishop simplificado, Morgenstern-Price (GLE) y Spencer, para superficie circular y con el método de búsqueda de auto refinado.

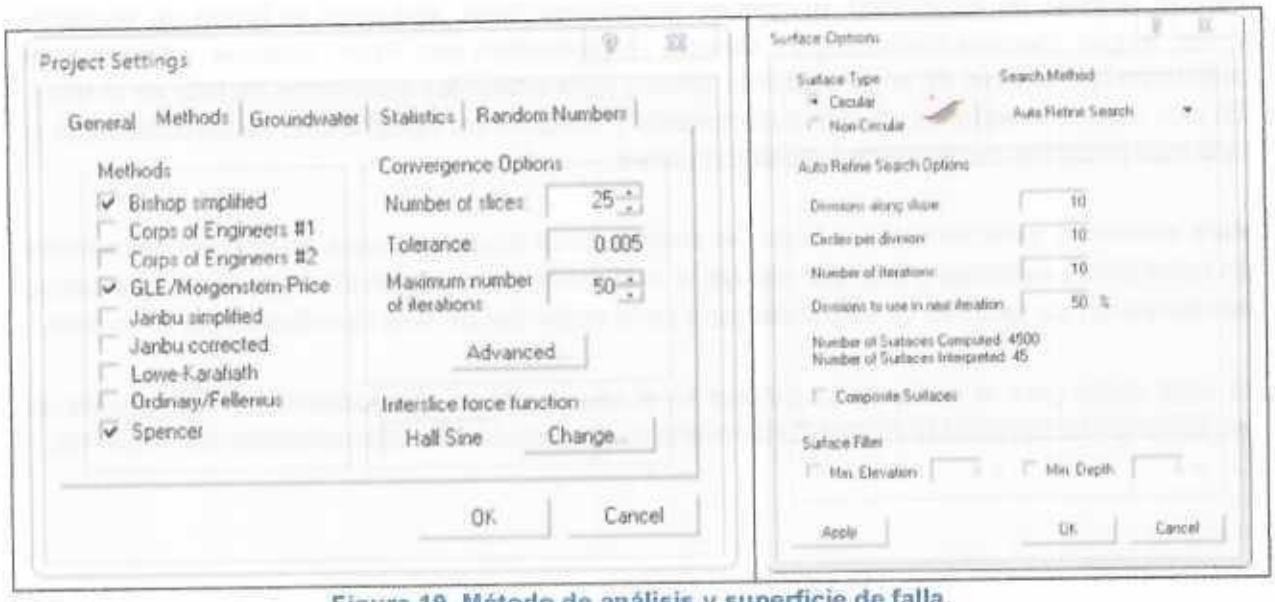


Figura 19. Método de análisis y superficie de falla.

Para el análisis pseudoestático se utilizarán las recomendaciones establecidas en la NSR-10, numeral H.5.2.5 Sismo de diseño, en donde se especifica que el coeficiente sísmico de diseño para análisis pseudoestático de taludes (KST) deberá estimarse en función de la aceleración máxima del terreno (a_{max}) y ésta a su vez se calcula en función de la aceleración pico efectiva (A_a), del factor de amplificación F_a y del coeficiente de importancia (I) como:

$$a_{max} = A_a * F_a * I$$

El coeficiente sísmico de diseño para análisis pseudoestático de taludes KST tiene valor inferior o igual al de a_{max} y se admiten los siguientes valores mínimos de KST/a_{max}, dependiendo del tipo de material térreo (reforzado o no) y del tipo de análisis.

Tabla H.5.2-1
Valores de K_{ST}/a_{max} Mínimos para Análisis Seudoestático de Taludes

Material	K_{ST}/a_{max} Mínimo	Análisis de Amplificación Mínimo
Suelos, enrocados y macizos rocosos muy fracturados (RQD < 50%)	0.80	Ninguno
Macizos rocosos (RQD > 50%)	1.00	Ninguno
Todos los materiales térreos	0.67	Amplificación de onda unidimensional en dos columnas y promediar
Todos los materiales térreos	0.50	Amplificación de onda bidimensional

Figura 20. Valores de KST/amax Mínimos para análisis Pseudoestático de Taludes.

Para este caso se tiene una relación KST/a_{max} = 0.80. Se evaluó el análisis de estabilidad pseudoestático con los coeficientes de aceleración sísmica para un suelo Tipo D, dando como resultado la siguiente carga sísmica para el sitio en estudio:

$$Kh = \frac{Kst}{a_{max}}.A_a.F_a.I = 0.80 \times 0.25 \times 1{,}30 \times 1.00 = 0{,}26$$

$$Kv = \frac{2}{3}.Kh = 0{,}17$$

El análisis la sección se contempló sin la presencia de nivel freático, pero se incluyó una relación de **presión de poros (Ru)** de **0,15** para los materiales, así se simulará una condición desfavorable en cuanto a aguas infiltradas. De esta manera, se establecen múltiples rutas para garantizar la estabilidad de la ladera.

7.1 ESTABILIDAD EN CONDICIONES ACTUALES

Después de construir los modelos geotécnicos, teniendo en cuenta la topografía del sitio y los materiales caracterizados en la zona, se realiza un análisis de estabilidad previo para verificar la disposición de las posibles fallas en todas las secciones planteadas. De esta manera, se presenta la Figura 21Figura 21 en donde se puede apreciar que el terreno presenta estabilidad inherente a las condiciones geológicas actuales, pero presentan valores relativamente bajos.

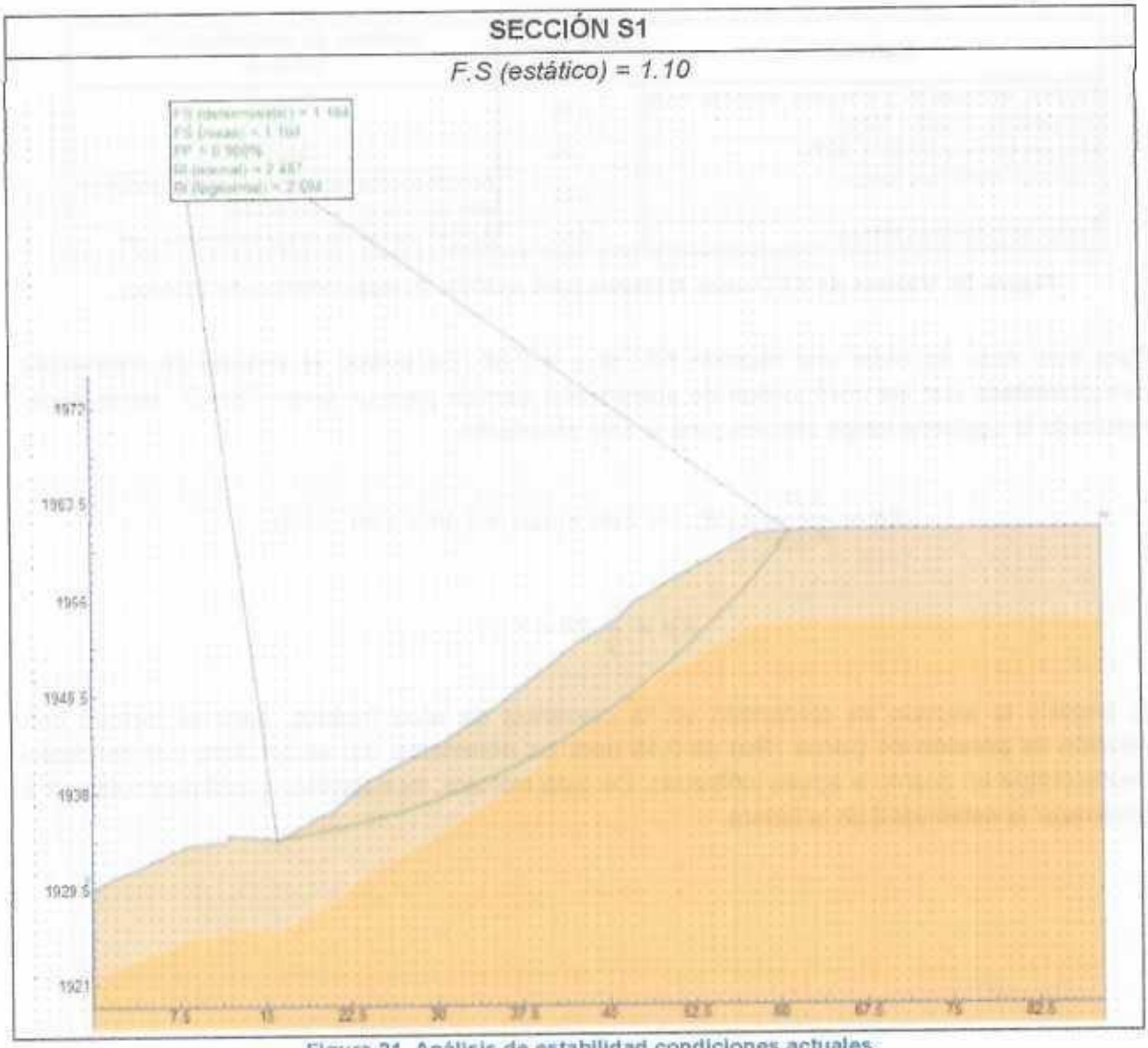


Figura 21. Análisis de estabilidad condiciones actuales.

7.2 ANÁLISIS DE ESTABILIDAD EN CONDICIONES PROYECTADAS

En esta sección se realizó el análisis de estabilidad bajo las condiciones proyectadas, es decir, considerando las solicitaciones y cambios en el terreno que inducirá la construcción de la obra, evaluando los factores de seguridad exigidos por la NSR-10 para condiciones estática y pseudoestática. **Para verificar los resultados en los pasos intermedios se deberá remitir a los anexos.**

Para este análisis se considera el planteamiento suministrado por el cliente en que se plantea la implantación de la estructura respetando la topografía actual. De esta manera en la sección S1 se busca la construcción de un tanque de agua sobre una colina, sin embargo, se establecieron todas las obras de contención posibles para cumplir la norma.

NOTA: Si se presentan cambios no determinados ni previstos en el diseño, la consultora no se hará responsable de los posibles efectos sobre la estabilidad de las contenciones.

En la Figura 22 se presenta la condición estática, en donde se muestra un factor de seguridad de 1.52, con probabilidad de falle del 0% y un índice de confiabilidad del 14.56.

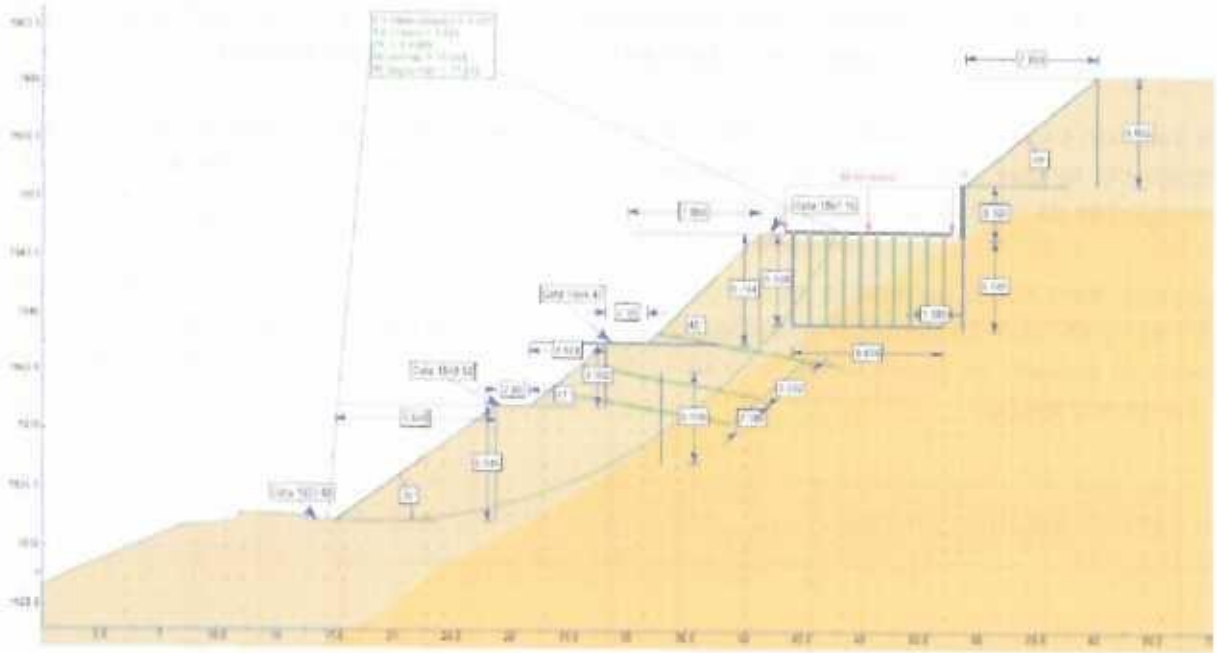


Figura 22. Análisis de estabilidad S1 – Condición Estática.

BIBLIOGRAFÍA

Alvaro J, G. (1999). Estimativos de Parámetros Efectivos de Resistencia con el SPT. *X Jornadas Geotécnicas de la Ingeniería Colombiana-SCI-SCG*, 1-12.

Arias, L. (1995). *El relieve de la zona central de Antioquia: un palimpsesto de eventos tectónicos y climáticos.* Revista Facultad de Ingeniería, Antioquia University.

Asosicación Colombiana de Ingenieria Sismica. (2010). Reglamento Colombiano de Construcciones Sismo Resistentes, NSR-10.

Braja M. Das. (2012). *Fundamentos de ingeniería de cimentaciones.* México: Cengage Learning.

Correa, T., Obando, M., Zapata, J., Rincón, Á., Ortiz, F., Rodríguez, G., & Cetina, L. (01 de 04 de 2018). *Servicio Geológico Colombano.* doi:10.32685/10.143.2018.754

Cubides Cruz, A. (2017). *Zonificación a partir del potencial de licuación de la zona urbana del municipio de apartadó, Antioquia.* Medellín.

Deere, D. U., & Patton, F. D. (1971). *Slope stability in residual soils. En Proc.* Fourth Pan American Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering.

Hoek, E., & Brown, E. (2018). *The HoekeBrown failure criterion and GSI - 2018 edition* (Vol. 11). CSRME.

Inteinsa, S. A. (2006). *Microzonificación sísmica detallada de los municipios de Barbosa, Girardota, Copacabana, Sabaneta, La Estrella, Caldas y Envigado.*

Joseph E. Bowles, P. S. (1997). *FOUNDATION ANALYSIS AND DESIGN.* McFraw-Hill.

Montes, N. &. (2001). *Base de datos de fallas activas. Recopilación bibliográfica. Proyecto compilación y levantamiento de la información geodinámica.* . Bogota: INGEOMINAS.

Montoya, C. A. (2012). *Directrices Y Lineamientos Para La Elaboración De Los Estudios Geológicos Geomorfológicos, Hidrológicos, Hidráulicos, Hidrogeológicos Y Geotécnicos Para Intervenciones En Zonas De Ladera, En El Valle De Aburrá.*

Poulos, H., & Davis, E. (1980). *The University of Sydney.* Sydney: Rainbow-Bridge Book Co.

Restrepo, J. J. (1984). *Unidades Litológicas de Los Alrededores de Medellín en: Memorias de la I Conferencia Sobre Riesgos Geológicos del Valle de Aburrá.*

ANEXO 6
DISEÑOS ESTRUCTURALES

Gualberto Fuentes Valderrama - Ingeniero Sanitario UdeA
Carrera 74 N 53 205 - Móvil 3104960295 - Mail: gfvalderrama@yahoo.com

ANEXO 7
PRESUPUESTO SISTEMA DE APROVECHAMIENTO DE AGUAS CRUDAS LA CALDERA

Gualberto Fuentes Valmaldonado - Ingeniero Sanitario UdeA
Carrera 74 N 53-205 - Móvil 3104960295 - Mail: gfvaldelamar@yahoo.com

ANEXO 7.1
CANTIDADES DE OBRA Y PRESUPUESTO

Gualberto Fuentes Valladares - Ingeniero Sanitario UdeA
Carrera 24 N 53 206 - Movil 3103560095 - Mail: gfvalladares@yahoo.com

CONSTRUCCIÓN BOCATOMA

PRELIMINARES

		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
1.01	LOCALIZACIÓN Y REPLANTEO POR DIA	DIA	1.00	1'238'000	1'238'000
1.02	DESVIO DE QUEBRADA (CAUDALES MEDIOS), INCLUYE EXCAVACIONES Y COLOCACIÓN DE MATERIALES PARA ENCAUZAR EL AGUA	UND	1.00	9'216'141	9'216'141
					10'454'141

EXCAVACIONES

		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
2.01	EXCAVACION MANUAL EN MATERIAL CONGLOMERADO HÚMEDO 0 - 2 METROS	M3	15.00	47'976	719'640
					719'640

CONCRETOS

		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
3.01	SUMINISTRO Y CONSTRUCCION DE SOLADO, E=.05 M, EN CONCRETO DE 140 KG/CM2	M3	0.40	752'042	300'817
3.02	SUMINISTRO Y CONSTRUCCIÓN DE LOSA DE FONDO EN CONCRETO DE 280 KG/CM2, INCLUYE IMPERMEABILIZANTE Y	M3	8.30	1'096'247	9'098'850
3.03	SUMINISTRO Y CONSTRUCCIÓN DE MURO EN CONCRETO DE 280 KG/CM2, INCLUYE IMPERMEABILIZANTE Y FORMALETAS	M3	4.50	1'190'762	5'358'429
3.04	CONCRETO CICLÓPEO FC = 140 KG/CM2 CON 40% EN PIEDRA, INCLUYE FORMALETAS	M3	2.10	644'575	1'353'608
3.05	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ACERO DE REFUERZO FY = 60000 PSI	KG	400.00	9'170	3'668'000
3.06	SUMINISTRO Y CONSTRUCCIÓN DE TAPA DE CONCRETO 210 KG/CM2 (E = 0.07M), CON REFUERZO Y MARCO EN ÁNGULO Y RECIBIDOR DE 2" DE 0.85M X 0.525M	UND	2.00	194'709	389'418
3.07	VIAJE DE MATERIALES A LOMO DE MULA A UNA DISTANCIA ENTRE 1000 Y 2000 METROS	CARGA	180.00	32'000	5'760'000
					25'929'121

TUBERÍAS

		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
4.01	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA P.V.C.-P UZ DE 4"	ML	6.00	60'000	360'000
4.02	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA P.V.C.-UZ DE 6" RDE 26	ML	6.00	109'860	659'160
					1'019'160

ACCESORIOS P.V.C.

		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
5.01	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE CODO P.V.C.-P US 90° DE 4"	UND	1.00	138'719	138'719
					138'719

ELEMENTOS METÁLICOS

		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
6.01	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE REJILLA DE 0.30 X 0.20M CON 6 VARILLAS DE 1/2" CADA 2 CMS LIBRES, CON MARCO DE SOPORTE DE 1 X 1/8", BISAGRAS PARA SU APERTURA, ANCLAJES Y PINTURA ANTICORROSIVA E INTEMPERIE	UND	1.00	188'016	188'016
6.02	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE PASAMURO HF DE 6" EXTREMO BRIDA DE L = 1.10 M, Z = 0.075 M	UND	1.00	1'250'021	1'250'021
					1'438'037

VÁLVULAS

UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL

7.01	SUMINISTRO E INSTALACION DE VÁLVULA DE COMPUERTA SELLO ELASTICO BRIDA - BRIDA DE 6", INCLUYE EMPAQUES Y TORNILLOS GALVANIZADOS	UND	1.00	2'614'263	2'614'263
7.02	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE VÁLVULA DE COMPUERTA SELLO ELASTICO BRIDA - BRIDA DE 4"	UND	1.00	1'523'810	1'523'610
					4'138'073

DISPOSICIÓN DE MATERIAL SOBRANTE

		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
8.01	REGADA DE MATERIAL SOBRANTE DE LA EXCAVACIÓN	M3	15.00	21'445	321'675
					321'675
					44'158'566

DESARENADOR

EXCAVACIONES

		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
9.01	EXCAVACION MANUAL EN MATERIAL CONGLOMERADO HÚMEDO 0 - 2 METROS	M3	35.00	47'976	1'679'160
9.02	EXCAVACIÓN MANUAL EN ROCA CUALQUIER PROFUNDIDAD	M3	8.00	238'246	1'905'968
					3'585'128

CONCRETOS

		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
10.01	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ENTRESUELO PIEDRA PARA AFIRMADO DE CIMENTACIONES	M3	4.50	132'505	596'273
10.02	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE MATERIAL GRANULAR (TRITURADO) PARA BASE DE BRECHA EN INSTALACIÓN DE TUBERÍAS Y/O COMPLEMENTO DE ENTRESUELOS EN PIEDRA	M3	1.50	264'629	396'944
10.03	SUMINISTRO Y CONSTRUCCIÓN DE SOLADO, E=.05 M, EN CONCRETO DE 140 KG/CM2	M3	0.80	752'042	601'634
10.04	SUMINISTRO Y CONSTRUCCIÓN DE LOSA DE FONDO EN CONCRETO DE 280 KG/CM2, INCLUYE IMPERMEABILIZANTE Y	M3	3.50	1'134'576	3'971'016
10.05	SUMINISTRO Y CONSTRUCCIÓN DE MURO EN CONCRETO DE 280 KG/CM2, INCLUYE IMPERMEABILIZANTE Y FORMALETAS	M3	8.50	1'191'583	10'128'456
10.06	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ACERO DE REFUERZO FY = 60000 PSI	KG	1'300.00	9'170	11'921'000
10.07	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE MALLA ELECTROSOLDADA TIPO D - 84	UND	2.00	126'953	253'906
10.08	SUMINISTRO Y CONSTRUCCIÓN DE TAPA DE CONCRETO 210 KG/CM2 (E = 0.07M), CON REFUERZO Y MARCO EN ÁNGULO Y RECIBIDOR DE 2" DE 1.00M X 0.50M	UND	2.00	213'817	427'634
10.09	VIAJE DE MATERIALES A LOMO DE MULA (CARGA) A UNA DISTANCIA ENTRE 400 Y 1000 METROS	UND	400.00	17'000	6'800'000
10.10	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE PELDAÑOS EN VARILLA CORRUGADA DE 3/4" GALVANIZADOS	UND	12.00	65'280	783'360
					35'880'221

TUBERÍAS

		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
11.01	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIA P.V.C.-P UZ DE 4" RDE 26	ML	21.00	60'000	1'260'000
					1'260'000

ACCESORIOS P.V.C.

		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
12.01	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE CODO P.V.C.-P US 90º DE 4"	UND	2.00	138'719	277'438
12.02	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TEE P.V.C.-P US DE 4"	UND	2.00	190'278	380'556
					657'994

	ELEMENTOS METÁLICOS	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
13.01	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TAPA EN ALFAJOR DE 0.825 X 0.525M, INCLUYE MARCO METÁLICO DE 1 1/2", BISAGRAS, CANDADO Y PINTURA ANTICORROSIVA	UND	2.00	198'016	396'032
13.02	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TAPA EN ALFAJOR DE 1.05 X 0.525 M, INCLUYE MARCO METÁLICO DE 1" X 3/16, BISAGRAS, ASA Y TORNILLOS EXPANSIVOS	UND	2.00	236'516	473'032
13.03	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TAPA EN ALFAJOR DE 1.3 X 0.65 M, INCLUYE MARCO METÁLICO DE DE 1" Y 2", BISAGRAS, ASA CADENA Y TORNILLOS EXPANSIVOS	UND	2.00	325'516	651'032
13.04	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE PASAMURO HF DE 4" EXTREMO LISO L= 0.50M, Z = 0.125 M	UND	2.00	352'013	704'026
13.05	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE PASAMURO HF DE 4" EXTREMO BRIDA DE L = 0.55 M	UND	1.00	445'013	445'013
					2'669'135

	VÁLVULAS	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
14.01	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE VÁLVULA DE COMPUERTA ELÁSTICA DE 4", JUNTA HIDRÁULICA, VASTAGO NO	UND	2.00	852'488	1'704'976
14.02	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE VÁLVULA DE APERTURA Y CIERRE RÁPIDO DE 4", SELLO ELÁSTICO, BRIDADA, INCLUYE GUILLOTINA	UND	1.00	1'788'369	1'788'369
					3'493'345

	LLENOS	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
15.01	LLENOS COMPACTOS EN MATERIAL DE PRESTAMO (LIMO CLASIFICADO QUE COMPACTE HASTA EL 90% DEL PROCTOR)	M3	12.00	76'045	912'540
					912'540

	DISPOSICIÓN DE MATERIAL SOBRANTE	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
16.01	REGADA DE MATERIAL SOBRANTE DE LA EXCAVACION	M3	31.00	21'445	664'795
					664'795
					49'123'158

ADUCCIÓN

	PRELIMINARES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
17.01	LOCALIZACION Y REPLANTEO POR METRO	ML	1'530.00	5'813	8'893'890
					8'893'890

	EXCAVACIONES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
18.01	EXCAVACIÓN MANUAL EN MATERIAL COMUN HUMEDO DE 0 - 2 METROS	M3	612.00	39'579	24'222'348
18.02	EXCAVACIÓN MANUAL EN MATERIAL COMUN HÚMEDO DE 2 - 4 METROS	M3	12.00	67'965	815'580
					25'037'928

	TUBERÍAS	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
19.01	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIA POLIETILENO PE - 100 PN -10 DE 63MM (2")	ML	50.00	29'413	1'470'650
19.02	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA POLIETILENO PE - 100 PN -10 DE 110MM (4")	ML	1'530.00	76'184	116'561'520

19.03	SUMINISTRO E INSTALACION DE CINTA PARA SENALIZACION DE REDES DE ACUEDUCTO	ML	1'530.00	5'119	7'832'070
					125'864'240

ACCESORIOS METÁLICOS

		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
20.01	SUMINISTRO E INSTALACION DE TEE REDUCIDA GARRA DE TIGRE Y BRIDA DE 4 X 2" RDE 11 - PN 10	UND	2.00	827'858	1'655'716
20.02	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE BRIDA X GARRA DE TIGRE DE 2" (BIDA X PEAD)	UND	2.00	272'100	544'200
					2'199'916

VÁLVULAS

		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
21.01	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE VALVULA DE COMPUERTA ELÁSTICA JUNTA HIDRÁULICA 200 PSI DE 2"	UND	2.00	451'662	903'324
21.02	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE VÁLVULA DE COMPUERTA ELÁSTICA DE 4", GARRA DE TIGRE	UND	2.00	1'242'205	2'484'410
21.03	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE VÁLVULA DE VENTOSA DE 1/2" EN TUBERÍA DE 6", INCLUYE COLLAR DE DERIVACIÓN Y VÁLVULA DE CIERRE	UND	3.00	630'323	1'890'969
					5'278'703

LLENOS

		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
22.01	LLENOS COMPACTOS CON MATERIAL PROVENIENTE DE LA EXCAVACIÓN	M3	300.00	24'045	7'213'500
22.02	LLENOS COMPACTOS EN MATERIAL DE PRESTAMO (LIMO CLASIFICADO QUE COMPACTE HASTA EL 90% DEL PROCTOR)	M3	300.00	76'409	22'922'700
					30'136'200

DISPOSICIÓN DE MATERIAL SOBRANTE

		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
23.01	REGADA DE MATERIAL SOBRANTE DE LA EXCAVACIÓN	M3	312.00	21'445	6'690'840
					6'690'840
					204'101'717
					297'383'442

COSTOS INDIRECTOS

COSTO DIRECTO		297'383'442
ADMINISTRACION	27.00%	80'293'529
UTILIDAD (INCLUYE IVA DEL 19%)	5.00%	14'869'172
		392'546'143

RESUMEN

CONSTRUCCIÓN BOCATOMA	14.85%	44'158'566
DESARENADOR	16.52%	49'123'158
ADUCCIÓN	68.63%	204'101'717
		297'383'442

ANEXO 7.2
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS APU

Guillermo Fuentes Valladares - Ingeniero Sanitario Ltda A
Carrera 74 N 53 205 - Móvil 3104560295 - Mail: ghvalle4ever@yahoo.com

1.01	LOCALIZACIÓN Y REPLANTEO POR DIA			PRECIO	EQUIPO	MATERIAL	GENTE	OTROS
CLAVO	CLAVO CORRIENTE DE 11/2" A 4"	LB	1	5'000		5'000		
COTOP	COMISIÓN DE TOPOGRAFÍA	DÍA	1.000	1'200'000	1'200'000			
HEMEN	HERRAMIENTA MENOR	Global	------	------	25'000			
ESTAC	ESTACAS MADERA PARA LA TOPOGRAFÍA	UND	20	400		8'000		
	DIRECTO:	DIA	1	1'238'000	1'225'000	13'000		
	masAIU:	32.00%	396'160	1'634'160				

1.02	DESVIO DE QUEBRADA (CAUDALES MEDIOS), INCLUYE EXCAVACIONES Y COLOCACIÓN DE MATERIALES PARA ENCAUZAR			PRECIO	EQUIPO	MATERIAL	GENTE	OTROS
CUAD4	CUADRILLA 4 (1 OFICIAL+3 AYUDANTES)	H-H	70	54'253			3'797'710	
RELLENO	SACOS LLENOS DE ARENA PARA FORMAR BARRERA Y DESVIAR EL AGUA DE LA QUEBRADA	UND	240	8'892	147'383	287'988	1'698'709	
EXMM2	EXCAVACIÓN MANUAL EN MATERIAL COMÚN HÚMEDO DE 0 - 2 METROS	M3	80	39'579	607'920		2'556'400	
HEMEN	HERRAMIENTA MENOR	Global	------	------	118'031			
	DIRECTO:	UND	1	9'216'141	873'334	287'988	8'054'819	
	masAIU:	32.00%	2'949'165	12'165'306				

2.01	EXCAVACIÓN MANUAL EN MATERIAL CONGLOMERADO HÚMEDO 0 - 2 METROS			PRECIO	EQUIPO	MATERIAL	GENTE	OTROS
CUAYBA	CUADRILLA 1 (2AYUDANTES RASOS)	H-H	1.8	21'320			38'376	
HEMEN	HERRAMIENTA MENOR	Global	------	------	1'100			
BOMB3	BOMBA SUMERGIBLE DE 3", INCLUYE MANGUERAS	DÍA	1	85'000	8'500			
	DIRECTO:	M3	15	47'976	9'600		38'376	
	masAIU:	32.00%	15'352	63'328				

3.01	SUMINISTRO Y CONSTRUCCIÓN DE SOLADO, E=.05 M, EN CONCRETO DE 140 KG/CM2			PRECIO	EQUIPO	MATERIAL	GENTE	OTROS
CO140	CONCRETO 1:3:5 (140 KG/CM2)	M3	1.05	630'567	18'366	507'413	136'317	
CUAD3	CUADRILLA 3 (1 OFICIAL + 2 AYUDANTES)	H-H	2	43'593			87'186	
HEMEN	HERRAMIENTA MENOR	Global	------	------	2'761			
	DIRECTO:	M3	0.40	752'042	21'127	507'413	223'503	
	masAIU:	32.00%	240'653	992'695				

3.02	SUMINISTRO Y CONSTRUCCIÓN DE LOSA DE FONDO EN CONCRETO DE 280 KG/CM2, INCLUYE IMPERMEABILIZANTE Y FORMALETAS			PRECIO	EQUIPO	MATERIAL	GENTE	OTROS
CO112	CONCRETO 1:2:2 (280 KG/CM2), INCLUYE IMPERMEABILIZANTE	M3	1.05	871'617	18'366	760'515	136'317	
FORLOF	FORMALETA PARA LOSA DE FONDO EN TABLEMAC	M2	1	61'671	1'356	33'188	27'127	
VIBRA	VIBRADOR PARA CONCRETO ALQUILER/ELECTRICO O A GASOLINA	DIA	0.15	50'000	7'500			
CUAD4	CUADRILLA 4 (1 OFICIAL+3 AYUDANTES)	H-H	2	54'253			108'506	
HEMEN	HERRAMIENTA MENOR	Global	------	------	3'372			
	DIRECTO:	M3	8.30	1'096'247	30'594	793'703	271'950	
	masAIU:	32.00%	350'799	1'447'046				

3.03	SUMINISTRO Y CONSTRUCCIÓN DE MURO EN CONCRETO DE 280 KG/CM2, INCLUYE IMPERMEABILIZANTE Y FORMALETAS			PRECIO	EQUIPO	MATERIAL	GENTE	OTROS
CO112	CONCRETO 1:2:2 (280 KG/CM2), INCLUYE IMPERMEABILIZANTE	M3	1.05	871'617	18'366	760'515	136'317	
FTAMM	FORMALETA PARA CONCRETO A LA VISTA PARA MURO UTILIZANDO TABLEMAC	M2	1.2	129'316	10'576	79'500	65'104	
ANTI2	ANTISOL BLANCO	KG	0.2	8'500		1'700		
VIBRA	VIBRADOR PARA CONCRETO ALQUILER/ELECTRICO O A GASOLINA	DIA	1/8	50'000	6'250			
CUAD3	CUADRILLA 3 (1 OFICIAL + 2 AYUDANTES)	H-H	2.5	43'593			108'983	
HEMEN	HERRAMIENTA MENOR	Global	------	------	3'452			
	DIRECTO:	M3	4.50	1'190'762	38'643	841'715	310'403	
	masAIU:	32.00%	381'044	1'571'806				

3.04	CONCRETO CICLÓPEO FC = 140 KG/CM2 CON 40% EN PIEDRA, INCLUYE FORMALETAS			PRECIO	EQUIPO	MATERIAL	GENTE	OTROS
PIEN	PIEDRA EN PLANTA ENTRESUELO	M3	0.40	110'000		44'000		
CO140	CONCRETO 1:3:5 (140 KG/CM2)	M3	.66	630'567	11'544	318'945	85'685	
CUAD3	CUADRILLA 3 (1 OFICIAL + 2 AYUDANTES)	H-H	3	43'593			130'779	
FORLOF	FORMALETA PARA LOSA DE FONDO EN TABLEMAC	M2	0.6	61'671	814	19'913	16'276	
VIBRA	VIBRADOR PARA CONCRETO ALQUILER	DIA	0.25	50'000	12'500			
HEMEN	HERRAMIENTA MENOR	Global	------	------	4'119			
	DIRECTO:	M3	2.10	644'575	28'977	382'858	232'740	
	masAIU:	32.00%	206'264	850'839				

3.05	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ACERO DE REFUERZO FY = 60000			PRECIO	EQUIPO	MATERIAL	GENTE	OTROS
ALAMB	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO	KG	0.05	8'500		425		
ACE60	ACERO DE 60000 PSI	KG	1.030	5'500		5'665		
MOCFR	MANO DE OBRA CORTE, FIGURACIÓN Y COLOCACIÓN DE REFUERZO	KG	1.000	3'000			3'000	
HEMEN	HERRAMIENTA MENOR	Global	------	------	80			
	DIRECTO:	KG	400	9'170	80	6'090	3'000	
	masAIU:	32.00%	2'934	12'104				

3.06	SUMINISTRO Y CONSTRUCCIÓN DE TAPA DE CONCRETO 210 KG/CM2 (E = 0.07M), CON REFUERZO Y MARCO EN ÁNGULO Y RECIBIDOR DE 2" DE 0.85M X 0.525M			PRECIO	EQUIPO	MATERIAL	GENTE	OTROS
CO123	CONCRETO 1:2:3 (210 KG/CM2), INCLUYE IMPERMEABILIZANTE	M3	0.03	789'757	525	19'273	3'895	
MTR852	MARCO EN ÁNGULO Y RECIBIDOR DE 2" DE 0.85M X 0.525M	UND	1	103'000		103'000		
CUAD2	CUADRILLA 2 (1 OFICIAL + 1 AYUDANTE)	H-H	2	32'933			65'866	
HEMEN	HERRAMIENTA MENOR	Global	------	------	2'150			
	DIRECTO:	UND	2	194'709	2'675	122'273	69'761	
	masAIU:	32.00%	62'307	257'016				

3.07	VIAJE DE MATERIALES A LOMO DE MULA A UNA DISTANCIA ENTRE 1000 Y 2000 METROS			PRECIO	EQUIPO	MATERIAL	GENTE	OTROS
TM1000	VIAJE DE MATERIALES A LOMO DE MULA A UNA DISTANCIA ENTRE 1000 Y 2000 METROS	CARGA	1	32'000				32'000
	DIRECTO:	CARGA	180	32'000				32'000
	masAIU:	32.00%	10'240	42'240				

4.01	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA P.V.C.-P UZ DE 4" RDE 26			PRECIO	EQUIPO	MATERIAL	GENTE	OTROS
T4262	TUBO P.V.C.-UZ DE 4" RDE 26	ML	1.05	45'220		47'481		
LIPVC	LIMPIADOR P.V.C.	GAL	1/150	55'482		370		
LUBRI	LUBRICANTE P.V.C.X 500 GRAMOS	UND	1/150	26'080		174		
CUAD3	CUADRILLA 3 (1 OFICIAL + 2 AYUDANTES)	H-H	8/30	43'593			11'625	
HEMEN	HERRAMIENTA MENOR	Global	------	------	350			
	DIRECTO:	**ML**	6	60'000	350	48'025	11'625	
	masAIU:	**32.00%**	19'200	79'200				

4.02	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA P.V.C.-UZ DE 6" RDE 26			PRECIO	EQUIPO	MATERIAL	GENTE	OTROS
T6262	TUBO P.V.C.-UZ DE 6" RDE 26	ML	1.050	90'368		94'886		
LIPVC	LIMPIADOR P.V.C.	GAL	1/135	55'482		411		
LUBRI	LUBRICANTE P.V.C.X 500 GRAMOS	UND	1/135	26'080		193		
CUAD3	CUADRILLA 3 (1 OFICIAL + 2 AYUDANTES)	H-H	8/25	43'593			13'950	
HEMEN	HERRAMIENTA MENOR	Global	------	------	420			
	DIRECTO:	**ML**	6	109'860	420	95'491	13'950	
	masAIU:	**32.00%**	35'155	145'015				

5.01	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE CODO P.V.C.-P US 90° DE 4"			PRECIO	EQUIPO	MATERIAL	GENTE	OTROS
CPVP4	CODO P.V.C.-P US 90° DE 4"	UND	1	116'589		116'589		
LIPVC	LIMPIADOR P.V.C.	GAL	1/20	55'482		2'774		
SOLDA	SOLDADURA P.V.C. 1/4	GAL	1/20	115'066		5'753		
CUAD2	CUADRILLA 2 (1 OFICIAL + 1 AYUDANTE)	H-H	0.4	32'933			13'173	
HEMEN	HERRAMIENTA MENOR	Global	------	------	430			
	DIRECTO:	**UND**	1	138'719	430	125'116	13'173	
	masAIU:	**32.00%**	44'390	183'109				

6.01	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE REJILLA DE 0.30 X 0.20M CON 6 VARILLAS DE 1/2" CADA 2 CMS LIBRES, CON MARCO DE SOPORTE DE 1 X 1/8", BISAGRAS PARA SU APERTURA, ANCLAJES Y PINTURA ANTICORROSIVA E INTEMPERIE			PRECIO	EQUIPO	MATERIAL	GENTE	OTROS
REJI20	REJILLA DE 0.30 X 0.20M CON 6 VARILLAS DE 1/2" CADA 2 CMS LIBRES, CON MARCO DE SOPORTE DE 1 X 1/8", BISAGRAS PARA SU APERTURA, ANCLAJES Y PINTURA ANTICORROSIVA E INTEMPERIE	UND	1	120'000		120'000		
CUAD2	CUADRILLA 2 (1 OFICIAL + 1 AYUDANTE)	H-H	2	32'933			65'866	
HEMEN	HERRAMIENTA MENOR	Global	------	------	2'150			
	DIRECTO:	**UND**	1	188'016	2'150	120'000	65'866	
	masAIU:	**32.00%**	60'165	248'181				

6.02	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE PASAMURO HF DE 6" EXTREMO BRIDA DE L = 1.10 M, Z = 0.075 M			PRECIO	EQUIPO	MATERIAL	GENTE	OTROS
PERI10	PASAMURO HF DE 6" BRIDA - LISO L = 1.10M, Z = 0.075 M	UND	1	1'165'000		1'165'000		
CUAD2	CUADRILLA 2 (1 OFICIAL + 1 AYUDANTE)	H-H	2.5	32'933			82'333	
HEMEN	HERRAMIENTA MENOR	Global	------	------	2'688			
	DIRECTO:	**UND**	1	1'250'021	2'688	1'165'000	82'333	
	masAIU:	**32.00%**	400'007	1'650'028				

7.01	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE VÁLVULA DE COMPUERTA SELLO ELASTICO BRIDA - BRIDA DE 6", INCLUYE EMPAQUES Y TORNILLOS GALVANIZADOS			PRECIO	EQUIPO	MATERIAL	GENTE	OTROS
VCEB06	VÁLVULA DE COMPUERTA SELLO ELASTICO BRIDA - BRIDA DE 6"	UND	1	2'433'000		2'433'000		
CUADR	CUADRILLA 3 (1 OFICIAL + 2 AYUDANTES)	H-H	2.5	43'593			108'983	
HEMEN	HERRAMIENTA MENOR	Global	------	------	3'280			
TOR04	TORNILLOS GALVANIZADOS DE 5/8" X 4", INCLUYE ARANDELA Y TUERCA	UND	8	5'500		44'000		
EMP06	EMPAQUE NEOPRENO PARA BRIDA DE 6"	UND	2	12'500		25'000		
	DIRECTO:	UND	1	2'614'263	3'280	2'502'000	108'983	
	masAIU:	32.00%	836'564	3'450'827				

7.02	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE VÁLVULA DE COMPUERTA SELLO ELASTICO BRIDA - BRIDA DE 4"			PRECIO	EQUIPO	MATERIAL	GENTE	OTROS
VCEB04	VÁLVULA DE COMPUERTA ELÁSTICA DE 4", BRIDADA, VASTAGO NO ASCENDENTE	UND	1	1'383'000		1'383'000		
CUADR	CUADRILLA 3 (1 OFICIAL + 2 AYUDANTES)	H-H	2	43'593			87'186	
HEMEN	HERRAMIENTA MENOR	Global	------	------	2'624			
TOR04	TORNILLOS GALVANIZADOS DE 5/8" X 4", INCLUYE ARANDELA Y TUERCA	UND	6	5'500		33'000		
EMP04	EMPAQUE NEOPRENO PARA BRIDA DE 4"	UND	2	9'000		18'000		
	DIRECTO:	UND	1	1'523'810	2'624	1'434'000	87'186	
	masAIU:	32.00%	487'619	2'011'429				

8.01	REGADA DE MATERIAL SOBRANTE DE LA EXCAVACIÓN			PRECIO	EQUIPO	MATERIAL	GENTE	OTROS
COPLA	COMPACTADOR DE PLACA (CANGURO)	HORA	0.6	6'500	3'900			
CUAYRA	CUADRILLA 1 (2AYUDANTES RASOS)	H-H	0.8	21'320			17'056	
HEMEN	HERRAMIENTA MENOR	Global	------	------	489			
	DIRECTO:	M3	15	21'445	4'389		17'056	
	masAIU:	32.00%	6'862	28'307				

9.01	EXCAVACIÓN MANUAL EN MATERIAL CONGLOMERADO HÚMEDO 0 - 2 METROS			PRECIO	EQUIPO	MATERIAL	GENTE	OTROS
CUAYRA	CUADRILLA 1 (2AYUDANTES RASOS)	H-H	1.8	21'320			38'376	
HEMEN	HERRAMIENTA MENOR	Global	------	------	1'100			
BOMBA13	BOMBA SUMERGIBLE DE 3", INCLUYE MANGUERAS	DÍA	.1	85'000	8'500			
	DIRECTO:	M3	35	47'976	9'600		38'376	
	masAIU:	32.00%	15'352	63'328				

9.02	EXCAVACIÓN MANUAL EN ROCA CUALQUIER PROFUNDIDAD			PRECIO	EQUIPO	MATERIAL	GENTE	OTROS
DINAM	DIMAMITA, MECHA Y FULMINANTE	PULG	25	4'500		112'500		
CUADR	CUADRILLA 5 (1 OFICIAL + 4 AYUDANTES)	H-H	1.3	64'913			84'387	
MINERO	MINERO PARA VOLADURA DE ROCAS	H-H	1	38'000			38'000	
HEMEN	HERRAMIENTA MENOR	Global	------	------	3'359			
	DIRECTO:	M3	8	238'246	3'359	112'500	122'387	
	masAIU:	32.00%	76'239	314'485				

10.01	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ENTRESUELO PIEDRA PARA AFIRMADO DE CIMENTACIONES			PRECIO	EQUIPO	MATERIAL	GENTE	OTROS
PIEN	PIEDRA EN PLANTA ENTRESUELO	M3	1.05	110'000		115'500		
CUAD2	CUADRILLA 2 (1 OFICIAL + 1 AYUDANTE)	H-H	0.5	32'933			16'467	
HEMEN	HERRAMIENTA MENOR	Global	------	------	538			
	DIRECTO:	M3	4.50	132'505	538	115'500	16'467	
	masAIU:	32.00%	42'402	174'907				

10.02	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE MATERIAL GRANULAR (TRITURADO) PARA BASE DE BRECHA EN INSTALACIÓN DE TUBERÍAS Y/O COMPLEMENTO DE ENTRESUELOS EN PIEDRA			PRECIO	EQUIPO	MATERIAL	GENTE	OTROS
CASCA	CASCAJO LIMPIO PARA CONCRETO	M3	1.2	190'000		228'000		
COPLA	COMPACTADOR DE PLACA (CANGURO)	HORA	0.1	6'500	650			
CUAD3	CUADRILLA 3 (1 OFICIAL + 2 AYUDANTES)	H-H	0.8	43'593			34'874	
HEMEN	HERRAMIENTA MENOR	Global	------	------	1'105			
	DIRECTO:	M3	1.50	264'629	1'755	228'000	34'874	
	masAIU:	32.00%	84'681	349'310				

10.03	SUMINISTRO Y CONSTRUCCIÓN DE SOLADO, E=.05 M, EN CONCRETO DE 140 KG/CM2			PRECIO	EQUIPO	MATERIAL	GENTE	OTROS
CO140	CONCRETO 1:3:5 (140 KG/CM2)	M3	1.05	630'567	18'366	507'413	136'317	
CUAD3	CUADRILLA 3 (1 OFICIAL + 2 AYUDANTES)	H-H	2	43'593			87'186	
HEMEN	HERRAMIENTA MENOR	Global	------	------	2'761			
	DIRECTO:	M3	0.80	752'042	21'127	507'413	223'503	
	masAIU:	32.00%	240'653	992'695				

10.04	SUMINISTRO Y CONSTRUCCIÓN DE LOSA DE FONDO EN CONCRETO DE 280 KG/CM2, INCLUYE IMPERMEABILIZANTE Y FORMALETAS			PRECIO	EQUIPO	MATERIAL	GENTE	OTROS
CO112	CONCRETO 1:2:2 (280 KG/CM2), INCLUYE IMPERMEABILIZANTE	M3	1.05	871'617	18'366	760'515	136'317	
FORMAL	FORMALETA EN TELERAS O EN TABLEMAC PARA LOSA DE FONDO CONCRETO A LA	M2	1	100'000		100'000		
VIBRA	VIBRADOR PARA CONCRETO ALQUILER/ELECTRICO O A GASOLINA	DIA	0.15	50'000	7'500			
CUAD4	CUADRILLA 4 (1 OFICIAL+3 AYUDANTES)	H-H	2	54'253			108'506	
HEMEN	HERRAMIENTA MENOR	Global	------	------	3'372			
	DIRECTO:	M3	3.50	1'134'576	29'238	860'515	244'823	
	masAIU:	32.00%	363'064	1'497'640				

10.05	SUMINISTRO Y CONSTRUCCIÓN DE MURO EN CONCRETO DE 280 KG/CM2, INCLUYE IMPERMEABILIZANTE Y FORMALETAS			PRECIO	EQUIPO	MATERIAL	GENTE	OTROS
CO112	CONCRETO 1:2:2 (280 KG/CM2), INCLUYE IMPERMEABILIZANTE	M3	1.05	871'617	18'366	760'515	136'317	
FORMAM	FORMALETA EN TABLEMAC PARA MUROS CONCRETO A LA VISTA	M2	1.2	130'000		156'000		
ANTI2	ANTISOL BLANCO	KG	0.2	8'500		1'700		
VIBRA	VIBRADOR PARA CONCRETO ALQUILER/ELECTRICO O A GASOLINA	DIA	1/8	50'000	6'250			
CUAD3	CUADRILLA 3 (1 OFICIAL + 2 AYUDANTES)	H-H	2.5	43'593			108'983	
HEMEN	HERRAMIENTA MENOR	Global	------	------	3'452			
	DIRECTO:	M3	8.50	1'191'583	28'068	918'215	245'300	
	masAIU:	32.00%	381'307	1'572'890				

10.06	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ACERO DE REFUERZO FY = 60000			PRECIO	EQUIPO	MATERIAL	GENTE	OTROS
ALAMB	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO	KG	0.05	8'500		425		
ACE53	ACERO DE 60000 PSI	KG	1.030	5'500		5'665		
MOCFR	MANO DE OBRA CORTE, FIGURACIÓN Y COLOCACIÓN DE REFUERZO	KG	1.000	3'000			3'000	
HEMEN	HERRAMIENTA MENOR	Global	------	------	80			
	DIRECTO:	KG	1300	9'170	80	6'090	3'000	
	masAIU:	32.00%	2'934	12'104				

10.07	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE MALLA ELECTROSOLDADA TIPO D - 84			PRECIO	EQUIPO	MATERIAL	GENTE	OTROS
ALAMB	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO	KG	3.5	8'500		29'750		
MD084	MALLA ELECTROSOLDADA D-84	UND	1.15	65'000		74'750		
CUAD3	CUADRILLA 3 (1 OFICIAL + 2 AYUDANTES)	H-H	0.5	43'593			21'797	
HEMEN	HERRAMIENTA MENOR	Global	------	------	656			
	DIRECTO:	UND	2	126'953	656	104'500	21'797	
	masAIU:	32.00%	40'625	167'578				

10.08	SUMINISTRO Y CONSTRUCCIÓN DE TAPA DE CONCRETO 210 KG/CM2 (E = 0.07M), CON REFUERZO Y MARCO EN ÁNGULO Y RECIBIDOR DE 2" DE 1.00M X 0.50M			PRECIO	EQUIPO	MATERIAL	GENTE	OTROS
CO123	CONCRETO 1.2.3 (210 KG/CM2), INCLUYE IMPERMEABILIZANTE	M3	0.039	789'757	682	25'055	5'063	
MT150	MARCO EN ÁNGULO Y RECIBIDOR DE 2" DE 1.00M X 0.50M	UND	1	115'000		115'000		
CUAD2	CUADRILLA 2 (1 OFICIAL + 1 AYUDANTE)	H-H	2	32'933			65'866	
HEMEN	HERRAMIENTA MENOR	Global	------	------	2'150			
	DIRECTO:	UND	2	213'817	2'832	140'055	70'929	
	masAIU:	32.00%	68'421	282'238				

10.09	VIAJE DE MATERIALES A LOMO DE MULA (CARGA) A UNA DISTANCIA ENTRE 400 Y 1000 METROS			PRECIO	EQUIPO	MATERIAL	GENTE	OTROS
TR1000	VIAJE DE MATERIALES A LOMO DE MULA A UNA DISTANCIA ENTRE 400 Y 1000 METROS	CARGA	1	17'000				17'000
	DIRECTO:	UND	400	17'000				17'000
	masAIU:	32.00%	5'440	22'440				

10.10	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE PELDAÑOS EN VARILLA CORRUGADA DE 3/4" GALVANIZADOS			PRECIO	EQUIPO	MATERIAL	GENTE	OTROS
GANCHO	GANCHO UÑA DE GATO GALVANIZADO	UND	1	30'000		30'000		
CUAD2	CUADRILLA 2 (1 OFICIAL + 1 AYUDANTE)	H-H	.5	32'933			16'467	
HEMEN	HERRAMIENTA MENOR	Global	------	------	538			
CESPEC	SUMINISTRO TRANSPORTE Y COLOCACIÓN DE CONCRETO DE 210 KG/CM2 PARA CABEZOTES Y ATRAQUES, INCLUYE FORMALETAS E IMPERMEABILIZANTE	M3	005	1'047'905	108	4'123	1'009	
TALAMA	TALADRO MANUAL, INCLUYE BROCA	HORA	1	5'000	5'000			
SK32P	SIKADUR 32 PRIMER	KG	1/10	80'350		8'035		
	DIRECTO:	UND	12	65'280	5'646	42'158	17'475	
	masAIU:	32.00%	20'890	86'170				

11.01	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA P.V.C.-P UZ DE 4" RDE 26			PRECIO	EQUIPO	MATERIAL	GENTE	OTROS
T4262	TUBO P.V.C.-UZ DE 4" RDE 26	ML	1.05	45'220		47'481		
LIPVC	LIMPIADOR P.V.C.	GAL	1/150	55'482		370		
LUBR1	LUBRICANTE P.V.C.X 500 GRAMOS	UND	1/150	26'080		174		
CUAD3	CUADRILLA 3 (1 OFICIAL + 2 AYUDANTES)	H-H	8/30	43'593			11'625	
HEMEN	HERRAMIENTA MENOR	Global	------	------	350			
	DIRECTO:	ML	21	60'000	350	48'025	11'625	
	masAIU:	32.00%	19'200	79'200				

12.01	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE CODO P.V.C.-P US 90° DE 4"			PRECIO	EQUIPO	MATERIAL	GENTE	OTROS
CPVP4	CODO P.V.C.-P US 90° DE 4"	UND	1	116'589		116'589		
LIPVC	LIMPIADOR P.V.C.	GAL	1/20	55'482		2'774		
SOLDA	SOLDADURA P.V.C. 1/4	GAL	1/20	115'066		5'753		
CUAD2	CUADRILLA 2 (1 OFICIAL + 1 AYUDANTE)	H-H	0.4	32'933			13'173	
HEMEN	HERRAMIENTA MENOR	Global	------	------	430			
	DIRECTO:	UND	2	138'719	430	125'116	13'173	
	masAIU:	32.00%	44'390	183'109				

12.02	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TEE P.V.C.-P US DE 4"			PRECIO	EQUIPO	MATERIAL	GENTE	OTROS
TEEP4	TEE P.V.C.-P US DE 4"	UND	1	151'702		151'702		
LIPVC	LIMPIADOR P.V.C.	GAL	1/15	55'482		3'699		
SOLDA	SOLDADURA P.V.C. 1/4	GAL	1/15	115'066		7'671		
CUAD2	CUADRILLA 2 (1 OFICIAL + 1 AYUDANTE)	H-H	0.8	32'933			26'346	
HEMEN	HERRAMIENTA MENOR	Global	------	------	860			
	DIRECTO:	UND	2	190'278	860	163'072	26'346	
	masAIU:	32.00%	60'889	251'167				

13.01	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TAPA EN ALFAJOR DE 0.825 X 0.525M, INCLUYE MARCO METÁLICO DE 1 1/2", BISAGRAS, CANDADO Y PINTURA ANTICORROSIVA			PRECIO	EQUIPO	MATERIAL	GENTE	OTROS
TAPA2A	TAPA EN ALFAJOR DE 0.825 X 0.525M, INCLUYE MARCO METÁLICO DE 1 1/2", BISAGRAS, CANDADO Y PINTURA	UND	1	130'000		130'000		
CUAD2	CUADRILLA 2 (1 OFICIAL + 1 AYUDANTE)	H-H	2	32'933			65'866	
HEMEN	HERRAMIENTA MENOR	Global	------	------	2'150			
	DIRECTO:	UND	2	198'016	2'150	130'000	65'866	
	masAIU:	32.00%	63'365	261'381				

13.02	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TAPA EN ALFAJOR DE 1.05 X 0.525 M, INCLUYE MARCO METÁLICO DE 1" X 3/16, BISAGRAS, ASA Y TORNILLOS EXPANSIVOS			PRECIO	EQUIPO	MATERIAL	GENTE	OTROS
T10652	TAPA EN ALFAJOR DE 1.05 X 0.525 M, INCLUYE MARCO METÁLICO DE 1" X 3/16, BISAGRAS, ASA	UND	1	166'000		166'000		
CUAD2	CUADRILLA 2 (1 OFICIAL + 1 AYUDANTE)	H-H	2	32'933			65'866	
HEMEN	HERRAMIENTA MENOR	Global	------	------	2'150			
TEX382	TORNILLOS EXPANSIVOS DE 3/8" X 2"	UND	10	250				2'500
	DIRECTO:	UND	2	236'516	2'150	166'000	65'866	2'500
	masAIU:	32.00%	75'685	312'201				

13.03	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TAPA EN ALFAJOR DE 1.3 X 0.65 M, INCLUYE MARCO METÁLICO DE DE 1" Y 2", BISAGRAS, ASA CADENA Y TORNILLOS EXPANSIVOS			PRECIO	EQUIPO	MATERIAL	GENTE	OTROS
T651J8	TAPA EN ALFAJOR DE 1.3 X 0.65 M, INCLUYE MARCO METÁLICO DE DE 1" Y 2", BISAGRAS, ASA CADENA	UND	1	255'000		255'000		
CUAD2	CUADRILLA 2 (1 OFICIAL + 1 AYUDANTE)	H-H	2	32'933			65'866	
HEMEN	HERRAMIENTA MENOR	Global	------	------	2'150			
TAX382	TORNILLOS EXPANSIVOS DE 3/8" X 2"	UND	10	250				2'500
	DIRECTO:	UND	2	325'516	2'150	255'000	65'866	2'500
	masAIU:	32.00%	104'165	429'681				

13.04	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE PASAMURO HF DE 4" EXTREMO LISO L= 0.50M, Z = 0.125 M			PRECIO	EQUIPO	MATERIAL	GENTE	OTROS
P50613	PASAMURO HF DE 4" LISO L= 0.50M, Z = 0.125 M	UND	1	301'000		301'000		
CUAD2	CUADRILLA 2 (1 OFICIAL + 1 AYUDANTE)	H-H	1.5	32'933			49'400	
HEMEN	HERRAMIENTA MENOR	Global	------	------	1'613			
	DIRECTO:	UND	2	352'013	1'613	301'000	49'400	
	masAIU:	32.00%	112'644	464'657				

13.05	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE PASAMURO HF DE 4" EXTREMO BRIDA DE L = 0.55 M			PRECIO	EQUIPO	MATERIAL	GENTE	OTROS
P48L55	PASAMURO HF DE 4" BRIDA - LISO L = 0.55	UND	1	394'000		394'000		
CUAD2	CUADRILLA 2 (1 OFICIAL + 1 AYUDANTE)	H-H	1.5	32'933			49'400	
HEMEN	HERRAMIENTA MENOR	Global	------	------	1'613			
	DIRECTO:	UND	1	445'013	1'613	394'000	49'400	
	masAIU:	32.00%	142'404	587'417				

14.01	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE VÁLVULA DE COMPUERTA ELÁSTICA DE 4", JUNTA HIDRÁULICA, VASTAGO NO ASCENDENTE			PRECIO	EQUIPO	MATERIAL	GENTE	OTROS
VJH64	VÁLVULA DE COMPUERTA ELASTICA DE 4", JUNTA HIDRÁULICA, VASTAGO NO ASCENDENTE	UND	1	784'151		784'151		
LUBR1	LUBRICANTE P.V.C.X 500 GRAMOS	UND	1/50	26'080		522		
CUAD2	CUADRILLA 2 (1 OFICIAL + 1 AYUDANTE)	H-H	2	32'933			65'866	
HEMEN	HERRAMIENTA MENOR	Global	------	------	1'949			
	DIRECTO:	UND	2	852'488	1'949	784'673	65'866	
	masAIU:	32.00%	272'796	1'125'284				

14.02	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE VÁLVULA DE APERTURA Y CIERRE RÁPIDO DE 4", SELLO ELÁSTICO, BRIDADA, INCLUYE GUILLOTINA			PRECIO	EQUIPO	MATERIAL	GENTE	OTROS
APERA4	VALVULA DE APERTURA Y CIERRE RAPIDO DE 4", SELLO ELÁSTICO, BRIDA - BRIDA	UND	1	873'600		873'600		
VASTAG	VASTAGO EN ACERO INOXIDABLE PARA COMPUERTA ENTRE 6 Y 8"	ML	2	319'000		638'000		
GUILLO	GUILLOTINA PARA OPERACIÓN DE VÁLVULA DE APERTURA Y CIERRE RÁPIDO	UND	1	120'000		120'000		
CUADR	CUADRILLA 2 (1 OFICIAL + 1 AYUDANTE)	H-H	2.5	32'933			82'333	
HEMEN	HERRAMIENTA MENOR	Global	------	------	2'436			
EMPAQ	EMPAQUE NEOPRENO PARA BRIDA DE 4"	UND	2	9'000		18'000		
TORNI	TORNILLOS GALVANIZADOS DE 3 1/2" X 5/8", INCLUYE DOBLE ARANDELA, GUAZA Y TUERCA	UND	12	4'500		54'000		
	DIRECTO:	**UND**	1	1'788'369	2'436	1'703'600	82'333	
	masAIU:	**32.00%**	572'278	2'360'647				

15.01	LLENOS COMPACTOS EN MATERIAL DE PRESTAMO (LIMO CLASIFICADO QUE COMPACTE HASTA EL 90% DEL PROCTOR)			PRECIO	EQUIPO	MATERIAL	GENTE	OTROS
COPLA	COMPACTADOR DE PLACA (CANGURO)	HORA	1	6'500	6'500			
ARENI	LIMO CLASIFICADO QUE COMPACTE HASTA EL 90% DEL PROCTOR	M3	1.3	40'000		52'000		
CUAYRA	CUADRILLA 1 (2AYUDANTES RASOS)	H-H	0.8	21'320			17'056	
HEMEN	HERRAMIENTA MENOR	Global	------	------	489			
	DIRECTO:	**M3**	12	76'045	6'989	52'000	17'056	
	masAIU:	**32.00%**	24'334	100'379				

16.01	REGADA DE MATERIAL SOBRANTE DE LA EXCAVACIÓN			PRECIO	EQUIPO	MATERIAL	GENTE	OTROS
COPLA	COMPACTADOR DE PLACA (CANGURO)	HORA	0.6	6'500	3'900			
CUAYRA	CUADRILLA 1 (2AYUDANTES RASOS)	H-H	0.8	21'320			17'056	
HEMEN	HERRAMIENTA MENOR	Global	------	------	489			
	DIRECTO:	**M3**	31	21'445	4'389		17'056	
	masAIU:	**32.00%**	6'862	28'307				

17.01	LOCALIZACIÓN Y REPLANTEO POR METRO			PRECIO	EQUIPO	MATERIAL	GENTE	OTROS
CLAVO	CLAVO CORRIENTE DE 11/2" A 4"	LB	0.02	5'000		100		
COTOP	COMISIÓN DE TOPOGRAFÍA	DÍA	0.0045	1'200'000	5'400			
HEMEN	HERRAMIENTA MENOR	Global	------	------	113			
ESTAC	ESTACAS MADERA PARA LA TOPOGRAFÍA	UND	0.5	400		200		
	DIRECTO:	**ML**	1530	5'813	5'513	300		
	masAIU:	**32.00%**	1'860	7'673				

18.01	EXCAVACIÓN MANUAL EN MATERIAL COMÚN HÚMEDO DE 0 - 2			PRECIO	EQUIPO	MATERIAL	GENTE	OTROS
CUAYRA	CUADRILLA 1 (2AYUDANTES RASOS)	H-H	1.5	21'320			31'980	
MBOMB	MOTOBOMBA 2"-M3HP SUMERGIBLE	DIA	0.15	40'000	6'000			
HEMEN	HERRAMIENTA MENOR	Global	------	------	1'599			
	DIRECTO:	**M3**	612	39'579	7'599		31'980	
	masAIU:	**32.00%**	12'665	52'244				

18.02	EXCAVACIÓN MANUAL EN MATERIAL COMUN HÚMEDO DE 2 - 4			PRECIO	EQUIPO	MATERIAL	GENTE	OTROS
CZAYRA	CUADRILLA 1 (2AYUDANTES RASOS)	H-H	2.5	21'320			53'300	
MBOMBA	MOTOBOMBA 2"-M3HP SUMERGIBLE	DIA	0.3	40'000	12'000			
HEMEN	HERRAMIENTA MENOR	Global	------	------	2'665			
	DIRECTO:	M3	12	67'965	14'665		53'300	
	masAIU:	32.00%	21'749	89'714				

19.01	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA POLIETILENO PE - 100 PN -10 DE 63MM (2")			PRECIO	EQUIPO	MATERIAL	GENTE	OTROS
TPE010	TUBERIA DE POLIETILENO PE - 100 PN - 10 DE 63MM (2")	ML	1.02	16'179		16'503		
CUAD3	CUADRILLA 3 (1 OFICIAL + 2 AYUDANTES)	H-H	0.2	43'593			8'719	
TERMO2	PEGA TERMOFUSIÓN PARA ELEMENTOS	UND	1/8	30'043	2'018		1'362	375
HEMEN	HERRAMIENTA MENOR	Global	------	------	436			
	DIRECTO:	ML	50	29'413	2'454	16'503	10'081	375
	masAIU:	32.00%	9'412	38'825				

19.02	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA POLIETILENO PE - 100 PN -10 DE 110MM (4")			PRECIO	EQUIPO	MATERIAL	GENTE	OTROS
TPE104	TUBERIA POLIETILENO PE - 100 PN -10 DE 110MM (4")	ML	1.02	49'216		50'200		
CUAD3	CUADRILLA 3 (1 OFICIAL + 2 AYUDANTES)	H-H	0.4	43'593			17'437	
TERMO4	PEGA TERMOFUSIÓN PARA ELEMENTOS	UND	1/8	46'133	3'212		2'180	375
HEMEN	HERRAMIENTA MENOR	Global	------	------	872			
TRAPA	TRANSPORTE DE ELEMENTOS	M3-KM	9	212				1'906
	DIRECTO:	ML	1530	76'184	4'084	50'200	19'617	2'283
	masAIU:	32.00%	24'379	100'563				

19.03	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE CINTA PARA SEÑALIZACIÓN DE REDES DE ACUEDUCTO			PRECIO	EQUIPO	MATERIAL	GENTE	OTROS
CINAGU	CINTA PARA SEMALIZACION DE RED DE ACUEDUCTO DE 12 CMS	ML	1	4'000		4'000		
AYRAS	AYUDANTE RASO	H-H	0.1	10'660			1'066	
HEMEN	HERRAMIENTA MENOR	Global	------	------	53			
	DIRECTO:	ML	1530	5'119	53	4'000	1'066	
	masAIU:	32.00%	1'638	6'757				

20.01	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TEE REDUCIDA GARRA DE TIGRE Y BRIDA DE 4 X 2" RDE 11 - PN 10			PRECIO	EQUIPO	MATERIAL	GENTE	OTROS
TGTR42	TEE REDUCIDA GARRA DE TIGRE Y BRIDA DE 4 X 2" RDE 11 - PN 10	UND	1	736'313		736'313		
CUAD3	CUADRILLA 3 (1 OFICIAL + 2 AYUDANTES)	H-H	2	43'593			87'186	
HEMEN	HERRAMIENTA MENOR	Global	------	------	4'359			
	DIRECTO:	UND	2	827'858	4'359	736'313	87'186	
	masAIU:	32.00%	264'915	1'092'773				

20.02	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE BRIDA X GARRA DE TIGRE DE 2" (BIDA X PEAD)			PRECIO	EQUIPO	MATERIAL	GENTE	OTROS
ANGT12	BRIDA X GARRA DE TIGRE DE 2" (BIDA X PEAD)	UND	1	236'810		236'810		
CUAD2	CUADRILLA 2 (1 OFICIAL + 1 AYUDANTE)	H-H	0.5	32'933			16'467	
HEMEN	HERRAMIENTA MENOR	Global	------	------	823			
TORN12	TORNILLOS GALVANIZADOS DE 3 1/2" X 5/8", INCLUYE DOBLE ARANDELA, GUAZA Y TUERCA	UND	4	4'500		18'000		
	DIRECTO:	UND	2	272'100	823	254'810	16'467	
	masAIU:	32.00%	87'072	359'172				

21.01	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE VÁLVULA DE COMPUERTA ELÁSTICA JUNTA HIDRÁULICA 200 PSI DE 2"			PRECIO	EQUIPO	MATERIAL	GENTE	OTROS
VCEJH2	VÁLVULA DE COMPUERTA ELÁSTICA JUNTA HIDRÁULICA 200 PSI DE 2"	UND	1	416'656		416'656		
LUBR1	LUBRICANTE P.V.C.X 500 GRAMOS	UND	1/100	26'080		261		
ESTOP	ESTOPA	KG	1/10	1'650		165		
CUAD2	CUADRILLA 2 (1 OFICIAL + 1 AYUDANTE)	H-H	1	32'933			32'933	
HEMEN	HERRAMIENTA MENOR	Global	------	------	1'647			
	DIRECTO:	UND	2	451'662	1'647	417'082	32'933	
	masAIU:	32.00%	144'532	596'194				

21.02	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE VÁLVULA DE COMPUERTA ELÁSTICA DE 4", GARRA DE TIGRE			PRECIO	EQUIPO	MATERIAL	GENTE	OTROS
VCEGT4	VÁLVULA DE COMPUERTA ELÁSTICA DE 4", GARRA DE TIGRE	UND	1	1'168'699		1'168'699		
LUBR1	LUBRICANTE P.V.C.X 500 GRAMOS	UND	1/6	26'080		4'347		
CUAD2	CUADRILLA 2 (1 OFICIAL + 1 AYUDANTE)	H-H	2	32'933			65'866	
HEMEN	HERRAMIENTA MENOR	Global	------	------	3'293			
	DIRECTO:	UND	2	1'242'205	3'293	1'173'046	65'866	
	masAIU:	32.00%	397'506	1'639'711				

21.03	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE VÁLVULA DE VENTOSA DE 1/2" EN TUBERÍA DE 6", INCLUYE COLLAR DE DERIVACIÓN Y VÁLVULA DE CIERRE			PRECIO	EQUIPO	MATERIAL	GENTE	OTROS
COD12	COLLAR DE DERIVACIÓN P.V.C. DE 6" A 1/2"	UND	1	34'535		34'535		
VVENE	VÁLVULA VENTOSA (CÁMARA DOBLE) DE ACCION MÚLTIPLE DE 1/2"	UND	1	443'394		443'394		
NIGA12	NIPLE EXTREMOS ROSCADOS HG DE 1/2"	ML	0.3	38'000		11'400		
VVBO2	VÁLVULA DE CORTINA DE 1/2"	UND	1	37'835		37'835		
CUAD2	CUADRILLA 2 (1 OFICIAL + 1 AYUDANTE)	H-H	2	32'933			65'866	
HEMEN	HERRAMIENTA MENOR	Global	------	------	3'293			
RTGA12	ROSCADO DE TUBERÍA HG DE 1/2"	UND	4	6'000			24'000	
TALAMA	TALADRO MANUAL, INCLUYE BROCA	HORA	2	5'000	10'000			
	DIRECTO:	UND	3	630'323	13'293	527'164	89'866	
	masAIU:	32.00%	201'703	832'026				

22.01 LLENOS COMPACTOS CON MATERIAL PROVENIENTE DE LA EXCAVACIÓN

				PRECIO	EQUIPO	MATERIAL	GENTE	OTROS
COPLA	COMPACTADOR DE PLACA (CANGURO)	HORA	1	6'500	6'500			
CUAYRA	CUADRILLA 1 (2AYUDANTES RASOS)	H-H	0.8	21'320			17'056	
HEMEN	HERRAMIENTA MENOR	Global	-----	-----	489			
	DIRECTO:	M3	300	24'045	6'989		17'056	
	masAIU:	32.00%	7'694	31'739				

22.02 LLENOS COMPACTOS EN MATERIAL DE PRESTAMO (LIMO CLASIFICADO QUE COMPACTE HASTA EL 90% DEL PROCTOR)

				PRECIO	EQUIPO	MATERIAL	GENTE	OTROS
COPLA	COMPACTADOR DE PLACA (CANGURO)	HORA	1	6'500	6'500			
AMEN1	LIMO CLASIFICADO QUE COMPACTE HASTA EL 90% DEL PROCTOR	M3	1.3	40'000		52'000		
CUAYRA	CUADRILLA 1 (2AYUDANTES RASOS)	H-H	0.8	21'320			17'056	
HEMEN	HERRAMIENTA MENOR	Global	-----	-----	853			
	DIRECTO:	M3	300	76'409	7'353	52'000	17'056	
	masAIU:	32.00%	24'451	100'860				

23.01 REGADA DE MATERIAL SOBRANTE DE LA EXCAVACIÓN

				PRECIO	EQUIPO	MATERIAL	GENTE	OTROS
COPLA	COMPACTADOR DE PLACA (CANGURO)	HORA	0.6	6'500	3'900			
CUAYRA	CUADRILLA 1 (2AYUDANTES RASOS)	H-H	0.8	21'320			17'056	
HEMEN	HERRAMIENTA MENOR	Global	-----	-----	489			
	DIRECTO:	M3	312	21'445	4'389		17'056	
	masAIU:	32.00%	6'862	28'307				

ANEXO 7.3
SUBANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Guilberto Fuentes Valderrama - Ingeniero Sanitario UdeA
Carrera 74 N 53 205 - Movil: 3104966295 - Mail: gfvalderrama@yahoo.com

ANALISIS UNITARIOS SUBPRODUCTOS

CONSTRUCCIÓN SISTEMA DE RECARGA QUEBRADA LA CALDERA

ACUEDUCTO URBANO - MUNICIPIO DE GUATAPÉ - ANTIOQUIA

LOS SUMINISTROS INCLUYEN TRANSPORTE

	CONCRETO 1:2:2 (280 KG/CM2), INCLUYE IMPERMEABILIZANTE				EQUIPO	MATERIAL	GENTE	OTROS
CASCA	CASCAJO LIMPIO PARA CONCRETO	M3	0.63	190'000		119'700		
ARECO	ARENA PARA CONCRETO	M3	0.6	190'000		114'000		
AGUA	AGUA	LT	200	200		40'000		
CEGR1	CEMENTO GRIS	SACO	9.9	38'000		376'200		
CUAD5	CUADRILLA 5 (1 OFICIAL + 4 AYUDANTES)	H-H	2	64'913			129'826	
CTADO	CONCRETADORA ALQUILER	DIA	0.2	55'000	11'000			
PLACM	PLASTOCRETE DM	KG	2.48	30'000		74'400		
HEMEN	HERRAMIENTA MENOR	Global	------	------	6'491			
		M3	26.04	871'617	17'491	724'300	129'826	

	CONCRETO 1:2:3 (210 KG/CM2), INCLUYE IMPERMEABILIZANTE				EQUIPO	MATERIAL	GENTE	OTROS
CASCA	CASCAJO LIMPIO PARA CONCRETO	M3	0.63	190'000		119'700		
ARECO	ARENA PARA CONCRETO	M3	0.64	190'000		121'600		
CEGR1	CEMENTO GRIS	SACO	8.03	38'000		305'140		
AGUA	AGUA	LT	180	200		36'000		
CUAD5	CUADRILLA 5 (1 OFICIAL + 4 AYUDANTES)	H-H	2	64'913			129'826	
PLACM	PLASTOCRETE DM	KG	2	30'000		60'000		
CTADO	CONCRETADORA ALQUILER	DIA	0.2	55'000	11'000			
HEMEN	HERRAMIENTA MENOR	Global	------	------	6'491			
		M3	0.20	789'757	17'491	642'440	129'826	

	CONCRETO 1:3:5 (140 KG/CM2)				EQUIPO	MATERIAL	GENTE	OTROS
CEGR1	CEMENTO GRIS	SACO	4.5	38'000		171'000		
AGUA	AGUA	LT	160	200		32'000		
ARECO	ARENA PARA CONCRETO	M3	0.555	190'000		105'450		
CASCA	CASCAJO LIMPIO PARA CONCRETO	M3	0.92	190'000		174'800		
CUAD5	CUADRILLA 5 (1 OFICIAL + 4 AYUDANTES)	H-H	2	64'913			129'826	
CTADO	CONCRETADORA ALQUILER	DIA	0.2	55'000	11'000			
HEMEN	HERRAMIENTA MENOR	Global	------	------	6'491			
		M3	2.65	630'567	17'491	483'250	129'826	

CEATEC	SUMINISTRO TRANSPORTE Y COLOCACION DE CONCRETO DE 210 KG/CM2 PARA CABEZOTES Y ATRAQUES, INCLUYE FORMALETAS E IMPERMEABILIZANTE				EQUIPO	MATERIAL	GENTE	OTROS
CO123	CONCRETO 1:2:3 (210 KG/CM2), INCLUYE IMPERMEABILIZANTE	M3	1.05	789'757	18'366	674'562	136'317	
MAMAD	MADERA COMUN, (TABLAS Y LARGUEROS) PARA ANDENES Y CUNETAS	M2	10	15'000		150'000		
CUAD3	CUADRILLA 3 (1 OFICIAL + 2 AYUDANTES)	H-H	1.5	43'593			65'390	
HEMEN	HERRAMIENTA MENOR	Global	------	------	3'270			
		M3	0.06	1'047'905	21'636	824'562	201'707	

EXME2	EXCAVACIÓN MANUAL EN MATERIAL COMÚN HÚMEDO DE 0 - 2 METROS				EQUIPO	MATERIAL	GENTE	OTROS
CUAYRA	CUADRILLA 1 (2AYUDANTES RASOS)	H-H	1.5	21'320			31'980	
MBOGA	MOTOBOMBA 2"-M3HP SUMERGIBLE	DIA	0.15	40'000	6'000			
HEMEN	HERRAMIENTA MENOR	Global	------	------	1'599			
		M3	80	39'579	7'599		31'980	

ETABMU **FORMALETA PARA CONCRETO A LA VISTA PARA MURO UTILIZANDO TABLEMAC**

					EQUIPO	MATERIAL	GENTE	OTROS
TABLEM	TABLEMAC DE 2.4 X 1.5 M, E = 1"	UND	0.55/8	380'000		26'125		
ANGU16	ANGULOS EN "U" CON PESTAÑAS PARA TORNILLOS	ML	10/8	4'500		5'625		
TORANG	TORNILLOS MADERA PARA FIJAR ÁNGULOS A FORMALETAS DE TABLEMAC	UND	25	100		2'500		
TENZOR	TENSORES EN VARILLA DE 1/2" CON GANCHO Y ROSCA EXTERNA PARA FIJACIÓN DE CERCHAS	UND	8	4'000		32'000		
VIME3	VIGAS METÁLICAS DE 3M	DÍA	10	400	4'000			
TALAR	TACO METÁLICO LARGO 5.5 M	DÍA	3	700	2'100			
CUAD4	CUADRILLA 4 (1 OFICIAL+3 AYUDANTES)	H-H	1	54'253			54'253	
HEMEN	HERRAMIENTA MENOR	Global	-----	-----	2'713			
		M2	5.40	129'316	8'813	66'250	54'253	

FORLOF **FORMALETA PARA LOSA DE FONDO EN TABLEMAC**

					EQUIPO	MATERIAL	GENTE	OTROS
TABLEM	TABLEMAC DE 2.4 X 1.5 M, E = 1"	UND	0.25/8	380'000		11'875		
ANGU16	ANGULOS EN "U" CON PESTAÑAS PARA TORNILLOS	ML	5/8	4'500		2'813		
TORANG	TORNILLOS MADERA PARA FIJAR ÁNGULOS A FORMALETAS DE TABLEMAC	UND	25	100		2'500		
TENZOR	TENSORES EN VARILLA DE 1/2" CON GANCHO Y ROSCA EXTERNA PARA FIJACIÓN DE CERCHAS	UND	4	4'000		16'000		
CUAD4	CUADRILLA 4 (1 OFICIAL+3 AYUDANTES)	H-H	0.5	54'253			27'127	
HEMEN	HERRAMIENTA MENOR	Global	-----	-----	1'356			
		M2	9.56	61'671	1'356	33'188	27'127	

LLOME **LLENOS COMPACTOS CON MATERIAL PROVENIENTE DE LA EXCAVACIÓN**

					EQUIPO	MATERIAL	GENTE	OTROS
COPLA	COMPACTADOR DE PLACA (CANGURO)	HORA	1	6'500	6'500			
CUAYRA	CUADRILLA 1 (2AYUDANTES RASOS)	H-H	0.8	21'320			17'056	
HEMEN	HERRAMIENTA MENOR	Global	-----	-----	853			
		M3	9.60	24'409	7'353		17'056	

SLLENU **SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE SACOS LLENOS DE ARENA PARA FORMAR BARRERA Y DESVIAR EL AGUA EN QUEBRADAS**

					EQUIPO	MATERIAL	GENTE	OTROS
SACFIB	SACOS DE FIBRA DE 50 KG	UND	1	1'200		1'200		
LLOME	LLENOS COMPACTOS CON MATERIAL PROVENIENTE DE LA EXCAVACIÓN	M3	0.04	24'409	294		682	
CUAYRA	CUADRILLA 1 (2AYUDANTES RASOS)	H-H	0.3	21'320			6'396	
HEMEN	HERRAMIENTA MENOR	Global	-----	-----	320			
		UND	240	8'892	614	1'200	7'078	

CUAYRA **CUADRILLA 1 (2 AYUDANTES RASOS)**

					EQUIPO	MATERIAL	GENTE	OTROS
AYRAS	AYUDANTE RASO	H-H	2	10'660			21'320	
		H-H	2'013.68	21'320			21'320	

CUAD2 **CUADRILLA 2 (1 OFICIAL + 1 AYUDANTE)**

					EQUIPO	MATERIAL	GENTE	OTROS
OFPR1	OFICIAL DE PRIMERA	H-H	1.0	22'273			22'273	
AYRAS	AYUDANTE RASO	H-H	1.0	10'660			10'660	
		H-H	59.55	32'933			32'933	

	CUADRILLA 3 (1 OFICIAL + 2 AYUDANTES)				EQUIPO	MATERIAL	GENTE	OTROS
OFPRI	OFICIAL DE PRIMERA	H-H	1.0	22'273			22'273	
AYRAS	AYUDANTE RASO	H-H	2.0	10'660			21'320	
		H-H	761.17	43'593			43'593	

	CUADRILLA 4 (1 OFICIAL+3 AYUDANTES)				EQUIPO	MATERIAL	GENTE	OTROS
OFPRI	OFICIAL DE PRIMERA	H-H	1.0	22'273			22'273	
AYRAS	AYUDANTE RASO	H-H	3.0	10'660			31'980	
		H-H	103.78	54'253			54'253	

	CUADRILLA 5 (1 OFICIAL + 4 AYUDANTES)				EQUIPO	MATERIAL	GENTE	OTROS
OFPRI	OFICIAL DE PRIMERA	H-H	1	22'273			22'273	
AYRAS	AYUDANTE RASO	H-H	4	10'660			42'640	
		H-H	68.17	64'913			64'913	

TERMO3	PEGA TERMOFUSIÓN PARA ELEMENTOS DE 2"				EQUIPO	MATERIAL	GENTE	OTROS
EQ110	EQUIPO MANUAL 110, CARRO ALINEADOR, PLANCHA CALEFACTORA Y JUEGO DE	DÍA	1/25	150'000	6'000			
PI1030	PLANTA ELECTRICA 110 V, POTENCIA 3000 W	DÍA	1/25	90'000	3'600			
CARPIR	CARPA TIPO PIRÁMIDE DE 3 X 3M, INCLUYE PARALES Y ESTRUCTURA	DÍA	1/25	150'000	6'000			
CUAD3	CUADRILLA 3 (1 OFICIAL + 2 AYUDANTES)	H-H	0.25	43'593			10'898	
HEMEN	HERRAMIENTA MENOR	Global	------	------	545			
COMBUS	COMBUSTIBLE PARA PLANTA ELECTRICA	GAL	0.25	12'000				3'000
		UND	6.25	30'043	16'145		10'898	3'000

TERMO4	PEGA TERMOFUSIÓN PARA ELEMENTOS DE 4"				EQUIPO	MATERIAL	GENTE	OTROS
EQ110	EQUIPO MANUAL 110, CARRO ALINEADOR, PLANCHA CALEFACTORA Y JEGO DE	DÍA	1/15	150'000	10'000			
PI1030	PLANTA ELECTRICA 110 V, POTENCIA 3000 W	DÍA	1/15	90'000	6'000			
CARPIR	CARPA TIPO PIRÁMIDE DE 3 X 3M, INCLUYE PARALES Y ESTRUCTURA	DÍA	1/17	150'000	8'824			
CUAD3	CUADRILLA 3 (1 OFICIAL + 2 AYUDANTES)	H-H	0.4	43'593			17'437	
HEMEN	HERRAMIENTA MENOR	Global	------	------	872			
COMBUS	COMBUSTIBLE PARA PLANTA ELECTRICA	GAL	0.25	12'000				3'000
		UND	191.25	46'133	25'696		17'437	3'000

ANEXO 7.4
INSUMOS

Gualberto Fuentes Valvelamar - Ingeniero Sanitario UdeA
Carrera 76 N 53 205 - Móvil 3104562295 - Mail: gfvalvelamar@yahoo.com

		ACCESORIOS METALICOS		CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
ABGT12	ACM	BRIDA X GARRA DE TIGRE DE 2" (BIDA X PEAD)	UND	2.00	236'810	473'620
						473'620

		ACCESORIOS PVC PRESION		CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
CPVP4	ACP	CODO P.V.C.-P US 90° DE 4"	UND	3.00	116'589	349'767
CD612	ACP	COLLAR DE DERIVACIÓN P.V.C. DE 6" A 1/2"	UND	3.00	34'535	103'605
TEEP4	ACP	TEE P.V.C.-P US DE 4"	UND	2.00	151'702	303'404
						756'776

		ACCESORIOS DE POLIETILENO		CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
TGTR42	ACO	TEE REDUCIDA GARRA DE TIGRE Y BRIDA DE 4 X 2" RDE 11 - PN 10	UND	2.00	736'313	1'472'626
						1'472'626

		AGREGADOS		CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
AGUA	AGR	AGUA	LT	5'667.54	200	1'133'508
ARECO	AGR	ARENA PARA CONCRETO	M3	17.22	190'000	3'272'022
CASCA	AGR	CASCAJO LIMPIO PARA CONCRETO	M3	20.77	190'000	3'945'569
CEGRI	AGR	CEMENTO GRIS	SACO	271.32	38'000	10'310'047
ARENI	AGR	LIMO CLASIFICADO QUE COMPACTE HASTA EL 90% DEL	M3	405.60	40'000	16'224'000
PIPEN	AGR	PIEDRA EN PLANTA ENTRESUELO	M3	5.57	110'000	612'150
						35'497'296

		ALQUILER DE EQUIPO		CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
BOMSU3	ALQ	BOMBA SUMERGIBLE DE 3", INCLUYE MANGUERAS	DIA	5.00	85'000	425'000
CARPIR	ALQ	CARPA TIPO PIRÁMIDE DE 3 X 3M, INCLUYE PARALES Y	DÍA	11.50	150'000	1'725'000
COTOP	ALQ	COMISIÓN DE TOPOGRAFÍA	DÍA	7.89	1'200'000	9'462'000
COPLA	ALQ	COMPACTADOR DE PLACA (CANGURO)	HORA	836.55	6'500	5'437'575
CTADO	ALQ	CONCRETADORA DE UN SACO	DIA	5.78	55'000	317'757
EQTIO	ALQ	EQUIPO MANUAL 110, CARRO ALINEADOR, PLANCHA CALEFACTORA Y JUEGO DE MORDAZAS	DÍA	13.00	150'000	1'950'000
MBOGA	ALQ	MOTOBOMBA 2"-M3HP SUMERGIBLE	DIA	107.40	40'000	4'296'000
PI1030	ALQ	PLANTA ELECTRICA 110 V, POTENCIA 3000 W	DÍA	13.00	90'000	1'170'000
TALAR	ALQ	TACO METÁLICO LARGO 5.5 M	DÍA	16.20	700	11'340
TALAMA	ALQ	TALADRO MANUAL, INCLUYE BROCA	HORA	18.00	5'000	90'000
VIBRA	ALQ	VIBRADOR PARA CONCRETO ALQUILER/ELECTRICO O A	DIA	3.92	50'000	196'000
VIME3	ALQ	VIGAS METÁLICAS DE 3M	DÍA	54.00	400	21'600
						25'102'272

		CERRAJERÍA Y CARPINTERIA METÁLICA		CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
MT0552	CER	MARCO EN ÁNGULO Y RECIBIDOR DE 2" DE 0.85M X 0.525M	UND	2.00	103'000	206'000
MT150	CER	MARCO EN ÁNGULO Y RECIBIDOR DE 2" DE 1.00M X 0.50M	UND	2.00	115'000	230'000
TA552A	CER	TAPA EN ALFAJOR DE 0.825 X 0.525M, INCLUYE MARCO METÁLICO DE 1 1/2", BISAGRAS, CANDADO Y PINTURA	UND	2.00	130'000	260'000
T10552	CER	TAPA EN ALFAJOR DE 1.05 X 0.525 M, INCLUYE MARCO METÁLICO DE 1" X 3/16, BISAGRAS, ASA	UND	2.00	166'000	332'000
TA65IM	CER	TAPA EN ALFAJOR DE 1.3 X 0.65 M, INCLUYE MARCO METÁLICO DE DE 1" Y 2", BISAGRAS, ASA CADENA	UND	2.00	255'000	510'000
TEX3M2	CER	TORNILLOS EXPANSIVOS DE 3/8" X 2"	UND	40.00	250	10'000
TSG312	CER	TORNILLOS GALVANIZADOS DE 3 1/2" X 5/8", INCLUYE DOBLE ARANDELA, GUAZA Y TUERCA	UND	20.00	4'500	90'000

TOSB4	CER	TORNILLOS GALVANIZADOS DE 5/8" X 4", INCLUYE ARANDELA Y TUERCA	UND	14.00	5'500	77'000
						1'715'000

		ELEMENTOS VARIOS		CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
SAFIBR	ELE	SACOS DE FIBRA DE 50 KG	UND	240.00	1'200	288'000
						288'000

		EXPLOSIVOS		CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
DINAM	EXP	DIMAMITA, MECHA Y FULMINANTE	PULG	200.00	4'500	900'000
						900'000

		FORMALETAS		CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
ANGU16	FOR	ANGULOS EN "U" CON PESTAÑAS PARA TORNILLOS	ML	12.73	4'500	57'263
FORMAM	FOR	FORMALETA EN TABLEMAC PARA MUROS CONCRETO A LA	M2	10.20	130'000	1'326'000
FORMAL	FOR	FORMALETA EN TELERAS O EN TABLEMAC PARA LOSA DE FONDO CONCRETO A LA VISTA	M2	3.50	100'000	350'000
TABLEM	FOR	TABLEMAC DE 2.4 X 1.8 M. E = 19MM	UND	0.67	380'000	254'600
TENSOR	FOR	TENSORES EN VARILLA DE 3/8" CON GANCHO Y ROSCA EXTERNA PARA FIJACIÓN DE CERCHAS	UND	81.44	4'000	325'760
TORANG	FOR	TORNILLOS PARA FIJAR ÁNGULOS A FORMALETAS DE TABLEMAC	UND	374.00	100	37'400
						2'351'023

		GLOBALES		CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
HERMEN	GLO	HERRAMIENTA MENOR	PESOS	4'360'793.53	1	4'360'794
						4'360'794

		HIERROS Y ALAMBRES		CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
ACE60	HIE	ACERO DE 60000 PSI	KG	1'751.00	5'500	9'630'500
ALAM6	HIE	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO	KG	92.00	8'500	782'000
CLAVO	HIE	CLAVO CORRIENTE	LB	31.60	5'000	158'000
GANCHO	HIE	GANCHO UÑA DE GATO GALVANIZADO	UND	12.00	30'000	360'000
MAD84	HIE	MALLA ELECTROSOLDADA D-84	UND	2.30	65'000	149'500
						11'080'000

		IMPERMEABILIZANTES		CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
ANTIS	IMP	ANTISOL BLANCO	KG	2.60	8'500	22'100
EMP04	IMP	EMPAQUE NEOPRENO PARA BRIDA DE 4"	UND	4.00	9'000	36'000
EMP06	IMP	EMPAQUE NEOPRENO PARA BRIDA DE 6"	UND	2.00	12'500	25'000
PLCON	IMP	PLASTOCRETE DM	KG	64.98	30'000	1'949'436
SK32P	IMP	SIKADUR 32 PRIMER	KG	1.20	80'350	96'420
						2'128'956

		MANO DE OBRA		CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
AYRAS	M.O	AYUDANTE RASO	H-H	6'346.29	10'660	67'651'462
MOCER	M.O	MANO DE OBRA CORTE, FIGURACIÓN Y COLOCACIÓN DE	KG	1'700.00	3'000	5'100'000
MINERO	M.O	MINERO PARA VOLADURA DE ROCAS	H-H	8.00	38'000	304'000
OFERI	M.O	OFICIAL DE PRIMERA	H-H	992.68	22'273	22'109'884
NTGAL	M.O	ROSCADO DE TUBERÍA HG DE 1/2"	UND	12.00	6'000	72'000
						95'237'346

		MADERAS		CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
ESTAC	MAD	ESTACAS MADERA COMUN PARA LA TOPOGRAFIA	UND	785.00	400	314'000

MARACA	MAD	MADERA COMUN, (TABLAS Y LARGUEROS) PARA ANDENES Y CUNETAS	M2	0.60	15'000	9'000
						323'000

		NIPLES Y PASAMUROS		CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
NOA12R	NIP	NIPLE EXTREMOS ROSCADOS HG DE 1/2"	ML	0.90	38'000	34'200
PA0L55	NIP	PASAMURO HF DE 4" BRIDA - LISO L = 0.55 M	UND	1.00	394'000	394'000
PA0612	NIP	PASAMURO HF DE 4" LISO - LISO L= 0.50M, Z = 0.125 M	UND	2.00	301'000	602'000
PER110	NIP	PASAMURO HF DE 6" BRIDA - LISO L = 1.10M, Z = 0.075 M	UND	1.00	1'165'000	1'165'000
						2'195'200

		PEGANTES Y SOLDADURAS		CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
ESTOP	PEG	ESTOPA	KG	0.20	1'650	330
LIPVC	PEG	LIMPIADOR P.V.C. 760 GR	GAL	0.51	55'482	28'173
LUBRI	PEG	LUBRICANTE P.V.C.X 500 GRAMOS	UND	0.62	26'080	16'112
SOLDA	PEG	SOLDADURA P.V.C. 1/4	GAL	0.28	115'066	32'602
						77'216

		REJAS, COMPUERTAS Y PLATAFORMAS		CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
GUILLO	RYC	GUILLOTINA PARA OPERACION DE VÁLVULA DE APERTURA Y CIERRE RÁPIDO	UND	1.00	120'000	120'000
RE3020	RYC	REJILLA DE 0.30 X 0.20M CON 6 VARILLAS DE 1/2" CADA 2 CMS LIBRES, CON MARCO DE SOPORTE DE 1 X 1/8", BISAGRAS PARA SU APERTURA, ANCLAJES Y PINTURA ANTICORROSIVA E	UND	1.00	120'000	120'000
VASTAG	RYC	VASTAGO EN ACERO INOXIDABLE PARA COMPUERTA ENTRE 6 Y 8"	ML	2.00	319'000	638'000
						878'000

		VÁLVULAS		CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
3VENE	3VA	VÁLVULA VENTOSA (CÁMARA DOBLE) DE ACCIÓN MÚLTIPLE	UND	3.00	443'394	1'330'182
APERA4	3VA	VÁLVULA DE APERTURA Y CIERRE RÁPIDO DE 4", SELLO ELÁSTICO, BRIDA - BRIDA	UND	1.00	873'600	873'600
VJHEB4	3VA	VÁLVULA DE COMPUERTA ELÁSTICA DE 4", BRIDADA, VASTAGO NO ASCENDENTE	UND	1.00	1'383'000	1'383'000
VCEGT4	3VA	VÁLVULA DE COMPUERTA ELÁSTICA DE 4", GARRA DE TIGRE	UND	2.00	1'168'699	2'337'398
VJHR4	3VA	VÁLVULA DE COMPUERTA ELÁSTICA DE 4", JUNTA HIDRÁULICA, VASTAGO NO ASCENDENTE	UND	2.00	784'151	1'568'302
VCEJHL	3VA	VÁLVULA DE COMPUERTA ELÁSTICA JUNTA HIDRÁULICA 200 PSI DE 2"	UND	2.00	416'656	833'312
VCEBB6	3VA	VALVULA DE COMPUERTA SELLO ELASTICO BRIDA - BRIDA DE	UND	1.00	2'433'000	2'433'000
3VB02	3VA	VÁLVULA DE CORTINA DE 1/2"	UND	3.00	37'835	113'505
						10'872'299

		TUBERÍA DE POLIETILENO		CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
TPL310	TLP	TUBERIA DE POLIETILENO PE - 100 PN - 10 DE 63MM (2")	ML	51.00	16'179	825'129
TPL104	TLP	TUBERÍA DE POLIETILENO PE - 100 PN -10 DE 110MM (4")	ML	1'560.60	49'216	76'806'490
						77'631'619

		TRANSPORTES EN OBRA		CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
TRPAPA	TRA	TRANSPORTE DE ELEMENTOS	M3-KM	13'770.00	212	2'919'240
TM2000	TRA	VIAJE DE MATERIALES A LOMO DE MULA A UNA DISTANCIA ENTRE 1000 Y 2000 METROS	CARGA	180.00	32'000	5'760'000
TR1000	TRA	VIAJE DE MATERIALES A LOMO DE MULA A UNA DISTANCIA ENTRE 400 Y 1000 METROS	CARGA	400.00	17'000	6'800'000

15'479'240

		TUBERÍA P.V.C. PRESION		CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
T4268	TUB	TUBO P.V.C.-UZ DE 4" RDE 26	ML	28.35	45'220	1'281'967
T6268	TUB	TUBO P.V.C.-UZ DE 6" RDE 26	ML	6.30	90'368	569'318
						1'851'305

		VARIOS FERRETERIA		CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
CINACU	VAR	CINTA PARA SEMALIZACION DE RED DE ACUEDUCTO DE 12	ML	1'530.00	4'000	6'120'000
COMBUS	VAR	COMBUSTIBLE PARA PLANTA ELECTRICA	GAL	49.38	12'000	592'500
						6'712'500
						297'384'087

ACM	ACCESORIOS METALICOS
ACP	ACCESORIOS PVC PRESION
ACQ	ACCESORIOS DE POLIETILENO
AGR	AGREGADOS
ALQ	ALQUILER DE EQUIPO
CER	CERRAJERIA Y CARPINTERIA METÁLICA
ELE	ELEMENTOS VARIOS
EXP	EXPLOSIVOS
FOR	FORMALETAS
GLO	GLOBALES
HIE	HIERROS Y ALAMBRES
IMP	IMPERMEABILIZANTES
M.O	MANO DE OBRA
MAD	MADERAS
NIP	NIPLES Y PASAMUROS
PEG	PEGANTES Y SOLDADURAS
REJ	REJAS, COMPUERTAS Y PLATAFORMAS
VVA	VÁLVULAS
TLP	TUBERÍA DE POLIETILENO
TRA	TRANSPORTES EN OBRA
TUB	TUBERÍA P.V.C. PRESION
VAR	VARIOS FERRETERIA

Grupo	Aporte	Total
ACM	0.16%	473'620
ACP	0.25%	756'776
ACQ	0.50%	1'472'626
AGR	11.94%	35'497'296
ALQ	8.44%	25'102'272
CER	0.58%	1'715'000
ELE	0.10%	288'000
EXP	0.30%	900'000
FOR	0.79%	2'351'023
GLO	1.47%	4'360'794
HIE	3.73%	11'080'000
IMP	0.72%	2'128'956
M.O	32.03%	95'237'346
MAD	0.11%	323'000
NIP	0.74%	2'195'200
PEG	0.03%	77'216
REJ	0.30%	878'000
VVA	3.66%	10'872'299
TLP	26.10%	77'631'619
TRA	5.21%	15'479'240
TUB	0.62%	1'851'305
VAR	2.26%	6'712'500
		297'384'087

ANEXO 8
PRESUPUESTO CIMENTACIÓN TANQUE DE ALMACENAMIENTO 300 M^3 ALTO VERDE

Gualberto Fuentes Valderrama - Ingeniero Sanitario UdeA
Carrera 24 N 53 205 – Movil 3104560295 – Mail: gfvalderrama@yahoo.com

ANEXO 8.1
CANTIDADES DE OBRA Y PRESUPUESTO

Guilberto Fuentes Valderrama - Ingeniero Sanitario UdeA
Carrera 75 N°51-249 - Móvil 3104560295 - Mail: gfvalderrama@yahoo.com

FORMULARIO DE CANTIDADES Y PRECIOS

CONSTRUCCIÓN CIMENTACIÓN TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE 300 METROS CÚBICOS

ACUEDUCTO URBANO - MUNICIPIO DE GUATAPÉ

LOS SUMINISTROS INCLUYEN TRANSPORTE

PRELIMINARES

		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
1.01	LOCALIZACIÓN Y REPLANTEO POR DIA CON EQUIPO DE TOPOGRAFIA	DIA	2.00	1'250'500	2'501'000
					2'501'000

EXCAVACIONES

		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
2.01	EXCAVACIÓN MANUAL EN MATERIAL COMUN HUMEDO DE 0 - 2 METROS	M3	400.00	39'579	15'831'600
2.02	EXCAVACIÓN MANUAL EN MATERIAL COMUN HÚMEDO DE 2 - 4 METROS	M3	340.00	67'965	23'108'100
2.03	EXCAVACIÓN MANUAL EN MATERIAL COMUN SECO > 4	M3	120.00	44'772	5'372'640
2.03	EXCAVACIÓN MANUAL EN ROCA CUALQUIER PROFUNDIDAD CON CEMENTO EXPANSIVO	M3	20.00	346'017	6'920'340
					51'232'680

CONCRETOS

		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
3.01	SUMINISTRO Y CONSTRUCCIÓN DE PILOTES INYECTADOS EN CONCRETO DE 3 A 4" DE DIAM, INCLUYE EXCAVACIONES, REFUERZO Y CONCRETO	ML	384.00	290'428	111'524'352
3.02	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ENTRESUELO PIEDRA PARA AFIRMADO DE CIMENTACIONES	M3	25.00	164'005	4'100'125
3.03	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE MATERIAL GRANULAR (TRITURADO) PARA BASE DE BRECHA EN INSTALACIÓN DE TUBERÍAS Y/O COMPLEMENTO DE ENTRESUELOS EN PIEDRA	M3	10.00	228'629	2'286'290
3.04	SUMINISTRO Y CONSTRUCCIÓN DE SOLADO, E=.05 M, EN CONCRETO DE 140 KG/CM2	M3	5.00	690'820	3'454'100
3.05	SUMINISTRO Y CONSTRUCCIÓN DE LOSA DE FONDO EN CONCRETO DE 280 KG/CM2, INCLUYE IMPERMEABILIZANTE Y	M3	40.00	1'025'344	41'013'760
3.06	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ACERO DE REFUERZO FY = 60000 PSI	KG	3'331.00	9'170	30'545'270
					192'923'897

ELEMENTOS METÁLICOS

		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
4.01	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE PASAMANOS TUBERIA NEGRA DE 2", PINTADOS CON ANTICORROSIVA Y AMARILLO TRANSITO TIPO INTEMPERIE	ML	30.00	233'910	7'017'300
					7'017'300

TUBERÍAS

		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
5.01	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIA P.V.C.-P UZ DE 4"	ML	30.00	60'000	1'800'000
5.02	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA P.V.C.-UZ DE 6" RDE 26	ML	70.00	118'377	8'286'390
					10'086'390

ACCESORIOS P.V.C.

		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
6.01	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE CODO P.V.C.-P US 90° DE 4"	UND	2.00	138'719	277'438
6.02	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TEE P.V.C.-P US DE 4"	UND	2.00	190'278	380'556
					657'994

ACCESORIOS METÁLICOS

UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL

7.01	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE BRIDA POR ACOPLE UNIVERSAL DE 6", INCLUYE TORNILLOS GALVANIZADOS DE 5/8" X 4 CON GUASA, ARANDELA Y TUERCA	UND	8.00	454'917	3'639'336
7.02	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE CODO HF O HD DE 90º DE 6" BRIDA - BRIDA	UND	2.00	1'053'213	2'106'426
7.03	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TEE HF DE 6", BRIDA - BRIDA, INCLUYE TORNILLERÍA	UND	1.00	1'609'345	1'609'345
7.04	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE NIPLE BRIDA - BRIDA DE 6" L= 0.70M	UND	4.00	919'159	3'676'636
					11'031'743

VÁLVULAS Y COMPUERTAS

		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
8.01	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE VÁLVULA DE COMPUERTA SELLO ELASTICO BRIDA - BRIDA DE 4"	UND	2.00	1'523'810	3'047'620
8.02	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE VÁLVULA DE COMPUERTA SELLO ELASTICO BRIDA - BRIDA DE 6", INCLUYE EMPAQUES Y TORNILLOS GALVANIZADOS	UND	2.00	2'616'432	5'232'864
8.03	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE VÁLVULA DE CHEQUE BRIDA - BRIDA 200 PSI DE 6"	UND	2.00	2'069'709	4'139'418
					12'419'902

LLENOS

		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
9.01	LLENOS COMPACTOS CON MATERIAL PROVENIENTE DE LA EXCAVACIÓN	M3	150.00	24'045	3'606'750
					3'606'750

DISPOSICIÓN DE MATERIAL SOBRANTE

		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
10.01	REGADA DE MATERIAL SOBRANTE DE LA EXCAVACIÓN	M3	650.00	21'809	14'175'850
					14'175'850
					305'653'506

COSTOS INDIRECTOS

COSTO DIRECTO		305'653'506
ADMINISTRACION	25.00%	76'413'377
UTILIDAD (INCLUYE IVA DEL 19%)	5.00%	15'282'675
		397'349'558

RESUMEN

PRELIMINARES	0.82%	2'501'000
EXCAVACIONES	16.76%	51'232'680
CONCRETOS	63.12%	192'923'897
ELEMENTOS METÁLICOS	2.30%	7'017'300
TUBERÍAS	3.30%	10'086'390
ACCESORIOS P.V.C.	0.22%	657'994
ACCESORIOS METÁLICOS	3.61%	11'031'743
VÁLVULAS Y COMPUERTAS	4.06%	12'419'902
LLENOS	1.18%	3'606'750
DISPOSICIÓN DE MATERIAL SOBRANTE	4.64%	14'175'850
		305'653'506

ANEXO 8.2
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS APU

Guillermo Fuentes Valdelamar - Ingeniero Sanitario UdeA
Carrera 74 N 53 206 - Movil 3104562205 - Mail: gfvaldelamar@yahoo.com

1.01	LOCALIZACIÓN Y REPLANTEO POR DIA CON EQUIPO DE TOPOGRAFIA			PRECIO	EQUIPO	MATERIAL	GENTE	OTROS
CLAVO	CLAVO CORRIENTE DE 11/2" A 4"	LB	1	5'000		5'000		
COTOP	COMISIÓN DE TOPOGRAFÍA	DÍA	1.000	1'200'000	1'200'000			
HEMEN	HERRAMIENTA MENOR	Global	------	------	37'500			
ESTAC	ESTACAS MADERA PARA LA TOPOGRAFÍA	UND	20	400		8'000		
	DIRECTO:	DIA	2	1'250'500	1'237'500	13'000		
	masAIU:	30.00%	375'150	1'625'650				

2.01	EXCAVACIÓN MANUAL EN MATERIAL COMÚN HÚMEDO DE 0 - 2			PRECIO	EQUIPO	MATERIAL	GENTE	OTROS
C2AYRA	CUADRILLA 1 (2AYUDANTES RASOS)	H-H	1.5	21'320			31'980	
MBOBA	MOTOBOMBA 2"-M3HP SUMERGIBLE	DIA	0.15	40'000	6'000			
HEMEN	HERRAMIENTA MENOR	Global	------	------	1'599			
	DIRECTO:	M3	400	39'579	7'599		31'980	
	masAIU:	30.00%	11'874	51'453				

2.02	EXCAVACIÓN MANUAL EN MATERIAL COMUN HÚMEDO DE 2 - 4			PRECIO	EQUIPO	MATERIAL	GENTE	OTROS
C2AYRA	CUADRILLA 1 (2AYUDANTES RASOS)	H-H	2.5	21'320			53'300	
MBOBA	MOTOBOMBA 2"-M3HP SUMERGIBLE	DIA	0.3	40'000	12'000			
HEMEN	HERRAMIENTA MENOR	Global	------	------	2'665			
	DIRECTO:	M3	340	67'965	14'665		53'300	
	masAIU:	30.00%	20'390	88'355				

2.03	EXCAVACIÓN MANUAL EN MATERIAL COMUN SECO > 4 METROS			PRECIO	EQUIPO	MATERIAL	GENTE	OTROS
C2AYRA	CUADRILLA 1 (2AYUDANTES RASOS)	H-H	2	21'320			42'640	
HEMEN	HERRAMIENTA MENOR	Global	------	------	2'132			
	DIRECTO:	M3	120	44'772	2'132		42'640	
	masAIU:	30.00%	13'432	58'204				

2.03	EXCAVACIÓN MANUAL EN ROCA CUALQUIER PROFUNDIDAD CON CEMENTO EXPANSIVO			PRECIO	EQUIPO	MATERIAL	GENTE	OTROS
SIKADE	CEMENTO EXPANSIVO	KG	3	30'000		90'000		
CUAD5	CUADRILLA 5 (1 OFICIAL + 4 AYUDANTES)	H-H	2	64'913			129'826	
MINERO	MINERO PARA VOLADURA DE ROCAS	H-H	3	38'000			114'000	
HEMEN	HERRAMIENTA MENOR	Global	------	------	12'191			
	DIRECTO:	M3	20	346'017	12'191	90'000	243'826	
	masAIU:	30.00%	103'805	449'822				

3.01	SUMINISTRO Y CONSTRUCCIÓN DE PILOTES INYECTADOS EN CONCRETO DE 3 A 4" DE DIAM, INCLUYE EXCAVACIONES, REFUERZO Y CONCRETO			PRECIO	EQUIPO	MATERIAL	GENTE	OTROS
PAREIN	PILOTES INYECTADOS EN CONCRETO DE 3 A 4" DE DIAM, INCLUYE EXCAVACIONES, REFUERZO Y CONCRETO	ML	1	245'000		245'000		
CUAD3	CUADRILLA 3 (1 OFICIAL + 2 AYUDANTES)	H-H	1	43'593			43'593	
HEMEN	HERRAMIENTA MENOR	Global	------	------	1'835			
	DIRECTO:	ML	384	290'428	1'835	245'000	43'593	
	masAIU:	30.00%	87'128	377'556				

3.02	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ENTRESUELO PIEDRA PARA AFIRMADO DE CIMENTACIONES			PRECIO	EQUIPO	MATERIAL	GENTE	OTROS
PIEN	PIEDRA EN PLANTA ENTRESUELO	M3	1.05	140'000		147'000		
CUAD2	CUADRILLA 2 (1 OFICIAL + 1 AYUDANTE)	H-H	0.5	32'933			16'467	
HEMEN	HERRAMIENTA MENOR	Global	------	------	538			
	DIRECTO:	M3	25	164'005	538	147'000	16'467	
	masAIU:	30.00%	49'202	213'207				

3.03	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE MATERIAL GRANULAR (TRITURADO) PARA BASE DE BRECHA EN INSTALACIÓN DE TUBERÍAS Y/O COMPLEMENTO DE ENTRESUELOS EN PIEDRA			PRECIO	EQUIPO	MATERIAL	GENTE	OTROS
CASCA	CASCAJO LIMPIO PARA CONCRETO	M3	1.2	160'000		192'000		
COPLA	COMPACTADOR DE PLACA (CANGURO)	HORA	0.1	6'500	650			
CUAD3	CUADRILLA 3 (1 OFICIAL + 2 AYUDANTES)	H-H	0.8	43'593			34'874	
HEMEN	HERRAMIENTA MENOR	Global	------	------	1'105			
	DIRECTO:	M3	10	228'629	1'755	192'000	34'874	
	masAIU:	30.00%	68'589	297'218				

3.04	SUMINISTRO Y CONSTRUCCIÓN DE SOLADO, E=.05 M, EN CONCRETO DE 140 KG/CM2			PRECIO	EQUIPO	MATERIAL	GENTE	OTROS
S-0003	CONCRETO 1:3:5 (140 KG/CM2)	M3	1.05	572'041	17'551	446'775	136'317	
CUAD3	CUADRILLA 3 (1 OFICIAL + 2 AYUDANTES)	H-H	2	43'593			87'186	
HEMEN	HERRAMIENTA MENOR	Global	------	------	2'991			
	DIRECTO:	M3	5	690'820	20'542	446'775	223'503	
	masAIU:	30.00%	207'246	898'066				

3.05	SUMINISTRO Y CONSTRUCCIÓN DE LOSA DE FONDO EN CONCRETO DE 280 KG/CM2, INCLUYE IMPERMEABILIZANTE Y FORMALETAS			PRECIO	EQUIPO	MATERIAL	GENTE	OTROS
S-0001	CONCRETO 1:2:2 (280 KG/CM2), INCLUYE IMPERMEABILIZANTE	M3	1.05	804'241	17'551	690'585	136'317	
S-0010	FORMALETA PARA LOSA DE FONDO EN TABLEMAC	M2	1	61'513	1'198	33'188	27'127	
VIBRA	VIBRADOR PARA CONCRETO ALQUILER/ELECTRICO O A GASOLINA	DIA	0.15	50'000	7'500			
CUAD4	CUADRILLA 4 (1 OFICIAL+3 AYUDANTES)	H-H	2	54'253			108'506	
HEMEN	HERRAMIENTA MENOR	Global	------	------	3'372			
	DIRECTO:	M3	40	1'025'344	29'621	723'773	271'950	
	masAIU:	30.00%	307'603	1'332'947				

3.06	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ACERO DE REFUERZO FY = 60000			PRECIO	EQUIPO	MATERIAL	GENTE	OTROS
ALAMB	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO	KG	0.05	8'500		425		
AC653	ACERO DE 60000 PSI	KG	1.030	5'500		5'665		
MOCER	MANO DE OBRA CORTE, FIGURACIÓN Y COLOCACIÓN DE REFUERZO	KG	1.000	3'000			3'000	
HEMEN	HERRAMIENTA MENOR	Global	------	------	80			
	DIRECTO:	KG	3331	9'170	80	6'090	3'000	
	masAIU:	30.00%	2'751	11'921				

4.01	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE PASAMANOS TUBERÍA NEGRA DE 2", PINTADOS CON ANTICORROSIVA Y AMARILLO TRANSITO TIPO INTEMPERIE			PRECIO	EQUIPO	MATERIAL	GENTE	OTROS
TGP2P	TUBO NEGRO DE 2"	ML	2.5	30'000		75'000		
AMATRA	PINTURA TRANSITO TIPO INTEMPERIE	GAL	0.06	79'000		4'740		
ANTGR	ANTICORROSIVO GRIS 507	GAL	0.06	44'387		2'663		
CUAYRA	CUADRILLA 1 (2AYUDANTES RASOS)	H-H	2	21'320			42'640	
SOLDAD	SOLDADOR ESPECIALIZADO EN ELECTRICA Y AUTÓGENA	H-H	2	36'000			72'000	
HEMEN	HERRAMIENTA MENOR	Global	-----	-----	2'759			
BROCHA	BROCHA DE 4"	UND	1/40	6'300		158		
FIPASA	FIJACIONES PASAMANOS AL CONCRETO, INCLUYE TORNILLOS	UND	1/2	38'000		19'000		
EQUISO	EQUIPO DE SOLDADURA	HORA	1	14'950	14'950			
	DIRECTO:	ML	30	233'910	17'709	101'561	114'640	
	masAIU:	30.00%	70'173	304'083				

5.01	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA P.V.C.-P UZ DE 4" RDE 26			PRECIO	EQUIPO	MATERIAL	GENTE	OTROS
T4262	TUBO P.V.C.-UZ DE 4" RDE 26	ML	1.05	45'220		47'481		
LIPVC	LIMPIADOR P.V.C.	GAL	1/150	55'482		370		
LUBRI	LUBRICANTE P.V.C.X 500 GRAMOS	UND	1/150	26'080		174		
CUAD3	CUADRILLA 3 (1 OFICIAL + 2 AYUDANTES)	H-H	8/30	43'593			11'625	
HEMEN	HERRAMIENTA MENOR	Global	-----	-----	350			
	DIRECTO:	ML	30	60'000	350	48'025	11'625	
	masAIU:	30.00%	18'000	78'000				

5.02	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA P.V.C.-UZ DE 6" RDE 26			PRECIO	EQUIPO	MATERIAL	GENTE	OTROS
T6262	TUBO P.V.C.-UZ DE 6" RDE 26	ML	1.050	90'368		94'686		
LIPVC	LIMPIADOR P.V.C.	GAL	1/135	55'482		411		
LUBRI	LUBRICANTE P.V.C.X 500 GRAMOS	UND	1/135	26'080		193		
CUAD3	CUADRILLA 3 (1 OFICIAL + 2 AYUDANTES)	H-H	0.5	43'593			21'797	
HEMEN	HERRAMIENTA MENOR	Global	-----	-----	1'090			
	DIRECTO:	ML	70	118'377	1'090	95'491	21'797	
	masAIU:	30.00%	35'513	153'890				

6.01	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE CODO P.V.C.-P US 90° DE 4"			PRECIO	EQUIPO	MATERIAL	GENTE	OTROS
CPVP4	CODO P.V.C.-P US 90° DE 4"	UND	1	116'589		116'589		
LIPVC	LIMPIADOR P.V.C.	GAL	1/20	55'482		2'774		
SOLDA	SOLDADURA P.V.C. 1/4	GAL	1/20	115'066		5'753		
CUAD2	CUADRILLA 2 (1 OFICIAL + 1 AYUDANTE)	H-H	0.4	32'933			13'173	
HEMEN	HERRAMIENTA MENOR	Global	-----	-----	430			
	DIRECTO:	UND	2	138'719	430	125'116	13'173	
	masAIU:	30.00%	41'616	180'335				

6.02	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TEE P.V.C.-P US DE 4"			PRECIO	EQUIPO	MATERIAL	GENTE	OTROS
TEEP4	TEE P.V.C.-P US DE 4"	UND	1	151'702		151'702		
LIPVC	LIMPIADOR P.V.C.	GAL	1/15	55'482		3'699		
SOLDA	SOLDADURA P.V.C. 1/4	GAL	1/15	115'066		7'671		
CUAD2	CUADRILLA 2 (1 OFICIAL + 1 AYUDANTE)	H-H	0.8	32'933			26'346	
HEMEN	HERRAMIENTA MENOR	Global	-----	-----	860			
	DIRECTO:	UND	2	190'278	860	163'072	26'346	
	masAIU:	30.00%	57'083	247'361				

7.01	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE BRIDA POR ACOPLE UNIVERSAL DE 6", INCLUYE TORNILLOS GALVANIZADOS DE 5/8" X 4 CON GUASA, ARANDELA Y TUERCA			PRECIO	EQUIPO	MATERIAL	GENTE	OTROS
BRIRF6	BRIDA POR ACOPLE UNIVERSAL DE 6"	UND	1	376'337		376'337		
T0584	TORNILLOS GALVANIZADOS DE 5/8" X 4", INCLUYE ARANDELA Y TUERCA	UND	8	5'500		44'000		
CUAD2	CUADRILLA 2 (1 OFICIAL + 1 AYUDANTE)	H-H	1	32'933			32'933	
HEMEN	HERRAMIENTA MENOR	Global	------	------	1'647			
	DIRECTO:	UND	8	454'917	1'647	420'337	32'933	
	masAIU:	30.00%	136'475	591'392				

7.02	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE CODO HF O HD DE 90° DE 6" BRIDA - BRIDA			PRECIO	EQUIPO	MATERIAL	GENTE	OTROS
CHF6BB	CODO HF O HD DE 90° DE 6" BRIDA - BRIDA	UND	1	945'633		945'633		
CUAD2	CUADRILLA 2 (1 OFICIAL + 1 AYUDANTE)	H-H	1	32'933			32'933	
HEMEN	HERRAMIENTA MENOR	Global	------	------	1'647			
T0412	TORNILLOS GALVANIZADOS DE 5/8" X 4 1/2", INCLUYE ARANDELA Y TUERCA	UND	8	6'000		48'000		
EB2H6	EMPAQUE NEOPRENO PARA BRIDA DE 6"	UND	2	12'500		25'000		
	DIRECTO:	UND	2	1'053'213	1'647	1'018'633	32'933	
	masAIU:	30.00%	315'964	1'369'177				

7.03	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TEE HF DE 6", BRIDA - BRIDA, INCLUYE TORNILLERÍA			PRECIO	EQUIPO	MATERIAL	GENTE	OTROS
TEBRT6	TEE BRIDADA DE 6"	UND	1	1'408'186		1'408'186		
T0584	TORNILLOS GALVANIZADOS DE 5/8" X 4", INCLUYE ARANDELA Y TUERCA	UND	24	5'500		132'000		
CUAD2	CUADRILLA 2 (1 OFICIAL + 1 AYUDANTE)	H-H	2	32'933			65'866	
HEMEN	HERRAMIENTA MENOR	Global	------	------	3'293			
	DIRECTO:	UND	1	1'609'345	3'293	1'540'186	65'866	
	masAIU:	30.00%	482'804	2'092'149				

7.04	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE NIPLE BRIDA - BRIDA DE 6" L= 0.70M			PRECIO	EQUIPO	MATERIAL	GENTE	OTROS
NBB670	NIPLE BRIDA - BRIDA EN HF DE 6" L= 0.70M	UND	1	850'000		850'000		
CUAD2	CUADRILLA 2 (1 OFICIAL + 1 AYUDANTE)	H-H	2	32'933			65'866	
HEMEN	HERRAMIENTA MENOR	Global	------	------	3'293			
	DIRECTO:	UND	4	919'159	3'293	850'000	65'866	
	masAIU:	30.00%	275'748	1'194'907				

8.01	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE VÁLVULA DE COMPUERTA SELLO ELASTICO BRIDA - BRIDA DE 4"			PRECIO	EQUIPO	MATERIAL	GENTE	OTROS
VJHE84	VALVULA DE COMPUERTA ELASTICA DE 4", BRIDADA, VASTAGO NO ASCENDENTE	UND	1	1'383'000		1'383'000		
CUAD3	CUADRILLA 3 (1 OFICIAL + 2 AYUDANTES)	H-H	2	43'593			87'186	
HEMEN	HERRAMIENTA MENOR	Global	------	------	2'624			
T0584	TORNILLOS GALVANIZADOS DE 5/8" X 4", INCLUYE ARANDELA Y TUERCA	UND	6	5'500		33'000		
EB2H4	EMPAQUE NEOPRENO PARA BRIDA DE 4"	UND	2	9'000		18'000		
	DIRECTO:	UND	2	1'523'810	2'624	1'434'000	87'186	
	masAIU:	30.00%	457'143	1'980'953				

8.02	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE VÁLVULA DE COMPUERTA SELLO ELASTICO BRIDA - BRIDA DE 6", INCLUYE EMPAQUES Y TORNILLOS GALVANIZADOS			PRECIO	EQUIPO	MATERIAL	GENTE	OTROS
VCEBB6	VALVULA DE COMPUERTA SELLO ELASTICO BRIDA - BRIDA DE 6"	UND	1	2'433'000		2'433'000		
CUAD3	CUADRILLA 3 (1 OFICIAL + 2 AYUDANTES)	H-H	2.5	43'593			108'983	
HEMEN	HERRAMIENTA MENOR	Global	------	------	5'449			
TOS94	TORNILLOS GALVANIZADOS DE 5/8" X 4", INCLUYE ARANDELA Y TUERCA	UND	8	5'500		44'000		
EBBH6	EMPAQUE NEOPRENO PARA BRIDA DE 6"	UND	2	12'500		25'000		
	DIRECTO:	UND	2	2'616'432	5'449	2'502'000	108'983	
	masAIU:	30.00%	784'930	3'401'362				

8.03	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE VÁLVULA DE CHEQUE BRIDA - BRIDA 200 PSI DE 6"			PRECIO	EQUIPO	MATERIAL	GENTE	OTROS
CHE6BB	VÁLVULA DE CHEQUE BRIDA - BRIDA 200 PSI DE 6", CON CONTRAPESA	UND	1	1'940'970		1'940'970		
CUAD2	CUADRILLA 2 (1 OFICIAL + 1 AYUDANTE)	H-H	3	32'933			98'799	
HEMEN	HERRAMIENTA MENOR	Global	------	------	4'940			
EBBH6	EMPAQUE NEOPRENO PARA BRIDA DE 6"	UND	2	12'500		25'000		
	DIRECTO:	UND	2	2'069'709	4'940	1'965'970	98'799	
	masAIU:	30.00%	620'913	2'690'622				

9.01	LLENOS COMPACTOS CON MATERIAL PROVENIENTE DE LA EXCAVACIÓN			PRECIO	EQUIPO	MATERIAL	GENTE	OTROS
COPLA	COMPACTADOR DE PLACA (CANGURO)	HORA	1	6'500	6'500			
C2AYRA	CUADRILLA 1 (2AYUDANTES RASOS)	H-H	0.8	21'320			17'056	
HEMEN	HERRAMIENTA MENOR	Global	------	------	489			
	DIRECTO:	M3	150	24'045	6'989		17'056	
	masAIU:	30.00%	7'214	31'259				

10.01	REGADA DE MATERIAL SOBRANTE DE LA EXCAVACIÓN			PRECIO	EQUIPO	MATERIAL	GENTE	OTROS
COPLA	COMPACTADOR DE PLACA (CANGURO)	HORA	0.6	6'500	3'900			
C2AYRA	CUADRILLA 1 (2AYUDANTES RASOS)	H-H	0.8	21'320			17'056	
HEMEN	HERRAMIENTA MENOR	Global	------	------	853			
	DIRECTO:	M3	650	21'809	4'753		17'056	
	masAIU:	30.00%	6'543	28'352				

ANEXO 8.3
SUBANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Gualberto Fuentes Valdelamar - Ingeniero Sanitario UdeA
Carrera 24 N 53 205 - Movil 3104560795 - Mail: gfvaldelamar@yahoo.com

ANALISIS UNITARIOS SUBPRODUCTOS

CONSTRUCCIÓN CIMENTACIÓN TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE 300 METROS CÚBICOS

ACUEDUCTO URBANO - MUNICIPIO DE GUATAPÉ

LOS SUMINISTROS INCLUYEN TRANSPORTE

					EQUIPO	MATERIAL	GENTE	OTROS
CUAYRA	CUADRILLA 1 (2 AYUDANTES RASOS)							
AYRAS	AYUDANTE RASO	H-H	2	10'660			21'320	
		H-H	2390	21'320			21'320	
CUAD2	CUADRILLA 2 (1 OFICIAL + 1 AYUDANTE)				EQUIPO	MATERIAL	GENTE	OTROS
OFIR1	OFICIAL DE PRIMERA	H-H	1.0	22'273			22'273	
AYRAS	AYUDANTE RASO	H-H	1.0	10'660			10'660	
		H-H	40.90	32'933			32'933	
CUAD3	CUADRILLA 3 (1 OFICIAL + 2 AYUDANTES)				EQUIPO	MATERIAL	GENTE	OTROS
OFIR1	OFICIAL DE PRIMERA	H-H	1.0	22'273			22'273	
AYRAS	AYUDANTE RASO	H-H	2.0	10'660			21'320	
		H-H	454	43'593			43'593	
CUAD4	CUADRILLA 4 (1 OFICIAL+3 AYUDANTES)				EQUIPO	MATERIAL	GENTE	OTROS
OFIR1	OFICIAL DE PRIMERA	H-H	1.0	22'273			22'273	
AYRAS	AYUDANTE RASO	H-H	3.0	10'660			31'980	
		H-H	100	54'253			54'253	
CUAD5	CUADRILLA 5 (1 OFICIAL + 4 AYUDANTES)				EQUIPO	MATERIAL	GENTE	OTROS
OFIR1	OFICIAL DE PRIMERA	H-H	1	22'273			22'273	
AYRAS	AYUDANTE RASO	H-H	4	10'660			42'640	
		H-H	134.50	64'913			64'913	
3-0001	CONCRETO 1:2:2 (280 KG/CM2), INCLUYE IMPERMEABILIZANTE				EQUIPO	MATERIAL	GENTE	OTROS
CASCA	CASCAJO LIMPIO PARA CONCRETO	M3	0.63	160'000		100'800		
ARECO	ARENA PARA CONCRETO	M3	0.6	160'000		96'000		
AGUA	AGUA	LT	200	200		40'000		
CEGR1	CEMENTO GRIS	SACO	9.9	35'000		346'500		
CUAD5	CUADRILLA 5 (1 OFICIAL + 4 AYUDANTES)	H-H	2	64'913			129'826	
CTADO	CONCRETADORA ALQUILER	DIA	0.2	55'000	11'000			
PLODM	PLASTOCRETE DM	KG	2.48	30'000		74'400		
HEMEN	HERRAMIENTA MENOR	Global	------	------	5'715			
		M3	42	804'241	16'715	657'700	129'826	
3-0003	CONCRETO 1:3:5 (140 KG/CM2)				EQUIPO	MATERIAL	GENTE	OTROS
CEGR1	CEMENTO GRIS	SACO	4.5	35'000		157'500		
AGUA	AGUA	LT	160	200		32'000		
ARECO	ARENA PARA CONCRETO	M3	0.555	160'000		88'800		
CASCA	CASCAJO LIMPIO PARA CONCRETO	M3	0.92	160'000		147'200		
CUAD5	CUADRILLA 5 (1 OFICIAL + 4 AYUDANTES)	H-H	2	64'913			129'826	
CTADO	CONCRETADORA ALQUILER	DIA	0.2	55'000	11'000			
HEMEN	HERRAMIENTA MENOR	Global	------	------	5'715			
		M3	5.25	572'041	16'715	425'500	129'826	

3-0010	FORMALETA PARA LOSA DE FONDO EN TABLEMAC				EQUIPO	MATERIAL	GENTE	OTROS
TABLEM	TABLEMAC DE 2.4 X 1.5 M, E = 1"	UND	0.25/8	380'000		11'875		
ANGC16	ANGULOS EN "U" CON PESTAÑAS PARA	ML	5/8	4'500		2'813		
TORAN3	TORNILLOS MADERA PARA FIJAR ÁNGULOS A FORMALETAS DE TABLEMAC	UND	25	100		2'500		
TENZOR	TENSORES EN VARILLA DE 1/2" CON GANCHO Y ROSCA EXTERNA PARA FIJACIÓN DE CERCHAS	UND	4	4'000		16'000		
CUAD4	CUADRILLA 4 (1 OFICIAL+3 AYUDANTES)	H-H	0.5	54'253			27'127	
HERMEN	HERRAMIENTA MENOR	Global	-----	-----	1'198			
		M2	40	61'513	1'198	33'188	27'127	

ANEXO 8.4
INSUMOS

Gualberto Fuentes Valderrama - Ingeniero Sanitario UdeA
Carrera 34 N 53-205 - Movil 3104560795 - Mail: gfvalderrama@yahoo.com

RECURSOS PRIMARIOS

CONSTRUCCIÓN CIMENTACIÓN TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE 300 METROS CÚBICOS

ACUEDUCTO URBANO - MUNICIPIO DE GUATAPÉ

LOS SUMINISTROS INCLUYEN TRANSPORTE

		ACCESORIOS METALICOS		CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
BRIHE6	ACM	BRIDA POR ACOPLE UNIVERSAL DE 6"	UND	8.00	376'337	3'010'696
CHE6BB	ACM	CODO HF O HD DE 90º DE 6" BRIDA - BRIDA	UND	2.00	945'633	1'891'266
TEBR16	ACM	TEE HD DE 6" BRIDADA	UND	1.00	1'408'186	1'408'186
						6'310'148

		ACCESORIOS PVC PRESION		CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
CEVP4	ACP	CODO P.V.C.-P US 90º DE 4"	UND	2.00	116'589	233'178
TEEP4	ACP	TEE P.V.C.-P US DE 4"	UND	2.00	151'702	303'404
						536'582

		AGREGADOS		CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
AGUA	AGR	AGUA	LT	9'240.00	200	1'848'000
ARECO	AGR	ARENA PARA CONCRETO	M3	28.11	160'000	4'498'200
CASCA	AGR	CASCAJO LIMPIO PARA CONCRETO	M3	43.29	160'000	6'926'400
CEGRI	AGR	CEMENTO GRIS	SACO	439.43	35'000	15'379'875
PIPEN	AGR	PIEDRA EN PLANTA ENTRESUELO	M3	26.25	140'000	3'675'000
						32'327'475

		ALQUILER DE EQUIPO		CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
COTOP	ALQ	COMISION DE TOPOGRAFIA	DIA	2.00	1'200'000	2'400'000
COPLA	ALQ	COMPACTADOR DE PLACA (CANGURO)	HORA	541.00	6'500	3'516'500
CTADO	ALQ	CONCRETADORA DE UN SACO	DIA	9.45	55'000	519'750
EQUISO	ALQ	EQUIPO DE SOLDADURA	HORA	30.00	14'950	448'500
MBOGA	ALQ	MOTOBOMBA 2"-M3HP SUMERGIBLE	DIA	162.00	40'000	6'480'000
VIBRA	ALQ	VIBRADOR PARA CONCRETO ALQUILER/ELECTRICO O A GASOLINA	DIA	6.00	50'000	300'000
						13'664'750

		CERRAJERÍA Y CARPINTERIA METÁLICA		CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
FIPASA	CER	FIJACIONES PASAMANOS AL CONCRETO, INCLUYE TORNILLOS	UND	15.00	38'000	570'000
T58412	CER	TORNILLOS GALVANIZADOS DE 5/8" X 4 1/2", INCLUYE ARANDELA Y TUERCA	UND	16.00	6'000	96'000
T0584	CER	TORNILLOS GALVANIZADOS DE 5/8" X 4", INCLUYE ARANDELA Y TUERCA	UND	116.00	5'500	638'000
						1'304'000

		EXPLOSIVOS		CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
MIKASE	EXP	CEMENTO EXPANSIVO	KG	60.00	30'000	1'800'000
						1'800'000

		FORMALETAS		CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
ANUC16	FOR	ANGULOS EN "U" CON PESTAÑAS PARA TORNILLOS	ML	25.00	4'500	112'500
TABLEM	FOR	TABLEMAC DE 2.4 X 1.8 M, E = 19MM	UND	1.25	380'000	475'000
TENSOR	FOR	TENSORES EN VARILLA DE 3/8" CON GANCHO Y ROSCA EXTERNA PARA FIJACIÓN DE CERCHAS	UND	160.00	4'000	640'000
TORANG	FOR	TORNILLOS PARA FIJAR ÁNGULOS A FORMALETAS DE TABLEMAC	UND	1'000.00	100	100'000
						1'327'500

		GLOBALES		CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
HERMEN	GLO	HERRAMIENTA MENOR	PESOS	4'442'679.75	1	4'442'680
						4'442'680

		HIERROS Y ALAMBRES		CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
AC653	HIE	ACERO DE 60000 PSI	KG	3'430.93	5'500	18'870'115
ALAMB	HIE	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO	KG	166.55	8'500	1'415'675
CLAVO	HIE	CLAVO CORRIENTE	LB	2.00	5'000	10'000
						20'295'790

		IMPERMEABILIZANTES		CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
EB6H4	IMP	EMPAQUE NEOPRENO PARA BRIDA DE 4"	UND	4.00	9'000	36'000
EB6H6	IMP	EMPAQUE NEOPRENO PARA BRIDA DE 6"	UND	12.00	12'500	150'000
PLCEM	IMP	PLASTOCRETE DM	KG	104.16	30'000	3'124'800
						3'310'800

		MANO DE OBRA		CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
AYRAS	M.O	AYUDANTE RASO	H-H	6'566.90	10'660	70'003'154
MOCFR	M.O	MANO DE OBRA CORTE, FIGURACIÓN Y COLOCACIÓN DE	KG	3'331.00	3'000	9'993'000
MINERO	M.O	MINERO PARA VOLADURA DE ROCAS	H-H	60.00	38'000	2'280'000
OFPRI	M.O	OFICIAL DE PRIMERA	H-H	729.40	22'273	16'245'926
SOLDAD	M.O	SOLDADOR ESPECIALIZADO EN ELECTRICA Y AUTÓGENA	H-H	60.00	36'000	2'160'000
						100'682'080

		MADERAS		CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
ESTAC	MAD	ESTACAS MADERA COMUN PARA LA TOPOGRAFIA	UND	40.00	400	16'000
						16'000

		NIPLES Y PASAMUROS		CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
NB6BT6	NIP	NIPLE BRIDA - BRIDA EN HF DE 6" L= 0.70M	UND	4.00	850'000	3'400'000
						3'400'000

		PEGANTES Y SOLDADURAS		CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
LIPVC	PEG	LIMPIADOR P.V.C. 760 GR	GAL	0.95	55'482	52'811
LUBRI	PEG	LUBRICANTE P.V.C.X 500 GRAMOS	UND	0.72	26'080	18'739
SOLDA	PEG	SOLDADURA P.V.C. 1/4	GAL	0.23	115'066	26'849
						98'398

		PILOTES EN CONCRETO		CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
P4REIN	PIL	PILOTES INYECTADOS EN CONCRETO DE 3 A 4" DE DIAM, INCLUYE EXCAVACIONES, REFUERZO Y CONCRETO	ML	384.00	245'000	94'080'000
						94'080'000

		PINTURAS		CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
ANTGR	PIN	ANTICORROSIVO GRIS 507	GAL	1.80	44'387	79'897
BROCH4	PIN	BROCHA DE 4"	UND	0.75	6'300	4'725
AMATRA	PIN	PINTURA TRANSITO TIPO INTEMPERIE	GAL	1.80	79'000	142'200
						226'822

		VÁLVULAS		CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
CHE6BB	3VA	VÁLVULA DE CHEQUE BRIDA - BRIDA 200 PSI DE 6", CON CONTRAPESA	UND	2.00	1'940'970	3'881'940
VJHED4	3VA	VÁLVULA DE COMPUERTA ELÁSTICA DE 4", BRIDADA, VASTAGO NO ASCENDENTE	UND	2.00	1'383'000	2'766'000
VCEBB6	3VA	VALVULA DE COMPUERTA SELLO ELASTICO BRIDA - BRIDA DE 6"	UND	2.00	2'433'000	4'866'000
						11'513'940

CONSTRUCCIÓN CIMENTACIÓN TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE 300 METROS CÚBICOS

ACUEDUCTO URBANO - MUNICIPIO DE GUATAPÉ

LOS SUMINISTROS INCLUYEN TRANSPORTE

		TUBERÍA P.V.C. PRESION		CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
T4262	TUB	TUBO P.V.C.-UZ DE 4" RDE 26	ML	31.50	45'220	1'424'430
T6262	TUB	TUBO P.V.C.-UZ DE 6" RDE 26	ML	73.50	90'368	6'642'048
						8'066'478

		TUBERIA METALICA		CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
TGP2P	TUM	TUBO NEGRO DE 2"	ML	75.00	30'000	2'250'000
						2'250'000
						305'653'443

ACM	ACCESORIOS METALICOS
ACP	ACCESORIOS PVC PRESION
AGR	AGREGADOS
ALQ	ALQUILER DE EQUIPO
CER	CERRAJERÍA Y CARPINTERIA METÁLICA
EXP	EXPLOSIVOS
FOR	FORMALETAS
GLO	GLOBALES
HIE	HIERROS Y ALAMBRES
IMP	IMPERMEABILIZANTES
M.O	MANO DE OBRA
MAD	MADERAS
NIP	NIPLES Y PASAMUROS
PEG	PEGANTES Y SOLDADURAS
PIL	PILOTES EN CONCRETO
PIN	PINTURAS
SVA	VÁLVULAS
TUB	TUBERÍA P.V.C. PRESION
TUM	TUBERIA METALICA

Grupo	Aporte	Total
ACM	2.06%	6'310'148
ACP	0.18%	536'582
AGR	10.58%	32'327'475
ALQ	4.47%	13'664'750
CER	0.43%	1'304'000
EXP	0.59%	1'800'000
FOR	0.43%	1'327'500
GLO	1.45%	4'442'680
HIE	6.64%	20'295'790
IMP	1.08%	3'310'800
M.O	32.94%	100'682'080
MAD	0.01%	16'000
NIP	1.11%	3'400'000
PEG	0.03%	98'398
PIL	30.78%	94'080'000
PIN	0.07%	226'822
SVA	3.77%	11'513'940
TUB	2.64%	8'066'478
TUM	0.74%	2'250'000
		305'653'443