

## Nube de puntos

La nube de puntos presentada a continuación son de las diferentes ubicaciones de los muros.

Punto	Norte	Este	Elev.	Descrip.
1	7608329,56	381715,99	1187,62	T/NAL
2	7608595,12	381809,77	1152,09	T/NAL
3	7608331,43	381703,91	1194,41	T/NAL
8	7608821,78	381708,55	1150,57	PTE
9	7608847,11	381705,20	1150,55	PTE
10	7608848,00	381712,38	1150,55	PTE
11	7608822,73	381715,76	1150,56	PTE
12	7608823,42	381716,86	1146,49	PT
13	7608809,97	381718,66	1150,04	BT
14	7608810,66	381725,14	1146,81	PT
15	7608810,48	381726,22	1146,84	T/NAL
16	7608809,70	381738,34	1146,34	T/NAL
17	7608822,74	381706,86	1146,65	PT
18	7608821,07	381699,90	1145,81	T/NAL
19	7608844,50	381697,26	1146,75	T/NAL
20	7608809,86	381717,16	1150,06	B/CNO
21	7608808,06	381711,51	1150,06	B/CNO
22	7608807,52	381708,63	1150,12	BT
23	7608845,74	381704,92	1147,09	PT
24	7608806,63	381705,56	1148,20	PT
25	7608806,56	381698,91	1146,20	T/NAL
26	7608803,06	381680,00	1146,20	T/NAL
27	7608847,61	381713,40	1148,06	PT
28	7608798,14	381721,08	1149,46	BT
29	7608787,46	381724,76	1149,25	BT
30	7608772,08	381731,47	1149,38	BT
31	7608797,83	381719,31	1149,48	B/CNO
32	7608786,36	381723,22	1149,26	B/CNO
33	7608771,28	381729,61	1149,36	B/CNO
34	7608768,55	381724,82	1149,31	B/CNO
35	7608783,85	381718,42	1149,28	B/CNO
36	7608796,56	381714,52	1149,61	B/CNO
37	7608795,96	381712,30	1149,54	B/TLD
38	7608783,05	381716,53	1149,26	B/TLD
39	7608767,44	381723,47	1149,30	B/TLD
40	7608765,32	381718,39	1148,67	P/TLD
41	7608780,59	381712,27	1147,77	P/TLD
42	7608776,73	381702,74	1148,93	T/NAL
43	7608756,79	381706,13	1150,14	T/NAL
44	7608788,05	381689,04	1148,15	T/NAL
45	7608773,60	381684,83	1148,71	T/NAL
46	7608772,82	381732,58	1149,17	T/NAL
47	7608799,06	381724,89	1147,41	P/TLD
48	7608788,30	381726,89	1147,74	P/TLD
49	7608790,33	381733,40	1147,48	T/NAL
50	7608777,14	381737,85	1149,15	T/NAL
51	7608799,15	381732,04	1147,16	T/NAL
52	7608798,39	381740,25	1147,16	T/NAL
53	7608794,48	381742,71	1147,14	T/NAL
54	7608800,03	381760,41	1146,80	B/QBDA
55	7608782,82	381768,17	1147,43	B/QBDA
56	7608698,46	381765,65	1152,06	CERCO
57	7608730,56	381755,36	1150,14	E/CERCO
58	7608754,80	381747,48	1149,67	T/NAL
59	7608729,65	381753,31	1150,86	B/TLD

Punto	Norte	Este	Elev.	Descrip.
3908	7604678,80	380445,61	1144,38	P/TLD
3909	7604676,81	380449,59	1147,07	B/TLD
3910	7604682,55	380424,01	1143,35	CERCO
3911	7604682,15	380423,86	1143,25	B/TLD
3912	7604681,23	380424,02	1143,01	B/CNO
3913	7604678,28	380424,37	1142,96	B/CNO
3914	7604677,12	380424,69	1142,83	P/TLD
3915	7604675,27	380426,21	1145,42	B/TLD
3916	7604681,16	380479,51	1147,43	P/TLD
3917	7604688,03	380484,53	1147,43	T/NAT
3918	7604680,51	380404,93	1142,10	CERCO
3919	7604680,18	380404,98	1142,29	B/TLD
3920	7604679,12	380405,15	1142,06	B/CNO
3921	7604675,84	380405,21	1142,01	B/CNO
3922	7604674,80	380405,27	1141,86	CUNETETA
3923	7604690,46	380485,72	1147,24	B/ALC
3924	7604672,40	380405,30	1144,29	B/TLD
3925	7604691,54	380486,80	1147,19	B/ALC
3926	7604690,44	380487,45	1147,27	B/ALC
3927	7604689,74	380486,82	1147,27	B/ALC
3928	7604686,67	380493,69	1148,02	P/TLD
3929	7604685,31	380493,61	1147,91	E/QBDA
3930	7604677,49	380383,11	1141,69	CERCO
3931	7604676,41	380383,32	1141,46	B/CNO
3932	7604673,59	380384,16	1141,32	B/CNO
3933	7604682,37	380492,72	1148,74	B/QDA
3934	7604672,49	380384,42	1141,21	P/TLD
3935	7604675,61	380489,89	1149,46	P/TLD
3936	7604674,92	380370,39	1141,33	CERCO
3937	7604673,88	380371,02	1141,33	B/TLD
3938	7604672,53	380371,29	1141,12	B/CNO
3939	7604670,69	380374,85	1141,03	B/CNO
3940	7604667,61	380498,28	1154,14	T/NAT
3941	7604674,24	380502,13	1151,55	B/QDA
3942	7604678,82	380502,45	1150,00	B/QDA
3943	7604680,10	380505,22	1150,65	P/TLD
3944	7604677,03	380515,06	1154,98	P/TLD
3945	7604671,79	380513,89	1157,01	B/QDA
3946	7604666,26	380517,56	1156,19	P/TLD
3947	7604660,90	380508,20	1160,20	T/NAT
3948	7604797,02	380556,35	1158,77	B/TLD
3950	7607190,47	381500,96	1163,69	P/TLD
3951	7607184,49	381505,22	1164,18	B/TLD
3952	7607175,53	381510,60	1159,73	CUNETETA
3953	7607176,24	381510,24	1159,84	B/CNO
3954	7607179,16	381508,55	1159,79	B/CNO
3955	7607181,64	381507,41	1163,98	B/TLD
3956	7607173,18	381514,35	1163,77	B/TLD
3957	7607191,72	381494,09	1165,99	P/TLD
3958	7607166,26	381498,17	1157,07	P/TLD
3959	7607167,18	381497,61	1157,06	CUNETETA
3960	7607185,85	381477,44	1162,58	P/TLD
3961	7607167,75	381496,26	1157,27	B/CNO
3962	7607179,14	381480,14	1162,03	B/TLD
3963	7607171,88	381494,02	1157,27	B/CNO

60	7608752,02	381742,51	1149,99	B/TLD
61	7608751,40	381741,07	1149,88	B/CNO
62	7608729,26	381752,33	1150,78	B/CNO
63	7608697,83	381763,94	1151,92	B/CNO
64	7608748,49	381736,42	1149,96	B/CNO
65	7608726,47	381747,79	1150,83	B/CNO
66	7608695,89	381760,24	1151,81	B/CNO
67	7608725,82	381746,64	1150,65	P/TLD
68	7608747,83	381735,44	1149,95	P/TLD
69	7608695,02	381759,13	1151,73	P/TLD
70	7608746,95	381733,87	1150,10	B/TLD
71	7608725,41	381745,79	1151,41	B/TLD
72	7608694,74	381758,17	1152,58	B/TLD
73	7608722,30	381738,07	1151,63	P/TLD
74	7608693,76	381753,92	1153,79	T/NAL
75	7608744,33	381728,81	1150,70	T/NAL
76	7608691,51	381746,04	1154,13	T/NAL
77	7608690,56	381744,43	1155,92	B/TLD
78	7608722,19	381736,50	1153,37	B/TLD
79	7608741,08	381721,61	1151,33	T/NAL
80	7608735,37	381708,91	1153,36	T/NAL
81	7608716,02	381721,29	1155,95	T/NAL
82	7608684,64	381722,52	1161,46	T/NAL
83	7608682,38	381709,39	1162,96	T/NAL
84	7608714,83	381710,84	1156,60	T/NAL
85	7608676,41	381694,07	1163,56	T/NAL
86	7608711,83	381700,56	1156,64	T/NAL
87	7608705,76	381684,91	1156,64	T/NAL
88	7608726,39	381678,66	1153,69	T/NAL
89	7608720,10	381667,20	1153,68	T/NAL
90	7608648,11	381704,61	1169,39	T/NAL
91	7608653,13	381721,97	1167,94	T/NAL
92	7608654,70	381729,93	1166,53	T/NAL
93	7608659,09	381749,42	1160,60	T/NAL
94	7608660,21	381751,32	1157,72	T/NAL
95	7608737,33	381769,77	1149,29	CERCO
96	7608660,77	381759,78	1157,49	B/TLD
97	7608641,33	381784,49	1153,36	CERCO
98	7608663,80	381769,07	1153,65	B/TLD
100	7608664,25	381769,99	1152,53	P/TLD
101	7608738,77	381775,95	1149,09	E/CERCO
102	7608664,50	381770,80	1153,72	B/CNO
103	7608665,70	381775,05	1153,77	B/CNO
104	7608665,99	381776,02	1154,13	CERCO
105	7608740,00	381781,08	1148,53	T/NAL
106	7608645,07	381797,90	1151,36	T/NAL
107	7608646,78	381809,72	1150,96	T/NAL
108	7608669,08	381783,62	1151,18	T/NAL
109	7608672,24	381795,85	1150,88	T/NAL
111	7608618,52	381792,94	1154,11	CERCO
112	7608592,16	381801,72	1154,14	CERCO
113	7608618,22	381791,97	1153,48	P/TLD
114	7608591,71	381800,89	1153,58	P/TLD
115	7608618,03	381790,50	1153,48	B/CNO
116	7608638,97	381779,91	1153,10	B/CNO
117	7608617,07	381787,05	1153,42	B/CNO
118	7608591,44	381799,99	1153,54	B/CNO
119	7608590,23	381796,01	1153,44	B/CNO
120	7608638,47	381778,99	1152,89	P/TLD
121	7608616,61	381786,36	1153,26	P/TLD
122	7608589,99	381794,63	1153,42	P/TLD

3964	7607175,30	381492,37	1158,05	P/TLD
3965	7607192,25	381477,21	1168,89	B/TLD
3966	7607164,24	381498,38	1158,25	B/TLD
3967	7607199,00	381471,60	1169,28	B/TLD
3968	7607158,17	381503,77	1163,59	T/NAT
3969	7607190,89	381463,62	1160,47	B/TLD
3970	7607185,41	381471,24	1161,69	B/TLD
3971	7607149,69	381508,43	1168,25	B/TLD
3972	7607178,25	381470,64	1161,73	B/TLD
3973	7607139,77	381515,95	1177,61	T/NAT
3974	7607177,08	381462,12	1160,56	B/TLD
3975	7607127,76	381507,71	1178,41	T/NAT
3976	7607180,02	381455,53	1160,14	B/TLD
3977	7607184,13	381454,02	1160,02	B/TLD
3979	7607122,50	381492,84	1171,46	T/NAT
3980	7607187,35	381440,74	1154,87	P/TLD
3981	7607128,67	381485,25	1165,03	T/NAT
3982	7607174,27	381452,53	1152,66	P/TLD
3983	7607142,24	381494,93	1166,73	T/NAT
3984	7607154,14	381487,29	1156,97	T/NAT
3987	7607153,62	381487,82	1158,71	B/TLD
3990	7607166,92	381458,30	1153,13	P/TLD
3991	7607145,97	381475,09	1155,11	B/TLD
3992	7607148,94	381474,29	1152,70	P/TLD
3993	7607150,07	381473,98	1152,50	CUNETA
3994	7607166,33	381466,27	1152,89	P/TLD
3995	7607151,44	381473,05	1152,84	B/CNO
3996	7607155,19	381470,84	1152,93	B/CNO
3997	7607156,74	381470,26	1153,01	B/TLD
3998	7607169,03	381476,24	1156,39	P/TLD
3999	7607157,52	381485,14	1154,76	P/TLD
4000	7607158,25	381484,60	1154,67	CUNETA
4001	7607159,00	381467,05	1151,72	P/TLD
4002	7607159,91	381484,03	1155,01	B/CNO
4003	7607163,85	381481,15	1154,80	B/CNO
4004	7607164,66	381480,42	1154,88	P/TLD
4005	7607165,16	381479,86	1155,23	B/TLD
4006	7607147,41	381462,51	1151,23	B/CNO
4007	7607144,04	381465,47	1151,12	B/CNO
4008	7607148,90	381461,24	1150,94	B/TLD
4009	7607143,41	381465,99	1150,94	CUNETA
4010	7607142,44	381466,95	1150,69	P/TLD
4011	7607151,39	381458,10	1149,09	P/TLD
4012	7607140,00	381470,36	1154,61	B/TLD
4013	7607157,27	381448,38	1149,18	P/TLD
4014	7607133,06	381477,42	1159,93	T/NAT
4015	7607157,15	381452,01	1149,91	B/TLD
4016	7607117,66	381480,56	1164,94	T/NAT
4017	7607165,69	381444,61	1152,17	B/TLD
4018	7607125,99	381467,99	1157,89	T/NAT
4019	7607128,17	381463,92	1155,93	B/TLD
4020	7607178,26	381439,97	1153,86	B/TLD
4021	7607116,23	381458,45	1155,22	B/TLD
4022	7607171,21	381431,94	1149,10	P/TLD
4023	7607111,60	381472,67	1160,78	T/NAT
4024	7607111,25	381460,34	1156,24	T/NAT
4025	7607137,09	381447,52	1146,87	P/TLD
4026	7607109,69	381451,25	1150,82	B/TLD
4027	7607133,25	381449,30	1148,34	B/TLD
4028	7607132,12	381451,65	1148,52	B/CNO
4029	7607130,67	381454,87	1148,59	B/CNO

124	7608589,55	381794,08	1153,95	B/TLD
125	7608616,50	381785,77	1154,01	B/TLD
126	7608637,81	381778,73	1153,66	B/TLD
127	7608636,90	381773,40	1154,64	T/NAL
128	7608614,37	381781,21	1154,73	T/NAL
129	7608573,44	381751,34	1168,57	B/TLD
130	7608607,01	381759,93	1160,55	B/TLD
131	7608571,59	381732,90	1178,35	T/NAL
132	7608603,81	381753,12	1160,62	P/TLD
133	7608625,63	381754,75	1159,85	P/TLD
134	7608569,35	381712,58	1183,59	T/NAL
136	7608600,73	381739,84	1171,03	T/NAL
137	7608622,00	381725,48	1173,19	T/NAL
138	7608598,21	381723,74	1175,73	T/NAL
139	7608619,84	381708,92	1175,25	T/NAL
140	7608596,62	381711,80	1178,28	T/NAL
141	7608554,62	381745,69	1176,59	T/NAL
142	7608548,84	381726,71	1184,62	T/NAL
143	7608557,36	381759,05	1168,31	B/TLD
144	7608531,28	381732,34	1187,79	T/NAL
145	7608534,12	381761,99	1173,98	B/TLD
146	7608532,03	381750,37	1180,00	T/NAL
147	7608502,20	381737,02	1194,09	T/NAL
148	7608505,73	381753,48	1185,33	T/NAL
149	7608508,07	381765,69	1177,85	B/TLD
150	7608484,18	381741,87	1197,16	B/TLD
151	7608489,68	381767,29	1177,87	B/TLD
152	7608485,23	381753,71	1188,42	T/NAL
153	7608472,60	381774,50	1180,33	B/TLD
154	7608469,80	381758,69	1190,80	T/NAL
155	7608473,82	381773,88	1180,13	T/NAL
156	7608457,38	381777,15	1181,93	B/TLD
158	7608608,85	381768,06	1157,16	T/NAL
159	7608621,49	381800,99	1152,05	T/NAL
160	7608600,71	381799,11	1153,70	CERCO
161	7608574,70	381808,16	1153,73	CERCO
162	7608625,78	381812,43	1151,35	T/NAL
163	7608574,45	381807,55	1153,46	B/CNO
164	7608572,33	381801,73	1153,33	B/CNO
165	7608572,04	381800,80	1153,27	P/TLD
166	7608571,99	381800,42	1153,81	B/TLD
167	7608570,57	381796,15	1154,58	T/NAL
168	7608568,68	381786,33	1157,69	T/NAL
169	7608540,52	381793,39	1157,52	T/NAL
170	7608543,23	381805,38	1154,42	T/NAL
171	7608544,55	381809,22	1153,86	B/TLD
172	7608544,72	381809,58	1153,61	P/TLD
173	7608545,51	381811,47	1153,63	B/CNO
174	7608547,75	381816,93	1153,67	B/CNO
175	7608547,81	381817,61	1153,92	CERCO
176	7608523,09	381826,26	1154,07	CERCO
177	7608557,20	381807,15	1153,77	B/AL
178	7608554,95	381808,01	1153,72	B/AL
179	7608556,78	381806,72	1152,71	P/AL
180	7608554,85	381806,94	1153,12	P/AL
181	7608523,02	381825,70	1154,02	P/TLD
182	7608557,50	381805,57	1153,09	P/TLD
183	7608554,08	381806,55	1153,20	P/TLD
184	7608521,21	381820,29	1153,93	B/CNO
185	7608556,11	381805,68	1153,14	P/TLD
186	7608554,98	381806,12	1153,11	P/TLD

4030	7607129,84	381456,75	1148,19	CUNETA
4031	7607112,99	381447,01	1144,88	CUNETA
4032	7607116,25	381442,66	1145,43	B/CNO
4033	7607113,84	381445,90	1145,30	B/CNO
4034	7607117,36	381441,02	1145,57	B/TLD
4035	7607119,40	381439,63	1144,87	P/TLD
4036	7607119,58	381438,56	1144,90	CERCO
4037	7607126,94	381432,92	1141,81	P/TLD
4038	7607133,81	381427,04	1141,67	T/NAT
4040	7607148,84	381423,70	1143,70	E/CASA
4042	7607099,95	381439,20	1142,42	CUNETA
4043	7607100,76	381438,33	1143,04	B/CNO
4044	7607103,82	381434,19	1142,90	B/CNO
4045	7607156,14	381413,80	1143,45	E/CASA
4046	7607105,71	381432,62	1142,82	CERCO
4047	7607161,16	381418,29	1143,89	E/CASA
4048	7607088,01	381433,68	1141,65	P/TLD
4049	7607087,75	381434,07	1142,46	B/TLD
4050	7607089,51	381431,78	1141,33	CUNETA
4051	7607157,83	381423,84	1143,52	E/CASA
4052	7607090,30	381431,02	1141,59	B/CNO
4053	7607093,32	381427,52	1141,49	B/CNO
4054	7607094,04	381426,34	1141,48	B/TLD
4055	7607095,92	381425,24	1140,80	CERCO
4056	7607112,48	381423,19	1140,04	T/NAT
4057	7607095,13	381418,92	1139,69	T/NAT
4058	7607121,20	381413,76	1139,67	T/NAT
4059	7607104,90	381398,16	1138,31	T/NAT
4060	7607146,23	381386,85	1138,45	T/NAT
4061	7607107,99	381389,46	1138,10	T/NAT
4062	7607089,94	381370,22	1137,42	T/NAT
4063	7607076,01	381355,46	1137,14	O/RIO
4064	7607057,73	381365,87	1136,76	O/RIO
4065	7607078,83	381388,28	1138,53	CERCO
4066	7607077,13	381392,07	1138,61	CERCO
4067	7607045,31	381372,11	1136,96	O/RIO
4068	7607069,74	381404,90	1138,30	CERCO
4069	7607068,75	381405,26	1139,52	B/TLD
4070	7607067,28	381407,15	1139,59	B/CNO
4071	7607065,01	381409,77	1139,68	B/CNO
4072	7607023,77	381381,00	1136,91	O/RIO
4073	7607064,27	381410,75	1139,54	CUNETA
4074	7607063,08	381412,21	1139,61	P/TLD
4075	7607000,43	381391,57	1138,33	O/RIO
4076	7607062,79	381398,84	1139,15	B/CNO
4077	7607057,58	381395,23	1138,97	B/CNO
4078	7607043,46	381389,43	1138,96	B/TLD
4079	7607070,90	381390,92	1138,68	B/CNO
4080	7607076,37	381392,13	1138,57	B/CNO
4081	7607042,91	381391,25	1138,92	B/CNO
4082	7607041,50	381395,42	1138,96	B/CNO
4083	7607062,52	381412,67	1139,60	CERCO
4084	7607041,22	381396,29	1138,84	CUNETA
4085	7607057,14	381429,73	1145,82	T/NAT
4086	7607050,77	381436,67	1149,55	T/NAT
4087	7607045,57	381456,68	1161,90	T/NAT
4088	7607063,17	381459,54	1152,61	T/NAT
4089	7607067,99	381452,09	1148,17	T/NAT
4090	7607069,83	381442,20	1145,18	T/NAT
4091	7607073,22	381436,78	1144,41	T/NAT
4093	7607077,87	381439,62	1143,53	E/CASA

187	7608520,89	381819,48	1153,74	P/TLD
188	7608556,04	381805,03	1153,59	B/TLD
189	7608554,74	381805,42	1153,42	B/TLD
190	7608557,50	381806,07	1153,59	B/TLD
191	7608554,45	381807,09	1153,67	B/TLD
192	7608520,54	381818,98	1154,01	P/TLD
193	7608520,48	381818,51	1154,55	B/TLD
194	7608519,00	381814,45	1155,12	T/NAL
195	7608515,66	381801,58	1158,12	T/NAL
196	7608482,56	381840,33	1155,07	CERCO
197	7608501,65	381833,56	1154,68	CERCO
198	7608482,50	381838,87	1154,71	B/CNO
199	7608501,34	381832,30	1154,43	B/CNO
200	7608500,03	381828,22	1154,32	B/CNO
201	7608481,62	381834,45	1154,50	B/CNO
202	7608499,70	381827,36	1154,19	P/TLD
203	7608480,99	381833,61	1154,40	P/TLD
204	7608499,45	381826,22	1154,97	B/TLD
205	7608480,25	381832,44	1155,33	B/TLD
206	7608498,01	381821,81	1155,51	T/NAL
207	7608495,08	381811,81	1158,51	T/NAL
208	7608475,22	381816,14	1158,64	T/NAL
209	7608478,80	381828,54	1155,64	T/NAL
210	7608457,63	381848,96	1154,77	CERCO
212	7608457,43	381847,36	1155,35	B/TLD
213	7608457,16	381845,57	1155,19	B/CNO
214	7608456,61	381839,66	1154,99	B/CNO
215	7608456,72	381838,40	1154,76	T/NAL
216	7608456,67	381837,61	1154,92	P/TLD
217	7608456,58	381836,75	1156,15	B/TLD
218	7608456,39	381832,80	1157,02	T/NAL
219	7608457,19	381819,11	1160,50	T/NAL
220	7608444,79	381853,40	1154,27	E/CERCO
221	7608447,25	381866,36	1153,13	CERCO
222	7608427,23	381840,23	1156,05	B/AL
223	7608425,22	381840,40	1156,07	B/AL
224	7608424,39	381839,65	1155,78	B/AL
225	7608424,61	381838,52	1155,71	B/AL
226	7608425,80	381837,71	1155,59	B/AL
227	7608427,02	381838,41	1155,53	B/AL
228	7608457,52	381809,33	1164,43	T/NAL
229	7608438,85	381867,92	1152,75	T/NAL
230	7608426,92	381839,78	1154,62	P/TLD
231	7608425,51	381840,12	1154,18	P/TLD
232	7608424,74	381839,49	1154,68	P/TLD
233	7608424,96	381838,70	1154,69	P/TLD
234	7608425,97	381838,36	1154,62	P/TLD
235	7608426,68	381838,82	1154,71	P/TLD
236	7608458,55	381797,50	1172,91	B/TLD
237	7608426,99	381847,90	1155,63	B/TLD
238	7608425,31	381847,97	1155,73	B/TLD
239	7608424,48	381849,21	1155,14	B/TLD
240	7608427,00	381849,78	1154,80	B/TLD
241	7608424,91	381850,39	1154,63	B/TLD
242	7608426,59	381850,84	1154,66	B/TLD
243	7608425,25	381850,29	1153,95	P/TLD
244	7608426,01	381850,61	1153,93	P/TLD
245	7608425,03	381849,37	1154,40	P/TLD
246	7608426,57	381849,63	1154,08	P/TLD
247	7608426,67	381848,06	1154,22	P/TLD
248	7608425,85	381848,03	1154,19	P/TLD

4094	7607071,27	381444,11	1145,20	E/CASA
4095	7607082,76	381449,62	1145,16	E/CASA
4096	7607085,33	381444,17	1144,53	E/CASA
4097	7607098,22	381454,01	1148,89	T/NAT
4098	7607075,02	381454,17	1147,55	T/NAT
4099	7607104,75	381462,16	1153,05	T/NAT
4100	7607074,10	381456,75	1149,08	T/NAT
4101	7604921,19	380584,89	1177,53	B/TLD
4102	7604937,51	380588,60	1177,44	B/TLD
4103	7607029,06	381388,32	1138,77	B/TLD
4104	7607028,90	381389,79	1138,83	B/CNO
4105	7607028,38	381393,03	1138,80	B/CNO
4106	7607028,23	381394,03	1138,75	CUNETA
4107	7607028,12	381396,03	1138,75	CERCO
4108	7607040,98	381396,65	1139,03	B/TLD
4109	7607040,00	381397,34	1138,83	CERCO
4110	7607029,52	381406,66	1138,88	T/NAT
4111	7607025,47	381420,95	1140,44	T/NAT
4112	7607039,41	381410,72	1139,80	T/NAT
4113	7607037,80	381423,27	1141,19	T/NAT
4114	7607023,65	381435,79	1144,43	T/NAT
4116	7607040,28	381434,24	1147,33	T/NAT
4117	7607024,66	381444,31	1147,99	T/NAT
4118	7607011,24	381388,71	1138,70	B/TLD
4119	7604406,25	380386,90	1130,46	TN
4120	7607012,83	381394,02	1138,66	B/CNO
4121	7607011,65	381389,85	1138,66	B/CNO
4122	7607012,99	381394,95	1138,50	CUNETA
4123	7607012,78	381396,61	1138,56	CERCO
4124	7607010,92	381417,52	1140,70	T/NAT
4125	7607010,74	381438,89	1148,92	T/NAT
4126	7606996,77	381393,20	1138,46	B/TLD
4127	7606996,88	381415,53	1141,39	T/NAT
4128	7606997,56	381394,88	1138,65	B/CNO
4129	7606999,24	381398,87	1138,48	B/CNO
4130	7606998,85	381441,29	1152,39	T/NAT
4133	7606988,24	381420,26	1144,75	T/NAT
4134	7606983,75	381400,39	1138,94	B/TLD
4135	7606984,48	381401,96	1138,86	B/CNO
4136	7606986,19	381405,06	1138,88	B/CNO
4137	7606974,29	381441,61	1155,61	T/NAT
4138	7606986,53	381406,14	1138,63	CUNETA
4139	7606988,29	381408,95	1139,98	CERCO
4140	7606981,92	381431,91	1147,42	T/NAT
4141	7606959,79	381443,01	1159,96	T/NAT
4142	7606970,70	381405,12	1139,04	B/TLD
4143	7606968,35	381435,68	1149,69	T/NAT
4144	7606971,83	381404,05	1135,77	P/TLD
4145	7606973,07	381407,51	1139,08	B/CNO
4146	7606974,86	381411,26	1139,25	B/CNO
4147	7606957,77	381435,91	1155,36	T/NAT
4148	7606975,65	381412,91	1139,11	CUNETA
4149	7606977,10	381414,55	1139,44	P/TLD
4150	7606979,01	381416,47	1141,01	CERCO
4151	7606991,59	381392,65	1136,13	O/RIO
4152	7606895,49	381390,83	1132,86	O/RIO
4153	7606998,33	381386,77	1136,90	O/RIO
4154	7607023,49	381325,70	1133,09	O/RIO
4155	7606978,17	381311,04	1133,77	O/RIO
4156	7606944,12	381408,14	1134,70	P/TLD
4157	7606964,67	381405,74	1136,13	P/TLD

251	7608424,90	381853,85	1153,82	P/TLD
252	7608423,83	381853,61	1153,77	P/TLD
253	7608423,66	381853,61	1154,14	B/TLD
254	7608425,04	381854,01	1154,12	B/TLD
255	7608421,31	381858,39	1153,35	B/TLD
256	7608422,11	381858,74	1153,32	B/TLD
257	7608421,64	381858,66	1152,77	P/TLD
258	7608421,84	381858,73	1152,76	P/TLD
259	7608458,87	381787,23	1173,16	P/TLD
260	7608459,00	381781,53	1178,81	B/TLD
261	7608437,98	381785,89	1174,72	B/TLD
262	7608443,07	381779,72	1174,14	P/TLD
263	7608411,57	381874,29	1150,10	QBDA
264	7608411,96	381874,91	1150,10	B/QBDA
265	7608423,10	381867,18	1152,37	T/NAL
266	7608379,69	381776,59	1180,31	B/TLD
267	7608374,03	381769,46	1180,22	P/TLD
268	7608417,63	381853,65	1153,62	P/TLD
269	7608437,79	381855,47	1154,14	P/TLD
270	7608416,50	381850,00	1155,85	B/TLD
271	7608439,16	381846,98	1155,39	B/CNO
272	7608416,24	381847,31	1155,90	B/CNO
273	7608415,50	381842,89	1156,01	B/CNO
274	7608439,26	381841,33	1155,43	B/CNO
275	7608372,74	381765,89	1183,45	B/TLD
276	7608438,38	381838,15	1155,42	P/TLD
277	7608414,71	381841,43	1155,90	P/TLD
278	7608438,60	381836,84	1156,07	B/TLD
279	7608413,92	381838,45	1156,37	B/TLD
281	7608412,81	381834,05	1156,18	P/TLD
282	7608435,66	381828,05	1156,70	T/NAL
283	7608411,61	381832,17	1157,63	B/TLD
284	7608380,36	381761,91	1179,76	P/TLD
285	7608410,53	381827,27	1158,50	T/NAL
286	7608386,78	381769,12	1179,95	T/NAL
287	7608400,82	381760,03	1179,95	T/NAL
288	7608436,66	381815,26	1160,22	T/NAL
289	7608408,91	381811,44	1164,09	T/NAL
290	7608393,34	381778,53	1174,23	T/NAL
291	7608410,82	381806,77	1164,80	B/TLD
292	7608419,41	381799,97	1162,85	P/TLD
293	7608435,23	381804,70	1164,08	T/NAL
294	7608400,18	381768,67	1173,57	B/TLD
295	7608407,94	381764,82	1170,50	PTLD
296	7608422,17	381764,99	1176,38	B/TLD
297	7608425,73	381821,28	1158,06	P/TLD
298	7608428,32	381819,31	1158,43	P/TLD
299	7608432,30	381817,05	1158,06	P/TLD
300	7608383,81	381807,37	1170,02	T/NAL
301	7608424,17	381827,22	1156,47	P/TLD
302	7608390,14	381817,08	1166,27	T/NAL
303	7608379,41	381823,53	1166,57	T/NAL
304	7608369,96	381813,29	1169,64	T/NAL
305	7608419,87	381830,89	1156,33	P/TLD
306	7608385,39	381852,29	1157,98	B/TLD
307	7608402,81	381853,95	1155,87	B/TLD
308	7608356,80	381786,45	1180,89	B/TLD
309	7608402,31	381850,31	1156,91	B/TLD
310	7608385,26	381849,81	1158,00	B/TLD
311	7608355,44	381778,13	1180,71	P/TLD
312	7608402,32	381848,03	1156,81	B/CNO

4158	7606944,03	381408,97	1138,22	B/TLD
4159	7606964,26	381409,57	1139,30	B/TLD
4160	7606914,83	381406,09	1138,95	B/TLD
4161	7606944,36	381414,25	1139,19	B/TLD
4162	7606915,01	381407,27	1139,04	B/TLD
4163	7606964,67	381411,97	1139,20	B/CNO
4164	7606944,64	381416,40	1138,94	B/CNO
4165	7606966,00	381415,03	1139,38	B/CNO
4166	7606945,09	381420,35	1139,08	B/CNO
4167	7606914,56	381410,79	1139,09	B/CNO
4168	7606945,18	381421,59	1138,93	CUNETETA
4169	7606914,25	381414,51	1138,83	B/CNO
4170	7606945,27	381425,34	1139,22	P/TLD
4171	7606966,79	381417,92	1140,02	P/TLD
4172	7606905,20	381402,60	1138,06	P/TLD
4173	7606877,11	381383,37	1133,40	P/TLD
4174	7606890,45	381395,01	1134,49	P/TLD
4175	7606907,96	381399,27	1133,49	O/RIO
4176	7606890,21	381395,68	1139,60	B/TLD
4177	7606876,66	381383,75	1139,71	B/TLD
4179	7606888,33	381398,74	1139,53	B/TLD
4181	7606870,50	381396,65	1140,38	B/CNO
4182	7606886,72	381403,11	1139,51	B/CNO
4183	7606903,42	381406,01	1139,22	B/CNO
4184	7606869,13	381398,39	1139,96	CUNETETA
4185	7606886,30	381403,99	1139,31	CUNETETA
4186	7606902,72	381409,26	1139,12	B/CNO
4187	7606868,90	381399,29	1140,11	P/TLD
4188	7606886,10	381404,64	1139,62	P/TLD
4189	7606902,51	381410,23	1138,84	P/TLD
4192	7606857,38	381367,95	1134,88	P/TLD
4194	7606853,68	381371,04	1141,25	B/TLD
4195	7606843,72	381360,54	1137,25	P/TLD
4196	7606849,62	381373,13	1141,04	B/CNO
4197	7606856,43	381387,55	1140,80	B/CNO
4198	7606843,08	381360,56	1141,40	B/TLD
4199	7606853,61	381388,19	1140,60	CUNETETA
4200	7606845,56	381376,18	1141,20	B/CNO
4201	7606840,91	381363,71	1141,57	B/CNO
4202	7606844,69	381377,05	1141,00	CUNETETA
4203	7606852,50	381388,02	1141,26	B/TLD
4204	7606844,04	381377,43	1141,10	P/TLD
4205	7606838,49	381367,79	1141,61	B/CNO
4206	7606837,54	381368,87	1141,40	CUNETETA
4207	7606836,51	381369,84	1141,30	P/TLD
4208	7606835,12	381352,34	1136,22	P/TLD
4209	7606837,55	381340,15	1134,30	P/TLD
4210	7606839,11	381325,94	1134,11	P/TLD
4211	7606837,04	381340,12	1140,66	B/TLD
4212	7606834,93	381352,39	1141,51	B/TLD
4213	7606838,68	381325,99	1140,65	B/TLD
4214	7606831,60	381353,60	1141,81	B/CNO
4215	7606833,96	381340,07	1141,27	B/CNO
4216	7606834,85	381326,32	1140,98	B/CNO
4217	7606829,82	381353,13	1141,69	B/CNO
4218	7606830,01	381339,83	1141,46	B/CNO
4219	7606831,90	381325,94	1141,02	B/CNO
4220	7606829,79	381353,10	1141,69	CUNETETA
4221	7606828,43	381339,71	1141,23	CUNETETA
4222	7606830,23	381325,91	1140,77	CUNETETA
4223	7606829,33	381326,28	1141,10	P/TLD

313	7608385,40	381848,32	1157,82	B/CNO
314	7608385,16	381843,81	1157,68	B/CNO
315	7608401,99	381843,46	1156,77	B/CNO
316	7608402,00	381842,38	1156,68	T/NAL
317	7608402,00	381842,03	1156,88	T/NAL
318	7608384,84	381842,22	1157,46	P/TLD
319	7608402,01	381839,85	1156,64	P/TLD
320	7608384,65	381840,11	1158,43	P/TLD
321	7608401,95	381837,08	1157,32	P/TLD
322	7608383,83	381835,82	1162,82	B/TLD
323	7608355,32	381776,10	1183,14	B/TLD
324	7608400,03	381834,18	1161,11	B/TLD
325	7608382,17	381826,97	1165,34	T/NAL
326	7608370,59	381848,17	1158,71	B/TLD
327	7608355,53	381845,41	1159,69	B/TLD
328	7608370,77	381846,65	1158,67	B/CNO
329	7608356,21	381843,13	1159,63	B/CNO
330	7608371,27	381842,11	1158,51	B/CNO
331	7608358,12	381838,60	1159,35	B/CNO
332	7608371,20	381840,36	1158,28	P/TLD
333	7608358,95	381836,81	1159,15	P/TLD
334	7608371,26	381833,55	1164,29	B/TLD
335	7608357,91	381832,41	1164,08	B/TLD
336	7608370,71	381823,76	1167,34	T/NAL
337	7608358,36	381821,47	1169,28	T/NAL
338	7608354,99	381807,91	1173,55	T/NAL
339	7608367,13	381809,55	1170,87	T/NAL
340	7608361,65	381797,41	1175,67	T/NAL
341	7608351,34	381795,23	1177,61	T/NAL
342	7608359,51	381785,64	1180,89	B/TLD
343	7608347,16	381785,37	1181,49	B/TLD
344	7608346,94	381778,42	1181,04	P/TLD
345	7608347,28	381820,83	1169,47	B/TLD
346	7608599,41	381821,21	1151,38	T/NAL
347	7608577,67	381816,21	1151,67	T/NAL
348	7608581,96	381827,65	1150,96	T/NAL
349	7608550,78	381825,66	1151,86	T/NAL
350	7608555,07	381837,11	1151,15	T/NAL
351	7608526,06	381834,31	1152,01	T/NAL
352	7608530,34	381845,76	1151,31	T/NAL
353	7608504,62	381841,60	1152,62	T/NAL
354	7608508,91	381853,05	1151,91	T/NAL
355	7608485,53	381848,37	1153,01	T/NAL
356	7608489,82	381859,82	1152,30	T/NAL
357	7608675,41	381808,08	1150,57	T/NAL
358	7608701,54	381773,25	1149,11	T/NAL
359	7608704,71	381785,48	1148,80	T/NAL
360	7608707,87	381797,71	1148,50	T/NAL
361	7608427,26	381758,83	1175,80	P/TLD
362	7608446,66	381775,28	1179,79	B/TLD
363	7608430,44	381754,08	1181,45	B/TLD
365	7608473,00	381780,16	1174,68	P/TLD
367	7608346,14	381853,47	1150,98	P/TLD
368	7608346,53	381860,83	1149,50	B/QBDA
369	7608353,84	381862,87	1150,17	B/QBDA
370	7608356,26	381854,89	1151,31	P/TLD
371	7608350,75	381851,64	1153,50	P/TLD
372	7608325,53	381840,83	1148,69	P/TLD
373	7608323,28	381841,45	1148,42	B/QBDA
374	7608321,89	381842,37	1148,03	QBDA
375	7608320,54	381843,31	1148,48	B/QBDA

4224	7606827,62	381339,59	1141,41	P/TLD
4225	7606826,47	381351,81	1141,98	P/TLD
4226	7606839,73	381313,34	1133,38	P/TLD
4227	7606846,29	381298,11	1132,73	P/TLD
4228	7606844,12	381281,99	1132,74	P/TLD
4229	7606839,17	381313,22	1141,05	B/TLD
4230	7606843,54	381297,69	1141,08	B/TLD
4231	7606843,44	381282,58	1141,10	B/TLD
4232	7606837,49	381312,90	1140,89	B/CNO
4234	7606841,72	381296,96	1141,01	B/CNO
4235	7606834,78	381311,95	1140,91	B/CNO
4236	7606836,97	381295,10	1140,91	B/CNO
4237	7606835,78	381294,94	1140,74	CUNETETA
4238	7606833,90	381311,10	1140,66	CUNETETA
4239	7606832,45	381309,88	1141,36	P/TLD
4240	7606834,68	381294,90	1141,31	P/TLD
4241	7606838,39	381283,12	1141,21	B/CNO
4242	7606835,23	381268,55	1133,60	P/TLD
4243	7606835,30	381284,07	1141,12	B/CNO
4244	7606834,19	381268,99	1141,55	B/TLD
4245	7606833,59	381284,63	1140,93	CUNETETA
4246	7606832,93	381284,82	1141,22	P/TLD
4247	7606833,10	381271,01	1141,39	B/CNO
4248	7606829,39	381273,18	1141,42	B/CNO
4249	7606836,93	381246,66	1132,67	P/TLD
4250	7606828,09	381273,03	1141,52	P/TLD
4251	7606823,35	381238,91	1142,04	B/TLD
4252	7606833,11	381234,05	1132,50	P/TLD
4254	7606829,87	381220,34	1132,53	P/TLD
4255	7606820,00	381221,34	1141,70	B/TLD
4256	7606820,88	381238,54	1141,97	B/CNO
4257	7606818,11	381221,45	1142,08	B/CNO
4258	7606830,72	381205,83	1132,89	P/TLD
4259	7606817,60	381240,15	1141,76	B/CNO
4260	7606812,82	381221,33	1141,97	P/TLD
4261	7606815,37	381241,80	1142,34	P/TLD
4262	7606822,91	381196,78	1141,06	B/TLD
4263	7606824,54	381186,16	1140,46	B/TLD
4264	7606821,20	381196,68	1141,13	B/CNO
4265	7606823,44	381185,92	1140,33	B/CNO
4266	7606820,07	381185,38	1140,32	B/CNO
4267	7606818,45	381195,86	1141,07	B/CNO
4268	7606817,22	381195,55	1141,00	P/TLD
4269	7606819,09	381184,91	1140,29	P/TLD
4270	7606819,09	381184,91	1140,30	P/TLD
4271	7607014,83	381383,10	1136,41	B/TLD
4272	7606789,33	381191,85	1172,37	T/NAT
4273	7606778,93	381225,71	1171,49	T/NAT
4274	7606796,26	381239,45	1156,50	T/NAT
4275	7606804,00	381237,84	1152,62	T/NAT
4276	7606767,05	381241,93	1177,05	T/NAT
4278	7606796,13	381214,94	1159,66	T/NAT
4279	7606802,03	381226,85	1155,34	T/NAT
4280	7606800,26	381206,08	1158,26	T/NAT
4281	7606801,80	381199,60	1159,10	T/NAT
4282	7606770,61	381265,69	1177,92	T/NAT
4283	7606808,46	381242,46	1149,59	T/NAT
4284	7606811,41	381252,86	1149,96	T/NAT
4285	7606818,89	381272,07	1154,12	B/TLD
4286	7606788,58	381285,86	1171,89	T/NAT
4287	7606800,52	381313,53	1171,23	T/NAT

376	7608313,89	381847,14	1150,57	B/QBDA
377	7608307,81	381837,22	1150,82	B/QBDA
378	7608303,99	381840,68	1150,97	B/QBDA
379	7608308,20	381837,21	1150,80	B/QBDA
380	7608310,89	381835,93	1149,10	P/QBDA
381	7607182,69	381715,89	1172,18	B/CNO
382	7608314,01	381832,11	1148,40	QBDA
383	7608315,06	381828,13	1148,36	P/TLD
384	7608303,34	381827,91	1148,34	QBDA
385	7608305,11	381822,34	1148,33	QBDA
386	7608303,81	381825,75	1147,92	QBDA
387	7608341,34	381837,25	1160,59	B/TLD
388	7608342,43	381835,87	1160,57	B/TLD
389	7608342,92	381834,92	1160,40	B/CNO
390	7608345,78	381830,64	1160,11	B/CNO
391	7608346,44	381830,18	1159,92	P/TLD
392	7608292,58	381839,86	1151,10	T/NAL
393	7608294,35	381851,86	1151,50	T/NAL
394	7608333,61	381827,45	1161,12	B/TLD
395	7608334,24	381826,79	1160,84	B/CNO
396	7608337,26	381823,45	1160,75	B/CNO
397	7608337,74	381822,46	1160,70	P/TLD
398	7608338,29	381821,37	1162,66	B/TLD
399	7608280,61	381857,59	1152,48	CERCO
400	7608348,04	381828,96	1163,00	B/TLD
401	7608270,55	381854,40	1152,24	CERCO
402	7608315,72	381814,62	1161,48	B/TLD
403	7608316,02	381813,87	1161,50	B/TLD
404	7608316,17	381813,73	1161,35	B/CNO
405	7608318,27	381810,29	1161,38	B/CNO
406	7608319,72	381807,30	1161,53	P/TLD
407	7608273,30	381844,00	1150,88	B/TLD
409	7608349,73	381824,13	1168,37	B/TLD
410	7608353,06	381816,74	1171,01	T/NAL
411	7608337,01	381811,68	1172,87	B/TLD
412	7608341,47	381802,59	1175,59	T/NAL
413	7608342,40	381792,07	1178,84	T/NAL
414	7608343,70	381784,80	1181,42	B/TLD
416	7608326,76	381804,69	1174,14	B/TLD
417	7608329,50	381796,07	1177,27	T/NAL
418	7607069,14	381712,74	1160,43	B/CNO
419	7608334,20	381784,29	1181,69	B/TLD
420	7608282,99	381816,24	1154,48	B/TLD
421	7608282,42	381822,11	1148,71	P/TLD
422	7608289,43	381810,13	1160,42	B/TLD
423	7608290,56	381805,41	1160,37	B/TLD
424	7608290,97	381804,15	1160,18	B/CNO
425	7608292,24	381800,25	1160,02	B/CNO
426	7608292,49	381799,43	1159,84	P/TLD
427	7608277,29	381806,14	1159,86	B/TLD
428	7608274,38	381804,93	1159,07	B/TLD
429	7608291,91	381795,59	1164,45	B/TLD
430	7608273,15	381802,54	1158,86	B/TLD
431	7608296,25	381798,43	1167,45	B/TLD
432	7608271,20	381799,43	1158,76	B/TLD
433	7608279,50	381801,77	1159,64	B/TLD
434	7608280,18	381800,48	1159,43	B/CNO
435	7608303,38	381796,99	1169,90	B/TLD
436	7608281,86	381796,21	1159,56	B/CNO
437	7608282,18	381795,16	1159,51	P/TLD
438	7608283,02	381791,91	1159,55	P/TLD

4288	7606809,14	381316,46	1162,57	T/NAT
4289	7606807,77	381330,10	1162,09	T/NAT
4290	7606828,46	381306,19	1151,90	T/NAT
4291	7606828,46	381299,90	1155,14	T/NAT
4292	7606800,64	381344,02	1160,42	T/NAT
4293	7606782,10	381349,29	1172,39	T/NAT
4294	7606818,29	381344,60	1150,55	T/NAT
4295	7606810,06	381354,10	1158,18	T/NAT
4296	7606776,72	381360,93	1167,02	T/NAT
4297	7606820,04	381359,09	1148,25	T/NAT
4298	7606771,21	381383,57	1175,24	T/NAT
4299	7606820,26	381365,24	1145,06	T/NAT
4300	7606791,54	381361,59	1158,32	T/NAT
4301	7606826,92	381372,71	1146,70	T/NAT
4302	7606835,84	381381,54	1152,81	T/NAT
4303	7606826,45	381383,31	1155,91	T/NAT
4304	7606819,46	381388,62	1163,88	T/NAT
4305	7606838,34	381387,47	1156,74	T/NAT
4306	7606831,24	381391,87	1160,32	T/NAT
4308	7606626,37	380983,59	1136,67	T/NAT
4309	7606657,90	381077,25	1137,83	B/CNO
4310	7606667,17	381079,82	1137,54	B/CNO
4311	7606672,23	381090,39	1137,53	B/CNO
4312	7606677,86	381087,22	1137,53	B/CNO
4313	7606679,66	381096,55	1137,54	B/CNO
4314	7606680,81	381089,56	1137,33	B/CNO
4315	7606683,91	381099,04	1137,42	B/CNO
4316	7606686,35	381092,71	1137,46	B/CNO
4317	7606691,67	381113,10	1140,07	B/TLD
4318	7606692,60	381120,93	1142,23	B/TLD
4319	7606693,10	381128,17	1141,33	B/TLD
4320	7606694,25	381132,51	1142,01	B/TLD
4321	7606684,17	381113,26	1139,02	B/TLD
4322	7606680,59	381112,69	1137,66	P/TLD
4323	7606678,26	381110,53	1137,40	P/TLD
4324	7606676,70	381109,23	1137,70	P/TLD
4325	7606674,89	381109,90	1139,21	B/TLD
4326	7606696,90	381147,80	1142,51	B/TLD
4327	7606667,74	381123,36	1141,81	B/TLD
4328	7606626,70	380971,69	1134,17	T/NAT
4329	7606670,91	381125,55	1137,70	P/TLD
4330	7606672,27	381126,36	1138,48	B/TLD
4331	7606665,43	381139,99	1140,42	B/TLD
4332	7606664,68	381138,82	1138,56	P/TLD
4333	7606688,49	381125,51	1144,57	T/NAT
4334	7606656,76	381140,17	1145,41	B/TLD
4335	7606694,60	381108,02	1137,36	B/CNO
4336	7606699,49	381101,62	1137,43	B/CNO
4337	7606610,43	381044,21	1144,71	B/TLD
4338	7606675,13	381098,34	1138,06	P/TLD
4339	7606666,80	381090,26	1138,00	P/TLD
4340	7606697,00	381114,65	1138,07	P/TLD
4341	7606668,14	381102,31	1149,10	B/CAMT
4342	7606602,13	381049,75	1145,70	P/TLD
4343	7606665,55	381103,08	1153,75	T/NAT
4344	7606684,75	381127,02	1143,32	T/NAT
4345	7606684,84	381136,62	1146,12	T/NAT
4346	7606650,88	381078,85	1142,49	B/TLD
4347	7606581,72	381042,21	1154,64	P/TLD
4348	7606620,76	381065,00	1148,12	P/TLD
4349	7606579,68	381039,04	1162,46	T/NAT

439	7608302,12	381782,14	1167,80	T/NAL
440	7608284,39	381791,35	1161,06	B/TLD
441	7608282,86	381790,03	1159,84	P/TLD
442	7608280,64	381785,14	1159,28	P/TLD
443	7608279,87	381783,81	1161,43	B/TLD
444	7608273,94	381782,79	1162,24	B/TLD
445	7608306,43	381782,60	1171,00	T/NAL
446	7607128,65	381658,62	1164,72	P/TLD
447	7608292,76	381780,91	1163,40	B/QBDA
448	7608271,96	381798,57	1158,79	B/CNO
449	7608272,11	381794,56	1159,05	B/CNO
450	7608271,65	381791,93	1158,71	B/ALC
451	7608291,20	381778,37	1161,60	P/TLD
452	7608271,86	381789,24	1158,34	B/TLD
453	7608288,75	381776,29	1161,78	P/TLD
454	7608272,59	381784,41	1159,46	P/TLD
455	7608266,77	381783,45	1158,73	P/TLD
456	7608286,08	381773,90	1164,05	B/TLD
457	7608267,88	381779,06	1161,96	B/TLD
458	7608263,96	381786,05	1158,56	P/TLD
459	7608294,64	381765,87	1164,19	P/TLD
460	7608258,68	381788,97	1162,37	B/TLD
461	7608293,19	381764,98	1164,41	P/TLD
462	7608256,15	381779,62	1159,30	P/TLD
463	7608257,24	381778,31	1159,30	P/TLD
464	7608257,69	381777,45	1160,66	B/TLD
465	7608297,59	381766,30	1166,08	B/TLD
466	7608253,18	381777,50	1162,32	B/TLD
467	7608249,23	381780,13	1165,47	B/TLD
468	7608275,32	381774,91	1165,79	T/NAL
469	7608291,71	381763,22	1167,16	B/TLD
470	7608256,55	381771,63	1160,74	P/TLD
471	7608256,08	381771,07	1162,51	B/TLD
472	7608257,82	381771,55	1162,81	B/TLD
473	7608261,72	381770,30	1163,67	T/NAL
474	7608268,09	381768,15	1164,27	T/NAL
475	7608277,67	381767,87	1168,52	T/NAL
476	7608256,60	381758,19	1164,65	T/NAL
477	7608259,82	381756,91	1164,75	T/NAL
478	7608296,20	381755,82	1168,26	B/TLD
479	7608253,51	381759,35	1164,96	P/TLD
480	7608278,01	381761,30	1171,83	T/NAL
481	7608273,21	381761,42	1171,53	T/NAL
482	7608284,52	381761,95	1171,51	T/NAL
483	7608247,56	381762,30	1169,09	T/NAL
484	7608271,10	381799,53	1156,57	P/TLD
485	7608269,07	381799,35	1156,63	P/TLD
486	7608299,11	381750,19	1170,95	B/TLD
487	7608301,41	381751,21	1169,95	P/TLD
488	7608302,85	381751,90	1170,95	B/TLD
489	7608311,62	381757,25	1174,13	T/NAL
490	7608234,63	381762,14	1175,78	T/NAL
491	7608225,20	381774,53	1175,76	T/NAL
492	7608265,41	381802,31	1156,62	P/TLD
493	7608270,69	381805,48	1155,91	P/TLD
494	7608261,09	381808,92	1155,14	P/TLD
495	7608260,90	381808,46	1155,70	B/TLD
496	7608257,88	381807,25	1156,42	P/TLD
497	7608258,09	381815,24	1154,95	P/TLD
498	7608270,66	381811,26	1155,01	P/TLD
499	7608257,82	381815,21	1155,58	B/TLD

4350	7606723,38	381143,82	1139,44	E/CASA
4351	7606728,50	381142,07	1139,44	E/CASA
4352	7606570,44	381020,54	1170,10	T/NAT
4353	7606568,06	380992,58	1170,65	T/NAT
4354	7606725,96	381153,22	1139,79	E/CASA
4355	7606566,95	380966,32	1176,59	T/NAT
4356	7606730,31	381154,33	1140,83	E/CASA
4357	7606578,15	380976,61	1165,02	T/NAT
4358	7606590,10	380979,00	1155,46	B/TLD
4359	7606585,99	380996,07	1153,87	B/TLD
4361	7606574,45	381001,25	1162,22	T/NAT
4362	7606584,54	381022,39	1158,17	T/NAT
4363	7606591,47	381019,10	1151,29	T/NAT
4364	7606589,99	381002,63	1149,00	T/NAT
4366	7606703,83	381129,14	1137,67	P/TLD
4367	7606705,50	381139,02	1139,21	T/NAT
4368	7606706,48	381149,88	1141,45	T/NAT
4369	7606666,34	381111,45	1146,69	T/NAT
4370	7606707,08	381157,57	1143,24	T/NAT
4371	7606614,23	381026,86	1140,23	P/TLD
4372	7606661,27	381106,39	1154,45	T/NAT
4373	7606616,50	381026,66	1139,69	B/CNO
4374	7606712,01	381170,58	1145,31	T/NAT
4375	7606652,92	381107,56	1161,05	T/NAT
4376	7606703,81	381170,09	1147,33	T/NAT
4377	7606623,95	381031,97	1139,66	B/CNO
4378	7606699,57	381178,92	1153,30	T/NAT
4379	7606645,79	381124,92	1158,86	T/NAT
4380	7606632,32	381042,59	1139,03	B/CNO
4381	7606629,68	381045,87	1139,10	B/CNO
4382	7606720,48	381191,86	1154,03	T/NAT
4383	7606626,71	381048,03	1139,11	P/TLD
4384	7606724,51	381184,00	1151,70	T/NAT
4385	7606637,38	381061,34	1138,54	P/TLD
4386	7606638,59	381060,04	1138,40	CUNETETA
4387	7606639,69	381059,25	1138,64	B/CNO
4388	7606641,86	381057,95	1138,53	B/CNO
4390	7606643,56	381056,23	1137,64	B/TLD
4391	7606732,44	381170,69	1144,67	T/NAT
4392	7606656,67	381069,37	1137,90	B/TLD
4393	7606655,13	381071,84	1137,92	B/CNO
4394	7606653,78	381073,60	1137,96	B/CNO
4395	7606652,99	381074,67	1137,77	CUNETETA
4396	7606651,72	381077,45	1138,26	P/TLD
4397	7606713,92	381139,84	1138,82	CERCO
4398	7606719,12	381133,56	1138,73	CERCO
4399	7607174,03	381665,10	1152,99	P/TLD
4400	7607176,00	381668,83	1151,74	QBDA
4401	7607176,15	381670,43	1152,60	P/TLD
4402	7607177,87	381673,07	1154,45	B/TLD
4403	7607211,08	381648,00	1153,42	P/TLD
4404	7607213,59	381653,10	1153,02	P/TLD
4405	7607214,39	381654,93	1154,87	B/TLD
4406	7607381,58	381739,97	1212,71	T/NAL
4407	7607350,57	381734,45	1207,12	T/NAL
4408	7607061,96	381632,29	1203,05	T/NAL
4409	7607043,52	381646,13	1188,85	T/NAL
4410	7607244,44	381665,60	1170,10	T/NAL
4411	7607244,39	381676,08	1175,53	P/TLD
4412	7607242,04	381674,93	1173,93	P/TLD
4415	7606618,34	381037,40	1139,74	P/TLD

500	7608270,03	381813,14	1154,51	B/TLD
501	7608252,33	381813,04	1156,10	P/TLD
502	7608247,80	381745,54	1166,74	P/TLD
503	7608249,88	381743,68	1167,42	P/TLD
504	7608253,50	381742,15	1167,66	P/TLD
505	7608262,48	381739,45	1172,51	T/NAL
506	7608251,56	381813,91	1155,80	B/QBDA
507	7608271,86	381814,53	1154,33	B/QBDA
508	7608250,74	381814,47	1155,32	QBDA
509	7608249,71	381814,92	1155,88	B/QBDA
510	7608268,87	381799,21	1158,74	B/ALC
511	7608269,20	381791,80	1158,71	B/ALC
512	7608266,15	381788,83	1158,45	B/ALC
513	7608274,84	381790,51	1158,43	B/ALC
514	7608252,28	381818,74	1155,55	B/TLD
515	7608271,52	381814,62	1152,90	P/TLD
516	7608274,37	381790,67	1157,20	P/TLD
517	7608268,00	381790,20	1156,30	P/TLD
518	7608253,40	381818,09	1154,97	P/TLD
519	7608270,64	381814,72	1152,91	P/TLD
520	7608254,09	381817,34	1155,00	P/TLD
521	7608267,03	381787,69	1157,60	P/TLD
522	7608274,01	381789,14	1157,15	P/TLD
523	7608254,30	381817,15	1155,80	B/TLD
524	7608269,79	381814,73	1154,18	B/TLD
525	7608273,98	381788,31	1158,51	B/TLD
526	7608267,50	381787,71	1158,29	B/TLD
527	7608268,94	381788,78	1158,28	B/TLD
528	7608271,96	381789,27	1158,33	B/TLD
529	7608272,03	381789,82	1157,28	P/TLD
530	7608269,14	381789,04	1157,44	P/TLD
531	7608269,46	381791,64	1156,54	P/TLD
532	7608271,58	381791,61	1156,52	P/TLD
533	7608264,58	381800,43	1158,70	B/TLD
534	7608264,38	381798,83	1158,64	B/CNO
535	7608262,72	381795,30	1158,84	B/CNO
536	7608260,53	381792,61	1158,39	P/TLD
537	7608253,67	381823,15	1154,04	B/QBDA
539	7608253,26	381806,82	1156,68	B/TLD
540	7608252,06	381804,53	1156,63	B/CNO
541	7608249,67	381800,73	1156,77	B/CNO
542	7608250,98	381822,63	1154,81	P/TLD
543	7608247,91	381798,19	1158,53	P/TLD
544	7608246,89	381794,67	1162,75	B/TLD
545	7608270,18	381829,09	1151,33	B/QBDA
546	7608268,32	381834,30	1149,04	P/QBDA
547	7608244,64	381826,81	1153,20	P/TLD
548	7608260,73	381836,93	1149,76	P/TLD
549	7608252,78	381834,13	1151,55	B/QBDA
550	7608245,96	381789,15	1165,03	T/NAL
551	7608245,68	381814,67	1157,90	B/ALC
552	7608241,32	381803,12	1158,47	B/ALC
553	7608245,57	381811,24	1158,65	B/ALC
554	7608246,41	381810,23	1158,74	B/ALC
555	7608240,99	381805,25	1158,83	B/ALC
556	7608239,83	381806,27	1158,73	B/ALC
557	7608249,84	381810,39	1157,89	B/ALC
558	7608240,07	381802,80	1158,28	B/ALC
559	7608235,56	381806,41	1158,30	B/ALC
560	7608237,13	381803,96	1158,08	B/ALC
561	7608234,25	381805,01	1157,99	B/ALC

4416	7606644,65	381064,50	1138,36	CUNETA
4417	7607249,50	381607,82	1148,09	P/QBDA
4418	7607250,46	381608,25	1147,88	QBDA
4419	7607250,96	381608,60	1148,18	P/TLD
4420	7607252,80	381610,08	1148,45	B/TLD
4421	7607268,31	381627,03	1149,89	T/NAL
4422	7607319,64	381652,85	1170,63	T/NAL
4423	7607320,04	381642,66	1168,82	T/NAL
4424	7607295,96	381676,51	1178,18	P/TLD
4425	7607279,07	381673,70	1180,42	T/NAL
4426	7607279,00	381672,06	1179,81	B/TLD
4427	7607278,78	381676,62	1180,35	B/CNO
4428	7607281,87	381658,49	1169,48	T/NAL
4429	7607293,52	381632,51	1158,38	B/TLD
4430	7607290,36	381635,96	1155,38	P/TLD
4431	7607121,90	381519,00	1184,02	T/NAL
4432	7607495,26	381689,85	1174,44	T/NAL
4433	7607490,24	381711,78	1187,21	T/NAL
4434	7607222,75	381560,29	1161,77	T/NAL
4435	7607473,02	381702,21	1183,06	T/NAL
4436	7607464,37	381702,52	1183,23	T/NAL
4437	7607515,61	381705,45	1187,21	T/NAL
4438	7607524,00	381692,52	1186,82	T/NAL
4439	7607513,78	381680,19	1174,84	T/NAL
4440	7607438,80	381643,13	1178,08	T/NAL
4441	7607442,57	381667,67	1186,98	B/TLD
4442	7607449,45	381690,61	1184,73	T/NAL
4443	7607451,50	381674,37	1185,25	T/NAL
4444	7607476,68	381689,13	1175,08	T/NAL
4445	7607465,26	381683,24	1175,24	T/NAL
4446	7607545,47	381778,70	1214,88	T/NAL
4447	7607550,13	381784,72	1217,61	T/NAL
4448	7607508,82	381773,54	1209,50	T/NAL
4449	7607508,31	381784,71	1215,90	T/NAL
4450	7607491,23	381772,84	1210,22	T/NAL
4451	7607489,73	381790,24	1219,33	T/NAL
4452	7607447,54	381765,05	1209,84	T/NAL
4453	7607420,46	381645,01	1175,01	T/NAL
4454	7607403,32	381649,81	1173,91	T/NAL
4455	7607385,79	381651,29	1175,75	T/NAL
4456	7607373,18	381638,84	1170,95	T/NAL
4457	7607640,46	381786,20	1220,33	T/NAL
4458	7607662,45	381792,62	1221,01	T/NAL
4459	7607735,44	381803,06	1199,43	T/NAL
4460	7607731,17	381821,96	1190,71	T/NAL
4461	7606990,76	381440,49	1153,34	T/NAT
4462	7606949,18	381445,01	1155,54	T/NAT
4463	7607111,08	381533,13	1193,68	T/NAL
4464	7607234,58	381558,36	1159,09	B/TLD
4465	7607116,65	381504,11	1177,07	T/NAL
4466	7607105,75	381483,96	1166,39	T/NAL
4467	7607092,37	381465,29	1154,51	T/NAL
4468	7606643,05	381066,84	1137,85	P/TLD
4492	7604686,30	380459,47	1145,57	BC
8120	7605912,36	380769,16	1140,05	B/TLD
8121	7605913,02	380767,94	1139,39	B/TLD
8122	7605909,55	380767,68	1140,77	T/NAT
8126	7605921,75	380771,13	1135,51	B/CNO
8127	7605921,39	380779,79	1134,99	B/CNO
8128	7605921,93	380776,25	1135,22	B/CNO
8129	7605922,58	380797,10	1144,81	T/NAT

562	7608234,88	381803,73	1157,98	B/ALC
563	7608234,91	381804,01	1157,17	P/ALC
564	7608234,19	381804,73	1157,27	P/ALC
565	7608249,98	381811,20	1155,80	P/ALC
566	7608235,59	381806,20	1157,52	P/ALC
567	7608237,50	381804,45	1157,31	P/ALC
568	7608246,49	381810,52	1156,74	P/ALC
569	7608245,85	381811,11	1156,73	P/ALC
570	7608240,00	381803,45	1157,49	P/ALC
571	7608239,92	381805,98	1156,83	P/ALC
572	7608246,34	381811,82	1156,66	P/ALC
573	7608249,01	381814,17	1156,05	P/TLD
574	7608245,24	381799,50	1158,33	P/TLD
575	7608240,82	381805,04	1156,89	P/TLD
576	7608246,26	381812,39	1157,24	B/TLD
577	7608247,93	381813,86	1156,66	B/TLD
578	7608244,78	381783,03	1167,59	T/NAL
579	7608234,39	381810,80	1158,74	P/TLD
580	7608243,42	381818,07	1156,56	P/TLD
581	7608238,20	381815,12	1158,93	B/CNO
582	7608235,42	381812,28	1158,92	B/CNO
583	7608239,36	381816,24	1159,09	B/TLD
584	7608240,57	381817,24	1158,89	B/TLD
585	7608229,48	381815,47	1158,92	B/TLD
586	7608219,39	381821,35	1159,10	B/TLD
587	7608220,02	381822,19	1159,26	B/CNO
588	7608232,59	381819,25	1159,12	B/CNO
589	7608222,32	381826,19	1159,38	B/CNO
590	7608209,63	381833,49	1159,63	B/TLD
591	7608223,39	381827,78	1159,35	B/TLD
592	7608234,00	381820,97	1159,31	B/TLD
593	7608209,84	381832,20	1159,53	B/CNO
594	7608208,32	381828,07	1159,53	B/CNO
595	7608207,57	381826,97	1159,53	B/TLD
596	7608236,76	381824,04	1157,55	P/TLD
597	7608224,90	381840,21	1154,71	P/TLD
598	7608214,62	381843,00	1153,83	P/TLD
599	7608244,92	381828,28	1152,92	P/TLD
600	7608193,50	381833,27	1159,83	P/TLD
601	7608193,81	381834,52	1159,99	B/CNO
602	7608194,97	381838,46	1159,99	B/CNO
603	7608195,43	381840,08	1159,95	B/TLD
604	7608181,07	381845,35	1160,55	B/TLD
605	7608164,63	381852,63	1161,47	B/TLD
606	7608164,65	381850,88	1161,46	B/CNO
607	7608163,52	381846,66	1161,40	B/CNO

8130	7605927,24	380760,89	1133,96	B/TLD
8131	7605927,35	380760,69	1128,01	P/TLD
8132	7605927,48	380760,48	1125,02	O/RIO
8133	7605883,19	380701,97	1127,13	O/RIO
8134	7605926,64	380765,96	1136,43	O/RIO
8135	7605919,84	380756,11	1135,33	B/TLD
8136	7605895,08	380782,02	1142,09	B/TLD
8137	7605921,33	380778,34	1134,88	P/TLD
8138	7605913,29	380748,68	1137,12	B/TLD
8139	7605894,13	380787,16	1143,69	T/NAT
8140	7605898,18	380775,19	1137,42	P/TLD
8141	7605902,56	380800,95	1148,19	T/NAT
8142	7605913,69	380748,16	1125,56	P/TLD
8143	7605913,98	380747,88	1123,72	O/RIO
8144	7605899,52	380773,02	1136,90	CUNETATA
8145	7605899,73	380772,01	1137,46	B/CNO
8146	7605900,30	380767,20	1137,41	B/CNO
8147	7605900,23	380765,67	1137,62	B/TLD
8148	7605900,13	380759,04	1137,57	T/NAT
8149	7605905,39	380740,52	1133,26	B/TLD
8150	7605905,43	380740,46	1125,26	P/TLD
8151	7605887,71	380733,43	1122,26	O/RIO
8152	7605871,07	380798,48	1149,07	O/RIO
8153	7605870,62	380798,91	1149,11	T/NAT
8155	7605878,17	380778,72	1143,16	B/TLD
8156	7605878,23	380773,34	1139,17	P/TLD
8157	7605859,23	380776,41	1146,59	CUNETATA
8158	7605859,23	380776,36	1146,56	B/TLD
8159	7605880,10	380770,09	1139,24	B/CNO
8160	7605880,35	380765,48	1139,25	B/CNO
8161	7605880,57	380763,70	1139,26	P/TLD
8162	7605858,47	380770,38	1141,23	P/TLD
8163	7605859,34	380768,51	1140,77	CUNETATA
8164	7605859,82	380767,43	1141,09	B/CNO
8165	7605859,74	380764,82	1141,11	B/CNO
8166	7605881,50	380758,71	1142,17	CERCO
8167	7605859,88	380762,50	1141,39	P/TLD
8168	7605880,01	380755,35	1143,87	T/NAT
8170	7605840,74	380759,51	1143,10	B/TLD
8171	7605840,46	380762,03	1142,60	B/CNO
8172	7605840,11	380765,18	1142,51	B/CNO
8173	7605839,87	380766,43	1142,23	CUNETATA
8174	7605823,53	380757,38	1143,91	P/TLD
8175	7605839,68	380767,90	1142,60	P/TLD
8176	7605823,36	380759,37	1143,76	B/CNO
8177	7605821,94	380763,66	1143,71	B/CNO

ESTIMACIÓN DE LA INTENCIDAD DE LLUVIA

AÑOS	ESTACIONES			
	Itau	Berety	Pajonal	Saykan Perulas
1978-1979	94,4	69,5	106,4	87,0
1979-1980	85,6	73,2	97,4	78,3
1980-1981	124,2	76,7	139,3	95,8
1981-1982	109,0	76,1	111,1	92,8
1982-1983	74,3	46,8	66,1	47,5
1983-1984	111,4	33,4	117,0	87,3
1984-1985	94,7	69,5	96,9	93,5
1985-1986	84,9	67,5	104,9	83,8
1986-1987	61,8	61,7	76,3	61,0
1987-1988	80,0	58,2	98,8	79,0
1988-1989	56,6	44,6	69,9	55,9
1989-1990	65,4	60,4	94,5	75,5
1990-1991	104,6	64,7	108,9	78,0
1991-1992	73,3	58,6	78,7	72,4
1992-1993	43,8	58,9	85,8	69,0
1993-1994	67,1	53,0	98,6	66,3
1994-1995	81,2	64,1	117,1	80,2
1995-1996	82,2	64,8	96,4	81,2
1996-1997	80,5	63,5	109,1	79,5
1997-1998	47,8	37,7	50,1	47,2
1998-1999	102,5	80,9	95,8	101,3
2000-2001	67,1	50,4	79,0	63,1
2001-2002	66,2	54,5	72,6	108,1
2002-2003	75,8	64,3	102,7	80,5
2003-2004	77,2	61,5	94,1	90,8
2004-2005	67,7	58,3	91,4	58,2
2005-2006	94,2	76,6	119,9	93,4
2006-2007	80,6	52,9	115,4	94,6
2007-2008	65,4	52,3	95,8	81,0
2008-2009	53,2	65,9	109,1	78,5
2009-2010	52,7	49,4	55,2	70,8
2010-2011	64,3	60,7	79,2	65,0
2012-2013	48,8	45,2	53,5	37,1
2013-2014	49,0	58,5	83,3	52,2
2014-2015	70,9	75,6	107,1	92,7
2015-2016	54,9	70,4	89,8	57,5

	Itau	Berety	Pajonal	Saykan Perulas
Nro Datos	36	36	36	36
MEDIA	75,37	60,57	93,53	76,00
DESVIACION	19,70	11,17	19,93	16,66
MODA	65,82	55,15	83,87	67,92
CARACTERISTICA	0,54	0,36	0,43	0,44

VALORES PONDERADOS	
MODA PONDERADO	68,187
CARACT. PONDERADO	0,442

$$h_{dT} = Ed * [1 + Kd * \log(T)]$$

T(AÑOS)	hdt (mm)
5	89,26
15	103,64
25	110,33
50	119,40
75	124,711
100	128,477

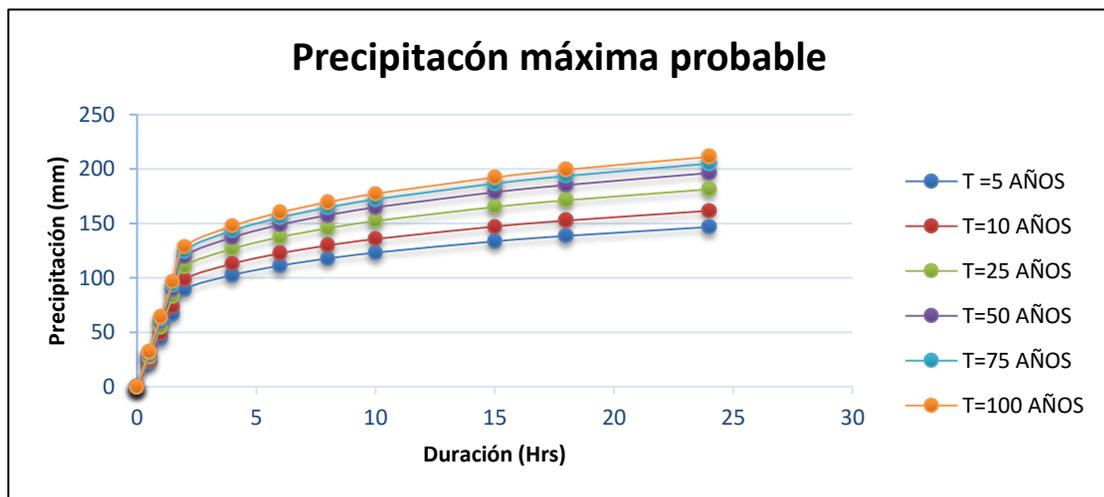
$$h_{tT} = h_{dT} * \left(\frac{t}{\alpha}\right)^\beta$$

Para lo cual se adoptara coeficientes :  $\alpha = 12$  debido a que nuestra cuenca tiene un area mayor a  $12 \text{ Km}^2$  y  $\beta = 0,2$  constante para bolivia

T (Años)	Duracion de lluvia menores a la diaria y mayores a las 2 horas (hrs.)							
	2	4	6	8	10	15	18	24
5	89,3	102,5	111,2	117,8	123,2	133,6	138,5	146,7
15	103,6	119,1	129,1	136,8	143,0	155,1	160,8	170,4
25	110,3	126,7	137,4	145,6	152,2	165,1	171,2	181,4
50	119,4	137,2	148,7	157,6	164,7	178,7	185,3	196,3
50	119,4	137,2	148,7	157,6	164,7	178,7	185,3	196,3
100	128,5	147,6	160,0	169,5	177,3	192,2	199,4	211,2
500	149,5	171,8	186,3	197,3	206,3	223,8	232,1	245,8
1000	158,6	182,2	197,6	209,3	218,9	237,3	246,2	260,7

Solo alturas de precipitación máxima entre las 2,0 h y 24 h. Para calcular de altura de precipitacion menor a las 2 hrs. se realiza una recta con los puntos del dato de la altura maxima para una duracion de 2 hrs. y un punto donde el tiempo es 0 hrs. y altura 0 mm

T (Años)	Duracion de lluvia menores a las 2 horas										
	0,5	1	1,5	2	4	6	8	10	15	18	24
5	22,31	44,63	66,94	89,26	102,5	111,2	117,8	123,2	133,6	138,5	146,7
10	24,58	49,17	73,75	98,33	113	122,5	129,8	135,7	147,1	152,6	161,6
25	27,58	55,16	82,75	110,3	126,7	137,4	145,6	152,2	165,1	171,2	181,4
50	29,85	59,7	89,55	119,4	137,2	148,7	157,6	164,7	178,7	185,3	196,3
75	31,18	62,36	93,53	124,7	143,3	155,4	164,6	172,1	186,6	193,5	205,0
100	32,12	64,24	96,36	128,5	147,6	160,0	169,5	177,3	192,2	199,4	211,2

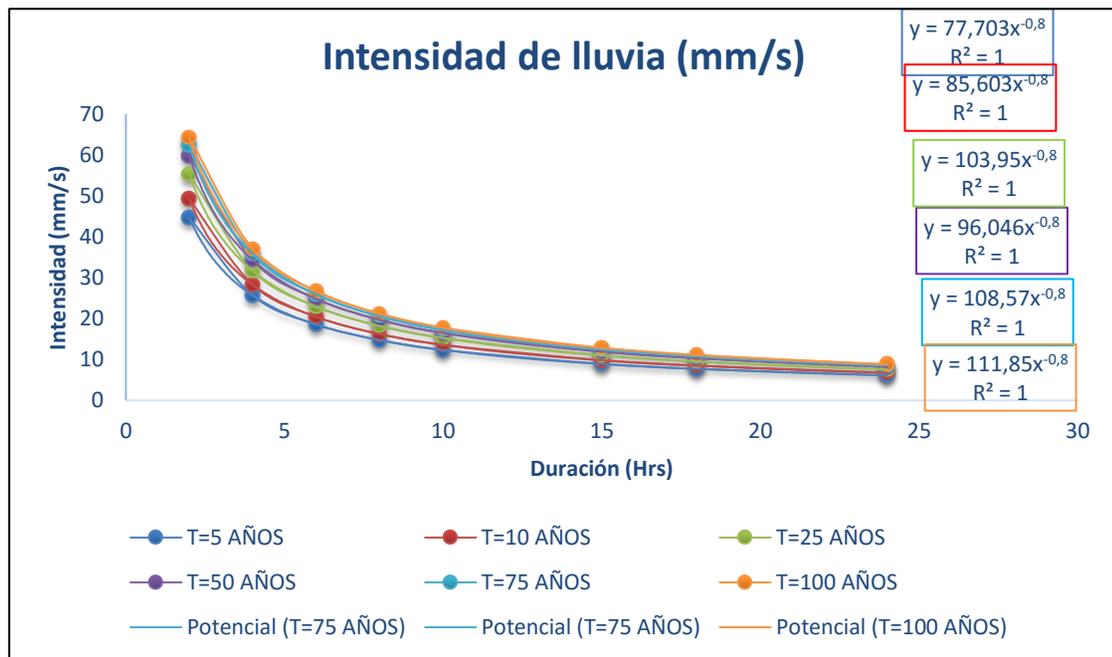


Grafica de la maxima precipitacion vs duracion

**Calculo de la Intesidad máxima de lluvia:**

T (Años)	Intesidad maxima (mm)										
	0,5	1	1,5	2	4	6	8	10	15	18	24
5	44,63	44,63	44,63	44,63	25,63	18,53	14,72	12,32	8,904	7,695	6,113
10	49,17	49,17	49,17	49,17	28,24	20,42	16,22	13,57	9,809	8,478	6,735
25	55,16	55,16	55,16	55,16	31,68	22,91	18,2	15,22	11,01	9,512	7,556
50	59,7	59,7	59,7	59,7	34,29	24,79	19,69	16,47	11,91	10,29	8,178
75	62,36	62,36	62,36	62,36	35,81	25,89	20,57	17,21	12,44	10,75	8,541
100	64,24	64,24	64,24	64,24	36,9	26,67	21,19	17,73	12,82	11,08	8,799

**Grafica de las curvas IDF:**



Grafica de la maxima precipitacion vs duracion

Para un periodo de 75 años y un tiempo de concentracion de 10 min la intensidad de lluvia es:

**$I = 455,211 \text{ mm/hr}$**

## 1. INTRODUCCIÓN

En el presente informe se presenta básicamente la recolección y preparación de muestras y los ensayos realizados en el Laboratorio de Suelos y Materiales del Gobierno Autónomo Municipal de La Paz (L.S.M. – G.A.M.L.P), para determinar las propiedades índice y características geomecánicas importantes de estas muestras de rocas obtenidas en el tramo de estudio, que serán usadas para fines propios de la ingeniería civil e ingeniería geológica relacionado al Proyecto “Supervisión Técnica Construcción Asfaltado Quebrada las Vacas - Salinas, Prov. O’CONNOR” en lo que se refiere al análisis de estabilidad de taludes, y para el cual la mecánica de rocas ha sido considerada como un asunto ligado primordialmente a la seguridad, lo que es muy importante para la reducción de caída de rocas, evitando o minimizando los daños al personal y a los equipos, como también es influyente en los aspectos económicos de las operaciones ingenieriles.

Para la obtención de estas propiedades índices se realizan ensayos de resistencia a probetas de roca intacta con dimensiones y procedimientos de cargas estandarizadas, según las normas correspondientes a cada ensayo. En este laboratorio se realizaron los siguientes ensayos:

## 2. OBJETIVOS

- Recolectar y preparar las muestras para los respectivos ensayos, según las normas establecidas.
- Desarrollar los ensayos disponibles y necesarios en el L.S.M. – G.A.M.L.P. para la determinación de Propiedades Físicas y de la Resistencia de las rocas presentes en los taludes.
- Procesamiento de los datos, cálculo y obtención de resultados de cada tipo de ensayo.
- Informar sobre los alcances de estos ensayos para sus respectivas aplicaciones en la ingeniería

## 3. RECOLECCION Y PREPARACION DE MUESTRAS.

Comprende la fase de recolección de las muestras de roca para su posterior análisis. En esta fase se realizó una selección apropiada de los especímenes para realizar los diferentes ensayos geomecánicos según la normativa utilizada.

### Ubicación de las muestras o especímenes seleccionados

NOMBRE	Cantidad de Muestras	Coordenadas		Longitud (cm) (recuperación) por muestra
		E	N	
T-10	3	376709,3	7602115,05	30
T-9	3	377064	7602278,19	45
T-8	3	377376,2	7602422,61	35
T-7	3	377683,3	7603099,15	35
T-6	3	378239,3	7603484,98	40
T-5	3	378352	7603502,43	30
T-4	3	379120,2	7603673,64	30
T-3	3	379562,4	7604112,91	40
T-2	3	380596,8	7605036,27	45
T-1	3	381196,9	7606819,95	30

## Preparación de las muestras para los ensayos

Tanto para el ensayo de Compresión Simple/ No Confinada como para el de Carga Puntual, las muestras se cortaron de forma de prisma cuadrangular con medidas de 6cm\*6cm\*9cm aproximadamente, las cuales son aceptadas según las normas establecidas para los ensayos. Estos valores serán verificados para cada ensayo con mediciones más exactas, y así obtener resultados más precisos.



*Máquinas para el corte de rocas*

## 4. DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD APARENTE (METODO DE LA PARAFINA) Y HUMEDAD

### Material Utilizado

- ✓ Muestras de Roca.
- ✓ Parafina a punto de fusión (56-60 C)
- ✓ Recipiente para agua.
- ✓ Canastilla Metálica de suspensión.
- ✓ Balanza analítica
- ✓ Estufa



**Figura 1.-** Material Utilizado

## Procedimiento

Para la realización de este ensayo, se utilizaron 10 muestras pertenecientes a cada talud estudiado. Todas ellas se lijaron de manera que sus bases quedaran lo más planas posible.

- ✓ Secar y limpiar las muestras de roca que se usaran para el ensayo, no debe haber ningún material suelto ya que afectaría los resultados.



- ✓ Se pesa la muestra en una balanza con precisión de 0,01 gr. ( $W_1$ )
- ✓ Se sumerge en la parafina (56-60 C) hasta que la muestra quede totalmente cubierta por una capa delgada y uniforme, lo suficiente como para que no se introduzca agua a la muestra durante el ensayo.



**Figura 1.-** Parafinado de las Muestras y Muestras Parafinadas

- ✓ Se vuelve a pesar la muestra + parafina. ( $W_2$ )
- ✓ Se sumerge la muestra + parafina, mediante una cesta colgante de la parte inferior de la báscula, de manera que no tocara el fondo del recipiente lleno de agua, se pone en cero la balanza y se registra el valor final. ( $W_{sum}$ )

## Resultados

Identificación de las muestras	Densidad suelo húmedo (gr/cm <sup>3</sup> )	Densidad suelo seco (gr/cm <sup>3</sup> )
T-1	2,15	2,12
T-2	2,13	2,15
T-3	2,38	2,39
T-5	2,27	2,25
T-6	2,24	2,22
T-7	2,30	2,30
T-8	2,38	2,35
T-9	2,22	1,95
T-10	2,16	2,14

*Tabla 1.- Densidades Obtenidas*

El registro completo de datos de las muestras ensayadas, se encuentran en las tablas anexadas del ensayo.

## OBTENCIÓN DE LA HUMEDAD

Se define como humedad al contenido de agua presente en una masa de suelo o de roca. El contenido de agua o humedad es expresado en porcentaje y es la relación entre el peso del agua contenida en los espacios vacíos y el peso de la fracción sólida; cuando la muestra a ensayar es inalterada, comúnmente se conoce como humedad natural.

Identificación de las muestras	Humedad (%)
T-1	0,79
T-2	0,30
T-3	0,42
T-5	1,02
T-6	0,76
T-7	0,59
T-8	1,51
T-9	1,17
T-10	0,61

## DETERMINACIÓN DEL PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN

### Generalidades

### Procedimiento

- ✓ Seleccionar el material que se utilizara para el ensayo, en nuestro caso serán tres muestras las sometidas al ensayo.
- ✓ Se las deja remojando en un recipiente durante 24 horas, luego se seca las partículas sobre una tela o trapos para eliminar el agua superficial.



- ✓ Una vez saturada y superficialmente seca la muestra, se pesa para obtener nuestro peso S.S.S. (B)
- ✓ Se tara la canastilla en la balanza mecánica para luego introducir la muestra. Se coloca la muestra en el interior de la canastilla para determinar el peso sumergido de la muestra (C)
- ✓ Luego de tener nuestro peso sumergido, se le introduce al horno con una temperatura de 105°C, por 24 horas.
- ✓ Finalmente se saca la muestra del horno, se deja enfriar y se procede a pesar, obteniendo nuestro peso de muestra seca (A)

## Resultados

<i>Identificación de la muestra</i>	<i>Peso específico promedio (gr/cm<sup>3</sup>)</i>	<i>Peso específico seco promedio (gr/cm<sup>3</sup>)</i>	<i>Absorción promedio (%)</i>
T-1	2,25	2,03	10,52%
T-2	2,13	2,13	14,35%
T-3	2,43	2,19	12,80%
T-5	1,97	1,75	12,83%
T-6	2,26	2,17	4,03%
T-7	2,34	2,20	6,39%
T-8	2,46	2,32	5,64%
T-9	2,41	2,24	7,44%
T-10	2,29	2,16	5,92%

**Tabla 2.- Pesos Específicos Obtenidos**

El registro completo de datos de las muestras ensayadas, se encuentran en las tablas anexadas del ensayo.

## ENSAYO COMPRESIÓN SIMPLE/ NO CONFINADA

El ensayo de compresión simple/ No confinada fue realizado según las normas:

- ✓ ASTM C 170 – 90 (Reapproved 1999), Standard Test Method for Compressive Strength of Dimension Stone.
- ✓ ASTM C 617 – 98 (Reapproved 2003), Standard Practice for Capping Cylindrical Concrete Specimens.

## Descripción De Ensayo (Según norma)

La resistencia a compresión simple de las rocas que se analizan en este trabajo, se determinan sobre formas paralelepípedicas, en lugar de formas cilíndricas, y se aplica la norma ASTM C 170 – 90Re99.

- ✓ Concebir una idea general de la roca en cuanto a su litología y estructuras.
- ✓ Identificar las muestras.
- ✓ Medir las dimensiones de la muestra para validar si satisface las condiciones del ensayo.
- ✓ Procedimiento de Capinado:

Herramientas usadas:

- Plato metálico de capinado.
- Olla para fundido del azufre.
- Dispositivos de alineación (nivel, guía, etc)
- Termómetro bimetálico con alcance mínimo de 150 ° C
- Escuadra metálica de bordes rígidos.
- Vernier con alcance mínimo de 5 mm
- Equipo de seguridad ( guantes, mascarilla y lentes)

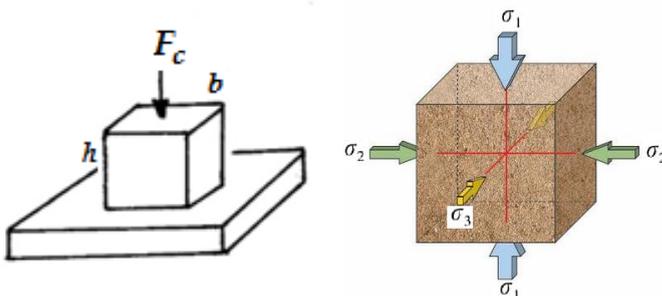


Figura 9.- Rotura de muestra del Talud 7.

## Expresión de Los Resultados

La forma de la rotura varía con la naturaleza de la roca y forma de la probeta. Las rocas duras y compactas se rompen, dividiéndose en prismas rectos de sección irregular, siendo sus generatrices paralelas al sentido de los esfuerzos, y en algunos casos salen proyectados con gran violencia. Las rocas blandas se rompen según planos que pasan por las aristas de las bases, formando un ángulo menor de 50° con la dirección de la presión, desprendiéndose prismas truncados.

La carga es aplicada a la velocidad que especifica la norma correspondiente y se registra el valor,  $F$ , al que se produce la rotura. Entonces, la resistencia a la compresión vendrá dada por:



### Clasificación de la roca en función de su resistencia a la compresión simple.

<i>Resistencia a la Compresión Simple (Mpa)</i>	<i>ISRM (1981)</i>	<i>Geological Society of London (1970)</i>	<i>Bieniawski (1973)</i>	<i>Ejemplos</i>
<1	Suelos			
1-5	Muy Blanda	Blanda >1,25		
5-12,5	Blanda	Moderadamente Blanda	Muy Baja	Sal, Lutita, Marga, Toba, Carbón.
12,5-25				
25-50	Moderadamente Blanda	Moderadamente Dura	Baja	Esquistos, Areniscas poco compactadas. Pizarras,
50-100	Dura	Dura	Media	Rocas metamórficas esquistosas, mármol, granito, gneiss, arenisca, caliza porosa.
100-200	Muy Dura	Muy Dura	Alta	Rocas ígneas y metamórficas duras, arenisca muy cementada, caliza, dolomía.
>200				
>250	Extremadamente Dura	Extremadamente Dura	Muy Alta	Cuarcita, Gabro, Basalto.

Tabla 3.- Clasificación de Rocas

## RESULTADOS

<i>Identificación de la muestra</i>	<i>Peso (gr)</i>	<i>Volumen(cm3)</i>	<i>Densidad (gr/cm3)</i>	<i>Def. rotura (%)</i>	<i>Esf. Rotura (kg/cm2)</i>	<i>Cohesión (kg/cm2)</i>
T-1	645,10	295,80	2,18	0,59	130,65	65,33
T-2	797,80	379,48	2,10	0,62	97,26	48,63
T-3	899,00	376,22	2,39	0,92	184,05	92,03
T-5	815,60	357,85	2,28	1,19	253,85	126,92
T-6	855,70	386,93	2,21	1,34	140,71	70,36
T-7	805,60	351,01	2,30	1,75	99,95	49,98
T-8	995,40	408,09	2,44	1,73	300,58	150,29
T-9	767,40	316,84	2,42	2,07	287,86	132,97
T-10	847,90	384,02	2,21	1,87	347,29	173,65

Tabla 4.- Valores de Resistencia a Compresión Simple

El registro completo de datos de las muestras ensayadas, se encuentran en las tablas anexadas del ensayo.

## DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE RESISTENCIA A LA CARGA PUNTUAL EN ROCAS

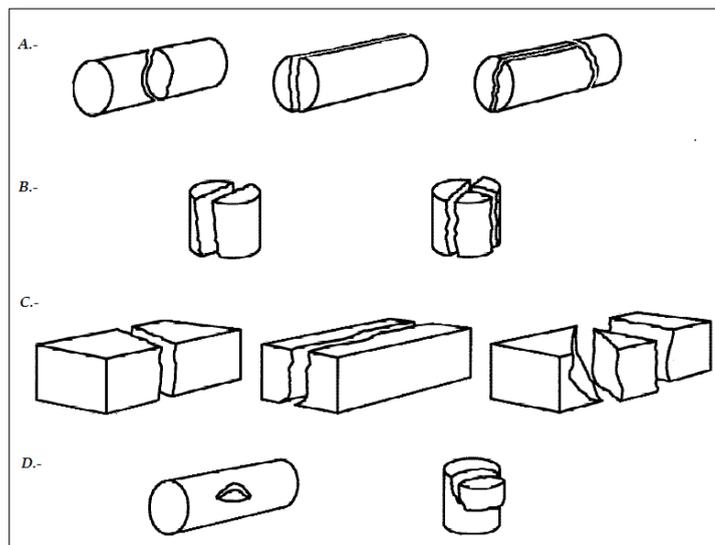
La determinación de este ensayo esta basada en las normas:

- ✓ ASTM D 5731-02, 2002, Standard Test Method for Determination of the Point Load Strength Index of Rock.
- ✓ ISMR NTL-252/91. Determinacion del Indice de la Resistencia a la Carga Puntual.

## Descripción De Ensayo (Según la norma)

- ✓ Concebir una idea general de la roca en cuanto a su litología y estructuras.
- ✓ Identificar las muestras.
- ✓ Medir las dimensiones de la muestra. Especímenes con una relación longitud/diámetro mayor de uno son adecuados para la prueba diametral.
- ✓ Dependiendo del tipo de muestra (ver Figura 1 y Figura 2), se sitúa el testigo entre las puntas cónicas de la maquina, resguardando que se cumplan las configuraciones de carga y requerimientos de forma del testigo.
- ✓ Se recubre la maquina con una bolsa resistente cuyo fin será el de evitar que al momento de fallar la roca no salten fragmentos y dañen a personas u objetos de alrededor.
- ✓ Una persona será la encargada de ir aumentando paulatinamente la presión en la prensa hidráulica, y otra medirá la Carga de Falla P.
- ✓ Una vez falle el testigo se retira y se analizan las condiciones y modo de ruptura (Figura 3 y Figura 4). Se rechaza el ensayo si se produce una rotura como en la Figura 2D.
- ✓ Cuando la roca esta estratificada, es esquistosa o exhibe alguna anisotropía manifiesta, el ensayo debe realizarse en las dos direcciones, las más resistente y la más débil. Por ejemplo, los ensayos de una probeta estratificada en el eje perpendicular a los planos de estratificación dan normalmente valores más bajos de resistencia. Debe tenerse cuidado de asegurar que la carga se aplique estrictamente en sentido paralelo y perpendicular a los planos de debilidad.

El registro de datos de las muestras ensayadas, se encuentran en las tablas anexadas del ensayo.



**Figura 3:** Modos típicos de falla para muestras.- (A) muestras diametrales válidas; (B) muestras axiales válidas; (C) bloques válidos; (D) muestras inválidas.



**Figura 4.-** Tipos de Roturas en las probetas (bloques) ensayadas en el L.S.M.-G.A.M.L.P. A) Bloques del Talud 1, B) Bloques del Talud 8

### Expresión de Los Resultados

En este ensayo D = Diámetro para ensayos diametrales, por lo cual se tiene:

$$I_s = \frac{P}{D_e^2}$$

**I<sub>s</sub>** = Índice de Resistencia a Carga Puntual (Mpa)

**P** = Carga Aplicada hasta la Rotura

**De<sup>2</sup> = D<sup>2</sup>** para muestra diametrales, mm<sup>2</sup>, o

**De<sup>2</sup>=4A/π** para muestras irregulares, axiales o bloques, mm<sup>2</sup>; donde

**A= WD=** área de la sección transversal mínima (ver figura 1)

Cuando la muestra no posee un diámetro de 50mm, se requiere realizar una corrección al índice de carga puntual como sigue:

Factor de corrección:

$$F = \left( \frac{De (mm)}{50} \right)^{0.45}$$

Índice de resistencia a carga puntual corregida:

$$I_{50} = F \times I_s$$

### CORRELACION ENTRE LOS ENSAYOS DE COMPRESION SIMPLE Y CARGA PUNTUAL

A partir del índice de resistencia de carga puntual, se puede encontrar la resistencia a compresión del material ensayado mediante la siguiente expresión (Franklin y Broch, 1972):

$$\sigma_c = 24 \times I_{50}$$

O en nuestro caso, comparar los resultados obtenidos en los ensayos como se observa en la tabla de resultados.

Grade*	Term	Uniaxial Comp. Strength (MPa)	Point Load Index (MPa)	Field estimate of strength	Examples
R6	Extremely Strong	> 250	>10	Specimen can only be chipped with a geological hammer	Fresh basalt, chert, diabase, gneiss, granite, quartzite
R5	Very strong	100 - 250	4 - 10	Specimen requires many blows of a geological hammer to fracture it	Amphibolite, sandstone, basalt, gabbro, gneiss, granodiorite, limestone, marble, rhyolite, tuff
R4	Strong	50 - 100	2 - 4	Specimen requires more than one blow of a geological hammer to fracture it	Limestone, marble, phyllite, sandstone, schist, shale
R3	Medium strong	25 - 50	1 - 2	Cannot be scraped or peeled with a pocket knife, specimen can be fractured with a single blow from a geological hammer	Claystone, coal, concrete, schist, shale, siltstone
R2	Weak	5 - 25	**	Can be peeled with a pocket knife with difficulty, shallow indentation made by firm blow with point of a geological hammer	Chalk, rocksalt, potash
R1	Very weak	1 - 5	**	Crumbles under firm blows with point of a geological hammer, can be peeled by a pocket knife	Highly weathered or altered rock
R0	Extremely weak	0.25 - 1	**	Indented by thumbnail	Stiff fault gouge

\* Grade according to Brown (1981).

\*\* Point load tests on rocks with a uniaxial compressive strength below 25 MPa are likely to yield highly ambiguous results.

**Tabla 6.-** Correlación entre Resistencia a Compresión Simple y Carga Puntual (PLT)

## RESULTADOS

Identificación de la muestra:	W(mm)	D(mm)	De(mm)	Is (Mpa)	Is(50) (Mpa)	$\sigma_c$ : Según Correlación (Mpa)
T-1	53,53	53,90	60,61	0,43	0,47	11,26
T-2	53,67	53,33	60,37	0,34	0,37	8,82
T-3	53,50	53,30	60,26	0,39	0,42	10,10
T-4	54,03	54,20	61,06	0,35	0,38	9,20
T-5	53,03	54,90	60,89	0,36	0,39	9,41
T-6	55,37	53,83	61,60	0,57	0,62	14,94
T-7	57,20	58,37	65,20	0,82	0,93	22,27
T-8	54,57	55,87	62,30	0,66	0,73	17,61
T-9	54,20	54,43	61,29	0,45	0,49	11,76
T-10	58,03	57,23	65,03	0,65	0,73	17,63

**Tabla 7.-** Valores del Ensayo de Resistencia a la Carga Puntual

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- De acuerdo a los resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio se define a las rocas como Areniscas Moderadamente Blandas, cuya resistencia a la compresión simple varía entre
- El porcentaje de absorción aumenta a medida que las progresivas también aumentan, es decir, desde la estación T-10 hacia la estación T-1 las rocas que conforman el talud presentan mayor porosidad.
- Mientras que los valores de Resistencia son inversamente proporcionales a los valores de absorción, desde el T-10 hacia el T-1 las rocas presentan mayor resistencia a la compresión simple.
- Los valores que se presentan en el Ensayo de Resistencia a la Carga Puntual son muy bajos, esto indica q son rocas Moderadamente blandas, Como se muestra en la tabla 5.
- A continuación, se muestra una tabla resumen de todos los ensayos realización y la correlación de sus resultados.

<i>Id. Muestra</i>	<i>Peso específico promedio (gr/cm3)</i>	<i>Peso específico seco promedio (gr/cm3)</i>	<i>Absorción promedio (%)</i>	<i>Densidad suelo hum. (gr/cm3)</i>	<i>Densidad suelo seco (gr/cm3)</i>	<i>Def. rotura (%)</i>	<i>Esf. Rotura (kg/cm2)</i>	<i>Esf. Rotura (Mpa)</i>	<i>Cohesión (kg/cm2)</i>	<i>Is(50) (Mpa)</i>	<i>σc: Según Correlación</i>
T-1	2,25	2,03	10,52%	2,15	2,12	0,59	130,65	12,81	65,33	0,47	11,26
T-2	2,13	2,13	14,35%	2,13	2,15	0,62	97,26	9,54	48,63	0,37	8,82
T-3	2,43	2,19	12,80%	2,38	2,39	0,92	184,05	18,05	92,03	0,42	10,10
T-5	1,97	1,75	12,83%	2,27	2,25	1,19	253,85	22,26	113,51	0,38	9,20
T-6	2,26	2,17	4,03%	2,24	2,22	1,34	140,71	13,80	70,36	0,39	9,41
T-7	2,34	2,20	6,39%	2,30	2,30	1,75	99,95	11,39	58,09	0,62	14,94
T-8	2,46	2,32	5,64%	2,38	2,35	1,73	300,58	29,48	150,29	0,93	22,27
T-9	2,41	2,24	7,44%	2,22	1,95	2,07	287,86	28,23	132,97	0,73	17,61
T-10	2,29	2,16	5,92%	2,16	2,14	1,87	347,29	34,06	173,65	0,49	11,76

**Tabla 8.-** Resumen de los Ensayos Realizados

## 11. BIBLIOGRAFÍA

- ✚ *Rock Mechanics for Underground Mining. Brady, B. H. G., Brown, E. T. Kluwer Academic Publishers. 1999.*
- ✚ *Libro Ingeniería Geológica de Luis I González Vallejo. 2002.*



CONSTRUCCIÓN ASFALTADO CARRETERA QUEBRADA LAS VACAS - SALINAS



SUPERVISION: EMSICO & ASOCIADOS

ENTIDAD EJECUTORA: GOBERNACION DE TARIJA - SECCION O'CONNOR

CONTRATISTA: SOCIEDAD ACCIDENTAL "X - CHOERE"

FISCALIZACION: GOBERNACION

ENSAYO VALOR SOPORTE CALIFORNIA C.B.R. / AASHTO T-193

Proyecto : Qda. Las Vacas - Salinas

Material : Material bajo de la Sub Rasante Destino (Km.) : Estudio Lab. Tarija Nº Ensayo: **20**  
 Profundidad (m.) : 1,10 m Izq. Estructura : Terraplen Fecha : 4-nov.-2015  
 Origen (Km.) : Coord. X 374891,40 m E Y 7598030,74 m S Pozo (Km.) : 19+000 Realizado : S. Rocabado

TAMIZ	Nº 4	Nº 10	Nº 40	Nº 200	LL	IP	CLASIF.
% PASA	100,0	99,9	99,6	36,5	18,7	0,0	A - 4 (0)

CALCULADO:

Molde Nº	7	7	9	9	2	2
Nº de Capas	5	5	5	5	5	5
Nº de Golpes / Capa	56	56	25	25	12	12
Condición de la Muestra	Antes Embeber	Desp. Embeb.	Antes Embeber	Desp. Embeb.	Antes Embeber	Desp. Embeb.
Peso Muestra Húmeda+Molde (grs.)	13205	13309	12947	13097	12844	13038
Peso Molde (grs.)	8563	8563	8519	8519	8593	8593
Peso Muestra Húmeda (grs.)	4642	4746	4428	4578	4251	4445
Volumen de la muestra (cm3)	2110	2110	2107	2107	2116	2116
Densidad Húmeda (grs./cm3)	2,200	2,249	2,102	2,173	2,009	2,101

COMPACTACIÓN Y EMBEBIMIENTO

	Compactado	Embebido	Compactado	Embebido	Compactado	Embebido
Tara Nº	22	0	21	0	20	0
Peso Suelo Húmedo+Tara	193,50	0,00	215,60	0,00	166,50	0,00
Peso Suelo Seco + Tara	180,50	0,00	200,50	0,00	155,40	0,00
Peso Agua	13,00	0,00	15,10	0,00	11,10	0,00
Peso Tara	29,70	0,00	29,50	0,00	28,20	0,00
Peso Suelo Seco	150,80	0,00	171,00	0,00	127,20	0,00
% de Humedad	8,62	11,05	8,83	12,52	8,73	13,69
Densidad Seca Probeta (grs./cm3)	2,025	2,025	1,931	1,931	1,848	1,848
Densidad Máxima Laboratorio (grs./cm3)	2,025	2,025	2,025	2,025	2,025	2,025
% De Compactación	100,0	100,0	95,3	95,3	91,2	91,2

DETERMINACIÓN DE LA EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Obs.	Lect., mm	% Expansión	Lect., mm	% Expansión	Lect., mm	% Expansión
4-Nov-15			0		0		0	
5-Nov-15								
6-Nov-15								
7-Nov-15								
8-Nov-15			28	0,3	18	0,18	14	0,14

Factor Aro **5000**

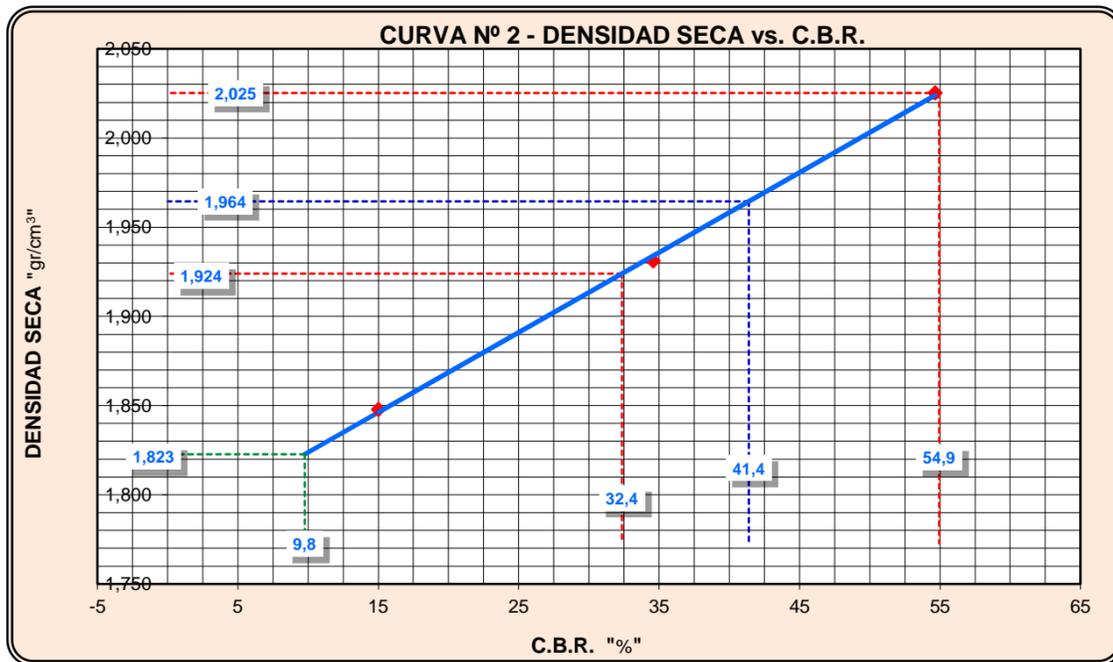
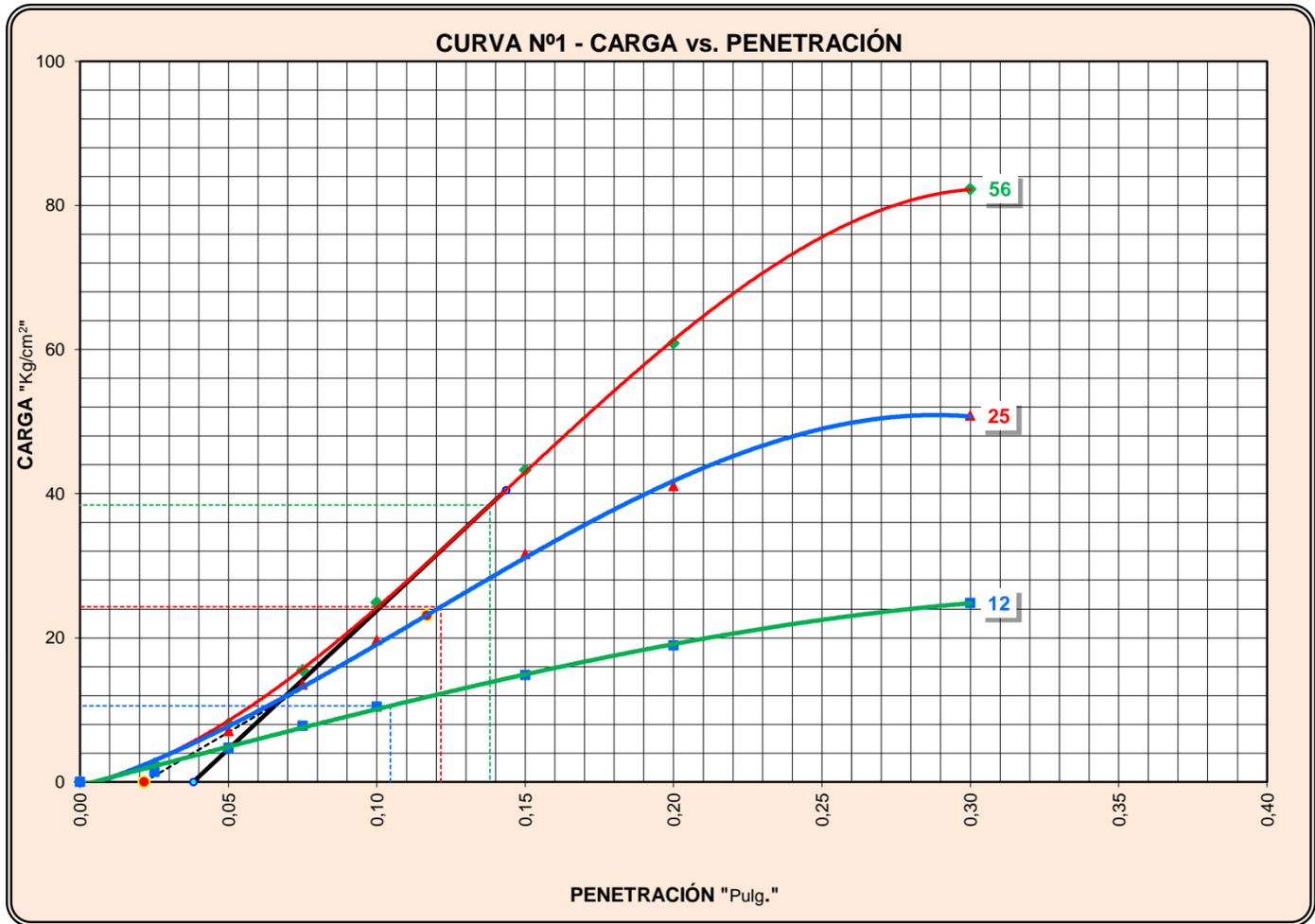
% Exp. Total **0,17**

PENETRACIÓN			Carga	Lect.	Carga (Kg/cm2)	%	Lect.	Carga (Kg/cm2)	%	Lect.	Carga (Kg/cm2)	%			
Min.	Pulg.	Mm.	Kg./cm2	Dial	Calc.	Correg.	C.B.R.	Dial	Calc.	Correg.	C.B.R.	Dial	Calc.	Correg.	C.B.R.
0,5	0,025	0,64		48,6	2,5			36,2	1,9			27,2	1,4		
1,0	0,050	1,27		156,3	8,1			137,2	7,1			91,7	4,7		
1,5	0,075	1,91		300,0	15,5			261,8	13,5			150,6	7,8		
<b>2,0</b>	<b>0,100</b>	<b>2,54</b>	<b>70,3</b>	481,6	24,9	38,4	54,7	380,6	19,7	24,3	34,6	202,8	10,5	10,6	15,0
3,0	0,150	3,81		837,4	43,3			612,0	31,6			287,4	14,9		
<b>4,0</b>	<b>0,200</b>	<b>5,08</b>	<b>105,5</b>	1178,0	60,9	60,9	57,7	794,9	41,1	41,1	38,9	367,0	19,0	19,0	18,0
6,0	0,300	7,62		1592,3	82,3			983,5	50,8			480,6	24,8		
8,0	0,400	10,16		0	0,0			0	0,0			0	0,0		
10,0	0,500	12,70		0	0,0			0	0,0			0	0,0		

Observaciones.- Muestra extraída del camino actual

Samuel Rocabado  
TEC. DE LABORATORIO

Ing. Mario Gamarra  
RESP. DEL LAB. DE SUELOS



DENS. AL 90% : 1,823 gr/cm3	C.B.R.. AL 90% : 9,8	<b>N° 20</b>
DENS. AL 95% : 1,924 gr/cm3	C.B.R.. AL 95% : 32,4	
DENS. AL 97% : 1,964 gr/cm3	C.B.R.. AL 97% : 41,4	
DENS. AL 100% : 2,025 gr/cm3	C.B.R.. AL 100% : 54,9	
EXP. AL 95% : 0,15	EXP. AL 100% : 0,24	

*Samuel Rocabado*

Samuel Rocabado  
TEC. DE LABORATORIO

*Mario Gamarra*

Ing. Mario Gamarra  
RESP. DEL LAB. DE SUELOS



CONSTRUCCIÓN ASFALTADO CARRETERA QUEBRADA LAS VACAS - SALINAS



SUPERVISION: EMSICO & ASOCIADOS

ENTIDAD EJECUTORA: GOBERNACION DE TARIJA - SECCION O'CONNOR

CONTRATISTA: SOCIEDAD ACCIDENTAL "X - CHOERE"

FISCALIZACION: GOBERNACION

CLASIFICACIÓN DE SUELOS / AASHTO M 145

Proyecto : Qda. Las Vacas - Salinas  
 Material : Material bajo de la Sub Rasante  
 Profundidad (m.) : 1,10 m Izq.  
 Origen (Km.) : Coord. X 374891,40 m E Y 7598030,74 m S  
 Destino (Km.) : Estudio  
 Estructura : Terraplen  
 Pozo(Km.) : 19+000  
 Lab. Tarija  
 N° Ensayo: **20**  
 Fecha : 5-oct.-2015  
 Realizado : S. Rocabado

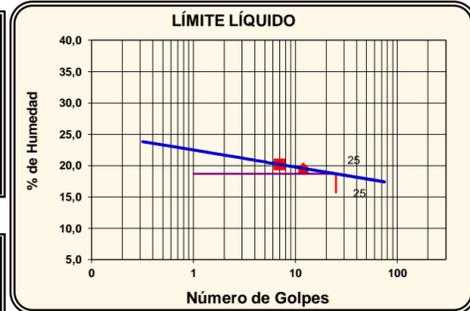
HUMEDAD HIGROSCÓPICA	N° Tara	Psh + T	Pss + T	Pa	P T	Pss	% Hum.
	28	187,5	182,6	4,9	29,5	153,1	3,20
MUESTRA TOTAL SECA	Peso H. total	Agr. Grueso Ret. N° 4	P. Suelo Hum. N° 4	P. Ss.< N° 4	Peso Total		
	500	0	500	484,5	484,5		

GRANULOMETRÍA AASHTO T 27

Peso total seco (grs.)		484,5			Muestra pasa tamiz N° 4		484,5	
Tamiz	Peso Retenido	Peso Retenido	% Retenido	% Retenido	% Que	Abertura	Especificaciones	
N°	Tamiz (grs.)	Acumulado (grs.)	Tamiz	Acumulado	Pasa	Mm.		
3"	0	0,0	0,0	0,0	100,0	76,20		
2"	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	50,80		
1"	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	25,40		
3/4"	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	19,05		
3/8"	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	9,525		
4	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	4,800		
10	0,3	0,3	0,1	0,1	99,9	2,000		
40	1,4	1,7	0,3	0,4	99,6	0,420		
200	306,1	307,8	63,2	63,5	36,5	0,074		

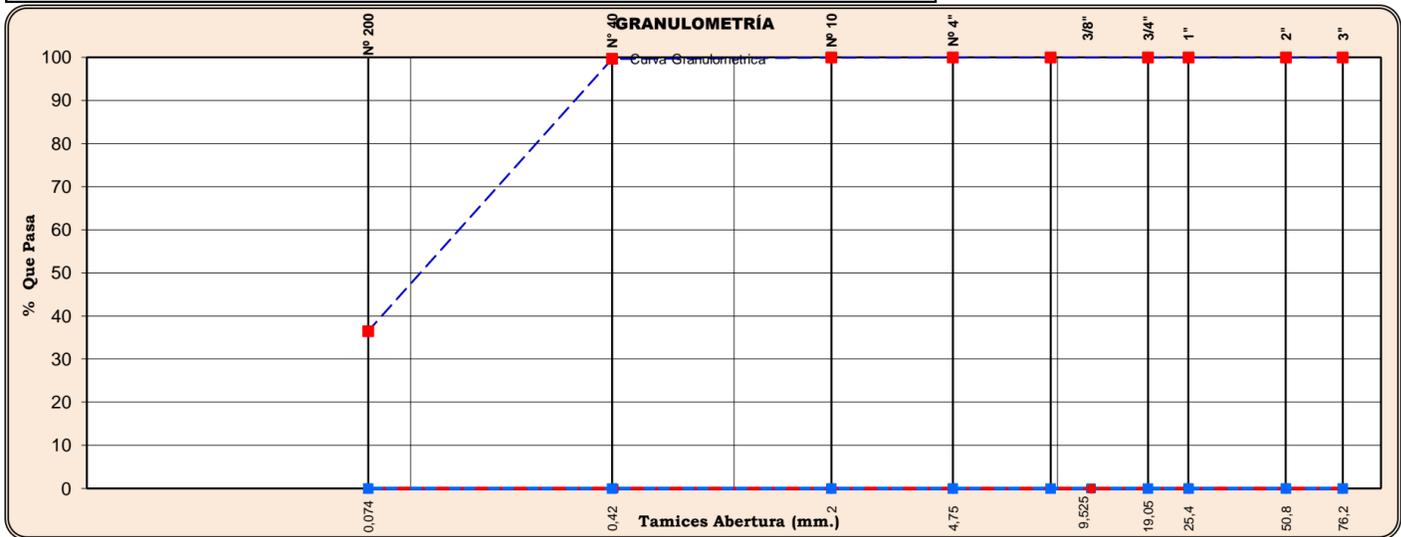
LIMITES DE ATTERBERG (Límite Líquido) AASHTO T- 89

N° Tara	Peso Suelo Hum.+Tara	Peso Suelo Seco+Tara	Peso agua	Peso Tara	Peso Suelo Seco	% de hum.	N° de Golpes
22	37,29	34,83	2,46	22,64	12,19	20,18	7
10	36,90	34,48	2,42	22,10	12,38	19,55	12



LIMITES DE ATTERBERG (Límite Plástico) AASHTO T-90

							N.P.
--	--	--	--	--	--	--	------



Observaciones.- Muestra extraída del camino actual

Límite Líquido	18,7	Límite Plástico	N.P.	Índice de plasticidad	0,0	CLASIFICACIÓN AASHTO M 145	
Coefficiente de uniformidad	D <sub>60</sub> =	0,14	D <sub>30</sub> =	D <sub>10</sub> =		AASHTO	A - 4 (0)
						Unificada	Arena limosa SM

*[Firma]*

Samuel Rocabado  
TEC. DE LABORATORIO

*[Firma]*

Ing. Mario Gamarra  
RESP. DEL LAB. DE SUELOS



CONSTRUCCIÓN ASFALTADO CARRETERA QUEBRADA LAS VACAS - SALINAS



SUPERVISION: EMSICO & ASOCIADOS  
CONTRATISTA: SOCIEDAD ACCIDENTAL "X-CHOERE"

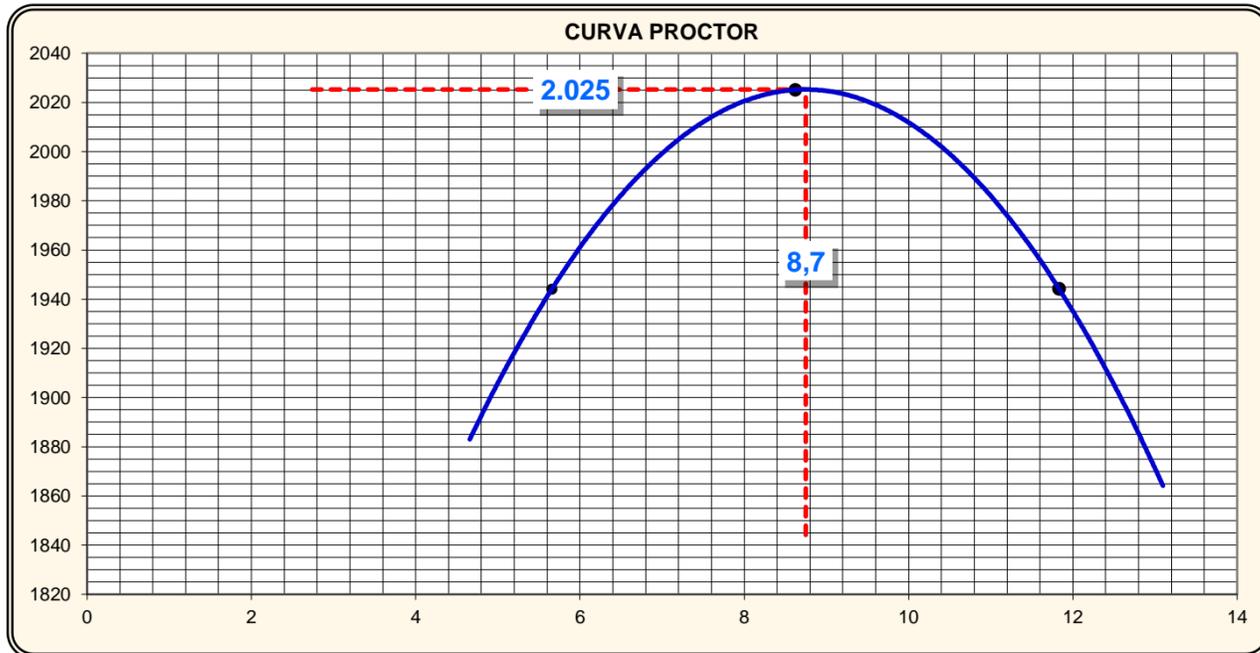
ENTIDAD EJECUTORA: GOBERNACION DE TARIJA - SECCION O'Connor  
FISCALIZACION: GOBERNACION

ENSAYO DE COMPACTACIÓN / AASHTO T - 180

Proyecto : Qda. Las Vacas - Salinas  
Material : Material bajo de la Sub Rasante Destino (Km.) : Estudio Lab. Tarija Nº Ensayo : 20  
Profundidad (m.) : 1,10 m Izq. Estructura : Terraplen Fecha : 5-oct.-2015  
Origen (Km.) : CARRERA N° 374631,40 m E Y 7598030,74 Pozo (Km.) : 19+000 Realizado : S. Rocabado

PROCTOR

Determinación Nº	Unidad	1	2	3			
Nº Capas	Capas	5	5	5			
Nº Golpes P/Capas	Golpes	56	56	56			
Peso del Molde + Suelo Húmedo	gr.	7148,0	7457,0	7403,0			
Peso del Molde	gr.	2787,0	2787,0	2787,0			
Peso Suelo Húmedo	gr.	4361,0	4670,0	4616,0			
Volumen del Molde	cc	2123,0	2123,0	2123,0			
Peso Específico Húmedo	Kg./m3	2054,2	2199,7	2174,3			
Cápsula No		27	19	23			
Peso Cápsula + Suelo Húmedo	gr.	174,10	196,10	194,00			
Peso Cápsula + Suelo Seco	gr.	166,20	182,90	176,30			
Peso Agua	gr.	7,90	13,20	17,70			
Peso Cápsula	gr.	26,60	29,80	26,70			
Peso Suelo Seco	gr.	139,60	153,10	149,60			
Contenido de Humedad	%	5,66	8,62	11,83			
Peso Específico Seco	Kg./m3	1944,1	2025,1	1944,2			



Densidad Máxima = 2025 Kg./m3  
Humedad Optima = 8,7 %

Observaciones.-

Muestra extraída del camino actual

Samuel Rocabado  
TECNICO DE LABORATORIO

Ing. Mario Gamarra  
RESP. DEL LAB. DE SUELOS

## MURO DE GRAVEDAD

Muro ubicado entre las progresivas: 0+590,00 y 0+610,90.

Pantalla que compone al muro # 1.

### 1. DIMENSIONAMIENTO

#### 1.1 Datos.

<b>SUELO DE RELLENO</b>					
Peso esp.:	$\gamma_{sr}$	=	1919,00	kg/m <sup>3</sup>	18,82 kN/m <sup>3</sup>
Ángulo de fricción interna del relleno:	$\phi_r$	=	33,00	°	-
			0,58	rad	-
Ángulo del relleno con la horizontal (talud):	$\beta$	=	0,00	°	-
			0,00	rad	-
<b>SUELO DE FUNDACIÓN</b>					
Peso esp.:	$\gamma_{sf}$	=	2250,00	kg/m <sup>3</sup>	22,06 kN/m <sup>3</sup>
Ángulo de fricción interna de la fundación:	$\phi_f$	=	36,00	°	-
			0,63	rad	-
Res. adm. del suelo:	$\sigma_{adm}$	=	88,20	kg/cm <sup>2</sup>	8649,43 kN/m <sup>2</sup>
Cohesión del suelo fund.:	$c$	=	0,00	kg/cm <sup>2</sup>	0 kN/cm <sup>2</sup>
<b>MATERIALES</b>					
Peso esp. del H°:	$\gamma_h$	=	2200	kg/m <sup>3</sup>	21,5745 kN/m <sup>3</sup>
Res. del hormigón:	$f'_c$	=	180	kg/cm <sup>2</sup>	18000 kN/m <sup>2</sup>
Resistencia del acero:	$f_y$	=	4200	kg/cm <sup>2</sup>	420000 kN/m <sup>2</sup>

#### 1.2 Pre-dimensionamiento.

Ancho de zapata:

$$0,40 * H < B < 0,7 * H$$

$$\mathbf{1,82 \text{ m} < B < 3,19 \text{ m}}$$

Longitud de la puntera:

$$\frac{B}{3} = \mathbf{0,83 \text{ m}}$$

Espesor inferior de la pantalla: valores a tomar entre H/12 y H/10.

$$H/12 = \mathbf{0,38 \text{ m}}$$

$$H/10 = \mathbf{0,46 \text{ m}}$$

Espesor superior de la pantalla: valores a tomar entre 0,20 m y 0,30 m.

$$H/24 = \mathbf{0,19 \text{ m}}$$

Altura de la zapata: valores a tomar entre H/12 y H/10.

$$H/12 = \mathbf{0,38 \text{ m}}$$

$$H/10 = \mathbf{0,46 \text{ m}}$$

### 1.3 Dimensionamiento.

Tomando en cuenta los valores estimados en el predimensionamiento para cada parte del muro, estimar sus valores en la siguiente recuadro:

ALTURA TOTAL					
Altura total :	H	=	4,55	m	14,93 in
PANTALLA					
Altura pantalla :	h	=	4,00	m	13,12 in
Base triangular izquierdo :	b <sub>i</sub>	=	0,00	m	0,00 in
Base triangular derecho :	b <sub>d</sub>	=	1,00	m	3,28 in
Espesor superior :	a	=	0,30	m	0,98 in
ZAPATA					
Altura zapata :	h <sub>B</sub>	=	0,55	m	1,80 in
Base total	B	=	2,50	m	8,20 in
Longitud puntera :	L <sub>p</sub>	=	0,60	m	1,97 in
Longitud talón :	L <sub>t</sub>	=	0,60	m	1,97 in
BORDILLO SUPERIOR					
Ancho :	a <sub>p</sub>	=	0,30	m	0,98 in
Alto :	h <sub>p</sub>	=	0,20	m	0,66 in
DENTELLÓN					
Ancho :	a <sub>d</sub>	=	0,40	m	1,31 in
Alto :	h <sub>d</sub>	=	0,30	m	0,98 in

A continuación la figura 1 nos ayuda a visualizar la forma del muro diseñado, en la figura 2 es el seccionado que se realizó al muro y con la cual se trabajó en la planilla:

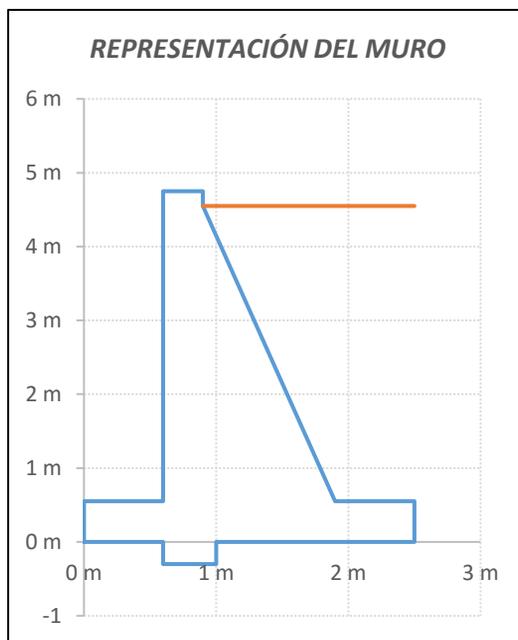


Figura 1: Esquema muro.

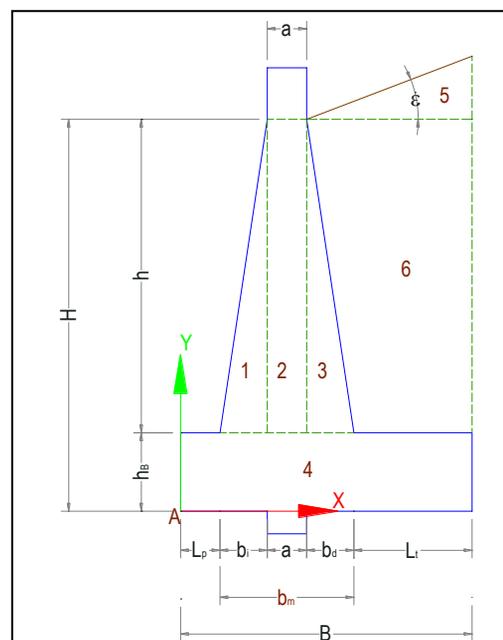


Figura 2: Esquema de sub divisiones.

## 2. CÁLCULOS INICIALES

### 2.1 Cargas de suelo activo:

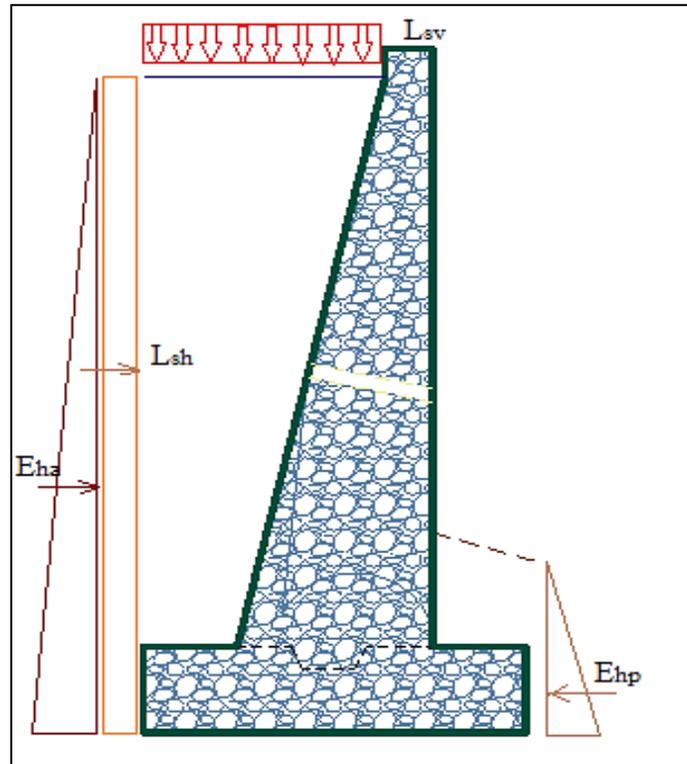


Figura 3: Esquema de cargas actuantes.

Coefficiente de empuje activo:  $K_a$  (Según Rankine)

$$K_a = \frac{1 - \sin(\phi)}{1 + \sin(\phi)} = \tan^2 \left( 45 - \frac{\phi_{rp}}{2} \right)$$

$$K_a = 0,29$$

Empuje activo:

Empuje activo horizontal:

$$E_{ah} = \frac{1}{2} * \gamma_{sr} * K_a * H^2 = 57,4269 \text{ kN}$$

$$y_{Eah} = \frac{H}{3} = 1,52 \text{ m}$$

Empuje activo vertical:

$$E_{av} = \gamma_{sr} * A = \gamma_{sr} * \left( (L_t * h) + \left( h * \frac{b_d}{2} \right) \right) = 82,80 \text{ kN}$$

Para el calculo del centro de gravedad del empuje vert

SECC.	ÁREA (A)	Centro de Gravedad			
		X	Y	X*A	Y*A
6	2,40	2,20	2,55	5,28	6,12
6,1	2,00	1,57	3,22	3,13	6,43
<b>TOTAL</b>	<b>4,40</b>			<b>8,41</b>	<b>12,55</b>

$$x_{Eva} = \text{dis. del centro de gravedad} = 1,91 \text{ m}$$

2.2 Cargas de suelo pasivo:

Coficiente de empuje pasivo:  $K_p$  (Según Rankine)

$$K_p = \frac{1 + \sin(\phi)}{1 - \sin(\phi)} = \tan^2 \left( 45 + \frac{\phi_{rp}}{2} \right)$$

$$K_p = 3,39$$

Empuje pasivo:

Empuje pasivo horizontal:

$$E_{ph} = \frac{1}{2} * \gamma_{sr} * K_a * H^2 = 42,21 \text{ kN}$$

$$y_{Ehp} = \frac{H}{3} = 0,38 \text{ m}$$

Empuje pasivo vertical:

$$E_{pv} = \gamma_{sr} * A = \gamma_{sr} * L_p * 0,60 = 6,77 \text{ kN}$$

$$x_{Eva} = \frac{L_p}{2} = 0,30 \text{ m}$$

2.3 Cargas externas:

Carga viva.- Esta carga se puede expresar:

$$L_s = 2ft * \gamma_s = 0,60 * \gamma_s$$

Siendo 0,60 la profundidad equivalente a la carga que produce el vehículo. Esta carga se puede descomponer en vertical y horizontal:

Carga viva horizontal:

$$L_{sh} = (0,60 * \gamma_{sr} * K_a) * H = \quad \mathbf{15,15 \text{ kN}}$$

$$y_{Lsh} = \frac{H}{2} = \quad \mathbf{2,28 \text{ m}}$$

Carga viva vertical:

$$L_{sv} = (0,60 * \gamma_{sr} * L_t) = \quad \mathbf{6,77 \text{ kN}}$$

$$x_{Lsv} = B - \frac{L_t}{2} = \quad \mathbf{2,20 \text{ m}}$$

2.4 Cargas de peso propio:

SECC.	ÁREA (A)	PESO: pp (kN/m)	CENTRO DE GRAVEDAD			
			X	Y	X*A	Y*A
1	0,00	0,00	0,60	1,88	0,00	0,00
2	1,20	25,89	0,75	2,55	0,90	3,06
3	2,00	43,15	1,23	1,88	2,47	3,77
4	1,38	29,67	1,25	0,28	1,72	0,38
Bordillo	0,06	1,29	0,75	4,65	0,05	0,28
Dentellón	0,12	2,59	0,80	-0,15	0,10	-0,02
<b>TOTAL</b>	<b>4,76</b>	<b>102,59</b>			<b>5,23</b>	<b>7,47</b>
Xcg = 1,10 m						
Ycg = 1,57 m						

Factores y combinaciones de carga:

	$\gamma_{Dc}$	$\gamma_{Ev}$	$\gamma_{Ls}$	$\gamma_{Eh}$
Resistencia Ia	0,90	1,00	1,75	1,50
Resistencia Ib	1,25	1,35	1,75	1,50
Servicio	1,00	1,00	1,00	1,00

(volcamiento, deslizamiento)

(cap. Portante rotura)

(cap. Portante admisible)

Los factores fueron extraídos de la tabla 3.4.1-1 de la norma AASHTO LRFD 2017.

**Resistencia Ia:**

Tipo de carga	$\gamma$	Carga [kN]	x [m]	y [m]	V [kN]	H [kN]	$M_v$ [kN/m]	$M_h$ [kN/m]
Dc	0,90	102,59	1,10	-	92,3283	-	101,48	-
Ev	(a)	82,80	1,91	-	82,80	-	158,33	-
	(p)	6,77	0,30	-	6,77	-	2,03	-
Eh	(a)	57,43	-	1,52	-	86,14	-	130,65
	(p)	42,21	-	0,38	-	0,00	-	0,00
Ls	(h)	15,15	-	2,28	-	26,50	-	60,30
	(v)	6,77	2,20	-	11,86	-	26,08	-
<b><math>\Sigma</math></b>					<b>193,76</b>	<b>112,65</b>	<b>287,93</b>	<b>190,94</b>

Donde (a), (p), (h) y (v) corresponde a los valores de cargas activa, pasiva, horizontal y vertical respectivamente.

#### Resistencia Ib:

Tipo de carga	$\gamma$	Carga [kN]	x [m]	y [m]	V [kN]	H [kN]	$M_v$ [kN/m]	$M_h$ [kN/m]
Dc		102,59	1,10	-	128,234	-	140,95	-
Ev	(a)	82,80	1,91	-	111,78	-	213,74	-
	(p)	6,77	0,30	-	9,15	-	2,74	-
Eh	(a)	57,43	-	1,52	-	86,14	-	130,65
	(p)	42,21	-	0,38	-	0,00	-	0,00
Ls	(h)	15,15	-	2,28	-	26,50	-	60,30
	(v)	6,77	2,20	-	11,86	-	26,08	-
$\Sigma$					<b>261,02</b>	<b>112,65</b>	<b>383,52</b>	<b>190,94</b>

#### Servicio:

Tipo de carga	$\gamma$	Carga [kN]	x [m]	y [m]	V [kN]	H [kN]	$M_v$ [kN/m]	$M_h$ [kN/m]
Dc		102,59	1,10	-	102,587	-	112,76	-
Ev	(a)	82,80	1,91	-	82,80	-	158,33	-
	(p)	6,77	0,30	-	6,77	-	2,03	-
Eh	(a)	57,43	-	1,52	-	57,43	-	87,10
	(p)	42,21	-	0,38	-	0,00	-	0,00
Ls	(h)	15,15	-	2,28	-	15,15	-	34,46
	(v)	6,77	2,20	-	6,77	-	14,90	-
$\Sigma$					<b>198,94</b>	<b>72,57</b>	<b>288,02</b>	<b>121,55</b>

### 3. COMPROBACIONES

3.1 Estabilidad al Volcamiento.- Es necesario verificar la excentricidad máxima:

$$e_{\max} = \frac{B}{3} = \mathbf{0,83 \text{ m}} \quad \text{donde: } e_{\max} > e$$

Posición de la resultante con respecto al eje neutro:  $x_r = \frac{M_v - M_h}{V}$

Excentricidad:  $e = \frac{B}{2} - x_r$

Tabla de resultados al volcamiento para las tres combinaciones:

Combinaciones	$x_r$	e	$e < e_{\max}$
Resistencia Ia	0,50	0,75	OK !!!
Resistencia Ib	0,74	0,51	OK !!!
Servicio	0,84	0,41	OK !!!

### 3.2 Capacidad portante del suelo.-

$$B_{eff} = B - 2 * e \quad ; \quad \sigma_{max} = \frac{V}{B_{eff}}$$

donde:

$$\sigma_{adm} = 8649,433 \text{ kN/m}^2$$

Combinaciones	V [kN]	B <sub>eff</sub>	σ <sub>max</sub>	σ <sub>max</sub> < σ <sub>adm</sub>
Resistencia Ia	193,76	1,00	193,56	OK !!!
Resistencia Ib	261,02	1,48	176,90	OK !!!
Servicio	198,94	1,67	118,87	OK !!!

3.3 Estabilidad al deslizamiento.- Para garantizar que la estructura no sufre de deslizamiento se debe comprobar que la fricción en la base sea mayor a la fuerza horizontal en la estructura, haciendo uso de las siguientes formulas:

$$R_t = V * \mu$$

Donde:

$$\mu \left\{ \begin{array}{l} \tan \phi_f = 0,73 \\ 0,60 \end{array} \right\} \quad \text{Se escoge el menor valor.}$$

La fuerza de fricción se calcula:

$$R_t = 0,80 * R_t$$

Combinaciones	V [kN]	R <sub>t</sub> [kN]	R <sub>r</sub> [kN]	H [kN]	Verificaci <sup>o</sup> n
Resistencia Ia	193,76	116,26	93,01	112,65	ERROR !!!
Resistencia Ib	261,02	156,61	125,29	112,65	OK !!!
Servicio	198,94	119,36	95,49	72,57	OK !!!

### 3.4 Dentellón:

Para reducir el deslizamiento en la estructura y este no supere el permisible se añadirá un dentellón:

Presión pasiva superior en dentellón σ<sub>ps</sub>: Calculada en la cota de la base de la fundación.

$$\sigma_{ps} = (\gamma_f * h_B) * K_p = 65,87 \text{ kN/m}^2$$

Presión pasiva inferior en dentellón  $\sigma_{pi}$ : Calculada en la cota del fondo del dentellón.

$$\sigma_{pi} = \gamma_f * (h_B + h_d) * K_p = 108,528 \text{ kN/m}^2$$

Empuje pasivo actuando sobre el dentellón  $E_p$ :

$$E_p = \left( \frac{\sigma_{ps} + \sigma_{pi}}{2} \right) * h_d = 26,16 \text{ kN/m}$$

Se analizará para la Resistencia Ia en donde falla por deslizamiento, añadiendo  $H_p$  como una fuerza que se opone al deslizamiento:

$$H_p = E_p = 26,16 \text{ kN}$$

Entonces recalculamos y verificamos por deslizamiento:

$$H \leq R_r + H_p$$

Combinaciones	V [kN]	$R_t$ [kN]	$R_r$ [kN]	H [kN]	Verificación
Resistencia Ia	193,76	116,26	119,16	112,65	OK !!!
Resistencia Ib	261,02	156,61	151,45	112,65	OK !!!
Servicio	198,94	119,36	121,65	72,57	OK !!!

### 3.5 Calculo de esfuerzos.-

a).- Caso 1.- Cuando la resultante de fuerzas están dentro del tercio central:

$$\text{Puntera: } \sigma_1 = \frac{V}{B} \left( 1 + \frac{6 * e}{B} \right) \quad \text{Talón: } \sigma_2 = \frac{V}{B} \left( 1 - \frac{6 * e}{B} \right)$$

Además se deberá verificar que el esfuerzo que genera la estructura no sobrepase al admisible:

$$\sigma_{adm} > \sigma_1$$

Combinaciones	V [kN]	e [m]	$\sigma_1$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\sigma_2$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\sigma_1$ [MPa]	$\sigma_2$ [MPa]	Verificación
Resistencia Ia	193,76	0,75	216,92	-61,91	0,22	-0,06	OK !!!
Resistencia Ib	261,02	0,51	232,76	-23,94	0,23	-0,02	OK !!!
Servicio	198,94	0,41	158,49	0,66	0,16	0,00	OK !!!

Como se puede observar en la tabla verifica pero en el talón no, usar caso 2.

b).- Caso 2: Cuando la resultante esta en o próxima al tercio central:

$$\text{Puntera: } \sigma_1 = \left( \frac{2 * V}{3 * \left( \frac{B}{2} - e \right)} \right) \quad \text{Talón: } \sigma_2 = 0$$

Combinaciones	$\sigma_1$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\sigma_2$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\sigma_1$ [MPa]	Verificación
Resistencia Ia	258,08	0,00	0,26	OK !!!
Resistencia Ib	235,86	0,00	0,24	OK !!!
Servicio	158,49	0,00	0,16	OK !!!

#### 4. VERIFICACIÓN DE LA PANTALLA:

##### 4.1 Cargas y combinaciones.-

Empuje activo en la pantalla:

$$E_{ah} = \frac{1}{2} * \gamma_{sr} * K_a * h^2 = 44,38 \text{ kN} \quad y_{Eah} = \frac{h}{3} = 1,33 \text{ m}$$

Momento flector: aplicado en la base de la pantalla.

$$M_{Eah} = E_{ah} * y_{Eah} = 59,18 \text{ kN*m}$$

Empuje debido a cargas vivas:

$$L_{sh} = (0,60 * \gamma_{sr} * K_a) * h = 13,31 \text{ kN} \quad y_{Lsh} = \frac{h}{2} = 2,00 \text{ m}$$

Momento flector: aplicado en la base de la pantalla.

$$M_{Lsh} = L_{sh} * y_{Lsh} = 26,63 \text{ kN*m}$$

Punto de aplicación de la resultante de las cargas:

$$y_{cg} = 1,58 \text{ m}$$

Combinaciones de cargas: se escoge las mas desfavorable.

$$V_u = \gamma_{Eh} * E_{ah} + \gamma_{Ls} * L_{sh} = 78,78 \text{ kN}$$

$$M_u = V_u * y_{cg} = 124,73 \text{ kN*m}$$

##### 4.2 Verificación de los esfuerzos de tracción.

Inercia:

$$I = \frac{b * h_B^3}{12} = 0,18 \text{ m}^4$$

Eje neutro del elemento:

$$c = \frac{h_B}{2} = 0,65 \text{ m} \quad \text{tanto para compresión como para tensión.}$$

Esfuerzo a la flexión:

$$f_{ca} = \frac{M_u * c}{I} = 0,44 \text{ Mpa}$$

Resistencia a la tracción del hormigón:

$$f_r = 0,62 * \sqrt{f'_c} = 2,63 \text{ Mpa}$$

Por lo tanto el esfuerzo a la flexión no debe de exceder al resistente de la pieza:

$$f_{ca} \leq f_r = 0,44 \text{ Mpa} < 1,71 \text{ Mpa} \quad \mathbf{OK !!!}$$

donde  $\phi$  es el factor reductor de capacidad = 0,65

#### 4.3 Verificación por Corte.-

$$V_n = V_c + V_s$$

$$V_r = \phi * V_n \geq V_u$$

$$V_c = 83 * \sqrt{f'_c} * b * d$$

Altura de corte efectiva:

$$d = h = 1,30 \text{ m}$$

Por lo tanto el corte  $V_c$  es:

$$V_c = 83 * \sqrt{f'_c} * b * d = 457,781 \text{ kN}$$

Se debe verificar que  $V_r$  sea mayor que  $V_u$ :

$$V_r = \phi * V_n = 297,56 \text{ kN}$$

$$V_r > V_u$$

$$297,56 > 78,78 \quad \mathbf{OK CUMPLE !!!}$$

donde  $\phi$  es el factor reductor de capacidad = 0,65

## 5. DISEÑO DE LA PUNTERA.

### 5.1 Cargas y combinaciones de cargas.-

Combinaciones	V [kN]	x [m]	$\gamma_{Ia}$	$\gamma_{Ib}$	$\gamma_{servicio}$
Dc	7,12	0,3	0,90	1,25	1,00
Evp	6,77	0,3	1,00	1,35	1,00

Nº	$V_{u1}$	$M_{u1}$	$\sigma_{max}$	$\sigma_{min}$	$\sigma_{punta}$	x	$V_{u2}$	$M_{u2}$	$V_u$	$M_u$
1	13,18	3,95	258,08	0,00	196,14	0,29	136,27	39,02	123,08	35,07
2	18,05	5,41	235,86	0,00	179,26	0,29	124,54	35,66	106,49	30,25
3	13,89	4,17	158,49	0,66	120,61	0,29	83,73	23,98	69,84	19,81

### 5.2 Verificación de los esfuerzos de tracción.

Inercia:

$$I = \frac{b * h_B^3}{12} = 0,01 \text{ m}^4$$

Eje neutro del elemento:

$$c = \frac{h_B}{2} = 0,28 \text{ m} \text{ tanto para compresión como para tensión.}$$

Esfuerzo a la flexión:

$$f_{ca} = \frac{M_u * c}{I} = 0,70 \text{ Mpa}$$

Resistencia a la tracción del hormigón:

$$f_r = 0,62 * \sqrt{f'_c} = 2,63 \text{ Mpa}$$

Por lo tanto el esfuerzo a la flexión no debe de exceder al resistente de la pieza:

$$f_{ca} \leq f_r = 0,70 \text{ Mpa} < 1,71 \text{ Mpa} \quad \mathbf{OK !!!}$$

donde  $\phi$  es el factor reductor de capacidad = 0,65

### 5.3 Verificación por Corte.-

$$V_n = V_c + V_s$$

$$V_r = \phi * V_n \geq V_u$$

$$V_c = 83 * \sqrt{f'_c} * b * d$$

Altura de corte efectiva:

$$d = h = 0,55 \text{ m}$$

Por lo tanto el corte  $V_c$  es:

$$V_c = 83 * \sqrt{f'_c} * b * d = 193,677 \text{ kN}$$

Se debe verificar que  $V_r$  sea mayor que  $V_u$ :

$$V_r = \phi * V_n = 125,89 \text{ kN}$$

$$V_r > V_u$$

$$125,89 > 123,08 \quad \text{OK CUMPLE !!!}$$

donde  $\phi$  es el factor reductor de capacidad = 0,65

## 6. DISEÑO DE TALÓN.

6.1 Cargas y combinaciones de cargas.-

Combinaciones	V [kN]	x [m]	$\gamma_{Ia}$	$\gamma_{Ib}$	$\gamma_{servicio}$
Dc	7,12	0,30	0,90	1,25	1,00
Eva	82,80	0,30	1,00	1,35	1,00
Lsv	6,77	0,30	1,75	1,75	1,00

Nº	$V_{u1}$	$M_{u1}$	$\sigma_{max}$	$\sigma_{min}$	$\sigma_{talón}$	x	$V_{u2}$	$M_{u2}$	$V_u$	$M_u$
1	101,07	30,32	258,08	0,00	61,94	0,20	18,58	3,72	82,48	26,60
2	132,54	39,76	235,86	0,00	56,61	0,20	16,98	3,40	115,56	36,37
3	96,70	29,01	158,49	0,66	38,54	0,20	11,76	2,39	84,94	26,62

6.2 Verificación de los esfuerzos de tracción.

Inercia:

$$I = \frac{b * h_B^3}{12} = 0,01 \text{ m}^4$$

Eje neutro del elemento:

$$c = \frac{h_B}{2} = 0,28 \text{ m} \quad \text{tanto para compresión como para tensión.}$$

Esfuerzo a la flexión:

$$f_{ca} = \frac{M_u * c}{I} = 0,72 \text{ Mpa}$$

Resistencia a la tracción del hormigón:

$$f_r = 0,62 * \sqrt{f'_c} = 2,63 \text{ N/m}^2$$

Por lo tanto el esfuerzo a la flexión no debe de exceder al resistente de la pieza:

$$f_{ca} \leq f_r = 0,72 \text{ Mpa} < 1,71 \text{ Mpa} \quad \mathbf{OK !!!}$$

donde  $\phi$  es el factor reductor de capacidad = 0,65

### 6.3 Verificación por Corte.-

$$V_n = V_c + V_s$$

$$V_r = \phi * V_n \geq V_u$$

$$V_c = 83 * \sqrt{f'_c} * b * d$$

Altura de corte efectiva:

$$d = h = 0,55 \text{ m}$$

Por lo tanto el corte  $V_c$  es:

$$V_c = 83 * \sqrt{f'_c} * b * d = \mathbf{193,677 \text{ kN}}$$

Se debe verificar que  $V_r$  sea mayor que  $V_u$ :

$$V_r = \phi * V_n = \mathbf{125,89 \text{ kN}}$$

$$V_r > V_u$$

$$125,89 > 115,56 \quad \mathbf{OK CUMPLE !!!}$$

donde  $\phi$  es el factor reductor de capacidad = 0,65

Volumen de hormigón por cada metro:

$$\mathbf{Vol. H^\circ = 4,76 \text{ m}^3}$$

## MURO EN VOLADIZO

Muro ubicado entre las progresivas: 0+590,00 y 0+610,90.

Pantalla que compone al muro # 1.

### 1. DIMENSIONAMIENTO

#### 1.1 Datos.

SUELO DE RELLENO					
Peso esp.:	$\gamma_{sr}$	=	1919,00	kg/m <sup>3</sup>	18,82 kN/m <sup>3</sup>
Ángulo de fricción interna del relleno:	$\phi_r$	=	33	°	-
			0,58	rad	-
Ángulo del relleno con la horizontal (talud):	$\beta$	=	0,00	°	-
			0,00	rad	-
SUELO DE FUNDACIÓN					
Peso esp.:	$\gamma_{sf}$	=	2250,00	kg/m <sup>3</sup>	22,06 kN/m <sup>3</sup>
Ángulo de fricción interna de la fundación:	$\phi_f$	=	36	°	-
			0,63	rad	-
Res. adm. del suelo:	$\sigma_{adm}$	=	112,60	kg/cm <sup>2</sup>	11042,2 kN/m <sup>2</sup>
Cohesión del suelo fund.:	c	=	0,00	kg/cm <sup>2</sup>	0 kN/cm <sup>2</sup>
MATERIALES					
Peso esp. del H°:	$\gamma_h$	=	2400	kg/m <sup>3</sup>	23,54 kN/m <sup>3</sup>
Res. del hormigón:	$f'_c$	=	210	kg/cm <sup>2</sup>	21000 kN/m <sup>2</sup>
Resistencia del acero:	$f_y$	=	4200	kg/cm <sup>2</sup>	420000 kN/m <sup>2</sup>

#### 1.2 Pre-dimensionamiento.

Ancho de zapata:

$$0,40 * H < B < 0,7 * H$$

$$\mathbf{3,30 \text{ m} < B < 5,78 \text{ m}}$$

Longitud de la puntera:

$$\frac{B}{3} = \mathbf{1,67 \text{ m}}$$

Espesor inferior de la pantalla: valores a tomar entre H/12 y H/10.

$$H/12 = \mathbf{0,69 \text{ m}}$$

$$H/10 = \mathbf{0,83 \text{ m}}$$

Espesor superior de la pantalla: valores a tomar entre 0,20 m y 0,30 m.

$$H/24 = \mathbf{0,34 \text{ m}}$$

Altura de la zapara: valores a tomar entre H/12 y H/10.

$$H/12 = \mathbf{0,69 \text{ m}}$$

$$H/10 = \mathbf{0,83 \text{ m}}$$

#### 1.3 Dimensionamiento.

Tomando en cuenta los valores estimados en el predimensionamiento para cada parte del muro, estimar sus valores en la siguiente recuadro:

<b>ALTURA TOTAL</b>
---------------------

Altura total :	H	=	8,25	m	27,07	in
<b>PANTALLA</b>						
Altura pantalla :	h	=	7,50	m	24,61	in
Base triangular izquierdo :	b <sub>i</sub>	=	0,00	m	0,00	in
Base triangular derecho :	b <sub>d</sub>	=	0,45	m	1,48	in
Espesor superior :	a	=	0,30	m	0,98	in
<b>ZAPATA</b>						
Altura zapata :	h <sub>B</sub>	=	0,75	m	2,46	in
Base total	B	=	5,00	m	16,40	in
Longitud puntera :	L <sub>p</sub>	=	1,25	m	4,10	in
Longitud talón :	L <sub>t</sub>	=	3,00	m	9,84	in
<b>BORDILLO SUPERIOR</b>						
Ancho :	a <sub>p</sub>	=	0,30	m	0,98	in
Alto :	h <sub>p</sub>	=	0,20	m	0,66	in
<b>DENTELLÓN</b>						
Ancho :	a <sub>d</sub>	=	0,00	m	0,00	in
Alto :	h <sub>d</sub>	=	0,00	m	0,00	in

A continuación la figura 1 nos ayuda a visualizar la forma del muro diseñado, en la figura 2 es el seccionado que se realizó al muro y con la cual se trabajó en la planilla:

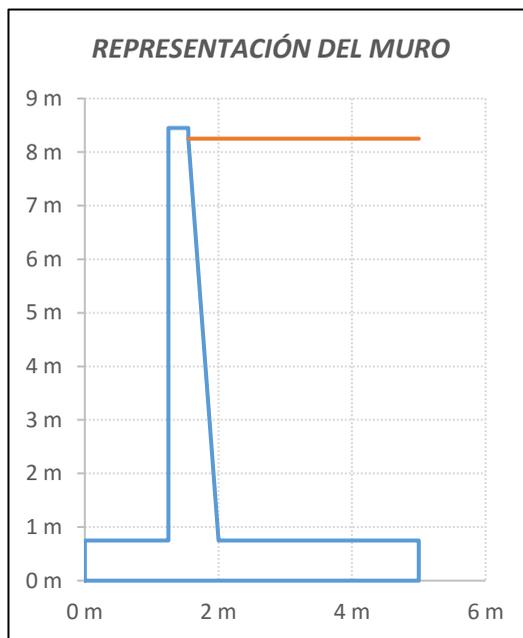


Figura 1: Esquema muro.

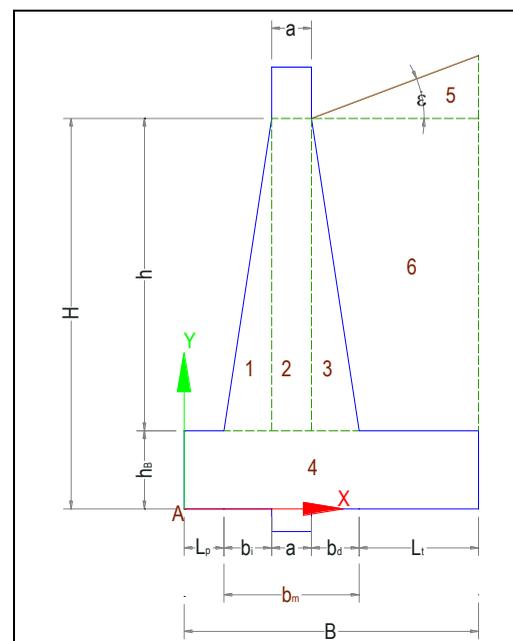
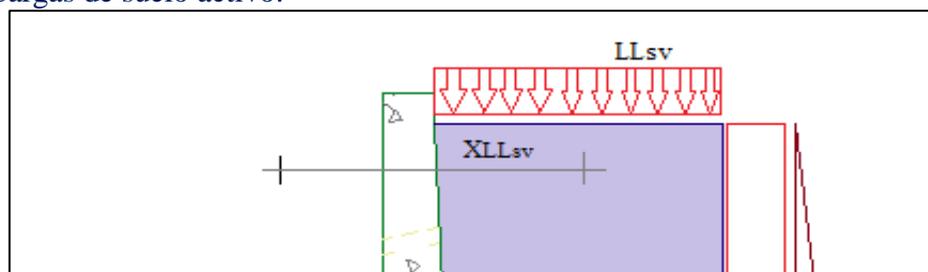


Figura 2: Esquema de sub divisiones.

## 2. CÁLCULOS INICIALES

### 2.1 Cargas de suelo activo:



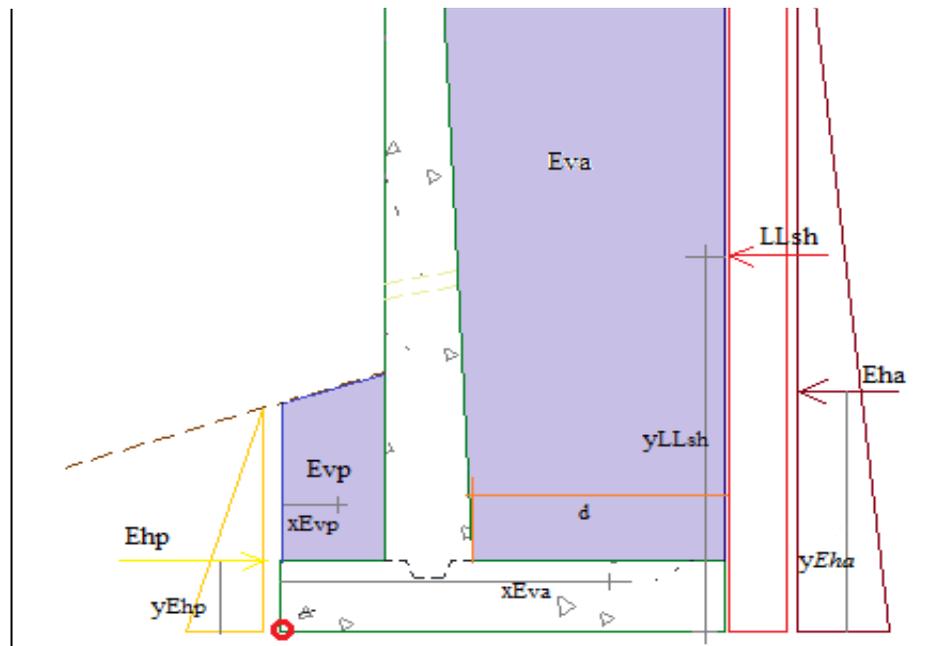


Figura 3: Esquema de cargas actuantes.

Coefficiente de empuje activo:  $K_a$  (Según Rankine)

$$K_a = \frac{1 - \sin(\phi)}{1 + \sin(\phi)} = \tan^2 \left( 45 - \frac{\phi_{rp}}{2} \right)$$

$$K_a = 0,29$$

Empuje activo:

Empuje activo horizontal:

$$E_{ah} = \frac{1}{2} * \gamma_{sr} * K_a * H^2 = 188,80 \text{ kN}$$

$$y_{Eah} = \frac{H}{3} = 2,75 \text{ m}$$

Empuje activo vertical:

$$E_{av} = \gamma_{sr} * A = \gamma_{sr} * \left( (L_t * h) + \left( h * \frac{b_d}{2} \right) \right) = 455,18 \text{ kN}$$

Para el calculo del centro de gravedad del empuje vert

SECC.	ÁREA (A)	Centro de Gravedad			
		X	Y	X*A	Y*A
6	22,50	3,50	4,50	78,75	101,25
6,1	1,69	1,85	5,75	3,12	9,70
<b>TOTAL</b>	<b>24,19</b>			<b>81,87</b>	<b>110,95</b>

$$x_{Eva} = \text{dis. del centro de gravedad} = 3,38 \text{ m}$$

## 2.2 Cargas de suelo pasivo:

Coefficiente de empuje pasivo:  $K_p$  (Según Rankine)

$$K_p = \frac{1 + \sin(\phi)}{1 - \sin(\phi)} = \tan^2 \left( 45 + \frac{\phi_{rp}}{2} \right)$$

$$K_p = 3,39$$

Empuje pasivo:

Empuje pasivo horizontal:

$$E_{ph} = \frac{1}{2} * \gamma_{sr} * K_a * H^2 = 58,1705 \text{ kN}$$

$$y_{Ehp} = \frac{H}{3} = 0,45 \text{ m}$$

Empuje pasivo vertical:

$$E_{av} = \gamma_{sr} * A = \gamma_{sr} * L_p * 0,60 = 14,11 \text{ kN}$$

$$x_{Eva} = \frac{L_p}{2} = 0,63 \text{ m}$$

## 2.3 Cargas externas:

Carga viva.- Esta carga se puede expresar:

$$LL_s = 2ft * \gamma_s = 0,60 * \gamma_s$$

Siendo 0,60 la profundidad equivalente a la carga que produce el vehículo. Esta carga se puede descomponer en vertical y horizontal:

Carga viva horizontal:

$$L_{sh} = (0,60 * \gamma_{sr} * K_a) * H = 27,46 \text{ kN}$$

$$y_{Lsh} = \frac{H}{2} = 4,13 \text{ m}$$

Carga viva vertical:

$$L_{sv} = (0,60 * \gamma_{sr} * L_t) = 33,87 \text{ kN}$$

$$x_{Lsv} = B - \frac{L_t}{2} = 3,50 \text{ m}$$

## 2.4 Cargas de peso propio:

SECC.	ÁREA (A)	PESO: pp (kN/m)	CENTRO DE GRAVEDAD			
			X	Y	X*A	Y*A
1	0,00	0,00	1,25	3,25	0,00	0,00
2	2,25	52,96	1,40	4,50	3,15	10,13
3	1,69	39,72	1,70	3,25	2,87	5,48
4	3,75	88,26	2,50	0,38	9,38	1,41
Bordillo	0,06	1,41	1,40	8,35	0,08	0,50
Dentellón	0,00	0,00	1,25	0,00	0,00	0,00
<b>TOTAL</b>	<b>7,75</b>	<b>182,34</b>			<b>15,48</b>	<b>17,52</b>

Xcg =	2,00	m
Ycg =	2,26	m

Factores y combinaciones de carga:

	$\gamma_{Dc}$	$\gamma_{Ev}$	$\gamma_{Ls}$	$\gamma_{Eh}$
Resistencia Ia	0,90	1,00	1,75	1,50
Resistencia Ib	1,25	1,35	1,75	1,50
Servicio	1,00	1,00	1,00	1,00

(volcamiento, deslizamiento)  
(cap. Portante rotura)  
(cap. Portante admisible)

Los factores fueron extraídos de la tabla 3.4.1-1 de la norma AASHTO LRFD 2017.

### Resistencia Ia:

Tipo de carga	$\gamma$	Carga [kN]	x [m]	y [m]	V [kN]	H [kN]	$M_v$ [kN/m]	$M_h$ [kN/m]
Dc	0,90	182,34	2,00	-	164,11	-	327,85	-
Ev	(a)	455,18	3,38	-	455,18	-	1540,74	-
	(p)	14,11	0,63	-	14,11	-	8,82	-
Eh	(a)	188,80	-	2,75	-	283,20	-	778,80
	(p)	58,17	-	0,45	-	0,00	-	0,00
Ls	(h)	27,46	-	4,13	-	48,06	-	198,24
	(v)	33,87	3,50	-	59,28	-	207,48	-
$\Sigma$					<b>692,69</b>	<b>331,26</b>	<b>2084,89</b>	<b>977,04</b>

Donde (a), (p), (h) y (v) corresponde a los valores de cargas activa, pasiva, horizontal y vertical respectivamente.

### Resistencia Ib:

Tipo de carga	$\gamma$	Carga [kN]	x [m]	y [m]	V [kN]	H [kN]	$M_v$ [kN/m]	$M_h$ [kN/m]
Dc	1,25	182,34	2,00	-	227,93	-	455,35	-
Ev	(a)	455,18	3,38	-	614,50	-	2080,00	-
	(p)	14,11	0,63	-	19,05	-	11,91	-
Eh	(a)	188,80	-	2,75	-	283,20	-	778,80
	(p)	58,17	-	0,45	-	0,00	-	0,00

Ls	(h)	1,75	27,46	-	4,13	-	48,06	-	198,24
	(v)	1,75	33,87	3,50		59,28		207,48	
$\Sigma$						<b>920,76</b>	<b>331,26</b>	<b>2754,74</b>	<b>977,04</b>

**Servicio:**

Tipo de carga		$\gamma$	Carga [kN]	x [m]	y [m]	V [kN]	H [kN]	$M_v$ [kN/m]	$M_h$ [kN/m]
Dc		1,00	182,34	2,00	-	182,344	-	364,28	-
Ev	(a)	1,00	455,18	3,38	-	455,18	-	1540,74	-
	(p)	1,00	14,11	0,63	-	14,11	-	8,82	-
Eh	(a)	1,00	188,80	-	2,75	-	188,80	-	519,20
	(p)	0,00	58,17	-	0,45	-	0,00	-	0,00
Ls	(h)	1,00	27,46	-	4,13	-	27,46	-	113,28
	(v)	1,00	33,87	3,50	-	33,87	-	118,56	-
$\Sigma$						<b>685,51</b>	<b>216,26</b>	<b>2032,40</b>	<b>632,48</b>

### 3. COMPROBACIONES

3.1 Estabilidad al Volcamiento.- Es necesario verificar la excentricidad máxima:

$$e_{m\acute{a}x} = \frac{B}{3} = \mathbf{1,67 \text{ m}} \quad \text{donde:} \quad e_{m\acute{a}x} > e$$

Posición de la resultante con respecto al eje neutro:  $x_r = \frac{M_v - M_h}{V}$

Excentricidad:  $e = \frac{B}{2} - x_r$

Tabla de resultados al volcamiento para las tres combinaciones:

Combinaciones	$x_r$	e	$e < e_{m\acute{a}x}$
Resistencia Ia	1,60	0,90	OK !!!
Resistencia Ib	1,93	0,57	OK !!!
Servicio	2,04	0,46	OK !!!

3.2 Capacidad portante del suelo.-

$$B_{eff} = B - 2 * e \quad ; \quad \sigma_{max} = \frac{V}{B_{eff}}$$

donde:

$$\sigma_{adm} = 11042,25 \text{ kN/m}^2$$

Combinaciones	V [kN]	$B_{eff}$	$\sigma_{max}$	$\sigma_{max} < \sigma_{adm}$
Resistencia Ia	692,69	3,20	216,55	OK !!!
Resistencia Ib	920,76	3,86	238,45	OK !!!
Servicio	685,51	4,08	167,84	OK !!!

3.3 Estabilidad al deslizamiento.- Para garantizar que la estructura no sufra de deslizamiento se debe comprobar que la fricción en la base sea mayor a la fuerza horizontal en la estructura, haciendo uso de las siguientes formulas:

$$R_t = V * \mu$$

Donde:

$$\mu \left\{ \begin{array}{l} \tan \phi_f = 0,73 \\ 0,60 \end{array} \right\} \quad \text{Se escoge el menor valor.}$$

La fuerza de fricción se calcula:

$$R_r = 0,80 * R_t$$

Combinaciones	V [kN]	R <sub>t</sub> [kN]	R <sub>r</sub> [kN]	H [kN]	Verificación
Resistencia Ia	692,69	415,61	332,49	331,26	OK !!!
Resistencia Ib	920,76	552,46	441,96	331,26	OK !!!
Servicio	685,51	411,31	329,05	216,26	OK !!!

3.4 Calculo de esfuerzos.-

a).- Caso 1.- Cuando la resultante de fuerzas están dentro del tercio central:

$$\text{Puntera: } \sigma_1 = \frac{V}{B} \left( 1 + \frac{6 * e}{B} \right) \quad \text{Talón: } \sigma_2 = \frac{V}{B} \left( 1 - \frac{6 * e}{B} \right)$$

Además se deberá verificar que el esfuerzo que genera la estructura no sobrepase al admisible:

$$\sigma_{adm} > \sigma_1$$

Combinaciones	V [kN]	e [m]	σ <sub>1</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	σ <sub>2</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	σ <sub>1</sub> [MPa]	σ <sub>2</sub> [MPa]	Verificación
Resistencia Ia	692,69	0,90	288,26	-11,19	0,29	-0,01	OK !!!
Resistencia Ib	920,76	0,57	309,96	58,34	0,31	0,06	OK !!!
Servicio	685,51	0,46	212,43	61,78	0,21	0,06	OK !!!

Como se puede observar en la tabla verifica pero en el talón no, usar caso 2.

b).- Caso 2: Cuando la resultante esta en o próxima al tercio central:

$$\text{Puntera: } \sigma_1 = \left( \frac{2 * V}{3 * \left( \frac{B}{2} - e \right)} \right) \quad \text{Talón: } \sigma_2 = 0$$

Combinaciones	σ <sub>1</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	σ <sub>2</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	σ <sub>1</sub> [MPa]	Verificación
Resistencia Ia	288,73	0,00	0,29	OK !!!
Resistencia Ib	317,94	0,00	0,32	OK !!!

Servicio	223,79	0,00	0,22	OK !!!
----------	--------	------	------	--------

#### 4. DISEÑO DE TALÓN.

##### 4.1 Cargas y combinaciones de cargas.-

Combinaciones	V [kN]	x [m]	$\gamma_{Ia}$	$\gamma_{Ib}$	$\gamma_{servicio}$
Dc	52,96	1,50	0,90	1,25	1,00
Eva	455,18	1,50	1,00	1,35	1,00
Lsv	33,87	1,50	1,75	1,75	1,00

Nº	$V_{u1}$	$M_{u1}$	$\sigma_{max}$	$\sigma_{min}$	$\sigma_{talón}$	x	$V_{u2}$	$M_{u2}$	$V_u$	$M_u$
1	562,12	843,18	288,73	0,00	173,24	1,00	259,86	259,86	302,26	583,32
2	739,97	1110,0	317,94	0,00	190,76	1,00	286,14	286,14	453,83	823,81
3	542,01	813,02	223,79	0,00	134,27	1,00	201,41	201,41	340,60	611,61

La figura siguiente nos muestra los esfuerzos generados en la fundación:

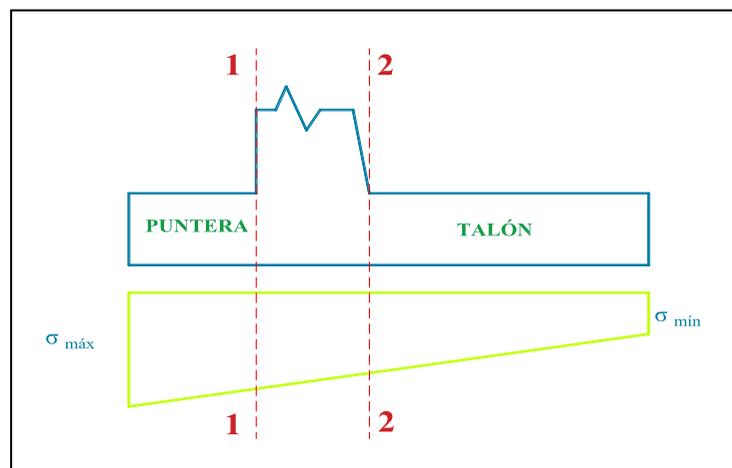


Figura 4: Esfuerzos máximos y mínimos.

$M_u$	823,81	kN*m
$d_c$	0,05	m
$d$	0,70	m
$b$	1,00	m
$f'_c$	21000	kN/m <sup>2</sup>
$f_y$	420000	kN/m <sup>2</sup>
$\phi_f$	36	°

Profundidad del bloque rectangular equivalente:

$$a = d * \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{M_u}{f'_c * b * d^2 * 0,425 * 0,9}} \right) = 0,08 \text{ m}$$

Acero necesario:

$$A_s = \frac{0,85 * f'_c * b * a}{f_y} = 0,003 \text{ m}^2 = 32,96 \text{ cm}^2 \text{ requerido}$$

Utilizando varillas de  $\phi$  25 mm ,la separación será 15,04 cm

Es recomendable que el espaciamiento entre las barras sea entre 15 y 20 cm:

$$s = 0,15 \text{ m}$$

Acero provisto: **32,72 cm<sup>2</sup>**

Recalculamos Mu:

$$A_s * f_y = 0.85 * f'_c * b * a$$

$$a = 0,08 \text{ m}$$

momento nominal:

$$M_n = A_s * f_y * \left(d - \frac{a}{2}\right) = 909,20 \text{ kN*m}$$

$$M_u = \phi * M_n = 818,28 \text{ kN*m}$$

Verificación del momento mínimo.

$$M_{u \min} = \left\{ \begin{array}{l} M_u * 1,3 = 1095,67 \text{ kN*m} \\ \lambda_1 * \lambda_3 * M_{cr} = 290,15 \text{ kN*m} \end{array} \right\} \quad M_{u \min} = 290,15 \text{ kN*m}$$

$$\lambda_1 = 1,60$$

$$\lambda_3 = 0,67$$

$$F_{cr} = 0,63 * \sqrt{f'_c} = 2,89$$

$$M_{cr} = F_{cr} * \frac{b * h_B^2}{6} = 0,27 \text{ MPa}$$

Profundidad del bloque rectangular equivalente:

$$a = d * \left(1 - \sqrt{1 - \frac{M_{u \min}}{f'_c * b * d^2 * 0,425 * 0,9}}\right) = 0,03 \text{ m}$$

Acero mínimo:

$$A_{s \min} = \frac{0.85 * f'_c * b * a}{f_y} = 0,001 \text{ m}^2 = 11,18 \text{ cm}^2$$

Se debe usar el mayor valor entre el As y el Asmin:

$$A_{s \min} > A_s$$

$$11,18 < 32,72 \quad \text{se usará: } \mathbf{32,72 \text{ cm}^2}$$

**USAR:  $\phi$  25 mm c/ 15 cm**

#### 4.2 Verificación por fluencia.-

$$e_{t1} = \left( \frac{d' - c}{c} \right) * e_c$$

Donde:

$$\beta = 0,85$$

$$e_c = 0,003 \quad \text{deformación unitaria del concreto en la rotura.}$$

$$d' = h - r_c - \frac{\phi}{2} = 0,69 \text{ cm}$$

$$c = \frac{a}{\beta} = 0,09059$$

$$e_{t1} = \left( \frac{d' - c}{c} \right) * e_c = 0,02$$

$$\text{Si: } e_{t1} = 0,02 > 0,01 \quad \text{OK SECCIÓN DÚCTIL!!!}$$

#### 4.2 Verificación por corte.-

$$V_n = V_c + V_s + V_p$$

Donde:  $V_s$  es la cortante que resiste el acero y  $V_p$  es la componente de fuerza de pretensado, ambos no serán tomados en cuenta en ninguna verificación de corte, ya que se busca verificar si el hormigón por si solo puede resistir la cortante.

Para se procede al cálculo de  $V_c$ , donde:

$$\beta = 2,00$$

$$V_c = 83 * \beta * \sqrt{f'_c} * b * d = 532,50 \text{ kN}$$

$$\text{Si } \phi = 0,90 \text{ , entonces: } V_r = \phi * V_n \geq V_u$$

$$V_r = \phi * V_n = 479,25 \text{ kN} > 453,83 \text{ kN} \quad \text{OK CUMPLE!!!}$$

## 5. DISEÑO DE LA PUNTERA.

### 5.1 Cargas y combinaciones de cargas.-

Combinaciones	V [kN]	x [m]	$\gamma_{Ia}$	$\gamma_{Ib}$	$\gamma_{servicio}$
Dc	22,06	0,63	0,90	1,25	1,00
Evp	14,11	0,63	1,00	1,35	1,00

Nº	$V_{u1}$	$M_{u1}$	$\sigma_{max}$	$\sigma_{min}$	$\sigma_{punta}$	x	$V_{u2}$	$M_{u2}$	$V_u$	$M_u$
1	33,97	21,23	288,73	0,00	216,55	0,60	315,80	187,98	281,83	166,75
2	46,64	29,15	317,94	0,00	238,45	0,60	347,75	206,99	301,11	177,84
3	36,18	22,61	223,79	0,00	167,84	0,60	244,77	145,70	208,59	123,08

$M_u$	177,84	kN*m
$d_c$	0,05	m
d	0,70	m
b	1,00	m
$f'_c$	21000	kN/m <sup>2</sup>
$f_y$	420000	kN/m <sup>2</sup>
$\phi_f$	36	°

Momento ultimo en la puntera.  
recubrimiento lateral.

Profundidad del bloque rectangular equivalente:

$$a = d * \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{M_u}{f'_c * b * d^2 * 0,425 * 0,9}} \right) = 0,02 \text{ m}$$

Acero necesario:

$$A_s = \frac{0,85 * f'_c * b * a}{f_y} = 0,001 \text{ m}^2 = \mathbf{6,80 \text{ cm}^2} \text{ requerido}$$

Utilizando varillas de  $\phi$  **16** mm ,la separación será 22,15 cm

Es recomendable que el espaciamiento entre las barras sea entre 15 y 20 cm:

$$s = \mathbf{0,20} \text{ m}$$

Acero provisto: **10,05 cm<sup>2</sup>**

Recalculamos  $M_u$ :

$$A_s * f_y = 0,85 * f'_c * b * a$$

$$a = 0,02 \text{ m}$$

momento nominal:

$$M_n = A_s * f_y * \left( d - \frac{a}{2} \right) = 290,567 \text{ kN*m}$$

$$M_u = \phi * M_n = 261,51 \text{ kN*m}$$

Verificación del momento mínimo.

$$M_{u_{min}} = \left[ \begin{array}{l} M_u * 1,3 = 236,53 \text{ kN*m} \\ \lambda_1 * \lambda_3 * M_{cr} = 17054,12 \text{ kN*m} \end{array} \right] \quad M_{u_{min}} = 236,53 \text{ kN*m}$$

$$\lambda_1 = 1,60$$

$$\lambda_3 = 0,67$$

$$F_{cr} = 0,63 * \sqrt{f'_c} = 2,89$$

$$M_{cr} = F_{cr} * \frac{b * h_B^2}{6} = 15,91 \text{ MPa} \quad \text{Momento de fisuración.}$$

Profundidad del bloque rectangular equivalente:

$$a = d * \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{M_{u_{min}}}{f'_c * b * d^2 * 0,425 * 0,9}} \right) = 0,02 \text{ m}$$

Acero mínimo:

$$A_{s_{min}} = \frac{0,85 * f'_c * b * a}{f_y} = 0,001 \text{ m}^2 = 9,08 \text{ cm}^2$$

Se debe usar el mayor valor entre el  $A_s$  y el  $A_{s_{min}}$ :

$$A_{s_{min}} > A_s$$

$$9,08 < 10,05 \quad \text{se usará: } 10,05 \text{ cm}^2$$

**USAR:  $\phi$  16 mm c/ 20 cm**

5.2 Cálculo de armadura de temperatura.-

$$A_{s_t} = \frac{7500 * B * h_B}{2 * (B * h_B) * f_y} = 5,82 \text{ cm}^2$$

Utilizando varillas de  $\phi$  12 mm, la separación será 19,42 cm

Es recomendable que el espaciamiento entre las barras sea entre 15 y 20 cm:

$$s = 0,15 \text{ m}$$

Acero provisto: 7,54 cm<sup>2</sup>

**USAR:  $\phi$  12 mm c/ 15 cm**

4.2 Verificación por fluencia.-

$$\rho - \left( \frac{d' - c}{s} \right) * \rho$$

$$e_{t1} = \left( \frac{d' - c}{c} \right) * e_c$$

Donde:

$$\beta = 0,85$$

$$e_c = 0,003 \quad \text{deformación unitaria del concreto en la rotura.}$$

$$d' = h - r_c - \frac{\phi}{2} = 0,69 \text{ cm}$$

$$c = \frac{a}{\beta} = 0,03$$

$$e_{t1} = \left( \frac{d' - c}{c} \right) * e_c = 0,07$$

$$\text{Si: } e_{t1} = 0,07 > 0,01 \quad \text{OK SECCIÓN DÚCTIL!!!}$$

4.2 Verificación por corte.-

$$V_n = V_c + V_s + V_p$$

Vs y Vp no se tomaran en cuenta como en la anterior verificación de corte.

Para se procede al cálculo de Vc, donde:

$$\beta = 2,00$$

$$V_c = 83 * \beta * \sqrt{f'_c} * b * d = 532,50 \text{ kN}$$

$$\text{Si } \phi = 0,90 \text{ , entonces: } V_r = \phi * V_n \geq V_u$$

$$V_r = \phi * V_n = 479,25 \text{ kN} > 301,11 \text{ kN} \quad \text{OK CUMPLE!!!}$$

## 6. DISEÑO DE LA PANTALLA.

6.1 Cargas y combinaciones.-

Empuje activo en la pantalla:

$$E_{ah} = \frac{1}{2} * \gamma_{sr} * K_a * h^2 = 156,03 \text{ kN} \quad y_{Eah} = \frac{h}{3} = 2,50 \text{ m}$$

Momento flector: aplicado en la base de la pantalla.

$$M_{Eah} = E_{ah} * y_{Eha} = 390,08 \text{ kN*m}$$

Empuje debido a cargas vivas:

$$L_{sh} = (0,60 * \gamma_{sr} * K_a) * h = 24,97 \text{ kN} \quad y_{Lsh} = \frac{h}{2} = 3,75$$

Momento flector: aplicado en la base de la pantalla.

$$M_{Lsh} = L_{sh} * y_{Lsh} = 93,62 \text{ kN*m}$$

Punto de aplicación de la resultante de las cargas:

$$y_{cg} = 2,80 \text{ m}$$

Combinaciones de cargas: se escoge las mas desfavorable.

$$V_u = \gamma_{Eh} * E_{ah} + \gamma_{Ls} * L_{sh} = 277,738 \text{ kN}$$

$$M_u = V_u * y_{cg} = 748,96 \text{ kN*m}$$

## 5.2 Diseño a flexión.-

Sin factorar:

Factorando:

Carga	Resistencia Ia		Resistencia Ib		
	V	M	$\gamma$	V	M
Eha	156,03	390,08	1,50	234,05	585,12
Lsh	24,97	93,62	1,75	43,69	163,83
$\Sigma$	181,00	483,70		277,74	748,96

En las tablas anteriores se uso los valores factorados en lugar de los de sin factorar ya que son los mas desfavorables. Y entre valores de la Resistencia Ia y Resistencia Ib son los mismos debido a que los factores son iguales.

Mu	748,96	kN*m
d <sub>c</sub>	0,05	m
h	0,75	m
d	0,70	m
b	1,00	m
f' <sub>c</sub>	21000	kN/m <sup>2</sup>
f <sub>y</sub>	420000	kN/m <sup>2</sup>
$\phi$	0,90	adm
Es	200000	Mpa

Profundidad del bloque rectangular equivalente:

$$a = d * \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{M_u}{f'_c * b * d^2 * 0,425 * 0,9}} \right) = 0,07 \text{ m}$$

Acero necesario:

$$A_s = \frac{0,85 * f'_c * b * a}{f_y} = 0,003 \text{ m}^2 = 29,80 \text{ cm}^2 \text{ requerido}$$

Utilizando varillas de  $\phi$  25 mm ,la separación será 16,47 cm

Es recomendable que el espaciamiento entre las barras sea entre 15 y 20 cm:

$$s = 0,15 \text{ m}$$

Acero provisto: **32,72 cm<sup>2</sup>**

Verificación del momento mínimo.

$$M_{u_{min}} = \left\{ \begin{array}{l} M_u * 1,3 = 996,11 \text{ kN*m} \\ \lambda_1 * \lambda_3 * M_{cr} = 290,15 \text{ kN*m} \end{array} \right\} \quad M_{u_{min}} = 290,15 \text{ kN*m}$$

$$\lambda_1 = 1,60$$

$$\lambda_3 = 0,67$$

$$F_{cr} = 0,63 * \sqrt{f'_c} = 2,89$$

$$M_{cr} = F_{cr} * \frac{b * h_B^2}{6} = 0,27 \text{ MPa} \quad \text{Momento de fisuración.}$$

Profundidad del bloque rectangular equivalente:

$$a = d * \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{M_{u_{min}}}{f'_c * b * d^2 * 0,425 * 0,9}} \right) = 0,03 \text{ m}$$

Acero mínimo:

$$A_{s_{min}} = \frac{0,85 * f'_c * b * a}{f_y} = 0,001 \text{ m}^2 = 11,18 \text{ cm}^2$$

Se debe usar el mayor valor entre el  $A_s$  y el  $A_{s_{min}}$ :

$$A_{s_{min}} > A_s$$

$$11,18 < 32,72 \quad \text{se usará: } \mathbf{32,72 \text{ cm}^2}$$

**USAR:  $\phi$  25 mm c/ 15 cm**

## 6.2 Verificación por Fluencia.-

Tención en las barras de acero.

$$\text{Servicio I: } M_s = A_s * f_s * \left( d - \frac{x}{3} \right)$$

$$\text{Tenciones Admisibles: } \frac{b * x^2}{2} = A_s * n * (d - x)$$

donde:

$$n = \frac{E_s}{E_c} = \frac{E_s}{0,043 * \gamma_h^{1,5} * \sqrt{f'_c}} = 8,63$$

despejando x:

$$\frac{b * x^2}{2} = A_s * n * (d - x) \quad x = 0,17 \quad J = d - \frac{x}{3} = 0,64$$

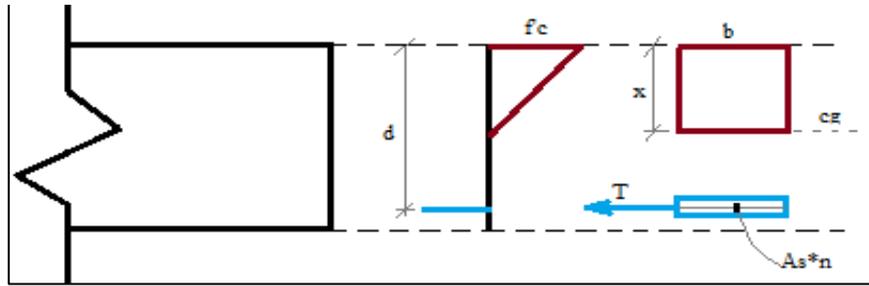


Figura 5: Esfuerzo-deformación.

Momento en estado limite de servicio:

$$M_{servicio} = 1 * M_{Eah} + 1 * M_{Lsh} = 483,70 \text{ kN*m}$$

$$f_s = \frac{M_s}{A_s * J} = 229922,7 \text{ kN/m}^2 = 229,923 \text{ Mpa}$$

$$f_{sa} = 0,60 * f_y = 252,00 \text{ Mpa}$$

Se debe cumplir que:

$$f_s < f_{sa}$$

$$229,923 < 252,00 \quad \text{OK CUMPLE !!!}$$

### 6.3 Verificación por Corte.-

$$V_n = V_c + V_s$$

$$V_r = \phi * V_n \geq V_u$$

$$V_c = 83 * \beta * \sqrt{f'_c} * b * d_v$$

Altura de corte efectiva:

$$d_v = h - r_c - \frac{\phi}{2} - \frac{a}{2} = 0,65 \text{ m}$$

donde  $\phi$  es el diámetro de la barra de acero.

Cálculo de la deformación del acero:

$$\xi_s = \frac{\left(\frac{M_u}{d_v}\right) + V_u}{\frac{E_s * A_s}{10}} = 0,002$$

$$S_{xe} = d_v * \frac{0,035}{a_g + 0,016} = 0,63 \text{ m}$$

donde  $a_g$  es el tamaño del agregado igual a 2 cm.

Cálculo del factor de transmisión de tracción del hormigón:

$$1,0 \quad 1,2054$$

$$\beta = \frac{4,8}{1 + 750 * \xi_s} * \frac{1,2954}{0,9906 + S_{xe}} = 1,45$$

Por lo tanto el corte  $V_c$  es:

$$V_c = 83 * \beta * \sqrt{f'_c} * b * d_v = 360,562 \text{ kN}$$

Se debe verificar que  $V_r$  sea mayor que  $V_u$ :

$$V_r = \phi * V_n = 324,51 \text{ kN}$$

$$V_r > V_u$$

$$324,51 > 277,74 \quad \text{OK CUMPLE !!!}$$

6.4 Armadura por temperatura.-

$$A_{st} = \frac{7500 * h * b}{2 * (b + h) * f_y}$$

Donde:  $h$  es la altura de la pantalla y  $b$  la base dela pantalla.

Por lo tanto, el acero por temperatura es:

$$A_{st} = \frac{7500 * h * b}{2 * (b + h) * f_y} = 6,09 \text{ cm}^2$$

Utilizando varillas de  $\phi$  12 mm ,la separación será 19 cm

Es recomendable que el espaciamiento entre las barras sea entre 15 y 20 cm:

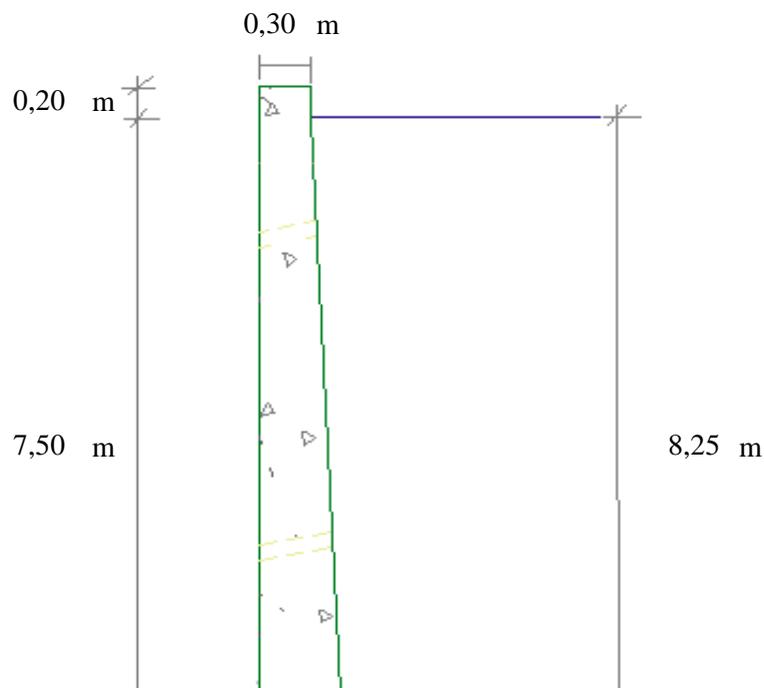
$$s = 0,15 \text{ m}$$

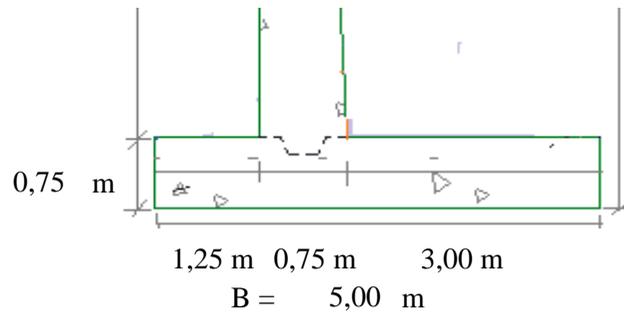
Acero provisto: 7,54 cm<sup>2</sup>

**USAR:  $\phi$  12 mm c/ 15 cm**

## 7. ESQUEMA DEL MURO.

7.1 Esquema de dimensiones.-





7.2 Esquema de doblado.-

Cálculo del doblado de las barras:

Longitud mínima de gancho de la pantalla:

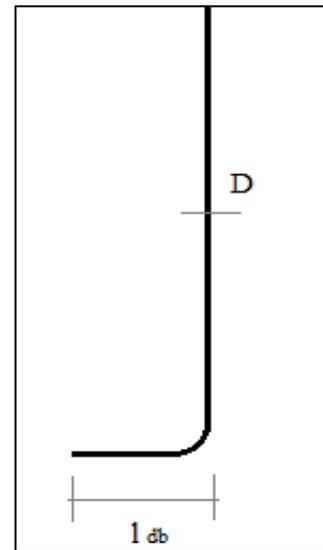
$$l_{db} = 0,06 * D * f_y = 0,65 \text{ mm}$$

Longitud mínima de gancho de zapata:

$$l_{db} = 0,06 * D * f_y = 0,40 \text{ mm}$$

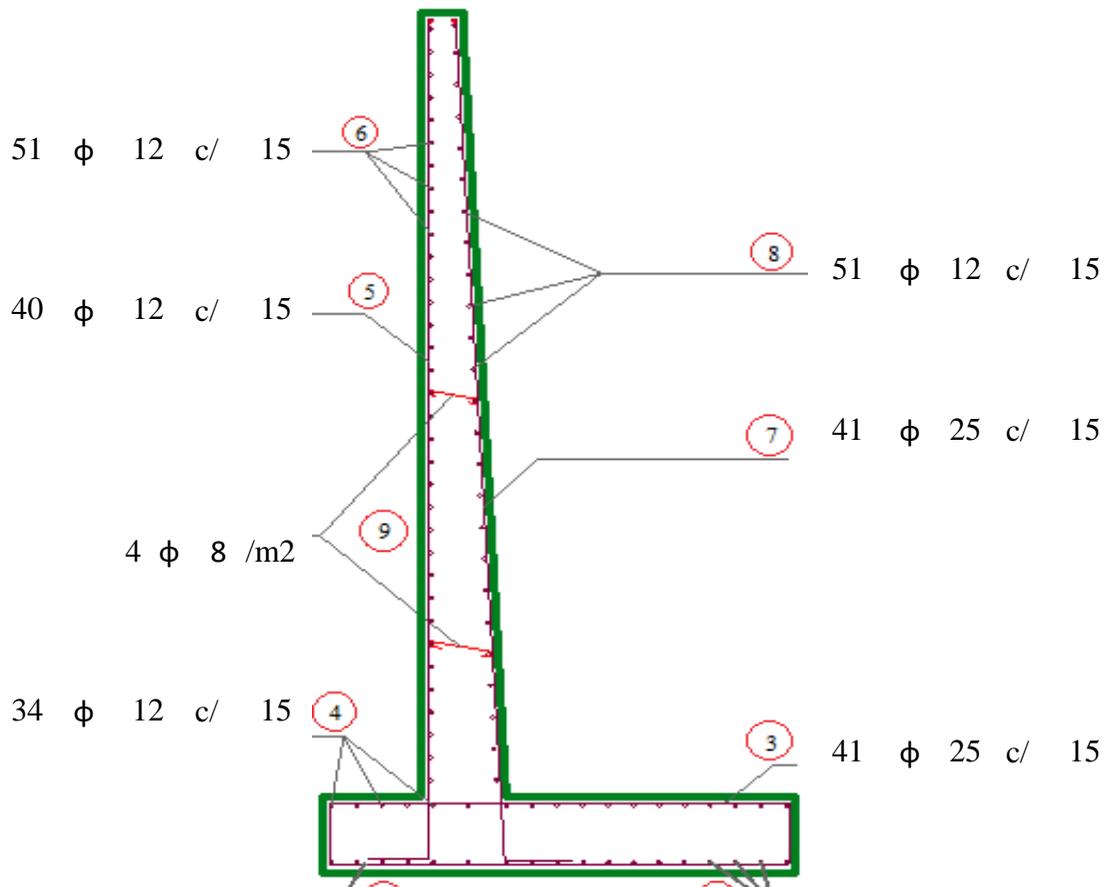
donde:

D = Diámetro de la barra



En las barras transversales tanto en la pantalla como en la zapata, estas no requieren de ganchos.

7.3 Esquema de armaduras del muro.-



31  $\phi$  16 c/ 20  $\swarrow$  (1)

(2)  $\swarrow$  34  $\phi$  12 c/ 15

Longitud del muro L = 6,00 m

Longitud de barra 1 y 3 = 5,71 m (barras principales de puntera y talón)

Longitud de barra 5 = 8,97 m (barras por temperatura en la pantalla)

Longitud de barra 7 = 8,98 m (barras principales en la pantalla)

Longitud de barra 2, 4, 6 y 8 = 5,90 m (barras por Temp. de puntera, talón y pantalla)

Longitud de trabas 9 = 0,72 m (promedio de una traba)

#### 7.4 Planilla de hierros.-

P°	$\phi$ [mm]	N° [barras]	L <sub>Unit.</sub> [m]	L <sub>Total</sub> [m]	Peso U. [kg/m]	Peso T. [kg]
1	16	31	5,71	176,90	1,58	279,15
2	12	34	5,90	200,60	0,89	178,13
3	25	41	5,71	233,96	3,85	901,46
4	12	34	5,90	200,60	0,89	178,13
5	12	40	8,97	358,88	0,89	318,69
6	12	51	5,90	300,90	0,89	267,20
7	25	41	8,98	368,35	3,85	1419,25
8	12	51	5,90	300,90	0,89	267,20
9	8	28	0,72	20,08	0,40	7,93
<b>Total de acero =</b>						<b>3817,14</b>

Volumen total de H° = 46,49 m<sup>3</sup>

Cálculo de la cuantía:

$$Cuantia = \frac{Total\ acero}{Vol.\ H^{\circ}} = 82,12\ kg/m^3$$

Se establece que la cuantía para muros y zapatas no exceda los valores de entre 80 y 90 kg/m<sup>3</sup>.

Cuantía calculada = 82,12 < 90,0 **OK CUMPLE !!!**

Nota: Las graficas presentadas en este capitulo 7, simplemente sirven como ayuda para visualizar las características del muro y ayudar a identificar cada uno de los elementos. Los mismos muros están con sus dimensiones a escala en sus anexos correspondientes.

## MURO DE CONTENCIÓN CON TIERRA ARMADA

Muro ubicado entre las progresivas: 7+055,37 y 7+079,07

Pantalla que compone al muro # 3.

### 1. DIMENSIONAMIENTO

#### 1.1 Datos.

SUELO DE RELLENO DEL MACIZO					
Peso esp.:	$\gamma_{srm} =$	1804	kg/m <sup>3</sup>	17,69	kN/m <sup>3</sup>
Angulo de fricción interna del suelo de	$\phi_{rm} =$	33	°	-	-
		0,58	rad	-	-
Angulo del relleno con la horizontal (talud):	$e =$	0	°	-	-
		0,00	rad	-	-
SUELO DE RELLENO POSTERIOR					
Peso esp.:	$\gamma_{srp} =$	1804	kg/m <sup>3</sup>	17,69	kN/m <sup>3</sup>
Angulo de fricción interna del suelo de	$\phi_{rp} =$	33	°	-	-
		0,58	rad	-	-
Angulo del relleno con la horizontal (talud):	$e =$	0	°	-	-
		0,00	rad	-	-
SUELO DE FUNDACIÓN					
Peso esp.:	$\gamma_s =$	2160	kg/m <sup>3</sup>	21,18	kN/m <sup>3</sup>
Angulo de fricción interna del suelo de	$\phi_f =$	36	°	-	°
		0,63	rad	-	rad
Resistencia adm. del suelo:	$\sigma_{adm} =$	117,60	kg/cm <sup>2</sup>	11532,6	kN/m <sup>2</sup>
Cohesión del suelo fund:	$c =$	-	-	-	-
MATERIALES					
Angulo de fricción entre tiras metálicas y suelo:	$\delta =$	0,38	rad	-	-
Ancho de las tiras	$w =$	75	mm	2,95	ft.
Tasa de corrosión:	$tc =$	0,025	mm/año	-	-
Vida útil:	$a =$	75	años	-	-
Separación vert. entre tiras:	$S_v =$	0,60	m	1,97	in
Separación horiz. entre tiras:	$S_h =$	0,80	m	2,62	in
Resistencia del acero:	$f_y =$	4900	kg/cm <sup>2</sup>	490000	kN/m <sup>2</sup>

## 1.2. Dimensionamiento.

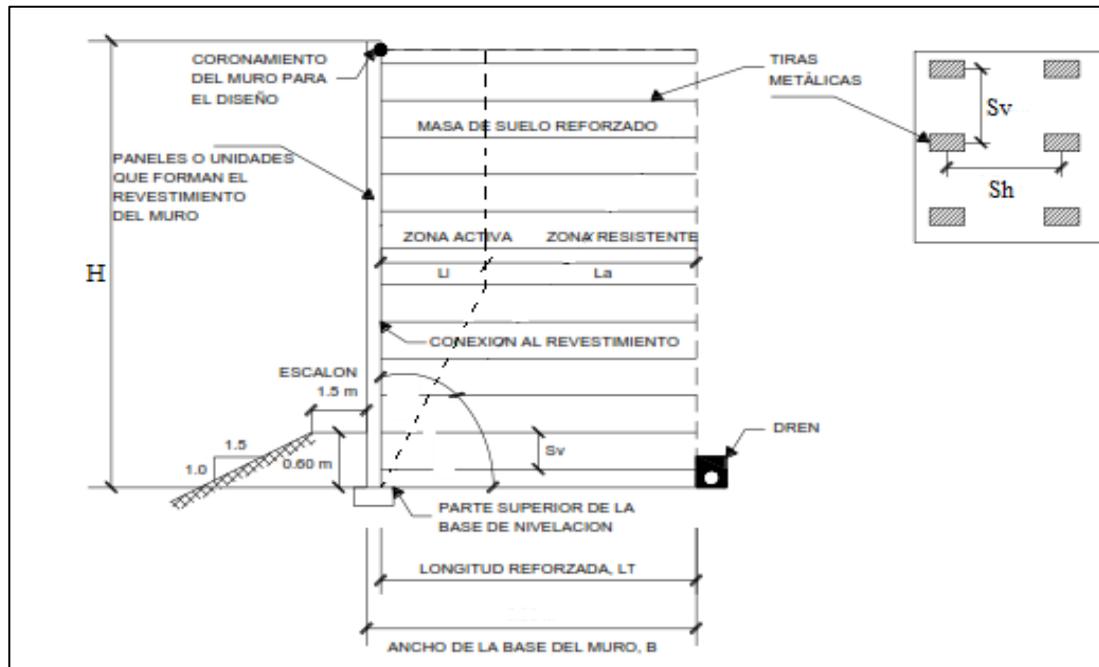


Figura a: Partes de los muros de tierra armada.

Tabla para el colocado de las dimensiones del muro:

ALTURA TOTAL					
Altura total :	$H$	=	9,50	m	31,17 in
PANTALLA					
Altura pantalla :	$h$	=	9,50	m	31,17 in
Espesor:	$a$	=	0,15	m	0,49 in
MACIZO					
Longitud aprox. macizo	$L_t$	=	8,20	m	26,90 in
Base total:	$B$	=	8,35	m	27,40 in
BASE					
Altura de solera:	$h_s$	=	0,15	m	0,49 in
Base de solera:	$B_s$	=	0,30	m	0,98 in
BORDILLO SUPERIOR					
Ancho :	$a_p$	=	0,30	m	0,98 in
Alto :	$h_p$	=	0,20	m	0,66 in

## 2. CÁLCULOS INICIALES

### 2.1 Empuje de tierra mas sobrecarga

Sobrecarga ( $q_s$ )

Altura de relleno según AASHTO: 0,60 m

$$q_s = 10,61 \text{ kN/m}^2$$

Sobrecarga limitada por el talón y la corona del muro

Coefficiente de empuje activo:  $K_a$  (Según Rankine)

$$K_a = \frac{1 - \sin(\phi)}{1 + \sin(\phi)} = \tan^2 \left( 45 - \frac{\phi_{rp}}{2} \right)$$

$$K_a = 0,29$$

Ángulo de la cara interna del muro:  $\alpha = 90^\circ \longrightarrow 1,57 \text{ rad}$

Ángulo del relleno con la horizontal:  $\beta = 0^\circ \longrightarrow 0,00 \text{ rad}$

Ángulo de fricción interna del suelo:  $\phi_{rp} = 33^\circ \longrightarrow 0,58 \text{ rad}$

Empuje activo de la tierra mas la sobrecarga:  $E_{ah}$

Empuje activo horizontal:

$$E_{ah} = \frac{1}{2} * \gamma_{srp} * K_a * H^2$$

$$E_{ah} = 235,34 \text{ kN}$$

Empuje causado por la sobrecarga:  $E_q$

$$E_q = q_s * H * K_a$$

$$E_{av} = 29,73 \text{ kN}$$

Cargas mayoradas según la Norma AASHTO:

Empuje activo en el macizo:

$$E'_{ah} = E_{ah} * \gamma_{eh} + E_{av} * \gamma_{Ls} = 405,04 \text{ kN}$$

donde los factores de carga son:

$$\gamma_{Eh} : 1,50$$

$$\gamma_{Ls} : 1,75$$

Peso propio del macizo:

$$w_{pp} = H * \gamma_{eh} * L_t = 1378,14 \text{ kN}$$

Fuerza de fricción:

Para ello es necesario el ángulo de fricción del suelo:

$$\left. \begin{array}{l} \mu = \tan \phi_f = 0,73 \\ \mu = 0,60 \end{array} \right\} \text{ Se escoge el menor valor.}$$

por lo tanto la fuerza de fricción será:

$$R_r = w_{pp} * \gamma_{ev} * \mu = 826,88 \text{ kN}$$

donde el factor de carga usado es:

$$\gamma_{eh} : 1,00$$

### 3. Revisión de la estabilidad externa

3.1. Seguridad contra el deslizamiento:

$$R_r = 0,80 * R_t = \mathbf{661,51 \text{ kN}} > \mathbf{405,04 \text{ kN}} \quad \mathbf{OK !!!}$$

Se verifica que la estructura no se desliza por efecto de las cargas aplicadas en el muro.

### 3.2. Revisión por volteo:

Para el chequeo por volcamiento se debe verificar que la excentricidad no exceda el limite.

$$e_x = \frac{\sum M_d - \sum M_r}{w_{pp}} = \frac{\gamma_{Eh-max} * E_{ah} * \left(\frac{H}{3}\right) + \gamma_{Ls} * E_{av} * \left(\frac{H}{2}\right)}{\gamma_{Dc} * w_{pp}}$$

$$e_x = \mathbf{1,10}$$

Donde los factores de carga son:

$$\gamma_{Eh-m\acute{a}x} : 1,50$$

$$\gamma_{Ls} : 1,75$$

$$\gamma_{Dc-m\acute{i}n} : 0,90$$

Excentricidad máxima:

$$e_{m\acute{a}x} = \frac{L_t}{4} = \mathbf{2,05}$$

$$e_x < e_{m\acute{a}x} \quad \mathbf{OK !!!}$$

### 3.3. Evaluaci3n del soporte de fundaci3n:

$$e_b = \frac{\gamma_{eh-max} * E_{ah} * \left(\frac{H}{3}\right) + \gamma_{ts} * E_{av} * \left(\frac{H}{2}\right)}{\gamma_{Dc} * w_{pp} + \gamma_{ts} * q_s * L_t}$$

$$e_b = 0,98 \quad \text{m}$$

Capacidad de carga actuante:

$$Q_{v-f} = \frac{\gamma_{eh-max} * E_{ah} + \gamma_{ts} * q_s * L_t}{L_t - 2 * e_b}$$

$$Q_{v-f} = 80,99 \quad \text{kN/m}^2$$

Capacidad de carga nominal:

$$Q_n = c * N_c + 0,5 * (L_t - 2 * e_b) * \gamma_s * N_y$$

$$Q_n = 2325,56 \quad \text{kN/m}^2$$

Los valores de  $N_c$  y  $N_y$  fueron extraídos de la tabla según el ángulo de fricci3n.

Capacidad de carga mayorada:

$$Q_r = \phi * Q_n$$

$$Q_r = 1511,61 \text{ kN/m}^2$$

donde:

$$\phi = 0,65 \quad \text{Factor de resistencia por carga}$$

Entonces comprobamos que la capacidad de carga actuante no sea mayor que la mayorada:

$$Q_r > Q_{v-f} \quad \mathbf{OK !!!}$$

Debido a la flexibilidad de los muros de tierra estabilizada mecánicamente no se puede desarrollar una distribución triangular de las presiones, ni siquiera si esta fundado en roca, ya que tiene una capacidad limitada para transmitir momento. Por lo tanto, la distribución uniforme de la presión de contacto es adecuada.

#### 4. Revisión de la estabilidad interna

Habiendo chequeado las condiciones de estabilidad externa, se procede a realizar el chequeo de la estabilidad interna, para esto se debe saber qué tipo elementos de fachada se va a utilizar y qué tipo de refuerzo del suelo.

##### 4.1. Esfuerzo vertical:

Cargas verticales:

Carga vertical de la masa de refuerzo:

$$V_{pp} = \gamma_{srm} * H * L_t = 1378,14 \text{ kN/m}$$

Carga viva de tráfico constante:

$$V_q = q_s * L_t = 87,04 \text{ kN/m}$$

Cargas horizontales:

Esfuerzo vertical máximo:

$$\sigma_{v \text{ máx}} = \frac{V_{pp} + V_q}{L_t} = 178,68 \text{ kN/m}^2$$

Esfuerzo horizontal:

$$\sigma_h = \gamma_p * \sigma_{v \text{ máx}} * K_r$$

Al estar trabajando con tiras metálicas el valor de la relación extraída de la figura es:

$$\frac{K_r}{K_a} \text{ a } z = 0 = 1,70$$

$$\frac{K_r}{K_a} \text{ a } z = 6,0 = 1,20$$

$K_r = 0,50$  a  $0$  hasta los  $6,0$  metros de profundidad.

$K_r = 0,35$  a  $6$  para muros mayores de  $6,0$  metros.

Para estimar el valor del  $K_r$  (coef. De presión lateral de tierra) se usó la siguiente figura:

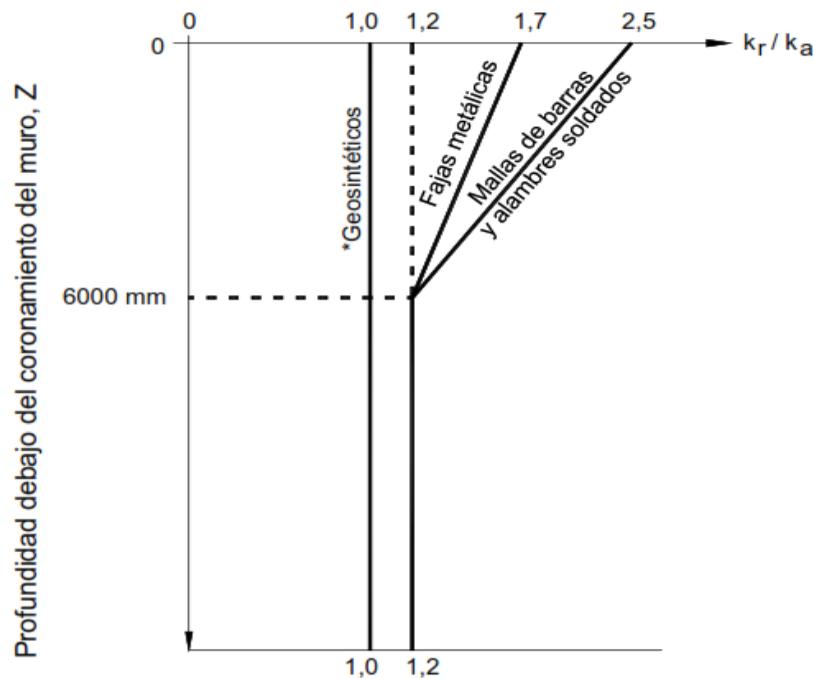


Figura b: Variación de la relación entre los coeficientes de empuje, en función de la profundidad.

Cálculo de  $K_r$  para la primera fila de tiras situada en la base.

$$K_r = 0,35$$

Por lo tanto:

$$\sigma_h = \gamma_p * \sigma_{v\text{máx}} * K_r = 0,09 \text{ Mpa}$$

$$\gamma_p : 1,35 \quad \text{factor de carga debido al empuje vertical del suelo.}$$

4.2. Carga horizontal o fuerza máxima en el tirante:  $T_{\text{máx}}$

$$T_{\text{máx}} = \sigma_h * S_v * S_h = 40,96 \text{ N/mm}$$

Nota: la separación vertical ( $S_v$ ) no debería ser mayor a los 81 cm según AASHTO.

4.3. Ruptura del tirante:  $t$

$$t = \frac{T_{\text{máx}}}{w * f_y} = 0,001 \text{ m}$$

4.4. Espesor del tirante:

Tomando en cuenta la corrosión que se generará en su vida útil se tiene:

$$t_t = t + t_c * a = 3,02 \text{ mm}$$

Siendo suficiente un espesor de tirante de **6** mm siendo el mas critico por lo tanto, se colocaran todas las tiras de esta dimensión.

4.5. Falla del tirante por ruptura:

Los tirantes de refuerzo en cada nivel y por consiguiente los muros, llegan a fallar en los tirantes.

Donde  $A_c$  es el área de la sección de la tira metálica al finalizar su vida útil (75 años):

$$A_c = (t_t * w) * 100 - ((t_c * a) * w) * 100 = 307,13 \text{ mm}^2$$

Resistencia nominal de diseño a largo plazo de los refuerzos:

$$T_{al} = \frac{A_c * f_y}{w} = 2006,55 \text{ N/mm}$$

Se deberá verificar en cada nivel dentro del muro:

$$T_{m\acute{a}x} \leq \phi * T_{al} * R_c = 141,09 \text{ N/mm} \quad \text{Resistencia de los refuerzos. (Tr)}$$

$$T_{m\acute{a}x} = 40,96 \text{ N/mm} < 141,09 \text{ N/mm} \quad \text{OK !!!}$$

#### 4.5. Longitud total del tirante:

La longitud total de los tirantes a cualquier profundidad es:

$$L = L_a + L_e$$

donde:

$L_a$  : Longitud dentro de la zona activa.

$L_e$  : Longitud efectiva que comprende la zona resistente.

Calculo de la longitud efectiva:

$$L_e = \frac{T_{m\acute{a}x}}{\phi * F^* * \alpha * \sigma_{v \text{ m\acute{a}x}} * C * R_c} = 3,75 \text{ m}$$

donde:

$\phi = 0,75$  factor de resistencia por arrancamiento.

$F^* = 0,67 * \tan \phi = 0,44$  factor de fricción para arrancamiento de refuerzos.

$C = 2,00$  factor que considera la geometría.

$R_c = w/S_h = 0,09$  relación de cobertura de los refuerzos.

$\alpha = 1,00$  factor de corrección (para refuerzos de acero).

Cálculo de la longitud de la zona activa:

Al encontrarse esta en la base esta es cero tal como se muestra en la figura.

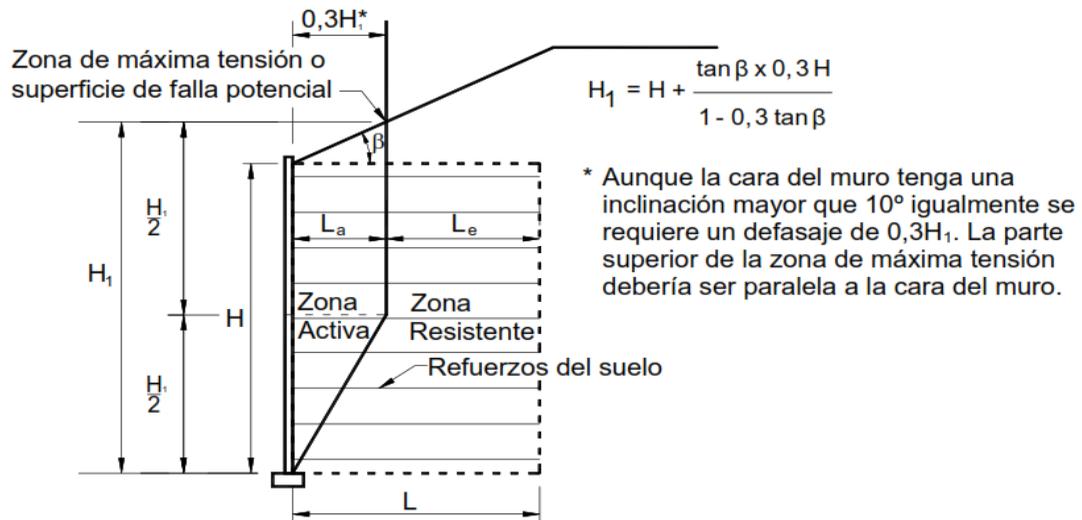


Figura c: Superficie de falla para refuerzos inextensibles

A continuación las longitudes de los tirantes respecto a la profundidad "z":

z m	$\sigma_v$ kN/m <sup>2</sup>	$\sigma_h$ Mpa	$T_{m\acute{a}x}$ N/mm	$L_a$ m	$L_e$ m	$L_T$ m	$T_r$ N/mm	$T_{m\acute{a}x} \leq T_r$
0,20	14,15	0,01	4,62	2,85	5,33	<b>8,20</b>	141,09	OK !!!
0,80	24,77	0,02	7,85	2,85	5,18	<b>8,10</b>	141,09	OK !!!
1,40	35,38	0,02	10,87	2,85	5,02	<b>7,90</b>	141,09	OK !!!
2,00	46,00	0,03	13,69	2,85	4,87	<b>7,80</b>	141,09	OK !!!
2,60	56,61	0,03	16,31	2,85	4,71	<b>7,60</b>	141,09	OK !!!
3,20	67,23	0,04	18,73	2,85	4,55	<b>7,50</b>	141,09	OK !!!
3,80	77,84	0,04	20,94	2,85	4,40	<b>7,30</b>	141,09	OK !!!
4,40	88,46	0,05	22,95	2,85	4,24	<b>7,10</b>	141,09	OK !!!
5,00	99,07	0,05	24,76	2,70	4,08	<b>6,80</b>	141,09	OK !!!
5,60	109,69	0,05	26,37	2,34	3,93	<b>6,30</b>	141,09	OK !!!
6,20	120,30	0,06	27,58	1,98	3,75	<b>5,80</b>	141,09	OK !!!
6,80	130,91	0,06	30,01	1,62	3,75	<b>5,40</b>	141,09	OK !!!
7,40	141,53	0,07	32,44	1,26	3,75	<b>5,10</b>	141,09	OK !!!
8,00	152,14	0,07	34,88	0,90	3,75	<b>4,70</b>	141,09	OK !!!
8,60	162,76	0,08	37,31	0,54	3,75	<b>4,30</b>	141,09	OK !!!
9,20	173,37	0,08	39,74	0,18	3,75	<b>4,00</b>	141,09	OK !!!

La longitud de calculo de las tiras metálicas de **8,20 m** por lo tanto, la longitud de diseño cumple el mínimo de  $0,70 \cdot H$ : **6,65 m. OK !!!**

#### 4.7. Profundidades mínimas embebidas en la cara frontal del muro:

Pendiente delante de las estructuras		Minima profundidad embebida
Horizontal	para muros	$H / 20,0$
	para estribos	$H / 10,0$
$3,0H : 1,0V$	muros	$H / 10,0$
$2,0H : 1,0V$	muros	$H / 7,0$
$1,5H : 1,0V$	muros	$H / 5,0$

Fuente: Norma AASHTO-LRFD 2004

En nuestro caso se trata de la segunda así que debemos optar por una profundidad de:

$$h_e = 0,95 \text{ m}$$

### 5. Cálculo de los paneles prefabricados:

#### 5.1. Verificaciones en la unión entre arranque y la tira metálica:

Se precisa realizar las siguientes comprobaciones en los arranques:

Verificación de la capacidad de corte del tornillo:

$$T_{t\ cd} = 0,8 * \sigma_t * A_{st} * 2$$

Los tornillos a ser usados son de tipo 8,8 de alta resistencia siendo sus características:

$$\sigma_t = 800 \text{ Mpa} \quad \text{resistencia a la tracción del tornillo}$$

$$d_t = 12 \text{ mm} \quad \text{diámetro del tornillo}$$

Entonces:

$$T_{t\ cd} = 63334,51 \text{ N}$$

$$T_{t\ max} = 7093,46 \text{ N} > 2980,77 \text{ N} \quad \text{OK !!!}$$

Se verifica que la resistencia a corte del tornillo es mayor a la solicitada.

Verificación de los bordes de diseño de la plancha del arranque:

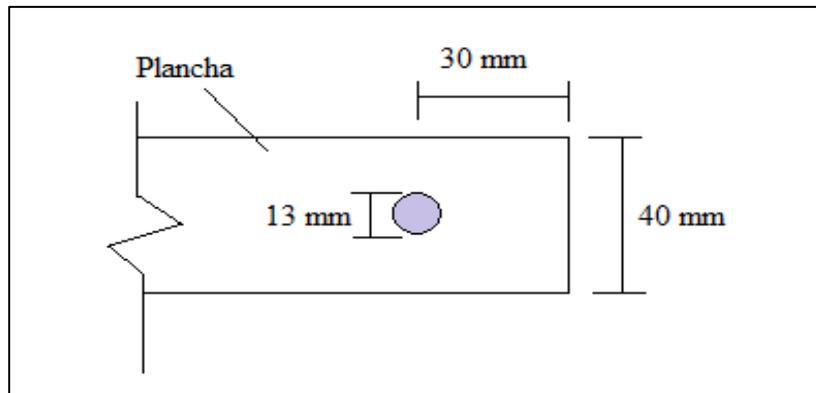


Figura d: Dimensiones de la plancha en la unión.

Se debe de comprobar que las distancias al orificio del tornillo estén dentro de lo normado.

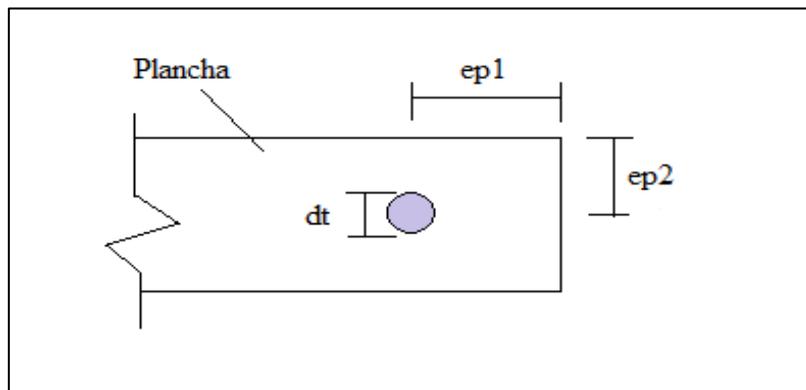


Figura e: Distancias a ser verificadas.

Distancias entre los bordes:

$$e_{p1} \geq 1,2 * d_t = 15,60 \text{ mm} < 30,00 \text{ mm} \quad \mathbf{OK !!!}$$

$$e_{p2} \geq 1,5 * d_t = 19,50 \text{ mm} < 20,00 \text{ mm} \quad \mathbf{OK !!!}$$

Como se puede observar las comprobaciones que se realizaron fueron realizadas en la unión entre el arranque y la tira metálica, ya que se trata de un punto crítico en el análisis de la estructura.

## 5.2. Verificaciones de la capacidad resistente a cortante por extracción del concreto:

En la siguiente figura se puede observar las dimensiones necesarias:

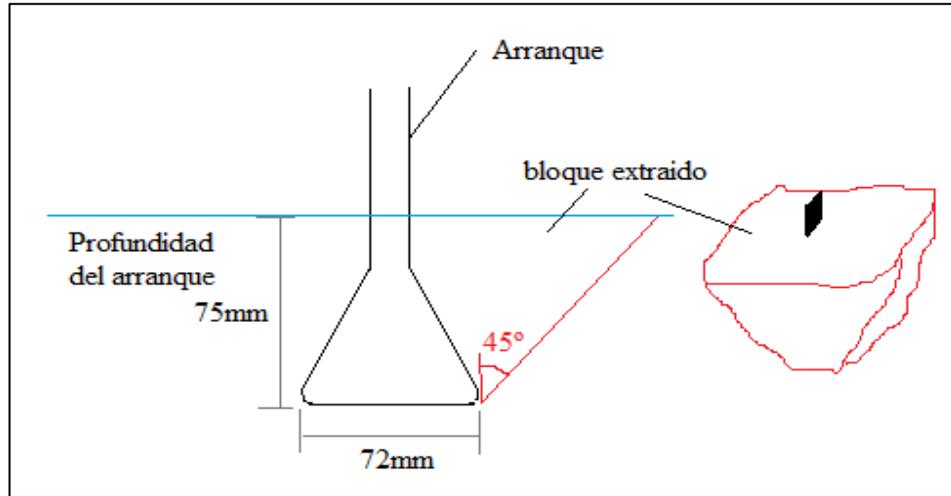


Figura f: Dimensiones del arranque en el concreto.

Por lo tanto, la fuerza máxima que puede soportar el bloque es:

$$T_{ac} = P_p * a_p * 83 * \beta * \sqrt{f'_c}$$

donde:

$$P_p = (7,2 + \tan 45 * 7,5 * 2) * 4 = 88,80 \text{ cm} \text{ per\u00edmetro de falla.}$$

$$a_p = 7,50 \text{ cm} \text{ profundidad del arranque.}$$

$$f'_c = 25000 \text{ kN/m}^2$$

$$T_{ac} = 174804,38 \text{ N}$$

Entonces para el calculo de tracci\u00f3n mayorada en la conexi\u00f3n refuerzo/revestimiento:

$$T_{m\u00e1x} \leq \phi * T_{al} * R_c = 12290,93 \text{ N}$$

$$T_p = 12290,93 \text{ N} > 2980,77 \text{ N} \quad \text{OK !!!}$$

Verifica que los refuerzos no fallan en la conexi\u00f3n del muro.

### 5.3. Cálculo de los paneles prefabricados:

Cálculo de la armadura necesaria para cada dirección:

La armadura usualmente usada son mallas electro soldadas separadas cada 15 cm.

$$f_{ym} = 560000 \text{ kN/m}^2 \quad \text{resistencia a la tracción de las mallas.}$$

El análisis se realizará para una superficie de 1 metro cuadrado.

La presión de calculo para los paneles prefabricados es la máxima registrada en el muro, idealizando así al panel como una viga simplemente apoyada.

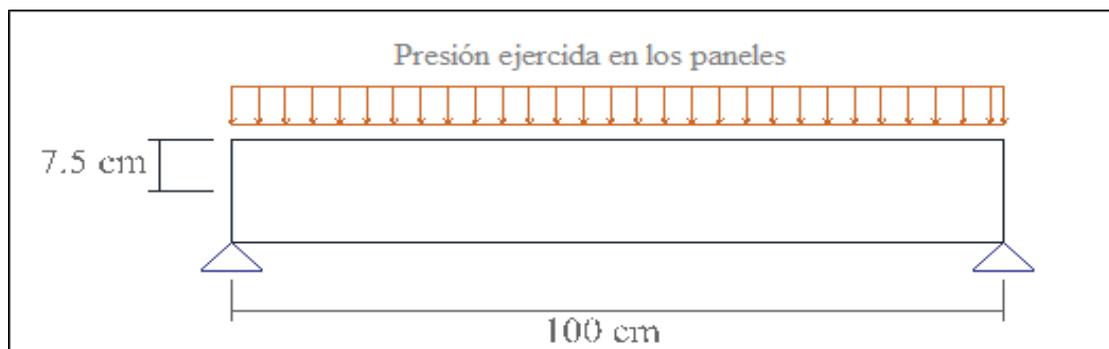


Figura g: Idealización del panel prefabricado.

$$\text{Presión ejercida en el muro} = 0,08 \text{ Mpa}$$

$$M_p = \frac{q * l^2}{8} = \frac{\sigma_h * 1^2}{8} = 10,35 \text{ kN*m} \quad \text{momento máximo.}$$

Profundidad del bloque rectangular equivalente:

$$a = d * \left( 1 - \sqrt{1 - 2.6144 * \frac{M_p}{f'_c * b * d^2}} \right) = 0,01 \text{ m}$$

donde:

$$d = 0,08 \text{ m}$$

$$b = 1,00 \text{ m}$$

Acero requerido:

$$A_s = \frac{0.85 * f'_c * b * a}{f_{ym}} = 0,000 \text{ m}^2 = 2,88 \text{ cm}^2 \quad \text{requerido}$$

El diámetro a usar en las mallas electro soldadas será de:

Utilizando varillas de  $\phi$  **6,00** mm y una separación de: **20 cm**

As requerido: 2,88 cm<sup>2</sup>

As de diseño: **3,39** cm<sup>2</sup>

Por lo tanto, se usaran mallas de 6 mm de diámetro separadas a 20 cm entre ellas en ambas direcciones.

Cálculo de la capacidad resistente al cortante:

Se deberá verificar que la carga resistente por la pieza sea mayor al actuante.

$$V_c = \frac{P}{2}$$

Cortante máximo que resiste el panel:

$$V_c = 83 * \beta * \sqrt{f'_c} * b * d = 62,25 \text{ kN}$$

por lo tanto, la máxima carga que resiste el panel es:

$$P = 2 * V_c = 124,50 \text{ kN} > 82,80 \text{ kN} \quad \text{OK !!!}$$

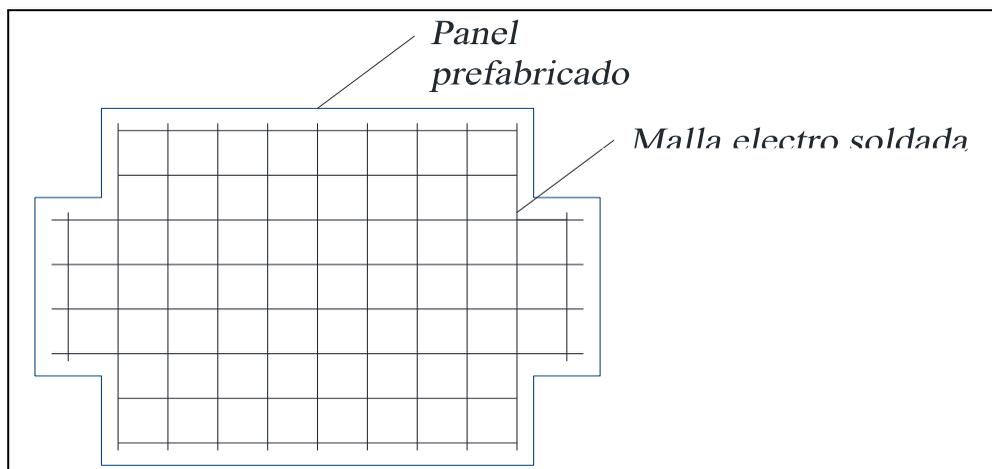


Figura h: Panel prefabricado y la malla.

## DISEÑO DE DRENAJE SUPERFICIAL

**Alcantarilla # 1 ubicada en la progresiva 0+600.**

### 1. CALCULO DE CAUDALES EN CUNETAS.

1.1. Coeficiente ponderado: "Cp"

Los valores de los coeficientes  $C_1$  y  $C_2$  son obtenidos de la tabla:

$C_1 = 0,9$  del asfalto para un periodo de retorno de 50 años

$C_2 = 0,48$  terreno natural S superior a 7%

Los valores a continuación fueron obtenidos de los planos:

Longitud de la cuneta:  $l = 120$  m

Ancho de carril:  $a = 4,5$  m

Derecho de vía:  $b = 50$  m

Áreas correspondientes de a cada superficie:

$A_1 = 0,445$  Has

$A_2 = 0,037$  Has

Coeficiente de escorrentía ponderado:

$$c_p = \frac{C_1 * A_1 + C_2 * A_2}{A_1 + A_2} = 0,867$$

1.2. Cálculo del caudal en la cuneta.

Utilizando la ecuación racional obtenemos el caudal en la cuneta: " $Q_1$ "

Intensidad de precipitación:  $i : 45,52$  cm/h del estudio hidrológico que se realizó.

$$Q_1 = 27,52 * c_p * i * A_T = \boxed{523,94 \text{ l/s}}$$

*Nota:* Las unidades para el área está en hectáreas y para la intensidad está en cm/h.

## 2. DISEÑO HIDRÁULICO DE LA ALCANTARILLA.

2.1. Cálculo del caudal en la quebrada: "Q<sub>2</sub>"

Coefficiente de escorrentía:  $c = 0,48$

Área de la cuenca:  $A = 0,734$  Has

Intensidad de precipitación:  $i = 45,52$  cm/h

Caudal por el método racional:

$$Q_2 = 27,52 * c * i * A = \boxed{441,35 \text{ l/s}}$$

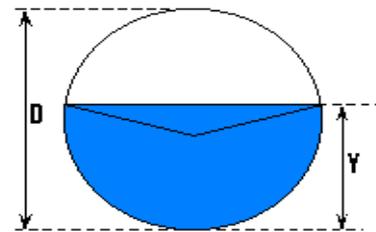
Características de la sección mojada:

$$\theta = 2 * \arccos\left(\frac{D - 2Y}{Y}\right) = 203,07^\circ$$

$$A = \frac{D^2}{8} * \left(\frac{\theta * \pi}{180} - \sin \theta\right) = 0,492 D^2$$

$$P = \frac{\theta * \pi * D}{360} = 1,772 D$$

$$R = \frac{A}{P} = 0,278 D$$



Haciendo uso de la ecuación de Manning obtenemos el diámetro necesario:

$$Q = \frac{1}{n} * A * R^{2/3} * S^{1/2}$$

$$0,9653 = 40 * 0,492 D^2 * (0,278 D)^{2/3} * 0,1732$$

$$0,6654 = D^{(8/3)}$$

$$\mathbf{D = 0,8583 \text{ m}}$$

En donde se adoptaron los siguientes valores:

$n = 0,025$  Coeficiente de rugosidad de Manning.

$S = 3 \%$  Pendiente longitudinal de la alcantarilla.

Para adoptar el diámetro de la alcantarilla se tomo como mínimo 1 m, por lo tanto el diámetro a usar es de:

$$\mathbf{D = 1,00 \text{ m}} \quad \text{Diámetro adoptado.}$$

### 3. COMPROVACIONES.

#### 3.1. Velocidad máxima.

La velocidad máxima en obras de drenaje transversal de acero corrugado es de 4,5 m/s.

Haciendo uso de la ecuación de Manning encontramos la velocidad en la alcantarilla:

$$V = \frac{1}{n} * R^{2/3} * S^{1/2}$$

Características de la sección mojada:

$$\theta = 2 * \arccos\left(\frac{D - 2Y}{Y}\right) = 203,07$$

$$A = \frac{D^2}{8} * \left(\frac{\theta * \pi}{180} - \sin \theta\right) = 0,33$$

$$P = \frac{\theta * \pi * D}{360} = 1,7722$$

$$R = \frac{A}{P} = 0,186$$

$$V = 2,93 \text{ m/s} \quad \text{Cumple}$$

También se debe de verificar la velocidad mínima que no deberá ser menor a 0,25 m/s. Pero en nuestro caso cumple al ser mayor.

Dimensiones de diseño de la alcantarilla y verificación de la seguridad a un periodo de seguridad de T = 100 años:

T (años)	i (cm/h)	Q (l/s)	D (m)	V (m/s)
75	45,52	441,4	1,00	2,93
100	46,89	468,9	1,00	3,01

A continuación se presentan las dimensiones y verificaciones para los periodo de diseño y seguridad de 5 alcantarillas:

Alcantarilla	T = 75 años				T = 100 años			
	C	Q (l/s)	D (m)	V (m/s)	C	Q (l/s)	D (m)	V (m/s)
2	0,92	3746,11	1,50	0,76	0,95	3885,90	1,50	0,70
3	0,92	1414,86	1,20	0,75	0,95	1439,20	1,20	0,77
4	0,92	1452,74	1,20	0,77	0,95	1496,50	1,20	0,79
5	0,92	1375,78	1,20	0,73	0,95	1417,20	1,20	0,75

## MURO DE ALCANTARILLA

### 1. DIMENSIONAMIENTO

#### 1.1 Datos.

SUELO DE RELLENO					
Peso esp.:	$\gamma_{sr}$	=	1919	kg/m <sup>3</sup>	18,82 kN/m <sup>3</sup>
Ángulo de fricción interna del relleno:	$\phi_r$	=	33	°	-
			0,57596	rad	-
Ángulo del relleno con la horizontal (talud):	$\beta$	=	0	°	-
			0	rad	-
SUELO DE FUNDACIÓN					
Peso esp.:	$\gamma_{sf}$	=	2250	kg/m <sup>3</sup>	22,06 kN/m <sup>3</sup>
Ángulo de fricción interna de la fundación:	$\phi_f$	=	36	°	-
			0,628	rad	-
Res. adm. del suelo:	$\sigma_{adm}$	=	112,6	kg/cm <sup>2</sup>	11042,2 kN/m <sup>2</sup>
Cohesión del suelo fund.:	c	=	0	kg/cm <sup>2</sup>	0 kN/cm <sup>2</sup>
MATERIALES					
Peso esp. del H°:	$\gamma_h$	=	2400	kg/m <sup>3</sup>	23,5359 kN/m <sup>3</sup>
Res. del hormigón:	$f'_c$	=	210	kg/cm <sup>2</sup>	21000 kN/m <sup>2</sup>
Resistencia del acero:	$f_y$	=	4200	kg/cm <sup>2</sup>	420000 kN/m <sup>2</sup>

#### 1.2 Pre-dimensionamiento.

Ancho de zapata:

$$0,40 * H < B < 0,7 * H$$

$$\mathbf{0,92 \text{ m} < B < 1,61 \text{ m}}$$

Longitud de la puntera:

$$\frac{B}{3} = \mathbf{0,60 \text{ m}}$$

Espesor inferior de la pantalla: valores a tomar entre H/12 y H/10.

$$H/12 = \mathbf{0,19 \text{ m}}$$

$$H/10 = \mathbf{0,23 \text{ m}}$$

Espesor superior de la pantalla: valores a tomar entre 0,20 m y 0,30 m.

$$H/24 = \mathbf{0,10 \text{ m}}$$

Altura de la zapara: valores a tomar entre H/12 y H/10.

$$H/12 = \mathbf{0,19 \text{ m}}$$

$$H/10 = \mathbf{0,23 \text{ m}}$$

### 1.3 Dimensionamiento.

Tomando en cuenta los valores estimados en el predimensionamiento para cada parte del muro, estimar sus valores en la siguiente recuadro:

ALTURA TOTAL					
Altura total :	H	=	2,3	m	7,55 in
PANTALLA					
Altura pantalla :	h	=	2	m	6,56 in
Base triangular izquierdo :	b <sub>i</sub>	=	0	m	0,00 in
Base triangular derecho :	b <sub>d</sub>	=	0	m	0,00 in
Espesor superior :	a	=	0,3	m	0,98 in
ZAPATA					
Altura zapata :	h <sub>B</sub>	=	0,3	m	0,98 in
Base total	B	=	1,8	m	5,91 in
Longitud puntera :	L <sub>p</sub>	=	1,5	m	4,92 in
Longitud talón :	L <sub>t</sub>	=	0	m	0,00 in
BORDILLO SUPERIOR					
Ancho :	a <sub>p</sub>	=	0	m	0,00 in
Alto :	h <sub>p</sub>	=	0	m	0,00 in
DENTELLÓN					
Ancho :	a <sub>d</sub>	=	0	m	0,00 in
Alto :	h <sub>d</sub>	=	0	m	0,00 in

A continuación la figura 1 nos ayuda a visualizar la forma del muro diseñado, en la figura 2 es el seccionado que se realizó al muro y con la cual se trabajó en la planilla:

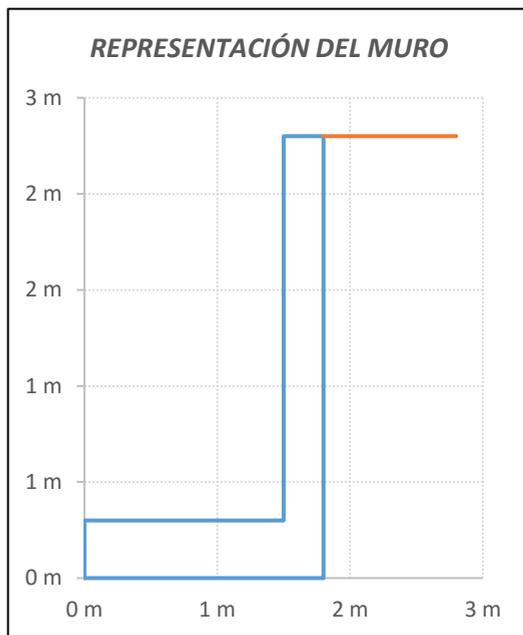


Figura 1: Esquema muro.

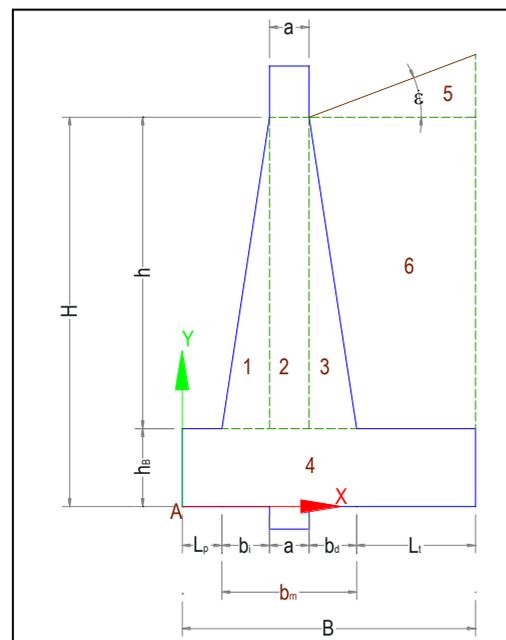


Figura 2: Esquema de sub divisiones.

## 2. CÁLCULOS INICIALES

### 2.1 Cargas de suelo activo:

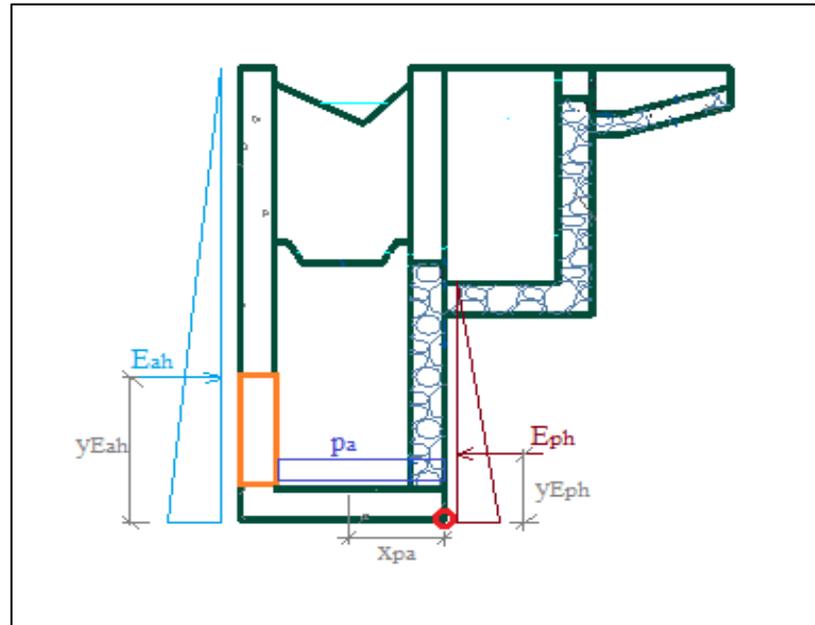


Figura 3: Esquema de cargas actuantes.

Coeficiente de empuje activo:  $K_a$  (Según Rankine)

$$K_a = \frac{1 - \sin(\phi)}{1 + \sin(\phi)} = \tan^2 \left( 45 - \frac{\phi_{rp}}{2} \right)$$

$$K_a = 0,29$$

Presion en la pantalla superior:

$$P_h = \gamma_{sr} * K_a * H = 11,0957 \text{ kN/m}^2$$

La seccion idealizada de la pantalla seria como una viga simplemente apoyada:

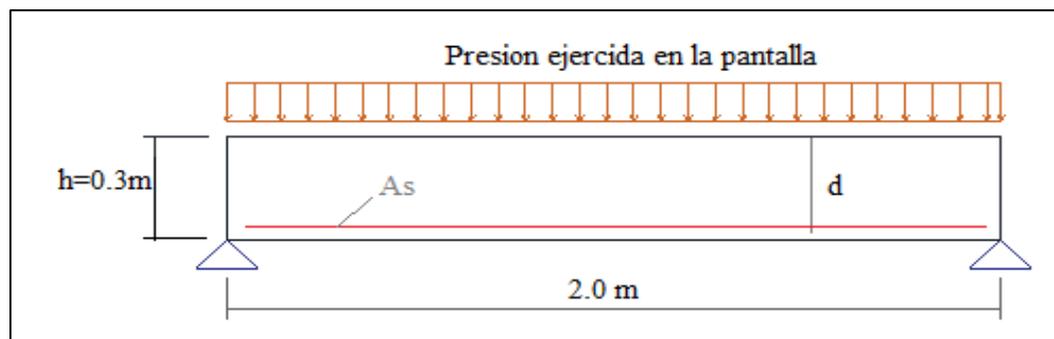


Figura 4: Esquema de viga idealizada.

$$M_p = \frac{q * l^2}{8} = \frac{P_h * 1^2}{8} = 61,56 \text{ kg*m} \quad \text{momento máximo.}$$

$$a = d * \left( 1 - \sqrt{1 - 2.6144 * \frac{M_p}{f'_c * b * d^2}} \right) = 0,01583 \text{ m}$$

donde:

$$d = 0,25 \text{ m}$$

$$b = 1 \text{ m}$$

Acero requerido:

$$A_s = \frac{0.85 * f'_c * b * a}{f_y} = 0,0007 \text{ m}^2 = 6,727 \text{ cm}^2 \quad \text{requerido}$$

El diámetro a usar en las mallas electro soldadas será de:

Utilizando varillas de  $\phi$  12 mm y una separación de: 20 cm

$$\text{As requerido: } 6,727 \text{ cm}^2$$

$$\text{As de diseño: } 6,786 \text{ cm}^2$$

**USAR:  $\phi$  12 mm c/ 20 cm**

6.4 Armadura por temperatura.-

$$A_{st} = \frac{7500 * h * b}{2 * (b + h) * f_y}$$

Donde:

$h$  es la altura de la pantalla y  $b$  la base de la pantalla.

Por lo tanto, el acero por temperatura es:

$$A_{st} = \frac{7500 * h * b}{2 * (b + h) * f_y} = 2,33 \text{ cm}^2$$

Utilizando varillas de  $\phi$  10 mm, la separación será 33,72 cm

Es recomendable que el espaciamiento entre las barras sea entre 15 y 20 cm, por lo tanto

$$s = 0,20 \text{ m}$$

$$\text{Acero provisto: } 3,93 \text{ cm}^2$$

**USAR:  $\phi$  10 mm c/ 20 cm**

## ESPECIFICACIONES TECNICAS

### ITEM 1.0.- INSTALACION DE FAENAS MURO

#### **1.- DEFINICIÓN.**

Este ítem comprende la provisión y construcción de instalaciones mínimas provisionales que sean necesarias para el buen desarrollo de las actividades de la construcción y de todos los trabajos preparatorios y previos a la ejecución del Proyecto. Por otro lado, comprende también la construcción de pasos provisionales.

Que luego de la culminación de los trabajos las estructuras deben ser desmontadas y retiradas, quedando la zona de emplazamiento libres de toda edificación realizada o movimiento de tierras y en el estado original antes de su construcción.

#### **2.- MATERIALES, HERRAMIENTAS Y EQUIPO.**

El Contratista deberá proporcionar todos los materiales, herramientas y equipo necesarios para las construcciones auxiliares, los mismos que deberán ser aprobados previamente por el Supervisor de Obra. En ningún momento estos materiales serán utilizados en las obras principales.

#### **3.- PROCEDIMIENTO PARA LA EJECUCIÓN.**

El lugar más conveniente para la ubicación de las instalaciones y otros correspondientes a este ítem, serán definidos por el Supervisor de obra, previa solicitud escrita del contratista, presentando este un estudio de planificación y distribución de sus edificaciones e instalaciones. Los sitios que se elijan deberán estar ubicados de tal manera que no afecten el normal desenvolvimiento de la obra.

El Contratista dispondrá de serenos en número suficiente para el cuidado de material y equipo que permanecerá bajo su total responsabilidad. En la oficina de obra se mantendrá en forma permanente el Libro de Órdenes respectivo y un juego de planos para uso del Contratista y otro juego de planos para uso del Supervisor de Obra en formato impreso y magnético. Al concluir la obra las construcciones provisionales contempladas en este ítem deberán retirarse limpiando completamente las áreas ocupadas.

El comienzo de las faenas estará regulado por:

- a) El contratista deberá iniciar los trabajos inmediatamente después de la entrega del área de trabajo y proseguirlos de acuerdo con el programa de trabajo aprobado.
- b) La demora por más de quince días en la iniciación de los trabajos, o cualquier interrupción en el curso de ellos que dure otro tanto o el especificado en los

documentos Contractuales y que no haya sido causada por fuerza mayor o justificada plenamente ante el Supervisor, dará derecho a la Prefectura de Cochabamba para poner término anticipado administrativamente al contrato.

**4.- MEDICIÓN.**

La instalación de faenas será medida en forma global.

**5.- FORMA DE PAGO.**

Este ítem ejecutado en un todo de acuerdo con las presentes especificaciones medido en concordancia a lo señalado y aprobado por el Supervisor de Obra será pagado al precio unitario de la propuesta aceptada.

La suma pagada en el contrato para la Instalación de faenas constituirá la plena compensación por la provisión de toda la mano de obra, materiales, herramientas, equipos e imprevistos y por realizar todos los trabajos involucrados con la instalación de faenas de todo el proyecto contratado, incluyendo la restitución de todas las áreas perturbadoras o afectadas por los trabajos del contratista, de acuerdo a lo estipulado en las presentes Especificaciones Generales, las indicaciones de la Supervisión y a los demás documentos del contrato.

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD
1.0	Instalación de faenas	glb

## **ITEM 2.0.- DESBROCE, DESBOSQUE, DESTRONQUE Y LIMPIEZA**

### **1.- DEFINICIÓN.**

Este trabajo consiste en la limpieza del terreno de todo escombros y material indeseable necesarios para ejecutar la obra especificada por el CONTRATO, de acuerdo con las presentes Especificaciones.

La limpieza y desbroce comprenderá también las operaciones de remoción de la capa de suelo orgánico, a la profundidad indicada por el INGENIERO.

### **2.- MATERIALES, HERRAMIENTAS Y EQUIPO.**

Las operaciones de limpieza y desbroce serán ejecutadas mediante la utilización de equipo adecuado, complementado con el empleo de servicios manuales y eventualmente de explosivos. El equipo será definido en función de la densidad y tipo de la vegetación existente, de las obras a ser demolidas y de los plazos exigidos para la conclusión de la obra.

### **3.- PROCEDIMIENTO PARA LA EJECUCIÓN.**

Para realizar el trabajo, el CONTRATISTA iniciará las operaciones de limpieza y desbroce.

- a) Los materiales provenientes de la limpieza y desbroce serán dispuestos de la siguiente manera, si las Disposiciones Técnicas Especiales no instruyen de otra forma:  
Todos los materiales y residuos provenientes de la limpieza, y desbroce que no sean utilizados o acopiados, serán quemados tomando todas las precauciones para evitar la propagación del fuego a las zonas vecinas al derecho de vía.
- b) El ancho en el cual se efectuará la totalidad de los trabajos referidos, será el comprendido entre los límites del derecho de vía, a no ser que las Disposiciones Técnicas Especiales indiquen otra cosa. Se exceptuará la eliminación de aquella vegetación que el INGENIERO ordene mantener en las fajas laterales, comprendidas entre la delimitación de la calzada y el derecho de vía con objeto de evitar el efecto de erosión o por razones paisajísticas.
- c) En áreas fuera del límite de la obra básica, los árboles podrán cortarse a ras del suelo en lugar de extraer las raíces, o como lo indique el INGENIERO.

### **4.- MEDICION.**

Los trabajos de limpieza y desbroce, serán medidos por el número de hectáreas en proyección horizontal que sean limpiadas, taladas y desbrozadas, aceptados por el Supervisor.

### **5.- FORMA DE PAGO.**

Este ítem ejecutado en un todo de acuerdo con las presentes especificaciones medido en

concordancia a lo señalado y aprobado por el Supervisor de Obra será pagado al precio unitario de la propuesta aceptada.

La suma pagada en el contrato para desbroce, desbosque, destronque y limpieza constituirá la plena compensación por la provisión de toda la mano de obra, materiales, herramientas, equipos e imprevistos y por realizar todos los trabajos involucrados, incluyendo la restitución de todas las áreas perturbadoras o afectadas por los trabajos del contratista, de acuerdo a lo estipulado en las presentes Especificaciones Generales, las indicaciones de la Supervisión y a los demás documentos del contrato.

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD
2.0	Desbroce, desbosque, destronque y limpieza	has

### **ITEM 3.0.- REPLANTEO DE MUROS**

#### **1.- DEFINICIÓN.**

Este ítem comprende todos los trabajos necesarios para efectuar el replanteo, trazado de los muros, camino de acceso de entrada y salida a los muros y control topográfico que permita localizar la línea central del mismo, ancho de calzada, así como la ubicación de las fundaciones, nivel de los muros con respecto a capa de rodadura de la carretera, y demás obras complementarias de acuerdo a los planos de construcción y/o indicaciones del Supervisor de Obra.

#### **2.- MATERIALES, HERRAMIENTAS Y EQUIPO.**

El Contratista suministrará todo el personal topográfico, materiales, herramientas y equipo necesarios para ejecutar el replanteo y trazado de las construcciones y de otras obras. Teniendo en cuenta que el equipo a ser empleado debe ser calibrado y luego verificado por el Supervisor de obras, cada vez que este así lo requiera y sea plenamente justificable.

#### **3.- PROCEDIMIENTO PARA LA EJECUCIÓN.**

El replanteo y trazado serán realizados por el Contratista con estricta sujeción a las coordenadas, dimensiones y detalles señalados en los planos respectivos.

En caso de encontrarse discrepancias con los planos del proyecto, el contratista deberá hacer notar dicho aspecto al Supervisor de obra y deberá proceder con el rediseño de las obras observadas, las mismas que deberá poner en consideración del Fiscal de Obras para su aprobación. No se admitirán modificaciones a las obras sin previo consentimiento por parte del Contratante.

Así mismo, en caso de que las condiciones de emplazamiento de las obras y/o condiciones del sitio no sean las contempladas en el Diseño Final del Proyecto, el contratista debe realizar la verificación y adecuación de las mismas al sitio de obras previa aprobación del supervisor

El Contratista marcará la ubicación definitiva de las obras mediante el estacado o marcado del perímetro con elementos de madera o yeso y puntos adicionales en los elementos notables de la geometría. Dicho marcado será realizado a partir de las redes de control horizontal y vertical existentes en el Proyecto. Así como monumentar con probetas de cemento debidamente marcadas, de forma adecuada, todos los BM's y puntos topográficos de referencia empleados, en el replanteo y trazado, con el fin de facilitar las tareas de verificación y el control de topográfico respectivo.

En cada estación o estaca deberá ubicarse la cabecera del talud con un mojón y una leyenda donde indiquen el número de estaca, la distancia horizontal al eje, profundidad de corte o relleno y la

pendiente del talud. A un metro de distancia de esta marca se ubicará una referencia con el número de estaca o progresiva.

Concluidos los trabajos planimétricos se efectuará la nivelación de las estacas y el Contratista solicitará al Supervisor la aprobación del replanteo antes de proceder con los trabajos siguientes.

El Contratista relevará toda el área donde se realizará el movimiento de tierras de manera que, posteriormente, no existan dificultades para medir los volúmenes de tierra movida, participando en forma diaria al Supervisor de obras para que este lleve el control de los datos topográficos extraídos y procesados de la zona.

El Contratista es el único responsable de la ejecución de estos trabajos debiendo conservar y proteger toda la señalización topográfica y en su caso reponer todos los mojones de las redes de control. El Contratista correrá con todos los gastos emergentes de un replanteo equivocado o de errores cometidos por descuido en la conservación de la señalización. Así mismo será el responsable del cuidado y reposición de las estacas y marcas requeridas para la medición de los volúmenes de obra ejecutada.

#### **4.- MEDICIÓN.**

El Replanteo y Control de Topográfico será medido en forma global.

El precio contemplado debe Incluir la verificación de la infraestructura y superestructura, en caso de ser necesario debe procederse al rediseño de las obras que estuvieran contempladas en el proyecto o que durante la comprobación no se encontraran acorde con las condiciones del lugar de emplazamiento.

#### **5.- FORMA DE PAGO.**

Este ítem ejecutado en un todo de acuerdo con los planos y las presentes especificaciones, medido según lo señalado y aprobado por el Supervisor de Obra, será cancelado al precio unitario de la propuesta aceptada.

Dicho precio será compensación total por los materiales, mano de obra herramientas, equipo y otros gastos que sean necesarios para la adecuada y correcta ejecución de los trabajos.

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD
3.0	Replanteo de muros	glb

## **ITEM 4.0.- EXCAVACIÓN PARA FUNDACIÓN**

### **1.- DEFINICIÓN.**

Los cortes son segmentos de carretera, cuya ejecución requiere la excavación del material que constituye el terreno natural, a lo largo del eje y de acuerdo al alineamiento, pendientes y dimensiones del proyecto.

Los trabajos de excavación de cortes comprenden:

- La excavación de los materiales constituyentes del terreno natural hasta la base de fundación indicada en el diseño de cada tipo de muro.
- Transporte de los materiales provenientes de la excavación de cortes, hasta los sitios destinados para su depósito, dentro de los límites de una distancia de 300 m establecidos por los formularios de licitación de cada proyecto.
- Remoción de las capas de mala calidad que fueron encontradas en la preparación de las fundaciones para alcantarillas, de acuerdo a las indicaciones del Ingeniero durante la ejecución de los trabajos.

### **2.- MATERIALES, HERRAMIENTAS Y EQUIPO.**

#### **2.1.- Materiales.**

Las excavaciones de todos los materiales encontrados en los cortes estarán consideradas bajo los ítems de excavación común y excavación en roca de acuerdo a su naturaleza.

La excavación común comprende la excavación de suelos, cantos rodados componentes del terreno natural o de carreteras existentes.

La excavación en roca comprende la excavación de roca dura y compacta que requiere el uso de explosivos.

#### **2.2.- Equipo.**

La excavación de cortes será efectuada mediante la utilización racional del equipo de cuerdo que posibilite la ejecución de los trabajos en los diferentes materiales de los cortes.

Podrán utilizarse tractores de orugas con topadora, con escarificador, camiones volquetes, perforadoras compresoras, retroexcavadoras camiones regadores y otros necesarios para la ejecución de los trabajos.

### **3.- PROCEDIMIENTO PARA LA EJECUCIÓN.**

La excavación de los cortes será ejecutada de acuerdo a los planos de construcción, que serán entregados oportunamente por el Ingeniero. La excavación de cortes será autorizada previa aprobación de los trabajos de limpieza y desbroce.

Las operaciones de excavación se ejecutarán previendo la utilización adecuada y/o el depósito de los materiales no utilizados, en los lugares aprobados por el Ingeniero.

Solamente serán transportados para la construcción de terraplenes los materiales que por sus características sean compatibles con las especificaciones del proyecto.

Constatada la conveniencia técnica y económica de la reserva de materiales provenientes de la excavación de cortes, para la construcción de capas superiores en el caso de los muros de tierra armada, el Ingeniero podrá ordenar por escrito el acopio de los referidos materiales para su oportuna utilización.

El material excavado que no sea requerido para la construcción de terraplenes de acuerdo al proyecto, incluyendo rocas extraídas por escarificación, podrá utilizarse para la ampliación de terraplenes y taludes, o se depositarán dentro de la distancia libre de transporte en los lugares propuestos por el Contratista que no constituyan amenaza a la estabilidad de la carretera o perjuicio al aspecto paisajístico de la región, a cuyo objeto se deberá contar con la aprobación del Ingeniero.

Cuando al nivel de la fundación en los cortes se verificará la existencia de roca o de suelos con expansión mayor a 2%, baja capacidad de soporte o suelo orgánico, se removerá hasta una profundidad no mayor de 30 y 60 cm. respectivamente o como lo indique el Ingeniero, reemplazándolos por materiales seleccionados aprobados por el Ingeniero.

Los taludes de corte serán terminados de modo que queden razonablemente lisos y uniformes en su superficie debiendo resultar concordantes sustancialmente con las inclinaciones indicadas en el proyecto.

Los taludes que se generen después de los cortes realizados deberán cumplir con lo establecido en los planos, previa revisión del Ingeniero.

Los sistemas de drenaje superficial y subterráneo de los cortes serán ejecutados conforme a las indicaciones de los planos y a las instrucciones del Ingeniero.

Durante la construcción, la obra básica del camino en corte deberá mantenerse bien drenada en todo momento. Las cunetas laterales y otros drenes deberán construirse de modo que se evite cualquier proceso de erosión.

El material depositado en cualquier canal de agua que obstruya el libre curso de la corriente, deberá retirarse según ordene el Ingeniero y por cuenta exclusiva del Contratista.

El Contratista estará obligado a realizar el transporte de los materiales de excavación dentro de los límites establecidos por la menor distancia de transporte para cada proyecto.

El Ingeniero podrá autorizar el transporte de dichos materiales a mayor distancia solamente en aquellos casos en que se verifique la imposibilidad de utilizar la menor distancia de transporte.

Compactación para conseguir las densidades en sitio establecidas.

#### **4.- MEDICIÓN.**

Para la medición del presente ítem el Contratista deberá realizar trabajos continuos previa autorización del Ingeniero, a fin de facilitar la evaluación de volúmenes y evitar trabajos dispersos.

Los trabajos de excavación de cortes serán medidos en metros cúbicos de material excavado y transportado a los sitios destinados para su depósito o donde indique el Ingeniero.

El cálculo del volumen en metros cúbicos será efectuado aplicándose el método de media de las áreas.

La distancia de transporte será medida en proyección horizontal entre los centros de gravedad de las masas, siguiendo el menor recorrido a criterio del Ingeniero. En caso de transporte a lo largo del eje de la carretera (cortes), ésta distancia será la correspondiente a la medida considerando el eje del diseño.

La medición se efectuará en base a las secciones transversales del terreno natural tomadas después de las operaciones de limpieza y de acuerdo a las secciones de proyectos previamente verificadas.

No se medirán distancias de transporte excepto en el caso previsto ésta especificación.

Solamente cuando el Ingeniero ordene por escrito la utilización de los materiales acopiados según lo establecido, se efectuará la medición en metros cúbicos en el lugar de acopio, de acuerdo a secciones transversales. Por otra parte, se medirá la distancia de transporte entre los centros de gravedad de las masas para establecer dentro de que límites de distancia de transporte se encuentran.

#### **5.- FORMA DE PAGO.**

Los trabajos de excavación de cortes medidos en conformidad, serán pagados al precio unitario contractual correspondiente al ítem de pago definido y presentado en los formularios de propuesta.

Dicho precio incluye la construcción y mantenimiento de caminos de servicio para la explotación de los préstamos y yacimientos, uso de explosivos y accesorios, conformación de taludes, bombeo, transporte del material de excavación al sitio de depósitos, así como toda la mano de obra, equipo, herramientas, materiales e imprevistos para la ejecución de todos los trabajos descritos en ésta especificación.

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD
4.0	Excavación para fundación	m3

## **ITEM 5.0, 11.0 y 25.0- ACERO ESTRUCTURAL**

### **1.- DESCRIPCIÓN.**

Este trabajo consiste en el aprovisionamiento y la colocación de barras de estructural de refuerzo en la clase, tipo y tamaño fijados, de acuerdo con la presente especificación y de conformidad con las exigencias establecidas en los planos.

### **2.- MATERIALES.**

Las barras de acero de armadura de tamaño hasta el No 8 inclusive (25 mm) deberán llenar las exigencias de la especificación AASHTO M-31 para lingotes de acero del tipo duro o intermedio, AASHTO M-42 para acero laminado o AASHTO M-53 para acero de ejes del tipo intermedio duro. Las barras de refuerzo de los tamaños 14S y 18S deberán concordar con las exigencias con la especificación AASHTO M-137. El límite de fluencia mínimo será de 4200 Kg/cm<sup>2</sup>.

En la prueba de doblado en frío no deben aparecer grietas. Dicha prueba consiste en lo siguiente: las barras con diámetro o espesor de 3/4 de pulgada o inferior deben doblarse en frío sin sufrir daño, 180° por sobre una barra con diámetro igual a tres veces el de la barra sometida a prueba si es lisa y cuatro veces dicho diámetro si la barra que se prueba es corrugada o torcida en caliente. Si la barra sometida a prueba tiene un diámetro o espesor mayor al de 3/4 de pulgada (19 mm), el doblado que se le dará será solo de 90° en las condiciones anteriormente especificadas.

### **3.- MÉTODO CONSTRUCTIVO.**

#### **3.1.- Doblado.**

Las barras de refuerzo deberán ser dobladas en frío a las formas indicadas en los planos. El doblado deberá hacerse estrictamente de acuerdo a las dimensiones y formas indicadas en las planillas de hierros. Cualquier variación o irregularidad en el doblado motivará que las barras sean rechazadas y retiradas de la obra. El contratista no queda liberado de su responsabilidad de asegurarse de la exactitud de las dimensiones y diagramas de la planilla de hierros. Cualquier eventual cambio en los diámetros o separaciones de barras de refuerzo deberá ser expresamente autorizado por el Ingeniero.

#### **3.2.- Colocación y amarre.**

Al ser colocado en la obra y antes de producir el Hormigón, todo el acero de refuerzo deberá estar libre de polvo, óxido en escamas, rebabas, pintura, aceite o cualquier otro material extraño que pueda afectar la adherencia. Todo el mortero seco deberá ser retirado del acero.

Las varillas deberán ser colocadas con exactitud, de acuerdo con las indicaciones de los planos, y deberán ser aseguradas firmemente en las posiciones señaladas, de manera que no sufran desplazamientos durante la colocación y fraguado del Hormigón. La posición del refuerzo dentro de los encofrados deberá ser mantenida por medio de tirantes, bloques, soportes de metal, espaciadores o cualquier otro soporte aprobado. Los bloques deberán ser de mortero de cemento prefabricado, de calidad, forma y dimensiones aprobadas. Los soportes de metal que entren en contacto con el Hormigón, deberán ser galvanizados. No se permitirá el uso de cascajo, fragmentos de piedra o ladrillos quebrantados, tubería de metal o bloques de madera.

Las barras se deberán amarrar con alambre en todas las intersecciones, excepto en el caso de espaciamientos menores de 0,30 m, en el cual se amarrarán alternadamente. El alambre usado para el amarre deberá tener un diámetro equivalente de 1,5875 mm (N° 16) o 2,032 mm (N° 12), o calibre equivalente. No se permitirá la soldadura de las intersecciones de las barras de refuerzo.

Además, se deberán obtener los recubrimientos mínimos especificados en la última edición del Código ACI-318.

Si el refuerzo de malla se suministra en rollos para uso en superficies planas, la malla deberá ser enderezada en láminas planas, antes de su colocación.

El Supervisor deberá revisar y aprobar el refuerzo de todas las partes de las estructuras, antes de que el Contratista inicie la colocación del Hormigón.

### **3.3.- Empalmes.**

Los traslapes de las barras de refuerzo se efectuarán en los sitios mostrados en los planos o donde lo indique el Supervisor, debiendo ser localizados de acuerdo con las juntas del Hormigón.

El Contratista podrá introducir traslapes y uniones adicionales, en sitios diferentes a los mostrados en los planos, siempre y cuando: dichas modificaciones sean aprobadas por el Supervisor, los traslapes y uniones en barras adyacentes queden alternados según lo exija éste, y el costo del refuerzo adicional requerido sea asumido por el Contratista.

En los traslapes, las barras deberán quedar colocadas en contacto entre sí, amarrándose con alambre, de tal manera, que mantengan la alineación y su espaciamiento, dentro de las distancias libres mínimas especificadas, en relación a las demás varillas y a las superficies del Hormigón.

Las láminas de malla o parrillas de varillas se deberán traslapar entre sí de acuerdo a lo especificado en el proyecto para mantener una resistencia uniforme, y se deberán asegurar en los

extremos y bordes. El traslape de borde deberá ser, como mínimo, igual a 1 espaciamiento en ancho.

#### **4.- MÉTODO DE MEDICIÓN.**

La unidad de medida será el kilogramo (kg), aproximado al décimo de kilogramo, de acero de refuerzo para estructuras de Hormigón armado realmente suministrado y colocado en obra, debidamente aprobado por el Supervisor.

La medida no incluye el peso de soportes separados, soportes de alambre o elementos similares utilizados para mantener el refuerzo en su sitio, ni los empalmes adicionales a los indicados en el Proyecto.

Si se sustituyen barras a solicitud del Contratista y como resultado de ello se usa más acero del que se ha especificado, no se medirá la cantidad adicional.

No se medirán cantidades en exceso de las indicadas en el Proyecto y aprobada por el Supervisor.

#### **5.- FORMA DE PAGO.**

El pago se hará al precio unitario del contrato por toda obra ejecutada de acuerdo con esta especificación y aprobada por el Supervisor.

El precio unitario deberá cubrir todos los costos por concepto de suministro, ensayos, transporte, almacenamiento, corte, desperdicios, doblamiento, limpieza, colocación y fijación del refuerzo necesario para terminar correctamente el trabajo, de acuerdo con los planos, esta especificación, con la aprobación del Supervisor y lo especificado en punto anterior MEDICIÓN.

<b>ÍTEM</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>
<b>5.0</b>	Acero estructural (muro)	kg
<b>11.0</b>	Acero estructural (solera)	kg
<b>25.0</b>	Acero estructural (colector)	kg

## **ITEM 6.0, 12.0 y 24.0.- HORMIGÓN TIPO “A” H-210**

### **1.- DESCRIPCIÓN.**

#### **1.1.- Objeto**

Este trabajo consistirá en la construcción de obras de hormigón, muros, zapatas, bordillos, incluyendo las partes de hormigón, de los muros de tierra armada como ser la solera del mismo, además de las pantallas de las alcantarillas. Regulando el uso de los materiales, su almacenamiento, acopio, manipuleo, dosificación y mezclado de hormigones tipo A.

### **2.- MATERIALES.**

Los materiales constituyentes deben atender las siguientes especificaciones:

#### **2.1.- Cemento portland**

Los cementos a ser utilizados para la preparación de hormigones deberán cumplir con las exigencias de las siguientes normas de la AASHTO:

Cemento Portland Normal M-85

Cemento Portland Puzolánico M-240

Cemento Portland con inclusión de aire M-134

Los aglomerantes utilizados deberán garantizar mediante pruebas, la inhibición de la reacción álcali-agregado; por ello, se realizarán ensayos de reactividad potencial con los agregados y aglomerantes que se pretendan utilizar en la producción de los hormigones.

La expansión máxima del mortero no deberá superar el 0.11% a la edad de 12 días.

Para la comprobación, la Supervisión podrá exigir al Contratista la realización de ensayos complementarios en laboratorios idóneos.

La Supervisión aprobará el cemento que se pretenda emplear y exigirá la presentación del certificado de calidad cuando lo juzgue conveniente. El cemento deberá llegar a la Obra en su embalaje original y almacenarse en lugares secos y abrigados, por un periodo máximo de un mes. El Contratista proveerá los medios adecuados para el almacenamiento del cemento y lo protegerá de la humedad aislándolo del terreno natural, mediante la disposición de las bolsas sobre tarimas de madera a su vez colocadas sobre listones de madera emplazados en el terreno; las bolsas de cemento almacenadas de esta manera no deberán ser apiladas en grupos de más de 10 bolsas de alto. Se deberá utilizar un solo tipo de cemento en la obra, salvo cuando la Supervisión autorice lo contrario por escrito.

El cemento que no haya sido utilizado hasta más de 120 días desde su fabricación podrá ser utilizado en obra, con autorización de la Supervisión, para lo cual, el mismo podrá exigir la realización de los ensayos correspondientes. Los ensayos se realizarán en laboratorios especializados aprobados por la Supervisión. Si los ensayos muestran resultados no satisfactorios, motivarán el rechazo y retiro de la respectiva partida.

Las bolsas de cemento que por cualquier causa hubieran fraguado parcialmente, o contuvieran terrones de cemento aglutinado, serán rechazadas. No será permitido el uso de cemento recuperado de bolsas rechazadas o usadas.

### **2.2.- Agregados**

Los agregados para la preparación de hormigones deberán ser materiales sanos, resistentes e inertes, de acuerdo con las características más adelante Indicadas. Deberán almacenarse separadamente y aislarse del terreno natural mediante tarimas de madera o capas de hormigón.

### **2.3.- Agregados finos**

Los agregados finos se compondrán de arenas naturales, o previa aprobación de otros materiales inertes de características similares que posean partículas durables. Los materiales finos provenientes de distintas fuentes de origen no deberán depositarse o almacenarse en un mismo espacio de acopio, ni usarse en forma alternada en la misma obra de construcción sin permiso especial de la Supervisión.

Los agregados finos no podrán contener sustancias perjudiciales que excedan de los siguientes porcentajes, en peso, del material:

Terrones de arcilla AASHTO T-112 1%

Carbón y lignita AASHTO T-113 1%

Material que pase el tamiz No. 200 AASHTO T-11 3%

Otras sustancias perjudiciales tales como esquistos, álcalis, mica, granos recubiertos y partículas blandas y escamosas, no deberán exceder el 4% del peso del material.

Cuando los agregados sean sometidos a 5 ciclos del ensayo de durabilidad con sulfato de sodio, empleando el método AASHTO T-104, el porcentaje pesado en la pérdida comprobada deberá ser menor de un 10%. Tal exigencia puede omitirse en el caso de agregados a usarse en hormigones para estructuras no expuestas a la intemperie.

Los agregados finos que no cumplan con las exigencias de durabilidad, podrán aceptarse siempre que pueda probarse con evidencia que un hormigón de proporciones comparables, hecho con agregados similares obtenidos de la misma fuente de origen, haya estado expuestos a las mismas condiciones ambientales, durante un período de por lo menos 5 años, sin desintegración apreciable. Las exigencias de durabilidad pueden omitirse en el caso de agregados destinados al uso en obras de arte o porciones de estructuras no expuestas a la intemperie.

Todos los agregados finos deberán carecer de cantidades perjudiciales de impurezas orgánicas.

Los sometidos a tal comprobación mediante el ensayo calorimétrico, método AASHTO T-21, que produzcan un color más oscuro que el color normal, serán rechazados, a menos que pasen satisfactoriamente un ensayo de resistencia en probetas de prueba. Cuando los citados agregados acusen, en ensayos efectuados en el transcurso de la ejecución de la obra, un color más oscuro que las muestras aprobadas inicialmente para la obra, su uso deberá ser interrumpido hasta que se hayan efectuado ensayos satisfactorios para la Supervisión, con el objeto de determinar si el cambio de color indica la presencia de una cantidad excesiva de sustancias perjudiciales.

Las muestras de prueba que contengan agregados finos, sometidos a ensayos por el método AASHTO T-71, tendrán una resistencia a la compresión, a los 7 y a los 28 días no inferior al 90% de la resistencia acusada con un mortero preparado en la misma forma, con el mismo cemento y arena normal.

El módulo de fineza de los agregados finos será determinado sumando los porcentajes acumulativos en peso, de los materiales retenidos en cada uno de los tamices U.S. Standard

Nos. 4, 8, 16, 30, 50 y 100 y dividiendo por 100.

Los agregados finos serán de gradación uniforme y deberán llenar las siguientes exigencias:

TIPO DE TAMIZ	PORCENTAJE QUE PASA EN PESO (AASHTO T-27)
3/8"	100
Nº. 4	95- 100
Nº. 16	45 - 80
Nº. 50	10 - 30
Nº. 100	2 - 10
Nº. 200	0 - 3

*Tabla 1: Agregado fino.*

Los agregados finos que no llenen las exigencias mínimas para el material que pase los tamices 50 y 100, podrán usarse siempre que se les agregue un material fino inorgánico inerte aprobado, para corregir dicha deficiencia de gradación.

Los requisitos de gradación fijados precedentemente son los límites extremos a utilizar en la determinación de las condiciones de adaptabilidad de los materiales provenientes de todas las fuentes de origen posibles.

La granulometría del material proveniente de una posible fuente, será razonablemente uniforme y no deberá sufrir variaciones que oscilen entre uno y otro de los límites extremos especificados. Para determinar el grado de uniformidad, se hará una comprobación del grado de uniformidad, se hará una comprobación del módulo de fineza con muestras representativas enviadas por el contratista, de todas las fuentes de aprovisionamiento que el mismo se proponga usar.

#### **2.4.- Agregados gruesos**

Los agregados gruesos para hormigón se compondrán de grava u otro material inerte aprobado de características similares, que se compongan de piezas durables y carentes de recubrimientos adheridos indeseables.

Los agregados gruesos no podrán contener sustancias perjudiciales que excedan de los siguientes porcentajes:

<b>MATERIAL</b>	<b>MÉTODO DE ENSAYO AASHTO</b>	<b>PORCENTAJE EN PESO</b>
Terrones de arcilla	T - 112	0.25
Material que pase el Tamiz No. 200	T - 11	1
Piezas planas o alargadas (longitud mayor que 5 espesor máximo)		10
Carbón Lignito	T- 113	1
Fragmentos Blandos		5

*Tabla 2: Agregado grueso.*

Otras sustancias inconvenientes de origen local no podrán exceder el 5% del peso del material. Los agregados gruesos deberán tener un porcentaje de desgaste no mayor de 40%, a 500 revoluciones al ser sometidos a ensayo por el método AASHTO T-96. Cuando los agregados sean sometidos a 5 ciclos del ensayo de durabilidad con sulfato de sodio empleando las muestras designadas como alternativa (b) del método AASHTO T-104, el porcentaje en peso de pérdidas

no podrá exceder de un 12%. Los agregados gruesos que no cumplan las exigencias del ensayo de durabilidad podrán ser aceptados siempre que se pueda demostrar mediante evidencias satisfactorias para la Supervisión, que un hormigón de proporciones comparables, hecho de agregados similares, provenientes de las mismas fuentes de origen, haya sido expuesto a la intemperie bajo condiciones similares, durante un período de por lo menos 5 años sin haber demostrado una desintegración apreciable.

Los agregados gruesos deberán llenar las exigencias de la tabla siguiente para el o los tamaños fijados y tendrán una gradación uniforme entre los límites especificados.

GRADACIÓN AGREGADOS	TAMAÑO DE TAMICES									
	GRUESOS	3"	2½"	2"	1½"	1"	¾"	½"	2/8"	Nº. 4
	<b>PORCENTAJE EN PESO QUE PASE LOS TAMICES (AASHTO T27)</b>									
½" Nº. 4	-	-	-	-	-	100	90-100	40-70	0-15	0-5
¾" Nº. 4	-	-	-	-	100	95-100	-	20-55	0-10	0-5
1" Nº. 4	-	-	-	100	95-100	-	-	-	0-10	0-5
1 ½" Nº. 4	-	-	100	95-100	-	35-100	25-80	10-30	0-5	-
2" Nº. 4	-	100	95-100	-	35-70	-	-	-	0-5	-
½" Nº. 4	100	95-100	-	35-70	-	10-30	Oct-30	-	0-5	-
1 ½" ¾"	-	-	35-70	90-100	35-70	0-15	-	0-5	-	-
2" ½"	-	100	90-100	35-70	-	-	0-5	-	-	-
2 ½" 1 ½"	100	90-100	35-70	0-15	20-55	0-5	-	-	-	-

*Tabla 3: Exigencias de gradación para agregados gruesos.*

### 2.5.- Acopio para el agregado

El agregado grueso proveniente de fuentes distintas no será almacenado en la misma pila ni usado alternadamente en la misma clase de obra o mezclado sin autorización previa y escrita de la Supervisión.

Cuando se acopie agregado que responda a distintas clasificaciones granulométricas, se almacenarán en pilas separadas y se mezclarán a fin de cumplir la granulometría exigida, Esta mezcla se hará en el momento de confeccionar el hormigón en las proporciones adecuadas para lograr el cumplimiento del requisito señalado.

## **2.6.- Agua**

Toda el agua utilizada en los hormigones y para el curado debe ser aprobada por el Supervisor y carecerá de aceites, ácidos, álcalis, sustancias vegetales e impurezas.

El agua a ser utilizada, analizada de acuerdo a lo indicado en el método AASHTO T-26, debe cumplir con las exigencias que se indican a continuación:

<b>DETERMINACIÓN</b>	<b>LIMITACIÓN</b>
<b>Acidez pH</b>	5 < pH < 8
<b>Sustancias disueltas</b>	< 15 gr/l
<b>Contenidos de Sulfato expresados en ion SO<sub>4</sub></b>	< 1 gr/l
<b>Contenidos de Ion Cloro</b>	< 6 gr/l
<b>Hidratos de Carbono</b>	0 (cero)
<b>Sustancias orgánicas solubles en éter</b>	< 15 gr/l

*Tabla 4: Requisitos para el agua de amasado y curado.*

Cuando el Supervisor lo estime necesario, podrá disponer el análisis del agua y, bajo su control, el contratista extraerá, envasará y remitirá por su propia cuenta a un laboratorio especializado y aprobado por el Supervisor, por lo menos dos muestras de un litro, en recipientes de vidrio, debidamente limpios e identificados.

## **3.- EQUIPO.**

### **3.1.- Equipo para la mezcla del hormigón**

El hormigón podrá ser elaborado siguiendo el procedimiento indicado a continuación:

- Dosificación en laboratorio y mezclado total en el lugar de trabajo.
- Las mezcladoras serán de funcionamiento mecánico y de una capacidad mayor o igual a 300 litros.
- Deberán tener indicado en lugar visible su máxima capacidad de carga, según especificación del fabricante.
- Su velocidad de mezclado será constante y preferentemente estarán equipadas con un dispositivo aprobado para regular el tiempo de mezclado, que actuará automáticamente.

La Supervisión juzgará si la capacidad de los equipos que presente el contratista es suficiente para cumplir con un programa mínimo de trabajos compatible con los planes de ejecución y formulará al Contratista los requerimientos que a su juicio sean necesarios.

También se utilizará un camión estaca de 4 TN para el transporte de los materiales y las herramientas necesarias para la correcta ejecución del trabajo.

#### **4.- EJECUCIÓN.**

##### **4.1.- Hormigón simple**

##### **Clases de Hormigón Simple**

Las mezclas de hormigón serán dosificadas con el fin de obtener las siguientes resistencias características de compresión a los 28 días, para cumplir los requerimientos exigidos en los planos o en su defecto, fijadas por la Supervisión basado en la Norma Boliviana y/o en función de la buena práctica de la ingeniería.

<b>Clase de Hormigón Simple</b>	<b>Resistencia Característica Cilíndrica de Compresión a los 28 días</b>
P1 Mayor o igual	40 MPa (400 kg/cm <sup>2</sup> )
P Mayor o igual	35 MPa (350 kg/cm <sup>2</sup> )
A1 Mayor o igual	26 MPa (260 kg/cm <sup>2</sup> )
A Mayor o igual	21 MPa (210 kg/cm <sup>2</sup> )
B Mayor o igual	18 MPa (180 kg/cm <sup>2</sup> )
C Mayor o igual	16 MPa (160 kg/cm <sup>2</sup> )
D Mayor o igual	13 MPa (130 kg/cm <sup>2</sup> )
E Mayor o igual	11 MPa (110 kg/cm <sup>2</sup> )

*Tabla 5: Clases de hormigón simple.*

El contratista presentará al Supervisor, para revisión y aprobación la fórmula de diseño de la dosificación para el tipo de hormigón a utilizar, tomando en consideración la calidad de los materiales disponibles en la Obra.

Una vez que la Supervisión apruebe la dosificación para cada hormigón que utilice en la Obra, el contratista no podrá alterar las dosificaciones sin autorización expresa de la Supervisión. La operación para la medición de los componentes de la mezcla se realizará siempre "en peso", mediante instalaciones gravimétricas, automáticas o de comando manual.

Excepcionalmente y con orden escrita de la Supervisión se autorizará el control por volumen, en cuyo caso se emplearán cajones de madera o de metal, de dimensiones correctas, indeformables por el uso y perfectamente identificadas de acuerdo al diseño fijado. En las operaciones de rellenado de los cajones, el material no rebasará el plano de los bordes, no siendo permitido en ningún caso, la formación de combaduras, lo que se evitará enrasando sistemáticamente las superficies finales. La fabricación de hormigón con control por volumen tendrá empleo únicamente en emergencia, siempre y exclusivamente a criterio de la Supervisión.

Especial atención en la medición del agua de mezclado, pondrá el contratista previendo un dispositivo de medida, capaz de garantizar la medida del volumen de agua con un error inferior al 3% del volumen fijado en la dosificación.

Adicionalmente los agregados presentarán la siguiente dimensión máxima característica:

- como máximo  $1/5$  (un quinto) de la menor dimensión en planta de la pieza a ser hormigonada.
- como máximo  $3/4$  (tres cuartos) del menor espacio entre barras de la armadura.

#### **4.2.- Preparación**

El hormigón podrá ser preparado en el lugar de la obra. Si es elaborado en otro lugar, será rápidamente transportado para inmediata colocación. La preparación del hormigón en el lugar de la obra se realizará en hormigoneras de tipos y capacidades aprobados por la Supervisión.

Los materiales serán colocados en la mezcladora, de modo que una parte del agua de amasado sea admitida antes que los materiales secos; el orden de entrada a la hormigonera será: parte del agua, agregado grueso, cemento, arena, y el resto del agua de amasado. Los aditivos serán añadidos al agua en cantidades exactas, antes de la introducción al tambor, salvo recomendación de la Supervisión para usar otro procedimiento.

El tiempo de mezclado, contado a partir del instante en que todos los materiales hayan sido colocados en la hormigonera, dependerá del tipo de la misma y no deberá ser inferior a los tiempos descritos a continuación:

- Para hormigoneras de eje vertical      1 minuto
- Para hormigoneras basculante    2 minutos
- Para hormigoneras de eje horizontal    1,5 minutos

La mezcla volumétrica del hormigón será preparada siempre para una cantidad entera de bolsas de cemento. Las bolsas de cemento que por cualquier razón hayan sido parcialmente usadas, o que

contengan cemento endurecido, serán rechazadas. No será permitido el uso de cemento proveniente de bolsas usadas o rechazadas.

Todos los dispositivos destinados a la medición de los componentes utilizados en la preparación del hormigón, serán previamente aceptados y aprobados por la Supervisión.

El hormigón deberá prepararse solamente en las cantidades destinadas para su uso inmediato.

El hormigón que estuviera parcialmente endurecido, no será utilizado en ninguna circunstancia.

#### **4.3.- Colocación**

La colocación del hormigón sólo podrá iniciarse después de conocer los resultados de los ensayos de verificación de la dosificación presentada por el contratista, que fue aceptada y aprobada por la Supervisión.

No se permitirá la colocación del hormigón desde una altura superior a dos metros, ni la acumulación de grandes cantidades de mezcla en un solo lugar para su posterior esparcido.

Las bateas, tubos o canaletas usados como auxiliares para la colocación del hormigón, deberán disponerse y utilizarse de manera que no provoquen segregación de los agregados.

Todos los tubos, bateas y canaletas deberán mantenerse limpias y sin recubrimientos de hormigón endurecido, lavándolos intensamente con agua después de cada trabajo.

El contratista presentará al Supervisor para aceptación y aprobación, el sistema de colocación del hormigón para cada caso, pero con mayor razón para aquellos donde las alturas para el colocado del hormigón sean importantes.

Las operaciones de colocación del hormigón serán suspendidas cuando la temperatura del aire este en descenso, a la sombra y lejos de fuentes artificiales de calor, y baje a menos de 5°C, y no se reanudarán hasta que dicha temperatura del aire ascienda, a la sombra, y alejado de fuentes de calor artificial alcance a los 5°C.

Cuando el hormigón se coloque en tiempo frío y exista la posibilidad que la temperatura baje a menos de 5°C, la temperatura del aire alrededor del hormigón deberá mantenerse a 10°C, o más, por un período de 5 días después del vaciado del hormigón.

El contratista será responsable de la protección del hormigón colocado en tiempo frío, teniendo presente que todo hormigón perjudicado por la acción de las heladas será removido y reemplazado por cuenta del contratista.

Bajo ninguna circunstancia las operaciones de colocación del concreto podrán continuar cuando la temperatura del aire sea inferior a 2°C bajo cero.

La temperatura del hormigón no deberá ser superior a los 32°C.

Cuando se coloque el hormigón en tiempo caliente, y exista la posibilidad que la temperatura del hormigón sea superior a los 32°C, el contratista tiene la responsabilidad de proveer todo el equipo y otros recursos necesarios para controlar la temperatura del hormigón por debajo de los 32°C.

Algunas medidas que podrá adoptar el Contratista para controlar la temperatura de la mezcla del hormigón y para minimizar los efectos de la retracción térmica, pero que no deben ser consideradas limitativas, se describen a continuación:

- Resguardar los agregados bajo la sombra o en depósitos fuera de la incidencia directa de los rayos del sol.
- Resguardar bajo la sombra o enfriar constantemente los equipos de mezclado, transporte, bombeo u otro equipo que se utilice durante la producción y colocación del hormigón.
- Enfriar los agregados permanentemente con riego de agua.
- Enfriar el agua para la mezcla, refrigerándola o utilizando cubos de hielo como parte del agua componente de la mezcla. Los cubos de hielo deberán derretirse totalmente después de que se haya concluido el mezclado del hormigón.
- Hormigonar en periodo del día con temperaturas descendentes.
- Utilizar cemento con temperatura no superior a 40 grados centígrados.

La temperatura de los encofrados y toda superficie que estará en contacto con la mezcla de hormigón se mantendrán por debajo de los 32°C.

Para tal efecto cubrirán los encofrados y otras superficies con cobertores mojados de yute o algodón, proceder con un riego de agua muy tenue (tipo neblina), cubrir las estructuras con techado o cualquier otro método que sea aprobado por la Supervisión.

#### **4.4.- Curado y protección**

El hormigón, a fin de alcanzar su resistencia total, será curado y protegido eficientemente contra el sol, viento y lluvia.

El curado continuará durante un período mínimo de siete días después de la colocación del hormigón. El agua para el curado será de la misma calidad que la utilizada para la mezcla del hormigón.

## 5.- MEDICIÓN

La cantidad de hormigón que se coloque en un determinado lugar de acuerdo a los planos será medido en metros cúbicos (m<sup>3</sup>), colocado en la obra, aceptado y aprobado. Al calcular el número de los metros cúbicos del hormigón, las dimensiones utilizadas serán las fijadas en los planos o las que ordene por escrito la Supervisión, las mediciones que se realicen no incluirán hormigón alguno empleado en la construcción de tablestacas o andamios. No se incluyen en los cómputos moldes o andamios ni se admiten incrementos por concepto de una mayor cantidad de cemento empleado en alguna la mezcla, ni para la terminación de cualquier nivel de hormigón cuya construcción estuviera prevista.

## 6.- FORMA DE PAGO

El hormigón medido de acuerdo al inciso anterior será pagado con los correspondientes precios unitarios contractuales.

Dichos precios y pagos incluyen la provisión de materiales, encofrados y apuntalamientos, preparación, transporte, colocación, consolidación, curado, así como otros materiales señalados en planos y toda mano de obra, equipo, herramientas e imprevistos necesarios para ejecutar el trabajo previsto en esta Especificación.

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD
6.0	Hormigón simple tipo "A" H-210 (muro)	m <sup>3</sup>
12.0	Hormigón simple tipo "A" H-210 (solera)	m <sup>3</sup>
24.0	Hormigón simple tipo "A" H-210 (colector)	m <sup>3</sup>

## **ITEM 7.0. – TIRAS METALICAS**

### **1.- DESCRIPCIÓN**

Se denomina elementos metálicos de tierra reforzada a las armaduras en todos los casos, a los arranques o clavijas para las armaduras de las placas de hormigón, a los empalmes y enganches, así como a los pasadores o tornillos que se utilizan para unir entre sí armaduras y placas.

Todos los elementos metálicos se fabrican en acero dulce de bajo contenido en carbono, con un recubrimiento de zinc por galvanización en caliente.

En cada estructura se utilizarán elementos de un solo tipo de material, es decir, con o sin protección de galvanización, utilizándose los no galvanizados únicamente en obras marítimas, suelos agresivos y obras provisionales.

### **2.- MATERIALES**

Sobre los materiales empleados en este tipo de muros, los principales son las tiras (pletinas) de acero galvanizado, pernos de unión entre las tiras de acero y las placas de hormigón y los materiales necesarios para el montaje del muro.

#### **2.1.- Corrosión de armaduras**

Los espesores nominales de los elementos metálicos serán tales, que tras deducir los espesores de seguridad correspondientes a la corrosión que se detallan en la Tabla 6, los espesores remanentes sean iguales o mayores que los previstos en los cálculos (en mm).

Obra/Condición	Acero sin galvanizar			Acero galvanizado		
	Seca	Saturada	Marítima	Seca	Saturada	Marítima
Provisional (5 años)	0,5	0,5	1			
Definitiva (75 años)			0,5	1	1,5	
Definitiva (100 años)			7	1,5	2	
Especial	SP	SP	SP	SP	SP	SP

*Tabla 6: Espesores de sacrificio en mm.*

Notas: i) SP = según proyecto

ii) Los espacios en blanco se tratarán como casos especiales.

#### **2.2.- Características del acero**

**Armaduras.** - El acero será del tipo ASTM A -82, para el caso de mallas, y grado 65 según ASTM A 572 para el caso de barras.

**Pernos.** - Deberán cumplir con la norma ASTM A 325 o equivalente. Llegando a ser los pernos o tornillos tipo 8.8 los especificados en el proyecto los cuales cumplen con dicha normativa.

### **2.3.- Galvanizado**

#### **Generalidades**

En el caso de que se especifique como material metálico el acero galvanizado, todas las piezas serán galvanizadas en caliente (Tierra Armada), conforme a las normas ASTM A 123, ASTM A 143 o ASTM A -153.

#### **Aspecto superficial del recubrimiento**

Será revisado visualmente, no debiendo presentar picaduras o rayaduras. Además, el recubrimiento podrá presentar una cristalización visible, diferente entre ambas caras. La cristalización deberá ser homogénea en su conjunto, sin importar el tamaño de los cristales y su densidad de reparto.

En caso de que se detecten picaduras o saltaduras de menor envergadura, éstas deberán ser tratadas con galvanizado en frío.

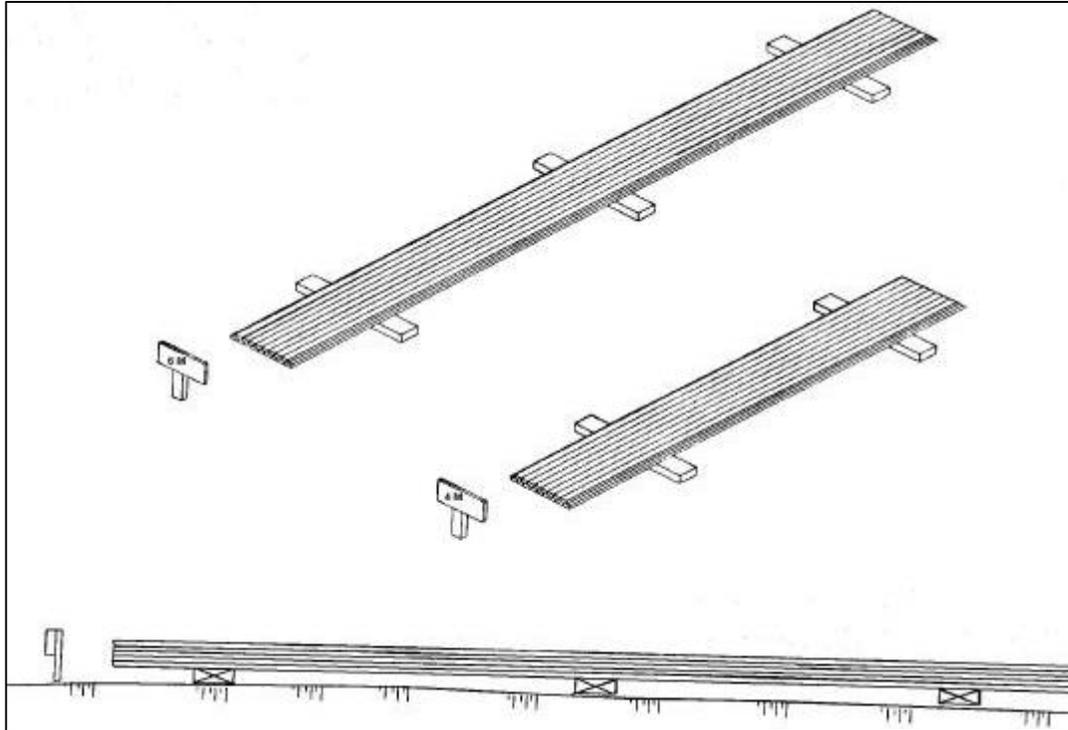
#### **Peso del recubrimiento**

El peso nominal del recubrimiento en el caso de galvanizado en caliente no podrá ser menor de 500 g/M<sup>2</sup> en cada cara (5 gr/dM<sup>2</sup>) para las barras.

#### **Acopio de armaduras**

Se descargarán con ayuda de una grúa y los paquetes de armaduras de más de 6 m. de longitud se deberán descargar y manipular con ayuda de un perfil metálico.

Es necesario evitar doblar las armaduras para no dañar el galvanizado del acero. En cuanto al acopio de las armaduras, para evitar posteriores errores y facilitar el montaje, almacenarlas por longitudes, con una tablilla que indique la dimensión y tipo de cada acopio (fig.1)



*Figura 1: Acopio de armaduras.*

Las armaduras no deben colocarse directamente sobre el suelo, si no sobre madera para evitar el contacto con el agua, sobre todo cuando el período de almacenamiento pueda ser prolongado.

Los pernos y tuercas deben almacenarse en local cerrado para evitar su pérdida.

### **3.- EQUIPO.**

El equipo humano que estimamos necesario por frente de trabajo, es:

- Un albañil, realizara el tendido.
- Uno o dos ayudantes.

Para el descargue de las armaduras que llegarán a obra generalmente en camiones de gran tonelaje (25 t.), en paquetes de 50 a 100 unidades, con un peso de 1.80 Kg. por metro de armadura.

Se descargarán con ayuda de una grúa y los paquetes de armaduras de más de 6 m. de longitud se deberán descargar y manipular con ayuda de un perfil metálico.

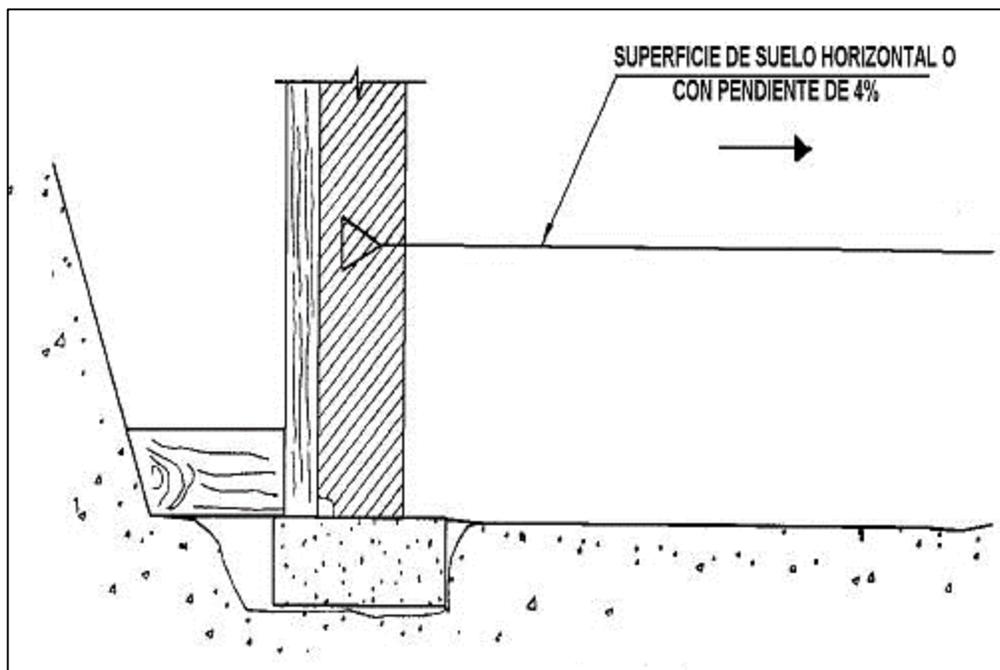
### **4.- EJECUCIÓN**

Las tiras metálicas serán acarreadas desde el lugar de acopio hasta la ubicación de los muros, realizando esta acción solo cuando se esté por colocar la armadura, siendo cuando se asegure la

primera fila de los paneles y colocando el material de relleno hasta la altura de la primera fila de armadura, tal como se especifica en los planos correspondientes. Cada proceso debe ser realizado con la supervisión del Ingeniero a cargo y el Supervisor para la aprobación y control de cada proceso.

La colocación de la armadura se realizará según lo especificado en los planos para la separación tanto horizontal como vertical.

Las armaduras se colocan perpendiculares al paramento del muro y se unen a los arranques mediante los pernos y tuercas correspondientes. Colocado este primer nivel de armaduras, se extiende y compacta la capa 2 tal como se observa en la figura 2.



*Figura 2: Colocación de armadura a nivel.*

Para longitudes de armaduras de tierra armada superiores a 6 m., se utilizan las empalmadoras de armaduras (fig. 3).

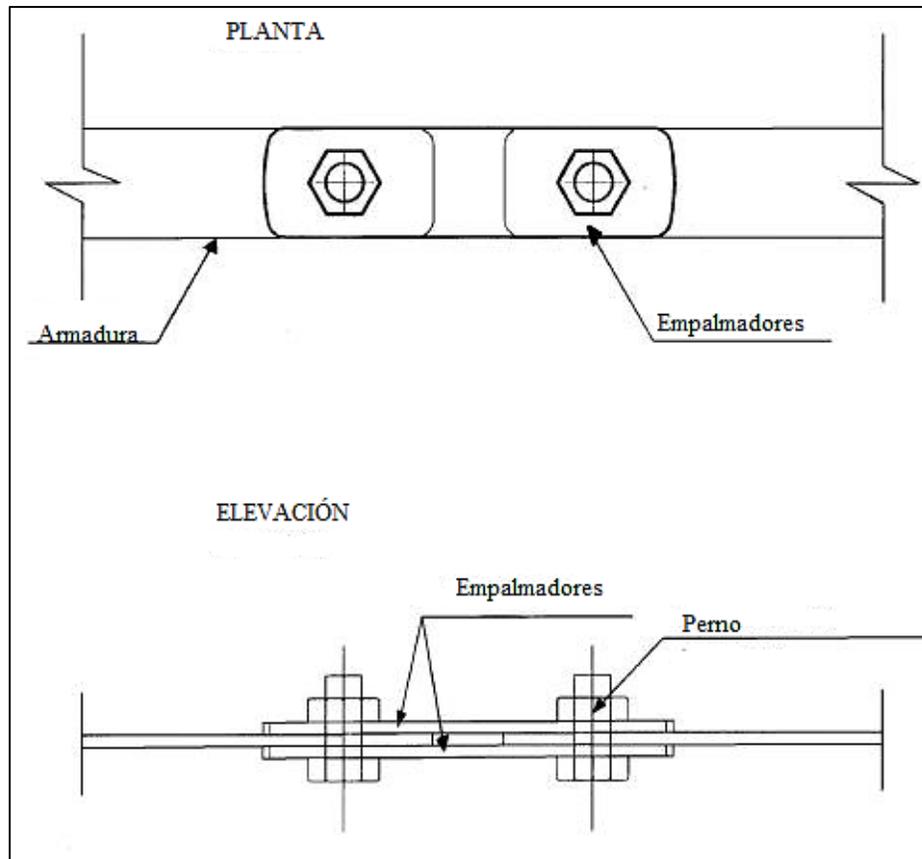


Figura 3: Empalmes entre armaduras.

#### 5.- MEDICIÓN Y FORMA DE PAGO

La cantidad a pagar por este concepto será la cantidad determinada en la forma arriba expresada, será pagada a los precios del contrato por unidad de medición, como está abajo detallado y que figuren en el programa de licitación. Dichos precio y pago constituirá la compensación total en concepto suministro de todos los materiales incluyendo toda mano de obra, equipo, herramientas, imprevistos necesarios para terminar la obra indicada en la presente sección.

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD
7.0	Tiras metálicas	m

## **ITEM 8.0. – PANELES PREFABRICADOS DE HORMIGÓN**

### **1.- DESCRIPCIÓN.**

Se denomina placas para obras de tierra reforzada a aquellos elementos prefabricados de hormigón, armados o no, provistos de arranques para armaduras metálicas y de dispositivos para el acoplamiento entre elementos. Tendrán por objetivo constituir los paramentos o cara visible de las obras de tierra reforzada.

### **2.- MATERIALES.**

#### **2.1.- Hormigón**

- Las placas serán prefabricadas en planta o en obra, según corresponda.
- El hormigón se dosificará para alcanzar las resistencias del proyecto.
- El tamaño máximo de los áridos será de 25 mm.
- Los áridos, así como el cemento, no tendrán características agresivas respecto al metal de los arranques y enganches para las armaduras de tierra reforzada.
- Los elementos se hormigonarán horizontalmente con la cara exterior (paramento) hacia abajo sobre el encofrado y la cara interior hacia arriba.
- El hormigón se colocará sin interrupción, teniendo cuidado de que no entren en contacto, bajo ningún concepto, los enganches de las armaduras de tierra reforzada y las armaduras de la placa.
- El hormigón se vibrará, y se controlará que penetre en todas las esquinas y huecos, para evitar nidos y otros defectos.
- La armadura correspondiente a las placas será la mínima o según el diseño del proyecto, siendo las mismas mallas electro soldadas.
- Se utilizará el mismo tipo de desmoldante para todos los elementos.

#### **2.2.- Acopio**

Las placas prefabricadas de hormigón llegarán a obra en camiones de gran tonelaje (25 t.), por lo que el acceso a obra deberá ser el adecuado.

Tanto el transporte como el almacenaje se hace con las placas en posición horizontal y los arranques hacia arriba.

La descarga y colocación de las placas en el acopio se realiza con ayuda de eslingas especiales de descarga. El acopio se realiza según el croquis de la figura 4. Las pilas no deberán tener, en altura,

más de seis placas de hormigón. Los arranques no deben doblarse en ningún caso, apoyando unas placas sobre otras.

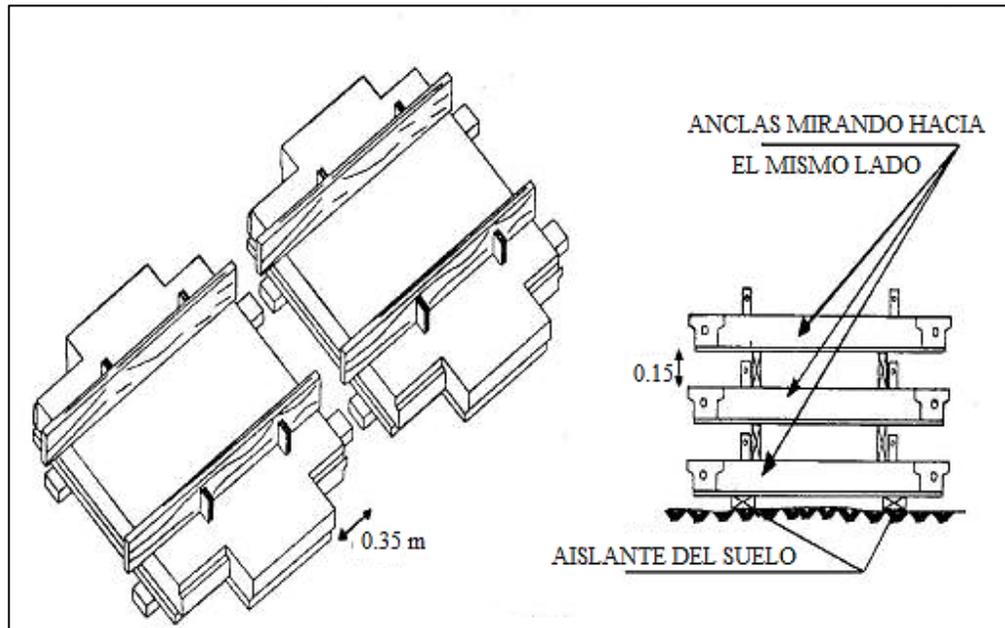


Figura 4: Forma de acopio de paneles.

### 2.3.- Juntas de espuma de poliuretano para placas de hormigón

Las juntas de espuma de poliuretano rellenarán los espacios laterales entre elementos vecinos en las placas de hormigón. Estas juntas están formadas por tiras de espuma de poliuretano de células abiertas, con una sección cuadrada 4 x 4 cm.

El material deberá presentar un buen aspecto, sin indentaciones ni cortaduras ni signos de descomposición. Será suficientemente resistente como para permitir su manejo y puesta en obra sin sufrir daños.

### 2.4.- Apoyos de placas de hormigón

Se define esta unidad como el elemento situado entre dos placas de hormigón que están colocadas una encima de otra y que tiene por misión obtener un contacto flexible que permita el giro y un cierto desplazamiento relativo entre las dos placas.

Los apoyos consisten en una placa de neopreno o plástico, de las calidades especificadas por el proveedor. Las características mecánicas serán las especificadas por el proveedor.

El espesor de las juntas será de  $20 \pm 2$  mm. La longitud y ancho de los apoyos serán los fijados en los planos y especificaciones.

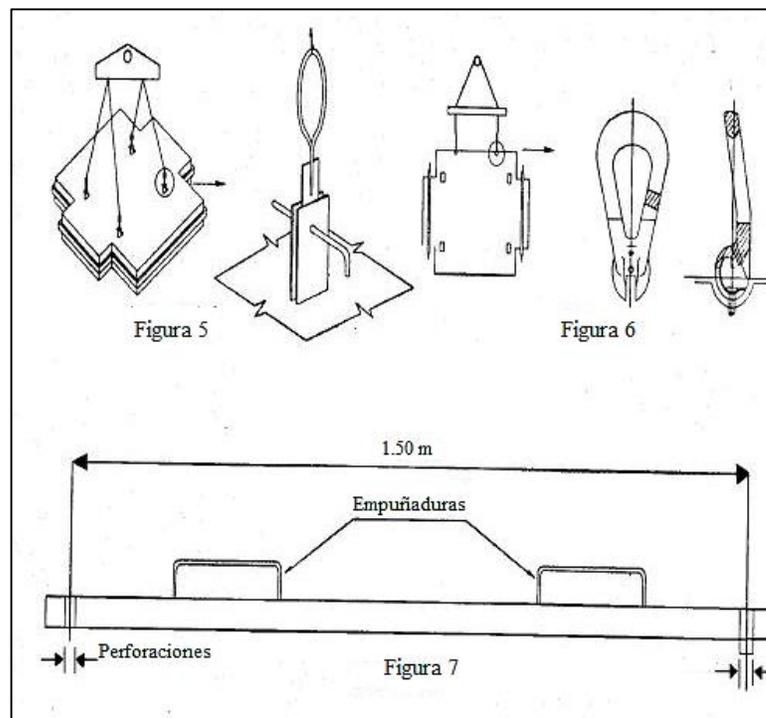
Según sea el proveedor, las juntas estarán conformadas por una espuma de poliuretano o por un geotextil. Las juntas de espuma de poliuretano rellenarán los espacios laterales entre elementos vecinos en las placas de hormigón. Estas juntas están formadas por tiras de espuma de poliuretano de células abiertas, con una sección cuadrada 4 x 4 cm.

El material deberá presentar un buen aspecto, sin indentaciones ni cortaduras ni signos de descomposición. Será suficientemente resistente como para permitir su manejo y puesta en obra sin sufrir daños.

### 3.- EQUIPO.

El equipo humano que estimamos necesario por frente de trabajo, es:

- Un capataz, jefe de equipo o similar.
- Un albañil.
- Tres o cuatro ayudantes.



Además de todos los elementos prefabricados que constituyen la estructura de Tierra Armada y que se suministran a obra sobre camiones, TIERRA ARMADA LTDA. facilitará el siguiente material de montaje:

- Eslinga para descarga de placas (fig. 5).
- Eslinga de montaje con anillo especial de enganche a la grúa (fig. 6).

- Plantilla de gálibo (fig. 7).

Equipo mecánico y accesorios a disponer por el contratista.

- Un camión grúa mediano.
- Gatos para rigidización de placas durante el montaje (fig. 8).
- Cuñas de madera (fig. 9).
- Llaves fijas del 20.
- Barras de uña.
- Regla metálica de 4m.
- Nivel y plomada.
- Madera para apuntalar la primera fila de placas.
- Largueros de madera para el acopio de placas (fig. 10).

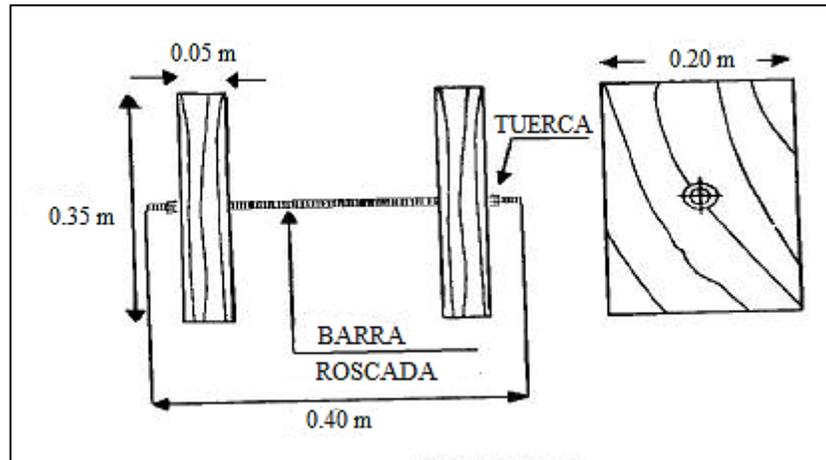


Figura 8

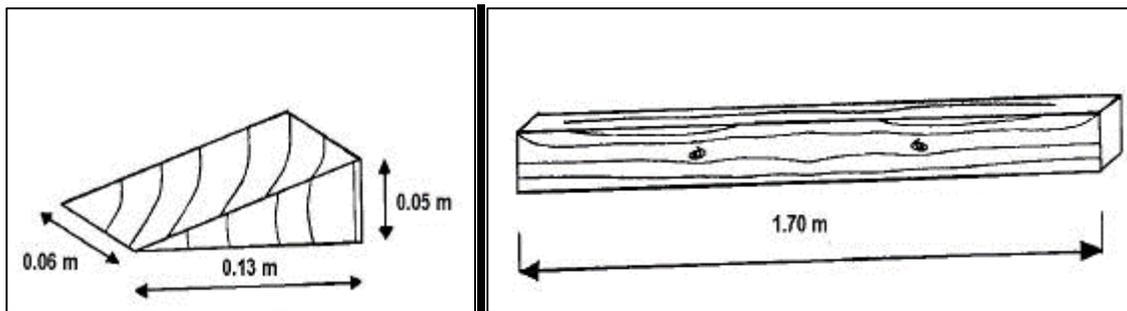


Figura 9

Figura 10

Con los equipos que hemos señalado se deben realizar las operaciones necesarias de: descarga, acopio, montaje, reglaje de placas y colocación de armaduras.

#### 4.- EJECUCIÓN.

##### 4.1.- Solera de nivelación

La solera de nivelación tiene como misión exclusiva obtener una superficie nivelada y lisa que facilite el apoyo y montaje de la primera fila de placas. NO ES UNA FUNDACION. Es fundamental que su ejecución sea extremadamente cuidadosa y con una buena horizontalidad en sentido longitudinal y transversal. Es la base de un buen montaje posterior (figura 11).

Se deberá replantear la línea exterior del paramento, pintándose la alineación sobre la superficie de la solera, no dejándose nunca una cuerda como referencia.

Cuando en el Proyecto figuren diferentes escalones de solera, se construirán según el croquis de la figura 12.

En el momento en que la solera esté hormigonada y la estructura replanteadada sobre ella, se debe avisar al proveedor del sistema, para que un supervisor de montaje acuda a obra, para dirigir el montaje de las placas e instruya al personal de la obra.

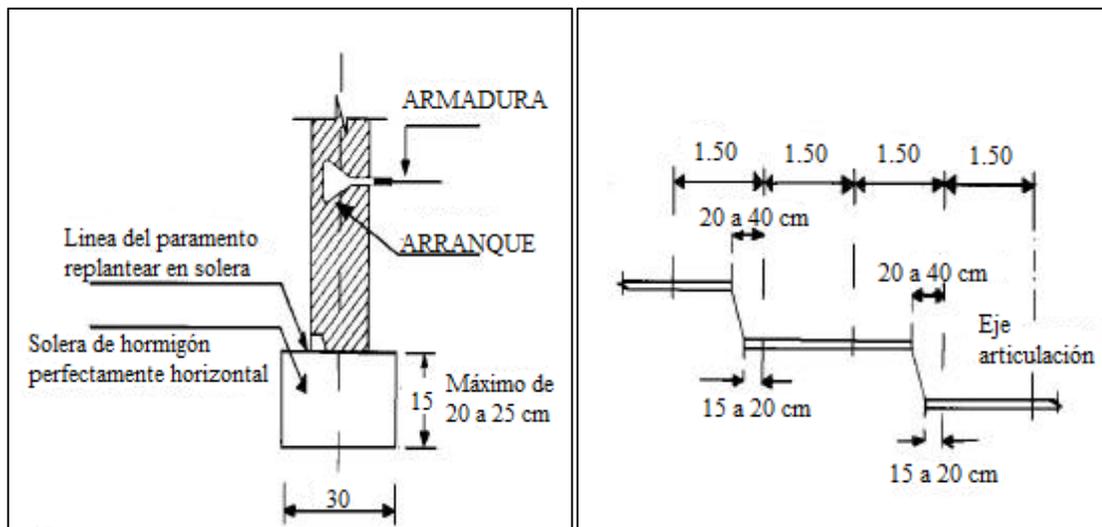


Figura 11

Figura 12

##### 4.2.- Colocación de la primera fila de placas

Una vez marcado sobre la solera el punto inicial de replanteo longitudinal, que normalmente viene definido en el proyecto, se procede al montaje de las primeras dos medias placas.

El orden de operación es:

Colocación de placa 1; Colocación de placa 2; Comprobación con la regla de gálibo (fig. 13.); Verificación de la horizontalidad con la regla metálica (fig. 14); Aplomado de las placas (con plomada, nunca con nivel) (fig. 14); Apuntalamiento (fig. 15).

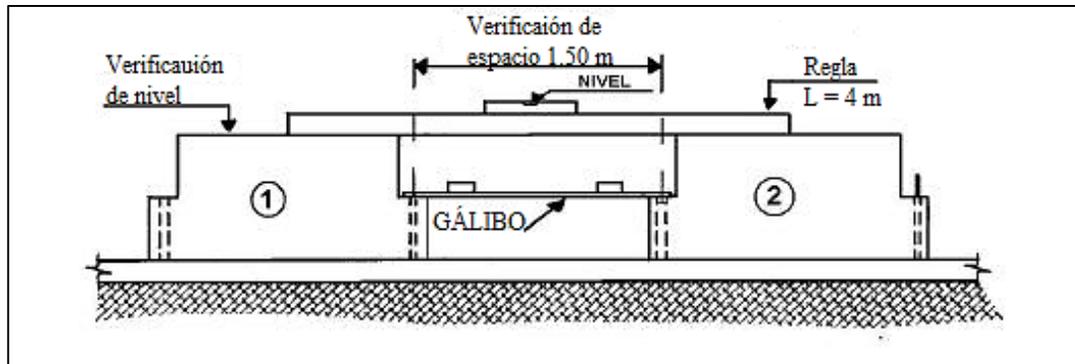


Figura 13

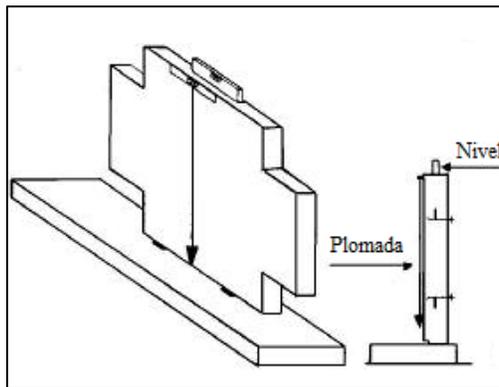


Figura 14

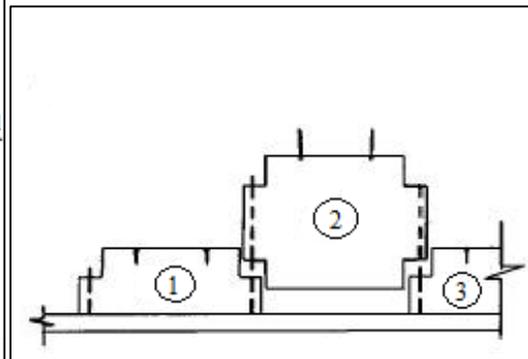


Figura 16

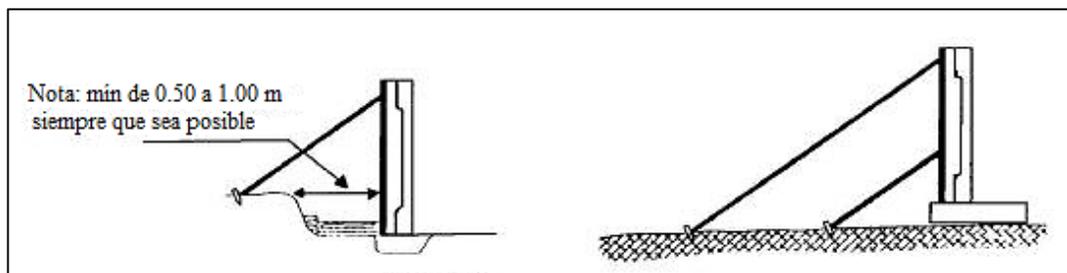
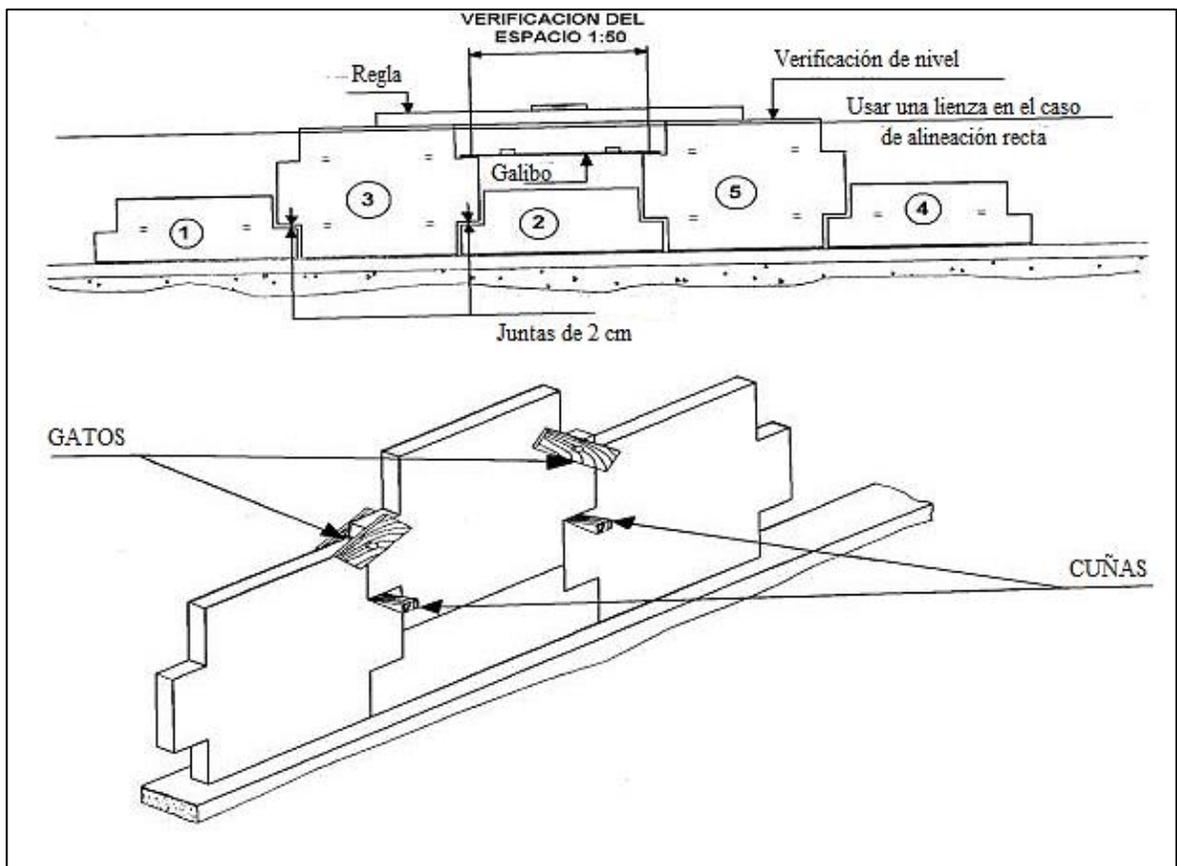


Figura 15

Seguidamente se continúa el montaje en el siguiente orden:

- 1) Colocación de la placa entera 3 (fig. 16).
- 2) Horizontalidad y aplomado de la placa 3 e inmediato apuntalamiento.
- 3) Verificación de las juntas horizontales las que deben quedar de 2 cm.

- 4) Colocación de la media placa 4 con los criterios expuestos anteriormente.
- 5) Colocación de la placa 5 (fig. 17)
- 6) Verificación y gálibo entre placas 3 y 5.
- 7) Horizontalidad y aplomado de la placa 5.
- 8) Verificación de las juntas horizontales (2 cm.).
- 9) Verificación con regla y nivel de la horizontalidad de las placas 3 y 5.
- 10) Apuntalamiento de la placa 5.
- 11) Colocación de poliuretano por la parte posterior de las juntas verticales y horiz.
- 12) Repetición de las operaciones con las placas sucesivas hasta completar la primera fila de ellas.
- 13) Comprobación de que la alineación es correcta.



*Figura 17*

El aplomado de las placas se hace siempre con plomada, nunca con nivel, dejando, un desaplome hacia el interior de 1 cm en las placas enteras y 0.5 cm en las placas medias. Este desaplome será recuperado cuando se extienda y compacte el suelo de relleno. En algunos casos, y dependiendo

del material de relleno, el desaplome indicado se deberá corregir tras las primeras comprobaciones de verticalidad que se efectúen.

Las correcciones de horizontalidad y de la junta de 2 cm. de las placas se realizarán mediante el empleo de cuñas de madera (fig. 18).

Los pequeños desplazamientos que haya que dar a las placas una vez ubicadas sobre la solera o sobre otras placas se realizará con la utilización de barras de uña (fig. 19).

La aplicación de la barra de uña no debe hacerse sobre las articulaciones en hombros de la placa, sino en la base de la misma.

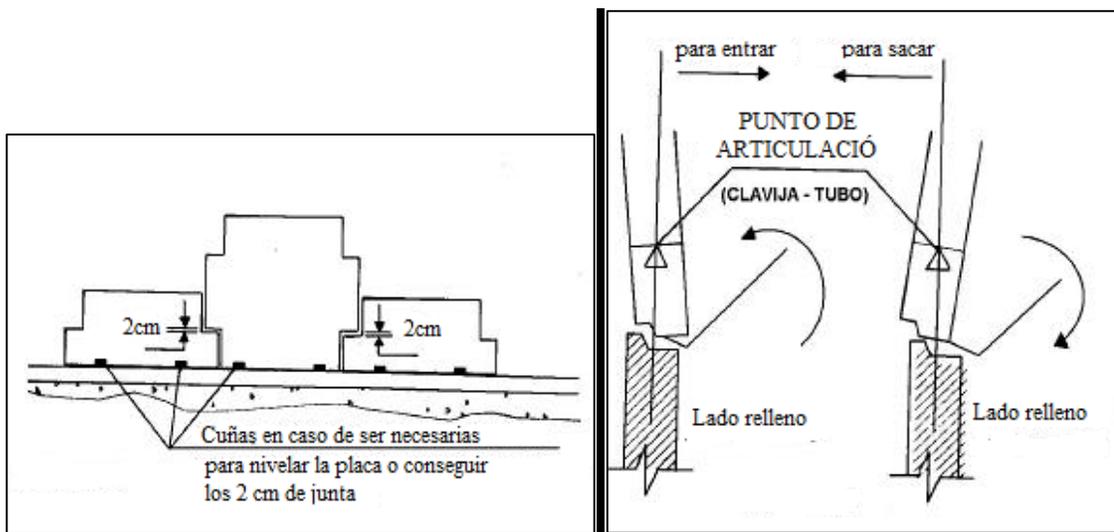


Figura 18

Figura 19

#### 4.3.- Colocación de la segunda y sucesivas filas de placas

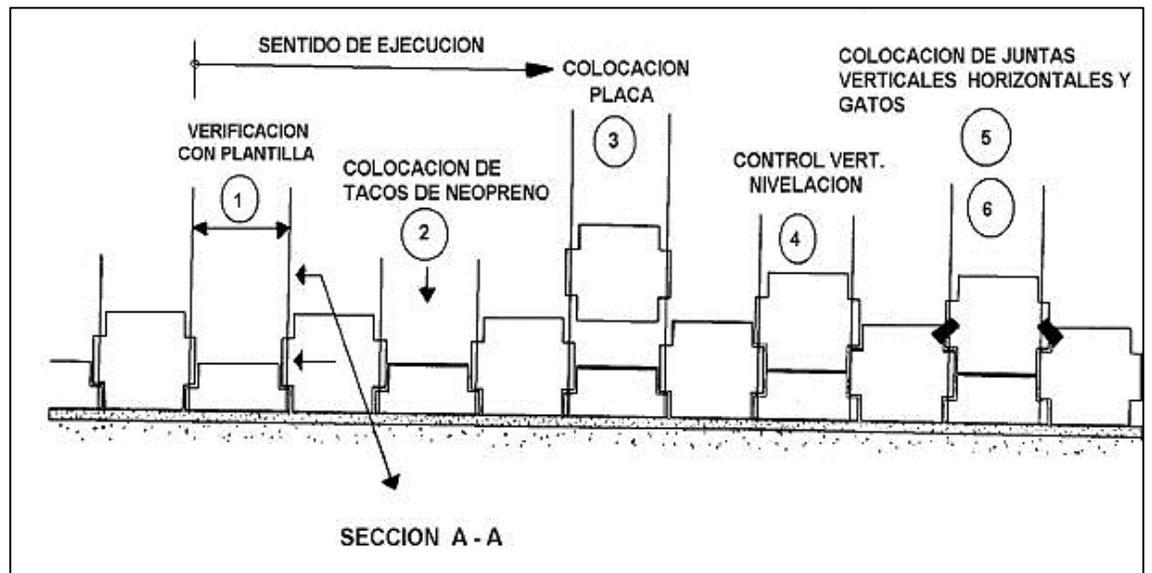
Una vez compactado el suelo del nivel 2 se verificará de nuevo la verticalidad de las placas enteras, comprobando si ha habido desaplome, como consecuencia de la compactación (midiéndolo en su caso).

La segunda fila de placas se montará, teniendo en cuenta el desaplome producido. El aplomado de las placas de esta segunda fila se efectuará igualmente con plomada, tirándola desde la parte superior de las placas hasta la inferior de la fila precedente.

Las fases a seguir en la colocación de la segunda fila de placas son las que siguen (fig. 20):

- 1) Verificación del gálibo entre las placas ya colocadas con la regla correspondiente.
- 2) Colocación de tacos de neopreno.
- 3) Colocación de la placa.

- 4) Nivelación y aplomado. Utilizar cuñas si fuera necesario.
- 5) Colocación de la junta vertical y horizontal de poliuretano por el paramento interior.
- 6) Colocación de gatos.
- 7) Comprobación de que la alineación es correcta.
- 8) Continuar extendiendo y compactando las sucesivas capas de relleno y colocando las armaduras en los niveles correspondientes.



9)

10) *Figura 20*

El resto del montaje se continúa con las mismas especificaciones que las señaladas para la segunda fila de placas, tirando siempre plomada hasta la parte visible más baja del muro.

En lo que respecta al paramento, las tolerancias recomendadas serán las siguientes:

- Respecto al trazado en planta, se recomienda que el paramento no puede estar alejado más de 50 mm de su posición teórica.
- El desplome total del paramento se recomienda que sea inferior a uno por ciento (1%) de la altura total del muro.

El mandante podrá, según los requisitos estéticos y funcionales de cada obra, modificar las tolerancias de montaje del paramento antes indicadas.

#### **4.4.- Acuñado de las placas**

Para nivelar y aplomar las placas, se utilizan cuñas de madera si ello es necesario. Las cuñas se colocarán siempre en la pequeña junta horizontal de los brazos de la cruz que forma el elemento.

Durante el montaje del muro, las cuñas no deben permanecer colocadas en más de tres filas, debiendo irse eliminando sistemáticamente las existentes en filas inferiores (Fig.21).

Concluido el montaje del muro, no debe quedar NINGUNA cuña en el paramento. La no extracción de las cuñas puede llegar a ocasionar, en caso de asientos del muro, la rotura de las esquinas de las placas. JAMAS DEBEN PONERSE CUÑAS EN EL INTERIOR DEL PARAMENTO.

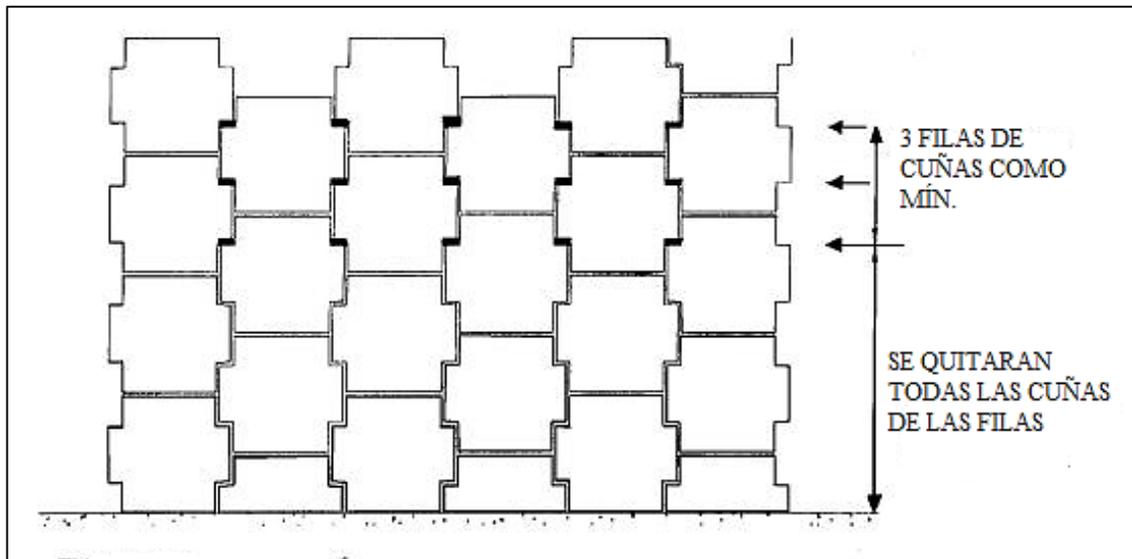


Figura 21

#### 5.- MEDICIÓN.

Los paneles de hormigón que conforman el muro de tierra armada, serán medidos en metros cuadrados (m<sup>2</sup>) tomándose las dimensiones indicadas en los planos a menos que el Supervisor instruya por escrito expresamente otra cosa, siendo por cuenta del Contratista cualquier ancho adicional que hubiera construido por cualquier causa.

#### 6.- FORMA DE PAGO.

El pago será al precio unitario del contrato aceptado. Dicho precio será compensación total por todos los trabajos, materiales, herramientas, equipo y mano de obra que incidan en su construcción.

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD
8.0	Paneles prefabricados de hormigón	m <sup>2</sup>

## **ITEM 9.0. – BORDILLO PREFABRICADO DE HORMIGÓN**

### **1.- DESCRIPCIÓN.**

El bordillo viene ser la llave superior de los muros de tierra armada, nivelando así a los paneles que se encuentran en el extremo superior del mismo. Estos serán de hormigón prefabricado o no. Estos quedan visiblemente en estos muros.

### **2.- MATERIALES.**

#### **2.1.- Hormigón**

- El bordillo será prefabricado en planta o en obra, según corresponda.
- El hormigón se dosificará para alcanzar las resistencias del proyecto.
- El tamaño máximo de los áridos será de 25 mm.
- Los áridos, así como el cemento, no tendrán características agresivas respecto al metal de los arranques y enganches para las armaduras de tierra reforzada.
- Los elementos se hormigonarán horizontalmente con la cara superior hacia abajo sobre el encofrado y la cara interior hacia arriba.
- El hormigón se colocará sin interrupción, teniendo cuidado de que no entren en contacto con los orificios que se dejan para la lechada y así asegurar los mismos.
- El hormigón se vibrará, y se controlará que penetre en todas las esquinas y huecos, para evitar nidos y otros defectos.
- Se utilizará el mismo tipo de desmoldante para todos los elementos.

### **3.- EQUIPO.**

El equipo humano que estimamos necesario por frente de trabajo, es:

- Un capataz, jefe de equipo o similar.
- Un albañil.
- Dos o tres ayudantes.

Equipo mecánico y accesorios a disponer por el contratista.

- Un camión grúa mediano.
- Gatos para rigidización de placas durante el montaje.
- Regla metálica de 4m.
- Nivel y plomada.
- Polietileno.
- Largueros de madera para el acopio de los bordillos.

#### **4.- EJECUCIÓN.**

Una vez colocado la capa de suelo sobre la última fila de armadura, se deberán nivelar las placas de hormigón prefabricadas según el nivel de la capa de rodadura.

Posteriormente se realizará el vaciado de hormigón sobre los paneles para así completar los espacios en donde no los paneles de hormigón eran relativamente bajos. El hormigonado de los espacios vacíos será realizado según lo especificado en su sección correspondiente a hormigones interinamente mencionado.

Los bordillos prefabricados deberán ser de dimensiones en los que se puedan manipular (entre 2 a 3 m). los mismos deberán ser transportados mediante una grúa mediana, bien sujetos en los extremos cuidando de soltarlos, golpearlos o mover los paneles que se encuentran ya fijos en el muro.

En el alineamiento de los bordillos estos seguirán a los del muro, en consecuente en donde se encuentren pendientes en la carretera el muro o bordillo deberá llegar a un mismo acabado para su estética, en conformidad con el Supervisor de la obra.

#### **5.- MEDICIÓN.**

Los bordillos de hormigón prefabricado, serán medidos en metro lineal (m) tomándose las dimensiones indicadas en los planos, siendo por cuenta del Contratista cualquier ancho adicional que hubiera construido por cualquier causa.

#### **6.- FORMA DE PAGO.**

El trabajo ejecutado con materiales aprobados y en todo de acuerdo con estas especificaciones, será pagado al precio unitario del contrato aceptado. Dicho precio será compensación total por todos los trabajos, materiales, herramientas, equipo y mano de obra que incidan en su construcción.

<b>ÍTEM</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>
<b>8.0</b>	Bordillo prefabricado de hormigón	m

## **ITEM 10.0. – MATERIAL DE RELLENO**

### **1.- DESCRIPCIÓN.**

Se denomina materiales para rellenos de obras de tierra reforzada a aquellos suelos granulares que se utilizan para formar el cuerpo de los macizos, tras su vertido, colocación y adecuada compactación, tales como: gravas arenosas, arenas gravosas, arenas y arenas limosas.

Los materiales a emplear serán suelos granulares obtenidos de los yacimientos que se determinen en los planos y especificaciones técnicas particulares.

### **2.- MATERIALES.**

#### **2.1.- Características mecánicas**

El material de relleno deberá tener un ángulo de rozamiento interno no inferior a 25°.

Si el material que pasa bajo malla ASTM N° 200 (0,080 mm) es inferior al 15%, el suelo se considerará válido desde el punto de vista mecánico. En los casos en que dicho % se supere, se podrá aprobar una vez realizado un ensayo de corte directo o triaxial para determinar el ángulo de rozamiento interno.

El tamaño máximo de las partículas no podrá ser superior a 250 mm, a menos que sea definido de otra forma por el mandante y/o la empresa proveedora.

#### **2.1.- Características físico-químicas**

Las características físico-químicas del material deberán cumplir con un conjunto de especificaciones, las que podrán variar en el caso de proyectos especiales (ej.: obras marítimas).

Estas especificaciones son:

##### **a) Resistividad eléctrica**

La resistividad eléctrica del suelo saturado (ASTM G 57) deberá ser superior a:

1.000 Wcm para obras secas

3.000 Wcm para obras saturadas

##### **b) Actividad en iones hidrógeno (pH)**

El pH de la mezcla agua-suelo deberá estar comprendido entre 5 y 10.

##### **c) Contenido en sales solubles**

La mezcla agua-suelo tendrá un contenido de iones cloruro ( $\text{Cl}^-$ ) y sulfato ( $\text{SO}_4^{--}$ ) y no deberá sobrepasar los siguientes valores:

- Obras secas  $\text{Cl}^- = 200 \text{ mg/kg}$   $\text{SO}_4^{--} = 1.000 \text{ mg/kg}$
- Obras saturadas  $\text{Cl}^- = 100 \text{ mg/kg}$   $\text{SO}_4^{--} = 500 \text{ mg/kg}$

#### **d) Contenido orgánico**

El relleno deberá estar libre de todo contenido orgánico.

Estas exigencias son las normales para rellenos estructurales utilizados en obras civiles.

### **3.- EQUIPO.**

Se deberá emplear para la compactación del relleno el siguiente equipo pesado:

- Un vibro-compactador de al menos 10 Ton de peso.
- Una motoniveladora 140 HP.
- Camión cisterna de agua de 10000 Lt.
- Camión basculante de 12 Ton de capacidad.

Entre el equipo liviano se encuentran:

- Una compactadora manual saltarina.
- Y otro de uso general como ser pala, pico, etc.

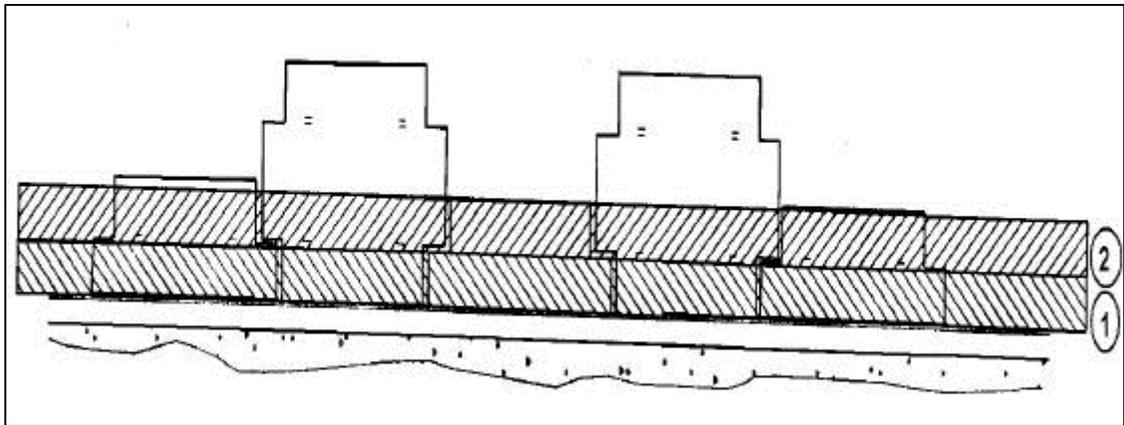
Los equipos considerados son los de mayor incidencia en esta actividad, si en caso se fuese necesario incluir más equipamiento se deberá consensuar con el Supervisor y el contratista.

### **4.- EJECUCIÓN.**

Una vez colocadas y apuntaladas las placas de la primera fila y rigidizadas con los gatos necesarios, se procederá al terraplenado y compactado, de acuerdo con los niveles que se indican en la figura 22.

El material, una vez aceptado por el Supervisor, se colocará por capas de 0,25 m. a 0,35 m. de espesor suelto, y se compactará con rodillo liso vibrante o similar hasta obtener una Densidad Relativa no menor a 75% o una densidad seca no menor al 95% de la densidad seca máxima determinada por el ensaye Proctor Modificado, según corresponda.

El control del material y de su compactación deberá ser efectuado por un laboratorio de mecánica de suelos y supervisado por el Supervisor de la Obra.



*Figura 22*

El acabado de la capa es el normal de cualquier terraplén, para que las armaduras se apoyen completamente sobre el relleno, cuidando de que esto ocurra igualmente en la zona de unión del arranque con la armadura. La forma ideal para el extendido de las tierras será el siguiente:

Extender el material de relleno en primer lugar, en el centro del macizo armado, avanzar posteriormente hacia la zona final de las armaduras y finalmente por franjas hacia el paramento. La dirección de esparcimiento y compactación del material debe ser siempre paralela al paramento en todas sus fases. Nunca debe extenderse el material perpendicularmente a las placas y aún menos avanzando hacia ellas (fig. 23).

Si el terraplenado se hace con máquinas de orugas, éstas no deben apoyarse directamente sobre las armaduras, para no dañar su galvanizado.

La única limitación que impone el sistema es la relativa al compactador a utilizar en el metro y medio más próximo al paramento, franja en la que no se deben utilizar grandes compactadores dinámicos que puedan provocar desórdenes en las placas, fundamentalmente desaplome.

En esta zona es recomendable emplear placas vibrantes o rodillos vibrantes de no más de 1000 Kg de peso estático. La capa de relleno que se deja al final de la jornada es fundamental darle pendiente hacia la parte posterior del macizo al igual que longitudinalmente, con objeto de evacuar el agua en caso de lluvias intensas.

Los materiales que conforman el macizo de tierra reforzada, al igual que todo material estructural para la construcción, deben cumplir con las exigencias de calidad que aseguran el cumplimiento del diseño y por lo tanto la seguridad y vida útil de la obra.

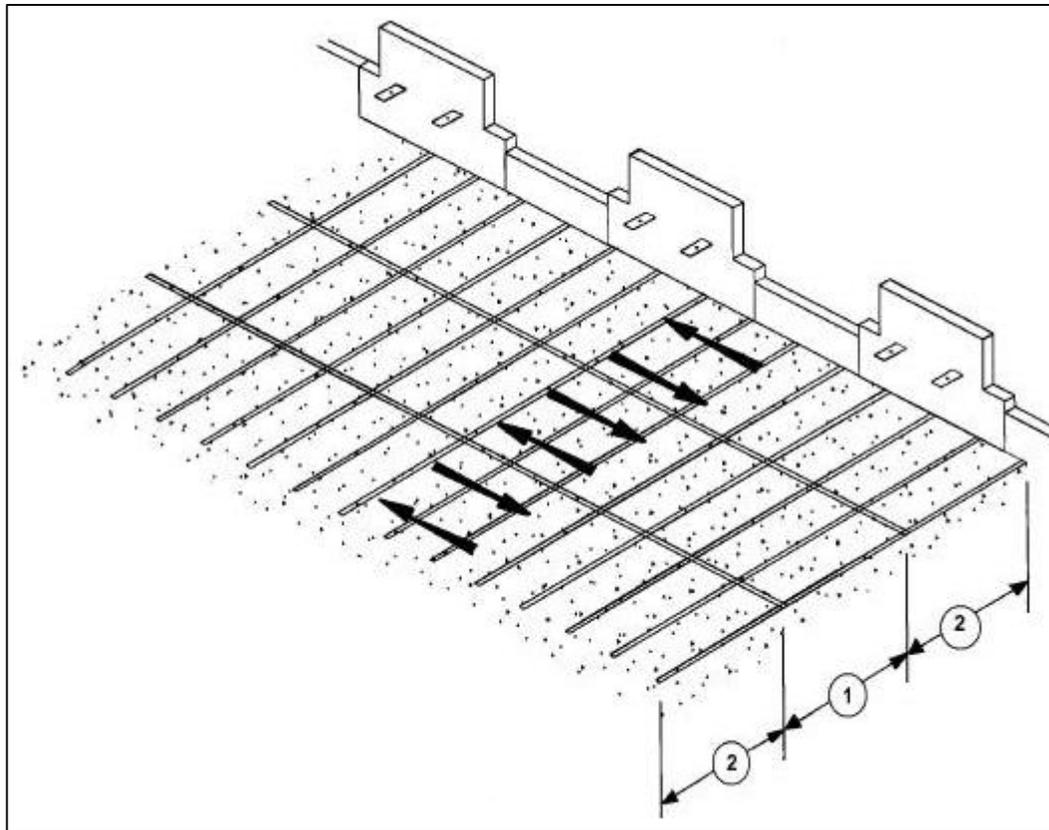


Figura 22

#### 5.- MEDICIÓN.

Para la medición del relleno y compactado se efectuará de por metros cúbicos (m<sup>3</sup>) tomándose las dimensiones y profundidades indicadas en los planos a menos que el Supervisor instruya por escrito expresamente otra cosa, siendo por cuenta del Contratista cualquier ancho adicional que hubiera construido por cualquier causa.

#### 6.- FORMA DE PAGO.

El trabajo ejecutado con materiales aprobados y en todo de acuerdo con estas especificaciones, medido según lo previsto en el punto anterior, será pagado al precio unitario del contrato aceptado. Dicho precio será compensación total por todos los trabajos, materiales, herramientas, equipo y mano de obra que incidan en su construcción.

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD
10.0	Material de relleno	m <sup>3</sup>

## **ITEM 13.0 y 23.0. – HORMIGÓN SIMPLE TIPO “C” H-160**

### **1.- DESCRIPCIÓN.**

Consiste en la construcción de elementos de las obras de arte con Hormigón Ciclópeo, el mismo que deben estar en una proporción de 50 % de Hormigón en masa y 50 % de piedra desplazadora tipo manzana.

Estas especificaciones serán las que normen la ejecución de obras de hormigón ciclópeo para la construcción de aleros de muros de hormigón ciclópeo y cajas colectoras de alcantarillas, ejecutadas en conformidad con los alineamiento, cotas y dimensiones indicadas en los planos y aquellos indicados por el Supervisor, en todo de acuerdo con las presentes especificaciones y las indicadas en la Norma Boliviana del Hormigón.

La construcción en hormigón de acuerdo con estas especificaciones se ajustará a lo siguiente:

- a) El contratista deberá suministrar todos los materiales no locales como el cemento y transportar los materiales locales de los bancos de material tales como la arena, grava y piedra.
- b) El contratista proveerá la mano de obra, equipo y herramientas necesarias para la fabricación, transporte, colocación, acabado, protección y curado del hormigón ciclópeo.
- c) Suministrar encofrados.

### **2.- MATERIALES.**

Se empleará piedra, cuyas dimensiones mínimas serán de 0,20 metros de espesor y de ancho, con las siguientes características:

- a) Pertenecer al grupo de las graníticas.
- b) Ser de buena calidad, de estructura interna homogénea, exentas de fisuras y planos de fractura.
- c) Estar libre de arcillas, aceites y sustancias adheridas.

El cemento a utilizarse para el mortero será cemento portland IP 30, que será llevado a la obra en envases originales de fábrica y almacenado en recintos cerrados protegidos contra la intemperie y la humedad. Se rechazará todo cemento que contenga grumos o materiales apelmazados y/o haya sido almacenado más de tres meses en obra.

La arena y grava a emplearse será limpia. El agua a utilizarse será limpia de sustancias tales como materiales orgánicos, sales, ácidos, alcalinos y aceites. En consecuencia, no se permitirá el uso de aguas estancadas.

### **3.- EQUIPO.**

Se empleará para la mezcla del hormigón una mezcladora de hormigón (cap.  $\geq 300$  litros). El contratista a su vez podrá proponer y emplear el equipo que vea necesario para un mejor desempeño, dicho equipo será de similar o mejores características a las solicitadas anteriormente, previa autorización del Supervisor.

### **4.- EJECUCIÓN.**

El hormigón ciclópeo deberá realizarse con un Hormigón de resistencia  $f'c=160$  kg/cm<sup>2</sup> y 50% de piedra desplazadora o de acuerdo las recomendaciones del Supervisor.

El proceso de vaciado añade a su ítem el costo de la madera en tablas y puntales para asegurar el sistema de encofrado.

Se recomienda que el encofrado no tenga una altura mayor a 1 metro, ya que siendo así, podría dificultarse el colocado de piedras y el vaciado del mismo.

La piedra de construcción, bolón, bruta y manzana son aptas para realizar este ítem, y las mismas se colocarán sobre la capa de mezcla de hormigón, en un tiempo no mayor a 15 minutos de su colocación, puesto que luego de la media hora el hormigón no adherirá los elementos de desplazamiento.

Las piedras antes de su colocación deben ser correctamente lavadas y al momento de ser colocadas deberán ser bien humedecidas a fin de que no absorban el agua presente en el hormigón.

Las piedras serán colocadas por capas y con hilos horizontales para garantizar su alineamiento y serán asentadas sobre una base de hormigón de resistencia mencionada con anterioridad y con el fin de trabar las hiladas sucesivas se dejarán sobresalir piedras en diferentes puntos y en suficiente número. El hormigón será de una consistencia tal que asegure su trabajabilidad, manipulación y que penetre entre piedra y piedra, para lo cual se usarán varillas de fierro.

No olvidemos que el encofrado ha sido realizado para vaciar alturas no mayores a 1 metro, así que se debe prever que el encofrado que se coloque en la parte superior esté preparado para la localización inmediata tras llenarse la primera línea estructural y poder continuar con el proceso.

Una vez terminado el vaciado del alero de contención se debe dejar el apuntalado y encofrado por un tiempo no menor a 14 días, ya que antes de este lapso el muro no tendrá resistencia por sí mismo.

## 5.- MEDICIÓN.

Los muros de hormigón ciclópeo y las cajas colectoras de las alcantarillas, serán medidos en metros cúbicos (m3) tomándose las dimensiones y profundidades indicadas en los planos a menos que el Supervisor instruya por escrito expresamente otra cosa, siendo por cuenta del Contratista cualquier ancho adicional que hubiera construido por cualquier causa.

## 6.- FORMA DE PAGO.

El trabajo ejecutado con materiales aprobados y en todo de acuerdo con estas especificaciones, medido según lo previsto en el punto anterior, será pagado al precio unitario del contrato aceptado. Dicho precio será compensación total por todos los trabajos, materiales, herramientas, equipo y mano de obra que incidan en su construcción.

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD
13.0	Hormigón simple tipo "C" H-160 (muro)	m3
23.0	Hormigón simple tipo "C" H-160 (colector)	m3

## **ITEM 14.0. - DRENAJE DE MUROS Y CALZADA**

### **1.- DESCRIPCIÓN**

El ítem consiste en la colocación de tubos de PVC de 4" para los drenajes superficiales de los muros tanto para los de hormigón armado como para los de hormigón ciclópeo.

### **2.- MATERIALES**

El material será Tubería de PVC de 4".

### **3.- EJECUCIÓN**

Los tubos serán colocados en la pantalla de los muros filtrando así las aguas que existan en el relleno, evitando cambios en la estructura del suelo. Los tubos estarán espaciados a razón de uno por cada metro cuadrado de muro. Estos no deberán sobresalir del paramento en ninguno de sus extremos, además de presentar una ligera pendiente hacia el exterior del muro.

Serán colocados en el momento del vaciado del muro, previamente identificado su ubicación tal y como indica en los planos.

### **4.- MEDICIÓN Y FORMA DE PAGO**

La cantidad a pagar por este concepto será la cantidad determinada en la forma arriba expresada, será pagada a los precios del contrato por unidad de medición, como está abajo detallado y que figuren en el programa de licitación. Dichos precio y pago constituirá la compensación total en concepto suministro de todos los materiales incluyendo toda mano de obra, equipo, herramientas, imprevistos necesarios para terminar la obra indicada en la presente sección.

<b>ÍTEM</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>
<b>14.0</b>	Drenaje de muros	m

## **ITEM 15.0. - DRENAJE CON TUBOS DE PVC 4" PERFORADOS**

### **1.- DESCRIPCIÓN**

El ítem consiste en la colocación de tubos de PVC de 4" para los drenajes subterráneos de los muros tanto para los de hormigón armado como para los de hormigón ciclópeo. Además, estos deberán contar con perforaciones en su base para drenar las aguas de la base de la pantalla de los muros y proteger la fundación de la misma.

### **2.- MATERIALES**

El material será Tubería de PVC de 4", y otras herramientas menores que sean necesarias.

### **3.- EJECUCIÓN**

Los tubos serán colocados en la base de la pantalla de los muros filtrando así las aguas que existan en el relleno y que no hayan sido filtradas por las barbacanas, serán conducidas por un material filtrante apoyado en el muro hasta un material drenante, el cual evitara el acarreo de material sedimentario, para así no afectar al drenaje y alargar su vida útil, el Supervisor deberá estar pendiente de que ejecute de manera correcta y eficiente esta labor ya que se trata de una parte importante de la obra.

Las perforaciones del tubo estarán especificadas en los planos, el diámetro será de 1 cm. Este estará envuelto en un material drenante seleccionado además de una manta geotextil las dimensiones se deben seguir según indican los planos.

El colocado se efectuará una vez se haya despejado el trasdós del paramento y antes de realizar el relleno y generando un canal con la mata geotextil y en medio estará el tubo debidamente perforado. Será colocado a lo largo del trasdós de los muros de hormigón armado como en el de hormigón ciclópeo, en el caso de los muros de tierra armada estos serán ejecutados de la misma forma que en los anteriores, pero a diferencia de que en estos estarán ubicados en el extremo de las tiras metálicas, apoyados en la base de cada uno de ellos.

#### **4.- MEDICIÓN Y FORMA DE PAGO**

La cantidad a pagar por este concepto será la cantidad determinada en la forma arriba expresada, será pagada a los precios del contrato por unidad de medición, como está abajo detallado y que figuren en el programa de licitación. Dichos precio y pago constituirá la compensación total en concepto suministro de todos los materiales incluyendo toda mano de obra, equipo, herramientas, imprevistos necesarios para terminar la obra indicada en la presente sección.

<b>ÍTEM</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>
15.0	Drenaje con tubos de PVC 4" perforados	m

## **ITEM 16.0.- GEOTEXTIL GTX – 200 GR**

### **1.- DESCRIPCIÓN**

Consiste en el aprovisionamiento y colocación de Geotextil tipo GTX-200 gr, que se deberá colocar en las paredes de los muros y en la envoltura de los drenajes, se deberá colocar con traslapes de 30 cm como mínimo y se deberá afirmar con estacas para evitar posibles pliegues en conformidad al tipo y tamaños fijados de acuerdo con la presente especificación y las exigencias establecidas en los planos.

### **2.- MATERIALES**

Los mantos geotextiles se presentan en diversos espesores clasificados de acuerdo a la densidad superficial (gr/m<sup>2</sup>). El proyecto considera colocación de Geotextil tipo GTX-200gr que es el señalado en los planos. Generalmente se encuentran en forma de bobinas debidamente envueltas en una cobertura protectora de plástico, siendo que estas bobinas son formadas por láminas de geotextil enrolladas sobre un buje de cartón lo que le proporciona la resistencia necesaria para las operaciones de manipuleo transporte y colocación en la obra.

Las propiedades mecánicas del geotextil a instalar y que se rigen según Valores M. A. R. V. (Minimum Roil Values), los que establece la Guía de Diseño AASHTO, deberán cumplir con los mínimos indicados a continuación:

- RESISTENCIA A LA TRACCIÓN (NORMA ASTM D -4632): 500,00 N.
- ELONGACIÓN (NORMA ASTM D-4632): 60,00 %.
- MODULA DE TRACCIÓN, AL 10% ELONG. (NORMA D-1682): 2,50 KN.
- RUPTURA TRAPEZOIDAL (NORMA D-4533): 0,21 KN.

Los valores antes indicados se deberán certificar por IBNORCA y por el fabricante.

### **3.- EQUIPO**

Para la correcta ejecución de esta tarea se necesitará de un camión estaca de 4 TN que será utilizado para el transporte de los materiales y herramientas para el desarrollo del trabajo. El contratista presentará una relación detallada del equipo a ser empleado en cada obra o en el conjunto de obras para su análisis y aprobación por parte de la Supervisión, quién podrá instruir al contratista que modifique su equipo a fin de hacerlo más adecuado a los objetivos de la obra.

### **4.- EJECUCIÓN**

La aplicación de mantos geotextiles en el proyecto consistirá en la colocación de dichos mantos paralelos al paramento hasta alcanzar el paquete estructural de la carretera y la superficie de la

fundación, además de envolver el material drenante, esto en el caso de los muros de hormigón armado y los de hormigón ciclópeo, se deberá colocar con traslapos de 30 cm como mínimo y se deberá afirmar con clavos para evitar posibles pliegues en conformidad al tipo y tamaño de muro señalados en el proyecto, descritas y ubicadas en el plano a detalle y de acuerdo a especificaciones del fabricante.

En el caso de los muros de tierra armado, estos estarán apoyados en el lado del talud y afirmados con estacas para evitar los despliegues en conformidad al tipo y tamaño del muro señalado en los planos.

Además, se colocará tiras a lo largo de las uniones de las placas de forma vertical siendo estas de un ancho de 0.30 m, para evitar que las partículas de suelo salgan por las juntas de los mismos.

Durante la aplicación deberán evitarse las roturas, arrugas y doblas no previstas. Para ello la aplicación no debe ser realizada con exceso de viento en la zona.

También deberá evitarse la aplicación en lluvia. Si se producen roturas de pequeñas dimensiones, éstas serán tratadas colocando un área adicional de geotextil por encima del sector rasgado, cumpliendo los requerimientos señalados de unión por costura o superposición.

La colocación de cualquier material sobre o junto al manto geotextil, se realizará con el cuidado necesario para evitar daños y roturas en el mismo.

## **5.- MEDICIÓN**

El manto geotextil empleado en la obra será medido en metros cuadrados provisionados y colocados de acuerdo a los planos indicados en el proyecto. No se consideran para el pago los traslapos, costura u otro tipo de uniones entre manto. Tampoco será objeto de medición, los excesos colocados por el contratista.

Correrá por cuenta del contratista cualquier volumen adicional que hubiera excavado para facilitar su trabajo o por cualquier otra causa no justificada y no aprobada debidamente por el Supervisor.

## **6.- FORMA DE PAGO**

El manto geo textil medido en conformidad al inciso anterior será pagado al precio unitario contractual correspondiente al ítem de pago definido en el contrato.

<b>ÍTEM</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>
<b>16.0</b>	Geotextil GTX – 200 gr.	m2

## **ITEM 17.0.- MATERIAL FILTRANTE**

### **1.- DESCRIPCIÓN**

El material filtrante es un material no clasificado conformado de material granular el cual favorecen el escurrimiento de las aguas subterráneas. Apoyados en el trasdós de los muros de hormigón armado y ciclópeo, esta conformara una capa a lo largo y ancho del muro para evacuar las aguas por las barbacanas o conducir las al drenaje ubicado sobre la zapata.

### **2.- MATERIAL**

El material filtrante del trasdós de los muros, cuando las mismas no cuenten con envoltura de geotextil, consistirá de partículas limpias, duras y durables, de grava o piedra triturada y arenas exentas de materia orgánica, terrones de arcilla u otros materiales perjudiciales.

En caso de contar con geotextil este material podrá ser material granular sin clasificar, en trasdós del muro, para facilitar el drenaje así evitar el encharcamiento y el sobre empuje hidrostático contra la estructura de contención.

El material filtrante deberá satisfacer la granulometría indicada en la tabla siguiente:

<b>GRADUACIÓN PARA AGREGADOS GRUESOS</b>	<b>PORCENTAJE PASA POR TAMIZ</b>				
	<b>1 1/2"</b>	<b>3/4"</b>	<b>3/8"</b>	<b>Nº 10</b>	<b>Nº 40</b>
<b>Para suelos con más de 35% pasando por el Tamiz Nº200</b>					
<b>a) Material de relleno cernido y para envoltura de tubo</b>	MÍN. 60	MÁX. 85	MÍN. 60	MÍN. 15	MÁX. 15
<b>b) Material para relleno de zanjas</b>	-	-	MÍN. 60	MÍN. 15	MÁX. 15
<b>Para suelos con menos de 35% pasando por el Tamiz Nº200</b>					
<b>a) Material de relleno cernido y para envoltura de tubo</b>	MÍN. 60	MÁX. 85	MÍN. 15	MÁX. 15	-
<b>b) Material para relleno de zanjas</b>	MÍN. 60	-	MÍN. 15	MÁX. 15	-

*Tabla 7: Registro de gradación del material filtrante.*

### **3.- EQUIPO**

El equipo necesario para la ejecución del trabajo será de una retroexcavadora, un camión basculante de 12 Ton y una compactadora manual. Además de personal que ejecute las diferentes actividades

#### **4.- EJECUCIÓN**

El material filtrante será acarreado por los camiones basculantes en el trasdós de los muros una vez los mismos hayan alcanzado la resistencia requerida y a la vez del relleno.

Se colocará el material filtrante y a su vez se deberá compactar con una compactadora manual, considerando el caso de que una vibro compactadora podría generar agrietamientos o desplazamientos en los muros. Estos procesos se realizarán por capas las cuales serán supervisadas por el Supervisor.

La compactación manual se realizará en capas no más de los 35 cm, para que las partículas puedan acomodarse en ese espacio. Esta capa filtrante será de un espesor de 50 cm y se elevará desde el drenaje sobre la zapata (talón) hasta la capa estructural de la carretera.

#### **5.- MEDICIÓN Y PAGO**

Cuando el pliego de licitación contenga una cantidad estimada para cualquier de los ítems de pago abajo indicados, la cantidad determinada en la forma arriba expresada, será pagada a los precios del contrato por unidad de medición, como está abajo detallado y que figuren en el programa de licitación. Dichos precio y pago constituirá la compensación total en concepto suministro de todos los materiales incluyendo toda mano de obra, equipo, herramientas, imprevistos necesarios para terminar la obra indicada en la presente sección.

<b>ÍTEM</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>
<b>17.0</b>	Material filtrante	m3

## **ITEM 18.0.- MATERIAL FILTRANTE**

### **1.- DESCRIPCIÓN**

El material filtrante es un material clasificado conformado de material granular el cual favorecen el escurrimiento de las aguas subterráneas. Apoyados en la base del trasdós de los muros de hormigón armado y ciclópeo, esta conformara una capa a lo largo y ancho del muro para evacuar las aguas.

### **2.- MATERIAL**

El material drenante para muros envueltos con manta geotextil será del tipo de granulometrías No.3 o No.4, de las normas AASHTO M-43, exenta de materia orgánica, terrones de arcilla u otros materiales perjudiciales, según la siguiente gradación:

TAMIZ	% EN PESO QU PASA POR EL TAMIZ	
	Nº 3	Nº 4
2 1/2"	100	-
2"	90 - 100	100
1 1/2"	35 - 70	90 - 100
1"	0 - 15	20 - 55
3/4"	-	0 - 15
1/2"	-	-
3/8"	0 - 5	0 - 5
Nº 200	0 - 15	0 - 15

*Tabla 7: Material drenante.*

### **3.- EQUIPO**

El equipo necesario para la ejecución del trabajo será de una retroexcavadora, un camión basculante de 12 Ton y una compactadora manual. Además de personal que ejecute las diferentes actividades

El contratista presentará al supervisor una relación detallada del equipo a ser asignado a cada trabajo o en el conjunto de tareas para análisis y aprobación. La Supervisión instruirá al contratista que modifique su equipo a fin de hacerlo más adecuado a los objetivos de la obra.

### **4.- EJECUCIÓN**

El material drenante será acarreado por los camiones basculantes en el trasdós de los muros una vez los mismos hayan alcanzado la resistencia requerida y a la vez del relleno.

Se colocará el material drenante sobre el talón del muro apegado en la base del paramento, y envuelto con una manta geotextil a lo largo de todo el muro ya sea este armado o ciclópeo. En el caso de los muros de tierra armada estos estarán en los extremos de las armaduras y al pie de los taludes y a lo largo del muro.

Las dimensiones que deberán emplearse son de 50x50 cm de ancho y alto para todos los casos, y este material estará envuelto con una manta geotextil alrededor y a lo largo, tal y como se indican en los planos.

#### **5.- MEDICIÓN Y PAGO**

Cuando el pliego de licitación contenga una cantidad estimada para cualquier de los ítems de pago abajo indicados, la cantidad determinada en la forma arriba expresada, será pagada a los precios del contrato por unidad de medición, como está abajo detallado y que figuren en el programa de licitación. Dichos precio y pago constituirá la compensación total en concepto suministro de todos los materiales incluyendo toda mano de obra, equipo, herramientas, imprevistos necesarios para terminar la obra indicada en la presente sección.

<b>ÍTEM</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>
<b>18.0</b>	Material drenante	m3

## **ITEM 19.0. – EXCAVACIÓN COLECTOR Y ALCANTARILLA**

### **1.- DESCRIPCIÓN**

Este trabajo consiste en la ejecución de excavaciones por encima o por debajo del nivel freático, para fundación de estructuras diversas, en materiales comunes (suelos y/o rocas), para la cimentación de alcantarillas, cunetas y otras obras complementarias, de acuerdo con estas especificaciones y de conformidad con el Proyecto.

Las excavaciones para estructuras se clasificarán de acuerdo con las características de los materiales excavados y la posición del nivel freático.

#### **1.1.- Excavaciones para estructuras en roca en seco**

Comprende toda excavación de roca in situ de origen ígneo, metamórfico o sedimentario, bloques de los mismos materiales de volumen mayor a un metro cúbico, conglomerados que estuviesen tan firmemente cementados que presenten todas las características de roca sólida y, en general, todo material que se deba excavar mediante el uso sistemático de explosivos.

### **2.- MATERIALES**

No se requieren materiales para la ejecución de los trabajos objeto de la presente Sección, excepto en el caso de excavación en roca que puede demandar el uso de explosivos.

### **3.- EQUIPO**

Todos los equipos empleados deberán ser compatibles con los procedimientos de construcción adoptados y requieren aprobación previa del Supervisor, teniendo en cuenta que su capacidad y eficiencia se ajusten al programa de ejecución de las obras y al cumplimiento de esta especificación. Se utilizará una retroexcavadora como mínimo para la realización de dicha tarea, o según vea conveniente el Supervisor.

### **4.- EJECUCIÓN**

En la zona de trabajo deberán efectuarse necesariamente actividades de desbroce y limpieza.

Las excavaciones se deberán ceñir a los alineamientos, pendientes y cotas indicadas en el Proyecto y aprobadas por el Supervisor. En general, los lados de la excavación tendrán caras verticales conforme a las dimensiones de la estructura, cuando no sea necesario utilizar encofrados para el vaciado del cimiento. Cuando la utilización de encofrados sea necesaria, la excavación se podrá extender hasta 45 cm fuera de las caras verticales de la fundación.

El Contratista deberá proteger la excavación contra derrumbes; todo derrumbe causado por error o procedimientos inapropiados del Contratista, se eliminará a su cuenta, costo y riesgo.

Todo material inadecuado que se halle al nivel de cimentación deberá ser excavado y reemplazado por material seleccionado o por Hormigón pobre, según lo determine el Supervisor.

El Contratista no deberá terminar la excavación hasta el nivel de cimentación, sino está preparado para iniciar la colocación del Hormigón o mampostería de la estructura, material seleccionado o tuberías de alcantarillas.

El Supervisor previamente debe aprobar la profundidad y naturaleza del material de cimentación. Toda sobre-excavación por debajo de las cotas autorizadas de cimentación, deberá ser rellenada por el Contratista a su cuenta, costo y riesgo, de acuerdo con procedimientos aprobados por el Supervisor.

El Contratista deberá preparar el terreno para las cimentaciones necesarias, de tal manera que se obtenga una cimentación firme y adecuada para todas las partes de la estructura. Las superficies así preparadas deberán humedecerse y apisonarse con herramientas o equipos adecuados hasta dejarlas compactadas, de manera que constituyan una fundación firme para las estructuras.

Las excavaciones en roca para estructuras de este tipo de voladuras deberán ser comunicada además al Supervisor, por lo menos con 24 horas de anticipación a su ejecución. Las técnicas usadas deberán garantizar el mantenimiento de las tolerancias indicadas en el Proyecto.

El Contratista deberá ejecutar todas las construcciones temporales y usar el equipo y métodos de construcción que se requieran para drenar las excavaciones y mantener su estabilidad, tales como desviación de los cursos de agua, utilización de entibados y la extracción del agua por bombeo. Estos trabajos o métodos de construcción requerirán la aprobación del Supervisor, pero dicha aprobación no eximirá al Contratista, de su responsabilidad por el buen funcionamiento de los métodos empleados, ni por el cumplimiento de los requisitos especificados. El drenaje de las excavaciones se refiere tanto a las aguas de infiltración como a las aguas de lluvias.

El Contratista deberá emplear todos los medios necesarios para evitar accidentes de sus trabajadores, personas extrañas a la obra o vehículos.

Dichas medidas comprenderán el uso de entibados si fuere necesario, barreras de seguridad y avisos, y requerirán la aprobación del Supervisor.

Las excavaciones que presenten peligro de derrumbes que puedan afectar la seguridad de los obreros o la estabilidad de las obras o propiedades adyacentes, deberán entibarse convenientemente. Los entibados serán retirados antes de rellenar las excavaciones.

Los últimos 20 cm de las excavaciones, en el fondo de éstas, deberán hacerse con herramientas manuales, antes de iniciar la construcción de las fundaciones, salvo en el caso de excavaciones en roca.

Después de terminar cada una de las excavaciones, el Contratista deberá dar el correspondiente aviso al Supervisor y no podrá iniciar la construcción de obras dentro de ellas sin su autorización.

En caso de excavaciones que se efectúen sobre vías abiertas al tráfico se deberán disponer los respectivos desvíos y adecuada señalización en todo momento, incluyendo la noche hasta la finalización total de los trabajos, o hasta que se restituyan niveles adecuados de seguridad al usuario.

Se debe proteger la excavación contra derrumbes que puedan desestabilizar los taludes y laderas naturales, provocar la caída de material de ladera abajo, afectando la salud de las personas y ocasionar impactos al medio ambiente. Para evitar daños en el medio ambiente como consecuencia de la construcción de muros, alcantarillas, subdrenes y cualquier otra obra que requiera excavaciones, se deberán cumplir entre otros, los siguientes requisitos:

- En el caso de la construcción de cunetas, subdrenes, etc., los materiales producto de la excavación no deben ser colocados sobre terrenos con vegetación o con cultivos; deben ser eliminados en los Buzones.
- Los materiales pétreos sobrantes de la construcción de cunetas revestidas, muros, alcantarillas de Hormigón y otros, no deben ser esparcidos en los lugares cercanos, sino trasladados y eliminados en los Buzones.

#### **4.1.- Uso de explosivos**

El uso de explosivos será permitido únicamente con la aprobación por escrito del Supervisor

#### **4.2.- Utilización y eliminación de los materiales excavados**

Los materiales provenientes de las excavaciones deberán utilizarse para el relleno posterior de las obras construidas, siempre que sean adecuados para dicho fin.

Los materiales sobrantes o inadecuados deberán ser retirados por El Contratista de la zona del Proyecto, hasta los sitios aprobados por el Supervisor. Los materiales excedentes provenientes de

las excavaciones, se depositarán en lugares que consideren las características físicas, topográficas y de drenaje de cada lugar.

Se debe evitar zonas inestables o áreas de importancia ambiental como humedales o áreas de alta productividad agrícola.

Las zonas de depósito final de desechos se ubicarán lejos de los cuerpos de agua, para asegurar que el nivel de agua, durante precipitaciones pluviales, no sobrepase el nivel más bajo de los materiales colocados en el depósito. No se colocará el material en lechos de ríos, ni a 30 m de las orillas.

#### **4.3.- Tolerancias**

En ningún punto la excavación realizada variará de la proyectada más de 2 cm en cota, ni más de 5 cm en la localización en planta.

#### **5.- MEDICIÓN**

Las medidas de las excavaciones para estructuras serán en volumen en metros cúbicos (m<sup>3</sup>), aproximado al décimo de metro cúbico en su posición original determinado dentro de las líneas indicadas en el Proyecto y aprobadas por el Supervisor. En las excavaciones para estructuras y alcantarillas toda medida se hará con base en caras verticales. Las excavaciones ejecutadas fuera de estos límites y los derrumbes no se medirán para los fines del pago.

La medida de la excavación de acequias, zanjas u obras similares se hará con base en secciones transversales, tomadas antes y después de ejecutar el trabajo respectivo.

#### **6.- FORMA DE PAGO**

El pago se hará por metro cúbico (m<sup>3</sup>), al precio unitario del Contrato, por toda obra ejecutada conforme a esta especificación y aprobada por el Supervisor, para los diferentes tipos de excavación para estructuras. El precio unitario deberá cubrir todos los costos de excavación, eventual perforación y voladura; las obras provisionales y complementarias, tales como accesos, ataguías, andamios, entibados y desagües, bombeos, explosivos, la limpieza final de la zona de construcción y, en general, todo costo relacionado con la correcta ejecución de los trabajos especificados.

<b>ÍTEM</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>
<b>19.0</b>	Excavación colector y alcantarilla	m <sup>3</sup>

## **ITEM 20.0, 21.0 y 22.0. – ALCANTARILLA DE METAL CORRUGADO**

### **1.- DESCRIPCIÓN**

Este trabajo consiste en la instalación de tubería de acero corrugado galvanizado, para el paso de agua superficial y desagües pluviales transversales, de acuerdo con estas especificaciones y de conformidad con el Proyecto.

### **2.- MATERIALES**

Los materiales para la instalación de tubería corrugada deben satisfacer los siguientes requerimientos:

#### **2.1.- Tubos conformados estructuralmente de planchas o láminas corrugadas de acero galvanizado en caliente**

Para los tubos, circulares y/o abovedados y sus accesorios (pernos, tuercas) de corruga (68mm x 13mm), del rango de las dimensiones corresponden a 900 mm y 2100 mm de diámetro, se seguirá la especificación ASTM A-929 y AASHTO M-36 / ASTM A-760.

Las planchas o láminas deberán cumplir con los requisitos establecidos en la especificación ASTM A-929 y AASHTO M-36 / ASTM A-760. Los pernos deberán cumplir con la especificación ASTM A-449 / F568 y ASTM A 307 Grado A y las tuercas con la especificación ASTM A-563 Grado C. El corrugado, perforado y formación de las planchas deberán ser de acuerdo a la especificación ASTM A-929 y AASHTO M-36 / ASTM A-760.

El recubrimiento de los pernos, tuercas, deberán cumplir con la especificación ASTM A-153.

Los espesores mínimos para las tuberías con los respectivos diámetros serán los indicados en la siguiente tabla.

<b>CIRCULAR</b>			<b>ABOVEDADA</b>				
<b>Diámetro</b>		<b>Espesor mín.</b>	<b>Luz</b>		<b>Flecha</b>		<b>Espesor mín.</b>
m	pul	mm	m	pul	m	pul	mm
0,6	24	1,8	0,6	24	0,4	16	1,8
0,9	36	2	0,9	36	0,57	22,5	2
1,2	48	2,5	1,2	48	0,75	29,5	2,5
1,5	60	3	1,5	60	0,92	36,5	3
1,8	72	3,3	1,8	72	1,11	44	3,3

*Tabla 8: Espesores de alcantarillas circulares y abovedadas.*

## 2.2.- Galvanizado de planchas o láminas

El galvanizado de las planchas o láminas deberá cumplir con los requisitos establecidos en las normas ASTM A-761 y ASTM A-929, poniéndose énfasis en las siguientes consideraciones:

- El baño de zinc por inmersión en caliente deberá ser al menos del tipo “Prime Western” de acuerdo a la especificación ASTM B6.
- El peso del total de recubrimiento de zinc por ambas caras del producto galvanizado por inmersión en caliente, debe ser entre 610 y 915 g/m<sup>2</sup> como promedio (Tabla 9).
- La medida del espesor de la plancha deberá ser tomada a no menos de 10 mm del borde de la plancha. En la plancha corrugada, la medición deberá ser tomada en la tangente de las corrugaciones, según las normas ASTM A-90 y ASTM A-123.

Espesor Especificado en acero (mm)	Peso de Zinc Es la sumatoria de recubrimiento en ambos lados de la plancha	
	g/m <sup>2</sup>	Onza/ft <sup>2</sup>
1,80	610	2,00
2,00	610	2,00
2,50	610	2,00
3,00	610	2,00
3,30	610	2,00
3,50	610	2,00
4,00	610	2,00
4,50	915	3,00
5,00	915	3,00
5,50	915	3,00
6,00	915	3,00
6,40	915	3,00
7,00	915	3,00
8,00	915	3,00

Tabla 9: Recubrimiento en peso de Zinc, de acuerdo al espesor del acero base.

## 2.3.- Conformación estructural

Deberán cumplir los requisitos indicados en la especificación ASTM A-796 y las normas y especificaciones que se deriven de su aplicación, incluyendo instalaciones múltiples.

## 3.- EQUIPO

Se requieren, básicamente, elementos para el transporte de los tubos y herramientas menores para su colocación y ensamblaje. Cuando el Proyecto requiera apuntalamiento de la tubería, se deberá disponer de “gatas” para dicha labor y cables de acero para el tensado.

## **4.- EJECUCIÓN**

### **4.1.- Calidad de los tubos y del material**

#### **Certificados de calidad y garantía del fabricante de los tubos**

Antes de comenzar los trabajos, el Contratista deberá entregar al Supervisor un certificado original de fábrica, indicando el nombre, marca e identificación del lote del producto que suministrará y un análisis mecánico y químico típico de la materia prima indicando las normas aplicables y del producto final indicando su descripción (diámetro, luz, flecha, espesor), galvanizado (micras, g/m<sup>2</sup>, método de medida y norma aplicable), control dimensional (corruga, diámetro, perforaciones si las tuviera, norma aplicable), para cada clase de tubería.

Además, le entregará el certificado de garantía del fabricante estableciendo que todo el material que suministrará satisface las especificaciones requeridas, que llevará marcas de identificación, y que reemplazará, sin costo alguno para la entidad contratante, cualquier metal que no esté de conformidad con el análisis, resistencia a la tracción, espesor y recubrimiento galvanizado, especificados.

Ningún tubo será aceptado, sino hasta que los certificados de calidad de fábrica y de garantía del fabricante hayan sido recibidos y aprobados por el Supervisor.

#### **Reparación de revestimientos dañados**

Aquellas unidades donde el galvanizado haya sido quemado por soldadura, o dañado por cualquier otro motivo durante la fabricación, deberán ser rechazadas y reemplazadas por una tubería nueva a costo del Contratista. Manejo, transporte, entrega y almacenamiento

Los tubos se deberán manejar, transportar y almacenar usando métodos que no los dañen. Los tubos averiados serán rechazados.

### **4.2.- Preparación del terreno base**

El terreno base se preparará de acuerdo con la norma ASTM A-807. La excavación deberá tener una amplitud tal, que el ancho total de la excavación tenga 2 veces el diámetro del tubo.

### **4.3.- Solado**

El solado se construirá de acuerdo con la especificación ASTM A-807, empleando material de subbase granular, en el ancho indicado según planos.

#### **4.4.- Ensamblado e Instalación de la tubería**

La tubería de acero corrugado y las estructuras de planchas deberán ser ensambladas de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

La tubería se colocará sobre el lecho de material granular, conformado y compactado, iniciándose en el extremo de aguas abajo, cuidando que las pestañas exteriores circunferenciales y longitudinales de los costados se coloquen frente a la dirección aguas arriba. Previamente, sobre la superficie del solado granular, se deberá extender una capa de arena suelta de 10 mm de espesor aproximadamente, con el propósito de dar un mejor contacto de las corrugas de la tubería al solado.

Cuando el Proyecto indique apuntalamiento, éste se hará alargando el diámetro vertical en el porcentaje indicado en aquel y manteniendo dicho alargamiento con puntales, trozos de compresión y amarres horizontales. El alargamiento se debe hacer de manera progresiva de un extremo de la tubería al otro, y los amarres y puntales se deberán dejar en sus lugares hasta que el relleno esté terminado y consolidado.

#### **4.5.- Relleno**

La zona de terraplén adyacente al tubo, con las dimensiones indicadas en el Proyecto, se ejecutará de acuerdo a la especificación ASTM A-807. Su compactación se efectuará en capas horizontales de 15 cm a 20 cm de espesor compacto, alternativamente a uno y otro lado del tubo, de forma que el nivel sea el mismo a ambos lados y con los cuidados necesarios para no desplazar ni deformar los tubos.

La compactación en las capas del relleno no será inferior a lo indicado en planos de drenaje y la frecuencia de control será la que indique el Proyecto o apruebe el Supervisor.

#### **4.6.- Limpieza**

Terminados los trabajos, el Contratista deberá limpiar, la zona de las obras y sobrantes, transportarlos y disponerlos en los buzones.

#### **4.7.- Aguas y Suelos agresivos**

Si las aguas que han de conducir los tubos presentan un pH menor de 5.8, o que los suelos circundantes presenten sustancias agresivas, será necesario proteger la tubería cuyo producto y procedimiento será acorde al Proyecto o aprobación del Supervisor, y el costo deberá quedar incluido en el precio unitario de la tubería.

## 5.- MEDICIÓN

La unidad de medida será el metro lineal (m), aproximado al decímetro, de tubería metálica corrugada, suministrada y colocada de acuerdo con el Proyecto, esta especificación y la aprobación del Supervisor.

La medida se hará entre las caras exteriores de los extremos de la tubería o los cabezales, según el caso, a lo largo del eje longitudinal y siguiendo la pendiente de la tubería.

No se medirá, para efectos de pago, ninguna longitud de tubería colocada por fuera de los límites autorizados por el Supervisor.

## 6.- FORMA DE PAGO

El pago se hará al precio unitario del contrato, según el diámetro y espesor o calibre de la tubería, por toda obra ejecutada de acuerdo con el Proyecto, esta especificación y la aprobación del Supervisor.

El precio unitario deberá cubrir todos los costos por concepto de suministro, patentes e instalación de las tuberías; el apuntalamiento de éstas cuando se requiera; el suministro, colocación y compactación del solado de material granular; el revestimiento bituminoso de los tubos que lo requieran, incluido el suministro del material; las conexiones a cabezales, cajas de entrada y aletas; la limpieza de la zona de ejecución de los trabajos al término de los mismos; el transporte y adecuada disposición de los materiales sobrantes y, en general, todo costo relacionado con la correcta ejecución de los trabajos especificados.

La excavación de las zanjas y el relleno se pagarán de acuerdo a lo establecido en las especificaciones técnicas correspondientes a estos ítems.

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD
20.0	Alcantarilla de metal corrugado D = 1.00 m.	m
21.0	Alcantarilla de metal corrugado D = 1.20 m.	m
22.0	Alcantarilla de metal corrugado D = 1.50 m.	m

## **ITEM 26.0. – RELLENO Y COMPACTADO PARA ALCANTARILLAS**

### **1.- DESCRIPCIÓN**

Este trabajo consistirá en la construcción de capas compactadas de relleno para obras de Hormigón y drenaje, con materiales aprobados provenientes de excavaciones u otras fuentes, de acuerdo con estas especificaciones y de conformidad con el Proyecto.

### **2.- MATERIALES**

Se utilizarán los mismos materiales que los empleados en terraplenes. Para la construcción de las capas filtrantes, el material granular deberá cumplir con alguna de las granulometrías que se indican en la siguiente Tabla aprobado por el Supervisor.

<b>Tamiz</b>	<b>Porcentaje que pasa</b>		
	<b>Tipo I</b>	<b>Tipo II</b>	<b>Tipo III</b>
150 mm (6")	100	-	-
100 mm (4")	90-100	-	-
75 mm (3")	80-100	100	-
50 mm (2")	70-95	-	100
25 mm (1")	60-80	91-97	70-90
12,5 mm (1/2")	40-70	-	55-80
9,5 mm (3/8")	-	79-90	-
4,75 mm (N° 4)	10-20	66-80	35-65
2 mm (N° 10)	0	-	25-30
0,60 mm (N° 30)	-	0-40	15-30
0,15 mm (N° 100)	-	0-8	0-3
0,075 mm (N° 200)	-	-	0-2

*Tabla 10: Requisitos de granulometría para filtros en estribos de puentes y muros de contención.*

Para el traslado de materiales es necesario humedecerlo adecuadamente y cubrirlo con una lona para evitar emisiones de material particulado.

Los montículos de material almacenados temporalmente se cubrirán con lonas impermeables, para evitar el arrastre de partículas a la atmósfera y a cuerpos de agua cercanos.

### **3.- EQUIPO**

Los equipos de esparcido o extensión, humedecimiento y compactación de los rellenos para estructuras deberán ser los apropiados para garantizar la ejecución de los trabajos. Esta maquinaria

es citada y descrita a detalle en el análisis de precios unitarios que son Anexados en el presente proyecto.

El equipo deberá estar ubicado adecuadamente en sitios donde no perturbe a la población y al medio ambiente y contar, además con adecuados silenciadores, sobre todo si se trabaja en zonas vulnerables o se perturba la tranquilidad del entorno.

#### **4.- EJECUCIÓN**

El Contratista deberá notificar al Supervisor, con suficiente antelación al comienzo de la ejecución de los rellenos, para que éste verifique los trabajos topográficos y la calidad del suelo de cimentación, las características de los materiales por emplear y los lugares donde ellos serán colocados.

Antes de iniciar los trabajos, las obras de Hormigón o alcantarillas contra las cuales se colocarán los rellenos, deberán contar con la aprobación del Supervisor.

Cuando el relleno se vaya a colocar contra una estructura de Hormigón, sólo se permitirá su colocación después que el Hormigón haya alcanzado por lo menos el 80% de su resistencia.

Siempre que el relleno se vaya a colocar sobre un terreno en el que existan corrientes de agua superficial o subterránea, previamente se deberán desviar las primeras y captar y conducir las últimas fuera del área donde se vaya a construir el relleno.

Todo relleno colocado antes que lo autorice el Supervisor, deberá ser retirado por el Contratista, a su cuenta, costo y riesgo.

##### **4.1.- Esparcido o extensión y compactación del material**

Los materiales de relleno se extenderán en capas horizontales y de espesor uniforme, debiendo obtenerse en todos los casos el grado de compactación exigido.

Cuando el relleno se deba depositar sobre agua, las exigencias de compactación para las capas sólo se aplicarán una vez que se haya obtenido un espesor de 1 m de material relativamente seco.

Durante la ejecución de los trabajos, la superficie de las diferentes capas deberá tener la pendiente transversal adecuada, que garantice la evacuación de las aguas superficiales sin peligro de erosión.

Una vez extendida la capa, se procederá a su humedecimiento y el contenido óptimo de humedad se determinará de acuerdo a los resultados que se obtengan en los ensayos de laboratorio realizados.

En los casos especiales en que la humedad del material sea excesiva para conseguir la compactación prevista, el Contratista deberá tomar las medidas adecuadas, pudiendo proceder a la desecación por aireación o a la adición y mezcla de materiales secos o sustancias apropiadas, como cal viva. En este último caso, deberá adoptar todas las precauciones que se requieran para garantizar la seguridad de los operarios.

Obtenida la humedad apropiada, se procederá a la compactación mecánica de la capa. En áreas inaccesibles para los equipos mecánicos, se autorizará el empleo de compactadores manuales que permitan obtener los mismos niveles de densidad del resto de la capa.

La construcción de los rellenos se deberá hacer con el cuidado necesario para evitar presiones y daños a la estructura o tubería corrugada metálica (alcantarilla).

Las consideraciones a tomar en cuenta durante la extensión y compactación de material, están referidas a prevenir deslizamientos de taludes, erosión, y contaminación del medio ambiente.

#### **4.2.- Acabado**

Al concluir cada jornada de trabajo, la superficie de la última capa deberá estar compactada y bien nivelada, con declive suficiente que permita el escurrimiento de aguas de lluvia sin peligro de erosión.

#### **4.3.- Limitaciones en la ejecución**

Los rellenos para estructuras sólo se llevarán a cabo cuando la temperatura ambiental no sea inferior a 6°C y no exista presencia de precipitaciones pluviales, para evitar que la escorrentía traslade material y contamine o colmate fuentes de agua cercanas, humedales, etc.

### **5.- MEDICIÓN**

La unidad de medida para los volúmenes de rellenos será el metro cúbico (m<sup>3</sup>), aproximado al décimo de metro cúbico, de material compactado, aprobado por el Supervisor, en su posición final. No se considera los volúmenes ocupados por las estructuras de Hormigón, tubos de drenaje y cualquier otro elemento de drenaje cubierto por el relleno.

Los volúmenes serán determinados por el método de áreas promedios de secciones transversales del proyecto localizado, en su posición final, verificadas y aprobadas por el Supervisor antes y después de ser ejecutados los trabajos.

No habrá medida para los rellenos por fuera de las líneas del proyecto y aprobadas por el Supervisor, efectuados por el Contratista, ya sea por error o por conveniencia para la operación de sus equipos.

## 5.- FORMA DE PAGO

El trabajo de rellenos para estructuras se pagará al precio unitario del contrato, por toda obra ejecutada satisfactoriamente de acuerdo con la presente especificación y aprobada por el Supervisor.

El precio unitario deberá cubrir todos los costos por concepto de construcción o adecuación de las vías de acceso a las fuentes de materiales, la extracción, preparación y suministro de los materiales, así como su carga, descarga, almacenamiento, colocación, humedecimiento o secamiento, compactación y, en general, todo costo relacionado con la correcta construcción de los rellenos para estructuras, de acuerdo con el proyecto, esta especificación y la aprobación del Supervisor.

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD
26.0	Relleno y compactado para alcantarillas	m3