Indice

Manual de Ingeniería de Bombas Industriales e Irrigación

Página

Pérdida por Fricción - PVC Cédula 80 3

Pérdida por Fricción - Tubo de Acero 4-9

Pérdida por Fricción - Manguera con Interior Liso 10

Pérdida por Fricción - NPSH 11

Tablas de Referencia 12

Pérdida por Fricción - Accesorios de Tubería 13-14

Caída de Presión 15-16

Bridas 17

Mediciones de Flujo 18

Descarga de Tobera 19

Datos Eléctricos 20

Dimensiones del Tanque de Presión 21

Presas 22

Leyes de Afinidad 23

Materiales de Construcción 24-27

Definiciones 28-29

Información General 30

Conversiones 31

FPS

Pérdida por Fricción - Tubería Plástica PVC Céd. 80 IPS en Pies por cada 100 pies de tubería

Calibre Tubo	1/2”		3/4”		1”		1 1/4”		1 1/2”		2”		2 1/2”		3”		4”	
GPM	Pérd. Carga	Vel (ft./s)	Pérd. Carga	Vel (ft./s)	Pérd. Carga	Vel (ft./s)	Pérd. Carga	Vel (ft./s)	Pérd. Carga	Vel (ft./s)	Pérd. Carga	Vel (ft./s)	Pérd. Carga	Vel (ft./s)	Pérd. Carga	Vel (ft./s)	Pérd. Carga	Vel (ft./s)
1	1.87	1.37	0.42	0.74	0.12	0.45	0.03	0.25	0.01	0.18								
2	6.74	2.74	1.52	1.48	0.44	0.89	0.11	0.50	0.05	0.36	0.01	0.22						
3	14.29	4.11	3.21	2.23	0.93	1.34	0.23	0.75	0.10	0.54	0.03	0.33	0.01	0.23				
4	24.34	5.48	5.47	2.97	1.59	1.78	0.39	1.00	0.18	0.73	0.05	0.43	0.02	0.30				
5	36.79	6.85	8.27	3.71	2.40	2.23	0.59	1.25	0.27	0.91	0.08	0.54	0.03	0.38	0.01	0.24		
6	51.57	8.22	11.59	4.45	3.36	2.68	0.82	1.50	0.38	1.09	0.11	0.65	0.04	0.45	0.02	0.29		
7	68.61	9.59	15.43	5.19	4.47	3.12	1.09	1.75	0.50	1.27	0.14	0.76	0.06	0.53	0.02	0.34		
8	87.86	10.96	19.75	5.94	5.73	3.57	1.40	2.00	0.64	1.45	0.18	0.87	0.08	0.61	0.03	0.39		
9	109.27	12.33	24.57	6.68	7.12	4.01	1.74	2.25	0.80	1.63	0.23	0.98	0.01	0.68	0.03	0.44		
10	132.82	13.70	29.86	7.42	8.66	4.46	2.12	2.50	0.97	1.82	0.28	1.09	0.12	0.76	0.04	0.49		
11			35.63	8.16	10.33	4.91	2.53	2.75	1.16	2.00	0.33	1.20	0.14	0.83	0.05	0.53		
12			41.86	8.90	12.14	5.35	2.97	3.00	1.36	2.18	0.39	1.30	0.16	0.91	0.06	0.58		
14			55.69	10.39	16.15	6.24	3.95	3.50	1.81	2.54	0.52	1.52	0.22	1.06	0.07	0.68		
16			71.31	11.87	20.68	7.14	5.06	4.00	2.32	2.90	0.67	1.74	0.28	1.21	0.09	0.78		
18			88.69	13.36	25.72	8.03	6.30	4.50	2.89	3.27	0.83	1.96	0.34	1.36	0.12	0.87		
20			107.80	14.84	31.26	8.92	7.65	5.00	3.51	3.63	1.01	2.17	0.42	1.51	0.14	0.97	0.04	0.56
22					37.29	9.81	9.13	5.50	4.19	3.99	1.20	2.39	0.50	1.67	0.17	1.07	0.04	0.61
24					43.81	10.70	10.72	6.00	4.92	4.36	1.41	2.61	0.59	1.82	0.20	1.17	0.05	0.67
26					50.81	11.60	12.44	6.50	5.71	4.72	1.64	2.83	0.68	1.97	0.23	1.26	0.06	0.73
28					58.29	12.49	14.27	7.00	6.55	5.08	1.88	3.04	0.78	2.12	0.26	1.36	0.07	0.78
30					66.23	13.38	16.21	7.50	7.44	5.45	2.13	3.26	0.89	2.27	0.30	1.46	0.08	0.84
35							21.57	8.75	9.89	6.35	2.84	3.80	1.18	2.65	0.40	1.70	0.10	0.98
40							27.62	10.00	12.67	7.26	3.63	4.35	1.51	3.03	0.51	1.94	0.13	1.12
45	Tubo 6”						34.36	11.25	15.76	8.17	4.52	4.89	1.88	3.41	0.64	2.19	0.17	1.26
50	0.03	0.62					41.76	12.51	19.16	9.08	5.49	5.44	2.28	3.78	0.77	2.43	0.20	1.40
55	0.03	0.68					49.82	13.76	22.85	9.99	6.55	5.98	2.72	4.16	0.92	2.67	0.24	1.53
60	0.04	0.74					58.53	15.01	26.85	10.89	7.70	6.52	3.20	4.54	1.09	2.91	0.28	1.67
65	0.04	0.80							31.14	11.80	8.93	7.07	3.71	4.92	1.26	3.16	0.33	1.81
70	0.05	0.86							35.72	12.71	10.24	7.61	4.25	5.30	1.45	3.40	0.38	1.95
75	0.06	0.92							40.59	13.62	11.64	8.15	4.83	5.68	1.64	3.64	0.43	2.09
80	0.07	0.98							45.74	14.52	13.12	8.70	5.45	6.06	1.85	3.89	0.48	2.23
85	0.07	1.05							51.18	15.43	14.68	9.24	6.09	6.43	2.07	4.13	0.54	2.37
90	0.08	1.11							56.89	16.34	16.32	9.78	6.77	6.81	2.30	4.37	0.60	2.51
95	0.09	1.17							62.88	17.25	18.03	10.33	7.49	7.19	2.54	4.61	0.66	2.65
100	0.01	1.23	Tubo 8”						69.15	18.16	19.83	10.87	8.23	7.57	2.80	4.86	0.73	2.79
125	0.15	1.54	0.04	0.88							29.98	13.59	12.45	9.46	4.23	6.07	1.01	3.49
150	0.21	1.85	0.05	1.05							42.02	16.31	17.45	11.35	5.93	7.29	1.54	4.19
175	0.28	2.15	0.07	1.23	Tubo 10”								23.21	13.25	7.89	8.50	2.05	4.88
200	0.36	2.46	0.09	1.41	0.03	0.89							29.72	15.14	10.01	9.71	2.62	5.58
250	0.54	3.08	0.14	1.76	0.05	1.12							44.93	18.92	15.27	12.14	3.96	6.98
300	0.76	3.69	0.19	2.11	0.06	1.34	Tubo 12”										5.56	8.37
350	1.01	4.31	0.26	2.46	0.09	1.56	0.04	1.11									7.39	9.77
400	1.29	4.92	0.33	2.81	0.11	1.79	0.05	1.26									9.47	11.16
450	1.61	5.54	0.41	3.16	0.14	2.01	0.06	1.42										
500	1.95	6.15	0.50	3.51	0.17	2.23	0.07	1.58										
750	4.14	9.23	1.06	5.27	0.35	3.35	0.15	2.37										
1000	7.05	12.31	1.80	7.03	0.60	4.47	0.26	3.16										
1250			2.73	8.78	0.91	5.58	0.39	3.95										
1500			3.82	10.54	1.27	6.70	0.55	4.74										
2000					2.16	8.94	0.93	6.32										
2500					3.27	11.17	1.41	7.89										
3000					4.58	13.40	1.97	9.47										
3500							2.62	11.05										
4000							3.36	12.63										

Nota: Las velocidades en la succión no deben exceder los 8 pies por segundo. Calculado usando la fórmula de Williams y Hazen con C = 150.

Pérdida por Fricción - Agua en Pies por 100 pies de Tubo de Acero

GPM	Calibre Tubo 1/2"			Calibre Tubo 3/4"			Calibre Tubo 1"			Calibre Tubo 1-1/4"			Calibre Tubo 1-1/2"		
	Calibre real 0.622			Calibre real 0.824			Calibre real 1.049			Calibre real 1.38			Calibre real 1.61		
	Fricción	Vel (ft/seg)	Carga Vel (ft)	Fricción	Vel (ft/seg)	Carga Vel (ft)	Fricción	Vel (ft/seg)	Carga Vel (ft)	Fricción	Vel (ft/seg)	Carga Vel (ft)	Fricción	Vel (ft/seg)	Carga Vel (ft)
1	2.099	1.056	0.017	0.534	0.602	0.006	0.165	0.371	0.002	0.043	0.215	0.001	0.021	0.158	0.000
2	7.577	2.112	0.069	1.929	1.203	0.023	0.596	0.742	0.009	0.157	0.429	0.003	0.074	0.315	0.002
3	16.056	3.168	0.156	4.087	1.805	0.051	1.263	1.114	0.019	0.332	0.644	0.006	0.157	0.473	0.003
4	27.354	4.223	0.277	6.962	2.407	0.090	2.151	1.485	0.034	0.566	0.858	0.011	0.268	0.630	0.006
5	41.352	5.279	0.433	10.525	3.008	0.141	3.252	1.856	0.054	0.856	1.073	0.018	0.404	0.788	0.001
6	57.961	6.335	0.624	14.753	3.610	0.203	4.558	2.227	0.077	1.200	1.287	0.026	0.567	0.946	0.014
7	77.112	7.391	0.849	19.628	4.211	0.276	6.064	2.599	0.105	1.597	1.502	0.035	0.754	1.103	0.019
8	98.747	8.447	1.109	25.134	4.813	0.360	7.765	2.970	0.137	2.045	1.716	0.046	0.966	1.261	0.025
9	122.817	9.503	1.404	31.261	5.415	0.456	9.657	3.341	0.173	2.543	1.931	0.058	1.201	1.418	0.031
10	149.280	10.559	1.733	37.997	6.016	0.563	11.738	3.712	0.214	3.091	2.145	0.072	1.460	1.576	0.039
11	178.099	11.615	2.097	45.332	6.618	0.681	14.004	4.083	0.259	3.688	2.360	0.087	1.742	1.734	0.047
12	209.241	12.670	2.495	53.259	7.220	0.810	16.453	4.455	0.308	4.333	2.574	0.103	2.047	1.891	0.056
13	242.675	13.726	2.928	61.769	7.821	0.951	19.082	4.826	0.362	5.025	2.789	0.121	2.374	2.049	0.065
14	278.376	14.782	3.396	70.856	8.423	1.103	21.889	5.197	0.420	5.764	3.003	0.140	2.723	2.206	0.076
15	316.317	15.838	3.899	80.513	9.025	1.266	24.873	5.568	0.482	6.550	3.218	0.161	3.094	2.364	0.087
16				90.735	9.626	1.440	28.031	5.940	0.548	7.381	3.432	0.183	3.487	2.521	0.099
17				101.517	10.228	1.626	31.362	6.311	0.619	8.258	3.647	0.207	3.901	2.679	0.112
18				112.852	10.829	1.823	34.863	6.682	0.694	9.181	3.861	0.232	4.337	2.837	0.125
19				124.738	11.431	2.031	38.535	7.053	0.773	10.148	4.076	0.258	4.793	2.994	0.139
20				137.168	12.033	2.250	42.375	7.425	0.857	11.159	4.290	0.286	5.271	3.152	0.154
21				150.140	12.634	2.481	46.383	7.796	0.945	12.214	4.505	0.315	5.769	3.309	0.170
22				163.649	13.236	2.723	50.556	8.167	1.037	13.313	4.719	0.346	6.288	3.467	0.187
23				177.691	13.838	2.976	54.894	8.538	1.133	14.455	4.934	0.378	6.828	3.625	0.204
24				192.263	14.439	3.241	59.396	8.909	1.234	15.641	5.148	0.412	7.388	3.782	0.222
25				207.363	15.041	3.516	64.061	9.281	1.339	16.869	5.363	0.447	7.968	3.940	0.241
26				222.985	15.643	3.803	68.887	9.652	1.448	18.140	5.577	0.483	8.569	4.097	0.261
27				239.128	16.244	4.101	73.874	10.023	1.561	19.453	5.792	0.521	9.189	4.255	0.281
28				255.789	16.846	4.411	79.021	10.394	1.679	20.809	6.006	0.561	9.829	4.413	0.303
29				272.965	17.448	4.731	84.327	10.766	1.801	22.206	6.221	0.601	10.489	4.570	0.325
30				290.652	18.049	5.063	89.791	11.137	1.928	23.645	6.435	0.644	11.169	4.728	0.347
32							101.191	11.879	2.193	26.647	6.864	0.732	12.587	5.043	0.395
34							113.215	12.622	2.476	29.813	7.293	0.827	14.082	5.358	0.446
36							125.857	13.364	2.776	33.142	7.722	0.927	15.655	5.673	0.500
38							139.112	14.107	3.093	36.633	8.151	1.033	17.304	5.989	0.557
40							152.975	14.849	3.427	40.283	8.580	1.144	19.028	6.304	0.618
42							167.442	15.592	3.778	44.093	9.009	1.261	20.827	6.619	0.681
44							182.507	16.334	4.147	48.060	9.438	1.384	22.701	6.934	0.747
46							198.168	17.076	4.532	52.184	9.867	1.513	24.649	7.249	0.817
48							214.420	17.819	4.935	56.463	10.296	1.648	26.671	7.564	0.889
50							231.259	18.561	5.355	60.898	10.725	1.788	28.765	7.880	0.965
55							275.904	20.417	6.479	72.654	11.798	2.163	34.319	8.668	1.168
60							324.147	22.274	7.711	85.358	12.870	2.574	40.319	9.456	1.390
65							375.943	24.130	9.049	98.997	13.943	3.021	46.762	10.244	1.631
70							431.249	25.986	10.495	113.561	15.015	3.504	53.641	11.032	1.891
75							490.027	27.842	12.048	129.039	16.088	4.023	60.952	11.820	2.171
80							552.241	29.698	13.708	145.422	17.160	4.577	68.691	12.607	2.470
85							617.860	31.554	15.475	162.701	18.233	5.167	76.853	13.395	2.789
90							686.852	33.410	17.349	180.869	19.305	5.793	85.435	14.183	3.127
95							759.190	35.267	19.331	199.918	20.378	6.454	94.433	14.971	3.484
100							834.846	37.123	21.419	219.840	21.450	7.151	103.843	15.759	3.860
110										262.281	23.595	8.653	123.890	17.335	4.671
120										308.142	25.740	10.298	145.553	18.911	5.559
130										357.380	27.885	12.086	168.811	20.487	6.524
140										409.955	30.030	14.016	193.645	22.063	7.566
150										465.831	32.175	16.090	220.039	23.639	8.685
160													247.975	25.215	9.882
170													277.440	26.791	11.156
180													308.420	28.367	12.507
190													340.902	29.943	13.935
200													374.874	31.519	15.440

Nota: Las velocidades en la succión no deben exceder los 8 pies por segundo.

Pérdida por Fricción - Agua en Pies por 100 pies de Tubo de Acero

GPM	Calibre Tubo 2”			Calibre Tubo 2-1/2”			Calibre Tubo 3”			Calibre Tubo 3-1/2”		
	Calibre real 2.067			Calibre real 2.469			Calibre real 3.068			Calibre real 3.548		
	Fricción	Vel (ft/seg)	Carga Vel (ft)	Fricción	Vel (ft/seg)	Carga Vel (ft)	Fricción	Vel (ft/seg)	Carga Vel (ft)	Fricción	Vel (ft/seg)	Carga Vel (ft)
2	0.022	0.191	0.001									
3	0.047	0.287	0.001	0.020	0.201	0.001						
4	0.079	0.383	0.002	0.033	0.268	0.001						
5	0.120	0.478	0.004	0.051	0.335	0.002	0.018	0.217	0.001	0.009	0.162	0.000
6	0.168	0.574	0.005	0.071	0.402	0.003	0.025	0.260	0.001	0.012	0.195	0.001
7	0.224	0.670	0.007	0.094	0.469	0.003	0.033	0.304	0.001	0.016	0.227	0.001
8	0.286	0.765	0.009	0.121	0.536	0.004	0.042	0.347	0.002	0.021	0.260	0.001
9	0.356	0.861	0.012	0.150	0.603	0.006	0.052	0.391	0.002	0.026	0.292	0.001
10	0.433	0.957	0.014	0.182	0.670	0.007	0.063	0.434	0.003	0.031	0.325	0.002
11	0.516	1.052	0.017	0.218	0.737	0.008	0.076	0.477	0.004	0.037	0.357	0.002
12	0.607	1.148	0.020	0.256	0.804	0.010	0.089	0.521	0.004	0.044	0.389	0.002
13	0.704	1.244	0.024	0.296	0.871	0.012	0.103	0.564	0.005	0.051	0.422	0.003
14	0.807	1.339	0.028	0.340	0.938	0.014	0.118	0.608	0.006	0.058	0.454	0.003
15	0.917	1.435	0.032	0.386	1.005	0.016	0.134	0.651	0.007	0.066	0.487	0.004
16	1.034	1.531	0.036	0.435	1.072	0.018	0.151	0.694	0.007	0.075	0.519	0.004
17	1.157	1.626	0.041	0.487	1.139	0.020	0.169	0.738	0.008	0.083	0.552	0.005
18	1.286	1.722	0.046	0.542	1.206	0.023	0.188	0.781	0.009	0.093	0.584	0.005
19	1.421	1.818	0.051	0.599	1.273	0.025	0.208	0.825	0.011	0.103	0.617	0.006
20	1.563	1.913	0.057	0.658	1.340	0.028	0.229	0.868	0.012	0.113	0.649	0.007
21	1.711	2.009	0.063	0.720	1.407	0.031	0.250	0.911	0.013	0.123	0.681	0.007
22	1.865	2.105	0.069	0.785	1.474	0.034	0.273	0.955	0.014	0.135	0.714	0.008
23	2.025	2.200	0.075	0.853	1.541	0.037	0.296	0.998	0.015	0.146	0.746	0.009
24	2.191	2.296	0.082	0.923	1.608	0.040	0.321	1.042	0.017	0.158	0.779	0.009
25	2.363	2.391	0.089	0.995	1.675	0.044	0.346	1.085	0.018	0.171	0.811	0.010
26	2.541	2.487	0.096	1.070	1.742	0.047	0.372	1.128	0.020	0.183	0.844	0.011
27	2.724	2.583	0.104	1.148	1.809	0.051	0.399	1.172	0.021	0.197	0.876	0.012
28	2.914	2.678	0.112	1.227	1.876	0.055	0.427	1.215	0.023	0.210	0.909	0.013
29	3.110	2.774	0.120	1.310	1.943	0.059	0.455	1.259	0.025	0.224	0.941	0.014
30	3.312	2.870	0.128	1.395	2.010	0.063	0.485	1.302	0.026	0.239	0.974	0.015
32	3.732	3.061	0.146	1.572	2.144	0.071	0.546	1.389	0.030	0.269	1.038	0.017
34	4.175	3.252	0.164	1.759	2.278	0.081	0.611	1.476	0.034	0.301	1.103	0.019
36	4.642	3.444	0.184	1.955	2.412	0.090	0.679	1.562	0.038	0.335	1.168	0.021
38	5.130	3.635	0.205	2.161	2.546	0.101	0.751	1.649	0.042	0.370	1.233	0.024
40	5.642	3.826	0.228	2.376	2.680	0.112	0.826	1.736	0.047	0.407	1.298	0.026
42	6.175	4.018	0.251	2.601	2.814	0.123	0.904	1.823	0.052	0.446	1.363	0.029
44	6.731	4.209	0.275	2.835	2.948	0.135	0.985	1.910	0.057	0.486	1.428	0.032
46	7.308	4.400	0.301	3.078	3.083	0.148	1.070	1.996	0.062	0.527	1.493	0.035
48	7.908	4.592	0.328	3.331	3.217	0.161	1.158	2.083	0.067	0.571	1.558	0.038
50	8.529	4.783	0.356	3.592	3.351	0.174	1.248	2.170	0.073	0.616	1.623	0.041
55	10.175	5.261	0.430	4.286	3.686	0.211	1.490	2.387	0.089	0.734	1.785	0.050
60	11.955	5.740	0.512	5.035	4.021	0.251	1.750	2.604	0.105	0.863	1.947	0.059
65	13.865	6.218	0.601	5.840	4.356	0.295	2.030	2.821	0.124	1.001	2.109	0.069
70	15.905	6.696	0.697	6.699	4.691	0.342	2.328	3.038	0.143	1.148	2.272	0.080
75	18.072	7.174	0.800	7.612	5.026	0.393	2.646	3.255	0.165	1.304	2.434	0.092
80	20.367	7.653	0.910	8.578	5.361	0.447	2.981	3.472	0.187	1.470	2.596	0.105
85	22.787	8.131	1.028	9.598	5.696	0.504	3.336	3.689	0.212	1.644	2.758	0.118
90	25.331	8.609	1.152	10.669	6.031	0.565	3.708	3.906	0.237	1.828	2.921	0.133
95	27.999	9.088	1.284	11.793	6.366	0.630	4.099	4.123	0.264	2.021	3.083	0.148
100	30.789	9.566	1.422	12.968	6.701	0.698	4.507	4.340	0.293	2.222	3.245	0.164
110	36.733	10.523	1.721	15.472	7.371	0.845	5.377	4.774	0.354	2.651	3.570	0.198
120	43.156	11.479	2.048	18.177	8.041	1.005	6.317	5.208	0.422	3.114	3.894	0.236
130	50.052	12.436	2.404	21.081	8.711	1.180	7.327	5.642	0.495	3.612	4.219	0.277
140	57.416	13.392	2.788	24.183	9.382	1.368	8.405	6.076	0.574	4.144	4.543	0.321
150	65.241	14.349	3.200	27.479	10.052	1.570	9.550	6.510	0.659	4.708	4.868	0.368
160	73.524	15.306	3.641	30.968	10.722	1.787	10.763	6.944	0.749	5.306	5.192	0.419
170	82.261	16.262	4.110	34.647	11.392	2.017	12.042	7.378	0.846	5.937	5.517	0.473
180	91.446	17.219	4.608	38.516	12.062	2.261	13.386	7.812	0.948	6.599	5.841	0.530
190	101.077	18.175	5.134	42.573	12.732	2.520	14.796	8.246	1.057	7.295	6.166	0.591
200	111.150	19.132	5.689	46.815	13.402	2.792	16.271	8.680	1.171	8.021	6.490	0.655
220	132.607	21.045	6.884	55.853	14.742	3.378	19.412	9.548	1.417	9.570	7.139	0.792
240	155.794	22.958	8.192	65.619	16.083	4.020	22.806	10.416	1.686	11.243	7.788	0.943
260	180.689	24.872	9.614	76.104	17.423	4.718	26.450	11.284	1.979	13.040	8.437	1.106
280	207.270	26.785	11.150	87.300	18.763	5.472	30.341	12.152	2.295	14.958	9.086	1.283
300	235.521	28.698	12.800	99.199	20.103	6.281	34.476	13.020	2.635	16.997	9.735	1.473
350	313.339	33.481	17.423	131.975	23.454	8.550	45.868	15.190	3.586	22.613	11.358	2.005
400	401.250	38.264	22.756	169.002	26.805	11.167	58.737	17.360	4.684	28.957	12.980	2.619
450				210.197	30.155	14.133	73.054	19.530	5.928	36.016	14.603	3.314
500				255.488	33.506	17.448	88.795	21.699	7.318	43.776	16.225	4.092
550				304.810	36.856	21.113	105.937	23.869	8.855	52.227	17.848	4.951
600				358.108	40.207	25.126	124.460	26.039	10.539	61.359	19.470	5.892
650							144.348	28.209	12.368	71.164	21.093	6.915
700							165.583	30.379	14.344	81.633	22.715	8.020
750							188.152	32.549	16.466	92.759	24.338	9.206
800							212.040	34.719	18.735	104.536	25.960	10.475
850							237.235	36.889	21.150	116.957	27.583	11.825
900							263.725	39.059	23.712	130.017	29.206	13.257
950							291.500	41.229	26.420	143.710	30.828	14.771
1000							320.549	43.399	29.274	158.032	32.451	16.367
1100										188.540	35.696	19.804
1200										221.507	38.941	23.568
1300										256.902	42.186	27.660
1400										294.695	45.431	32.079
1500										334.861	48.676	36.825

Nota: Las velocidades en la succión no deben exceder los 8 pies por segundo.

Pérdida por Fricción - Agua en Pies por 100 pies de Tubo de Acero

GPM	Calibre Tubo 4”			Calibre Tubo 5”			Calibre Tubo 6”		
	Calibre real 4.026			Calibre real 5.047			Calibre real 6.065		
	Fricción	Vel (ft/seg)	Carga Vel (ft)	Fricción	Vel (ft/seg)	Carga Vel (ft)	Fricción	Vel (ft/seg)	Carga Vel (ft)
20	0.061	0.504	0.004						
21	0.067	0.529	0.004						
22	0.073	0.554	0.005						
23	0.079	0.580	0.005						
24	0.085	0.605	0.006						
25	0.092	0.630	0.006						
26	0.099	0.655	0.007						
27	0.106	0.680	0.007						
28	0.114	0.706	0.008						
29	0.121	0.731	0.008						
30	0.129	0.756	0.009						
32	0.146	0.806	0.010						
34	0.163	0.857	0.011						
36	0.181	0.907	0.013						
38	0.200	0.958	0.014						
40	0.220	1.008	0.016	0.073	0.641	0.006			
42	0.241	1.059	0.017	0.080	0.674	0.007			
44	0.263	1.109	0.019	0.087	0.706	0.008			
46	0.285	1.159	0.021	0.095	0.738	0.008			
48	0.309	1.210	0.023	0.103	0.770	0.009			
50	0.333	1.260	0.025	0.111	0.802	0.001			
55	0.397	1.386	0.030	0.132	0.882	0.012			
60	0.466	1.512	0.036	0.155	0.962	0.014			
65	0.541	1.638	0.042	0.180	1.042	0.017			
70	0.621	1.764	0.048	0.207	1.123	0.020			
75	0.705	1.890	0.056	0.235	1.203	0.022			
80	0.795	2.016	0.063	0.265	1.283	0.026			
85	0.889	2.142	0.071	0.296	1.363	0.029			
90	0.988	2.268	0.080	0.329	1.443	0.032			
95	1.092	2.394	0.089	0.364	1.524	0.036			
100	1.201	2.520	0.099	0.400	1.604	0.040	0.164	1.111	0.019
110	1.433	2.772	0.119	0.477	1.764	0.048	0.195	1.222	0.023
120	1.684	3.024	0.142	0.561	1.924	0.058	0.229	1.333	0.028
130	1.953	3.276	0.167	0.650	2.085	0.068	0.266	1.444	0.032
140	2.240	3.528	0.193	0.746	2.245	0.078	0.305	1.555	0.038
150	2.546	3.780	0.222	0.848	2.406	0.090	0.347	1.666	0.043
160	2.869	4.032	0.253	0.955	2.566	0.102	0.391	1.777	0.049
170	3.210	4.284	0.285	1.069	2.726	0.116	0.437	1.888	0.055
180	3.568	4.536	0.320	1.188	2.887	0.130	0.486	1.999	0.062
190	3.944	4.788	0.356	1.313	3.047	0.144	0.537	2.110	0.069
200	4.337	5.040	0.395	1.444	3.207	0.160	0.591	2.221	0.077
220	5.174	5.545	0.478	1.723	3.528	0.193	0.705	2.443	0.093
240	6.079	6.049	0.569	2.024	3.849	0.230	0.828	2.665	0.110
260	7.050	6.553	0.667	2.348	4.170	0.270	0.960	2.887	0.130
280	8.087	7.057	0.774	2.693	4.490	0.313	1.101	3.109	0.150
300	9.190	7.561	0.888	3.060	4.811	0.360	1.252	3.332	0.173
350	12.226	8.821	1.209	4.071	5.613	0.490	1.665	3.887	0.235
400	15.656	10.081	1.580	5.213	6.415	0.640	2.132	4.442	0.307
450	19.473	11.341	1.999	6.484	7.217	0.809	2.652	4.997	0.388
500	23.668	12.601	2.468	7.881	8.019	0.999	3.223	5.553	0.479
550	28.238	13.861	2.986	9.402	8.820	1.209	3.846	6.108	0.580
600	33.175	15.121	3.554	11.046	9.622	1.439	4.518	6.663	0.690
650	38.476	16.382	4.171	12.811	10.424	1.689	5.240	7.218	0.810
700	44.136	17.642	4.837	14.696	11.226	1.959	6.011	7.774	0.939
750	50.152	18.902	5.553	16.699	12.028	2.248	6.830	8.329	1.078
800	56.520	20.162	6.318	18.819	12.830	2.558	7.697	8.884	1.227
850	63.235	21.422	7.132	21.055	13.631	2.888	8.612	9.439	1.385
900	70.296	22.682	7.996	23.407	14.433	3.238	9.574	9.995	1.553
950	77.700	23.942	8.909	25.872	15.235	3.608	10.582	10.550	1.730
1000	85.443	25.202	9.872	28.450	16.037	3.997	11.637	11.105	1.917
1100				33.942	17.641	4.837	13.883	12.216	2.319
1200				39.877	19.244	5.756	16.311	13.326	2.760
1300				46.249	20.848	6.755	18.917	14.437	3.239
1400				53.053	22.452	7.835	21.700	15.547	3.757
1500				60.284	24.056	8.994	24.657	16.658	4.313
1600				67.938	25.659	10.233	27.788	17.768	4.907

Nota: Las velocidades en la succión no deben exceder los 8 pies por segundo.

Pérdida por Fricción - Agua en Pies por 100 pies de Tubo de Acero

GPM	Calibre Tubo 8”			Calibre Tubo 10”			Calibre Tubo 12”			Calibre Tubo 14”		
	Calibre real 7.981			Calibre real 10.02			Calibre real 12			Calibre real 13.25		
	Fricción	Vel (ft/seg)	Carga Vel (ft)	Fricción	Vel (ft/seg)	Carga Vel (ft)	Fricción	Vel (ft/seg)	Carga Vel (ft)	Fricción	Vel (ft/seg)	Carga Vel (ft)
130	0.070	0.834	0.011									
140	0.080	0.898	0.013									
150	0.091	0.962	0.014									
160	0.103	1.026	0.016									
170	0.115	1.090	0.018									
180	0.128	1.154	0.021	0.042	0.732	0.008						
190	0.141	1.219	0.023	0.047	0.773	0.009						
200	0.155	1.283	0.026	0.051	0.814	0.010	0.021	0.567	0.005			
220	0.185	1.411	0.031	0.061	0.895	0.012	0.025	0.624	0.006			
240	0.218	1.539	0.037	0.072	0.976	0.015	0.030	0.681	0.007			
260	0.252	1.667	0.043	0.083	1.058	0.017	0.035	0.738	0.008			
280	0.290	1.796	0.050	0.096	1.139	0.020	0.040	0.794	0.001			
300	0.329	1.924	0.058	0.109	1.221	0.023	0.045	0.851	0.011	0.028	0.698	0.008
350	0.438	2.245	0.078	0.145	1.424	0.032	0.060	0.993	0.015	0.037	0.814	0.010
400	0.561	2.565	0.102	0.185	1.627	0.041	0.077	1.135	0.020	0.048	0.931	0.013
450	0.697	2.886	0.129	0.231	1.831	0.052	0.096	1.277	0.025	0.059	1.047	0.017
500	0.848	3.207	0.160	0.280	2.034	0.064	0.117	1.418	0.031	0.072	1.163	0.021
550	1.011	3.527	0.193	0.334	2.238	0.078	0.139	1.560	0.038	0.086	1.280	0.025
600	1.188	3.848	0.230	0.393	2.441	0.093	0.163	1.702	0.045	0.101	1.396	0.030
650	1.378	4.169	0.270	0.455	2.645	0.109	0.189	1.844	0.053	0.117	1.512	0.036
700	1.581	4.489	0.313	0.523	2.848	0.126	0.217	1.986	0.061	0.134	1.629	0.041
750	1.796	4.810	0.360	0.594	3.052	0.145	0.247	2.128	0.070	0.152	1.745	0.047
800	2.024	5.131	0.409	0.669	3.255	0.165	0.278	2.269	0.080	0.172	1.861	0.054
850	2.265	5.451	0.462	0.749	3.458	0.186	0.311	2.411	0.090	0.192	1.978	0.061
900	2.518	5.772	0.518	0.832	3.662	0.208	0.346	2.553	0.101	0.214	2.094	0.068
950	2.783	6.093	0.577	0.920	3.865	0.232	0.383	2.695	0.113	0.236	2.210	0.076
1000	3.060	6.413	0.639	1.012	4.069	0.257	0.421	2.837	0.125	0.260	2.327	0.084
1100	3.651	7.055	0.773	1.207	4.476	0.311	0.502	3.120	0.151	0.310	2.559	0.102
1200	4.289	7.696	0.921	1.418	4.882	0.371	0.590	3.404	0.180	0.364	2.792	0.121
1300	4.975	8.337	1.080	1.644	5.289	0.435	0.684	3.688	0.211	0.422	3.025	0.142
1400	5.706	8.978	1.253	1.886	5.696	0.504	0.784	3.972	0.245	0.484	3.258	0.165
1500	6.484	9.620	1.438	2.143	6.103	0.579	0.891	4.255	0.281	0.550	3.490	0.189
1600	7.307	10.261	1.636	2.415	6.510	0.659	1.005	4.539	0.320	0.620	3.723	0.215
1700	8.176	10.902	1.847	2.702	6.917	0.744	1.124	4.823	0.361	0.694	3.956	0.243
1800	9.089	11.544	2.071	3.004	7.324	0.834	1.249	5.106	0.405	0.771	4.188	0.273
1900	10.046	12.185	2.308	3.321	7.731	0.929	1.381	5.390	0.452	0.853	4.421	0.304
2000	11.047	12.826	2.557	3.652	8.137	1.029	1.519	5.674	0.500	0.938	4.654	0.337
2100	12.091	13.468	2.819	3.997	8.544	1.135	1.662	5.957	0.552	1.026	4.886	0.371
2200	13.179	14.109	3.094	4.356	8.951	1.245	1.812	6.241	0.605	1.119	5.119	0.407
2300	14.310	14.750	3.382	4.730	9.358	1.361	1.967	6.525	0.662	1.215	5.352	0.445
2400	15.484	15.392	3.682	5.118	9.765	1.482	2.129	6.808	0.720	1.314	5.584	0.485
2500	16.700	16.033	3.995	5.520	10.172	1.608	2.296	7.092	0.782	1.418	5.817	0.526
2600	17.958	16.674	4.321	5.936	10.579	1.739	2.469	7.376	0.846	1.524	6.050	0.569
2700	19.258	17.316	4.660	6.366	10.985	1.876	2.647	7.659	0.912	1.635	6.282	0.613
2800	20.600	17.957	5.012	6.809	11.392	2.017	2.832	7.943	0.981	1.749	6.515	0.660
2900	21.983	18.598	5.376	7.267	11.799	2.164	3.022	8.227	1.052	1.866	6.748	0.708
3000	23.408	19.240	5.753	7.737	12.206	2.316	3.218	8.510	1.126	1.987	6.980	0.757
3100	24.873	19.881	6.143	8.222	12.613	2.473	3.419	8.794	1.202	2.111	7.213	0.809
3200	26.380	20.522	6.546	8.720	13.020	2.635	3.626	9.078	1.281	2.239	7.446	0.862
3300	27.927	21.164	6.961	9.231	13.427	2.802	3.839	9.361	1.362	2.370	7.678	0.916
3400	29.514	21.805	7.390	9.756	13.834	2.974	4.057	9.645	1.446	2.505	7.911	0.973
3500	31.142	22.446	7.831	10.294	14.240	3.152	4.281	9.929	1.532	2.643	8.144	1.031
3600	32.810	23.088	8.285	10.845	14.647	3.335	4.510	10.212	1.621	2.785	8.376	1.091
3700	34.517	23.729	8.751	11.410	15.054	3.522	4.745	10.496	1.712	2.930	8.609	1.152
3800	36.265	24.370	9.231	11.987	15.461	3.715	4.985	10.780	1.806	3.078	8.842	1.215
3900	38.052	25.012	9.723	12.578	15.868	3.913	5.231	11.063	1.902	3.230	9.075	1.280
4000	39.879	25.653	10.228	13.182	16.275	4.117	5.482	11.347	2.001	3.385	9.307	1.346
4100	41.745	26.294	10.746	13.799	16.682	4.325	5.739	11.631	2.103	3.543	9.540	1.415
4200	43.650	26.935	11.276	14.429	17.088	4.539	6.001	11.915	2.206	3.705	9.773	1.484
4300	45.595	27.577	11.820	15.071	17.495	4.757	6.268	12.198	2.313	3.870	10.005	1.556
4400	47.578	28.218	12.376	15.727	17.902	4.981	6.540	12.482	2.421	4.039	10.238	1.629
4500	49.600	28.859	12.945	16.395	18.309	5.210	6.818	12.766	2.533	4.210	10.471	1.704
4600	51.660	29.501	13.526	17.076	18.716	5.444	7.102	13.049	2.647	4.385	10.703	1.781
4700	53.759	30.142	14.121	17.770	19.123	5.684	7.390	13.333	2.763	4.563	10.936	1.859
4800	55.897	30.783	14.728	18.477	19.530	5.928	7.684	13.617	2.882	4.745	11.169	1.939
4900	58.073	31.425	15.348	19.196	19.937	6.178	7.983	13.900	3.003	4.929	11.401	2.020
5000	60.287	32.066	15.981	19.928	20.343	6.432	8.288	14.184	3.127	5.117	11.634	2.104
5500	71.925	35.273	19.337	23.775	22.378	7.783	9.887	15.602	3.784	6.105	12.797	2.545
6000				27.932	24.412	9.263	11.616	17.021	4.503	7.173	13.961	3.029
6500				32.395	26.446	10.871	13.473	18.439	5.284	8.319	15.124	3.555
7000				37.161	28.481	12.607	15.454	19.858	6.129	9.543	16.288	4.123
7500				42.226	30.515	14.479	17.561	21.276	7.036	10.843	17.451	4.733
8000							19.790	22.694	8.005	12.220	18.614	5.385

Nota: Las velocidades en la succión no deben exceder los 8 pies por segundo.

Pérdida por Fricción - Agua en Pies por 100 pies de Tubo de Acero

GPM	Calibre Tubo 16”			Calibre Tubo 18”			Calibre Tubo 20”		
	Calibre real 16			Calibre real 17.18			Calibre real 19.18		
	Fricción	Vel (ft/seg)	Carga Vel (ft)	Fricción	Vel (ft/seg)	Carga Vel (ft)	Fricción	Vel (ft/seg)	Carga Vel (ft)
500	0.029	0.798	0.001	0.020	0.692	0.007	0.012	0.555	0.005
550	0.034	0.878	0.012	0.024	0.761	0.009	0.014	0.611	0.006
600	0.040	0.957	0.014	0.028	0.830	0.011	0.017	0.666	0.007
650	0.047	1.037	0.017	0.033	0.900	0.013	0.019	0.722	0.008
700	0.054	1.117	0.019	0.038	0.969	0.015	0.022	0.777	0.009
750	0.061	1.197	0.022	0.043	1.038	0.017	0.025	0.833	0.011
800	0.069	1.277	0.025	0.049	1.107	0.019	0.028	0.888	0.012
850	0.077	1.356	0.029	0.054	1.176	0.022	0.032	0.944	0.014
900	0.085	1.436	0.032	0.060	1.246	0.024	0.035	0.999	0.016
950	0.094	1.516	0.036	0.067	1.315	0.027	0.039	1.055	0.017
1000	0.104	1.596	0.040	0.073	1.384	0.030	0.043	1.110	0.019
1100	0.124	1.755	0.048	0.088	1.522	0.036	0.051	1.221	0.023
1200	0.145	1.915	0.057	0.103	1.661	0.043	0.060	1.333	0.028
1300	0.169	2.074	0.067	0.119	1.799	0.050	0.070	1.444	0.032
1400	0.193	2.234	0.078	0.137	1.938	0.058	0.080	1.555	0.038
1500	0.220	2.394	0.089	0.156	2.076	0.067	0.091	1.666	0.043
1600	0.248	2.553	0.101	0.175	2.214	0.076	0.103	1.777	0.049
1700	0.277	2.713	0.114	0.196	2.353	0.086	0.115	1.888	0.055
1800	0.308	2.872	0.128	0.218	2.491	0.096	0.128	1.999	0.062
1900	0.341	3.032	0.143	0.241	2.630	0.107	0.141	2.110	0.069
2000	0.375	3.191	0.158	0.265	2.768	0.119	0.155	2.221	0.077
2100	0.410	3.351	0.175	0.290	2.906	0.131	0.170	2.332	0.085
2200	0.447	3.511	0.192	0.316	3.045	0.144	0.185	2.443	0.093
2300	0.485	3.670	0.209	0.343	3.183	0.157	0.201	2.554	0.101
2400	0.525	3.830	0.228	0.371	3.322	0.171	0.217	2.665	0.110
2500	0.566	3.989	0.247	0.401	3.460	0.186	0.234	2.776	0.120
2600	0.609	4.149	0.268	0.431	3.598	0.201	0.252	2.887	0.130
2700	0.653	4.308	0.289	0.462	3.737	0.217	0.270	2.998	0.140
2800	0.699	4.468	0.310	0.494	3.875	0.233	0.289	3.109	0.150
2900	0.745	4.628	0.333	0.527	4.014	0.250	0.309	3.220	0.161
3000	0.794	4.787	0.356	0.561	4.152	0.268	0.329	3.331	0.172
3100	0.843	4.947	0.380	0.597	4.290	0.286	0.349	3.442	0.184
3200	0.895	5.106	0.405	0.633	4.429	0.305	0.370	3.553	0.196
3300	0.947	5.266	0.431	0.670	4.567	0.324	0.392	3.664	0.209
3400	1.001	5.425	0.457	0.708	4.706	0.344	0.414	3.775	0.222
3500	1.056	5.585	0.485	0.747	4.844	0.365	0.437	3.887	0.235
3600	1.113	5.745	0.513	0.787	4.982	0.386	0.461	3.998	0.248
3700	1.170	5.904	0.542	0.828	5.121	0.408	0.485	4.109	0.262
3800	1.230	6.064	0.571	0.870	5.259	0.430	0.509	4.220	0.277
3900	1.290	6.223	0.602	0.913	5.398	0.453	0.534	4.331	0.291
4000	1.352	6.383	0.633	0.957	5.536	0.476	0.560	4.442	0.307
4100	1.416	6.542	0.665	1.001	5.674	0.500	0.586	4.553	0.322
4200	1.480	6.702	0.698	1.047	5.813	0.525	0.613	4.664	0.338
4300	1.546	6.861	0.732	1.094	5.951	0.550	0.640	4.775	0.354
4400	1.613	7.021	0.766	1.141	6.090	0.576	0.668	4.886	0.371
4500	1.682	7.181	0.801	1.190	6.228	0.603	0.696	4.997	0.388
4600	1.752	7.340	0.837	1.239	6.367	0.630	0.725	5.108	0.406
4700	1.823	7.500	0.874	1.289	6.505	0.658	0.755	5.219	0.423
4800	1.895	7.659	0.912	1.341	6.643	0.686	0.785	5.330	0.442
4900	1.969	7.819	0.950	1.393	6.782	0.715	0.815	5.441	0.460
5000	2.044	7.978	0.989	1.446	6.920	0.744	0.846	5.552	0.479
5500	2.439	8.776	1.197	1.725	7.612	0.901	1.001	6.107	0.580
6000	2.865	9.574	1.425	2.027	8.304	1.072	1.186	6.663	0.690
6500	3.323	10.372	1.672	2.351	8.996	1.258	1.376	7.218	0.810
7000	3.812	11.170	1.939	2.697	9.688	1.459	1.578	7.773	0.939
7500	4.332	11.968	2.226	3.064	10.380	1.675	1.793	8.328	1.078
8000	4.882	12.766	2.533	3.453	11.072	1.905	2.021	8.883	1.227

Nota: Las velocidades en la succión no deben exceder los 8 pies por segundo.

Pérdida por Fricción - Agua en Pies por 100 pies de Tubo de Acero

GPM	Calibre Tubo 24”			Calibre Tubo 30”			Calibre Tubo 36”		
	Calibre real 24			Calibre real 30			Calibre real 36		
	Fricción	Vel (ft/seg)	Carga Vel (ft)	Fricción	Vel (ft/seg)	Carga Vel (ft)	Fricción	Vel (ft/seg)	Carga Vel (ft)
350	0.002	0.248	0.000						
400	0.003	0.284	0.001						
450	0.003	0.319	0.002						
500	0.004	0.355	0.002						
550	0.005	0.390	0.002						
600	0.006	0.426	0.003						
650	0.006	0.461	0.003						
700	0.007	0.496	0.004	0.003	0.318	0.002			
750	0.008	0.532	0.004	0.003	0.340	0.002			
800	0.001	0.567	0.005	0.003	0.363	0.002			
850	0.011	0.603	0.006	0.004	0.386	0.002			
900	0.012	0.638	0.006	0.004	0.408	0.003			
950	0.013	0.674	0.007	0.004	0.431	0.003			
1000	0.014	0.709	0.008	0.005	0.454	0.003			
1100	0.017	0.780	0.009	0.006	0.499	0.004			
1200	0.020	0.851	0.011	0.007	0.545	0.005			
1300	0.023	0.922	0.013	0.008	0.590	0.005			
1400	0.027	0.993	0.015	0.009	0.635	0.006	0.004	0.441	0.003
1500	0.031	1.064	0.018	0.010	0.681	0.007	0.004	0.473	0.003
1600	0.034	1.135	0.020	0.012	0.726	0.008	0.005	0.504	0.004
1700	0.039	1.206	0.023	0.013	0.772	0.009	0.005	0.536	0.004
1800	0.043	1.277	0.025	0.014	0.817	0.010	0.006	0.567	0.005
1900	0.047	1.347	0.028	0.016	0.862	0.012	0.007	0.599	0.006
2000	0.052	1.418	0.031	0.018	0.908	0.013	0.007	0.630	0.006
2100	0.057	1.489	0.034	0.019	0.953	0.014	0.008	0.662	0.007
2200	0.062	1.560	0.038	0.021	0.999	0.015	0.009	0.693	0.007
2300	0.067	1.631	0.041	0.023	1.044	0.017	0.009	0.725	0.008
2400	0.073	1.702	0.045	0.025	1.089	0.018	0.010	0.756	0.009
2500	0.079	1.773	0.049	0.027	1.135	0.020	0.011	0.788	0.001
2600	0.085	1.844	0.053	0.029	1.180	0.022	0.012	0.820	0.010
2700	0.091	1.915	0.057	0.031	1.225	0.023	0.013	0.851	0.011
2800	0.097	1.986	0.061	0.033	1.271	0.025	0.014	0.883	0.012
2900	0.104	2.057	0.066	0.035	1.316	0.027	0.014	0.914	0.013
3000	0.110	2.128	0.070	0.037	1.362	0.029	0.015	0.946	0.014
3100	0.117	2.199	0.075	0.040	1.407	0.031	0.016	0.977	0.015
3200	0.124	2.269	0.080	0.042	1.452	0.033	0.017	1.009	0.016
3300	0.132	2.340	0.085	0.044	1.498	0.035	0.018	1.040	0.017
3400	0.139	2.411	0.090	0.047	1.543	0.037	0.019	1.072	0.018
3500	0.147	2.482	0.096	0.050	1.589	0.039	0.020	1.103	0.019
3600	0.155	2.553	0.101	0.052	1.634	0.041	0.022	1.135	0.020
3700	0.163	2.624	0.107	0.055	1.679	0.044	0.023	1.166	0.021
3800	0.171	2.695	0.113	0.058	1.725	0.046	0.024	1.198	0.022
3900	0.179	2.766	0.119	0.061	1.770	0.049	0.025	1.229	0.023
4000	0.188	2.837	0.125	0.063	1.816	0.051	0.026	1.261	0.025
4100	0.197	2.908	0.131	0.066	1.861	0.054	0.027	1.292	0.026
4200	0.206	2.979	0.138	0.070	1.906	0.056	0.029	1.324	0.027
4300	0.215	3.050	0.145	0.073	1.952	0.059	0.030	1.355	0.029
4400	0.224	3.120	0.151	0.076	1.997	0.062	0.031	1.387	0.030
4500	0.234	3.191	0.158	0.079	2.042	0.065	0.033	1.418	0.031
4600	0.244	3.262	0.165	0.082	2.088	0.068	0.034	1.450	0.033
4700	0.254	3.333	0.173	0.086	2.133	0.071	0.035	1.481	0.034
4800	0.264	3.404	0.180	0.089	2.179	0.074	0.037	1.513	0.036
4900	0.274	3.475	0.188	0.092	2.224	0.077	0.038	1.544	0.037
5000	0.284	3.546	0.195	0.096	2.269	0.080	0.040	1.576	0.039
5500	0.339	3.901	0.236	0.115	2.496	0.097	0.047	1.734	0.047
6000	0.398	4.255	0.281	0.135	2.723	0.115	0.055	1.891	0.056
6500	0.462	4.610	0.330	0.156	2.950	0.135	0.064	2.049	0.065
7000	0.530	4.964	0.383	0.179	3.177	0.157	0.074	2.206	0.076
7500	0.602	5.319	0.440	0.203	3.404	0.180	0.084	2.364	0.087
8000	0.679	5.674	0.500	0.229	3.631	0.205	0.094	2.522	0.099

Nota: Las velocidades en la succión no deben exceder los 8 pies por segundo.

Manguera de Interior Liso

Gasto de Agua en GPM	Pérdida de Carga (ft / 100ft)						
	Diámetro Interior Real en Pulgadas						
	1/2”	3/4”	1”	1 1/4”	1 1/2”	2”	2 1/2”
1	3.257						
2	11.758	1.640					
5	63.987	8.894	2.195	0.739	0.300		
10	231	32.109	7.900	2.657	1.086	0.277	
15		67.914	16.724	5.636	2.31	0.578	0.185
20		115.5	28.413	9.610	3.950	0.970	0.323
25		174.636	42.966	14.507	5.983	1.478	0.485
30		244.86	60.291	20.328	8.362	2.056	0.693
35		325.71	80.157	27.027	11.134	2.749	0.924
40			102.564	34.65	14.253	3.511	1.178
45			127.743	42.966	17.718	4.366	1.478
50			155.001	52.437	21.529	5.313	1.779
60			217.371	73.227	30.261	7.438	2.518
70			288.75	97.482	40.194	9.887	3.326
80				124.74	51.282	12.659	4.274
90				155.232	63.987	15.731	5.313
100				188.727	77.616	19.127	6.445
125				284.13	117.348	28.875	9.748
150					164.241	40.425	13.65
175					218.526	53.823	18.16
200					279.51	68.838	23.33
225						85.701	28.88
250						104.181	35.11
275						124.278	41.81
300						145.992	49.2
350						194.04	65.37
400						249.48	83.85
450							104.2
500							126.6
600							177.4
700							235.6
800							302.6
1000							

Nota: Estas tablas muestran la pérdida por fricción en mangueras de agua en libras por pulgada cuadrada por 100 pies de longitud, para mangueras rectas con interior liso.

Gasto de Agua en GPM	Pérdida de Carga (ft / 100ft)						
	Diámetro Interior Real en Pulgadas						
	3”	4”	5”	6”	8”	10”	12”
25							
30	0.277						
35	0.370						
40	0.485						
45	0.601						
50	0.739						
60	1.040						
70	1.363						
80	1.756						
90	2.195	0.531					
100	2.657	0.647					
125	4.019	0.993					
150	5.613	1.386	0.462				
175	7.484	1.848	0.624				
200	9.563	2.356	0.993				
225	11.897	2.934	0.993				
250	14.461	3.557	1.201				
275	17.256	4.250	1.432				
300	20.259	4.990	1.686	0.693			
350	27.027	6.630	2.241	0.924			
400	34.419	8.501	2.864	1.178			
450	42.966	10.557	3.557	1.478			
500	52.206	12.844	4.343	1.779	0.439		
600	72.996	17.995	6.075	2.495	0.624		
700	97.251	24.024	8.062	3.326	0.809	0.277	
800	124.278	30.723	10.326	4.250	1.040	0.347	
1000	188.034	46.2	15.616	6.422	1.594	0.531	0.231
1200	263.34	64.911	21.876	9.009	2.218	0.739	0.300
1400	351.12	86.163	29.106	11.966	2.957	0.993	0.416
1600		110.418	37.191	15.338	3.788	1.271	0.531
1800		137.445	46.2	19.058	4.689	1.594	0.647
2000		166.782	56.364	23.1	5.706	1.917	0.785
2500			85.008	35.112	8.616	2.911	1.201
3000			119.196	48.972	12.081	4.066	1.686

NPSH - Carga de Succión Neta Positiva

¡IMPORTANTE!

La $NPSH_A$ debe exceder la $NPSH_R$ para un desempeño óptimo de la bomba y para evitar daños severos en la misma.

Ejemplo de NPSH - Altura de Succión

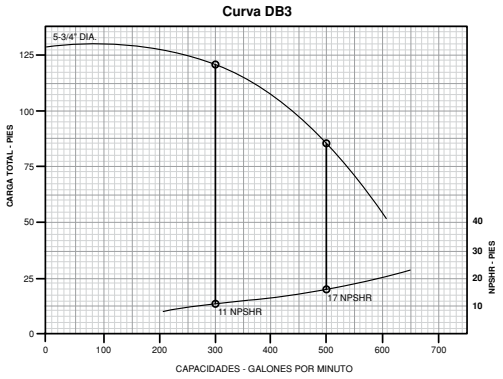
$NPSH_A = H_a - H_{vp} - H_f - H_s$

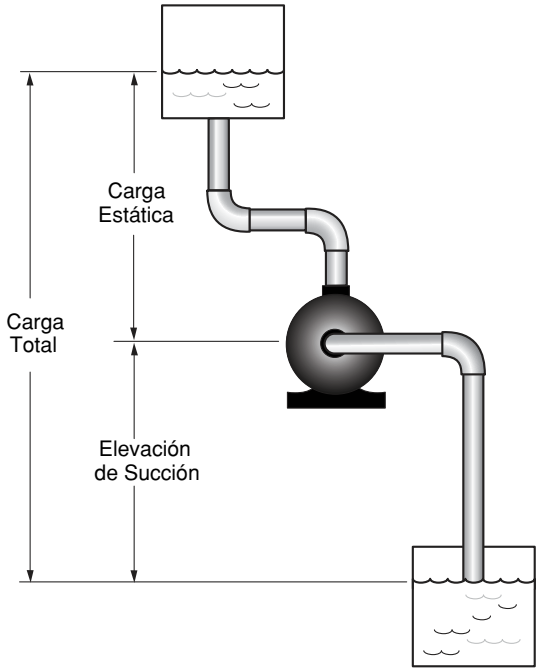
H_a = Presión Absoluta

H_{vp} = Presión de Vapor

H_f = Pérdidas por Fricción

H_s = Distancia del nivel del líquido arriba o abajo del ojo del impulsor (si el nivel está arriba del ojo, **H_s** es positiva. Si el nivel está abajo del ojo, **H_s** será negativa).





Ejemplo 1:

Elevación = 500 ft arriba del nivel del mar
Temperatura del Agua = 21° C
Carga de Succión (H_s) = 13 pies
Capacidad = 300 Galones por Minuto (GPM)
Longitud del Tubo de Succión (Acero) = 13 pies
Diámetro del Tubo = 4 pulgadas

H_a = 33.3 pies (De pg.12- Presión Atmosférica)
H_{vp} = .84 pies de carga (De pg.12- Prop. del Agua)
H_f = (9.19/100) * 13' + (9.19/100) * 12' = 1.19 (Pérdidas en Tubo) + 1.10 (Pérdidas en Conexiones) = 2.29 pies
H_s = 13 pies

$NPSH_A$ = 33.3' - .84' - 2.29 - 13' = **17.2 pies**
$NPSH_R$ para DB3 @ 300GPM = 11 pies
17.2 > 11 ➔ Aceptable

Ejemplo 2:

Elevación = 500 ft arriba del nivel del mar
Temperatura del Agua = 70° F
Carga de Succión (H_s) = 13 pies
Capacidad = 500 Galones por Minuto (GPM)
Longitud del Tubo de Succión (Acero) = 13 pies
Diámetro del Tubo = 4 pulgadas

H_a = 33.3 pies (De pg.12- Presión Atmosférica)
H_{vp} = .84 pies head (De pg.12- Prop. del Agua)
H_f = (23.668/100) * 13' + (23.668/100) * 12' = 3.08 (Pérdidas en Tubo) + 2.84 (Pérdidas en Conexiones) = 5.92 pies
H_s = 13 pies

$NPSH_A$ = 33.3' - .84' - 5.92 - 13' = **13.54 pies**
$NPSH_R$ para DB3 @ 300GPM = 17 pies
13.54 ≯ 17 ➔ $NPSH_R$ excede $NPSH_A$, occure Cavitación

Valores Equivalentes de Presión

Pulgadas de Mercurio	Pies de Agua	PSI
1	1.13	0.49
2	2.26	0.98
3	3.39	1.47
4	4.52	1.95
5	5.65	2.44
6	6.78	2.93
7	7.91	3.42
8	9.04	3.91
9	10.17	4.4
10	11.3	4.89
11	12.45	5.39
12	13.57	5.87
13	14.7	6.37
14	15.82	6.86
15	16.96	7.35
16	18.09	7.84
17	19.22	8.33
18	20.35	8.82
19	21.75	9.31
20	22.6	9.8
21	23.78	10.3
22	24.88	10.8
23	26	11.28
24	27.15	11.75
25	26.26	12.25
26	29.4	12.73
27	30.52	13.23
28	31.65	13.73
29	32.8	14.22
29.929	33.947	14.697

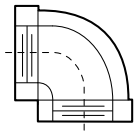
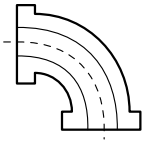
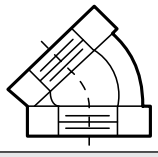
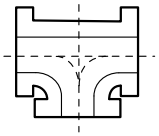
Propiedades del Agua

Temp. del Agua (ºF)	Presión (ft de Agua)
60	0.59
70	0.84
80	1.17
90	1.61
100	2.19
110	2.94
120	3.91
130	5.14
140	6.67
150	8.58
160	10.9
170	13.8
180	17.3
190	21.6
200	26.6
210	32.6
212	34

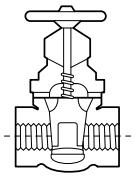
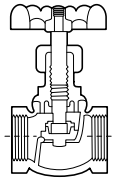
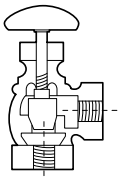
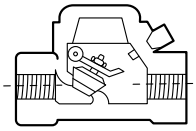
Presión Atmosférica a Diferentes Alturas

Altitud	Presión Atmosférica		
Pies Arriba del Nivel del Mar	Libras por Pulgada Cuadrada (PSI)	Pies de Agua	Pulgadas de Mercurio
Nivel del Mar	14.7	33.8	29.9
500	14.4	33.3	29.4
1000	14.2	32.6	28.8
2000	13.7	31.4	27.8
3000	13.2	30.3	26.8
4000	12.7	29.2	25.8
5000	12.2	28.2	24.9
6000	11.8	27.1	24
7000	11.3	26.1	23.1
8000	10.9	25.1	22.2
9000	10.5	24.2	21.4
10000	10.1	23.2	20.6

Accesorios de Tubería

Pérdidas por Fricción en longitudes equivalentes de tubo estándar					
Calibre Tubo	Codo Estándar de 90°	Codo de Radio Largo	Codo de 45°	T	Sifón
					
1/2”	1.5	1.1	0.77	3.4	3.8
3/4”	2.2	1.4	1	4.5	5
1”	2.7	1.7	1.3	5.8	6.1
1-1/4”	3.7	2.4	1.6	7.8	8.5
1-1/2”	4.3	2.8	2	9	10
2”	5.5	3.5	2.5	11	13
2-1/2”	6.5	4.2	3	14	15
3”	8.1	5.1	3.8	17	18
3-1/2”	9.5	6	4.4	19	21
4”	11	7	5	22	24
4-1/2”	12	7.9	5.6	24	27
5”	14	8.9	6.1	27	31
6”	16	11	7.7	33	37
8”	21	14	10	43	49
10”	26	17	13	56	61
12”	32	20	15	66	73
14”	36	23	17	76	85
16”	42	27	19	87	100
18”	46	30	21	100	110
20”	52	34	23	110	120
22”	58	37	25	130	140
24”	63	40	28	140	150
30”	79	50	35	165	190
36”	94	60	43	200	220
42”	120	72	50	240	260
48”	135	82	58	275	300

Accesorios de Tubería

Pérdidas por Fricción en longitudes equivalentes de tubo estándar				
Calibre Tubo	Válvula de Compuerta Abierta	Válvula de Globo Abierta	Válvula Angular Abierta	Válvula de Retención Giratoria
				
1/2”	0.35	16	8.4	4
3/4”	0.47	22	12	5
1”	0.6	27	15	7
1-1/4”	0.8	37	18	9
1-1/2”	0.95	44	22	11
2”	1.2	57	28	13
2-1/2”	1.4	66	33	16
3”	1.7	85	42	20
3-1/2”	2	99	50	
4”	2.3	110	58	26
4-1/2”	2.6	130	61	
5”	2.9	140	70	33
6”	3.5	160	83	39
8”	4.5	220	110	52
10”	5.7	290	140	65
12”	6.7	340	170	
14”	8	390	190	
16”	9	430	220	
18”	10.2	500	250	
20”	12	560	280	
22”	13	610	310	
24”	14	680	340	
30”	17	860	420	
36”	20	1000	500	
42”	23	1200	600	
48”	26	1400	680	

Válvulas de Retención Giratorias

Gasto GPM	Caída de Presión (PSI) Diámetro de Válvula						Gasto GPM	Caída de Presión (PSI) Diámetro de Válvula					
	1/2”	3/4”	1”	1-1/4”	1-1/2”	2”		1-1/4”	1-1/2”	2”	2-1/2”	3”	4”
2	0.2						46	2.1	1.1	0.4			
3	.05						48	2.2	1.2	0.5			
6	1.0	0.3					50	2.4	1.3	0.5			
8	1.7	0.5					55	2.9	1.5	0.6			
10	2.6	0.8	0.3				60	3.4	1.8	0.7			
12	3.6	1.1	0.5				65	3.9	2.0	0.8			
14	4.8	1.5	0.6				70	4.5	2.4	0.9	0.4		
16		2.0	0.9				75		2.7	1.0	0.5		
18		2.4	1.0				80		3.0	1.2	0.6		
20		3.0	1.2	0.4			90		3.7	1.5	0.7		
22		3.5	1.4	0.5			100		4.6	1.8	0.9	0.4	
24		4.1	1.7	0.6			120			2.5	1.2	0.5	
26		4.8	2.0	0.7	0.4		140			3.3	1.6	0.7	
28			2.2	0.8	0.5		160			4.3	2.1	0.9	0.3
30			2.5	0.9	0.5		180			5.3	2.6	1.1	0.4
32			2.9	1.1	0.6		200			6.5	3.1	1.4	0.5
34			3.2	1.2	0.6		250				4.7	2.1	0.7
36			3.6	1.3	0.7		300				6.6	2.9	1.0
38			3.9	1.5	0.8		350					3.8	1.3
40			4.3	1.6	0.8	0.3	400					4.9	1.7
42			4.7	1.7	0.9	0.3	450						2.1
44				1.9	1.0	0.4	500						2.6

Válvulas de Compuerta de Bronce

Gasto GPM	Caída de Presión (PSI) Diámetro de Válvula								
	1/2”	3/4”	1”	1-1/4”	1-1/2”	2”	2-1/2”	3”	4”
1									
2	.01								
5	.06	.02							
8	.16	.05	.02						
10	.24	.08	.03	.01					
15		.17	.06	.02	.01				
20		.31	.11	.03	.02				
30			.24	.07	.04	.01			
40			.43	.13	.07	.02	.01		
50			.67	.21	.11	.04	.02		
60				.30	.15	.05	.03	.01	
80				.54	.28	.10	.05	.02	
100					.43	.15	.07	.03	
120					.62	.22	.10	.04	.02
140					.85	.30	.14	.06	
160						.40	.18	.07	.03
180						.50	.23	.09	
200						.62	.29	.11	.04
220							.42	.14	.05
240								.17	.06
260								.19	.07
280								.23	.09
300								.26	.10
380									.14
400									.18
450									.23
500									.28
550									.34
600									.40

Medidores de Agua - Estándar AWWA

Gasto GPM	Caída de Presión						
	Diámetro Normal						
	5/8”	3/4”	1”	1-1/2”	2”	3”	4”
1	0.2	0.1					
2	0.3	0.2					
3	0.4	0.3					
4	0.6	0.5	0.1				
5	0.9	0.6	0.2				
6	1.3	0.7	0.3				
7	1.8	0.8	0.4				
8	2.3	1.0	0.5				
9	3.0	1.3	0.6				
10	3.7	1.6	0.7				
11	4.4	1.9	0.8				
12	5.1	2.2	0.9				
13	6.1	2.6	1.0				
14	7.2	3.1	1.1				
15	8.3	3.6	1.2				
16	9.4	4.1	1.4	0.4			
17	10.7	4.6	1.6	0.5			
18	12.0	5.2	1.8	0.6			
19	13.4	5.8	2.0	0.7			
20	15.0	6.5	2.2	0.8			
22		7.9	2.8	1.0			
24		9.5	3.4	1.2			
26		11.2	4.0	1.4			
28		13.0	4.6	1.6			
30		15.0	5.3	1.8	0.7		
32			6.0	2.1	0.8		
34			6.9	2.4	0.9		
36			7.8	2.7	1.0		
38			8.7	3.0	1.2		
40			9.6	3.3	1.3		
42			10.6	3.6	1.4		
44			11.7	3.9	1.5		
46			12.8	4.2	1.6		
48			13.9	4.5	1.7		
50			15.0	4.9	1.9		
52				5.3	2.1		
54				5.7	2.2		
56				6.2	2.3		
58				6.7	2.5		
60				7.2	2.7	1.0	
65				8.3	3.2	1.1	
70				9.8	3.7	1.3	
75				11.3	4.3	1.5	
80				12.8	4.9	1.6	0.7
90				16.1	6.2	2.0	0.8
100				20.0	7.8	2.5	0.9
110					9.5	2.9	1.0
120					11.3	3.4	1.2
130					13.0	3.9	1.4
140					15.1	4.5	1.6
150					17.3	5.1	1.8
160					20.0	5.8	2.1
170						6.5	2.4
180						7.2	2.7
190						8.0	3.0
200						9.0	3.2
220						11.0	3.9
240						13.0	4.7
260						15.0	5.5
280						17.3	6.3
300						20.0	7.2
350							10.0
400							13.0
450							16.2
500							20.0

Dimensiones de Bridas C.I. Estándar ANSI

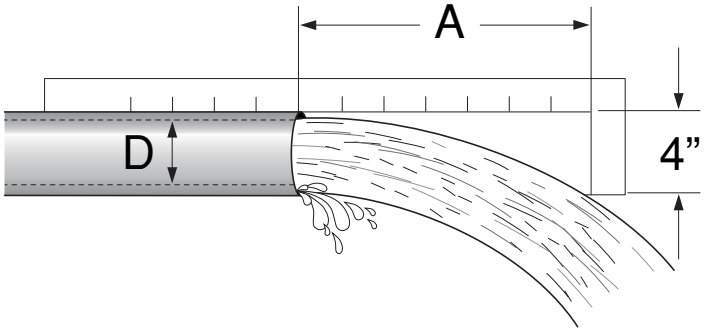
Calibre Nominal de Tubo	Diámetro de Brida (pulg)	Espesor de Brida (pulg)	Diámetro de Círculo de los Pernos (pulg)	Número de Pernos	Diámetro de Pernos (pulg)	Diámetro de Perforaciones para Pernos (pulg)	Dimensión de Arandela (pulg)
2”	6	5/8	4 3/4	4	5/8	3/4	2 x 4 1/8
2.5”	7	11/16	5 1/2	4	5/8	3/4	2 1/2 x 4 7/8
3”	7.5	3/4	6	4	5/8	3/4	3 x 5 3/8
3.5”	8.5	13/16	7	8	5/8	3/4	3 1/2 x 6 3/8
4”	9	15/16	7 1/2	8	5/8	3/4	4 x 6 7/8
5”	10	15/16	8 1/2	8	3/4	7/8	5 x 7 3/4
6”	11	1	9 1/2	8	3/4	7/8	6 x 8 3/4
8”	13.5	1 1/8	11 3/4	8	3/4	7/8	8 x 11
10”	16	1 3/16	14 1/4	12	7/8	1	10 x 13 3/8
12”	19	1 1/4	1 7	12	7/8	1	12 x 16 1/8
14” O.D	21	1 3/8	18 3/4	12	1	1 1/8	14 x 17 3/4
16” O.D.	23.5	1 7/16	21 3/4	16	1	1 1/8	16 x 20 1/4
18” O.D.	25	1 9/16	22 3/4	16	1 1/8	1 1/4	18 x 21 5/8
20” O.D.	27.5	1 11/16	2 5	20	1 1/8	1 1/4	20 x 23 7/8
24” O.D.	32	1 7/8	29 1/2	20	1 1/4	1 3/8	24 x 28 1/4
30” O.D.	38.75	2 1/8	3 6	28	1 1/4	1 3/8	30 x 34 5/8
36” O.D.	46	2 3/8	42 3/4	32	1 1/2	1 5/8	36 x 41 1/4

Salida Estimada de Tubo - Método Horizontal de Descarga Abierta

Para Tubos con Flujo Completo - La salida en GPM se puede calcular aproximadamente con una regla en forma de "L" como la que se muestra, con la parte corta de 4 pulgadas de largo. Coloque la parte larga para que ajuste los calibres y las capacidades del tubo en los que se usará la regla (consulte la tabla) y marque en pulgadas.

Coloque la regla arriba del tubo a lo largo con la parte corta apenas tocando el flujo de agua y anote la distancia A. Lea la velocidad de descarga de la tabla. La tabla está basada en la fórmula **$Q = 1.28 \times A \times D^2$.**

Ejemplo: D = 3"; A = 15" : Q = 183 GPM



A (pulg)	Diámetro Nominal del Tubo (D)												Velocidad Promedio (ft/seg)
	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"	5"	6"	8"	10"	12"	
	Velocidad de Descarga o Gasto (Q) - Galones por Minuto												
4	537	9.8	13.3	22	31.3	48.5	83.5						2.1
5	7.1	12.2	16.3	27.5	39	61	104	163					2.6
6	8.5	14.7	20	33	47	73	125	195	285				3.1
7	10	17.1	23.2	38.5	55	85	146	228	334	580			3.7
8	11.3	19.6	26.5	44	62.5	97.5	166	260	380	665	1060		4.2
9	12.8	22	29.8	49.5	70	110	187	293	430	750	1190	1660	4.7
10	14.2	24.5	33.2	55.5	78.2	122	208	326	476	830	1330	1850	5.3
11	15.6	27	36.5	60.5	86	134	229	360	525	915	1460	2020	5..8
12	17	29	40	66	94	146	250	390	570	1000	1600	2220	6.2
13	18.5	31.5	43	71.5	102	158	270	425	620	1080	1730	2400	3.9
14	20	34	46.5	77	109	170	292	456	670	1160	1860	2590	7.4
15	21.3	36.3	50	82.5	117	**183**	312	490	710	1250	2000	2780	7.9
16	22.7	39	53	88	125	196	334	520	760	1330	2120	2960	8.4
17		41.5	56.5	93	133	207	355	550	810	1410	2260	3140	9.1
18			60	99	144	220	375	590	860	1500	2390	3330	9.7
19				110	148	232	395	620	910	1580	2520	3500	10.4
20					156	244	415	650	950	1660	2660	3700	10.6
21						256	435	685	1000	1750	2800	3890	11.4
22							460	720	1050	1830	2920	4060	11.8
23								750	1100	1910	3060	4250	12.4
24									1140	2000	3200	4440	13

Tubos Parcialmente Llenos - Método de Factor de Area

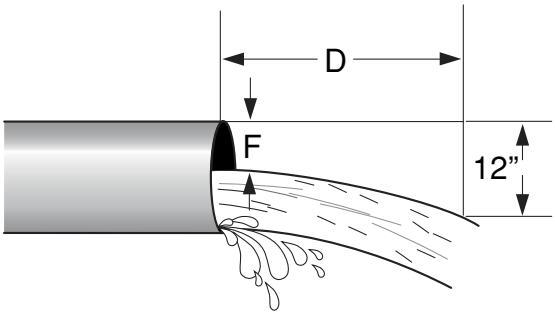
Gasto (Q) = A x H x F x 1.039

A = Area del tubo en pulgadas cuadradas

D = Distancia horizontal en pulgadas

F = Factor de área efectiva de gráfico

Area del Tubo = Diámetro interior^2 x 0.7854



Ejemplo: Diámetro Interior = 3.8"; H = 15"; F = .75"

A = 3.8 x 3.8 x 0.7854 = 11.34 pulgadas cuadradas

Relación F/D = .75/3.8 = 20%

F = 0.858

Q (GPM) = 11.34 x 15 x 1.039 = **177 GPM**

Descarga de Tobera en galones por minuto con 100% de eficiencia

PSI	Pies de carga	Vel. de Descarga (ft/seg)	Diámetro de Tobera en Pulgadas										
			5/32”	11/64”	3/16”	13/64”	7/32”	15/64”	1/4”	17/64”	9/32”	19/64”	5/16”
10	23.1	38.6	2.31	2.80	3.34	3.90	4.53	5.21	5.91	6.68	7.50	8.35	9.23
15	34.6	47.2	2.83	3.43	4.08	4.77	5.54	6.36	7.24	8.17	9.17	10.4	11.3
20	46.2	54.5	3.26	3.92	4.69	5.51	6.37	7.35	8.35	9.45	10.5	11.8	13.1
25	57.7	60.9	3.64	4.38	5.25	6.16	7.13	8.21	9.34	10.5	11.8	13.2	14.6
30	36.9	66.8	4.01	4.83	5.75	6.80	7.85	9.00	10.2	11.6	13.0	14.4	16.0
35	80.8	72.2	4.31	5.18	6.21	7.30	8.43	9.73	11.1	12.5	13.9	15.6	17.2
40	92.4	77	4.61	5.54	6.64	7.80	9.02	10.4	11.8	13.3	14.9	16.6	18.4
45	103.9	81.6	4.91	5.91	7.03	8.30	9.60	11.0	12.5	14.1	15.9	17.6	19.5
50	115.5	86.2	5.15	6.19	7.41	8.71	10.1	11.6	13.2	14.9	16.6	18.6	20.6
60	138.6	94.4	5.65	6.80	8.12	9.56	11.1	12.7	14.5	16.4	18.3	20.4	22.6
70	161.6	102	6.10	7.34	8.78	10.3	12.0	13.8	15.7	17.7	19.8	22.0	24.4
80	184.7	109	6.52	7.84	9.39	11.0	12.7	14.7	16.7	18.9	21.1	23.6	26.1
90	207.8	116	6.91	8.31	9.95	11.7	13.5	15.6	17.7	220.1	22.3	25.1	27.8
100	231	122	7.29	8.76	10.5	12.3	14.2	16.4	18.7	21.2	23.5	26.4	29.2
120	277.2	133	7.96	9.66	11.5	13.4	15.6	17.9	20.4	23.0	25.8	28.8	31.8
140	323.4	144	8.62	10.5	12.4	14.5	16.9	19.4	22.1	24.9	28.0	31.1	34.5
160	369.6	154	9.22	11.2	13.3	15.6	18.1	20.8	23.6	26.7	29.9	33.3	36.9
180	415.7	163	9.76	11.8	14.1	16.5	19.1	22.0	25.0	28.2	31.6	35.2	39.0
200	462	172	10.3	12.5	14.9	17.4	20.2	23.2	26.4	29.8	33.4	37.2	41.2

PSI	Pies de carga	Vel. de Descarga (ft/seg)	Diámetro de Tobera en Pulgadas										
			11/32”	3/8”	7/16”	1/2”	9/16”	5/8”	3/4”	7/8”	1”	1-1/8”	1-1/4”
10	23.1	38.6	11.2	13.3	18.1	23.6	30.1	36.9	53.3	72.5	94.8	120	148
15	34.6	47.2	13.7	16.3	22.4	28.9	36.7	45.2	65.1	88.7	116	147	181
20	46.2	54.5	15.8	18.8	25.6	33.4	42.4	52.2	75.3	102	136	169	209
25	57.7	60.9	17.7	21.0	28.6	37.3	47.3	58.4	84.0	115	149	189	234
30	36.9	66.8	19.4	23.1	31.4	40.9	51.9	63.9	92.2	126	164	208	256
35	80.8	72.2	21.0	25.0	33.9	44.2	56.1	69.0	99.8	136	177	224	276
40	92.4	77	22.4	26.6	36.2	47.3	59.9	73.8	106	145	189	239	295
45	103.9	81.6	23.7	28.2	38.3	50.1	63.4	78.2	113	153	200	254	313
50	115.5	86.2	25.0	29.8	40.5	52.8	67.0	82.5	119	162	211	268	330
60	138.6	94.4	27.4	32.6	44.3	57.8	73.3	90.4	130	177	232	293	362
70	161.6	102	29.6	35.3	47.9	62.6	79.3	97.8	141	192	251	317	391
80	184.7	109	31.7	37.7	51.2	66.8	84.8	105	151	205	268	339	418
90	207.8	116	33.7	40.1	54.5	70.8	90.3	111	160	218	285	360	445
100	231	122	35.4	32.2	57.3	74.9	95.0	117	169	229	300	379	468
120	277.2	133	38.6	46.0	62.5	81.8	103	128	184	250	327	413	510
140	323.4	144	41.8	49.8	67.6	88.4	112	138	199	271	354	447	554
160	369.6	154	44.7	53.3	72.3	94.6	120	148	213	289	378	478	591
180	415.7	163	47.4	56.4	76.5	100	127	156	225	306	400	506	625
200	462	172	50.0	59.5	81.7	106	134	165	238	323	423	535	660

Información Eléctrica

Eficiencias, Tamaños de Fusible y Calibres de Cable para Motores Monofásicos							
Potencia del Motor HP	% Típico de Ef. a Plena Carga	115 Volts			230 Volts		
		Amps. a Plena Carga	Tam. Máx. de Fusible	Calibre Mín. de Cable	Amps. a Plena Carga	Tam. Máx. de Fusible	Calibre Mín. de Cable
1/4	63	5.8	20	14	2.9	15	14
1/3	66	7.2	25	14	3.6	15	14
1/2	69	9.8	30	14	4.9	15	14
3/4	71	13.8	45	12	6.9	25	14
1	71	16	50	12	8	25	14
1-1/2	71	20	60	10	10	30	14
2	73	24	80	10	12	40	14
3	75	34	110	6	17	60	10
5	76	-	-	-	28	90	8
7-1/2	77	-	-	-	40	125	6

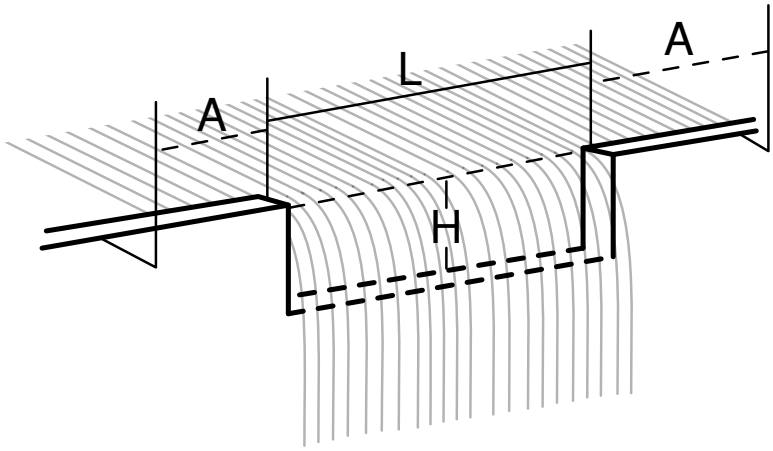
Eficiencias, Tamaño de Fusible y Calibres de Cable para Motores Trifásicos										
Potencia del Motor HP	% Típico de Ef. a Plena Carga	230 Volts			460 Volts			575 Volts		
		Amps. a Plena Carga	Tam. Máx. de Fusible	Calibre Mín. de Cable	Amps. a Plena Carga	Tam. Máx. de Fusible	Calibre Mín. de Cable	Amps. a Plena Carga	Tam. Máx. de Fusible	Calibre Mín. de Cable
1/4	66	-	15	14	-	15	14	-	15	14
1/3	69	-	15	14	-	15	14	-	15	14
1/2	72	2	15	14	1	15	14	0.8	15	14
3/4	74	2.8	15	14	1.4	15	14	1.1	15	14
1	76	3.6	15	14	1.8	15	14	1.4	15	14
1-1/2	77	5.2	15	14	2.6	15	14	2.1	15	14
2	79	6.8	25	14	3.4	15	14	2.7	15	14
3	80	9.6	30	12	4.8	15	14	3.9	15	14
5	82	15.2	45	10	7.6	25	14	6.1	20	14
7-1/2	83	22	70	8	11	35	14	9	30	14
10	84	28	90	6	14	45	12	11	35	14
15	85	42	125	4	21	60	10	17	50	12
20	86	54	175	3	27	80	8	22	70	10
25	86	68	200	2	34	100	8	27	80	8
30	87	80	250	1	40	125	6	32	100	8
40	88	104	350	1	52	175	4	41	125	6
50	89	130	400	00	65	200	3	52	150	4
60	90	154	450	000	77	250	2	62	200	3
75	91	198	600	250	96	300	1	77	225	2
100	92	248	800	400	124	400	00	99	300	1

Tabla de Selección de Tanque de Presión - Volúmenes mínimos de tanque para una vida adecuada del sistema

Capacidad de la Bomba		Descenso de Nivel Mínimo	Volumen Total del Tanque (Galones)								
			Configuración del Interruptor (PSI)								
			20-40			30-50			40-60		
GPH	GPM	Galones	A	B	C	A	B	C	A	B	C
240	4	4	10	15	25	15	15	40	15	15	55
300	5	5	15	15	30	15	20	50	20	20	70
360	6	6	15	20	40	20	20	60	20	25	85
420	7	7	20	20	45	35	25	70	25	30	100
480	8	8	20	25	50	35	25	80	30	30	110
540	9	9	25	25	60	30	30	90	35	35	125
600	10	10	30	30	65	30	35	100	40	40	140
660	11	12	35	35	80	40	40	120	45	45	165
720	12	13	35	40	85	40	45	130	50	50	180
780	13	15	40	45	100	50	50	150	55	60	210
840	14	17	45	50	110	55	55	170	65	65	235
900	15	19	50	55	125	60	65	190	70	75	265
960	16	20	55	55	160	65	65	200	75	75	280
1020	17	23	6	65	150	75	75	230	85	90	320
1080	18	25	70	70	160	80	85	250	95	95	350
1140	19	27	75	75	175	85	90	270	100	105	375
1200	20	30	80	85	195	95	100	300	110	115	415
1260	21	33	90	90	215	105	110	330	125	125	460
1320	22	36	100	100	235	115	120	360	135	135	500
1380	23	38	105	105	345	125	125	380	140	145	530
1440	24	41	110	115	365	135	135	410	155	155	570
1500	25	44	120	120	385	140	145	440	165	165	610
1560	26	47	130	130	305	150	155	470	175	180	655
1620	27	50	135	140	325	160	165	500	185	190	700
1680	28	53	145	145	345	170	175	530	200	200	735
1740	29	57	155	160	370	185	185	570	215	215	790
1800	30	60	165	165	390	195	195	600	225	225	835

Nota: A - Tanque con Diafragma
B - Tanque de Agua Flotante
C - Tanque de Acero

Descarga de Presas Rectangulares con Extremos Reducidos



Carga (H) pulgadas	Longitud (L) de la Presa (ft)			
	1	3	5	GPM Adicionales por cada pie en más de 5 ft
1	35.4	107.5	179.8	36.05
1 1/4	49.5	150.4	250.4	50.4
1 1/2	64.9	197	329.5	66.2
1 3/4	81	248	415	83.5
2	98.5	302	506	102
2 1/4	117	361	605	122
2 1/2	136.2	422	706	143
2 3/4	157	485	815	165
3	177.8	552	926	187
3 1/4	199.8	624	1047	211
3 1/2	222	695	1167	236
3 3/4	245	769	1292	261
4	269	846	1424	288
4 1/4	293.6	925	1559	316
4 1/2	318	1006	1696	345
4 3/4	344	1091	1835	374
5	370	1175	1985	405
5 1/4	395.5	1262	2130	434
5 1/2	421.6	1352	2282	465
5 3/4	449	1442	2440	495
6	476.5	1535	2600	528
6 1/4		1632	2760	560
6 1/2		1742	2920	596
6 3/4		1826	3094	630
7		1928	3260	668
7 1/4		2029	3436	701.5
7 1/2		2130	3609	736
7 3/4		2238	3785	774

Carga (H) pulgadas	Longitud (L) de la Presa (ft)		
	3	5	GPM Adicionales por cada pie en más de 5 ft
8	2328	3956	814
8 1/4	2442	4140	850
8 1/2	2540	4312	890
8 3/4	2656	4511	929
9	2765	4699	970
9 1/4	2876	4899	1011
9 1/2	2985	5098	1051
9 3/4	3103	5288	1091
1 0	3216	5490	1136
10 1/2	3480	5940	1230
1 1	3716	6355	1320
11 1/2	3960	6780	1410
1 2	4185	7165	1495
12 1/2	4430	7595	1575
1 3	4660	8010	1660
13 1/2	4950	8510	1780
1 4	5215	8980	1885
14 1/2	5475	9440	1985
1 5	5740	9920	2090
15 1/2	6015	10400	2165
1 6	6290	10900	2300
16 1/2	6565	11380	2410
1 7	6925	11970	2520
17 1/2	7140	12410	2640
1 8	7410	12900	2745
18 1/2	7695	13410	2855
1 9	7980	13940	2970
19 1/2	8280	14460	3090

Nota: L - Longitud de abertura de la presa en pies (debe ser 4 a 8 veces H)
H - Carga en la presa en pies (medirse por lo menos 6 pies atrás de la abertura de la presa)
A - Debe ser por lo menos 3 H

Velocidad de la Bomba / Variación del Diámetro del Impulsor

Use las siguientes leyes de afinidad para determinar los efectos de las variaciones de velocidad o en el diámetro del impulsor cuando no se muestra la velocidad deseada en la curva de la bomba:

Variables				
H_1	G_1	R_1	d_1	P_1
Carga actual en pies	Galones por minuto actuales (GPM)	Revoluciones por minuto actuales (RPM)	Diámetro actual del impulsor en pulgadas	Potencia al Freno actual (BHP)
H_2	G_2	R_2	d_2	P_2
Carga deseada en pies	Galones por minuto desea-dos (GPM)	Revoluciones por minuto deseados (RPM)	Diámetro deseado del impulsor en pulgadas	Potencia al Freno deseada (BHP)

La capacidad varía directamente con la velocidad o el diámetro:

$G_2 = G_1 (R_2/R_1)$ ó $G_2 = G_1 (d_2/d_1)$

Ejemplo de Variación de Velocidad: 100 GPM x (3500 RPM / 1750 RPM) = 200 GPM
Ejemplo de Variación del Diámetro: 100 GPM x (6 in / 5 in) = 120 GPM

La carga varía con el cuadrado de la velocidad o del diámetro:

$H_2 = H_1 (R_2/R_1)^2$ ó $H_2 = H_1 (d_2/d_1)^2$

Ejemplo de Variación de Velocidad: 50 ft. de carga x $(3500 \text{ RPM} / 1750 \text{ RPM})^2$ = 200 ft de carga
Ejemplo de Variación del Diámetro: 50 ft. de carga x $(6 \text{ in} / 5 \text{ in})^2$ = 72 ft de carga

La potencia varía con el cubo de la velocidad o del diámetro:

$P_2 = P_1 (R_2/R_1)^3$ ó $P_2 = P_1 (d_2/d_1)^3$

Ejemplo de Variación de Velocidad: 9 HP x $(3500 \text{ RPM} / 1750 \text{ RPM})^3$ = 72 HP
Ejemplo de Variación del Diámetro: 9 HP x $(6 \text{ in} / 5 \text{ in})^3$ = 15.6 HP

Efecto de la Gravedad Específica

La gravedad específica afecta la presión de salida de las bombas. Entre más pesado sea el líquido, se necesitará más fuerza para bombear con el mismo rendimiento. La potencia al freno varía directamente con la gravedad específica. Si el líquido tiene gravedad específica distinta del agua (1.0), mutiplique la potencia al freno para el agua por la gravedad específica del líquido que se va a manejar.

Materiales Para Bombear Diferentes Líquidos

Líquido	Condición	Símb. Quím.	Gr. Esp.	Visc.	Material Recomendado	Cód. de Mat. del Sello Mec.
Aceite de Canola			.92		Todo de Bronce, Monel	BFICI
Aceite de Linaza			.94	143@100° F.	Todo de Hierro, Monel	BFICI
Aceite de Gobernadora			1.04-1.10		Todo de Hierro	
Aceite de Vitriolo	(Ver Ac. Sulfúrico)					
Aceite Lubricate Ligero o Pesado					Acc. Estándar	BFICI
Aceite Mineral					Acc. Estándar	
Aceite Purificador					Todo de Hierro	
Aceite, Trementina			.87	33@68° F.	Todo de Hierro	BFICI
Aceite Vegetal					Todo de Hierro	
Acido Acético	Conc.	CH_3COOH	1.055	32@68° F.	Plomo, Alum., Bronce, Monel, Ac. Inox. Ni. Cr.	XFICI
Acido Acético	Dil.				Plomo, Monel, Ac. Inox. Ni. Cr.	
Acido, Agua Mineral					Bronce al Alto Plomo, Cr. Ni., Ac. Inox.	XFICI
Acido Arsénico		AS_2O_3			Todo de Hierro, Ac. Inox. Ni. Cr.	
Acido Bórico					Alum., Bronce, Monel, Ac. Inox., Ni. Cr.	
Acido Carbólico (Fenol)	Conc.	C_5H_3OH	1.071	56@68° F.	Todo de Hierro	BFICI
Acido Carbónico		$CO_2 + H_2O$			Todo de Bronce	BFICI
Acido Cianhídrico		HCN	.70		Todo de Hierro	BFICI
Acido Ciánico		CNOH			Todo de Hierro	
Acido Cítrico		$C_5H_3O_7 + H_2O$	1.54		Acc. Básicos, Ac. Inox., Ni. Cr.	BFICI
Acido Clorhídrico	Com.	HCl	1.16 (20 Be)	31.5 (EST.)	Esmalte, Hierro al Alto Silicio, Hastelloy	
Acido Fosfórico	Crudo 50%	H_3PO_4	1.36-1.4		Ac. Inox. Ni. Cr.	
Acido Fluorosilícico		H_2SiF_2			Alum. Bronce, Monel	
Acido, Frutas					Monel, Ac. Inox. Ni. Cr.	BFICI
Acido Graso					Bronce Aluminio, Monel	XFICI
Acido Muriático					Ver Acido Clorhídrico	
Acido Nítrico	Conc.	HNO_3	1.41	31.5@68° F.	Plomo, Cr. Ni., Acero Inox.	
Acido Nítrico	Dil.				Todo de Hierro, Cr. Ni., Acero Inox.	
Acido Oxálico	Hasta 50%	$CO_2CHO_3H_12H_2O$			Hierro al Alto Sil., Ac. Inox. Ni. Cr.	
Acido Pícrico					Hierro al Alto Sil., Ac. Inox. Ni. Cr.	
Acido Pirogálico					Ac. Inox. Ni. Cr.	
Acido Piroligneo		$H_2C_2H_3O_2$	1.018-1.03		Todo de Bronce, Ac. Inox. Ni. Cr.	QFICI
Acido Sulfúrico	Conc.	H_3SO_4	1.835	66@68° F.	Todo de Hierro, Hierro al Alto Silicio	
Acido Sulfúrico	Caliente 60º Be				Hierro al Alto Silicio	
Acido Sulfúrico	Dil.		1.07		Bronce Silicio, Bronce Alum., Plomo, Monel	
Acido Sulfúrico	Vaporizado	$H_2SO_4+SO_3$			Acc. Básicos, Acero	
Acido Sulfuroso	Conc.	H_2SO_3			Esmalte, Plomo, Bronce Alumino	XFICI (Carp 20)
Acido Tánico		$C_{14}H_{10}O_8$			Todo de Bronce, Monel, Cr. Ni., Stainless St.	BFICI
Agua Clorada					Hierro al Alto Silicio, No. Met., Hastelloy C.	
Agua de Cal (Agua Dura)		$Ca(OH)_2$			Todo de Hierro	XFICI
Agua Destilada			1.00	31.5@60° F.	Acc. de Bronce	XFICI
Agua Dulce			1.00		Acc. de Bronce	BFICI
Agua para Difusión					Acc. Básicos	
Agua para Trastos					Acc. Básicos	
Agua Potable					Acc. de Bronce	
Aguas Residuales					Acc. de Bronce	BFICI
Agua Salada y de Mar	(Ver Salmueras)					QFICI
Alcalino, Líquido	Conc. y Dil.				Esmalte, Todo de Hierro	
Alcohol (Grano)		C_3H_6OH	.7939	33@68° F.	Todo de Bronce	BFICI
Alcohol (Madera)		CH_2OH	.7965	31@68° F.	Todo de Bronce	BFICI
Algodón Pólvora, Salmuera (Nitrocelulosa)					Todo de Bronce	
Almidón		$C_2H_{10}O_3$			Acc. de Bronce	
Alquitrán de Hulla, Aceite					Todo de Hierro	
Aluminio, Sulfato	H_2O y Acido	$N_3(SO_4)_8$			Acc. Básicos, Hierro al Alto Silicio	
Amoníaco		NH_3	.623@32° F.	29.5@32° F.	Todo de Hierro	BFICI
Amonio, Bicarbonato	Sol. Ac.	NH_4HCO_3			Todo de Hierro	BFICI
Amonio, Cloruro	Sol. Ac.	NH_4Cl			Todo de Hierro, Aleac. de Ac. Inox., Cr. Ni.	
Amonio, Nitrato	Sol. Ac.	NH_4NO_8			Todo de Hierro, Aleac. de Ac. Inox., Cr. Ni.	QFICI
Amonio, Sulfato	Sol. Ac.	$(NH_4)_2\ SO_4$			Todo de Hierro, Aleac. de Ac. Inox., Cr. Ni.	XFICI
Anilina, Agua					Todo de Hierro	XFICI
Asfalto	Caliente		.98-1.4		Todo de Hierro	
Azúcar	40% Sol.			43@68° F.	Todo de Bronce	
Azufre	En Agua				Todo de Hierro, Todo de Bronce	QFICI
Azufre, Cloruoro	Frío	S_2Cl_2			Todo de Hierro, Plomo	
Azufre, Dióxido		SO_2			Todo de Bronce	
Bario, Cloruro		$BaCl_2$			Todo de Hierro, Aleac. de Ac. Inox., Cr. Ni.	XFICI
Bario, Nitrato		$Ba(NO_2)_3$			Todo de Hierro, Aleac. de Ac. Inox., Cr. Ni.	BFICI
Barniz					Todo de Bronce, Monel	
Benceno (Prod. de Alquitrán de Hulla)		C_6H_6	.88	31@68° F.	Todo de Hierro	XFICI
Benceno (Prod. de Dist. de Petróleo)			.64-.66		Acc. de Bronce	XFICI
Betabel, Jugo (Diluido)					Todo de Bronce, Aleac. de Ac. Inox., Cr. Ni.	BFICI
Bitterwasser (Bebida Amarga, Cerveza)					Todo de Bronce	
Blanqueadores					Acc. de Bronce	
Bomba Rectificadora (Destilería)					Todo de Bronce	
Brea, Alquitrán					Todo de Hierro	QFICI
Brea, Alquitrán y Amoníaco	Sol. Ac.				Todo de Hierro	QFICI
Cachaza (Aguardiente, Espuma)					Acc. de Bronce	
Cadmio, Electrolito					Hierro al Alto Silicio, No-Metállco	
Cal (Calcio), Sulfato		$CaSO_4$			Todo de Bronce	
Calcio, Bisulfito		$Ca(HSO_3)_2$	1.04		Aleac. de Ac. Inox. Ni. Cr.	

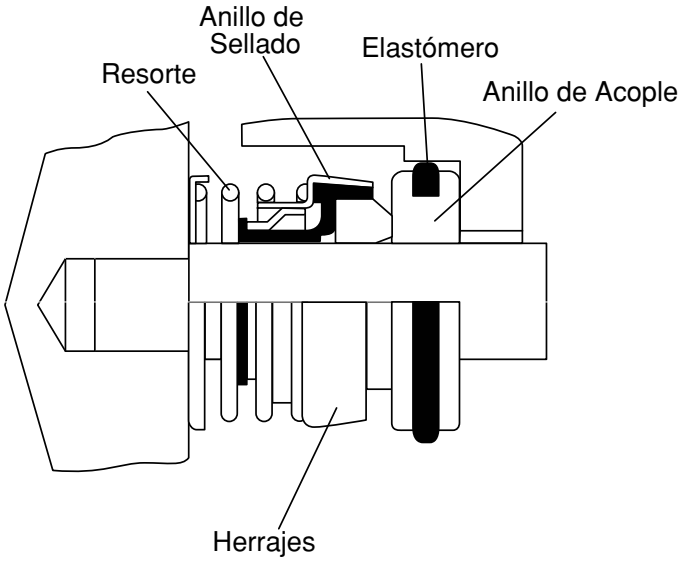
Materiales Para Bombear Diferentes Líquidos

Líquido	Condición	Símb. Quím.	Gr. Esp.	Visc.	Material Recomendado	Cód. de Mat. del Sello Mec.
Calcio, Clorato	Sol. Ac.	$Ca(ClO_3)_32H_2O$			Aleac. de Ac. Inox. Ni. Cr.	
Calcio, Cloruro (Salmuera)	Puro	$CaCl_2$	Hasta 1.3	32-42@60° F.	Todo de Hierro	BFICI
Calcio Magnesio, Cloruro					Todo de Bronce	
Calcio y Sodio, Cloruro (Salmuera)					Todo de Bronce	BFICI
Calcio, Hipoclorito		$Ca(OCl)_2$			Esmalte, Todo de Hierro, Hierro al Alto Sil.	QFICI
Caña, Jugo (Aguamiel)					Acc. de Bronce	
Carbono, Bisulfuro		CS_2			Todo de Hierro	BFICI
Carbono, Tetracloruro		CCl_4	1.58	31@77° F.	Acc. Básicos, Todo de Hierro	XFICI
Celulosa					Hierro al Alto Silicio, Acc. de Básicos	
Cerveza			1.01	32@68° F.	Todo de Bronce, Aleac. de Ac. Inox., Cr. Ni.	BFICI
Cerveza Derramada					Acc. de Bronce	
Cianógeno		CN			Todo de Hierro	
Cianógeno Cáustico		CNOH			Todo de Hierro	
Cianógeno, Limo					Todo de Hierro	
Cianuro		NaCN			Todo de Hierro	
Cloro (Gas Seco)		Cl			Aleación de Mn y Cu. N.	
Clorobenceno		$C_8H_3C_1$	1.1		Acc. Std.	XFICI
Cloroformo		$CHCl_3$	1.5		Plomo, Aleación de Ac. Inox. Ni. Cr.	XFICI
Cobre, Acetato	Sol. Ac.	$Cu(C_2H_3O_2)_2+H_2O$			Aleación de Ac. Inox. Ni. Cr.	
Cobre, Cloruro	Sol. Ac.	$CuCl_2$			Hierro al Alto Silicio, Hastelloy C	
Cobre, Nitrato		$Cu(NO_3)_2$			Aleación de Ac. Inox. Ni. Cr.	
Cobre, Sulfato (Vitriolo Azul)	Sol. Ac.	$CuSO_4$			Plomo, Hierro al Alto Silicio, Ac. Inox. Ni. Cr.	
Copperas (Vitriolo Verde)		$FeSO_4$			Todo de Hierro, Plomo, Hierro al Alto Silicio	
Cresol, Meta		$CH_3C_6H_4OH$	1.04		Todo de Hierro	
Cromo, Alum (Alumbre)					Hierro al Alto Silicio	
Curtido, Líquido	Veg.				Todo de Bronce	XFICI
Destilería, Mosto					Todo de Bronce	
Difenil	En Alcohol	$C_4H_5C_4H_5$			Todo de Hierro	QFICI
Estánico, Cloruro	Sol. Ac.	$SnCl_6$			Hierro al Alto Silicio, No Metálico	
Estanoso, Cloruro	Sol. Ac.	$SnCl_3$			Hierro al Alto Silicio, No Metálico	
Estaño, TetraCloruro		(Ver Estánico, Cloruro)				
Estroncio, Nitrato	Sol. Ac.	$Sr(NO_3)_2$			Todo de Hierro	BFICI
Estroncio Cáustico, Oxido		$Sr(OH)_2$			Todo de Bronce	
Etilo, Acetato		$CH_3COOC_2H_3$	.90		Todo de Hierro, Ac. Inox. Ni. Cr.	
Etileno, Cloruro	Frío	$C_2H_4(Cl)_2$	1.28		Plomo, Hierro al Alto Silicio	XFICI
Férrico, Cloruro	Sol Ac.	$FeCl_3$			Hierro al Alto Silicio, Hastelloy C. No Met.	
Férrico, Cloruro	Caliente	$FeCl_3$			Hierro al Alto Silicio, Hastelloy C. No Met.	
Ferroso, Cloruro	Ac. Fría	$FeCl_3$			Todo de Hierro (Oxida a Cond. Férricas Acidas)	
Ferroso, Sulfato (Ver Copperas)						
Furaldehído/aldehído orgánico líq.		C_4H_3OCHO	1.16		Todo de Hierro, Ac. Inox. Ni. Cr.	QFICI
Gasolina		C_8H_{14}	.66-.75	30@68° F.	Acc. de Bronce	BFICI
Gobernadora			.93		Todo de Hierro	
Gobernadora, Aceite					Todo de Hierro	
Grasa de Cerdo	Caliente				Todo de Hierro	BFICI
Glicerina		$C_3H_3(OH)_3$	1.262	2950@68° F.	Todo de Bronce	BFICI
Heptano		C_7H_{18}	.69		Acc. de Bronce	BFICI
Hidrógeno, Peróxido (Agua Oxig.)	Com.	H_2O_2			Todo de Hierro, Ac. Inox. Ni. Cr.	
Hidrógeno, Sulfuro		H_2S			Acc. Básicos	
Hidrógeno, Sulfuro	En Agua	H_2S			Resist. al Ni, Ac. Inox. Ni. Cr.	
Jabonosa, Solución	Ligera				Todo de Hierro	XFICI
Jarabe					Todo de Bronce	
Jugos de Fruta					Monel, Hierro al Alto Silicio, Acero Cr. Ni.	BFICI
Jugo de Uva					Todo de Bronce	
Leche			1.028-1.035	32@68° F.	Estañado en Bronce, Todo de Bronce	
Lejía, Cáustica					Todo de Hierro	QFICI
Lejía, Salada					Acc. de Bronce o todo de bronce	
Lejía, Solución con arena					Todo de Hierro	
Levadura					Todo de Bronce o Acc. de Bronce	
Lúpulo					Acc. de Bronce	
Madera, Pulpa					Acc. de Bronce	
Madera, Vinagre		(Ver Acido Piroligneo)				
Magnesio, Cloruro	Sol. Ac.	$MgCl_2$			Plomo Duro, Hierro al Alto Silicio	BFICI
Magnesio, Oxicloruoro					Plomo	
Magnesio Cáustico, Cloruro	Caliente	MgClOH			Plomo Duro	
Magnesio, Sulfato Acido	Cone.	MgClOH			Todo de Bronce	
Magnesio, Sulfato Acido	Dil.				Todo de Hierro	
Magnesio, Sulfato (Sal Epsom)	Sol. Ac.	$MgSO_6$			Todo de Hierro	
Magma (Residuo Espeso)					Todo de Bronce, Ac. Inox. Ni. Cr.	
Malta					Todo de Bronce	
Malta, Cerveza					Todo de Bronce, Aleac. de Ac. Inox., Cr. Ni.	BFICI
Manganeso Cáustico		$Mn(OH)_2$			Todo de Hierro	
Masa o Mezcla					Acc. de Bronce o todo de bronce	
Masa Salada	Sol. Ac.				Todo de Hierro, Todo de Bronce	
Melaza					Acc. de Bronce	
Mercurio, Bicloruro	Dil.	$HgCl_3$			Todo de Hierro, Ac. Inox., Cr. Ni.	
Mercurio, Cloruro	Muy Dil.	$HgCl_2$			Hierro al Alto Silicio	
Mercurio, Cloruro	Com. Cone.	$HgCl_2$			Hierro al Alto Silicio, Hastelloy C., Esmalte	
Mercurio, Sulfato	En H_2SO_4	$HgSO_4$			Hierro al Alto Silicio, Esmalte	
Mercuroso, Sulfato	En H_2SO_4	$H_{22}(SO_4)_3$			Hierro al Alto Silicio, Esmalte	

Materiales Para Bombear Diferentes Líquidos

Líquido	Condición	Símb. Quím.	Gr. Esp.	Visc.	Material Recomendado	Cód. de Mat. del Sello Mec.
Metano, Gas		CH_4			Acc. Básicos	
Metileno, Cloruro		CH_3Cl_2	1.26		Todo de Hierro	QFICI
Metilo, Acetato		$CH_3CO_3CH_3$	.924		Acero Inoxidable Cr. Ni.	
Metilo, Cloruro		CH_3Cl	.92		Todo de Hierro	XFICI
Nafta			.665		Acc. de Bronce	BFICI
Nafta Cruda					Acc. Estándar	BFICI
Nicotina, Sulfato		$C_{10}H_{14}\ N_2H_3SO_4$			Hierro al Alto Silicio, Cobre	
Níquel, Cloruro	Sol. con bajo pH	$NiCl_2$			Hierro al Alto Silicio, Cobre	
Níquel, Sulfato	Sol. con bajo pH	$NiSO_4$			Hierro al Alto Silicio, Cobre	
Orina					Todo de Bronce	BFICI
Parafina (45º a 60º C.)	Caliente				Acc. de Bronce	BFICI
Pegamento	Caliente				Acc. de Bronce	
Petróleo					Acc. de Placa	
Petróleo, Alquitrán de Hulla					Todo de Hierro	
Petróleo, Crudo (Base de Asfalto)	Caliente				Acc. Estándar	
Petróleo, Crudo (Base de Parafina)	Frío				Acc. Estándar	BFICI
Petróleo, Gasolina			.825-.95		Acc. Estándar	BFICI
Petróleo, Queroseno			.81@68° F.	35@68° F.	Acc. Estándar	BFICI
Piridina		$CH(CHCH)_2N$	.975		Todo de Hierro	
Plata, Nitrato		$AgNO_3$			Hierro al Alto Silicio, Ac. Inox. Ni. Cr.	
Plomo, Acetato (Azúcar de Plomo)	Sol. Ac.	$Pb(C_3H_4O_3)_2 + 3H_2O$			Hierro al Alto Silicio, Ac. Inox. Ni. Cr.	
Plomo Fundido					Todo de Hierro	
Plomo, Tetraetilo		$Pb(C_2H_3)_4$	1.65		Todo de Hierro	QFICI
Potasa Cáustica		KOH			Todo de Hierro, Ac. Inox. Ni. Cr.	
Potasa, Sulfuro		K_3S			Todo de Hierro	
Potasio, Alumbre		$Al_2K_2(SO_4)_4$			Ataque C. I. lentamente	
Potasio, Bicromato	Sol. Ac.	$K_3Cr_3O_7$			Todo de Hierro	BFICI
Potasio, Carbonato	Sol. Ac.	K_3CO_3			Todo de Hierro	BFICI
Potasio, Cloruro	Sol. Ac.	KCl			Todo de Bronce, Ac. Inoxidable Cr. Ni.	BFICI
Potasio, Cianuro	Sol. Ac.	KCN			Todo de Hierro	BFICI
Potasio, Nitrato	Sol. Ac.	KNO_3			Todo de Hierro, Ac. Inox. Ni. Cr.	BFICI
Potasio, Sulfato	Sol. Ac.	K_2SO_4			Todo de Hierro, Todo de Bronce	BFICI
Reveladores Fotográficos					Hierro al Alto Silicio, No Metálico	
Rigoleno (Dist. de Petróleo)					Acc. de Bronce	
Soda (Hidróxido de Sodio)		NaOH			Todo de Hierro	
Sodio Cáustico, Cloruro		NaClOH			Todo de Hierro	
Sodio, Bicarbonato		$NaHCO_3$			Todo de Hierro	BFICI
Sodio, Bisulfato	Sol. Ac.	$NaHSO_4$			Hierro al Alto Silicio, Plomo	
Sodio, Carbonato (Cal Apagada)	Sol. Ac.	Na_2CO_3			Todo de Hierro	
Sodio, Carbonato (Ceniza de Sodio)		Na_2CO_3			Todo de Hierro	
Sodio, Cloruro (Salmuera)	3% Sal	NaCl	1.02	32-35@60° F.	Todo de Bronce, Todo de Hierro	BFICI
Sodio, Cloruro (Salmuera)	Más de 3% de Sal		1.02-1.20	32-35@60° F.	Todo de Bronce, Monel, Ac. Inox., Cr. Ni.	BFICI
Sodio, Hidrosulfito	Sol. Ac.	$Na_3S_2O_6$			Plomo, Ac. Inox. Ni. Cr.	
Sodio, Hipoclorito		NaOCl			Hierro al Alto Silicio, Plomo. No Metálico	
Sodio, Hiposulfito	(Ver Tiosulfato de Sodio)					
Sodio, Nitrato	Sol. Ac.	$NaNO_3$			Todo de Hierro	QVICI
Sodio, Sulfato	Sol. Ac.	Na_2SO_4			Todo de Hierro	BFICI
Sodio, Sulfito	Sol. Ac.	$NaSO_3$			Todo de Bronce, Plomo, Cr. Ni. St. Steel	
Sodio, Sulfuro	Caliente	Na_3S			Todo de Hierro	BFICI
Sodio, Sulfuro	Frío				Acc. Básicos	
Sodio, Sulfuro	Sol. Ac.	Na_2S			Todo de Hierro, Todo de Bronce, Plomo	BFICI
Sodio, Tiosulfato	Sol. Ac.	$Na_3S_2O_25H_2O$			Ac. Inox. Ni. Cr., Monel, Hierro al Alto Silicio, Esm.	
Sosa Cáustica		NaOH			Todo de Hierro, Ac. Inox. Ni. Cr.	
Sulfuro Cáustico		KSH			Todo de Bronce	
Sulfolignicas, Sales	Cone.				Todo de Bronce	
Sulfolignicas, Sales	Dil.				Acc. de Bronce	
Tinte de Madera, Solución					Acc. de Bronce	
Tolueno (Toluol)		$CH_2C_6H_6$	.86		Todo de Hierro, Acc. Estándar	XFICI
Tricloretileno		C_2HCl_3	1.47		Todo de Hierro, Acc. Estándar	XFICI
Vinagre			1.08	32@68° F.	Todo de Bronce, Hierro al Alto Silicio	XFICI
Vino					Todo de Bronce	BFICI
Vitriolo, Azul	(Ver Sulfato de Cobre)				Acero Inoxidable Cr. Ni.	
Vitriolo, Blanco	(Ver Sulfato de Zinc)					
Vitriolo, Verde	(Ver Sulfato Ferroso)					
Vitriolo, Blanco	(Ver Sulfato de Zinc)					
Whisky					Todo de Bronce	BFICI
Zinc, Cloruro Cáustico		ZNClOH			Acc. de Bronce	
Zinc, Cloruro		$ZnCl_2$			Todo de Hierro	
Zinc, Cloruro	Sol. Ac.				Spl. Brz. Alum., Bronce, Hierro al Alto Silicio	
Zinc, Electrolito					Plomo, Hierro al Alto Silicio	
Zinc, Nitrato		$Zn(NO_3)_2$			Todo de Bronce	
Zinc, Sulfato		$ZnSO_4$			Todo de Bronce, Hierro al Alto Silicio, Cr. Ni., Acero Inoxidable	BFICI

Identificación del Código de Materiales



Códigos de símbolos de referencia para Materiales:

Símbolo	Material
B	Buna-N (Caucho)
X	Viton-A (Caucho)
Q	Chemlon (TFE)
F	Carbón
C	Cerámica
I	Acero Inoxidable

El Orden secuencial de los símbolos tiene un significado específico:

1º Símbolo = Elastómero
2º Símbolo = Anillo de Sellado
3º Símbolo = Herrajes
4º Símbolo = Anillo de Acople
5º Símbolo = Resorte

CARGA O ALTURA DE SUCCION NETA POSITIVA

NPSH representa la Carga o Altura de Succión Neta Positiva. Se define como una lectura de medición absoluta de la succión en pies, tomada en la boquilla de succión corregida a la línea centro de la bomba, menos la presión de vapor absoluta correspondiente a la temperatura del líquido, más la carga por velocidad en este punto. Cuando se bombean líquidos en ebullición desde un tanque cerrado, la NPSH es la carga del líquido estático en el tanque por arriba de la línea centro de la bomba menos la entrada y las pérdidas por fricción. Ver el ejemplo de NPSH en la pág. 11.

GRAVEDAD ESPECIFICA

La gravedad específica es la proporción del peso de cualquier volumen respecto al peso de un volumen igual de alguna otra sustancia tomada como estándar a una temperatura dada. Para sólidos o líquidos, el estándar generalmente es el agua, y para los gases, el estándar es el aire o el hidrógeno.

CARGA ESTATICA

La carga estática es la distancia vertical entre el nivel libre de la fuente de suministro y el punto de descarga libre, o el nivel de la superficie libre del líquido de descarga.

ALTURA DE LA SUCCION

Existe la altura de la succión o aspiración cuando la succión medida en la boquilla de la bomba y corregida a la línea centro de la misma está por debajo de la presión atmosférica.

La altura de la succión estática es la distancia vertical desde el nivel libre de la fuente de suministro a la línea centro de la bomba.

La altura de succión dinámica es la distancia vertical desde la fuente de suministro al bombear a una capacidad requerida, a la línea centro de la bomba, más la carga por velocidad, entrada y pérdida por fricción, pero sin incluir las pérdidas internas de la bomba, donde existe la carga de succión estática pero donde las pérdidas exceden esta carga. La altura de succión dinámica es la suma de la carga por velocidad, entrada, fricción, menos la carga de succión estática, sin incluir las pérdidas internas de la bomba.

La carga de succión dinámica, como se determina durante la prueba, es la lectura de la columna de mercurio conectada a la boquilla de succión de la bomba, más la distancia vertical entre el punto de unión de la columna de mercurio a la línea centro de la bomba, más la carga de agua que descansa sobre la columna de mercurio, si la hay.

CARGA TOTAL DINAMICA (TDH)

La carga total dinámica es la distancia vertical entre la fuente de suministro y el punto de descarga al bombear a una capacidad requerida, más la carga por velocidad, fricción y pérdidas en la entrada y salida.

La carga total dinámica, como se determina durante la prueba donde existe la altura de succión es la lectura de la columna de mercurio conectada a la boquilla de succión de la bomba más la lectura de un manómetro conectado a la boquilla de descarga de la bomba más la distancia vertical entre el punto de unión de la columna de mercurio y el centro del manómetro, más el exceso, si existe, de la carga por velocidad en la descarga, sobre la carga por velocidad de la succión, medida en puntos donde se unen los instrumentos, más la carga de agua sobre la columna de mercurio, si hay.

La carga total dinámica, como se determina en las pruebas donde existe la carga de succión, es la lectura del manómetro adherido a la boquilla de descarga de la bomba menos la lectura de un manómetro conectado a la boquilla de succión de la bomba, más el exceso, si existe, de la carga por velocidad de descarga, sobre la carga por velocidad de la succión medida en los puntos donde se unen los instrumentos.

La carga total dinámica de la descarga es la carga total dinámica menos la altura de succión dinámica, o más la carga de succión dinámica.

CARGA O ALTURA DE SUCCION

La carga de succión (llamada algunas veces altura de succión) existe cuando la presión medida en la boquilla de succión y corregida a la línea central de la bomba está por arriba de la presión atmosférica.

La carga de succión estática es la distancia vertical desde el nivel libre de la fuente de suministros a la línea centro de la bomba.

La carga de succión dinámica es la distancia vertical desde la fuente de suministro, al bombear a la capacidad requerida, a la línea centro de la bomba, menos la carga por velocidad, entrada, fricción, pero no menos las pérdidas internas de la bomba.

La carga de succión dinámica, como se determina en prueba, es la lectura de un manómetro conectado a la boquilla de succión de la bomba, menos la distancia vertical desde el centro del manómetro a la línea centro de la bomba. La carga de succión, después de disminuir las diferentes pérdidas, puede ser una cantidad negativa, en cuyo caso prevalecerá una condición equivalente a la altura de succión.

CARGA POR VELOCIDAD

La carga por velocidad (llamada algunas veces “Carga debida a la velocidad”) del agua moviéndose a una velocidad dada, es la altura equivalente a través de la cual tendría que bajar para adquirir la misma velocidad; o la carga necesaria simplemente para acelerar el agua. Conociendo la velocidad, podemos fácilmente determinar la carga por velocidad a partir de la siguiente fórmula:

$$h = \frac{V^2}{2g}$$

en donde g es la aceleración debida a la gravedad, ó 32.16 pies por segundo; o conociendo la altura, podemos despejar la velocidad y obtener la siguiente fórmula:

$$V = \sqrt{2gh}$$

y así obtener la velocidad.

La carga por velocidad es un factor para determinar la carga dinámica total, pero generalmente el valor es pequeño, y en la mayoría de los casos es despreciable; sin embargo, se debe considerar cuando la carga total es baja y también cuando la altura de succión es alta.

Donde los tubos de succión y descarga son del mismo calibre, sólo es necesario incluir en la carga total la carga por velocidad generada en la tubería de succión. Si el tubo de descarga para calcular la carga por velocidad más que la velocidad en el tubo de succión.

La carga por velocidad debe también considerarse en pruebas precisas, ya que es parte de la carga total dinámica y consecuentemente afecta al rendimiento logrado.

Al probar una bomba, generalmente se usa un vacuómetro o una columna de mercurio para la altura de succión dinámica obtenida. La columna de mercurio o el vacuómetro mostrarán la carga por velocidad combinada con la carga en la entrada, la carga por fricción y la altura estática de succión. En el lado de la descarga, generalmente se usa un manómetro, pero un manómetro no indicará la carga por velocidad, y por lo tanto, esto debe obtenerse calculando la velocidad, o tomando lecturas con tubos de Pitot (2 tubos: uno hacia arriba y otro hacia abajo), para tomar lecturas en diferentes puntos en el corte vertical.

Abajo se muestra una tabla con la relación entre velocidad y carga por velocidad:

Velocidad (ft/seg)	Carga por Velocidad en ft.	Velocidad (ft/seg)	Carga por Velocidad en ft.	Velocidad (ft/seg)	Carga por Velocidad en ft.	Velocidad (ft/seg)	Carga por Velocidad en ft.
1	.02	6	.56	9.5	1.4	12	2.24
2	.06	7	.76	10	1.55	13	2.62
3	.14	8	1.0	10.5	1.7	14	3.05
4	.25	8.5	1.12	11	1.87	15	3.50
5	.39	9	1.25	11.5	2.05	-	-

VISCOSIDAD

La viscosidad es la fricción interna de un líquido que tiende a reducir el flujo.

La viscosidad es determinada por medio de un instrumento llamado viscosímetro, del que existen varias marcas. Con pocas excepciones, la viscosidad se expresa como la cantidad de segundos requeridos para que un volumen definido de fluido bajo una carga arbitraria fluya a través de una abertura estándar a temperatura constante.

PRESION ESTATICA

Un pie de elevación cambia la presión estática en .433 psi. La presión dinámica en un sistema de tubería (cuando está fluyendo agua) varía de acuerdo a estos cinco factores, pero siempre es menor que la presión estática para ese mismo punto.

1. Velocidad (de agua- normalmente se mide en ft. por seg.)
2. Diámetro Interior (del tubo)
3. Aspereza (de la pared interior del tubo)
4. Longitud (del tubo)
5. Cambio de Dirección (como codos y T's)

Nota: Esto no incluya válvulas de control remoto, dispositivos para evitar el reflujo, etc. Se debe consultar la información sobre pérdida de presión en las gráficas de rendimiento del fabricante.

CALIBRE DEL TUBO

Los dos métodos usados para determinar el calibre del tubo son el método del límite de velocidad que se recomienda para determinar el tamaño de la línea principal, y el método del factor de fricción para determinar el tamaño de los laterales.

FORMULA DEL LIMITE DE VELOCIDAD

Los valores de velocidad de flujo se calculan usando la ecuación general:

$$V = .408 \frac{Q}{d^2}$$

V = Velocidad en pies por segundo
Q = Gasto o Caudal (GPM)
d = Diámetro Interior del tubo

La presión atmosférica al nivel del mar es de 14.7 lb/pulg^2. Esta presión con un vacío perfecto mantendrá una columna de mercurio de 29.9 pulgadas o una columna de agua de 33.9 pies de alto. Esta es la distancia teórica que el agua puede ser arrastrada por aspiración. Sin embargo, en la práctica las bombas no deben tener una altura dinámica de succión mayor de 25 pies.

FORMULA DEL FACTOR DE FRICCION

$$F_f = \frac{P_o \times P_v}{L_c}$$

F_f = Pérdida permisible en psi por cada 100" de tubo
P_o = Presión de operación del aspersor
P_v = Porcentaje permisible de variación de presión
L_c = Tendido más largo de línea lateral (longitud crítica)

Esta fórmula se usa para determinar la pérdida de presión permisible por cada 100" de tubo lateral. Multiplicando la presión de operación por el porcentaje de variación y dividiendo esa cantidad por el tendido más largo de tubo desde la válvula de control hasta la carga más lejana (dividida entre 100" de longitud), nos da una guía por la que se puede determinar el tamaño de cada sección.

Nota: Recomendamos 10% como una variación de operación aceptable dentro de una línea lateral.

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Potencia de Salida}}{\text{Potencia de Entrada}}$$

$$\text{Ef. de Bomba} = \frac{\text{GPM x Carga Total (ft)}}{\text{3960 x BHP}}$$

$$\text{Ef. del Motor} = \frac{\text{HP de Salida}}{\text{Kw de entrada x 1.34}}$$

$$\text{Carga} = \frac{\text{3960 x Ef. de Bomba x BHP}}{\text{GPM}}$$

$$\text{Torsión} = \frac{\text{BHP x 5250}}{\text{RPM}}$$

$$\text{HP Teóricos del agua} = \frac{\text{GPM x Carga (ft) x Gravedad Esp.}}{\text{3960}}$$

$$\text{(BHP)} = \frac{\text{HP Teóricos del agua}}{\text{Eficiencia de Bomba}}$$

CAPACIDAD DE TANQUES REDONDOS

GPM = Diámetro del tanque (ft^2) x .7854 x Altura del Tanque (ft) x 7.48

CARGA		
Para Convertir De	**A**	**Multiplicar Por**
PSI	Pies	2.31
PSI	Pulgadas de Mercurio	2.04
Pies	PSI	0.433
Pies	Metros	0.305
Pies	Pulgadas de Mercurio	0.885
Pulgadas de Mercurio	Pies de Agua	1.132
Metros	Pies	3.28
Kilograms por pulg. cuadrada	PSI	14.22
ATM	PSI	14.7
ATM	Pies de Agua	34
ATM	Metros de Agua	10.35

VOLUMEN		
Para Convertir De	**A**	**Multiplicar Por**
Galones	Litros	3.785
Galones	Pulgadas Cúbicas	231
Galones	Pies Cúbicos	0.137
Galones	Metros Cúbicos	0.004
Litros	Galones	0.264
Barril (Petróleo)	Galones	42
Pies Cúbicos	Galones	7.48
Pies Cúbicos	Metros Cúbicos	0.028
Acre Pie	Pies Cúbicos	43560
Acre Pie	Galones	325829
Acre Pulgada	Pies Cúbicos	3630
Acre Pulgada	Galones	27100

Capacidad		
Para Convertir De	**A**	**Multiplicar Por**
Galones por Minuto	Litros/Seg.	0.063
Galones por Minuto	Litros/Hr.	227.1
Galones por Minuto	Metros Cúbicos/Hr.	0.227
Galones por Minuto	Pies Cúbicos/Seg.	0.002
Galones por Minuto	Libras Por Hora	500
Metros Cúbicos/Hr.	Galones por Minuto	4.402
Metros Cúbicos/Hr.	Litros/Seg.	0.278
Pies Cúbicos/Seg.	Galones por Minuto	448.831
Acre Pie	Galones	325.85
Acre Pie por Día	Galones por Minuto	227
Acre Pulgada por Hora	Galones por Minuto	454
Litro por Segundo	Galones por Minuto	15.85
Pulg. de Minero (ID,KS,NE,NM,ND,SD ,UT,WA)	Galones por Minuto	9
Pulg. de Minero (AZ,CA,MT,NV,OR)	Galones por Minuto	11.22

POTENCIA		
Para Convertir De	**A**	**Multiplicar Por**
H.P.	Kilowatts	0.746
H.P.	Pies lbs. por minuto	33000
H.P.	Pies lbs. por segundo	550
Kilowatts	H.P.	1.341

LONGITUD		
Para Convertir De	**A**	**Multiplicar Por**
Pulgadas	Centímetros	2.54
Metros	Pies	3.28
Millas	Pies	5280
Varas	Pies	16.5

PESO		
Para Convertir De	**A**	**Multiplicar Por**
Galones	Libras	8.33
Pies Cúbicos de Agua	Libras	62.35
Kilogramos	Libras	2.2

TEMPERATURA		
Para Convertir De	**A**	**Multiplicar Por**
Fahrenheit	Celsius	5/9 X (^{o}F-32)
Celsius	Fahrenheit	9/5 X (^{o}C + 32)

1,000,000 US gal. / **día** = 695 US gal. / minuto