



Red_I

DISTRIBUCION DE REDES ABIERTAS

- **Autor** : Ayala Bizarro Iván Arturo.
- **Plataforma** : HP49G y HP49G+
- **Tamaño** : 8369 Bytes.
- **Tipo** : Librería
- **Lenguaje** : 100 % System RPL

El programa por ser libre y gratuito "ES COMO ES"
El autor no se responsabiliza por daños o fallas causados en el sistema operativo de tu HP



INTRODUCCION

El presente programa "Red_I", usa la fórmula de Hazen William para lo que es RED y Darcy W para $CALDW$. Es una gran ayuda para el curso de Abastecimiento de agua Potable y Alcantarillado. RED calcula los caudales distribuidos, pérdidas en las tuberías, cotas piezométricas, presiones, y las velocidades. $CALDW$ (por Darcy W .) calcula el diámetro a partir de una presión conocida. Red_I, es muy fácil de manejar y a la vez muy potente para realizar los cálculos, ya que éste, está programado en el lenguaje SYS RPL. Para las entradas y salida (datos y resultados), presenta muchas ventajas que a continuación se detallarán.

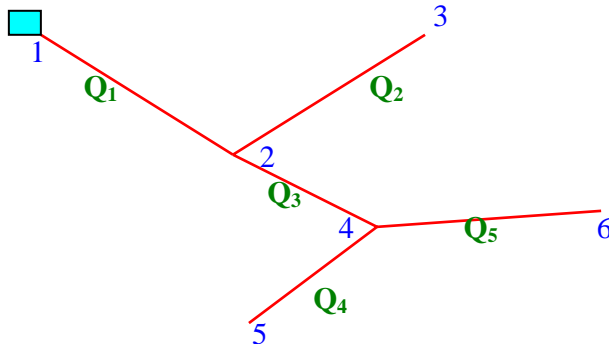
RED , realiza los cálculos matricialmente, teniendo principios la ley de continuidad, que también se detallarán posteriormente.

El ejemplo a desarrollarse, lo haré con un problema de la práctica del curso de Abastecimiento de agua potable y Alcantarillado, tomado el la Universidad donde pertenezco (U.N.S.C.H).

ING. CIVIL: AYALA BIZANO JUAN
ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE

RED CALDW BORRA AUTOR

- Para distribuir los caudales se diseño se utilizó el siguiente criterio:



Por continuidad tenemos (siempre cumple)

$$Q_1 = Q_2 + Q_3$$

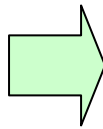
$$Q_2 = 0$$

$$Q_3 = Q_4 + Q_5$$

$$Q_4 = Q_5$$

$$Q_5 = 0$$

Ordenado



$$Q_1 - Q_2 - Q_3 + 0 + 0 = 0$$

$$0 + Q_2 + 0 + 0 + 0 = 0$$

$$0 + 0 + Q_3 - Q_4 - Q_5 = 0$$

$$0 + 0 + 0 + Q_4 - Q_5 = 0$$

$$0 + 0 + 0 + 0 + Q_5 = 0$$

Los caudales que tenemos son los caudales de marcha, entonces esta ecuación no estará igualada a 0 (cero), si no al caudal de marcha (Q_{marcha})

Conociendo el caudal unitario:

$$q_u = \frac{Q_{mh}}{L_T}$$

Donde:

q_u : Caudal unitario

Q_{mh} : Caudal máximo horario

L_T : Longitud total de la red

L_i : Longitud de la tubería analizada

$$Q_{marcha(i)} = L_i \times q_u$$

Por lo tanto el sistema de ecuaciones será:

$$Q_1 - Q_2 - Q_3 + 0 + 0 = Q_{marcha(1)}$$

$$0 + Q_2 + 0 + 0 + 0 = Q_{marcha(2)}$$

$$0 + 0 + Q_3 - Q_4 - Q_5 = Q_{marcha(3)}$$

$$0 + 0 + 0 + Q_4 - Q_5 = Q_{marcha(4)}$$

$$0 + 0 + 0 + 0 + Q_5 = Q_{marcha(5)}$$



Importante:

Si tuviéramos caudales en los nudos (caudales de salida o caudales de demanda), entonces se sumaría a los caudales de marcha, pero al nudo (j) del caudal de marcha ($Q_{marcha(i)} + Q_{salida(nudo(j))}$)



Expresando el sistema de ecuaciones en forma matricial:

$$\begin{bmatrix} 1 & -1 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & -1 & -1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & -1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Q_1 \\ Q_2 \\ Q_3 \\ Q_4 \\ Q_5 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Q_{marcha(1)} \\ Q_{marcha(2)} \\ Q_{marcha(3)} \\ Q_{marcha(4)} \\ Q_{marcha(5)} \end{bmatrix}$$

Si tuviera caudales de salida:

$$\begin{bmatrix} 1 & -1 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & -1 & -1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & -1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Q_1 \\ Q_2 \\ Q_3 \\ Q_4 \\ Q_5 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Q_{marcha(1)} + Q_{salida(nudo(2))} \\ Q_{marcha(2)} + Q_{salida(nudo(3))} \\ Q_{marcha(3)} + Q_{salida(nudo(4))} \\ Q_{marcha(4)} + Q_{salida(nudo(5))} \\ Q_{marcha(5)} + Q_{salida(nudo(6))} \end{bmatrix}$$

Por lo tanto los caudales de diseño se obtienen de la siguiente manera:

$$\begin{bmatrix} Q_1 \\ Q_2 \\ Q_3 \\ Q_4 \\ Q_5 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & -1 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & -1 & -1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & -1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} Q_{marcha(1)} + Q_{salida(nudo(2))} \\ Q_{marcha(2)} + Q_{salida(nudo(3))} \\ Q_{marcha(3)} + Q_{salida(nudo(4))} \\ Q_{marcha(4)} + Q_{salida(nudo(5))} \\ Q_{marcha(5)} + Q_{salida(nudo(6))} \end{bmatrix}$$

Importante:

Deduje el método para poder facilitar la programación tanto en la calculadora HP49G como también programas de cómputo (VBA para Excel, VBA para Autocad, Visual Lisp); y además está comprobado con el programa EPANET y ejercicios desarrollados en clase.



- *Para las pérdidas (HF)*

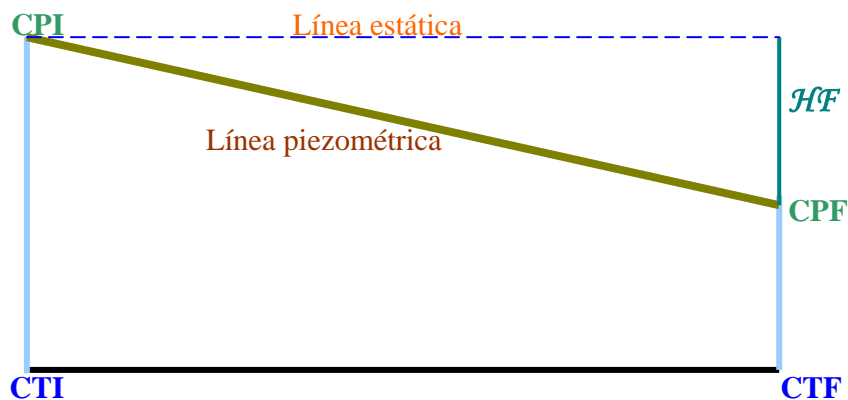
Pérdidas por Hazen William:

$$H_f = \left(\frac{Q_{\text{diseño}}}{4.264 \times 10^{-4} (C)(D)^{2.65}} \right)^{1.85} \times L$$

Donde:

Q : Caudal (l/s)
C : Coeficiente de Hazen William (C=140 tub. PVC)
D : Diámetro asumido (pulgadas)
L : Longitud (Km.)

- *Para las cotas piezométricas, presiones:*



Donde:

CPI : Cota piezométrica Inicial
CPF : Cota piezométrica Final
CTI : Cota del terreno Inicial
CTF : Cota del terreno Final
HF : Pérdida.

- *Para la velocidades (V)*

$$V = 1.974 \frac{Q_{\text{diseño}}}{D^2} \quad (\text{m/s})$$

Q (l/s)
D (pulg.)



Ejemplo de aplicación

(Primera Práctica calificada del curso de Abastecimiento de Agua Potable y Alcantarillado. UNSH – Diciembre de 2004.

Pregunta:

Se desea dimensionar el sistema de agua potable para el Distrito de Chungui – Provincia La Mar – Departamento de Ayacucho, ubicado a una altitud promedio de 3310, la temperatura mínima es de 12°C. La población actual de la comunidad es de 900 habitantes, así mismo luego de la inspección de campo, la ubicación de la captación, tanque 01 y el levantamiento topográfico correspondiente, se presenta la red mostrada en la figura 01.

Se realizó el aforo de la captación, dando $Q = 2.00$ l/s. Considere los siguientes datos

Tubería	Longitud (m)	Nudo	Elevación(m)
1	289.60	1 (T-1)	3391.23
2	56.10	2	3331.80
3	49.90	3	3324.38
4	168.20	4	3304.80
5	147.00	5	3304.34
6	92.35	6	3341.98
7	74.45	7	3308.99
8	87.71	8	3335.12
9	50.54	9	3323.00
10	70.28	10 (T-2)	3328.20
11	52.10	11	3315.99
12	74.68	12	3308.99
		13	3304.94

El abastecimiento corresponde a una zona netamente urbana, en el cual se presenta la siguiente variación de consumo: Factor vs Tiempo

Hora	Factor
0	0.90
2	0.90
4	0.90
6	0.90
8	1.50
10	1.20
12	0.90
14	0.90
16	0.90
18	1.20
20	0.90
22	0.90
24	0.90



Se pide Lo siguiente:

1. Distribuir los caudales en cada nudo de los nudos de la red abierta.
2. Dimensionar en forma óptima completa la red de aducción, teniendo en cuenta la nota al final de la pregunta .Considerar si fuese necesario cámaras rompe presión.
3. Indicar el sentido de los flujos para un análisis sin periodo extendido
4. Dimensionar en forma óptima el reservorio de sección circular (T-1), recuerde que existen volúmenes típicos de 5m^3 , 10m^3 , 15m^3 , 20m^3 , etc. Considerar un período de tiempo de 06 horas.
5. Graficar la relación altura de nivel de agua en el reservorio proyectando vs tiempo (T-1) y reservorio existente (T-2), considere un intervalo de tiempo de 06 horas.
6. Indicar en que horas se llenará el reservorio 02, el mismo que tiene una capacidad de 2.00 m^3 . (Área = 1.44m^2 , altura de 1.40m y borde libre de 0.20m), considerando un intervalo de tiempo de 04 horas.
7. Si el reservorio 02 se utiliza para abastecer una población pequeña de 100 habitantes, ubicado a 10 metros por debajo del reservorio 02, se podrá abastecer esta población sin ningún problema. Respuesta cuantitativa.

Nota:

Usted podrá utilizar diámetros comerciales, teniendo en cuenta que según EPSASA, no se puede considerar en el diseño tuberías menores a $\frac{3}{4}$ ", y las presiones deben ser mayores a 10m en cada uno de los nudos del análisis de la red planteada.

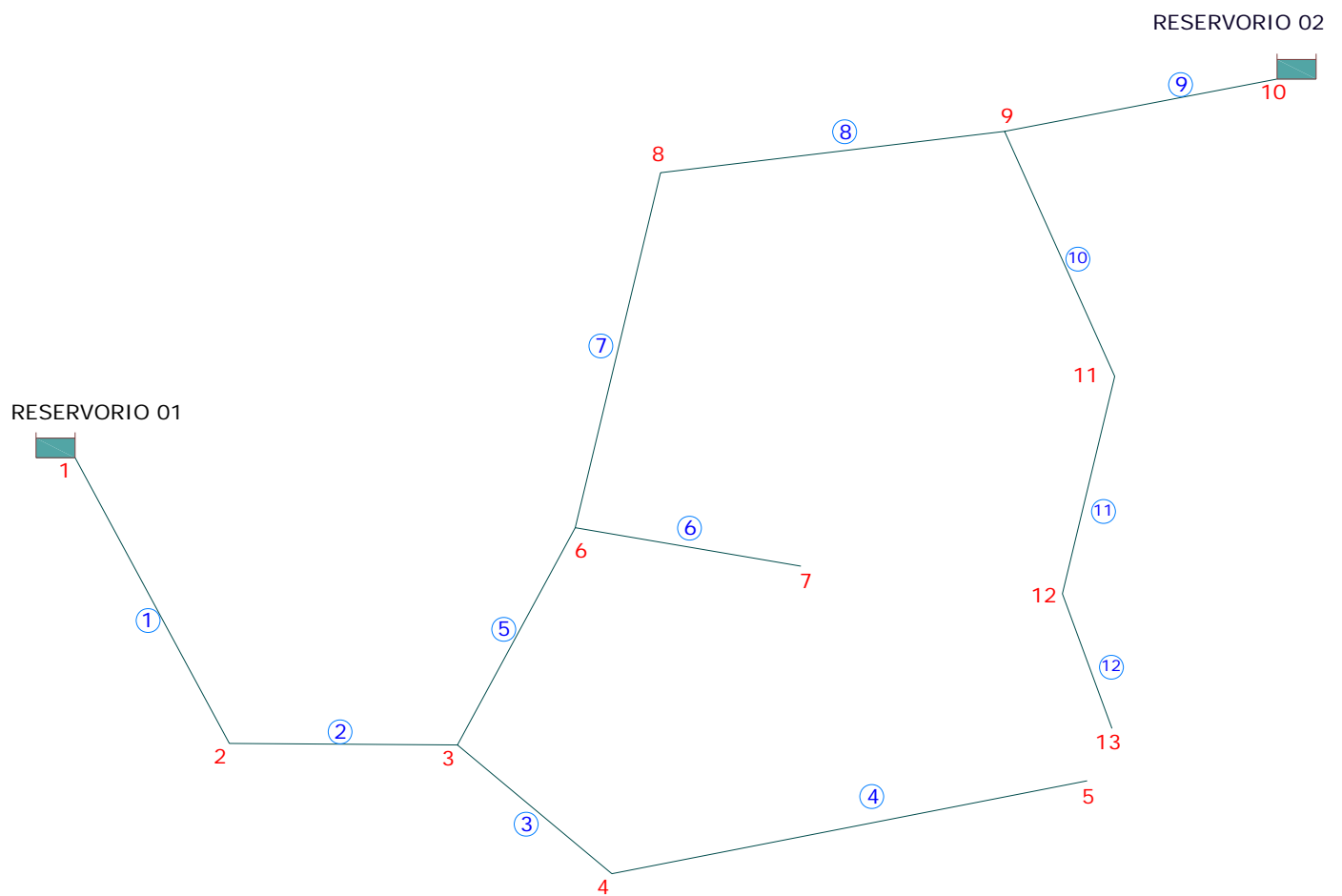


FIGURA 01

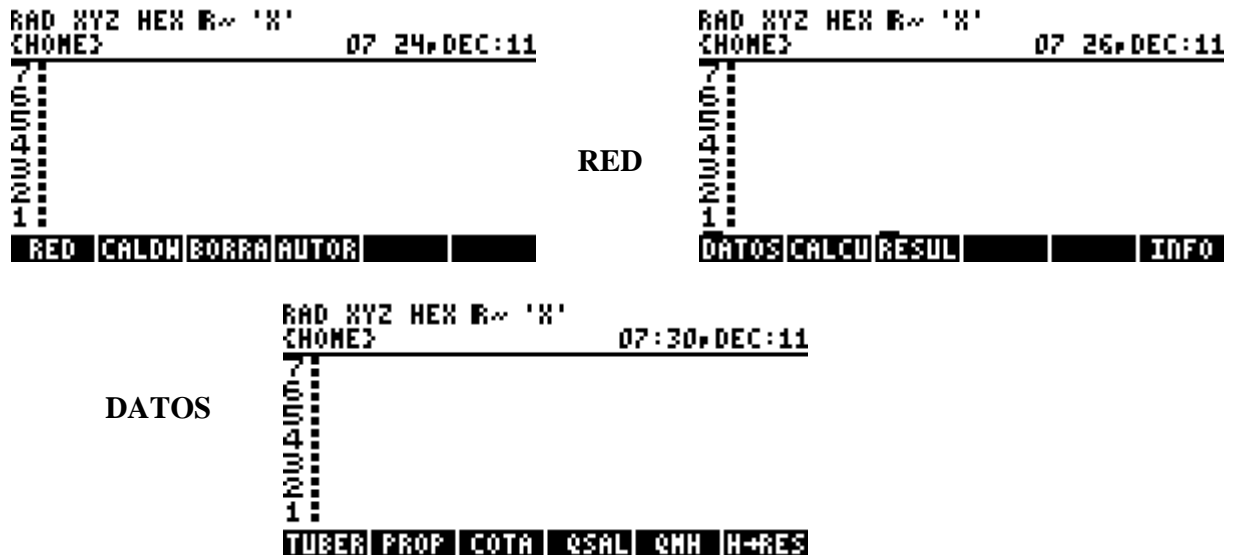


Solución

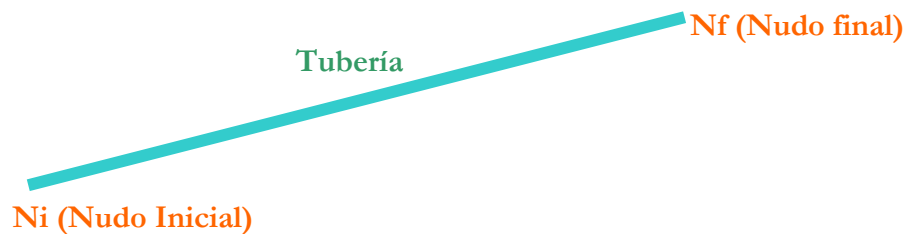
La solución con el programa Red_I, sólo se dará para las dos primeras preguntas.

• Entrada de datos

En librería buscamos el programa Red_I



TUBER (F1) Tuberías:



Tubería N°	Ni	Nj
1	1	2
2	2	3
3	3	4
4	4	5
5	3	6
6	6	7
7	6	8
8	8	9
9	9	10
10	9	11
11	11	12
12	12	13

Si hemos realizado correctamente estos pasos, la base de datos estará como UD desea.



PROP (F2) Propiedades:

Tubería N°	Longitud(m)	Diámetros Asumidos (pulg)	Coeefiente H.W
1	289.60	1.708	140
2	56.10	1.708	140
3	49.90	0.9	140
4	168.20	0.9	140
5	147.00	1.157	140
6	92.35	0.9	140
7	74.45	1.157	140
8	87.71	1.157	140
9	50.54	1.157	140
10	70.28	1.157	140
11	52.10	1.157	140
12	74.68	1.157	140

L: Longitud de Tubería (M) A.B.I
 D: Diám (Pulg)/ C:Coef H-W
 [L D C]

TUBERIA N°1

[289.6 1.708 140]
 +SKIP SKIP+ +DEL DEL+ DEL L INS ■

De igual forma introducimos, longitud (m), diámetros asumidos (Pulg), y el coeficiente de Hazen William (PVC = 140).

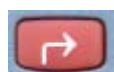
Importante:

Un diseño real esta dado con los diámetros internos de la tubería, teniendo en cuenta los diámetros comerciales. Para los diámetros estoy asumiendo según la tabla N°02 que se presenta en éste mismo manual (tubería Clase 10).

1.708 pulgadas	= 43.4 mm. (Diámetro interno)	= 1 ½" (Diámetro comercial)
1.157 pulgadas	= 29.4 mm. (Diámetro interno)	= 1" (Diámetro comercial)
0.90 pulgadas	= 22.9 mm. (Diámetro interno)	= ¾" (Diámetro comercial)

Errores al Editar:

Es lo mismo de la tubería con la diferencia de:



+



```

12 3 1 2 3 4
1 289.6 1.7 140.
2 56.1 1.7 140.
3 49.9 0.9 140.
4 168.2 0.9 140.
5 147.0 1.1 140.
6 92.3 0.9 140.
7 74.4 1.1 140.
1-1: 289.6
EDIT VEC +WID WID+ GO+ GO+

```



Para gravar



+



COTA (F3):

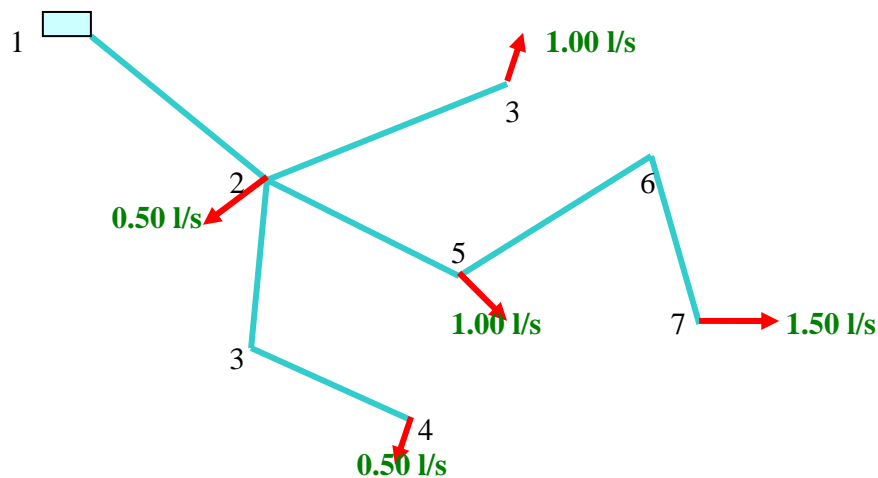
Nudo N°	Cota
1	3391.23
2	3331.80
3	3324.38
4	3304.80
5	3304.34
6	3341.98
7	3308.99
8	3335.12
9	3323.00
10	3328.20
11	3315.99
12	3308.99
13	3304.94

```
Red de Distribucion      A.B.I.  
Cota del Terreno (MSNM)  
[ Cota ]  
  
NUDO N° 1  
  
[3391.23]  
+SKIP SKIP+ +DEL DEL+ DEL L INS =
```

QSAL (F4) Caudal de salida:

Este, se refiere a los caudales que salen por los nudos, muchas veces hemos notado caudales que salen en los nudos, por ejemplo si tenemos que diseñar una red y tenemos que abastecer hospitales parques colegios, etc. Estos ya cuentan con una dotación según Reglamento Nacional de Construcciones (R.N.C.), el cual ya tendríamos caudales fijos que salgan por los nudos, entonces el programa Red_I controla estos detalles.

Para nuestro ejemplo no tenemos estos caudales de salida, pero para el buen uso de **QSAL** detallamos un ejemplo sencillo.





ABASTECIMIENTO DE AGUA A.B.I.
QS: Caudal de salida (L/S)
[NUDO QS]

CAUDAL SALIDA: 1

[2 0.50]
+SKIP+SKIP+ +DEL DEL+ DEL L INS

QMH (F5) Caudal Máximo Horario:

Datos del problema:

Habitantes : 900 hab.
Altitud : 3310 m.s.n.m.
Temperatura : 12°C

- Población Futura P_f :**

$$P_f = P_0 \left(1 + \frac{rt}{1000} \right)$$

Considerando:

$P_0 = 900$ (Población inicial)
 $r = 25\%$ (coeficiente de crecimiento anual por 1000 habitantes)
 $t = 20$ años (Periodo de vida útil del proyecto)
 $P_f = 1350$ (Población futura)

Para una población de 1350 hab., tenemos una dotación de 90 l/hab./día
(1000 @ 2000 hab.: 80 @ 100 l/s)

- Caudal medio Q_m (l/s)**

$$Q_m = \frac{P_f \text{ Dotación}}{86400} \text{ (l/s)}$$

$P_f = 1350$ habitantes
Dotación = 90 l/hab./día
 $Q_m = 1.406$ l/s

- Caudal máximo horario Q_{mh} (l/s)**

$$Q_{mh} = K_2 Q_m \quad K_2 = 2.75 - \frac{0.75}{1000} P_f$$

$K_2 = 1.7375$ (factor horario)
 $Q_{mh} = 2.443$ l/s

ABASTECIMIENTO DE AGUA A.B.I.
Caudal Medio horario

Qmh (L/S) :

2.443
+SKIP+SKIP+ +DEL DEL+ DEL L INS

```
RAD XYZ HEX R~ 'X'
CHOME?                                01 55 DEC:27
```

```
1-00000000000000000000000000000000
DATA CALCUL RESU INFO
```




HF (F2)

Pérdidas por fricción en cada una de las tuberías, según Hazen W. (Metros)

12	1	1	2	3	4
1	20.00				
2	20.00				
3	20.00				
4	20.00				
5	20.00				
6	20.00				
7	20.00				
8	20.00				
9	20.00				
10	20.00				
11	20.00				
12	20.00				
13	20.00				
14	20.00				
15	20.00				
16	20.00				
17	20.00				
18	20.00				
19	20.00				
20	20.00				
21	20.00				
22	20.00				
23	20.00				
24	20.00				
25	20.00				
26	20.00				
27	20.00				
28	20.00				
29	20.00				
30	20.00				
31	20.00				
32	20.00				
33	20.00				
34	20.00				
35	20.00				
36	20.00				
37	20.00				
38	20.00				
39	20.00				
40	20.00				
41	20.00				
42	20.00				
43	20.00				
44	20.00				
45	20.00				
46	20.00				
47	20.00				
48	20.00				
49	20.00				
50	20.00				
51	20.00				
52	20.00				
53	20.00				
54	20.00				
55	20.00				
56	20.00				
57	20.00				
58	20.00				
59	20.00				
60	20.00				
61	20.00				
62	20.00				
63	20.00				
64	20.00				
65	20.00				
66	20.00				
67	20.00				
68	20.00				
69	20.00				
70	20.00				
71	20.00				
72	20.00				
73	20.00				
74	20.00				
75	20.00				
76	20.00				
77	20.00				
78	20.00				
79	20.00				
80	20.00				
81	20.00				
82	20.00				
83	20.00				
84	20.00				
85	20.00				
86	20.00				
87	20.00				
88	20.00				
89	20.00				
90	20.00				
91	20.00				
92	20.00				
93	20.00				
94	20.00				
95	20.00				
96	20.00				
97	20.00				
98	20.00				
99	20.00				
100	20.00				
101	20.00				
102	20.00				
103	20.00				
104	20.00				
105	20.00				
106	20.00				
107	20.00				
108	20.00				
109	20.00				
110	20.00				
111	20.00				
112	20.00				
113	20.00				
114	20.00				
115	20.00				
116	20.00				
117	20.00				
118	20.00				
119	20.00				
120	20.00				
121	20.00				
122	20.00				
123	20.00				
124	20.00				
125	20.00				
126	20.00				
127	20.00				
128	20.00				
129	20.00				
130	20.00				
131	20.00				
132	20.00				
133	20.00				
134	20.00				
135	20.00				
136	20.00				
137	20.00				
138	20.00				
139	20.00				
140	20.00				
141	20.00				
142	20.00				
143	20.00				
144	20.00				
145	20.00				
146	20.00				
147	20.00				
148	20.00				
149	20.00				
150	20.00				
151	20.00				
152	20.00				
153	20.00				
154	20.00				
155	20.00				
156	20.00				
157	20.00				
158	20.00				
159	20.00				
160	20.00				
161	20.00				
162	20.00				
163	20.00				
164	20.00				
165	20.00				
166	20.00				
167	20.00				
168	20.00				
169	20.00				
170	20.00				
171	20.00				
172	20.00				
173	20.00				
174	20.00				
175	20.00				
176	20.00				
177	20.00				
178	20.00				
179	20.00				
180	20.00				
181	20.00				
182	20.00				
183	20.00				
184	20.00				
185	20.00				
186	20.00				
187	20.00				
188	20.00				
189	20.00				
190	20.00				
191	20.00				
192	20.00				
193	20.00				
194	20.00				
195	20.00				
196	20.00				
197	20.00				
198	20.00				
199	20.00				
200	20.00				
201	20.00				
202	20.00				
203	20.00				
204	20.00				
205	20.00				
206	20.00				
207	20.00				
208	20.00				
209	20.00				
210	20.00				
211	20.00				
212	20.00				
213	20.00				
214	20.00				
215	20.00				
216	20.00				
217	20.00				
218	20.00				
219	20.00				
220	20.00				
221	20.00				
222	20.00				
223	20.00				
224	20.00				
225	20.00				
226	20.00				
227	20.00				
228	20.00				
229	20.00				
230	20.00				
231	20.00				
232	20.00				
233	20.00				
234	20.00				
235	20.00				
236	20.00				
237	20.00				
238	20.00				
239	20.00				
240	20.00				
241	20.00				
242	20.00				
243	20.00				
244	20.00				
245	20.00				
246	20.00				
247	20.00				
248	20.00				
249	20.00				
250	20.00				
251	20.00				
252	20.00				
253	20.00				
254	20.00				
255	20.00				
256	20.00				
257	20.00				
258	20.00				
259	20.00				
260	20.00				
261	20.00				
262	20.00				
263	20.00				
264	20.00				
265	20.00				
266	20.00				
267	20.00				
268	20.00				
269	20.00				
270	20.00				
271	20.00				
272	20.00				
273	20.00				
274	20.00				
275	20.00				
276	20.00				
277	20.00				
278	20.00				
279	20.00				
280	20.00				
281	20.00				
282	20.00				
283	20.00				
284	20.00				
285	20.00				
286	20.00				
287	20.00				
288	20.00				
289	20.00				
290	20.00				
291	20.00				
292	20.00				
293	20.00				
294	20.00				
295	20.00				
296	20.00				
297	20.00				
298	20.00				
299	20.00				
300	20.00				
301	20.00				
302	20.00				
303	20.00				
304	20.00				
305	20.00				
306	20.00				
307	20.00				
308	20.00				
309	20.00				
310	20.00				
311	20.00				
312	20.00				
313	20.00				
314	20.00				
315	20.00				
316	20.00				
317	20.00				
318	20.00				
319	20.00				
320	20.00				</



$V(F5)$

Velocidad en las tuberías (m/s)



Resumiendo los resultados en el siguiente cuadro.

Según la Figura 01 tenemos:

Tramo	dist.(m)	Q _{diseño} (l/s)	D _{co} (Pg)	D _{int} (mm)	HF(m)	CPI	CPF	PI(m)	PF(m)	Vel.(m/s)
1-2	289.600	2.443	1 1/2"	43.4	20.146	3392.230	3372.084	1.000	40.284	1.653
2-3	56.100	1.860	1 1/2"	43.4	2.356	3372.084	3369.728	40.284	45.348	1.258
3-4	49.900	0.439	3/4"	22.9	3.358	3369.728	3366.371	45.348	61.571	1.071
4-5	168.200	0.339	3/4"	22.9	6.999	3366.371	3359.372	61.571	55.032	0.826
3-6	147.000	1.307	1"	29.4	21.712	3369.728	3348.017	45.348	6.037	1.928
6-7	92.350	0.186	3/4"	22.9	1.267	3348.017	3346.749	6.037	37.759	0.453
6-8	74.450	0.825	1"	29.4	4.695	3348.017	3343.322	6.037	8.202	1.217
8-9	87.710	0.675	1"	29.4	3.817	3343.322	3339.505	8.202	16.505	0.996
9-10	50.540	0.102	1"	29.4	0.066	3339.505	3339.438	16.505	11.238	0.150
9-11	70.280	0.397	1"	29.4	1.444	3339.505	3338.361	16.505	22.371	0.585
11-12	52.100	0.255	1"	29.4	0.375	3338.361	3337.986	22.371	28.996	0.377
12-13	74.680	0.150	1"	29.4	0.202	3337.986	3337.784	28.996	32.844	0.222

Donde:

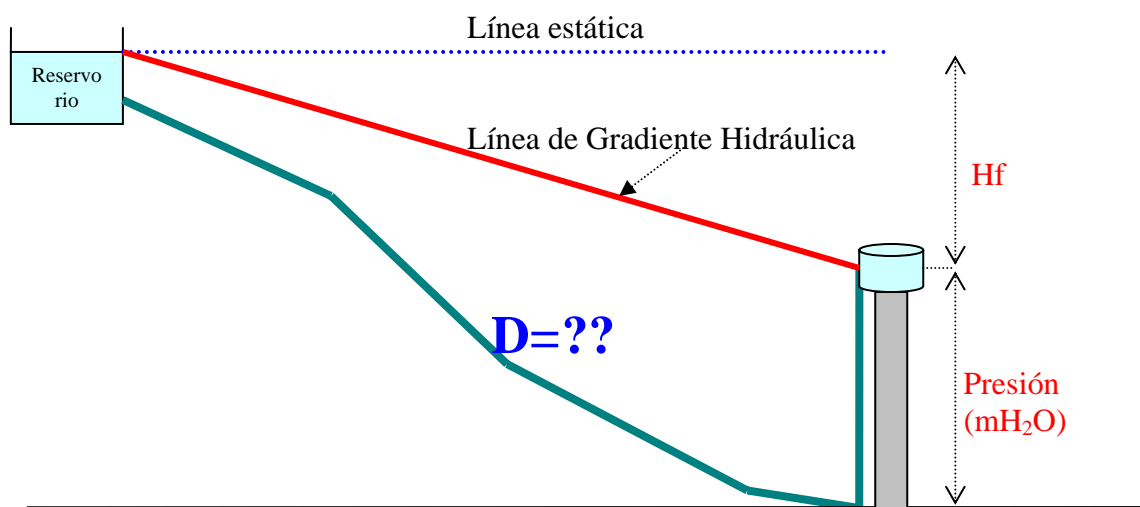
- D_{co} (Pg) : Diámetro comercial en pulgadas
D_{int} (mm) : Diámetro interior en milímetros (para el diseño)
HF (m) : Pérdidas en metros
CPI : Cota Piezométrica en el punto Inicial
CPF : Cota Piezométrica en el punto Final
PI (m) : Presión en el punto Inicial, en metros
PF (m) : Presión en el punto Final, en metros

Para los diámetros se tuvo en cuenta los diámetros de diseño (diámetros internos) y los diámetros comerciales y las tuberías son de CLASE 10

(Resultados de la segunda pregunta)

CALDW CÁLCULO DEL DIÁMETRO

Este, no es más que una ayuda para poder diseñar el diámetro de una tubería. En muchos casos podemos observar este detalle; por ejemplo cuando tenemos que diseñar un tanque, sabemos a que altura se encuentra, entonces estamos en la capacidad de diseñar el diámetro de esa tubería para que el agua pueda subir sin ningún problema a dicho tanque.



El objetivo de éste es diseñar el diámetro de la tubería teniendo como dato la presión, y conociendo las fórmulas de Darcy W. podemos acomodar dichas fórmulas para nuestro caso.

Por Darcy W. conocemos:

$$H_f = \frac{fLV^2}{2gD} \quad \text{Pero: } V = \frac{Q}{A} \quad \text{Entonces: } H_f = \frac{fLV^2}{2gD} = \frac{fLQ^2}{2gDA^2} = \frac{fLQ^2}{2gD \frac{\pi^2 D^4}{16}}$$

$$H_f = \frac{8fLQ^2}{g\pi^2 D^5} \dots (1)$$

Donde:

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

$L(\text{m})$

$D(\text{m})$

También se sabe: Colebrook White

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{K_s}{3.7D} + \frac{2.51}{\text{Re} \sqrt{f}} \right)$$

$$\text{Re} = \frac{VD}{\nu} = \frac{4Q}{\pi D \nu}$$

ν = viscosidad del líquido

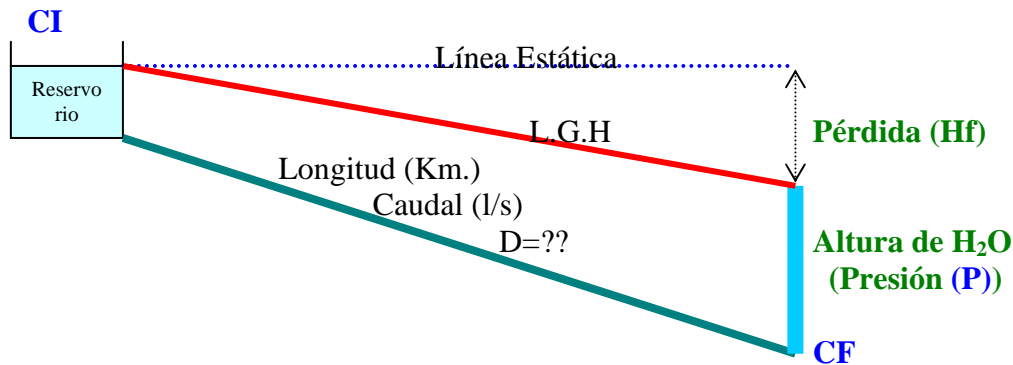
K_s = Rugosidad del material

Despejando f

$$f = \left(\frac{1}{-2 \log \left(\frac{K_s}{3.7D} + \frac{2.51}{\text{Re} \sqrt{f}} \right)} \right)^{\frac{1}{2}}$$

$$f = \left[-2 \log \left(\frac{K_s}{3.7D} + \frac{2.51}{\frac{4Q}{\pi D v} \sqrt{f}} \right) \right]^{-2} \dots (2)$$

Ahora simplificando la figura tendremos:



Donde:

P : Presión (m de agua)
 CI : Cota Inicial (m.s.n.m.)
 CF : Cota Final (m.s.n.m.)

De la figura:

$$P = CI - CF - Hf$$

$$Hf = CI - CF - P \dots (3)$$

De (1) en (3) →

$$\frac{8fLQ^2}{g\pi^2 D^5} = CI - CF - P$$

Despejando f :

$$f = \frac{(CI - CF - P)g\pi^2 D^5}{8LQ^2} \dots (4)$$

Ahora (4) en (2)

$$\frac{(CI - CF - P)g\pi^2 D^5}{8LQ^2} = \left[-2 \log \left(\frac{K_s}{3.7D} + \frac{2.51}{\frac{4Q}{\pi D v} \sqrt{\frac{(CI - CF - P)g\pi^2 D^5}{8LQ^2}}} \right) \right]^{-2}$$

Por último, despejando Diámetro (D)



$$D = \left[\frac{\left[-2 \log \left(\frac{K_s}{3.7D} + \frac{2.51}{\frac{4Q}{\pi D v} \sqrt{\frac{(CI - CF - P)g\pi^2 D^5}{8LQ^2}}} \right) \right]^2}{(CI - CF - P)g\pi^2} 8LQ^2 \right]^{\frac{1}{5}}$$

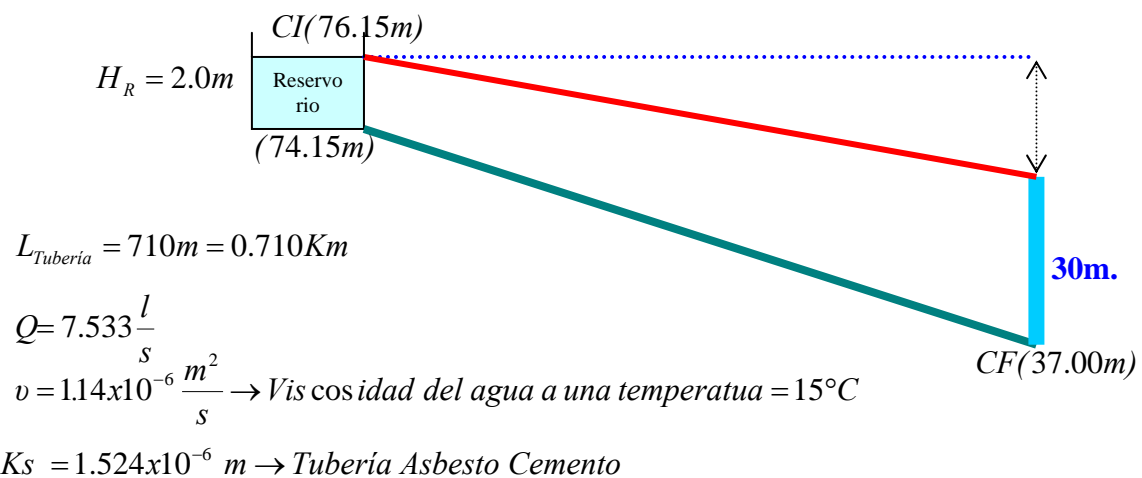
Con esta ecuación se puede hallar el Diámetro (D) por el método de Punto Fijo, ya que conocemos todos los parámetros a excepción de "D". Esta ecuación también puedes alimentarlo al SOLVE de la calculadora HP y pedirás que resuelva "D".

Para fines prácticos El Programa Red_I incluye éste procedimiento un poco engorroso. El botón a ejecutar, se llama **CALDW** (F2). (**CÁ**lculo del **Di**ámetro por **D**arcy **W**.)

```
RAD XYZ HEX R~ 'X'
[HOME] 04:07 DEC:29
5:
4:
3:
2:
1:
RED CALDW BORRA AUTOR
```

```
RAD XYZ HEX R~ 'X'
[HOME] 04 09 DEC:29
5:
4:
3:
2:
1:
DATOS CALCU
```

Ejemplo:



Presión = 30.00 m

D=??



DATOS

COTAS (F1) De los datos que tenemos:

```
RAD XYZ HEX B~ 'X'  
(HOME) 04 28 DEC 29  
5:  
4:  
3:  
2:  
1:  
COTAS Q_L Ks_V CAL_D
```

```
CALCULO DEL DIAMETRO POR DARCY W.  
CI: C INICIO/CF: C. FINAL/P: PRES  
[ CI CF P ]  
DATOS N°:1  
[76.15 37 30]  
+SKIP+SKIP+ +DEL DEL+ DEL L INS
```

Luego de haber introducido los datos pulsamos Enter

Importante:

CALDW (CÁlculo del Diámetro por Darcy W.), está programada solamente para una tubería, por lo tanto, cuando pide el dato N° 02 cancele.

```
CALCULO DEL DIAMETRO POR DARCY W.  
CI: C INICIO/CF: C. FINAL/P: PRES  
[ CI CF P ]
```

DATOS N°:2

En las versiones futuras se
Controlará estos detalles

```
[  
+SKIP+SKIP+ +DEL DEL+ DEL L INS
```

Q_L (F2) Caudales (l/s) y Longitudes (Km.)

```
Q: CAUDAL EN (L/S)  
L: LONGITUD EN KM  
[ Q L ]  
DATOS N°:1  
[7.533 0.710]  
+SKIP+SKIP+ +DEL DEL+ DEL L INS
```

De igual manera Enter y luego cancele

Ks_V (F3) Rugosidad del material (m) y la viscosidad (m²/s).

```
Ks: RUGOSIDAD DEL MATERIAL (M)  
V : VISCOSIDAD CINEMATICA (M²/S)  
[ Ks V ]  
DATOS N°:1  
[1.524E-6 1.14E-6]  
+SKIP+SKIP+ +DEL DEL+ DEL L INS
```

Enter y cancele



[CAL_D \(F6\)](#) Regresa a [CALDW](#)

```
RAD XYZ HEX R~ 'X'  
{HOME} 04:51,DEC:29  
5:  
4:  
3:  
2:  
1:  
DATOS CALCU
```

[CALCU \(F2\)](#) Calcula todo lo que se muestra en la pantalla.

```
RAD XYZ HEX R~ 'X'  
{HOME} 04:52,DEC:29  
5: Re:91138.2965317  
4: f:1.84275337526E-2  
3: V(m/s):1.1254687231  
2: D(m):9.23150114338E  
1: D(Pulg):3.634449269  
DATOS CALCU
```

Donde:

Re = Reynold
f = Fricción por Darcy W.
V = Velocidad del Flujo
D = Diámetro, tanto en metros y en pulgadas

Gracias

Manual realizado por : [Ayala Bizarro Iván Arturo](#)

El presente programa espero que les sea útil y sepan aprovecharlo, en las versiones futuras estaré incluyendo Cálculo de Redes Cerradas por el método del gradiente que es muy interesante.

Agradecimientos:

- Ing. Joel Oré Iwanaga, (profesor del curso de Abastecimiento de Agua Potable y Alcantarillado en la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga), Por su empeño, sus conocimientos que nos brinda en las clases de dicho curso.

Consultas : ayalabizarro@hotmail.com



CLASIFICACION DE TUBERIAS

1.- NORMA PERUANA

- Tubos para fluidos a presión Itintec 399.002:
Clases 5, 7.5, 10 y 15
- Tubos para instalaciones sanitarias Itintec 399.003:
Clase liviana y pesada
- Tubos para instalaciones eléctricas Itintec 399.006:
Clase liviana y pesada

2.- NORMAS ISO

- Tubos para fluidos a presión ISO 4422:
Series 10, 13.3 y 20
- Tubos para instalaciones sanitarias ISO 4435:
Series 20y 25

MATERIALES DE TUBERIAS

- Fierro fundido
- Concreto
- Acero
- Asbesto cemento
- PVC

PRUEBAS DE PRESION HIDRAULICA SEGÚN NORMA TECNICA NACIONAL 399.2

CLASE	PRESION (Kg / cm ²)		
	NOMINAL	SOSTENIDA	MINIMA DE RUPTURA
15	15	45	60
10	10	30	40
7.5	7.5	22.5	30
5	5	15	20

PRUEBAS DE PRESION HIDRAULICA SEGÚN NORMA TECNICA ISO 4422

SERIE	CLASE	PRESION (Kg / cm ²)	
		NOMINAL	SOSTENIDA
6.6	15	15	64.5
10	10	10	43
13.3	7.5	7.5	32.5
20	5	5	21.5



ESPECIFICACIONES

PESO ESPECIFICO	1.4 - 1.43 g/cm ³
RESISTENCIA A LA TRACCION	450 - 550 Kg/cm ²
RESISTENCIA A LA COMPRESION	600 - 700 Kg/cm ²
MODULO DE ELASTICIDAD	30000 Kg/cm ²
COEFICIENTE DE DILATACION TERMICA LINEAL	8×10^{-4} cm/cm - °C
TEMPERATURA MAXIMA DE TRABAJO	65 °C.
RANGO DE TEMPERATURA DE EMPLEO	10 a 60 °C
TEMPERATURA DE ABLANDAMIENTO	75 °C
DUREZA ROCKWELL	90 - 100
INFLAMABILIDAD	AUTOEXTINGUIBLE
RESISTENCIA A ACIDOS Y ALCALIDOS	EXCELENTE
ABSORCION DE AGUA	0.50%

Tabla 01

TUBERIA DE PVC RIGIDO PARA FLUIDOS A PRESION Referencia: NORMA ISO - 4422

DIAMETRO REFERENCIAL	DIAMETRO EXTERIOR	SERIE - 20 C - 5		SERIE - 13.3 C - 7.5		SERIE - 10 C - 10		SERIE - 6.6 C - 15	
		DIAMETRO INTERIOR (mm)	ESPESOR (mm)	DIAMETRO INTERIOR (mm)	ESPESOR (mm)	DIAMETRO INTERIOR (mm)	ESPESOR (mm)	DIAMETRO INTERIOR (mm)	ESPESOR (mm)
(plg)	(mm)								
1/2	20							17	1.5
3/4	25							21.4	1.8
1	32					28.8	1.6	27.4	2.3
1 1/4	40			37	1.5	36.2	1.9	34.4	2.8
1 1/2	50			46.2	1.9	45.2	2.4	43	3.5
2	63	59.8	1.6	58.4	2.3	57	3	54.2	4.4
2 1/2	75	71.2	1.9	69.4	2.8	67.8	3.6	64.4	5.3
3	90	85.6	2.2	83.4	3.3	81.4	4.3	77.4	6.3
4	110	104.6	2.7	102	4	99.4	5.3	94.6	7.7
5 1/2	140	133.0	3.5	129.8	5.1	126.6	6.7	120.4	9.8
6	160	152	4	148.4	5.8	144.6	7.7	137.6	11.2
8	200	190.2	4.9	185.4	7.3	180.8	9.6	172	14
10	250	237.6	6.2	231.8	9.1	226.2	11.9	215	17.5
12	315	299.6	7.7	292.2	11.4	285	15	271	22
14	355	337.6	8.7	329.2	12.9	321.2	16.9	305.4	24.8
16	400	380.4	9.8	371	14.5	361.8	19.1	344	28
18	450	428	11	417.4	16.3	407	21.5	387.2	31.4



Tabla 02

TUBERIA DE PVC RIGIDO PARA FLUIDOS A PRESION Referencia: Normas técnicas peruanas ITINTEC No. 399-002											
(TUBO * 5 mts.)		PRESION NOMINAL kg/cm2 (lbs/plg2)									
DIAMETRO	DIAMETRO	C - 5		C - 7.5		C - 10		C - 15		C - 15 ROSCA	
NOMINAL	EXTERIOR	(75)		(105)		(150)		(200)		(150)	
		DIAMETRO	ESPESOR	DIAMETRO	ESPESOR	DIAMETRO	ESPESOR	DIAMETRO	ESPESOR	DIAMETRO	ESPESOR
		INTERIOR		INTERIOR		INTERIOR		INTERIOR		INTERIOR	
(plg)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
1/2	21					17.4	1.8	17.4	1.8	15.8	2.6
3/4	26.5					22.9	1.8	22.9	1.8	20.1	3.2
1	33					29.4	1.8	28.4	2.3	25.8	3.6
1 1/4	42			38.4	1.8	38	2	36.2	2.9	34	4
1 1/2	48			44.4	1.8	43.4	2.3	41.4	3.3	39.4	4.3
2	60	56.4	1.8	55.6	2.2	54.2	2.9	51.6	4.2	48.6	5.7
2 1/2	73	69.4	1.8	67.8	2.6	66	3.5	62.8	5.1		
3	88.5	84.1	2.2	82.1	3.2	80.1	4.2	76.1	6.2		
4	114	108.4	2.8	105.8	4.1	103.2	5.4	98	8		
6	168	159.8	4.1	155.8	6.1	152	8	144.6	11.7		
8	219	208.4	5.3	203.2	7.9	198.2	10.4	188.4	15.3		
10	273	259.6	6.7	253.2	9.9	247	13	235	19		
12	323	307.2	7.9	299.6	11.7	292.2	15.4	278	22.5		

Tabla 03

DIAMETROS Y ESPESORES DE LOS TUBOS DE POLIETILENO Según NTN ITINTEC No. 339-067							
ALTA DENSIDAD		CLASE 2.5	CLASE 3.2	CLASE 4.0	CLASE 6.0	CLASE 7.5	CLASE 10
DIAMETRO	DIAMETRO	ESPESOR	ESPESOR	ESPESOR	ESPESOR	ESPESOR	ESPESOR
REFERENCIAL	EXTERIOR						
(plg)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
1/2"	20					2	2
3/4"	25				2	2	2.3
1"	33.4				2	2.3	3
1 1/4 "	40			2	2.3	2.8	3.7
1 1/2 "	50			2	2.9	3.5	4.6
2"	63		2	2.5	3.6	4.4	5.8
2 1/2 "	75	2	2.4	2.9	4.3	5.3	6.9
3"	90	2.2	2.8	3.5	5.1	6.3	8.2
4"	110	2.7	3.5	4.3	6.3	7.7	10
6"	164	3.9	5	6.2	9.1	11.2	14.6
8"	200	4.9	6.2	7.7	11.4	14	18.2
10"	280	6.9	8.7	10.8	15.9	19.5	25.5
12"	315	7.7	9.8	12.2	17.9	22	28.7