



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

**CURSOS ABIERTOS**

**INSTALACIONES HIDRÁULICAS, SANITARIAS  
Y DE GAS PARA EDIFICIOS**

**TEMA:**

**INSTALACIONES SANITARIAS DESAGÜES  
SANITARIOS, DOBLE VENTILACIÓN**

1998

c) The amount of time the payback is made is one factor, others include: price and redundancy.

**2. Calculate the Pressure Boost.**

a) **Boost equals = Pressure Drop - Suction Pressure + Internal Losses**

b) **Account for internal pressure losses in the booster.**

c) **Losses include: piping losses and Pressure Reducing Valve losses.**

**3. Determine the options (Attachment I)**

**4. B&G Offerings: 35M, 70M and the new 70E**

**VARIABLE SPEED PRESSURE BOOSTING**

**1. Determining Payback.**

a) **Use ESP-Plus to determine the payback (Attachment H)**

b) **Make sure you use a control head equal to the pump NPSHR.**

**2. Determining System Splits.**

a) **Variable speed pumping makes it more efficient to use fewer duty pumps due to the ability of each pump to reduce speed.**

b) **Unless you have a very large system or require standby pumps, two pumps should handle most every case.**

**3. Sensor Location.**

a) **Always try to locate sensor at the furthest/highest distance.**

b) **Flow meters should be located in straight pipe with 10 pipe diameters before the flow meter and 5 pipe diameters after the flow meter.**

**4. Equipment for Variable Speed Pressure Boosting.**

a) **The all new Technologic 1200 Controller. This is specifically designed for variable speed pressure boosting (2 pump maximum).**

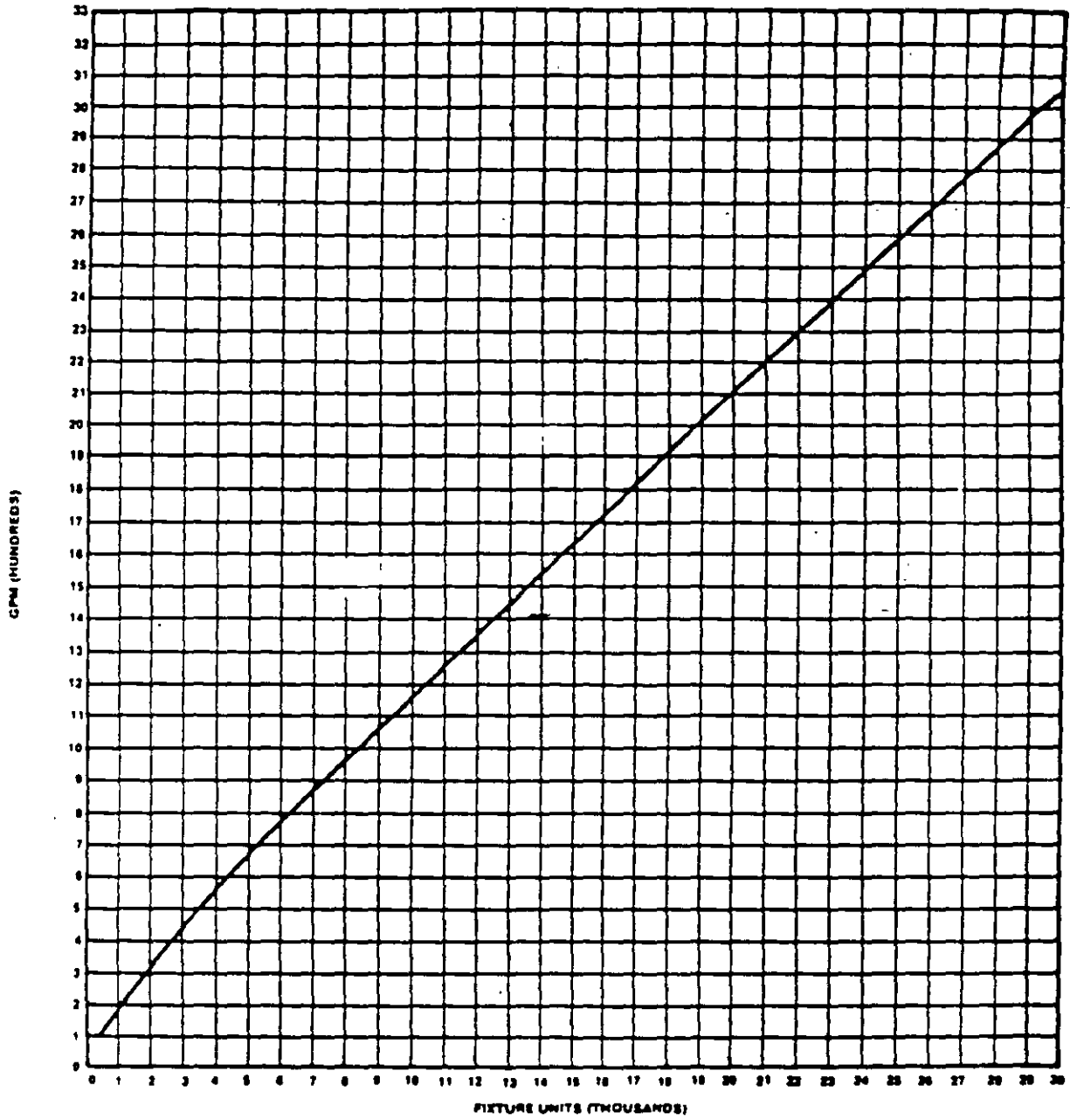
b) **The Technologic 4000 (up to 6 pumps). Capable of special programming and communications.**

c) **Adjustable Frequency Drives: Allen Bradley and ABB.**

d) **Sensors: ITT Barton, Rosemount and Weed.**

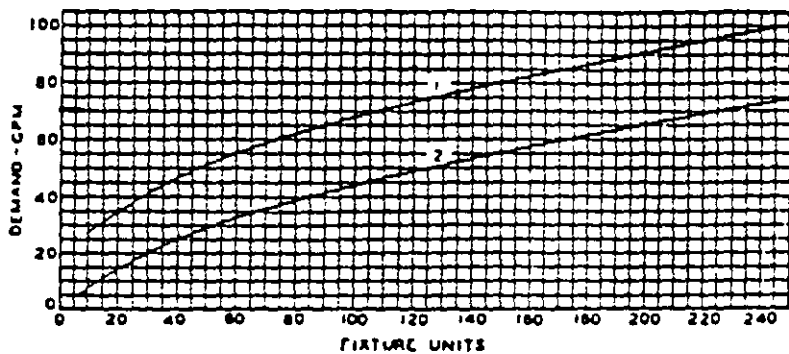
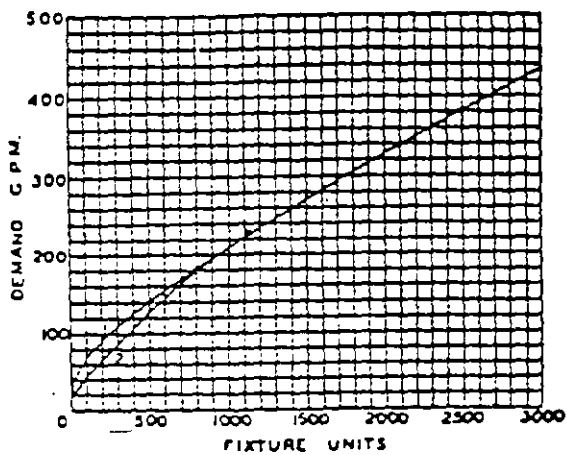
e) **Configurations: Components, Frame Mounted, Cabinet Mounted, Skid Mounted.**





HUNTER'S CURVE

# HUNTER'S CURVE EXPLODED



# SUCTION PRESSURE CALCULATION WORKSHEET

## PRESSURE GAINS--(Positive effects on Suction Pressure)

A. CITY WATER MAIN: i. Elevation from main to pump suction \* \_\_\_\_\_ ft + 2.31 = \_\_\_\_\_ psig

ii. Measured minimum city water pressure = \_\_\_\_\_ psig

Pressure gain =  $\frac{\text{_____}}{(i)} + \frac{\text{_____}}{(ii)} = \text{_____ psig}$  (A)

TANK OR CISTERN : Elevation from tank outlet to pump suction\* \_\_\_\_\_ ft + 2.31= \_\_\_\_\_ psig (A)

## PRESSURE LOSSES--(Negative effects on Suction Pressure)

B. PIPING LOSSES (from supply to booster):

a. Friction: pipe size \_\_\_\_\_" max. GPM \_\_\_\_\_

1. Actual length of straight pipe = \_\_\_\_\_ ft (1)

2. Equivalent lengths for valves/fittings

Attach additional valve/fitting data and include in total, if necessary.

valve/fitting type	quantity	X	_____	=	_____ ft
			equivalent length**		
valve/fitting type	quantity	X	_____	=	+ _____ ft
			equivalent length**		
valve/fitting type	quantity	X	_____	=	+ _____ ft
			equivalent length**		
valve/fitting type	quantity	X	_____	=	+ _____ ft
			equivalent length**		

Total valve/fitting equivalent length straight pipe = \_\_\_\_\_ ft (2)

Piping losses =  $(\frac{\text{_____}}{(1)} + \frac{\text{_____}}{(2)}) \times \frac{\text{_____ ft}/100'}{\text{pressure drop***}} + 2.31 = \text{_____ psig}$  (a)

b. Backflow preventer (typically 11 to 13 psid) \_\_\_\_\_ psig (b)

c. Water Meter (typically 4 to 6 psid): \_\_\_\_\_ psig (c)

d. Other Restrictions: \_\_\_\_\_ psig (d)

Total piping losses = a + b + c + d = \_\_\_\_\_ psig (B)

C. SUCTION LIFT FOR TANK/CISTERN:

Minus foot valve available head \_\_\_\_\_ psig (C)

SUCTION PRESSURE AVAILABLE = A + B + C = \_\_\_\_\_ psig

\* Value is positive if elevation is above pump suction and negative if it is below pump suction

\*\* See Chart B (Equivalent length of Straight Pipe for Valves/Fittings)

\*\*\* From B&G System Syzer or Hydraulic Institute Data Bank

# NET POSITIVE SUCTION HEAD AVAILABLE WORKSHEET

## PRESSURE GAINS--(Positive effects on Suction Pressure)

- A CITY WATER MAIN:**
- i. Elevation from main to pump suction \_\_\_\_\_ ft + 2.31 = \_\_\_\_\_
- ii Measured minimum city water pressure = \_\_\_\_\_
- Pressure gain =  $\frac{\text{_____}}{\text{(i)}} + \frac{\text{_____}}{\text{(ii)}} =$  \_\_\_\_\_ psig  
(A)
- TANK OR CISTERN** Elevation from tank outlet to pump suction\* \_\_\_\_\_ ft + 2.31 = \_\_\_\_\_ psig  
(A)
- B ABSOLUTE ATMOSPHERIC PRESSURE** (0 for City Water Main supply)  
Sea level, 29.9" Hg bar. press., 85°F water. 34 ft + 2.31 = \_\_\_\_\_ psia  
+  $\frac{14.7}{\text{(B)}}$  psia

## PRESSURE LOSSES--(Negative effects on Suction Pressure)

- C CORRECTION FACTOR FOR ABSOLUTE ATMOSPHERIC PRESSURE:** (0 for City Water Main supply)
- a. Highest Water Temperature = \_\_\_\_\_ °F. Vapor Pressure\*\* \_\_\_\_\_ psia - 0.6 psia = \_\_\_\_\_ psia  
If result is non-positive, enter 0. (a)
- b. Elevation: \_\_\_\_\_ + 1000 X 1.2 ft + 2.31 = \_\_\_\_\_ psia  
feet above sea level (b)
- c. Barometric Pressure, 30" -  $\frac{\text{_____}}{\text{Lo Actual}} = \frac{\text{_____}}{\text{Difference}}$   
If result is non-positive, enter 0. For positive results, \_\_\_\_\_ psia  
 $\frac{\text{_____}}{\text{Difference}} \times 1.2 \text{ ft} + 2.31 =$  \_\_\_\_\_ psia (c)
- Correction factor = a + b + c = \_\_\_\_\_ psia (C)

### D PIPING LOSSES

- a Friction: pipe size \_\_\_\_\_ max GPM \_\_\_\_\_
- 1 Actual length of straight pipe = \_\_\_\_\_ ft (1)
- 2 Equivalent lengths for valves/fittings  
Attach additional valve/fitting data and include in total, if necessary
- |                          |                |         |            |
|--------------------------|----------------|---------|------------|
| _____ valve/fitting type | _____ quantity | X _____ | = _____ ft |
| _____ valve/fitting type | _____ quantity | X _____ | = _____ ft |
| _____ valve/fitting type | _____ quantity | X _____ | = _____ ft |
| _____ valve/fitting type | _____ quantity | X _____ | = _____ ft |
- Total valve/fitting equivalent length straight pipe = \_\_\_\_\_ ft (2)
- Piping losses =  $\left( \frac{\text{_____}}{\text{(1)}} + \frac{\text{_____}}{\text{(2)}} \right) \times \frac{\text{_____ ft}^5/100' + 2.31}{\text{pressure drop****}} =$  \_\_\_\_\_ psig (a)
- b Backflow preventer (typically 11 to 13 psid) \_\_\_\_\_ psig (b)
- c Water Meter (typically 4 to 6 psid) \_\_\_\_\_ psig (c)
- d Other Restrictions \_\_\_\_\_ psig (d)
- Total piping losses = a + b + c + d = \_\_\_\_\_ psig (D)












### E SUCTION LIFT FOR TANK/CISTERN

Minus foot valve available head \_\_\_\_\_ psig (E)

**NET POSITIVE SUCTION HEAD AVAILABLE = A + B - C - D - E = \_\_\_\_\_ psia**

\* value is positive if elevation is above pump suction and negative if it is below pump suction  
 \*\* See Chart C, any Thermodynamics textbook or ASHRAE Fundamentals  
 \*\*\* See Chart B (Equivalent length of Straight Pipe for Valves/Fittings)  
 \*\*\*\* From B&G System Syzer or Hydraulic Institute Data Bank

## Equivalent Lengths of new straight pipe for valves and fittings

FITTINGS			PIPE SIZE																					
			1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"	5"	6"	8"	10"	12"	14"	16"	18"	20"	24"			
	SCREWED	STEEL C.I.	2.3	2.1	2.0	1.9	1.8	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3	1.2	1.1	1.0	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2	0.1
	FLANGED	STEEL C.I.	...	...	.92	1.2	1.6	2.1	2.6	3.1	3.6	4.1	4.6	5.1	5.6	6.1	6.6	7.1	7.6	8.1	8.6	9.1	9.6	10.1
	SCREWED	STEEL C.I.	1.5	2.0	2.3	2.5	2.7	2.9	3.1	3.3	3.5	3.7	3.9	4.1	4.3	4.5	4.7	4.9	5.1	5.3	5.5	5.7	5.9	6.1
	FLANGED	STEEL C.I.	...	...	1.1	1.3	1.6	2.0	2.3	2.7	2.9	3.1	3.4	3.7	4.0	4.3	4.6	4.9	5.2	5.5	5.8	6.1	6.4	6.7
	SCREWED	STEEL C.I.	.34	.32	.31	.30	.29	.28	.27	.26	.25	.24	.23	.22	.21	.20	.19	.18	.17	.16	.15	.14	.13	.12
	FLANGED	STEEL C.I.	...	...	.48	.59	.71	1.1	1.3	1.7	2.0	2.4	2.8	3.3	3.8	4.3	4.8	5.3	5.8	6.3	6.8	7.3	7.8	8.3
	SCREWED	STEEL C.I.	.79	1.2	1.7	2.4	3.2	4.4	5.6	7.7	9.2	11	12	17	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
	FLANGED	STEEL C.I.	...	...	.69	.83	1.0	1.3	1.5	1.8	1.9	2.2	2.3	2.5	2.8	3.1	3.4	3.7	4.0	4.3	4.6	4.9	5.2	5.5
	SCREWED	STEEL C.I.	2.4	2.3	2.2	2.1	2.0	1.9	1.8	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3	1.2	1.1	1.0	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4	0.3
	FLANGED	STEEL C.I.	...	...	2.0	2.6	3.3	4.4	5.6	7.3	9.4	12	15	18	24	30	34	37	43	47	52	57	62	67
	SCREWED	STEEL C.I.	2.3	3.1	3.6	4.4	5.2	6.6	7.6	8.5	9.3	11	13	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
	REG. FLANGED	STEEL C.I.	...	...	.92	1.2	1.6	2.1	2.6	3.1	3.6	4.1	4.6	5.1	5.6	6.1	6.6	7.1	7.6	8.1	8.6	9.1	9.6	10.1
	LONG RAD. FLANGED	STEEL C.I.	...	...	1.1	1.3	1.6	2.0	2.3	2.7	2.9	3.1	3.4	3.7	4.0	4.3	4.6	4.9	5.2	5.5	5.8	6.1	6.4	6.7
	SCREWED	STEEL C.I.	21	22	22	24	29	37	42	54	62	79	110	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
	FLANGED	STEEL C.I.	...	...	28	40	43	54	69	77	94	120	150	190	240	310	390	...	...	...	...	...	...	...
	SCREWED	STEEL C.I.	.22	.45	.54	.67	.84	1.1	1.2	1.5	1.7	1.9	2.3	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
	FLANGED	STEEL C.I.	...	...	...	...	...	...	2.6	2.7	2.8	2.9	3.1	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2
	SCREWED	STEEL C.I.	12.0	15	15	15	17	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
	FLANGED	STEEL C.I.	...	...	15	15	17	18	18	21	22	28	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
	SCREWED	STEEL C.I.	7.2	7.2	8.0	8.2	11	13	15	19	22	27	30	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
	FLANGED	STEEL C.I.	...	...	3.8	3.3	7.2	10	12	17	21	27	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
	SCREWED	STEEL C.I.	.14	.16	.21	.24	.29	.34	.39	.45	.47	.52	.65	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
	FLANGED	STEEL C.I.	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...

**CHART B**

**ATTACHMENT C**



**CHART C**  
Vapor Pressure Correction Chart

Temperature (°F)	Vapor Pressure (psig)	Temperature	Vapor Pressure (psig)
85-90	0.6	115.6-117.5	1.5
90.1-94	0.7	117.6-120	1.6
94.1-98	0.8	120.1-122	1.7
98.1-101	0.9	122.1-124	1.8
101.1-104.5	1.0	124.1-126	1.9
104.6-107.5	1.1	126.1-129.5	2.0
107.6-110.5	1.2	129.6-132.5	2.2
110.6-113	1.3	132.6-135.5	2.4
113.1-115.5	1.4	135.6-138	2.6

**ATTACHMENT C**

### Static Head Pressure Drop

The head loss for the system is not complete until you calculate the head loss due to lifting the water up (SEE Diagram C). To calculate this, obtain the elevation of piping and calculate the difference in elevation between the discharge of the pressure booster to the highest point in the system (in feet). Divide this by 2.31 ft of head/psi and you have the converted static head loss to pounds per square inch.

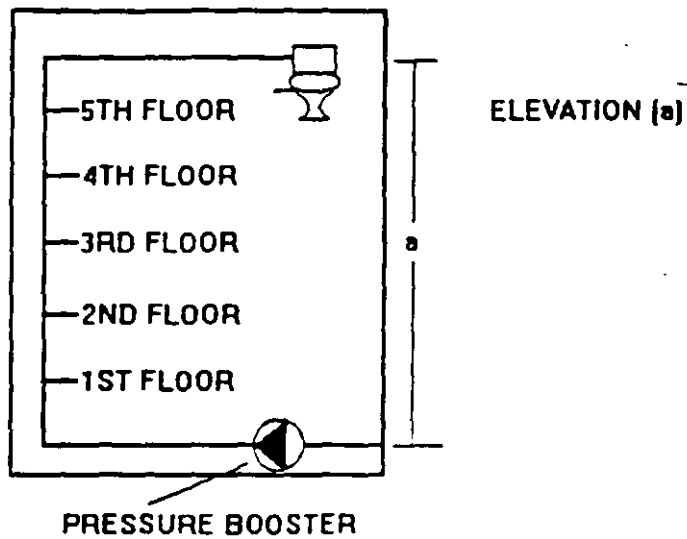


Diagram C

ATTACHMENT D

**PATH PRESSURE DROP CALCULATION CHART 1**

pipe size \_\_\_\_\_"  
(A)

flow rate \_\_\_\_\_ GPM  
(B)

Valve/Fitting Type	Quantity (a)	Equivalent Length* (b)	Length of Straight Pipe = axb=(c)
straight pipe	-	-	
regular 90° ell			
long radius 90° ell			
regular 45° ell			
tee-line flow			
tee-branch flow			
180° return bend			
globe valve			
gate valve			
angle valve			
swing check valve			
coupling or union			

Total length of straight pipe (add column c) = \_\_\_\_\_ ft  
(C)

\*See Equivalent Length of Straight Pipe for Valves/Fittings Chart.

**PATH PRESSURE DROP CALCULATION CHART 2**

A Pipe Size	B. Flow Rate (GPM)	C. Length of Straight Pipe	D. Pressure Drop** (ft/100' pipe)	Pressure Drop (C X D)/100'

Pressure Drop for Piping Run = \_\_\_\_\_  
(E)

Pressure Drop for Piping Friction Loss = E + 2.31 = _____ psig
--

\*\* From B&G System Syzer or Hydraulic Institute Data Book

## Required Pressure Boost Calculation Sheet

1. Suction Pressure Available to Booster \_\_\_\_\_psig  
(A)
2. Pressure Drop due to Piping Friction Loss \_\_\_\_\_psig  
(B)
3. Pressure Drop due to Static Height Loss \_\_\_\_\_psig  
(C)
4. Pressure Drop due to fixture loss \_\_\_\_\_psig  
(D)
5. Total Required Pressure = B + C + D \_\_\_\_\_psig
6. Total Required Pressure Boost = B + C + D - A \_\_\_\_\_psig

**ATTACHMENT F**

## **ATTACHMENT G**

### **Hydropneumatic Tank Sizing**

Although the Hydropneumatic tank when placed in a potable water system can minimize surges from abrupt changes in flow, it is used primarily for drawdown purposes on a pressure booster system with a No Flow Shut-down (NFSD) Option. NFSD shuts the lead pump off and the low demand of the building draws from the tank which is pressurized (filled) by the pressure booster when in operation. Hydropneumatic Tank Sizing is not so much a science but rather an art. Selection sheets, drawdown calculations etc. provided to you from various manufacturers add to the confusion of selecting the right tank for a particular job.

Simply put the tank size is dependent on two things: 1. how long you want the pumps to be off and 2. where the tank is located. A given building will have a low demand rate for various times of the day or night. Leaky faucets, janitors working, lawn sprinklers etc. add up to make this number.

This number (in GPM) multiplied by the time you want the unit to be off is the drawdown in gallons your building will need. The time can be from 3 minutes (time delay relay's setting) to 30 minutes. The greater the number, the greater the tank size. Some manufacturers say 10 minutes others 30 minutes. It is really your choice there is no right number. The longer the unit is off the more energy you save, the larger the tank the longer it takes to payback the equipment selected. We have developed a selection procedure that estimates the low demand (nightly) drawdown for various buildings (SEE Hydropneumatic Tank Sizing Sheet).

### **Hydropneumatic Tank Drawdown Calculation**

The drawdown needed for a given low demand period is not the tank size. Because the tank is at a particular final pressure (pressure at tank when the booster is on) and an initial pressure (minimum allowable system pressure at the tank), the tank cannot empty its entire volume. A drawdown coefficient (derived from Boyle's Law  $P_1V_1 = P_2V_2$ ) has to be calculated from manufacturers published data. We have furnished a Tank Selection sheet that contains this information. (SEE Bell & Gossett's Hydropneumatic Tank Selection). The drawdown is highly effected by the minimum allowable pressure; the lower this number can be the smaller the tank.

### **Hydropneumatic Tank Placement**

There are variety of places in a system where a tank can be installed. Most popular is a connection to the discharge header leading out to the system. Another is directly after the pump, and the finally somewhere out in the system (on the roof typically). The benefits are varied for each circumstance. For example, in a high rise building, placing the tank upon the roof can eliminate the need to have working pressure construction that can handle both the pressure

**STEP 1**

**ACCEPTANCE VOLUME FOR VARIOUS TYPES OF BUILDINGS  
(IN GALLONS)**

	APARTMENT BLDGS	HOSPITAL	SCHOOLS	UNIVERSITIES-CLASS ROOMS	UNIVERSITIES-DORMATORIES	COMMERCIAL	AIRPORTS	HOTELS	PRISONS	RESIDENTIAL	INDUSTRIAL
50	8	60	15	15	23	11	60	15	75	5	68
100	15	120	30	30	45	23	120	30	150	9	135
200	30	240	60	60	90	45	240	60	300	18	270
300	45	360	90	90	135	68	360	90	450	27	405
400	60	480	120	120	180	90	480	120	600	36	540
500	75	600	150	150	225	113	600	150	750	45	675
600	90	720	180	180	270	135	720	180	900	54	810
700	105	840	210	210	315	158	840	210	1050	63	945
800	120	960	240	240	360	180	960	240	1200	72	1080
900	135	1080	270	270	405	203	1080	270	1350	81	1215
1000	150	1200	300	300	450	225	1200	300	1500	90	1350

THE ABOVE TANK ACCEPTANCE VOLUME IS BASED ON 30 MINUTE SHUT-DOWN TIME FOR THE LEAD PUMP BASED ON LOW USAGE DATA FOR VARIOUS TYPES OF BUILDINGS. THE ACCEPTANCE VOLUME CAN BE ADJUSTED FOR DIFFERENT DESIRED SHUTDOWN TIMES BY USING THE FOLLOWING EQUATION:

$$\text{ACCEPTANCE VOLUME (FROM ABOVE)} \times \text{DESIRED SHUTDOWN TIME (IN MINUTES)} \div 30 \text{ MINUTES} = \text{ADJUSTED ACCEPTANCE VOLUME}$$

**STEP 2**

NOW THAT YOU HAVE DETERMINED THE ACCEPTANCE VOLUME REQUIRED, IT IS NECESSARY TO DETERMINE THE TANK SIZE BASED ON DRAW DOWN CAPABILITIES FOR THE GIVEN TANK MANUFACTURER. THERE ARE DIFFERENT CHARTS AND GRAPHS FOR EACH MANUFACTURER. NOTE, THAT DEPENDING ON STATIC PRESSURE AND OPERATING PRESSURE THE ACTUAL VOLUME OF WATER AVAILABLE FOR DRAW-DOWN CAN VARY. PLEASE CONSULT THESE CHARTS TO VERIFY THE MODEL NUMBER/TANK SIZE YOU WISH TO USE.

# Bell & Gossett's Hydropneumatic Tank Selection

## STEP 1

Determine the draw-down  $T$  (using chart A) for a given initial tank pressure and the final tank pressure. The initial tank pressure is the minimum allowable pressure of the system (at the point of the tank) before pressure booster cuts back on line. The final tank pressure is equal to the maximum system discharge pressure (at the point of the tank) or, the pressure reducing valve setting if the tank is connected at the booster. **ACTUAL USEABLE GALLONS MAY VARY  $\pm 10\%$ .**

**CHART A**

**INITIAL TANK PRESSURE PSI**

FINAL TANK PRESSURE PSI	INITIAL TANK PRESSURE PSI																				
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100		
20	667	593	520	447	374	301	228	155	82												
25	593	520	447	374	301	228	155	82													
30	520	447	374	301	228	155	82														
35	447	374	301	228	155	82															
40	374	301	228	155	82																
45	301	228	155	82																	
50	228	155	82																		
55	155	82																			
60	82																				
65																					
70																					
75																					
80																					
85																					
90																					
95																					
100																					
105																					
110																					
115																					
120																					
125																					
130																					
135																					
140																					
145																					
150																					
155																					
160																					
165																					
170																					
175																					
180																					
185																					
190																					
195																					
200																					

### EXAMPLE

We have a pressure booster sized for 1000 GPM at 130 psig discharge pressure with 40 psig minimum suction pressure available from the city. The tank is located on the roof of a 5 story building. Calculate the tank size for a minimum usage of 4 GPM for 30 minute shut-down desired and 100 psig booster cut-in pressure.

- 4 GPM x 30 minute = 120 Gallons of acceptance volume needed
- Tank initial pressure = 100 psig - (10 feet piping head loss/2.31 psig/foot) - (70 feet static height/2.31 psig/foot) = 65.4 psig
- Tank final pressure = 130 psig (discharge of pressure booster) - (10 feet piping head loss/2.31 psig/foot) - (70 feet static height/2.31 psig/foot) = 95.4 psig
- Using CHART A we find a draw-down coefficient of .273
- Divide our 120 gallons of acceptance volume needed by .273 and you come up with the total capacity in gallons for the tank needed: 120 gallons ÷ .273 = 439 gallons
- Using PSG-212 you would come up with either a Bell & Gossett H-420 or a H-530 depending upon how critical the application is and the down time needed

**ATTACHMENT G**

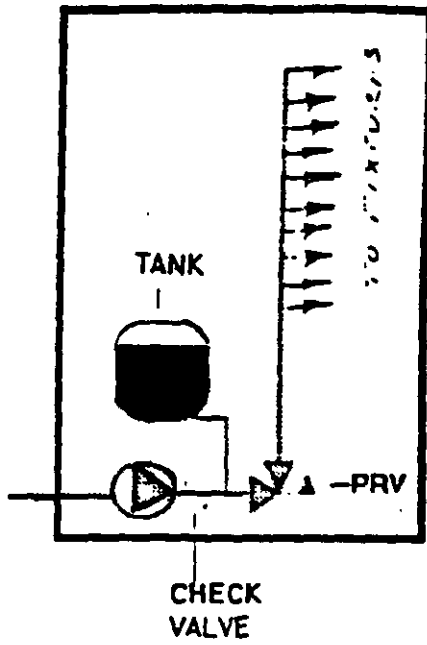


Figure H--(Tank after Pump)

**ATTACHMENT G**



Total hours/year = 8760  
Total annual operating cost = \$2010.08

---

ATTACHMENT H

B&G Pumping System Analysis:

SUMMARY OF INPUT DATA: Hotel/motel, with laundry

System peak demand: 275.00 gpm  
 System discharge pressure: 197.62 ft. ( 85.60 psig)  
 Minimum control/Static pressure: 14.00 ft. ( 6.06 psig)

Standard Efficiency (SE) 60-cycle motor.

2 Pump System:

Pump 1: Series 1531 2AC, Impeller diameter 6.750"  
 Design RPM = 3500.0, Motor HP = 10.00  
 Pump 2: Series 1531 2AC, Impeller diameter 6.750"  
 Design RPM = 3500.0, Motor HP = 10.00

CONSTANT SPEED OPERATION:

Staging GPM = 252.07

Hrs	Q/Qd,%	TGPM	TDE,ft	BHP	Ep,%	BHP/HP,m	HP,in	E,mtr,%	kWHR	\$/day	E,w/w,%
8.00	10.0	27.5	184.7	7.64	16.8	0.764	8.80	86.8	52.5	5.25	14.6
4.75	25.0	68.8	184.7	7.64	42.0	0.764	8.80	86.8	31.2	3.12	36.4
6.00	45.0	123.8	184.3	9.31	61.8	0.931	10.67	87.3	47.7	4.77	54.0
5.00	70.0	192.5	174.0	11.73	72.1	1.173	13.42	87.4	50.0	5.00	63.0
0.25	95.0	261.3							2 pumps in parallel		
		130.6	183.8	9.57	63.3	0.957	10.96	87.4	2.0	0.20	55.3
		130.6	183.8	9.57	63.3	0.957	10.96	87.4	2.0	0.20	55.3

COST SUMMARY:

Annual Operating Cost @ \$0.10 / kwhr = \$ 6771.08  
 8760 hours/year or 100.00%  
 Total annual operating cost = \$ 6771.08  
 Total kW hours = 67710.83

VARIABLE SPEED OPERATION: ( Table 1 of 3 )

System suction pressure: 13.85 ft. ( 6.00 psig)

Staging GPM = 261.25

Best Efficiency Staging is ON

Hrs	Q/Qd,%	TGPM	TDR,ft	BHP	Ep,%	RPM	HP,in	E,d/m,%	kWHR	S/day	E,w/w,%
Extended operation below 30% nameplate speed not recommended, speed increased.											
8.00	10.0	27.5	2.0	0.07	19.9	1055.8	0.14	50.2	0.8	0.08	10.0
4.75	25.0	68.8	11.6	0.47	42.6	1055.8	0.94	50.2	3.3	0.33	21.4
6.00	45.0	123.8	37.3	1.89	61.7	1720.2	2.72	69.6	12.2	1.22	42.9
5.00	70.0	192.5	90.1	6.08	72.0	2663.2	7.27	83.6	27.1	2.71	60.2
0.25	95.0	261.3							2 pumps in parallel		
		130.6	165.9	8.65	63.2	3340.6	9.97	86.8	1.9	0.19	54.9
		130.6	165.9	8.65	63.2	3340.6	9.97	86.8	1.9	0.19	54.9

Annual Operating Cost @ \$0.10 / kwhr = \$ 860.43

4380 hours/year or 50.00%

Total kW hours = 8604.30

ATTACHMENT H



		61.9	37.3	1.09	53.7	1677.7	1.58	68.6	7.1	0.71	36.9
		61.9	37.3	1.09	53.7	1677.7	1.58	68.6	7.1	0.71	36.9
5.00	70.0	192.5							2 pumps in parallel		
		96.3	90.1	3.54	61.9	2622.1	4.25	83.2	15.9	1.59	51.5
		96.3	90.1	3.54	61.9	2622.1	4.25	83.2	15.9	1.59	51.5
0.25	95.0	261.3							3 pumps in parallel		
		87.1	165.9	5.98	61.0	3287.2	6.90	86.6	1.3	0.13	52.8
		87.1	165.9	5.98	61.0	3287.2	6.90	86.6	1.3	0.13	52.8
		87.1	165.9	5.98	61.0	3287.2	6.90	86.6	1.3	0.13	52.8

---

Annual Operating Cost @ \$0.10 / kwhr = \$ 1979.19

8760 hours/year or 100.00%

Total kW hours = 19791.93

**COST SUMMARY:**

Suction Pressure : 6.0 psig

Percent of Year : 100%

Hours/Year : 8760

Annual Operating Cost: \$1979.19

Total hours/year = 8760

Total annual operating cost = \$1979.19

---

We will now discuss what option be selected for the pressure booster:

**MANUAL OR AUTOMATIC ACTION:** This option offers the end user the ability to equalize wear on his sized pumps by alternating the sequence of the pump staging (i.e. 1-2-3, -1-2)

**ACTION:** This option offers the end user the ability to equalize wear on his sized pumps by alternating the sequence of the pump staging (i.e. 1-2-3, -1-2)

**AUDIO/VISUAL ALARM:** This option will give a horn signal as well as a flashing light to alarm an operator of an alarm condition. Ideal for critical operations where down time is a premium. This can also be given as a dry contact alarm to an energy management system.

**AQUASTAT:** This option gives the pressure booster a means of shutting down operation when pump casing water temperature rises too high.

**LOW SUCTION PRESSURE CUT-OUT:** This option should be chosen on every unit. It protects the booster from operating the pumps without sufficient suction pressure. The unit shuts down operation until pressure is restored.

**LOW WATER LEVEL ELECTRODE:** This provides the same protection as low suction cut out but is meant for boosters that pull out of a tank or cistern.

**HIGH SUCTION PRESSURE CUT-OUT:** This feature can be handy when city water pressure fluctuate on the high side. This option shuts the booster package off when city water pressure is high enough to supply the demands of the building.

**NO FLOW SHUT-DOWN:** This selection shuts down the unit on low demand to save energy. It should be furnished with a hydropneumatic tank (SEE SECTION 6).

**FUSED DISCONNECT/CIRCUIT BREAKERS:** This gives the operator a means to power down the unit for service and provides individual short circuit protection for each motor. Circuit Breakers, although not as fast acting as fuses, should be provided when spare fuses availability is a problem.

**MATERIALS FOR CONSTRUCTION:** This is a matter of local city codes. The least expensive would be galvanized steel with copper a close second. Stainless Steels and epoxy coated steels can be offered at a premium. If choosing a copper unit, note that due to its inability to support a great deal of weight, the copper units come with horizontally mounted pumps. Vertically mounted pumps which offer the smallest footprint would have to come with galvanized, stainless or epoxy coated steels.

**OTHER OPTIONS:** Exotic offerings can be anywhere from flow and kW readouts to special power transfer switches for emergency generators. These

should be pointed out and discussed with your local Bell & Gossett representative.

**ATTACHMENT I**

## Example Problems

### Example #1:

A hotel in downtown Metropolis is being built. The luxury hotel will be a 6 story building with 75 guest rooms, 4 suites, a ground level restaurant/banquet facility, and an indoor swimming pool in the basement. The hotel has a cooling tower on the top of the building with the rest of the equipment in the basement. Using the flow calculation sheet an inspection/totalization was made of the fixtures (see Figure A).

1. Calculate the flow requirement for the building.

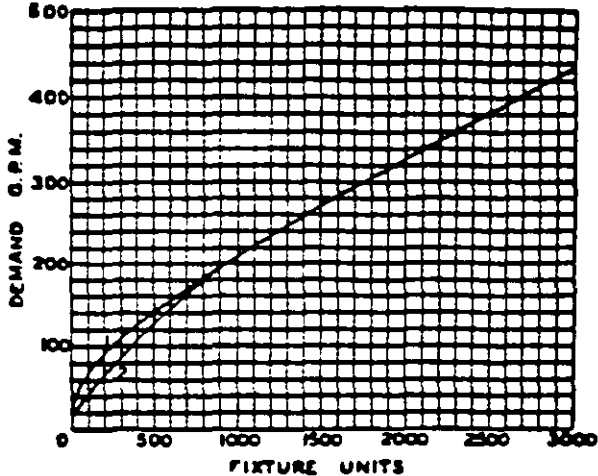
### FLOW CALCULATION SHEET

FIXTURE TYPE	COLUMN A FIXTURE UNIT/ FIXTURE	COLUMN B QUANTITY OF FIXTURES	TOTAL FIXTURE UNIT COUNT (A X B)	COLUMN C CW FIXTURE* UNITS/FIXTURE	COLUMN D HW FIXTURE* UNITS/FIXTURE	TOTAL CW FIXTURE UNITS* (B X C)	TOTAL HW FIXTURE UNITS* (B X D)
WC/Public--Flush Valve	10	91	910	10		910	
WC/Public--Flush Tank	6			6			
Pedestal Urinal/Public	10	2	20	10		20	
Stall-Wall Urinal/Public	6			6			
Stall-Wall Urinal/Public	3			3			
Lavatory/Public	2	85	170	1.5	1.5	177.5	177.5
Bathup/Public	4			3	3		
Shower Head/Public	4	85	340	3	3	255	
Service Sina/Office	3	10	30	2.25	2.25	22.5	
Kitchen Sina/Motel etc	4	2	8	3	3	6	
WC/Private--Flush Valve	6			6			
WC/Private--Flush Tank	3			3			
Lavatory/Private	1			0.75	0.75		
Bathup/Private	2			1.5	1.5		
Shower Head/Private	2			1.5	1.5		
Bathroom Group/Private--Flush Valve	8			8.25	2.25		
Bathroom Group/Private--Flush Tank	6			6.25	6.25		
Separate Shower/Private	2			1.5	1.5		
Kitchen Sina/Private	2			1.5	1.5		
Dishwasher/Private--Public	4	2	8	3	3	6	6
Washing Machine/Private	8			6	6		
Washing Machine/Hospital	6	2	12	4.5	4.5	9	9
Boiler/Private	3	4	12	2.25	2.25	9	9
Ice maker/Private--Public	3	11	33	3		33	
Laundry Hoses/Public	6	2	12	8		12	
Laundry Hoses/Commercial	4			4			
Equipment Fill Valves/Commercial	4	2	8	4		8	
OTHER FIXTURES							
OTHER FIXTURES							
OTHER FIXTURES							
OTHER FIXTURES							
	TOTAL BUILDING FIXTURE UNIT COUNT		1551				
				TOTAL BUILDING CW FIXTURE UNITS		1418	
					TOTAL BUILDING HW FIXTURE UNITS		476

\*USED FOR BUILDING PIPE SIZING ONLY



Using the the **FLOW CALCULATION SHEET** to catagorize and count the fixtures for the hotel For pipe sizing (**SECTION 4**) you should totalize the fixture unit counts for the individual hot and cold water requirements for the fixtures.



**CHART A1**

Using the total fixture count of 1551 and **CHART A1** from **SECTION 1**, you will find you have a total flow requirement of 275 GPM.

The hotel is serviced by a 6" water main coming from the city. The city water pressure (obtained from the water company and measured) varies during the course of the day from a low on 30 psig to a high of 40 psig. The suction piping from the booster to the street is shown in Figure B. An inspection of the plumbing drawings shows that although there is an industrial washing machine in the basement with a 25 psid pressure drop (PD), the longest piping run's (to the top of the building) piping friction loss plus the pressure drop due to static height plus the flush valve (25 psid PD) is the greatest pressure drop path. Even though the cooling tower is 20 feet higher and has a 10 psid PD fill valve, the total is less than the last toilet on the 48th floor. Below (Figure C) is a totalization of fittings/valves and straight pipe lengths for their respective sizes and flow rates.

2. Using the Pressure Boost Calculation Method, calculate the pressure required to deliver water to the hotel and the pressure boost required.

PATH PRESSURE DROP CALCULATION CHART 1

pipe size 4 (A) flow rate 275 GPM (B)

Valve/Fitting Type	Quantity (a)	Equivalent Length* (b)	Length of Straight Pipe = axb=(c)
straight pipe	-	-	110
regular 90° ell	5	5.9	29.5
long radius 90° ell	0		
regular 45° ell	0		
tee-line flow	3	2.8	8.4
tee-branch flow	1	12	12
180° return bend	0		
globe valve	3	120	360
gate valve	0		
angle valve	0		
swing check valve	1	30	30
coupling or union	3	.65	1.95

Total length of straight pipe (add column c) = 559.85 ft (C)

\*See Equivalent Length of Straight Pipe for Valves/Fittings Chart.

PATH PRESSURE DROP CALCULATION CHART 1

pipe size 4 (A) flow rate 230 GPM (B)

Valve/Fitting Type	Quantity (a)	Equivalent Length* (b)	Length of Straight Pipe = axb=(c)
straight pipe	-	-	15
regular 90° ell	0		
long radius 90° ell	0		
regular 45° ell	0		
tee-line flow	2	2.8	5.6
tee-branch flow	0		
180° return bend	0		
globe valve	1	120	120
gate valve	0		
angle valve	0		
swing check valve	0		
coupling or union	0		

Total length of straight pipe (add column c) = 140.6 ft (C)

\*See Equivalent Length of Straight Pipe for Valves/Fittings Chart.

PATH PRESSURE DROP CALCULATION CHART 1

pipe size 3  
(A)

flow rate 185 GPM  
(B)

Valve/Fitting Type	Quantity (a)	Equivalent Length* (b)	Length of Straight Pipe = a <b>x</b> b=(c)
straight pipe	-	-	15
regular 90° ell	0		
long radius 90° ell	0		
regular 45° ell	0		
tee-line flow	3	2.8	8.4
tee-branch flow	0		
180° return bend	0		
globe valve	0		
gate valve	3	2.8	8.4
angle valve	0		
swing check valve	0		
coupling or union	0		

Total length of straight pipe (add column c) = 31.8 ft  
(C)

\*See Equivalent Length of Straight Pipe for Valves/Fittings Chart.

PATH PRESSURE DROP CALCULATION CHART 1

pipe size 3  
(A)

flow rate 140 GPM  
(B)

Valve/Fitting Type	Quantity (a)	Equivalent Length* (b)	Length of Straight Pipe = a <b>x</b> b=(c)
straight pipe	-	-	15
regular 90° ell	0		
long radius 90° ell	0		
regular 45° ell	0		
tee-line flow	3	1.9	5.7
tee-branch flow	0		
180° return bend	0		
globe valve	0		
gate valve	3	2.7	8.1
angle valve	0		
swing check valve	0		
coupling or union	0		

Total length of straight pipe (add column c) = 28.8 ft  
(C)

\*See Equivalent Length of Straight Pipe for Valves/Fittings Chart.

PATH PRESSURE DROP CALCULATION CHART 1

pipe size 2 1/2  
(A)

flow rate 95 GPM  
(B)

Valve/Fitting Type	Quantity (a)	Equivalent Length* (b)	Length of Straight Pipe = a <b>x</b> b=(c)
straight pipe	-	-	15
regular 90° ell	0		
long radius 90° ell	0		
regular 45° ell	0		
tee-line flow	4	7.7	30.8
tee-branch flow	0		
180° return bend	0		
globe valve	0		
gate valve	4	2.6	10.4
angle valve	0		

swing check valve	0		
coupling or union	0		

Total length of straight pipe (add column c) = 56.2 ft  
(C)

\*See Equivalent Length of Straight Pipe for Valves/Fittings Chart.

PATH PRESSURE DROP CALCULATION CHART 1

pipe size 2  
(A)

flow rate 45 GPM  
(B)

Valve/Fitting Type	Quantity (a)	Equivalent Length* (b)	Length of Straight Pipe = axb=(c)
straight pipe	-	-	15
regular 90° ell	0		
long radius 90° ell	0		
regular 45° ell	0		
tee-line flow	5	1.8	9
tee-branch flow	0		
180° return bend	0		
globe valve	0		
gate valve	5	2.6	13
angle valve	0		
swing check valve	0		
coupling or union	0		

Total length of straight pipe (add column c) = 37 ft  
(C)

\*See Equivalent Length of Straight Pipe for Valves/Fittings Chart.

PATH PRESSURE DROP CALCULATION CHART 1

pipe size 1 1/2  
(A)

flow rate 25 GPM  
(B)

Valve/Fitting Type	Quantity (a)	Equivalent Length* (b)	Length of Straight Pipe = axb=(c)
straight pipe	-	-	40
regular 90° ell	0		
long radius 90° ell	0		
regular 45° ell	0		
tee-line flow	3	1.5	4.5
tee-branch flow	0		
180° return bend	0		
globe valve	0		
gate valve	3	1.2	3.6
angle valve	0		
swing check valve	0		
coupling or union	0		

Total length of straight pipe (add column c) = 48.1 ft  
(C)

\*See Equivalent Length of Straight Pipe for Valves/Fittings Chart.

PATH PRESSURE DROP CALCULATION CHART 1

pipe size 1 (A)

flow rate 10 GPM (B)

Valve/Fitting Type	Quantity (a)	Equivalent Length* (b)	Length of Straight Pipe = a x b = (c)
straight pipe			50
regular 90° ell	0		
long radius 90° ell	0		
regular 45° ell	0		
tee-line flow	7	1	7
tee-branch flow	0		
180° return bend	0		
globe valve	0		
gate valve	7	.84	5.9
angle valve	0		
swing check valve	0		
coupling or union	0		

Total length of straight pipe (add column c) = 62.9 ft (C)

\*See Equivalent Length of Straight Pipe for Valves/Fittings Chart.

PATH PRESSURE DROP CALCULATION CHART 1

pipe size 3/4 (A)

flow rate 4 GPM (B)

Valve/Fitting Type	Quantity (a)	Equivalent Length* (b)	Length of Straight Pipe = a x b = (c)
straight pipe			30
regular 90° ell	5	7.2	36
long radius 90° ell	0		
regular 45° ell	0		
tee-line flow	12	.82	9.8
tee-branch flow	0		
180° return bend	0		
globe valve	0		
gate valve	10	.67	6.7
angle valve	0		
swing check valve	0		
coupling or union	4	.24	1

Total length of straight pipe (add column c) = 53.5 ft (C)

\*See Equivalent Length of Straight Pipe for Valves/Fittings Chart

PATH PRESSURE DROP CALCULATION CHART 2

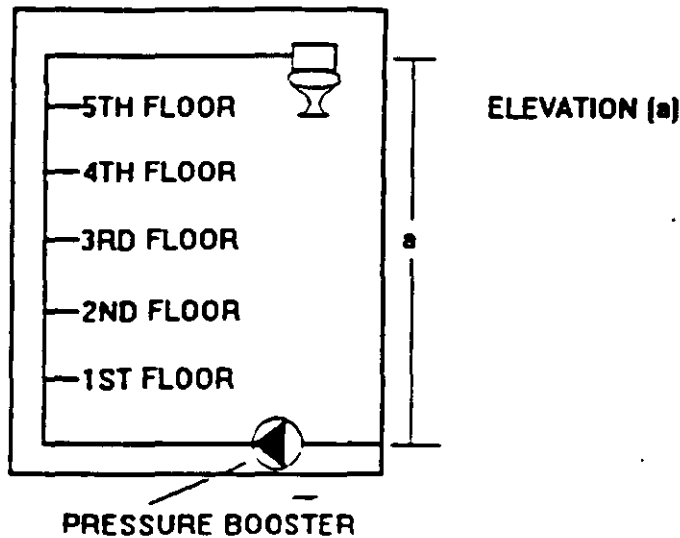
A. Pipe Size	B. Flow Rate (GPM)	C. Length of Straight Pipe	D. Pressure Drop** (ft/100' pipe)	Pressure Drop (C X D)/100'
4	275	559.85	2.8	21.27
4	230	140.6	2.9	4.08
3	185	31.8	7	2.23
3	140	28.8	4.3	1.24
2.5	95	56.2	5.7	3.20
2	45	37	4.3	1.59
1.5	25	48.1	6.1	2.93
1	10	67.9	6.7	4.21
.75	4	53.5	5.2	2.78

$$\text{Pressure Drop for Piping Run} = \frac{43.53}{(E)}$$

$$\text{Pressure Drop for Piping Friction Loss} = (E) + 2.31 = 18.8 \text{ psig}$$

\*\* From B&G System Syzer or Hydraulic Institute Data Book

The next step is to determine the pressure drop due to static height. An elevation drawing will give you the necessary information. The difference in elevation from the discharge of the pressure booster to the inlet of the last fixture for the greatest pressure drop path we have chosen will give you this number.



Elevation Sketch

The elevation difference is 108 feet. This number divided by 2.31 gives you the pressure drop (in psi) due to static height (46.8 psi).

The pressure required to deliver water to the hotel would be the Pressure Drop due to pipe friction (18.8 psi) plus the pressure drop due to static height (46.8 psi) plus the pressure drop of the fixture at the end of the path. This is the fixture with the highest pressure drop (flush valve toilet). The drop according to manufacturers data is 20 psi. The required pressure would be:

$$\text{Required Pressure} = 18.8 + 46.8 + 20 = 85.6 \text{ psi}^*$$

\*This number plus the suction pressure will determine the equipment's working pressure.

To determine the Required Boost it is necessary to calculate the available pressure to the suction of the pressure booster. First obtain a drawing of the suction piping from the main to the pressure booster. It will be necessary to determine elevations. The sketch below is the suction flow diagram for the hotel. Using this and the Suction Pressure Calculation Sheet determine the suction pressure available.

# SUCTION PRESSURE CALCULATION WORKSHEET

## PRESSURE GAINS--(Positive effects on Suction Pressure)

A. CITY WATER MAIN: i. Elevation from main to pump suction =  $\underline{-15}$  ft + 2.31 =  $\underline{-6.5}$  psig

ii. Measured minimum city water pressure =  $\underline{30}$  psig  
 Pressure gain =  $\frac{\underline{-6.5}}{(i)} + \frac{\underline{30}}{(ii)} = \frac{\underline{23.5}}{(A)}$  psig

TANK OR CISTERN: Elevation from tank outlet to pump suction =  $\underline{\quad}$  ft + 2.31 =  $\underline{\quad}$  psig (A)

## PRESSURE LOSSES--(Negative effects on Suction Pressure)

B. PIPING LOSSES (from supply to booster):

a. Friction: pipe size  $\underline{4}$  " max. GPM  $\underline{275}$

1. Actual length of straight pipe =  $\underline{25}$  ft (1)

2. Equivalent lengths for valves/fittings

Attach additional valve/fitting data and include in total, if necessary.

$\underline{4}$ " <i>tee elbow</i>	$\underline{2}$	X	$\underline{11}$	=	$\underline{22}$ ft
valve/fitting type	quantity		equivalent length**		
<i>gate valve</i>	$\underline{1}$	X	$\underline{86}$	=	$\underline{+ 86}$ ft
valve/fitting type	quantity		equivalent length**		
_____ :	_____	X	_____	=	$\underline{+ \quad}$ ft
valve/fitting type	quantity		equivalent length**		
_____ :	_____	X	_____	=	$\underline{+ \quad}$ ft
valve/fitting type	quantity		equivalent length**		

Total valve/fitting equivalent length straight pipe =  $\underline{108}$  ft (2)

Piping losses =  $\left( \frac{\underline{25}}{(1)} + \frac{\underline{108}}{(2)} \right) \times \frac{\underline{4.3}}{\text{pressure drop***}} \text{ ft}/100' + 2.31 = \frac{\underline{2.5}}{(a)}$  psig

b. Backflow preventer (typically 11 to 13 psid)  $\frac{\underline{11}}{(b)}$  psig

c. Water Meter (typically 4 to 6 psid):  $\frac{\underline{4}}{(c)}$  psig

d. Other Restrictions:  $\frac{\underline{\quad}}{(d)}$  psig

Total piping losses = a + b + c + d =  $\underline{-17.5}$  psig (B)

C. SUCTION LIFT FOR TANK/CISTERN:

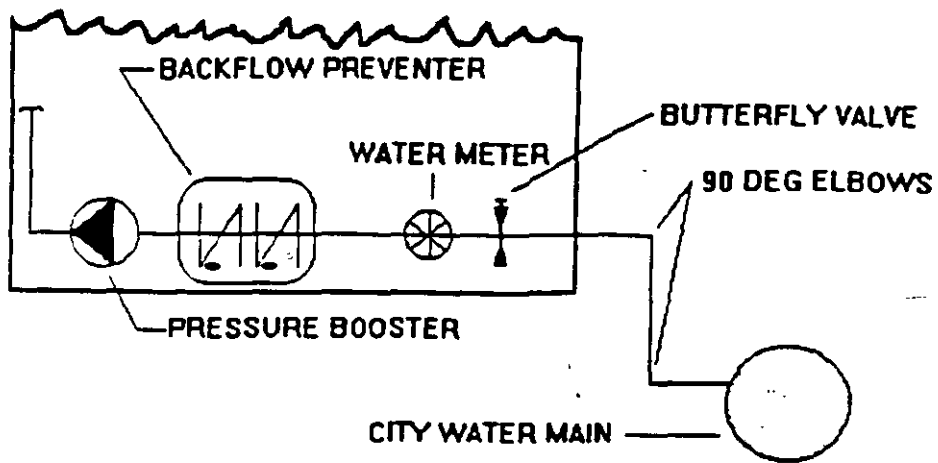
Minus foot valve available head  $\underline{\quad}$  psig (C)

SUCTION PRESSURE AVAILABLE = A + B + C =  $\underline{6}$  psig

\* Value is positive if elevation is above pump suction and negative if it is below pump suction

\*\* See Chart B (Equivalent length of Straight Pipe for Valves/Fittings)

\*\*\* From B&G System Syzer or Hydraulic Institute Data Bank



**Figure B-Suction Piping Detail**

The following is a list of fittings and their quantity as counted from the city supply to the suction of the pressure booster.

<u>Type of Fitting</u>	<u>Quantity</u>
90° regular elbow 4"	2
Globe Valve 4"	1

The backflow preventer's pressure drop (from manufacturer's data) was listed at 12 psi. The water meter (from manufacturer's data) has a 4 psi pressure drop. The elevation from the pressure booster suction to the city main is 25 feet below (-a). Using this information fill in the Suction Pressure Calculation Worksheet.



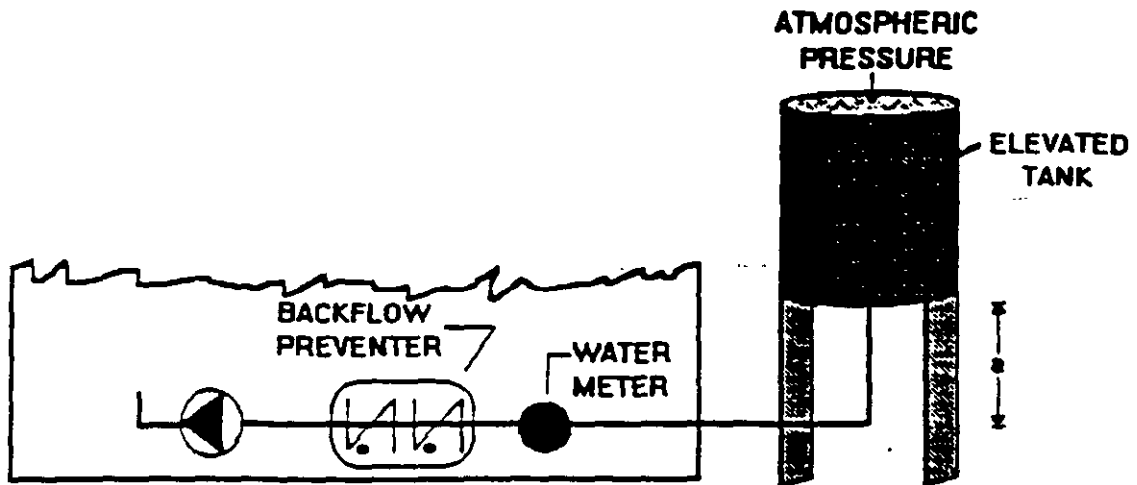
The suction pressure calculated and the pressure drop due to piping friction in the building can be entered on the Required Pressure Boost Calculation Sheet. The highest pressure drop fixture at the end of the highest pressure drop path is a flushvalve toilet, the drop is 20 psi.

### Required Pressure Boost Calculation Sheet

- |  |                         |
|--|-------------------------|
| 1. Suction Pressure Available to Booster         | <u>6</u> psig<br>(A)    |
| 2. Pressure Drop due to Piping Friction Loss     | <u>18.8</u> psig<br>(B) |
| 3. Pressure Drop due to Static Height Loss       | <u>46.8</u> psig<br>(C) |
| 4. Pressure Drop due to fixture loss             | <u>20</u> psig<br>(D)   |
| 5. Total Required Pressure = B + C + D           | <u>85.6</u> psig        |
| 6. Total Required Pressure Boost = B + C + D - A | <u>79.6</u> psig        |

### Example # 2

Using the same hotel in example one, only the hotel is supplied by an elevated tank not the city water main. Below is an elevation sketch for the building.



The elevation of the tank from the suction of the pressure booster is 85 feet. Metropolis is located at 200 feet above sea level with a low barometric pressure of 24" Hg and high water temperature of 88°F.

1. Calculate the Suction Pressure Required.
2. Calculate the Net Positive Suction Head Available (NPSHA) See Section 5.

Using the Suction Pressure Calculation Worksheet calculate the suction pressure assuming all piping between the tank and booster is the same as Example #1.

# SUCTION PRESSURE CALCULATION WORKSHEET

## PRESSURE GAINS--(Positive effects on Suction Pressure)

A. CITY WATER MAIN: i. Elevation from main to pump suction \* \_\_\_\_\_ ft + 2.31 = \_\_\_\_\_ psig

ii. Measured minimum city water pressure = \_\_\_\_\_ psig  
 Pressure gain =  $\frac{\text{_____}}{\text{(i)}} + \frac{\text{_____}}{\text{(ii)}} = \frac{\text{_____}}{\text{(A)}} \text{ psig}$

TANK OR CISTERN : Elevation from tank outlet to pump suction\* 85 ft + 2.31 = 36.8 psig  
 (A)

## PRESSURE LOSSES--(Negative effects on Suction Pressure)

B. PIPING LOSSES (from supply to booster):

a. Friction: pipe size 4" max. GPM 275

1. Actual length of straight pipe = 25 ft  
 (1)

2. Equivalent lengths for valves/fittings

Attach additional valve/fitting data and include in total, if necessary

<u>4" regular</u>	<u>2</u>	X	<u>11</u>	=	<u>22</u>	ft
valve/fitting type	quantity		equivalent length**			
<u>4" gate valve</u>	<u>1</u>	X	<u>86</u>	=	<u>+ 86</u>	ft
valve/fitting type	quantity		equivalent length**			
_____	_____	X	_____	=	<u>+</u> _____	ft
valve/fitting type	quantity		equivalent length**			
_____	_____	X	_____	=	<u>+</u> _____	ft
valve/fitting type	quantity		equivalent length**			

Total valve/fitting equivalent length straight pipe = 108 ft  
 (2)

Piping losses =  $\frac{\text{(1)}}{\text{(1)}} + \frac{\text{(2)}}{\text{(2)}} \times \frac{\text{4.5}}{\text{pressure drop***}} \text{ ft}/100' + 2.31 = \frac{\text{2.5}}{\text{(a)}} \text{ psig}$

b. Backflow preventer (typically 11 to 13 psid) 11 psig  
 (b)

c. Water Meter (typically 4 to 6 psid): 4 psig  
 (c)

d. Other Restnctions: \_\_\_\_\_ psig  
 (d)

Total piping losses = a + b + c + d = 17.5 psig  
 (B)

C. SUCTION LIFT FOR TANK/CISTERN:

Minus foot valve available head \_\_\_\_\_ psig  
 (C)

SUCTION PRESSURE AVAILABLE = A + B + C = 19.3 psig

\* Value is positive if elevation is above pump suction and negative if it is below pump suction

\*\* See Chart B (Equivalent length of Straight Pipe for Valves/Fittings)

\*\*\* From B&G System Syzer or Hydraulic Institute Data Bank

# NET POSITIVE SUCTION HEAD AVAILABLE WORKSHEET

## PRESSURE GAINS--(Positive effects on Suction Pressure)

- A. CITY WATER MAIN:**
- i. Elevation from main to pump suction        ft + 2.31 =
- ii. Measured minimum city water pressure =
- Pressure gain =        +        =        psig  
(i)                      (ii) (A)
- TANK OR CISTERN:** Elevation from tank outlet to pump suction 85 ft + 2.31 = 36.8 psig  
(A)
- B ABSOLUTE ATMOSPHERIC PRESSURE.** (0 for City Water Main supply)  
 Sea level, 29.9" Hg bar. press., 85°F water: 34 ft + 2.31 = 14.7 psia  
(B)

## PRESSURE LOSSES--(Negative effects on Suction Pressure)

- C CORRECTION FACTOR FOR ABSOLUTE ATMOSPHERIC PRESSURE:** (0 for City Water Main supply)
- a. Highest Water Temperature = 88 °F. Vapor Pressure\*\* 6 psia - 0.6 psia = 0 psia  
 If result is non-positive, enter 0 (a)
- b. Elevation 200 feet above sea level + 1000 X 1.2 ft + 2.31 = 0.00 psia  
(b)
- c. Barometric Pressure: 30" - 24" = 6"  
Lo Actual                  Difference
- If result is non-positive, enter 0. For positive results:  
6" X 1.2 ft + 2.31 = 3.12 psia  
Difference (c)
- Correction factor = a + b + c = 3.13 psia  
(C)

**D PIPING LOSSES.**

- a. Friction: pipe size 4 max. GPM 275
1. Actual length of straight pipe = 25 ft (1)
2. Equivalent lengths for valves/fittings  
 Attach additional valve/fitting data and include in total, if necessary
- |   |  |          |  |          |                                     |
|---|--|----------|--|----------|-------------------------------------|
| <u>4" red elbow</u><br><small>valve/fitting type</small>  | <u>2</u><br><small>quantity</small>      | <u>X</u> | <u>11</u><br><small>equivalent length***</small>     | <u>=</u> | <u>22</u> ft                        |
| <u>4" gate valve</u><br><small>valve/fitting type</small> | <u>1</u><br><small>quantity</small>      | <u>X</u> | <u>86</u><br><small>equivalent length***</small>     | <u>=</u> | <u>86</u> ft                        |
| <u>      </u><br><small>valve/fitting type</small>        | <u>      </u><br><small>quantity</small> | <u>X</u> | <u>      </u><br><small>equivalent length***</small> | <u>=</u> | <u>      </u> ft                    |
| <u>      </u><br><small>valve/fitting type</small>        | <u>      </u><br><small>quantity</small> | <u>X</u> | <u>      </u><br><small>equivalent length***</small> | <u>=</u> | <u>      </u> ft                    |
| Total valve/fitting equivalent length straight pipe =     |  |          |  |          | <u>108</u> ft<br><small>(2)</small> |
- Piping losses =  $(\frac{25}{(1)} + \frac{108}{(2)}) \times \frac{4.3}{\text{pressure drop****}} \text{ ft}/100 + 2.31 = \frac{2.5}{(a)}$  psig
- b. Backflow preventer (typically 11 to 13 psid)  $\frac{11}{(b)}$  psig
- c. Water Meter (typically 4 to 6 psid)  $\frac{4}{(c)}$  psig
- d. Other Restrictions.  $\frac{      }{(d)}$  psig
- Total piping losses = a + b + c + d = 17.5 psig  
(D)

**E SUCTION LIFT FOR TANK/CISTERN.**

Minus foot valve available head        psig  
(E)

NET POSITIVE SUCTION HEAD AVAILABLE = A + B - C - D - E = 30.87 psia

\*value is positive if elevation is above pump suction and negative if it is below pump suction.  
 \*\* See Chart C, any Thermodynamics textbook or ASHRAE Fundamentals  
 \*\*\* See Chart B (Equivalent length of Straight Pipe for Valves/Fittings)  
 \*\*\*\* From B&G System Syzer or Hydraulic Institute Data Bank



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

**CURSOS ABIERTOS**

**INSTALACIONES HIDRÁULICAS, SANITARIAS  
Y DE GAS PARA EDIFICIOS**

**TEMA:**

**SISTEMA PLUVIAL**

1998

## DIVISION DE EDUCACION CONTINUA

### FACULTAD DE INGENIERIA UNAM

#### SISTEMA PLUVIAL

#### CALCULO DE COLECTORES PLUVIALES

Los colectores pluviales deberán ser capaces de desalojar el agua pluvial proveniente de los techos y las áreas pavimentadas de las edificaciones. Presentándose casos especiales en donde las áreas de aporte son considerables y los colectores pluviales desde su inicio hasta el cárcamo de tormenta la descarga municipal o hasta las zonas de absorción, tienen una longitud mayor de 50 metros o donde existe poca pendiente o desnivel entre arrastre del último registro y la descarga.

Por lo general, los colectores secundarios y principales están dimensionados para la misma precipitación de diseño que las bajadas pluviales, olvidándose que la precipitación de diseño de las bajadas pluviales es la correspondiente a la media de las precipitaciones registradas en el sitio, ajustadas a las precipitaciones pluviales tabuladas de 25 en 25 mm en las tablas para el diseño, y como norma, calculadas a un cuarto (  $1/4$  ) de su capacidad, con lo que se garantiza que con una precipitación máxima extraordinaria, éstas puedan desalojar sin problemas el agua de lluvia trabajando a un tercio (  $1/3$  ) de su capacidad.

#### PERO, ¿QUE SUCEDE CON EL AGUA EXCEDENTE?

Por lo general, la problemática encontrada es el afloramiento de esas excedencias por las tapas de los registros, cosa que si se presenta en áreas pavimentadas, patios o estacionamientos no representa riesgo alguno, pero si esto ocurre en áreas interiores puede provocar daños de consideración al propietario o al usuario del mismo.

Cuando el afloramiento se presenta en áreas de tránsito peatonal o de estacionamientos, deberá tomarse en cuenta el nivel máximo

de agua de la zona a inundarse y el tiempo que la inundación pueda durar, y analizar con el arquitecto o el propietario riesgo, en caso de que el colector o los colectores se diseñen para la misma precipitación que las bajadas pluviales.

Para resolver este problema, que se presenta frecuentemente en los centros comerciales, tiendas de autoservicio, bodegas, conjuntos habitacionales y conjuntos de edificaciones varias, nos dimos a la investigación mi padre, el Ing. Manuel A. De Anda y su servidor, para que mediante los resultados de la misma pudiéramos con seguridad y sin sobreinversión en la red de colectores pluviales, satisfacer este requerimiento de desalajo de las aguas pluviales.

Del análisis de la información de la SARH y UNAM, se encontró que las precipitaciones máximas extraordinarias registradas se presentan con una frecuencia que varía de los 30 a los 50 años. Que el promedio de las máximas arriba del promedio propuesto para el diseño de las bajadas pluviales es del 120 % de la precipitación de diseño propuesto y que con este incremento en el diseño de colectores podemos cubrir con seguridad las necesidades de desalajo de aguas pluviales en redes de menos de 300 metros de longitud dentro de costos razonables.

Para los colectores mayores proponemos la siguiente fórmula, así como los valores del factor de ajuste ( k ).

$$I = k \cdot i$$

Donde:

I = Precipitación de diseño

k = Factor de ajuste

i = Intensidad de diseño de las bajadas pluviales

PARA REDES Y COLECTORES CON LONGITUD MENOR DE 300 metros:

$$k = 1.2$$

PARA REDES CON LONGITUD ENTRE LOS 301 Y 1.500 metros:

k = Raíz cuadrada de  $300/L \times 0.0001 L$

donde:

L = Longitud del colector

$$k = \sqrt{\frac{300}{L} \cdot 0.0001 L}$$

PARA REDES CON LONGITUD ENTRE LOS 1.500 Y LOS 3.000 metros:

k = Raíz cúbica de 300/L

donde:

L = Longitud del colector

$$k = \sqrt[3]{\frac{300}{L}}$$

PARA REDES CON LONGITUD MAYOR DE LOS 3.000 metros:

$$k = 0.45$$



## POZOS DE ABSORCION PARA AGUAS PLUVIALES

El crecimiento de las áreas urbanas ha provocado que las aguas pluviales se conduzcan fuera de las mismas, originando en las grandes concentraciones, problemas de conducción y desalojo, y falta de recarga en los acuíferos, en especial en cuencas cerradas como lo es la Ciudad de México, en donde además esto provoca hundimientos generalizados dentro de la zona lacustre.

Por otro lado el manejo tradicional de las aguas pluviales en el país tanto en edificaciones como en las zonas urbanas por medio de colectores y emisores además del gran costo que ellos tienen a provocado un desequilibrio en las aguas del subsuelo.

Es conveniente también hacer notar que en la actualidad en casi todas las ciudades del país se tienen graves problemas para el desalojo de las aguas pluviales, por el gran crecimiento de las manchas urbanas y por ende de las zonas pavimentadas, lo que hizo necesario en un principio, y para evitar inundaciones tanto en los predios como en las zonas urbanas, que se construyeran cárcamos de tormenta en los grandes predios, edificaciones mayores y en diversos sitios de las áreas urbanas las cuales sirven como tanques reguladores, al amanecer el agua de las precipitaciones máximas instantáneas y máximas extraordinarias.

Lo anterior resolvía parte del problema, pues disminuía el flujo hacia los colectores e incrementaba los costos de construcción, pero no resolvía el problema del desbalance hidráulico del subsuelo, el cual como todos sabemos, se recarga con la infiltración de las aguas de lluvia.

Dada la necesidad de recargar los acuíferos, se han expedido reglamentos que limitan por un lado, las áreas ocupadas por las edificaciones y las áreas pavimentadas dentro de los predios, al mismo tiempo que se exige la infiltración de aguas pluviales.

La infiltración de las aguas pluviales en predios y edificaciones, además de ser una exigencia normativa en la mayoría de los casos tratándose de predios de más de 1,000 m<sup>2</sup> es más económica que el desalojo fuera del predio, tomando en cuenta el costo del tanque de tormentas.

Para infiltrar el agua pluvial al subsuelo se deben hacer las exploraciones necesarias para conocer la estratigrafía del mismo en el sitio de la obra, para con estos datos realizar las pruebas de infiltración en los estratos más adecuados, siendo una práctica usual, el revisar los reportes de los sondeos estratigráficos que en toda construcción de importancia se hacen para determinar el tipo de cimentación.

Las pruebas de infiltración son sencillas y de sentido común, se requiere únicamente hacerlas en los estratos apropiados, los cuales deben tener capacidad filtrante, siendo éstos detectados por los porcentajes de arenas y gravas, y llevar los registros de tiempo y nivel dentro de los pozos de prueba, los cuales pueden ser a cielo abierto y excavados a mano cuando los estratos son semisuperficiales a menos de 5 metros, o con perforaciones de prueba a mayor profundidad.

También es usual en terrenos muy arcillosos, el solicitar que al hacerse el estudio de Mecánica de Suelos se haga un estudio piezométrico de los diferentes estratos, lo que nos indicará cuál estrato es el más adecuado.

Conociendo el terreno en el cual estamos ubicados, también necesitamos conocer la precipitación pluvial máxima horaria, la máxima horaria y la extraordinaria, a efecto de poder dimensionar adecuadamente la zona de captación e infiltración, ya que debemos tener capacidad de almacenamiento suficiente para la precipitación máxima extraordinaria (que por lo general es 1.6 veces la de diseño para bajadas pluviales, pudiéncese usar este criterio si no se conocen los datos del sitio), las máximas horaria y diaria. Siendo esta última la que se debe considerar para determinar la capacidad de infiltración necesaria, la cual por permeable que sea el subsuelo es posible darla por los diferentes medios de infiltración como son las zanjas, las zonas filtrantes, los pozos someros profundos, siendo estos últimos la solución más costosa y la menos recomendable, aunque a veces exigida por las autoridades.

## DISEÑO DE POZOS, ZONAS Y ZANJAS DE ABSORCION O INFILTRACION

Para el diseño de cualesquiera sistema de absorción de agua en el subsuelo se deberá seguir el siguiente procedimiento:

- 1.- Conocer la superficie a drenar.
- 2.- Conocer la precipitación máxima extraordinaria, o en su defecto usar el factor recomendado de 1.6 la precipitación de diseño para bajadas pluviales.
- 3.- Conocer la precipitación máxima diaria.
- 4.- Conocer la capacidad de infiltración diaria del subsuelo y la profundidad del estrato permeable o más permeable.
- 5.- Conocer la capacidad de infiltración horaria del subsuelo.

Si se diseñan zanjas o zonas de absorción, con material filtrante substitutivo del material natural se requiere conocer el porcentaje de vacíos del material, para dimensionar adecuadamente las zonas o zanjas.

## FORMULA GENERAL PARA EL CALCULO DE ABSORCION

$$Cd = Aa \times PMd$$

Donde:

Cd = Capacidad de absorción del terreno en un día.  
Aa = Area de aporte (techadas y pavimentadas)  
PMd = Precipitación máxima diaria.

La capacidad de almacenamiento de agua se calculará de la siguiente forma:

- a) Primero se verificará el volumen a almacenar con la precipitación máxima horaria.

$$V = (Aa \times PMh) - Ch$$

En donde:

V = Volumen de agua a almacenar.  
Aa = Area de aporte  
PMh = Precipitación máxima horaria (si no se conoce se debe se deberá usar 100 mm/h)  
Ch = Capacidad de infiltración horaria.

- b) Revisar el volumen con la precipitación máxima diaria, si el coeficiente de infiltración es muy bajo, substituyendo en la fórmula "PMh" por "PMd" y "Ch" por "Cd".

- c) Si se cuenta con material filtrante el volumen real será:

$$Vr = V / vm$$

En donde:

Vr = Volumen real  
V = Volumen de agua aportada  
vm = Volumen de los vacíos del material

**FORMULA DE "MANNING" PARA CALCULO DE COLECTORES  
PLUVIALES, MIXTOS Y DE AGUAS NEGRAS**

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

Donde:

- V = Velocidad del agua en m/seg
- n = Coeficiente de rugosidad del tubo
- R = Radio hidráulico en m  
Radio hidráulico = Sección o área del tubo / perímetro interior
- S = Pendiente en tanto por ciento

**COEFICIENTES DE RUGOSIDAD A USARSE  
EN LA FORMULA DE MANNING**

<u>MATERIAL</u>	<u>COEFICIENTE</u>
PVC	0.009
ASBESTO-CEMENTO	0.010
LAMINA GALVANIZADA	0.011
CONCRETO LISO	0.012
TUBOS DE ALBAÑAL DE CEMENTO	0.013
FIERRO FUNDIDO	0.013
CONCRETO ASPERO	0.016

**CAPACIDAD DE LAS TUBERIAS DE CONCRETO PARA DESAGÜE PLUVIAL  
PARA PRECIPITACIONES TIPO CALCULADAS CON MANNING N = 0.013**

\* \* \* \* \* DESAGÜES A TUBO LLENO Y AL 1 % DE PENDIENTE \* \* \* \* \*

DIAMETRO mm	VELOCIDAD m/seg	GASTO l/seg	S U P E R F I C I E    D E S A G U A D A    E N    m <sup>2</sup>					
			200 mm/h	175 mm/h	150 mm/h	125 mm/h	100 mm/h	75 mm/h
100	0.570	4.477	81	92	107	129	161	200
150	0.747	13.199	238	272	317	380	475	600
200	0.905	28.425	512	585	682	819	1,023	1,280
250	1.050	51.539	928	1,060	1,237	1,484	1,855	2,400
300	1.186	83.807	1,509	1,724	2,011	2,414	3,017	4,000
375	1.376	151.950	2,735	3,126	3,647	4,376	5,470	7,200
450	1.554	247.090	4,979	5,683	6,530	7,916	9,995	13,000
600	1.882	532.140	17,367	19,947	22,771	27,326	34,157	44,000
750	2.184	964.840	28,259	32,848	37,856	45,787	57,734	74,000
900	2.466	1569.920	42,599	49,295	56,778	69,214	87,517	112,000
1050	2.733	2366.630	60,821	69,685	80,799	98,159	123,199	158,000
1200	2.988	3378.920	80,821	92,509	106,094	128,313	161,641	208,000
1500	3.467	6126.380	140,275	162,028	187,033	228,440	288,550	368,000

\* \* \* \* \* DESAGÜES A TUBO LLENO Y AL 0.9 % DE PENDIENTE \* \* \* \* \*

DIAMETRO mm	VELOCIDAD m/seg	GASTO l/seg	S U P E R F I C I E    D E S A G U A D A    E N    m <sup>2</sup>					
			200 mm/h	175 mm/h	150 mm/h	125 mm/h	100 mm/h	75 mm/h
100	0.541	4.247	76	87	102	122	153	200
150	0.709	12.522	225	258	301	361	451	600
200	0.859	26.966	485	555	647	777	971	1,280
250	0.996	48.894	880	1,006	1,173	1,408	1,760	2,300
300	1.125	79.506	1,431	1,636	1,908	2,290	2,862	3,800
375	1.305	144.152	2,595	2,965	3,460	4,152	5,189	6,800
450	1.474	234.410	4,987	5,682	6,526	7,916	9,995	13,000
600	1.785	504.832	16,476	18,885	21,968	26,619	33,457	44,000
750	2.072	915.328	28,808	33,330	38,856	46,893	58,734	76,000
900	2.339	1489.357	40,413	46,638	53,745	64,893	81,617	106,000
1050	2.593	2245.182	57,699	66,187	76,884	92,661	115,827	150,000
1200	2.835	3205.525	80,699	92,542	106,933	128,319	161,641	208,000
1500	3.289	5811.994	140,616	162,561	187,488	228,440	288,550	368,000

**CAPACIDAD DE LAS TUBERIAS DE CONCRETO PARA DESAGÜE PLUVIAL  
PARA PRECIPITACIONES TIPO CALCULADAS CON MANNING N = 0.013**

\* \* \* \* \* DESAGÜES A TUBO LLENO Y AL 0.8 % DE PENDIENTE \* \* \* \* \*

DIAMETRO mm	VELOCIDAD m/seg	GASTO l/seg	S U P E R F I C I E    D E S A G U A D A    E N    m <sup>2</sup>					
			200 mm/h	175 mm/h	150 mm/h	125 mm/h	100 mm/h	75 mm/h
100	0.510	4.004	72	82	96	115	144	
150	0.668	11.806	212	243	283	340	425	
200	0.809	25.424	458	523	610	732	915	1.1
250	0.939	46.098	830	948	1,106	1,328	1,660	2.1
300	1.061	74.959	1,349	1,542	1,799	2,159	2,699	3.4
375	1.231	135.908	2,446	2,796	3,262	3,914	4,893	6.1
450	1.390	221.004	4,567	5,246	6,104	7,365	9,156	10.8
600	1.683	475.960	15,534	17,791	20,723	24,854	31,067	41.1
750	1.953	862.979	25,275	28,886	33,700	40,440	50,550	67.1
900	2.206	1404.179	38,102	43,545	50,803	60,963	76,204	101.1
1050	2.444	2116.778	54,400	62,171	72,533	87,039	108,799	145.1
1200	2.673	3022.198	81,400	92,723	108,510	131,510	164,266	215.1
1500	3.101	5479.601	148,633	171,723	201,510	244,813	307,266	403.1

\* \* \* \* \* DESAGÜES A TUBO LLENO Y AL 0.7 % DE PENDIENTE \* \* \* \* \*

DIAMETRO mm	VELOCIDAD m/seg	GASTO l/seg	S U P E R F I C I E    D E S A G U A D A    E N    m <sup>2</sup>					
			200 mm/h	175 mm/h	150 mm/h	125 mm/h	100 mm/h	75 mm/h
100	0.452	3.554	64	73	85	102	128	1.6
150	0.593	10.476	189	216	251	302	377	5.0
200	0.718	22.562	406	464	541	650	812	10.6
250	0.833	40.908	736	842	982	1,178	1,473	19.1
300	0.941	66.520	1,197	1,368	1,596	1,916	2,395	31.1
375	1.092	120.607	2,171	2,481	2,895	3,473	4,342	57.1
450	1.233	196.122	3,530	4,035	4,707	5,648	7,060	91.1
600	1.494	422.373	7,603	8,689	10,137	12,164	15,205	20.2
750	1.733	765.818	13,785	15,754	18,380	22,056	27,569	36.7
900	1.957	1246.085	22,430	25,634	29,906	35,887	44,859	59.8
1050	2.169	1878.454	33,812	38,642	45,083	54,099	67,624	90.1
1200	2.372	2681.935	48,275	55,171	64,366	77,240	96,550	128.7
1500	2.752	4862.663	87,528	100,032	116,704	140,045	175,056	233.4

**CAPACIDAD DE LAS TUBERIAS DE CONCRETO PARA DESAGÜE PLUVIAL  
PARA PRECIPITACIONES TIPO CALCULADAS CON MANNING N = 0.013**

\* \* \* \* \* DESAGÜES A TUBO LLENO Y AL 0.6 % DE PENDIENTE \* \* \* \* \*

DIAMETRO mm	VELOCIDAD m/seg	GASTO l/seg	S U P E R F I C I E D E S A G U A D A E N m2					
			200 mm/h	175 mm/h	150 mm/h	125 mm/h	100 mm/h	75 mm/h
100	0.442	3.468	62	71	83	100	125	150
150	0.579	10.224	184	210	245	294	368	450
200	0.701	22.018	396	453	528	634	793	975
250	0.813	39.922	719	821	958	1,150	1,437	1,762
300	0.919	64.917	1,168	1,335	1,558	1,870	2,337	2,850
375	1.066	117.700	2,119	2,421	2,825	3,390	4,237	5,175
450	1.204	191.395	7,419	3,937	4,593	5,512	6,890	8,475
600	1.458	412.194	13,453	8,479	9,893	11,871	14,839	19,775
750	1.692	747.362	21,889	15,374	17,937	21,524	26,905	35,875
900	1.910	1216.055	32,997	25,016	29,185	35,022	43,778	58,375
1050	2.117	1833.184	47,111	37,711	43,996	52,796	65,995	87,975
1200	2.314	2617.300	47,111	53,842	62,815	75,378	94,223	125,625
1500	2.686	4745.474	85,419	97,621	113,891	136,670	170,837	227,775

\* \* \* \* \* DESAGÜES A TUBO LLENO Y AL 0.5 % DE PENDIENTE \* \* \* \* \*

DIAMETRO mm	VELOCIDAD m/seg	GASTO l/seg	S U P E R F I C I E D E S A G U A D A E N m2					
			200 mm/h	175 mm/h	150 mm/h	125 mm/h	100 mm/h	75 mm/h
100	0.382	3.003	54	62	72	86	108	144
150	0.501	8.854	159	182	212	255	319	425
200	0.607	19.068	343	392	458	549	686	915
250	0.704	34.573	622	711	830	996	1,245	1,660
300	0.796	56.219	1,012	1,157	1,349	1,619	2,024	2,699
375	0.923	101.931	1,835	2,097	2,446	2,936	3,670	4,893
450	1.042	165.753	2,984	3,410	3,978	4,774	5,967	7,956
600	1.262	356.970	6,423	7,343	8,567	10,281	12,851	17,135
750	1.465	647.234	11,650	13,315	15,534	18,640	23,300	31,067
900	1.654	1053.134	18,956	21,664	25,275	30,330	37,913	50,550
1050	1.833	1587.584	28,577	32,839	38,102	45,722	57,153	76,204
1200	2.004	2266.648	40,800	46,628	54,400	65,279	81,599	108,799
1500	2.326	4109.701	73,975	84,542	98,633	118,359	147,949	197,266

**CAPACIDAD DE LAS TUBERIAS DE CONCRETO PARA DESAGUE FLUVIAL**

**PARA PRECIPITACIONES TIPO CALCULADAS CON MANNING N = 0.013**

. . . . . DESAGÜES A TUBO LLENO Y AL 0.4 % DE PENDIENTE . . . . .

DIAMETRO mm	VELOCIDAD m/seg	GASTO l/seg	SUPERFICIE DESAGUADA EN m <sup>2</sup>					
			200 mm/h	175 mm/h	150 mm/h	125 mm/h	100 mm/h	75 mm/h
100	0.360	2.832	51	58	68	82	102	13
150	0.472	8.348	150	172	200	240	301	40
200	0.572	17.978	324	370	431	518	647	86
250	0.664	32.596	587	671	782	939	1,173	1,56
300	0.750	53.004	954	1,090	1,272	1,527	1,908	2,54
375	0.870	96.102	1,730	1,977	2,306	2,768	3,460	4,61
450	0.983	156.273	6,058	3,215	3,751	4,501	5,626	7,50
600	1.190	336.555	10,984	6,923	8,077	9,693	12,116	16,15
750	1.381	610.218	17,872	12,553	14,645	17,574	21,968	29,29
900	1.560	992.905	26,942	20,425	23,830	28,596	35,745	47,65
1050	1.729	1496.788	38,466	30,791	35,923	43,108	53,884	71,84
1200	1.890	2137.017	48,466	43,961	51,288	61,546	76,933	102,57
1500	2.193	3874.663	69,744	79,707	92,992	111,590	139,488	185,98

. . . . . DESAGÜES A TUBO LLENO Y AL 0.3 % DE PENDIENTE . . . . .

DIAMETRO mm	VELOCIDAD m/seg	GASTO l/seg	SUPERFICIE DESAGUADA EN m <sup>2</sup>					
			200 mm/h	175 mm/h	150 mm/h	125 mm/h	100 mm/h	75 mm/h
100	0.296	2.326	42	48	56	67	84	112
150	0.388	6.858	123	141	165	198	247	329
200	0.470	17.770	266	304	354	425	532	709
250	0.546	26.780	482	551	643	771	964	1,285
300	0.616	43.547	784	896	1,045	1,254	1,568	2,090
375	0.715	78.956	1,421	1,624	1,895	2,274	2,842	3,790
450	0.807	128.392	2,311	2,641	3,081	3,698	4,622	6,163
600	0.978	276.508	4,977	5,688	6,636	7,963	9,954	13,272
750	1.135	501.346	9,024	10,313	12,032	14,439	18,048	24,063
900	1.281	815.754	14,684	16,781	19,578	23,494	29,367	39,156
1050	1.420	1229.737	22,135	25,297	29,514	35,416	44,271	59,027
1200	1.553	1755.736	31,603	36,116	42,138	50,565	63,207	84,275
1500	1.802	3183.360	57,300	65,486	76,401	91,681	114,601	152,801



**CAPACIDAD DE LAS TUBERIAS DE CONCRETO PARA DESAGÜE PLUVIAL  
PARA PRECIPITACION TIPO CALCULADAS CON MANNING N = 0.013**

\* \* \* \* \* DESAGÜES A TUBO LLENO Y AL 0.2 % DE PENDIENTE \* \* \* \* \*

DIAMETRO mm	VELOCIDAD m/seg	GASTO l/seg	SUPERFICIE DESAGUADA EN m <sup>2</sup>					
			200 mm/h	175 mm/h	150 mm/h	125 mm/h	100 mm/h	75 mm/h
100	0.255	2.002	36	41	48	58	72	90
150	0.334	5.903	106	121	142	170	212	268
200	0.405	12.712	229	262	305	366	458	578
250	0.470	23.049	415	474	553	664	830	1,030
300	0.530	37.480	675	771	900	1,079	1,349	1,679
375	0.615	67.954	1,223	1,398	1,631	1,957	2,446	3,026
450	0.695	110.502	4,284	2,273	2,652	3,182	3,978	5,000
600	0.842	237.980	7,767	4,896	5,712	6,854	8,567	11,420
750	0.977	431.490	12,638	8,876	10,356	12,427	15,534	20,710
900	1.103	702.090	19,051	14,443	16,850	20,220	25,275	33,700
1050	1.222	1058.389	27,200	21,773	25,401	30,482	38,102	50,800
1200	1.336	1511.099	37,200	31,085	36,266	43,520	54,400	72,530
1500	1.550	2739.800	49,316	56,362	65,755	78,906	98,633	131,510

\* \* \* \* \* DESAGÜES A TUBO LLENO Y AL 0.1 % DE PENDIENTE \* \* \* \* \*

DIAMETRO mm	VELOCIDAD m/seg	GASTO l/seg	SUPERFICIE DESAGUADA EN m <sup>2</sup>					
			200 mm/h	175 mm/h	150 mm/h	125 mm/h	100 mm/h	75 mm/h
100	0.171	1.343	24	28	32	39	48	64
150	0.224	3.960	71	81	95	114	143	190
200	0.272	8.528	153	175	205	246	307	409
250	0.315	15.462	278	318	371	445	557	742
300	0.356	25.142	453	517	603	724	905	1,207
375	0.413	45.585	621	936	1,094	1,313	1,641	2,188
450	0.466	74.127	1,334	1,525	1,779	2,135	2,669	3,558
600	0.565	159.642	2,874	3,284	3,831	4,598	5,747	7,663
750	0.655	289.452	5,210	5,954	6,947	8,336	10,420	13,894
900	0.740	470.976	8,478	9,689	11,303	13,564	16,955	22,607
1050	0.820	709.989	12,790	14,605	17,040	20,448	25,560	34,079
1200	0.896	1013.676	18,246	20,853	24,328	29,194	36,492	48,656
1500	1.040	1837.914	33,082	37,809	44,110	52,932	66,165	88,220

PRECIPITACIONES DE DISEÑO

BAJADAS PLUVIALES

EN BASE A DATOS DE REGISTRO PLUVIAL SARE Y UNAM

POBLACION	ESTADO	mm/h EQUIVAL.	mm/5 min	LPS/m2	m2/LPS
Aguascalientes	Aguascalientes	125	10.42	0.0347	28.80
Acapulco	Guerrero	150	12.50	0.0417	24.00
Alamos	Sonora	125	10.42	0.0347	29.00
Alfajayucan	Hidalgo	125	10.42	0.0347	29.00
Altamira	Tamaulipas	175	14.58	0.0486	21.00
Altar	Sonora	100	8.33	0.0278	36.00
Amecameca	México	150	12.50	0.0417	24.00
Anasthuac	Nuevo León	125	10.42	0.0347	29.00
Apaxtla	Hidalgo	125	10.42	0.0347	29.00
Apaseo	Guanajuato	150	12.50	0.0417	24.00
Atenco	México	125	10.42	0.0347	29.00
Apatzingán	Michoacán	125	10.42	0.0347	29.00
Amealco	Querétaro	150	12.50	0.0417	24.00
Altar	Sonora	100	8.33	0.0278	36.00
Bahía Magdalena	Baja California	100	8.33	0.0278	36.00
Batagües	Baja California	75	6.25	0.0208	48.00
Bavispe	Sonora	125	10.42	0.0347	29.00
Cabo San Lucas	Baja California	175	14.58	0.0486	21.00
Cadege	Baja California	100	8.33	0.0278	36.00
Caduaño	Baja California	150	12.50	0.0417	24.00
Cadereyta Jiménez	Nuevo León	150	12.50	0.0417	24.00
Calvillo	Aguascalientes	125	10.42	0.0347	29.00
Camargo Camargo	Chihuahua	125	10.42	0.0347	29.00
Campeche	Campeche	150	12.50	0.0417	24.00
Carrillo Puerto	Quintana Roo.	150	12.50	0.0417	24.00
Cárdenas	San Luis Potosí	150	12.50	0.0417	24.00
Cedral	San Luis Potosí	125	10.42	0.0347	29.00
Cerralvo	Nuevo León	125	10.42	0.0347	29.00
Celaya	Guanajuato	125	10.42	0.0347	29.00
Ciudad Delicias	Chihuahua	100	8.33	0.0278	36.00
Ciudad del Maíz	San Luis Potosí	175	14.58	0.0486	21.00
Ciudad Lerdo	Durango	150	12.50	0.0417	24.00
Ciudad Valles	San Luis Potosí	175	14.58	0.0486	21.00
Ciudad Victoria	Tamaulipas	125	10.42	0.0347	29.00
Coahuacoalcos	Veracruz	150	12.50	0.0417	24.00
Colima	Colima	150	12.50	0.0417	24.00
Colonia Guerrero	Baja California	100	8.33	0.0278	36.00
Comitán	Chiapas	125	10.42	0.0347	29.00
Comondu	Baja California	100	8.33	0.0278	36.00
Córdoba	Veracruz	175	14.58	0.0486	21.00
Cozumel	Quintana Roo.	150	12.50	0.0417	24.00
Culliacán	Sinaloa	150	12.50	0.0417	24.00
Cuernavaca	Morelos	150	12.50	0.0417	24.00
Cuitzeo	Michoacán	125	10.42	0.0347	28.80
Chaparaco	Michoacán	150	12.50	0.0417	24.00
Chapingo	México	150	12.50	0.0417	24.00
Charcas	San Luis Potosí	150	12.50	0.0417	24.00
Chipalcingo	Guerrero	125	10.42	0.0347	28.80
Chihuahua	Chihuahua	100	8.33	0.0278	36.00
Corregidora Villa	Querétaro	125	10.42	0.0347	28.80

P R E C I P I T A C I O N E S   D E   D I S E Ñ O

B A J A D A S   P L U V I A L E S

EN BASE A DATOS DE REGISTRO PLUVIAL SARE Y UNAM

POBLACION	ESTADO	mm/h EQUIVAL.	mm/5 min	LPS/m2	m2/LPS
Dolores Hidalgo	Guanajuato	150	12.50	0.0417	24.00
Durango	Durango	125	10.42	0.0347	28.80
El Fuerte	Sinaloa	150	12.50	0.0417	24.00
Escobedo Pedro	Querétaro	150	12.50	0.0417	24.00
Escárcega	Tabasco	175	14.58	0.0486	20.57
Felipe Pescador	Zacatecas	150	12.50	0.0417	24.00
Fresnillo	Zacatecas	125	10.42	0.0347	28.80
Guadalajara	Jalisco	175	14.58	0.0486	20.57
Guamuchil	Sinaloa	150	12.50	0.0417	24.00
Guanajuato	Guanajuato	150	12.50	0.0417	24.00
Gómez Palacio	Durango	125	10.42	0.0347	28.80
Huahuapán de León	Oaxaca	150	12.50	0.0417	24.00
Huautla	Oaxaca	150	12.50	0.0417	24.00
Iguala	Guerrero	125	10.42	0.0347	28.80
Irapuato	Guanajuato	150	12.50	0.0417	24.00
Ixtépec	Oaxaca	175	14.58	0.0486	20.57
Jalpan	Querétaro	175	14.58	0.0486	20.57
Jerez	Zacatecas	125	10.42	0.0347	28.80
Jerécuaro	Guanajuato	175	14.58	0.0486	20.57
La Barca	Jalisco	150	12.50	0.0417	24.00
Lagos de Moreno	Jalisco	150	12.50	0.0417	24.00
Lagunillas	San Luis Potosí	175	14.58	0.0486	20.57
La Paz	Baja California	100	8.33	0.0278	36.00
La Piedad	Michoacán	175	14.58	0.0486	20.57
Loreto	Baja California	100	8.33	0.0278	36.00
Matehuala	San Luis Potosí	125	10.42	0.0347	28.80
Matías Romero	Oaxaca	150	12.50	0.0417	24.00
Minatitlán	Colima	175	14.58	0.0486	20.57
Minatitlán	Veracruz	150	12.50	0.0417	24.00
Mocorito	Sinaloa	175	14.58	0.0486	20.57
Monclova	Coahuila	125	10.42	0.0347	28.80
Montemorelos	Nuevo León	175	14.58	0.0486	20.57
Morelia	Michoacán	150	12.50	0.0417	24.00
Nacoziari	Sonora	125	10.42	0.0347	28.80
Navojoa	Sonora	125	10.42	0.0347	28.80
Novolato	Sinaloa	150	12.50	0.0417	24.00
Nuevo Laredo	Tamaulipas	150	12.50	0.0417	24.00
Opodepe	Sonora	125	10.42	0.0347	29.00
Orizaba	Veracruz	175	14.58	0.0486	21.00
Otatitlán	Veracruz	175	14.58	0.0486	21.00
Paso del Macho	Veracruz	150	12.50	0.0417	24.00
Pánuco	Veracruz	175	14.58	0.0486	21.00
Papantla	Veracruz	200	16.67	0.0556	18.00
Pénjamo	Guanajuato	175	14.58	0.0486	21.00
Piedras Negras	Coahuila	150	12.50	0.0417	24.00
Playa Vicente	Veracruz	150	12.50	0.0417	24.00
Puebla	Puebla	150	12.50	0.0417	24.00
Puerto Peñasco	Sonora	75	6.25	0.0208	48.00
Puerto Vallarta	Jalisco	125	10.42	0.0347	29.00
Rayones	Nuevo León	125	10.42	0.0347	29.00

**P R E C I P I T A C I O N E S   D E   D I S E Ñ O**  
**B A J A D A S   P L U V I A L E S**  
**E N   B A S E   A   D A T O S   D E   R E G I S T R O   P L U V I A L   S A R E   Y   U N A M**

P O B L A C I O N	E S T A D O	mm/h EQUIVAL.	mm/5 min	LPS/m2	m2/LPS
Reynosa	Tamaulipas	175	14.58	0.0486	21.00
Río Grande	Zacatecas	125	10.42	0.0347	29.00
Río Verde	San Luis Potosí	125	10.42	0.0347	29.00
Sanuayo	Michoacán	175	14.58	0.0486	21.00
Santa Ana	Sonora	100	8.33	0.0278	36.00
Santa Catarina	Nuevo León	150	12.50	0.0417	24.00
San Cristóbal C.	Chiapas	175	14.58	0.0486	21.00
San Felipe	Sonora	75	6.25	0.0208	48.00
San Fernando	Tamaulipas	175	14.58	0.0486	21.00
San Javier	Sonora	150	12.50	0.0417	24.00
San Luis Río Col.	Sonora	75	6.25	0.0208	48.00
Santo Domingo	San Luis Potosí	150	12.50	0.0417	24.00
Silao	Guanajuato	150	12.50	0.0417	24.00
Soledad D. Gtz.	San Luis Potosí	125	10.42	0.0347	29.00
Sombrerete	Zacatecas	150	12.50	0.0417	24.00
Tampico	Tamaulipas	175	14.58	0.0486	21.00
Taxco	Guerrero	150	12.50	0.0417	24.00
Texcoco	México	150	12.50	0.0417	24.00
Teziuclan	Puebla	175	14.58	0.0486	21.00
Toluca	México	150	12.50	0.0417	24.00
Topo Chico (Mont.)	Nuevo León	150	12.50	0.0417	24.00
Torreón	Coahuila	125	10.42	0.0347	29.00
Tula	Hidalgo	150	12.50	0.0417	24.00
Tula	Tamaulipas	175	14.58	0.0486	21.00
Tuxpan	Veracruz	175	14.58	0.0486	21.00
Tuxtpec	Oaxaca	175	14.58	0.0486	21.00
Tuxtla Gutierrez	Chiapas	175	14.58	0.0486	21.00
Venado	San Luis Potosí	150	12.50	0.0417	24.00
Venados	Hidalgo	175	14.58	0.0486	21.00
Villa De Reyes	San Luis Potosí	150	12.54	0.0417	24.00
Villanerosa	Tabasco	175	14.58	0.0486	21.00
Villagrán	Guanajuato	150	12.50	0.0417	24.00
Villagrán	Tamaulipas	150	12.45	0.0417	24.00
Zacatecas	Zacatecas	125	10.42	0.0347	29.00
Zanora	Michoacán	150	12.50	0.0417	24.00

\*\*\*\*\*  
**CALCULO DE BAJADAS PLUVIALES PARA DIFERENTES PRECIPITACIONES**  
 \*\*\*\*\*

**SUPERFICIES DESAGUADAS POR BAJADAS PLUVIALES LLENAS A LA CUARTA PARTE**

DIAMETRO DE LA BAJADA ( mm )	INTENSIDAD MAXIMA CONSIDERADA EN EL LUGAR PARA AGUACEROS DE 5 MINUTOS EN mm/h					
	75	100	125	150	175	200
	S U P E R F I C I E S A D R E N A R E N m2					
50	50	38	30	25	21	19
63	91	68	55	46	39	34
75	148	111	89	74	63	56
100	320	240	192	160	137	120
125	580	435	348	290	248	217
150	943	707	566	471	404	354
200	2,030	1,523	1,218	1,015	840	761

**SUPERFICIES DESAGUADAS POR BAJADAS PLUVIALES LLENAS A LA TERCERA PARTE**  
 $f = 1.6152$

DIAMETRO DE LA BAJADA ( mm )	INTENSIDAD MAXIMA CONSIDERADA EN EL LUGAR PARA AGUACEROS DE 5 MINUTOS					
	75	100	125	150	175	200
	S U P E R F I C I E S A D R E N A R E N m2					
50	81	61	48	40	34	31
63	147	110	89	74	63	56
75	239	179	144	120	102	90
100	517	388	310	258	221	194
125	937	703	562	468	401	351
150	1,523	1,142	914	761	653	572
200	3,279	2,460	1,967	1,639	1357	1,229

**NOTAS :**

- 1.- Se recomienda calcular las bajadas a 1/4 parte de su capacidad en los lugares con alta frecuencia de granizo y nevadas de más de 10 cm.
- 2.- Para zonas áridas y costeras de la República Mexicana las bajadas pueden calcularse a 1/3 de su capacidad.
- 3.- En el altiplano de la República Mexicana, la precipitación de diseño más recomendable es de 150 mm/h para bajadas de azoteas, de 175 mm/h para terrazas y de 200 mm/h para bajadas de cubiertas y techumbres con canalones recolectores.
- 4.- Para el resto de la República, las precipitaciones de diseño serán de 125 mm/h para azoteas, 150 mm/h para terrazas y de 175 mm/h para bajadas de cubiertas y techumbres con canalones recolectores.



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

**CURSOS ABIERTOS**

**INSTALACIONES HIDRÁULICAS, SANITARIAS  
Y DE GAS PARA EDIFICIOS**

**TEMA:**

**CALIDAD EN EL PROYECTO  
DE INSTALACIONES**

**ING. SERGIO HERRERA MUNDO**  
1998

**" CALIDAD " : Del latín "Qualitas" :**

*Conjunto de características que permiten definir el grado de bondad de un producto.*

A pesar de ser mensurable, la calidad es algo subjetivo.

Normalmente el grado de calidad de un producto o un servicio lo determina el usuario sin seguir un patrón o un parámetro.

Al término "CALIDAD" lo encontramos a toda hora, en todo lugar y en cualquier área. Nos lo recuerda el fabricante de ropa, juguetes, calzado; nos lo ofrecen un sinnúmero de restaurantes, con la calidad de sus platillos o servicios, etc.

Es un calificativo que buscamos ávidamente para justificar pagar un mayor precio en una adquisición.

Sin embargo, en la sociedad de consumo en que vivimos, la publicidad crea confusiones en nuestro subconsciente y no tenemos, la mayoría de las veces, elementos sólidos para determinar, o más bien para confirmar, esa buena calidad que buscamos.

Puede decirse que hay un solo elemento de que el consumidor puede echar mano para tener cierta confianza en este sutil problema: El control de calidad.

Esto es una serie de normas que se impone un fabricante para verificar en las diferentes etapas de un proceso de producción, que haya unos valores mínimos a respetar. En caso contrario, detiene la producción, rechaza el elemento nocivo o no saca al mercado el producto.

Esto ha dado resultado, hay infinidad de muestras en varias industrias de esto. El gran público se ha beneficiado. Con ello ya saben en quien confiar.

Esto es en los casos de fabricación, de producción en serie, pero ... ¿ y qué control de calidad se puede establecer en los servicios profesionales ?

## **CONTRATACION DE UN SERVICIO DE PROYECTO**

El propietario o su representante va a seleccionar de entre un reducido número de "proyectistas" en el país al que invitará a desarrollar su trabajo.

El nuestro es un país grande con sus 85 millones de habitantes, sin embargo, el "micromundo" de su industria de la construcción es reducido. Es frecuente que los arquitectos y despachos de diseño tengan un "equipo fijo" de asesores, o sea han quedado como clientes cautivos.

Otras ocasiones hay en que se convoca a concursos entre varias empresas de diseño, aunque es una práctica equivocada la que se emplea en la selección del ganador. Consideramos que dado que es un servicio con una serie de intangibles, no debe tomarse en cuenta exclusivamente el aspecto económico de una propuesta.

Ocasiones hay, sin embargo, en que el propietario o el arquitecto buscan sin hacer un concurso a la empresa de proyecto para que colabore con ellos. Casi siempre recurren a la recomendación de otros arquitectos o constructores. Es en estos casos en que se puede ver la evaluación de la calidad de diseños que la empresa a recomendar haya ejecutado.

En ese momento, el proyectista no está presente para influir en una decisión que le favorezca, está presente únicamente la imagen que por sus servicios ha dejado. Esta imagen es de hecho el único elemento de juicio que usará el cliente para recomendarlo o no. Es la medición personal de la calidad que usará el cliente para recomendarlo o no. Es la medición personal de la calidad con que fue atendido en ocasiones anteriores.

Es por esta sencilla razón que el proyectista siempre cuidará esa imagen, siempre buscará mantener la confianza de un cliente en él, en su experiencia, su capacidad, su eficiencia, su seriedad.

**"ETICA":** Del latín "Ethica":

*La ciencia de las costumbres del hombre.*

*Su objeto material: Los actos humanos.*

*Su objeto formal: El enjuiciamiento de éstos.*

**\* NUESTRO COMPORTAMIENTO \***

## **¿ QUE ES UN PROYECTO DE INSTALACIONES ?**

Son los documentos (planos y memoria técnica) que sirven de guía para que alguien con solamente conocimientos prácticos y experiencia manual pueda ejecutar la instalación y que esta funcione adecuadamente.

por lo tanto, la medición de la calidad en un proyecto se hace en esos documentos y en el funcionamiento de la misma instalación

**\*EL PROYECTISTA DEBE FIJARSE A SI MISMO RIGIDAS NORMAS DE CALIDAD \***



7  
4

## 1.- VIABILIDAD

Se considera que es responsabilidad del proyectista el verificar la viabilidad para la realización de un proyecto. Esto basado en su amplia experiencia.

También es responsabilidad del proyectista el dar aviso de que un proyecto pueda tener un costo mayor del convencional, ya que esto puede causar hasta la cancelación de un trabajo y es una información que el propietario debe recibir oportunamente.

## 2.- ESTUDIOS PRELIMINARES

El proyectista debe hacer varias consultas y consideraciones antes de iniciar un planteamiento y sugerencias.

Esta faceta de su servicio toma muy especial atención si se trata de un trabajo de diseño para una obra foránea y muy en particular si en la localidad hay problemas de suministro, acceso, insumos, etc.

## 3.- ANTEPROYECTO

Esta fase es la espina dorsal del diseño, al estar terminada puede decirse que están resueltos cruces, espacios, tipos, modelos, etc. Queda únicamente para resolver el detalle y darle una forma presentable al trazo

También es determinante controlar la calidad en esta etapa. Se debe recordar que un profesional se vuelve especialista cuando es capaz, en el desarrollo de un trabajo de no perder de vista el sutil equilibrio entre lo económico y lo funcional, es decir, es su responsabilidad optimizar la inversión del propietario, su cliente.

**3-A.- REGLAMENTOS.-** Deberá conocer a fondo los reglamentos aplicables a la localidad que tienen injerencia en un área de ingeniería.

**3-B.- ASESORIAS EXTERNAS.-** En nuestro cambiante mundo en el que la tecnología se desenvuelve a pasos agigantados, debe conocer sus limitaciones en ciertos campos complementarios al suyo y rodearse de terceros que le ayuden a dar un servicio eficiente.

**3-C.- INFORMACION A OTROS.-** Se debe tener presente que este tipo de trabajo no puede desarrollarse en forma aislada, un proyectista es parte de un equipo interdisciplinario que debe proporcionar información en forma adecuada y oportuna.

**3-D.- DIMENSIONAMIENTOS.-** Es en esta parte donde debe haber una conciencia de "realidad", es decir, se debe evitar a toda costa el caer en exageraciones que en caso de ser "de más" representan costo adicional en caso de ser "de menos", problemas para construcción y muy en particular mantenimiento

3-E.- **COORDINACION.**- Por la misma razón de ser parte de un equipo multidisciplinario, deberá haber una estrecha comunicación entre los responsables de todas las ingenierías de diseño.

En esta área son dos las recomendaciones, la primera en aceptar que el responsable del proyecto arquitectónico es el "orquestador", que tiene la responsabilidad de coordinar a todos; se debe colaborar ampliamente con él.

La segunda es que no debe caer en exageraciones y considerar que el fluido que se maneja es el más importante en la construcción.

#### 4.- TRAZOS

De hecho, esta sección es la que más importancia se le da, ya que es la que utiliza durante el proceso de la construcción, son los planos. La mayoría de ellos son copias reproducibles que se reciben directamente del arquitecto y que son complementadas por el proyectista con trazos en los que se debe mostrar claramente las soluciones dadas a las diferentes instalaciones. De sobra esta decir que el proyectista debe esmerarse en que la presentación de este trabajo sea la mejor posible, sin embargo, hay ciertos detalles que valen la pena sean comentados. Estos son los siguientes:

I.- **Nomenclatura.**- Determinar una numeración lógica ayuda a identificar más fácilmente los planos.

II.- **Dimensiones.**- Lo ideal es que todos los planos de un proyecto tengan la misma dimensión. En esto también cabe la recomendación de no utilizar planos muy grandes, al extenderlos en obra resultan imprácticos.

III.- **Separación de fluidos.**- La facilidad de interpretación se incrementa si el trabajo se presenta en diferentes planos, permite ser más explícito.

4.A.- **PLANTAS.**- Son estos los planos básicos, en ellos consultan los operarios el 85 % de las dudas.

Recomendación: Hacer los trazos en escala adecuada para facilitar interpretación. Para los edificios de grandes dimensiones se puede utilizar una planta general para ubicar las redes y varias plantas seleccionadas para detalles.

Es básico en estos casos referir perfectamente estos planos con los generales.

4.B.- **CORTES.**- Estos planos se consultan poco, siempre el proyectista buscará consignar las soluciones en cortes y elevaciones en la zona que más información muestra.

Cabe recomendar que en estos planos se puede indicar los detalles de soportaria, cruces críticos, etc. No hay que olvidar referenciarlos con los planos de planta.

4.C.- **ISOMETRICOS, DIAGRAMAS, ETC.**- Definitivamente, estos planos son los que más le cuestan al proyectista. Son muchas horas-hombre y los elaboran dibujantes especializados. Sin embargo, son indispensables porque muestran con toda calidad los aspectos, las conexiones más importantes.

Mejorará la calidad del trabajo si se hacen diagramas de flujo completos, detalles constructivos de los puntos críticos, isométricos, elevaciones, diagramas unifilares, etc.

### 5.- MEMORIA DE CALCULO

Este renglón es medular en el trabajo del proyectista, si bien, el propietario pocas veces le da la importancia o la revisa.

Este trabajo lo desarrollan técnicos altamente especializados, o de otra manera hay un alto riesgo de fallas, errores y omisiones.

Junto con la memoria de cálculo, deberán entregarse otros documentos que complementen la información y que a continuación se enuncian.

**5.A.- ESPECIFICACIONES.-** El proyectista dará la pauta de los materiales a emplear. Dada su experiencia, estará recomendando aquellos que a su juicio son los adecuados.

Por esta sencilla razón, se debe dar especial importancia a esa selección, a fin de no dejar lugar a un cuestionamiento al respecto.

**5.B.- PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS.-** Para este renglón, se apoyará en la información de los fabricantes, es una herramienta muy útil para los técnicos supervisores de obra.

Muy especial atención se le deberá dar a este capítulo si se ha seleccionado materiales nuevos o el sistema constructivo general requiere preparaciones especiales por parte del contratista.

**5.C.- LISTA DE MATERIALES.-** Complemento básico, en la actualidad se están solicitando no solo las listas de materiales, sino un presupuesto base.

Esta de sobra indica lo importante que es entregar listas de materiales reales y claras, esto permitirá que el concurso para la solución de la obra se realice con prontitud, exactitud y beneficie directamente la inversión del cliente.

**5.D.- SELECCION DE EQUIPOS.-** Los equipos especiales deben ser relacionados en todo detalle por el proyectista en la memoria técnica.

El proyectista debe investigar previamente entre 2 ó 3 fabricantes y, de común acuerdo con el propietario o su representante técnico, seleccionar el más adecuado, a fin de que no haya cambios de marcas, que en algunos casos se hacen sólo porque benefician económicamente a quien los propone y no a la obra.

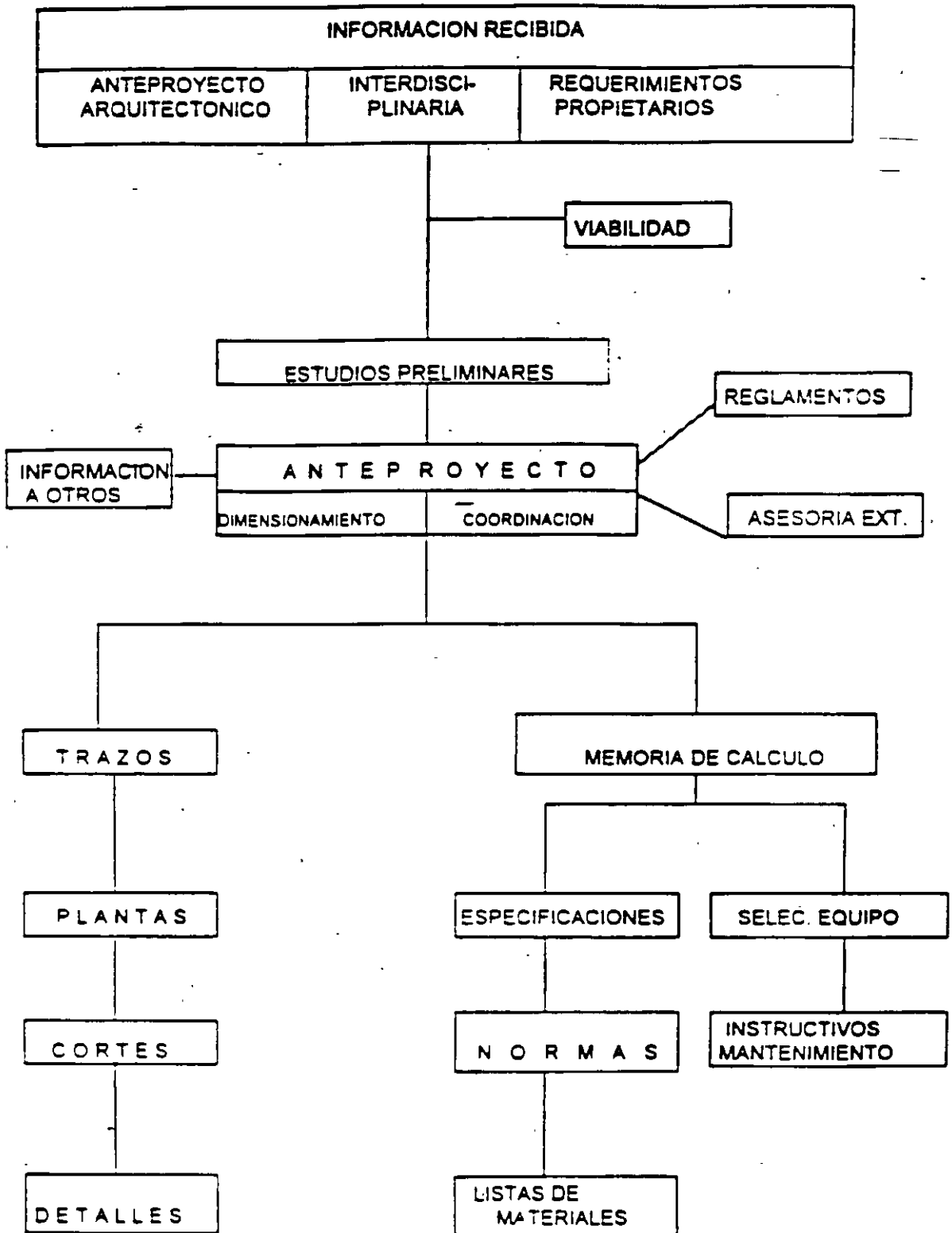
**5.E.- INSTRUCTIVOS DE MANTENIMIENTO.-** Esto es un complemento muy útil y es válido si no se hicieron cambios en los equipos seleccionados. El proyectista cuya responsabilidad es el diseño, no cubre asesoría en la ejecución de la obra, deberá señalar al propietario lo saludable de estar preparando el mantenimiento preventivo a la instalación de sus equipos desde antes de terminar la obra. Le será muy útil al propietario que se entreguen oportunamente catálogos técnicos de sus equipos.

## CONCLUSIONES

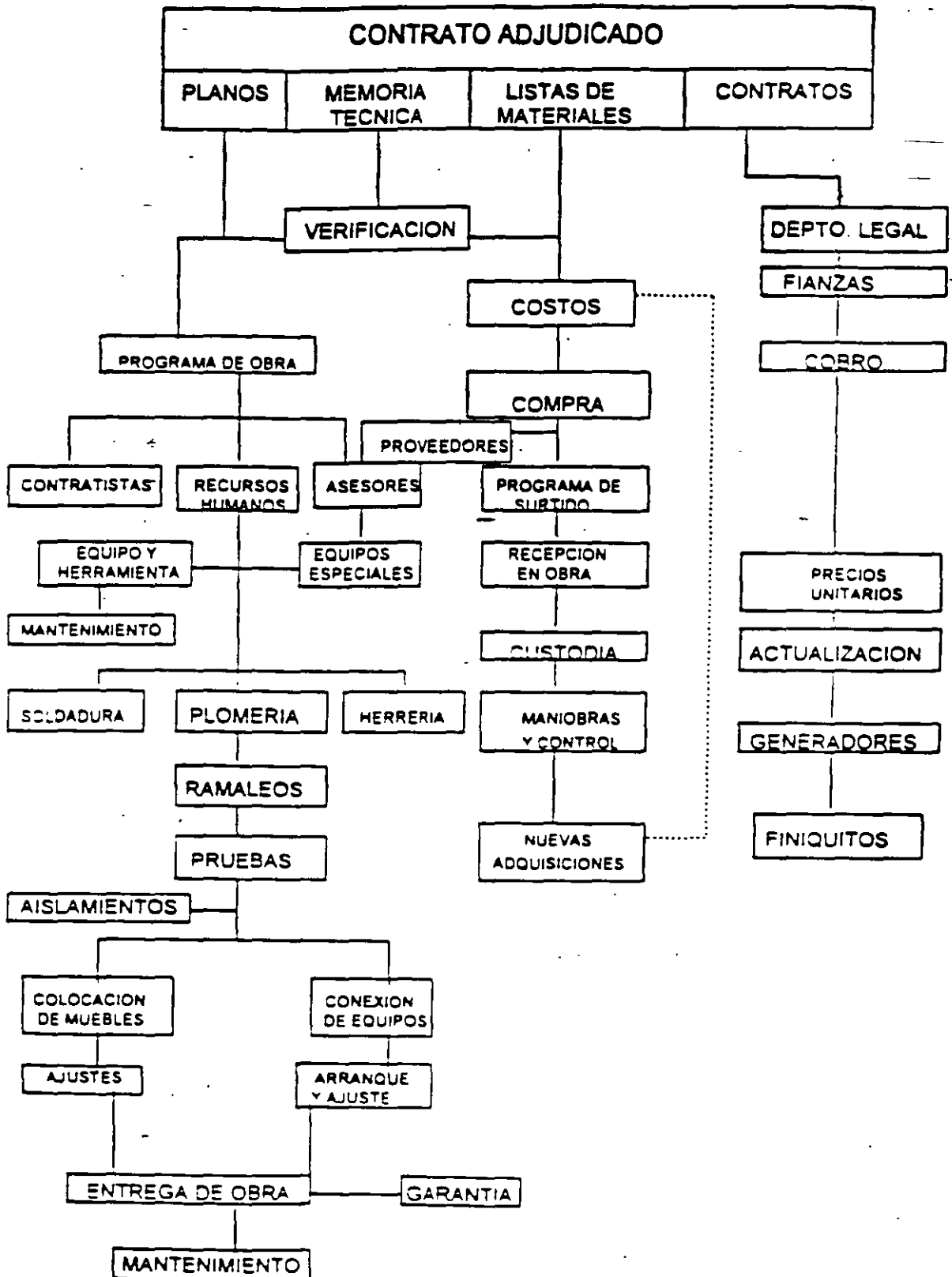
Si analizan los comentarios y recomendaciones anteriores, se podrá obtener en conclusión que la industria de la construcción nacional ha estado en un lugar de vanguardia comparada con otros países en desarrollo, debido a las inquietudes de sus componentes en estar actualizado, mejorando sistemas, capacitando constantemente a su personal y atendiendo con acuciosidad en que los trabajos se hagan bien. Se hagan con gran CALIDAD.

Así estaremos a la altura de las circunstancias cuando el ámbito internacional nos lleve a concursar con técnicas de otros países.

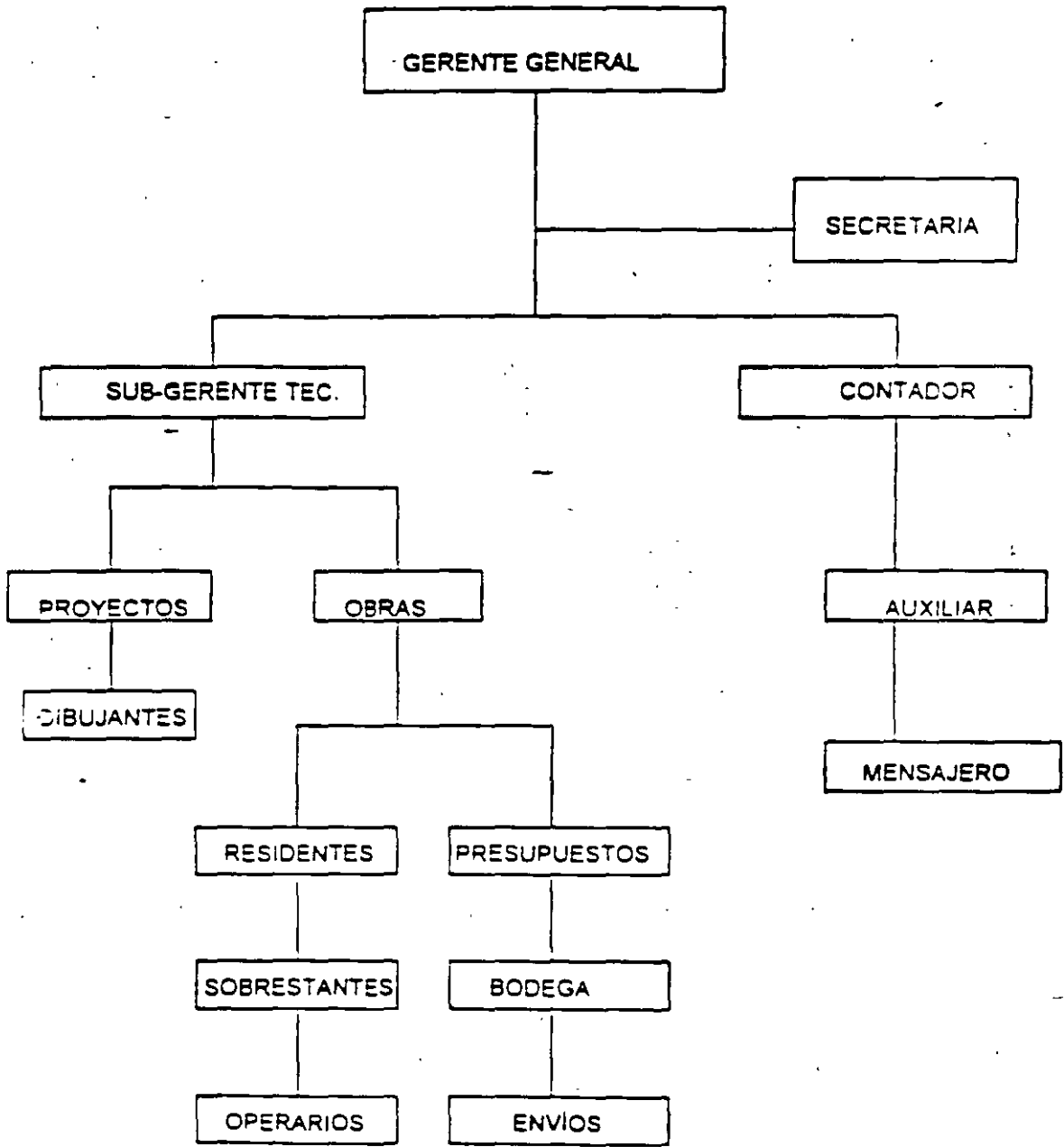
# EL PROCESO DE ELABORACION DE UN PROYECTO DE INSTALACIONES



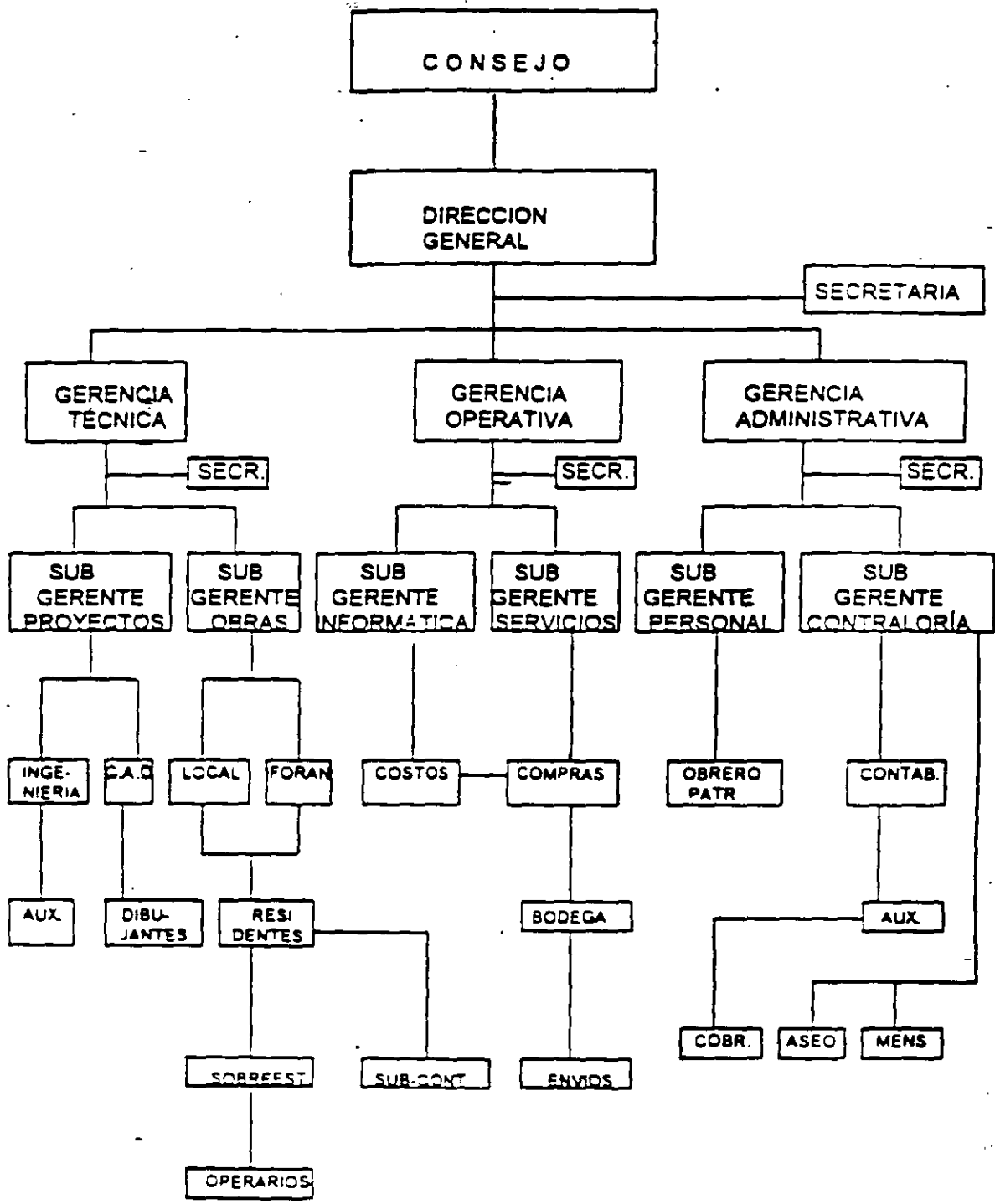
# PROCESO DE EJECUCION DE UNA OBRA DE INSTALACION HIDROSANITARIA



### ORGANIGRAMA DE UNA EMPRESA PEQUEÑA DE INSTALACIONES



# ORGANIGRAMA DE UNA EMPRESA MEDIANA DE INSTALACIONES







**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

**CURSOS ABIERTOS**

**INSTALACIONES HIDRÁULICAS, SANITARIAS  
Y DE GAS PARA EDIFICIOS**

**TEMA:**

**SELECCIÓN DE BOMBAS Y  
EQUIPO HIDRONEUMÁTICO**

**EXPOSITOR: ING. HÉCTOR MEDINA  
1998**

## The Science of Pressure Boosting

### SIZING

#### 1. Determine flow requirement.

- a) Inventory and categorize all fixtures (present and future). (See Attachment A)
- b) Using fixture count correlation's , determine the total fixture unit count.
- c) Using Hunter's curve, determine the flow required.

#### 2. Determine the pressure requirement for the building.

- a) Calculate the incoming (suction pressure)—Two types of systems: Tanks and city supplied water. Watch for pump NPSHR (Attachment B & C).
- b) Determine the static lift. How high does the water have to travel? (Attachment D)
- c) Determine the path of greatest pressure drop and calculate the pressure drop due to friction in the piping for that path (Attachment E).
- d) Determine the minimum residual pressure needed for the last fixture on the path.
- e) Calculate the pressure requirement. Friction loss + Static Height + Residual Pressure = Pressure Requirement (Attachment F).

#### 3. Hydropneumatic Tank Sizing and Placement.

- a) Remember that there is no real scientific means to pick the right size tank.
- b) Tank sizing has to do with two things: 1. How long does the engineer want the system off? and 2. How much flow is there when low/no flow conditions exist?
- c) The draw down volume (not the tank size) is equal to: (T) - the time the engineer wants the system off X (Q)- the flow rate at low usage levels.
- d) The tank size is equal to the draw down volume corrected for the given tank supplied with initial pressures (static pressure before the booster is on) and final pressures (after the booster is on) (For a detailed explanation See Hydropneumatic Tank Sizing Attachment G).

### CONSTANT SPEED BOOSTING

#### 1. Determine the System Split (Attachment H).

- a) Remember there is no set standard for number of pump.
- b) Most effective method for choosing the number of pumps is to do a load profile analysis and calculate paybacks for 1, 2, or 3 duty pumps.

- c) **The amount of time the payback is made is one factor, others include: price and redundancy.**

## **2. Calculate the Pressure Boost.**

- a) **Boost equals = Pressure Drop - Suction Pressure + Internal Losses**
- b) **Account for internal pressure losses in the booster.**
- c) **Losses include: piping losses and Pressure Reducing Valve losses.**

## **3. Determine the options (Attachment I)**

### **4. B&G Offerings: 35M, 70M and the new 70E**

## **VARIABLE SPEED PRESSURE BOOSTING**

### **1. Determining Payback.**

- a) **Use ESP-Plus to determine the payback (Attachment H)**
- b) **Make sure you use a control head equal to the pump NPSHR.**

### **2. Determining System Splits.**

- a) **Variable speed pumping makes it more efficient to use fewer duty pumps due to the ability of each pump to reduce speed.**
- b) **Unless you have a very large system or require standby pumps, two pumps should handle most every case.**

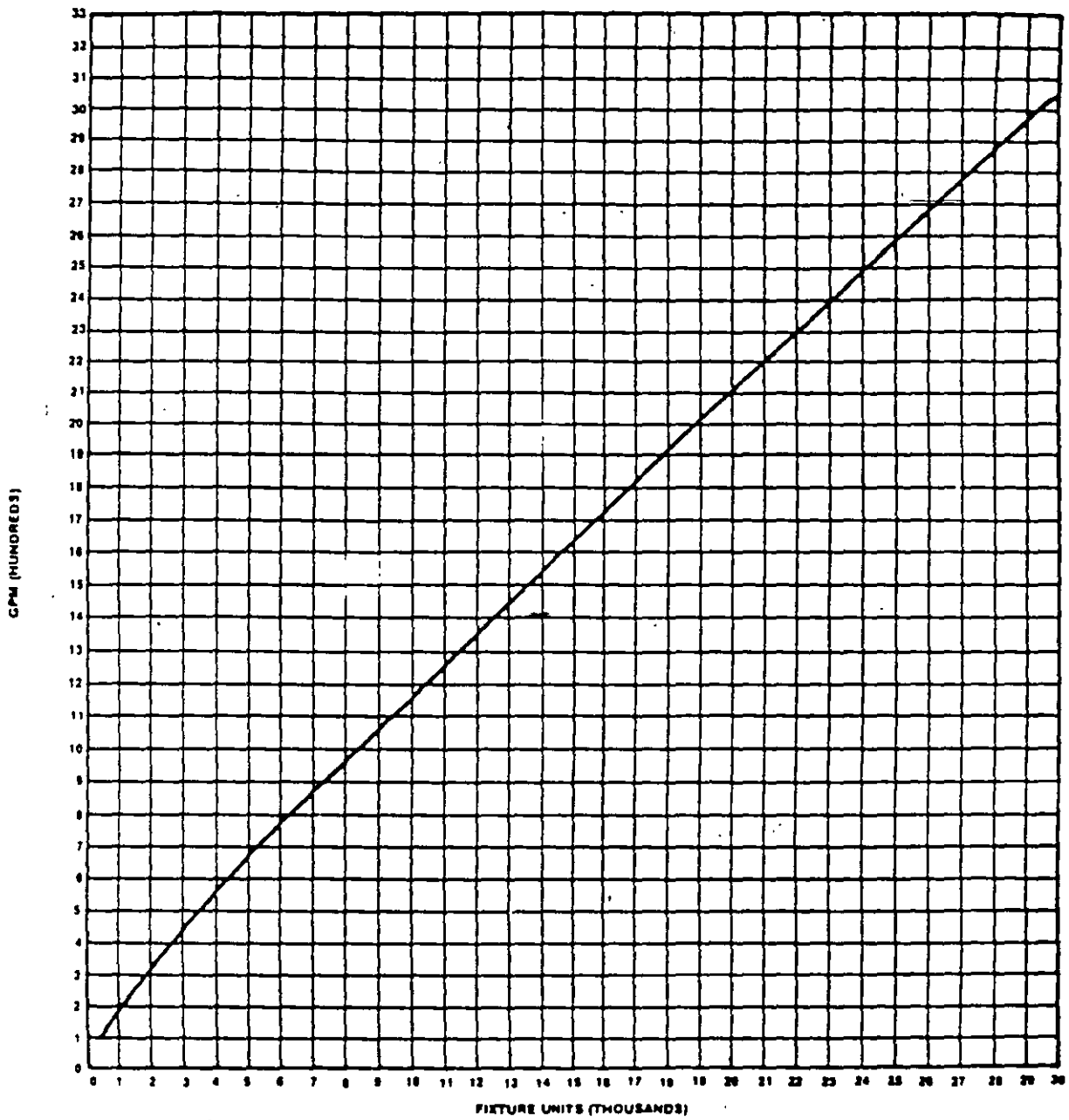
### **3. Sensor Location.**

- a) **Always try to locate sensor at the furthest/highest distance.**
- b) **Flow meters should be located in straight pipe with 10 pipe diameters before the flow meter and 5 pipe diameters after the flow meter.**

### **4. Equipment for Variable Speed Pressure Boosting.**

- a) **The all new Technologic 1200 Controller. This is specifically designed for variable speed pressure boosting (2 pump maximum).**
- b) **The Technologic 4000 (up to 6 pumps). Capable of special programming and communications.**
- c) **Adjustable Frequency Drives: Allen Bradley and ABB.**
- d) **Sensors: ITT Barton, Rosemount and Weed.**
- e) **Configurations: Components, Frame Mounted, Cabinet Mounted, Skid Mounted.**





**HUNTER'S CURVE**

## INSTALACIONES SANITARIAS

Los elementos de una instalación sanitaria se inician en las descargas de los propios muebles sanitarios que requieren tuberías de desague con diámetros mínimos recomendables y que pueden verse en la tabla anexa. Tabla No. 14.

En la misma tabla pueden obtenerse las unidades mueble de descarga, con las cuáles pueden calcularse tanto los ramaleos horizontales como las bajadas de aguas negras.

Ninguna de las salidas sanitarias debe quedar abierta dentro de un local, por lo cual todos los muebles deben estar provistos de un sifón que impida la salida de los gases contaminados del albañal y los olores hacia el propio local. Las coladeras de aseo de los pisos igualmente deben ser protegidas con sifones y vale aclarar que si éstos son demasiado pequeños, perderán fácilmente la obturación hidráulica al evaporarse su contenido, habiendo necesidad de reponerlo con frecuencia manualmente.

La capacidad de los ramaleos horizontales queda mostrada en la tabla anexa ( tabla No. 15 ), y la pendiente mínima, en la zona de sanitarios es de 2 ‰ en diámetros menores de 100 mm y 1 ‰ para diámetros de 100 mm y mayores.

En este tipo de instalaciones, está prohibido el uso de cambios de dirección a 90 ° en el plano horizontal, debiendo ser con codos o Y griegas a 45° en los cambios de vertical a horizontal si se permite el uso de piezas a 90°.

## BAJADAS DE AGUAS NEGRAS

El agua, en las columnas de aguas negras, baja adherida a las paredes de la tubería, dejando un núcleo central vacío por donde circula el aire desalojado por el agua al caer.

Cabe hacer notar que no debe limitarse la altura de las columnas por temor al aumento de velocidad del agua. En los edificios altos, la máxima velocidad de caída es adquirida al llegar al tercer nivel; pero posteriormente el rozamiento con las paredes de la tubería que es una fuerza opuesta al peso del agua impide que aumente la velocidad caída. El poner un obstáculo o quiebre en la bajada, perjudica la instalación por provocar presiones y depresiones en el aire de la propia columna.

Los diámetros de las bajadas de aguas negras están en función tanto de las unidades de descarga que reciben, como del número de intervalos en que las reciben, siendo el punto crítico los edificios de tres niveles, por la razón expuesta anteriormente; pero aumentando su capacidad receptora si hay más niveles que descargen en las bajadas, ya que disminuye el factor de simultaneidad de descarga. Ver tabla No. 17.

Así podemos ver que una bajada de 100 mm de diámetro de tres niveles puede aceptar la descarga de 240 unidades y con más de tres niveles, hasta 500 unidades de descarga.

En el pie de la bajada debe aumentarse el diámetro del colector, para evitar que en este punto se acumule el agua que descarga y se retarde el flujo ( ver tabla No. 16 ).

REGISTROS.- Es conveniente diseñar en los ramaleos horizontales puntos por los cuales se puede sondear la línea y destapar en caso de obturaciones. En las bases de las columnas siempre debe haber un registro, dado que es el punto mas peligroso.

COLECTORES DE CONCRETO.- Al construir los albañales de concreto, hay que tener cuidado de que en los registros no se haga la media caña, sino una vez terminada la obra, dejando el tubo corrido durante el proceso de construcción para evitar que entren materias extrañas ( arena, tabique, cascajo, palos, etc.) que posteriormente ocasionan serias obstrucciones. Terminada la obra, se rompe la clave y se hace la media caña, teniendo cuidado de que la altura de ésta sea igual al diámetro del tubo ( ver figura 37 ).

#### OBTURACION HIDRAULICA APROVECHANDO REGISTROS DE MAMPOSTERIA

Solamente se utilizan cuando hay descargas en planta baja y nunca en el recorrido general del colector. No se utilizan en la descarga de los muebles sanitarios, los cuales ya tienen su propia obturación, sino por ejemplo en rejillas que recogen aguas pluviales y a otros casos especiales por ejemplo, descarga de vertederos de mercados.

En este caso al registro se le adapta un codo invertido que forma un sello automático con el nivel del registro. ( figura- No. 38 ).

VENTILACION DE LAS BAJADAS DE AGUAS NEGRAS.- Toda bajada de aguas negras debe prolongarse en su parte superior hasta salir de la construcción, con tubería del mismo diámetro que la bajada, ya que nunca debe reducirse.



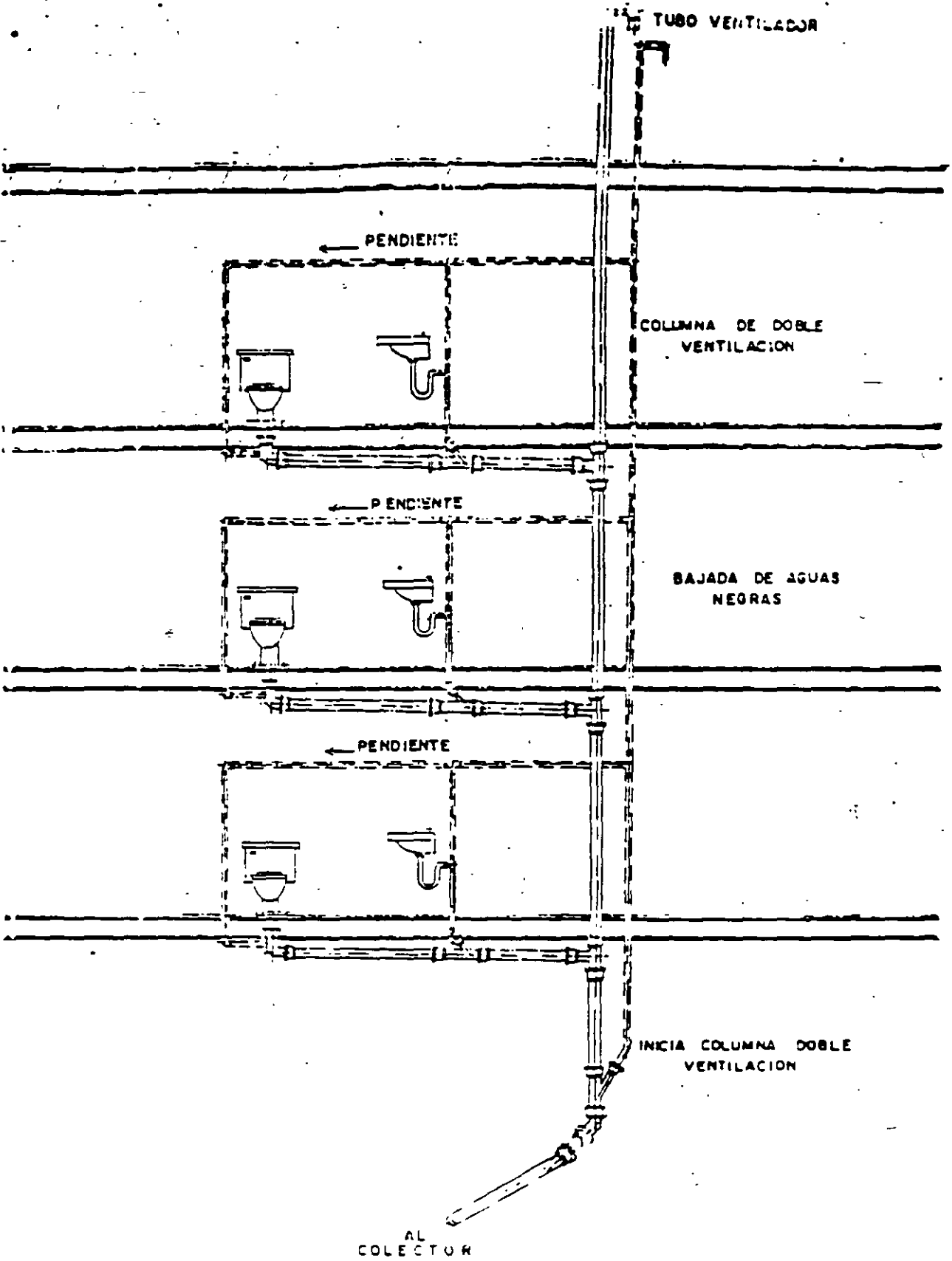
Esta ventilación tiene por objeto permitir la entrada de aire al sistema, facilitando la descarga del mismo, así como permitir la salida de los gases provocados por fermentación de materias orgánicas.

SISTEMA DE DOBLE VENTILACION.- El sistema de doble ventilación es necesario para evitar el principio de sifonaje en los obturadores hidráulicos del sistema, que de presentarse rompería el sello hidráulico, permitiendo la salida de gases a los locales sanitarios.

Esta ruptura puede presentarse también por la expulsión al exterior del agua del obturador. Por lo tanto, la doble ventilación evita los siguientes casos:

- a).- Contrapresiones o presión interior superior a la atmosférica, tal como se presenta por la compresión producida por las descargas de agua a lo largo de la bajada por encima del obturador considerado. Aumenta por el volumen de descarga y es máximo en la base de la bajada.
- b).- Depresión o descenso de presión del aire, con relación a la presión atmosférica, causada por la succión realizada por el movimiento del agua abajo del obturador considerado.
- c).- Autosucción causada por el propio sifón del mueble sanitario.

Se requiere por lo tanto ventilar cada uno de los obturadores del sistema o sus líneas, de tal manera que las contrapresiones se alivien por dicha ventilación y las depresiones se satisfagan por el mismo conducto. Las longitudes y diámetros de los conductos de doble ventilación ( y se llama doble, dado --



5 SISTEMA DE DOBLE VENTILACION

que el sistema de bajadas y colector deben tener su propia ventilación ), deben ser tales que permitan el paso del aire necesario para equilibrar las presiones interiores del sistema. -- Ver figura No. 39.

El sistema de doble ventilación debe ser construido de tal manera que cualquier escurrimiento que haya dentro de él, concorra al albañal. Los diámetros recomendados están en función de la longitud de las tuberías que figuran en la tabla anexa. ( Ver tabla No. 22 ).

### SISTEMA PLUVIAL

Dada la importancia de desaguar eficientemente un predio al presentarse precipitaciones pluviales que pueden ser de mucha consideración, es necesario normar el criterio para proyectar razonablemente los albañales de un edificio, que conducen el agua hacia los colectores del servicio público, evitando inundaciones dentro de las construcciones.

En primer lugar hay que conocer la intensidad máxima en los primeros cinco minutos de los aguaceros que se expresan en mm/hora.

En la tabla que se presenta, de la ciudad de México, en un período de 49 años la precipitación pluvial rebasó los 100 mm/hora, en 45 años; la precipitación pluvial de 150 mm/hora fué rebasada en 12 años y la de 200 mm por hora en cinco años ( ver tabla No. 18 ).

De la observación anterior, se desprende que en la ciudad de México, D. F., debe proyectarse con un dato de precipitación no inferior a 150 mm/hora, para tener un margen de seguridad razonable.

Se hace la aclaración que no vale la pena sobrepasar este límite, si se tiene en cuenta que el cálculo de los conductos verticales, se hace para manejar un gasto equivalente a un cuarto de tubo y no a tubo lleno, consecuentemente se deduce que en una precipitación mayor, su capacidad no se ve afectada. Ver tabla No. 20 .

Las bajadas pluviales se diseñan por lo tanto, de acuerdo con el área que reciben y generalmente no deben quedar a más de 20 m de separación, para evitar rellenos en las azoteas, ya que la pendiente recomendable en éstas es del 2 %, con un mínimo de 1.5 %.

Cuando existe un cespel en la parte inferior de una bajada pluvial, no debe conectarse otra descarga pluvial intermedia ya que en caso de precipitación, ésta no podrá descargar al tratar de salir por ella el aire comprimido en la bajada.

Los albañales de aguas pluviales pueden trabajar a tubo lleno, pero hay que tener mucho cuidado que las pérdidas de fricción no sean tan fuertes que la pendiente hidráulica sea tal que pueda hacer subir el agua dentro de la columna y provoque un aumento de presión dentro del albañal, que en muchos casos pueda desbordar por los registros, levantando la tapa de éstos. La capacidad de los albañales con 1 % de pendiente figuran en la tabla No. 21. Para otras pendientes expresadas en por ciento, la velocidad, el gasto y la superficie desaguada se obtiene multiplicando los valores de la tabla por la raíz cuadrada-

de la pendiente en por ciento... Se hace notar que aunque los conductos verticales de aguas negras no deben combinarse con las aguas pluviales, los albañales sí pueden conjuntar los dos servicios ( ver hojas de desagues combinados ).

Una observación de importancia es que en las superficies de terrazas de los dos edificios, hay que tener en cuenta los escurrecimientos ocasionados por la lluvia sobre las fachadas de la construcción, dado que en muchos casos la fuerza del viento hace que la lluvia caiga sobre ellas con un ángulo de 30° 45° y hasta 60° por lo que las bajadas de las terrazas recibirán un incremento de mucha consideración, que de no ser previsto provocará serios trastornos.

#### CONDUCCION ADECUADA DE LAS AGUAS PLUVIALES

Tomado de un artículo del Ing. Manuel de Anda F.

Los daños y molestias ocasionados por las aguas de lluvia, incorrectamente canalizadas, todavía se presentan con cierta frecuencia, aún en obras importantes y, esto se debe en gran parte a que en muchos casos se siguen reglas tradicionales para distribuir y dimensionar las bajadas pluviales sin tomar en cuenta la intensidad posible de los aguaceros en la localidad, o a que los albañales tienen una capacidad de conducción insuficiente para esas precipitaciones.

Ha sido costumbre invertida, de numerosos constructores, considerar una bajada pluvial de 100 mm de diámetro por cada 100 m<sup>2</sup> de azotea. Examinamos la validez de esta regla tradicional, - la que entre paréntesis no está fundada en la capacidad hidráulica de la bajada, sino en la conviencia de evitar grandes re

llenos en las azoteas, al dar a éstas las pendientes necesarias para el escurrimiento del agua de lluvia hacia la bajada.

En un tubo vertical, parcialmente lleno, el agua desciende adheriéndose a la pared interior, de tal manera que el líquido forma un cilindro hueco de diámetro exterior igual al interior del conducto. Así, por ejemplo, para un tubo vertical de 15 cm de diámetro interior, por el que baja el agua, llenando la cuarta parte de la sección interior del tubo, el hueco es de 13 cm de diámetro, por lo que el espesor del anillo de agua adherido a la pared interior del tubo es de apenas un centímetro, o sea de un quinceavo del diámetro. En general si el agua llena la  $N$ -ésima parte del tubo, de diámetro interior (D) el espesor (E) de la lámina de agua adherida a la pared interior es:

$$E = \frac{D}{2} \left( 1 - \sqrt{\frac{N-1}{N}} \right)$$

De modo que si  $D = 150$  mm y  $N = 4$  ( tubo lleno a la cuarta parte )

$$E = \frac{150}{2} \left( 1 - \sqrt{\frac{4-1}{4}} \right) = 75 ( 1 - 0.866 )$$

$$= 75 \times 0.134 = 10 \text{ mm}$$

y en una bajada de 100 mm, llena a la cuarta parte, la lámina de agua tiene un espesor:

$$E = 50 \times 0.134 = 6.7 \text{ mm}$$

Conviene decir, de paso, según la experiencia, las bajadas pluviales no deben llenarse a más de una tercera parte, como se comprobará más adelante, y que en estas condiciones el espesor de la lámina de agua en la bajada es el 9.17 % de diámetro o sea poco más de 9 mm en una bajada de 100 mm de diámetro.

Ahora bien, para determinar la capacidad de conducción de una bajada, parcialmente llena, comenzamos por hallar su radio hidráulico ( R ), que como es sabido se obtiene dividiendo el área de paso del líquido entre el perímetro de contacto. Pero el área interior del tubo es  $3.1416 D^2/4$ , y como el agua ocupa únicamente la enésima parte, el área de paso es  $3.1416 D^2/4N$ , en tanto que el perímetro de contacto es el del interior del tubo, o sea  $3.1416 D$  por lo que el radio hidráulico es:

$$R = \frac{D}{4 N} \quad ( 2 )$$

Hay que considerar, por otra parte, la pendiente hidráulica ( S ), la cual se obtiene dividiendo la diferencia de nivel entre la longitud del tubo, y como para un tubo vertical ambas son iguales, la pendiente hidráulica es:  $S = 100$  al aplicar la fórmula de Manning:

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

Que da la velocidad ( V ) del agua, en metros por segundo, en función del coeficiente de rugosidad ( n ) del tubo, del radio hidráulico ( R ) en metros y la pendiente hidráulica ( S ), se tiene que, para el caso de bajadas pluviales,  $n = 0.010$  y  $S = 1.0$ , por lo que:

$$V = 100 R^{2/3}$$

Y si el radio hidráulico se pone en milímetros, entonces la velocidad, en metros por segundo, con que baja el agua pluvial por un tubo vertical es:

$$V = ( R \text{ mm} )^{2/3} \quad ( 3 )$$

Para una bajada de 10 cm de diámetro, llena a la cuarta parte.

En lo que se refiere a la intensidad de los aguaceros, es sabido que las lluvias de corta duración son las mas copiosas, y que los primeros minutos de una precipitación son los de mayor intensidad. Se da el caso, por ejemplo de que un aguacero de una hora tenga la cuarta parte de la intensidad de uno de los cinco minutos de duración., pero como el agua que corre por los albañales de un predio tarda menos de cinco minutos en recorrerlos, siempre hay que tomar como base el promedio de las intensidades máximas anuales de los aguaceros de cinco minutos en la localidad de que se trate.

Para el caso de edificios, hay que tomar en cuenta el agua pluvial que escurre de una fachada considerando que la lluvia cae con una inclinación de  $30^\circ$  respecto de la vertical, por lo cual el agua captada es la mitad de la que captaría una azotea - igual en superficie que la fachada, ya que el seno de  $30^\circ$  vale 0.50.

El artículo 27 del Reglamento de Ingeniería Sanitaria relativo a edificios prescribe que " Por cada  $100 \text{ m}^2$  de azotea o de proyección horizontal en techos inclinados, se instalará por lo menos un tubo de bajada pluvial de 7.5 cm de diámetro o uno de área equivalente al tubo circular ya especificado. "

Para desaguar marquesinas, se permitirá instalar bajadas pluviales con diámetro mínimo de 5 cm o de un área equivalente, para superficies hasta de  $25 \text{ m}^2$  como máximo.

Según el reglamento, un tubo de bajada de 75 mm de diámetro -- puede desaguar  $100 \text{ m}^2$  de azotea, o sea que debe conducir un -- gasto de 4.167 litros por segundo en un aguacero de 150 mm/h. -- de intensidad, ya que el agua llovería en esa área a razón de  $150 \times 100 = 15,000$  litros en 3,600 segundos que tiene la hora-



el radio hidraulico, segun la ecuación es:

$$R_{mm} = \frac{100 \text{ mm}}{4 \times 4} = 6.25 \text{ mm y por consiguiente:}$$

$$v = 6.25^{2/3} = 3.393 \text{ m/s}$$

Con esta velocidad y el área de paso del agua, que es:

$$\frac{3.1416 D^2}{4 \times 4} = \frac{3.1416 \times 10^2}{16} = 19.635 \text{ cm}^2$$

Obtenemos el gasto:

$$Q = 33.93 \frac{\text{dm}}{\text{s}} \times 0.19635 \text{ dm}^2 = 6.662 \text{ L/s}$$

Veamos ahora, qué superficie de azotea aportará 6.662 litros por segundo, para lo cual hay que considerar la intensidad de la precipitación pluvial en aguaceros de cinco minutos de duración, intensidad que, a falta de mejores datos, se estima en -- 100 mm/h, o sea que la lluvia cae a razón de 100 litros por hora en cada metro cuadrado, por lo que en  $36 \text{ m}^2$  caerá un litro -- por segundo y entonces la bajada de 10 cm podría desaguar:

$$6.662 \times 36 = 240 \text{ m}^2 \text{ de azotea}$$

Sin embargo, hay lugares como la ciudad de México, en los que se presenten aguaceros mucho mas intensos. En el Distrito Federal han llegado a registrarse hasta 20 mm en 5 minutos, o sea -- 240 mm/h, pero el promedio de los aguaceros máximos anuales es cercano a los 150 mm/h. Tomando como base de cálculo esta última intensidad para el Distrito Federal, cada  $24 \text{ m}^2$  de azotea -- aportan un litro por segundo y entonces la bajada de 10 cm puede desaguar llena a la cuarta parte.

$$6.66 \times 24 = 160 \text{ m}^2 \text{ de azotea}$$

De igual manera se ve que un tubo de 50 mm para 25 m<sup>2</sup> de azotea deberá desaguar:

$$150 \times 25/3,600 = 1.042 \text{ L/s bajo una lluvia de } 150 \text{ mm/h}$$

Ahora bien, si se tiene en cuenta las ecuaciones ( 2 ) y ( 3 ) a la vez que el área del anillo de agua en la bajada, que es la enésima parte de la sección del tubo, o sea:

$$A = \frac{3.1416 D^2}{4 N} \quad ( 4 )$$

Puede deducirse que el gasto ( Q ) de una bajada, en litros -- por segundo, poniendo el diámetro en milímetros es:

$$Q = \frac{3.1416 D^{8/3} \text{ mm}}{(4N)^{5/3} \times 10^3} \quad ( 5 )$$

y de la ( 5 ) se puede encontrar que fracción de la sección -- del tubo está ocupada por el agua, obteniéndose que:

$$\frac{1}{N} = \frac{4 \times 10^{1/8} Q^{0.6}}{3.1416^{0.6} D^{1.6} \text{ mm}} \quad ( 6 )$$

Al aplicar la ecuación ( 6 ) a las bajadas de 75 mm y 50 mm -- mencionadas en el reglamento, resulta que en aguaceros de 150- mm/h, y descargando 100- y 25 m<sup>2</sup> de azotea, respectivamente la bajada de 75 mm estará ocupada en su fracción:

$$\frac{1}{N} = \frac{4 \times 10^{1/8} \times 4.167^{0.6}}{3.1416^{0.6} \times 75^{1.6}} = 0.29891$$

es decir, el 24.9 % o sea la cuarta parte, aproximadamente.

En igual forma se puede saber que durante el peor aguacero, de

240 mm/h de intensidad, la bajada de 75 mm con 100 m<sup>2</sup> de azotea se llenará en un 39.6 % y la de 50 mm con 25 m<sup>2</sup> de área desaguada, bajará al 33.0 %.

Se ve que la bajada de 50 mm para 25 m<sup>2</sup> de azotea tiene la capacidad adecuada, ya que con la precipitación media máxima anual en el Distrito Federal trabaja llena a la cuarta parte, y bajo el peor aguacero se llena a la tercera parte, en cambio, la de 75 mm para 100 m<sup>2</sup> de azotea está sobrecargada proporcionalmente un 20 %, puesto que en vez de llenarse el 25 % con el aguacero medio máximo, se llena casi el 30 % y bajo la peor precipitación, en vez de llenarse al 25 % se llena casi al 40 %.

Por lo anterior se llega a la conclusión de que una bajada pluvial dimensionada para recibir el aguacero medio máximo de la localidad, llenándose a la cuarta parte, podrá recibir el peor aguacero, llenándose a la tercer parte, si la peor precipitación es un 60 % mas intensa que la media máxima anual, como es el caso en el Distrito Federal, con 240 mm/h del peor aguacero, que es un 60 % mas intenso en comparación con los 150 mm/h de intensidad media.

Conviene aclarar, de paso, que una bajada pluvia llena a la cuarta parte, conectada a una punta de albañal del mismo diámetro y a 2 % de pendiente hace que la punta del albañal se llene totalmente, como se comprobará al tratar acerca de albañales. A la luz de ésta aclaración y de la conclusión que la precede, podremos darnos cuenta de cómo trabajan las bajadas pluviales señaladas en la norma ASA A 40.8 ( American Standard National Plumbing Code o Norma Nacional Reglamentaria para Plomería en los E.E.U.U. ) expedida por la Asociación Norteamericana de Normas ( American Standards Association ) en 1956. En esta norma, todas las bajadas tienen asignadas superficies de azotea proporcional a su capacidad respectiva e inversamente proporcional a la intensidad de la lluvia. Así por ejemplo, una bajada de 4 " ( 101.6 mm ) puede desaguar, según la norma norteamericana, una superficie de 285 m<sup>2</sup> ( 3,070 pies cuadrados ) con una

intensidad de lluvia de 152.4 milímetros por hora ( 6 pulgadas por hora ), 6 427 m<sup>2</sup> ( 4,600 pies cuadrados ) con 101.6 mm/h ( 4 pulgadas por hora )..

En estas condiciones la bajada debe conducir un gasto de 12 litros por segundo y se llena al 35 %; pero con el aguacero 60 % mas intenso, la bajada se llena al 46 %, excediendo en mucho del 25 % y el 33 % recomendable. Igual ocurre con una bajada de 2 " ( 50.8 mm ) la que, según el artículo 13.6.1 de la norma americana, puede desaguar 44.59 m<sup>2</sup> ( 480 pies cuadrados ) - bajo una lluvia de 152.4 mm/h ( 6" por hora ). En efecto, como 6" equivalen a medio pie, la bajada recibe un caudal de - - 480 x 0.5 = 420 pies cúbicos por hora, o sea 1/15 de pié cúbico por segundo, como el pié mide 3.048 decímetros, un pié cúbico tiene 3.048<sup>3</sup> = 28.317 litros, por lo que el gasto de la bajada es de 28.317/15 = 1.888 litros por segundo y el agua ocupará en la bajada según la ecuación ( 6 ) la fracción.

$$\frac{1}{N} = \frac{4 \times 10^{1.8} \times 1.888^{0.6}}{3.1416^{0.6} \times 50.8^{1.6}} = 0.3467 = 35 \%$$

y con aguaceros 1.6 veces más intensos.

$$\frac{1}{N} = 0.3467 \times 1.6^{0.6} = 0.45966 = 46 \%$$

Por lo que respecta al empleo de bajadas cuadradas o rectangulares, en sustitución de las redondas, hay discrepancia entre el Reglamento de Ingeniería Sanitaria Relativo a Edificos y la Norma Norteamericana para plomería, pues en tanto que nuestro reglamento pide que las bajadas rectangulares tengan la misma área de sección que la redonda, la norma americana indica que el diámetro del círculo inscrito en la rectangular es el de la bajada redonda equivalente. Ambas equivalencias son falsas, -

ya que un conductor rectangular de lado ( a ) y ( b ) y con área igual a la de un tubo redondo tiene un radio hidráulico menor que el redondo, puesto que el perímetro de contacto del rectangular es  $2 ( a + b )$ , mayor que el perímetro  $( 3.1416 D )$  del circular. Así por ejemplo una sección rectangular de 6 cm x 13 cm es aproximadamente igual a la de un tubo de 10 cm. La sección rectangular es  $6 \times 13 = 78 \text{ cm}^2$  y la del redondo  $3.1416 \times 10^2/4 = 78.54 \text{ cm}^2$ , pero el radio hidráulico del primero es  $78/2 ( 6 + 13 ) = 78/38 = 2.052 \text{ cm}$  si va lleno, ó  $20.52/4 = 5.13$  si el agua ocupa la cuarta parte, en tanto que el radio hidráulico del tubo lleno a la cuarta parte es  $100 \text{ mm}/4 \times 4 = 6.25 \text{ mm}$ , y por lo consiguiente el agua correrá mas aprisa por el redondo que por el rectangular, dando mayor velocidad en la proporción de  $( 6.25/5.13 )^{2/3} = 1.14$  y mayor gasto en la proporción  $78.54 \times 1.14/78 = 1.15$  o sea un 15 % mas del caudal en la bajada redonda que en la rectangular de igual área aproximadamente.

En cuanto al criterio americano, consistente en tomar como equivalente el diámetro del círculo inscrito en un conducto rectangular, es absurdo, puesto que lo mismo se puede inscribir un círculo de 10 cm en un ducto de 10 cm x 10 cm, que en un ducto de 10 cm x 20 cm, o de 10 cm x 30 cm.

El verdadero diámetro equivalente de un tubo a igualdad de capacidad que un conducto rectangular de lados ( a ) y ( b ) es:

$$D_e = \frac{2 (ab)^{0.625}}{3.1416^{0.375} (a + b)^{0.25}} = 1.3 \frac{(ab)^{0.625}}{(a+b)^{0.25}}$$

y en esas condiciones una bajada de 4 cm x 25 cm conduce la misma cantidad de agua que un tubo de 10 cm de diámetro ya que

$$D_e = 1.3 \frac{( 4 \times 25 )^{0.625}}{( 4 + 25 )^{0.25}} = 1.3 \frac{100^{0.625}}{29^{0.25}} = 9.977 \text{ cm}$$

16

o sean 10 cm con diferencia de menos de 1/4 de milímetro.

Lo práctico es sustituir una bajada en la que el área de la sección ( ab ) sea igual a la de un cuadro circunscrito al círculo, o sea que:

$$a b = D^2 \quad ( 8 )$$

y entonces:

$$b = \frac{D^2}{a}$$

De modo que una bajada de 4 x 14 cm = 56 cm<sup>2</sup> puede sustituirse a una redonda de 7.5, pues 7.5 x 7.5 = 56.25 cm<sup>2</sup>, o una de 5 x 20 cm suple a una de 10 cm de diámetro, porque 5 x 20 = 10 x 10.

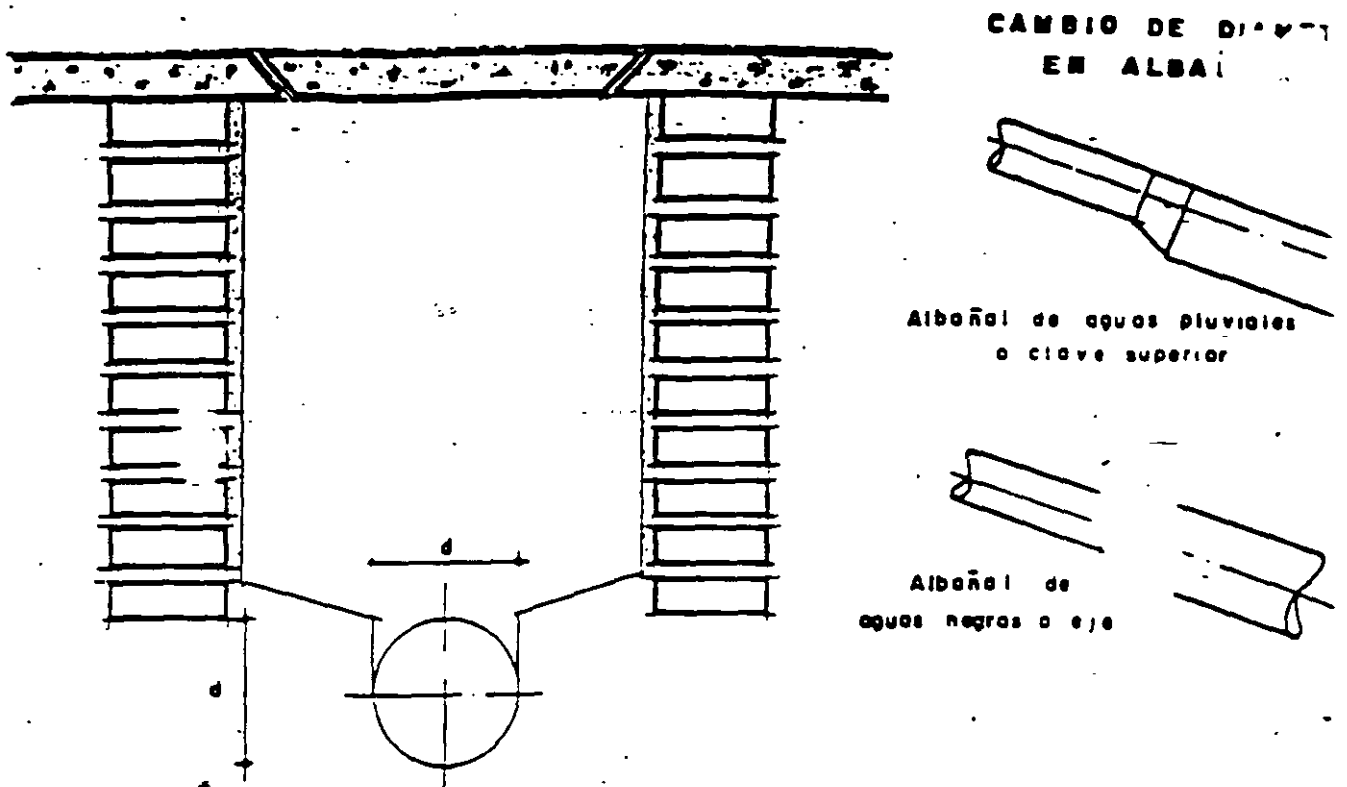


FIG. 37 REGISTRO DE ALBAÑAL

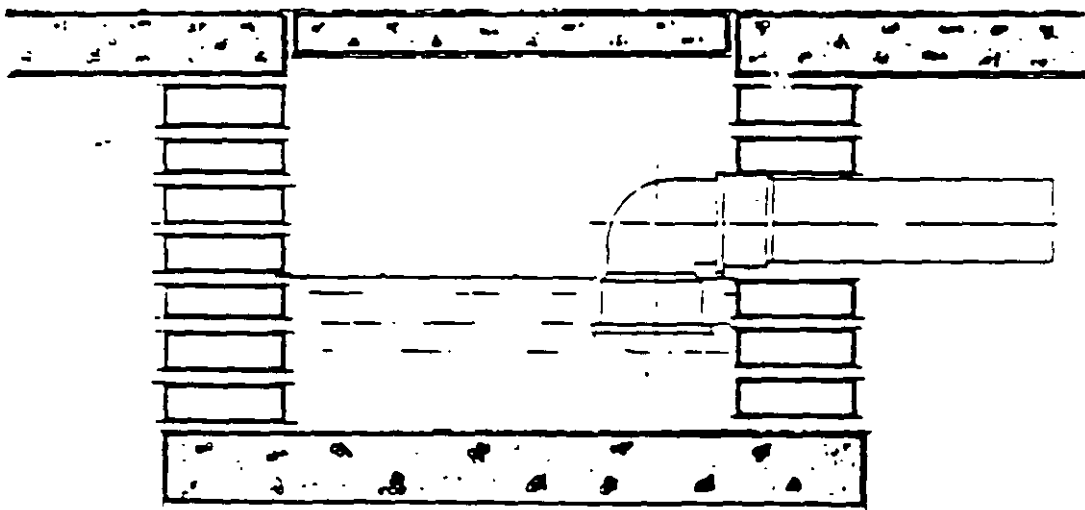


FIG. 38 OBTURACION HIDRAULICA EN REGISTROS

## DIAMETROS MINIMOS RECOMENDADOS EN LOS DESAGÜES Y CARGAS DE DIFERENTES MUEBLES SANITARIOS

TIPOS DE MUEBLE SANITARIO	DESAGÜE MINIMO	UNIDAD DE DESAGÜE
BAÑO CON EXCUSADO DE FLUXOMETRO LAVABO Y TINA O REGADERA	75 mm.	8 Ud.
BAÑO CON EXCUSADO DE TANQUE LAVABO Y TINA O REGADERA	75 mm.	6 Ud.
BEBEDERO	25	0.5
BIDET	(SUPUESTO) 40 mm.	3
COLADERA DE PISO EN BAÑO O SANITARIO	50	1
EXCUSADO DE TANQUE	75	4
EXCUSADO DE FLUXOMETRO	75	8
FREGADERO DOMESTICO	40	2
FREGADERO DOMESTICO CON TRITURADOR	40	3
FREGADERO PARA OLLAS Y TRASTOS	40	4
LAVABO CON TAPON CHICO	32	1
LAVABO CON TAPON GRANDE	40	2
LAVABOS CORRIDOS MULTIPLES POR CADA JUEGO DE LLAVES (SUPUESTO)	40	2
LAVADO DENTAL	32	1
LAVADO PARA CIRUJANOS	40	2
LAVADO PARA PELUQUERIA O SALON DE BELLEZA	40	2
LAVADORA DE PLATOS DOMESTICA	40	2
LAVADERO CON PILETA	32	1
REGADERA DOMESTICA	50	2
TINA CON O SIN REGADERA CON DESAGUE DE	40	2
URINARIO DE COLGAR	50	3
" CORRIDO POR CADA 60 cm (SUP)	40	2
" DE ASEO	75	3



TABLA 14

Tipo de mueble sanitario	Desagüe mínimo	Unidad de de.
Desagüe no clasificados de:	32	1
" " " " :	50	2
" " " " :	60	3
" " " " :	75	4
" " " " :	100	5
" " " " :		6

Tabla No 15

CAPACIDAD MAXIMA (en unidades de desagüe)  
PARA RAMALES HORIZONTALES DE DESAGUE  
DE MUEBLES SANITARIOS.

DIAMETRO DE RAMAL	MUEBLES DE UNA MISMA PLANTA	MUEBLES DIRECTOS AL ALBAÑAL
1 1/4" 32mm	1ud	1ud
1 1/2" 40mm	2	3
2" 50mm	6	6
2 1/2" 60mm	9	2
3" 75	16	20
4" 100	90	160
5" 125	200	360
6" 150	300	620
8" 200	600	1400
10" 250	1000	2500
12" 300	1500	3900
15" 375		7000

**Tabla No. 16 CAPACIDAD MAXIMA (Ud) PARA ALBAÑALES Y RAMALES DE ALBAÑAL PARA DIVERSAS PENDIENTES**

DIAMETRO	0.5 %	1 %	2 %	4 %
1 $\frac{1}{4}$ " 32 mm			1 Ud	1 Ud
1 $\frac{1}{2}$ " 40			3	3
2" 50			21	26
2 $\frac{1}{2}$ " 60			24	31
3" 75		20 Ud	27	36
4" 100		180	216	260
5" 125		390	480	575
6" 150		700	840	1000
8" 200	1400 Ud	1600	1920	2300
10" 250	2500	2900	3500	4200
12" 300	3900	4600	5600	6700
15" 375	7000	8300	10000	12000

Tabla No 17 CAPACIDAD TOTAL MAXIMA DE COLUMNAS DE DESAGUE (en Ud).

DIAMETRO	CON DESAGUE EN 3 NIVELES	CON DESAGUE EN 3 NIVE.
32mm 1 $\frac{1}{4}$ "	2 Ud	2 Ud
40mm 1 $\frac{1}{2}$ "	4	8
50mm 2"	10	24
60 2 $\frac{1}{2}$ "	20	42
75 3"	30	60
100 4"	240	500
125 5"	540	1100
150 6"	960	1900
200 8"	2200	3600
250 10"	3800	5600
300 12"	6000	8400

Tabla No. 22

TABLA DE CAPACIDADES DE LAS  
COLUMNAS DE DOBLE VENTILACION

COLUMNA DESAGUE ø mm	CONECT. U.D.	C.D.V. ø 32 Pisos	C.D.V. ø 40 Pisos	C.D.V. ø 50 Pisos	C.D.V. ø 60 Pisos	C.D.V. ø 75 Pisos	C.D.V. ø 100 Pisos	C.D.V. ø 125 Pisos	C.D.V. ø 150 Pisos	C.D.V. ø 200 Pisos
32	2	3	---	---	---	---	---	---	---	---
40	8	5	15	---	---	---	---	---	---	---
50	10	3	10	---	---	---	---	---	---	---
50	12	3	7	20	---	---	---	---	---	---
50	20	2	5	15	---	---	---	---	---	---
50	42	---	3	10	30	---	---	---	---	---
75	10	---	3	10	20	60	---	---	---	---
75	30	---	---	6	20	50	---	---	---	---
75	50	---	---	5	8	40	---	---	---	---
100	100	---	---	3	10	26	100	---	---	---
100	300	---	---	3	9	25	90	---	---	---
100	500	---	---	---	7	18	70	---	---	---
125	1100	---	---	---	2	5	20	70	---	---
150	350	---	---	---	2	5	20	40	130	---
150	1900	---	---	---	---	2	7	20	70	---
200	600	---	---	---	---	---	5	15	50	130
200	3600	---	---	---	---	---	2	6	25	80
250	1000	---	---	---	---	---	---	7	12	100
250	5600	---	---	---	---	---	---	2	6	25

INTENSIDAD MAXIMA DE LOS PRIMEROS CINCO MINUTOS DE AGUACERO EN LA CIUDAD DE MEXICO DURIANTE LOS ULTIMOS 49 AÑOS, EXPRESADA EN mm/h

1923	103.2	1935	120.0	1947	147.6	1959	240.0
1925	108.0	1937	169.2	1949	120.0	1961	90.0
1926	121.2	1938	126.0	1950	156.0	1962	132.0
1927	117.6	1939	124.8	1951	120.0	1963	108.0
1928	204.0	194	108.0	1952	114.0	1964	162.0
1929	126.0	194	102.0	1953	15.0	1965	199.2
1929	96.0	194	120.0	1954	120.0	1966	120.0
1931	128.4	194	123.0	1955	186.0	1967	150.0
1932	132.0	194	144.0	1956	120.0	1968	255.0
1933	122.4	1945	138.0	1957	120.0	1969	120.0
1934	100.8	1946	211.2	1958	96.0	1970	126.0

Hasta el 23 de julio 1971 174.0

INTENSIDAD MAXIMA DE AGUACEROS DE DIVERSAS DURACIONES EN LA CIUDAD DE MEXICO, DURANTE UN PERIODO DE 16 AÑOS EXPRESADA EN mm/h

AÑO	5 min.	10 min.	30 min	60 min	l./m <sup>2</sup> en 24 horas
1948	240.0	120.0	60.0	38.5	41.0
1949	120.0	60.0	33.0	18.5	26.7
1950	156.0	120.0	47.0	43.3	80.6
1951	120.0	108.0	55.0	35.2	46.3
1952	114.0	60.0	40.0	26.6	31.1
1953	150.0	93.0	45.0	26.8	34.3
1954	132.0	102.0	39.8	23.0	41.1
1955	186.0	120.0	59.0	57.0	66.4
1956	120.0	90.0	51.0	26.3	30.4
1957	120.0	60.0	35.0	26.9	27.9
1958	96.0	75.0	51.4	26.7	39.5
1959	240.0	169.2	66.0	33.6	36.2
1960	102.0	96.0	58.8	40.2	47.8
1961	90.0	88.8	57.2	31.5	40.9
1962	132.0	90.0	56.2	38.2	53.5
1963	108.0	102.0	50.8	26.0	45.7
Promedio	139	98	50	32	44

**SUPERFICIES DESAGUADAS POR BAJADAS PLUVIALES  
LLENAS A LA CUARTA PARTE**

DIAMETRO DE LA BAJADA	INTENSIDAD MAXIMA CONSIDERADA EN EL LUGAR PARA AGUACEROS DE 5 MINUTOS				
	75 mm/h	100 mm/h	125 mm/h	150 mm/h	200 mm/h
50 mm	50 m <sup>2</sup>	38 m <sup>2</sup>	30 m <sup>2</sup>	25 m <sup>2</sup>	19 m <sup>2</sup>
63	91	68	55	46	34
75	148	111	89	74	56
100	320	240	192	160	120
125	580	435	348	290	217
150	943	707	566	471	354
200	2030	1523	1218	1015	761

NOTA.- La capacidad de las bajadas, llenas a la tercera parte de su sección transversal, se obtiene multiplicando las superficies de la tabla por 1.6152.

**DESAGUES A TUBO LLENO Y AL 1/4 DE PENDIENTE**

DIAMETRO mm	VELOCIDAD m/s	GASTO EN L/s	SUPERFICIE DESAGUADA EN m <sup>2</sup>	
			a 150 mm/h	a 100 mm/h
100	0.570	4.477	107	161
150	0.747	13.199	417	475
200	0.905	28.425	602	1 023
250	1.050	51.539	1 237	1 855
300	1.186	83.807	2 011	3 017
375	1.376	151.95	3 647	5 470
450	1.554	247.09	5 930	8 895
600	1.882	532.14	12 771	19 157
750	2.184	964.04	23 156	34 734
900	2.466	1509.9	37 654	56 402
1050	2.733	2366.6	56 799	85 199
1200	2.968	3378.9	81 094	121 640
1500	3.467	6126.4	147 032	220 549

NOTA.- Para otras pendientes, los valores de velocidad y gasto se obtienen multiplicando estos datos por la raíz cuadrada de la pendiente.

## ELIMINACION DE AGUAS NEGRAS Y PLUVIALES POR BOMBEO

Cuando los albañales de los edificios no pueden descargar a los colectores del servicio público por estar más abajo de éstos, hay necesidad de utilizar cárcamos con bombas especiales para aguas negras o sucias, para desalojarlas con rapidez.

Los cárcamos de aguas negras deben calcularse en tal forma que nunca mantengan por más de 24 horas el líquido con materia orgánica, ya que después de este tiempo, se presenta la fermentación activada del producto.

Los cárcamos de aguas pluviales normalmente son de capacidad muy grande que resultan antieconómicos, ya que hay que almacenar no menos de 50 L por cada  $m^2$  de área de captación.

Las bombas pueden ser:

a).- De cárcamo húmedo.- Cuando los impulsores de la bomba se encuentran dentro del cárcamo teniendo motores normales fuera de él.

b).- De cárcamo seco.- Cuando las bombas se encuentran fuera del cárcamo.

c).- Bombas sumergibles.- Cuando tanto la bomba como el motor se encuentran dentro del líquido.

d).- Syectores por aire comprimido.- En todos los casos de esferas de los impulsores debe ser mínimo de 75 mm.

Siempre se ponen dos bombas por cárcamo, para evitar que la falta de una pueda suspender el funcionamiento del edificio.

Las operaciones de automatizar el funcionamiento de las bombas se hacen por medio de flotadores eléctricos a prueba de explosión, dado los gases que pueden formarse dentro del cárcamo ( metano ).

Los cárcamos por lo tanto, deben tener un tubo de ventilación que permita la salida de dichos gases, tubo que puede conectarse al sistema de doble ventilación del edificio ( normalmente 100 mm de diámetro ).

#### - ELIMINACION DE AGUAS NEGRAS POR FOSA SEPTICA

En los casos de que no hay servicio municipal de drenaje, hay que tratar las aguas negras por medio de fosas sépticas o por algún otro proceso de digestión.

La digestión tiene por objeto desdoblar las moléculas complejas en moléculas sencillas como nitritos, nitratos y otras, -- con desprendimientos de gases que pueden ser metano, anhídrido sulfuroso y otros. Es esta situación, no es posible combinar el agua pluvial con el agua negra y así mismo deberán separarse las aguas servidas que no deberán pasar por la fosa séptica.

Las fosas sépticas tienen tres cámaras: La primera donde se recibe el producto en la sedimentación, la segunda la de fermentación donde las bacterias anaerobias destruyen el producto y



por último la cámara de oxigenación en donde mueren las bacterias anaerobias y actúan aerobias.

El agua que ha pasado por la fosa séptica debe descargarse a un pozo de absorción o a lechos de drenes, donde se filtrará a la tierra. A estos pozos de absorción deben concurrir también las aguas servidas de otros muebles sanitarios. ( ver figuras )

Antes de proceder a iniciar una construcción en estas condiciones, hay que cerciorarse de la posibilidad de eliminar las aguas negras por este método simple, ya que de lo contrario habrá que recurrir a la instalación de verdaderas plantas de tratamiento de aguas negras, sumamente costosas y especializadas.

#### ESPECIFICACION PARA CONSTRUCCIONES DE DRENES

Consistirán en canalizaciones realizadas con tubería de 100 mm de diámetro, propia para dren, es decir, con perforaciones en su lecho interior. Los tubos se conectarán sin poner material en sus campanas, en zanjas a una profundidad de 45 cm bajo el nivel de piso terminado.

Las juntas por la parte superior, se cubrirán con papel alquitranado de 15 cm de ancho, dejándose abiertas por su parte inferior.

La pendiente será de 1:250 para conseguir que el agua se infiltre en la tierra. Si la tierra es francamente absorbente, se harán zanjas más profundas, las cuales se rellenarán con material graduado, es decir al principio con grano grueso y a medida que va subiendo el material será de grano más fino hasta llegar a una mezcla de arena y arcilla suelta hasta llegar al nivel del terreno.

La capacidad de los drenes deberá calcularse teniendo en cuenta que para tubería de 100 mm de diámetro el volumen en litros por metro lineal será de 8.10 y para 150 mm de 18.20 L por metro lineal.

Los ensayos de filtración del terreno, se harán haciendo perforaciones de 30 x 30 cm a la profundidad de instalación de los drenes y para los pozos de absorción de la mitad de la profundidad calculada. los hoyos se llenarán con agua con un tirante de 15 cm y se anotará el tiempo que tardará el nivel en - - - descender 2.5 cm los caudales admisibles y las longitudes calculadas en la siguiente forma son:

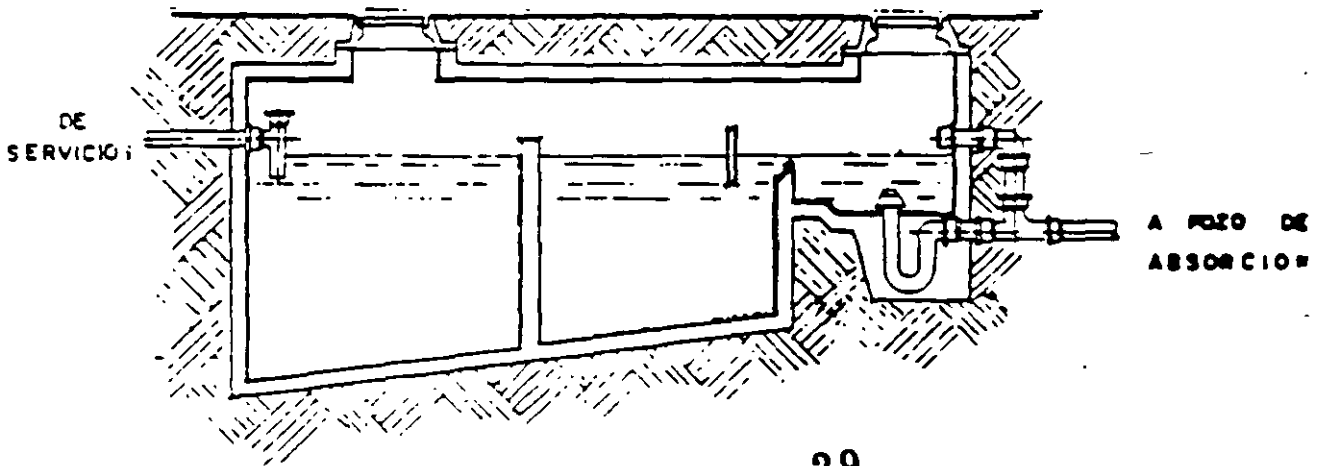
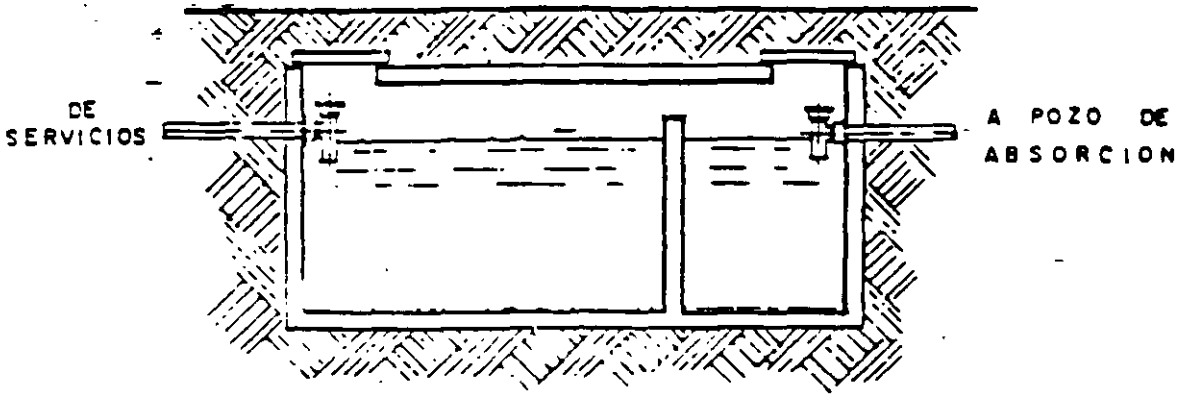
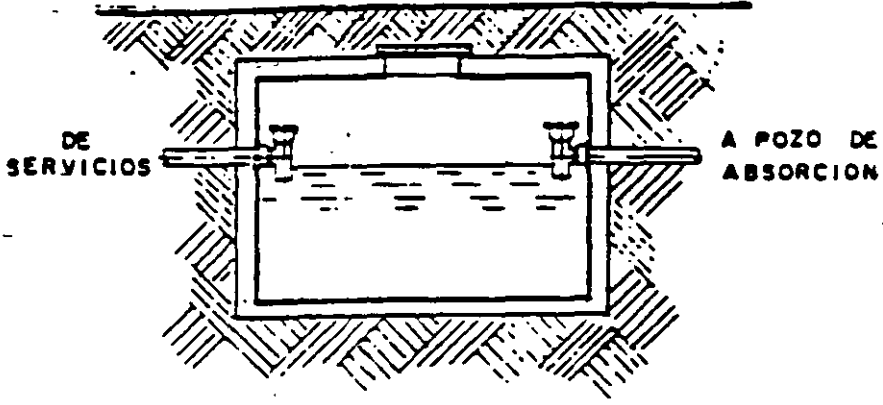
TIEMPO QUE TARDE EL AGUA EN DESCENDER 2.5 cm en minutos	CAUDAL EN ZANJAS DE DRENAJE L x m lineal	CAUDAL EN POZOS DE ABSORCION L x m <sup>2</sup>
---	--	---

1	50	215
2	40	175
10	20	95
30	10	45
50	8	35

ELECCION DE DRENES O POZO DE ABSORCION.- Si el suelo es poroso y la cantidad de líquidos es relativamente reducida, lo mas indicado es el pozo absorbente. Para terrenos no porosos, se empleará la red de renes en zanjás de 45 cm de profundidad. Para los terrenos impermeables lo más acertado es formar la red de colectores en zanjás profundas con filtro de arena y distribuidores transversales encima de aquellos.

La corriente de los ramales debe ser muy lenta para que la salida del agua pueda efectuarse adecuadamente. Por lo tanto el campo de drenaje debe tener poca pendiente y en caso de que esta pendiente sea excesiva, las filas de drenes se pondrán perpendicularmente a la pendiente.

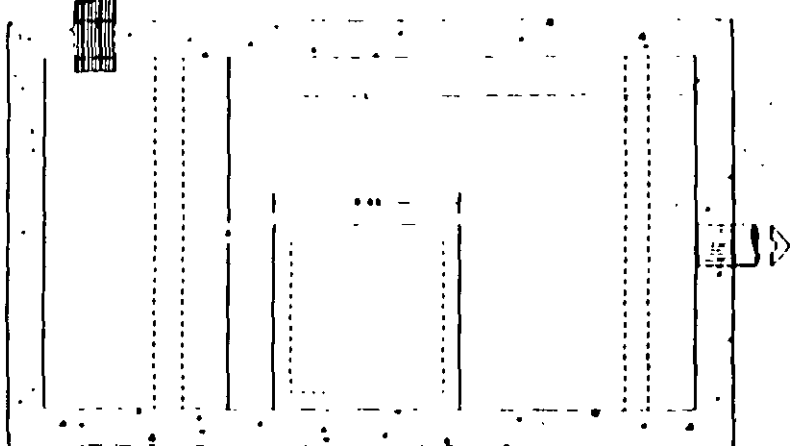
# DIFERENTES TIPOS DE FOSAS SEPTICAS



CUADRO ESTRUCTURAL

VARIAS	CONTENEDORES DE MATERIAS					VARIAS M A LO CARLO DE LA LUSA			VARIAS M A LO CARLO DE LA LUSA			VARIAS L A LO CARLO DE LA LUSA			VARIAS EN MURO DO VEST MURO EST			VARIAS EN MURO EN MUROS LETILES			VARIAS EN MUROS DE MUROS LETILES		
	1	2	3	4	5	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	10	15	20	25	30	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2
2	10	15	20	25	30	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2
3	10	15	20	25	30	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2
4	10	15	20	25	30	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2
5	10	15	20	25	30	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2

PLANTA



10-11



CORTE LONGITUDINAL

TAMBORES No	NUM DE PERSONAS	CAPACIDAD DE LA FOSA	DIMENSIONES		
			L	P	H
1	10	1000	0.80	0.80	1.00
2	15	1500	1.00	1.00	1.20
3	20	2000	1.20	1.20	1.40
4	25	2500	1.40	1.40	1.60
5	30	3000	1.60	1.60	1.80
6	40	4000	1.80	1.80	2.00
7	50	5000	2.00	2.00	2.20
8	60	6000	2.20	2.20	2.40
9	80	8000	2.40	2.40	2.60
10	100	10000	2.60	2.60	2.80
11	125	12500	2.80	2.80	3.00
12	150	15000	3.00	3.00	3.20
13	175	17500	3.20	3.20	3.40
14	200	20000	3.40	3.40	3.60
15	225	22500	3.60	3.60	3.80
16	250	25000	3.80	3.80	4.00
17	300	30000	4.00	4.00	4.20

SECRETARIA DE SALUD Y ASISTENCIA  
DIRECCION GENERAL DE INGENIERIA SANITARIA  
DEPARTAMENTO DE SANEAMIENTO

FOSA SEPTICA 18'0

PARA 10 PERSONAS

## VELOCIDAD FINAL DE CAIDA EN DESAGUES VERTICALES

En el caso de las edificaciones altas, se llegó a tener una creencia errónea con relación al comportamiento del agua en las tuberías verticales de bajadas.

En efecto, se llegó a considerar que el líquido ( y los sólidos en su arrastre ) adquirirían grandes velocidades y causaban serios daños al codo inferior de la bajada por impacto.

El concepto que generó tal error fué el hecho de que se pensaba que el líquido bajaba por el tubo como una masa uniforme ( el émbolo hidráulico ) y no como es en la realidad, baja adherido a las paredes del tubo de bajada.

Hay que partir de que en general el gasto  $Q$  (  $m^3/s$  ) se obtiene multiplicando la velocidad (  $v$  ) del líquido en  $m/s$  por el área  $A$  (  $m^2$  ) de paso del fluido, o sea  $Q = v A$ . Además hay que recordar que el radio hidráulico  $R$  ( en metros ) es el cociente de dividir el área de paso  $A$  entre el perímetro de contacto del líquido con el conducto, y si se considera un tubo vertical en el que el agua baja adherida a la circunferencia del tubo, resulta el radio hidráulico es  $R = A / D$ ; pero como  $Q = v A$ , entonces  $R = Q / v$ , de lo que resulta  $R = A / Dv$ .

Ahora bien, la pendiente hidráulica (  $s$  ) de un tubo resulta de dividir la pérdida de carga, entre la longitud del tubo, y si éste es vertical, la pérdida de carga es la distancia descendida por el líquido, y ésta es igual a la longitud del tubo, por lo que  $s = 1$ .

Al aplicar la fórmula de Manning para desagües, que es:

$$v = R^{2/3} S^{1/2} / n$$

Se tiene con:

$$S = 1, R = Q / \pi D v \text{ y } n = 0.010:$$

$$v = \frac{1}{0.010} \frac{Q}{\pi^{2/3} D^{2/3} v^{2/3}} \quad (\text{ m/s } )$$

de donde resulta que:

$$v^{5/3} = 100 \times \frac{Q^{2/3}}{\pi^{2/3} D^{2/3}}$$

y entonces:

$$v = 100^{3/5} Q^{2/5} / \pi^{2/5} D^{2/5}$$

o sea

$$v = 10 ( Q / D )^{0.4} \quad \text{m/s}$$

y si el gasto se da en litros por segundo a la vez el diámetro en milímetros porque tanto Q como D estarán expresadas por números 100 veces mayores que si el gasto estuviera en m<sup>3</sup>/s y el diámetro en metros.

Si se toma como ejemplo un tubo vertical de 100 mm de diámetro y con un gasto de 6.662 l/s. que es lo que da a la cuarta parte de lleno, se tiene.

$$v = 10 \left( \frac{6.662}{100} \right)^{0.4} = 3.38 \text{ m/s aproximadamente}$$

Este resultado es muy aproximado al calculado directamente para tubo de 100 mm lleno a la cuarta parte.

En el caso de una bajada de 150 mm de diámetro, la velocidad final de caída cuando conduzca un gasto de 19 L/s, será:

$$v = 10 \left( \frac{19}{150} \right)^{0.4} = 4.33 \text{ m /s}$$

Que es la velocidad a la que el rozamiento del agua con el tubo es igual a la carga debida a la altura.



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

**CURSOS ABIERTOS**

**INSTALACIONES HIDRÁULICAS, SANITARIAS  
Y DE GAS PARA EDIFICIOS**

**TEMA:**

**INTRODUCCIÓN**

**TOMADO DE UN ARTÍCULO DEL  
ING. ALBERTO RODRÍGUEZ**

**1998**



## EL AGUA.

Tomado de un Artículo del  
ING. ALBERTO RODRIGUEZ

La energía solar ocasiona la evaporación de los océanos, lagos, ríos y terrenos húmedo del mundo: al elevarse el vapor producido, se forman las nubes, luego este se vuelve a condensar y se derrama sobre la tierra como una eterna cascada de agua dulce. Si estuviera mejor distribuida, habría agua en todos los rincones del planeta, pero cae en forma tan desigual, que forma desiertos en los cuales casi nunca llueve y selvas en las que llueve a diario.

La abundancia o escasez de agua dulce es uno de los principales factores que determinan la densidad de la población en las diferentes partes del mundo. Se podría pensar que el destino de cada nación fué determinado por accidentes climatológicos. Mucho antes que apareciera el hombre en la tierra. Con lo que se dotó a cada lugar con una porción abundante o escasa de agua.

Será así realmente? no podría considerarse esta cascada de agua dulce como una fuente de recursos? parecería que las dificultades que nos presenta la naturaleza son los caminos que ella elige para obligarnos a la superación.

Los esfuerzos del hombre para distribuir el agua en forma homogénea sobre la superficie terrestres han permitido la existencia de grandes núcleos de población en lugares que de otra manera estarían escasamente poblados.

La historia económica en los desiertos es muy diferente a la de las zonas tropicales, donde hay lluvias muy abundantes durante casi todo el año. Por lo general, se ha retardado o aun evitado el establecimientos del hombre en estas regiones, por su parte, en los desiertos ofrecen algunas ventajas: no sufren la destrucción provocada por las inundaciones propias de las zonas húmedas; ofrecen cierta protección contra la invasión de vecinos hostiles: constituyen lugares de residencia mas sanos que las orilla de los ríos, pues allí pueden enterrarse convenientemente las heces, en lugar

de arrojarlas al agua. Por todo esto, no es extraño que los grupos humanos hayan preferido establecerse en lugares relativamente áridos. Desde los albores de la historia se establecieron grandes imperios en zonas que aun hoy poseen cantidades limitadas de agua dulce.

Para hacer posible la radicación humana en tierras áridas, debe existir un avance considerable en el control, transporte y almacenamiento de agua: es decir, lo que hoy llamamos Ingeniería hidráulica, por medio de la instalación de presas en las pequeñas corrientes se consigue desviar el agua para utilizarla en la irrigación. En muchos lugares esto significa un aumento muy marcado en la producción de alimentos. A medida que las ciudades crecían, el hombre debió aprender a construir acueductos, ya fuera cavados en las rocas o utilizando bloques de piedras, para poder llevar el agua a distancias considerables.

Al dispersarse la raza humana por los diversos continentes e islas, se hizo la importancia del agua. Las tribus errantes usaban los lagos, ríos y corrientes para penetrar en los distintos continentes, otras tribus que se dirigían en sentido contrario se encontraron con una barrera infranqueable por muchos siglos; el oceano, algunas se instalaron en la costa durante diez mil generaciones; sin aventurarse lejos de ella o sin soñar siquiera en navegar; otros, al llegar al oceano, podría ofrecerles protección permanente contra la agresión de otros seres humanos, cuando se dieron cuenta que esta protección era ineficaz, edificaron la Gran Muralla igualmente ineficiente, en consecuencia, tampoco exploraron el oceano.

Sin embargo, otros grupos de mayor inventiva y audacia, construyeron canoas y se dedicaron a viajar de isla en isla, hasta poblar cada una del vasto oceano Pacífico

Los grupos primitivos se decidieron a viajar motivados por el deseo de aventuras o por la simple curiosidad de conocer lo que había mas allá del horizonte, se establecieron en tres de los siete continentes que conforman la tierra; los que arribaron mas tarde, al encontrar el territorio ocupado se trabaron en pequeños o grandes combates con los primitivos habitantes, de estas luchas resultaron destruidas las ciudades, derrumbados los viejos palacios y acueductos. Deshechos los antiguos sistemas de irrigación,

dejando muerte y desolación a su paso, la mas reciente de las innumerables tragedias ocurridas, tal vez la mas triste y de mayor magnitud, ocurrió - cuando los aventureros europeos arrebataron todo el Hemisferio Occidental - a los descendientes de los que lo habían habitado por espacio de 10,000 - años.

Se han olvidado las causas que originaron las grandes emigraciones de la - historia; es posible que los mismos que intervinieron en ellas, no las - hayan entendido bien, no hay ninguna duda de que los cambios en la calidad y cantidad del agua fueron una de estas causas, tal vez se secaron todos los pozos durante una sequía o por el contrario, las precipitaciones fue - ron tan abundantes que se produjeron inundaciones desastrosas cada año o - que las epidémias provocaron tantas muertes que aún en esos tiempos ante - riores al conocimiento científico, se haya evidenciado que la tribu había elegido para establecerse un lugar inadecuado. De cualquier manera, el - agua dulce fué siempre la señal que impulso a seguir adeptante, apropiándo se de mejores tierras, sin que importara quien las poseyera.

En este siglo el hombre ha tomado conciencia de que la sal que contiene el agua de irrigación puede destruir la fertilidad del suelo, en estos casos - sólo resta emigrar o morir.

La tecnología actual impide que la destrucción del terreno por la acción - de la sal continúe por tiempo indefinido. El remedio consiste en contro - lar el nivel de salinidad en las agua de irrigación para que no sea mayor que el requerido, se puede evitar la pérdida de la fertilidad del suelo - ocasionada por la sal, si se dispone de agua de lluvia o de buena calidad - (después de la época de irrigación).

En los suelos de las áreas destruídas por la salinidad del agua de irriga - ción, se han acumulado alcalis y sal durante siglos, los suelos pueden re - jorarse, pero el proceso es lento y costoso, no es posible hacer producti - vo en pocas décadas un terreno que se ha vendido contaminando durante si - glos.

## TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO DEL AGUA

### Fuentes de agua en épocas antiguas

En los tiempos primitivos y como ahora sucede en las regiones áridas subdesarrolladas, cada villa o pueblo tenía su propio pozo. Este, en un principio, era un manantial natural, mucho tiempo antes de la era cristiana. Los pueblos que crecían hasta convertirse en ciudades, que llegaban a tener hasta 1'000,000 de habitantes, debían encontrar recursos mas abundantes de agua ya que desviar una corriente de agua para que pasara por una ciudad era muy costoso, se prefirió usar represas o interceptar una corriente llevando el agua a la ciudad por medio de acueductos.

En Egipto, se usaban canales y reservorios de agua desde el tiempo del éxodo de los hebreos (1,500 A.C.) también existían en esa época grandes sistemas de irrigación en Babilonia, Asiria, las partes más áridas de China y en lo que ahora se conoce como el Medio Oriente. Los Fénicios, en Siria y Chipre construyeron túneles para transportar el agua, la enviaron a depresiones a través de valles y sierra, en lugar de elevarla por medio de arcos como lo hicieron posteriormente los Romanos,

El acueducto del Rey Ezequías, en Jerusalén sigue alimentando a esta ciudad, este acueducto y otro que en la actualidad no se usa fueron edificados en épocas de los reyes. De los acueductos de Grecia se hizo famoso uno cuya sección cuadrada medía 2.4 x 2.4 metros y atravesaba casi una milla de sierras rocosas para llevar agua a la ciudad de Samos.

El acueducto de Hadrián, que surtía a Atenas, permaneció en servicio hasta 1929 el primer acueducto de la ciudad de Roma se edificó en el 312 A.C. quinientos años después hubo otros, en total once, cuya longitud variaba entre 18 y 48 millas y su ancho entre 0.7 y 5 metros cuadrados, los primeros nueve acueductos tenían una capacidad de 130 millones de galones diarios, de los cuales llegaban a la ciudad (70%).

Después de reparaciones adecuadas, se sigue usando hoy en día varios de los antiguos acueductos romanos, el sistema de distribución de agua que se usaba en esa época se emplea todavía.

Parte del agua transportada por medio de estos acueductos se vendía a los revendedores, los cuales la ofrecían en determinados lugares: la otra parte se distribuía por medio de tubos de plomo a las fuentes y edificios públicos.

En la actualidad todo el mundo es consciente de los peligros que entraña el envenenamiento por plomo, especialmente cuando las bebidas se guardan en recipientes de este material, no nos asombra pues, la corta duración de la vida entre las Familias patricias de Roma, ya que estas pensaban que el vino se mantenía mejor cuando se guardaba en recipientes de plomo, efectivamente las bacterias morían por la acción del plomo.

Los romanos edificaron muchos acueductos fuera de Italia, en la ciudad de Segovia, España, aun funciona un acueducto que cruza el valle en dos hileras de arcos, ya no transporta agua pero se usa como carretera. Para construir los acueductos se usaba principalmente a los prisioneros de guerra y los esclavos. Por el bajo costo de su mano de obra, uno de los acueductos romanos mas antiguos fué edificado por los restos del ejército de Pirro, famoso general griego.

Los sistemas para la distribución de agua causan nuestra admiración si se tiene en cuenta que no se poseían los modernos sistemas de construcción y las maquinarias que simplifican el trabajo, ya que no se conocía la dinamita. Para excavar, los esclavos pulverizaban las rocas por medio de rastras o troncos suspendidos; con los extremos recubiertos de meta, que usaban como arietes, las piedras se rompían con métodos largos y tediosos, mientras que los picapedreros modernos usan sierras eléctricas en sus trabajos, sus colegas de la antigüedad empleaban la piedra de esmeril como taladro primitivo; el trabajo era muy simple, realizaban agujeros en las rocas donde insertaban madera seca que al mojarse, presionaba las rocas y las partía; por medio de este método conseguían romper piedras tan duras como el granito y obtenían lajas y bloques cuadrados.

Los antiguos acueductos de Roma cruzaban los valles por medio de arcos y muros en vez de extraer el líquido elemento usando los modernos métodos de presión. El agua fluía, siguiendo una declinación uniforme desde su punto de origen al de desagüe por canales forrados con piedras; tenían además techos de laja para evitar la contaminación. En la construcción de los acueductos-

se evitaba el usos de los sifones, no por que no se conociera sino porque se inutilizaban al atrapar el aire incluido que debía ser eliminado continuamente por medio de bombas de aire, y los romanos nunca tuvieron estos aparatos.

Los ingenieros de esa época debieron darse cuenta de la gran presión que se crea cuando el agua desciende por una zona inclinada dentro de conductos cerrados y que además, los materiales de los cuales disponían no eran los mas adecuados como para resistir semejantes presiones; durante la época de Julio César ya se conocía el cemento, material que ha demostrado su perdurabilidad en los caminos y puentes que existen actualmente; lo preparaban con una mezcla de arcilla y ceniza volcánica que se endurecía al contacto con el agua, su defecto principal consistía en que no era impermeable, tal como sucede en el cemento actual; el agua se filtraba y lo debilitaba gradualmente perdiéndose parte del líquido en su trayecto al lugar de destino.

Los romanos tampoco tenían capas de cemento como las que se usan actualmente para conducir el agua a presión; tampoco sabían transformar el hierro forjado, que es mas fuerte y mas resistente a la corrosión. En esa época existía el acero y no conocían el arte de producir moldes de hierro o acero de grandes dimensiones, sin tuberías adecuadas la conducción, apresión del agua era absolutamente imposible, la única forma apta para transportar el agua era por medio de acueductos construídos sobre soportes en el terreno.

El mundo esperaba descubrir el cemento portland, los explosivos modernos, la maquinaria diesel para remover la tierra y la hidráulica (la ciencia de almacenamiento y la conducción de los líquidos), para poder disponer de conductores y de la construcción rápida para que el agua pudiera transportarse bajo presión o por medio de sifones.

Víctimas de la guerra, la arena y el cieno.

Las antiguas instalaciones para el abastecimientos de agua fueron destruídas en las guerras y abandonadas. Los conquistadores al abrasar las tierras por donde pasaban, no se percataban de que al destruir los sistemas de irrigación

hacían lo mismo con la capacidad productiva de los campos.

Al caer Cártago en poder de los romanos (146 A.C.) fué arrasada y cubierta de sal, las generaciones posteriores fueron mas sensatas y la reconstruyeron; sucumbió finalmente cuando fué conquistada 800 años mas tarde por los moros (698 D.C.); se abandonaron los canales de irrigación y se destruyeron sus acueductos que tenían 50 millas de extensión. Al morir la vegetación, las dunas cubrieron toda el área, Este desierto creado por el hombre persiste en la actualidad, pese a que debajo de la capa de arena existe una cantidad abundante de agua dulce, esta área está localizada al norte de Tunez.

en otros desiertos o zonas semidesérticas que se extienden desde el Sahara Occidental hasta Arabia, Rusia Asiática, Mongolia y el desierto de Gobi en China se han abandonado los sistemas de irrigación al no ser protegidos durante un tiempo prolongado se llenaron de arena y pasaron al olvido. En otros casos, se perdió la fertilidad del suelo por una lenta acumulación de sal, esto ocasionó las grandes migraciones humanas.

Los pozos y la colonización del Oeste.

Cuando se colonizó el Oeste de Norteamérica, tomando como punto de partida a Missouri e Iowa, dirigiéndose hacia la costa del Pácifico, se poblaron las distintas regiones de acuerdo a las facilidades que se tenían para encontrar, bombear y conducir el agua, los primitivos colonos se establecieron cerca de los rios que suministraban agua y madera. Los grandes rios posibilitaban el transporte, aunque no muy regularmente, pero los hogares se establecieron lejos de pequeñas comunidades ya que sus fundadores no habían tenido en cuenta la magnitud y frecuencia de las crecidas.

Cada década observó la incorporación de nuevos inmigrantes provenientes de los Estados de este y de Europa a esta zona; ellos se establecían en lugares alejados de los rios; en un principio buscaban manantiales naturales pero luego se decidieron a construir pozos.

Los primeros pozos fueron hechos manualmente por los mismos residentes, a

riesgo de sufrir desmoronamientos, roturas, caídas de los baldes, martillos,, escoplos y piedras.

Además, existía el peligro de los gases que se forman en los pozos, el dióxido de carbono se mantiene indefinidamente en los mismos porque es 50 veces mas pesado que el aire; un excavador que descendía a un pozo lleno de dióxido de carbono moría en un minuto. El ácido sulfhídrico aparecía en los pozos de las regiones ricas en manantiales sulfurosos; si se construía cerca de un yacimiento de carbón o si la fractura de la tierra dejaba escapar gases combustibles existía el peligro de que al mezclarse con el aire y en presencia de alguna chispa o detonante produjera una explosión.

En un principio los baldes que se usaban para subir el agua de los pozos superficiales se subían manualmente, luego se usaron caballos que, dando vueltas alrededor de los pozos, bombeaban el agua para usarla en los campos o poblaciones.

En 1854 se inventó el molino de viento americano, que fué importante para colonización del oeste como la desmontadora para los cultivos de algodón e el sur, un molino de viento puede funcionar sólo durante semanas debido a que su velocidad se controla automáticamente, una vez que se ha llenado el tanque de superficie, el agua que se bombeo retorna al pozo.

Las pequeñas locomotoras de las postrimerías del siglo XIX y principios del XX que funcionaba con madera, debían detenerse frecuentemente en busca del agua, que era bombeada por un molino de viento, situado a lo largo de los rieles, el agua obtenida de esta forma se suavizaba en tanques gemelos.

El agua usada en aquellos tiempos no provenía, en su totalidad de los pozos; también se acostumbraba recoger el agua de lluvia en barriles colocados bajo los techos de las casas donde no sólo se recolectaba esta, sino también ranas y juguetes perdidos, pese a todo era un agua bastante potable.

El agua recolectada en los pozos que se cavaban en arroyos desecados para recoger y mantener las últimas gotas de agua de los manantiales, tenía su importancia, una vez que se eliminaban los insectos la espuma verde y las lai



de los mosquitos, se podía beber.

Al establecerse otros colonos corriente arriba, se hizo menos potable a medida que llegó mas gente, fué mayor la cantidad de desechos que se eliminaba del agua la cual llegaba muy contaminada, los pioneros usaban raramente una simple medida: hervir el agua sospechosa de estar contaminada.

Durante la fiebre del oro en California, el ganado se llevaba desde Saint Joseph y Council Bluff hasta la Costa del Páccifico. Los diarios escritos por los inmigrantes nos cuentan como iban cavando tumbas a lo largo de los caminos, se estima que de 10,000 a 20,000 viajeros descansan en tumbas diseminadas a lo largo de los caminos principales que se dirigían al Oeste, una buena parte de ellas se debía a la fiebre tifoidea y a la Disenteria, mientras que centenares de bueyes y caballos morían por haber tomado agua de pozos, alcalinos.

Durante esos años el agua era tan escasa que prácticamente cada gota que no se bebía era pasada de unos a otros para su uso. Finalmente, la empleaban en los cerdos y pollos o para regar una pequeña maceta junto a la puerta principal.

Sin embargo, la agonía provocada por la falta de agua era completamente innecesaria, a lo largo del río Platte y sus tributarios donde murieron centenares de seres humanos por haber bebido agua contaminada durante la gran migración hacia el oeste y en otros lugares que se pueden identificar en mapas actuales de recursos hídricos se extendía a gran profundidad un acuífero que llevaba tal caudal, que los miles de pozos que se habrieron posteriormente no han podido disminuirlo, el aprovechamiento de este recurso tuvo que esperar, no solamente el descubrimiento del acuífero sino la invención de la bomba centrífuga (capaz de elevar el agua de una profundidad mayor de 34 pies, que era el límite de las antiguas bombas de succión) y de las modernas locomotoras diesel.

#### EL AGUA DULCE Y EL TERRENO

Explotación y conservación.

Antes de que la raza humana apareciera y se multiplicara sobre la tierra las fuerzas geológicas, biológicas y químicas habían moldeado los continentes formando una capa de suelo capaz de sustentar el crecimiento de las plantas, este crecimiento vegetal evitó la erosión del suelo al impedir su desgaste por el efecto de las lluvias y las nevadas. A través de los siglos, la vegetación ha contribuido a la formación del suelo cubriéndolo con una capa abundante de humus que se formó por los restos de los vegetales parcialmente desintegrado.

Durante mucho tiempo, el deterioro de los recursos naturales no revistió importancia debido a la vastedad de los mismos y a la escasa población existente.

Los habitantes primitivos eran en su gran mayoría cazadores, el uso del fuego para desbrozar las tierras de pastoreo y conseguir que una nueva vegetación atrajera la caza a esos lugares, originó el deterioro del terreno, el hombre a medida que se civilizaba, aceleró este proceso talando los bosques para obtener madera o carbón y arando las laderas de las montañas para cosechar mas.

Los primeros colonos del hemisferio encontraron grandes extensiones de selvas espesas, llanuras vírgenes y un suelo muy fértil, pero desgraciadamente eran individualistas que sólo pensaban en obtener lo necesario para sobrevivir.

No se dieron cuenta que al cortar los árboles se aceleraba la erosión del suelo que el drenaje y la construcción de diques en los pantanos provocaba la desaparición de la fauna acuática; que la caza sistemática de los animales salvajes producía su extinción y que al arar el suelo de la pradera, este desaparecía llevando por el viento después de una sequía prolongada; desaparecía los bosques y los animales que los habitaban; los peces morían en las llanuras contaminadas y las aves acuáticas ya no proliferaban en los estanques, praderas y malezas de los alrededores, el mundo de Daniel Boone estaba destinado a desaparecer

Al iniciarse el siglo XIX llegaron los primeros exploradores alla del Río-Mississippi encontraron lo que Zebulon Pike llamó el Gran Desierto Americano, que se extendía desde el río Missouri hasta el oceano Pacífico, desde entonces, se crearon 17 estados en esa árida región en 1964, California era el estado mas prospero de la unión americana con 18'000,000 de habitantes, lo que equivale a una población 4.5 mayor que los 13 estados del Atlántico, el agua es aún escasa en esta basta región, ya que estos 17 estados constituyen una de las zonas mas áridas de la tierra, el aumento acelerado de su población acentúa la escasez de agua.

Cuatrocientos años después de la llegada de los europeos a América, las manadas de bisontes se hallan en grave peligro de extinción, nadie parecia darse cuenta de que los recursos naturales eran limitados.

Animales que viven en zonas desérticas.

Las criaturas que viven en zonas desérticas afrontan el doble problema de protegerse del calor y conservar el agua.

Las placas del caparazón de las tortugas actúan como una armadura protectora que conserva el agua y, en caso de las tortugas de colores brillantes que viven en el trópico, sus placas reflejan la radiación, estas ventajas se obtienen eliminando el efecto refrigerante que ejerce la evaporación en la superficie del cuerpo. La naturaleza ha solucionado este problema proporcionándole a la tortuga de Florida un "Tanque de agua" que absorbe suficiente calor durante el día como para mantenerla caliente durante las frías horas nocturnas que esta pasa en el interior de su cueva. En los últimos años algunos habitantes de Florida y Arizona han conseguido el mismo resultado usando tanques de agua encima de sus casas.

Las polillas sobreviven sin agua y las ratas canguros del desierto no reciben mas agua después del destete, el asno salvaje del desierto del gobi y el antílope de desierto aparentemente no beben agua.

El camello puede vivir hasta 10 días sin agua transitando en los primeros días de ese lapso, entre 60 y 100 millas diarias; al igual que las abejas y

los rinocerontes son capaces de obtener agua de las suculentas hierbas que crecen cuando se producen trazas de lluvia o rocío.

El camello tiene varias formas de conservar el agua:

1.- Puede perder la cuarta parte del peso del agua de su organismo antes de que el volumen de la sangre disminuya en un 10 % .

En el caso del hombre, una pérdida similar de agua disminuiría un tercio el volumen de la sangre y su viscosidad aumentaría de tal manera que no le sería posible circular libremente para poder eliminar el exceso de calor del organismo a través de los riñones y la piel; por lo tanto, la temperatura del cuerpo se elevaría y podría ocasionarle la muerte.

2.- El camello, así como otros ruminantes, no necesita eliminar mucha urea en la orina, es interceptada antes de ser eliminada y retorna por medio de la corriente sanguínea a la cadena de cuatro estómagos que tiene el animal donde pasa a formar parte de las proteínas, este hecho extraordinario es realizado con la ayuda de las bacterias que trabajan en el estómago de los ruminantes, dirigiendo la celulosa, de esta manera disminuye el gasto de agua que hace este animal para liberarse de los desechos nitrogenados.

3.- El camello tiene una temperatura orgánica mas flexible que la mayoría de los mamíferos, esta puede elevarse a 105 grados Fahrenheit durante el día y disminuir hasta 93 grados Fahrenheit durante la noche para prepararse al calor el siguiente día.

Hasta hace poco se creía que la joroba llena de grasa era un quinto estómago que servía para el almacenamiento de líquido, se pensaba que la joroba era una fuente de agua, ya que esta se puede conseguir por oxidación de las grasas, pero el proceso de oxidación requiere de la intervención de los pulmones y así, el agua producida por una oxidación rápida es neutralizada en la superficie de los pulmones..

La joroba del camello, mas que una reserva de agua, lo es de energía, en lugar de encontrarse la grasa entre las capas de la piel o fibras musculares como sucede en la mayoría de los mamíferos esta se encuentra reunida en la

torba, así no entorpece el proceso de eliminación de calor.

Fuentes de agua para las ciudades modernas.

El 60% de las ciudades depende del agua superficial para el suministro de sus poblaciones, el agua se usa y se vuelve a usar, una y otra vez; pese a todas las precauciones que se toman en las grandes cuencas, las ciudades populosas contarán seguido el agua que usaran otras poblaciones que se encuentren mas abajo en la corriente, algunas ciudades usan el agua subterránea obtenida por medio de pozos o galerías de infiltración, túneles casi horizontales que conectan los suministros subterráneos de un lugar montañoso.

Cuando una ciudad posee ambos recursos destina el mas costoso para la época en que aumenta la demanda, el agua subterránea suele ser tan dura que debe suavizarse para poder satisfacer las necesidades domésticas o industriales.

La concentración de las sustancias sólidas disueltas en las corrientes superficiales varia con la estación; es menor en la estación de las crecidas y mayor en momentos de bajante, ya que casi toda el agua proviene de recursos subterráneos, a través de manantiales ocultos. la naturaleza y concentración de las sustancias en un rio dependen del tipo de cuenca que tenga. La vegetación que se encuentra en descomposición puede teñir un rio, los cultivos de las tierras vecinas pueden ceder nitratos, calcio y sales de magnesio, así como pesticidas solubles, las sales de amonio y la urea se filtran sólomente a través del suelo cuando las bacterias las convierten en nitratos.

Los fertilizantes a base de nitratos solubles se hacen insolubles después de ser aplicados en el suelo, por lo que no pasan a los rios.



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

**CURSOS ABIERTOS**

**INSTALACIONES HIDRÁULICAS, SANITARIAS  
Y DE GAS PARA EDIFICIOS**

**TEMA:**

**FUENTES DE ABASTECIMIENTO  
Y SISTEMAS DE AGUA FRÍA**

1998

## FUENTES DE ABASTECIMIENTO

Normalmente en los predios urbanos, se cuenta con los servicios municipales que proporciona el servicio de abastecimiento de agua potable por redes de distribución, de la que se deriva la toma domiciliaria que alimenta cada lote.

Se supone que el servicio público debe tener la presión necesaria para alimentar en forma suficiente la demanda de la población y por lo tanto de todos y cada uno de los edificios que la forman varía en el curso del día (ver fig. No. 1), haciendo fluctuar las presiones en el sistema por lo que pueden tenerse dos situaciones.

A.- La red pública tiene la capacidad y presión para abastecer un edificio en forma continua.

B.- La red tiene fluctuaciones que permiten el abastecimiento en forma intermitente.

En el primer caso puede diseñarse la instalación con tomas directas a los servicios.

En el segundo caso hay que prever la instalación de tinacos en planta de azotea, con tanques de regularización y si es necesario, sistemas con tanque de almacenamiento en la planta inferior.

De acuerdo con lo anterior podemos entrar en materia y analizar los diferentes tipos de instalación, de acuerdo con su forma de alimentación.

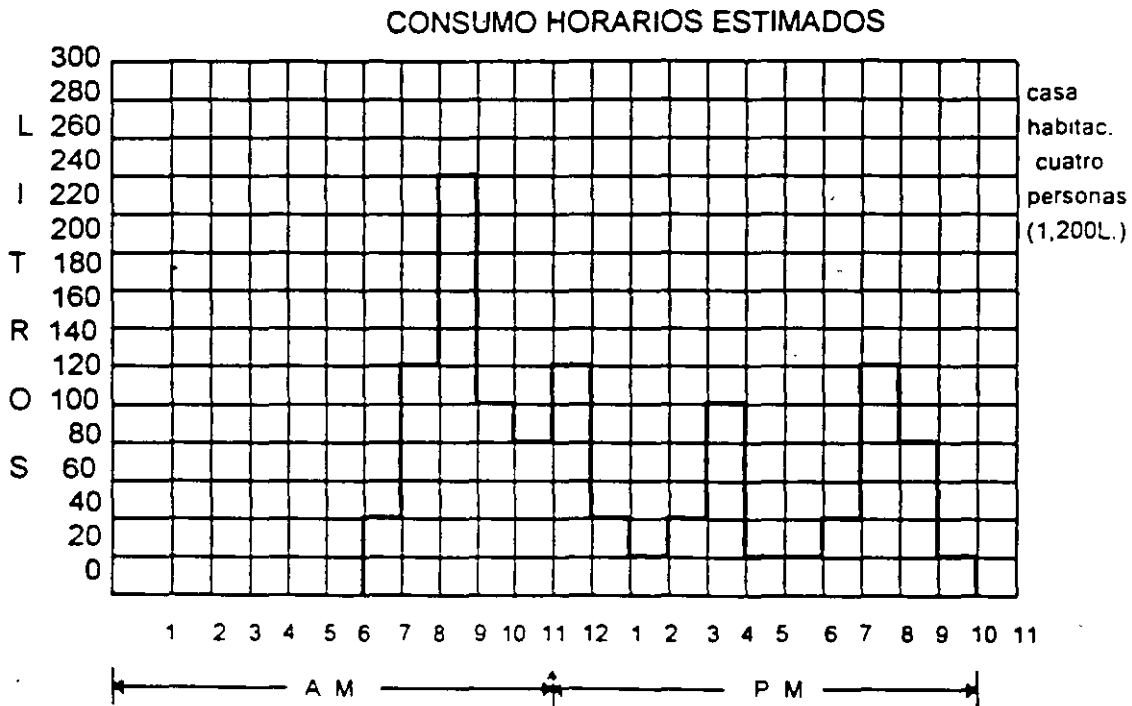


Fig. No. 1 Fluctuaciones de consumo

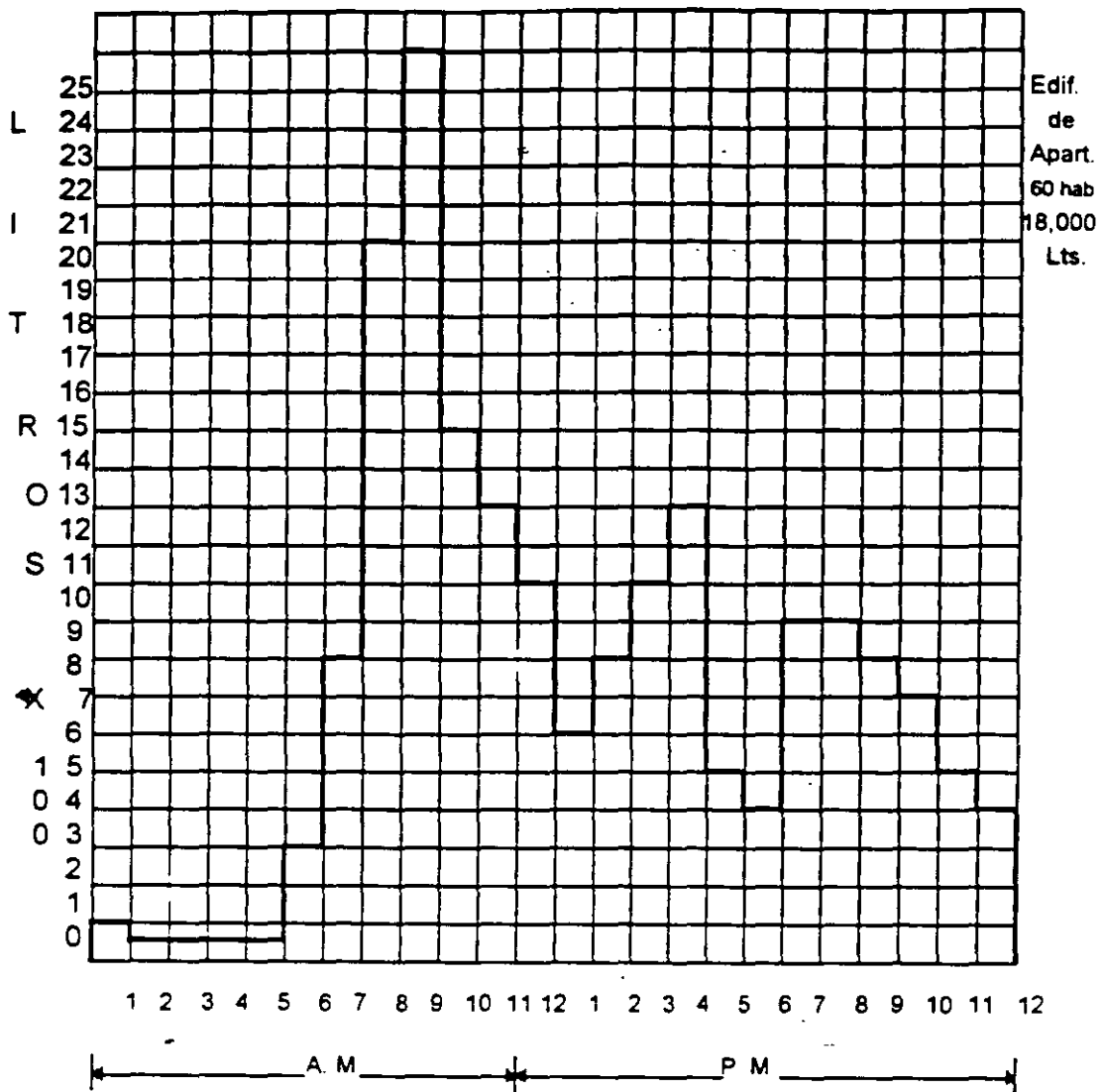


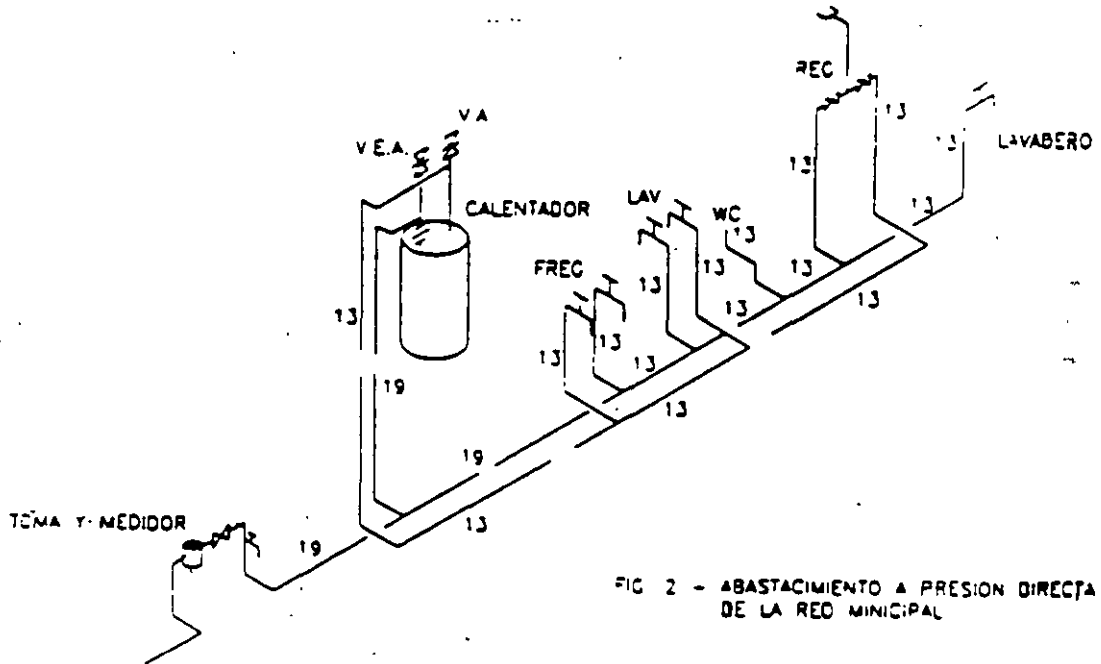
Fig. No. Fluctuaciones de consumo.



## A.- ABASTECIMIENTO A PRESION DIRECTA DE LA RED MUNICIPAL

Esto puede ser solamente en él que la red tenga un servicio continuo y que la presión sea suficiente para satisfacer las necesidades de casas unifamiliares o edificios de un máximo de cuatro niveles, es decir que el servicio tenga una presión mínima de  $2 \text{ kg/cm}^2$  ( 20 m ) en el peor lugar y en la peor hora, o sea en el sitio más elevado del terreno y la hora del máximo consumo.

En esta caso la toma domiciliar de cada casa unifamiliar o departamento debe tener la capacidad suficiente para dar el servicio de los muebles sanitarios, pudiéndose decir que: Casas y departamentos con un baño y cocina toma de 25 mm ( ver fig. No. 2 ) en el caso de los departamentos situados en el cuarto nivel de los edificios, requerirán también tomas de 25 mm, aun cuando tengan un solo baño, dado que las pérdidas por presión aunadas a la altura del edificio, ponen a estos departamentos en cierta desventaja.



Datos para calcular tomas, tuberías y medidores en casas y edificios pequeños, de acuerdo con normas de Estados Unidos de América.

1.- Determinar la demanda máxima probable de la casa en unidades mueble de acuerdo con la siguiente tabla:

	TIPO DE MUEBLE	UNIDADES MUEBLE
1	Ex cusado	3
1	Lavabo	1
1	Tina de baño con o sin regadera	2
1	Regadera	2
1	Fregadero de cocina	2
1	Lavadero	3
1	Lavadora	3
1	Llave de manguera	4

Tabla No. 1

2.- Determinar la presión disponible en la toma, está deberá ser suficiente para dar una presión de 0.6 kg / h en muebles de baja presión o de 1.05 Kg / cm<sup>2</sup> en el caso de usar muebles de fluxómetro, una vez deducida la altura del mueble y las pérdidas por fricción. En caso de presiones de 45 Kg / cm<sup>2</sup> se recomienda el uso de válvulas reguladoras de presión.

3.- La siguiente válvula puede ser utilizada para seleccionar los diámetros de toma y línea de alimentación, basados en diferentes longitudes de tubería y el total de unidades mueble. Estos diámetros han sido calculados usando 3m por segundo de velocidad del agua, lo que corresponde aproximadamente al 10 % de pérdidas por fricción ( ver tabla No. 2 ).

	TOMA	ALIMENTACIONES GENERALES	LONGITUD TUBERIA	UNIDADES MUEBLE
1	19 mm	19 mm	15 mm	25
2	19 mm	19 mm	30 mm	16
3	19 mm	19 mm	45 mm	15
4	19 mm	25 mm	15 mm	40
5	19 mm	25 mm	30 mm	33
6	19 mm	25 mm	45 mm	28
7	25 mm	25 mm	15 mm	50
8	25 mm	25 mm	30 mm	40
9	25 mm	25 mm	45 mm	30
10	25 mm	32 mm	15 mm	96
11	25 mm	32 mm	30 mm	65
12	25 mm	32 mm	45 mm	55
13	32 mm	32 mm	15 mm	150
14	32 mm	32 mm	30 mm	190
15	32 mm	32 mm	45 mm	65
16	32 mm	38 mm	15 mm	250
17	32 mm	38 mm	30 mm	160
18	32 mm	38 mm	45 mm	130

Tabla No. 2

B.- SISTEMA DE ABASTECIMIENTO POR GRAVEDAD.

\*Tanque de almacenamiento elevado.- Se utiliza cuando el abastecimiento de red es intermitente o bien cuando el abastecimiento del predio es por medio de un pozo o cuando la presión no es suficiente para alimentar directamente dicho tanque elevado, mismo que regulariza el servicio en el curso del día.

El tanque elevado puede ser un simple tinaco en plena azotea o bien una estructura especial que puede servir para una sola construcción o varias.

\*Tanque elevado de regularización y cisterna de almacenamiento.- El sistema general del edificio seguirá siendo por gravedad, pero se deriva del anterior, cuando la presión de la fuente de abastecimiento no es suficiente para alimentar directamente el tanque elevado (ver fig. No. 3-)

En este caso se requiere un tanque de almacenamiento inferior que almacena el agua necesaria para el consumo del edificio y de la cual se eleva por medio de bombas al tanque elevado de regularización.

La capacidad de la cisterna debe calcularse de acuerdo con la dotación estimada en un mínimo de  $2/3$  del consumo diario.

La capacidad de la bomba de  $1/8$  por hora, debiendo instalarse dos bombas por previsión de la falla de alguna de ellas o para cubrir los excesos de demanda. Las bombas deben tener un control alternador - simultaneador.

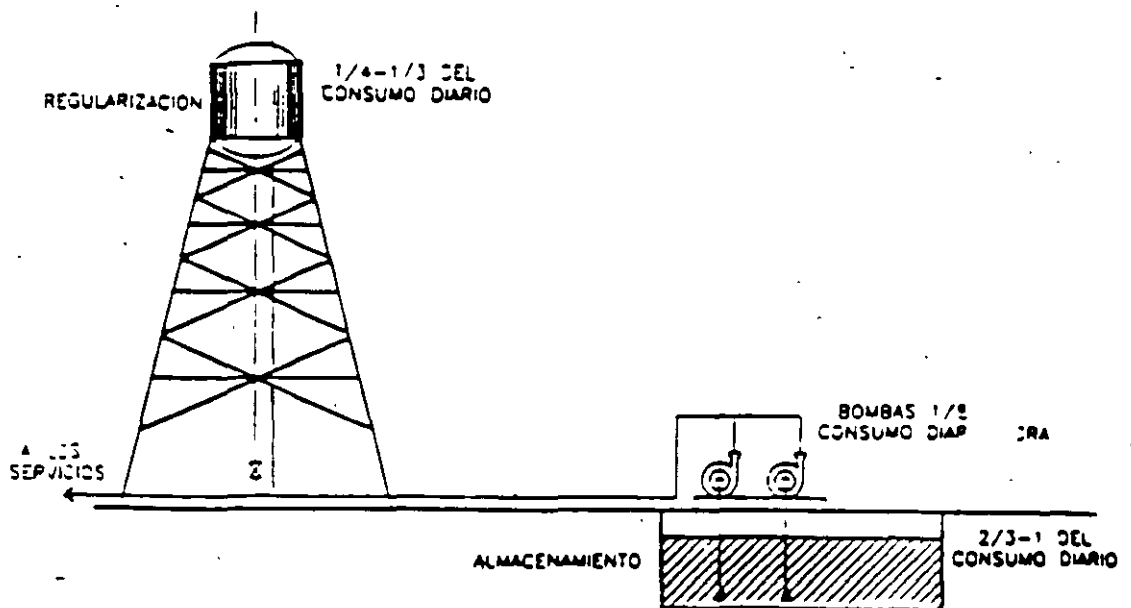


FIG. 3 - ABASTECIMIENTO CON CISTERNA Y TANQUE ELEVADO

## DOTACION Y CONSUMO

Para calcular el consumo de cualquier tipo de construcción o incluso de un fraccionamiento, debemos tomar en cuenta la dotación que se asigne a cada persona, para que al tener el total de estas que habiten una construcción o un fraccionamiento, podamos saber cuál será el consumo diario del conjunto.

### DOTACIONES DE AGUA

Como regla general, al calcular la dotación propia de un edificio en función con su número de habitantes, pueden considerarse los datos que figuran a continuación:

Habitación tipo popular	150 L / persona-día
Habitación de interes social	200 L / persona-día
Residencia y departamentos	250 a 500 L / empleado-día
Oficinas	70 L / empleado-día

En el caso de oficinas puede estimarse también a razón de 10 L / m<sup>2</sup> área contable.

Hoteles	500 L / huésped-día
Cines	2 L / espectador-función 3 tumos 6 L
Fábricas (sin consumo industrial) hay que sumar los obreros de los tres tumos	
Baños públicos	500 L / bañista-día
Escuelas	100 L / alumno-día
Clubes	500 L / bañista-día

En el caso de clubes hay que adicionar las dotaciones por cada concepto diferente, es decir: bañista, restaurante, negocio d jardines, auditorio, salones de reunión, etc.

Restaurantes	16 a 30 L / comensal
Lavandería	10 L / kg de ropa seca 60 % agua caliente
Hospitales	500 a 1000 L / cama-día
Riego de jardines	5 L / m <sup>2</sup> superficie de cesped cada ves que se neque
Riego de patios	2 L / m <sup>2</sup>

( Para casos especiales, sugerimos se consulte a la Comisión Técnica de la Asociación Mexicana de Empresas del Ramo de Instalaciones para la Construcción A. C. - AMERIC-)

### CISTERNAS

Conocido el consumo diario se calcula la capacidad de la cisterna, la cual debe ser suficiente para abastecer la construcción con un mínimo de 2 / 3 de consumo diario.

A esta capacidad hay que agregar en caso de requerirse, sistema servicio de protección contra incendio, una reserva, exclusiva para este servicio de:

8 m<sup>3</sup> para cubrir un siniestro durante 1 / 2 hora.  
 36 m<sup>3</sup> para cubrir un siniestro durante 2 horas.  
 Mayor en caso de solicitarlo la compañía aseguradora.

Proporciones de las cisternas más económicas.- Una vez decidido el espesor de la lámina de agua dentro de la cisterna y el volumen que se va almacenar, queda definida la superficie total que deben tener los compartimientos, cuyo número se fija en atención a sus dimensiones constructivas, a fin de no tener que recurrir a espesores exagerados en las losas de concreto con que se cubrirán éstos.

Si la cisterna (s) metros cuadrados de superficie en planta, se subdivide en (n) en compartimientos, siendo cada uno de (a) metros por (b) metros, en planta que:

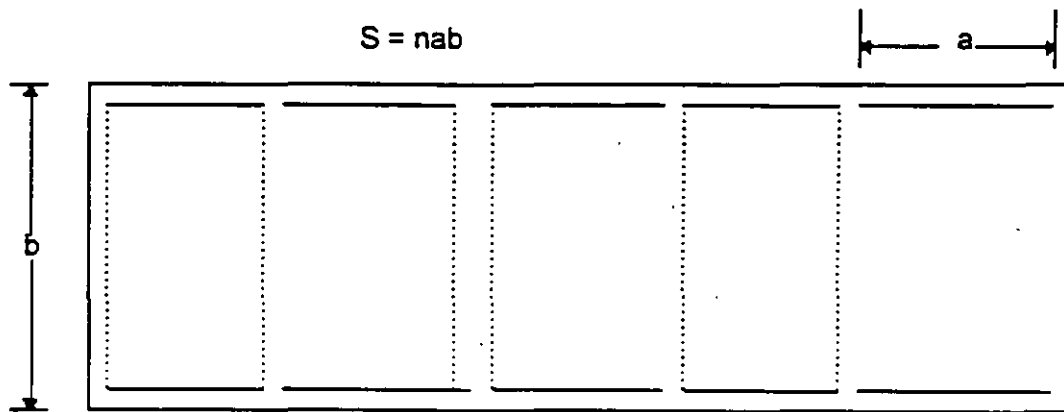


figura No. 4

En el caso de que los (n) compartimientos formen una sola hilera, la superficie de los muros será proporcional a la altura interior de la cisterna, dimensión que se toma como fija y proporcional a la suma de las longitudes de los muros, suma que será:

$$M = 2 na + (n + 1) b$$

pero como  $b = S / na$

$$M = b (n + 1) + 2 S / b$$

Y para que el desarrollo de los muros sea mínimo, derivamos e igualamos a cero:

$$\frac{dM}{db} = (n + 1) - 2 S / b^2 = 0$$

o sea que:

$$n + 1 = 2 S / b^2 = na / b$$

De lo que resulta que las proporciones de cada compartimiento estan en la relación:

$$a/b = (n + 1) / 2n$$

Y por otra parte se ve que el mínimo se obtiene cuando la suma de las longitudes es igual a la de los muros transversales

$$2na = b(n + 1)$$

Según lo anterior las proporciones óptimas de cada compartimiento, en sistemas de una sola hilera de celdas son como sigue:

NUMERO TOTAL DE CELDAS	PROPORCIONES DE LOS LADOS
n	a : b
1	1 : 1
2	3 : 4
3	2 : 3
4	5 : 8
5	3 : 5
6	7 : 12
7	4 : 7
8	9 : 16
9	5 : 19
10	11 : 20

Para sistemas con división axial, es decir, con dos hileras de celdas, se tiene como superficie total en planta de los ( n ) compartimientos:

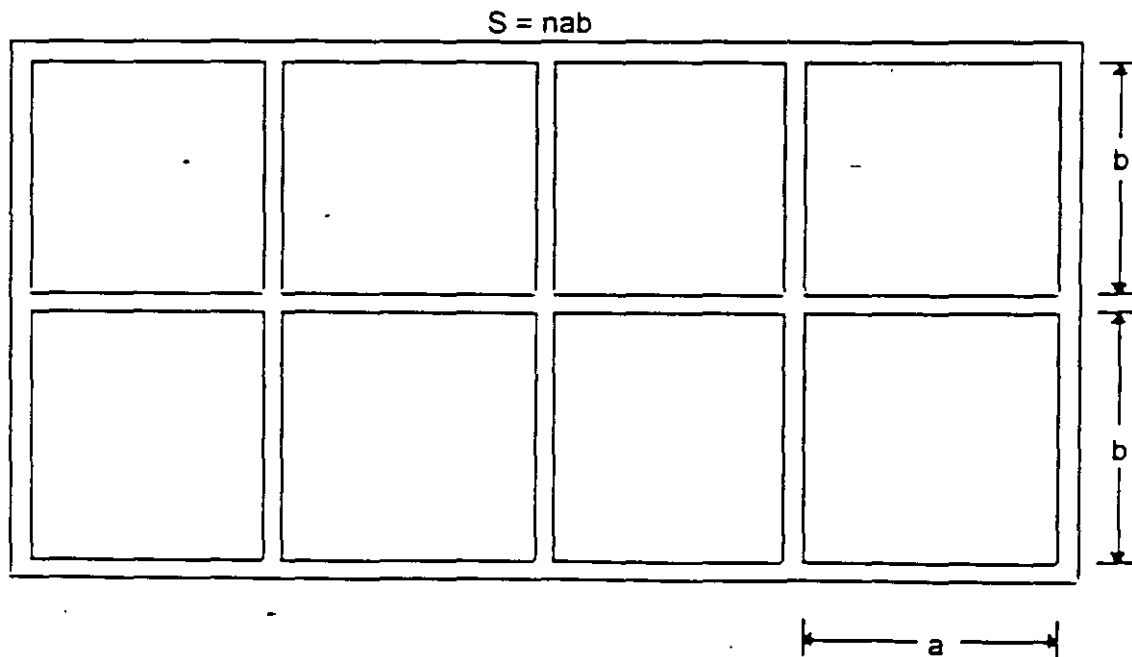


figura No 5

o bien :

$$M = 3na/2 + b(n+2)$$

por lo que:

$$dM/db = 3s/2b + (n+2) = 0 \text{ entonces ; } n+2 = 3na/2B$$

Y también en este caso el mínimo de muros se obtiene cuando el desarrollo de los transversales es igual al de los muros longitudinales.

$$2na/2 = b(n+2)$$

De acuerdo con lo anterior, las proporciones óptimas para cada compartimiento en sistemas con dos hileras de celdas son:

NUMERO TOTAL DE  
CELDAS

PROPORCIONES DE  
LOS LADOS

n	a : b
2	4 : 3
4	1 : 1
6	8 : 9
8	5 : 6
10	4 : 5
12	7 : 9
14	16 : 21
16	3 : 4
18	20 : 27
20	11 : 15

Así por ejemplo una cisterna de 72.000 litros, con un metro de lámina de agua y de 3 compartimientos, puede construirse con dimensiones  $a = 4.00$  metros y  $b = 6.00$  metros a cada compartimiento, dando un largo de 12 metros, más cuatro espesores de muro; y una anchura total de 5 metros, más el grueso de 2 muros. Esta misma cisterna podría tener 10 compartimientos de  $a = 2.40$  m por  $b = 3.00$  m, con una longitud total de 12 metros más gruesos de muro y un ancho en total de 12 metros más 6 gruesos de muro y un ancho total de 6 metros más 3 espesores de muro.

Igualmente, una cisterna de  $200 \text{ m}^2$  de planta con 10 compartimientos en dos hileras, resulta con dimensiones de  $4.00$  m por  $5.00$  m en cada compartimiento, dando una longitud total de 20 m más de espesores de muro, y una anchura total de 10 m más el grueso de 3 muros.

En los tres ejemplos anteriores puede comprobarse que los muros longitudinales miden lo mismo que los transversales, sin tomar en cuenta los espesores:

Primer ejemplo.- Los muros longitudinales miden  $12 \text{ m} * 2 = 24 \text{ m}$ , en tanto los transversales suman  $6 \text{ m} * 4 = 24 \text{ m}$ .

Segundo ejemplo.- Total de muros longitudinales miden  $3 \cdot 5 \cdot 2.40 = 36$  m ; suma de muros transversales  $2 \cdot 5 \cdot 4 = 36$  m.

Tercer ejemplo.- Muros transversales con desarrollo total de  $2 \cdot 5 \cdot 6 = 60$  m ; muros longitudinales  $3 \cdot 5 \cdot 4 = 60$  m.

Ver figura No. 4 y 5

### DISTRIBUCION DE AGUA FRIA EN EDIFICIOS

En la red de distribución de un edificio, sin tomar en cuenta los elementos de abastecimiento, se destacan dos elementos básicos que son las columnas de alimentación y los ramaleos en los locales que requieren servicio.

El proyecto de los mismos se basa en hacer trazos que permitan los recorridos para evitar excesos de pérdidas de presión, y reducir costos de operación.

El sistema aceptado para el cálculo de los diámetros, se basa en la unidad de descarga que se ha denominado "unidad mueble" que ha establecido ppor comparación entre los diferentes muebles sanitarios, habiéndose escogido como unidad la correspondiente a un lavabo de uso particular o doméstico. Con relación a éste se establecen las unidades para el resto de los muebles, tanto en su uso particular como de su uso público; la unidad supone un consumo de 25 L / min.

### EQUIVALENCIA DE LOS MUEBLES EN UNIDADES DE GASTO

MUEBLE	SERVICIO	CONTROL	U. M.
Excusado	Público	Válvulas	10
Excusado	Público	Tanque	5
Fregadero	Hotel rest.	Llave	4
Lavabo	Público	Llave	2
Mingitorio pedestal	Público	Válvula	10
Mingitorio pared	Público	Válvula	5
Mingitorio pared	Público	Tanque	3
Regadera	Público	Mezcladora	4
Tina	Público	Llave	4
Vertedero	Oficina etc	Llave	3
Excusado	Privado	Válvula	6
Excusado	Privado	Tanque	3
Fregadero	Privado	Llave	2
Grupo baño	Privado	Exc. valv.	8
Grupo baño	Privado	Exc. tanque	6
Lavabo	Privado	Llave	1
Lavadero	Privado	Llave	3
Regadera	Privado	Mezcladora	2
Tina	Privado	Mezcladora	2



En las tablas que se anexan, se muestran las unidades correspondientes a diferentes muebles o grupos de muebles, tanto de uso privado como público y los diámetros mínimos recomendables para su alimentación.

### DIAMETROS Y CARGAS EN ALIMENTACION DE DIVERSOS MUEBLES

MUEBLES	USO PRIVADO		USO PUBLICO	
	Fria	Caliente	Fria	Caliente
Baño con excusado de fluxómetro lavabo o regadera mínima	6.5 Ug 32 mm	1.5 Ug 13 - 20 mm		
Baño con excusado de tanque, lavabo y tina o regadera mínima	4.5 Ug 20 mm	1.5 Ug 20 mm		
Bebedero mínima	0.5 Ug 10 mm		0.5 Ug	
Bidet mínima	1 Ug 13 mm	1 Ug 13 mm		
Fluxómetro de mano de pie	6 Ug 25 mm 32 mm		10 Ug	
Excusado de tanque	3 Ug 10 mm		5	
Fregadero domestico $\Phi$ 13	1 Ug	1		
Fregadero, motel o restaurante			2	2
Lavabo $\Phi$ 10 - $\Phi$ 10	0.5	0.5	1	1
Lavadero 13 mm $\Phi$	2		3	
Lavadora de ropa $\Phi$ 13 - $\Phi$ 20	2	2		
Regadera tibia $\Phi$ 13 - $\Phi$ 13	1	1	2	2
Tina $\Phi$ 13 - $\Phi$ 13	1	1	2	2
Unnario de colgar o de piso con fluxómetro $\Phi$ 20			5	
Unnario de colgar o de piso con tanque $\Phi$ 13			3	
Unnario de pedestal con fluxómetro de mano $\Phi$ 25			10	
Vertedero $\Phi$ 13 - $\Phi$ 13	1	1	1.5	1.5

Ug = unidad de gasto o unidad de mueble

Conocido el número de unidades mueble de los núcleos, se va acumulando en los tramos de la columna de alimentación hasta totalizarlos en la tubería de la red general de distribución.

Para obtener el gasto de la tubería, interviene el factor de uso simultáneo ya que no es posible que exista la posibilidad de que todos los usuarios y en forma simultánea operen las llaves del servicio al 100 % de ellas por lo tanto, a mayor número de muebles dicho factor se reducirá. Existen las curvas de Hunter que dan el máximo consumo probable de acuerdo con el número de unidades mueble, diferenciando la curva correspondiente al predominio de los muebles del sistema normal o el de los muebles de fluxómetro.

Obteniendo el gasto del ramal o columna de alimentación, puede utilizarse monogramas para obtener el diámetro de las tuberías de acuerdo con la calidad de éstas y con la pérdida-de presión que se deseé.

Cabe hacer notar que las curvas de Hunter, tienen margenes muy amplios de seguridad ( ver fig. 6 y 7 ).

Para facilitar el cálculo de las pérdidas de presión existen tablas que dan la equivalencia de las conexiones considerándolas como tramos de tubería recta ( tabla No. 7 )

Las pérdidas de carga podemos calcularlas con la fórmula:

$$hf = f \frac{l v^2}{d 2g}$$

f = 0.05 en diámetros de 13 a 25 mm

f = 0.04 en diámetros de 32 a 50 mm

f = 0.03 en diámetros de 60 a 150 mm

l = longitud equivalente tubería ( tubería más conexiones )

d = diámetro de la misma

v = velocidad = Q / A

g = aceleración de la gravedad.

Sin embargo estrictamente exacto no lo es, ya que los coeficientes varían en función de las condiciones de la superficies internas de las tuberías y de la propia velocidad.

La velocidad máxima permitida dentro de las tuberías es de 3 m / s, dado que a partir de ésta se percibirá la circulación del agua dentro de ellas transmitiéndose por toda la construcción, ocasionando ruidos molestos.

### EQUIVALENCIAS APROXIMADAS

F	K 10 - 13 mm	K 20 - 25 mm	K 32 - 40 mm	K 50 o más mm
Codo de 90 °	2	1.5	1.0	1.0
Codo de 45°	1.5	1.0	0.5	0.5
Codo de " T " de paso	1.0	1.0	1.0	1.0
Codo "T" ramal	1.5	1.5	1.5	1.5
Reducción	0.5	0.5	0.5	0.5
" Y " de paso	1.0	1.0	1.0	1.0
Válvula compuerta	1.0	0.5	0.3	0.3
Válvula globo	15	12	9	7
Medidor de agua	20	16	13	12
Llave de banqueta o incisión	4	2	1.5	1.5
Flotador	7	4	3	3.5
Válvula de retención check	16	12	9	7
Columpio	8	6	4.5	3.5
Vertical	8	6	4.5	3.5

Para calcular pérdidas de carga en conexiones.

$$Ah = K \frac{v^2}{2g}$$

## LONGITUD DE TUBOS EQUIVALENTE A CONEXIONES Y VALVULAS

DIAMETRO		LONGITUD EQUIVALENTE ( M )					
Conexiones	L 90 °	L 45 °	T	Lat. t	V. com	V. glob	V. ang.
10	0.30	0.18	0.46	0.09	0.06	2.40	1.20
13	0.60	0.37	0.91	0.18	0.12	4.60	2.40
19	0.75	0.46	1.20	0.25	0.15	6.10	3.65
25	0.90	0.55	1.50	0.27	0.18	7.60	4.60
32	1.20	0.75	1.80	0.37	0.24	10.70	5.50
38	1.50	0.90	2.15	0.45	0.30	13.70	6.70
50	2.15	1.20	3.00	0.60	0.40	16.80	8.58
64	2.45	1.50	3.65	0.75	0.50	19.80	10.40
75	3.00	1.85	4.60	0.90	0.60	24.40	12.20
* 90	3.65	2.15	5.50	1.10	0.73	30.50	15.25
100	4.30	2.45	6.40	1.20	0.82	38.10	16.80
* 125	5.20	3.00	7.60	1.50	1.00	42.70	21.35
150	6.10	3.65	9.15	1.85	1.20	50.30	24.40

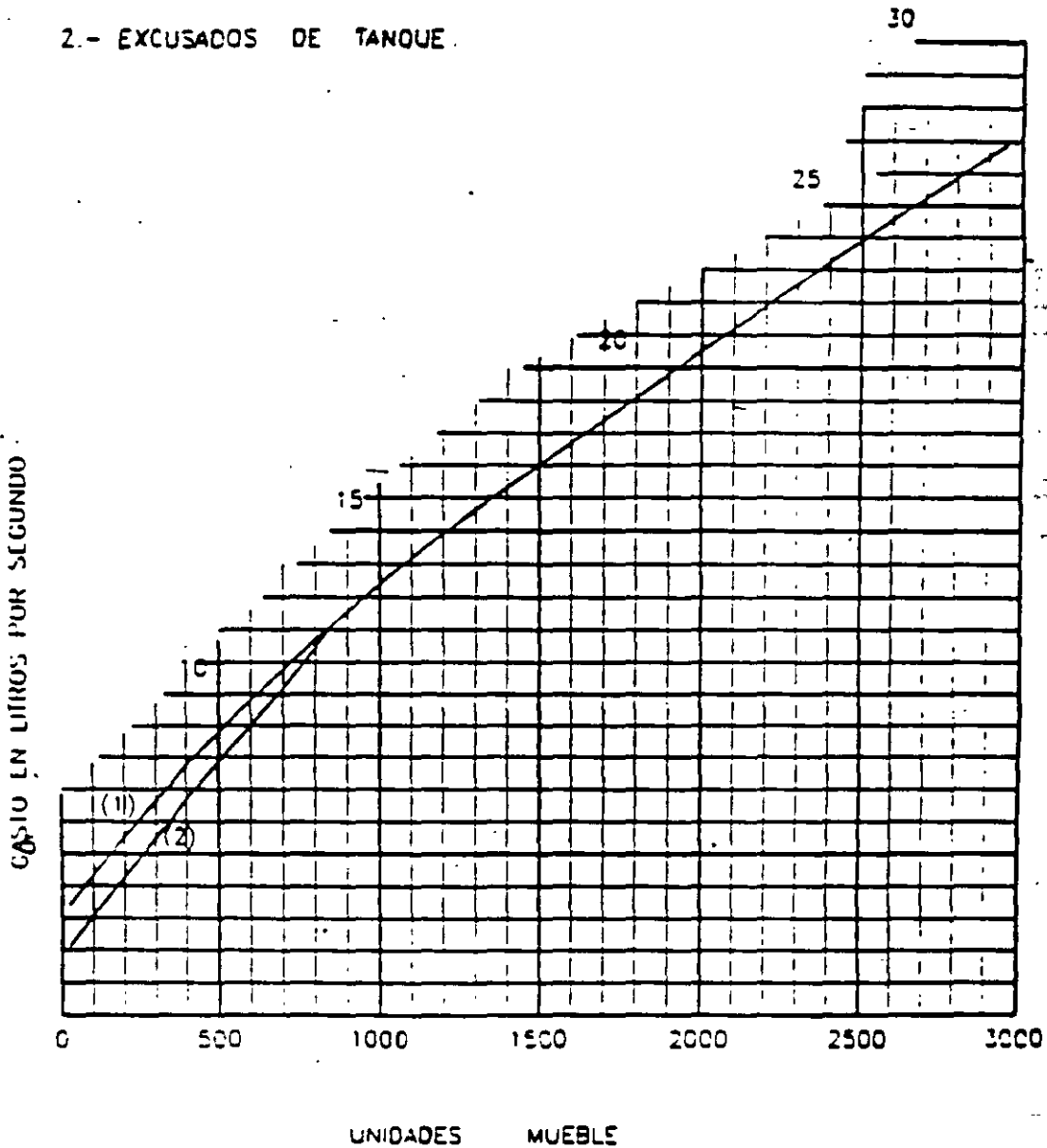
\* No usadas comunmente

## LONGITUD EQUIVALENTE A TUBERIA PARA DIFERENTES APARATOS

Aparato	DIAMETRO DEL TUBO			
	13	19	25	32
Calentador agua ver 110 L. 19 mm	1.20	5.20	17.10	
Calentador agua horz. 1101 L 19 mm	0.97	1.50	4.90	
Medidor de agua ( sin valv. )				
16 mm conexión de 13 mm	2.05	8.55	27.45	
16 mm conexión de 19 mm	1.45	5.10	19.50	
19 mm conexión de 19 mm	1.05	4.25	13.70	
25 mm conexión de 25 mm		2.75	9.15	35.10
32 mm conexión de 25 mm		1.35	9.15	16.45
Ablandador de agua		15-61 00		

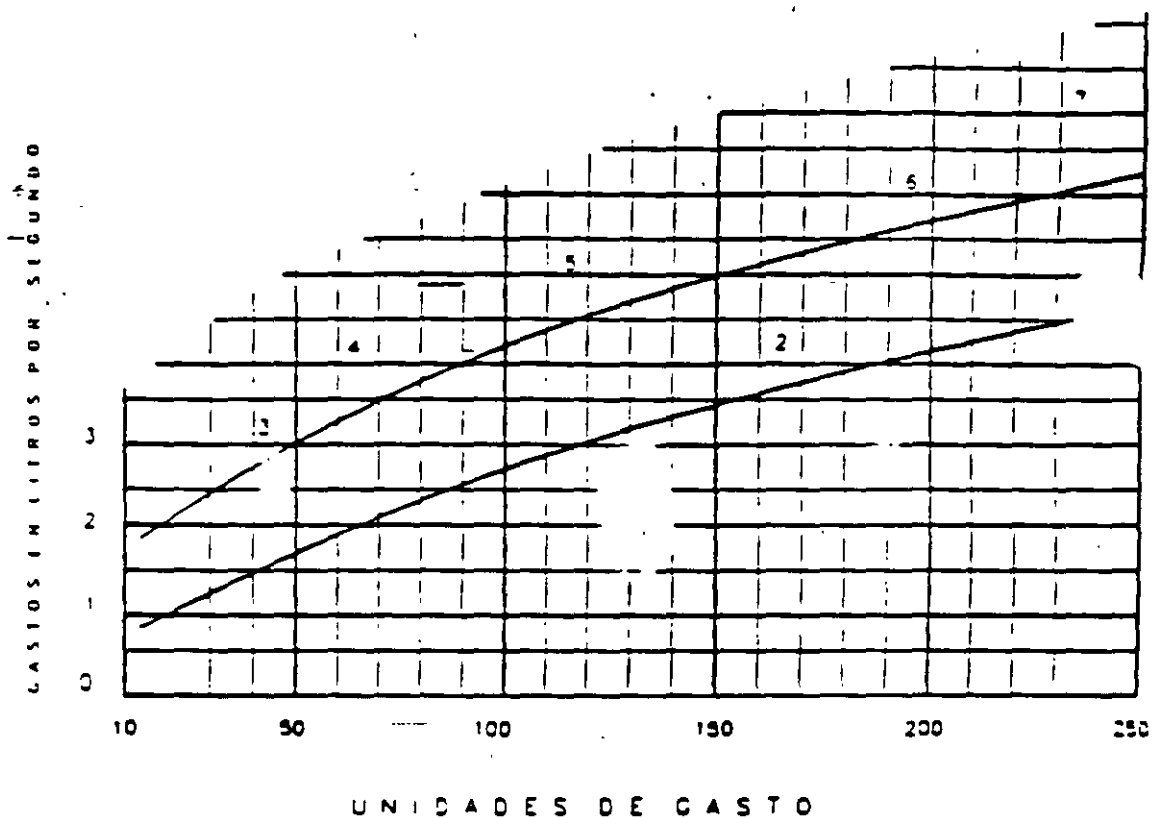
# CURVA DE EQUIVALENCIAS PARA EL CALCULO CON EL SISTEMA DE HUNTER ( GRANDES GASTOS )

- 1.- EXCUSADOS CON VALVULAS
- 2.- EXCUSADOS DE TANQUE



# CURVA DE EQUIVALENCIAS PARA EL CALCULO CON EL SISTEMA DE HUNTER ( PEQUEÑOS GASTOS )

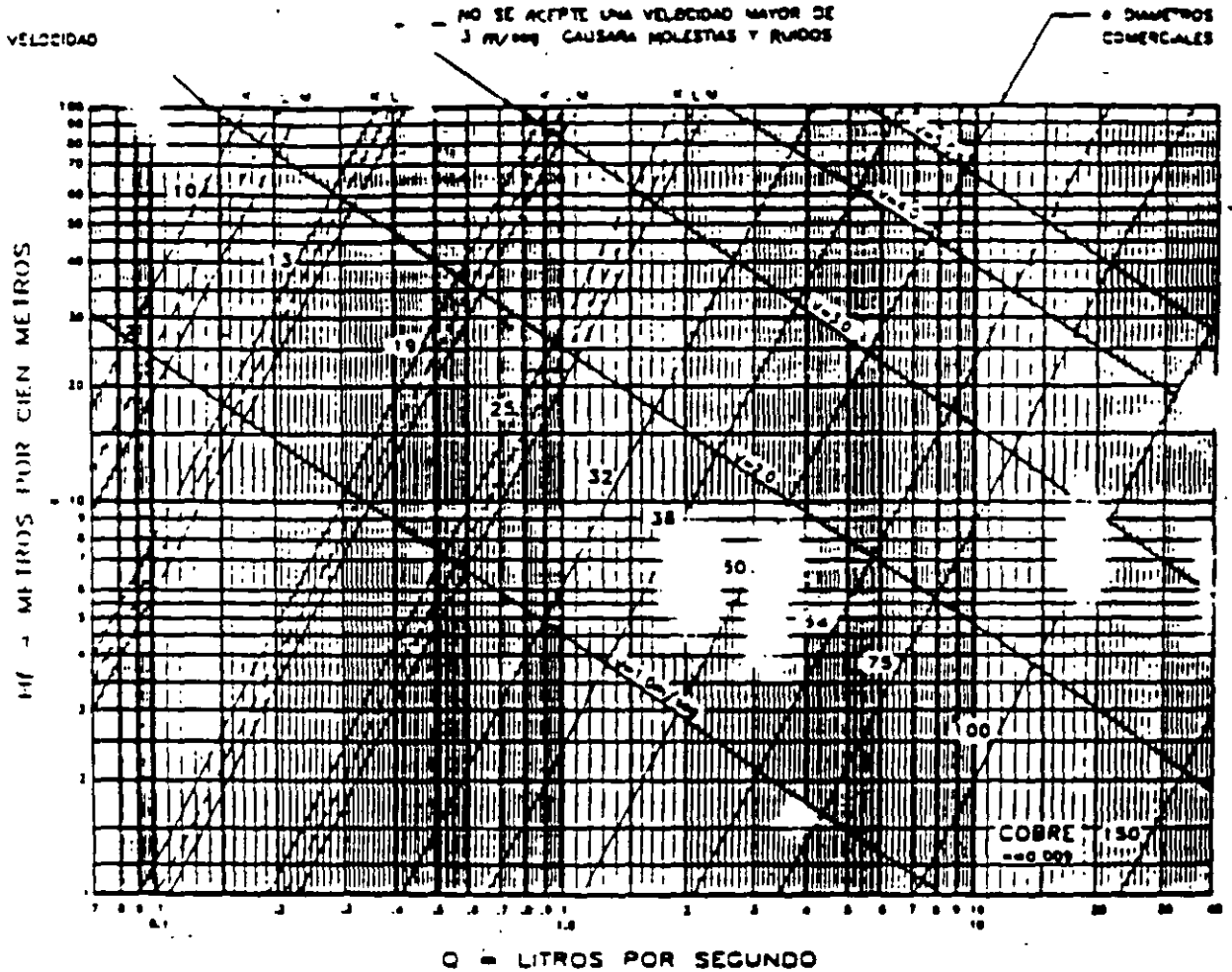
- 1 - EXCUSADOS CON VALVULA
- 2 - EXCUSADOS DE TANQUE



# T B L A No. 6 (a)

NOMOGRAMA PARA CALCULO DE GASTO, PERDIDA POR FRICCION, VELOCIDAD Y DIAMETRO PARA TUBERIAS DE CONDUCCION DE AGUA

## TUBERIA DE COBRE



**NOTA:**

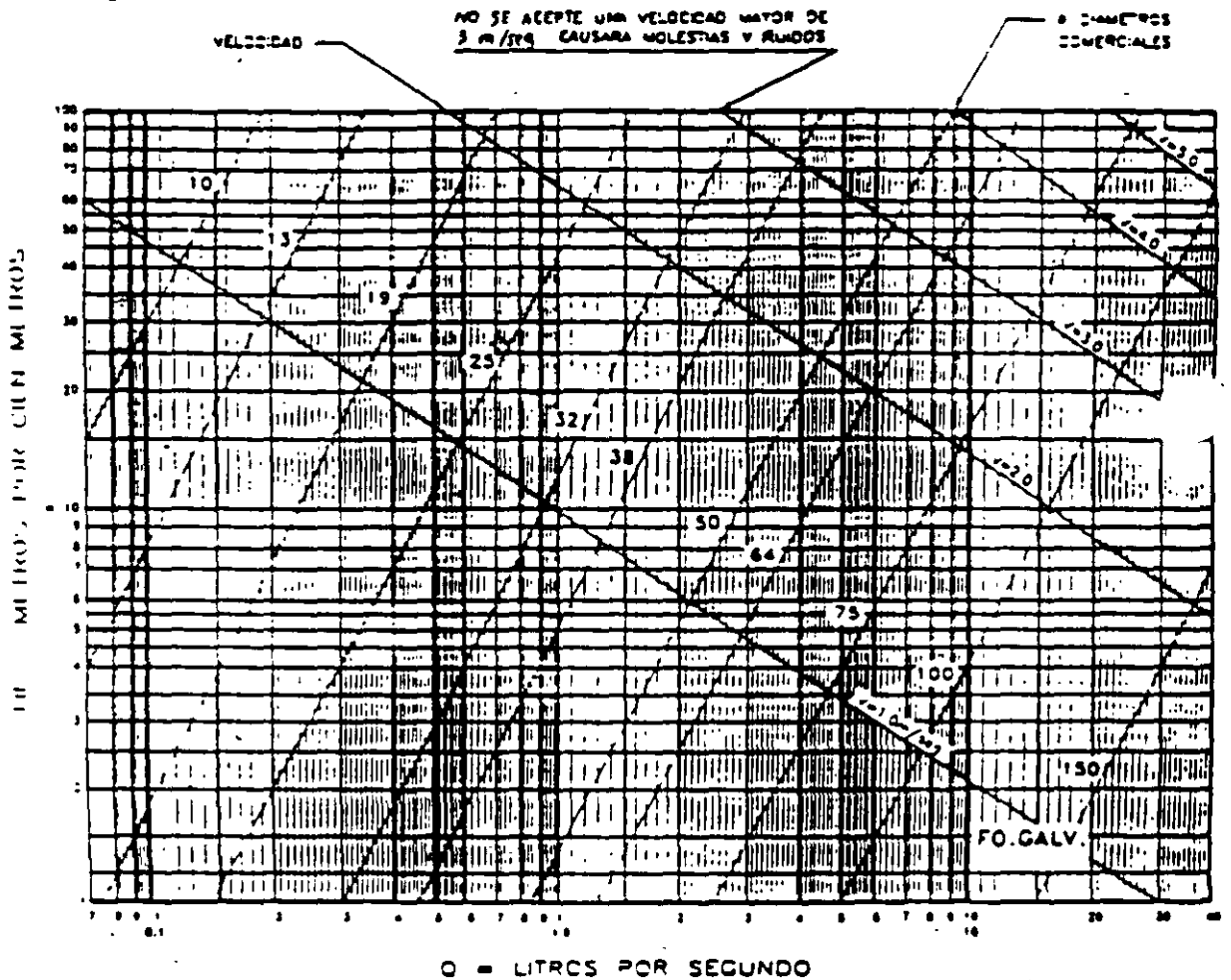
EN ABASTECIMIENTOS POR PRESION SE DEBE MUY EN CUENTA LA PERDIDA POR FRICCION. SE SUGIERE NO PASE 10% POR CADA 100M

TOMADA DE UN ARTICULO DEL ING DIAZ BARRICA DE LA REVISTA "MOROMECANICA"

# T A B L A No. 16 (a)

NOMOGRAMA PARA CALCULO DE GASTO, PERDIDA POR FRICCION, VELOCIDAD Y DIAMETRO PARA TUBERIAS DE CONDUCCION DE AGUA

## TUBERIA DE FIERRO GALVANIZADO



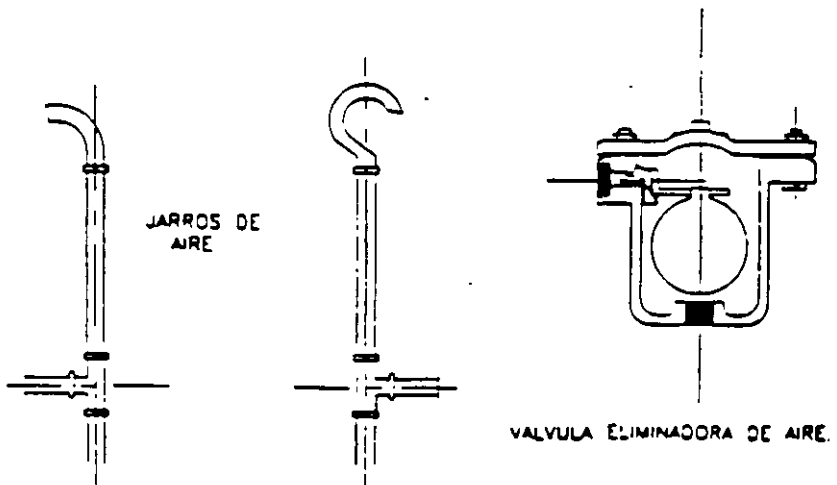
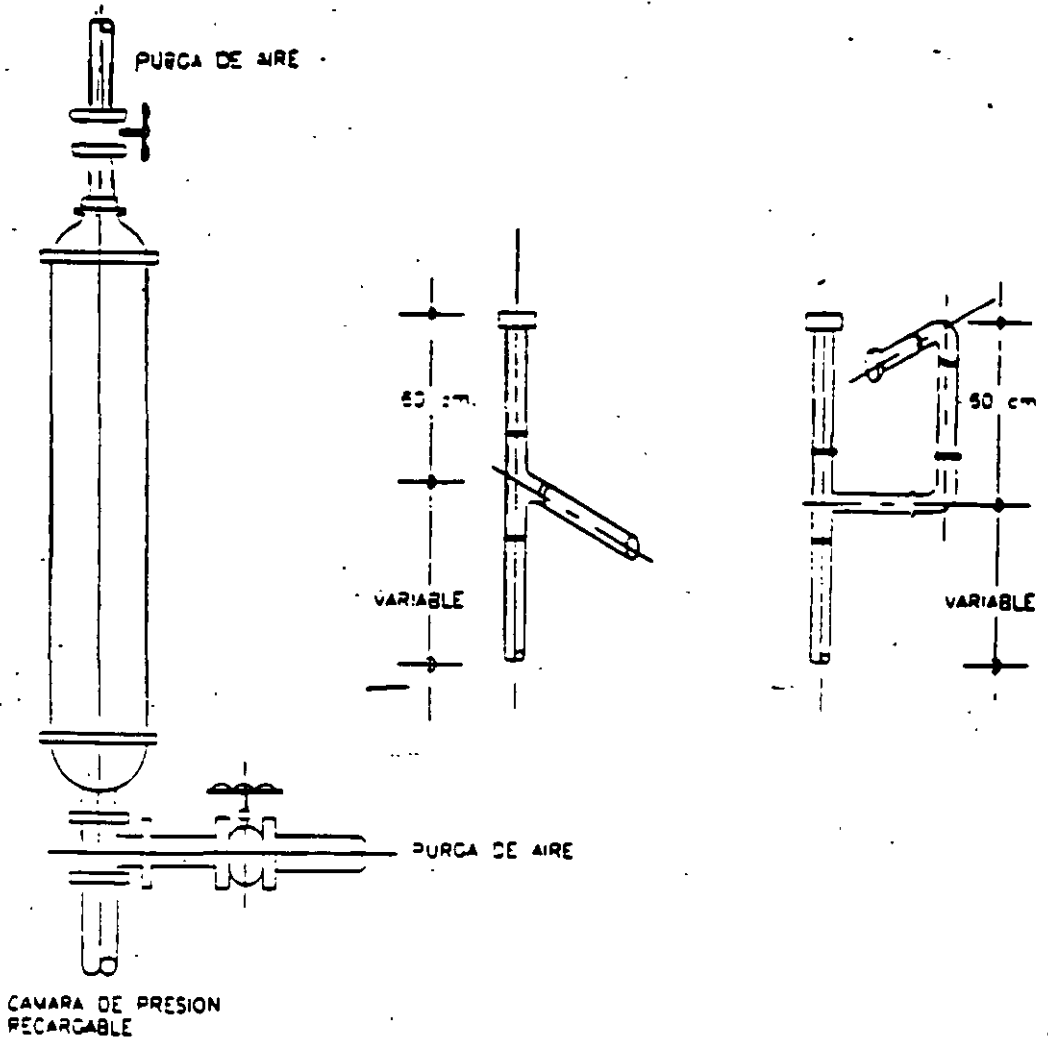
**NOTA:**

EN ABASTECIMIENTOS POR PRESION SE DEBE TOMAR MUY EN CUENTA LA PERDIDA POR FRICCION SE SUGIERE NO PASE DE 10m POR CADA 100m

TOMADA DE UN ARTICULO DEL "INGENIERO DIAZ BARRIGA, DE LA REVISTA "MOROMECANICA"



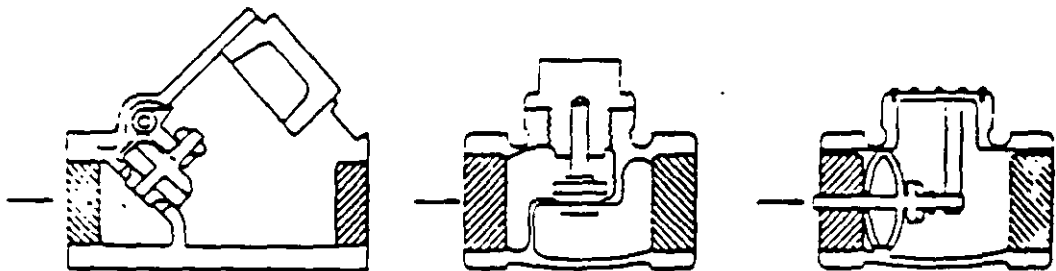
Si estas cámaras se hacen más cortas, tienen el peligro de que circulación del agua arrastre el aire contenido en ellas y llenarse de agua no cumplirán su objetivo.



**JARROS DE AIRE.** Este término es muy propio de nuestro manual y tiene por objeto expulsar el aire contenido en tuberías, las cuales si no están correctamente instaladas pueden aprisionar el aire que forma verdaderos tapones que impiden la circulación del agua o que al ser expulsado por las llaves cuando esto es posible ocasiona intermitencias molestas en el flujo.

**VALVULAS ELIMINADORA DE AIRE.** Tiene el mismo objeto que el jarro de aire, pero se instalan en los sistemas que trabajan a presión por bombeo y en los cuales no pueden tenerse extremos abiertos. Son pequeños receptáculos con un elemento de flotador, el cual cae por su peso cuando hay aire dentro de la válvula, dejando escapar y cerrándose cuando el agua vuelve a llenar el receptáculo.

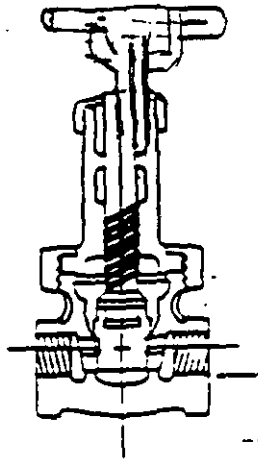
**VALVULAS CHECK.** De varios tipos, como son verticales, horizontales o de columpio, con émbolos verticales o de balanceo que permiten el flujo dentro de la tubería en un sólo sentido.



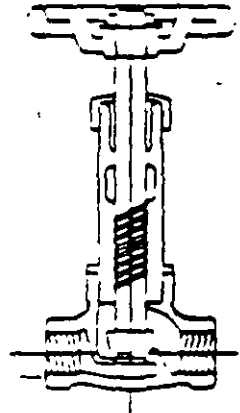
VALVULAS CHECK

La presión máxima admisible en los accesorios de los muebles debe ser mayor de  $3.5 \text{ Kg/cm}^2$  ( 35 m H ) debiendo considerarse sobre los muebles más altos de la instalación  $1 \text{ Kg/cm}^2$  ( 10 m ) si son de fluxómetro y  $0.5 \text{ Kg/cm}^2$  ( 5 m ) si son muebles ordinarios. (Mínimos  $0.70 \text{ Kg/cm}^2$  y  $0.20 \text{ Kg/cm}^2$  respectivamente)

Dentro de los conceptos constructivos de la instalación hidráulica, debemos conocer lo siguiente:



VALVULA DE PUERTA

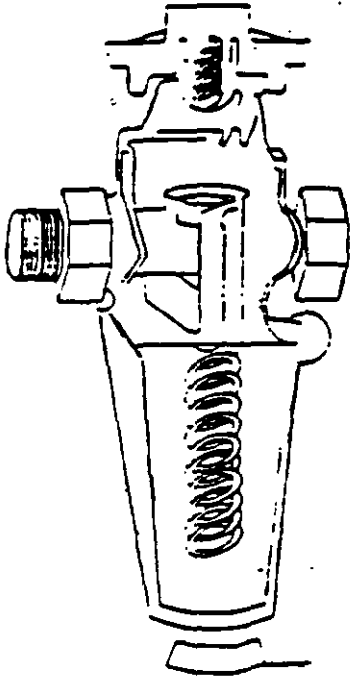


VALVULA DE GLOBOS

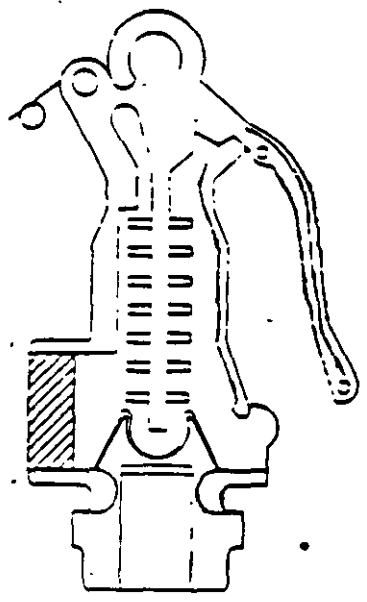
FIGURA No.7

**CAMARAS DE AIRE O PRESION.** Son pequeños tubos tapados en un extremo, del mismo diámetro que la tubería de alimentación de cada mueble o columna de alimentación, con una longitud mínima de 60 cm en las cuales se forma una cámara de aire que tiene por objeto reducir los golpes de ariete ocasionados por el cierre brusco de las llaves y que hace percibir fuertes ruidos en la instalación.

**REDUCTORA DE PRESION.** Válvulas que por medio de oponer una fuerte resistencia al flujo, por medio de diafragmas y pistones reducen la presión dentro de las tuberías.



VALVULA REDUCTORA DE PRESION  
FIG. 11



VALVULA DE SEGURIDAD  
FIG. 12

**METODO DE HUNTER**  
Gasto máximo probable

Equivalencia de los muebles en unidades de gasto

Mueble	Servicio		U. M.
Excusado	Público	Válvula	10
Excusado	Público	Tanque	5
Fregadero	Hotel rest.	Llave	4
Lavabo	Público	Llave	2
Mingitorio Pedest.	Público	Válvula	10
Mingitotno pared	Público	Válvula	5
Mingitorio pared	Público	Tanque	3
Regadera	Público	Mezcladora	4
Tina	Público	Llave	4
Vertedero	Oficinas etc.	Llave	3
Excusado	Privado	Válvula	6
Excusado	Privado	Tanque	3
Fregadero	Privado	Llave	2
Grupo baño	Privado	Exc. válvula	8
Grupo baño	Privado	Exc. tanque	6
Lavabo	Privado	Llave	1
Lavadero	Privado	Llave	3
Regadera	Privado	Mezcladora	2
Tina	Privado	Mezcladora	2

La presión máxima admisible en los accesorios de los muebles no debe ser mayor de 3.5 Kg / cm<sup>2</sup> ( 35 m H ) debiendo considerarse sobre los muebles más altos de la instalación 1 Kg / cm<sup>2</sup> ( 10 m ) si son de fluxómetros y 0.5 Kg / cm<sup>2</sup> ( 5 m ) si son muebles ordinarios. ( Minimos 0.70 Kg / cm<sup>2</sup> y 0.20 Kg / cm<sup>2</sup> respectivamente )

Dentro de los conceptos constructivos de la instalación hidráulica, debemos conocer lo siguiente:

**Camaras de aire o presión.-** Son pequeños tubos tapados en un extremo, del mismo diámetro que de la tubería de alimentación de cada mueble o columna de alimentación, con una longitud minima de 60 cm en las cuales se forma una camara de aire que tiene por objeto reducir los golpes de ariete ocasionados por el cierre brusco de las llaves y que hace percibir fuertes ruidos en la instalación.

Si estas camaras se hacen más cortas, tienen el peligro de que la circulación del agua arrastre el aire contenido en ellas y al llenarlas de agua no cumplan su objetivo.

**Jarros de aire.-** Este término es muy propio de nuestro técnico manual y tiene por objeto expulsar el aire contenido de las tuberías, las cuales si no están correctamente instaladas pueden aprisionar al aire que forma verdaderos tapones que impiden la circulación del agua o que al ser expulsado por las llaves, cuando esto es posible ocasiona intermitencias molestas del flujo.

**Válvula eliminadora de aire.-** Tiene el mismo objeto que el jarro de aire, pero se instalan en los sistemas que trabajan a presión por bombeo y en los cuales no pueden tenerse extremos abiertos. Son pequeños receptáculos con un elemento flotador, el cual ces por su propio peso cuando hay aire dentro de la válvula, dejándolo escapar y cerrandose cuando el agua vuelve a llenar el receptáculo.

**Válvula check.-** De varios tipos, como son verticales, horizontales o de columpio, con émbolos verticales o de balanceo que permiten el flujo dentro de la tubería en un solo sentido.

**Reductora de presión.-** Válvulas que por medio de oponer una fuerte resistencia al flujo, por medio de diafragmas y resortes, reducen la presión dentro de la tuberías.

## MUEBLES SANITARIOS QUE COMO MINIMO SE REQUIEREN EN DIVERSOS TIPOS DE EDIFICIOS

### Habitaciones

- 1 excusado por vivienda o departamento
- 1 Lavabo
- 1 Tina regadera
- 1 Fregadero
- 1 Lavadero

### Escuelas ( Primarias )

1 Excusado por vivienda o departamento

1 Lavabo

1 Tina regadera

1 Lavadero

### Escuelas ( Secundarias )

1 Excusado por cada 100 hombres

1 Excusado por cada 45 mujeres

1 Urinario por cada 30 hombres

1 lavabo por cada 100 personas

1 Bebedero por cada 75 personas

### Edificios de Oficinas o públicos

1 Persona por cada 10 m<sup>2</sup>

1 Excusado 1 - 15 personas

2 Excusados 16 - 35 personas

3 Excusados 36 - 55 personas

4 Excusados 56 - 80 personas

5 Excusados 81 - 110 personas

6 Excusados 111 - 150 personas

Urinarios.- Se suprime un excusado por cada urinario instalado sin que el número de excusados sea menor que de 2 / 3 de lo anotado.

1 Lavabo 1 - 15 personas

2 Lavabos 16 - 35 personas

3 Lavabos 36 - 60 personas

4 Lavabos 61 - 90 personas

5 Lavabos 91 - 125 personas

1 Adicional por cada 45 personas más o fracción.

1 Bebedero por cada 75 personas. No se deben instalar dentro de los sanitarios.

### Estacionamientos Fabriles ( Talleres, fundiciones )

1 Excusado 1 - 15 personas

2 Excusados 16 - 35 personas

3 Excusados 36 - 60 personas

4 Excusados 61 - 90 personas

5 Excusados 91 - 125 personas

1 Adicional por cada 30 personas adicionales

Urinario.- -Se suprime un excusado por cada urinario que se instale sin que se reduzca a menos, de 2 / 3 de los arriba indicados.

1 Lavabo por cada 100 personas

1 Lavabo por cada 10 personas adicionales. Cuando hay peligro de contaminación de la persona con materias venenosas, infecciosas o irritantes instalar un lavabo por cada 5 personas. En otros casos puede instalarse un lavabo por cada 15 personas. Cada 60 cm de lavabo circular comun, con llaves de agua por cada espacio, se consideran equivalentes a un lavabo .

1. Regadera por cada 15 personas, si en su trabajo están expuestos a calor excesivo o a contaminación de la piel con sustancias venenosas, infecciosas o irritantes.

1 Bebedero por cada 75 personas.

### Dormitorios

1 Excusado por cada 10 hombres

1 Excusado por cada 8 mujeres

Si hay más de 10 personas, agregar un excusado por cada 25 hombres adicionales y un excusado por cada 20 mujeres con exceso de 8

1 Urinario por cada 25 hombres si hay más de 150 hombres agregar un urinario por cada 50 hombres adicionales

1 Lavabo por cada 12 personas. Agregando un lavabo por cada 20 hombres y uno por cada 15 mujeres. Se recomienda poner lavabos dentales adicionales en los sanitarios comunes

1 Regadera por cada 8 mujeres

1 Tina por cada 30 mujeres. Para más de 150 personas agregar una regadera por cada 20 personas

1 Bebedero por cada 75 personas

1 Vertedero por cada 100 personas

1 Lavabo por cada 50 personas

### Cines, Teatros, Auditorios

1 Excusado para hombres 1 - 100 personas

1 Excusado para mujeres 1 - 100 personas

2 Excusados para hombres 101 - 200 personas

2 Excusados para mujeres 101 - 200 personas

3 Excusados para hombres 202 - 400 personas

3 Excusados para mujeres 202 - 400 personas

Para más de 400 personas se agregará un excusado por cada 500 hombres y un excusado por cada 300 mujeres o más.

1 Urinario para 1 - 200 hombres

2 Urinarios para 201 - 400 hombres

3 Urinarios para 401 - 600 hombres

1 Urinario adicional por cada 500 hombres más

1 Lavabo para 1 - 200 personas

2 Lavabos para 201 - 400 personas

3 Lavabos para 401 - 750 personas

### Servicios Profesionales sanitarios para trabajadores

1 Excusado y un urinario por cada 30 trabajadores. Si se usan urinarios corridos se consideran las siguientes equivalencias:

50 cm lineales = 1 urinario

90 - 1.20 = 2 urinarios

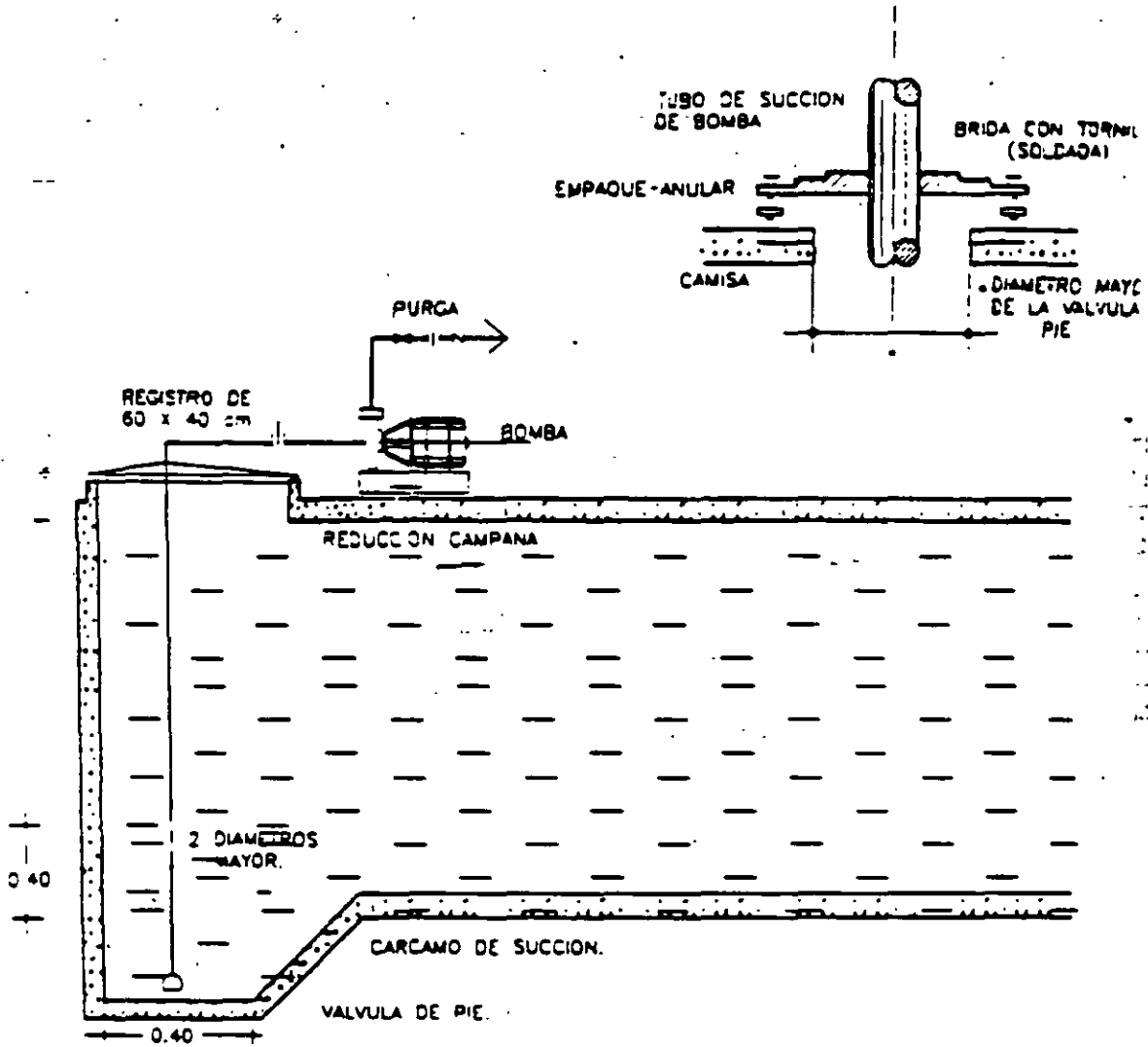
1.50 = 3 urinarios

1.80 = 4 urinarios

**Comentarios Generales.** Al aplicar los criterios expuestos debe tomarse en cuenta la accesibilidad de los muebles sanitarios, ya que al ceñirse únicamente a los valores numéricos especificados pueden resultar soluciones inadecuadas para el establecimiento de que se trate. Así, por ejemplo, en escuelas de varios pisos deberá haber sanitarios en cada piso de salones de clase.

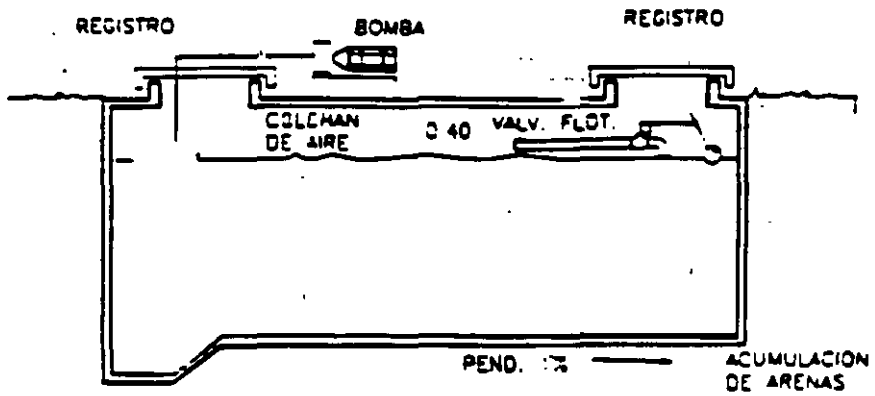


# DETALLE DE CISTERNA Y BOMBA

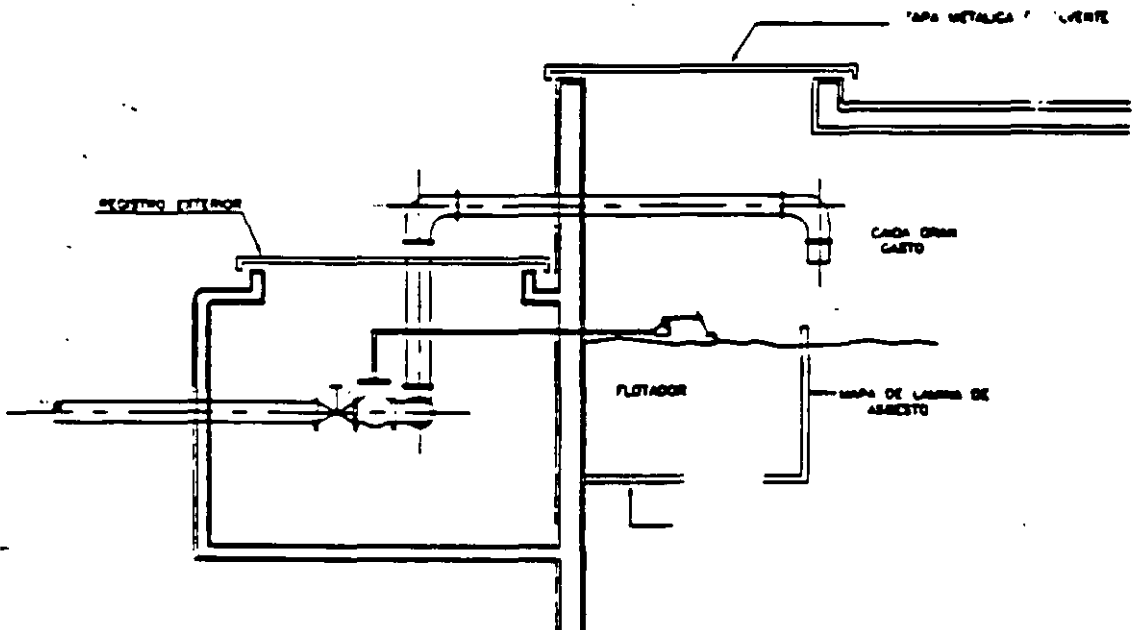


NOTA:  
 4.50 MAXIMO AL NIVEL DEL MAR 1cm MENOS POR CADA 10 mts.  
 DE ALTURA DEL LUGAR SOBRE EL NIVEL DEL MAR

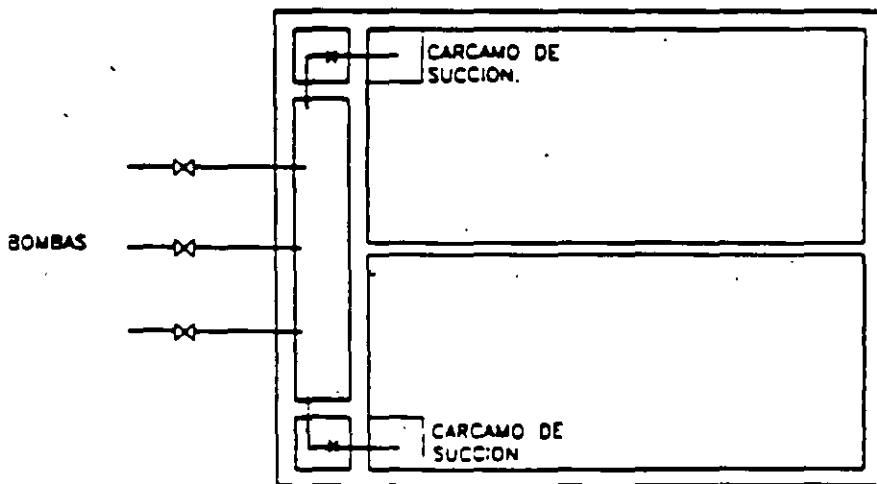
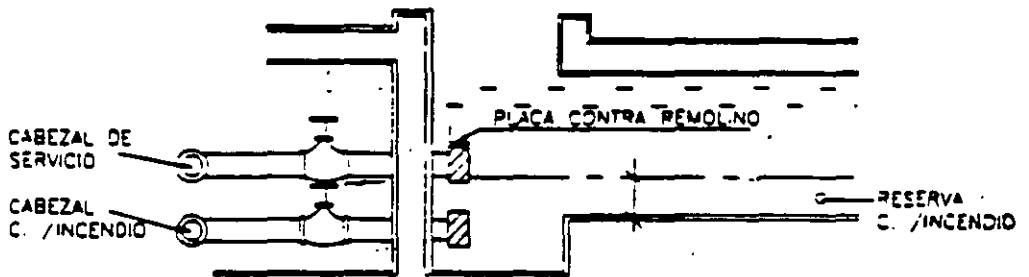
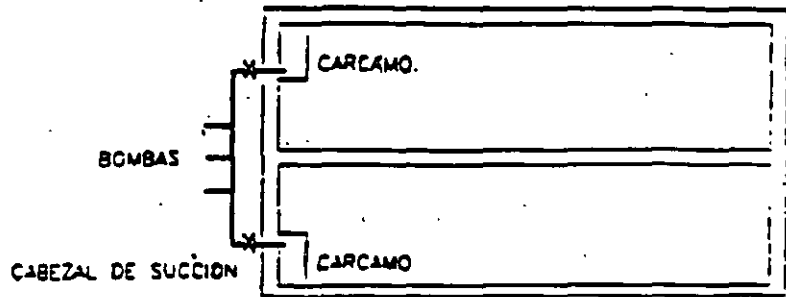
# DETALLE DE CISTERNA Y FLOTADOR



# DETALLE DE VALVULA FLOTADOR DE GRAN DIAMETRO



# CISTERNAS DE DOBLE CELDA



NOTA:  
SE DEBERA PREVER LA RESERVA MINIMO  
CONTRA INCENDIO MEDIANTE NIVELES DE  
SUCCION DE LAS BOMBAS.



## CALCULO DE LA PROBABILIDAD DE USO SIMULTANEO

Si se tiene un grupo de muebles sanitarios del mismo tipo, la frecuencia ( f ) en veces al día con que pueden funcionar a la vez ( r ) muebles de ( n ) instalados es:

$$f = \frac{B \cdot C^n}{A^{r-1}} = (\text{veces al día})$$

siendo:

B = el número de usos al día de cada mueble

$C^n_r$  = El número de combinaciones de ( r ) en ( n ) muebles, de entre los ( n ) instalados

A = La relación entre el intervalo entre usos consecutivos y la duración de la descarga

como

$$C^n_r = \frac{n(n-1)(n-2)\dots(n-r+1)}{r}$$

$$f = \frac{Bn(n-1)(n-2)\dots(n-r+1)}{r \cdot A^{r-1}}$$

Por ejemplo, si se tienen 6 fluxómetros funcionando cada 10 minutos, durante 10 segundos, A = 6 - y B = 48 veces en 8 m / día la tubería troncal deberá ser capaz de alimentar el número de fluxómetros que puedan funcionar simultáneamente una vez al día.

Si funcionan de uno en uno, la frecuencia será:

$$f1/6 = \frac{48 \cdot 6}{1 \cdot 600} = 48 \cdot 6 = 288 \text{ veces al día}$$

Con dos simultáneos.

$$f2/6 = \frac{48 \cdot 6 \cdot 5}{1 \cdot 2 \cdot 600} = 12 \text{ veces al día}$$

## PROBABILIDAD DE USO SIMULTANEO

Con tres fluxómetros a la vez:

$$f3/6 = \frac{48 \cdot 6 \cdot 5 \cdot 4}{1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 600} = \frac{4}{15} \text{ cuatro veces cada 15 días}$$

Por consiguiente la tubería troncal deberá ser suficiente para alimentar 3 fluxómetros a la vez, ya que para dos existe el riesgo de insuficiencia cuando lleguen a funcionar 3 a la vez

Cuando se trata de un número de muebles grande y de diferentes tipos, no puede hacerse el cálculo como antes que eran fluxómetros del mismo tipo. Se aplica entonces el número de unidades del Dr. Hunter consultando sus gráficas de gastos, o bien se utilizan las fórmulas establecidas por el Ing. Manuel A. de Anda y que son:

$$Q = 0.45\sqrt{U} \quad (1) \quad ; \quad Q = 0.25\sqrt{U} + 0.005*U \quad (2)$$

Siendo U el número total de unidades de gasto, según Hunter, Q el gasto requerido en litros por segundo.

La fórmula ( 1 ) se usa para conjuntos de muebles en que haya fluxómetros, sin que U pase de 1600 unidades de gasto, en tanto que la fórmula ( 2 ) se emplea cuando no hay fluxómetros y U pasa de 1600 unidades, ya sea con fluxómetros o sin ellos, la fórmula que debe usarse es la ( 2 )



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

**CURSOS ABIERTOS**

**INSTALACIONES HIDRÁULICAS, SANITARIAS  
Y DE GAS PARA EDIFICIOS**

**TEMA:**

**INSTALACIONES HIDRÁULICAS  
SISTEMA DE AGUA CALIENTE**

1998

# DIVISION DE EDUCACION CONTINUA

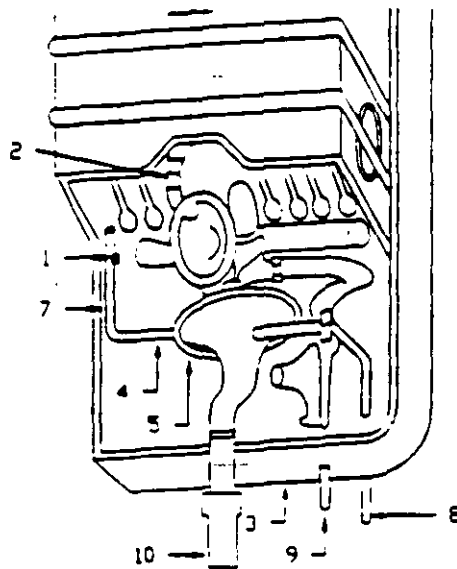
## FACULTAD DE INGENIERIA UNAM

### SISTEMAS DE AGUA CALIENTE EN LOS EDIFICIOS

#### EQUIPO DE CALENTAMIENTO

A.- Calentadores del tipo de paso ( $Q_{max}$  = instantáneo), son calentadores con serpentines interiores en cuyo interior circula el agua y que debido a su gran superficie de contacto, provoca un rápido incremento de la temperatura del líquido.

El pequeño diámetro del serpentín no permite grandes flujos y lo limitan para el uso de un mueble generalmente.

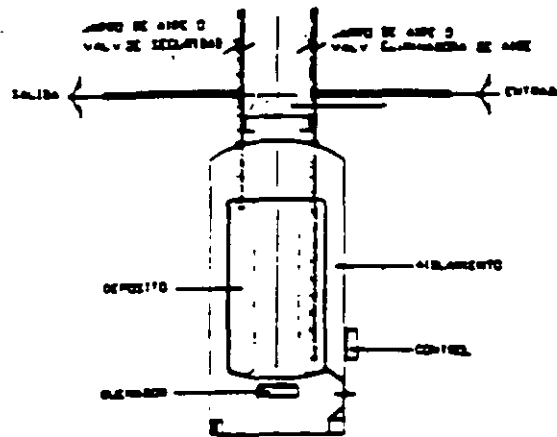


VISTA INTERIOR DEL CALENTADOR

- |  |                                 |
|--|---------------------------------|
| 1.- Botón para abrir el paso del gas al piloto | 7.- Tornillo regulador del agua |
| 2.- Quemador del piloto                        | 8.- Entrada de agua fría        |
| 3.- Tornillo regulador del agua                | 9.- Entrada de gas              |
| 4.- Venturi                                    | 10.- Salida de agua caliente    |
| 5.- Filtro de agua                             |                                 |



B.- Calentadores del tipo de almacenamiento (Q máx. hora son aparatos formados por un recipiente de capacidad variable un elemento productor de calor en su interior (eléctrico, vapor o agua caliente) o exteriormente ( gas, diesel, etc. )



CALENTADOR DE ALMACENAMIENTO

En los calentadores de gas el recipiente está formado por un cilindro hueco, teniendo poca superficie de contacto con el fuego, por lo que incrementan lentamente la temperatura, con una eficiencia del 50 % solamente.

Los calentadores con el elemento interior tiene una eficiencia mayor, a pesar de su baja eficiencia, los calentadores de almacenamiento son preferibles por poder abastecer mayor número de muebles en forma simultánea.

Al calcular la capacidad de los calentadores de depósito hay que tener en cuenta que el recipiente no contiene agua caliente en su totalidad, sino que se establecen zonas de agua muy calientes en su parte superior, templada en su zona intermedia y fría en el inferior, provocada por la diferencia de densidades del agua fría y caliente y por lo tanto, hay que estimar solamente en 75 % de agua caliente, la capacidad del aparato.

## SISTEMAS CENTRALES DE AGUA CALIENTE

Los sistemas centrales de agua caliente pueden ser considerados así mismos, de paso o de almacenamiento, pero dado que los primeros requieren mayores elementos productores de calor y los segundos pueden tomar las grandes demandas, con mayor facilidad, son preferidos éstos en el mayor número de los casos

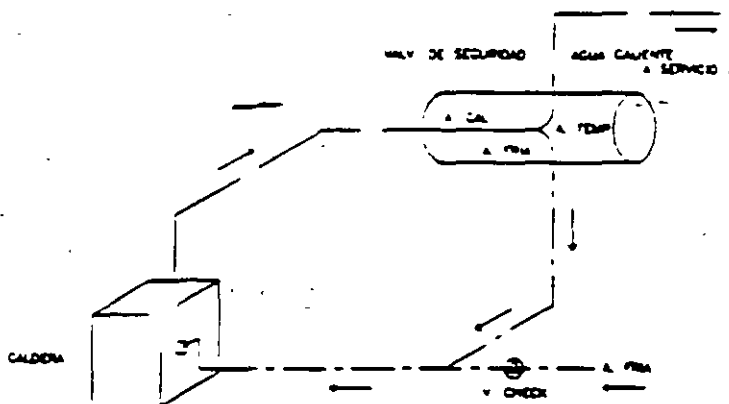
## A.- CALDERAS DE AGUA CALIENTE.

Pueden considerarse como grandes calentadores con su tanque de almacenamiento interior o exterior. Nos ocuparemos de los que tienen su tanque exterior, ya que son los que corresponden a sistemas de grandes edificios.

El aparato en sí contiene únicamente el elemento productor de calor y el serpentín de tubos de cobre o celdas de fierro fundido que transmiten el calor al líquido, el cual sale por tubería hacia el tanque de almacenamiento de agua caliente, estableciéndose una circulación por termosifón o forzada entre la caldera y el tanque.

La relación de la producción o recuperación de la caldera con el tanque de almacenamiento es lógicamente tal, que a mayor recuperación, menor tanque de almacenamiento, hasta el límite de utilizar la caldera como si fuera solamente de paso, situación que queda determinada por un estudio económico.

CALDERA DE AGUA CALIENTE CON  
TANQUE DE ALMACENAMIENTO



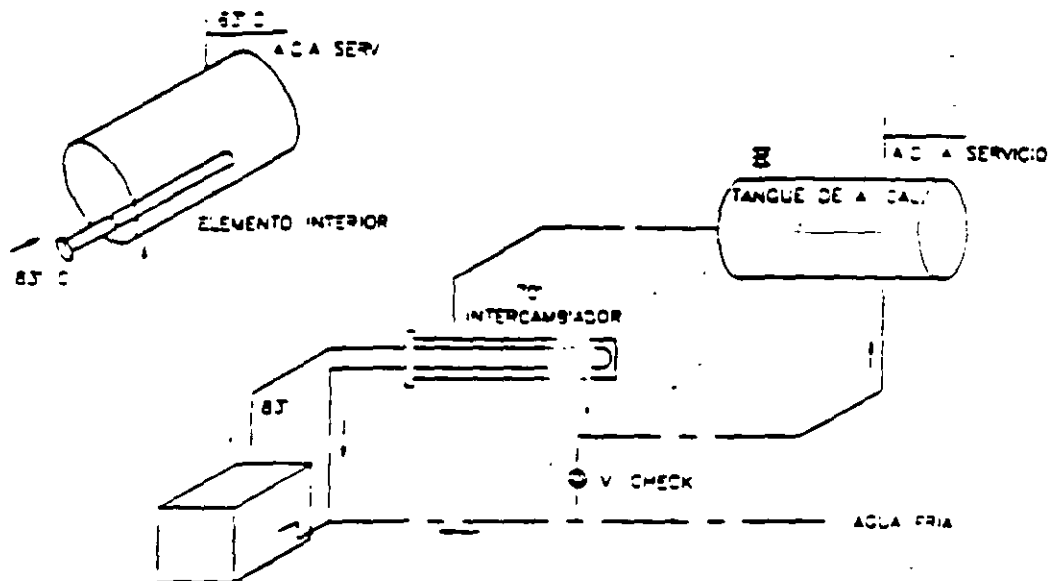
## B.- CALDERAS DE AGUA CALIENTE CON INTERCAMBIADOR DE CALOR.

Debido a que la dureza del agua en algunas zonas es muy alta y puede provocar la incrustación de las calderas, no es conveniente hacer pasar por ésta al agua de consumo.

Para tal fin se utilizan intercambiadores de calor de aguas calientes y en esta forma el agua que alimenta a la caldera y que pasa por el intercambiador, forma un circuito cerrado. El agua de consumo pasa por el intercambiador y va al servicio.

El intercambiador puede ser exterior o interior con relación al tanque.

## CALDERAS DE AGUA CALIENTE INTERCAMBIADOR DE CALOR TANQUE DE ALMACENAMIENTO.



### C.- CALDERA DE AGUA CALIENTE DE TUBOS DE HUMO.

Estas calderas de gran capacidad consisten en un recipiente conteniendo el agua a través del cual pasan unos fluxes, por los que circula el calor, combinándose como en los casos anteriores con un tanque de almacenamiento o intercambiador.

### D.- CALDERAS DE VAPOR (utilizándose éste para obtener agua caliente).

Cuando además del servicio de agua caliente se requiere dar servicio de vapor a alguna zona del edificio, debe aprovecharse la misma caldera y por lo tanto por medio de un intercambiador de vapor se puede obtener el agua caliente necesaria a las temperaturas deseadas.

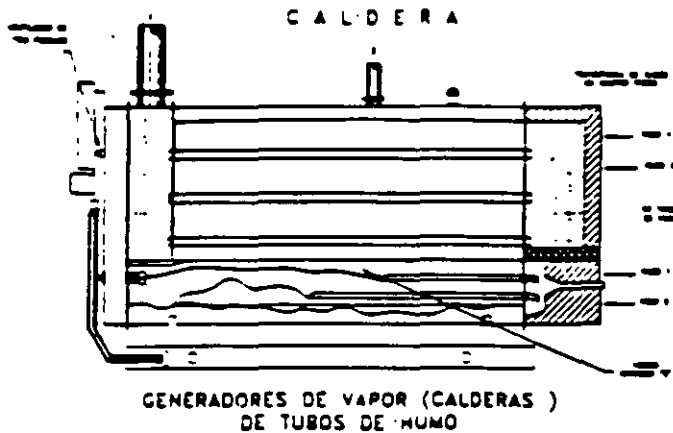
La temperatura para servicios doméstico es de 63° C normalmente y en caso de restaurantes o servicios especiales es de 83° C para el lavado de platos.

# CALDERAS

## 1.- CALDERAS DE TUBO DE HUMO

Ya explicadas con anterioridad son, en principio, aquellas cuyos fluxes pasan los gases calientes y en cuyo envolvente se encuentra el líquido.

Estas calderas s n más peligrosas, dado que su cuerpo está resistiendo la presión del líquido o vapor.

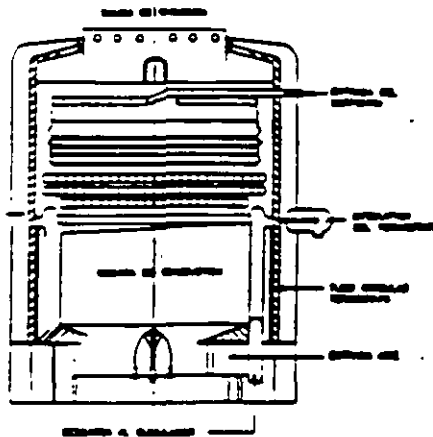


## 2.- CALDERAS DE TUBOS DE AGUA

Al contrario de las anteriores, en éstas el agua o vapor está contenido en serpentines y el fuego en el exterior de éste.

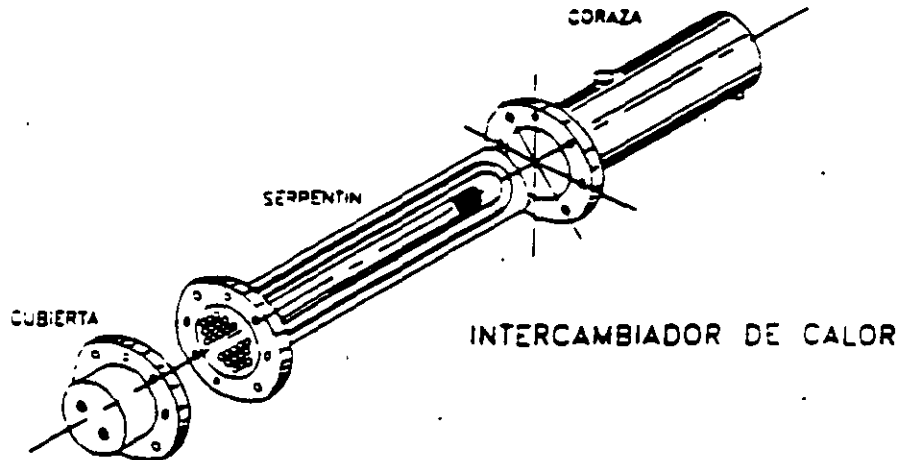
En el aspecto de seguridad son mejores, pero están expuestas a una fuerte incrustación, por lo que hay que cuidar mucho el aspecto del tratamiento propio del agua que circulará por ellas.

### GENERADOR DE VAPOR DE TUBOS DE AGIA



## INTERCAMBIADOR DE CALOR.

Consiste en un serpentín o fluxes de cobre, cuya gran superficie de contacto puede transmitir el calor al líquido circundante.



Estos elementos pueden, como ya dijimos, considerarse como calentadores instantáneos, cuando su envolvente es un cilindro de pequeños diámetros o de almacenamiento, cuando están en inmersione dentro del líquido contenido en un gran tanque.

## DISTRIBUCION DE AGUA CALIENTE

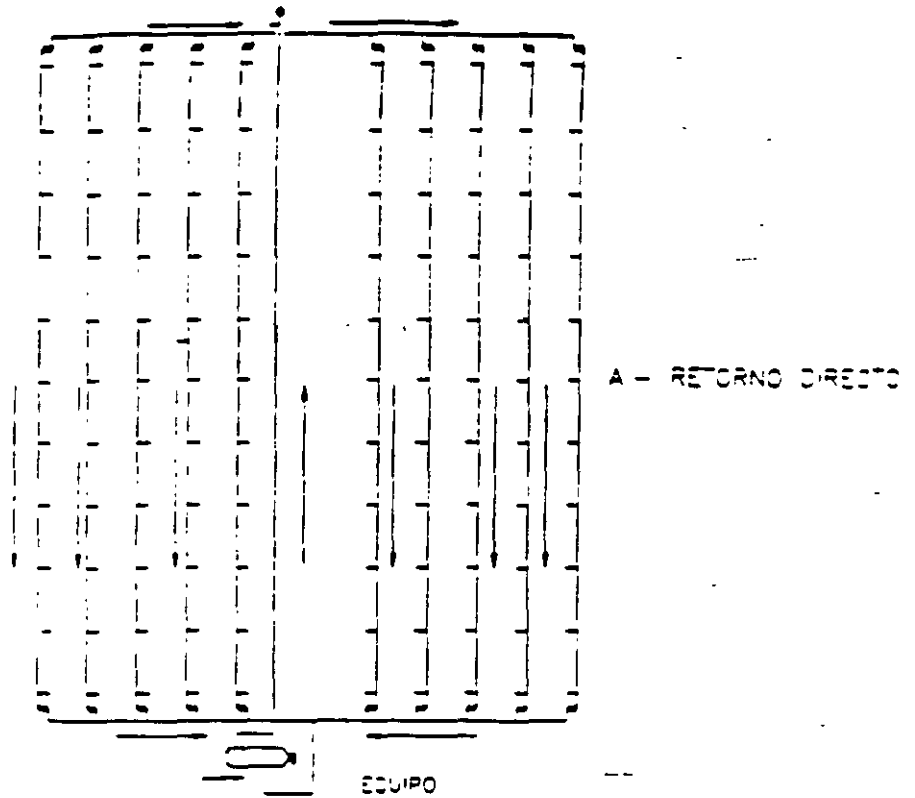
El cálculo de la red de distribución de agua caliente se hace en la misma forma que la ya explicada para el agua fría, con las unidades de consumo anotadas en la tabla.

Sin embargo, hay que hacer notar un elemento adicional de estos sistemas que es de vital importancia y que es el retorno.

### A.- DISTRIBUCION SUPERIOR

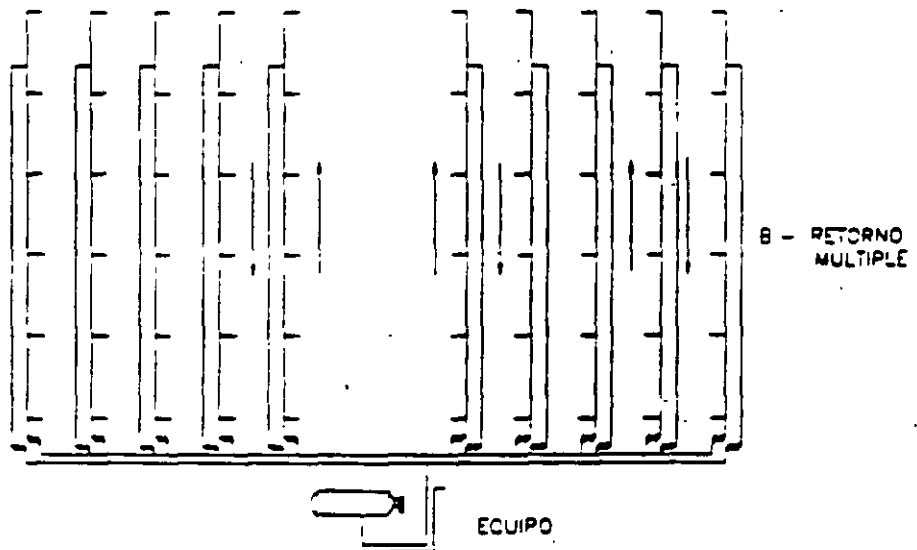
En este caso la tubería de agua caliente sube hasta el nivel superior en el cual se hace una red de distribución, bajando en los puntos convenientes para alimentar los diferentes núcleos y posteriormente se interconectan todos los puntos inferiores con una tubería que regresa hasta la caldera.

# SISTEMA DE DISTRIBUCION Y AGUA CALIENTE



## B.- DISTRIBUCION INFERIOR.

La red se ejecuta en el nivel inferior abasteciendo a las columnas alimentadoras, las cuales tienen una conexión al retorno en el superior, que baja a una línea colectora de retorno en el inferior.



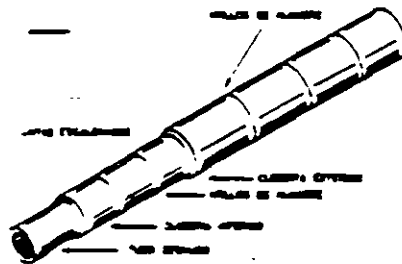
El retorno permite una circulación por termosifón, o forzada con un circulador dentro del sistema del cual puede obtener el caliente en forma instantánea, ya que de no contarse con línea de retorno, el agua se enfriaría dentro de las tuberías y tardaría mucho tiempo en obtenerse, ya que habría que vaciar el agua fría contenida en ellas y esperar a que se volviera a calentar.

## AISLAMIENTOS

Es necesario aislar todas las tuberías que forman la red de agua caliente así como las de retorno y el tanque de agua caliente, para evitar las pérdidas de calor, ya que de lo contrario sistema se convertiría en un enorme radiador con el desperdicio consiguiente de energía.

Puede hacerse esto con medias cañas de asbesto cemento, fibra de vidrio u otros materiales.

### PROTECCION PARA TUBPS DE DOBLE ESPESOR CON CUBIERTA A PRUEBA DE CAMBIO DE INTEMPERIE



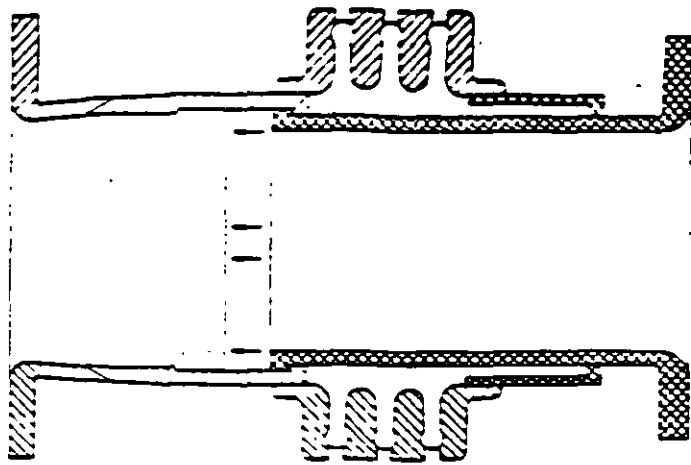
## DILATACIONES

El último concepto que hay que cuidar en este sistema de agua caliente es la previsión de las dilataciones que se presenten en las tuberías por las frecuentes variaciones de temperatura.

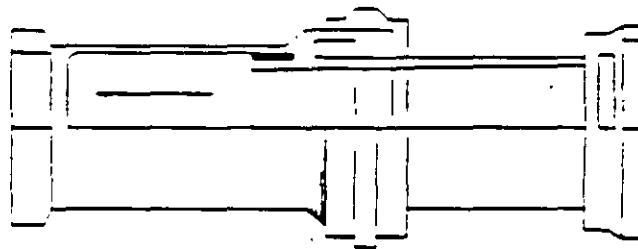
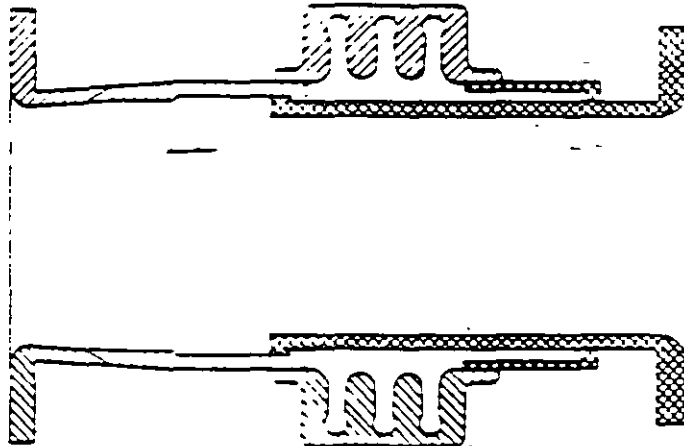
La dilatación en tuberías de cobre es de 1.02 mm/m para 60° C, de temperatura ( 0.17 mm/m/10° C T ), por lo cual hay que evitar grandes recorridos de una línea en tramos rectos.

Cuando se requieran éstos, hay que instalar juntas de dilatación que puedan ser del tipo de fuelle o deslizantes que se obtiene en el mercado o deformando a tubería para formar omegas o simplemente buscando recorridos en los cuales los quiebres de la red permitan por la elasticidad de la tubería que se absorban estas dilataciones y contracciones.

# JUNTAS DE DILATACION



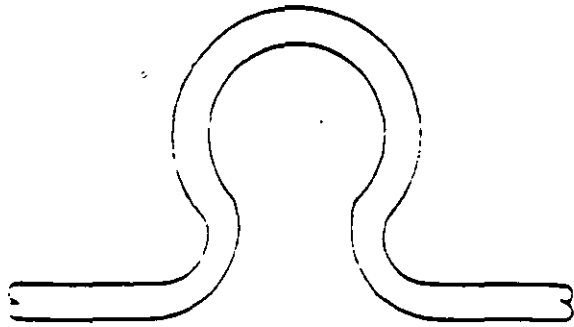
CCRRUGADA



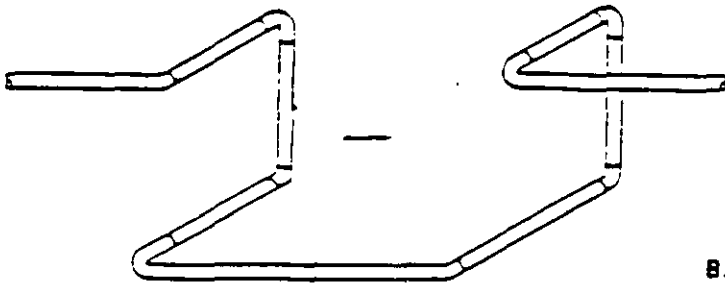
TELESCOPICA



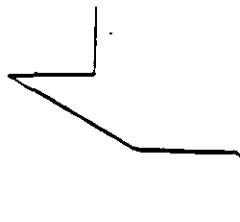
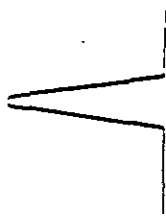
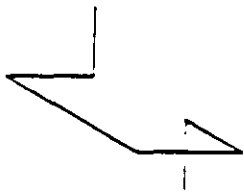
# JUNTAS DE DILATACION



A.- CON TUBERIA



B.- CON CONEXIONES



## JARROS DE AIRE

Como detalle especial, en casos de sistemas por gravedad, los jarros de aire para la red de agua caliente deben ser más altos que los de agua fría, dada la diferente densidad del agua caliente, en edificios altos debe exceder a las de agua fría 5 cm por cada metro de altura de la construcción o 15 cm por piso.

### FORMULAS PRACTICAS PARA EL CALCULO DE EQUIPO DE CALENTAMIENTO DE AGUA

El cálculo de equipos de calentamiento de aguas para industrias, edificios de departamentos, hoteles, albercas, etc., utilizando el método de calentamiento directo en calderas de gas o diesel, y cuyo uso se extiende cada vez más por sus grandes rendimientos, economía y ahorro de espacio es un trabajo que efectúan constantemente los diseñadores de instalaciones hidráulicas.

Aunque carece de dificultad técnica, hasta cierto punto, el cálculo sí implica cierta laboriosidad y en algunos casos se especifican los equipos con capacidades inadecuadas, ya sea en exceso, en contra de la economía, o bien en escacés, en perjuicio del funcionamiento.

Para los diseños mecánicos de estos equipos, conviene recurrir al fabricante de los mismos, ya que cada marca, por sus características especiales de construcción varía en algunos aspectos, aunque el principio general se puede encontrar en los tratados sobre instalaciones hidráulicas y sanitarias.

Generalmente, en este tipo de cálculo lo más importante es tener el criterio correcto para calcular la probable demanda máxima en su valor más real posible para cada caso. Como es bien sabido, existen dos métodos usuales para su cálculo, que son a base de considerar el número de personas que harán uso de los mismos.

Para concretar este artículo no nos detendremos en eso, pero sí conviene hacer notar que el segundo método (por el número de personas) es el que más se acerca a la realidad, dando demandas menores que el primer método y se aconseja usarlo siempre que se pueda. Hay casos especiales y que ameritan cálculos diferentes, aplicando con mayor razón el criterio del calculista como el caso de trabajo continuo de regaderas para clubes deportivos, regaderas industriales con determinado número de obreros por turno, etc.

La nomenclatura usada para estas fórmulas es la siguiente:

G = Probable demanda máxima, en litros por hora.

T = Capacidad del tanque de almacenamiento de agua caliente, en litros

C = Capacidad de calentamiento de la caldera, en litros por hora.

h = Duración de la carga pico, en horas.

Tc = Temperatura del agua caliente, en grados centígrados (°C)

Tf = Temperatura del agua fría, en °C.

Las fórmulas ( 1 ), ( 2 ), ( 3 ) siguientes se basan en el hecho de que tan sólo pueden sacarse a plena temperatura ( Tc ) las tres cuartas partes del agua caliente almacenada en un tanque.

#### 1.- CAPACIDAD DEL TANQUE DE AGUA CALIENTE

$$T = \frac{h ( G - C )}{0.75}$$

#### 2.- CAPACIDAD DE CALENTAMIENTO DE LA CALDERA

$$C = \frac{( h \times G ) - 0.75 \times T}{H}$$

#### 3.- PROBABLE DEMANDA MAXIMA

$$G = \frac{( C \times h ) + 0.75 \times T}{H}$$

#### 4.- CAPACIDAD DE CALENTAMIENTO EN ALBERCAS

m<sup>3</sup> de alberca por 555 = Kcal/hora, a la salida

Las fórmulas que adelante aparecen, están calculadas bajo las siguientes consideraciones para el caso específico de la caldera a gas o diesel con número de modelo en millares Btu/h de entrada, al nivel del mar, como por ejemplo las "Hydrotherm".

Combustible	Gas LP
Rendimiento de la caldera	80 %
Altura	2,240 m S N M
Presión barométrica	585 mm/Hg (al nivel del mar 760 mm/Hg)
Duración carga pico	4 horas
Dotación agua caliente	100 L/hab-día
Incremento de temperatura	50° C
Consumo horario	1/7 del consumo diario
Capacidad bruta de calentamiento para albercas	0.555° C/h = 1° F/h

### 5.- CALDERAS NECESARIA PARA AGUA CALIENTE

Modelo = 4.6 x hab. - 0.06 x T  
 Modelo x 155 = Kcal/hora, de entrega

### 6.- CALDERA NECESARIA PARA CALENTAMIENTO DE ALBERCAS

Modelo 1° = ( m<sup>3</sup> ) x 3.5

Haremos algunos ejemplos de aplicación de las fórmulas anteriores.

Primero, para las de uso general.

a).- Calcular la capacidad de la caldera para agua caliente, con los siguientes datos.

G = 2850 L/h ( casa departamento de 200 personas )  
 h = 4 horas  
 T = 10,000 litros  
 Tc - Tf = 60° - 15° = 45° C

$$C = \frac{( 4 \times 2850 ) - 0.75 \times 10,000}{4} = 975 \text{ L/h}$$

Entrega de calor = 975 x 45 = 43,900 Kcal/s

b).- Capacidad del tanque de almacenamiento de agua caliente, para los datos siguientes.

h = 4 horas  
 G = 430 L/h  
 C = 175 L/h ( para Tc ó Tf - 45° C )

$$T = \frac{4 ( 430 - 175 )}{0.75} = 1,360 \text{ L}$$

c).- Calderas para calentamiento de una alberca con 120 capacidad.

$$120 \times 555 = 56,600 \text{ Kcal/hora, de salida}$$

Ejemplos utilizando calderas para agua caliente con número de modelo en millares de Btu/h de entrega al nivel del mar, y con las consideraciones anteriores para ellas.

d).- Caldera para calentamiento de una alberca de la misma capacidad anterior.

$$\text{Modelo} = 120 \times 3.5 = 420$$

De acuerdo con el catálogo "Hydrotherm", por ejemplo, sería una caldera modelo MR - 420 - LP, con una entrega de calor de ( 420,000 Btu/h ) x 0.6 = 336,000 Btu/h al nivel del mar, o sea 336,000 x 84,672 Kcal/h a 2,240 m de altura sobre nivel del mar ( 585 mm de mercurio de presión barométrica ) y con consumo de gas L.P. de 9.32 Kg/hora de servicio.

e).- Caldera para un hotel con 75 cuartos, suponiendo un promedio de tres personas por cuarto.

$$75 \times 3 = 225 \text{ personas}$$

$$T = 5,000 \text{ litros}$$

$$\text{Modelo} = 4.6 \times 225 = 0.06 \times 5,000 = 735$$

Consultando el catálogo se usaría una caldera modelo M. L P con una entrega de calor de:

$$750 \times 0.8 \times 252 \times 585/760 = 166,375 \text{ Kcal/h}$$

Es decir, utilizando la forma simplificada tenemos un error de menos del 1 %

Al corregir la capacidad de una caldera en proporción a la presión barométrica, aproximadamente hay que reducir el 1 % por cada 100 m de altura sobre el nivel del mar, a menos que se conozca la presión barométrica ( b ) del lugar en que la caldera va a ser instalada, en cuyo caso habrá que multiplicar su capacidad al nivel del mar, por la presión barométrica local y dividir el producto entre 780 mm Hg, que es la presión atmosférica normal al nivel del mar. En seguida anotamos las presiones barométricas de algunas poblaciones y su relación con la del nivel del mar tomada como 100 %

Por otra parte, como es bien sabido que, BTU es la cantidad de calor necesario para elevar un grado Fahrenheit ( 5/9 °C ) la temperatura de una libra de agua ( 0.4536 Kg ), y como la kilocaloría es la cantidad de calor requerida para que se eleve un grado centígrado la temperatura de un kilogramo de agua resulta que:

$$1 \text{ BTU} = ( 5/9 \times 0.4536 ) = 0.252 \text{ Kcal}$$

Y entonces una caldera que tenga 80 % de rendimiento y en la cual la combustión en el hogar produzca, por ejemplo 100,000 Btu/h, al nivel del mar, tendrá una cantidad de calor de entrada de 25,200 Kcal/h y entregará  $25,200 \times 0.8 = 20,160$  Kcal/h al nivel del mar, como en Acapulco, y a cualquier otra altitud entregará  $(20 \times 160) \times (6/760)$  Kcal/h, de tal manera que Aguascalientes, por ejemplo, podrá entregar el 80.5 % de 20,160 Kcal/h, o sea 16,230 kilocalorías por hora, con las que podría calentar 10° C a 60° C unos 325 litros de agua por hora.

LUGAR	ALTITUD M	PRESION BAROMETRICA mm Hg	RELACION %
Acapulco, Gro.	0	760	100.0
Celaya, Gto.	1754	621	81.7
Aguascalientes, Ags.	1879	612	80.7
Ciudad Juárez, Chih.	1137	667	87.8
Ciudad Victoria, Tamps.	321	733	96.4
Colima, Col.	494	719	94.6
Cuernavaca, Mor.	1538	637	83.8
Cuahuahua, Chih.	1423	645	84.9
Chilpancingo, Gro.	1250	658	86.6
Durango, Dgo.	1898	610	80.3
Guadalajara, Jal.	1598	633	83.3
Guanajuato, Gto.	2037	601	79.1
Jalapa, Ver.	1399	647	85.1
México, D. F.	2240	585	77.0
Monterrey, N. L.	534	715	94.1
Morelia, Mich.	1923	609	80.1
Nogales, Son.	1177	564	87.4
Oaxaca, Oax.	1563	635	83.6
Orizaba, Ver.	1248	659	86.7
Pachuca, Hgo.	2445	573	76.1
Puebla, Pue.	2150	593	78.0
Querétero, Qro.	1842	614	80.8
San Cristobal de las Casas	2128	594	78.2
San Luis Potosí, S.L.P.	1877	612	80.5
Taxco, Gro.	1755	521	81.7
Tepic, Nay.	918	684	90.0
Tlaxcala, Tlax.	2252	586	77.1
Toluca, Edo. México.	2675	557	73.3
Tuxtla, Gutiérrez, Chis.	536	715	94.1
Zacatecas, Zac.	1612	561	73.8

## INTERCAMBIADORES DE CALOR

La transmisión de calor del vapor de agua, mediante un serpentín de tubos de cobre es aproximadamente de 1,200 Kcal/°Chm<sup>2</sup>, debiéndose tomar la diferencia media logarítmica entre la temperatura del agua y la del vapor.

Para un coeficiente de transmisión ( U ), una superficie de transmisión ( S ), una diferencia de temperatura ( Δtg ) entre el fluido más caliente y el más frío, ( Δtp ) entre el fluido calefactor y el ya calentado, la cantidad de calor transmitida es:

$$C = US \frac{\Delta t_g - \Delta t_p}{\ln \Delta t_g - \ln \Delta t_p} \quad (\text{Kcal/h})$$

estando U en Kcal/°Chm<sup>2</sup> y las diferencias de temperatura en grados centígrados.

Así, por ejemplo, si vamos a calentar 3,000 litros de agua fr. a 15° C, en una hora usando vapor de 105° C de temperatura (aproximadamente 0.2 Kp/cm<sup>2</sup> en Acapulco y 0.5 Kp/cm<sup>2</sup> en Toluca), tendremos:

$$\Delta t_g = 105^\circ - 15^\circ = 90^\circ \text{ C}$$

$$\Delta t_p = 105^\circ - 60^\circ = 45^\circ \text{ C}$$

$$U = 1200 \text{ Kcal/}^\circ\text{Chm}^2$$

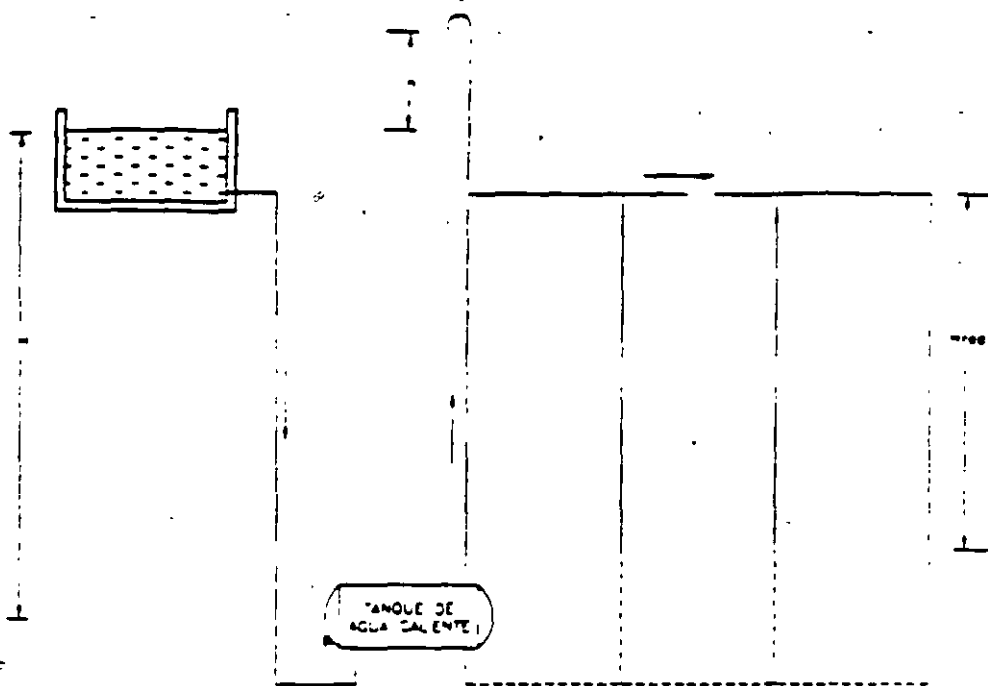
$$C = 3000 ( 60^\circ - 15^\circ ) = 135,000 \text{ Kcal/h}$$

y entonces:

$$S = \frac{C}{U} \times \frac{\ln (\Delta t_g / \Delta t_p)}{\Delta t_g - \Delta t_p} = \frac{135,000}{1,200} \times \frac{0.693147}{90 - 45}$$

$$S = 1.73 \text{ m}^2 = 18.65 \text{ ft}^2$$

PURGAS DE AIRE EN REDES DE AGUA CALIENTE CON DISTRIBUCION POR GRAVEDAD



Dado que la presión ( P ) producida por una columna líquida de ( H ) metros de altura y de ( Y ) kilopondios por metro cúbico de peso específico es:  $P = HY$

Y si se considera, además que  $Y = 1000 \text{ Kp/m}^3$  para el agua fría, en tanto que  $Y = 960 \text{ Kp/m}^3$  para el agua hirviente, a fin de que haya equilibrio de presiones en el tanque de agua caliente:

$$P = H \times 1000 = (H + h) \times 960$$

y entonces:

$$h = \frac{1000 - 960}{960} H = 0.0417 H$$

pero es preferible tomar, como mínimo 5 cm por cada metro de altura sobre el tanque de agua caliente.

Por lo que toca a la circulación del agua caliente por efecto de termosifón, cuando no hay ningún consumo, se cuenta con una carga aproximada de:

$$H_{\text{red}} \times 0.5 (t_{\text{sc}} - t_{\text{sc}}), \quad \text{en mm H}_2\text{O}$$



En virtud de que el agua pierde aproximadamente 0.5 Kp/ cada grado de elevación de temperatura, cuando está entre uno. 50° a 60° C, siendo (  $t_{\text{m}}$  ) la temperatura media del agua caliente en el tubo de subida y (  $t_{\text{r}}$  ) la temperatura media en la tubería de bajada. Así por ejemplo, si el agua sale del tanque a 60° C y retorna a 40° C, la caída total de temperatura será de 20° C y la diferencia (  $t_{\text{m}} - t_{\text{r}}$  ) será aproximadamente de la mitad ( 10° C ), y entonces si (  $H_{\text{red}}$  ) fuera de 40 m, la carga de termosifón sería:

$$40 \text{ m} \times 0.5 \frac{\text{Kp}}{^{\circ}\text{Cm}} \times 10^{\circ} \text{ C} = 200 \frac{\text{Kp}}{\text{m}^2} = 200 \text{ mm H}_2\text{O}$$

y ésta hará circular el agua por la red, sin haber consumo, aunque por ser una carga tan pequeña ( 0.20 m ) para una red relativamente grande, se prefiere instalar en el retorno troncal una bomba de circulación controlada por un acuastato regulado a unos 45 °C.



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

**CURSOS ABIERTOS**

**INSTALACIONES HIDRÁULICAS, SANITARIAS  
Y DE GAS PARA EDIFICIOS**

**TEMA:**

**MÉTODO DE "ANDA"**

**PARA CÁLCULO DE GASTOS DE  
AGUA EN FUNCIÓN DE LAS  
UNIDADES MUEBLES CONECTADAS**

**ING. SERGIO HERRERA MUNDO  
1998**

# INSTALACIONES HIDRAULICAS PARA EDIFICIOS DETERMINACION DE GASTOS MAXIMOS PROBABLES DE ANDA Y DE ANDA 1988

## GASTOS DE AGUA EN FUNCION DE LAS UNIDADES MUEBLE CONECTADAS

### METODO DE ANDA

Como resultado de investigaciones realizadas durante más de 40 años, en diversos tipos de edificios se obtuvieron los modelos matematicos para obtener con una gran precisión el gasto máximo probable que se presenta en las instalaciones hidráulicas de edificaciones con diversos usos.

Las ecuaciones que a continuación se muestran, son las aplicables a cada tipo de uso de acuerdo con los resultados obtenidos de la investigación, y las constantes fueron corregidas de acuerdo con los últimos datos, por haber abarcado un mayor universo que en 1963.

#### ECUACIONES BASE

##### CLASE I

$$Q = 0.5 * \text{raiz cuadrada de } u$$

$$Q = 0.2 * \text{raiz cuadrada} + 0.005 u$$

con fluxómetros

sin fluxómetros

##### CLASE II

$$Q = 0.4 * \text{raiz cuadrada de } u$$

$$Q = 0.2 * \text{raiz cuadrada} + 0.002 u$$

con fluxómetros

sin fluxómetros

##### CLASE III

$$Q = 0.3 * \text{raiz cuadrada de } u$$

$$Q = 0.2 * \text{raiz cuadrada} + 0.001 u$$

con fluxómetros

sin fluxómetros

##### CLASE IV

$$Q = 0.25 * \text{raiz cuadrada de } u$$

$$Q = 0.16 * \text{raiz cuadrada} + 0.001 u$$

con fluxómetros

sin fluxómetros

CLASE I.- Corresponde a instalaciones en donde el uso simultáneo de muebles es muy frecuente, como son los baños de clubes, baños públicos, baños vestidores de estadios, baños de obreros de fábricas, hoteles y hospitales, sanitarios de cines y estadios y los alimentadores o ramales que alimenten a las zonas de baños vestidores de industrias o instituciones deportivas educativas y en general en donde pueda haber horas pico de uso.

CLASE II.- Corresponde a las instalaciones de uso intermitente en donde pueda existir una simultaneidad relativamente frecuente como son los hoteles, los hospitales, las clínicas, los restaurantes, etc.

**CLASE III.-** Corresponde a las instalaciones con uso intermitente con muy baja frecuencia de uso simultáneo como son los edificios de oficinas, centros comerciales, los asilos de ancianos, etc.

**CLASE IV.-** Corresponde a las instalaciones que sirven muebles de bajo consumo o con limitadores de gasto con muy baja frecuencia de uso simultáneo.

#### **NOTAS ACLARATORIAS**

Los muebles de bajo consumo de agua como son los wc con tanque de 6 litros o los fluviómetros de consumo controlado y los muebles con controladores de flujo, no reducen substancialmente el gasto máximo instantáneo, reducen el consumo de agua y la frecuencia con que se da el gasto máximo instantáneo, para el cual se diseñan las tuberías y los equipos de bombeo en el caso de suministro a través de equipo hidroneumático o programado de bombeo.

Los ramales que alimenten hasta seis muebles o cuatro fluxómetros de wc o urinarios, deberán calcularse por equivalencia hidráulica

## DRENAJE DE AGUAS NEGRAS

Capacidad de las tuberías de "concreto o fierro fundido o colado" para desagüe de aguas negras con Manning,  $N = 0.015$ , a medio tubo de acuerdo a reglamentos.

Para tuberías de "P. V. C." ( $N = 0.009$ ) multiplicar los valores de las tablas por 1.444. Los gastos se determinarán con la siguiente fórmula:

$$\text{Gasto} = 0.5 \cdot \text{Raíz cuadrada del número de unidades de desagüe (UD)}$$

Desagues al 1 % de pendiente	1 1 % de pendiente	1 2 % de pendiente
------------------------------	--------------------	--------------------

Diámetro mm	Velocidad m / seg	Gasto l / seg	Diámetro mm	Velocidad m / seg	Gasto l / seg	Diámetro mm	Velocidad m / seg	Gasto l / seg
100	0.570	2.238	100	0.598	2.348	100	0.624	2.452
150	0.747	6.599	150	0.783	6.922	150	0.818	7.229
200	0.905	14.213	200	0.949	14.906	200	0.991	15.569
250	1.050	25.769	250	1.101	27.027	250	1.150	28.229
300	1.186	41.904	300	1.244	43.949	300	1.299	45.903
375	1.376	75.976	375	1.443	79.685	375	1.507	83.228
450	1.554	123.55	450	1.629	129.58	450	1.702	135.34
600	1.882	266.07	600	1.974	279.06	600	2.062	291.47
750	2.184	482.42	750	2.291	505.97	750	2.392	528.46
900	2.466	784.47	900	2.587	822.76	900	2.702	859.34
1050	2.733	1183.31	1050	2.857	1241.07	1050	2.994	1296.26

1. 3 % de pendiente	1. 4 % de pendiente	1. 5 % de pendiente
---------------------	---------------------	---------------------

Diámetro mm	Velocidad m / seg	Gasto l / seg	Diámetro mm	Velocidad m / seg	Gasto l / seg	Diámetro mm	Velocidad m / seg	Gasto l / seg
100	0.650	2.552	100	0.674	2.648	100	0.698	2.741
150	0.852	7.524	150	0.884	7.809	150	0.915	8.083
200	1.032	16.205	200	1.071	16.817	200	1.108	17.407
250	1.197	29.381	250	1.242	30.491	250	1.286	31.561
300	1.352	47.778	300	1.403	49.581	300	1.452	51.321
375	1.569	86.626	375	1.628	89.896	375	1.685	93.052
450	1.771	140.86	450	1.838	146.18	450	1.903	151.31
600	2.146	303.37	600	2.227	314.82	600	2.305	325.87
750	2.490	550.04	750	2.584	570.81	750	2.675	590.84
900	2.812	894.43	900	2.918	928.20	900	3.020	960.77
1050	3.116	1349.19	1050	3.234	1400.12	1050	3.347	1449.26

## DRENAJE DE AGUAS NEGRAS

Capacidad de las tuberías de "Concreto o fierro fundido o colado" para desagüe de aguas negras con Manning,  $N = 0.015$ , a medio tubo de acuerdo a reglamentos.

Para tuberías de "P. V. C." ( $N = 0.009$ ) multiplicar los valores de las tablas por 1.444. Los gastos se determinaran con la siguiente fórmula:

$$\text{Gasto} = 0.5 * \text{raíz cuadrada del número de unidades de desagüe (UD)}$$

1.6 % de pendiente	1.7 % de pendiente	1.8 % de pendiente
--------------------	--------------------	--------------------

Diámetro mm	Velocidad m / seg.	Gasto l / seg.	Diámetro mm	Velocidad m / seg.	Gasto l / seg.	Diámetro mm	Velocidad m / seg.	Gasto l / seg.
100	0.721	2.831	100	0.743	2.918	100	0.765	3.003
150	0.945	8.348	150	0.974	8.605	150	1.002	8.854
200	1.144	17.978	200	1.180	18.531	200	1.214	19.068
250	1.328	32.596	250	1.369	33.599	250	1.409	34.573
300	1.500	53.004	300	1.546	54.636	300	1.591	56.220
375	1.740	96.103	375	1.794	99.061	375	1.846	101.933
450	1.965	156.27	450	2.026	161.08	450	2.084	165.75
600	2.381	336.56	600	2.454	346.92	600	2.525	356.97
750	2.763	610.22	750	2.848	629.00	750	2.930	647
900	3.120	992.28	900	3.216	1022.82	900	3.309	1052
1050	3.457	1496.79	1050	3.564	1542.85	1050	3.667	1587

1.9 % de pendiente	2 % de pendiente	2.5 % de pendiente
--------------------	------------------	--------------------

Diámetro mm	Velocidad m / seg.	Gasto l / seg.	Diámetro mm	Velocidad m / seg.	Gasto l / seg.	Diámetro mm	Velocidad m / seg.	Gasto l / seg.
100	0.786	3.085	100	0.806	3.166	100	0.901	3.539
150	1.030	9.097	150	1.056	9.333	150	1.181	10.435
200	1.247	19.591	200	1.280	20.100	200	1.431	22.472
250	1.447	35.520	250	1.485	36.443	250	1.660	40.745
300	1.634	57.760	300	1.677	59.261	300	1.875	66.256
375	1.896	104.726	375	1.946	107.447	375	2.175	120.129
450	2.142	170.30	450	2.197	174.72	450	2.458	195.34
600	2.594	368.75	600	2.662	378.28	600	2.978	420.70
750	3.010	664.97	750	3.089	682.27	750	3.453	762.77
900	3.399	1081.31	900	3.488	1109.41	900	3.899	1240.35
1050	3.767	1631.09	1050	3.865	1673.46	1050	4.321	1870.98

**EQUIVALENCIAS HIDRAULICAS DE TUBERIAS**  
**Diámetros Internos en milímetros (según normas NOM)**

Tubería de cobre tipo "M"

DIAM. INT.	DIAM. INTER.	ÁREA INTER.	10	13	19	25	32	38	50	64	75	100
6	8.268	214.084	0.321	0.328	0.161	0.094	0.063	0.048	0.026	0.017	0.012	0.007
10	11.430	410.433	XXX	0.625	0.308	0.180	0.122	0.087	0.050	0.033	0.023	0.013
13	14.453	656.240	1.598	XXX	0.482	0.287	0.194	0.139	0.080	0.052	0.036	0.021
19	20.599	1333.04	1.247	2.031	XXX	0.583	0.395	0.282	0.183	0.106	0.074	0.042
25	26.970	2285.13	1.167	3.482	1.714	XXX	0.676	0.484	0.297	0.181	0.127	0.073
32	32.791	3378.00	1.130	5.147	2.534	1.478	XXX	0.715	0.413	0.268	0.188	0.108
38	38.786	4726.07	1.110	7.201	3.545	2.068	1.399	XXX	0.578	0.375	0.262	0.151
50	51.029	8180.58	1.110	12.460	8.136	3.579	2.421	1.730	XXX	0.648	0.454	0.261
64	63.373	12617.07	1.110	19.220	9.464	5.521	3.735	2.669	1.542	XXX	0.701	0.402
75	75.717	18101.95	1.110	27.440	13.510	7.881	5.331	3.810	2.201	1.427	XXX	0.574
100	99.949	31383.85	1.110	47.820	23.540	13.730	9.290	6.640	3.836	3.248	1.742	XXX

De Anda y de Anda

**EQUIVALENCIAS HIDRAULICAS EN TUBERIAS**

Diámetros Internos en milímetros (según normas NOM)

Tubería de cobre tipo

DIAM. INT.	DIAM. INT.	ÁREA INT.	13	19	25	32	38	50	64	75	100	
6	8.001	201.112	0.328	0.334	0.151	0.094	0.060	0.043	0.025	0.016	0.011	0.006
10	10.922	374.781	XXX	0.623	0.281	0.178	0.11	0.079	0.046	0.030	0.021	0.012
13	13.843	602.020	1.486	XXX	0.452	0.283	0.178	0.127	0.074	0.048	0.033	0.019
19	19.939	1248.98	3.143	1.903	XXX	0.587	0.370	0.264	0.153	0.099	0.069	0.040
25	26.035	2129.44	5.111	3.244	1.597	XXX	0.630	0.451	0.280	0.169	0.118	0.068
32	32.131	3243.38	7.111	4.942	2.433	1.523	XXX	0.686	0.398	0.257	0.180	0.103
38	38.227	4590.82	11.110	6.995	3.443	2.155	1.359	XXX	0.581	0.364	0.255	0.148
50	51.419	8306.10	20.230	12.650	6.230	3.900	2.458	1.757	XXX	0.658	0.461	0.285
64	62.811	12315.47	30.300	18.780	9.238	5.783	3.645	2.805	1.505	XXX	0.684	0.392
75	74.803	17578.75	42.320	26.780	13.180	7.692	5.203	3.719	2.148	1.393	XXX	0.560
100	99.187	30907.18	75.300	47.090	23.180	13.520	9.149	6.539	3.778	2.449	1.716	XXX

De Anda y de Anda 1985

### EQUIVALENCIAS HIDRAULICAS EN TUBERIAS

Diámetros Interiores en milímetros (según normas NOM)

Tuberia de fierro negro ced. 40

DIAM.	DIAM. INT.	AREA INT.	10	13	19	25	32	38	50	64	75	100
6	8.255	214.084	0.521	0.328	0.161	0.094	0.063	0.045	0.026	0.017	0.012	0.007
10	11.430	410.433	XXX	0.625	0.308	0.180	0.122	0.087	0.050	0.033	0.023	0.013
13	14.453	656.240	1.588	XXX	0.482	0.287	0.194	0.139	0.080	0.052	0.036	0.021
19	20.599	1333.04	3.247	2.031	XXX	0.583	0.395	0.282	0.163	0.106	0.074	0.042
25	26.970	2285.13	5.567	3.482	1.714	XXX	0.676	0.484	0.297	0.181	0.127	0.073
32	32.791	3378.00	8.230	5.147	2.534	1.478	XXX	0.715	0.413	0.268	0.188	0.108
38	38.786	4726.07	11.510	7.201	3.534	2.068	1.399	XXX	0.578	0.37	0.262	0.151
50	51.029	8180.58	19.930	12.460	6.136	3.579	2.421	1.730	XXX	0.648	0.454	0.261
64	64.880	13224.27	32.220	12.150	9.920	5.787	3.914	2.798	1.616	XXX	0.734	0.421
75	80.260	20237.10	48.300	30.830	15.180	8.855	5.990	4.282	2.773	1.603	XXX	0.645
100	104.90	34570.12	84.220	52.670	25.930	15.120	10.230	7.314	4.25	2.739	1.919	XXX

De Anda y de Anda 1986

### EQUIVALENCIAS HIDRAULICAS EN TUBERIAS

Diámetros Interiores en milímetros (según normas NOM)

Tuberia de fierro galvanizado ced. 40

DIAM	DIAM INT	AREA INT.	10	13	19	25	32	38	50	64	75	100
6	9.240	268.22	0.544	0.342	0.201	0.117	0.079	0.057	0.033	0.021	0.015	0.009
10	12.520	492.446	XXX	0.628	0.369	0.215	0.146	0.104	0.060	0.039	0.027	0.016
13	15.800	781.270	1.891	XXX	0.588	0.343	0.232	0.166	0.096	0.062	0.044	0.025
19	20.930	1687.22	3.363	2.067	XXX	0.602	0.407	0.291	0.168	0.109	0.076	0.044
25	26.640	2379.56	5.432	3.397	1.672	XXX	0.680	0.472	0.273	0.177	0.124	0.071
32	35.050	3859.45	9.403	5.881	2.895	1.688	XXX	0.817	0.472	0.308	0.214	0.123
38	40.890	5252.72	12.790	8.004	3.940	2.298	1.554	XXX	0.642	0.416	0.292	0.167
50	52.500	8659.01	21.090	13.190	6.485	3.789	2.563	1.632	XXX	0.686	0.481	0.276
64	62.710	12354.45	30.100	18.820	9.257	5.408	3.657	2.814	1.510	XXX	0.686	0.384
75	77.920	19074.28	46.470	29.080	14.300	8.347	5.646	4.035	2.331	1.511	XXX	0.408
100	102.26	32851.97	80.040	50.080	24.640	14.370	9.725	6.951	4.015	2.603	1.823	XXX

De Anda y de Anda 1986



## EQUIVALENCIAS HIDRAULICAS DE TUBERIAS

Diámetros Interiores en milímetros (según normas NOM)

Tubería de cobre tipo "M"

DIAM.	DIAM INT.	AREA INT.	10	13	19	25	32	38	50	64	75	100
6	6.255	214.084	0.521	0.326	0.161	0.094	0.063	0.045	0.026	0.017	0.012	0.007
10	11.430	410.433	XXX	0.625	0.0308	0.180	0.122	0.087	0.050	0.033	0.023	0.015
13	14.453	656.240	1.598	XXX	0.492	0.287	0.194	0.139	0.080	0.052	0.036	0.021
19	20.599	1333.04	3.247	2.031	XXX	0.583	0.396	0.282	0.163	0.106	0.074	0.042
25	26.970	2285.13	5.567	3.482	1.714	XXX	0.676	0.484	0.297	0.181	0.127	0.073
32	32.791	3378.00	8.230	5.147	2.534	1.478	XXX	0.715	0.413	0.268	0.188	0.108
38	38.786	4726.07	11.510	7.201	3.545	2.068	1.399	XXX	0.578	0.375	0.262	0.151
50	51.029	8180.58	19.930	12.460	6.136	3.579	2.421	1.730	XXX	0.648	0.454	0.261
64	63.373	12817.07	30.740	19.220	9.464	5.521	3.735	2.669	1.542	XXX	0.701	0.402
75	75.717	18010.95	43.880	27.440	13.510	7.881	5.331	3.810	2.201	1.427	XXX	0.574
100	99.949	31383.89	76.460	47.820	23.540	13.730	9.290	6.640	3.836	32.487	1.742	XXX

De Anda y de Anda 1986

## EQUIVALENCIAS HIDRAULICAS DE TUBERIAS

Diámetros Interiores en milímetros (según normas NOM)

Tubería de cobre tipo "L"

DIAM	DIAM INT.	AREA INT	10	13	19	25	32	38	50	64	75	100
6	6.001	201.112	0.536	0.334	0.151	0.094	0.060	0.043	0.025	0.016	0.011	0.006
10	10.922	374.761	XXX	0.623	0.281	0.176	0.111	0.079	0.046	0.030	0.021	0.012
13	13.843	602.020	1.466	XXX	0.452	0.283	0.178	0.127	0.074	0.048	0.033	0.019
19	19.939	1248.98	3.043	1.903	XXX	0.587	0.370	0.264	0.153	0.099	0.069	0.040
25	26.035	2129.44	5.188	3.244	1.597	XXX	0.630	0.451	0.280	0.169	0.118	0.068
32	32.131	3243.38	7.902	4.942	2.433	1.523	XXX	0.686	0.398	0.257	0.180	0.103
38	38.227	4590.82	11.180	6.995	3.443	2.155	1.359	XXX	0.561	0.364	0.255	0.146
50	51.419	8306.10	20.230	12.650	6.230	3.900	2.458	1.757	XXX	0.656	0.461	0.265
64	62.811	12315.47	30.000	18.760	9.236	5.783	3.645	2.605	1.505	XXX	0.684	0.362
75	74.803	17578.75	42.820	26.780	13.180	7.692	5.203	3.719	2.148	1.383	XXX	0.580
100	99.187	30907.18	75.300	47.090	23.180	13.520	9.149	6.539	3.778	2.449	1.716	XXX

De Anda y de Anda 1986

### EQUIVALENCIAS HIDRAULICAS DE TUBERIAS

Diámetros Interiores en milímetros (según normas NOM)

Tubería de fierro negro ced. 40

DIAM.	DIAM. INT.	AREA INT.	10	13	19	25	32	38	50	64	75	100
6	8.255	214.084	0.521	0.326	0.161	0.094	0.063	0.045	0.026	0.017	0.012	0.007
10	11.430	410.433	XXX	0.625	0.306	0.180	0.122	0.087	0.050	0.033	0.023	0.013
13	14.453	656.240	1.598	XXX	0.482	0.287	0.194	0.138	0.080	0.052	0.036	0.021
19	20.299	1333.04	3.247	2.031	XXX	0.583	0.395	0.282	0.163	0.106	0.074	0.042
25	28.970	2285.13	5.567	3.482	1.714	XXX	0.678	0.484	0.297	0.181	0.127	0.073
32	32.791	3378.00	8.230	5.147	2.534	1.478	XXX	0.715	0.413	0.268	0.188	0.108
38	38.786	4726.07	11.510	7.201	3.545	2.088	1.399	XXX	0.578	0.375	0.262	0.151
50	51.029	8180.58	19.930	12.480	8.136	3.579	2.421	1.730	XXX	0.648	0.454	0.261
64	64.880	13224.27	32.220	20.150	9.920	5.787	3.914	2.798	1.616	XXX	0.734	0.421
75	80.260	20237.10	49.300	30.830	15.180	8.855	5.990	4.282	2.473	1.603	XXX	0.645
100	104.90	34570.12	84.220	52.670	25.930	15.120	10.230	7.314	4.225	2.739	1.919	XXX

De Anda y de Anda 1986

### EQUIVALENCIAS HIDRAULICAS DE TUBERIAS

Diámetros Interiores en milímetros (según normas NOM)

Tubería de fierro galvanizado ced. 40

DIAM	DIAM INT	AREA INT	10	13	19	25	32	38	50	64	75	100
6	9.240	268.222	0.544	0.342	0.201	0.117	0.079	0.057	0.033	0.021	0.015	0.009
10		492.446	XXX	0.628	0.369	0.215	0.146	0.104	0.060	0.039	0.027	0.016
13	15.800	784.270	1.891	XXX	0.588	0.343	0.232	0.166	0.098	0.062	0.044	0.025
19	20.930	1378.22	3.353	2.067	XXX	0.602	0.407	0.291	0.168	0.109	0.076	0.044
25	28.640	2229.58	5.432	3.397	1.672	XXX	0.680	0.472	0.273	0.177	0.124	0.071
32	35.050	3859.45	9.403	5.881	2.895	1.688	XXX	0.817	0.472	0.308	0.214	0.123
38	40.890	5252.72	12.790	8.004	3.940	2.298	1.554	XXX	0.842	0.416	0.292	0.167
50	52.500	8659.01	21.090	13.190	6.495	3.789	2.563	1.832	XXX	0.886	0.481	0.278
64	62.710	12354.45	30.100	18.820	9.287	5.408	3.657	2.614	1.510	XXX	0.666	0.394
75	77.920	19074.26	46.470	29.060	14.300	8.347	5.646	4.035	2.331	1.511	XXX	0.608
100	102.26	32951.97	80.040	50.060	24.640	14.370	9.725	6.951	4.015	2.603	1.823	XXX

De Anda y de Anda 1986

TABLAS UTILES PARA EL DISEÑO DE SISTEMAS DE ALIMENTACION DE AGUA

CANTIDAD DE AGUA PROMEDIO USADA EN LOS SISTEMAS DE PLOMERIA DE LOS EDIFICIOS

Lavabo	Llenándolo para usarse	5.6 a 7.5 L
Tina	Llenándolo para usarse	113 L
W. C.	Para cada descarga	23 L
Regadera	( 15 L / minuto )	75 a 115 L
Llaves	De jardín de ( chorro )	757 L / hora
Llaves	De jardín de ( chiflon )	454 L / hora
Rociador	Para lavandería	747 L / hora

## UNIDADES DE MEDIDA

### EQUIVALENCIAS

Dado que en la República Mexicana rige el sistema SI, o sea el sistema Internacional de Unidades, que es el métrico decimal modernizado, conforme a la norma oficial NOM-Z-1981, mencionaremos la conversión de algunas de las unidades más frecuentemente usadas en las instalaciones hidrosanitaria y de gas.

1" (una pulgada)	= 25.4 mm exactamente
1' (un pie)	= 0.3048 m exactamente
1 lb (una libra)	= 0.45352937 kg exactamente
1 galón EE.UU.	= 3.7854117 L
1 GPM (galón por minuto)	= 0.06309 L / s aproximadamente
1 L / s	= 15.85 GPM aproximadamente
1 ft <sup>3</sup> / h (pie cúbico por hora)	= 28.316846 L / h
1 m <sup>3</sup> / h	= 35.314666 ft <sup>3</sup> / h
10 m H <sub>2</sub> O (còlumna de agua)	= 0.98 bar = 98 kPa (kilo-pascales-de presión aproximadamente)
1 kp / cm <sup>2</sup>	= 10 m H <sub>2</sub> O = 98 kPa (aproximadamente)
100 psi (libras por pulg. cuadr.)	= 689 kPa aproximadamente
1 kPa	= 0.102 m H <sub>2</sub> O (aproximadamente)
1 kPa	= 0.145 psi (aproximadamente)
1 Mpa (un mega pascal)	= 1000 kPa = 145 psi (aproximadamente)
100 kPa	= 1 bar = 10.20 m H <sub>2</sub> O = 14.5 psi (aprox.)
1 oz / sq. in. (una onza por pulg cuadrada)	= 43.942 mm H <sub>2</sub> O = 430.92 Pa (aprox.)
1 " Hg	= 25.4 mm Hg = 3.386389 kPa = 33.8639 m bar
1 mm Hg	= 0.133322 kPa = 1.333224 m bar
1 Kcal	= 4.1868 kJ (kilojulios) exactamente
1 Btu	= 1.055056 kJ
1 Kcal / h	= 1.163 W (Watts térmicos) exactamente
1 btu / h	= 0.293071 W (aprox.)
1 caballo de caldera	= 1 cc = 9811 W (Watts térmicos)
1 TR (tonelada de refrigeración)	= 12000 Btu / h = 3516.85 W = 3024 Kcal / h
1 Btu / lb	= 2.326 kJ / kg exactamente
1 Btu / ft <sup>3</sup>	= 8.899 Kcal / m <sup>3</sup> = 37.259 kJ / m <sup>3</sup>
1 Kcal / kg	= 1.8 Btu / lb = 4.1868 kJ / kg exactamente

**NUMEROS DE TUBOS DE 1/2" QUE PUEDEN SUSTITUIRSE POR UN TUBO SIMPLE EN UN EDIFICIO PROMEDIO, CONSIDERANDO SU USO SIMULTANEO**

Diámetro del tubo	1"	1-1/4"	1 1/2"	2"	2-1/2"	3"
No. Tubos de 1/2"	3	6	12	45	101	221
	a	a	a	a	a	a
	5	11	44	100	220	430
Diámetros del tubo	3-1/2"	4"	5"	6"	8"	
No. tubos de 1/2"	431	701	1201	2401	5000	
	a	a	a	a	a	
	700	1200	2400	5000	adelante	

**EQUIVALENCIAS DE GASTOS EN NUCLEOS CONCENTRADOS**

1/8"	1/4"	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1-1/4"
0.1103	0.244	0.543	1.000	2.100	3.95	8.13
1-1/2"	2"	2-1/2"	3"	3-1/2"	4"	5"
12.20	23.50	37.60	66.50	97.50	135.90	246.00
6"	8"	10"	12"	14"	16"	18"
399.00	822.00	1495.00	2870.00	3040.00	4320.00	5890.00
20"	24"					
7840.00	12730.00					

**EQUIVALENCIA HIDRAULICA EN LAS TUBERIAS DE COBRE**

Diámetro nominal (pulg.)	Diámetro ext. real (pulg.)	Espesor (pulg.)	Diámetro int. real (pulg.)	Equivalencia hidráulica	Diámetro nominal (mm)
1/8"	0.250	0.025	0.200	0.063386	3 mm
1/4"	0.375	0.025	0.325	0.2292493	6 mm
3/8"	0.500	0.025	0.450	0.5395152	10 mm
1/2"	0.625	0.028	0.569	1.0	13 mm
5/8"	0.750	0.030	0.690	1.660457	16 mm
3/4"	0.875	0.032	0.811	2.539682	19 mm
1"	1.125	0.035	1.055	5.072343	25 mm
1 1/4"	1.375	0.042	1.291	8.625628	32 mm
1 1/2"	1.625	0.049	1.527	13.41379	38 mm
2"	2.125	0.058	2.009	27.5989	50 mm
2 1/2"	2.625	0.065	2.495	48.79218	63 mm
3"	3.125	0.072	2.981	77.91601	75 mm
3 1/2"	3.625	0.083	3.459	115.2112	90 mm
4"	4.125	0.095	3.935	161.7183	100 mm
5"	5.125	0.109	4.907	289.002	125 mm
6"	6.125	0.122	5.881	465.2766	150 mm

**DIMENSIONES REALES DE LAS TUBERIAS DE COBRE**

DIAMETRO NOMINAL		DIAMETRO EXTERIOR		DIAMETRO INTERIOR		
PULGADAS	MILIMETRO	PULGADAS	MILIMETRO	M	L	K
				(usual)	(gas)	(oxigen)
1/8"	3	1/4"	6.35	5.08	5.08	4.724
1/4"	6	3/8"	9.525	8.255	8.001	7.899
3/8"	10	1/2"	12.7	11.	10.922	10.210
1/2"	13	5/8"	15.875	14.	13.843	13.385
5/8"	16	3/4"	19.05	17.	16.916	16.56
3/4"	20 (19)	7/8"	22.229	20.599	19.939	18.923
1"	25	1 1/8"	28.576	26.797	26.035	25.273
1 1/4"	32	1 3/8"	39.925	32.791	32.131	31.623
1 1/2"	40 (38)	1 5/8"	41.275	38.785	38.227	37.617
2"	50 (51)	2 1/8"	53.975	51.029	50.419	49.759
2 1/2"	69 (63 ó 64)	2 5/8"	66.675	63.373	62.611	61.84
3"	75 (76)	3 1/8"	79.375	75.717	74.803	73.837
3 1/2"	90 (89)	3 5/8"	92.075	87.859	86.995	85.979
4"	100 (102)	4 1/8"	104.775	99.949	99.187	97.967
5"	125 (127)	5 1/8"	130.175	124.637	123.829	122.047
6"	150 (152)	6 1/8"	155.575	142.377	148.463	145.821
8"	200 (203)	8 1/8"	206.375	197.739	196.219	192.609
10"	250 (254)	10 1/8"	257.175	246.405	244.475	240.005
12"	300 (305)	12 1/8"	307.975	295.071	293.751	287.401

El diámetro exterior de la tubería de cobre es de 1/8" mas que el nominal

**TUBOS DE FIERRO GALVANIZADO (CEDULA 40) DIMENSIONES REALES**

DIAMETRO NOMINAL		DIAMETRO INTERIOR	DIAMETRO EXTERIOR	SECCION INTERIOR
Pulgadas	milimetro	milímetros	milímetros	cm <sup>2</sup>
1/8"	3	6.83	10.29	0.63664
1/4"	6	9.24	13.72	0.6706
3/8"	10	12.53	17.14	1.2311
1/2"	13	15.80	21.34	1.9607
4/4"	20	20.93	26.67	3.4405
1"	25	26.64	33.40	5.5739
1 1/4"	32	35.05	42.17	9.6786
1 1/2"	40	40.90	48.26	13.138
2"	50	52.53	60.32	21.648
2 1/2"	60	62.71	73.03	30.886
3"	75	77.92	88.90	47.685
3 1/2"	90	90.12	101.60	63.787
4"	100	102.25	114.30	82.13
5"	125	128.20	141.30	129.08
6"	150	154.05	168.27	185.79

TUBERIAS DE AGUA

**LONGITUDES A LAS CUALES EQUIVALEN LAS CONEXIONES Y VALVULAS DEBIDO A PERDIDAS DE PRESION EN METROS DE TUBO RECTO DEL MISMO DIAMETRO**

**DIAMETROS EN PULGADAS Y MILIMETROS**

TIPO DE CONEXION DE VALVULA	2	2 1/2	3	4	5	6
	50	60	76	100	125	150
Codo de 90°	1.30	1.70	2.30	3.0	4.0	5.0
Codo de 45°	0.65	0.85	1.15	1.5	2.0	2.5
Válvula de compuerta	0.39	0.51	0.69	0.9	1.2	2.5
Válvula de globo	9.10	11.90	16.1	21.0	28.0	35.0
Válvula de globo angular	5.2	6.8	9.2	12.0	16.0	20.0
Válvula de retención horizontal	9.10	11.90	16.1	21.0	28.0	35.0
Válvula de retención colump.	4.55	5.95	8.05	10.5	14.0	17.5
Válvula de retención vertical	4.55	5.95	8.05	10.5	14.0	17.5
Válvula de pie (pichancho)	4.55	5.95	8.05	10.5	14.0	17.5
Llave de cuadro	1.95	2.55	3.45	4.5	6.0	7.5
Llave de flotador	3.24	4.24	5.74	7.5	10.0	12.5
Llave banqueta o inserción	1.95	2.55	3.45	4.5	6.0	7.5
T paso directo sin cambio de gasto	0.39	0.51	0.69	0.9	1.2	1.5
Y paso directo sin cambio de gasto	0.39	0.51	0.69	0.9	1.2	1.5
T en contracorriente	3.90	5.10	6.90	9.0	12.0	15.0
T paso directo con cambio de gasto	1.30	1.70	2.30	3.0	4.0	5.0
T ramal	1.95	2.55	3.45	4.5	6.0	7.5
Y paso directo con cambio de gasto	1.30	1.70	2.30	3.0	4.0	5.0
Y ramal	1.30	1.70	2.30	3.0	4.0	5.0
Ampliación	1.30	1.70	2.30	3.0	4.0	5.0
Medidor	15.60	20.40	27.60	36.0	48.0	60.0
Caldera o calentador	3.24	4.24	5.75	7.5	10.0	12.5
Salida tinaco o insercion de toma	1.95	2.55	3.45	4.5	6.0	7.5
Reduccion	0.65	0.85	1.15	1.5	2.0	2.5

## TUBERIAS DE AGUA

LONGITUDES A LAS CUALES EQUIVALEN LAS CONEXIONES Y VALVULAS DESIDO A PERDIDAS DE PRESION EN METROS DE TUBO RECTO DEL MISMO DIAMETRO.

TIPO DE CONEXIÓN O VALVULA	DIAMETROS EN PULGADAS Y MILIMETROS					
	3 / 8	1 / 2	3 / 4	1	1 1/4	1 1/2
	10	13	20	25	32	40
Codo de 90°	0.44	0.56	0.62	0.84	0.79	0.95
Codo de 45°	0.33	0.42	0.41	0.56	0.394	0.48
Válvula de compuerta	0.22	0.28	0.21	0.28	0.24	0.20
Válvula de globo	3.52	4.48	4.92	6.72	7.12	8.55
Válvula de globo angular	1.98	2.52	2.87	3.92	3.95	4.75
Válvula de retención horizontal	3.52	4.48	4.92	6.72	7.12	8.55
Válvula de retención verucal	1.76	2.24	2.46	3.36	3.55	4.27
Válvula de pié (pichana)	1.76	2.24	2.46	3.36	3.55	4.27
Llave de cuadro	0.88	1.12	0.82	1.12	1.19	1.43
Llave de flotador	1.54	1.96	1.64	2.24	2.37	2.85
Llave banqueta o insercion	0.88	1.12	0.82	1.12	1.19	1.43
Válvula de retención colump.	1.76	2.24	2.46	3.36	2.55	4.27
T paso directo sin cambio de gasto	0.22	0.28	0.21	0.28	0.24	0.29
Y paso directo sin cambio de gasto	0.66	0.28	0.21	0.28	0.24	0.29
T en contracorriente	0.66	0.84	1.23	1.68	2.37	2.85
T paso directo con cambio de gasto	0.22	0.28	0.41	0.56	0.79	0.95
T ramal	0.33	0.42	0.62	0.84	0.19	1.43
Y paso directo con cambio de gasto	0.22	0.28	0.41	0.56	0.79	0.95
Y ramal	0.22	0.28	0.41	0.56	0.79	.095
Ampliación	0.22	0.28	0.41	0.56	0.79	0.95
Medidor	4.40	5.60	6.56	5.96	10.30	12.36
Caldera o calentador	0.55	0.70	1.03	1.40	1.98	2.39
Salida tinaco o inserción de toma	0.33	0.42	0.62	0.84	1.19	1.43
Reduccion	0.11	0.14	0.21	0.28	0.40	0.48



CAPACIDADES DE MEDIDORES DE AGUA

Con caída de presión de 10 m de columna de agua	Diámetro Nominal	MAXIMOS	
		Por hora	Por día
1.2 m <sup>3</sup> / h	1 / 4 " 6 mm	0.6 m <sup>3</sup> / h	2.3 m <sup>3</sup> / d
2.5 m <sup>3</sup> / h	3 / 8 " 10 mm	1.25 m <sup>3</sup> / h	5 m <sup>3</sup> / d
3.0 m <sup>3</sup> / h	1 / 2 " 13 mm	1.25 m <sup>3</sup> / h	6 m <sup>3</sup> / d
5.0 m <sup>3</sup> / h	3 / 4 " 19 mm	2.5 m <sup>3</sup> / h	10 m <sup>3</sup> / d
7.0 m <sup>3</sup> / h	1 " 25 mm	3.5 m <sup>3</sup> / h	14 m <sup>3</sup> / d
10 m <sup>3</sup> / h	1 1 / 4 " 32 mm	5 m <sup>3</sup> / h	20 m <sup>3</sup> / d
20 m <sup>3</sup> / h	1 1 / 2 " 38 mm	10 m <sup>3</sup> / h	40 m <sup>3</sup> / d
30 m <sup>3</sup> / h	2 " 50 mm	15 m <sup>3</sup> / h	60 m <sup>3</sup> / d
50 m <sup>3</sup> / h	3 " 75 mm	25 m <sup>3</sup> / h	100 m <sup>3</sup> / d
75 m <sup>3</sup> / h	4 " 100 mm	37.5 m <sup>3</sup> / h	150 m <sup>3</sup> / d
150 m <sup>3</sup> / h	6 " 150 mm	75 m <sup>3</sup> / h	300 m <sup>3</sup> / d
250 m <sup>3</sup> / h	8 " 200 mm	125 m <sup>3</sup> / h	500 m <sup>3</sup> / d

### DESAGÜES COMBINADOS

Cuando un albañal conduce aguas negras y aguas pluviales, al gasto de las aguas de lluvia se suma el de aguas negras, estimando éste último para su máximo probable, en la forma que enseguida se indica.

Para una intensidad de precipitación ( i ) en mm / h y una superficie desaguada ( s ) en m<sup>2</sup>, el gasto pluvial es:

$$Q_f = \frac{Si}{3600} \text{ [ L / seg ]}$$

El gasto adicional de aguas negras nunca se toma menor de 2.5 L / seg. (descarga de un excusado ), al aplicar la fórmula empírica:

$$Q_f = \frac{\sum ud}{100} \text{ [ L / seg ]}$$

En la que ud es la suma de las unidades de desagüe de los muebles sanitarios, según tablas, de modo que el albañal combinado debe ser capaz de conducir, a tubo lleno, un gasto total.

$$Q_f = \frac{\sum Si}{100} + \frac{ud}{100} \text{ [ L / seg ]}$$

Por ejemplo para 360 m<sup>2</sup> de azotea = 360 m<sup>2</sup> de fachada expuesta a la lluvia, S = 360 + 180 = 540 m<sup>2</sup> y Qp = 540 x 150 / 3600 = 22.5 L / seg y con muebles sanitarios que sumen 500 unidades, Q<sub>AN</sub> = 500/100 = 5 L / seg de modo que el albañal combinado lleva 27.5 L / seg, por lo que se requiere de 200 mm / al 1 %, que puede dar 28.4 L/seg



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

**CURSOS ABIERTOS**

**INSTALACIONES HIDRÁULICAS, SANITARIAS  
Y DE GAS PARA EDIFICIOS**

**TEMA:**

**MÉTODO DE "ANDA"**

**SELECCIÓN DE EQUIPOS DE BOMBEO**

**- A TANQUE ELEVADO**

**- HIDRONEUMÁTICOS DÚPLEX  
TRIPLEX**

**- BOMBEO PROGRAMADO**

**ING. HÉCTOR MEDINA M.  
1998**

**TABLE 1**

**Demand Weights of Fixtures in Fixture Units**

<i>Fixture or Group</i>	<i>Occupancy</i>	<i>Type of Supply Control</i>	<i>Weight in Fixture Units</i>
Water closet.....	Public.....	Flush valve..	10
Water closet.....	Public.....	Flush tank..	5
Pedestal urinal.....	Public.....	Flush valve..	10
Stall or wall urinal...	Public.....	Flush valve..	5
Stall or wall urinal...	Public.....	Flush tank..	3
Lavatory.....	Public.....	Faucet.....	2
Bathtub.....	Public.....	Faucet.....	4
Shower head.....	Public.....	Mixing valve	4
Service sink.....	Office, etc....	Faucet.....	3
Kitchen sink.....	Hotel or res- taurant.....	Faucet.....	4
Water closet.....	Private.....	Flush valve..	6
Water closet.....	Private.....	Flush tank..	3
Lavatory.....	Private.....	Faucet.....	1
Bathtub.....	Private.....	Faucet.....	2
Shower head.....	Private.....	Mixing valve	2
Bathroom group.....	Private.....	Flush valve for closet..	8
Bathroom group.....	Private.....	Flush tank for closet..	6
Separate shower.....	Private.....	Mixing valve	2
Kitchen sink.....	Private.....	Faucet.....	2
Laundry trays (1-3)...	Private.....	Faucet.....	3
Combination fixture..	Private.....	Faucet.....	3

Given tabulated fixture units as shown in Table 1, the engineer can assign fixture unit values to the separate specific fixtures of concern in his design. The sum total of fixture units is his fixture unit count.

"Table 1" provides only for a total summation count for both hot and cold service water. This count is used to determine total building service water requirement from the street main.

Both hot and cold service water will be needed inside the building. An attached foot note to "Table 1" states that the separate hot and cold water demand can be taken as 3/4 of that shown for total. Since this is not tabulated, most engineering offices will make up their own tabulation based on this foot note. A typical table showing total, hot water and cold water fixture unit demands is shown as Table 2.

In addition to the fixtures listed in Table 2, it is common to provide tabulated additions, these may appear as for automatic washing machines or for design convenience; apartment group summation, etc. Several common tabular additions are asterisked in Table 2.

Table 2 can now be applied for fixture unit count for total street service and for hot and cold service water requirements inside the building.

Fixture Unit - Flow Relationship

In order to evaluate actual flow requirements, a "base" flow rate of 7.5 GPM has been assigned as absolute maximum flow rate for each fixture unit. While this appears to be very high; the base value is in itself relatively unimportant since this is reduced to a probable maximum flow per fixture unit and is further reduced by diversity factor.

It is well known that as the number of fixtures increase the probability of simultaneous use decreases. Flow probability as a function of fixture unit count will vary depending on time usage, base flows, etc. and whether the flow shown is expected to occur every day, once a week, once a year or only once every hundred years. The probability flow curve derived in the referenced report (BA shown in Figure 1 and 2.

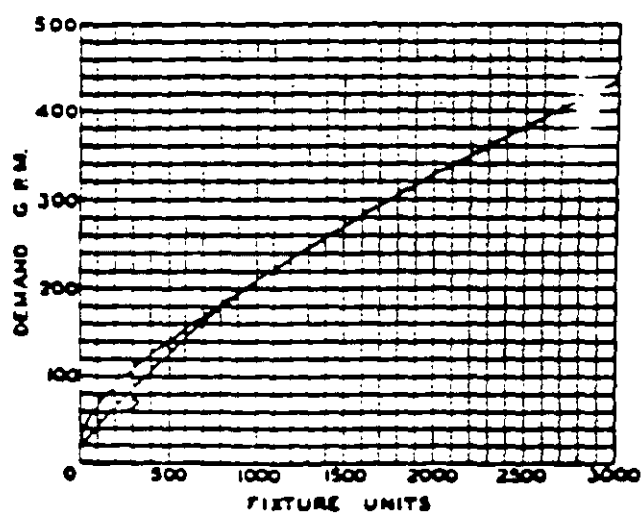


FIGURE 1. ... ESTIMATE CURVES FOR DEMAND LOAD

Figure 1 shows the probability of flow as a function of fixture unit count. It will be noted that this is plotted for both flush tank closets (Curve 2) and flush valves (Curve 1). Curves 1 and 2 are illustrated to an enlarged scale in Figure 2.

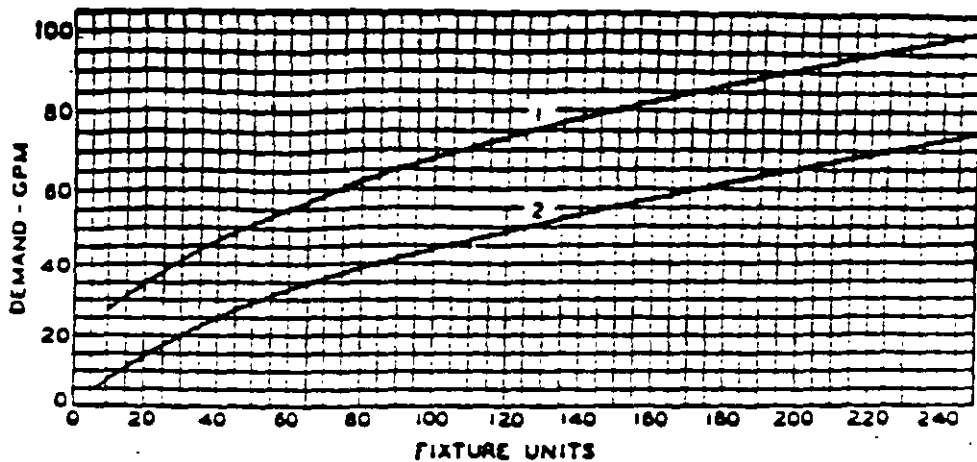


FIGURE 2      ... SECTION OF FIGURE 1. ON  
ENLARGED SCALE

The reason for different plotting of the flush tank and flush valve has to do with the sudden instantaneous draw rate of the flush valve. This sudden draw will introduce sudden high cold water side pressure drops, changing hot and cold water fixture mix ratios unless compensated for.

Most engineering offices will use Curve 2 for hot water service pipe sizing; and for cold water service when flush tanks are used.

The flush valve curve (1) is used only for cold water and total service water flow estimation. It will quite often be checked against the flush valve manufacturer's recommendations. Curve 1 is seldom used for hot water side sizing since it does not apply even when flush valves are used.

Service water distribution pipe flow rate can now be related to the "fixture count" served by any particular section of piping. In practice, the engineer counts fixtures from the circuit end, totaling fixture units as he proceeds to the circuit start. Each piping section then serves a stated number of fixture units which is related to a flow requirement as in Figure 1 or 2.

#### Flow - Pipe Size Relationships

The flow requirement established by fixture unit count is related to pipe size by pressure drop and flow velocity considerations. These relationships are described for "smooth" copper tube, "fairly rough" iron pipe and "rough" iron pipe as in Hunter's Report. While not shown, these charts have been used for the B&G chart correlation of fixture units Vs. pipe size, flow, P. D. and velocity.

**FRICITION LOSS OF WATER IN FEET PER 100 FEET LENGTH OF PIPE. BASED ON WILLIAMS & HAZEN FORMULA USING CONSTANT 100. SIZES OF STANDARD PIPE IN INCHES**

U.S. Gals. per min.	4" Pipe		5" Pipe		6" Pipe		8" Pipe		10" Pipe		12" Pipe		14" Pipe		16" Pipe		18" Pipe		20" Pipe		U.S. Gals. per min.	
	Vol. ft. per Sec.	Loss in Feet	Vol. ft. per Sec.	Loss in Feet	Vol. ft. per Sec.	Loss in Feet	Vol. ft. per Sec.	Loss in Feet	Vol. ft. per Sec.	Loss in Feet	Vol. ft. per Sec.	Loss in Feet	Vol. ft. per Sec.	Loss in Feet	Vol. ft. per Sec.	Loss in Feet	Vol. ft. per Sec.	Loss in Feet	Vol. ft. per Sec.	Loss in Feet		
2	2.10	7.4	1.20	1.9	1.49	2.1	1.73	2.8	3.9	4.8	6.7	8.5	10.4	12.3	14.2	16.1	18.0	19.9	21.8	23.7	2	
4	4.21	29.6	2.41	7.6	2.98	8.4	3.66	11.2	4.57	15.6	19.9	25.2	30.5	35.8	41.1	46.4	51.7	57.0	62.3	67.6	4	
6	6.31	67.4	3.61	17.7	4.47	19.7	5.54	25.6	6.96	31.5	39.8	49.1	58.4	67.7	77.0	86.3	95.6	104.9	114.2	123.5	6	
8	8.42	120.0	4.81	25.0	5.95	27.8	7.41	35.5	9.14	41.4	51.7	62.0	72.3	82.6	92.9	103.2	113.5	123.8	134.1	144.4	8	
10	10.53	167.0	6.02	34.0	7.43	37.7	9.17	45.4	11.21	51.3	63.6	75.9	88.2	100.5	112.8	125.1	137.4	149.7	162.0	174.3	10	
12																						12
15																						15
18																						18
20																						20
25																						25
30																						30
35																						35
40																						40
45																						45
50																						50
55																						55
60																						60
70																						70
75																						75
80																						80
85																						85
90																						90
95																						95
100																						100
110																						110
120																						120
130																						130
140																						140
150																						150
160																						160
170																						170
180																						180
190																						190
200																						200
220																						220
240																						240
260																						260
280																						280
300																						300
320																						320
340																						340
360																						360
380																						380
400																						400
450																						450
500																						500
550																						550
600																						600
650																						650
700																						700
750																						750
800																						800
850																						850
900																						900
950																						950
1000																						1000
1100																						1100
1200																						1200
1300																						1300
1400																						1400
1500																						1500
1600																						1600
1700																						1700
1800																						1800
1900																						1900
2000																						2000
2200																						2200
2400																						2400
2600																						2600
2800																						2800
3000																						3000
3200																						3200
3400																						3400
3600																						3600
3800																						3800
4000																						4000
4500																						4500
5000																						5000
5500																						5500
6000																						6000
6500																						6500
7000																						7000
7500																						7500
8000																						8000
8500																						8500
9000																						9000
9500																						9500
10000																						10000

For New Smooth Pipe, use 75% of these values.



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

**CURSOS ABIERTOS**

**INSTALACIONES HIDRÁULICAS, SANITARIAS  
Y DE GAS PARA EDIFICIOS**

**TEMA:**

**TEMARIO DEL SEMINARIO DE CONTROL  
SISTEMA CONTRA INCENDIOS**

**ING. JORGE ESQUIVEL FRANCO  
1997**



# TEMARIO DEL SEMINARIO CONTROL DE SISTEMAS CONTRA INCENDIO

## OBJETIVO:

El participante podrá conocer los sistemas contra-incendio en general, así como sus componentes y partes, funciones y características, realizando una supervisión en la construcción de nuevas obras o modificaciones del sistema instalado en base a las normas vigentes.

## I. COMPONENTES Y CARACTERISTICAS, ASI COMO EL FUNCIONAMIENTO Y OPERACION HIDRAULICA CONTRA INCENDIO.

FECHA DURACION

1. - Breve introducción de normas nacionales e internacionales aplicables para el Sistema de Contraincendio.
2. - Descripción y/o especificaciones de equipos de incendio.
3. - Descripción y/o especificaciones de material de incendio.
4. - Componentes de un sistema a base de una red de AGUA.
  - 4.1 - Pozos, tanque o cisternas.
  - 4.2 - Bombas, principal, emergencia y jockey.
  - 4.3 - Red de tuberías.
  - 4.4 - Gabinetes de hidrantes:
    - 4.4.1 - Mangueras, válvulas, llave universal, cristal y toma siamesa.
5. - Diagrama de tubería e instrumentación para bombas contra incendio.
  - 5.1 - Controladores eléctricos y de emergencia para bombas de incendios.
  - 5.2 - típicos de instalación y componentes.

## 6. - Diseño de Sistemas Contraincendio.

- 6.1 - Diseño de tuberías y tomas siamesas hidrantes y chiflones de acuerdo a Normas y Codigos (Elaboración de isométrico).
- 6.2 - Cálculo de selección y distribución de los hidrantes en base a Normas.
- 6.3 - Cálculo y selección de diametro del cabezal o anillo de alimentación.
- 6.4 - Cálculo del diametro del tubo de succión en base a normas.
- 6.5 - Cálculo de los cortes de presión que incluye el diagrama simplificador de la red.
- 6.6 - Cálculo de altura dinamica.
- 6.7 - Cálculo del gasto en la descarga de las bombas.
- 6.8 - Cálculo de la potencia de las bombas y motores.
- 6.9 - Cálculo de carga neta de succión disponibles (NPSH), succión negativa y positiva.

## 7. - Selección de equipo.

- 7.1 - Selección de tuberías y accesorios.
- 7.2 - Selección de motor eléctrico y accesorios.
- 7.3 - Selección de motor de combustión interna.
- 7.4 - Selección de multiple de pruebas y automatización del equipo de contraincendio.

## 8. - Lista de materiales contraincendio para llegar al volumen de la obra.

## 9. - Cálculo del costo total del Sistema Contraincendio de acuerdo a lista de materiales para obra civil que incluye cisterna y cuarto de maquinas.

## 10. - Recubrimientos de tuberia así como su volumen de obra.

**11.- Especificaciones para el diseño de planos para Sistema Contra incendio.**

- 11.1 - Diagrama mecánico de flujo.
- 11.2 - Plantas de localización de equipo y tuberías de incendio.
- 11.3 - Isométricos de instalación.
- 11.4 - Arreglo de equipo y tuberías de bombas de incendio.
- 11.5 - Diagrama de cisterna y bombas de incendio.
- 11.6 - Croquis estructural de cisterna de incendio.
- 11.7 - Croquis de rutas de evacuación.
- 11.8 - Análisis de riesgos según el servicio del edificio.

**12.- Planos típicos de instalación y detalles.**

**CORDIALMENTE**

**ING. JORGE ESQUIVEL FRANCO  
CONSULTOR ASOCIADO**

# REGLAMANTACION Y PRINCIPIOS DE INSTALACIONES CONTRA INCENDIO

## REGLAMENTO DE CONSTRUCCION PARA EL DISTRITO FEDERAL

### INTRODUCCION:

El criterio principal del nuevo reglamento de construcciones es el de reducir los niveles de riesgo en los casos de desastre, evitando hasta donde sea posible las pérdidas humanas y daños materiales.

Se hace notar que el reglamento contiene normas mínimas y que deberá hacerse un estudio económico para diseñar un sistema de protección contra incendio "óptimo". No es recomendable en nuestro medio el diseñar sistemas muy sofisticados o costos muy elevados como los que se pueden utilizar en países altamente desarrollados pero tampoco debemos caer en el otro extremo de diseñar sistemas ineficientes o incompletos.

Un sistema contra incendio es aquel que protege mediante procedimientos preventivos y combativos, las vidas humanas, edificaciones y bienes en general.

Su diseño puede llevarse a cabo mediante la aplicación de reglamentos, normas y códigos nacionales y de los E.U.A.

### NORMAS NACIONALES:

- Reglamento de construcciones para el Distrito Federal
- Secretaría de Comercio y Fomento Industrial
- Secretaría del Trabajo y Previsión Social
- Instituto Mexicano del Seguro Social
- Asociación de Instituciones de Seguros AMIS
- Recomendaciones del Cuerpo de Bomberos

### NORMAS DE LOS E.U.A.

- NFPA National Fire Protection Association
- FM Factory Mutual
- U.L. Underwriters Laboratories Inc.
- ASTM American Society For Testing Materials
- API American Petroleum Institute
- NEMA National Electric Manufacturers Association
- ASME American Society of Mechanical Engineers

## REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES DEL DISTRITO FEDERAL

A continuación se describen los artículos en los que se mencionan y reglamenta la instalación y operación de los sistemas de protección contra incendio.

REGLAMENTACION Y PRINCIPIOS DE INSTALACIONES CONTRA INCENDIO  
REGLAMENTO DE CONSTRUCCION EN EL DISTRITO FEDERAL

SECCION SEGUNDA: Previsiones contra incendio.

Artículo 116.- Las edificaciones deberán contar con las instalaciones y los equipos necesarios para prevenir y combatir los incendios.

Los equipos y sistemas contra incendios deberán mantenerse en condiciones de funcionar en cualquier momento para lo cual deberán ser revisados y probados periódicamente. El propietario o el Director Responsable de Obra designado para la etapa de operación y mantenimiento, en las obras que se requiera según el artículo 64 de este Reglamento, llevará un libro donde registrará los resultados de estas pruebas y lo exhibirá a las autoridades competentes a solicitud de estas.

El Departamento tendrá la facultad de exigir en cualquier construcción las instalaciones o equipos especiales que juzgue necesarios además de los señalados en esta sección.

Artículo 117.- Para efectos de esta sección, la tipología de edificaciones establecida en el artículo 50. de este Reglamento, se agrupa de la siguiente manera:

I De riesgo menor son las edificaciones de hasta 25.00 m de altura, hasta 250 ocupantes y hasta 3,000 m<sup>2</sup> y.

II De riesgo mayor son las edificaciones de más de 25.00 m. de altura o más de 250 ocupantes o más de 3,000 m<sup>2</sup> y además las bodegas, depósitos e industrias de cualquier magnitud que manejen madera, pinturas, plásticos algodón y combustibles o explosivos de cualquier tipo.

El análisis para determinar los casos de excepción a esta clasificación y los riesgos correspondientes se establecerán en las Normas Técnicas Complementarias.

Artículo 118  
119 y 120.-

En estos artículos se especifica la resistencia al fuego de elementos estructurales, así como de los elementos en vías de acceso y escape.

Artículo 121.-

Las edificaciones de riesgo menor con excepción de edificios destinados a habitación, de hasta cinco niveles deberán contar en cada piso con extintores contra incendio adecuados al tipo de incendio que pueda producirse en la construcción, colocados en los lugares fácilmente accesibles y con señalamientos que indiquen su ubicación de tal manera que su acceso, desde cualquier punto del edificio, no se encuentre a mayor distancia de 30 m.

Artículo 122.-

Las edificaciones de riesgo mayor deberán disponer, además de lo requerido para las de riesgo menor a que se refiere el artículo anterior, de las siguientes instalaciones, equipos y medidas preventivas.

I Redes de Hidrantes, con las siguientes características.

- a) Tanques o cisternas para almacenar agua proporción a 5 litros por metro cuadrado construido, reservada exclusivamente a surtir a la red interna para combatir incendios. La capacidad mínima para este efecto será de 20,000 litros:
- b) Dos bombas automáticas autocebantes cuando menos, -- una eléctrica y otra con motor de combustión interna con succiones independientes para surtir a la red -- con una presión constante entre 2.5 y 4.2 kilogramos.
- c) Una red hidráulica para alimentar directa y exclusivamente las mangueras contra incendio, dotadas de toma siamesa de 64 mm. de diámetro con válvulas de no-retorno en ambas entradas 7.5 cuerdas por cada 25 mm. cople movable y tapón macho. Se colocará por lo menos una toma de este tipo en cada fachada y en su caso, una a cada 50 metros lineales de fachada y se ubicará al paño de alineamiento a un metro de altura sobre el nivel de la banquetta. Estará equipada con válvula de no retorno de manera que el agua que se inyecte por la toma no penetre a la cisterna; la tubería de la red hidráulica contra incendio deberá ser de acero soldable o fierro galvanizado C-40 y estar pintadas con pintura de esmalte color rojo:
- d) En cada piso, gabinetes con salidas contra incendios dotados con conexiones para mangueras, las que deberán ser en número tal que cada manguera cubra un área de 30 m. de radio y su separación no sea mayor de 60 m. uno de los gabinetes estará lo más cercano posible a los cubos de las escaleras:

Las mangueras deberán ser de 38 mm. de diámetro de material sintético, conectadas permanente y adecuadamente a la toma y colocarse plegadas para facilitar su uso. Estarán provistas de chiflones de neblina,

f) Deberán instalarse los reductores de presión necesarios para evitar que en cualquier toma de salida para manguera de 38 mm. se exceda la presión de 4.2 kg/cm. y

11. Simulacros de incendios, cada seis meses, por lo menos, en los que participen los empleados y, en los casos que señalen las Normas Técnicas Complementarias, los usuarios o concurrentes. Los simulacros consistirán en prácticas de salida de emergencia, utilización de los equipos de extinción y formación de brigadas contra incendio, de acuerdo con lo que establezca el Reglamento de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

El Departamento podrá autorizar otros sistemas de control de incendio, como rociadores automáticos de agua, así como exigir depósitos de agua adicionales para las redes hidráulicas contra incendios en los casos que lo considere necesario, de acuerdo con lo que establezcan las Normas Técnicas Complementarias.

Artículo 123.- Los materiales utilizados en recubrimientos a muros, cortinas, lambrines y falsos plafones deberán cumplir con los índices de velocidad de propagación del fuego que establezcan las Normas Técnicas Complementarias.

Artículo 124.- Las edificaciones de más de 10 niveles deberán contar, además de las instalaciones y dispositivos señalados en esta Sección con sistemas de alarma contra incendio, visuales y sonoros independientes entre sí.

Los tableros de control de estos sistemas deberán localizarse en lugares visibles desde las áreas de trabajo del edificio, y su número al igual que el de los dispositivos de alarma, será fijado por el Departamento.

El funcionamiento de los sistemas de alarma contra incendio deberá ser probado, por lo menos, cada 60 días naturales.

Artículo 125.- Durante las diferentes etapas de la construcción de cualquier obra, deberán tomarse las precauciones necesarias para evitar los incendios y, en su caso, para combatirlo mediante el equipo de extinción adecuado.

Esta protección deberá proporcionarse tanto al área ocupada por la obra en sí como a las colindancias, bodegas, almacenes y oficinas.

El equipo de extinción deberá ubicarse en lugares de fácil acceso, y se identificará mediante señales, letreros o símbolos claramente visibles.

Artículo 126.- Los elevadores para público, en las edificaciones debi contar con letreros visibles desde el vestíbulo de acceso al elevador, con la leyenda escrita: "En caso de incendio, utilice la escalera"

Las puertas de los cubos de escaleras deberán contar con letreros en ambos lados, con la leyenda escrita: "Esta puerta debe permanecer cerrada"

Artículo 127.- Los ductos para instalaciones, excepto los de retorno de aire acondicionado, se prolongarán y ventilarán sobre la azotea más alta a que tengan acceso. Las puertas o registros serán de materiales a prueba de fuego y deberán cerrarse automáticamente.

Los ductos de retorno de aire acondicionado estarán protegidos en su comunicación con los plafones que actúen como cámaras plenas, por medio de compuertas o persianas provistas de fusibles y construidas en forma tal que se cierren automáticamente bajo la acción de temperaturas superiores a 60°C.

Artículo 128.- Los tiros o tolvas para conducción de materiales diversos, ropa, desperdicios o basura, se prolongarán por arriba de las azoteas. Sus compuertas o buzones deberán ser capaces de evitar el paso de fuego o de humo de un piso a otro del edificio y se construirán con materiales a prueba de fuego.

Artículo 129.- Se requerirá el visto bueno del Departamento para emplear recubrimientos y decorados inflamables en las circulaciones generales y en las zonas de concentración de personas dentro de las edificaciones de Riesgo Mayor.

En los locales de los edificios destinados a estacionamiento de vehículos quedarán prohibidos los acabados o decoraciones a base de materiales inflamables, así como el almacenamiento de líquidos o materiales inflamables o explosivos.

Artículo 130.- Los plafones y sus elementos de suspensión y sustentación se construirán exclusivamente con materiales cuya resistencia al fuego sea de una hora por lo menos.

En caso de plafones falsos, ningún espacio comprendido entre el plafón y la losa se comunicará directamente con cuartos de escaleras o de elevadores.

Los cancellos que dividan áreas de un mismo departamento o local podrán tener una resistencia al fuego menor a la indicada para muros inferiores divisorios en el artículo 118 de este Reglamento siempre y cuando no produzcan gases tóxicos explosivos bajo la acción del fuego.



Artículo 131.- Las chimeneas deberán proyectarse de tal manera que los humos y gases sean conducidos por medio de un ducto directamente al exterior en la parte superior de la edificación. Se diseñarán de tal forma que periódicamente puedan ser desahollinadas y limpiadas.

Los materiales inflamables que se utilicen en la construcción y los elementos decorativos, estarán a no menos de 60 centímetros de las chimeneas y en todo caso, dichos materiales se aislarán por elementos equivalentes en cuanto a resistencia al fuego.

Artículo 132.- Las campanas de estufas o fogones excepto de viviendas unifamiliares, estarán protegidas por medio de filtros de grasa entre la boca de la campana y su unión con la chimenea y por sistemas contra incendio de operación automática o manual.

Artículo 133.- En los pavimentos de las áreas de circulaciones generales de edificios, se emplearán únicamente materiales a prueba de fuego.

Artículo 134.- Los edificios e inmuebles destinados a estacionamientos de vehículos deberán contar, además de las protecciones señaladas en esta Sección, con areneros de 200 litros de capacidad colocados a cada 10 m. en lugares accesibles y con señalamientos que indiquen su ubicación. Cada arenero deberá estar equipado con una pala.

No se permitirá el uso de materiales combustibles o inflamables en ninguna construcción o instalación de los estacionamientos.

Artículo 135.- Las casetas de proyección en edificaciones de entretenimiento tendrán su acceso y salida independientes de la sala de función; no tendrán comunicación con ésta; se ventilarán por medios artificiales y se construirán con materiales incombustibles.

Artículo 136.- El diseño, selección, ubicación e instalación de los sistemas contra incendio en edificaciones de Riesgo Mayor, según la clasificación del artículo 117 deberá estar avalada por un Corresponsable en Instalaciones en el Área de seguridad contra incendios de acuerdo con lo establecido en el artículo 47 de este Reglamento.

Artículo 137.- Los casos no previstos en esta Sección quedarán sujetos a las disposiciones que al efecto dice el Departamento.

Artículo 271.- Las instalaciones eléctricas, hidráulicas, sanitarias, incendio de gas, vapor, combustible, líquidos, aire acondicionado, telefónicas, de comunicación y todas aquellas que se coloquen en las edificaciones, serán las que indique el proyecto, garantizarán la eficiencia de las mismas, así como la seguridad de la edificación, trabajadores y usuarios, para lo cual deberán cumplir con lo señalado en este Capítulo, en la Ley Federal de Protección al Ambiente, en el Reglamento de Instalaciones - Eléctricas, el Reglamento de Medidas Preventivas de Accidentes de Trabajo, el Reglamento para la Inspección de Generadores de Vapor y Recipientes Sujetos a Presión, el Instructivo para el Diseño y Ejecución de Instalaciones y Aprovechamiento de Gas - Licuado de Petróleo y demás ordenamientos federales y locales aplicables a cada caso.

Artículo 272.- En las instalaciones se emplearán únicamente tuberías, válvulas, conexiones, materiales y productos que satisfagan las normas de calidad establecidas por la Dirección General de Normas de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial.

Artículo 273.- Los procedimientos para la colocación de instalaciones se sujetarán a las siguientes disposiciones:

- I.- El Director Responsable de Obra programará la colocación de las tuberías de instalaciones en los ductos destinados a tal fin en el proyecto, los pasos complementarios y las preparaciones necesarias para no romper los pisos, muros y elementos estructurales:
- II En los casos que se requiera ranurar muros y elementos estructurales para la colocación de tuberías, se tratarán previamente las especificaciones de dichas tuberías, y su ejecución será aprobada por el Director Responsable de Obra. Las ranuras en elementos de concreto no deberán ser los recubrimientos mínimos del acero de refuerzo establecidos en las Normas Técnicas Complementarias para el Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto:
- III Los tramos verticales de las tuberías de instalaciones se colocarán a plomo empotrados en los muros o elementos estructurales o sujetos a éstos mediante abrazaderas, y.
- IV Las tuberías de aguas residuales alojadas en terreno natural se colocarán en zanjas cuyo fondo se preparará con una capa de material granular con tamaño máximo de 2.5 centímetros.

Artículo 274.- Los tramos de tuberías de las instalaciones hidráulicas, sanitarias, contra incendio, de gas, vapor, combustibles líquidos y de aire comprimido y oxígeno, deberán unirse y sellarse herméticamente, de manera que impidan la fuga del fluido que conduzcan para lo cual deberán utilizarse los tipos de soldaduras que se establecen en las Normas Técnicas Complementarias de este Reglamento.

Artículo 275.-

Las tuberías para las instalaciones a que se refiere el artículo anterior, se probarán antes de autorizarse la ocupación de la obra mediante la aplicación de agua, aire o solventes diluidos, a la presión y por el tiempo adecuado, según el uso y tipo de instalación de acuerdo a lo indicado en las Normas Técnicas Complementarias de este Reglamento.

Artículo 236.-

Los equipos de extinción de fuego deberán someterse a las siguientes disposiciones relativas a su mantenimiento:

I Los extintores deberán ser revisados cada año, debiendo señalarse en los mismo la fecha de la última revisión y carga y la de su vencimiento:

Después de ser usados deberán ser recargados de inmediato y colocados de nuevo en su lugar; el acceso a ellos deberá mantenerse libre de obstáculos.

II Las mangueras contra incendio deberán probarse cuando menos cada seis meses, salvo indicación contraria del Departamento. y.

III Los equipos de bombeo deberán probarse por lo menos mensualmente, bajo las condiciones de presión normal, por un mínimo de 3 minutos, utilizando para ello los dispositivos necesarios para no desperdiciar el agua.

Artículo 45.-

La licencia de construcción cuando sea suscrita por el responsable de instalaciones deberá incluir planos de localización plantas y cortes indicando rutas de tuberías y localización de equipo y aditamentos para extinción, memorias de cálculo, especificaciones y códigos aplicables. (AMIS y NFPA, cuando se utilicen seguros).

---

---

## Normas Técnicas Complementarias para Previsiones Contra Incendio.

### CONTENIDO

1.—Introducción .....	4
2.—Consideraciones Generales .....	4
3.—Clasificación de riesgos .....	4
4.—Clasificación de riesgos .....	12
5.—Extintores .....	13
6.—Redes hidráulicas .....	15
7.—Recubrimientos para muros, techos, plafones y accesorios decorativos .....	16
8.—Señalización .....	17
9.—Colores de identificación .....	18

## 1. INTRODUCCION

Las presentes Normas Técnicas tienen por objeto fijar criterios y métodos que regulen los materiales, equipo, así como los procedimientos en materia de Prevención Contra Incendio y que a su vez permitan cumplir con los requisitos definidos en el Capítulo IV Sección Segunda del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal. El uso de criterios o métodos diferentes de los que aquí se presentan requerirá la aprobación del Departamento del Distrito Federal.

## 2. CONSIDERACIONES GENERALES

### ALCANCE

2.1 Las autoridades del Departamento del Distrito Federal, preocupadas para la seguridad personal y del patrimonio de los habitantes de la ciudad de México, la cual a causa del crecimiento de su área urbana y de la explosión demográfica se ha convertido en zona de alto riesgo de incendio. Por lo que a fin de abatir el índice de riesgos en las edificaciones en el Distrito Federal, éstas deberán contar con instalaciones y equipos para prevenir y combatir incendios para sus ocupantes.

2.2 Las presentes Normas Técnicas en materia de Prevención y Combate de Incendio son complementarias y no se contraponen con lo previsto por el Reglamento de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

2.3 Los equipos contra incendio, así como las instalaciones preventivas y de combate de incendio deberán cumplir con la Normatividad que para cada caso en particular, prevenga la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial.

2.4 Para determinar si los requerimientos de Prevención y Combate de Incendios en una edificación están de acuerdo con lo previsto en el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal, y en estas Normas Técnicas, el propio Departamento tendrá la facultad de inspecio-

nar, en cualquier momento, las edificaciones en el Distrito Federal.

## 3. CLASIFICACION DE RIESGOS

3.1 Según el análisis para determinar los riesgos correspondientes y de acuerdo con el Artículo 117 del Reglamento se agrupan de la siguiente manera.

3.1.1 De riesgo menor.

3.1.2 De riesgo mayor.

Las vigencias de las inspecciones que correspondan a estas subclasificaciones serán:

— Riesgo Menor — Serán de la y única vez. Con un Programa de Reinspección selectiva cada 2 años.

— Riesgo Mayor — La vigencia de la inspección será anual obligatoria.

3.2 El criterio para determinar el grado de riesgo de incendio estará definido de acuerdo a la siguiente tabla.

— Riesgo Menor de 1111 a 2232

— Riesgo Mayor de 2233 a 6455

Los dígitos que forman las cifras arriba enlistadas obedecen a factores determinantes para la posibilidad de un incendio, y son:

3.2.1 El primer dígito indica la combustibilidad de acuerdo a los materiales que se manejan:

1. Incombustible
2. De combustión lenta
3. De combustión moderada
4. Combustibles Normales
5. Intensamente combustibles
6. Explosivos

Tabla indicativa del grupo a que pertenecen los materiales que se manejan en las edificaciones:

3.2.2 El segundo dígito indica la concentración de material en volumen y peso por área:

1. Concentración de 1 a 100 (Bajo)
2. Concentración de 100 a 500 (Medio)
3. Concentración de 500 a 5000 (Alto)
4. Concentración de más de 5000 (Extra)

La concentración se mide en litros o kilogramos de material inflamable por metro cuadrado con que cuentan los locales.

3.2.3 El tercer dígito indica la posibilidad de reunión entre fuentes de calor suficientes para iniciar un fuego y las sustancias o materiales combustibles que se manejan en los locales de las edificaciones:

1. No existe:

Es cuando no hay posibilidades de contacto entre combustibles y fuentes de calor.

2. Leve:

Cuando hay la posibilidad de reunir combustibles con fuentes de calor aunque sea muy remota.

3. Mediano:

Cuando se manejan fuentes de calor normalmente.

4. Grandes:

Cuando se manejan grandes cantidades de fuentes de calor.

5. Extraordinario:

Cuando hay exceso de número y magnitud de fuentes de calor.

3.2.4 El cuarto dígito nos indica la toxicidad y el grado de daño que pueden causar a la salud, los vapores que se desprenden de los materiales que se manejan aun sin haber llegado a producirse un incendio:

1. Inofensivo:

Son materiales que no producen daños temporales ni permanentes.

2. Irritante:

Son materiales que producen molestias temporales como ardor en los ojos o piel.

3. Tóxico Bajo:

Son materiales que producen daños permanentes o temporales sin llegar a producir la muerte excepto en casos de exposición prolongada.

4. Alta Toxicidad:

Producen lesiones letales aun en caso de exposición ligera.

5. Radiactivo:

Produce lesiones permanentes aun cuando no aparecen inmediatamente.

3.2.5 En base a lo anterior, a continuación se enlistan las edificaciones de acuerdo al grado de riesgo como sigue:

#### EDIFICACIONES DE RIESGO MAYOR

1. Aceites.

- 1.1 Lavado, engrasado y lubricantes.
- 1.2 Extracto y aceites esenciales.
- 1.3 Regeneración de aceites lubricantes.
- 1.4 Aceites lubricantes (envasado).
- 1.5 Aditivos (envasado).
- 1.6 Aditivos y aceites lubricantes (envasado).

2. Agropecuarias.

- 2.1 Industria de gusano.
- 2.2 Hojas de maíz.
- 2.3 Lintle en general.
- 2.4 Silos de granos.
- 2.5 Almacén de algodón.
- 2.6 Almacén de fibras de lino.
- 2.7 Almacén de fibras de henequén.
- 2.8 Enscadora de algodón.

3. Alcoholeras.

- 3.1 Depósito de alcohol.
- 3.2 Fábrica de alcohol.

- Artes Gráficas.**
- 4.1 Grabado, Fotograbado y Rotograbado.  
 4.2 Imprenta, Litografía y Encuadernación.  
 4.3 Publicaciones periódicas.  
 4.4 Depósito y fabricación de tintas para imprenta.
- 5 Azucareras.
- 5.1 Distribuidora de azúcar y miel.  
 5.2 Envasado de azúcar y miel.  
 5.3 Expendio de azúcar.
6. Cartoneras.
- 6.1 Fábrica de cartón corrugado.  
 6.2 Fábrica de cajas de cartón.  
 6.3 Depósito de cartón.  
 6.4 Depósito de cajas de cartón.
7. Cigarreras.
- 7.1 Expendio de cigarrillos.  
 7.2 Tabaqueras.  
 7.3 Picadura.  
 7.4 Puros.
8. Distribuidoras (sin fuego).
- 8.1 Discos (discotecas).  
 8.2 Cromos marcos y pinturas.  
 8.3 De autos y camiones.  
 8.4 De maquinaria pesada.  
 8.5 De maquinaria industrial.  
 8.6 Expendio y reparación de camiones.
9. Harineras.
- 9.1 Fábrica de harina de trigo.  
 9.2 Fábrica de harina de maíz.  
 9.3 Fábrica de harina de soya.  
 9.4 Depósito de harina de trigo.  
 9.5 Depósito de harina de maíz.  
 9.6 Depósito de harina de soya.
10. Huleras.
- 10.1 Artefactos de hule (fábrica y depósito).  
 10.2 Resina sintética (incluye hule sintético).  
 10.3 Fábrica y depósito de llantas, neumáticos.
- 10.4 Fábrica y Depósito de mangueras, tarones, etc.  
 10.5 Regeneración de hule.  
 10.6 Vulcanización de llantas, neumáticos, etc.  
 10.7 Depósito de negro humo.
11. Jaboneras y Detergentes.
- 11.1 Fábrica de jabón y detergente.
12. Laboratorios.
- 12.1 Reproducción heliográficas y fotostáticas.  
 12.2 Sellos de goma o de otros materiales.  
 12.3 Laboratorios industriales.  
 12.4 Material fotográfico.
13. Lijas.
- 13.1 Fábrica de lijas (con manejo de solventes).
14. Madereras.
- 14.1 Maderas y útiles de madera para el comercio e industria.  
 14.2 Artefactos de madera: pinzas, ganchos, pelillos, marcos, etc. (fabricación).  
 14.3 Carpintería, ebanistería y tapicería.  
 14.4 Carros, carretas, carrocerías de madera.  
 14.5 Fabricación de muebles.  
 14.6 Fibra de madera para empaque.  
 14.7 Hormas y tacones de madera.  
 14.8 Mesas de billar y boliche.  
 14.9 Tonelería y cajas de empaque.  
 14.10 Triplay (fábrica).  
 14.11 Fibraol (fábrica).  
 14.12 Aglomerados de madera (fábrica).  
 14.13 Artefactos de corcho.  
 14.14 Muebles y artefactos de carrizo y mimbré.  
 14.15 Combustibles (a base de fibra de madera y combustibles).  
 14.16 Extracción de ceras vegetales.  
 14.17 Extracción de resina.  
 14.18 Extracción e industrialización de productos forestales.  
 14.19 Madererías compra venta.  
 14.20 Maquiladoras de madera.  
 14.21 Depósito de productos forestales.  
 14.22 Venta y renta de cimbra.  
 14.23 Aserraderos de maderas.

15. Panificadoras.
- 15.1 Expendio con fabricación de pan.
- 15.2 Expendio con fabricación de panecitos.
- 15.3 Expendio con fabricación de galletas.
- 15.4 Expendio con fabricación de pastas.
16. Papeleras.
- 16.1 Fábrica de papel.
- 16.2 Distribuidora de papel.
- 16.3 Depósito de papel.
- 16.4 Expendio de papel al mayoreo.
- 16.5 Maquila de papel.
- 16.6 Fibra de papel para empaque.
17. Peleteras.
- 17.1 Artículos de piel artificial.
- 17.2 Artículos de talabartería.
- 17.3 Bandas, correas y empaquetaduras.
- 17.4 Chamarras de cuero y correas.
- 17.5 Guantes.
- 17.6 Guaraches.
- 17.7 Fábrica de zapatos de piel.
- 17.8 Expendio de calzado.
- 17.9 Curtiduría de pieles.
18. Pinturas.
- 18.1 Fábrica de pintura de esmalte.
- 18.2 Expendio de pintura.
- 18.3 Depósito de pintura.
- 18.4 Bodegas de pintura.
- 18.5 Emaitadoras (con horno).
- 18.6 Envasado de pintura.
19. Fondos y Cafés.
- 19.1 Casa de huéspedes con restaurante.
- 19.2 Cafés (únicamente café, desayuno o meriendas).
- 19.3 Fondas y fogones.
- 19.4 Lecherías.
- 19.5 Frierías.
- 19.6 Tortillerías.
- 19.7 Taquerías.
- 19.8 Antojitos.
- 19.9 Tamales.
- 19.10 Casas de Té.
20. Química (Mayor a 12.75%).
- 20.1 Fábrica de insecticidas.
- 20.2 Productos amoniacales (fabricación).
- 20.3 Laboratorios farmacéuticos.
- 20.4 Productos químicos farmacéuticos y de tocador (fabricación).
- 20.5 Productos químicos para la industria (fabricación).
- 20.6 Fábrica de fumigantes.
- 20.7 Fábrica de abonos químicos.
21. Talleres.
- 21.1 Caraje con taller mecánico.
- 21.2 Talleres mecánicos.
- 21.3 Talleres de bojalatería.
- 21.4 Talleres de vestiduras.
22. Materias Primas de origen animal.
- 22.1 Expendio y Almacén de cerda.
- 22.2 Cebo y grasas animales.
- 22.3 Preparación de lana (lavado, cardado y reneración).
- 22.4 Preparación de cerda y elaboración de broc y cepillos.
23. Abarrotes.
- 23.1 Abarrotes (tirada de departamentos).
- 23.2 Abarrotes comunes.
- 23.3 Abarrotes vinos y licores.
- 23.4 Vinatería (vinos y licores para consumo fuera del establecimiento).
- 23.5 Especies y chiles secos.
24. Textiles.
- 24.1 Expendio de alfombras, tapices y linóleums.
- 24.2 Artículos de lana (cetros, tiendas de campaña, etc.).
- 24.3 Artículos de tapicería.
- 24.4 Hamacas.
- 24.5 Jarrierías (no sombreros de palma).
- 24.6 Resinas de material inflamable.
- 24.7 Acabado estampado y teñido.
- 24.8 Expendio de colchas.
- 24.9 Enrollado y teñido de hilo.
- 24.10 Expendio de estamuros.
- 24.11 Calonería, pasamanería, encaje tira bord.
- 24.12 Expendio y almacén de hilos para coacr.



- 24.13 Expendio de listones, cintas, agujetas y cordones.
- 24.14 Expendio de medias y calcetines.
- 24.15 Expendio de rebazos.
- 24.16 Expendio de sueters.
- 24.17 Expendio de tapetes de lana y algodón.
- 24.18 Expendio de terciopelo, peluche, etc.
- 24.19 Fundas para muebles.
- 24.20 Sacos para envase.
- 24.21 Alpargatas.
- 24.22 Paraguas y sombrillas.
- 24.23 Bolsas de mano de tela.
- 24.24 Bordados, deshilados, plisado, hombreras, etc.
- 24.25 Cachuchas.
- 24.26 Camisas.
- 24.27 Confección y expendio de ropa para hombres.
- 24.28 Confección y expendio de ropa para mujer.
- 24.29 Corbatas (confección y expendio).
- 24.30 Corsés y fajas.
- 24.31 Confección y decoración de sombreros para mujer.
- 24.32 Impermeables.
- 24.33 Confección de tirantes y cinturones.
- 24.34 Ropa de trabajo.
- 24.35 Ropa de niño.
- 24.36 Sábanas, manteles, servilletas, pañuelos, etc. (blancos).
- 24.37 Sombreros (no de palma).
- 24.38 Trajes de baño y artículos personales de playa.
- 24.39 Vestuario para militares.
- 24.40 Apretos para textiles.
- 24.41 Expendio de telas en general.
25. Fábricas de alimentos procesados y naturales (con cocción).
- 25.1 Alimentos congelados.
- 25.2 Alimentos concentrados para animales.
- 25.3 Cacao.
- 25.4 Café molido.
- 25.5 Compost de osos y coque.
- 25.6 Chocolate en pasta.
26. Medicinas.
- 26.1 Hierbas medicinales y boticas homeopáticas.
- 26.2 Farmacias veterinarias y distribuidoras del ramo.
27. Materias primas de origen vegetal.
- 27.1 Beneficio de raíz de zacatón.
- 27.2 Desfibración de ixtle de palmas y de lechuguilla.
- 27.3 Desfibración de lino.
- 27.4 Desfibración y limpieza de licnequén.
- 27.5 Despepite de algodón.
- 27.6 Expendio de carbón vegetal.
- 27.7 Expendio de leña.
- 27.8 Productos de carbón vegetal.
28. Química entre 5.10 y 12.75%.
- 28.1 Abonos químicos (Expendio).
- 28.2 Ácidos (Expendio).
- 28.3 Artículos de celuloide.
- 28.4 Celulosa.
- 28.5 Colas y pegamentos.
- 28.6 Insecticidas (expendio).
- 28.7 Productos químicos para extintores contra incendio.
- 28.8 Productos químicos para limpieza de muebles, pisos y vehículos, etc.
- 28.9 Cápsulas, obleas y otros productos similares para envasado.
- 28.10 Producción de saborizantes y colorantes para industria alimenticia.
- 28.11 Producción de colorantes para la industria textil.
- 28.12 Productos químicos para la industria plástica.
29. Vinícolas (sin destilación).
- 29.1 Embotelladoras de vinos y licor.
- 29.2 Depósito de bebidas alcohólicas.
30. Torullerías.
- 30.1 Molino de nixtamal.
- 30.2 Molino de chiles.
31. Vinícolas (con destilación).
- 31.1 Fábrica de vinos y licor.
- 31.2 Fábrica de vinagras.
32. Aceites (extracción de disolventes).
33. Barnices y lacas.
- 33.1 Grasas y betunes para calzado.
- 33.2 Fábrica de barnices y lacas.
- 33.3 Depósito de barnices y lacas.
34. Colchoneras.
- 34.1 Fábrica de colchones.
- 34.2 Fábrica de colchonetas.

- 34.3 Depósito de colchones.
- 34.4 Depósito de colchonetas.
- 34.5 Maquiladora de colchones.
- 34.6 Fábrica de esponjas.
- 34.7 Fábrica de bala espuma.
- 34.8 Maquiladora de bala espuma.
35. Explosivos.
- 35.1 Fábricas de cerillos y fósforos.
- 35.2 Fábricas de pólvora.
- 35.3 Fábricas de cartuchos para armas de fuego.
- 35.4 Fábricas de dinamita.
- 35.5 Fábricas de nitrocelulosa.
- 35.6 Pulverinas.
- 35.7 Depósito de cartuchos para armas de fuego.
- 35.8 Depósito de nitrocelulosa.
- 35.9 Cinetemas.
- 35.10 Fábricas de nitrocelulosa.
- 35.11 Fábricas de fumigantes.
- 35.12 Fábricas de coque.
- 35.13 Depósito de cerillos y fósforos.
36. Gases inflamables.
- 36.1 Producción de acetileno.
- 36.2 Producción de hidrógeno.
- 36.3 Producción de óxido de etileno.
- 36.4 Producción de propileno.
- 36.5 Producción de etileno.
- 36.6 Distribuidores de gas propano.
- 36.7 Distribuidores de gas butano.
- 36.8 Plantas de gas natural.
- 36.9 Depósito de gas.
37. Centros de Reunión (más de 250 personas).
- 37.1 Cantinas.
- 37.2 Cantinas y salones (predominando la cantina).
- 37.3 Cantinas y billares.
- 37.4 Cantinas y boudoirs.
- 37.5 Hoteles (alojamiento únicamente).
- 37.6 Hoteles con baño.
- 37.7 Hoteles con restaurante y cantina.
- 37.8 Memores.
- 37.9 Posadas.
- 37.10 Motels.
- 37.11 Restaurantes.
- 37.12 Restaurantes-Bar.
- 37.13 Restaurantes con venta de bebidas alcohólicas.
- 37.14 Arenas.
- 37.15 Billares.
- 37.16 Billares.
- 37.17 Cubareta.
- 37.18 Carpas.
- 37.19 Cines.
- 37.20 Circos.
- 37.21 Clubes recreativos y casinos.
- 37.22 Estadios, Fútbol, Beisbol y Basketbol.
- 37.23 Hipódromos.
- 37.24 Salones de fiestas.
- 37.25 Salones de baile (no encuelas).
- 37.26 Salones de patinar.
- 37.27 Teatros.
- 37.28 Plazas de toros.
- 37.29 Autódromos.
- 37.30 Salones de concierto.
- 37.31 Cervecería.
- 37.32 Hospitales.
- 37.33 Clubes nocturnos.
- 37.34 Centros sociales.
- 37.35 Clubes deportivos.
- 37.36 Baños públicos.
- 37.37 Cafeterías (más de 250 personas).
- 37.38 Velatorios.
- 37.39 Museos.
- 37.40 Galerías.
- 37.41 Clínicas.
- 37.42 Centrales bancarias.
- 37.43 Auditorios.
- 37.44 Academias.
- 37.45 Escuelas.
- 37.46 Aeropuertos.
- 37.47 Gimnasios.
- 37.48 Exposiciones.
- 37.49 Institutos y Universidades.
- 37.50 Centrales Camioneras.
- 37.51 Estudios de cine.
- 37.52 Guarderías y Jardines de niños.
- 37.53 Internados.
- 37.54 Bibliotecas públicas.
- 37.55 Salones para banquetes.
- 37.56 Terminales ferroviarias.
38. Combustibles (Hidrocarburos).
- 38.1 Ceras (velas).
- 38.2 Combustibles domésticos.
- 38.3 Expendio de petróleo (petrolería).
- 38.4 Gasolineras.
- 38.5 Parafina y sus derivados.
- 38.6 Petróleo crudo expendio.
- 38.7 Petróleo y sus derivados (depósito).

- 38.8 Destilación y refinación de petróleo crudo.  
 38.9 Explotación y distribución de petróleo crudo.  
 38.10 Cera y caudetilla
39. Textiles.
- 39.1 Hilados y tejidos de algodón.  
 39.2 Hilados y tejidos de artisa.  
 39.3 Hilados y tejidos de lana.  
 39.4 Hilados y tejidos de lino.  
 39.5 Hilados y tejidos de punto.  
 39.6 Recuperación de desperdicios y fabricación de pasta, borra y similares.  
 39.7 Estrochas.  
 39.8 Hilados y tejidos elásticos.  
 39.9 Hilados y tejidos acrílicos.  
 39.10 Hilados y tejidos de nylon.  
 39.11 Hilados y tejidos de poliéster.  
 39.12 Hilados de polipropileno.
40. Solventes.
- 40.1 Depósito de thinner.  
 40.2 Depósito de xilol.  
 40.3 Depósito de toluol.  
 40.4 Gastos de thinner.  
 40.5 Gastos de xilol.  
 40.6 Gastos de toluol.  
 40.7 Gastos de solventes en general.
41. Plásticos.
- 41.1 Gastos de bolsas, juguetes y cubetas, etc.  
 41.2 Fábrica de juguetes, cubetas, etc.  
 41.3 Fábrica de tubos y ductos de plástico.  
 42. Puros y cigarrillos.
- 42.1 Fábrica de puros.  
 42.2 Fábrica de cigarrillos.  
 42.3 Depósito de cigarrillos y puros.
- 3.2.6 Edificaciones de Risco Menor.
1. Abrasivos.
- 1.1 Gastos de piedras de esmeril.  
 1.2 Gastos de piedras para pulir.
2. Artefactos domésticos (sin fabricación).
- 2.1 Gastos de muebles sanitarios.  
 2.2 Gastos de muebles de cocina metálicos.  
 2.3 Gastos de artículos de cocina metálicos.
3. Asbesto Cemento.
- 3.1 Gastos de láminas de asbesto cemento.  
 3.2 Gastos de elementos prefabricados de concreto.  
 3.3 Gastos de mosaicos y losas de cemento.  
 3.4 Fábrica de monumentos de granito.  
 3.5 Gastos de materiales de construcción incombustibles (cal, cemento, yeso, mortero, arena, grava, etc.).
4. Cerámica.
- 4.1 Gastos de loza y porcelana.  
 4.2 Alfarería.  
 4.3 Cerámica artística.
5. Conductores eléctricos.
- 5.1 Talleres electromecánicos (combinados de motores).  
 5.2 Talleres electromecánicos automotrices.
6. Dulcerías y pastelerías (sin fabricación).
- 6.1 Gastos de dulces y chocolates.  
 6.2 Gastos de pasteles y pan.  
 6.3 Gastos de galletas.
7. Equipo eléctrico (sin fabricación).
- 7.1 Gastos de material eléctrico (cables, focos, lámparas, controles eléctricos).  
 7.2 Gastos de equipo eléctrico (motores).
8. Ladrillera.
- 8.1 Gastos de tabique y ladrillos.
9. Metales (sin fundición ni pintura).
- 9.1 Afilerías.  
 9.2 Gastos de fierro y/o material para herrería.  
 9.3 Gastos de material para plomería.  
 9.4 Gastos de aluminio.  
 9.5 Gastos de herramientas.
10. Misceláneas.
- 10.1 Gastos de refrescos y jugos.  
 10.2 Gastos de abarrotes (refrescos, latéas, carnes frías).

- |      |  |      |   |
|------|--|------|---|
| 10.3 | Abarrotes y ferreteria.  | 18.  | Expendio de carnes y verduras.              |
| 10.4 | Mielles (expendio).  | 18.1 | Expendio de pollo partido.                  |
| 10.5 | Caña de azúcar.  | 18.2 | Expendio de pescada.                        |
| 10.6 | Quesos, crema y derivados de la leche.   | 18.3 | Expendio de carnes de res.                  |
| 10.7 | Expendio de papas, calabazas, frutas secas, etc. (betanitas).                      | 18.4 | Expendio de carnes de cerdo.                |
| 10.8 | Ostionería.  | 18.5 | Expendio de vísceras.                       |
| 11.  | Minería.   | 18.6 | Expendio de carnes frías.                   |
| 11.1 | Explotación de cantera.  | 18.7 | Verduras.                                   |
| 11.2 | Explotación de teonote y tepetate.   | 19.  | Oficinas.                                   |
| 11.3 | Extracción de piedra.  | 19.1 | Administrativas hasta dos niveles.          |
| 11.4 | Extracción de arena y grava.   | 19.2 | Sucursales Bancarias.                       |
| 12.  | Química (baja).  | 19.3 | Despachos profesionales.                    |
| 12.1 | Laboratorios de análisis clínicos.   | 19.4 | Despachos de dibujo comercial.              |
| 12.2 | Fábrica de embutidos.  | 19.5 | Editoras sin máquinas impresoras.           |
| 12.3 | Consultorios médicos y dentales.   | 19.6 | Salas de belleza (estéticas).               |
| 12.4 | Neverías y paletterías.  | 19.7 | Peluquerías.                                |
| 12.5 | Detergentes (almacén depósito).  | 19.8 | Agencias de viajes.                         |
| 12.6 | Detergentes expendio.  | 19.9 | Expendios de billetes de lotería.           |
| 12.7 | Almacén y depósito de jabones.   | 20.  | Talleres y estacionamientos.                |
| 12.8 | Laboratorios de análisis de tierra.  | 20.1 | Estacionamientos de vehículos a ciclo a.    |
| 12.9 | Laboratorios químicos biológicos.  | 20.2 | Talleres de alineación y balanceo.          |
| 13.  | Armadora (sin fabricación).  | 20.3 | Talleres de reparación de calzados.         |
| 14.  | Equipo eléctrico y doméstico.  | 20.4 | Talleres de reparación de llantas.          |
| 14.1 | Proveeduría.   | 20.5 | Talleres de cromado.                        |
| 15.  | Azufreras (casas máquinas).  | 20.6 | Talleres para bicicletas.                   |
| 15.1 | Depósito de cerveza.   | 20.7 | Deslucenadero de automóviles.               |
| 15.2 | Expendio de cerveza ocrada.  | 21.  | Vidriería.                                  |
| 15.3 | Polpa.   | 21.1 | Expendio de vidrio plano, liso y labrado.   |
| 16.  | Embotelladoras (sin proceso).  | 21.2 | Cristalería y regalos.                      |
| 16.1 | Embotelladoras de productos inflamables (esencias, colorantes, productos lácteos). | 21.3 | Fibras de vidrio y cristales inastillables. |
| 17.  | Empacadora de:   |      |   |
| 17.1 | Carnes.  |      |   |
| 17.2 | Alimentos para animales.   |      |   |
| 17.3 | Frutas y verduras.   |      |   |
| 17.4 | Materias primas para dulces y helados.   |      |   |

#### 4. CLASIFICACION DE FUEGOS:

4.1 El sistema usado para la Clasificación de Fuegos se basa en función de la naturaleza del combustible que se le vea en éstos, los cuales de acuerdo a este criterio se clasifican en cuatro tipos básicamente, estas clases se designan con las letras "A", "B", "C" y "D".

Clase A: Fuegos de materiales sólidos generalmente de naturaleza orgánica tales como trapos, papel, madera, basura y, en general, materiales sólidos que al quemarse producen cenizas.

producen cenizas y brasas, comúnmente conocidos como fuegos sordos.

**Clase B:** Son aquellos que se producen en la mezcla de un gas (butano, propano, etc.) con el aire y flama abierta o bien, del mismo modo de los antes dichos con la mezcla de los vapores que desprenden los líquidos inflamables (gasolina, aceites, grasas, solventes, etc.) como el caso del gas.

**Clase C:** Son aquellos que ocurren en sistemas y equipos eléctricos "vivos".

**Clase D:** Son aquellos que se presentan en cierto tipo de metales combustibles (magnesio, titanio, sodio, litio, potasio, aluminio o zinc en polvo, etc.).

4.2 Cabe mencionar, que la mayoría de los incendios no se dan en una sola clase, ya que por lo regular es una combinación de las tres primeras clasificaciones (A, B, C) debiendo tenerlas siempre en mente, para emplear el agente extinguidor adecuado, ya que en el mercado existen varios tipos de extintores, de contenidos y capacidades diferentes que manifiestan en la etiqueta correspondiente, la clase de fuegos, en que se pueden emplear. Los fuegos con clasificación "D", son poco usuales que se den, sin embargo, en este tipo sus contenidos son especiales para cada caso en particular, estos extintores por lo regular son portátiles y sobre ruedas debido a su capacidad de contenido, obteniendo mayor maniobrabilidad en su uso y volumen de agente extinguidor. Los equipos de extinción de incendio portátiles manuales, son los extintores cuyo contenido está en relación con las clases de fuego.

## 5. EXTINTORES:

5.1 TIPO: Agua a presión.

**CLASIFICACION:** Para fuegos de la clase "A".

**AGENTE EXTINGUIDOR:** Agua.

**PRESURIZANTE:** Aire a presión o gas inerte seco (presión contenida).

**PRESION:** 6 a 9  $\text{Kgs/cm}^2$ .

**ALCANCE:** De 10 a 12 mts.

**TIEMPO DE DESCARGA:** De 15 a 30 segundos.

**CAPACIDAD:** 9.5 lit.

**FORMA DE ACTUAR DEL AGENTE EXTINGUIDOR ANTE EL FUEGO:** Por enfriamiento y penetración.

5.2 TIPO: Bióxido de Carbono ( $\text{CO}_2$ ).

**CLASIFICACION:** Para fuegos de las Clases "B" y "C".

**PRESURIZANTE:** Autopropulsado por el gas comprimido de Bióxido de Carbono.

**PRESION:** 56 a 63  $\text{Kgs/cm}^2$  a una temperatura de  $31^\circ\text{C}$  bajo cero, en el momento de ser expulsado.

**ALCANCE:** 1.5 a 3.00 mts.

**CAPACIDAD:** Fluctúa entre 2 y 9 Kgs. los portátiles y los de ruedas entre 22 y 95 Kgs.

**FORMA DE ACTUAR DEL AGENTE EXTINGUIDOR ANTE EL FUEGO:** Por enfriamiento y sofocación y tiene poca efectividad en fuegos de la Clase "A".

5.3 TIPO Halón 1211.

**CLASIFICACION:** Para fuegos de las Clases "A", "B" y "C".

**AGENTE EXTINGUIDOR:** Bromo Clorodifluoro metano.

**PRESURIZANTE:** Autopropulsado por los gases Halogenados.

**PRESION:** A  $20^\circ\text{C}$  entre 4.76  $\text{Kgs/cm}^2$  a 11.9  $\text{Kgs/cm}^2$  dependiendo de la capacidad de los mismos.

**ALCANCE:** 3 a 4 mts.

**TIEMPO DE DESCARGA:** 15 a 30 segundos.

**CAPACIDAD:** Varían entre 1 y 5.5 Kgs. portátiles.

**FORMA DE ACTUAR DEL AGENTE EXTINGUIDOR ANTE EL FUEGO:** Por rompimiento de la reacción en cadena del fuego. Tiene poca efectividad en fuegos de la Clase "A".

5.2 TIPO: Agua a presión.

**CLASIFICACION:** Para fuegos de la clase "A".

**AGENTE EXTINGUIDOR:** Agua.

**PRESURIZANTE:** Aire a presión o gas inerte seco (presión contenida).

**PRESION:** 6 a 9  $\text{Kgs/cm}^2$ .

**ALCANCE:** De 10 a 12 mts.

**TIEMPO DE DESCARGA:** De 15 a 30 segundos.

**CAPACIDAD:** 9.5 lit.

**FORMA DE ACTUAR DEL AGENTE EXTINGUIDOR ANTE EL FUEGO:** Por enfriamiento y penetración.

5.4 TIPO: Halón 130L

**CLASIFICACION:** Para fuegos de las Clases "A", "B" y "C".

**AGENTE EXTINGUIDOR:** Bromotrifluorometano.

**PRESURIZANTE:** Autopropulsado por los gases Halogenados.

**PRESION:** A  $20^\circ\text{C}$  entre 4.76  $\text{Kgs/cm}^2$  a 11.9  $\text{Kgs/cm}^2$  dependiendo de la capacidad de los mismos.

**ALCANCE:** 3 a 4 mts.

TIEMPO DE DESCARGA: 15 a 30 segundos.

CAPACIDAD: Varían entre 1 y 5.3 Kgs. portátiles.

FORMA DE ACTUAR DEL AGENTE EXTINGUIDOR ANTE EL FUEGO: Por sofocamiento de la reacción en cadena del fuego. Tienen poca efectividad en fuegos de la Clase "A".

5.5 TIPO: Polvo Químico Seco.

CLASIFICACION: Para fuegos de las Clases "A", "B" y "C".

AGENTE EXTINGUIDOR: Fosfato Monocloro y Fosfato Diamónico.

PRESURIZANTE: Nitrógeno o gas inerte seco con presión contenida o incorporada.

PRESION: 7 a 9 Kgs/cm<sup>2</sup>.

ALCANCE: 4 a 6 mts.

TIEMPO DE DESCARGA: 15 a 30 segundos.

CAPACIDAD: Entre 1 y 11.5 Kgs. los portátiles y los de ruedas entre 35 y 190 Kgs.

FORMA DE ACTUAR DEL AGENTE EXTINGUIDOR ANTE EL FUEGO: Por sofocación.

EXTINTORES ESPECIALES (CON POLVOS ESPECIALES).

5.6 TIPO: G-1 o metal-guard.

CLASIFICACION: Para fuegos de la Clase "D".

AGENTE EXTINGUIDOR: Grafito de fundición y fosfato orgánico.

PRESURIZANTE: Nitrógeno o gas inerte seco con presión contenida o incorporada.

PRESION: 7 a 9 Kgs/cm<sup>2</sup>.

ALCANCE: De 1.8 a 2.4 mts.

TIEMPO DE DESCARGA: De 25 a 30 segundos en los de 14 Kgs.

CAPACIDAD: 14 Kgs. portátiles y sobre ruedas de 159 Kgs.

FORMA DE ACTUAR DEL AGENTE EXTINGUIDOR ANTE EL FUEGO: Por sofocación.

5.7 TIPO: Met-L-X.

CLASIFICACION: Para fuegos de la Clase "D".

AGENTE EXTINGUIDOR: Cloruro de sodio, Fosfato tricálcico y esteratos metálicos.

PRESURIZANTE: Nitrógeno o gas inerte seco.

PRESION: 7 a 9 Kgs/cm<sup>2</sup>.

ALCANCE: De 1.8 a 2.4 mts.

TIEMPO DE DESCARGA: De 25 a 30 segundos en los portátiles.

CAPACIDAD: 14 Kgs. portátiles y sobre ruedas de 68 y 159 Kgs.

FORMA DE ACTUAR DEL AGENTE EXTINGUIDOR ANTE EL FUEGO: Por sofocación.

5.8 TIPO: Lith-X.

CLASIFICACION: Para fuegos de la Clase "D".

AGENTE EXTINGUIDOR: Carbonato de sodio con varios aditivos para hacerlo no higroscópico.

PRESURIZANTE: Nitrógeno o gas inerte seco.

PRESION: 7 a 9 kgs/cm<sup>2</sup>.

ALCANCE: De 1.8 a 2.4 mts.

TIEMPO DE DESCARGA: De 25 a 30 segundos en los portátiles.

CAPACIDAD: 14 Kgs. portátiles y sobre ruedas de 68 y 159 Kgs.

FORMA DE ACTUAR DEL AGENTE EXTINGUIDOR ANTE EL FUEGO: Por sofocación e, para incendios de sodio.

5.9 TIPO: Lith-X.

CLASIFICACION: Para fuegos de la Clase "D".

AGENTE EXTINGUIDOR: Líquido TBM (Tri-metoxiboroxinas).

PRESURIZANTE: Nitrógeno o gas inerte seco.

PRESION: 7 a 9 Kgs/cm<sup>2</sup>.

ALCANCE: De 1.8 a 2.4 mts.

TIEMPO DE DESCARGA: De 25 a 30 segundos en los portátiles.

CAPACIDAD: 14 Kgs. portátiles y sobre ruedas de 68 y 159 Kgs.

FORMA DE ACTUAR DEL AGENTE EXTINGUIDOR ANTE EL FUEGO: Por sofocación. Es

para el Distrito Federal; además de que la reserva se mantendrá por medio de un sistema de doble pianaicha para mantener el agua en circulación constante.

6.3 Contar con 2 motobombas automáticas capaces de suministrar un mínimo de 600 lts./min. de agua a una presión de acuerdo al Artículo 122 Fracción B del Reglamento de Construcción para el Distrito Federal.

6.4 El material de que se fabrique la red de hidrantes será de acuerdo al Artículo 122 Fracción C o de cobre con copes soldados con la resistencia que se indica en estas normas técnicas.

6.5 Los Simulacros de incendio se efectuarán cada seis meses o cuando ingresa personal, se instalan nuevos tipos de extintores, se amplían las instalaciones de fuego, etc.

6.6 Los sistemas de control de incendios automáticos que se pueden usar son:

- 6.6.1 Sistema de tubería húmeda.
- 6.6.2 Sistema de tubería seca.
- 6.6.3 Sistema de acción previa.
- 6.6.4 Sistema de diluvio.
- 6.6.5 Sistema combinado tubería seca/acción previa.

Estos sistemas pueden ser cargados con agua, CO<sub>2</sub> o Halón 1301.

Queda prohibido usar Halón 1211 por su alta toxicidad.

6.7 Se requiere presentar Bitácora de Simulacros:

- 6.7.1 Los giros de Riesgo Mayor.
- 6.7.2 Empresas que cuenten con Red Hidráulica (con teniendo menos de 50 personas).
- 6.7.3 Empresas o Negociaciones que cuenten con un personal con más de 50 personas.
- 6.7.4 La Bitácora deberá presentarse dos (2) veces al año (semestral) para su autorización (sellos), a la Oficina correspondiente.

La Bitácora se integrará en una libreta tipo legal con el siguiente contenido:

- Carátula: con Razón Social, tipo de Giro, Dirección, Colonia, Delegación, Código Postal, Nombre del responsable, teléfono, metros cuadrados construidos, etc.

- Relación del equipo contra incendio. (Red Hidráulica, Extintores, Sistemas Fijos, etc.)
- Relación de Facturas o comprobantes de recarga de los extintores existentes.
- Programa de Evacuación conteniendo las rutas de escape.
- Relación de las Brigadas (Contra Incendio, Evacuación) nombres y firmas de cada uno de los integrantes.

### 7. RECUBRIMIENTOS PARA MUROS, FALSOS PLAFONES Y ACCESORIOS DECORATIVOS

7.1 Los materiales utilizados en recubrimientos para muros, lambrines y falsos plafones deberán tener una resistencia mínima al fuego como se indica en la siguiente tabla, excepto cuando se especifique otra cosa (ver cuadro siguiente).

Espección	Descripción del muro o lambrín	Grado de resistencia al fuego horas
5	Aplanado macizo de yeso con virutas sobre una capa de yeso de 9.5 mm, pies derechos de acero con equidistancia de 66 cm como máximo	1
5	Aplanado macizo de arena y yeso sobre pies derechos metálicos y enlizado de metal	1
5	Aplanado macizo de cemento Portland sobre pies derechos metálicos y enlizado de metal	1
5	Cerámica proyectada sobre enlizado de metal desplegado No. 13 del 1 1/4" (46 mm)	1
5	Bloques macizos de yeso	1
7.6	Bloques huecos de yeso	1
7.6	Lametas estructurales huecas de arcilla, de 1 celilla, con aplanado de 13 mm	1
7.6	Lametas huecas de hormigón de cenizas, con aplanado de 13 mm por los 2 lados	1

7.6	Huecos, pies derechos metálicos, enlatado metálico o capas de yeso de 9.5 mm, aplanados por los dos lados ..	1
10	Losetas estructurales huecas de arcilla, de 1 celdilla, aplanado de 13 mm por un solo lado .....	1
10	Losetas huecas de hormigón de cenizas	1.5
10	Losetas huecas de arcilla, 1 celdilla, aplanado de 13 mm por los dos lados	1.5
11.4	Huecos, pies derechos metálicos, enlatado metálico por ambos lados, aplanado de 19 mm de yeso y arena .....	1.5
15	Losetas huecas de arcilla, 2 celdillas	1.5
5	Aplanado macizo con virutas sobre pies derechos y enlatado metálico .....	2
6.3	Aplanado macizo de cemento Portland sobre pies derechos y enlatado metálico	2
6.3	Aplanado macizo de yeso y arena sobre pies derechos y enlatado metálico	2
7.6	Bloques huecos de yeso, con aplanado de 13 mm por los dos lados .....	2
15	Losetas estructurales huecas de arcilla, 2 celdillas; aplanado por un solo lado .....	2
20	Losetas estructurales huecas de arcilla, 3 celdillas .....	2
6.3	Aplanado macizo de yeso con virutas sobre pies derechos y enlatado metálico	3
10	Bloques huecos de yeso .....	3
1.5	Loseta para falso plafón en cualquier material .....	3

7.2 Los materiales utilizados para retardar la propagación de la llama en tejidos textiles y su incandescencia posterior deberán garantizar un tiempo mínimo de media hora.

7.2.1 Los productos ignífugos que se usen en el tratamiento de las fibras de las telas pueden ser:

- Productos químicos que generen gases no combustibles que tienden a excluir el oxígeno de las superficies ardientes.

— Productos en los cuales los radicales y las moléculas procedentes de la degradación del producto ignífugo reaccionan endotérmicamente e interfieren la reacción en cadena de las llamas.

— El producto ignífugante se descompone endotérmicamente.

— El producto forma un líquido o una carbonización no volátil que reduce las cantidades de oxígeno y calor que llegan a la tela.

— Por formación de partículas diminutas que modifican las reacciones de combustión.

Generalmente los productos químicos o una mezcla de productos químicos ignífugos limitan la inflamabilidad en más de una de estas formas simultáneamente.

## 8. SEÑALIZACION

8.1 La finalidad de normar un sistema de Señalización de Seguridad es fijar los criterios y la simbología que deberán usarse para atraer la atención en forma sen y rápida, para advertir de un peligro o indicar la ubicación de dispositivos y equipos de seguridad, advertencia que no elimina el peligro ni sustituye las medidas de seguridad necesarias para disminuir los accidentes.

8.1.1 El sistema de señalización de seguridad debe ser aplicado a:

- 1a. Las formas geométricas.
- 2a. Las dimensiones en las señales de seguridad.
- 3a. Los símbolos.
- 4a. La colocación de las propias señales.
- 5a. El empleo de los colores.
- 6a. El tipo de números y letras.

El empleo de los anteriores rubros debe aplicarse en la señalización según se cita en la Norma D.G.M-S emitida por la Dirección General de Normas de Comercio y Fomento Industrial, Este artículo 94 y 121 del Reglamento de Comercio para el Distrito Federal.

8.1.2 Las dimensiones de la simbología de seguridad, deberán estar según se indica en la Norma



1971 de la Dirección General de Normas de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial.

8.1.3 Las simbologías de seguridad así como la imagen que exponga en forma gráfica y de fácil interpretación el mensaje de la indicación de seguridad.

8.1.4 Las dimensiones de la señalización serán en base a las indicaciones de la Norma D.G.M-S15-1971 emitida por la Dirección General de Normas de la Secretaría

de Comercio y Fomento Industrial, la cual fue publicada el 27 de diciembre de 1971 en el Diario Oficial de la Federación.

8.1.5 Cuando un alumbrado común y corriente resulte insuficiente según especificaciones de la Norma D.G.M-S15-1971, emitida por la Dirección General de Normas de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, se deberá corregir el alumbrado de tal forma que cubra los requisitos de la citada NORMA.

8.1.6 La Simbología que se deberá usar en el trámite del Visto Bueno para Obra Nueva es la siguiente:

 TABLERO GRAL. O DE CONTROL

 TABLERO DE CONTROL SECUNDARIO.

 ANUNCIO LUMINOSO.

 BOMBA DE COMBUSTION INTERNA.

 BOMBA ELECTRICA.


 CALDERA.


 EXTINTOR TIPO "A".

 EXTINTOR TIPO "BC".

 EXTINTOR TIPO "ABC".

 CABINETE CONTRA INCENDIO.

 TOMA SIAMESA.

 ALARMA SONORA.

 ALARMA VISUAL.

 PARARRAYOS.

 LUZ DE OBSTRUCCION.

 UNIDAD MOVIL EXTINTOR.

 INSTALACION CONTRA INCENDIO.

 SISTEMA DE ILUMINACION AUTOMATICO.

Nota: Esta simbología se indicará en planos, croquis, fichados, indicando el tipo y capacidad del material.

9. COLORES DE IDENTIFICACION

9.1 Esta Norma tiene por objetivo definir la aplicación de colores relacionados con la prevención de accidentes y recomienda los colores que deben usarse con tal finalidad, así como la indicación de riesgos físicos, la

localización de equipos de seguridad y la identificación del equipo contra incendio.

9.2 En los casos que no resulte práctico pintar el equipo al que se refieren las señales que lo identifican o los lugares en que se ubique el mismo, se podrá poner

Figuras geométricas o figuras representativas de cuerpos o cerca de dicho equipo o lugares; la condición es que en todas las caras las figuras sean perfectamente visibles.

9.3 El color rojo es el color básico para la identificación del equipo y aparatos de protección contra incendio y se usará en:

- Letras de señales de emergencia.
- Cajas de alarmas de incendio.
- Cajas de mangueras contra incendio.
- Extintores contra incendio (si no es práctico pintar el extintor, debe utilizarse el color rojo para pintar el lugar, pared o soporte).
- En la localización de las mangueras contra incendio (debe utilizarse el color rojo en los carretes, soportes o cañeros).
- Sistemas de extinción a base de agua o de cualquier otro tipo.
- Bombas y redes de tuberías contra incendio.
- Vehículos contra incendio de todo tipo con o sin locomoción propia.
- Barras de frenado de emergencia en máquinas peligrosas tales como molinos para caucho, hiladoras para alambre, laminadoras, trocizadoras, etc.
- Botones de frenado usados para detener la operación de maquinaria en casos de emergencia.

9.4 El color naranja se usará en partes peligrosas de máquinas o equipos mecánicos, que pueda lesionar en cualquier forma al personal, inclusive causar traumatismo, también para hacer sentir los riesgos cuando las puertas o dispositivos de seguridad están abiertas o cuando están quedadas las partes de engranes, bandas u otro equipo en movimiento; así como para señalar el peligro por falta de protección. Debe aplicarse en:

- Botones de arranque de seguridad.
- El interior de resguardos para poleas, engranes, cadenas, rodillos, etc.

9.5 El color naranja en contraste con azul.

Debe contrastarse el naranja con azul en el interior de las puertas o cubiertas de equipo eléctrico que dejen al

descubierto partes importantes de dicho equipo. Debe aplicarse en:

- Conductores.
- Barras.
- Cuchillas.
- Registros.

9.6 El color amarillo en contraste con negro.

Se usará el amarillo y negro a manera de franja, para designar precaución y para indicar peligros físicos tales como: tropiezos, caídas, golpes, atrapado entre; cuadros amarillos y cuadros negros a manera de tablero de ajedrez, o cualquier otro diseño a base de amarillo y negro. Debe aplicarse en:

- Equipo de construcción (o zonas en que se encuentre trabajando éste), como conformadoras, tractores, vagones.
- Indicadores de esquinas, estibas de almacenamiento cubiertas o resguardos para contravientos.
- Aristas, salientes, partes sin resguardo de plataformas, lonas y paredes.
- Equipos y accesorios suspendidos que se extiendan dentro de las zonas normales de operación (lámparas, grúas, controles).
- Barandales, pasamanos, escalones, en donde se requiera precaución.
- Indicaciones en salientes, caras de puertas, transportes móviles, vigas y tubos de baja altura, estructuras y puertas de elevador.
- Equipo de manejo de materiales, como tractores industriales, carros, remolques, montacargas, transportadores, etc.
- Puntos o columnas que puedan ser golpeados.
- Franjas laterales.

## DEFINICIONES

### CONATO DE INCENDIO

Se llama conato de incendio a un fuego en sus inicios y que por su pequeña magnitud puede generarse un incendio que se extingue por sí solo.

**INCENDIO**

Se llama incendio a un fuego descontrolado que por su magnitud no se extingue por sí solo y tiene que ser controlado por medios externos.

**RIESGO**

Se llama riesgo el estado peligroso de los elementos que pueden generar en cualquier momento un incendio de mayor o menor magnitud.

**EXPLOSIVO**

Se llama explosivo a la mezcla de sustancias químicas, que ante un estímulo suficiente sufre una reacción instantánea, autopropagante caracterizada por la formación de gases, producción de calor y el desarrollo de una presión súbita, debida a la acción del calor sobre los gases producidos.

**COMBUSTION**

Se llama combustión a la reacción química de los elementos combustible y comburente en condiciones adecuadas de temperatura produciendo energía, en forma de luz y calor.

**TOXICO**

Son materiales que producen daños temporales o permanentes sin llegar a producir la muerte excepto en casos de exposición prolongada.

**INFLAMABLE**

Son aquellas sustancias que emiten gases a temperaturas inferiores a 38°C.

**TOXICIDAD DIVERSIVA**

Es cuando los vapores desprendidos de los materiales en combustión no producen daños temporales ni permanentes.

**TOXICIDAD MEDIA (IRRITANTE)**

Se presenta cuando los gases y/o vapores de materiales producen molestias temporales como arder en los ojos en la piel.

**EXTINTOR**

Se entiende por extintor al recipiente que contiene el agente extinguidor para apagar fuegos. Los extintores se clasifican en portátiles y móviles.

**EXTINTOR PORTATIL**

Es el extintor que se diseña para ser transportado y operado manualmente y en condiciones de funcionamiento tiene una masa total que no excede de 20 kg.

**EXTINTOR MOVIL**

Es el extintor que se diseña para ser transportado y operado sobre ruedas, sin locomoción propia, cuya masa es superior a 20 kg.

**RIESGO MENOR**

Se considera situación de riesgo menor cuando la cantidad de materiales y líquidos combustibles o líquidos inflamables es mínima y, cuando se pueda prever que los posibles incendios sean de magnitud reducida.

**RIESGO MAYOR**

Cuando la concentración de materiales combustibles y líquidos inflamables presentes sea grande y hagan prever que los posibles incendios sean de gran magnitud.

**MATERIAL COMBUSTIBLE**

Es cualquier material que pueda arder o quemarse; éste puede ser sólido, líquido o gaseoso.

**COORDINACION GENERAL JURIDICA**

Decreto por el que se expropián en favor del Departamento del Distrito Federal, los inmuebles que se señalan, para la construcción de viviendas, de una Casa de Cultura, de un Módulo Deportivo y de un Centro de Desarrollo Infantil, en el Viejo Barrio de La Romita, ubicado al Noroeste de la Col. Roma, en la Delegación Cuauhtémoc, Distrito Federal.

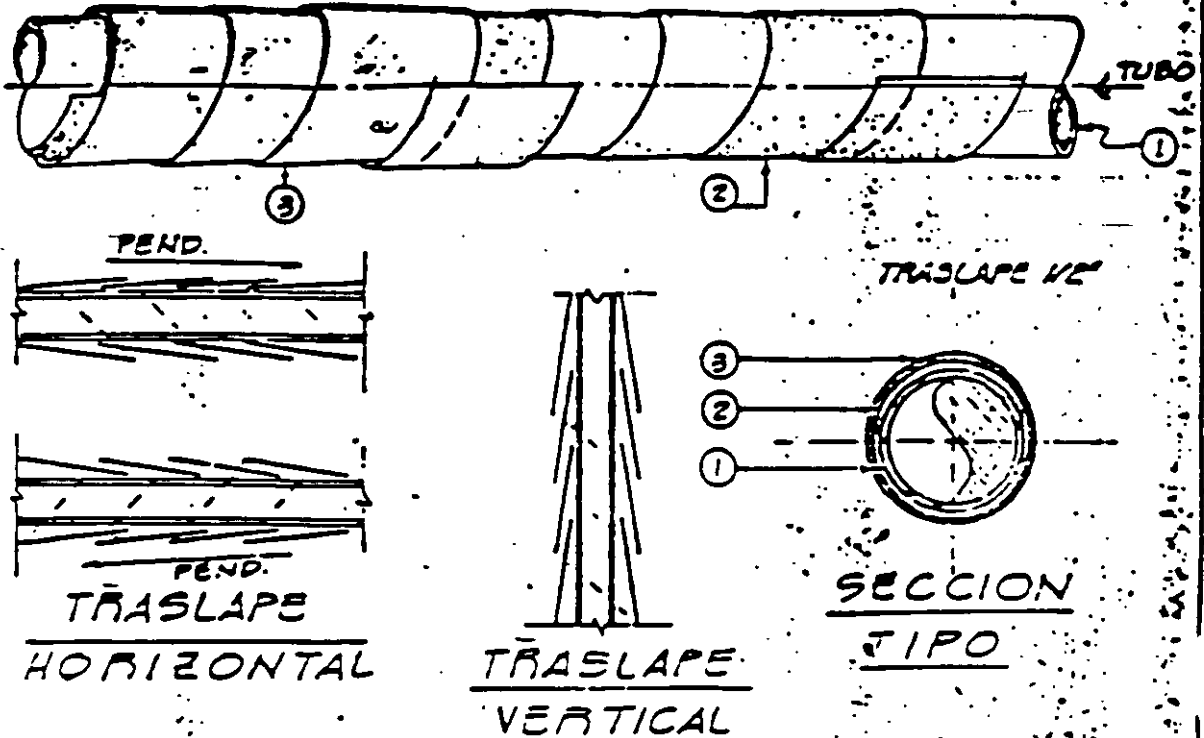
MIGUEL DE LA MADRID H., Presidente Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos, en ejercicio de la facultad que me confiere la fracción I del artículo 89 de la Constitución Política de los Estados Unidos Me-

xicanos, y con fundamento en los artículos 27 párrafo segundo y 73 fracción VI, base 1ª de la propia Constitución; 14 de la Ley General de Bienes Nacionales; 1ª fracciones I, III, XI y XII, 2ª, 3ª, 4ª, 10, 19, 20 y 21 de la Ley de

# NORMAS

PREPARED E.N.Y.R.	DRAWN W.O.
DESIGNED L.A.M.C.	APPROVED
N.D.M.05-034	
NOM. 1	

PROTECCION ANTICORROSIVA  
TIPO POLYKEN  
EN TUBERIA SUBTERRANEA DE  
ACERO AL CARBON



- 1) TUBO CON SUPERFICIE EXTERIOR LIMPIA
- 2) CINTA PLASTICA DE POLIETILENO AUTOADHESIVA POLYKEN O EQUIVAL.
- 3) ENVOLTURA DE PELPA KRAFFALTICA, POLYKEN O EQUIVALENTE.

## NOTAS

- 1: CADA UNA DE LAS CAPAS SE TRABAJARA INDEPENDIENTEMENTE
- 2: COMO REFERENCIA VER ESPECIFICACION M-05-015

## TABLA PARA EL USO DE CINTAS

TUBERIA			CINTAS					
DIAM. PULG.	SU <sup>2</sup> S.F. POR KM.		ANCHO PULG.	TRASLAPAZ PULG.	SUPERF. POR KM.		LARGO POR KM.	
	M <sup>2</sup>	FT <sup>2</sup>			M <sup>2</sup>	FT <sup>2</sup>	M	FT.
3'	279.22	3006	4	1/4	277.91	3202	2920	9575
3	279.22	3006	4	1/2	312.19	3432	3180	10280
4	359.03	3859	6	1/2	321.73	4219	2570	8430
6	528.65	5685	6	1/2	572.71	6205	3720	12020
6	528.65	5685	9	1/2	957.75	6025	2850	9040
8	659.25	7010	6	1/2	700.52	6079	4940	1570
8	659.25	7010	9	1/2	728.52	7350	3187	10470
10	887.81	9210	8	1/2	215.00	9850	4503	1451
10	891.51	9210	9	1/2	903.27	9775	3275	1268
12	1017.41	10550	8	1/2	1085.26	11650	5381	17000
12	1017.41	10550	9	1/2	1077.24	11500	4212	1498

REVISION ANTERIOR \_\_\_\_\_

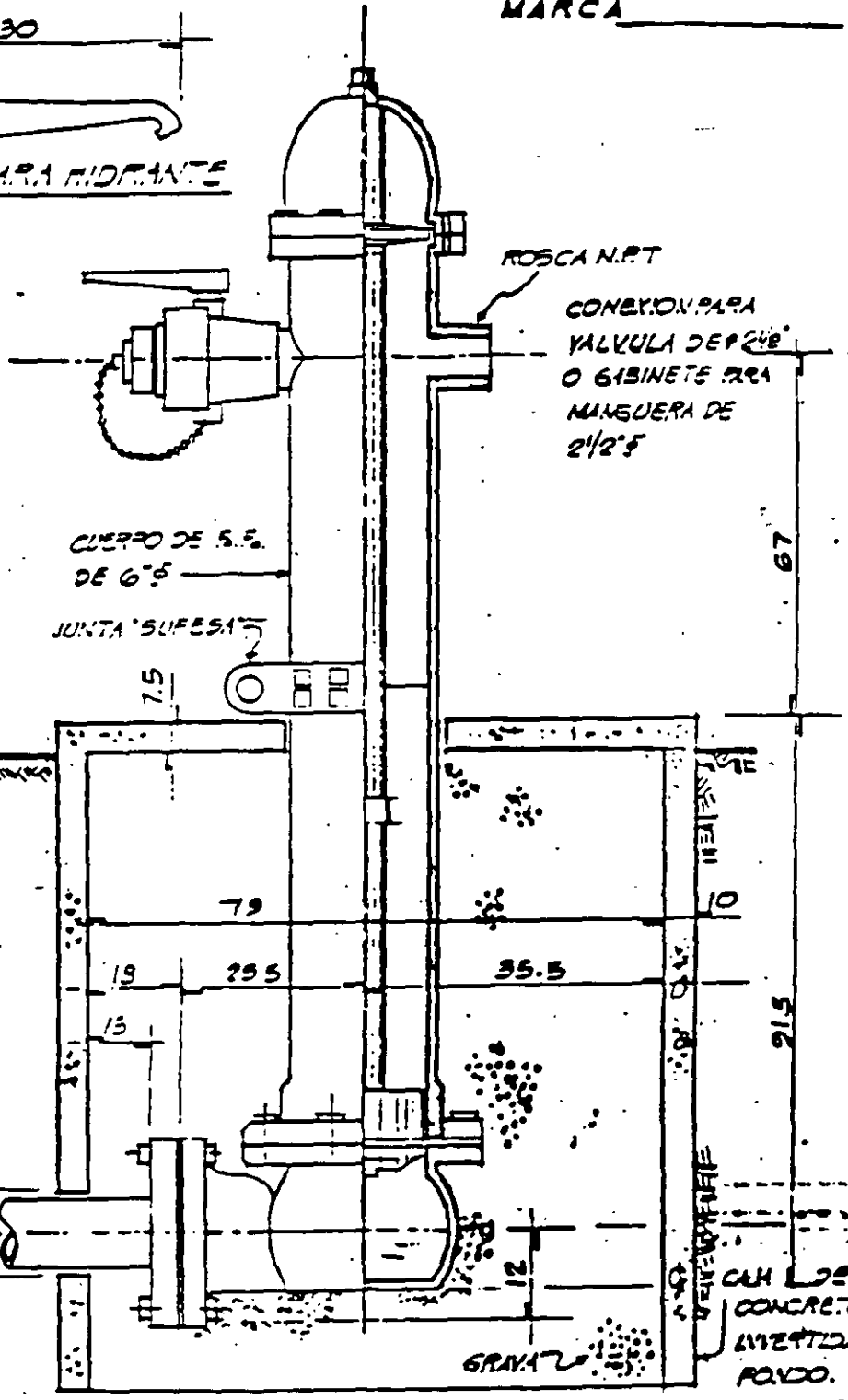
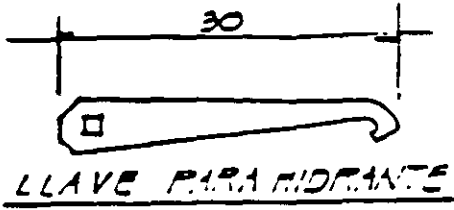
REVISION ACTUAL \_\_\_\_\_

# NORMAS

HIDRANTE EXTERIOR DE FABRICA  
TIPO SECO ANTICONGELANTE

PREPARED W.O.B.	DISEÑO W.O.B.
DIBUJOS L.A.M.C.	APROBADO P.L.R.
N.D.M.-05-102	
HOJA Nº 1	

MARCA \_\_\_\_\_

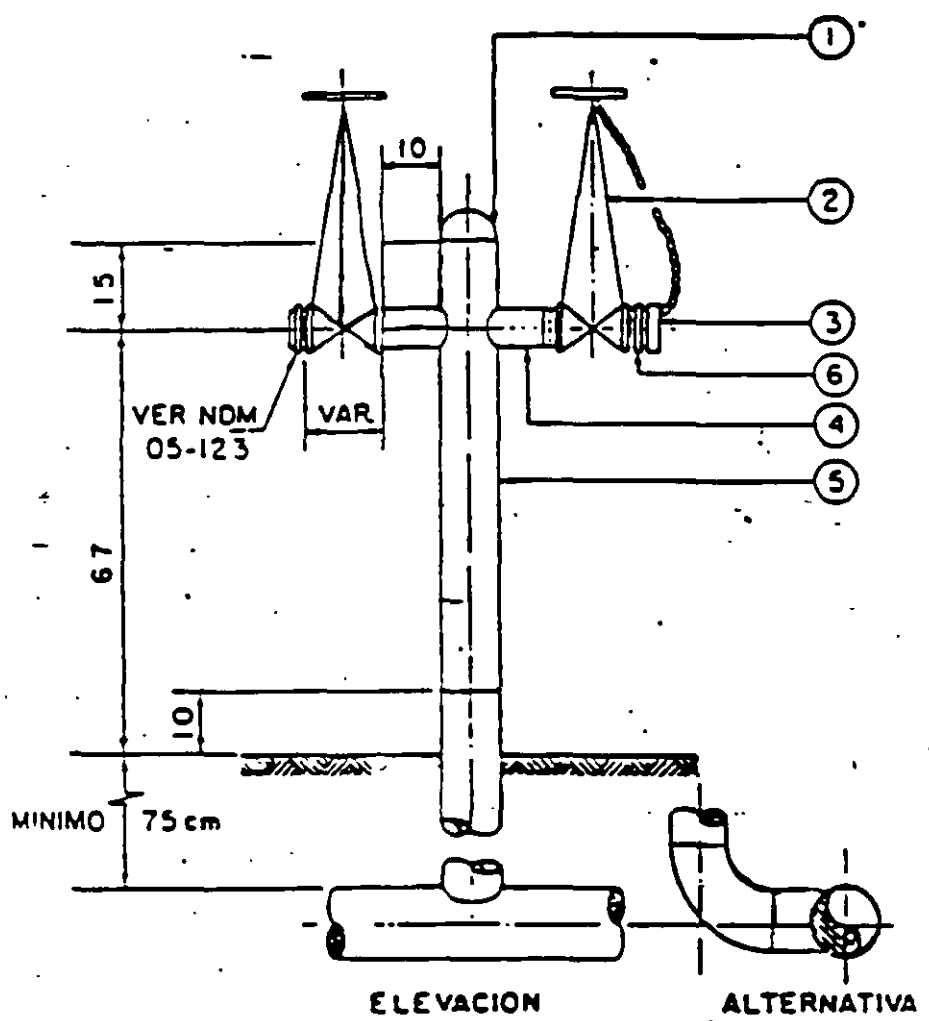


NOTA: LA LLAVE PARA LA VALVULA Y LAS MANGUERAS DEBERAN LOCALIZARSE JUNTAS EN UN GABINETE INMEDIATO

2. DIMENSIONES EN CMS.

REVISION ANTERIOR \_\_\_\_\_

REVISION ACTUAL \_\_\_\_\_



NOTA:

1. Aclaraciones Cas.

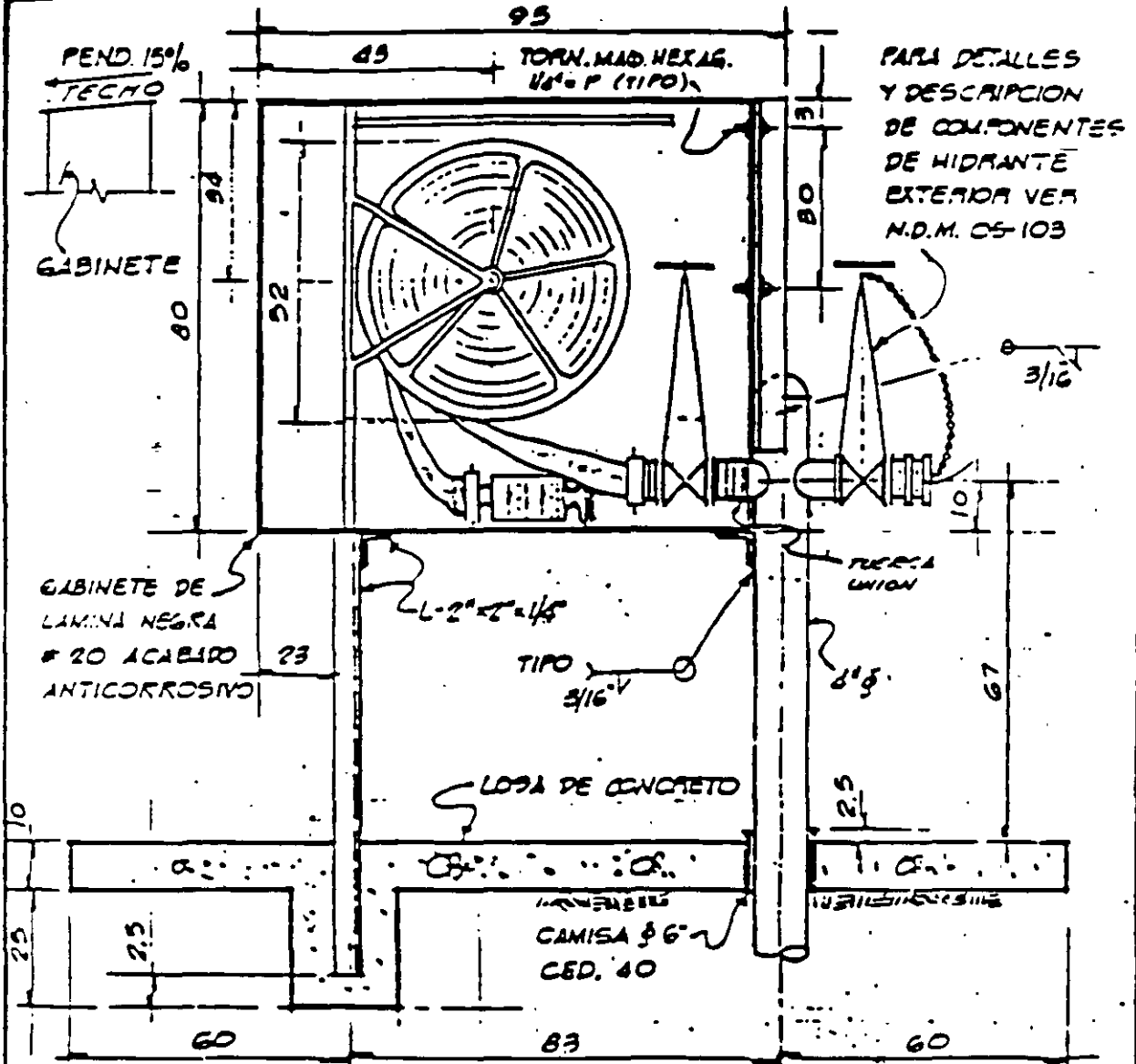
ESPECIFICACIONES:

1. Tapa cauchita de 4" Ø de acero al carbono ASTM A-234 WPB C6C. 40
2. Válvula de 2 1/2" Ø de compuerta, de bronce, marca Wellworth Fig. V2 ó similar
3. Tapa cauchita de 2 1/2" Ø de bronce, con rosca marca Elhart ó similar
4. Niple acero al carbono ASTM A-53 grado A C64. 40 2 1/2" Ø con rosca R.P.T. en un extremo
5. Tubo acero al carbono ASTM A-53 C64. 40 de 4" Ø y 2.000' longitud
6. Adaptador de bronce de 2 1/2" Ø R.P.T. a 2 1/2" Ø R.S.R.T. con rosca

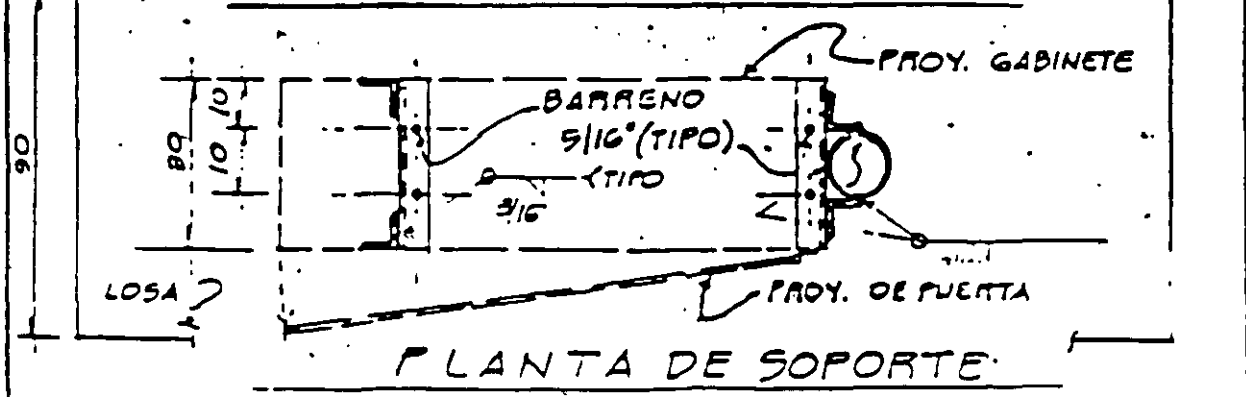
# NORMAS

GABINETE DE LAMINA CON  
CARRETE Y MANGUERA  
CONECTADA A HIDRANTE

PROYECTO W. O. B.	DISEÑO W. O. B.
DELLIO L. A. M. C.	APROBADO P. L. R.
N.D.M. 05-123	
FOLIA No. 1	



## ELEVACION



# NORMAS

## GABINETES PARA HIDRANTES INTERIORES Y EXTERIORES, PARA MANGUERA Y EQUIPO

APROBADO C. E. Y. P.	DECO 11.05.
ELABORADO L. A. M. C.	APROBADO P. E. P.
K.D.M.O.S.-141	
1/2	

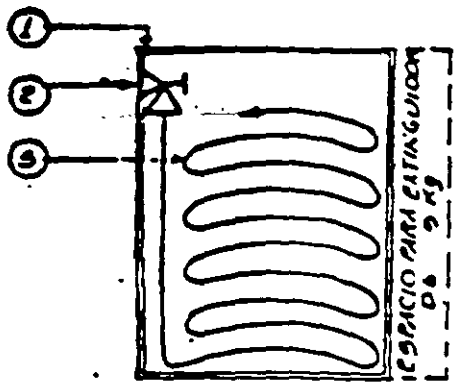
TIPO DE GABINETE	MANGUERA	DIMENSIONES DE GABINETE					
		ANCHO	A	B	C	D	ALTO
A	1 1/2"	15	90	75	21	10	80
		30	70	85	21	10	88
	2 1/2"	15	70	85	21	10	88
		30	70	88	21	10	85
B	1 1/2"	15	65	65	25	10	85
		30	75	75	25	10	95
	2 1/2"	15	65	70	30	10	95
		30	75	80	30	10	95
C	1 1/2"	15	60	90	20	8	85
		30	60	90	20	13	85
	2 1/2"	15	60	90	20	8	85
		30	60	90	20	13	85

NOTA: LAS COTAS INDICADAS PUEDEN VARIAR SEGUN PROVEEDOR

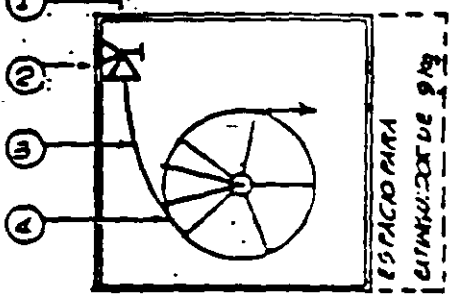
- 1- GABINETE DE LAMINA PARA EMPOTRAR O SOBREPONER
- 2- VALVULA DE GLOBO ANGULAR DE BRONCE
- 3- MANGUERA DE POLIESTER CON FORRO INTERIOR DE NEOPRENO
- 4- CARRETE PARA LA MANGUERA
- 5- SOPORTE DE DESPLIEGUE RAPIDO PARA LA MANGUERA.

### TABLA DE SELECCION

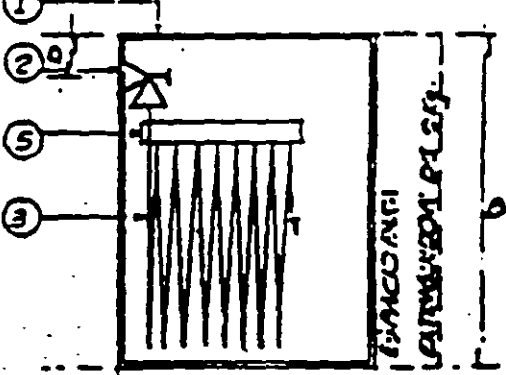
IDENTIFICACION	Ø MANGUERA	LONG. MANG.	TIPO GAB.	VALV.	FUNC. SPT.	CANT.



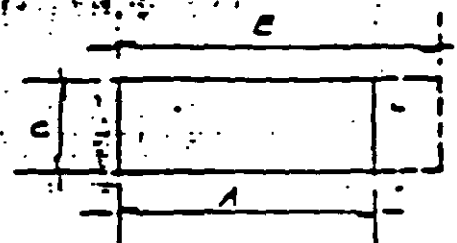
A GABINETE CUNA INTEGRAL (PARA USAR CON O SIN HIDRANTE)



B GABINETE DE CARRETE (PARA USAR CON O SIN HIDRANTE)

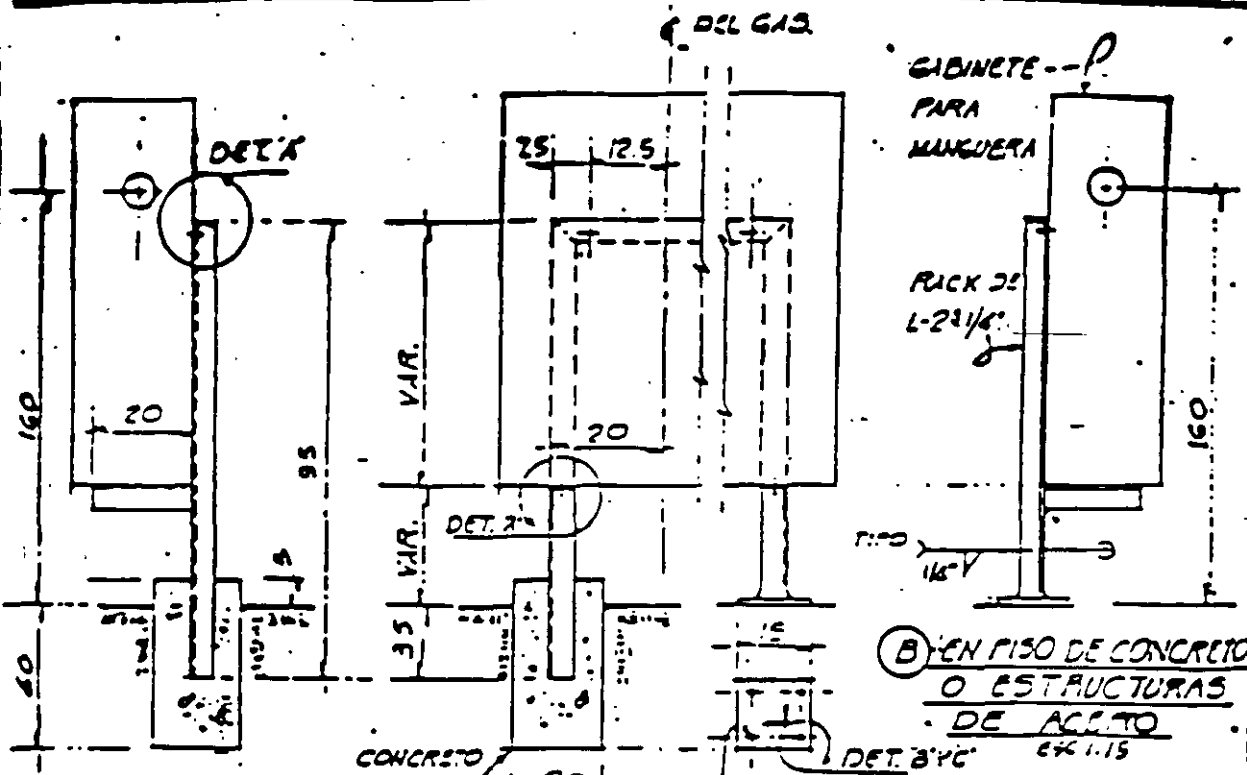


C GABINETE DE DESPLIEGUE RAPIDO (USAR CON HIDRANTE)



NOTA: VER FUNCIONES Y SOP. EN HOJA 2

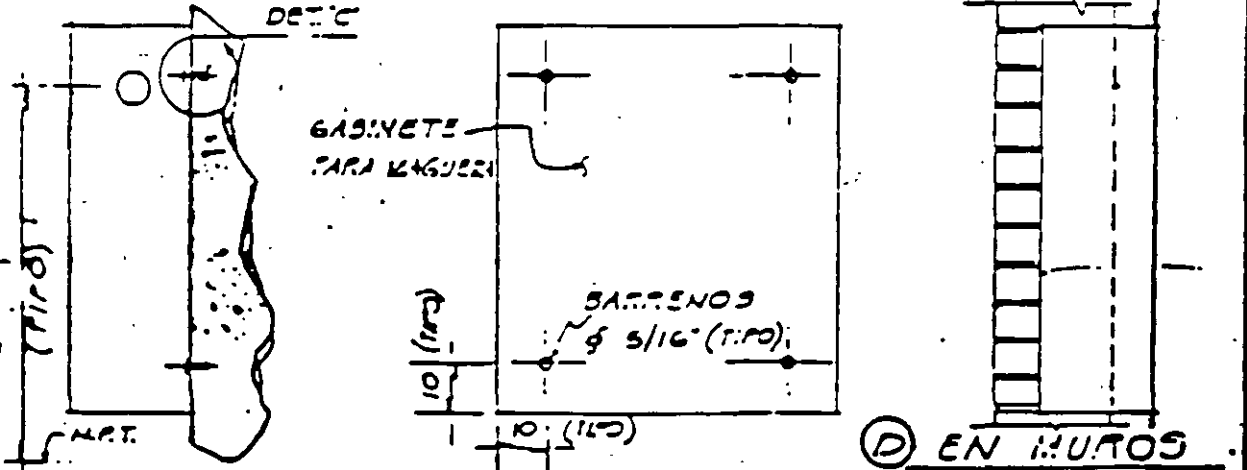




(A) EN TERRAZA ESC 1:15 (T.I.P.O)

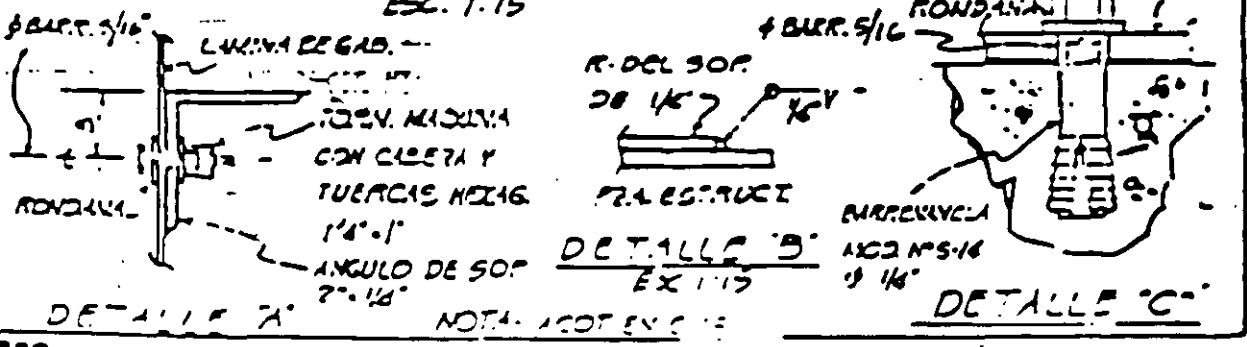
(B) EN PISO DE CONCRETO O ESTRUCTURAS DE ACERO ESC 1:15

BARRENOS SOLO PARA FIJAR EN CONCRETO. VAR. VAR.



(C) EN MUROS O COLUMNAS ESC 1:15

(D) EN MUROS



DETALLE 'A'

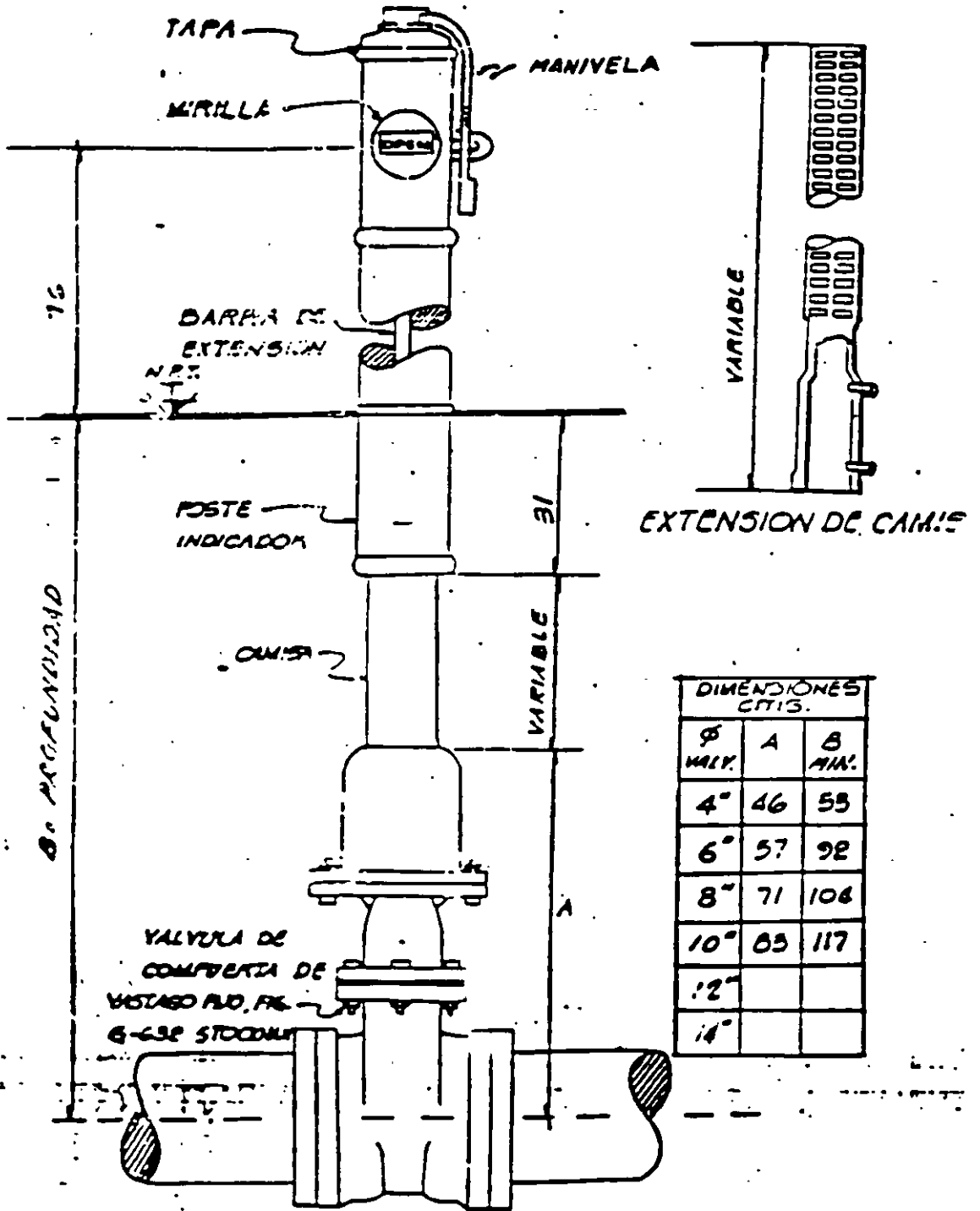
DETALLE 'B' EX 1:15

DETALLE 'C'

# NORMAS

## VALVULA DE COMPUERTA CON POSTE INDICADOR

PREPARA	CHICO
DEBILLO	W. O. S.
APROBO	
N.D.M. 05-221	



REVISION ANTERIOR \_\_\_\_\_

REVISION ACTUAL \_\_\_\_\_



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

**CURSOS ABIERTOS**

**INSTALACIONES HIDRÁULICAS, SANITARIAS  
Y DE GAS PARA EDIFICIOS**

**TEMA:**

**SISTEMA CONTRA INCENDIO**

1998

**El tema de instalación contra incendio se desarrollará conforme al siguiente índice que se divide en 3 capítulos.**

**En el primer capítulo haremos un recorrido rápido de los artículos contenidos en el Reglamento y sus Normas Técnicas Complementarias, comentando los aspectos más sobresalientes dejando un poco de lado lo que resulte obvio y concentrándonos un poco más en lo que requerirá de mayor información.**

**En el segundo capítulo se tratará de resumir los principios básicos de instalaciones contra incendio, haciendo una descripción somera de las características de los diversos componentes de los sistemas de protección contra incendio.**

## COMENTARIOS

### Artículo 116:

El Director Responsable de la Operación de los edificios que requieren el visto Bueno de Seguridad y Operación deberá contar con un corresponsable en instalaciones, especialmente en el caso de obras recientemente terminadas, puesto que la responsabilidad administrativa del Director responsable de Obra y de los corresponsables es de 5 años (Art. 51) a partir de la fecha en la que se autorice su uso y ocupación.

### Comentarios del Art. 117:

Es conveniente también aclarar que la clasificación de riesgo para el diseño de instalaciones de protección contra incendio en base a normas de diferentes instituciones, registra variaciones, no se si ustedes recuerdan haber leído el artículo 10 del capítulo II del Reglamento de Construcciones del D.D.F., que se refería a la creación de un comité de Coordinación y Normas de Infraestructura urbana. Pues bien quiero aclarar que el objetivo de este comité es el de evitar duplicidad de trabajos e interferencias entre diferentes instituciones que proporcionan servicios urbanos. Parece ser común el hecho de que diversos organismos o instituciones hacen grandes esfuerzos para establecer normas técnicas en beneficio de la seguridad colectiva, pero que no son consistentes, pues cada uno con la mejor intención introduce conceptos diferentes que no hacen más que producir confusión, específicamente; el riesgo se define de diversas maneras dependiendo de la institución que los define, por ejemplo: —

a) Reglamento de Construcciones del D.D.F., riesgo mayor, riesgo menor, en función del tamaño del edificio y el número de ocupantes.

b) Las normas técnicas complementarias lo clasifican también como riesgo mayor y riesgo menor, pero en función de la combustibilidad, concentración, proximidad a fuentes de calor y la toxicidad de los materiales.

c) El Reglamento General de Seguridad e Higiene en el trabajo e instructivo, lo clasifica, riesgo bajo, medio y alto, en base al punto de inflamación de los materiales que se fabrican, manejen o almacenen.

d) La AMIS, clasifica el riesgo de la siguiente manera:

#### Clases de Riesgo:

Riesgo Ligero	
Riesgo Ordinario	Grupo 1, 2, 3.
Riesgo Extraordinario	Grupo 1, 2.

En función de ocupación, tipo de producto almacenado y tipo de incendio.

### Comentarios del Artículo 136.

Este artículo cubre únicamente las etapas de proyecto y construcción pero deberá incluir operación y mantenimiento.

**Artículos 137, 271, y 272:**  
Sin comentarios.

**Comentarios del Artículo 273:**

Este artículo contempla básicamente la coordinación que se debe establecer entre el corresponsable en instalación y el Director Responsable de Obra, para evitar afectar la seguridad estructural del edificio.

**Comentarios de los Artículos 274 y 275:**  
Este es un problema de control de calidad.

**Comentarios del Artículo 286:**  
Queda incluido en los procedimientos de operación.

### **NORMAS TECNICAS COMPLEMENTARIAS**

2.- Las normas técnicas complementarias hacen una descripción más detallada del riesgo de incendio, basándose en los materiales.

Combustibilidad  
Concentración  
Fuentes de calor y su proximidad a materiales combustibles  
Toxicidad

3.- Y se añade una lista de edificaciones consideradas como de riesgo mayor

4 y 5.- Se proporciona clasificación de fuego y una descripción de extinguidores de diversos tipos y características.

6 - Red hidráulica y sistemas automáticos.

7 - Recubrimientos para muros falsos, plafones y accesorios decorativos (se anexa cuadro)

8 - Señalización (Secofi)

9.- Colores de identificación.

10.- Definiciones.

Creemos que el contenido del Reglamento y sus Normas Técnicas Complementarias es más o menos claro y que una de las secciones no es tan obvia como las anteriores es la número 6

## REDES HIDRAULICAS Y SISTEMAS DE CONTROL AUTOMATICO

Debido a la amplitud del Tema y del poco tiempo disponible, utilizaremos los formatos que para aceptación del proyecto e instalación de sistemas automáticos contra incendio utiliza la AMIS ( Asociación Mexicana de Instituciones de Seguros ).

Para introducimos en el Tema solamente es necesario establecer algunas definiciones utilizadas por AMIS y NFPA.

Clases de Riesgos:

Riesgo Ligero	
Riesgo Ordinario	Grupo 1, 2, 3.
Riesgo Extraordinario	Grupo 1, 2.

APENDICE D:

Prueba hidráulica de tuberías subterráneas, visibles, rociadores hidrantes y otros.

APENDICE E:

Listado de información técnica que se debe proporcionar para aprobación de planos, de rociadores automáticos.

Es conveniente aclarar que las normas de NFPA son muy extensas, pero que para este Reglamento basta con consultar las siguientes publicaciones:

PANFLETO	13	NFPA	Sistemas de Rociadores
PANFLETO	13A	NFPA	Mantenimiento de sistemas de rociadores
PANFLETO	14	NFPA	Sistemas de Hidrantes
PANFLETO	20	NFPA	Bombas centrifugas
PANFLETO	23	NFPA	Almacenaje general en interiores
PANFLETO	23/C	NFPA	Almacenaje en racks.

APENDICE F:

Sistemas hidráulicos calculados y balanceados.

Definición:

Un sistema de rociadores hidráulicamente calculado y balanceado es aquel en que los diámetros de tubería son seleccionados en base a las pérdidas de carga, para proporcionar una densidad preseleccionada, galones por minuto por pie cuadrado ( litros/min./m<sup>2</sup> ), distribuida con un grado razonable de uniformidad sobre un área específica. Esto permite la selección de diámetros de tubería que concuerden con las características del abastecimiento de agua disponible. La densidad y área de aplicación vanara con el grado de peligrosidad del nesgo.

APENDICE G:

Fuentes de Abastecimiento  
Bombas contra incendio  
Tubena pncipal de alimentación

## Sistema de rociadores -

### Espaciamiento

### Hidrantes

Supervisión, identificación de los sistemas y observaciones generales.

Con esto se ha intentado cubrir en forma breve el aspecto reglamentario y la normatividad tanto nacional como extranjera que pudiera en algún momento ser de ayuda para una información más completa de los sistemas de protección contra incendio.

## GUIA PARA CALCULO DE ROCIADORES

### 1.- SELECCION Y ANALISIS DEL RIESGO SEGUN SERVICIO Y MATERIALES DEL EDIFICIO.

Ligero

Ordinario 1, II ó III

Extra 1 ó 2

### 2.- SE CONSULTA LA TABLA 2 - 2.1 (b) N F P A. " 13 "

PARA EFECTOS DE ESTA GUIA SE SELECCIONA RIESGO LIGERO, POR LO TANTO EN LA TABLA SE OBSERVA

RIESGO	MANGUERAS	DURACION
Ligero	100 G P M	30 minutos (minimo)

### 3.- ABASTECIMIENTO DE AGUA HIDRANTES:

2 HIDRANTES TRABAJANDO SIMULTANEAMENTE DURANTE 30 MIN. = 100 GPM x 30 MINUTOS = 3.000 GAL

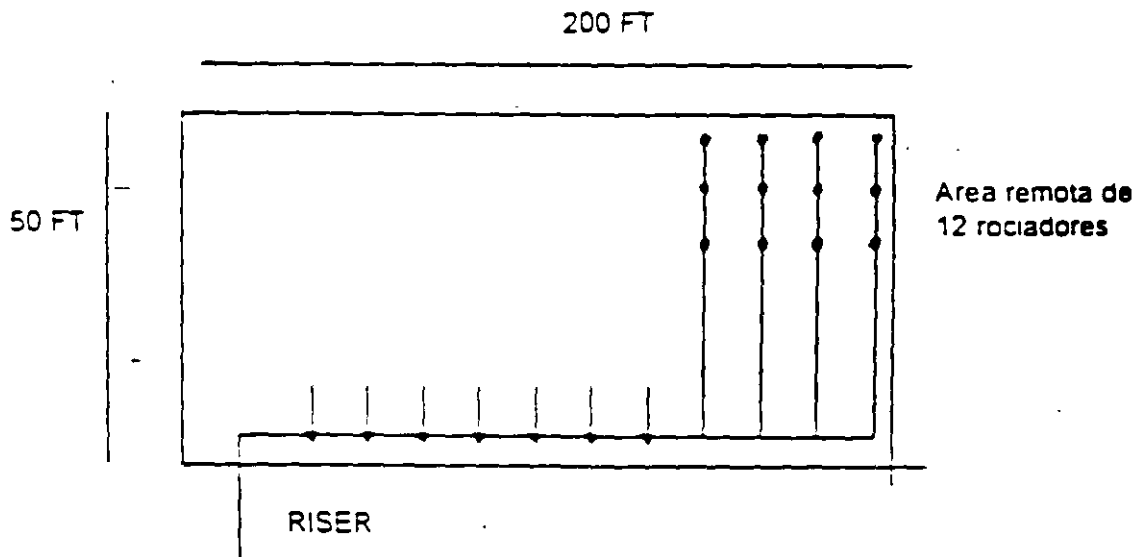
$3.000 \times 3.785 = 11.355$  LTS

1 GAL = 3.785 LTS

### 4 - PARA SISTEMAS DE ROCIADORES.

SE VE EN LA TABLA ( GRAFICA ) DENSIDAD DE CURVAS RIESGO LIGERO CON 0.10 DENSIDAD Y 1,500 FT<sup>2</sup> DE AREA DE OPERACION O REMOTA.

### 5 - AREA A PROTEGER 10.000 00 FT<sup>2</sup> (SUPUESTA)





6.- AREA DE COBERTURA DE UN ROCIADOR RIESGO LIGERO = 130 FT<sup>2</sup>

$$Roc = \frac{1500 \text{ FT}^2 \text{ (AREA REMOTA)}}{130 \text{ FT}^2 \text{ (COBERTURA P/ ROCIADOR)}} = 11.5 = 12 \text{ ROCIADORES}$$

SI LA DENSIDAD = 0.10 GPM/FT<sup>2</sup> 1500 FT<sup>2</sup> x 0.10 GPM FT/2 = 150 GPM

COMPROBACION DE LA TABLA DT-5

DENSIDAD	130 FT <sup>2</sup>
con 0.10	13.0 GPM Y 5.4 PSI

12 ROCIADORES X 13.0 GPM = 156 GPM. APROX. POR CONSUMO DE ROCIADORES FALTANDO ELABORAR EL CALCULO HIDRAULICO TOTAL

7.- CALCULO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA INCENDIO:

$$Q_{hidrantes} = 100 \text{ GPM}$$

$$Q_{rociadores} = 150 \text{ GPM}$$

$$Q_T = 250 \text{ GPM}$$

$$250 \text{ GPM} \times 30 \text{ MIN} \times 3.785 = 28,388.00 \text{ LTS. MINIMO NPFA}$$

Pero para el descuento máximo en México para el seguro (dos horas 120 min)  
250 GPM X 120 min X 3.785 = 113,550 LTS RESERVA DE AGUA

8 - BOMBAS DE INCENDIO

de la tabla 2- 19 NFPA - 20

Vemos que si hay bombas de 250 GPM

LAS BOMBAS DE INCENDIO:

Bomba Jockey

$$Q = 25 \text{ GPM} \quad FT = 288 \quad 125 \text{ PSI (Suponiendo)}$$

$$BHP = \frac{25.0 \times 125 \times 2.31 \times 1.0}{3960 \times 0.65} = 2.8 \text{ (3 HP)}$$

Bomba de Servicio

$$Q = 250 \text{ GPM} \quad A = 288 \quad 125 \text{ PSI}$$

$$\text{BHP} = \frac{250 \times 125 \times 2.31 \times 1.0}{3960 \times 0.65} = 28 \text{ (30 HP)}$$

**Bomba de Servicio en Emergencia**

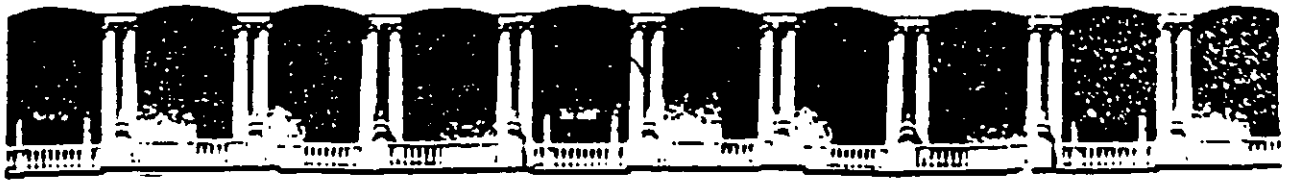
Q = 250 GPM FT = 288 125 PSI

GPH = 28 X 1.2 (% de más para la capacidad de bomba de emergencia)

BHP = 34

**\* NOTA:**

1.- LAS BOMBAS DE INCENDIO DEBERAN DE SER CAPACES DE SUMINISTRAR EL 150 % DEL GASTO A UNA PRESION DE DESCARGA NO MENOR DEL 65 %  
(VER FIGURA A-3-2.1 DEL NFPA - 20)



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

**CURSOS ABIERTOS**

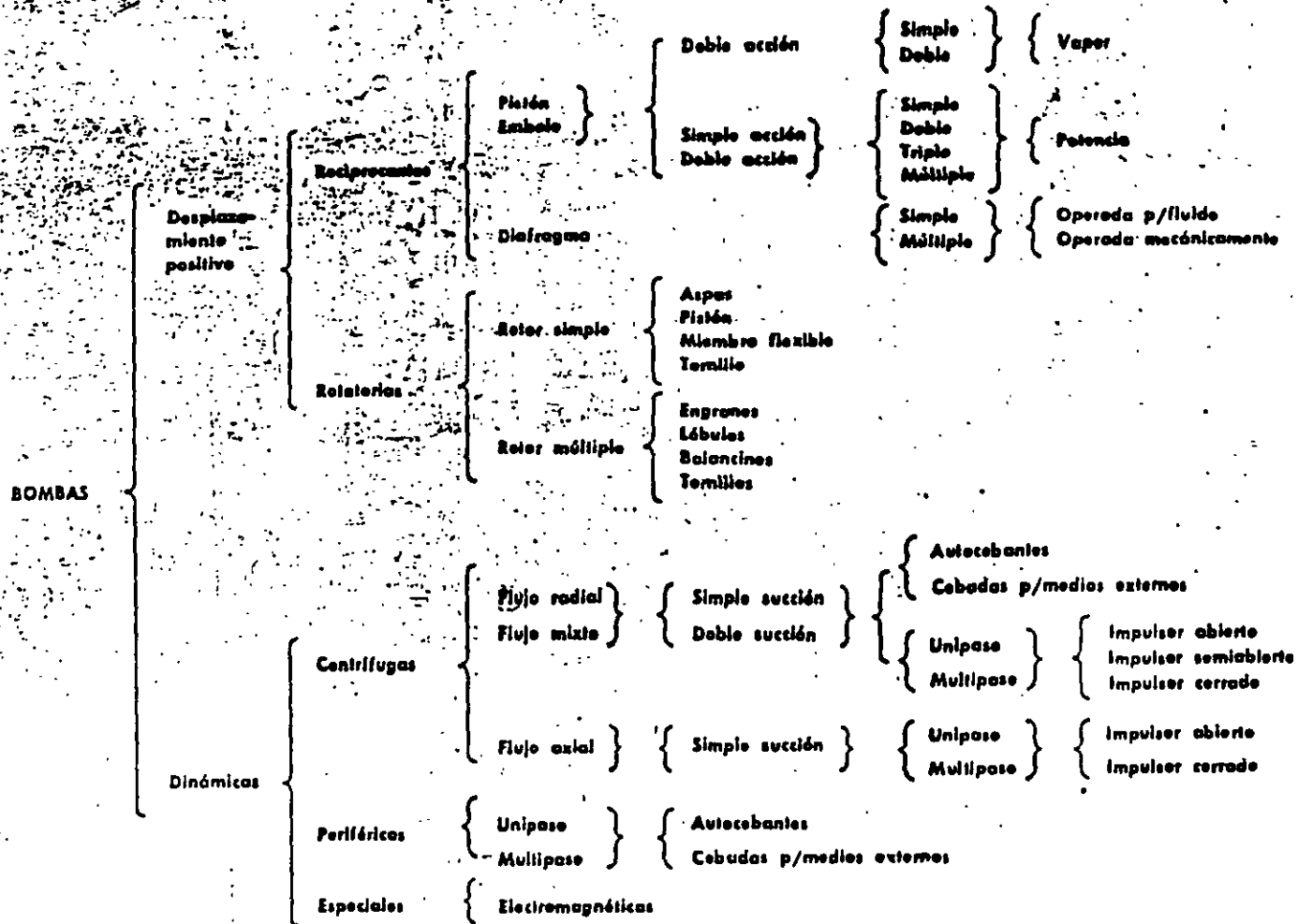
**INSTALACIONES HIDRÁULICAS, SANITARIAS  
Y DE GAS PARA EDIFICIOS**

**CLASIFICACIÓN DE BOMBAS**

**ING. HECTOR MEDINA LÓPEZ**

**1998**

## CLASIFICACION DE BOMBAS

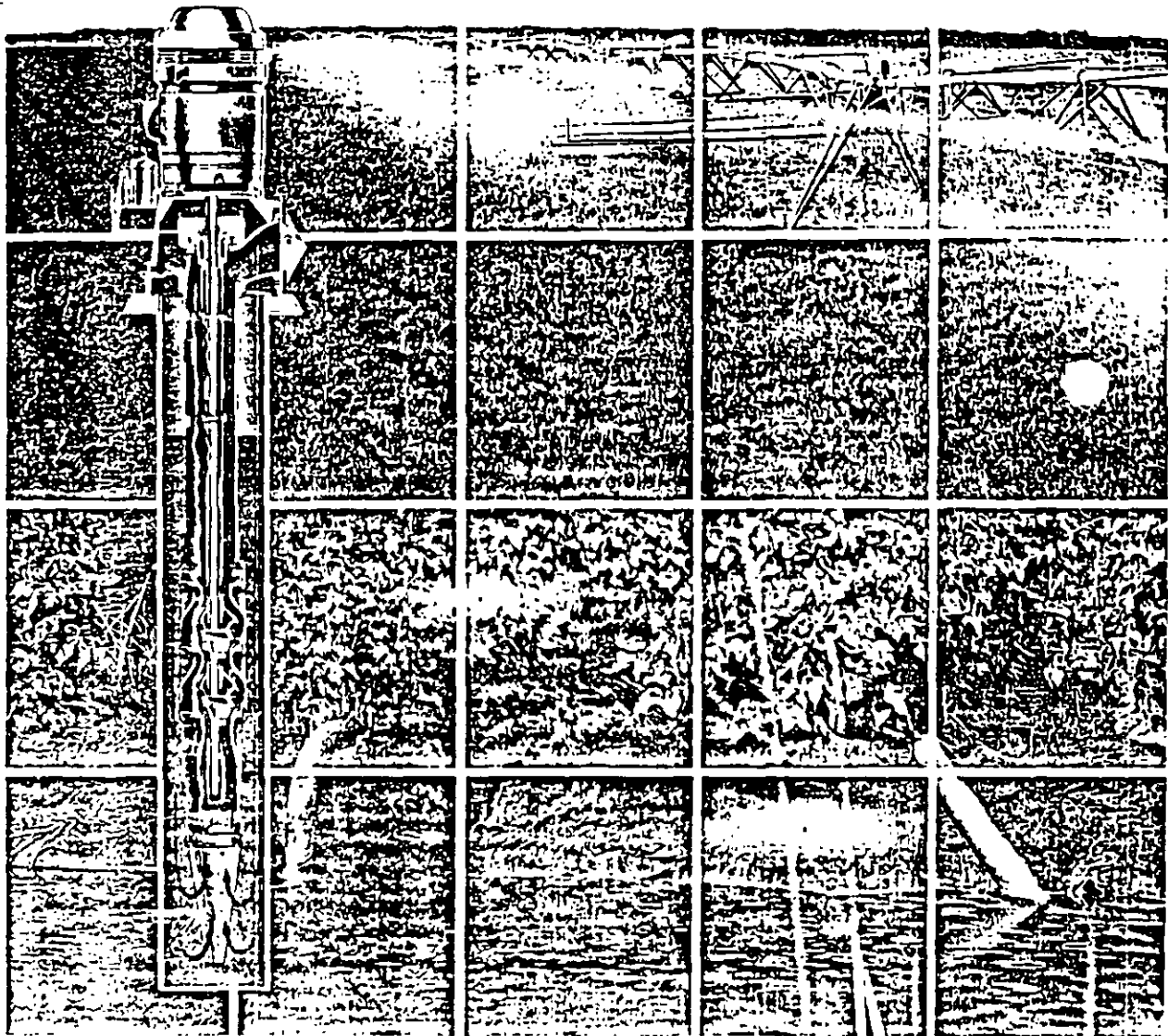


La clasificación anterior, nos permite apreciar la gran diversidad de tipos que existen y si a ello agregamos materiales de construcción, tamaños diferentes para manejo de gastos y presiones sumamente variables y los diferentes líquidos a manejar, etc., entenderemos la importancia de este tipo de maquinaria en las siguientes

aplicaciones que se cubren con detalle en la parte final de este libro.

Únicamente con el fin de orientarnos mencionaremos las aplicaciones principales que ilustramos con fotografías.

# Floway Vertical Pumps for Agriculture



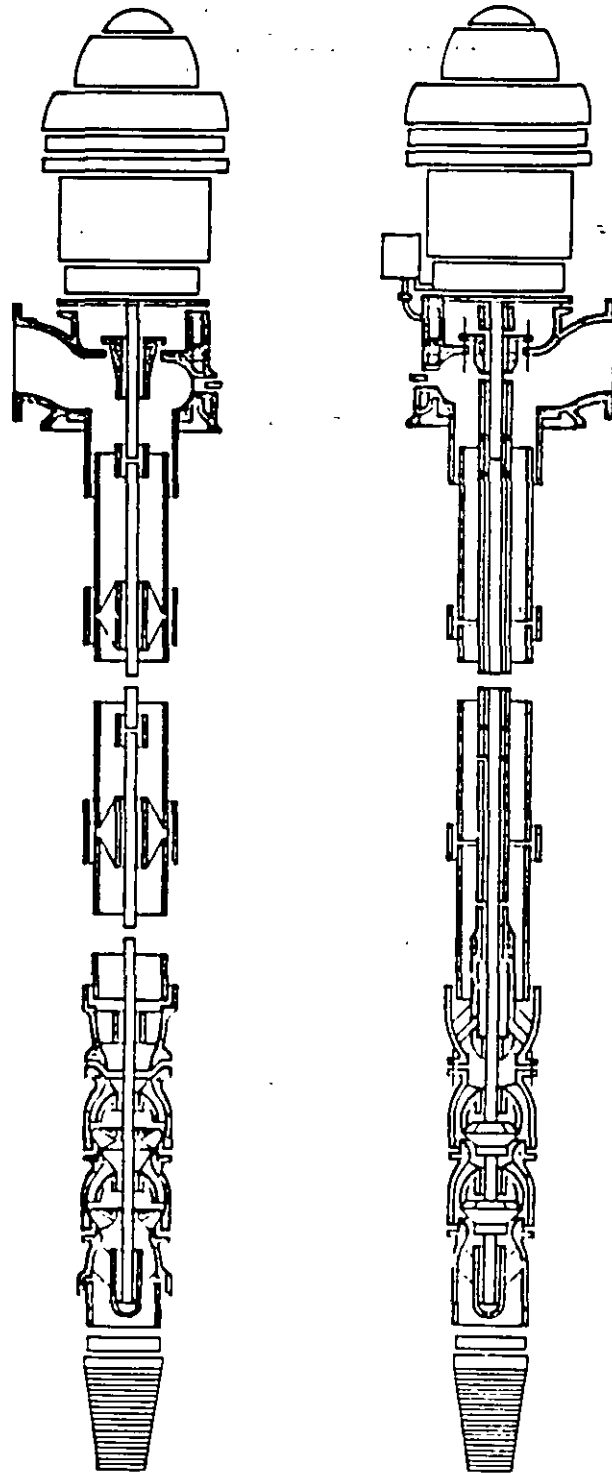
Peabody Floway *"There's a Difference..."*

# b. turbina

Unidades de bombeo tipo turbina con impulsores semlabiertos o cerrados y columnas lubricadas por agua o aceite con cabezal de descarga en hierro gris o placa de acero, ejecución en tipo sumergible para potencias de 1 a 200 Hp. para altas presiones con cuerpos de tazones reforzados y estoperos de alta presión.

Usos industriales, municipales y agrícolas. Cargas dinámicas hasta de 520 M.C.A. (sin utilizar tazón "booster").

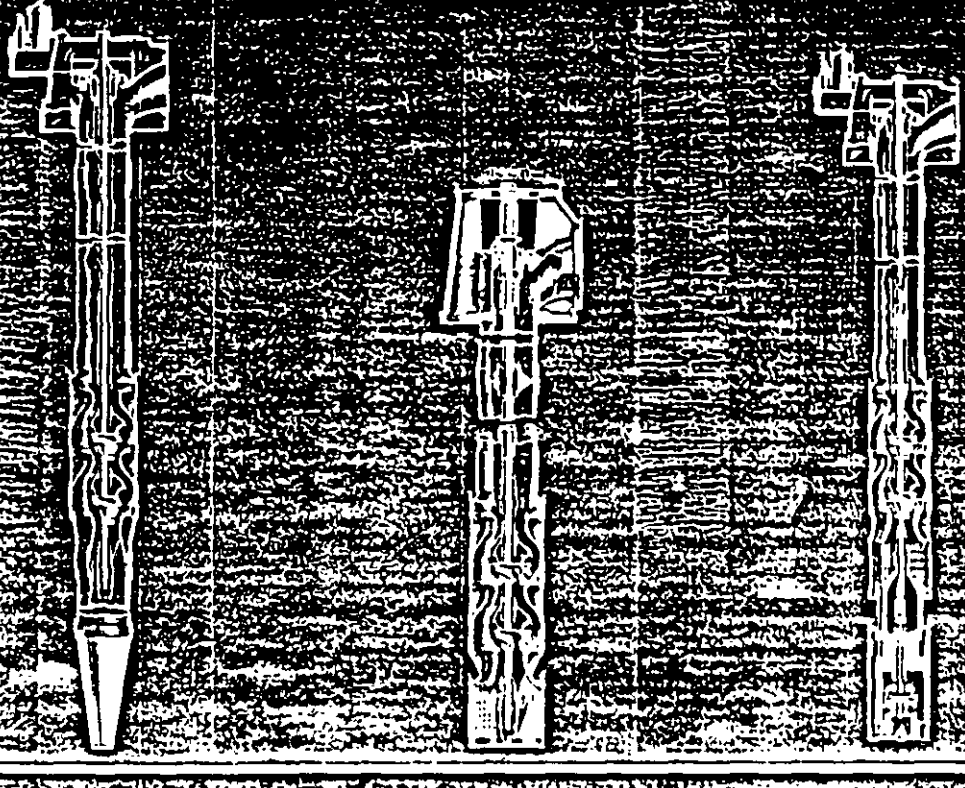
Gastos de 2 a 700 LPS con tazones de 101.6 mm. (4") a 609.6 mm. (24").



Bomba pozo profundo  
flecha  
lubricación por agua

Bomba pozo profundo  
flecha  
lubricación por aceite

# with a complete line of vertical pumps for municipal



## VERTICAL TURBINE PUMPS WATER LUBRICATED      OIL LUBRICATED      WATER LUBRICATED      UNISET

DESCRIPTION	Cast Iron Discharge Head – Standard Fabricated Discharge Head – Optional 5 Ft. Bearing Spacing with 10 Ft. or 20 Ft. Column Sections	Cast Iron Discharge Head 10 Ft. Bearing Spacing with 10 Ft. Column Sections Enclosed and Semi-open Impellers	Kingsbury Bowl Bearing (Eliminates Compensation for Lineshaft Stretch) Preset Impellers for Predictable, Efficient Performance	Ex... Oil... He...
-------------	--	--	--	--------------------------

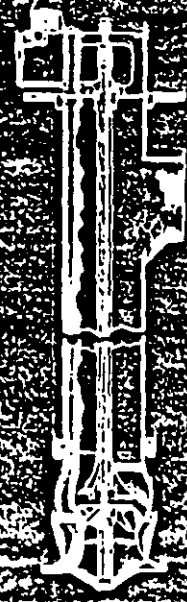
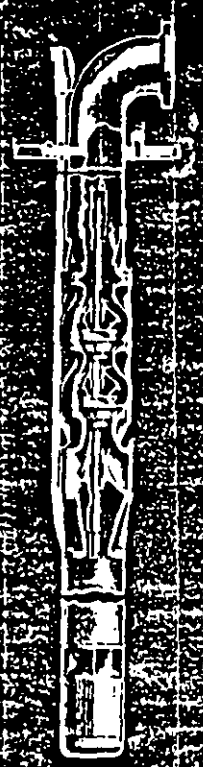
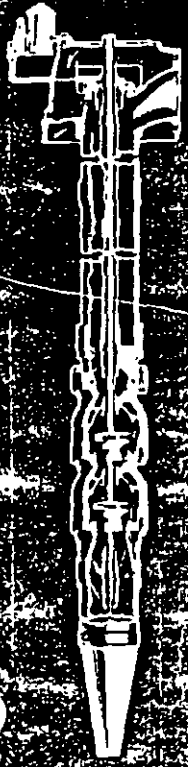
RATINGS	1770 RPM 4" Thru 22" Bowl Assemblies 50 To 8,000 GPM	3550 and 1770 RPM 4" Thru 22" Bowl Assemblies 50 To 8,000 GPM (With Semi-open Impellers 50 To 4,000 GPM)	1770 RPM 8" Thru 15" Bowl Assemblies 100 To 3,500 GPM To 15,000 Lbs. Hydraulic Thrust	17... 8"... 400...
---------	--	--	--	--------------------------

SERVICES	Well Pumps for Irrigation or Water Supply	Shallow Well Service up to 200 Ft. for Water Supply Pit Service for Treated Water	Deep Well Pumps for Irrigation, Water Supply, or Dewatering	De... Co... c...
----------	---	--	---	------------------------

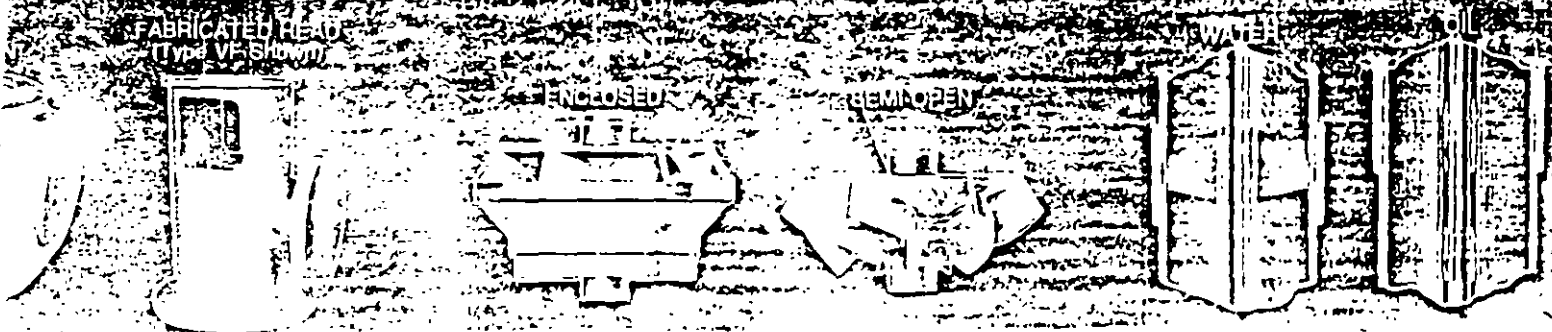
- Low Vibration
- Hardened bowl and impeller
- Chrome-plated bowls
- Hardened bowl bearings
- Positive oil lubrication
- Flashed stainless steel
- Specializing in bowls



# Vertical Applications.

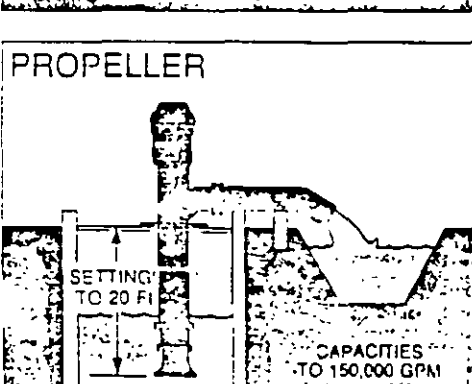
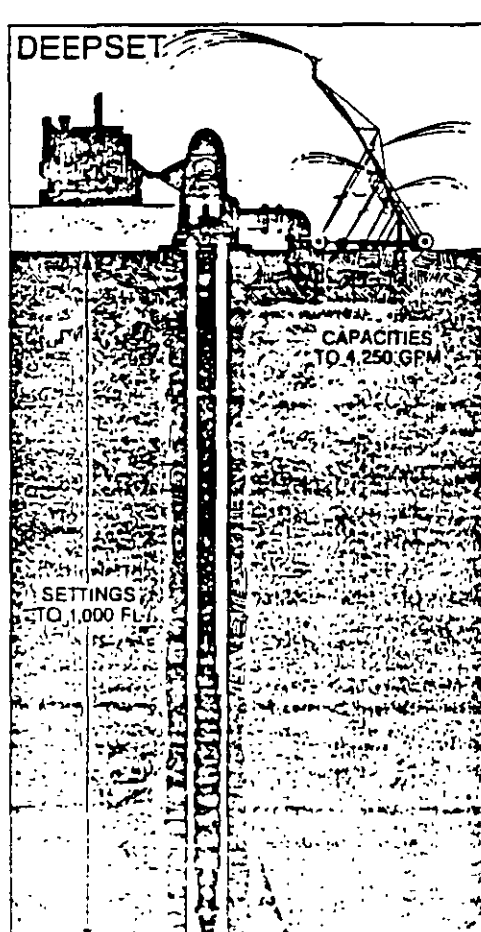
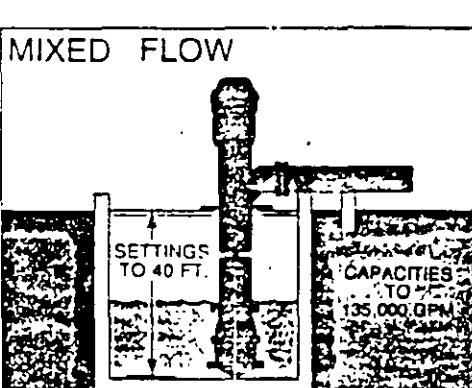
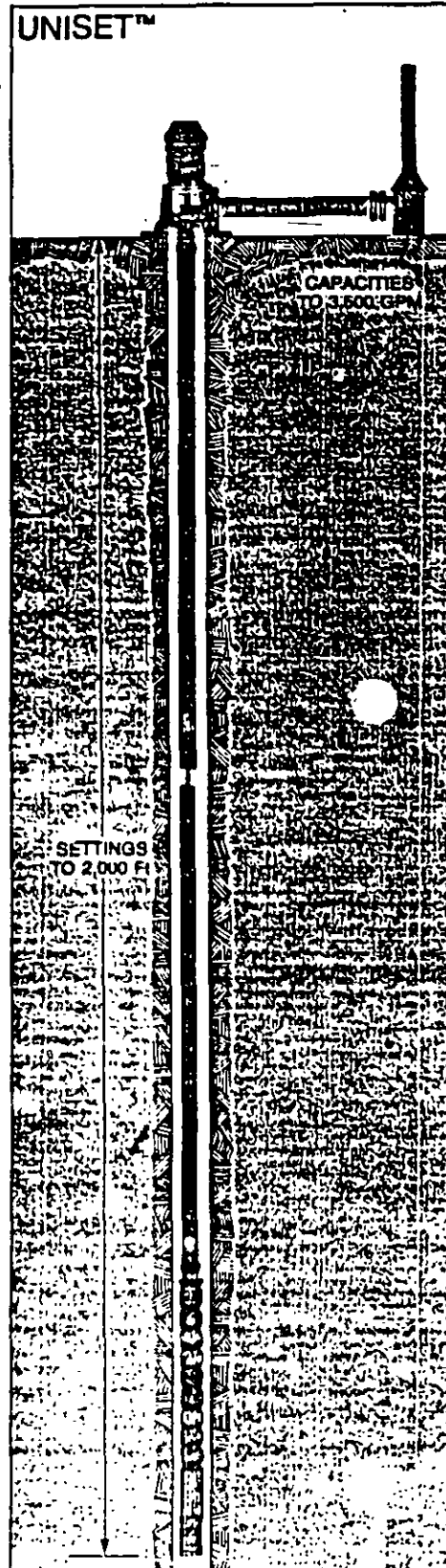
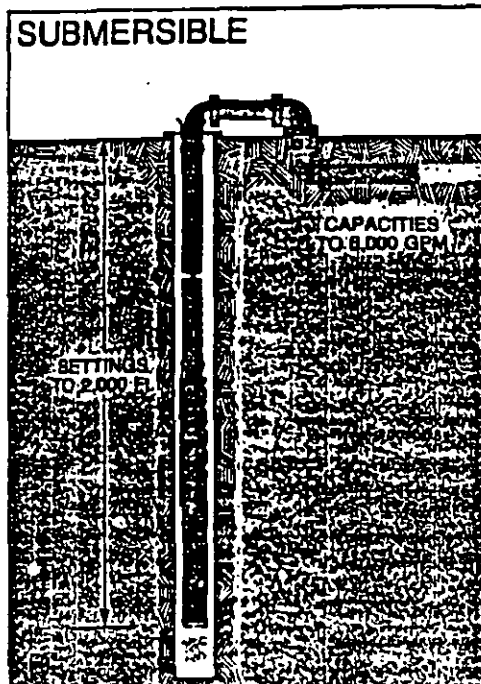
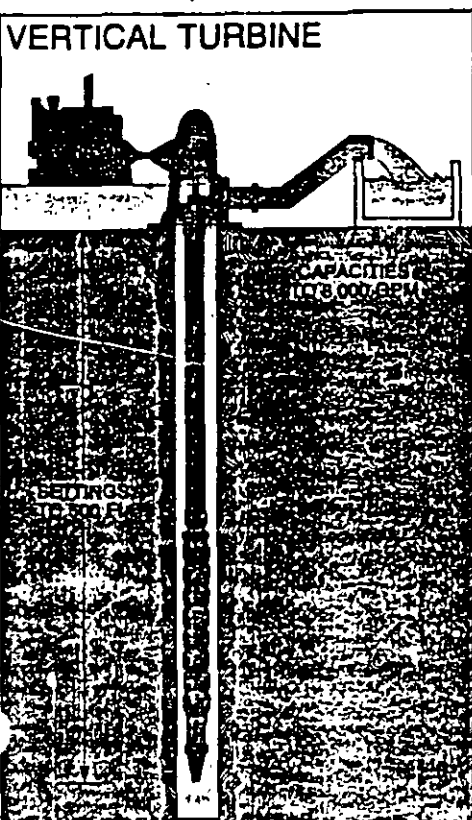


<p>Extra Lateral Construction to Allow Shaft Stretch Oil Lubrication with Special Tension Nut Available Heavy Duty Bowl with 1.12 to 1.75 Inches Lateral</p>	<p>Fabricated Surface Plate Quiet Unobtrusive Installation Grease Packed Suction Bearing with Stainless Steel Strainer</p>	<p>Oil Lubricated Shaft One-piece Fabricated Head Optional Baseplate or Angle Support Optional 90°, 45° or Flanged Discharge Optional Above Ground or Below Ground Discharge</p>	<p>Oil Lubricated Shaft One-piece Fabricated Head Optional Baseplate or Angle Support Optional 90°, 45° or Flanged Discharge Optional Above Ground or Below Ground Discharge</p>
<p>1770 RPM 8" Thru 12" Bowl Assemblies 400 To 4,250 GPM</p>	<p>3550 and 1770 RPM 4" Thru 15" Bowl Assemblies 50 To 6,000 GPM Motors to 475 HP</p>	<p>1,400 To 135,000 GPM Heads from 10 To 40 Ft</p>	<p>1,500 To 150,000 GPM Heads from 5 To 20 Ft.</p>
<p>Deep Well Pumps for Irrigation or Water Supply Construction Available for Sandy or Corrosive Service</p>	<p>Well pumps for Irrigation or Water Supply Booster Service — In-line or Can</p>	<p>Treated Sewage Effluent</p>	<p>Treated Sewage Effluent</p>

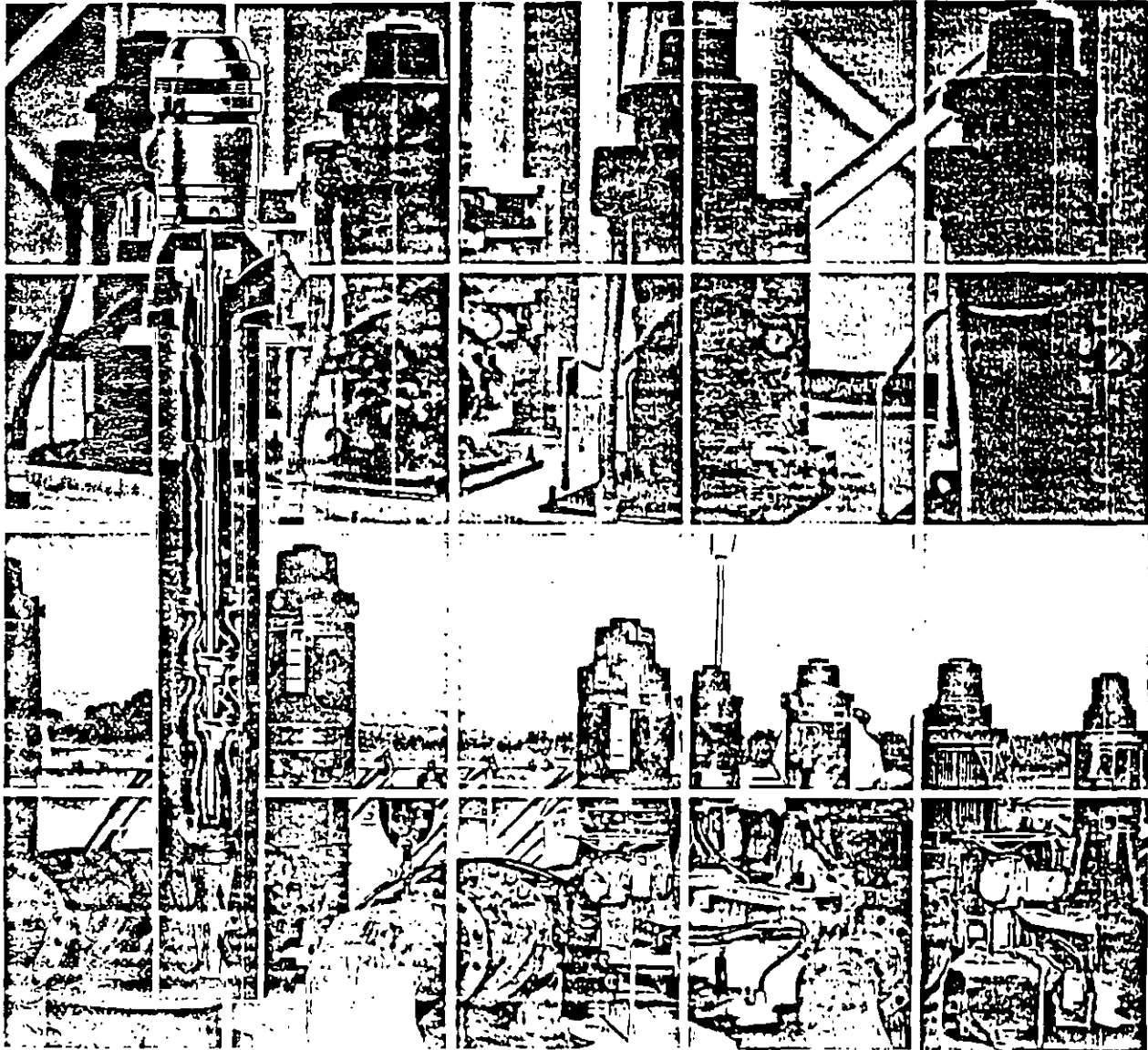




# meet exact irrigation needs

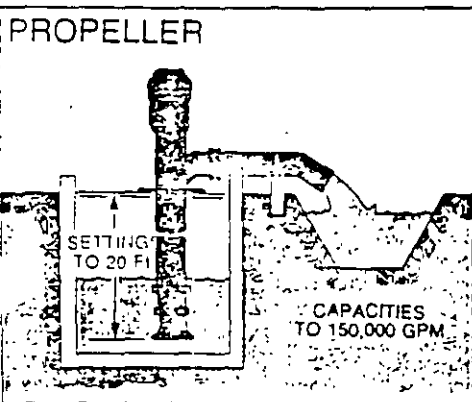
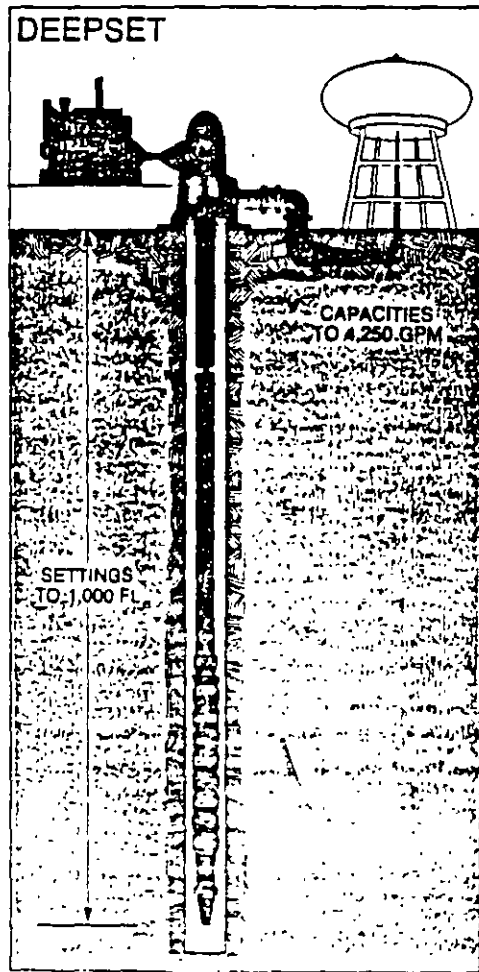
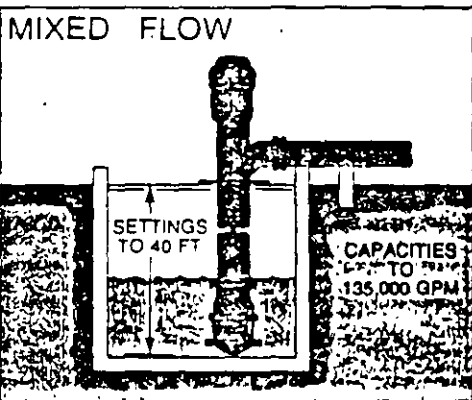
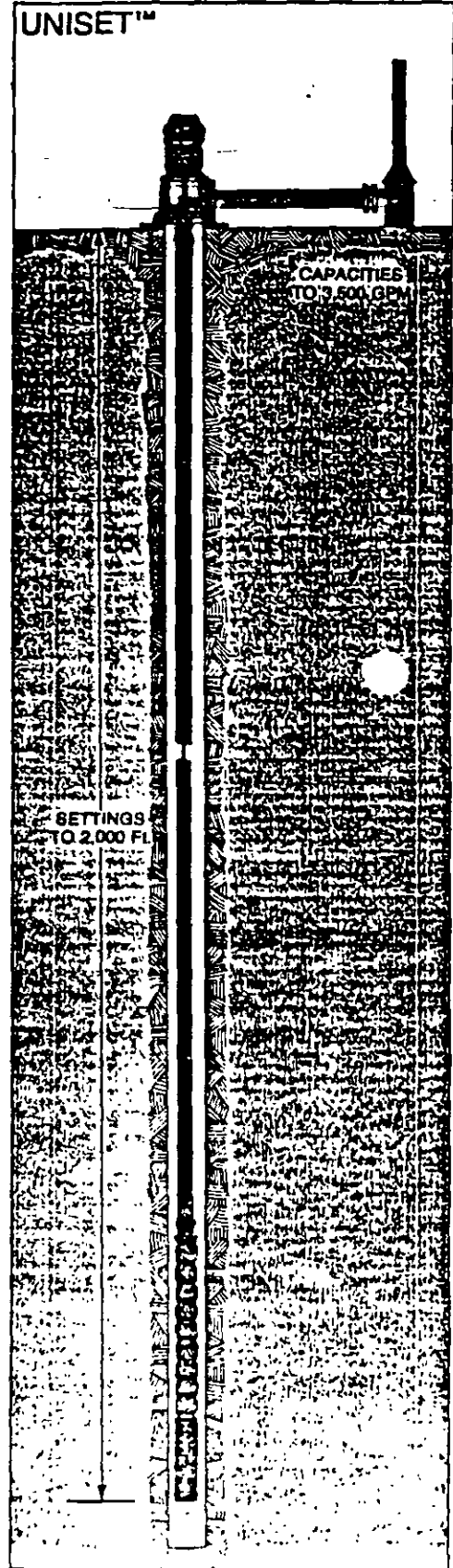
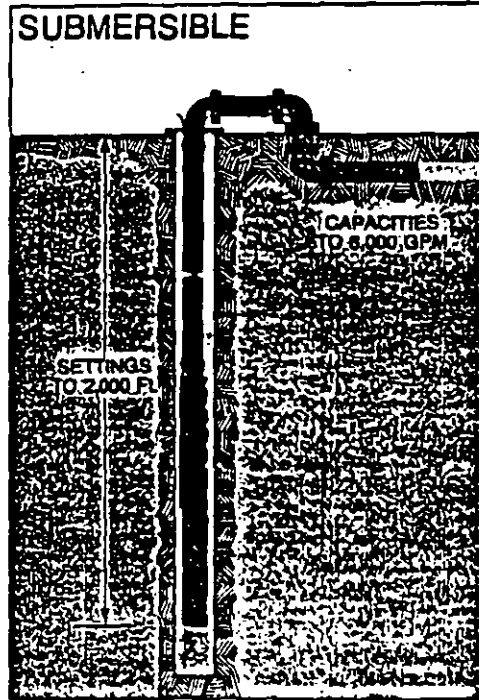
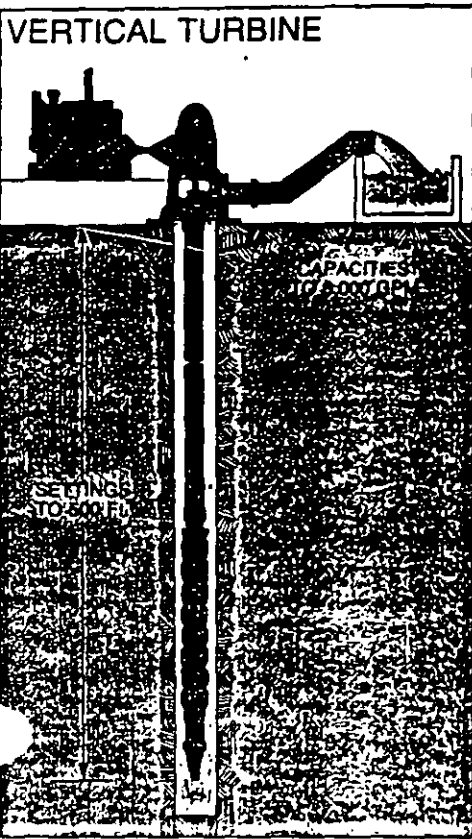


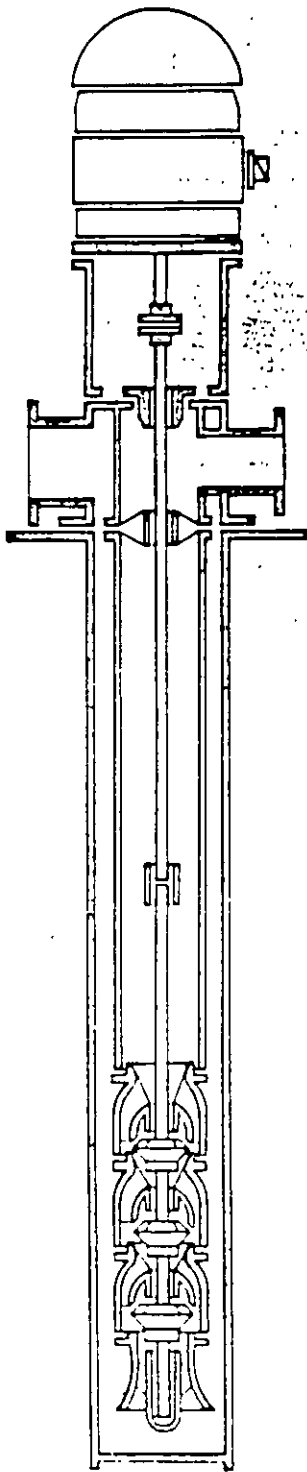
# Floway Vertical Pumps for Municipal Applications



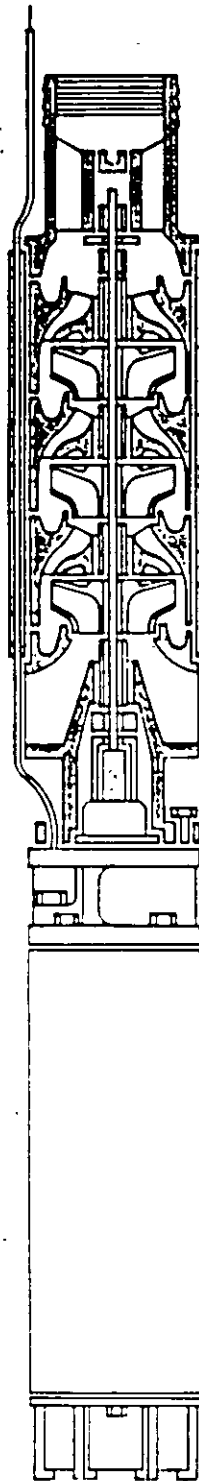
Peabody Floway "There's a Difference..."

# meet exact municipal needs

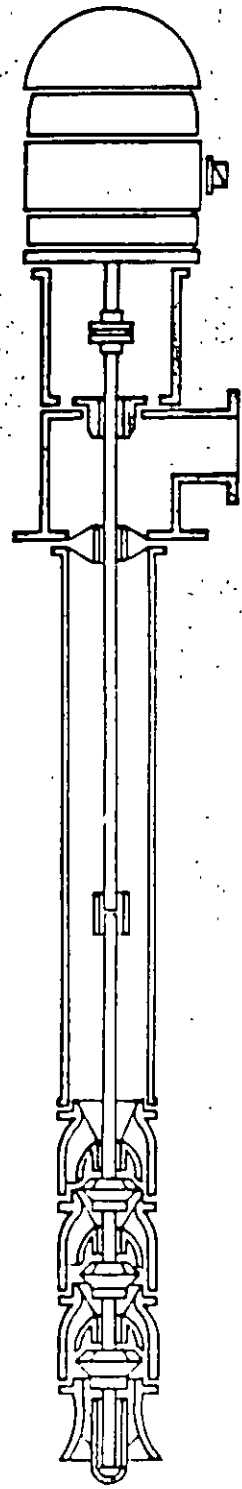




Bomba autocontenida

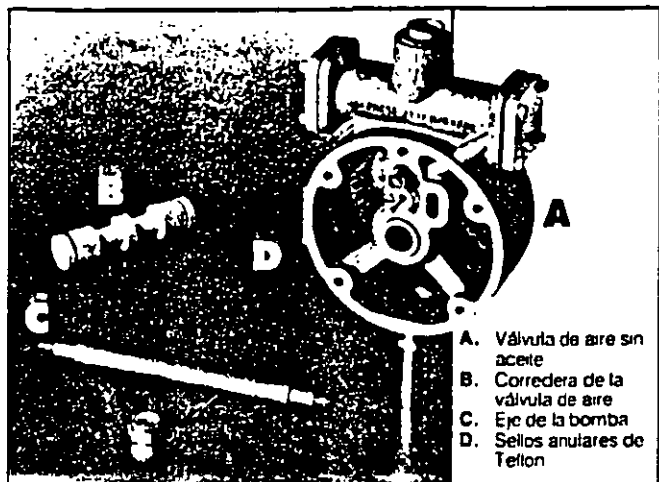


Bomba sumergible



Bomba industrial

# LAS BOMBAS DE DIAFRAGMA ACCIONADAS POR AIRE ITT MARLOW ESTAN DISEÑADAS PARA DURAR TODA LA VIDA...



A. Válvula de aire sin aceite  
 B. Corredera de la válvula de aire  
 C. Eje de la bomba  
 D. Sellos anulares de Teflon

## VALVULAS DE AIRE SIN ACEITE \* SIGNIFICAN AHORROS Y SEGURIDAD

**COSTOS DE OPERACION**—Las bombas convencionales de diafragma accionadas por aire, diseñadas con piezas móviles metálicas que hacen contacto entre sí, necesitan lubricación. El costo anual promedio del lubricante y del tiempo de mantenimiento para lubricar la bomba pueden ascender a la mitad del precio de compra de una bomba nueva.

**RENDIMIENTO CONFIABLE**—La bomba de diafragma accionada por aire Marlow está accionada por el aire comprimido disponible comúnmente en la fábrica. A diferencia de otras bombas de diafragma accionadas por aire, la característica de no requerir aceite elimina cualquier riesgo de que el aire comprimido sucio de la fábrica pueda hacer que el lubricante se vuelva pegajoso y ocasione un mal funcionamiento de las válvulas.

**SEGURIDAD CONTRA LA CONTAMINACION**—Si falla un diafragma, que es una pieza típicamente desgastable en todas las bombas de diafragma accionadas por aire, el aire sin aceite no presenta riesgo alguno de poder contaminar el líquido impulsado por la bomba.

\*PATENTE EE.UU. 4.491.574

**CORREDERA DE LA VÁLVULA DE AIRE**—La corredera de la válvula de aire no necesita lubricación y es impermeable a la mayoría de los productos químicos. A medida que la corredera se desplaza, el aire se dirige desde un lado de la bomba al otro lado, controlando simultáneamente la presurización de una cámara de diafragma y expulsión de la otra cámara. Si la bomba opera con aire limpio, la corredera no necesita prácticamente mantenimiento alguno. Durante la operación, la corredera está equilibrada en cuanto a presión, reduciendo así el desgaste y extendiendo grandemente la vida útil de la corredera. Las correderas de válvulas de aire son intercambiables entre los modelos de 1 y 1½ pulgadas y entre los modelos de 2 y 3 pulgadas. Las correderas de repuesto pueden usarse en cualquier cuerpo de válvula y no es necesario que sean juegos emparejados.

**EJE DE BOMBA**—El eje de la bomba ha sido tratado con nitrógeno líquido para asegurar una vida útil más larga bajo condiciones severas de fatiga y corrosión. (Las bombas convencionales de diafragma accionadas por aire incorporan ejes de acero normal que no pueden resistir tales ambientes).

**SELLOS ANULARES DE TEFLON**—La corredera de la válvula de aire está sellada contra fugas por sellos anulares de Teflon. Debido a que estos sellos son menos susceptibles al ataque químico, en el caso de producirse la falla de un diafragma, se necesitarían menos piezas de repuesto.

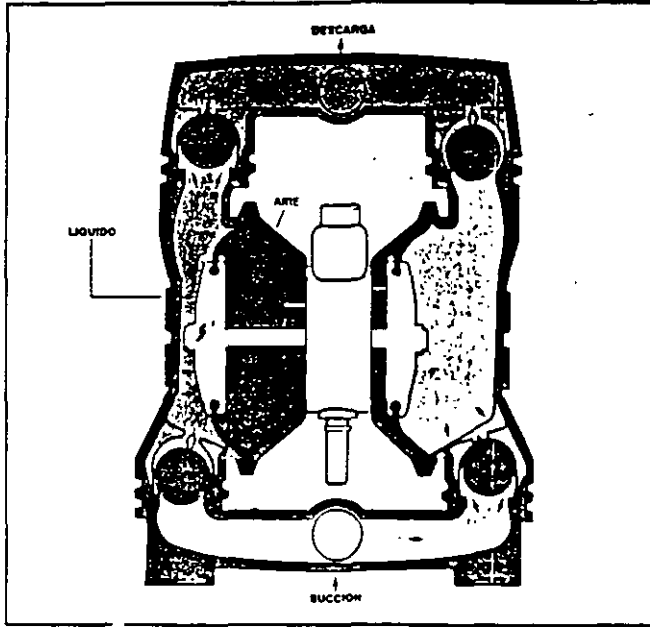
**SELLOS DE BOMBA**—Los sellos del eje y de válvula en la porción neumática de la bomba son autolubricados para que duren toda la vida útil de la bomba.

## ... Y ESTAN DISPONIBLES EN LOS SIGUIENTES TIPOS Y TAMAÑOS

TAMAÑOS	METALURGIAS	MATERIALES ELASTOMEROS
2.5 cm.	Aluminio	Neopreno
3.8 cm.	Acero inoxidable 316	Buna N
5 cm.	Hierro colado	Viton®
7.6 cm.		Norde®
		Teflon®
		Poliuretano

VITON®, NORDEL® Y TEFLON SON MARCAS COMERCIALES DE DUPONT CO.

# COMO TRABAJA LA BOMBA DE DIAFRAGMA ACCIONADA POR AIRE



Hay un diafragma flexible, fabricado de un material compatible con el fluido que se está bombeando, que bisecta cada una de las dos cámaras una a cada lado de la bomba. Los dos diafragmas están conectados por un eje que se mueve horizontalmente, flexionando simultáneamente los diafragmas.

Cada cámara de diafragma va dotada de una válvula de retención de entrada y de salida. Las dos válvulas de entrada están conectadas a través de un colector a un punto común de admisión. Las dos válvulas de salida están conectadas a la lumbrera de un colector de descarga.

En el centro de la unidad está la válvula patentada Marlow de distribución de aire sin aceite que controla simultáneamente la presurización en una cámara de diafragma y la expulsión en la otra cámara. El aire que entra en la cámara de la izquierda hace que el diafragma en tal cámara se mueva axialmente en un recorrido de descarga, forzando el líquido bombeado a través de la válvula de retención de salida hacia el interior del colector de descarga y fuera de la bomba.

Simultáneamente el diafragma de la derecha, conectado por la varilla al diafragma izquierdo movido por el aire, es atraído hacia adentro creando una succión que aspira líquido a través del colector de admisión y de la válvula de entrada, hacia la cámara de la derecha.

Al final de cada recorrido, la válv. de distribución de aire se desplaza automáticamente, invirtiendo el movimiento de los diafragmas. La cámara de la derecha, que se acaba de llenar, está ahora presurizada con aire detrás del diafragma y el líquido es evacuado. La cámara de la izquierda, que se vació previamente, se llena de nuevo.

## APLICACIONES TÍPICAS DE BOMBEO

**INDUSTRIA AERONAUTICA**—El bombeo de sumideros, bombeado de todos de las cabinas de pintura, por rociado, desechos industriales.

**INDUSTRIA AUTOMOTRIZ** Bombeo aceite de partes de prensas estampadoras y de otros equipos que tratan el metal (abrasivos), lechadas arenosas de fundiciones (lavado de núcleos), revestimientos de chasis por inmersión (tratamientos antioxidantes), grasas, aceites, pinturas, aceites refrigerantes, compuestos de lapiclar, aguas negras, ácidos y soluciones de limpieza en galvanoplastia.

**INDUSTRIA DE BEBIDAS**—Bombeo lupulos agotados, lechadas de levadura, desechos de lavado de botellas con etiquetas de aceite.

**INDUSTRIA PETROQUIMICA**—Bombeo productos químicos abrasivos y corrosivos, lechadas, petróleo, aceites, arcilla de Bentonite (barro de perforador), solventes, grasas, jabones, cosméticos, aceites de limpieza, lodos de tanques de refinera, revestimientos, adhesivos, colas, pasta abrasiva "rouge" y lechadas de oxido de hierro.

**ARCILLA Y CERAMICA**—Bombeo barbotinas y vidriados de cerámica, litas, arcillas de prensa filtrante.

**APARATOS ELECTRICOS Y**

**ELECTRODOMESTICOS**—Bombeo piezas de porcelana, lechadas de baquelita, pinturas, esmaltes, lechada de cerámica para aisladores.

**ALIMENTOS**—Bombeo mermeladas, jaleas, aderezos lechadas de alimentos para perros, chocolate, cremas, manicomio de cacahuete, jugos, jiribon, levaduras, vinos, desechos.

**VIDRIO Y FIBRA DE VIDRIO**—Manipulación de pastas abrasivas "rouge" para el pulido de lentes ópticas lechadas de desechos de vidrio y lechadas de cortar.

**INDUSTRIA MARINA**—Limpieza de embarcaciones, pozos de desagüe, pantanos, cajas dique, protección contra incendios, aguas negras de tanques de retención, perforaciones costaluera, lechadas de chorros de arena.

**METAL Y ACERO**—Bombeo incrustaciones de molinos, productos químicos para tanques de limpieza de metales, lechadas arenosas de fundiciones, aceites de palma, aceites de collar.

**MINERIA Y CONSTRUCCION**—Achique minas, sitios de construcción, artesones, túneles.

**PIINTURA**—Bombeo pintura litas esmaltes solventes, látex, pigmentos, aditivos, inhibidores, resinas, secadores.

**PAPEL Y MADERA**—Bombeo revestimientos lechadas para enlucido de techos, desechos, preservativos de madera, aguas de fabricación, colas adhesivos, laminados.

# Marlow Pumps

P.O. Box 200  
Island Park, NJ 07432 EE.UU.  
(201) 444-6900 Telex: 13 0150  
PARAFAX (201) 444-3900

P.O. Box 711  
Langens, Telex 75091 EE.UU.  
(212) 53 7211

55 Rue, J.B. 104  
Green, Quebec H1H 1H1, Canada  
(514) 821-1020 Telex: 0695 6538

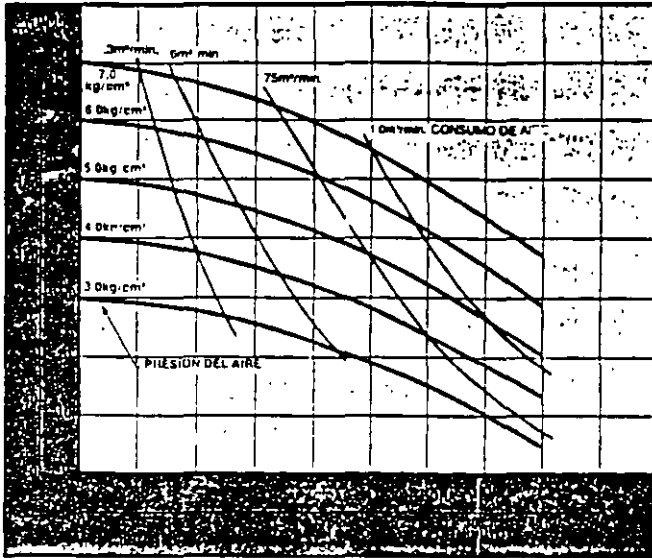
Western House 200, 200, 200 Ltd.  
Stansted, Essex CM1 1BN Inglaterra  
011 44 279 812911 Telex: 817559

# RENDIMIENTO EN FUNCION DE LA EFICIENCIA...

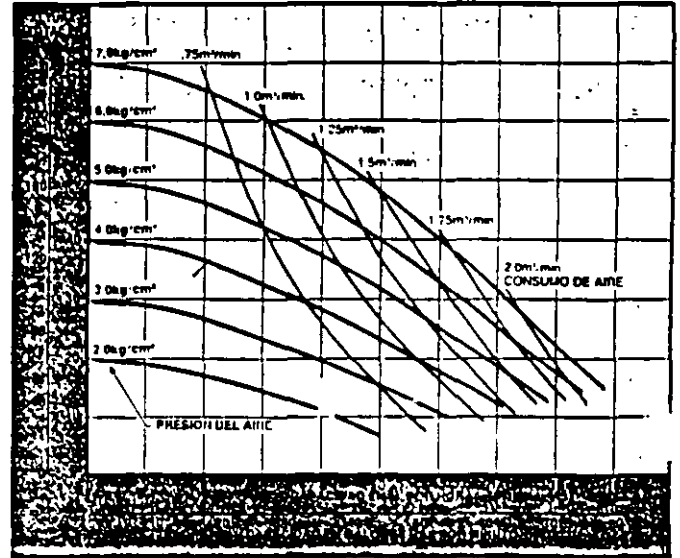
Las bombas de diafragma accionadas por aire ITT Marlow son las más eficientes de este tipo disponibles en el mercado. Si comparamos sus requisitos de aire con los de otros fabricantes, vemos que las bombas de diafragma

accionadas por aire ITT Marlow utilizan un promedio menor de aire para el mismo rendimiento de bombeo. Esta eficiencia superior se traduce en un gran ahorro en los costos de operación.

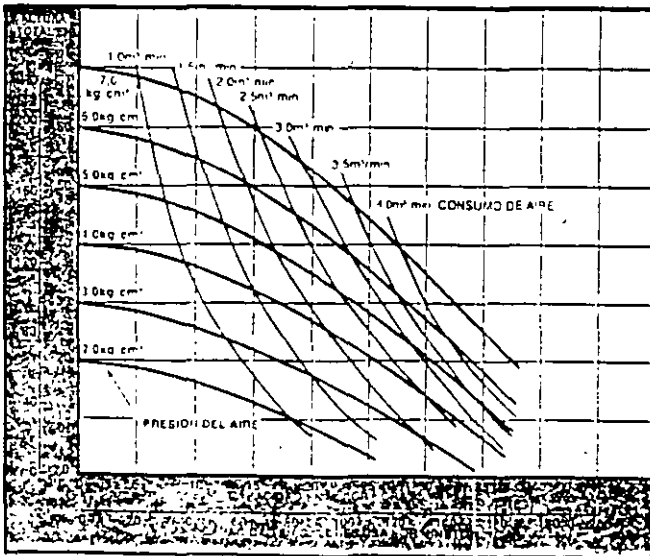
## 2,5 cm. MODELO 1AOD



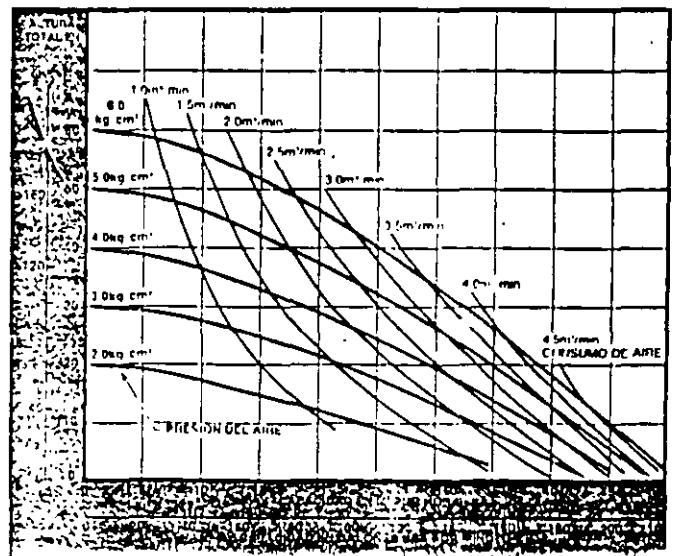
## 3,8 cm. MODELO 1 1/2 AOD



## 5 cm. MODELO 2AOD



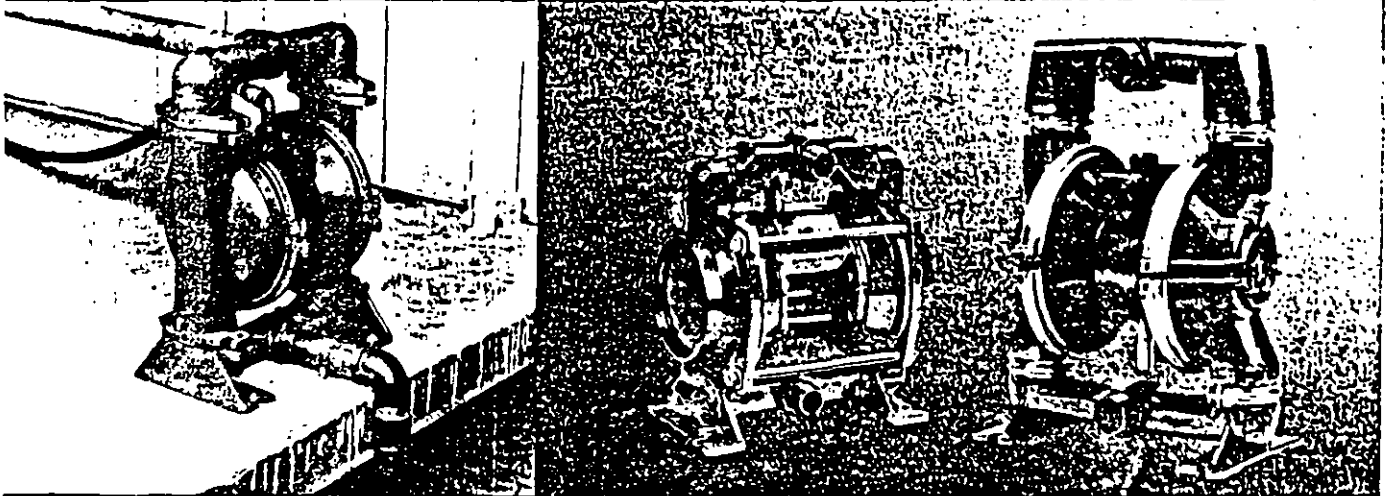
## 7,6 cm. MODELO 3AOD



Las curvas de rendimiento que aparecen en este boletín, gracias a las pruebas de laboratorio y pruebas reales efectuadas en bombas normales de producción, reflejan un rendimiento promedio para

todos los metales y todos los elastómeros, incluyendo el Teflón (El es necesario reducir el rendimiento nominal de las bombas cuando se utilizan de sellos de Teflón.)

# BOMBAS DE DIAFRAGMA SIN ACEITE ACCIONADAS POR AIRE ITT MARLOW



*Las bombas de diafragma sin aceite accionadas por aire ITT Marlow representan el primer avance importante en 25 años en el diseño y operación de bombas de diafragma accionadas por aire. Es la tecnología moderna aplicable a los requisitos de hoy y de mañana.*

## **VENTAJAS**

- Elimina el costo del aceite y el tiempo requerido por la mano de obra para lubricar las bombas
- Elimina el riesgo de que se contamine con aceite el líquido impulsado por la bomba
- Elimina las fallas en el funcionamiento de la bomba debidas a una lubricación inadecuada

## **AHORROS**

- Reduce los costos de operación gracias a una eficiencia superior
- Reduce los costos de mantenimiento puesto que no existe contacto alguno de metal a metal en el área de la corredera
- Reduce el riesgo de falla mecánica debido al uso de un menor número de piezas

Marlow Pumps **ITT**

Distribuidor autorizado



Figura 1. Bombas para manejo de diferentes sustancias químicas.

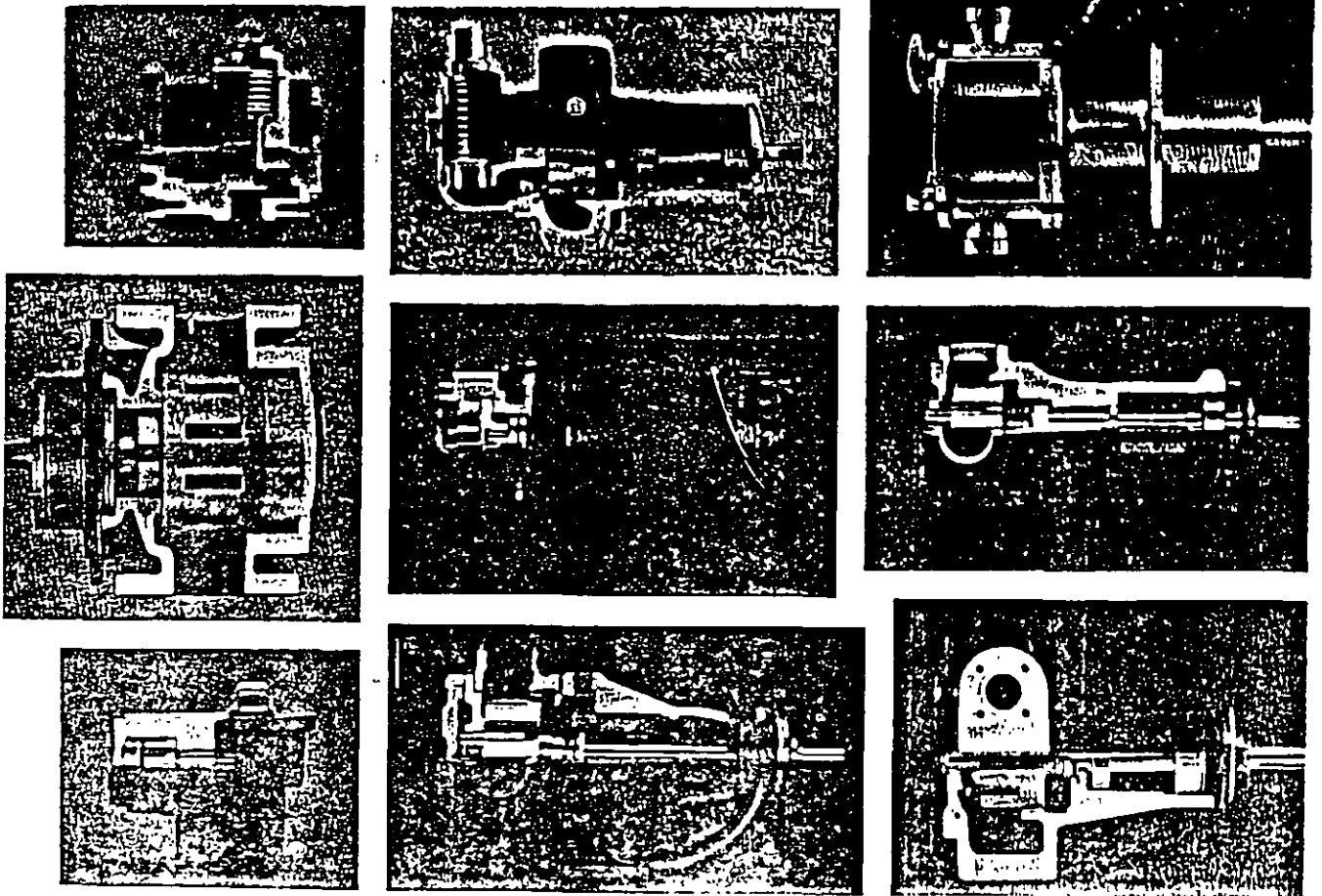
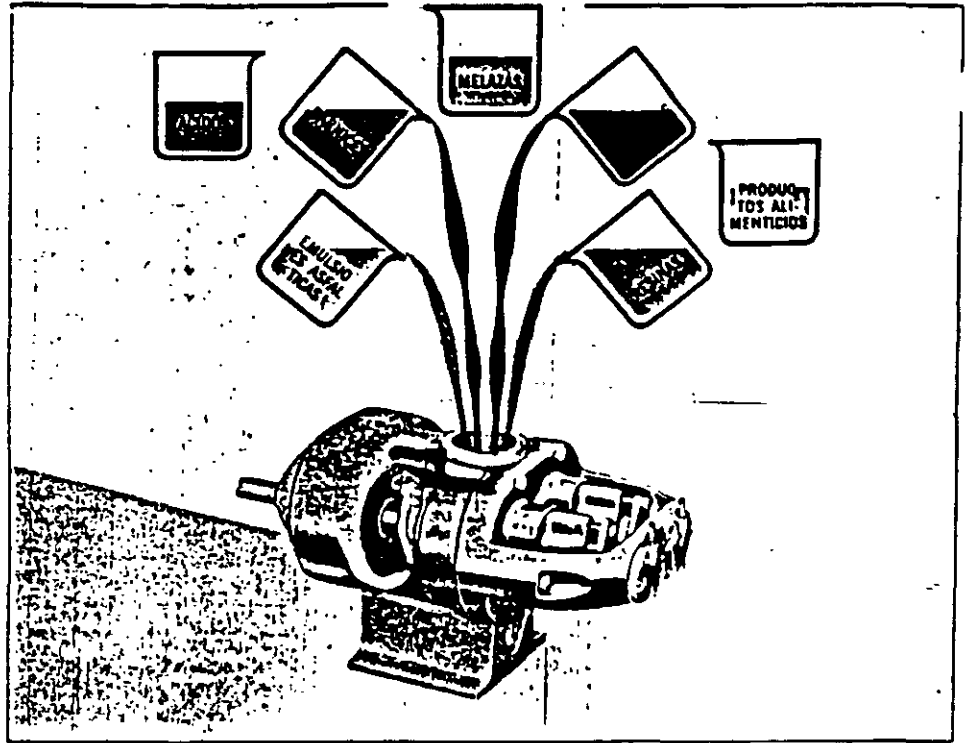
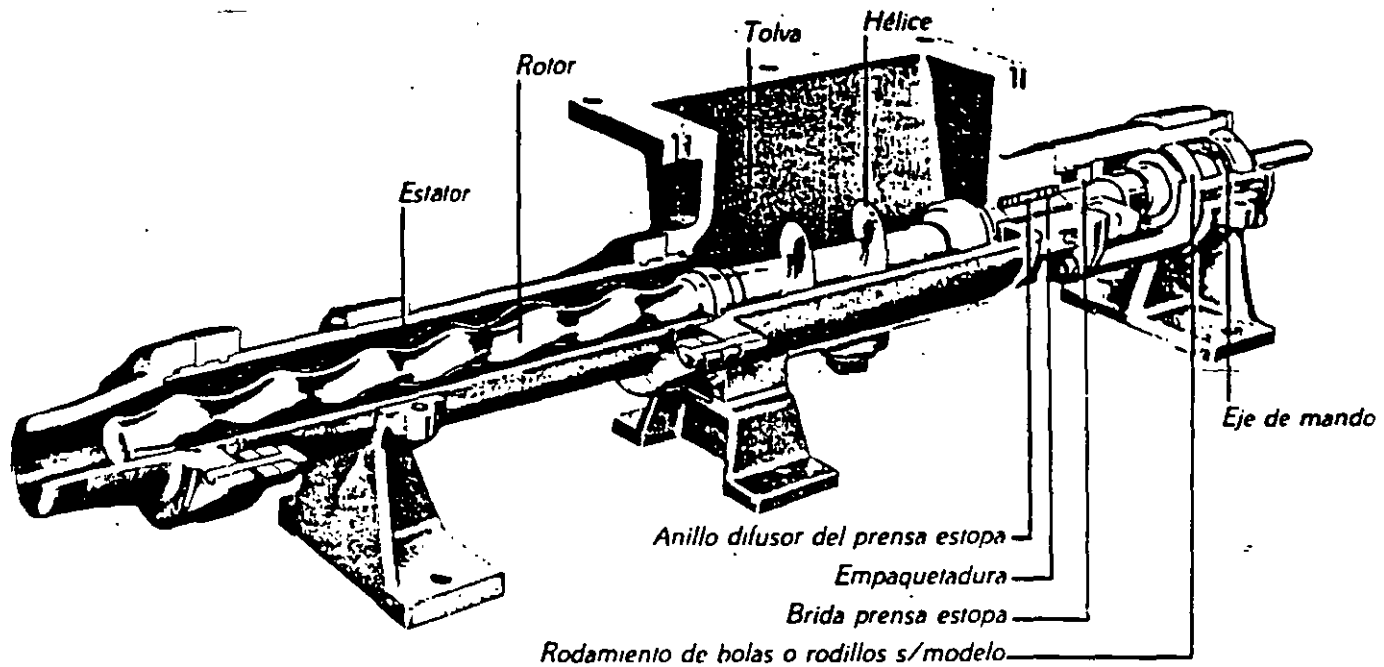


Figura 2. Bombas rotatorias para manejo de aceites, mieles, fibras, etc  
(Cortesía Viking Pump)

# ABIERTA



Si usted tiene problemas de bombeo de alta viscosidad, aconsejamos el uso de bombas Moineau modelo J, de "Garganta" abierta; Una hélice angular, girando dentro de una tolva amplia, obliga a fluido a penetrar dentro de los elementos de bombeo (rotor-estator) actuando como alimentador. Así pueden ser bombeados fluidos muy viscosos, con valores de hasta 1.000.000 centipoise, y también líquidos conteniendo sólidos en suspensión, tales como; grasa de litio, enduido plástico, cintoplan cemento liviano, pulpa de papel, carbonato de calcio, lechada de cal, brea para techos, adhesivos, etc. Este modelo es construido en 8 distintos tamaños, cubriendo así una amplia gama de diversas capacidades y presiones.

La operación de las bombas Moineaus, podrían compararse a la de un tornillo transportador de alta precisión. Como el rotor gira dentro de un estator, se forman cavidades, las cuales progresan hacia el final de la descarga de la bomba, llevando el material que se desea transportar.

Aunque las bombas Moineaus no son diseñadas especialmente en cada caso, la amplia selección de los materiales de construcción y componentes de las bombas permite seleccionar exactamente el diseño necesitado para casi todas las aplicaciones.

Los rotores son construidos normalmente con aceros especiales, utilizados para herramientas, endurecidos mediante tratamientos térmicos para mayor resistencia a la abrasión, o de acero inoxidable de calidad 304 o 316, para resistencia a la corrosión. Gruesas capas de cromo duro son aplicadas a todos los rotores para incrementar así la resistencia a la abrasión.

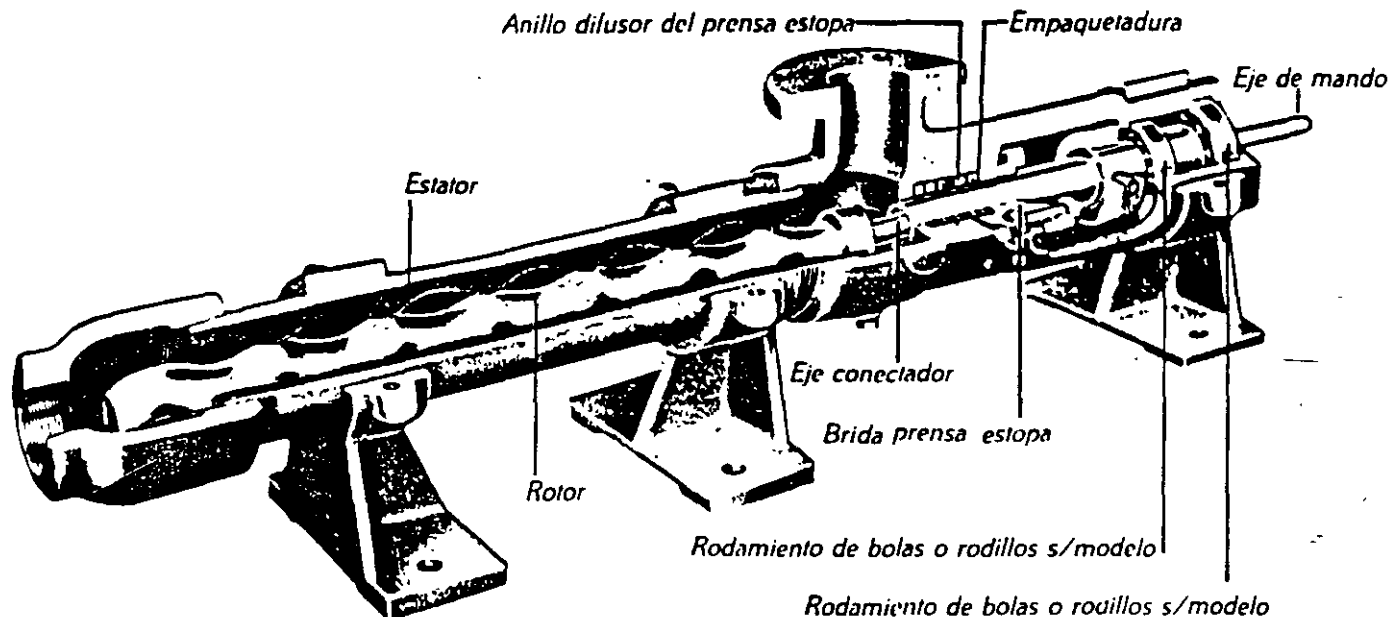
Los estatores son fabricados en una amplia variedad de materiales, dependiendo de la sustancia bombeada. Para aplicaciones químicas o bombeo de aceites son utilizados estatores de goma sintética, Buna N, Butyl,

o viton. Para bombeo de líquidos abrasivos se utiliza goma natural más blanda. Para grandes presiones se usan gomas sintéticas de mayor dureza. También cuando los fluidos que se desean bombear así lo requieren podemos suministrar los estatores mecanizados en acero o teflón.

Una correcta aplicación de las bombas Moineaus, requiere un total conocimiento del líquido que se desea bombear y también detalles de las condiciones operativas. Sustancias altamente abrasivas requieren baja velocidad y estatores de goma natural blanda. Rotores construidos resistentes a la abrasión y suficientemente largos para reducir las pérdidas al mínimo.

Altas temperaturas requieren rotores de menos medida, para compensar la natural expansión térmica del estator de goma. Los líquidos que causan deterioro a las gomas naturales, tal vez requieran gomas sintéticas o aún estatores de metal o teflón.

Los líquidos de alta viscosidad requieren bombas de gran largo de los elementos de bombeo, operando a baja velocidad.



## **LAS BOMBAS Moineaus COMBINAN SUS INCOMPARABLES CARACTERISTICAS CON LAS DE LAS BOMBAS DE DESPLAZAMIENTO POSITIVO**

### **Desplazamiento positivo**

Un solo elemento, girando dentro de un estator de goma, teflon a acero, genera cavidades progresivas y un desplazamiento positivo, otorgando un caudal predecible, uniforme y continuo. La altura es independiente de la velocidad y la presión y es predecible para todas las condiciones de operación.

### **Caudal medido y sin pulsaciones**

La descarga es uniforme sin pulsaciones e idénticamente similar bombeando líquidos claros y limpios o densos y viscosos. La capacidad es aproximadamente proporcional a la velocidad. Con un variador de velocidad la bomba se comporta como un elemento de control de cualquier proceso.

### **Alto poder de succión**

Las bombas Moineaus pueden aspirar agua hasta 8.50 mts. de profundidad.

### **Capacidad mantenida aun bajo amplias variaciones de NPSH**

La performance de las bombas Moineaus se mantienen aun bajo grandes fluctuaciones de la presión de succión. Por ejemplo: un cambio de entre 3.50 mts. de aspiración negativa a 3.50 mts. de aspiración positiva no modificaría la capacidad de la bomba. La capacidad

está directamente relacionada con la velocidad y no con los cambios de la altura de succión, dentro de los parámetros indicados.

### **Marcha silenciosa**

El rotor girando dentro de un elástico estator de goma, genera poco ruido. El nivel de ruido de la bomba funcionando es mucho menor que 90 dB. Generalmente ésta hace menor ruido que el motor que acciona a la bomba.

### **Bombea líquidos con variables cantidad de sólidos y abrasivos**

Las bombas Moineaus son prácticamente inafectadas por el contenido de sólidos o abrasivos. Solo la potencia requerida aumenta cuando extraordinarios cambios de contenido de sólidos ocurre.

### **Reversible**

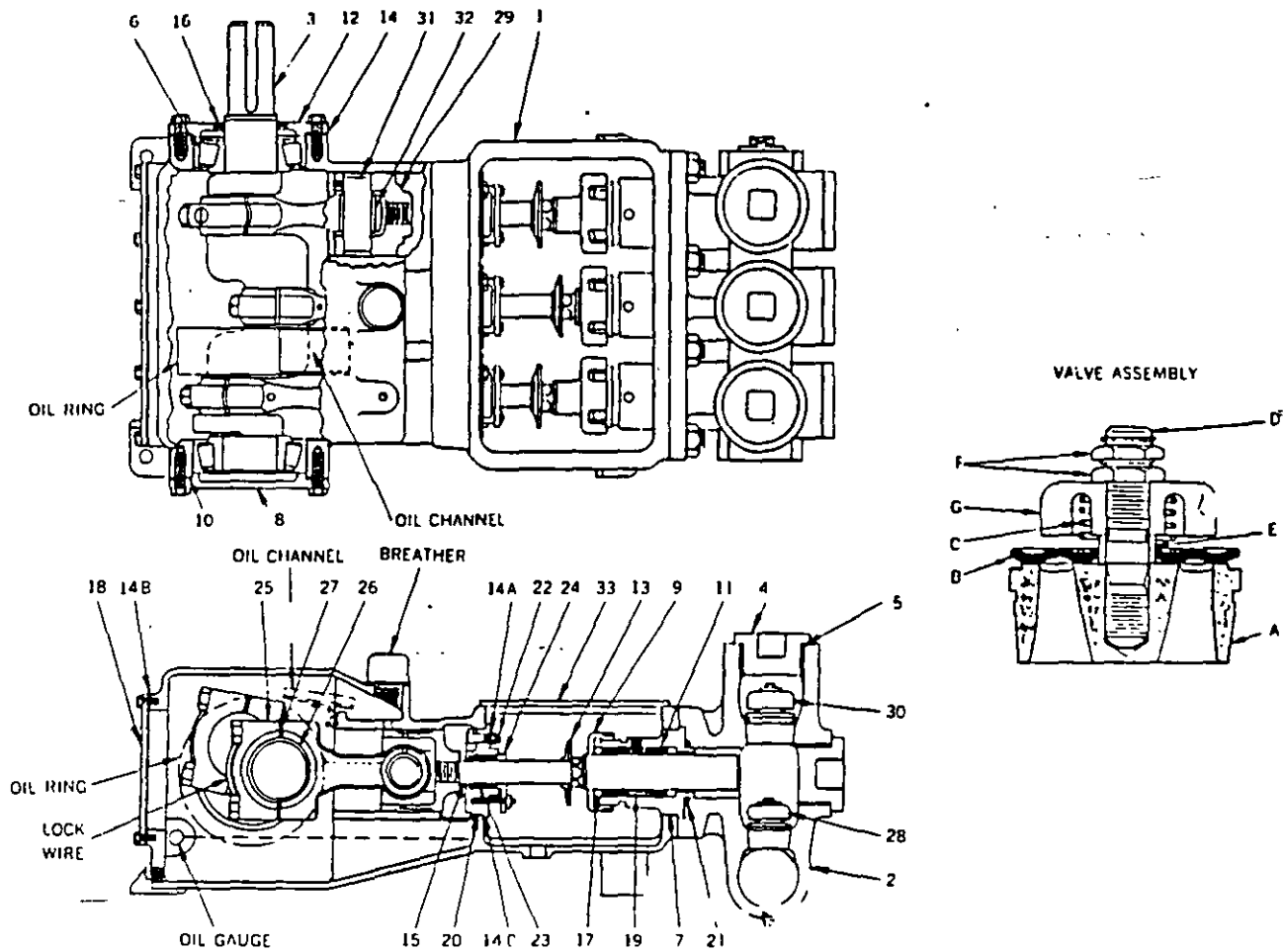
La rotación de las bombas Moineaus "standard" es reversible. La performance es idéntica en ambos sentidos.

### **Adaptable**

Hay bombas Moineaus para prácticamente todos los fluidos que puedan empujarse a través de un tubo. [ El líquido livianos hasta lodos abrasivos y sustancias conteniendo partículas relativamente largas. El amplio rango de materiales con los que se puede construir los elementos de bombeo, asegura que usted puede obtener la adecuada bomba para uso en su particular aplicación



# reciprocating pumps, power nomenclature

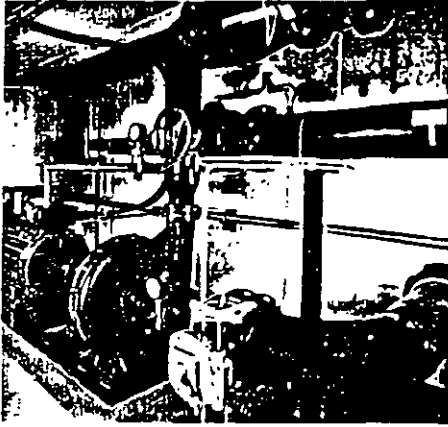


**HORIZONTAL TRIPLEX POWER PUMP**

**Fig. 11**

- |                         |                               |                            |
|-------------------------|-------------------------------|----------------------------|
| 1 — Frame               | 14C — Gasket                  | D — Stud                   |
| 2 — Liquid Cylinder     | 15 — Plunger                  | E — Sleeve                 |
| 3 — Crankshaft          | 16 — Oil Seal                 | F — Lock Nut               |
| 4 — Cylinder Head       | 17 — Plunger Packing Ring     | G — Guard                  |
| 5 — "O" Ring            | 18 — Frame Rear Cover         | 29 — Crosshead             |
| 6 — Main Bearing        | 19 — Lantern Gland            | 30 — Discharge Valve       |
| 7 — Stuffing Box        | 20 — Diaphragm Stuffing Box   | (Complete)                 |
| 8 — Main Bearing Cover  | 21 — Stuffing Box Gasket      | A — Seat                   |
| 9 — Stuffing Box Nut    | 22 — Hook Bolt                | B — Valve                  |
| 10 — Shim               | 23 — Packing (Power End)      | C — Spring                 |
| 11 — Packing (Plunger)  | 24 — Gland                    | D — Stud                   |
| 12 — Main Bearing Cover | 25 — Connecting Rod and Cap   | E — Sleeve                 |
| (Drive End)             | 26 — Crankpin Bearing Shel.   | F — Lock Nut               |
| 13 — Deflector          | 27 — Connecting Rod Shim      | G — Guard                  |
| 14 — Gasket             | 28 — Suction Valve (Complete) | — Crosshead Pin            |
| 14A — Gasket            | A — Seat                      | 32 — Crosshead Pin Bushing |
| 14B — Gasket            | B — Valve                     | 33 — Frame Top Cover       |
|                         | C — Spring                    |                            |

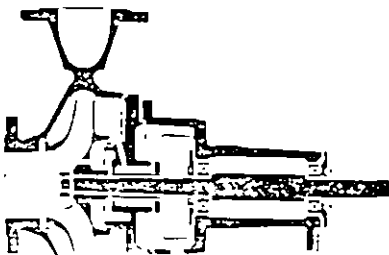
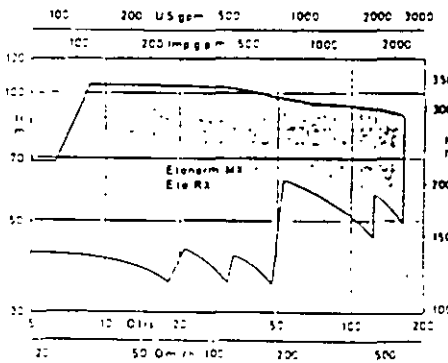
# Etanorm MX, Eta<sup>®</sup> RX



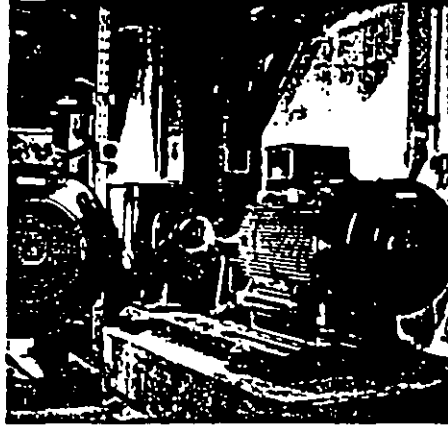
Bombas de carcasa espiral para rociadores automáticos según VDS<sup>2)</sup> para el bombeo de agua contra incendios sin sustancias abrasivas y solidas

<sup>2)</sup> Admisión VDS imprescindible en Alemania

DN	50-200
Q l/s	166
H m	104
p bar	16
t °C	+20
n 1/min	3000

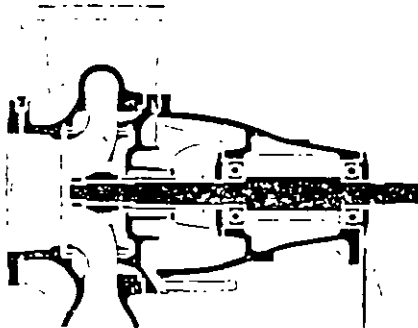
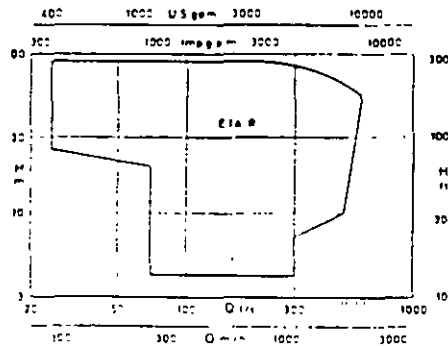


# Eta R

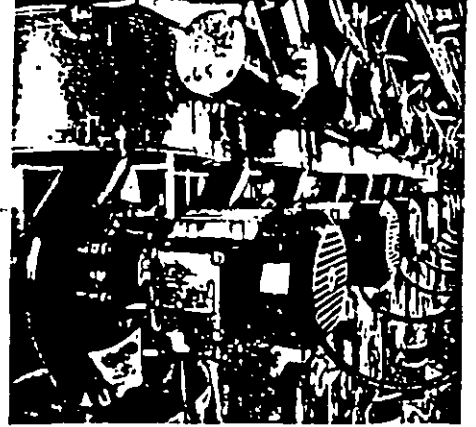


Bombas de carcasa espiral para el bombeo de líquidos limpios sin sustancias abrasivas y solidas.

DN	125-300
Q l/s	600
H m	90
p bar	10
t °C	-30 +110
n 1/min	1800

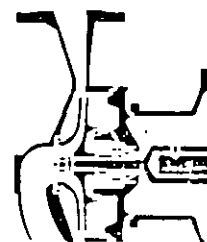
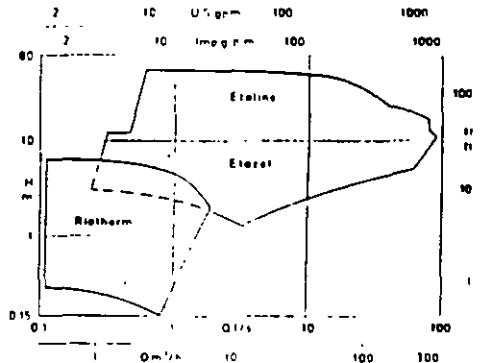


# Riotherm Etaline Etazet



Bombas de carcasa espiral de construcción en línea, bombas individuales y gemelas para el bombeo de agua de uso industrial, agua fría, agua caliente, condensado y agua de refrigeración

	Riotherm	Etaline/Etazet
DN	25-32	40-150
Q l/s	2,8	103
H m	6	60
p bar	10	16
t °C	-2 +110	-10 +140
n 1/min	2800	2900



# S

## Ama-Duro

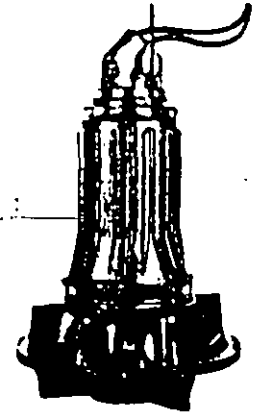
## Amacan (ET)



Motobomba sumergible para el bombeo de agua natural, limpia y de uso industrial.



Bomba de motor completamente sumergible en construcción monobloc, con interruptor flotador, con rodete de flujo libre/con rodete de un solo álabe para el bombeo de agua sucia o residual, si no se requiere una protección contra explosiones.

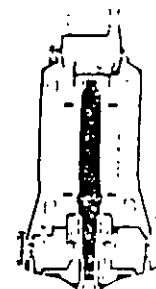
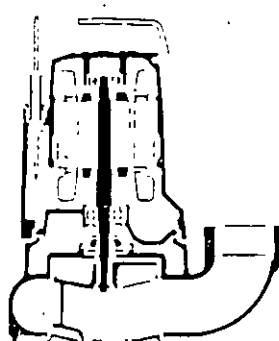
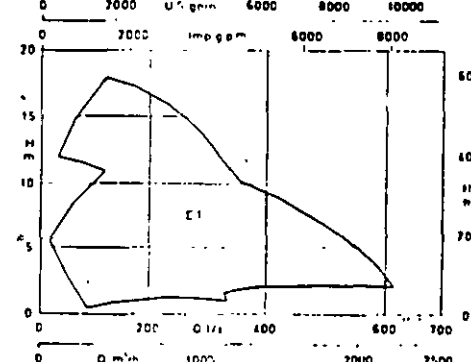
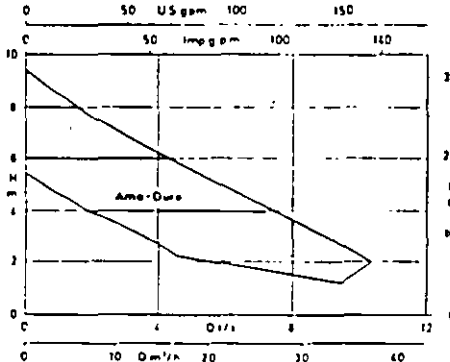
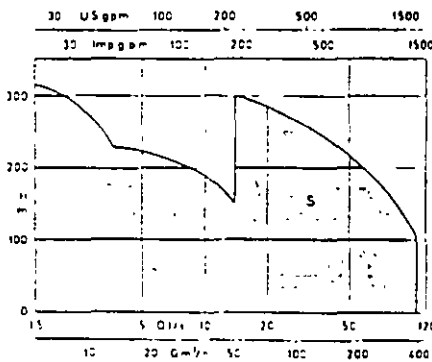


Bombas de motor sumergibles para pozos, para el bombeo de aguas sucias y residuales químicamente neutras así como todos. Aplicación en estaciones de bombeo de drenaje y de aguas residuales y en depuradoras. Grupo monobloc con rodete acanalado.

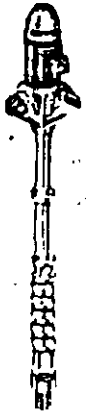
DN (diámetro del pozo) a partir de	150 (6")
Q l/s	1-110
H m	-10-300
p bar	hasta 30
t °C	hasta +55
n 1/min	1450-3500

DN	50-65
Q l/s	10,5
H m	9
p bar	-
t °C	+70 (de corto tiempo)
n 1/min	-

Tamaño de construcción	206-368
Q l/s	25-600
H m	18
p bar	-
t °C	+130
n 1/min	hasta 1450
P kW	4-55

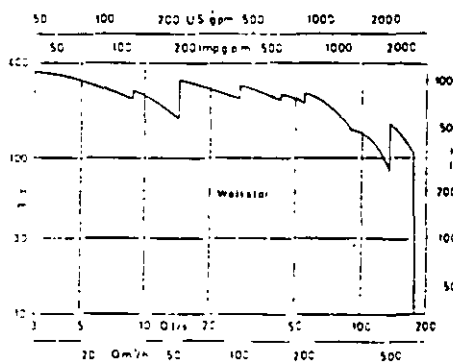


# Wellstar

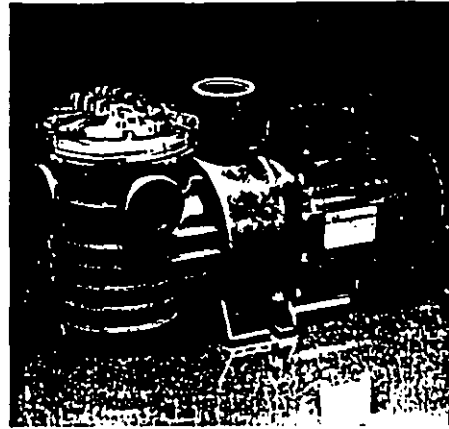


Bombas para pozos profundos para el bombeo de agua natural, agua limpia y agua de uso industrial

DN	80-250
Q l/s	180
H m	350
p bar	hasta 30
t °C	hasta +60
n 1/min	1450-3600

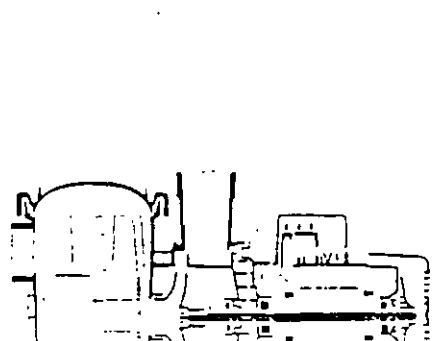
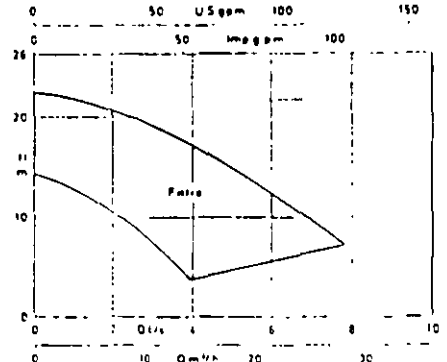


# Filtra



Bombas de circulación para instalaciones filtrantes en piscinas para el bombeo de agua limpia o ligeramente sucia, agua de piscina.

DN	40-50
Q l/s	7.8
H m	22
p bar	2.5
t °C	+35
n 1/min	-

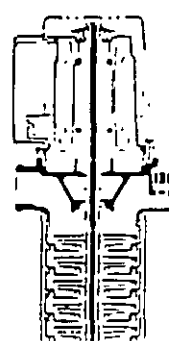
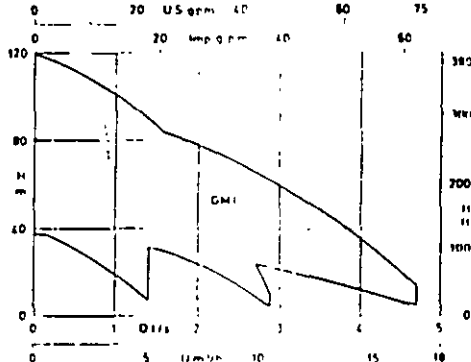


# GMI



Bomba vertical de alta presión multietalonada y de aspiración normal. En combinación con el aparato de distribución automática Cervomatic, la GMI puede usarse como instalación de abastecimiento de agua doméstica.

DN	32
Q l/s	5
H m	120
p bar	16
t °C	-10 +70
n 1/min	2900



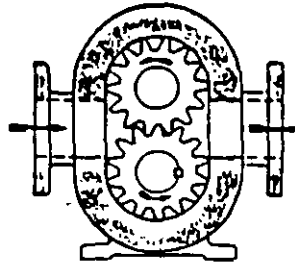


## Gear

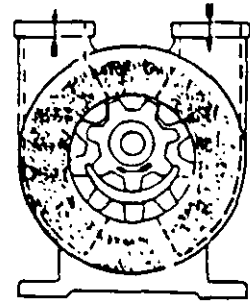
In this type fluid is carried between gear teeth and displaced when they mesh. The surfaces of the rotors cooperate to provide continuous sealing and either rotor is capable of driving the other.

External gear pumps have all gear rotors cut externally. These may have spur, helical, or herringbone gear teeth and may use timing gears.

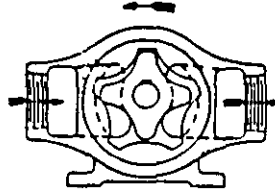
Internal gear pumps have one rotor with internally cut gear teeth meshing with an externally cut gear. Pumps of this class are made with or without a crescent shaped partition. Fig. 10 illustrates an external spur gear pump. Figs. 11 and 12 illustrate internal gear pumps with and without the crescent shaped partition.



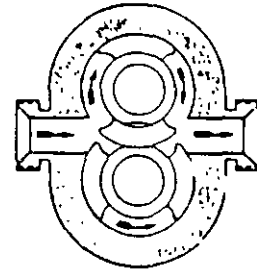
EXTERNAL GEAR PUMP  
Fig. 10



INTERNAL GEAR PUMP  
(with crescent)  
Fig. 11



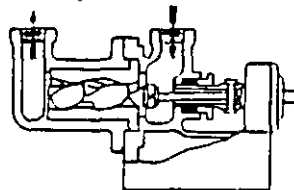
INTERNAL GEAR PUMP  
(without crescent)  
Fig. 12



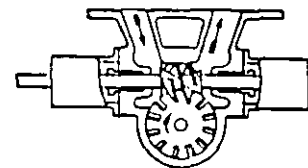
CIRCUMFERENTIAL  
PISTON PUMP  
Fig. 13

## Circumferential Piston

In this type, fluid is carried from inlet to outlet in spaces between piston surfaces. There are no sealing contacts between rotor surfaces. In the external circumferential piston pump, the rotors must be timed by separate means, and each rotor may have one or more piston elements. In the internal circumferential piston pump, timing is not required, and each rotor must have two or more piston elements. Fig. 13 illustrates an external multiple piston type. The dark green portions of the figure represent the rotating parts.



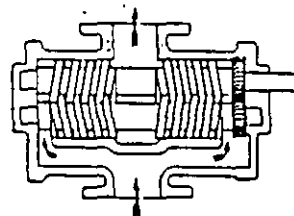
SINGLE SCREW PUMP  
Fig. 14



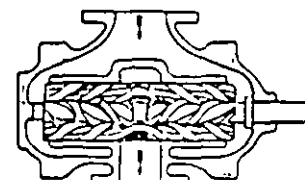
SCREW AND WHEEL PUMP  
Fig. 15

## Screw (Single)

In one type, fluid is carried between rotor screw threads and is displaced axially, as they mesh with internal threads on the stator. The rotor threads are eccentric to the axis of rotation. This type is illustrated in Fig. 14. Another type of single screw pump is shown in Fig. 15. This type depends upon a plate wheel to seal the screw so that there is no continuous cavity between the suction and discharge.



TWO SCREW PUMP  
Fig. 16



THREE SCREW PUMP  
Fig. 17

## Screw (Multiple)

In this type, fluid is carried between rotor screw threads and is displaced axially as they mesh. Such pumps may be timed or untimed. Fig. 16 illustrates a timed screw pump. Fig. 17 illustrates an untimed screw pump.





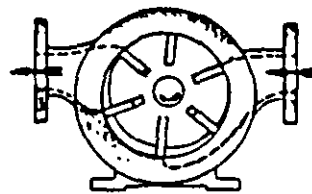
# rotary pumps types

## Basic Types

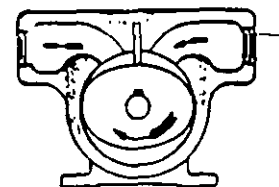
There are four basic types in the single rotor pump class and also four basic types in the multiple rotor pump class.

### Vane

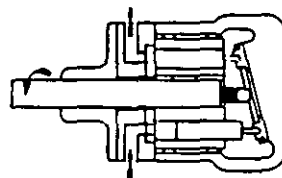
In this type, the vane or vanes, which may be in the form of blades, buckets, rollers, or slippers, cooperate with a dam to draw fluid into and force it from the pump chamber. These pumps may be made with vanes in either the rotor or stator and with radial hydraulic forces on the rotor balanced or unbalanced. The vane-in-rotor pumps may be made with constant or variable displacement pumping elements. Fig. 2 illustrates a vane-in-rotor constant displacement unbalanced pump. Fig. 3 illustrates a vane-in-stator constant displacement unbalanced pump.



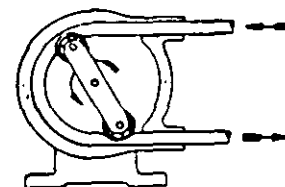
SLIDING VANE PUMP  
Fig. 2



EXTERNAL VANE PUMP  
Fig. 3



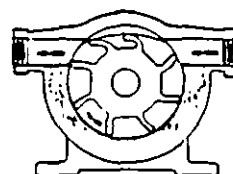
AXIAL PISTON PUMP  
Fig. 4



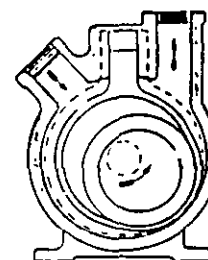
FLEXIBLE TUBE PUMP  
Fig. 5

### Piston

In this type fluid is drawn in and forced out by pistons which reciprocate within cylinders with the valving accomplished by rotation of the pistons and cylinders relative to the ports. The cylinders may be axially or radially disposed and arranged for either constant or variable displacement pumping. All types are made with multiple pistons except that the constant displacement radial type may be either single or multiple piston. Fig. 4 illustrates an axial, constant displacement piston pump.



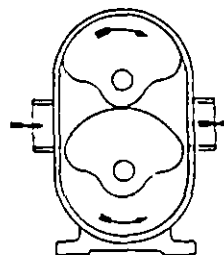
FLEXIBLE VANE PUMP  
Fig. 6



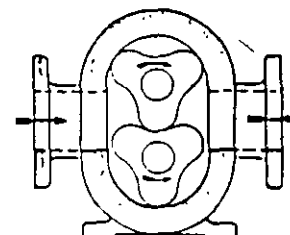
FLEXIBLE LINER PUMP  
Fig. 7

### Flexible Member

In this type the fluid pumping and sealing action depends on the elasticity of the flexible member(s). The flexible member may be a tube, a vane, or a liner. These types are illustrated in Figs. 5, 6, and 7, respectively.



SINGLE LOBE PUMP  
Fig. 8



THREE-LOBE PUMP  
Fig. 9

### Lobe

In this type fluid is carried between rotor lobe surfaces from the inlet to the outlet. The rotor surfaces cooperate to provide continuous sealing. The rotors must be timed by separate means. Each rotor has one or more lobes. Figs. 8 and 9 illustrate a single and a three-lobe pump, respectively.

## PRINCIPLES OF CENTRIFUGAL PUMPS

The Centrifugal Pump is designed on the principle of imparting velocity to the liquid which it is handling and directing the liquid, with its acquired velocity to the point of use. The velocity is given to the fluid by utilizing the "centrifugal force" which is generated whenever an object is rotated around a central axis. The object being rotated tends to fly away from the center of rotation due to its velocity and this force increases proportionately with the speed of rotation.

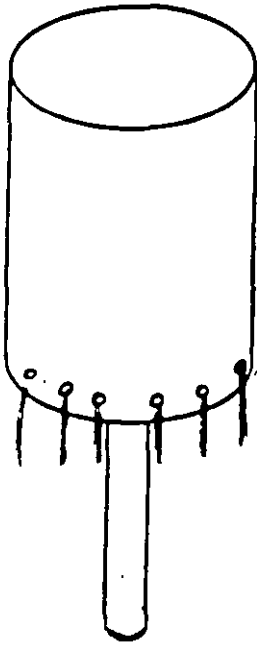


FIGURE 1

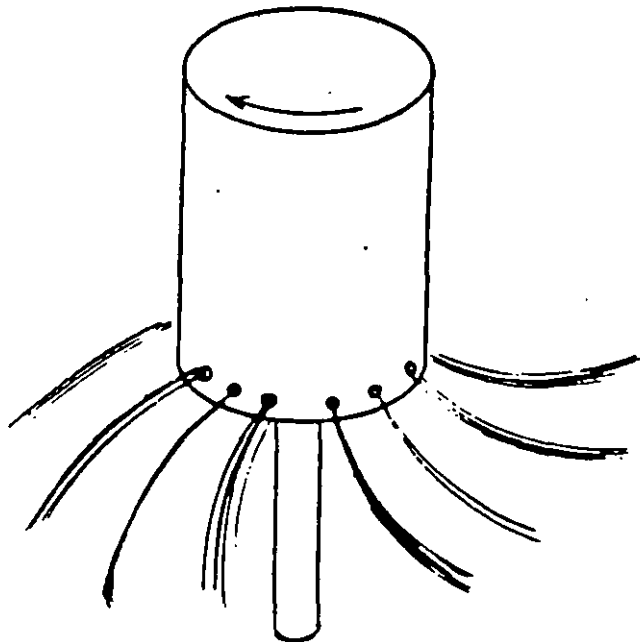


FIGURE 2

As an example, let us consider a round container, or can, with a series of small holes in its outer periphery and with an axle mounted in its center as in Figure 1. If we fill the can with water, the water will of course drain by gravity from the holes and the can will empty. If we now rotate the can relatively slowly with a fresh filling of water, the inner walls of the can will impart velocity to the water and it will drain from the holes at an increased rate. The faster we turn the can, the more velocity energy is given to the water and the faster we drain the can. Figure 2 illustrates this fact. We can also increase the rate of drainage or "pumping" by increasing the diameter of the can, which in effect allows more velocity to be imparted to the water due to the increased peripheral speed of our can or "impeller".

Now, suppose we close up the opening of our can and place a pressure gauge in the cover. If we begin with a full can of water and are performing our experiment at sea level, the gauge will read zero pounds pressure or 14.7 PSI absolute. With the can at rest, no water will leave the can because a state of equilibrium would exist between the pressures inside and outside the can and water could not leave the bottom openings unless air could enter to displace it. If the can were now rotated, water would leave the holes as before due to the velocity imparted to it and the gauge in the cover would indicate a drop in pressure to below atmospheric pressure or in the vacuum range. Theoretically, we should be able to empty the can in this manner and completely evacuate the can. As soon as we pumped all the water from the can, air would enter the holes and break the vacuum, since the can would have nothing to pump but air at this point. Air, having very little density compared to water, cannot readily be pumped in the manner described and Centrifugal Pumps are for this reason very inefficient air pumps.

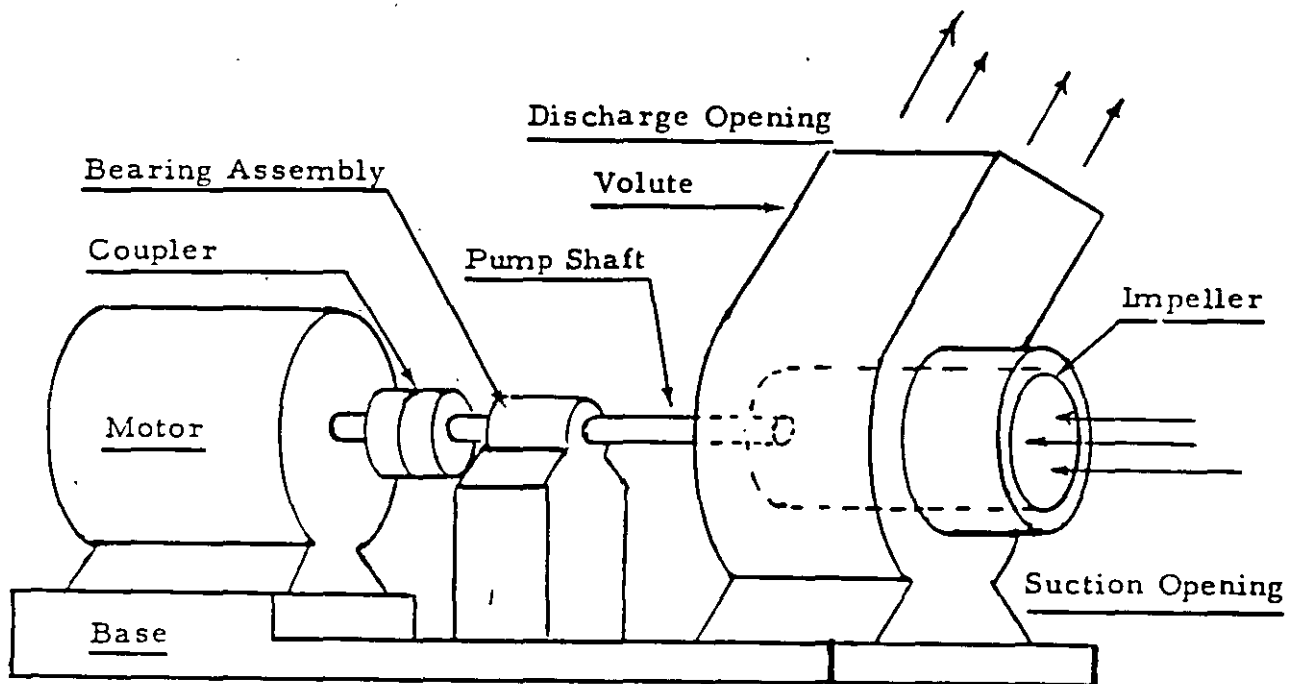


FIGURE 3

This tells us why a Centrifugal Pump can lift water to a certain degree on its suction side and why it must be primed with water to accomplish this. To further explain the centrifugal pumping process, let us use our "can impeller" to construct a Centrifugal Pump. Figure 3 shows our impeller with its shaft inserted in a bearing and being driven through a coupling by an electric motor. The impeller is installed in an enclosure which collects the water leaving the impeller and directs it out through the discharge opening of the enclosure or pump body. The impeller opening or "eye" is located at the pump suction opening. The entire apparatus is mounted securely to a base, usually made of cast iron or steel.

The suction opening of our pump is connected to the source of the fluid to be pumped and the discharge side is connected to the point of use. When the pump motor turns the shaft, fluid is delivered to the discharge opening and the pressure in the eye of the impeller drops. The pressure differential between the fluid source and the impeller eye causes fluid to enter the suction side of the pump at the same rate as the fluid leaving the pump discharge. The direction of rotation would be immaterial since the flow direction is guided by the pump body construction.

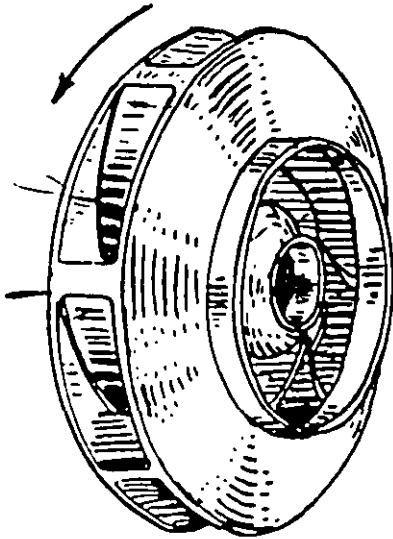


FIGURE 4

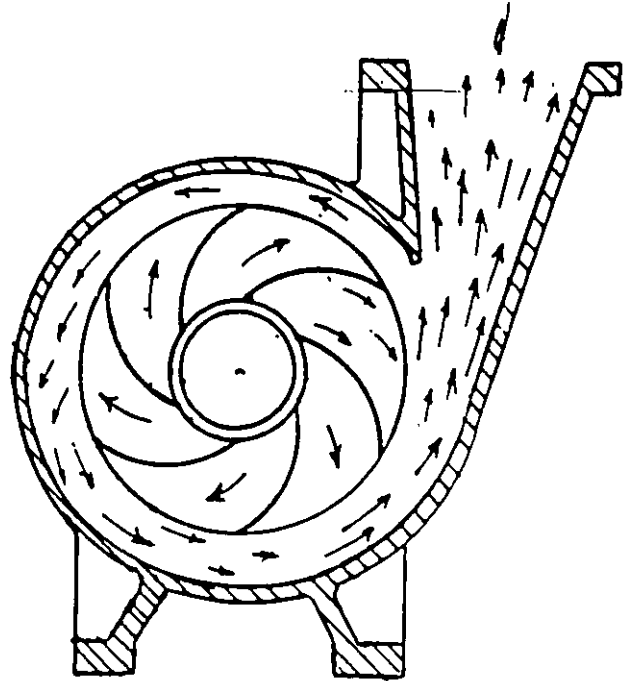
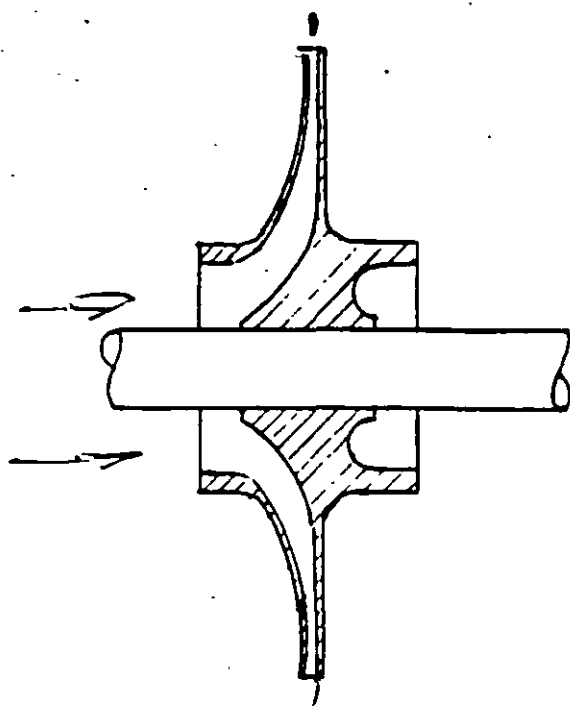


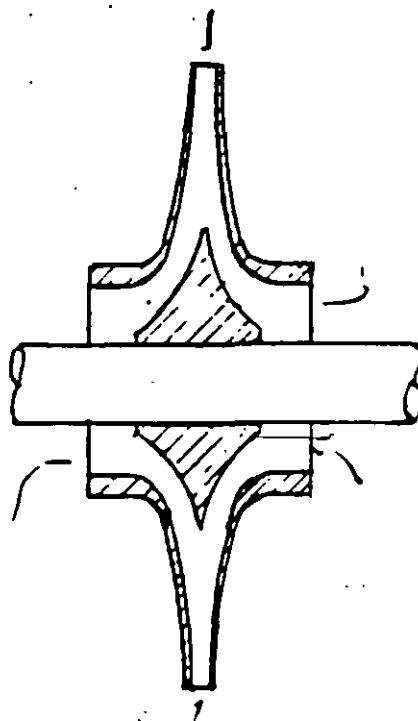
FIGURE 5

The impeller used in this illustration would be very inefficient and was used only to simplify the principles involved. In actual practice, a number of curved blades or "vanes" are added inside the impeller to pick up the fluid and add momentum to it and these blades are shaped to streamline the flow pattern. Figure 4 shows a typical impeller with the proper direction of rotation. The blades or vanes always "slap" the water - they do not "dig in". Figure 5 shows the impeller inside the pump body with directional arrows indicating the flow pattern. Figure 5 illustrates why the impeller direction must be toward the discharge opening for proper operation. Reverse rotation causes turbulence and reduces pump capacity while at the same time it increases motor loading.



Single Suction Impeller

FIGURE 6



Double Suction Impeller

FIGURE 7

## IMPELLERS

Impellers of the type just described are called "single suction", since the water enters at one side of the impeller as shown in Figure 6. In some cases, the pump is so constructed that the water enters at both sides of the impeller as in Figure 7 and this is called a "double suction" impeller. Impellers which have a wall or "shroud" enclosing the vanes on both sides are called "closed" impellers and the impellers just described are of this type. These are used whenever the pumped liquid is free of large particles which might clog the impeller passages. Where moderately sized particles are included in the pumped liquid, the front impeller shroud is omitted and the impeller is called a "semi-open" impeller. In cases where larger masses must be handled with the liquid, such as sewage pumping, both shrouds are omitted and the impeller is of the "open" type.

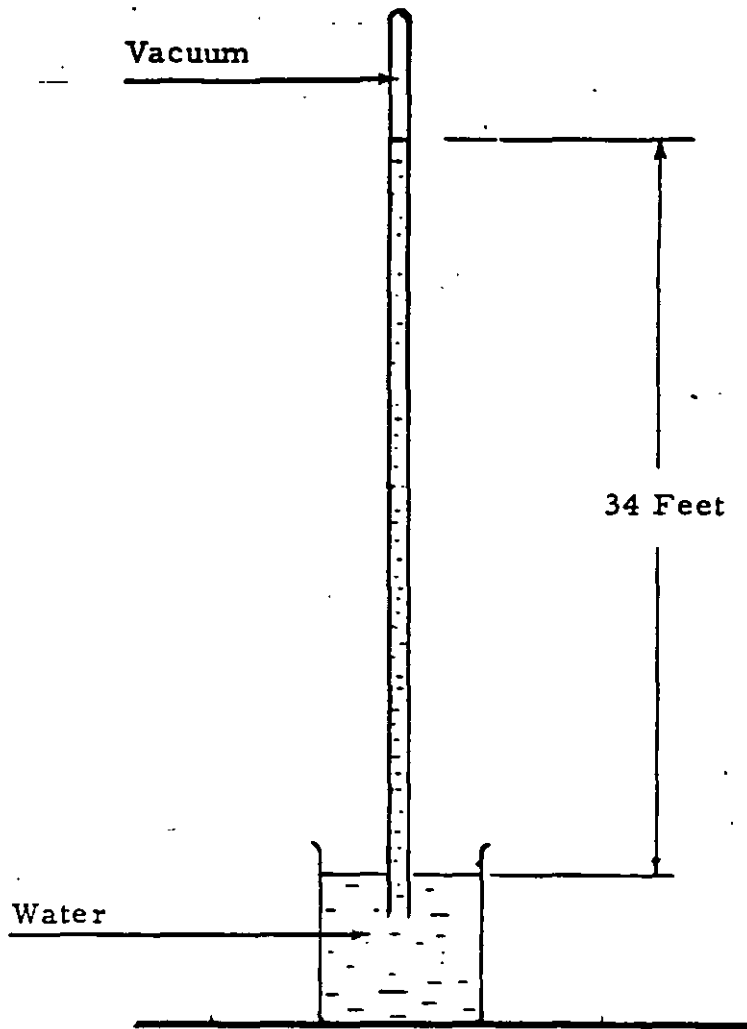


FIGURE 8

A Centrifugal Pump can cause water to be elevated in its suction line and it is sometimes stated that the pump "lifts" the water. The pump actually does not lift water but makes it possible for atmospheric pressure acting on the pumped liquid to lift it. As stated in the earlier part of this text, a decrease in pressure takes place in the suction line when a pump operates and the liquid in the line will rise in response to atmospheric pressure pushing it up the line. Figure 8 shows that at sea level, atmospheric pressure will support a column of water about 34 feet high. Therefore, a pump could cause this degree of lift if it were capable of pulling a total vacuum in its suction line. This is not possible due to vapor pressure of the pumped liquid and the fact that pumps are not 100% efficient. Centrifugal Pumps are capable of something on the order of 26 feet of suction lift at sea level at reduced efficiencies. Most pumps of the centrifugal type are limited to a total suction side pressure drop of 15 feet when used with their published capacity curves.

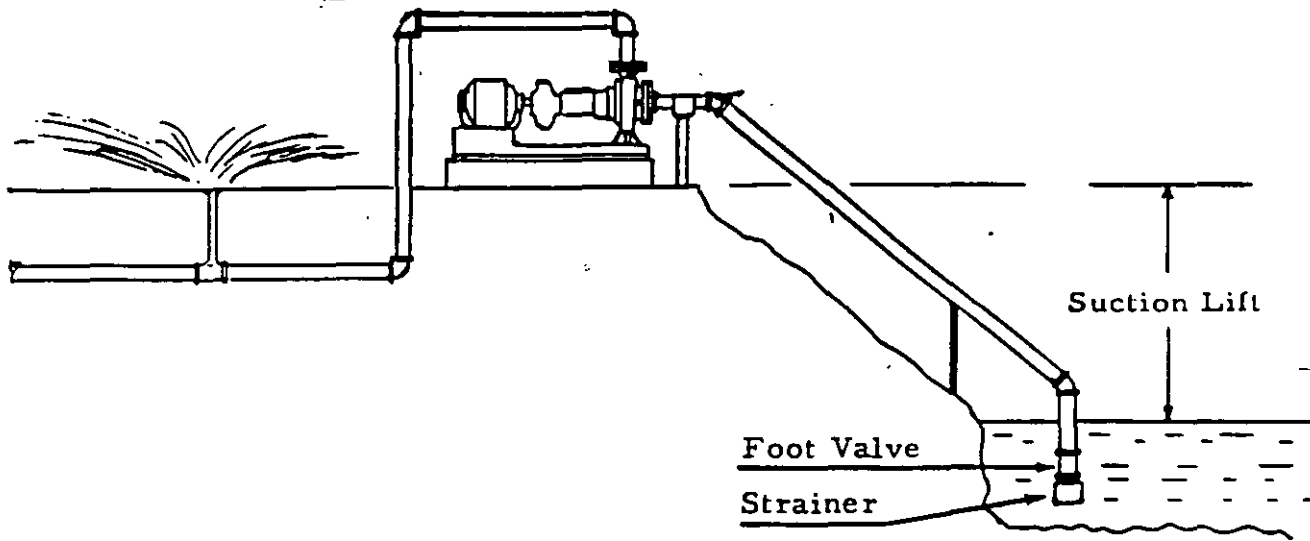


FIGURE 9

It should be kept in mind that this pressure drop is a product of the sum of the suction lift and the actual suction line pressure drop. In order to cause flow to take place under conditions of a suction lift, the pump body and suction line must be filled with water or "primed". This means that a check valve, sometimes called a "foot valve" must be installed at the inlet end of the suction line to hold the prime whenever the pump stops. A strainer is usually placed ahead of the foot valve to keep out trash which might cause leakage of the foot valve. Figure 9 shows the use of a Centrifugal Pump to use pond water for irrigation, with the various components described above.

Since the pump must maintain a partial vacuum in its suction line to insure suction lift, it is vulnerable to any leaks in this line which will allow air to enter and break the vacuum. Even a small leak can greatly reduce pumping efficiency and a leak of any consequence could render the pump inoperative.

Where the liquid source is above the pump suction, the pump will of course always be primed and will deliver water whenever it operates. This is also true where the pump is installed in a closed piping circuit, where the pump is called upon only to overcome the circuit pressure drop. Details of these systems and design information are covered in other B&G manuals and will therefore not be covered here.

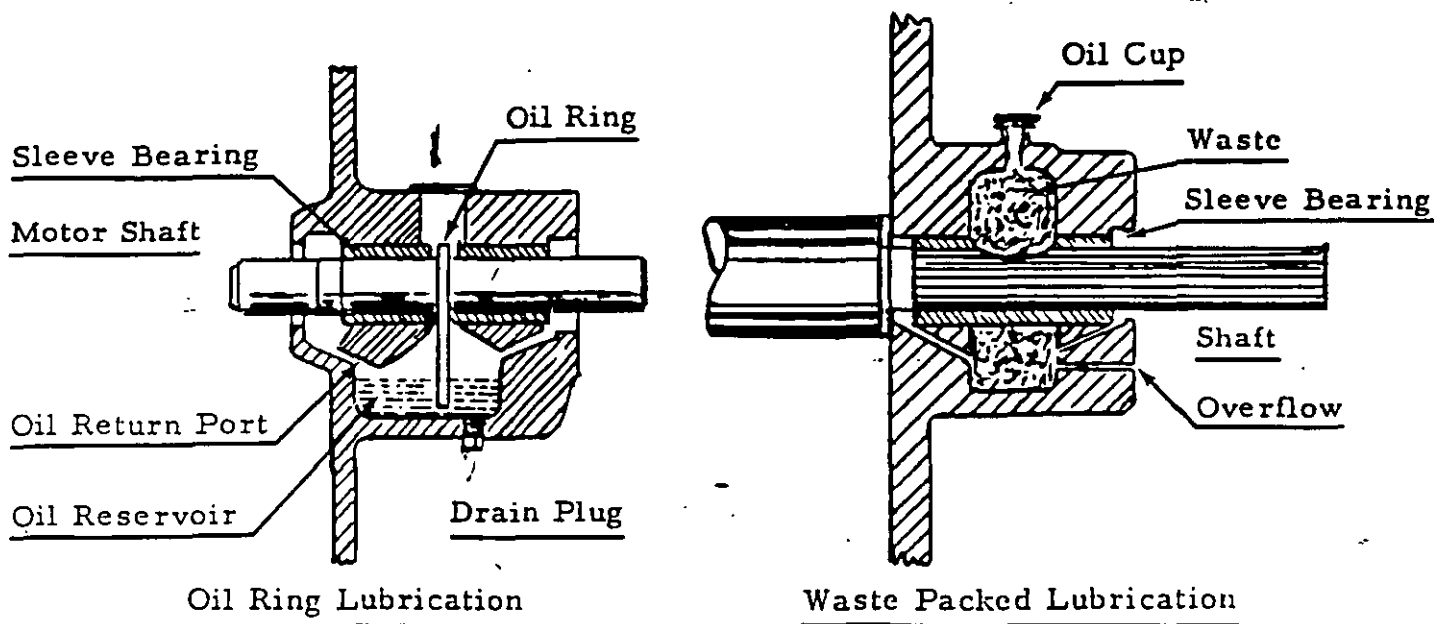


FIGURE 10

Some helpful information on this subject is included below:

### Sleeve Bearings

Figure 10 illustrates typical lubrication systems as applied to sleeve motor bearings. The oil ring lubricated bearing has a metal ring which rides on the motor shaft through a slot in the bearing. As the motor shaft rotates, the oil ring picks up oil from the reservoir and feeds it to the bearing. The bearing has grooves which allows the oil to flow over the bearing and back to the reservoir. The reservoir has a drain plug and the motor manufacturer generally recommends that the oil be drained and replaced at periodic intervals. It is important that these instructions be followed, particularly as to the type of oil used for lubrication. Bearing clearances, ambient temperatures and motor speeds are all factors in the type of oil used. For this reason, a record should be kept on each motor for lubrication follow-up.

The waste-packed bearing shown in Figure 10 uses the capillary action of a suitable wicking material to feed oil to the bearings. Oil is generally added to these bearings very slowly until it is observed to be running out of the overflow hole. As a rule, the oil in these bearings is not changed, the oil chamber is completely packed with wicking which keeps dirt and other foreign matter out of the oil. It is not necessary to use detergent oils in these bearings since no cleaning is needed. High grade non-detergent mineral oils should be used of the viscosity recommended by the motor manufacturer for the conditions under which the motor is running.



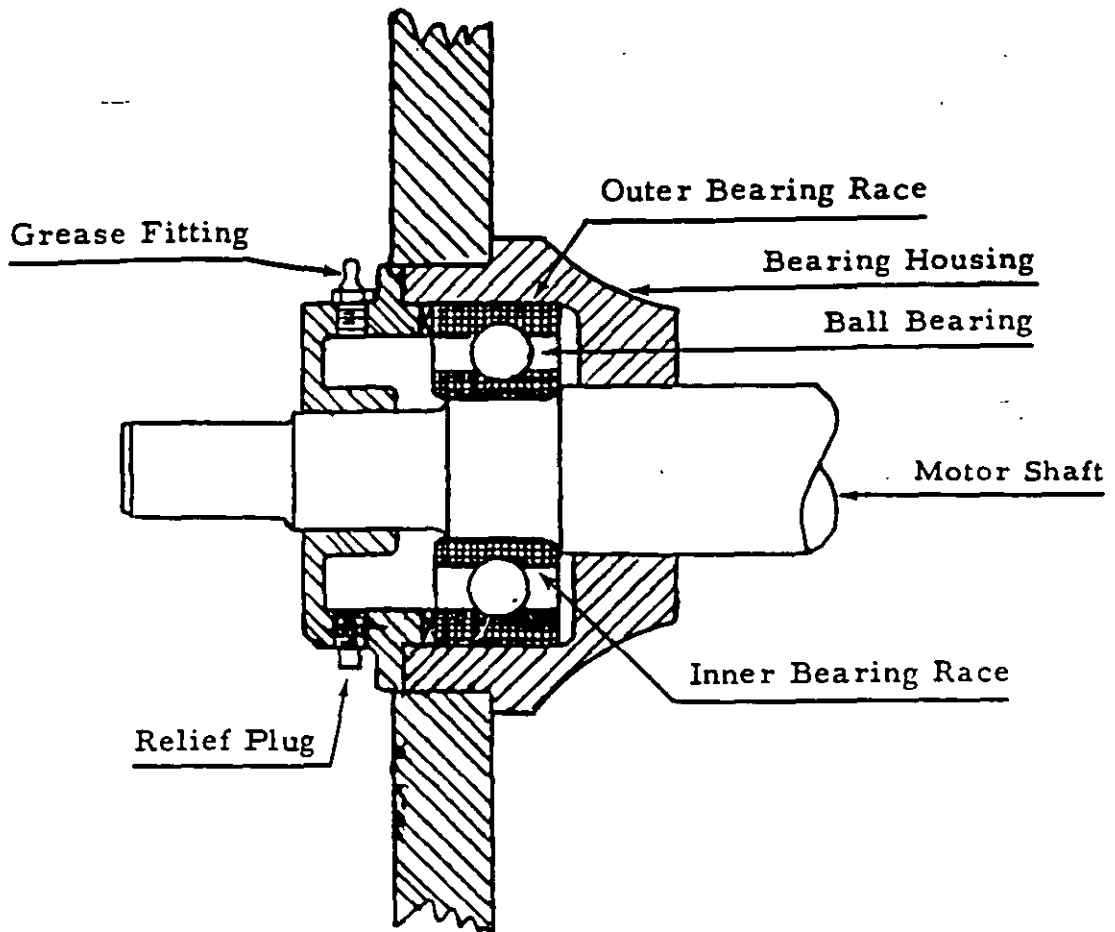


FIGURE 11

### Ball Bearings

Figure 11 shows a typical motor ball bearing. The bearing is a tight press fit on the motor shaft, with the outer race a snug, but not tight fit in the bearing housing. This prevents stresses or binding of the bearing due to expansion of the shaft with heat, etc. Some motors are equipped with "permanently lubricated" bearings and require no lubrication - they are replaced when worn out. These bearings are grease packed when fabricated and have a shield at each side which retains the grease and keeps out dirt. The bearing illustrated is of the type which can be greased and is provided with a grease fitting for that purpose. In addition, a drain plug is provided at the bottom of the bearing chamber.

These bearings are initially greased when the motor is manufactured, but require periodic lubrication at regular intervals as stated by the motor manufacturer. The purpose of lubrication periods is to replace the old grease with its accumulated dirt with fresh, clean grease. This is done by removing the drain or relief plug from the bearing chamber and adding grease until all the old, dirty grease is forced out of the relief hole. To facilitate this, the motor may be run during the greasing process. The relief plug should not be replaced until the bearing has cleared itself of all excess grease through the relief port. Greasing of these bearings without opening the relief port will pack the bearing solidly with grease and cause overheating and possible bearing failure.

## PUMP SEALS

The point at which the pump shaft enters the pump body must be provided with a seal. The two most commonly used sealing methods are the packing type stuffing box and the mechanical seal.

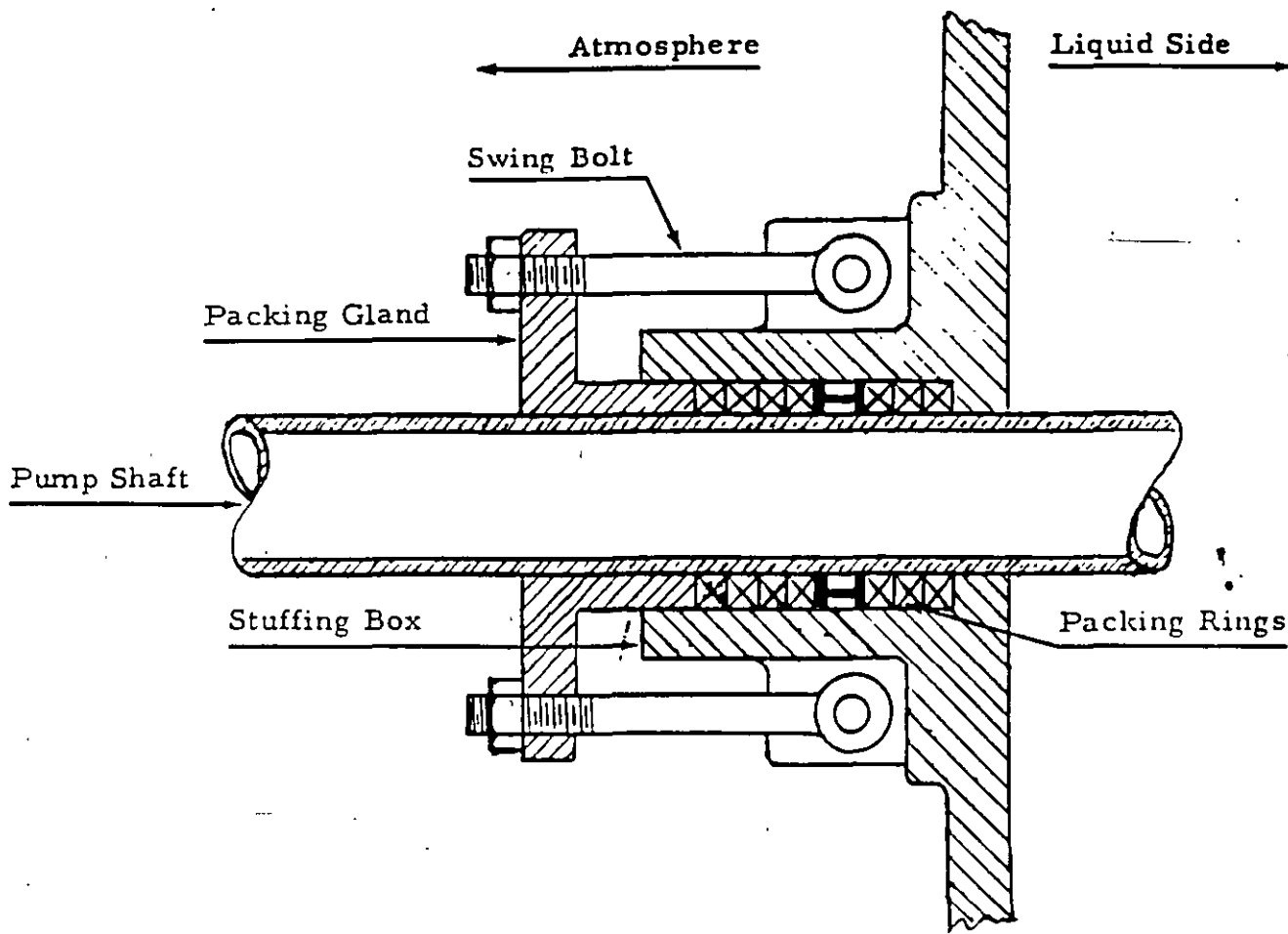


FIGURE 12

### Packing Type

Figure 12 shows a typical stuffing box with the packing in place. The packing rings are made of graphite impregnated cord, molded lead foil or other resilient material formed into properly sized split rings. These are compressed into the stuffing box by means of a packing gland. This packing gland is pulled up by means of a pair of gland nuts which are threaded on their respective swing bolts as shown in the illustration. It is important that the tension on the packing gland be such that the packing drips steadily. Too much packing pressure will not allow leakage and causes scoring of the pump shaft and overheating of the packing. After a period of time, the packing will be compressed and loses its resilience. This is evidenced by overheating of the stuffing box and excessive leakage if the gland is backed off to allow cooler operation. At this point, the packing should be replaced with the proper type and in the proper sequence as called for in the manufacturer's instructions.

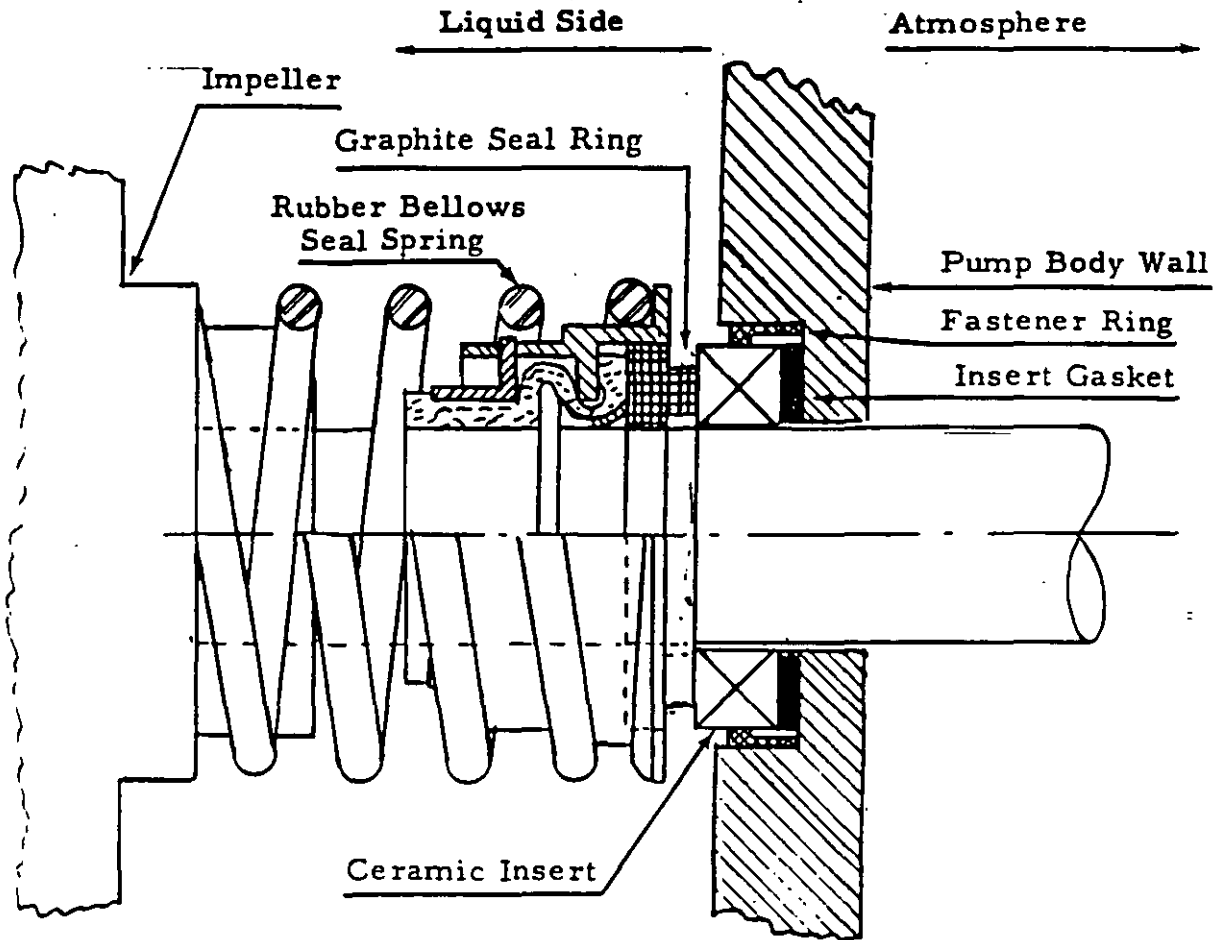


FIGURE 13

### Mechanical Seals

Figure 13 shows a typical mechanical seal. These seal sets consist of a stationary member which is usually made of a very hard ceramic material. This stationary ring fits into a recess in the pump body and has a rubber gasket behind it to form a water-tight seal at this point. This ceramic is kept from turning by means of a fastener ring pressed into the recess which engages flats on each side of the ring. A molded graphite seal ring rotates against the lapped face of the ceramic and forms the actual water seal at this point. The graphite seal ring is backed up by a rubber bellows which fits tightly on the pump shaft and is held tightly forward against the graphite ring by means of the seal spring. This spring keeps the graphite rotating ring tightly against the stationary ceramic and pushes it forward to make up for wear. No maintenance or adjustments are needed. In the event that the seal becomes worn and leaks, it is replaced.

## PUMP COUPLINGS

The function of the pump coupling is to compensate for small deviations in alignment between the pump and motor shafts. While couplings will do this within the tolerances established by the coupling manufacturer, it should be kept in mind that the closer the shaft alignment, the better and more quietly the pump will operate. Operating a pump with severe misalignment between the shafts will result in noisy operation, early coupling failure and possible pump or motor bearing failures.

Shaft alignment may be accomplished by means of a straight-edge or if extreme accuracy is required, a dial indicator should be used. The dial indicator method is preferred where allowable deviations are given by the pump manufacturer in thousandths of an inch, since a direct reading may be taken from the indicator dial. The methods used are fully explained in other B&G publications.

Pump couplings are furnished in two basic types; the equalized spring type and the flexible disc type.

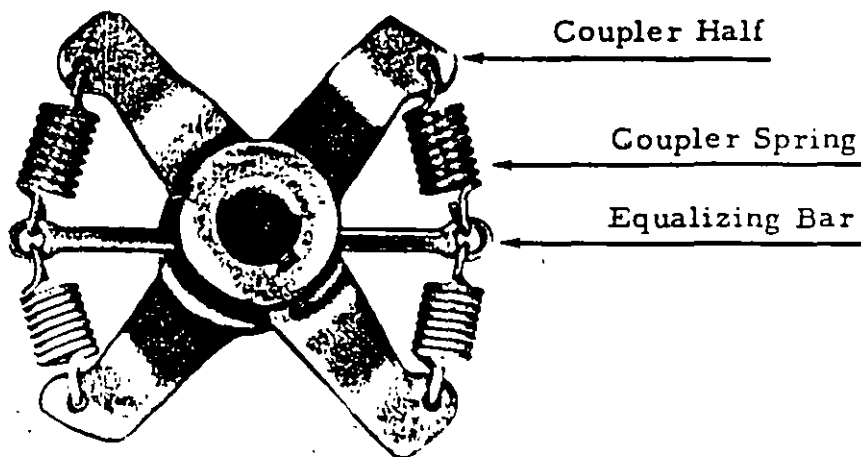


FIGURE 14

### Equalized Spring Type

Figure 14 shows the spring type coupler which is used where quiet, smooth operation is essential. The motor turns the pump shaft through four springs in tension, with the torque balanced on all four springs by an equalizing bar. This coupler requires no maintenance and is trouble-free provided alignment is proper. Where coupler breakage or noisy operation occurs, coupler alignment is very likely the cause.

Motors with resilient motor mountings are sometimes overoiled with surplus oil spilling over on the rubber mountings. Constant soaking in oil causes deterioration of the mounting and sagging of the motor. Mountings should always be checked for this condition where coupler breakage occurs often.

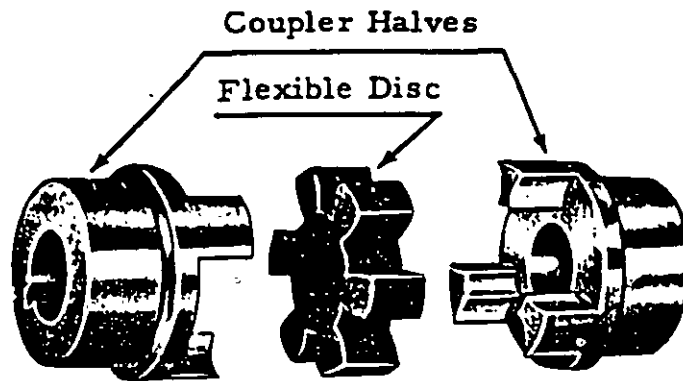


FIGURE 15

### Flexible Disc Type

Figure 15 shows the typical flexible disc coupler. These are used on applications where extremely quiet operation is not called for and where heavy duty is required. The motor drives the pump shaft through the flexible center member which absorbs misalignment or shock. The center flexible member should be checked for wear if rough operation or noise becomes apparent. This flexible disc should never be tightly bound between the two coupler halves - maintain the slight clearance called for in the coupler specifications furnished by the pump manufacturer. Sleeve bearing motors which may have considerable end play should have this coupler clearance checked when the motor is on its magnetic center.

If the pump is equipped with a coupler guard, always replace the guard after servicing the pump. A rotating coupler can cause severe injury if it is of the type for which a guard is normally provided.

## PUMP BODIES

Centrifugal Pump bodies, commonly called "volute" are manufactured in two types - the horizontal split case and the vertical split case. The terminology refers to the manner in which the pump body is split for assembly or disassembly.

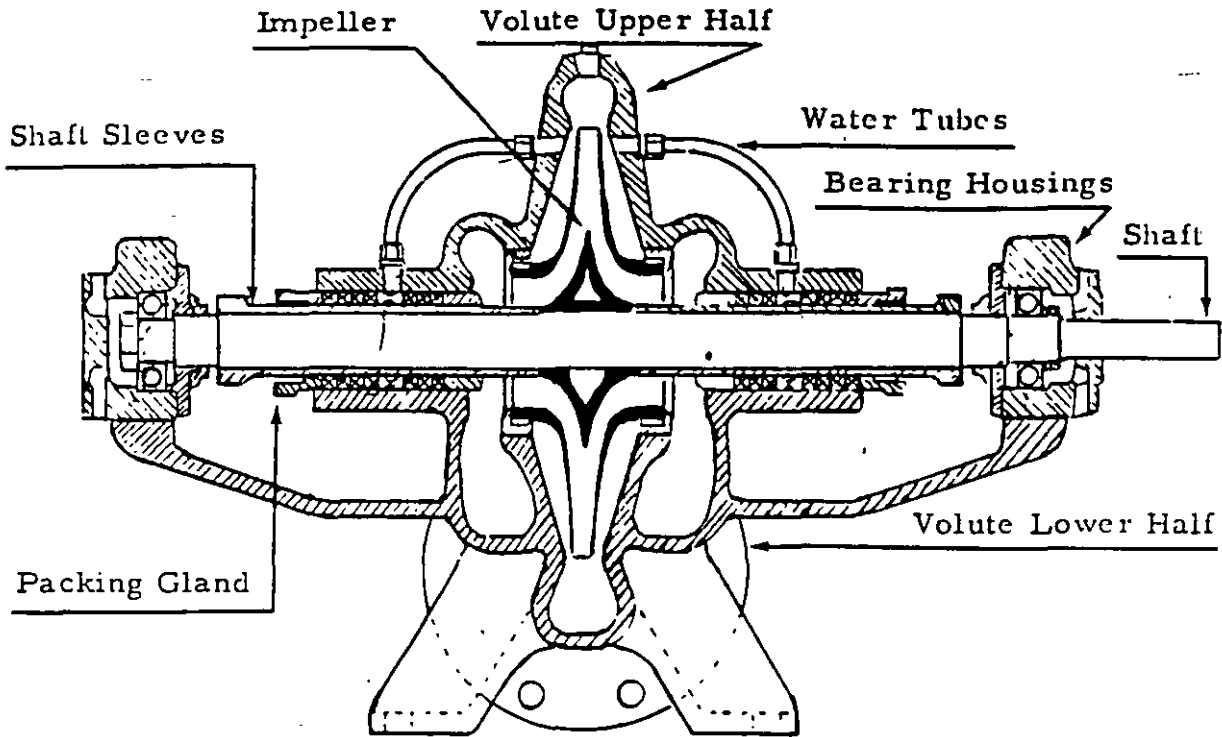


FIGURE 16

### Horizontal Split Case

Figure 16 is a detail drawing of a typical horizontal split case pump. The volute is split down the centerline of its horizontal axis and is disassembled by removing the top half of the volute. The impeller is mounted at about the midpoint of the shaft, making it necessary to have two seals or stuffing boxes. Bearings are at each shaft end and are either sleeve or ball bearing construction. The pump impellers are usually the double suction type although single suction are sometimes used. The majority of these pumps are stuffing box type with some manufacturers making mechanical seals available as an alternate.

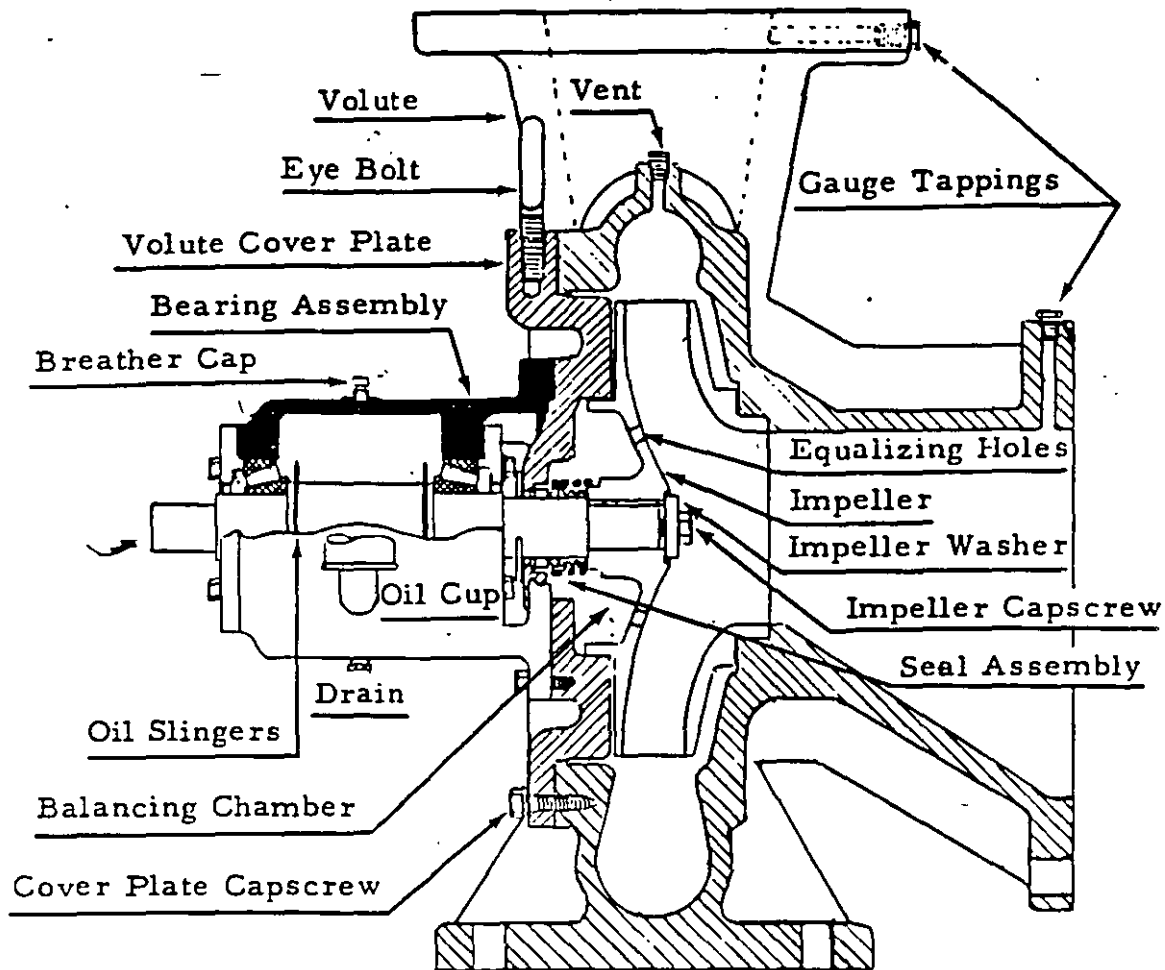


FIGURE 17

### Vertical Split Case

Figure 17 shows a vertical split case pump. It will be noted that the body casting is a single piece with an opening at the back in which a cover plate and bearing assembly are mounted. The bearing assembly consists of a casting in which the bearing and pump shaft are mounted. This in turn is mounted on the cover plate by means of capscrews and the seal and impeller are then installed on the pump shaft. The impeller is keyed to the shaft and held in place by means of a washer and capscrew. This pump is a B&G Series 1510 and has oil lubricated roller bearing construction. Oil is supplied to the bearings from the reservoir by means of the oil slingers attached to the pump shaft. The cover plate and bearing assembly are held in place on the pump body by means of capscrews and can be removed for service by removing these screws.

It will be noted from the above discussion that the piping connections differ between horizontal and vertical split case pumps. The horizontal type is "straight through", with suction in one end and the discharge out the other in the same plane. The vertical type is usually "angle type" or "end suction" with the discharge line at right angles to the suction line.

## MECHANICAL CONSTRUCTION OF CENTRIFUGAL PUMPS

The basic Centrifugal Pump we have been discussing is furnished not only in the **BASE MOUNTED** type for mounting on a foundation but also in **LINE MOUNTED** construction for installing directly in the pipe line which it serves. Either of these may also have separate pump and motor shafts connected by a coupler, called **LONG COUPLED**; or the motor shaft may be common to both the motor and pump in which case the pump is called **SHORT COUPLED**.

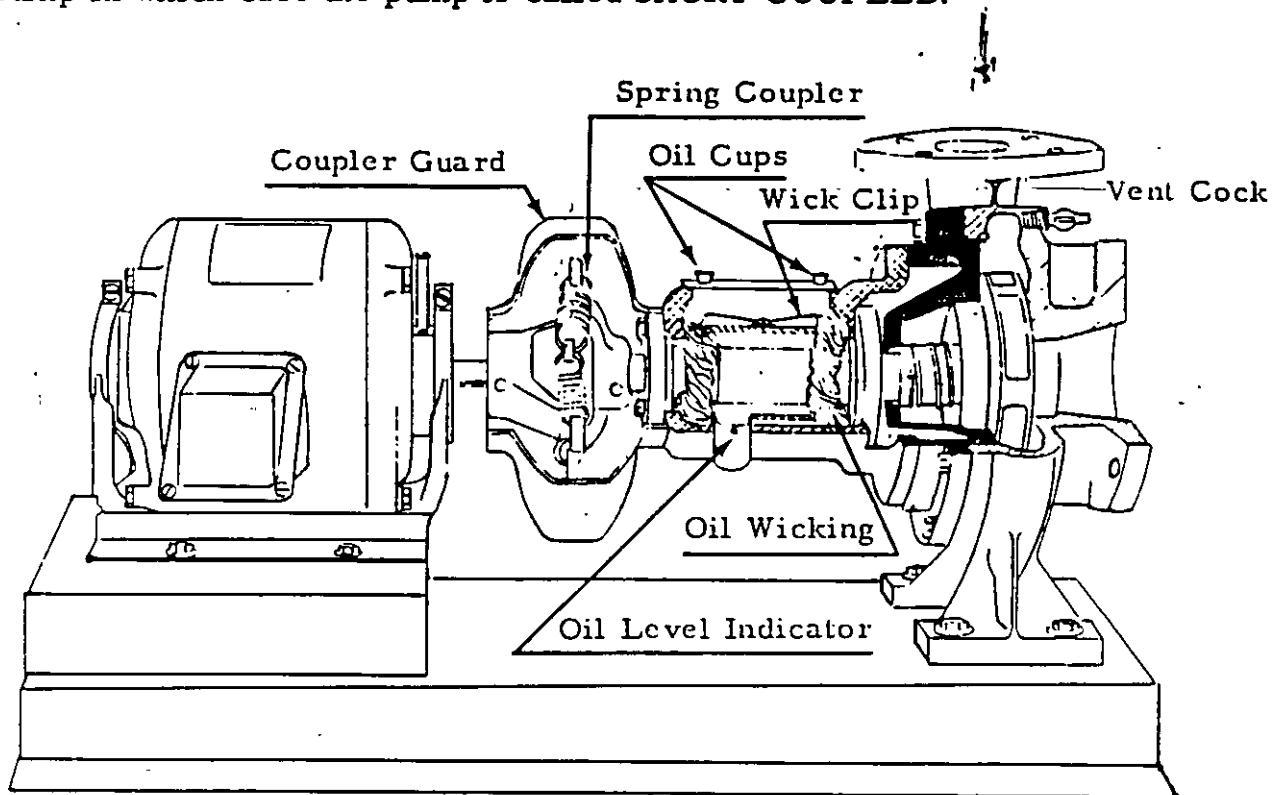


FIGURE 18

### Base Mounted Long Coupled

Figure 18 shows a B&G Universal Pump of sleeve bearing construction with oil wick lubrication. The motor is also equipped with sleeve bearings and a spring type coupler is employed for quiet operation. The pump bearings are fed oil through capillary action from the oil reservoir via the oil wicking. The wicking rides on the shaft journals through slots in the bearings and is held in place by the spring steel wick clip.

Oil is added when needed through the top oil cups which keeps the wicking wet. Dry wicks take time to feed enough oil to reach saturation and the pump bearings may overheat before this takes place. The side oil cup is an indicator for proper oil level and oil should always be visible in this cup for proper lubrication.



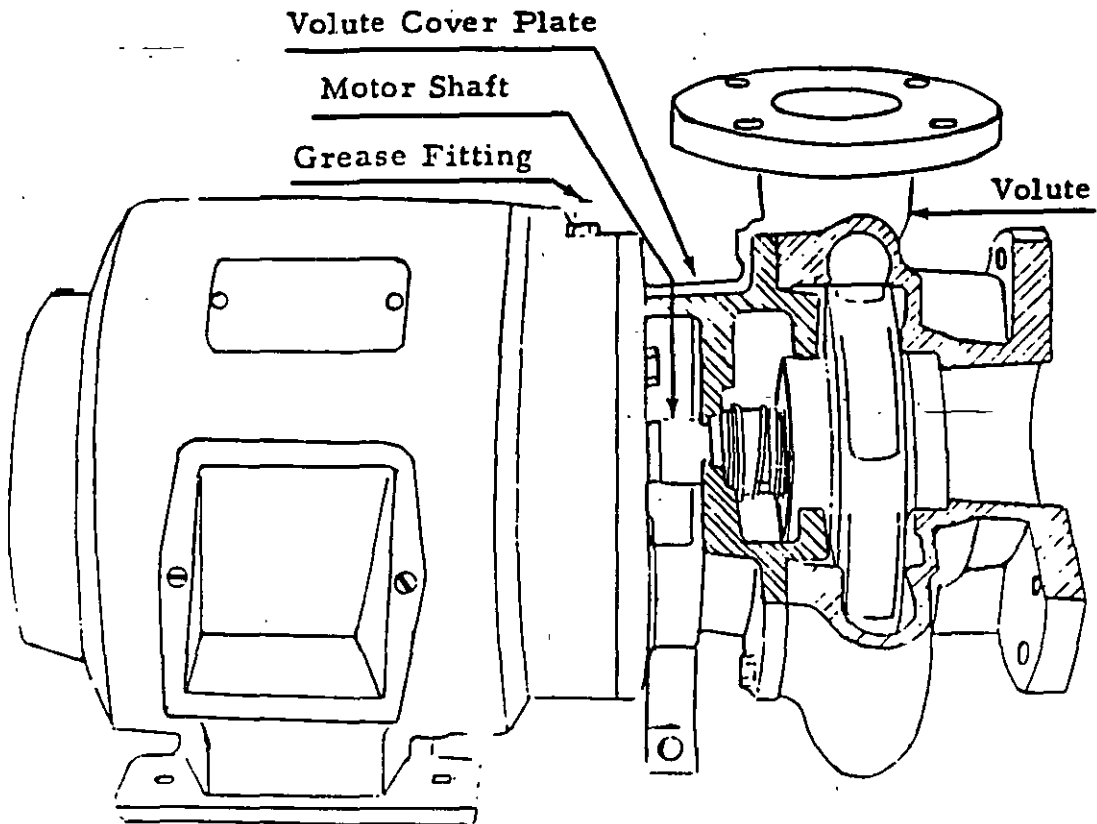


FIGURE 19

#### Base Mounted Close Coupled

This type is illustrated by the Series 1531 Pump in Figure 19. The pump motor has an extended shaft which enters the pump body through an opening in the cover plate. This makes it unnecessary to have a separate base since the pump is mounted by means of the motor legs. The mechanical seal and impeller are mounted directly on the motor shaft. In this type of construction, the pump body is supported by the motor and has no independent mounting legs. The motor bearings are usually ball bearings grease lubricated and the lubrication procedure would be the same as for motor ball bearings as outlined on page 9.

For servicing, the cover plate capscrews are removed and the pump assembly is pulled back until it is clear of the pump body, which is left supported by the piping. The motor legs should be secured to the pump foundation by means of capscrews and flush fasteners, since the use of studs would not permit the pump to be moved back free of the pump body.

#### Line Mounted Centrifugal Pumps

The Line Mounted Pump is installed directly in and is supported by the piping system which it serves. The most common application is the circulation of water in Hydronic heating or cooling systems. Since quiet operation is essential, these pumps are usually supplied with sleeve bearings and use the spring type coupler. For isolation of motor vibration from the system, the motor is cradled in resilient motor mountings.

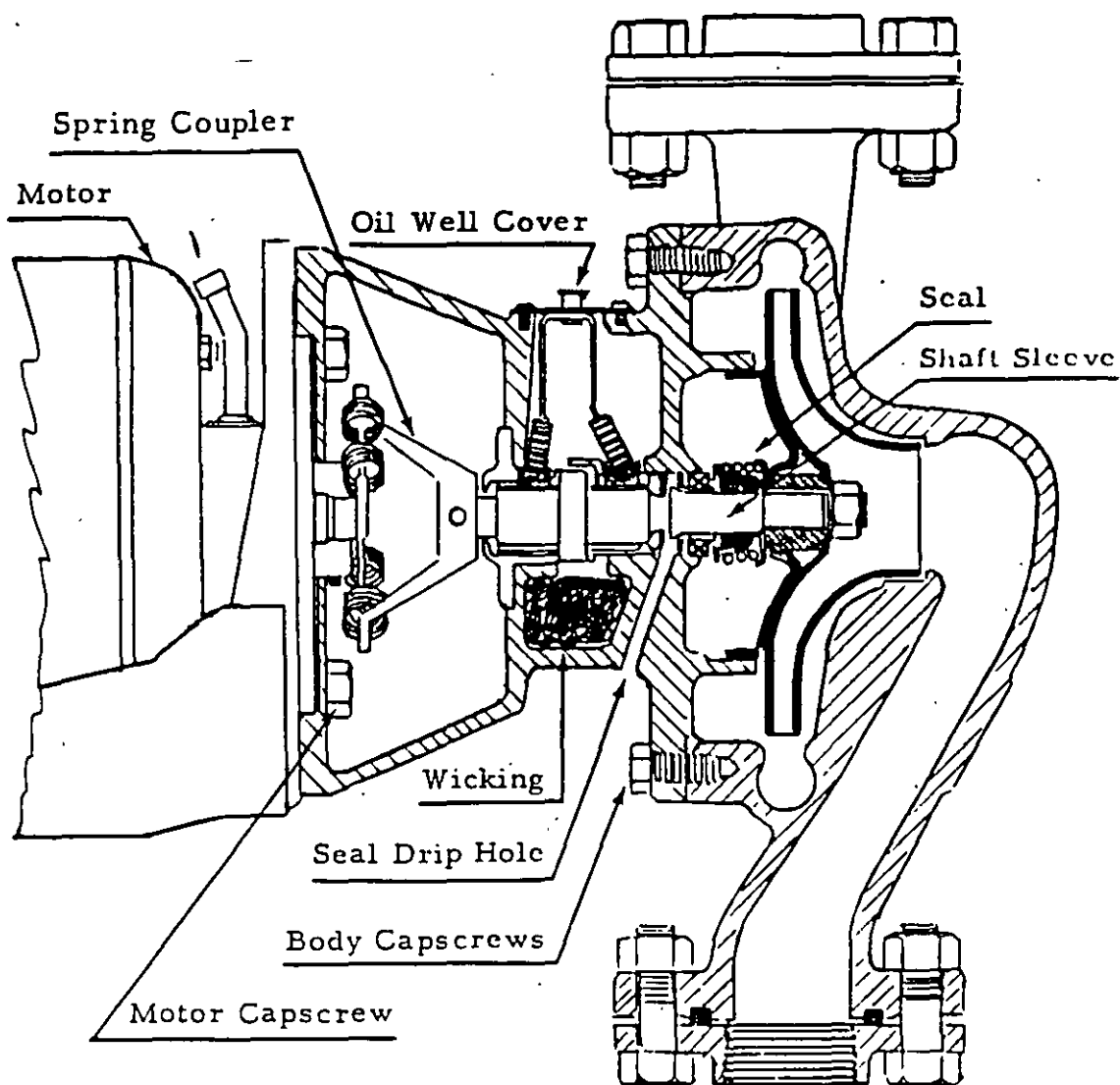


FIGURE 20

Figure 20 shows a Series 60 B&G Line Mounted Pump. It will be seen from the illustration that the pump has a single suction impeller with the suction line entering the bottom and the discharge line at the top. When needed, the pump body may be rotated on the bearing assembly to pump down, left to right, or right to left.

The pump bearings are sleeve, with oil wicks held in place by a pair of springs attached to the oil well cover plate. A mechanical seal is provided, which in this case rotates against the conventional ceramic insert. In some of the smaller line mounted pumps, the seal carbon rotates directly against the lapped surface of the cast iron bearing assembly.