بسم الله الرحمن الرحيم

نقابة المهندسين الفرعية بالقاهرة

الأعمال الصحية وتغذية المياه
وحمامات السباحة

إعداد ومحاضرة

مهندس استشارى / أيمن عمر حسن

أمين عام النقابة	رئيس النقابة
مهندس استشارى	مهندس استشارى
أحمد الشقنقيرى	السيد محمد أحمد بركة

٢٠ شارع عماد الدين ـ القاهرة
ص.ب : ٤٨٢

تليفون : ٥٧٦٢٩٢٢ ـ ٥٧٥٦٨٣٨ ـ ٥٧٤٨٨٦١
فاكس : ٥٧٧٤٩٥٧

Water Supply System

Cold Water Supply Design

COLD WATER SUPPLY DESIGN

1- COLD WATER SUPPLY DESIGN:

To design cold water supply system Four items to be determined:

A- Estimated water requirments.

B- Piping Layout.

C- Rate of water flow (to design pife size).

D- Pump Capacity.

A- Estimated water requirments:

If The project is located in an area where water mains are not immediately adjacent or if water is required continuosly , storage water tank is required to store water to be used in time of municaplity water is shortaged.

The followiny is how to estimate water requirments per day for various types of buildings.

Office Buildings

1. Population: If the population is unknown, use 100 square feet of gross building area per capita.
2. Gallons per day per capita (G.P.D.C.) = 20

   Hours per day usage = 9

   Peak flow rate = 2.5 x average flow rate
3. If restaurants or other food services facilities are to be provided, use 25 G.P.D.C. in lieu of the 20 G.P.D.C. if no other data is available.

Example:

1. Assume 400,000 square feet gross building area.
2. Daily consumption:

   400,000 ÷ 100 = 4,000 people

   4,000 x 20 G.P.D.C. = 80,000 G.P.D.

   Total gallons per day = 80,000

3. Average flow rate:

   80,000 ÷ 9 hours (540 minutes) = 150 gpm

   Air conditioning make-up obtained from HVAC department, is 90 gpm

   150 + 90 = 240 gpm, total average flow rate

4. Peak flow rate:

   150 x 2.5 = 375 gpm

   \+ 90 gpm A.C. make-up

   465 gpm peak flow rate

If the total fixtures in the building is known, the standard fixture unit method of calculating water requirements can be used for a more accurate estimate.

Apartment Houses

1. Population: If the population is unknown, use 1.75 persons per bedroom.

2. Daily water consumption:

G.P.D.C. = 100

Hours per day usage = 15

Peak flow rate = 3.0 x average flow rate

Example:

1. Assume a population of 1,000 people

2. 1000 x 100 = 100,000 G.P.D.

100,000 ÷ 900 = 111 gpm average flow rate

111 x 3.0 = 333 gpm peak flow rate

Add A.C. make-up and any other special loads.

If total number of fixtures in the building is known, the standard fixture unit method of calculating water requirements can be used for a more accurate estimate.

Hotels

1. If population is unkown, use 1.75 persons per suite.

2. Daily water consumption:

G.P.D.C. = 130

Hours per day usage = 11

Peak flow rate = 3.0 x average flow rate

Example:

1. Assume a population of 1000 persons

1000 x 130 = 130,000 G.P.D.

130,000 ÷ 660 = 197 gpm average flow rate

197 x 3.0 = 591 gpm peak flow rate

Add A.C. make-up water.

Hospitals

The estimated water requirements for hospitals are requested in various forms which differ from the usual jobs. Table 10 lists various quantities in the form they may be required.

TABLE 10
Estimated Water Requirements for Hospitals

A	Consumption per year, gal/bed/yr	100,000
B	Consumption per month, gal/bed/month	10,000
C	Consumption per day, gal/bed/day	235 to 300
D	Peak hourly flow, gal/bed/hr	30
E	Minimum hourly flow, gal/bed/hr	3
F*	Peak instantaneous flow, gpm	$\frac{\text{Peak Hourly Flow} \times 2}{60 \text{ minutes}}$
G	Average instantaneous flow, gpm	$\frac{\text{Peak Instantaneous flow}}{2}$
H	HVAC equipment and A.C. make-up	See HVAC dept.

* Peak instantaneous flow plus the HVAC water requirements and any large water demand equipment (such as a large laundry) should be used for sizing the water service and pumping equipment.

Notes:

1. Table 10 is based upon a general hospital with kitchen, laundry and hydrotherapy facilities.
2. The water requirements for air conditoning are not included in the table. Add the A.C. requirements as given by the HVAC department.
3. Fire flow for sprinkler and standpipe are not included. Rate of flow is generally from 500 to 1500 gpm.
4. Extremely high water demand equipment such as large laundry and hydrotherapy facilities must be evaluated separately in order to determine if special design is required.

Example:

Assume a 500-bed general hospital.

1. Consumption per year = 500 x 100,000 = 50,000,000 gal/yr.
2. Consumption per month = 500 x 10,000 = 5,000,000 gal/month

3. Consumption per day = 500 x 300 = 150,000 gal/day
4. Peak hourly flow = 500 x 30 = 15,000 gal/hr.
5. Minimum hourly flow = 500 x 3 = 1,500 gal/hr.
6. Peak instantaneous flow = $\frac{15{,}000 \times 2.0}{60 \text{ min.}}$ = 500 gpm
7. Average instantaneous flow = 500 ÷ 2.0 = 250 gpm
8. Total gallons per day = 150,000
9. Total average rate = 250 gpm + A.C. make-up
10. Total peak rate = 500 gpm + A.C. make-up
11. Fire flow = 1500 gpm for 2 hrs.

Universities

1. Dormitory Students (Residents)-

Fixture	Usage/Day	Gal/Usage	Total Gal.
Water closets	3	5	15
Shower	1	20	20
Washup	2	10	20
Miscellaneous			20
Total			75 G.P.D.C.

Dormitory Kitchens
3 meals/day × 2 gal/meal/capita = 6 G.P.D.C.

2. Non-Resident Students

Fixture	Usage/Day	Gal/Usage	Total Gal.
Water closets	2	5	10
Washup	2	5	10
Miscellaneous			5
Total			25 G.P.D.C.

3. Faculty and Staff

Fixture	Usage/Day	Gal/Usage	Total Gal.
Water closets	2	5	10
Washup	2	5	10
Miscellaneous			5
Total			25 G.P.D.C.

4. General Laboratory Use

10 gal/hr usage/lab. fixture

1 hr. usage/day/fixture

10 G.P.D./lab. fixture

5. General Kitchens

2 meals/day x 2 gal/meal/capita = 4 gal/capita/day

6. Gymnasium

4 gpm/shower, 5 min. duration

Showers used eight times per day

4 gpm x no. of shower heads x 5 min. x 8 = G.P.D.

7. Fire Protection

Determined from Building Code, NFPA, Local Fire Dept., or the authority having jurisdiction.

8. Lawn Irrigation

If no information is available, the U.S. Dept. of Agriculture estimate may be used.

1 inch of water per acre per week.

9. Future Expansion

This should be based upon future population. If this is unknown, add 10 per cent to all estimates.

Shopping Centers

Area Method:

1. Use 10 hr. day.
2. Use 1/10 gal/sq. ft. of gross building area for the daily domestic water consumption.

Parking and Population Method:

1. Number of autos (parking spaces) x 3 turnovers per day x 2 occupants per auto = approximate number of customers per day.

2. Customers per day x 1½ G.P.D./customer = water load for customers per day.
3. Number of employees per day x 20 G.P.D. per employee = water load for employees per day.
4. Customer load plus employee load = total daily domestic water consumption in G.P.D.

Example:

Assume a 500,000 sq. ft. gross building area with 24,000 customers per day and 800 employees.

Area Method:

500,000 sq. ft. x 0.10 gal/sq. ft. = 50,000 gal/day

Population Method:

24,000 customers x 1½ G.P.D./cust. = 30,000 G.P.D.

800 employees x 20 G.P.D./employee = 16,000 G.P.D.

46,000 G.P.D. Total

Use the higher figure of the area method – 50,000 G.P.D.

Average rate: $\frac{50{,}000}{60 \times 10} = 84$ gpm

Peak rate:

84 x 2 = 168 gpm

Court Houses and Detention Jails

Use the population method and assign 20 gal/day/capita. If restaurants or food service facilities are to be provided for staff and office personnel use 25 in lieu of 20 gal/day/capita.

Example:

Assume the following population:

Staff	= 200
Office Personnel	= 2,000
Short-Term Detainees (Prisoners)	= 1,000
Long-Term Detainees (Prisoners)	= 1,000

Occupancy	Population		GPOC	Total GPD
Staff	200	x	20	4,000
Office Personnel	2,000	x	20	40,000
Short Term Prisoner	1,000	x	10	10,000
Long Term Prisoner	1,000	x	80	80,000
				134,000 GPD

Flow Rates:

Staff	4,000 ÷ 480 min.	=	9 gpm
Office	40,000 ÷ 480 min.	=	84 gpm
Short Term	10,000 ÷ 360 min.	=	30 gpm
Long Term	80,000 ÷ 900 min.	=	89 gpm
			212 gpm average rate

Peak flow rate: $212 \times 2 = 424$ gpm

The water consumption data as given for the various types of buildings is compiled in Table 11 as a ready reference source. The designer is alerted that he must add the water requirements for HVAC equipment.

Space Selection

When water consumption for the building has been determined, the next preliminary information required is location of plumbing equipment and the space required. It is now that a decision is required as to the type of system to be employed: gravity tank, hydropneumatic, booster pump or a combination of any of these. Consultation with the architect and structural engineer is required to pursue the feasibility of a gravity tank system. Every attempt should be made to utilize this system because it is the simplest and most economical. If it is not feasible, then the booster pump system must be selected.

Whether gravity tank or booster pump is selected the designer must be aware of the head limitations on pumps. Generally, it is not economical to exceed approximately 500 feet in height for the static head on the pumps. If the building is much higher than 500 feet, it would be necessary to have an intermediate tank in addition to the tank at the roof for the gravity system. For the booster system it would be desirable to locate a surge tank at some intermediate level. Once the decision is made, it is now possible to transmit the information to the architect. A review of the discussion of tank size selection and pump selection for pressure boosting systems will provide the data necessary to obtain the size of equipment and its location. The location of the equipment should be thoroughly coordinated with the HVAC and electrical engineers.

Pump rooms should be located at the outside wall and as close to the center axis of the building as possible. They should not be located

FACILITY	Gal/Day/Capita	USAGE HRS.	FACTOR Average Flow x Factor = Peak Flow	SOURCE of DATA
Office Building	20	8 to 9	2.0 to 2.5	Water meter readings
Office Building with Restaurant	25			
Apartments, Housing	60 to 100	15	2.0 to 3.0	Estimates, field surveys
Hotel, Motel	130	11	3.0	Meter readings
Hospitals	Refer to Table	—	—	Meter readings
Classrooms (School, University) (non-resident students, faculty and staff)	25	16¾	2.2	Meter readings
Dormitory (without food service or kitchenettes)	75	16¾	2.2	Meter readings
Dormitory (with food service or kitchenettes)	81	16¾	2.2	Meter readings
Shopping Center	Refer to test: Area or Population	10	2.0	Meter readings
Court Houses & Detention (Jail) a. Staff	20	8	2.0 to 2.5	Field surveys
b. Office	20	8		
c. Visitors (Courts)	10	8		
d. Short Term Prisoners	10	8		
e. Long Term Prisoners	80	15		

TABLE 11
PRELIMINARY ESTIMATED WATER REQUIREMENTS

next to electrical switchgear or transformer rooms. Piping should not be run through these rooms and if pumps were located adjacent thereto it would seriously hamper the flexibility of piping arrangements. Locating the pump room near the center axis of the building will shorten the lengths of run to the ends of the building and will result in smaller sized distribution mains.

If pumps are located on upper floors, the structural engineer must know the weight of this equipment. This information can be obtained from the manufacturer, but the weight of pads and inertia blocks should be added to this to obtain the total weight which will be imposed on the floor. The weight of the water in the piping which acts on the pump should also be added. When giving the weight of tanks, not only should the weight of the steel be given, but the weight of the water when the tank is full should be given as well.

The electrical engineer will want to know the horsepower requirements of all plumbing equipment. With the peak demand and the head on the pumps already determined it is a simple calculation to arrive at the approximate horsepower required for the pumps. The following formula can be applied:

$$\text{H.P.} = \frac{\text{GPM} \times \text{HEAD (ft.)}}{3960 \times \text{EFFICIENCY}}$$

Until final pump selection is made it is safe to assume a pump efficiency of 60 per cent.

B- piping layout:

Piping layout is the most critical item in water supply design because piping cost increase rapidly as pipe diameter increases, and pump horse power is depended on how much is friction loss in pipes, as pipe lengths long as much horsepower required for pump to overcome friction loss.

Pump rooms should be located at the outside wall and as close to the center axis of the building as possible. They should not be located next to electrical switchgear or transformer room. Piping should not be run through these rooms. Locating the pump room near the center axis of the building will shorten the lengths of run to the ends of the building and will result in smaller sized destribuition mains.

C- Rate of water flow (to design pipe size):

Rate of water flow must be estimated accuratly because pipe size and pump capacity will be detrmined accordingly the fixture unit method is the more practical and accurate method to estimate rate of water flow.

Fixture unit method:

1- Distribute pipes to get pipe layout.

2- At each branch calculate the number of units according to table (1).

3- Add each branch fixture units to the main to get rate in main pipes.

4- From table (2) or (3) calculate G.P.M. for the fixture unite in each pipe section.

Note: chart (1) and (2) can be used to determine G.P.M. instead of table (2) or (3).

water piping design:

There is a friction loss in any pipe thru which water is flowing.

This loss depends on the following factors:

1- Water velocity.

2- Pipe diameter

3- Interior surface roughness.

4- pipe length.

System pressure has no effect on the head loss of the equipment in the system.

To properly design a water piping system.

The engineer must evaluate not only the pipe friction loss but the loss thru valves, fittings and other equipment.

Charts (3) , (4) and (5) are used to design pipe size and friction loss.

The design of a water piping system is limited by the friction loss.

System using city water must have the sized so as to provide the requuired flow rate at a pressure loss within the pressure available at the city main.

This pressure or friction loss is to include all losses in the system, as pipe and fitting losses, static head, and water meter drop.
The total system pressure drop must be less than the city main pressure to have design water fllow.

Example:

An office building with the following fixture units.

60 lovatery

60 Water closet (public).

30 Uinal.

15 Kitchen.

Refer to table no. (1).

60 ×		2 =	120
60 ×		5 =	300.
30 ×		3 =	90
15 ×		.2 =	30

		540	Fixtur units

Refer to table (2)

550 fixture units need 133 G.P.M.

Piping design procedure:

1- Estimate water rate of flow in G.P.M or m/s.

2- From table (4) determine water velocity according to piping services.

3- Enter chart (3) or (4) or (5) according to piping system. at vertical axis, plot determined G.P.M. *and horizontally to determined velocity.*

4- At the point of intersection read pipe size and at horizantal axis read friction loss per loo ft. of pipe run.

5- If point of inersection at a location in between two pipe sizes larger size will be used.

Table (5). (6) used to estimate friction loss for valves and fitting as in equivalent feet of pipe.

6- Add equivalent pipe length for valves and fitting to pipe length to get total equivalent pipe length.

This length is used to determine friction loss in pipe eystem.

D- Pump Capacity:

As water rate of flow and friction loss in piping system are estimated pump can be easily selected to satisfy there rsquirments.

a- Pump Capacity:

pump will be selected to supply max. rate of flow requird.

b- pump read

pump head is equal to the sum of the following:

1- Total head water to be lifled.

2- Friction loss through pipe, fittings and all accessories.

3- Residual pressure required at the most remot fixture unit.

Just pump is selected all pump performance can be determined exactly.

Note: To arrive at the appraximate horsepower required for the pumps.

The following formula can be applied:

$$H.P. = \frac{GPM \times HEAD\ (ft.)}{3960 \times EFFICIENCY}$$

Until final pump selection is made it is safe to assume a pump efficiency of 60 percent.

BOOSTING THE AVAILABLE PRESSURE TO THE REQUIRED PRESSURE:

When the pressure in the public mains is not great enaugh to satisty the requirments of a building, some means must be provided for boosting the pressure to acceptable levels.

There are presently three basic systems available for boosting the available pressure to required pressure:

1- Gravity tank system.

2- Hgdropneumatic tank system.

3- tankless or booster pump system the.

Above mentioned three method for boosting the available pressure to required pressure can be used singly or in various combinations.

1. gravity tank system

The gravity tank system consists of an elevated tank of adequate capacity with pumps to raise the water to fill the tank. This water then flows by gravity from the tank to all outlets in the building. Level controls in the tank start and stop the pumps so as to maintain adequate capacity in the tank. There is no pressure boosting system which approaches this system for simplicity and efficiency of operation. By selecting a tank that has a reasonably large water surface for the capacity desired, it is possible to withdraw considerable quantities of water without appreciably lowering the water level and thus a relatively constant water pressure is sustained regardless of demand, whether if be low or peak demand conditions.

Tank Capacity Design

There are three approaches to the selection of the desired tank capacity for any building. Those parameters which are most important will determine which prooedure is employed.

1. Rule of Thumb: An arbitrary capacity of 30 times the pump capacity is recommended by some authorities. By use of this criterion, the theory is that the building will automatically have a 30-minute emergency reserve supply of water in case of power failure or disruption of the source of water supply. This, of course, is only true if the disruption occurs when the water is at the high level in the tank. Of more importance is the fact that rapid cycling of the pumps is avoided. With this arrangement the pumps would not cycle more than twice an hour under the worst conditions.

2. **Empirical:** Arbitrarily fixing the quantity of water desired for emergency conditions. The employment of this method would depend upon how long a critical situation might last (an operation in a hospital), and the economics of building shutdown versus the added cost of larger tank size, usable space required and possible increase in structural support requirements.

3. **Cycling of Pumps:** The capacity of the tank is sized so that cycling of pumps will not exceed six times per hour. This translates into five minutes running and five minutes off. The less cycles per hour the less wear and tear on the motors and the less maintenance required.

Pump Selection

Determine the maximum probable demand of the system and select the pump capacity to meet this demand. Always use a duplex pump system. One pump is thus available at any time for standby service and added capacity is available for future expansion of building services. There are three acceptable methods of dividing the total load between the two pumps:

1. Each pump sized to handle total load.
2. Each pump sized to handle 50 per cent of the total load.
3. Each pump sized to handle 60 per cent of the total load.

Scheme 1 provides complete standby capabilities. Controls are set to provide alternation of the pumps after each cycle to equalize wear on each pump. This same alternation is provided for the other schemes also.

In Scheme 2, one pump is capable of carrying the load for the majority of the time and the second pump cuts in for the brief periods that the first pump cannot handle the load. There is no excess capacity available but the pumps are much smaller in size resulting in a saving of capital expenditure.

Scheme 3 is a compromise between 1 and 2. There is an excess capacity of 20 per cent available and the pumps are smaller than in Scheme 1.

The total quantity of water pumped is exactly the same whichever scheme is selected and thus the operating costs are the same, depending on the efficiencies of the pump selected.

Pump Head Selection

To determine the required discharge pressure of the pumps, take the vertical distance between the pump and the highest point of the pump

discharge line and add the friction head loss in the piping from the pump to the tank. The suction pressure is then added to or subtracted from this total depending upon whether it is respectively negative or positive. A minimum of 5 psi should be added to this total for the pressure at the outlet. With the capacity and head now known, the proper pump may be selected.

Tank Installation

The following piping connections are required at the tank:

1. Water supply to the tank
2. Water supply to the system
3. Overflow line
4. Tank drain

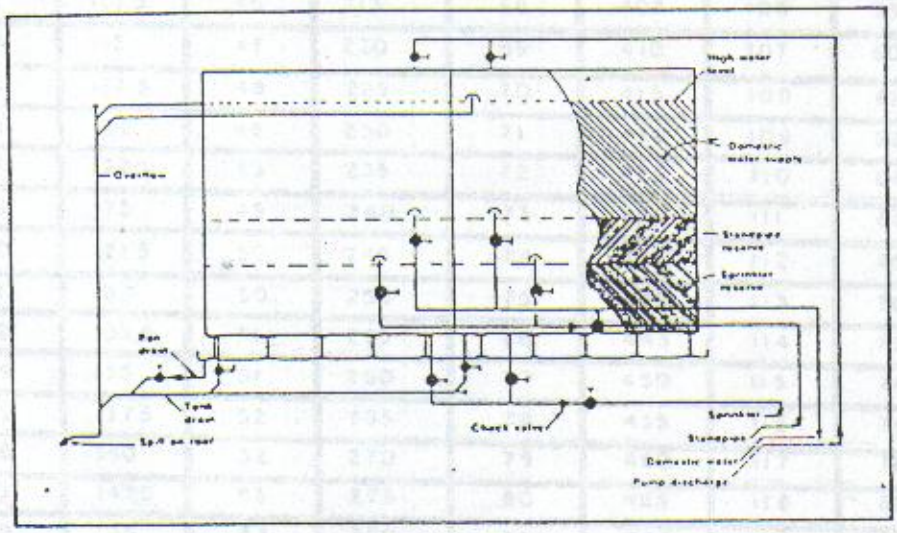


FIGURE 2
TYPICAL CONNECTIONS TO GRAVITY TANK

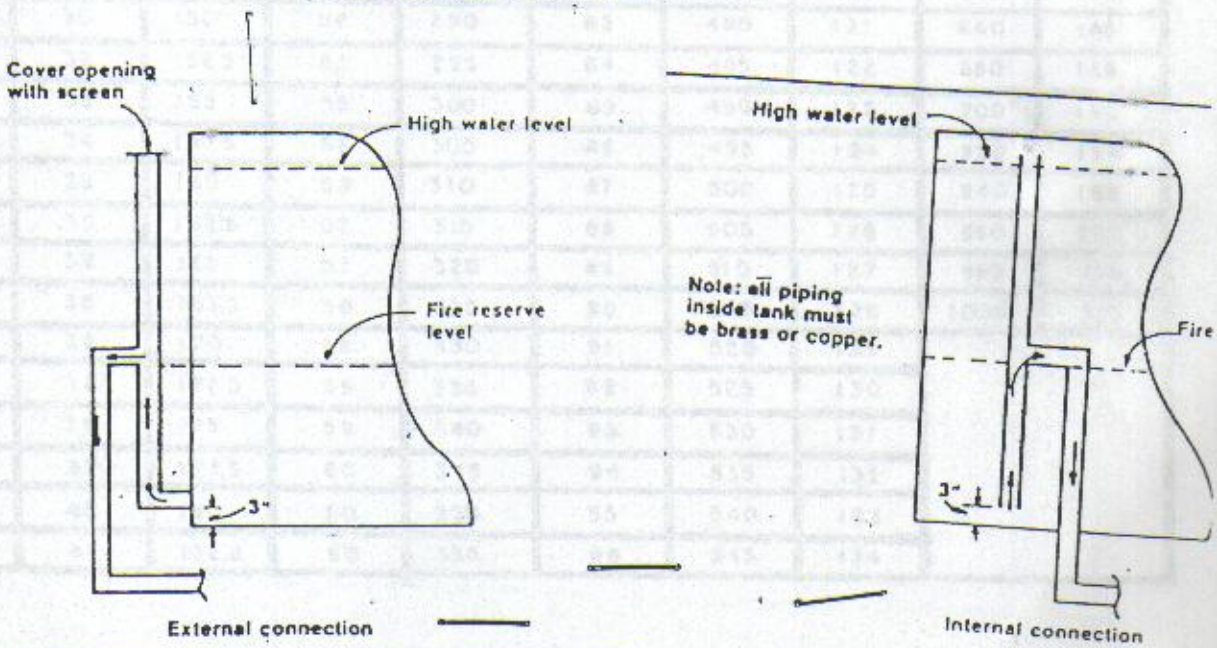


FIGURE 3
ALTERNATE WATER CONNECTION TO AVOID STAGNANT WATER IN TANK

TABLE (2)

FIXTURE UNITS AGAINST GALLONS PER MINUTE WITHOUT FLUSH-VALVES

TANK

F.U.	G.P.M	F.U.	G.P.M.	F.U.	G.P.M.	F.U.	G.P.M.	F.U.	G.P.M.
2	2	92.5	43	187.5	62	365	98	555	136
3	3	95	43	190	62	370	99	560	137
4	4	97.5	43	192.5	62	375	100	565	138
5	5	100	44	195	63	380	101	570	139
7.5	7	102.5	44	197.5	64	385	102	575	139
10	8	105	45	200	65	390	103	580	140
12.5	10	107.5	45	205	66	395	104	585	140
15	11	110	46	210	67	400	105	590	141
17.5	12	112.5	46	215	68	405	106	595	141
20	14	115	47	220	69	410	107	600	142
22.5	15	117.5	48	225	70	415	108	610	142
25	16	120	48	230	71	420	109	620	144
27.5	17	122.5	49	235	72	425	110	640	148
30	19	125	49	240	73	430	111	660	152
32.5	20	127.5	50	245	74	435	112	680	156
35	21	130	50	250	75	440	113	700	160
37.5	22	132.5	51	255	76	445	114	720	164
40	24	135	51	260	77	450	115	740	168
42.5	25	137.5	52	265	78	455	116	760	172
45	26	140	52	270	79	460	117	780	176
47.5	27	142.5	53	275	80	465	118	800	180
50	28	145	53	280	81	470	119	820	182
52.5	29	147.5	54	285	82	475	120	840	184
55	30	150	54	290	83	480	121	860	186
57.5	32	152.5	55	295	84	485	122	880	188
60	33	155	55	300	85	490	123	900	190
62.5	34	157.5	56	305	86	495	124	920	194
65	35	160	56	310	87	500	125	940	198
67.5	36	162.5	57	315	88	505	126	960	202
70	37	165	57	320	89	510	127	980	206
72.5	38	167.5	58	325	90	515	128	1000	210
75	38	170	58	330	91	520	129		
77.5	38	172.5	59	335	92	525	130		
80	39	175	59	340	93	530	131		
82.5	39	177.5	60	345	94	535	132		
85	40	180	60	350	95	540	133		
87.5	41	182.5	60	355	96	545	134		

TABLE (2) (CONT.)

FIXTURE UNITS AGAINST GALLONS PER MINUTE WITHOUT FLUSH VALVES

F.U.	G.P.M.	F.U.	G.P.M.	F.U.	G.P.M.
1000	210	1600	280	2200	350
1020	212	1620	282	2220	352
1040	214	1640	284	2240	354
1060	216	1660	287	2260	356
1080	218	1680	291	2280	358
1100	220	1700	295	2300	360
1120	222	1720	297	2320	362
1140	224	1740	299	2340	364
1160	226	1760	301	2360	366
1180	228	1780	303	2380	368
1200	230	1800	305	2400	370
1220	234	1820	307	2450	375
1240	238	1840	309	2500	380
1260	241	1860	311	2550	385
1280	243	1880	313	2600	393
1300	245	1900	315	2650	398
1320	247	1920	317	2700	402
1340	249	1940	319	2750	410
1360	251	1960	321	2800	415
1380	253	1980	323	2850	420
1400	255	2000	328	2900	425
1420	259	2020	332	2950	430
1440	263	2040	334	3000	435
1460	266	2060	336		
1480	268	2080	338		
1500	270	2100	340		
1520	272	2120	342		
1540	274	2140	344		
1560	276	2160	346		
1580	278	2180	348		

5 G.P.M. FOR EACH ADDITIONAL 50 F.U. OVER 3,000

TABLE (3)

FIXTURE UNITS AGAINST GALLONS PER MINUTE WITH FLUSH VALVES

F.U.	G.P.M.	F.U.	G.P.M.	F.U.	G.P.M.	F.U.	G.P.M.	F.U.	G.P.M.
10	27	102 5	69	265	103	450	135	670	164
12 5	30	105	69	270	104	455	135	680	166
15	32	107.5	70	275	105	460	136	690	168
17 5	33	110	70	280	106	465	137	700	170
20	35	112.5	71	285	107	470	138	710	172
22 5	36	115	71	290	108	475	138	720	174
25	38	117 5	72	295	109	480	139	730	176
27 5	40	120	73	300	110	485	140	740	178
30	41	122 5	74	305	111	490	140	750	180
32 5	42	125	74	310	112	495	141	760	181
35	44	130	75	315	113	500	142	770	182
37 5	45	135	76	320	114	505	142	780	183
40	46	140	77	325	115	510	143	790	184
42 5	47	147.5	78	330	116	515	144	800	185
45	48	150	80	335	117	520	145	810	186
47 5	50	155	81	340	118	525	146	820	187
50	51	160	82	345	119	530	147	830	188
52 5	52	165	83	350	120	535	148	840	189
55	53	170	84	355	121	540	149	850	190
57 5	54	175	85	360	122	545	150	860	191
60	55	180	86	365	123	550	150	870	192
62.5	56	185	87	370	124	555	151	880	193
65	57	190	88	375	125	560	151	890	194
67 5	58	195	89	380	126	565	152	900	195
70	59	200	90	385	127	570	152	910	196
72.5	60	205	92	390	128	575	153	920	197
75	61	210	93	395	129	580	153	930	198
77.5	62	215	94	400	130	585	154	940	199
80	62	220	95	405	130	590	154	950	200
82.5	63	225	96	410	131	595	155	FOR UNITS OVER 950 USE OTHER TABLE	
85	63	230	97	415	131	600	156		
87 5	64	235	98	420	132	610	157		
90	65	240	99	425	132	620	159		
92 5	66	245	100	430	133	630	160		
95	67	250	101	435	133	640	161		
97 5	68	255	101	440	134	650	162		
100	69	260	102	445	135	660	163		

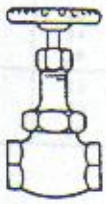
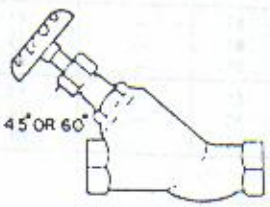
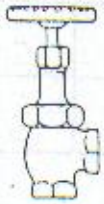
TABLE 4—RECOMMENDED WATER VELOCITY

SERVICE	VELOCITY RANGE (fps)
Pump discharge	8 - 12
Pump suction	4 - 7
Drain line	4 - 7
Header	4 - 15
Riser	3 - 10
General service	5 - 10
City water	3 - 7

(5)

TABLE —VALVE LOSSES IN EQUIVALENT FEET OF PIPE*

Screwed, Welded, Flanged, and Flared Connections

NOMINAL PIPE OR TUBE SIZE (in.)	GLOBE†	60° - Y	45° - Y	ANGLE†	GATE††	SWING CHECK‡	LIFT CHECK
							
⅜	17	8	6	6	0.6	5	
½	18	9	7	7	0.7	6	
¾	22	11	9	9	0.9	8	Globe & Vertical Lift Same as Globe Valve**
1	29	15	12	12	1.0	10	
1¼	38	20	15	15	1.5	14	
1½	43	24	18	18	1.8	16	
2	55	30	24	24	2.3	20	
2½	69	35	29	29	2.8	25	
3	84	43	35	35	3.2	30	
3½	100	50	41	41	4.0	35	
4	120	58	47	47	4.5	40	
5	140	71	58	58	6	50	
6	170	88	70	70	7	60	
8	220	115	83	83	9	80	
10	280	145	105	105	12	100	
12	320	165	130	130	13	120	Angle Lift Same as Angle Valve
14	360	185	155	155	15	135	
16	410	210	180	180	17	150	
18	460	240	200	200	19	165	
20	520	273	233	235	22	200	
24	610	320	265	265	25	240	

*Losses are for all valves in fully open position.

†These losses do not apply to valves with needle point type seats.

‡Losses also apply to the in-line, ball type check valve.

**For "Y" pattern globe lift check valve with seat approximately equal to the nominal pipe diameter, use values of 60° "Y" valve for loss.

††Regular and short pattern plug cock valves, when fully open, have some loss as gate valve. For valve losses of short pattern plug cocks above 6 ins. check manufacturer.

TABLE 6 — FITTING LOSSES IN EQUIVALENT FEET OF PIPE

Screwed, Welded, Flanged, Flared, and Brazed Connections

NOMINAL PIPE OR TUBE SIZE (in.)	SMOOTH BEND ELBOWS						SMOOTH BEND TEES			
	90° Std*	90° Long Rad.†	90° Street*	45° Std*	45° Street*	180° Std*	Flow-Thru Branch	Straight-Thru Flow: No Reduction	Straight-Thru Flow: Reduced ¼	Straight-Thru Flow: Reduced ½
⅜	1.4	0.9	2.3	0.7	1.1	2.3	2.7	0.9	1.2	1.4
½	1.6	1.0	2.5	0.8	1.3	2.5	3.0	1.0	1.4	1.6
¾	2.0	1.4	3.2	0.9	1.6	3.2	4.0	1.4	1.9	2.0
1	2.6	1.7	4.1	1.3	2.1	4.1	5.0	1.7	2.3	2.6
1¼	3.3	2.3	5.6	1.7	3.0	5.6	7.0	2.3	3.1	3.3
1½	4.0	2.6	6.3	2.1	3.4	6.3	8.0	2.6	3.7	4.0
2	5.0	3.3	8.2	2.6	4.5	8.2	10	3.3	4.7	5.0
2½	6.0	4.1	10	3.2	5.2	10	12	4.1	5.6	6.0
3	7.5	5.0	12	4.0	6.4	12	15	5.0	7.0	7.5
3½	9.0	5.9	15	4.7	7.3	15	18	5.9	8.0	9.0
4	10	6.7	17	5.2	8.5	17	21	6.7	9.0	10
5	13	8.2	21	6.5	11	21	25	8.2	12	13
6	16	10	25	7.9	13	25	30	10	14	16
8	20	13	—	10	—	33	40	13	18	20
10	25	16	—	13	—	42	50	16	23	25
12	30	19	—	16	—	50	60	19	26	30
14	34	23	—	18	—	55	68	23	30	34
16	38	26	—	20	—	62	78	26	35	38
18	42	29	—	23	—	70	85	29	40	42
20	50	33	—	26	—	81	100	33	44	50
24	60	40	—	30	—	94	115	40	50	60

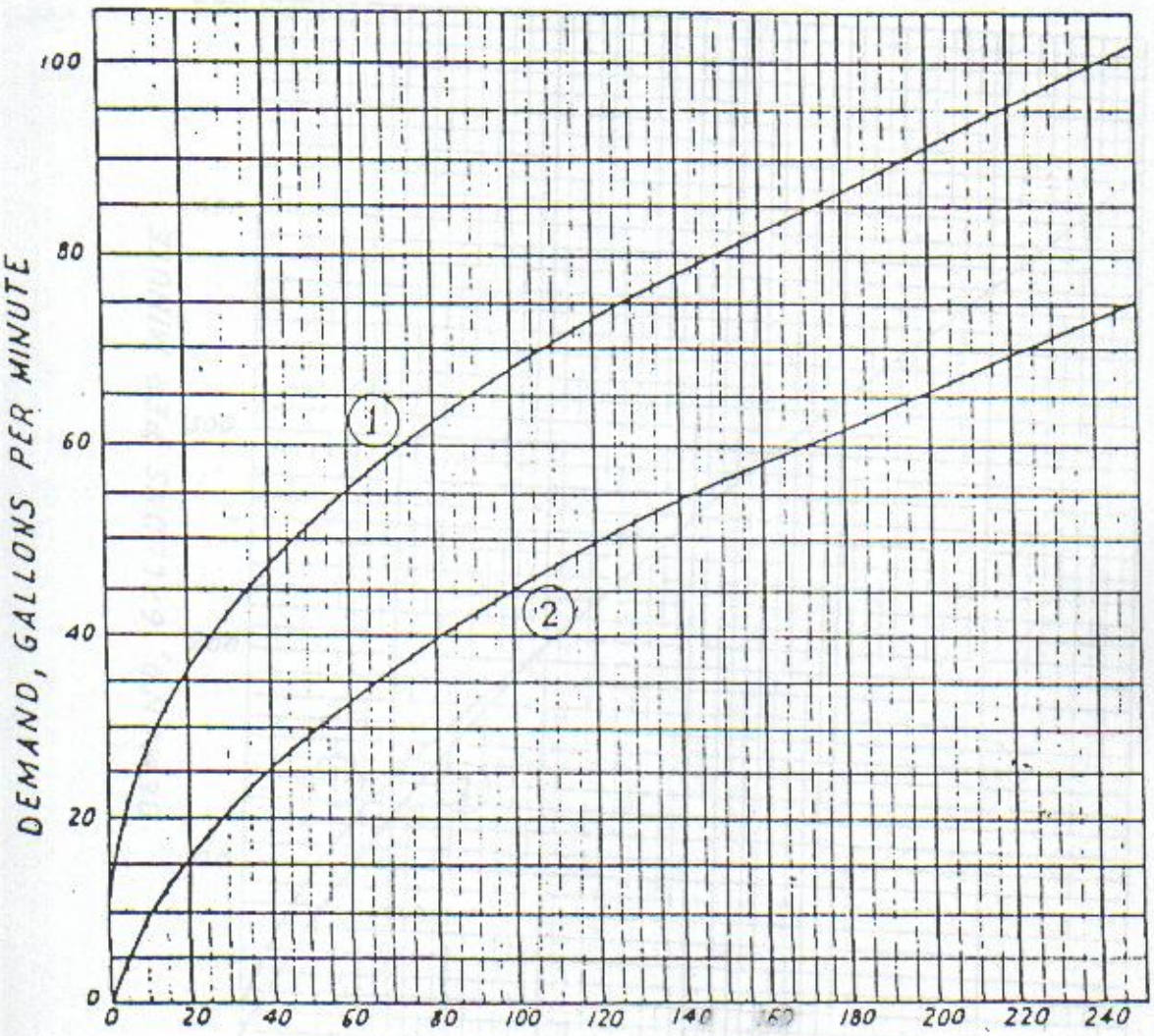
NOMINAL PIPE OR TUBE SIZE (in.)	MITRE ELBOWS			
	90° Ell	60° Ell	45° Ell	30° Ell
⅜	2.7	1.1	0.6	0.3
½	3.0	1.3	0.7	0.4
¾	4.0	1.6	0.9	0.5
1	5.0	2.1	1.0	0.7
1¼	7.0	3.0	1.5	0.9
1½	8.0	3.4	1.8	1.1
2	10	4.5	2.3	1.3
2½	12	5.2	2.8	1.7
3	15	6.4	3.2	2.0
3½	18	7.3	4.0	2.4
4	21	8.5	4.5	2.7
5	25	11	6.0	3.2
6	30	13	7.0	4.0
8	40	17	9.0	5.1
10	50	21	12	7.2
12	60	25	13	8.0
14	68	29	15	9.0
16	78	31	17	10
18	85	37	19	11
20	100	41	22	13
24	115	49	25	16

*R/D approximately equal to 1. †R/D approximately equal to 1.5.

CHART (1)

SUPPLY DEMAND CURVE

FOR USE WITH 240 FIXTURE UNITS & LESS

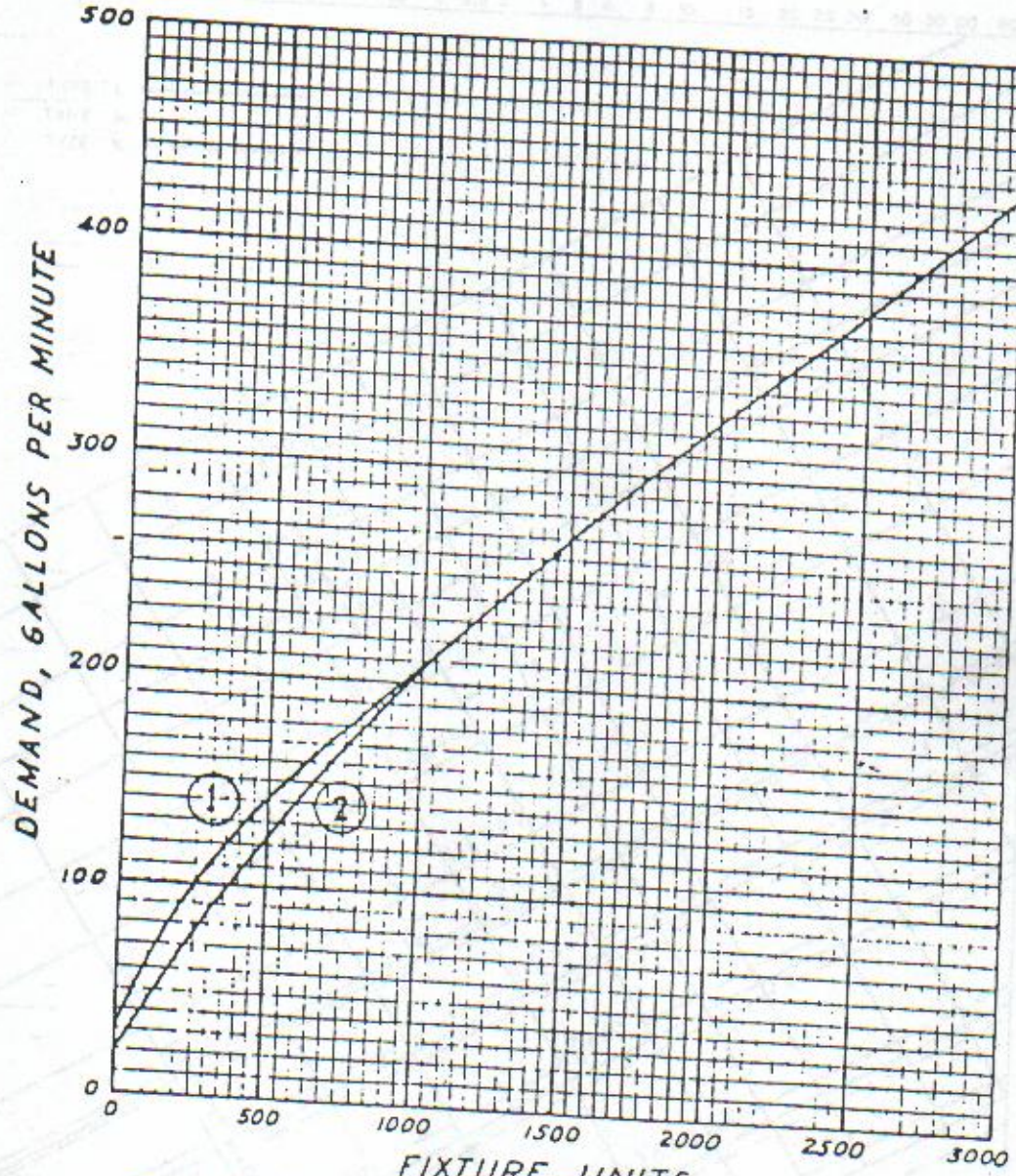


CURVE Nº 1 FOR SYSTEM WITH FLUSH VALVES.
CURVE Nº 2 FOR SYSTEM WITH FLUSH TANKS

CHART(2)

SUPPLY DEMAND CURVE

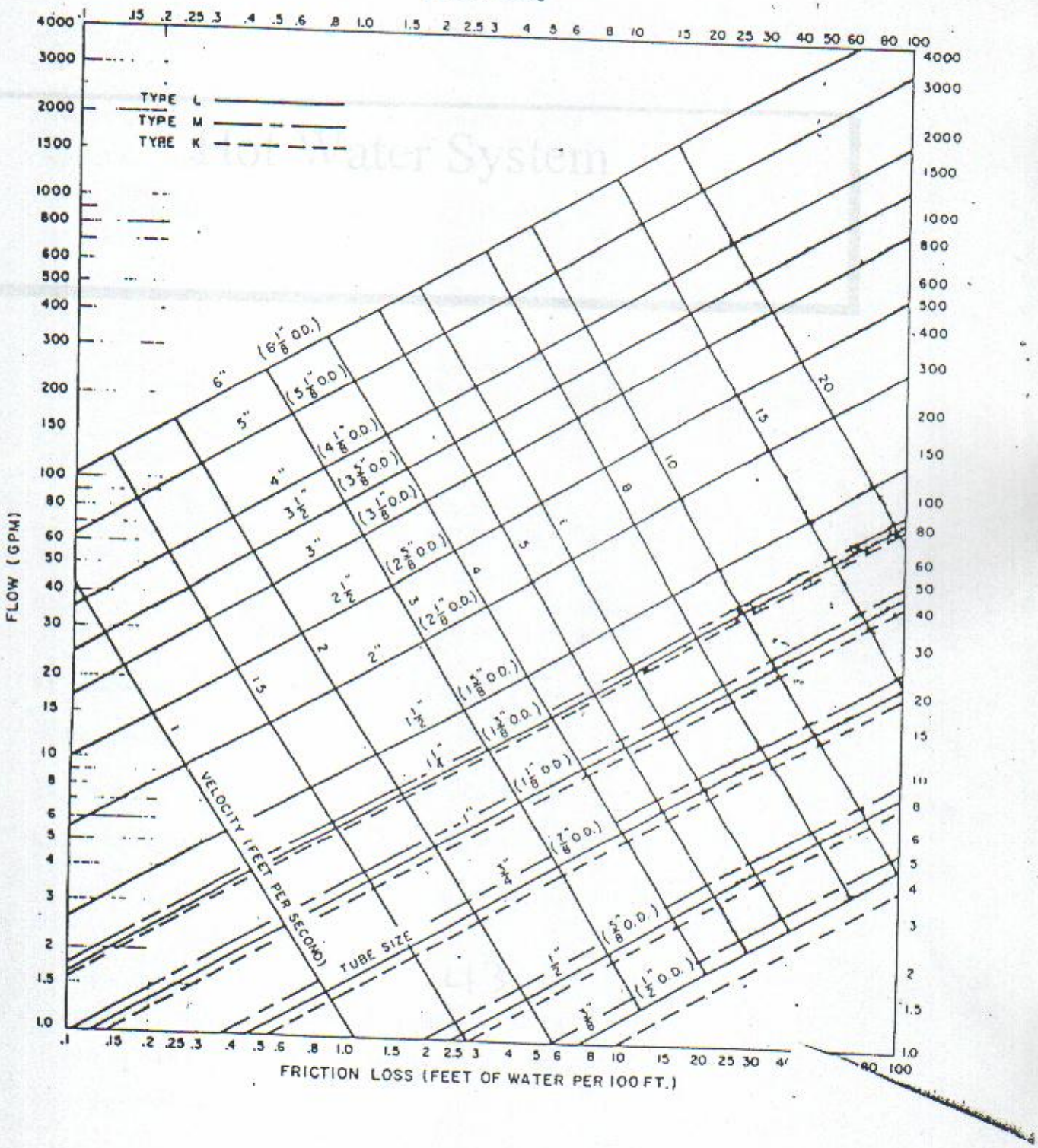
FOR USE WHEN FIXTURE UNITS ARE IN EXCESS OF 240



CURVE N° 1 FOR SYSTEM WITH FLUSH VALVES
CURVE N° 2 FOR SYSTEM WITH FLUSH TANKS

CHART 5—FRICTION LOSS FOR CLOSED AND OPEN PIPING SYSTEMS

Copper Tubing



Hot Water System

2- HOT WATER SYSTEM

Design of water supply system is similar to cold water supply system design, only water rate flow estimate is differ and need for hot water circulation to maintain water in suitable tempreature at any time.

HOT WATER RATE OF FLOW AND STORAGE CAPACITY:

Pag-67

1- Determine the number of fixture units from table (1) according to building type.

2- To determine probable maximum demand multiply the total quantity for the fixtures by the demand factor in line 19.

3- The heater or coil should have a water heating capacity equal to this probable maximum demand.

4- The storage tank should have a capacity equal to the probable maximum demand multiplied by the storage capacity factor in line 20.

Example: Determine the heater and storage tank size for an apartment building from number of fixtures.

60 lavateries'	× 2 = 120 gal. Per hr.
30 bath tubes	× 20 = 600 gal. Per hr.
30 showers	× 30 = 900 gal. Per hr.
60 kitchen sinks	× 10 = 600 gal. Per hr.
15 lundry tube	× 20 = 300 gal. Per hr.
Possible maximum demand	= 2520 gal. Per hr.

Probable maximumdemand = 2520 × 0.3 = 756 gal. Per hr.

Heater or coil capacity = 756 gal. Per hr.

Storage tank capacity = 756 × 1.25 = 945 gal.

Hot Water Circulation

The hot water circulating system is the one system in plumbing design which seems to receive the least attention from Plumbing Engineers. This is extremely puzzling, particularly in light of the fact that of all plumbing systems, the hot water system (of which the circulating system is an integral part) is most likely to generate the most and loudest complaints. The lack of adequate hot water when a faucet is opened at a fixture is the predominant complaint. Paradoxically, the equipment specified to provide the hot water is generally overdesigned and could probably satisfy the hot water requirements of a much larger demand. The problem of inadequate hot water can usually be attributed to a poorly designed or improperly sized hot water circulating system.

Proper sizing of the hot water circulating system is essential for the efficient and economical operation of the hot water system. Oversizing will cause the expenditure of extra money on materials and creates additional heat losses which in no way contribute to a more efficiently operating system. Undersizing will seriously hamper circulation and thus adequate water at the required temperature will not be immediately available at all fixtures. It also results in wastage of water as the user runs the water until the required temperature is achieved.

Empirical and rule-of-thumb methods of sizing circulating piping and circulation pumps are usually adequate and satisfactory for the majority of installations, but there are many installations where the application of these methods results in a job where the system or parts of the system are extremely undersized or oversized. Although the following rule-of-thumb methods are given, they are presented for information purposes only and are not recommended as the proper method for sizing circulation systems.

1. Allow ½ gpm for each circulating riser serving a small hot water riser (¾ to 1 inch), 1 gpm for each circulating riser serving a medium sized hot water riser (1¼ to 1½ inch) and

Hot Water Circulation

The hot water circulating system is the one system in plumbing design which seems to receive the least attention from Plumbing Engineers. This is extremely puzzling, particularly in light of the fact that of all plumbing systems, the hot water system (of which the circulating system is an integral part) is most likely to generate the most and loudest complaints. The lack of adequate hot water when a faucet is opened at a fixture is the predominant complaint. Paradoxically, the equipment specified to provide the hot water is generally overdesigned and could probably satisfy the hot water requirements of a much larger demand. The problem of inadequate hot water can usually be attributed to a poorly designed or improperly sized hot water circulating system.

Proper sizing of the hot water circulating system is essential for the efficient and economical operation of the hot water system. Oversizing will cause the expenditure of extra money on materials and creates additional heat losses which in no way contribute to a more efficiently operating system. Undersizing will seriously hamper circulation and thus adequate water at the required temperature will not be immediately available at all fixtures. It also results in wastage of water as the user runs the water until the required temperature is achieved.

Empirical and rule-of-thumb methods of sizing circulating piping and circulation pumps are usually adequate and satisfactory for the majority of installations, but there are many installations where the application of these methods results in a job where the system or parts of the system are extremely undersized or oversized. Although the following rule-of-thumb methods are given, they are presented for information purposes only and are not recommended as the proper method for sizing circulation systems.

1. Allow ½ gpm for each circulating riser serving a small hot water riser (½ to 1 inch), 1 gpm for each circulating riser serving a medium sized hot water riser (1¼ to 1½ inch) and

2 gpm for each circulating riser serving a large hot water riser (2 inches and larger).
2. Allow 1 gpm for each 20 hot water supplied fixtures.
3. Size circulation piping one-half the size of the hot water piping.

Sizing the Circulation System

The hot water circulating system is designed to maintain the hot water at the required temperature at the point of use at all times. To accomplish this accurately and economically, the rate of circulation in the piping and the size of the circulating piping to obtain that rate of circulation must be determined. Three basic factors govern this determination.

1. The heat loss rate of the piping.
2. The temperature differential at which the system is to operate.
3. The allowable friction head loss in the piping.

After the hot water supply system has been sized (including mains and risers) the sizing of the hot water circulating piping system can proceed. The step-by-step procedure will be listed and then each step will be thoroughly discussed.

1. Calculate the heat loss rates of the hot water supply piping.
2. Calculate the heat loss rates of the hot water circulating piping.
3. Calculate the circulation rates for all parts of the circulating piping and the total circulation rate required.
4. Determine the allowable uniform friction head loss and the total head required to overcome friction losses in the piping when the water is flowing at the required circulation rate.
5. Calculate rates of flow for various pipe sizes which will give the uniform pressure drop established in Step 4, and tabulate the results.
6. Size the system based upon tabulation set up in Step 5.
7. With sizes as established in Step 6, repeat Steps 2 through 6 as a check on the assumptions made.

The above procedure may seem cumbersome and time-consuming, but once the procedure has been established and applied a few times, and the necessary calculations have been set up in permanent chart form, it will be found to be a simple and rapid method of sizing. It is the only way to be assured of accurate, dependable and economical results. Each step of the procedure will now be thoroughly discussed.

1. Calculate the heat loss rates of the hot water supply piping: Domestic hot water is generally distributed at 140 degrees. The B.T.U. loss per hour per lineal foot, for a 140 degree water temperature and a 70 degree ambient room temperature, for

Nominal Pipe Size	Insulated Pipe (1" Fiberglass)	Bare Pipe		
		Sched. 40 Steel	Brass, Copper, T.P.	Type K Copper
½"	15	35	26	15
¾"	17	43	32	26
1"	19	53	38	32
1¼"	21	65	46	39
1½"	25	73	53	46
2"	28	91	65	58
2½"	32	108	75	68
3"	38	129	90	81
4"	46	163	113	103
5"	55	199	138	127
6"	63	233	161	149
8"	80	299	201	188

TABLE 3
PIPING HEAT LOSS
(BTU/Hr. per lineal ft. for 140°F water temp. and 70°F room temp.)

various pipe materials (bare and insulated) is given in Table 3. To obtain the heat loss rates of the piping, multiply the length of piping by the appropriate values in the table.

2. Calculate the heat loss rates of the hot water circulating piping. At this time, sizes for any part of the circulating system are not known. An assumption must be made in order to use the values in Table 3. There are two choices.
   a. Assign sizes to the circulating mains equal to one-half the size of the accompanying hot water supply mains and assign a ¾ inch size to all circulating risers.
   b. Assume the heat losses of the circulating mains and risers to be two-thirds the heat loss of the accompanying hot water mains and risers when both supply and circulating are bare or both are insulated. Assume one and one-third the heat loss of the supply piping when the supply is insulated and the circulating piping is bare.

The latter assumption is favored by the author as it is more compatible with the procedure outlined. By utilizing this assumption, the heat loss rates for the circulating piping can be established for all parts of the system at the same time that the hot water supply heat losses are established. The calculations are thus simplified and expedited.

3. Calculate the circulation rates for all parts of the circulating piping and the total circulation rate required. To find the required circulation rate in any part of the circulating piping,

the heat loss rate for that part is divided by 10,000 BTU/HR. This will give the gallons per minute of flow required. The 10,000 BTU/HR figure is obtained in the following manner:

1 gallon of water weighs 8.3 lbs.
1 BTU is equal to the heat necessary to raise one pound of water one degree fahrenheit.
It is good practice to design a pumped circulation system at a temperature differential of 20 degrees.
Thus for a circulation rate of 1 gpm:
8.3 lbs. per min. x 20 degrees = 166 BTU per min.
166 BTU/min. x 60 min. = 6,960 BTU/HR
For ease of calculation, 10,000 BTU/HR can be used without introducing a significant error in the results. If the total heat loss of all the piping (supply and circulation) is 300,000 BTU/HR, then the required circulation rate to overcome this heat loss is 300,000 ÷ 10,000 = 30 gpm.

4. Determine the allowable uniform friction head loss and the total head required to overcome friction losses in the piping when water is flowing at the required circulation rate. The uniform friction head loss can be established in two ways.

   a. Take the total circulation rate established in Step 3 and select an efficient circulation pump of that capacity from a manufacturer's catalog. From the curves for the pump selected, note the discharge head. This will be the total head available for friction losses. Divide this value by the equivalent length of run of the longest run of piping to obtain the permissible uniform friction head loss. The longest run of piping is taken from the furthest point of connection of the circulation piping to the hot water supply and thence back to the source of hot water supply. The length of run of the hot water piping is not included because the pressure drop in the hot water piping is insignificant. The size of the hot water piping has been established for relatively high quantities of flow as compared to the circulating flow, so that when only the circulating rate of flow is occurring in the hot water piping, the friction loss is extremely low and can be ignored. The measured length of run is the developed length. To obtain the equivalent length of run, the resistance of valves, fittings, etc. must be converted to equivalent lengths of pipe which will produce the same resistance to flow. Since sizes are

still not known, a reasonable assumption is to add ten per cent of the developed length to the measured developed length.

b. Establish the uniform friction head loss empirically. The uniform friction head loss can be selected for a minimum of one foot per hundred feet to a maximum of ten feet per hundred feet. This will permit economical pipe sizes at reasonable velocities of flow and still not create too great a discharge head for the required circulation pump. Select a circulation pump of the capacity established in Step 3 and a discharge head equal to the uniform friction head loss selected times the equivalent length of run divided by 100.

5. Calculate the rates of flow for various pipe sizes which will give the uniform pressure drop selected in Step 4. This can be done from available charts or can be calculated by means of the formulas:

Brass or copper pipe: $q = 40d^{2.5}\ h/L$

Galvanized iron or steel: $q = 28.3d^{2.5}\ h/L$

where q = gallons per minute

d = actual internal pipe diameter, inches

h = total head available for friction, ft.

L = equivalent length of run, ft.

6. Size the system in accordance with values established in Step 5.

7. With sizes now established, the exact heat losses can be determined and the exact equivalent length of run can be determined without the necessity of any assumptions. The accuracy of the entire procedure can thus be checked.

It will be found, by calculation, that most circulating risers need not be larger than ½ inch to obtain proper rates of circulation. Due to the possibility of scale buildup and constriction of the pipe it is recommended that the minimum size of any hot water circulating riser be ¾ inch.

Figures 21 through 26 illustrate various systems of hot water supply and circulation piping.

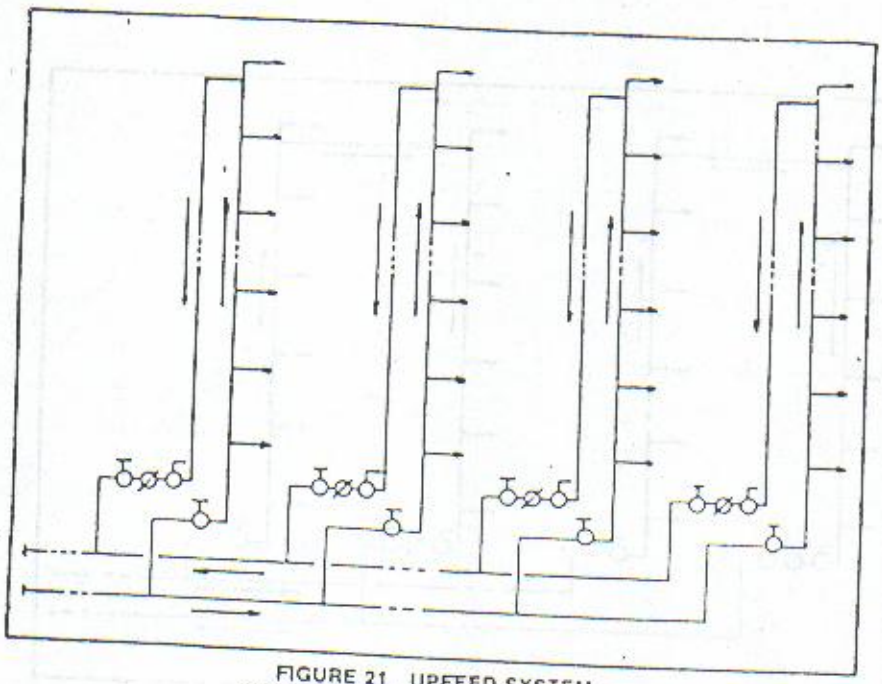


FIGURE 21 UPFEED SYSTEM
(Heater located at bottom of system)

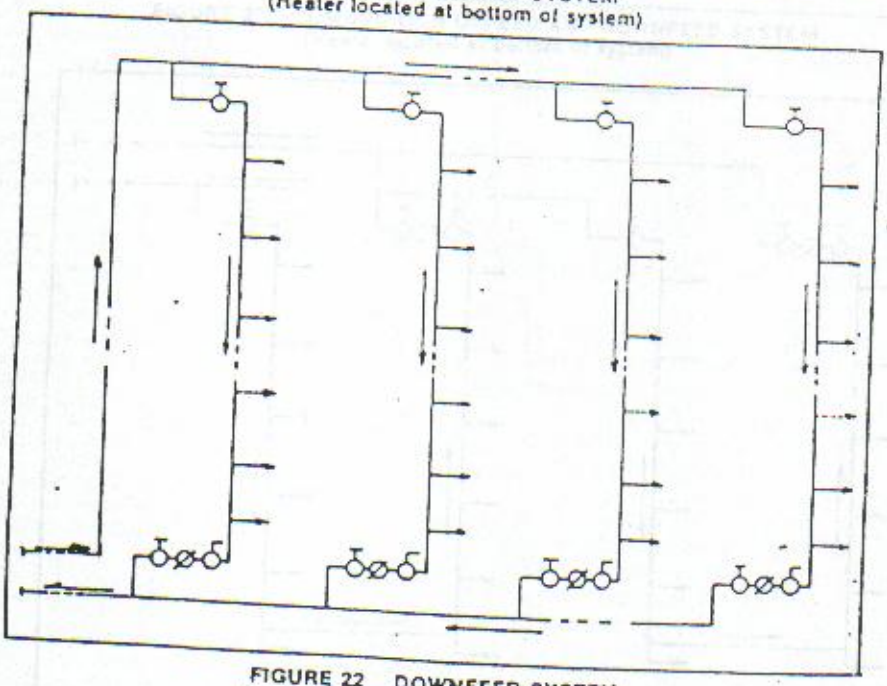


FIGURE 22 DOWNFEED SYSTEM
(Heater located at bottom of system)

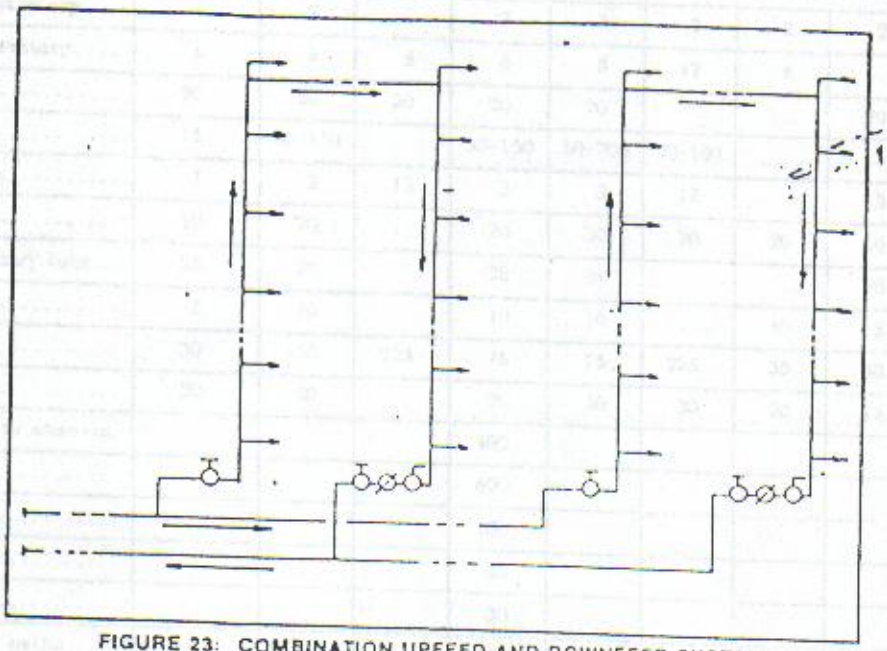


FIGURE 23: COMBINATION UPFEED AND DOWNFEED SYSTEM
(Heater located at bottom of system)

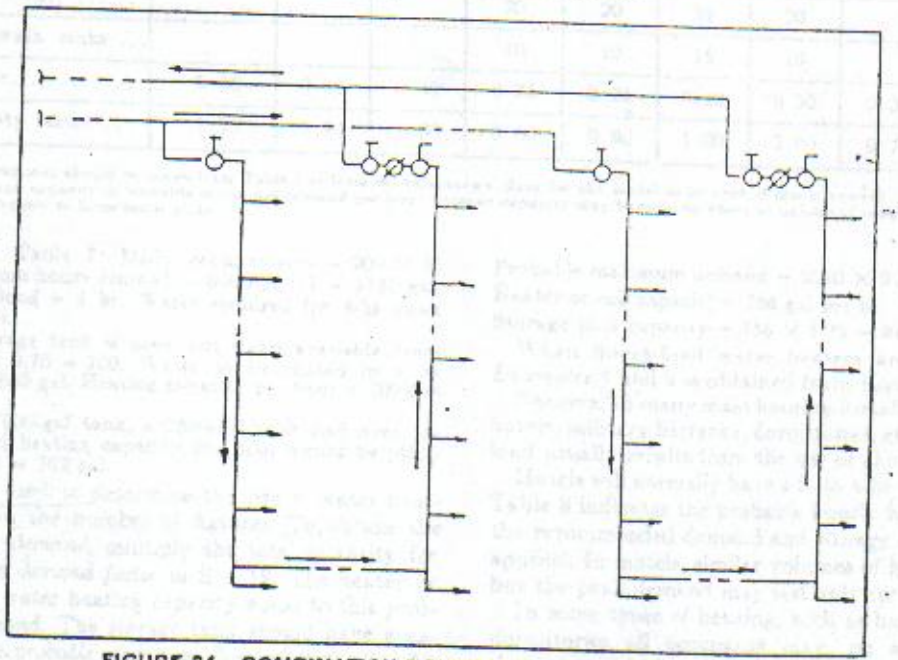


FIGURE 24 COMBINATION DOWNFEED AND UPFEED SYSTEM
(Heater located at top of system)

Table .... Hot Water Demand per Fixtures for Various Types of Buildings

Gallons of water per hour per fixture, calculated at a final temperature of 140 F

	Apartment House	Club	Gymnasium	Hospital	Hotel	Industrial Plant	Office Building	Private Residence	School	Y.M.C.A.
1. Basins, private lavatory	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
2. Basins, public lavatory....	4	6	8	6	8	12	6	....	15	8
3. Bathtubs.....	20	20	30	20	20	....	....	20	....	30
4. Dishwashers[a].....	15	50–150	....	50–150	50–200	20–100	....	15	20–100	20–100
5. Foot basins.....	3	3	12	3	3	12	....	3	3	12
6. Kitchen sink.....	10	20	....	20	30	20	20	10	20	20
7. Laundry, stationary tubs...	20	28	....	28	28	....	....	20	....	28
8. Pantry sink.....	5	10	....	10	10	....	10	5	10	10
9. Showers.....	30	150	225	75	75	225	30	30	225	225
10. Slop sink.....	20	20	....	20	30	20	20	15	20	20
11. Hydro-therapeutic showers.				400						
12. Hubbard baths.....				600						
13. Leg baths.....				100						
14. Arm baths.....				35						
15. Sitz baths.....				30						
16. Continuous-flow baths....				165						
17. Circular wash sinks.....				20	20	30	20		30	
18. Semi-circular wash sinks....				10	10	15	10		15	
19. Demand factor.....	0.30	0.30	0.40	0.25	0.25	0.40	0.30	0.30	0.40	0.40
20. Storage capacity factor[b]...	1.25	0.90	1.00	0.60	0.80	1.00	2.00	0.70	1.00	1.00

[a] Dishwasher requirements should be taken from Table 8 or from manufacturers' data for the model to be used, if this is known.
[b] Ratio of storage tank capacity to probable maximum demand per hour. Storage capacity may be reduced where an unlimited supply of steam is available from a central street steam system or large boiler plant.

From the data in Table 7: Daily requirements = 200 × 40 = 8000 gal. Maximum hours demand = 8000 × 1/7 = 1140 gal. Duration of peak load = 4 hr. Water required for 4-hr peak = 4 × 1140 = 4560.

If a 1000-gal storage tank is used, hot water available from the tank = 1000 × 0.70 = 700. Water to be heated in 4 hr = 4560 − 700 = 3860 gal. Heating capacity per hour = 3860/4 = 965 gal.

If instead of a 1000-gal tank, a 2500-gal tank had been installed, the required heating capacity per hour would be [4560 − (2500 × 0.70)]/4 = 702 gal.

Table 8 may be used to determine the size of water heating equipment from the number of fixtures. To obtain the *probable maximum demand*, multiply the total quantity for the fixtures by the *demand factor* in line 19. The heater or coil should have a water heating capacity equal to this *probable maximum demand*. The storage tank should have a capacity equal to the *probable maximum demand* multiplied by the storage capacity factor in line 20. *Example 6* will illustrate the procedure.

Example 6: Determination of heater and storage tank size for an apartment building from number of fixtures.

60 lavatories.....	× 2 = 120 gal per hr
30 bathtubs.....	× 20 = 600 gal per hr
30 showers.....	× 30 = 900 gal per hr
60 kitchen sinks.....	× 10 = 600 gal per hr
15 laundry tubs.....	× 20 = 300 gal per hr
Possible maximum demand.....	= 2520 gal per hr

Probable maximum demand = 2520 × 0.30 = 756 gal per hr
Heater or coil capacity = 756 gal per hr
Storage tank capacity = 756 × 1.25 = 945 gal

When direct-fired water heaters are used the input for *Examples 5* and *6* is obtained from Equation 1.

Showers. In many mass housing installations such as motels, hotels, military barracks, dormitories, etc., the peak hot water load usually results from the use of showers.

Hotels will normally have a 3- to 4-hr peak shower load, and Table 8 indicates the probable hourly hot water demand and the recommended demand and storage capacity factors to be applied. In motels, similar volumes of hot water are required but the peak demand may last only for a 2-hr period.

In some types of housing, such as barracks, fraternities or dormitories all occupants may, on some occasions, take showers within a very short period of time. In this case, it is best to determine the peak load by determining the number of shower heads, the rate of flow per head, and estimate the length of time that the showers will be on.

The rate of flow from a shower head will vary depending on the type, size, and water pressure. At 40 psi water pressure, available shower heads have nominal flow rates from about 2.5 to 10 gal per min. In multiple shower installations flow control valves are recommended since they reduce the flow rate and maintain it regardless of fluctuations in water pressure. The manufacturer's maximum flow rating can usually be

Sanitry Drainage System

SANITRY DRAINAGE SYSTEM

Sanitary drainage system is that system in which waste and soil are transfered to main sewer line or other seweage system.

Two systems are used:

1- One pipe system.

2- Two pipe system.

1- One pipe system.

In this system both waste and soil are dischargld in one pipe to main sewer line.

2- two pipe system.

In two pipe system, waste is discharged in one pipe while soil is discharged in anthor separate pipe.

DRAINAGE PIPE SIZING:

To determine drainage pipe size two factor govern the size:

1- Number of fixture units.

2- Self clean velocity

1- Number of fixture units:

Refer to table (1) to determine number of fixture unit in each branch and in main line.

2- Self clean velocity

To avoide of accumolation of settled particles in pipes the system must be designed so that the liquid in the pipe has sufficient velocity. To achive this velocity pipe slope of 1-2% inside building and 0.8-1% outside building must be maintained.

Sewage pipe Sizing procedure:

1- Determine number of fixture units from table (1).

2- Refer to table (2) and (3) to determine pipe size according to number of fixture units and pipe slope.

Example:

Pipe line with 150 fixture units determine suilable pipe size.

Refer to table (1) and consider 1% pipe slope, pipe size will be 4"

DRAINAGE

FIXTURE UNITS AND TRAP SIZE

FIXTURE TYPE	FIXTURE UNIT VALUE AS LOAD FACTORS	MINIMUM SIZE OF TRAP (INCH)
1 BATHROOM GROUP CONSISTING OF WATER CLOSET, LAVATORY, AND BATHTUB OR SHOWER STALL	TANK WATER CLOSET 6 FLUSH-VALVE W.C. 8	
BATHTUB (WITH OR WITHOUT OVERHEAD SHOWER)	2	1½
BATHTUB	3	2
BIDET	3	NOMINAL 1½
COMBINATION SINK AND TRAY	3	1½
COMBINATION SINK AND TRAY WITH FOOD-DISPOSAL UNIT	4	SEPERATE TRAPS 1½
DENTAL UNIT OR CUSPIDOR	1	1¼
DENTAL LAVATORY	1	1¼
DRINKING FOUNTAIN	½	1
DISHWASHER, DOMESTIC	2	1½
FLOOR DRAINS	1	2
KITCHEN SINK, DOMESTIC	2	1½
KITCHEN SINK, DOMESTIC, WITH DISPOSAL UNIT	3	1½
LAVATORY (PRIVATE)	1	SMALL RO. 1¼
LAVATORY (GENERAL)	2	LARGE RO. 1½
LAVATORY, BARBER, BEAUTY PARLOR	2	1½
LAVATORY, SURGEON'S	2	1½
LAUNDRY TRAY (1 OR 2 COMPARTMENTS)	2	1½
SHOWER STALL, DOMESTIC	2	2
SHOWERS (GROUP) PER HEAD	3	
SINKS :		
SURGEON'S	3	1½
FLUSHING RIM (WITH VALVE)	6	3
SERVICE (TRAP STANDARD)	3	3
SERVICE (P TRAP)	2	2
POT, SCULLERY, ETC.	4	1½
LABORATORY	2	1½
CUP	1	1¼
DOUBLE GENERAL	2	1½
UTILITY	3	1½
SCRUB UP	3	1½
OPERATING ROOM	2	1½
URINAL, PEDESTAL, SIPHON JET, BLOWOUT	8	NOMINAL 3
URINAL, WALL LIP	4	1½
URINAL STALL, WASHOUT	4	2
URINAL TROUGH (EACH 2-FT SECTION)	2	1½
WASH SINK (CIRCULAR OR MULTIPLE), EACH SET OF FAUCETS	2	NOMINAL 1½
WATER CLOSET:		
TANK-OPERATED	4	NOMINAL 3
VALVE-OPERATED	8	3

TABLE (2) BUILDING DRAINS AND SEWERS

DIAM. OF PIPE (IN.)	MAXIMUM NUMBER OF FIXTURE UNITS THAT MAY BE CONNECTED TO ANY PORTION OF THE BUILDING DRAIN (INCLUDING BUILDING BRANCHES) OR THE BUILDING SEWER				
	FALL PER FOOT				REMARKS
	~~.5%~~ 1/16"	1% 1/8"	2% 1/4"	4% 1/2"	
2			21	26	
2 ½			24	31	
3		20*	27*	36*	*NOT OVER 2 W.C.'S
4		180	216	250	
5		390	480	575	
6		700	840	1,000	
8	1,400	1,600	1,920	2,300	
10	2,500	2,900	3,500	4,200	
12	3,900	4,600	5,600	6,700	
15	7,000	8,300	10,000	12,000	

TABLE (3) HORIZONTAL FIXTURE BRANCHES AND STACKS

DIAM. OF PIPE (IN.)	MAXIMUM NUMBER OF FIXTURE UNITS THAT MAY BE CONNECTED TO:				
	ANY HORIZONTAL FIXTURE BRANCH EXCLUDING BRANCHES OF THE BLDG. DRAIN	ONE STACK OF 3 STORIES IN HEIGHT OR 3 INTERVALS	MORE THAN 3 STORIES IN HEIGHT		REMARKS
			TOTAL FOR STACK	TOTAL AT ONE STORY OR BRANCH INTERVAL	
1¼	1	2	2	1	
1½	3	4	8	2	
2	6	10	24	6	
2½	12	20	42	9	
3	20*	30**	60**	16*	*NOT OVER 2 W.C.'S **NOT OVER 6 W.C.'S
4	160	240	500	90	
5	360	540	1,100	200	
6	620	960	1,900	350	
8	1,400	2,200	3,600	600	
10	2,500	3,800	5,600	1,000	
12	3,900	6,000	8,400	1,500	
15	7,000				

Vent system:

The main purpose of vent stack is to relieve excessive pressure fluctuations in the soil or waste stack it serves in addition to this it help to prevent water seal in fixture unit to be broken.

Just as the flow of water obeys all the laws of hydraulics so dose the flow of air obey all the gas laws.

The length of run and size of pipe should be designed to maintain pressure fluctuations in the sanitary system within the limits of plus or minus one- inch column of water.

Vent pipe size is depended on three items:

1- Soil or waste pipe diameter.

2- Number of fixture units connected.

3- Length of vent pipe.

Table (4) is used to size vent pipe system.

TABLE (4) SIZE AND LENGTH OF VENTS

E OR L OR STE ACK N.)	FIXTURE UNITS CONNECTED	DIAMETER OF VENT REQUIRED (IN.)								
		1 ¼	1 ½	2	2 ½	3	4	5	6	8
		MAXIMUM LENGTH OF VENT (FT.)								
¼	2	30								
½	8	50	150							
½	42		30	100	300					
½	10	30	100							
	12	30	75	200						
	20	26	50	150						
	10		30	100	200	600				
	30			60	200	500				
	60			50	80	400				
	100			35	100	260	1,000			
	200			30	90	250	900			
	500			20	70	180	700			
	200				35	80	350	1,000		
	500				30	70	300	900		
	1,100				20	50	200	700		
	350				25	50	200	400	1,300	
	620				15	30	125	300	1,100	
	960					24	100	250	1,000	
	1,900					20	70	200	700	
	600						50	150	500	1,30
	1,400						40	100	400	1,20
	2,200						30	80	350	1,10
	3,600						25	60	250	80
)	1,000							75	125	1,00
)	2,500							50	100	50
)	3,800							30	80	35

HYDRAULIC JUMP:

Most engineers are aware of the problem which exists whenever a stack offsets at an angle greater than 45 degrees. At the point of offset, flow enters the horizontal drain at a relatively high velocity when compared to the velocity of flow in a horizontal drain under uniform flow conditions. The terminal velocity for a three-inch stack flowing at capacity is 10.2 fps. The velocity for a three-inch drain installed at a slope of one-quarter inch per foot is 2.59 fps under uniform flow conditions at full or half-full flow. When the water reaches the bend at the offset, it is turned at right angles to its original flow and for a few pipe diameters downstream it will continue to flow at relatively high velocity along the lower part of the horizontal pipe.

Since the slope of the horizontal piping is not adequate to maintain

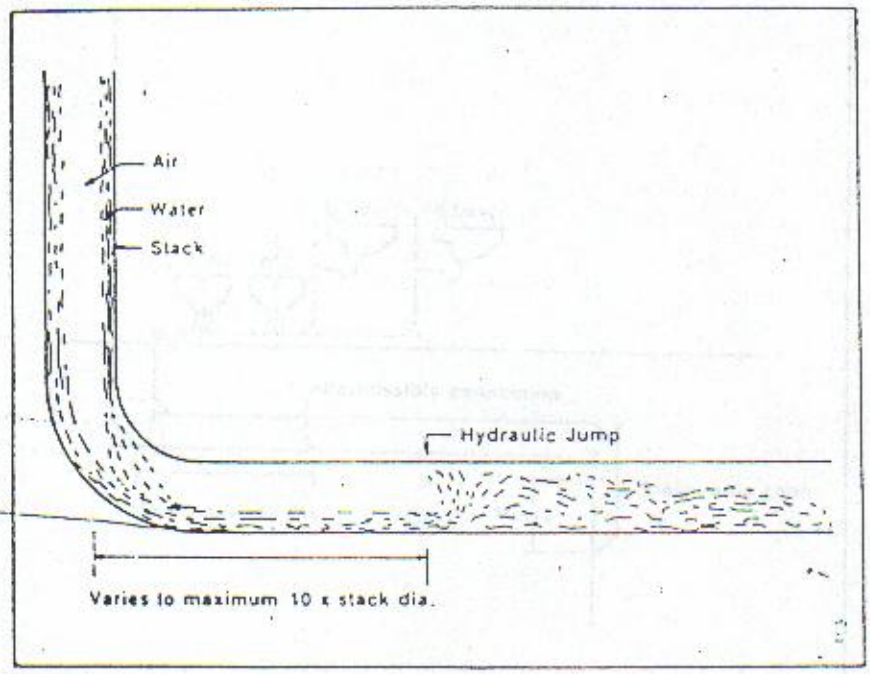


FIGURE 34
HYDRAULIC JUMP AT OFFSET

the velocity of flow that existed when the water reached the offset, the velocity of flow in the horizontal drain slowly decreases with a corresponding increase in the depth of flow until a critical point is reached where the depth of flow suddenly and sharply increases. This increase in depth is often great enough to completely fill the cross sectional area of the pipe. This sudden rise in depth is called the "hydraulic jump." The critical distance at which the hydraulic jump may occur varies. It is dependent upon the entrance velocity, depth of water which may already exist in the horizontal drain when the new flow is introduced, roughness of the pipe, diameter of the pipe and the slope. The distance varies from immediately at the stack fitting up to ten times the diameter of stack downstream. Less jump occurs if the horizontal drain is larger in size than the stack. Increasing the slope of the horizontal drain will also minimizes the jump. After the hydraulic jump occurs and fills the drain, the pipe tends to flow full, with large bubbles of air moving along the top of the pipe with the water. Surging flow conditions will exist until the frictional resistance of the pipe retards the velocity to

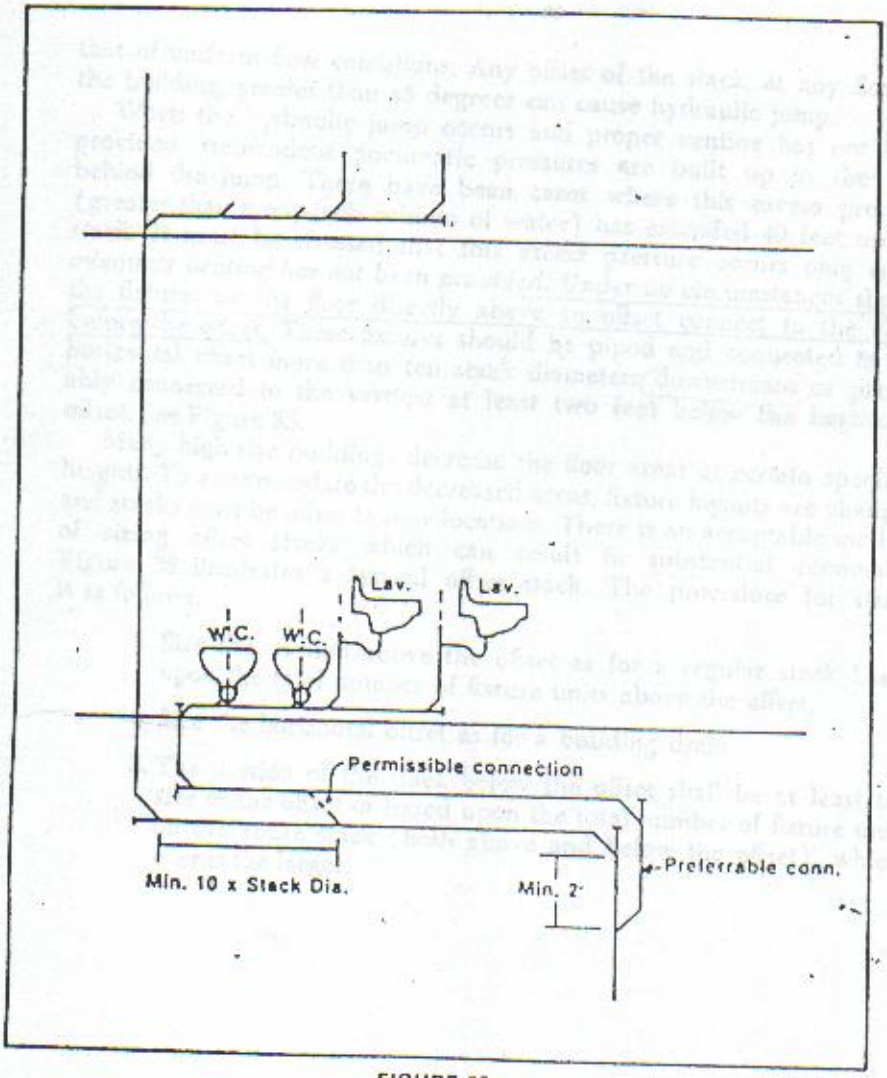


FIGURE 35
PIPING FOR FIXTURES DIRECTLY ABOVE OFFSET

that of uniform flow conditions. Any offset of the stack, at any floor of the building, greater than 45 degrees can cause hydraulic jump.

When the hydraulic jump occurs and proper venting has not been provided, tremendous pneumatic pressures are built up in the area behind the jump. There have been cases where this excess pressure (greater than a one-inch column of water) has extended 40 feet up the stack. It must be stressed that this excess pressure occurs *only when adequate venting has not been provided.* Under no circumstances should the fixtures on the floor directly above an offset connect to the stack before the offset. These fixtures should be piped and connected to the horizontal offset more than ten stack diameters downstream or preferably connected to the vertical at least two feet below the horizontal offset. See Figure 35.

Many high-rise buildings decrease the floor areas at certain specified heights. To accommodate the decreased areas, fixture layouts are changed and stacks must be offset to new locations. There is an acceptable method of sizing offset stacks which can result in substantial economies. Figure 36 illustrates a typical offset stack. The procedure for sizing is as follows:

1. Size the portion above the offset as for a regular stack based upon the total number of fixture units above the offset.
2. Size the horizontal offset as for a building drain.
3. The portion of the stack below the offset shall be at least the size of the offset or based upon the total number of fixture units on the entire stack (both above and below the offset), whichever is the larger.

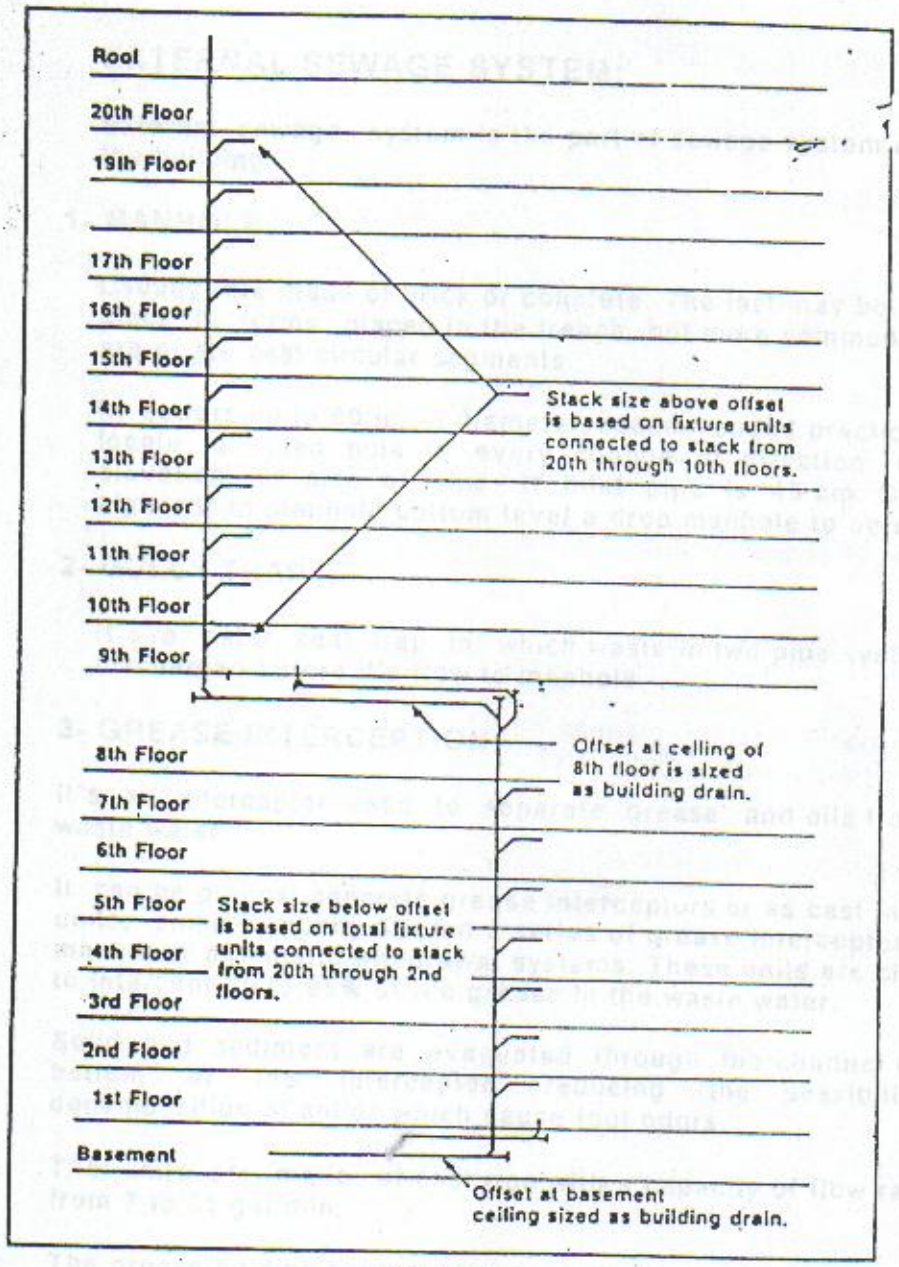


FIGURE 36
SIZING OF STACK WITH AN OFFSET

EXTERNAL SEWAGE SYSTEM:

External sewage system is the part of sewage system outside the building.

1- MANHOLE:

Usually are made of brick or concrete. The last may be cast in place in forms placed in the trench, but more commonly they are of pre cast circular segments.

In sewers up to 60 in. in diameter, recommended practice is to locate a man hole at every change of direction. Grade, elevation, or size of pipe. If inlet pipe is 45 cm. Or more higher than manhole bottom level a drop manhole to be used.

2- GULLY TRAP

It's a water seal trap in which waste in two pipe systems is discharged before it's flow to manhole.

3- GREASE INTERCEPTION:

It's an interceptor used to separate grease and oils from thir waste water.

It can be precost concrete grease interceptors or as cast in place units, some company offered a series of grease interceptors with manual or automatic withdrawal systems. These units are claimed to intercept up to 95% of the grease in the waste water.

Solid and sediment are evacuated through the channel on the bottom of the interceptor, reducing the possibility of decomposition of solids which cause foul odors.

The units are made of cast iron with a capacity of flow ranging from 7 to 75 gal/min.

The grease holding capacity is 14 to 150 lb.

These grease intrceptors automaticaly discharge the grease into a drum or other holding container. Theis eliminates the inconvenience of removing the cover of the interceptor and cleaning out the grease by hand.

SANITARY SYSTEM DESIGN CONSIDERATION:

The following points to be taken into consideration during design sanitary system:

1- Cleanout is to be provided at each change of pipe direction inside the building and if the pipe length exceed 3m.

2- In two pipe system connect waste pipes to gully trap before manhole.

3- All fixture units to be vented probably.

4- Soil, waste and vent stack to be terminated minimum 3m. Above any opening in the building.

5- Do not connect any waste pipe containing grease or oils direct to sewer line, connect pipe to grease interceptor.

6- Under no circumestances do not connect sewage branch of a floor direct before stack offset to stack (refer to hydrolic jump in page70).

7- Urinal fixture units to be connected to soil stack and not to waste stack in two pipe system.

تصميم الأعمال الميكانيكية لحمامات السباحة ونوافير المياه

إعداد ومحاضرة ، مهندس استشاري / أيمن عمر حسن

٢-١ تعريف

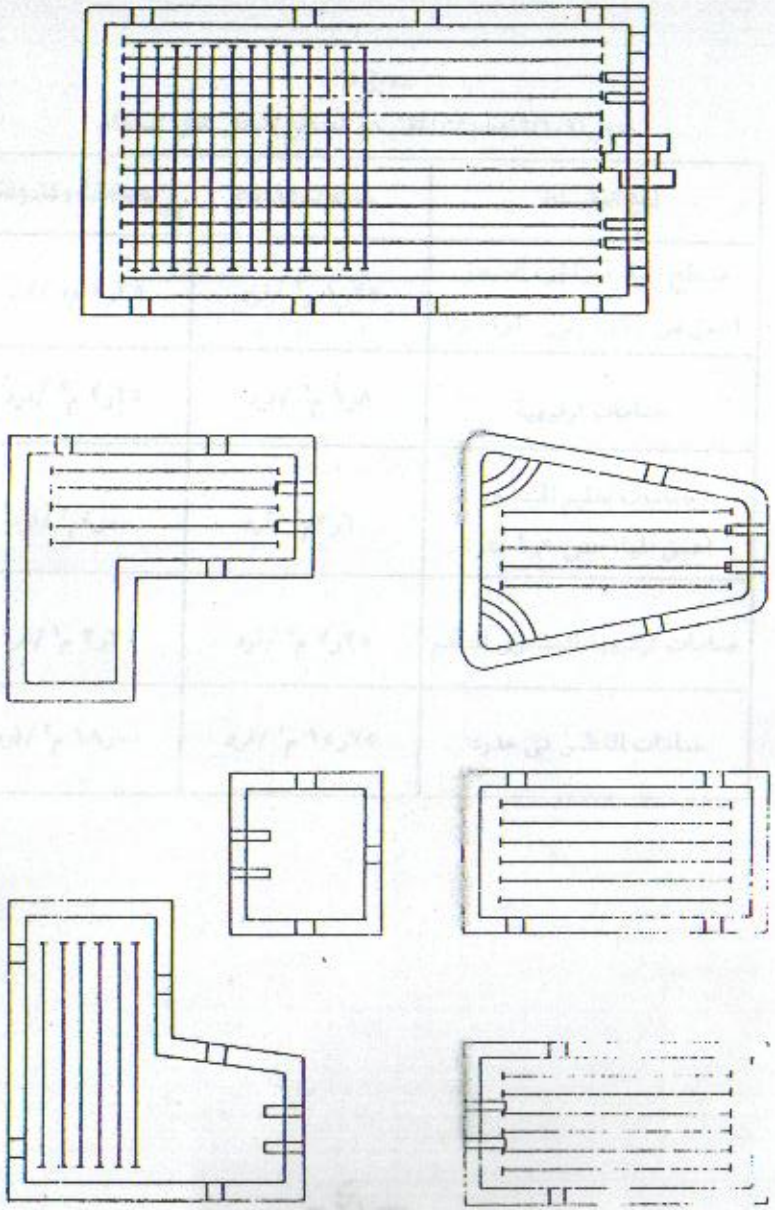
٢-١-١ الحمامات الخاصة : Residential Pool

وهى الحمامات الخاصة بإستعمال العائلة وضيوفها سواء الثابت منها أو المتنقل ولايقل عمق المياه بها عن ٦٠سم ومسطح سطح المياه لايقل عن ٢٤ متراً مربعاً وحجم المياه عن - ر١٥ متر مكعب.

٢-١-٢ الحمامات العامة : Public Pool

وهى جميع الحمامات فيما عدا الحمامات الخاصة وهى الحمامات التى تستعمل بواسطة مجموعة أشخاص مثل حمامات السباحة بالمدارس والنوادى والمعسكرات وحمامات الفنادق والموتيلات بالإضافة الى الحمامات المخصصة للعلاج الطبيعى والتمرينات العلاجية سواء الحمامات المكشوفة أو المغطاه.

ويبين شكل رقم (٢-١) بعض النماذج التخطيطية لحمامات السباحة - وتوجد أشكال هندسية متنوعة ذات أشكال جمالية ومعمارية تفى بالأغراض السياحية والخاصة .



شكل رقم (٢-١) : نماذج تخطيطية متنوعة لحمامات السباحه

٢-٢ الإشتراطات والمتطلبات الخاصه بحمامات السباحه :

٢-٢-١ مقدمة :

يتم تحديد شكل الحمام وسعته حسب الغرض المصمم من أجله مثل النوادى أو الفنادق أو التجمعات السكنية أو المسابقات الرسمية ، ولايوجد أى شكل ملزم فى تنفيذه ، وأكثر الأشكال إنتشارا هو الشكل المستطيل ، إلا أن هناك عدة أشكال مختلفة أستعملت فى النوادى والتجمعات السكنية والفنادق ، هذا ويجب أن يتم تشييد حوض حمام السباحة من مواد غير سامة وغير ضارة بالبيئة ويجب أن تتحمل الإجهادات الواقعة عليها طبقا للأسس التى تم تصميم الحوض على أساسها كما يجب أن تكون المواد غير منفذة للمياه ويكون السطح النهائى أملس وسهل التنظيف.

٢-٢-٢ سعة وشكل الحمام :

- جميع الحمامات العامة يجب أن لايقل عمق المياه فى الجزء الضحل غير العميق (Shallow end) عن ٨٠سم ، وفى الحمامات المخصصة للسباقات الرسمية لا يقل العمق عن ١ر٥ مترا، فيما عدا الحمامات المخصصة للعلاج الطبيعى أو التمرينات العلاجية أو المخصصة لإستعمالات خاصة.
- يجب تحديد خط الأمان فى كل حمام بواسطة علامات ملونه عائمة لا تزيد المسافة بين كل منها عن ١ر٥ مترا ويتم شده بجانبى الحمام بواسطة خطاف ليفصل بين الجزء غير العميق والجزء العميق وعلى مسافة ٦٠سم من جهة الجزء غير العميق قبل بداية الإنحدار الى الجزء العميق أو بأى علامات أخرى واضحة.
- يتم تحديد مسطح الحمام على أساس ١ر٤متر مربع لكل شخص إذا كان عمق المياه لايزيد عن ١ر٥٠متراً و١ر٨٥ متر مربع إذا كان عمق المياه يزيد عن ١ر٥٠ مترا وكذلك مسطح ٢٨ مترمربع لكل منط لوح غطس (Diving board) والجدول رقم (٢-١) يوضح التوصيات المقترحة لحساب مسطح المياه فى الحمام بالنسبة للأنشطة والإستعمالات المختلفة.

جدول (١)

جدول (٢-١) التوصيات المقترحة لمسطح إشغال الفرد للحمام

نوع النشـــاط	حمامات مغطاه	حمامات مكشوفة
مسطح المياه فى الجزء الضحل (عمق من ٨٠ر٠ إلى ١ر٢٠متر)	١ر٢٥ م٢ /فرد	١ر٣٥ م٢ /فرد
حمامات ترفيهية	١ر٨ م٢ /فرد	٢ر٢٥ م٢ /فرد
حمامات تعليم المبتدئين (عمق المياه حتى ١ر٥ متر)	٣ر٦٠م٢ /فرد	٤ر٠٠م٢ /فرد
حمامات ترفيهية للمستوى المتقدم	٢ر٢٥ م٢ /فرد	٢ر٧٠ م٢ /فرد
حمامات الغطس فى حدود	١٥ر٧٥ م٢ /فرد	١٨ر٠٠ م٢ /فرد

٢-٢-٣ مواد التشطيب : (Materials and Finish)

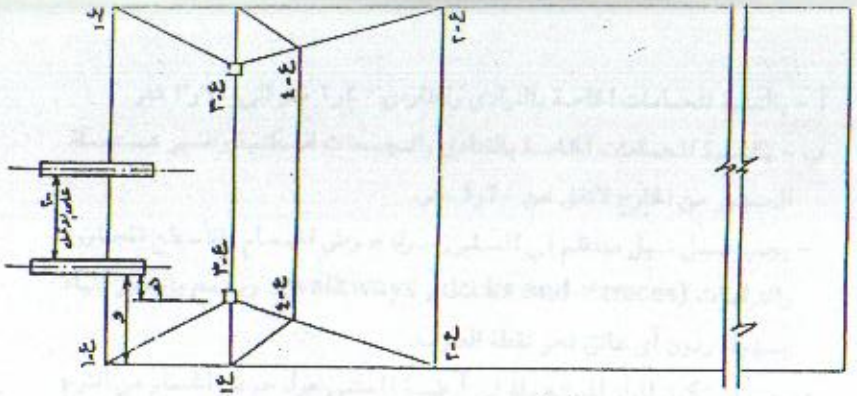
- يجب أن يتم بناء وإنشاء حمامات السباحة وملحقاتها من مواد غير ضارة أو سامة وتتحمل الإجهادات والضغوط الواقعة عليها ومانعة لتسرب المياه كما يجب أن يكون السطح النهائى ناعم وسهل التنظيف وتكون المواد المستعملة فى الأرضية حول حوض الحمام من النوع الذى لايسمح بالإنزلاق أو يؤذى الأقدام العارية.

٢-٢-٤ الميول فى أرضية حوض الحمام : (Floor Slopes)

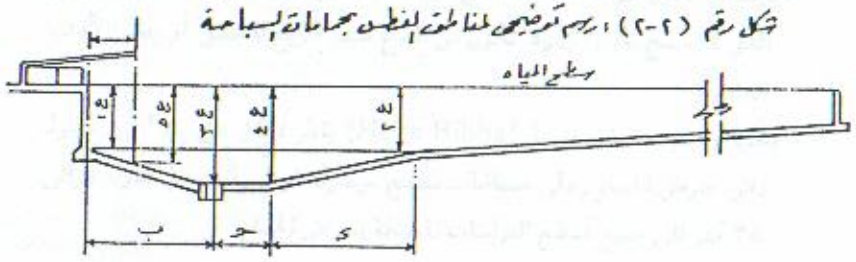
- يجب أن يكون الإنحدار فى أرضية الحمام منتظم ولاتزيد نسبة الميل فى الأرضية فى الجزء غير العميق (Shallow end) نحو الجزء العميق عن ١:١٠، كما يجب أن لايزيد الإنحدار من أول نقطة تغيير الإنحدار من الجزء غير العميق الى الجزء العميق عن ١:٣، راجع الشكل رقم (٢-٢).
- بالنسبة للميل المسموح به فى حوائط جانب الحمام يرجع للرسم التوضيحى بالشكل رقم (٢-٢).

٢-٢-٥ منطقة الغطس : (Diving Area)

- يجب أن تكون المنطقة المسموح بالغطس بها فى الجزء العميق من الحمام (Deep end) فى حالة الحمامات مستطيلة الشكل أو فى المنطقة العميقة فى إحدى الأذرع فى الحمامات التى على شكل T ، L ، Z ومن المفضل أن يكون هناك حمام مستقل لتمرينات الغطس.
- يجب أن يكون مسطح وعمق المياه فى الحمامات المسموح الغطس فيها كافيان لسلامة الغطاسين والجدول رقم (٢-٢) يوضح أقل عمق والمسطح والإشتراطات الواجب توافرها فى منطقة الغطس.



شكل رقم (٢-٢) : رسم توضيحى لمناطق الغطس بحمامات السباحة



شكل رقم (٢-٢) : رسم توضيحى لمنطقة القفز (الغطس) بحمام السباحة

جدول (٢-٢) : العلاقة بين ارتفاع لوحة القفز وعمق المياة وابعاد القطاعات (سم)

ارتفاع لوح القفز		العمق - على الأقل - على الأكثر					ابعاد القطاعات					
		ع-١	ع-٢	ع-٣	ع-٤	ع-٥	أ	ب	حـ	ء	هـ	و
٣ متر	الحد الأدنى	١٥٠	١٣٥	٣٣	٢٩٥	٢٥٥	١٥٠	١٨٠	٢٧٠	٦٠٠	٣٠	٢,٦٠
	الحد الأقصى		١٦٥				١٨٠	٣٠٠				
١ متر	الحد الأدنى	١٥٠	١٣٥	٢٧٠	٢٤٥	٢٢٥	١٥٠	١٨٠	٢٧٠	٤٥٠	٣٠	٢٠٠
	الحد الأقصى		١٦٥				١٨٠	٣٠٠				
لمستوى الحمام	الحد الأدنى	١٥٠	١٣٥	٢٤٠	٢٢٥		٧٥	١٨٠	١٨٠	٣٦٠	٣٠	٢٠٠
	الحد الأقصى		١٦٥				١٢٠	٣٠٠				
بدون لوح قفز	الحد الأدنى	لايسمح بالقفز					ب، جـ يمكن ان تتغير بحيث لاتقل عن ٤٥٠ سم					
	الحد الأقصى						ب، حـ - - - - - - - - ٣٦٠ سم					

- يجب أن لاتكون هناك حواجز أو أى عوائق تمتد من جوانب الحمام أو الأرضية بمنطقة الغطس كما يجب أن تكون هناك مسافة خالية من أى عوائق أو حواجز قدرها ٤٫٨٠ متر(١٦ قدم) أعلى لوح القفز مقاساً من منتصف اللوح عند طرف نهايته وتمتد بمسافة ٢٫٤٠ متر (٨ قدم) للخلف و٢٫٤٠متر (٨ قدم)من الجانبين كما هو موضح بالشكل رقم(٢-١).

٢-٢-٦ السلالم والدرج :

- يجب أن يزود حوض الحمام بدرج غاطس فى جانب الحمام أو سلالم فى الجزء غير العميق (Shallow end) من حوض الحمام إذا كانت المسافة الرأسية من قاع الحمام وحتى الطبانة أو السطح الملاصق للحمام (deck) تزيد عن ٦٠سم وفى الجزء العميق من الحمام إذا كان عرض الحمام يزيد عن ٩٫ متر وتركب هذه السلالم أو الدرج على كل من جانبى الحمام مع ترك مسافة لاتزيد عن ١٥سم بين السلم وحائط الحمام.
- يجب ألا تتعارض مواقع السلالم أو الدرج مع الحارات المخصصة للمسابقات ويمكن تجنب ذلك بعمل الدرج الغاطس فى جانب الحمام أو تكون السلالم من النوع المتحرك الذى يمكن فكه أثناء المسابقات .
- يجب أن تصنع السلالم من معدن مقاوم للصدأ وتزود بعدد إثنين مقبض (2 Handrail) .
- يجب أن تكون المسافة بين درجات السلم متساوية وبحيث تتراوح المسافة من ٢٧٫٥سم الى ٣٠سم وعرض السلم لايقل عن ٤٢٫٥ سم ولايزيد عن ٦٠سم.

٢-٢-٧ الممشى حول الحمام والاسطح المجاورة : (Deckes and Walk ways)

- يجب أن يستمر الممشى (walk ways) حول كامل دائر حوض الحمام وبعرض لايقل عما يلى :-

أ - بالنسبة للحمامات الخاصة بالنوادى والمدارس ٢٫٤٠ متر الى ٣٫٦٠ متر.

ب - بالنسبة للحمامات الخاصة بالفنادق والتجمعات السكنية والغير مستعملة للجمهور من الخارج لاتقل عن ١٫٢٠ متر.

- يجب عمل ميل منتظم فى الممشى حول حوض الحمام والأسطح المجاورة والتراسات (walkways , decks and terraces) ويسمح بإنحدار المياه بسهولة ودون أى عائق نحو نقطة الصرف.
- يجب أن تكون المواد المستعملة فى أرضية الممشى حول حوض الحمام من النوع الذى لايسمح بالإنزلاق ولا تكون من النوع غير المريح للمشى أو يضر الأقدام العارية.
- يجب تركيب حنفيات غسيل (Hose Bibbs) بقطر لايقل عن ٣/٤ بوصة حول دائرة حوض الحمام وعلى مسافات تسمح بوصول خرطوم الغسيل بطول حوالى ٢٥ متر الى جميع أسطح التراسات المحيطة بحوض الحمام.

٢-٢-٨ الخطوط والعلامات التى توضح عمق المياه :

- يجب وضع علامات عند سطح مياه الحمام أو على الحائط الرأسى لجانب حوض الحمام أعلى سطح المياه أو على حافة السطح (Deck) المحيط بحوض الحمام توضح عمق المياه وذلك عند أقل وأعلى نقطة وعند بداية ونهاية الإنحدار من الجزء الضحل (Shallow portion) الى الجزء العميق وعلى مسافات لاتزيد عن ٧٫٥٠ مترا.
- يجب أن تكون العلامات التى توضح عمق المياه بحوض الحمام من حروف بإرتفاع لايقل عن ١٠سم وبلون واضح وعلى جانبى الحمام وفى نهاية حوض الحمام.

٢-٢-٩ الإضاءة تحت المياه :

- عند إستعمال إضاءة تحت المياه فإن شدة الإضاءة يجب أن لاتقل عن ٥ر- وات ولا تزيد عن ٥ر١ وات لكل قدم مربع (حوالى ٥ر٤ إلى ٢٠ر١٦ وات لكل متر مربع) من مسطح مياه حوض الحمام، وفى حالة إستعمال حوض الحمام فى المسابقات الرسمية فإن الإضاءة تركب على الحوائط الجانبية الطولية فقط لحوض الحمام ولاتركب فى الحوائط النهائية.

- عند إستعمال الإضاءة تحت الماء والسماح بالسباحة ليلاً فإنه يجب إضاءة مسطح التراسات (Deck Areas) بإضاءة مباشرة على مسطح التراسات وبعيداً عن سطح المياه بالحمام وبحيث تكون قوة الإضاءة لاتقل عن ٦ر- وات لكل قدم مربع من مسطح التراسات وفى حالة عدم إستعمال إضاءة تحت مياه الحمام والسماح بالسباحة ليلاً فإن الإضاءة اللازمة لإضاءة سطح مياه حوض الحمام والسطح أو التراسات حول الحمام يجب أن لاتقل عن ٢ وات لكل قدم مربع (٥ر٢١ وات لكل متر مربع) من سطح المياه بحوض الحمام والسطح حول الحمام.

- يجب أن تكون التوصيلات الكهربائية والأسلاك اللازمة لإضاءة حوض الحمام تامة التأريض (Earthing) ومطابقة للإشتراطات الواردة فى المواصفات التالية :

Article No 680 of National Electric Code of the National Fire Protection Association

٣-٢ تغذية حوض الحمام بالمياه :

- يجب أن تكون المياه المستعملة فى حمامات السباحة تفى بالإشتراطات المطلوبة والمحددة بمعرفة الهيئات الصحية بالنسبة لمياه الشرب الا فى حالة موافقة الهيئات الصحية على إستعمال مياه من مصادر طبيعية بما فى ذلك المياه المالحة.

- يجب حماية جميع توصيلات تغذية حوض الحمام بالمياه النقية ضد ظاهرة إنعكاس سريان المياه داخل مواسير المياه النقية (Back Flow) .

- يجب أن يكون هناك قاطع هوائى (Air Gap) عند دخول المياه النقية لتغذية حوض حمام السباحة سواء كانت التغذية مباشرة من مياه المدينه أو بطريقة الدورة المستمرة.

٤-٢ فتحات دخول وسحب المياه من والى حوض الحمام :

- يوجد نوعان من فتحات دخول المياه الى حوض حمام السباحة فهى إما أن تكون من النوع الذى يركب بقاع الحمام (Floor Inlets) أو من النوع الذى يركب بحوائط الحمام الجانبيه (Wall Inlets) والتي لها أشكال مختلفة منها النوع ذى الوجه الثابت المثقوب وتندفع منه المياه على شكل Jet ومنها النوع الكروى المتحرك والذى يمكن توجيه المياه المتدفقة منه فى أى إتجاه.

- يجب تزويد حوض الحمام بفتحات دخول وسحب المياه يتم توزيعها بطريقة تسمح بتوزيع المياه المرشحة والمعقمة بطريقة منظمة ومتجانسة فى جميع أجزاء حوض الحمام وتكون فتحات دخول المياه من النوع الذى يسمح بضبط والتحكم فى كمية تصرف المياه الخارجة من كل منها والتى يمكن توجيهها الى الإتجاه المطلوب.

- يتم تحديد عدد فتحات دخول المياه على أساس فتحة واحدة على الأقل لكل ٢٥ر- متر مربع (٢٧٠ قدم مربع) من مسطح مياه حوض الحمام أو على أساس فتحة واحدة على الأقل لكل ٢٠ر- متر مكعب (٥٢٨٥ جالون) أو كسورها من حجم مياه الحمام أيهما أكبر.

- يجب تزويد حوض الحمام بنقطة صرف واحدة على الأقل فى أوطى نقطة بقاع الحمام لتفريغ المياه من الحمام (وتستعمل أيضا فى سحب نسبة صغيرة من مياه

الحمام الى المرشحات) ويجب أن تكون المسافة بين فتحات الجريليا التى تغطى فتحه الصرف بحيث لاتزيد عن ١٢مم ولاتسمح بزيادة سرعة المياه عن ٦ر - متر/ثانية لمنع حدوث الدوامة.

- يجب فى حالة وجود فتحات بقاع الحمام لسحب المياه الى الطلمبات والمرشحات الا تزيد المسافة بين المحور والمحور لكل فتحة عن ٦ متر ويجب أن تكون هناك فتحة على الأقل على مسافة لاتزيد عن ٤ر٥٠ متر من حائطى جوانب الحمام.

٢-٥ دورة الترشيح وأنواع المرشحات :
Filtration Schematies and type of filters

جميع الحمامات الحديثة يتم حاليا تصميمها بنظام دورة المياه والترشيح المستمرة (Water recirculation and filtiration systems) حيث يتم سحب المياه من مخارج الحمام ومرورها خلال المرشحات ثم إعادتها مرة أخرى إلى حوض الحمام مع تعقيمها قبل دخولها مرة أخرى الى حوض الحمام وتتم هذه الدورة بواسطة الطلمبات ويشتمل نظام دورة مياه الحمام على خزان الفائض، مداخل المياه المرشحة للحمام، مخارج سحب المياه من الحمام ، المواسير ، المرشحات ، الطلمبات ، أجهزة التعقيم وأجهزة التحكم فى قلوية المياه وخصائصها وجميع المهمات الأخرى اللازمة للدورة الكاملة للمياه بجميع أجزاء حوض الحمام ويتم تحديد معدل التصرف حسب حجم مياه الحمام وعدد مرات دورة مياه الحمام بالكامل خلال المرشحات فى اليوم والتى يجب أن لا تقل أبداً عن ثلاثة مرات فى اليوم أى مرة كل ٨ ساعات وهناك عوامل كثيرة يجب أن تؤخذ فى الحسبان عند تحديد فترة دورة مياه حمام السباحة (Number of turnover Period) مثل إستخدامات الحمام (حمام خاص - عام - خاص بنزلاء الفندق - نادى) كثافة المستحمين ، حمامات مغطاه أو مكشوفه ، المنطقة المحيطة بالحمام ومدى تلوثها بالأتربة وتواجد الأشجار.

٢-٦ مكونات نظام دورة المياة المستمرة :

٢-٦-١ خزان المياه المزاحه : (Surge Tanks)

من الأهمية القصوى عند تحديد فترة دورة مياه حمام السباحة عمل خزان المياه المزاحه لتجميع المياه المزاحه عند نزول المستحمين الى حوض الحمام وعملياً يمكن حساب حجم خزان المياه المزاحه على أساس جالون واحد أمريكى لكل قدم مربع من مساحة سطح مياه حوض الحمام (٤٠ لتر لكل متر مربع من المساحة السطحية للحمام) هذا بالإضافة إلى كمية المياه اللازمة لغسيل المرشحات (Filters' Back Wash) وهى تعادل ١٠ دقائق من جملة تصرف المرشحات ، وأيضاً حجم يعادل حاصل ضرب مسطح الحمام × ارتفاع ١سم. مع إضافة نسبة حوالى ٢٠٪. أنظر شكل رقم (٢-٣) ، (٢-٤) .

٢-٦-٢ المداخل : (Inlets)

تدخل المياه المرشحة إلى حوض الحمام من أماكن مختلفة موزعة على جسم الحمام، وفى الحمامات الكبيرة من المفضل دخول المياه من مداخل بالقاع لضمان توزيع منتظم للمياه من القاع الى أعلا لينساب من حافة الحمام العليا الي خزان المياه المزاحة (Surge Tank).

٢-٦-٣ مخارج الصرف : (Main Drain)

يجب أن يكون هناك مخرج أو نقطة صرف واحدة أو أكثر فى أوطى نقطة بقاع الحمام تستعمل فى تفريغ مياه الحمام وكذلك لسحب كمية صغيرة من المياه الى المرشحات لتساعد فى تنظيف أرضية الحمام وعدم تواجد نقط راكدة وتوجد منها أنواع كثيرة ويجب ملاحظة ضرورة أن يكون غطاء هذه الفتحات فى نفس مستوى سطح قاع الحمام وأن يكون مسطح الفراغات بين فتحات جرليا الغطاء لايقل عن ستة أمثال ومن المفضل عشرة أمثال مسطح قطاع ماسورة السحب كما أنه من

شكل رقم (٢-٤) : تصميم تفصيلي لمحطة ضخ مياه الصرف الصحي

شكل رقم (٢-٤) : تصميم تفصيلي لمحطة ضخ مياه الصرف الصحي

المفضل ان يكون هناك عدد (٢) إثنين فتحة على الأقل والمسافة بينهما من ٤٠ر٢ متر الى ٦٠ر٣ متراً ولا تزيد عن ٦ر- متر.

هذا كما يجب أن يكون الغطاء جيد التثبيت فوق الفتحة وبوزن كاف لمنع إمكانية رفعه بواسطة أرجل المستحمين ، كما يجب أن لاتزيد المسافة بين فتحات جريليا الغطاء عن ١٢ مم ومن النوع Anti- Vortex Gyrates .

٢-٦-٤ الفائض : (Overflows)

تعتبر الفائدة الأساسية للفائض هى عملية كسح مستمر لسطح مياه الحمام والأشكال (٢-٥) ، (٢-٦) توضح الفائض لحمامات السباحه العامة والشكل (٢-٧) يوضح الفائض لحمامات السباحه الخاصة والصغيرة نسبياً.

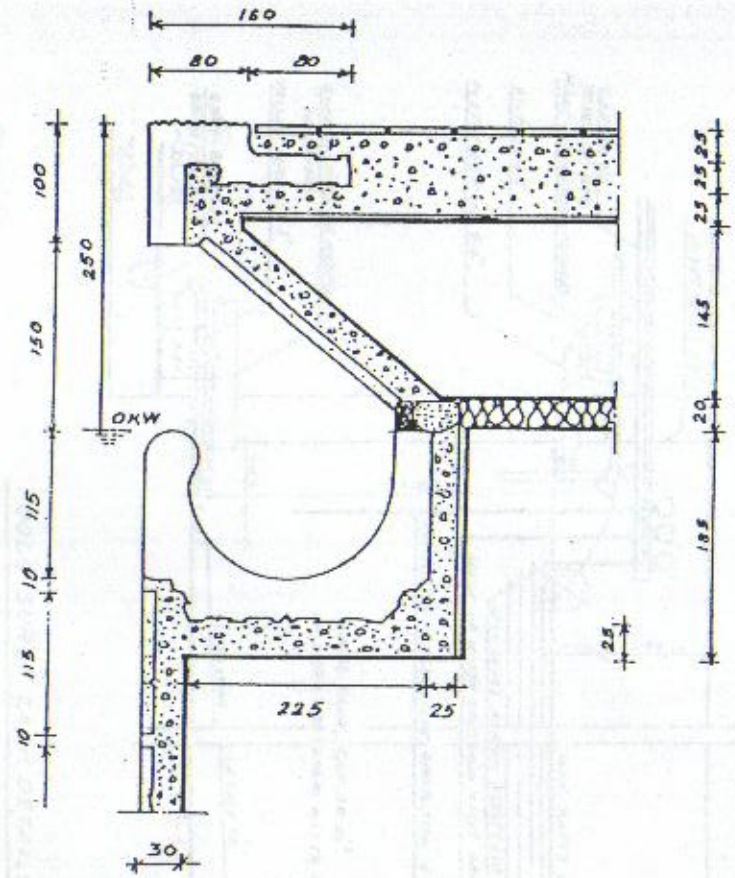
- من الضرورى أن تكون حافة الفائض فى منسوب سطح مياه الحمام.
- يجب توصيل الفائض الى خزان الفائض (Surge Tank)
- فى حالة إنشاء الحمام بنظام وحدات كسح سطح المياه (Surface Skimmers) فإنه يتم توزيعها حول محيط سطح مياه الحمام على مسافات مابين ٥٠ر٤م الى ٥٠ر٧ متراً ويجب أن يكون مستوى سطح المياه بالحمام مع خط محور فتحة الكاسح (Skimmer openning).

٢-٦-٥ الطلمبات : (Pumps)

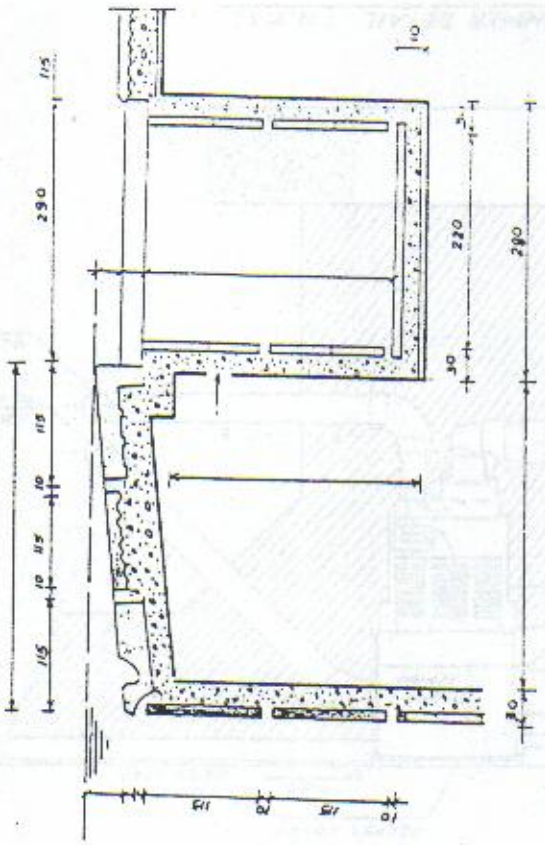
تعتبر الطلمبات هى القلب النابض بالنسبة لنظام دورة المياه المستمرة ، والطلمبات الطاردة المركزية هى الطلمبات الشائعة الإستعمال بأنواعها المختلفة الأفقية أو الرأسية ، ومنها :

(End Suction, Double Suction, Split Casing, Close Coupled).

يجب أن تركب الطلمبات على مسافة لاتقل عن ٣٠ سم أوطى من مستوى مياه التشغيل فى خزان الفائض.

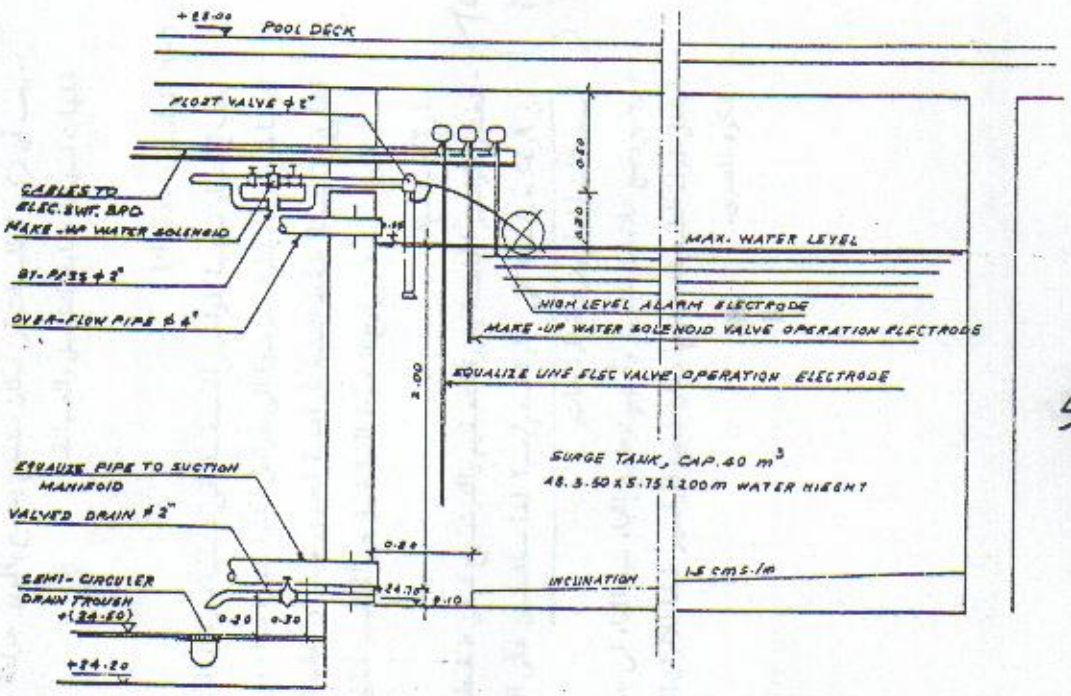


شكل رقم (٢-٥) : شكل توضيحى لأحد نماذج الفائض فى حمامات السباحة العامه



شکل نمبر (۲-۶): شکل توضیحی لمبوترہ کے انتظامات کا لمبائی کا حصہ

۱۸-



۱۹-

POOLS SURGE TANK DETAILS

- يجب أن تكون الطلمبات من النوع ذى التحضير الذاتى .
- من المفضل أن تكون سرعة المياه فى مواسير السحب ٥٠ر١متر/ثانية وفى مواسير الطرد ٢ متر/ثانية.
- يجب أن تركب الطلمبات فى مكان متسع يسمح بالمرور حولها من جميع الجهات لسهولة عملية التشغيل والصيانة.

water velocity in Pipes

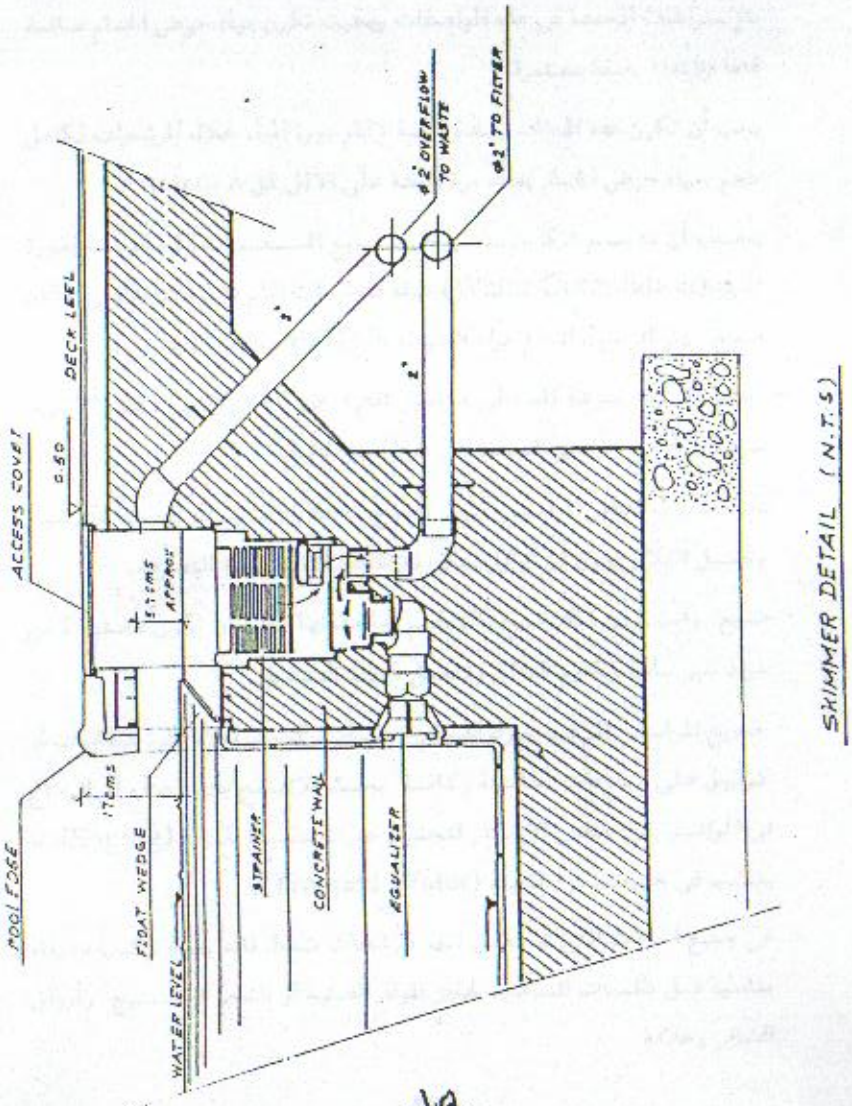
٢-٦-٦ المواسير : (Pipes)

- يجب إختيار نوعية المواسير المستعملة فى عملية دورة المياه بحمامات السباحة بعناية . نظرا لتعرضها الى عوامل مؤثرة كثيرة سواء من الداخل أو الخارج ولا يشكل ضغط التشغيل أهمية قصوى حيث أن أغلب الأنظمة فى حمامات السباحه يتراوح ضغوط التشغيل فى المواسير مابين ٧ر. الى ١٠ر٢كجم/سم٢.
- تختبر المواسير الخاصة بدورة التعقيم والترشيح على ضغط جوى قدره من ٩ر٤كجم/سم٢ الى ٢٠ر٥كجم/سم٢ لمدة ساعتين على الأقل حسب إستعمالات الحمام ونوعية المرشحات.

Test pressure

- يجب وضع علامات للتمييز وأسهم توضيح إتجاه سير المياه فى جميع المواسير داخل غرفة الطلمبات ويجب دهان جميع المواسير طبقا للألوان التى يحددها الكود المصرى.

28



SKIMMER DETAIL (N.T.S)

٧-٢ الإشتراطات الخاصة بعملية الترشيح :

- يجب أن تكون المعدات الخاصة بعملية الترشيح ودورة المياه بسعة كافية لتفى بالإشتراطات المحددة فى هذه المواصفات وبحيث تكون مياه حوض الحمام صافية تماما وشفافة بصفة مستمرة.

- يجب أن تكون هذه المعدات بسعة كافية لإتمام دورة المياه خلال المرشحات لكامل حجم مياه حوض الحمام بمعدل مرة واحدة على الأقل كل ٨ ساعات.

- يجب أن يتم تركيب جميع المعدات الخاصة بدورة المياه(Water Curculation) طبقا لتعليمات الشركات المنتجة وفى مكان متسع سهل الوصول اليه لإجراء الصيانه اللازمة والإصلاح والتجديد.

- يجب ألا تزيد سرعة المياه فى مواسير الطرد عن ٢ متر/ثانية وعلى ألا تزيد سرعة المياه فى مواسير السحب عن ١ر٥/متر ثانية.

- يجب حساب أقطار المواسير بحيث تسمح بمعدلات التصرف المحددة للترشيح وغسيل الفلاتر بدون أن تجاوز أعلا رفع للطلمبات عند هذا التصرف.

- جميع مواسير دورة الترشيح والتعقيم وملحقاتها يجب أن تكون مصنوعة من مواد غير سامة وتقاوم التآكل وتتحمل ضغط التشغيل.

- جميع المواسير المركبة حول الحمام يجب أن تركب مرتكزه على علاقات أو كرابيل على مسافات مناسبة وكافية بحيث لاتسمح بأى انحناء أو إنبعاج فى المواسير بين نقطتى الإرتكاز لتجنب حدوث مصيدة للمياه (Saging) مما يتسبب فى حدوث ركود للمياه (Trapped Water).

- فى جميع الحالات التى تستعمل فيها مرشحات ضغط فانه يجب تركيب مصفاه مناسبة قبل طلمبات السحب لحجز المواد الصلبة او الشعر او النسيج وأوراق الشجر وخلافه.

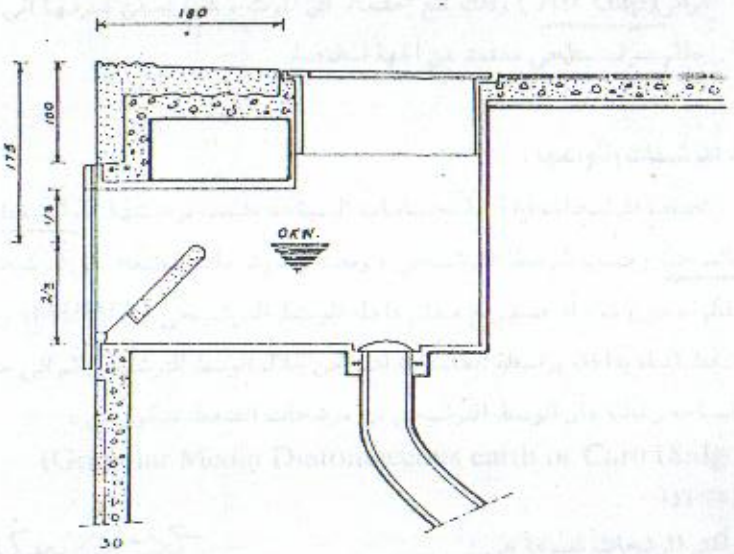
- يجب أن يزود حوض الحمام بنظام مجرى تجميع الفائض (Overflow Collection System)أو وحدة كسح سطح المياه أوتوماتيكيا (Automatic Surface Skimmers) أو أى نظام آخر مناسب.

- يجب أن تكون لحمامات السباحة المخصصة لغير الملمين بالسباحة (Wading Pool) والأطفال (Children & Todlers Pools) دورة ترشيح وتعقيم منفصلة بكفاءة وسعة كافية لإتمام دورة ترشيح وتعقيم لكامل حجم مياه الحمام فى مدة ساعة الى ساعتين على الأكثر.

- عبارة نظام الفائض (Turn over flow system) المستعملة فيما بعد هو بديل للعبارة التقليدية السابقة (مجرى الحمام - Gutter) وهى تشمل نظام الفائض من حافة الحمام Rim-type Overflow ونظام وحدة كسح سطح المياه Surface Skimmers ونظام تجميع المياه Collection systems بتصميمات مختلفة . أنظر الأشكال (٢-٥) (٢-٦) ، (٢-٧) .

- يجب عند تصميم حوض الحمام حسب نظام الفائض Over flow system أن يراعى فى التصميم أن يكون سطح المياه بالحمام فى مستوى طبانة أو مستوى حافة الحمام أو مستوى الحاجز العائم (Weir device) فى وحدة كسح سطح المياه بصفة دائمة وفى جميع أوقات التشغيل.

- يجب فى حالة نظام مجرى الفائض من حافة الحمام علي الاقل Rim-type overflow أن تستمر المجارى حول ٥٠٪ من محيط الحمام وتكون كافية لسحب ٥٠٪ أو أكثر من حجم مياه الحمام الى المرشحات ، كما



شكل رقم (٢-٧) : تركيب توضيحى لأحد نماذج الفانوس فى حمامات وسباحة خاصة

يجب عمل خزان الفانوس بسعة لاتقل عن ٤٠ لتر / م٢ متر مربع (جالون واحد لكل قدم مربع) من مسطح المياه بحوض الحمام مع الاضافات السابق الاشارة اليها فى (٢-٦-١).

- يمكن إستعمال نظام وحدات كسح سطح المياه Automatic surface Skimmers فى جميع أنواع حمامات السباحة سواء الخاصة أو العامة أو غيرها.

- يجب تركيب وحدة كسح سطح المياه (Skmimnier) لكل ٤٦٫٥ متر مربع أو كسورها (٥٠٠ قدم مسطح) من سطح المياه بالحمام.

- يجب تزويد جميع حمامات السباحة العامة بمقياس مبين لمعدل تصرف المياه (Rate of flow indicator).

- يجب أن تزود جميع حمامات السباحة العامة بمانومترات لقياس الضغط والسحب فى المواسير وتركب فى مكان ظاهر يمكن قراءته بسهولة.

- يجب وضع بيان أو لوحة إرشادية فى جميع حمامات السباحة موضح بها التعليمات الخاصة بالتشغيل والصيانه والرسومات الموضح عليها المحابس وخلافه.

- يجب أن تكون جميع المرشحات سواء الرملية أو (Diatomite) مطابقة لمواصفات إحدى الجمعيات أو الهيئات العالمية المعترف بها وعليها علامة تدل على أنها مختبره بمعرفة أحد معامل الإختبار المعترف بها.

- يجب أن يكون أداء الطلمبات الخاصة بعملية دورة الترشيح والتعقيم يحقق المتطلبات اللازمة لعملية الترشيح وغسيل المرشحات بالرفع اللازم والمحدد لعملية دورة الترشيح والتعقيم ، ويجب تقديم منحنى الأداء الخاص بالطلمبات الى الجهة المختصة للمراجعة والإعتماد ويكون من النوع (Steep curve).

- يجب إعادة فائض الحمام الى المرشحات ، وفى حالة صب فائض مياه الحمام فى شبكة الصرف فإنه يجب أن يكون هناك قاطع هوائى(Air Gap).
- يمكن صرف مياه غسيل المرشحات الى شبكة الصرف مع عمل قاطع هوائى(Air Gap) وذلك لمنع إحتمال أى تلوث ، كما يمكن صرفها الى أى نظام صرف سطحى معتمد من الجهة المختصة.

٢-٨ المرشحات وأنواعها :

تصنف المرشحات الخاصة بحمامات السباحة حسب نوعيتها ، بالضغط أو بالسحب وحسب الوسط الترشيحى ، وتعتبر مرشحات الضغط هى المرشحات المكونه من وعاء أو صهريج مغلق داخله الوسط الترشيحى (MEDIA) ويتم ضغط المياه بداخله بواسطة الطلمبات لتمر من خلال الوسط الترشيحى ثم الى حمام السباحة وغالبا فان الوسط الترشيحى فى مرشحات الضغط تتكون من :

(Granular Media Diatomaceous earth or Cartr18idge types)

وأكثر المرشحات شيوعاً هى :

A) Rapid Sand filters:

بمعدل ترشيح من ٣ الى ٥ جالون/دقيقة/قدم مربع من مسطح الترشيح.

B) Pressure diatomaceous earth filters:

بمعدل الترشيح من ٢ الى ٥ر٢ جالون/دقيقة/قدم مربع من مسطح الترشيح.

C) Cartridge filters:

وهى نوعان :

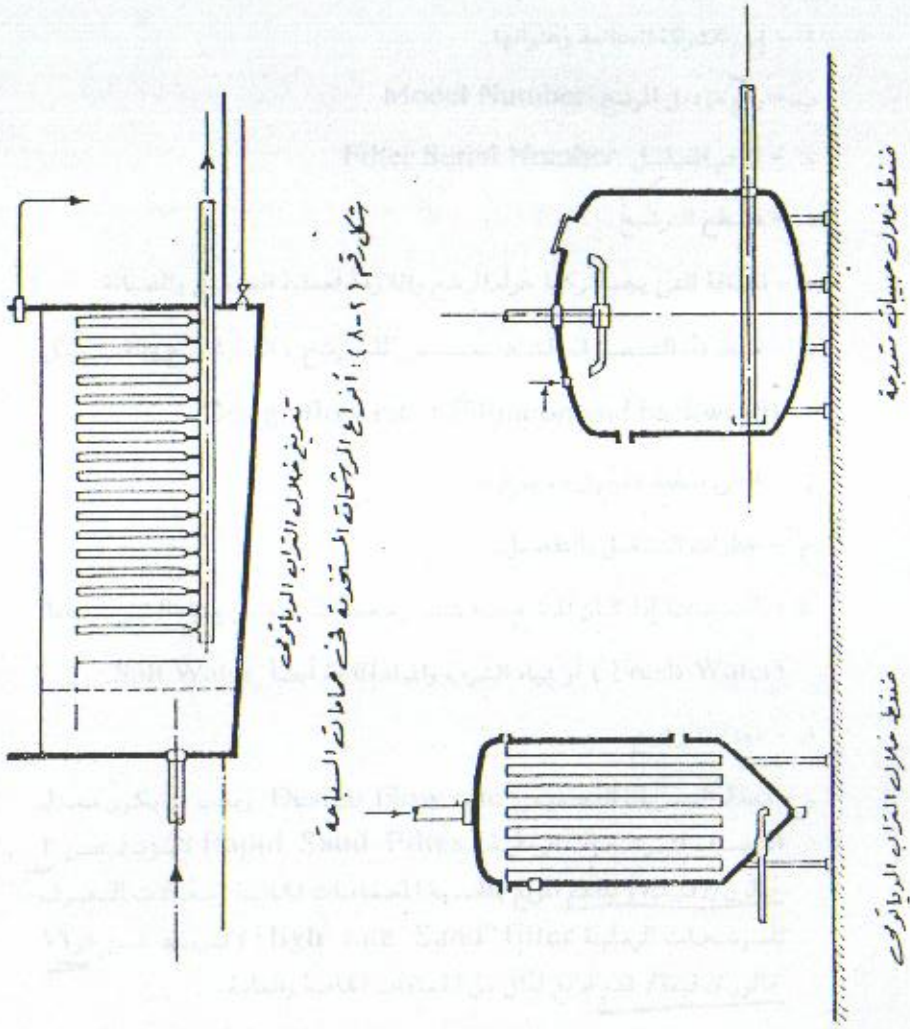
- (Deep Type) ومعدل الترشيح من ٣ الى ٨ جالون /دقيقة /قدم مربع من مسطح الترشيح.

- (Surface Type) بمعدل ترشيح حوالى جالون واحد/دقيقة/قدم مربع من مسطح الترشيح.

كما توجد مرشحات أخرى مثل Vacuum type filters وهى محدودة الإنتشار. أنظر شكل رقم (٢-٨) .

٢-٩ الإشتراطات والمتطلبات الخاصة بالمرشحات :

- الإشتراطات والمتطلبات الموضحة فيما بعد خاصة بالمرشحات المستعملة لترشيح مياه حمامات السباحة سواء الحمامات الخاصة أو العامة وتشتمل على الإشتراطات الأساسية والضرورية لجسم المرشح Filter housing و نظام توزيع المياه - الوسط الترشيحى Media المواسير، المحابس، أجهزة القياس وجميع الملحقات الأخرى اللازمة لتشغيل المرشحات.
- هذه الإشتراطات والمتطلبات للإسترشاد بها وتعتبر الإشتراطات والمتطلبات الأدنى أى أقل متطلبات يجب توافرها فى المرشحات.
- يمكن إستعمال جميع أنواع المواد التى تتحمل النقل والشحن والتآكل والضغوط وليس لها أى تأثير سام أو ينتج عنها أى رائحة أو لون على مياه حمام السباحة.
- جميع المواد التى تقاوم الصدأ أو التآكل مقبولة فى تصنيع المرشحات مثل جميع سبائك النحاس، البرونز، الصلب الغير قابل للصدأ(Aisi Type 300 Series Stainless Steel) والخرسانة وكذلك الراح الصلب المعالج أو المغطى بطبقة حماية تقاوم الصدأ وأيضاً الفيبرجلاس مع البوليستر المبطن من الداخل بالبولي ايثيلين.



شكل رقم (٢-٨) : أنواع المرشحات المستخدمة في صناعة السباعة

- يمكن إستعمال مواسير البلاستيك، الصلب المقاوم للصدأ ، الحديد الزهر مع قطع من الزهر الطروق والمحابس البرونز سواء داخل الفلاتر أو على الجسم الخارجي للمرشح Face Piping. (ويفضل المواسير والمحابس البلاستيك لمقاومتها للكيماويات).

- يجب أن يكون المرشح مصمم ليتحمل ضغط تشغيل لايقل عن ٢ر٥ كجم/ سم٢ ولا يزيد عن ٤ كجم/سم٢ وعلى أن يتحمل ضغط إختبار لايقل عن مرة ونصف ضغط التشغيل.

- يجب عند تركيب المرشحات ترك مسافة بين الأرضية وبطنية المرشح تسمح بالتهوية والشغيل والتفريغ والصيانة كما يجب أن تزود المرشحات التى بقطر يزيد عن ١٢٠ سم بأرجل متحركة لضبط الإرتفاع والإستواء.

- يجب أن يزود المرشح بالتوصيلات اللازمة لتصريف المياه من داخله بالكامل.

- يجب عمل فتحة علوية بمقاس مناسب تسمح بملء المرشح بالوسط الترشيحى Filter Media أو تغييره أو تفريغه .

- يجب ألا يزيد الفرق عند قياس الضغط عند فتحة مدخل المرشح أثناء تشغيل المرشح على التصرف التصميمى وعند مخرج المرشح عن ٢ر٠ كجم/سم٢.

- يجب أن تزود جميع مرشحات الضغط بصمام هواء أوتوماتيكى (air relief valve) يركب بأعلا المرشح.

- يجب أن يورد مع المرشح كتيب بتعليمات التشغيل والصيانة والرسومات وقطع الغيار وطريقة التركيب.

- يجب أن يثبت جيداً على جسم المرشح لوحة ببيانات Da:a Plate وتكون واضحة وسهلة القراءة ويجب أن تحتوى على البيانات التالية :

أ - إسم الشركة الصانعة وعنوانها.

ب - رقم موديل المرشح Model Number

جـ - الرقم المسلسل Filter Serial Number

د - مسطح الترشيح

هـ - المسافة التى يجب تركها حول المرشح واللازمة لعملية التشغيل والصيانة.

و - معدل التصرف التصميمى للمرشح ، الترشيح والغسيل

Design flow rate (Filtration and backwash)

ز - أعلى ضغط تشغيل مسموح به.

ح - خطوات التشغيل بالتفصيل.

ط - تحديد ما إذا كان المرشح مختبر ومعد للتشغيل بمياه الشرب فقط (Fresh Water) أو بمياه الشرب والمياه المالحة أيضاً Salt Water.

ك - معدل الترشيح.

م - معدل التصريف التصميمى Design Flow rate ويجب أن يكون معدل التصرف للمرشحات الرملية Rapid Sand Filtes لايزيد عن ٣ جالون/دقيقة/ للقدم المربع بالنسبة للحمامات الخاصة ومعدلات التصرف للمرشحات الرملية High rate Sand filter لاتزيد عن ١٦٫٥ جالون/دقيقة/ قدم مربع لكل من الحمامات الخاصة والعامة.

م - معدل الغسيل التصميمى Design Backwash Rate . ويجب أن لايقل هذا المعدل عن ١٥جالون/دقيقة/للقدم المربع بالنسبة للحمامات العامة و ١٠جالون/دقيقة/للقدم المربع بالنسبة للحمامات الخاصة.

- جميع المكونات الخاصة بنظام توزيع المياه العلوى Upper Distribution (System) يجب أن تكون من النوع الغير قابل للسدد أو الصدأ أو التآكل ويتم توزيع المياه أثناء دورة الترشيح بطريقة لاتسمح بتحرك الوسط الترشيحى.

- يجب أن يكون نظام تجميع المياه السفلى Lower Collection System بالمرشح من النوع الغير قابل للسدد أو التآكل ويقاوم الإنبعاج ويسمح بتصرف منتظم ومناسب للمياه.

- يجب أن يكون الرمل المستعمل من النوع الصلب الحبيبات ومستدير خالى من الطفلة والأتربة والمواد العضوية أو أى مواد غريبة كما يجب أن تكون سمك طبقة الرمل لاتقل عن ٥٠سم.

- يجب أن يكون الزلط الحامل لطبقة الرمل من النوع المستدير الصلب النظيف الخالى من الطفلة والمواد الجيرية وبسمك من ١٥ إلى ٢٥سم على طبقات متدرجة الحجم على الأقل.

ملحوظة:

- يمكن أن تتم عملية غسيل المرشحات (Filters' Back Wash) أوتوماتيكيا عندما يرتفع ضغط المياه داخل السطح العلوي للمرشح بمقدار ١٠ إلى ١٥ رطل / بوصة مربعة (حسب الطلب) وذلك بواسطة (Pressure Switch) يقوم بعكس دورة المياه داخل الفلتر وجعلها من أسفل إلى أعلا وذلك عن طريق غلق وفتح المحابس اللازمة.

ويفضل استخدام النظام الاوتوماتيكي لغسيل المرشحات في المناطق والمدن والقري السياحية التي يكون فيها سعر المتر المكعب من المياه مرتفعاً (يصل في بعض المناطق الي ١٥ جنيه للمتر المكعب) وذلك لأن النظام الاوتوماتيكي للغسيل لا يعمل إلا اذا كان المرشح في حاجة فعلية للغسيل وليس مثل النظام اليدوي الدوري.

٢-١٠ خواص الوسط الترشيحى :

يجب عند تشغيل المرشحات طبقاً لتعليمات الشركة المنتجة بمعدلات التصرف المحددة فان الوسط الترشيحى يجب ان يحقق الآتى:-

أ - يجب أن يكون الرمل بتدرج ووزن مقبول بحيث لايتم فقد أى كمية منه عند غسيل المرشح بمعدل ١٥ جالون/دقيقة/لكل قدم مربع من مسطح الترشيح.

ب - يجب أن يكون الرمل تام النظافة بعد عملية غسيل المرشح (Backwash).

جـ - يجب أن يظل الوسط الترشيحى مستو وغير قابل للازاحة أو يمكن هروبه أثناء دورة الترشيح عند تشغيل المرشح على التصرف التصميمى.

د - يجب أن لا يكون للوسط الترشيحى أى تأثير سام أو يعطى لمياه الحمام أى لون أو رائحة أو طعم.

هـ - يجب أن تكون المسافة بين سطح الوسط الترشيحى وبطنية الفتحات بموزع المياه العلوى كافية وبحيث لاتقل عن ٣٠سم حتى لا تسمح بهروب الرمل أثناء دورة غسيل المرشحات.

٢-١١ وحدات كسح المياه :

٢-١١-١ وحدات كسح سطح مياه الحمام الغاطسة بجسم الحمام:

Recessed Automatic Surface Skimmers

يعتمد نجاح إستعمال وحدات كسح سطح مياه الحمام على تطبيق الشروط والمتطلبات الواردة فيما بعد ، وهذه الوحدات تقوم بكسح وإزالة الأتربة والحشرات والرغاوى العائمة على سطح المياه وأوراق الأشجار وهى تعمل بصفة مستمرة على

كسح سطح المياه وتعتمد على حركة الرياح وقوة سحب المياه من سطح الحمام الى المرشحات.

٢-١١-٢ الإشتراطات والمتطلبات للمواد التى تستعمل فى تصنيع وحدات كسح أسطح المياه .

يجب أن تتوافر الإشتراطات والمتطلبات الآتيه فى المواد التى تستعمل فى تصنيع وحدات كسح أسطح المياه .

- يمكن تصنيع وحدات الكسح من أى مواد مناسبة وتفى بالإشتراطات المطلوبة لمقاومة التآكل والنقل والشحن ولا ينتج عنها أى تأثير سام أو رائحة أو لون تؤثر على مياه الحمام.

- تقبل المواد التى تقاوم التآكل عموماً دون دهانها أو تغطيتها بمواد واقية وتعتبر المواد الآتية مقبولة فى تصنيع الوحدات:

أ - سبيكة النحاس والبرونز.

ب - الصلب غير القابل للصدأ.

جـ - Aisi type 300 Series Staenless Steel

د - البلاستيك والصوف الزجاجى من النوعيات المعتمدة.

- المواسير الموصلة للمرشحات ومواسير التغذية بالمياه ، تستعمل مواسير البلاستيك والحديد المجلفن بقطع من الزهر الطروق والمحابس البرونز بدون أى إحتياج لطبقة دهان أو تغطية.

وتعتبر الشروط والمتطلبات السابقه هى الحد الأدنى فى الإشتراطات التى يجب توافرها وتنفيذها .

أ - جسم الوحدات Housing : يجب أن يصمم ويصنع جسم الوحدات بحيث يقاوم أى إنبعاج أثناء التركيب كما يتحمل ضغط وزن المياه بداخله كما يجب أن يكون من القوة ليتحمل النقل والشحن كما يقاوم التهشم الذى قد ينتج عن التفريغ أو سحب المياه من داخله أثناء التشغيل ، ويجب أن يصمم بطريقة تسمح بإنسياب المياه بنعومة فوق حاجز (Weir) وحدة الكسح مع مراعاة أن تكون فتحة الحاجز (Weir Openning) عند مدخل عنق الوحدة ١٨٫٧٥ سم على الأقل.

ب - المصفاة : يجب أن تكون المصفاه سهلة الفك والرفع للتنظيف وأن يكون قطر فتحاتها ٦مم(١/٤ بوصة)على الأكثر وبمسطح فتحات لايقل عن ٢٥٪ من المسطح ، ويجب أن يغلق صمام الموازنة (Equalizer Valve) عند إنسداد ٣/٤ مسطح الفتحات.

جـ - يجب أن تزود وحدة الكسح بغطاء يتحمل المرور عليه دون إنبعاج وغير حاد الأحرف وسطحه لايسمح بالتزحلق ويجب أن يصمم بطريقة بحيث يمكن تثبيته جيداً بسهولة.

د - يجب أن يورد مع الوحدة كتيب بالتعليمات ويشتمل على بيان بالمكونات وكل مايلزم للتركيب والتشغيل والصيانة.

هـ - يجب أن يثبت على الوحدة لوحة بيانات (Data Plates) سهلة القراءة موضح عليها إسم الشركة الصانعة - رقم الموديل - أقل وأقصى تصرف تصميمى (Min &Max Design Flow rate).

و - يتم إحتساب عدد الوحدات التى تركب بحمامات السباحة العامة على أساس وحدة على الأقل لكل ٥٠٫٤٦م٢ (٥٠٠ قدم مربع) من مسطح المياه بالحمام

ووحدة لكل ٥٫٧٤م٢(٨٠٠ قدم مربع) من مسطح المياه بالحمام بالنسبة للحمامات الخاصة أما بالنسبة للحمامات ذات الأشكال غير المنتظمة فأنه يجب إعطاء عناية خاصة عند حساب عدد وحدات كسح المياه.

ز - يجب توزيع وحدات كسح مياه السطح بطريقة تسمح بكسح جيد لسطح المياه ومن المفضل تركيب وحدة كسح فى كل جانب من جوانب الحمام كما يجب أن يؤخذ فى الإعتبار عند تحديد موضع الوحدات شكل الحمام وإتجاه الريح الغالبة.

ح- يراعى عند تركيب وحدات الكسح أن تكون غاطسه فى جسم الحمام وبحيث لايبرز عن واجهة جانب الحمام أو تعلو عن السطح (Deck) حول الحمام .

ط - يجب تنظيف المصفاه الخاصه بوحدة الكسح بإنتظام يوميا وكلما دعت الحاجة لضمان أداء ممتاز لوحدة الكسح حيث أن إنسداد السبت يؤدى الى أداء سيئ لوحدة الكسح.

٢-١٢ عملية تعقيم مياه حمام السباحة :

٢-١٢-١ مقدمة :

يجب أن ترشح وتعالج المياه المطلوبه لحمام السباحه كيميائياً لتكون مأمونة تماماً حيث أنه فى بعض الأحيان فإن بعض مياه الاستعمالات المنزلية قد لاتكون مأمونه تماما للسباحة فيها.

٢-١٢-٢ مواصفات مياه حمام السباحة :

يجب ان يؤخذ فى الاعتبار أنه يمكن لأى مستحم أن يبتلع كمية من مياه حمام السباحة ولذلك فأنه من الأهمية أن تكون مواصفات مياه حمام السباحة تساوى بل وتزيد عن الإشتراطات اللازمة لمياه الشرب من الناحية البكتريولوجية والغرض من عملية ترشيح مياه الحمام هو تنقية المياه من الشوائب والمواد العالقة وتضمن صفاء المياه ونقاوتها ولكن للأسف قد تحمل بعض الجراثيم وبذلك فان عملية تعقيم ومعالجة المياه كيميائياً هى الوسيلة الوحيدة التى تضمن سلامة الأشخاص بالإضافة الى ذلك فان المياه يجب أن تكون صافية ومقبولة ولاتسبب أى التهابات للجلد أو أعين المستحمين كما أنه يجب أن تكون بدون أى رائحة أو طعم.

٢-١٢-٣ مواد وطرق التعقيم :

أ- الكلور والبرومين والأيوديين :

هى المواد الأكثر شيوعاً فى الإستعمال لتعقيم وقتل البكتريا والجراثيم فى حمامات السباحة وهذه المواد جميعها من عائلة الهالوجين ويمكن إضافة الكلورين أو البرومين الى مياه الحمام بشكلها الغاز النقى أو بشكل مركب يذوب عند خلطه بالماء . أما بالنسبة للأيودين فانه من المعتاد أن يضاف الى مياه الحمام كمركب (Compound)

وفى حالات خاصة تستخدم طرق أخرى لتعقيم مياه حمام السباحة وأهمها غاز الأوزون O_3 وهذا يتم إنتاجه بواسطة جهاز توليدغاز الأوزون (Ozonator) .

ب- كالسيوم هايبوكلوريت: (Calcium Hypochlorite)

وهو مادة صلبة لونها أبيض تباع على شكل أقراص أو مجروشة وهى سهلة التداول عن غاز الكلورين ولكن يجب إتخاذ الحذر وإبعاده عن المواد القابلة للإشتعال (الزيوت والبويات - أعقاب السجائر) ، ويجب أن يحفظ فى وعاء له غطاء لمنع الرطوبة ويتم إذابة الأقراص فى الماء فى وعاء خاص ويتم إضافته الى مياه الحمام بواسطة جهاز خاص (Hypochlorinator) كما يمكن إضافة الكالسيوم هايبوكلوريت الى مياه الحمام مباشرة بالطرق اليدوية .

جـ- صوديوم هايبوكلوريت (Sodium Hypochlorite)

يستعمل ايضا الصوديوم هايبوكلوريت فى تعقيم مياه الحمام ويباع فى صورة محلول سائل نقى وهو نفس المحلول المستعمل فى المنازل لتبييض الملابس (Liquid Bleaches) ويتم إضافة المحلول مباشرة إلى مياه الحمام بواسطة جهاز الحقن (Hypochlorinator) كما يمكن اضافته ايضا لمياه الحمام بواسطة الطرق اليدوية ويجب الإحتفاظ بالمحلول بعيدا عن ضوء الشمس للمحافظة على نسبة تركيز الكلور بالمحلول .

د- التعقيم بالإشعة فوق البنفسجية Ultraviolet Radiation

يمكن قتل البكتريا الموجودة بمياه الحمام بتمرير المياه داخل أنبوبة طويلة بداخلها (Ultraviolet Lamps) وتعتمد هذه الطريقة على قوة وعمر اللمبة والمدة التى تتعرض خلالها المياه للأشعة ويستعمل التعقيم بواسطة الأشعة فوق البنفسجية فى الحمامات الخاصة الصغيرة فقط ولاتستعمل فى الحمامات العامة لإرتفاع التكلفة .

٢ ١١ ٤ الطريقة التى يتم بها التعقيم :

عند إضافة أى من عائلة الهالوجين للمياه فانها تذوب فيها وتبدأ فى مهاجمة البكتريا والمواد العضوية الأخرى الموجودة بالمياه حيث تؤكسد أو تحرق (Burns up) هذه الشوائب كما يمكنها أيضا أن تتحد مع المواد غير العضوية [والكمية اللازمة من الكيماويات للتعقيم لتتفاعل مع جميع الشوائب الموجودة بالمياه تعرف ب (Chlorine Demand) أو (Bromine Demand)] أما إذا ما أضيفت كمية أكثر من اللازم للتفاعل مع كمية الشوائب الموجودة بالمياه فانه يتبقى جزء منها زائدا فى المياه ويسمى (Residual Chlorine or bromine) والمادة الكيماوية المتبقية (The residual Chemical) يمكن أن تكون بصورة كلورين حر أو متحد مع مواد أخرى (الكلورين أو البورومين المتبقى) (Free Residual or Combined Residual)

وبعض هذه المواد الكيماوية المتحدة تعمل على قتل البكتريا إلا أن الكلورين الحر له تأثير أقوى وأسرع.

٢ ١٢ ٥ كمية الكلورين التى يجب بقاؤها فى المياه : (Residual Chlorine)

طبقاً لإشتراطات الجمعيات الصحية فإنه يجب أن تكون هناك كمية متبقية من الكلورين الحر باستمرار فى المياه تتراوح بين ٠٠ر١ و ٥ر١ جزء من المليون (Free Chlorine residual of 1.0 - 1.5 PPM) وبحيث لاتقل عن - ر١ جزء من المليون ولا تزيد عن -ر٣ جزء من المليون.

٢ ١٢ ٦ طريقة التعقيم بالكلور : (Chlorination)

يعتبر الكلورين هو المادة الكيماوية الأكثر شيوعاً ومستعملة لقتل البكتريا والجراثيم فى حمامات السباحة حيث يمكن إضافتها الى المياه بعدة طرق والكلورين فى

صورته النقية فى درجة حرارة الغرفة لونه مائل للإخضرار (Greenish) وهو أثقل من الهواء ويعتبر غاز خطير قاتل ويباع ويتداول داخل إسطوانات من الصلب التى تتحمل الضغط المرتفع جداً حيث أنه يكون فى صورة سائل تحت هذا الضغط المرتفع.

٢-١٢-٧ وسائل الحماية والأمان اللازمين عند تداول وإستعمال غاز الكلور :

أ - يجب أن توضع الإسطوانات خارج غرفة الماكينات والمرشحات فى مكان أو مبنى مقاوم للحريق.

ب - يجب ربط الإسطوانات بسلاسل لمنع سقوطها أو تحركها من مكانها.

جـ - يجب أن توضع الإسطوانات فى غرفة منفصلة وبها مراوح تهوية تركب على منسوب منخفض وقادرة على تغيير كمية هواء الغرفة فى مدة من دقيقة واحدة الى أربعة دقائق.

د - يجب إختبار الإسطوانات يوميا للتأكد من عدم تسرب أى غاز ويمكن اختبار وجود أى تسرب بواسطة غمس قطعة من القماش فى كمية قليلة من الأمونيوم (Ammonium Hydroxide) مربوطة فى نهاية عصاه طويلة حيث ينبعث دخان أبيض فى حالة وجود غاز كلور متسرب.

هـ- يجب إضافة شمعات إنذار تعمل فى حالة تسرب غاز الكلور داخل غرفة الأنابيب بحيث تعطى جرس تنبيه وتفتح محبس كهربى ليغذى مجموعة أدشاش فوق الأنابيب مباشرة مع عمل اللازم نحو إمكانية تشغيل هذه الأدشاش يدوياً من خارج الغرفة .

٢-١٢-٨ كيفية إضافة غاز الكلور لمياه الحمام :

يضاف غاز الكلور إلى مياه الحمام بواسطة جهاز خاص (Chlorinator) لاضافة الكلور ويمكن بواسطة الجهاز التحكم فى كمية تصرف غاز الكلور الى المياه بمعدل منتظم ويتم وضع إسطوانة الكلور فوق ميزان ومنه يمكن تحديد كمية الكلور

المستعملة، ويستعمل غاز الكلور فى الحمامات العامة ذات السعة الكبيرة (حوالى ٣م٥٥٠) ويعتبر أقل الكيماويات تكلفة.

٢-١٢-٩ كيفية إختبار الكلورين المتبقى : Testing for residual chlorine

تعتمد طريقة الإختبار على حقيقة أن المادة (Orthatolidine) تتفاعل مع الكورين وتعطى اللون الأصفر المخضر ويتم مقارنة هذا اللون بألوان قياسية محددة حيث أن اللون الناتج من الكلورين الحر (Free Chlorine) يظهر فى ظرف دقيقتين من خلط العينة بهذه المادة ويتم مقارنته فوراً بألوان العينات القياسية المحددة وبعد ذلك توضع العينة فى مكان مظلم لمدة ثلاثة دقائق وتتم المقارنه لتحديد كمية الكلورين المتبقية (Total Residual Chlorine) والفرق بين القراءة الأولى السريعة والقراءة بعدها بثلاثة دقائق تحدد بالتقريب كمية الكلورين المتحدة (Combined Chlorine) كما أنه توجد طريقة أخرى لتحديد كمية الكلورين الحر فقط (Free Chlorine) وذلك بواسطة شريط إختبار حيث أن شريط الإختبار يتغير لونه ويتم مقارنته بالألوان القياسية المحددة ، وهذا الشريط يحدد فقط كمية الكلورين الحر ($Free\ Cl_2$) ولايحدد كمية الكلورين المتحدة.($Combined\ Cl_2$)

٢-١٢-١٠ تعريف الـ pH. (الرقم الهيدروجينى) :

الرقم الهيدروجينى هو الذى يحدد درجة حمضية المياه ويتدرج من ١ الى ١٤ والرقم الهيدروجينى للمياه المقطرة هو ٧ وبالنسبة للأحماض من ٧ الى ١ وكلما إرتفعت درجة الحمضية ينخفض الرقم الهيدروجينى كما أن الرقم الهيدروجينى بالنسبة للقلويات من ٧ الى ١٤ وكلما زادت درجة القلوية إرتفع الرقم الهيدروجينى.

٢-١٢-١١ الرقم الهيدروجينى لمياه حمام السباحة :

يجب أن يكون الرقم الهيدروجينى لمياه حمام السباحة فى حدود (٧ر٢ الى ٧ر٦) (pH range from 7.2 to 7.6) أى يجب أن تكون مائلة قليلاً للقلوية حتى تمنع أى إحمرار لعيون المستحمين ويتم رفع الـ pH بإضافة بيكربونات الصوديوم (Soda ash) كما أنه باضافة أى أملاح حمضية للمياه يمكن خفض الـ pH.

٢-١٢-١٢ كيفية تحديد الرقم الهيدروجينى :

يتم تحديد الرقم الهيدروجينى بأخذ عينة من المياه بواسطة مقارنة اللون بعد إضافة نوع من الصبغة بالألوان القياسية الموضحة فى جهاز الإختبار (Test Kit).

٢-١٢-١٣ القضاء على الطحالب :

توجد أنواع كثيرة من الطحالب التى تنمو فى مياه حمامات السباحة منها أنواع تطفو على سطح المياه وأنواع أخرى تلتصق بقاع وحوائط الحمام وهى بألوان مختلفة منها ماهو باللون الأخضر المائل للزرقة والأخضر والأحمر والبنى والمائل للسواد وينتج عن وجود الطحالب رائحة للمياه وعكارة فى لون المياه بالإضافة الى جعل الأسطح قابلة للإنزلاق عليها.

لذلك فانه من المهم جدا منع نمو أى طحالب بمياه الحمام ومن العوامل التى تساعد على نمو الطحالب أشعة الشمس ، الإضاءة ، درجة الحرارة ، تركيز الـ pH وتنتقل الطحالب الى مياه الحمام مع الرياح والأتربة وتنمو وتنتشر الطحالب بسرعة كبيرة حيث يمكنها تحويل لون مياه الحمام الى اللون الأخضر القاتم فى بضع ساعات وتعتبر أنواع الطحالب العائمة فوق سطح المياه من الأنواع التى يسهل قتلها حيث يمكن إزالتها بالترشيح ، ولكن النوع الأخر التى تلتصق بالجدران والأرضية فانه من الصعب قتلها ، لذلك يلزم تفريغ مياه الحمام وغسيل وحك الحوائط والأسطح بفرشة خشنة والغسيل

بالمنظفات الصناعية وبعد ذلك يملأ الحمام مرة أخرى (وهذا لا يحدث إلا فى حالات قليلة عند استاد تشغيل حمام السباحة إلى أفراد غير مدربين أو قليلى الخبرة).

هذا ومن أحسن الطرق لمنع نمو الطحالب هو المحافظة على نسبة الـ (Residual Free Chlorine) الموضحة سابقاً بإستمرار وفى حالة فشل التحكم فى عدم نمو الطحالب فانه يلزم عمل تعقيم عالى Superchlorination.

ملحوظة :

يجب أن تتم عملية تعقيم مياه حمام السباحة أوتوماتيكياً خاصة في حمامات السباحة العامة والكبيرة توفيرا لاستهلاك المواد الكيميائية اللازمة لعملية التعقيم وبالتالي تقليل تكلفة التشغيل - وأيضاً لتجنب الاعتماد علي العنصر البشرى الذى قلما أمكن معه متابعة التحاليل المستمرة لمياه الحمام وتجنباً للأخطاء وسوء التقدير.

جدول (٢-٣) كفاءة أجهزة التعقيم للحمامات ذات الأحجام المختلفة

حجم المياه بالحمام	أعلا كفاءة للجهاز المناسب
٣٥ م٣	٦ر٠ لتر / ساعة (١٥ر٠ جالون/ساعة)
٧٠ م٣	١ر- لتر / ساعة (٢٥ر٠ جالون/ساعة)
١٦٠ م٣	٢ر٣ لتر / ساعة (٦٠ر٠ جالون/ساعة)
٢٧٥ م٣	٣ر٨ لتر / ساعة (١ر- جالون/ساعة)
٤٠٠ م٣	٦ر- لتر / ساعة (١ر٦ جالون/ساعة)
٧٠٠ م٣	١٠ لتر / ساعة (٢ر٥ جالون/ساعة)
١٤٠٠ م٣	٢٠ لتر / ساعة (٥ جالون/ساعة)
٢٨٠٠ م٣	٤٠ لتر / ساعة (١٠ جالون/ساعة)

٢-١٣ عملية تسخين مياه حمام السباحة :

إنتشرت فى السنوات الأخيرة إستعمال سخانات المياه لتسخين مياه حمامات السباحة بشكل واسع ، حيث أصبحت أغلب حمامات السباحة المغطاه مزودة بسخانات للمياه نظرا لأن الحمامات المغطاه مصممة لتستعمل طوال أشهر السنة ، وبذلك فان عملية تسخين المياه أصبحت من الضروريات اللازمة لراحة المستحمين كما أنه بالنسبة للحمامات المكشوفة المستخدمة للجمهور أصبحت عملية تسخين مياه الحمام عملية إستثمارية تتيح إستغلال وإستعمال الحمام فى جميع أشهر السنة بما فى ذلك الأشهر الباردة ، كما أنها أعطت الفرصة للفرق الرياضية فى التدريب فى جميع الأوقات دون توقف ، والسخانات المستخدمة فى حمامات السباحة تعمل فى تشغيلها أنواع الوقود المختلفة مثل الغاز الطبيعى والبوتاجاز والسولار وبالإضافة الى مايعمل بالكهرباء أو بالطاقة الشمسية، ويتوقف إختيار نوع الوقود حسب المتوافر فى المنطقة والتكاليف وحجم الحمام ويتم تركيب السخانات على خط الراجع الى الحمام بين المرشحات والداخل الى حوض السباحة، هذا وفى حالة وجود تسخين مركزى بالمبنى مثل غلايات للمياه أو غلايات بخار فانه فى هذه الحالة تكون هناك فرصة لتسخين مياه الحمام بسخانات التبادل الحرارى (Heat exchanger) والتى يمكنها إستقبال المياه الساخنة أو البخار من الغلايات الرئيسية بالمبنى ، وهذه السخانات التى تعمل بطريقة التبادل الحرارى تعتبر أرخص كثيرا عن السخانات التى تقوم بتسخين المياه مباشرة بواسطة السخانات الخاصة بها (Direct - Fired Heaters) سواء من حيث تكاليف التشغيل أو التكاليف الإبتدائية.

٢-١٤ أسس حساب حجم سخانات مياه حمام السباحة :

تعتمد حساب حجم سخانات مياه حوض السباحة على عدة عوامل منها الفاقد الحرارى من مسطح مياه الحمام ، فرق درجات الحرارة بين درجة حرارة مياه الحمام ودرجة حرارة الجو المحيط ، سرعة الرياح وكذلك حجم مياه الحمام .

وللمحافظة على درجة حرارة مياه الحمام فانه يجب تعويض الفاقد الحرارى كما يجب أن تكون قدرة السخانات كافية لتسخين حجم مياه حوض السباحة ورفع درجة

حرارته من درجة حرارة المياه عند ملء الحمام الى درجة الحرارة المرغوبة وفى المعتاد فان قدرة السخانات يجب أن تكون كافية لرفع درجة حرارة مياه حمام السباحة الى درجة الحرارة المرغوبة فى مدة ٢٤ ساعة بالحمامات الصغيرة و(من ٤٨ الى ٩٦ ساعة) للحمامات الكبيرة وفى حالة حمامات السباحة الخاصة الصغيرة يمكن تقليل هذه المدة من (١٠ إلى ٢٤ ساعة) ، وأغلب الشركات صانعة السخانات قامت بإعداد جداول خاصة بها لتحديد قدرة السخان معتمدة على فرق درجات الحرارة المطلوب رفعها (الفرق بين متوسط درجة حرارة الجو المحيط بحمام السباحة فى أبرد أيام السنة ودرجة حرارة مياه الحمام المطلوبة) ومساحة سطح حمام السباحة وحجم مياهه .

هذا ويمكن الحصول من الشركات صانعة السخانات على جميع البيانات والإرشادات الفنية اللازمة والتى تساعد على إختيار أنسب السخانات وطريقة التشغيل المثلى.

١٥-٢ الإشتراطات والمتطلبات الخاصة بالسخانات :

- يجب أن تكون السخانات مختبرة ومعتمدة ومطابقة للشروط والمواصفات القياسية فى البلد التى صنع بها.
- يجب على ملاك حمامات السباحة والمسئول عن التشغيل مراجعة وإختبار درجة حرارة مياه الحمام بإستمرار والتأكد من عدم تجاوزها ٣٧ درجة مئوية (الدرجة المثالية تتراوح من ٢٥ درجة مئوية الى ٢٧ درجة مئوية).
- يجب أن يتم تحديد وحساب قدرة السخانات المطلوبة بكل دقة حتى تكون بالكفاءة المطلوبة وإقتصادية فى تكاليف التشغيل.
- يجب أن يتم تركيب السخانات طبقا لتعليمات الشركة الصانعة كما يجب ترك فراغات كافية حولها من جميع الجهات ومن أعلا أيضا ويمكن الرجوع الى تعليمات وكتيب الإرشادات الخاصة بالشركة الصانعة فى هذا الشأن ، كما يجب أن تكون فتحات التهوية كافية فى المكان المركبة بها.
- يجب فى حالة إستعمال سخانات للمياه تعمل بالبوتاجاز أخذ الإحتياطات الكافية وملاحظة أن هذا الغاز أثقل من الهواء ، لذلك يجب الرجوع الى التعليمات والإرشادات الخاصة بالتهوية التى تحددها الشركة الصانعة.

فى حالة إستعمال الغاز فانه يجب أن تكون مواسير الغاز بالأقطار المناسبة وطبقاً لارشادات وتعليمات الشركة الصانعة، كما يجب تركيب محبس للغاز فى مكان ظاهر بالقرب من السخان لغلق سريان الغاز فى حالة الطوارئ وإجراء الصيانه.

- يجب أن يتم تركيب السخانات التى تعمل بالكهرباء طبقا لكود أعمال الكهرباء فى البلد المصنوع فيه وطبقا للكود المصرى الخاص بأعمال الكهرباء ، كما يجب اتباع الاشتراطات الخاصة بالتركيب والتشغيل بكل دقة.

١٦-٢ التجهيزات والملحقات الخاصة بحمامات السباحة :

Pool Equipment and Accessories

جميع الحمامات سواء الخاصة أو العامة يلزم تزويدها بالتجهيزات والملحقات المختلفة حتى يتم تشغيلها على الوجه الأمثل بخلاف ماسبق توضيحة من التجهيزات والمعدات الخاصة بعملية دورة المياه والفلاتر وأجهزة التعقيم والطلمبات ومداخل ومخارج المياه وتعتمد عملية اختيار هذه الملحقات والمعدات على حجم الحمام وعمر وكفاءة المستخدمين للحمام والإشتراطات الخاصة بالمسابقات وقوانين الصحة العامة وتدخل ضمن هذه المعدات جميع المعدات التى يتم تركيبها على السطح حول محيط حوض الحمام وجميع هذه الملحقات والمعدات يتم اختيارها بمعرفة المصمم ، ويجب العلم بأنه توجد كثير من المواصفات القياسية والإشتراطات التى تحدد تصميم هذه المعدات وطريقة اختيارها ومكانها وتركيبها ، ومن الجمعيات أو الهيئات التى يمكن الرجوع اليها الآتى :

- Recommended Minimum Standards For Public Suimming Pools, & Recommended Minimmum Standard Residential, in ground , Suimming Pools, published by the National Spa and Pool Institute.(NSPI)
- Public Pool Code of the American Public Health Association.(APHA)
- " The Regulation for competitive Swimming Pools" Published by the National Collegiate Athletic

Assos.(NCAA)

-The National Electric Code, published by the National Fire Protection Association.(NEC-NFPA)

- Federation Internationale de Natation Amateus. (FINA)

وجميع هذه الإشتراطات للإسترشاد بها فقط .

٢-١٧ المعدات والتجهيزات الخاصة بالسطح حول الحمام : Deck Equipment

٢-١٧-١ قواعد وألواح القفز : Diving Stands

وهى تستعمل فى المسابقات وللهواه وغالبا يمكن الحصول عليها بإرتفاعات - ر٣ و - ر١,٥ متر ، وواحد متر أو فى منسوب السطح حول الحمام .

أما بالنسبة لأكثر من ٣ متر ارتفاع فانه يتم تنفيذ ابراج لأرصفة القفز (Platform Towers) بالموقع (أى لايتم تصنيعهافى الخارج ونقلها للتركيب بالموقع). يحدد الإشتراطات والمتطلبات الخاصة بالمسابقات الإرتفاع بأنه المسافة بين سطح لوح القفز ومنسوب سطح المياه بالحمام ويجب أن يكون طول لوح القفز ٤,٨٠ مترا وبعرض ٥٠سم ويمتد بمسافة ١,٨٠ مترا على الأقل فوق مياه الحمام.

٢-١٧-٢ الكرسى الخاص بعامل الإنقاذ : Life Guard Chairs

من المفضل وجود كرسى خاص بعامل الإنقاذ فى جميع الحمامات العامة ويتم تحديد عدد الكراسى وبالتالى عدد عمال الإنقاذ على أساس مسطح مياه حمام السباحة. ويتم تركيب الكرسى فى أغلب الأحيان على حافة الحمام بحيث يتيح لعامل الإنقاذ القفز مباشرة الى مياه الحمام ويكون بالإرتفاع الكافى الذى يتيح لعامل الإنقاذ مراقبة جميع المستحمين كما أنه فى بعض الأحيان تكون هذه الكراسى متحركة وغير مثبتة فى السطح حول الحمام.

٢-١٧-٣ السلالـــم : Ladders

يجب تزويد حمامات السباحة بسلالم تتيح للمستحمين الخروج من الحمام بطريقة آمنه وتتكون السلالم فى المعتاد من عدد (٢) مقبض Two formed rail على الجانبين وتصنع غالباً من ماسورة من الصلب غير القابل للصدأ الثقيل تشكل حسب الطلب ويثبت أحد طرفيها بحافة الحمام الأفقية "Deck" والطرف الآخر يثبت فى الحائط الجانبى للحمام وتغطى أماكن التثبيت بفلانش زخرفى ويثبت الدرج بين المقابض ويكون عادة من نفس نوع معدن ماسورة المقبض مع لف حافة درج السلم لتكون ناعمة تماماً وعددها يتراوح بين ٢ الى ٤ درجات ويرجع الى الإشتراطات الخاصة بهذه السلالم بالبند من ١-٥.

٢-١٧-٤ الدرابزين : Grab Rails

تصنع من ماسورة صلب غير قابل للصدأ وبسمك كافى لمقاومة التآكل وتشكل حسب الطلب وتثبت على حافة الحمام "Mounted on the deck" وتستعمل فى حالة الدرج الغاطس فى الحائط الجانبى للحمام.

٢-١٧-٥ فاصل الأمان : Life Lines

تستعمل فى تحديد أو الفصل بين الجزء العميق Deep Water والجزء الضحل "Shallow Wate" غالبا يكون عبارة عن حبل مصنوع من البلاستيك وبه كرات ملونه وبراقة عائمة وبوضع عند بداية ميل أرض الحمام من الجزء الضحل الى الجزء العميق ويتم تركيب وتثبيت خطافات فى كل من حوائط جانبى الحمام ويظل الحبل مشدودا فى مكانه فى جميع الأوقات فيما عدا وقت إنعقاد المسابقات أو تمرين فرق السباحة.

٢-١٧-٦ علامات تحديد حارات السباحة : Racing Lane Markers

تستعمل فى تحديد حارة السباق لكل متسابق وهى مكونة من كرات عائمة مربوطة مع بعضها بحبل أو كابل مستمر يمتد بكامل طول حارة السباق ويربط خطاف فى كل من حائطى النهاية ويزود بطريقة تتيح شده جيدا ومنعه من التحرك من مكانه وتكون الكورات العائمة بألوان مختلفة فيما عدا مسافة ٥ر٤ متر الأخيرة فانها تكون بلون مميز ترشد المتسابق الى وصوله لحائط النهاية ولايقل قطر هذه الكرات عن ٣ر٥سم.

(فى السنوات الأخيرة تم تطوير هذه العلامات الى نوعية تمتص موجات المياه الناتجة عن تحرك المتسابقين لتمنع أو تقلل من إضطراب المياه) .

٢-١٨ الأجهزة الخاصة بالتشغيل والصيانة:

الأجهزة أو المعدات الواردة فيما بعد هى الأجهزة الخاصة بعملية تنظيف وعمل الإختبارات الخاصة بمياه الحمام أى لاتدخل ضمنها الفلاتر أو أجهزة إضافة الكيماويات أو الطلمبات.

٢-١٨-١ المكنسة : Vacuum Cleaner

جميع حمامات السباحة تتجمع فيها الأتربة وأوراق الأشجار التى تأتى بها الرياح والأمطار وأجسام المستحمين وهذه الأتربة والمخلفات تظل عالقة بالمياه ويتم ازالتها عند مرورها على المرشحات الا أن كمية منها ترسب فى القاع على أرضية الحمام وبالتالى لايتم سحبها فى بعض الأحيان مع دورة المياه الى المرشحات وبذلك فانه يلزم ازالتها وسحبها بواسطة مكنسة الشفط أو بواسطة الفرش أو بواسطة كشطها من السطح: "By Skimming" وتتكون مكنسة الشفط من رأس تتحرك فوق ارضية قاع الحمام بواسطة قائم طويل أو حبل جر ويتصل بالرأس خرطوم شفط عائم والطرف الآخر للخرطوم بمخارج شفط موصل بماسورة الى طلمبات السحب أو متصل بطلمبة نقالى .

٢-١٨-٢ مكانس الحمام الأوتوماتيكية : Automatic Pool Cleaner

توجد عدة أنواع من هذه المكانس ، وأكثرها شيوعاً هو النوع المكون من موتور وطلمبة يتحركان على أرضية الحمام وتحتوى على فرشة وخرطوشة "Cartridge filter" حيث تقوم بإزالة المواد الصلبة من أرضية الحمام ويتم سحب المياه بما فيها من أتربة وقاذورات حيث يمكن حجز الأتربة داخل الخرطوشة او فى كيس خاص وتعود المياه الى الحمام بعد حجز الأتربة والمواد العالقة وهذا النوع من المكانس مزود بجهاز حساس يجعلها تدور وتعود فى عكس الإتجاه عند إصطدامها بحائط الحمام وتستمر هكذا أوتوماتيكيا فى السحف على أرضية الحمام ذهاباً وعودة.

٢-١٨-٣ شبكة جمع الأوراق من سطح المياه : " Leaf Rack - Hand Skimmer"

عبارة عن إطار مغطى بالفيبر جلاس أو أى مادة مقاومة للصدأ والتآكل حول شبكة مصنوعة من الفينيل وعلى شكل سبت ولها يد طويلة وتستعمل فى تنظيف سطح المياه من أوراق الشجر وأى مواد أو قاذورات عائمة على سطح المياه.

٢-١٨-٤ فرش التنظيف :

توجد عدة أنواع وأشكال من الفرش الخاصة بتنظيف حوائط وأرضية الحمام منها النوع المخصص لتنظيف حوائط الحمام وتصنع بطول حوالى ٤٥سم وبعرض حوالى ١٠سم ولها شعر خشن من النايلون ولها يد طويلة ويوجد نوع لتنظيف الطحالب العالقة بجوانب وقاع الحمام تحتوى على أربعة صفوف كثيفة من شعر مصنوع من الصلب الغير قابل للصدأ مجمعة على قاعدة متينه.

وجميع هذه الفرش تساعد على إزالة الطحالب وتنظيف أسطح الحمام وتزيل كمية كبيرة من القذارة التى تسبب عكارة مياه الحمام.

٢-١٨-٥ جهاز إختبار المياه : Test Kit

تعتبر أجهزة إختبار المياه هامة جدا لإختبار ومراجعة كمية الكيماويات التى تحكم التوازن الكيميائى للحمام، من هذه العوامل :

نسبة الكلورين المتبقية Residual Chlorine

الرقم الهيدروجينى " pH "

كمية الكلورين الحر "Free Chlorine"

كمية الكلورين المتحدة " Combined Chlorine"

ويستعمل أيضا فى اختبار نسبة الكيماويات الأخرى مثل "Cyanuric Acid Level", "Algicides in the Pool" وكذلك تحديد القلوية وجميع هذه الإختبارات تتم لتحدد وترشد المسئول عن تشغيل الحمام "Pool Operator" الى ضبط معدلات اجهزة اضافة وحقن الكيماويات للمحافظة على نسب الكيماويات بمياه الحمام .

الملاحق :

ملحق (١) : معايير الحدود الاسترشادية للمعالجة الكيماوية لحمامات السباحة .

ملحق (٢) : بعض الظواهر بمياه حمامات السباحة وتفسيرها .

معايير التشغيل الكيماوية

تبين تلك المعايير الحدود الإسترشادية للمعالجة الكيماوية والصيانة اللازمة لحمامات السباحة.
هذا والمعالجة الكيماوية وحدها لن تعطي مياه صحية لحمام السباحة مالم يوجد نظام ترشيح ذو كفاءة عالية .

	الحد الأدنى	المثالـــى	الحد الأقصى	الملاحظـــــات
أ - درجات التعقيم				
١ - الكلورين الحر جزء/ مليون	١	٣-١	٣	في درجات الحرارة العالية والتشغيل الشاق يستحسن التشغيل قريباً من الحد الأقصى.
٢ - الكلورين المتحد جزء/ مليون	-	-	٠٫٢	الكلورين المتحد العالي يحدث في حالة تخفيض جرعة الكلور. تزخة ٢ قطرات الفعالة للوصول إلى نقطة تكسير التلور. مظاهر أخرى للكلورين المتحد - رائحة نفاذة للكلور. - حساسية للعين. - لم للبكتريا.
٣ - برومين جزء/ مليون	٢	٤-٢	٤	ملحوظة : يراعي مراجعة الادارة الصحية المختصة قبل الاستعمال.
٤ - أيودين جزء/ مليون	-	-	-	
ب - أرقام كيماوية				
١ - الأس الأيدروجيني (pH)	٧٫٢	٧٫٦-٧٫٤	٧٫٨	في حالة أن الأس الايدروجيني (pH) عالي جداً: كفاءة منخفضة للكلور، تكوين رواسب، مياه عكرة، عدم ملائمة المياه للعين. منخفض جداً: أنتشار سريع للعين، تآكل للمعادن، زائد الكسوة القنيل، عدم ملائمة المياه للعين
٢ - القلوية الكلية جزء/ مليون مقاس بـ كا كا أ٣	٦٠	١٠٠-٨٠ مناسب لـ كالسيوم هيبوكلوريت ليثيوم هيبوكلوريت صوديوم هيبوكلوريت ١٢٠-١٠٠ مناسب لـ صوديوم دايكلور ترايكلور - كلور كفاز ومركبات البرومين	١٨٠	اذا كانت القلوية الكلية: مرتفعة جداً: مياه عكرة، تزيد من تكوين الرواسب، الأس الأيدروجيني يميل للإرتفاع. منخفضة جداً

	الحد الأدنى	المثالي	الحد الأقصى	الملاحظات
٣- الأملاح الكلية الذائبة جزء/ مليون	٣٠٠	١٠٠٠-٢٠٠٠	٣٠٠٠	هذه الأرقام تستخدم للاسترشاد فقط وليست أرقام مطلقة ويستدل منها على تراكم الشوائب أثناء التشغيل. تراكم وتزايد الاملاح الكلية الذائبة تؤدي الى تأكل المعداتويمكن تفاديها بصرف جزء من مياه الحمام مع التعويض بمياه نقية. (١) الاملاح الكلية الذائبة في مياه التشغيل تدل على وجود أملاح معدنية أو مواد عضوية راجع هيئة المياه المختصة. (٢) زيادة الاملاح الذائبة تدل على تزايد الشوائب وتعالج بصرف جزء من مياه الحمام واضافة مثلة مياه نقية
٤- العسر جزء/ مليون مقاس بكالت Ca	١٥	٢٠٠-٤٠٠	٥٠٠-٦٠٠	تشغيل الحمام مع وجود عسر عالي يعتمد على القلوية. أقل قيمة للقلوية مع بخار دون الأس الهيدروجيني يجب تحقيقها مع القلوية المرتفعة (أكثر من ٥٠٠ جزء/مليون).
٥- المعادن الثقيلة	لا يوجد	لا يوجد	لا يوجد	في حالة وجود أملاح ناشطة مثل النحاس والحديد والمنجنيز. - يحدث بقع - تغير في لون المياه - يبخر الكلور سريعا - انسداد الرشح سريعا - حدوث انخفاض للأس الايدروجيني وتأكل وخلافه.
٦- أرقام بيرلوجية أ - الطحالب	لا يوجد	لا يوجد	لا يوجد	في حالة مشاهدة الطحالب - زيادة جرعة الكلور المضاف - تنظيف بالترشيح للمعلقات والاجتماعات - الابقاء على جرعة الكلور عند حدها - استخدام أنواع مضادات الطحالب المعتمدة
ب - البكتريا	لا يوجد	لا يوجد	يرجع للأكلور الحر	اذا زاد العد البكتيري عن المسموح به لأغراض الصحة : - زيادة جرعة الكلور مع عمل الصيانة اللازمة. الابقاء على جرعة الكلور عند حدها المعتمد

	الحد الأدنى	المثالي	الحد الأقصى	الملاحظات
د - الملوثات ١ - حامض السيانيك جزء / مليون Cyanuric acid	١٠	٣٠-٥٠	١٥٠ بعض الادارات الصحية تقدرها ١٠٠	اذا كان التثبيت : عالي جداً — متخفض جداً - قد يتجاوز السموح به من الادارة الصحية — الكلور حر قد يكسر سريعا بأشعة الشمس - قد يقلل كفاءة الكلور ملحوظة: التثبيت غير مطلوبة للحمامات المغطاة أو باستعمال البروميين.

ملحق (٢) :

بعض الظواهر بمياه حمامات السباحة وتفسيرها.

١ - لون المياه مائلة للإحمرار :

وعادة مايكون هذا بسبب وجود الحديد بنسبة كبيرة فى المياه وفى بعض الأحيان يكون بسبب هبوط الرقم الهيدروجينى (pH) وفى هذه الحالة تكون المياه حامضية مما يساعد على سرعة تآكل المواسير الحديد وقطعها (فى حالة استخدامها فى توصيلات معدات الحمام) ويظهر ذلك فى المياه مباشرة.

وفى الحالة الأولى، عند تعرض المياه المحتوية على نسبة كبيرة من الحديد للهواء تتم أكسدة الحديد (الصدأ) ويصبح لون المياه مائل للإحمرار ولتجنب ذلك ، يلزم ملء الحمام بالمياه من مصدر آخر لا يحتوى على نسبة عالية من الحديد ، أو معالجة المياه قبل دخولها للحمام وازالة الحديد منها. وللقضاء على اللون الأحمر - يجب اضافة الشبة ونسبة عالية من الكلور لترسيب الحديد بخزان الفائض ثم غسيله .

وينصح باستخدام مواسير من الـ P.V.C فى أعمال التوصيلات بين معدات وماكينات الحمام وكذلك مواسير التغذية والصرف ، وذلك لملائمة هذا النوع من المواسير لمقاومة التآكل بفعل النسبة العالية من الكيماويات الموجودة بمياه حمام السباحة.

٢ - لون المياه مائل للون البنى:

وعادة مايكون ذلك بسبب حامضية المواد العضوية وقلة نسبة الكلور الحر في المياه، ولعلاج ذلك يتم اضافة نسبة عالية من الكلور مع ضرورة ضبط الرقم الهيدروجينى (pH) عند اللزوم.

٣ - لون المياه مائل للإخضرار :

يحدث ذلك نتيجة وجود الطحالب وقلة نسبة الكلور المتبقى الحر ، ولعلاج ذلك يتم اضافة الكلور ويتبع ذلك ضبط الرقم الهيدروجينى (pH) واستعمال مواد مناسبة لازالة الطحالب (Algaecide).

٤ - لون المياه مائل للزرقة :

يحدث ذلك نتيجة وجود أملاح النحاس التى تكونت نتيجة تآكل فى بعض المواسير النحاس الموجودة فى بعض التوصيلات وملحقاتها داخل غرفة الماكينات . ولعلاج ذلك يلزم ضبط الرقم الهيدروجينى (pH) وتغيير المواسير النحاس التالفة .

شركة الاعلانات الشرقية - مطابع دار "الجمهورية" للصحافة

101