

ANEXO I. ABASTECIMIENTO DE AGUA A LA POBLACIÓN RURAL Y DISPERSA

ÍNDICE

1. CONSIDERACIONES GENERALES	1
2. DEFINICIONES	2
2.1. POBLACIÓN RURAL	2
2.1.1. <i>Población Rural Nucleada</i>	<i>2</i>
2.1.2. <i>Población Rural Dispersa.....</i>	<i>2</i>
3. DIAGNOSTICO DE SITUACION	3
3.1. POBLACIÓN CUBIERTA POR SERVICIO DE AGUA POTABLE	3
3.2. ESTADÍSTICAS	3
4. DEFINICIÓN DE CASOS O SITUACIONES POSIBLES	9
5. ESTUDIO DE VARIANTES POSIBLES DE CAPTACION DE AGUA Y SU ADAPTACIÓN	10
5.1. FUENTES SUBTERRÁNEAS	10
5.1.1. <i>Pozos Excavados con Extracción a Balde</i>	<i>13</i>
5.1.2. <i>Pozos Excavados con Brocal y Bomba de Mano</i>	<i>16</i>
5.1.3. <i>Pozo Excavado con Extracción Mediante Electro o Motobomba</i>	<i>17</i>
5.1.4. <i>Pozos Hincados de Poca Profundidad con Bomba de Mano</i>	<i>19</i>
5.1.5. <i>Perforación con Molino de Viento y Bomba Pie de Molino</i>	<i>21</i>
5.1.6. <i>Equipos de Bombeo Para Pobladores Aislados, Dispersos y Pequeños Asentamientos Rurales</i>	<i>24</i>
5.2. FUENTES SUPERFICIALES	27
5.2.1. <i>Sistema de Acequia, Decantador, Filtro y Deposito Domiciliario</i>	<i>28</i>
5.2.2. <i>Sistema de Acequia, Filtro Dinámico Más Tanque – Cisterna Para Almacenamiento</i>	<i>32</i>
5.3. OTRAS FUENTES	33
5.3.1. <i>Aguas Subalveas.....</i>	<i>33</i>
5.3.2. <i>Manantiales.....</i>	<i>33</i>

5.3.3. <i>Agua de Lluvia</i>	35
5.3.4. <i>Otros Medios de Provisión de Agua a Población Dispersa</i>	40
5.3.5. <i>Potabilización de Aguas de Alta Salinidad</i>	41
5.3.5.1. <i>Potabilización de Agua de Alta Salinidad Mediante Energía Solar</i>	42
5.3.5.2. <i>Potabilización de Agua de Alta Salinidad Mediante Ósmosis Inversa</i>	45
6. ABASTECIMIENTO MEDIANTE SURTIDORES O GRIFOS PÚBLICOS	48
6.1. <i>INTRODUCCIÓN</i>	48
6.2. <i>DISEÑO</i>	48
6.3. <i>ELEMENTOS QUE COMPONEN LA INSTALACIÓN</i>	49
6.4. <i>REDES DE GRIFOS PÚBLICOS</i>	51
6.4.1. <i>Determinación del Diámetro de la Conexión a una Fuente Pública</i>	51
6.4.2. <i>Consignas de Diseño</i>	54
7. PANEL SANITARIO	58
8. DESINFECCION DEL AGUA DE CONSUMO HUMANO PARA PEQUEÑAS COMUNIDADES RURALES	61
8.1. <i>GENERALIDADES</i>	61
8.2. <i>DISPOSITIVOS DE DOSIFICACIÓN DE HIPOCLORITO</i>	62
8.2.1. <i>Hipoclorador de Bomba de Diafragma</i>	62
8.2.2. <i>Hipoclorador de Tipo Venturi</i>	63
8.2.3. <i>Dosificador por Erosión de Tabletas</i>	65
8.2.4. <i>Hipoclorador por Gravedad</i>	65
8.3. <i>USO DE OTROS SISTEMAS DE DESINFECCIÓN NO HABITUALES PARA PEQUEÑAS POBLACIONES</i> ..	66
8.4. <i>DESINFECCIÓN DOMICILIARIA</i>	67
9. PROGRAMA DE CONTROL Y VIGILANCIA	68
9.1. <i>CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA CRUDA PARA POBLACIONES NUCLEADAS</i>	68
9.2. <i>CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA DE CONSUMO DE POBLACIONES NUCLEADAS</i>	69
9.3. <i>LABORATORIO DE PLANTA</i>	71
9.3.1. <i>Instalaciones Básicas</i>	71
9.3.2. <i>Instrumental</i>	72
9.3.3. <i>Accesorios</i>	73
9.3.4. <i>Toma de Muestras</i>	73
9.4. <i>CONTROL DE LA CALIDAD DEL AGUA DE CONSUMO PARA LOS POBLADORES AISLADOS O DISPERSOS</i>	73
10. PAUTAS DE ORIENTACION PARA LA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE SISTEMAS DE PROVISION Y DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE A POBLACIONES RURALES NUCLEADAS Y DISPERSAS	74
10.1. <i>OPERACIÓN</i>	74
10.1.1. <i>En la Planta Potabilizadora (Control de la Producción y Calidad del Agua de Consumo)</i>	74
10.1.2. <i>En la Red de Distribución (Control del Suministro)</i>	75

10.2. MANTENIMIENTO.....	75
10.2.1. <i>En la Planta Potabilizadora</i>	<i>75</i>
10.2.2. <i>En la Red de Distribución.....</i>	<i>76</i>
11. CAPACITACIÓN	77
11.1. CURRÍCULA	77
11.1.1. <i>Cursos de Formación</i>	<i>77</i>
11.1.2. <i>Cursos de Perfeccionamiento</i>	<i>78</i>
11.1.3. <i>Talleres de Actualización</i>	<i>79</i>
11.2. INTERCAMBIO HORIZONTAL.....	79
11.3. BECAS	79
11.4. COOPERACIÓN ACADÉMICA	79
11.5. CAPTACIÓN DE AUSPICIANTES	79
12. BIBLIOGRAFÍA	80

LISTA DE ILUSTRACIONES

TABLAS

Tabla 1. Población total y densidad de población según división político-territorial. Año 1991.....	4
Tabla 2. Viviendas en áreas urbanas y rurales, según división político – territorial. Año 1991.....	5
Tabla 3. Población en Argentina según división jurisdiccional y tipo de asentamiento	6
Tabla 4. Cobertura de servicios en la población rural, por jurisdicción y rango de población – Año 1991	8
Tabla 5. Rendimiento de bombas pie de molino	26
Tabla 6. Rendimiento de bombeadores familiares	27
Tabla 7. Volumen mensual del agua de lluvia colectada en función del agua de captación y lluvia caída.	40
Tabla 8. Resultados típicos obtenidos en una planta de destilación solar.....	45

FIGURAS

Figura 1. Pozo excavado con extracción a balde.....	14
Figura 2. Pozo cavado protegido con extracción a balde	15
Figura 3. Corte del pozo	17
Figura 4. Pozo con extracción mediante electro o motobomba	18
Figura 5. Pozo hincado de poca profundidad con bomba de mano tipo pie de molino	19
Figura 6. Bomba de mano tipo superficie.....	20
Figura 7. Ubicación del molino de viento.....	21
Figura 8. Posición del molino de viento respecto a accidentes geográficos y situaciones existentes.	22
Figura 9. Bombas “pie de molino”.....	23
Figura 10. Molino de viento – Esquema general	24
Figura 11. Filtros	29
Figura 12. Planta potabilizadora y prefiltro de grava	32
Figura 13. Captación de manantiales.....	35
Figura 14. Esquema de un sistema con plateas de agua de captación de lluvia	36
Figura 15. Captación unifamiliar o domiciliaria.....	38
Figura 16. Esquema de captación de agua de lluvia.....	38
Figura 17. Detalles de la captación de agua de lluvia	39
Figura 18. Aljibe	39
Figura 19. Cuchara de desvío de la primer agua de lluvia.....	40
Figura 20. Esquema de un destilador solar.....	43
Figura 21. Esquema de funcionamiento de un sistema de destilación solar	44
Figura 22. Instalación típica de un grifo público	50
Figura 23. Gráfico de presiones y pérdidas de carga.....	53
Figura 24. Panel sanitario. Plantas y vistas.....	60
Figura 25. Recorrido de succión y recorrido de descarga.....	62
Figura 26. Hipoclorador de diafragma de desplazamiento positivo alimentando una tubería a presión	63
Figura 27. Esquema de una instalación de hipoclorador tipo Venturi.....	64
Figura 28. Esquema de una instalación de hipoclorador tipo Venturi.....	64
Figura 29. Clorador típico de tabletas de cloro por erosión	65
Figura 30. Hipoclorador de orificio sumergido.....	66
Figura 31. Sistema de distribución abierto	69
Figura 32. Sistema de distribución cerrado	70
Figura 33. Sistema de distribución mixto.....	70
Figura 34. Planta tipo laboratorio mínimo.....	72

1. CONSIDERACIONES GENERALES

Según el Anuario Estadístico de la República Argentina – INDEC 1994 existían en 1991, en nuestro País 4.179.418 personas nucleadas en poblaciones de hasta 2.000 habitantes y población dispersa, que presentan distintas situaciones en lo relativo a provisión de agua potable. La cobertura que es de alrededor del 57%, debe entenderse a todas luces escasa. Por otra parte en muchos casos la calidad del servicio resulta deficiente debido a fallas en la operación y/o mantenimiento de los sistemas, así como a la falta de educación sanitaria de aquellos habitantes dispersos que deben velar por el adecuado manejo de sus abastos individuales.

2. DEFINICIONES

2.1. POBLACIÓN RURAL

En la República Argentina el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INDEC) define oficialmente como población rural a aquella dispersa o nucleada que no exceda los 2000 (dos mil) habitantes. Este concepto es convencional y varía de país en país.

De acuerdo al Censo Nacional de Población y Vivienda 1991 Publicación Serie G N° 1 se sigue clasificando como urbana la población en localidades de 2000 o más habitantes y como rural al resto, es decir, la población en localidades menores (rural aglomerada) o en campo abierto (rural dispersa).

2.1.1. *Población Rural Nucleada*

Es aquella formada por una comunidad humana que ocupa un área territorial definida y demarcada cuyos integrantes interactúan entre sí y se reconocen como miembros de la misma. De acuerdo a lo indicado su número no debe superar los 2000 (dos mil) habitantes y por otra parte no debiera ser inferior a 100 (cien).

En nuestro país en lo atinente al abastecimiento de agua potable la distinción entre población nucleada y habitantes dispersos o aislados influirá en la decisión de asignar a los pobladores servicios centralizados o individuales según sea el caso. Esta decisión se basará en definitiva en los estudios técnico-económicos y socio-culturales que indicarán, que alternativa se llevará a cabo.

2.1.2. *Población Rural Dispersa*

Por lo antedicho se considerará en este texto como tal a aquellos pobladores que en número inferior a 100 (cien) habitan una determinada zona geográfica con baja densidad.

3. DIAGNOSTICO DE SITUACION

3.1. POBLACIÓN CUBIERTA POR SERVICIO DE AGUA POTABLE

Se define como tal a la población rural nucleada o dispersa que recibe en forma regular en cantidad, calidad y continuidad agua potable a través de los mecanismos que se enuncian a continuación:

- A través de una conexión domiciliaria reglamentaria que lleva el fluido a un grifo de uso exclusivo de la vivienda o que lo distribuye a través de una instalación interna domiciliaria, desde la red externa de distribución.
- Diferentes normas y autores fijan entre 80 y 200 m la distancia máxima que deben recorrer los usuarios para tener, en zonas urbanas o marginales de localidades que cuentan con servicio mediante conexiones domiciliarias, acceso a un grifo público.

En áreas rurales de baja densidad demográfica, en ciertos casos estas distancias son notoriamente superadas.

- Mediante sistemas individuales de abastecimiento de agua potable debidamente contruidos, operados y controlados.

En todos los casos se deberá realizar una adecuada vigilancia de la calidad de la prestación del servicio de acuerdo con las modalidades que impongan la/s institución/es con competencia en el tema.

3.2. ESTADÍSTICAS

La población total de la República Argentina según el Censo Nacional de Población y Vivienda del año 1991, resultó de 32.615.528 habitantes, de los cuales se aprecia una gran concentración, 65% de la misma, en sólo cuatro jurisdicciones (el 9% en la Capital Federal, el 39% en la provincia de Buenos Aires, el 9% en la provincia de Santa Fe y el 8% en la provincia de Córdoba). La mayor densidad poblacional la tiene la Capital Federal, que en sus 200 Km² alberga a sus habitantes a razón de 14.827 hab/Km². (**Tabla 1**).

División Político-territorial	Población Total	Superficie En Km ²	Densidad de Población (hab./Km ²)
Total del país	32.615.528	2.780.400	11,7
Capital Federal	2.965.403	200	14.827,0
Buenos Aires	12.594.974	307.571	41,0
19 partidos del GBA	7.969.324	3.680	2.165,6
Resto Buenos Aires	4.625.650	303.891	15,2
Catamarca	264.234	102.602	2,6
Córdoba	2.766.683	165.321	16,7
Corrientes	795.594	88.199	9,0
Chaco	839.677	99.633	8,4
Chubut	357.189	224.686	1,6
Entre Ríos	1.020.257	78.781	13,0
Formosa	398.413	72.066	5,5
Jujuy	512.329	53.219	9,6
La Pampa	259.996	143.440	1,8
La Rioja	220.729	89.680	2,5
Mendoza	1.412.481	148.827	9,5
Misiones	788.915	29.801	26,5
Neuquén	388.833	94.078	4,1
Río Negro	506.772	203.013	2,5
Salta	866.153	155.488	5,6
San Juan	528.715	89.651	5,9
San Luis	286.458	76.748	3,7
Santa Cruz	159.839	243.943	0,7
Santa Fe	2.798.422	133.007	21,0
Santiago del Estero	671.988	136.351	4,9
Tierra del Fuego	69.369	21.571	3,2
Tucumán	1.142.105	22.524	50,7

Fuente "Anuario Estadístico de la República Argentina", INDEC, 1994

Tabla 1. Población total y densidad de población según división político-territorial. Año 1991

En todo el país se contabilizaron en el Censo del año 1991, 10.079.846 viviendas, de las cuales 8.760.247 se ubicaban en áreas urbanas, correspondiendo las restantes a áreas rurales. La Capital Federal contaba con el 100% de viviendas de carácter urbano, mientras que existían provincias en las cuales la realidad se ubicaba en el otro extremo. En estos casos las viviendas de las áreas rurales igualaban o superan a la mitad del total provincial (el 64% en Santiago del Estero, el 56% en Misiones y el 47% en Formosa) (**Tabla 2**). Esta situación también puede observarse, cuando se hace referencia a la población urbana y rural por jurisdicción (**Tabla 3**).

División Político-territorial	Viviendas		
	Total	Urbanas	Rurales
Total país	10.079.846	8.760.247	1.319.599
Capital Federal	1.197.788	1.197.788	
Buenos Aires	4.079.118	3.807.934	271.184
19 Partidos del GBA	2.305.848	2.293.428	12.420
Resto Buenos Aires	1.773.270	1.514.506	258.764
Catamarca	71.180	46.015	25.165
Córdoba	871.328	731.493	139.835
Corrientes	200.820	149.365	51.455
Chaco	211.403	148.206	63.197
Chubut	110.185	92.663	17.522
Entre Ríos	296.185	224.053	72.132
Formosa	99.229	67.644	31.585
Jujuy	127.044	96.315	30.729
La Pampa	89.999	62.566	27.433
La Rioja	56.289	40.867	15.422
Mendoza	381.706	295.653	86.053
Misiones	203.310	130.384	72.926
Neuquén	109.989	93.456	16.533
Río Negro	155.633	119.202	36.431
Salta	202.181	152.672	49.509
San Luis	82.464	62.651	19.813
San Juan	130.774	103.969	26.805
Santa Cruz	47.726	42.524	5.202
Santa Fe	892.536	764.924	127.612
Santiago del Estero	165.561	100.947	64.614
Tierra del Fuego	23.639	22.717	922
Tucumán	273.759	206.239	67.520

Fuente "Anuario Estadístico de la República Argentina", INDEC, 1997

Tabla 2. Viviendas en áreas urbanas y rurales, según división político – territorial. Año 1991

En lo atinente a niveles de cobertura según el Censo del INDEC de 1991, se observa que el 71% de la población total del país tenía acceso a agua potable. Cuando se toma en cuenta solamente a la población rural; de 1.128.694 pobladores concentrados en 2.285 localidades solamente el 64,8 % disponía de agua potable y de los 3.009.895 pobladores dispersos solamente el 46,4 contaba con estos servicios. El déficit total de agua de la población rural en 1991 era del 43%, representando así el 33% del déficit nacional.

Los datos consignados se observan en la **Tabla 4** de cobertura de agua potable en la población rural por jurisdicción y rango de población.

Jurisdicción	Población 1991			
	Urbana	Rural	Total	%
Pcia. de Buenos Aires	11.986.709	608.265	12.594.974	38,6
Ciudad de Buenos Aires	2.965.403	0	2.965.403	9,1
Catamarca	184.483	79.751	264.234	0,8
Córdoba	2.380.024	386.659	2.766.683	8,5
Corrientes	589.853	205.741	795.594	2,4
Chaco	575.913	263.764	839.677	2,6
Chubut	313.692	43.497	357.189	1,1
Entre Ríos	791.685	228.572	1.020.257	3,1
Formosa	270.061	128.352	398.413	1,2
Jujuy	418.153	94.176	512.329	1,6
La Pampa	192.871	67.125	259.996	0,8
La Rioja	167.142	53.587	220.729	0,7
Mendoza	1.099.526	312.955	1.412.481	4,3
Misiones	493.417	295.498	788.915	2,4
Neuquén	335.553	53.280	388.833	1,2
Río Negro	405.010	101.762	506.772	1,6
Salta	684.101	182.052	866.153	2,7
San Juan	424.416	104.299	528.715	1,6
San Luis	232.400	54.058	286.458	0,9
Santa Cruz	146.076	13.763	159.839	0,5
Santa Fé	2.429.291	369.131	2.798.422	8,6
Santiago del Estero	407.820	264.168	671.988	2,1
Tierra del Fuego	67.303	2.066	69.369	0,2
Tucumán	875.208	266.897	1.142.105	3,5
Total del País	28.436.110	4.179.418	32.615.528	100

Fuente: INDEC – Censo de población y vivienda Año 1991 – Resultados definitivos Serie G N°4

Tabla 3. Población en Argentina según división jurisdiccional y tipo de asentamiento

Jurisdicción	Rango de Población	Población en hogares particulares (1991)	Agua Potable					
			Red Publica	Perforación con motor	Perforación manual	Población con disponibilidad	Población sin disponibilidad	% sin disponibilidad
Buenos Aires	500 a 2000 hab.	135.537	69.419	41.754	19.884	131.057	4.480	3,3%
	<500 hab.	48.953	5.124	28.194	13.347	46.665	2.288	4,7%
	Dispersa	414.610	18.264	241.149	112.253	371.666	42.953	10,4%
	Total rural	599.109	92.807	311.097	145.484	549.388	49.721	8,3%
Catamarca	500 a 2000 hab.	32.291	28.916	1.198	25	30.139	2.152	6,7%
	<500 hab.	19.602	14.028	605	8	14.641	4.961	25,3%
	Dispersa	27.035	5.785	1.241	215	7.241	19.794	73,2%
	Total rural	78.928	48.729	3.044	248	52.021	26.907	34,1%
Córdoba	500 a 2000 hab.	108.750	79.165	15.136	3.793	98.094	10.656	9,8%
	<500 hab.	38.089	16.268	8.105	2.620	26.993	11.096	29,1%
	Dispersa	234.790	21.397	62.083	25.050	108.530	126.260	53,8%
	Total rural	381.629	116.830	85.324	31.463	233.617	148.012	38,8%
Corrientes	500 a 2000 hab.	25.285	19.468	372	188	20.028	5.257	20,8%
	<500 hab.	6.106	3.564	260	483	4.307	1.799	29,5%
	Dispersa	173.418	3.017	23.853	23.640	50.510	122.908	79,9%
	Total Rural	204.809	26.049	24.485	24.485	74.845	129.964	63,5%
Chaco	500 a 2000 hab.	23.627	14.117	221	298	14.636	8.991	38,1%
	<500 hab.	7.721	3.201	139	136	3.476	4.245	55,0%
	Dispersa	231.927	14.355	5.394	10.162	29.911	202.016	87,1%
	Total Rural	263.275	31.673	5.754	10.596	48.023	215.252	81,8%
Chubut	500 a 2000 hab.	13.193	12.325	58	38	12.421	772	5,9%
	<500 hab.	6.941	6.077	115	85	6.277	664	9,6%
	Dispersa	21.566	2.423	3.186	1.191	6.800	14.766	68,5%
	Total Rural	41.700	20.825	3.359	1.314	25.498	16.202	38,9%
Entre Ríos	500 a 2000 hab.	34.117	31.625	1.162	437	33.224	893	2,6%
	<500 hab.	15.141	11.591	1.074	1.318	13.983	1.158	7,6%
	Dispersa	176.849	19.815	67.944	41.059	128.818	48.031	27,2%
	Total Rural	226.107	63.031	70.180	42.814	176.025	50.082	22,1%
Formosa	500 a 2000 hab.	17.282	9.242	21	10	9.273	8.009	46,3%
	<500 hab.	1.207	402	0	33	435	772	64,0%
	Dispersa	109.481	3.076	1.603	2.362	7.041	102.440	93,6%
	Total Rural	127.970	12.720	1.624	2.405	16.749	111.221	86,9%
Jujuy	500 a 2000 hab.	17.457	13.599	3.338	65	17.002	455	2,6%
	<500 hab.	12.373	8.420	750	73	9.243	3.130	25,3%
	Dispersa	62.720	13.733	2.349	283	16.365	46.355	73,9%
	Total Rural	92.550	35.752	6.437	421	42.610	49.940	54,0%
La Pampa	500 a 2000 hab.	28.578	24.050	2.877	679	27.606	972	3,4%
	<500 hab.	7.360	5.479	1.121	297	6.897	463	6,3%
	Dispersa	29.225	1.577	14.348	3.762	19.687	9.538	32,6%
	Total Rural	65.163	31.106	18.346	4.738	54.190	10.973	16,8%
La Rioja	500 a 2000 hab.	24.589	22.698	454	24	23.176	1.413	5,7%
	<500 hab.	9.504	5.935	1.303	37	7.275	2.229	23,5%
	Dispersa	19.286	2.200	592	79	2.871	16.415	85,1%
	Total Rural	53.379	30.833	2.349	140	33.322	20.057	37,6%
Mendoza	500 a 2000 hab.	33.836	30.078	2.032	47	32.157	1.679	5,0%
	<500 hab.	8.607	6.647	760	88	7.495	1.112	12,9%
	Dispersa	269.170	55.775	68.378	7.947	132.100	137.070	50,9%
	Total Rural	311.613	92.500	71.170	8.082	171.752	139.861	44,9%
Misiones	500 a 2000 hab.	33.892	12.073	3.315	123	15.511	18.381	54,2%
	<500 hab.	9.836	426	1.788	83	2.297	7.539	76,6%
	Dispersa	249.879	3.698	17.072	2.240	23.010	226.869	90,8%
	Total Rural	293.607	16.197	22.175	2.446	40.818	252.789	86,1%
Neuquén	500 a 2000 hab.	10.651	10.044	309	243	10.596	55	0,5%
	<500 hab.	4.503	3.503	201	99	3.803	700	15,5%
	Dispersa	35.779	4.304	4.640	2.627	11.571	24.208	67,7%
	Total Rural	50.933	17.851	5.150	2.969	25.970	24.963	49,0%
Río Negro	500 a 2000 hab.	25.910	23.032	1.125	756	24.913	997	3,8%
	<500 hab.	9.396	5649	966	345	6.960	2.436	25,9%
	Dispersa	64.917	6.207	19.688	16.367	42.262	22.655	34,9%
	Total Rural	100.223	34.888	21.779	17.468	74.135	26.088	26,0%
Salta	500 a 2000 hab.	34.196	29.361	1.245	901	31.507	2.689	7,9%
	<500 hab.	11.824	7.169	1.195	736	9.100	2.724	23,0%
	Dispersa	134.327	20.515	14.589	3.967	39.071	95.256	70,9%
	Total Rural	180.347	57.045	17.029	5.604	79.678	100.669	55,8%

Jurisdicción	Rango de Población	Población en hogares particulares (1991)	Agua Potable					
			Red Publica	Perforación con motor	Perforación manual	Población con disponibilidad	Población sin disponibilidad	% sin disponibilidad
San Juan	500 a 2000 hab.	27.832	21.560	1.566	153	23.279	4.553	16,4%
	<500 hab.	8.397	4.704	413	135	5.252	3.145	37,5%
	Dispersa	67.296	12.582	5.991	1.982	20.555	46.741	69,5%
	Total Rural	103.525	38.846	7.970	2.227	49.086	54.439	52,6%
San Luis	500 a 2000 hab.	13.301	11.383	693	540	12.616	685	5,1%
	<500 hab.	9.158	7.521	385	223	8.129	1.029	11,2%
	Dispersa	31.027	2.025	4.294	1.855	8.174	22.853	73,7%
	Total Rural	53.486	20.929	5.372	2.618	28.919	24.567	45,9%
Santa Cruz	500 a 2000 hab.	4.631	4.458	77	0	4.535	96	2,1%
	<500 hab.	1.793	1.705	36	6	1.747	46	2,6%
	Dispersa	5.894	807	1.223	635	2.665	3.229	54,8%
	Total Rural	12.318	6.970	1.336	641	8.947	3.371	27,4%
Santa Fe	500 a 2000 hab.	124.233	32.206	68.836	15.235	116.277	7.956	6,4%
	<500 hab.	25.790	2.044	14.281	5.632	21.957	3.833	14,9%
	Dispersa	216.393	7.384	99.171	72.871	179.426	36.967	17,1%
	Total Rural	366.416	41.634	182.288	93.738	317.660	48.756	13,3%
Santiago del Estero	500 a 2000 hab.	41.847	23.781	1.871	791	26.443	15.404	36,8%
	<500 hab.	17.831	3.015	1.362	1.505	5.882	11.949	67,0%
	Dispersa	203.882	6.339	8.477	21.339	36.155	167.727	82,3%
	Total Rural	263.560	33.135	11.710	23.635	68.480	195.080	74,0%
Tierra del Fuego	500 a 2000 hab.	0	0	0	0	0	0	N/a
	<500 hab.	421	394	10	0	404	17	4,0%
	Dispersa	770	27	238	2	267	503	65,3%
	Total Rural	1.191	421	248	2	671	520	43,7%
Tucumán	500 a 2000 hab.	31.633	8.535	1.192	551	30.278	1.355	4,3%
	<500 hab.	5.453	4.941	314	76	5331	122	2,2%
	Dispersa	229.645	72.393	20.470	57.835	150.698	78.947	34,4%
	Total Rural	266.731	105.869	21.976	58.462	186.307	80.424	30,2%
Total País	500 a 2000 hab.	842.688	551.135	148.852	44.781	744.768	97.900	11,6%
	<500 hab.	286.006	127.807	63.377	27.365	218.549	67.457	23,6%
	Dispersa	3.009.895	297.698	687.973	409.723	1.395.394	1.614.501	53,6%
	Total Rural	4.138.569	976.640	900.202	481.869	2.358.711	1.779.858	43,0%

Fuente: SPIDES – Sistema permanente de Información de Saneamiento V - 1998

Tabla 4. Cobertura de servicios en la población rural, por jurisdicción y rango de población – Año 1991

4. DEFINICIÓN DE CASOS O SITUACIONES POSIBLES

Las soluciones técnicas a la carencia de abastecimiento de agua potable en poblaciones rurales nucleadas y pobladores aislados deben considerar, entre otras, variables tales como:

- Número de habitantes a servir
- Concentración (agregación/dispersión) de la población a servir
- Nivel cultural y socioeconómico. Economía local.
- Infraestructura existente (instalaciones sanitarias internas [domiciliarias] y externas [redes], si las hay).
- Distancias a otras localidades
- Caracterización de fuentes disponibles
- Medios y vías de comunicación
- Fuentes de energía (convencional/no convencional)
- Apoyatura técnico-económica de instituciones del Nivel Central, Regional Provincial o Departamental (Salud Pública, Hidráulica, etc.)

Es lógico entonces, que no será lo mismo la instalación de un abastecimiento de agua en la zona de la puna (provincia de Jujuy) que en la pampa húmeda (provincia de Buenos Aires).

El servicio a suministrar será confiable tanto desde el punto de vista cualicuantitativo como de su continuidad. Deberá, asimismo, ser aceptado por la comunidad a la que va dirigido, por lo que sus características se deben compatibilizar con aquella. Un criterio semejante habrá de seguirse con la población rural dispersa.

En este orden de ideas deben jugar un decisivo rol el empleo de tecnología apropiada y la capacitación adecuada de los operadores y encargados del mantenimiento de las instalaciones. Estos, por pertenecer en general, a la comunidad servida, estarán familiarizados con la realidad local y con las posibilidades que ésta ofrece en lo relativo a la obtención de insumos, repuestos, cooperación y asesoramiento. Este último aspecto redundará en mayor autonomía de operación del servicio.

Por otra parte, se debe prestar particular atención a las tareas de promoción, tanto de la población nucleada como de la dispersa. Para esta última se deben intensificar los contactos individuales con cada poblador. Se debe procurar que estos sean convenientemente informados del proyecto aclarando toda duda que impida la aceptación del mismo y la posterior operación y mantenimiento correctos del servicio de abastecimiento individual.

5. ESTUDIO DE VARIANTES POSIBLES DE CAPTACION DE AGUA Y SU ADAPTACIÓN

Información y estudios previos

Se debe recopilar la documentación existente, de origen confiable, sobre estudios y trabajos ya efectuados para la localidad del proyecto. La enumeración y listado de esta documentación deberá ser parte de la memoria técnica.

Fuentes de provisión

El estudio de las fuentes de provisión es fundamental para asegurar que la población cuente, durante todo el período del proyecto, con agua en cantidad y calidad adecuada a los fines previstos. Todo ello, cualquiera sea la variación, razonablemente previsible, de la dotación y número de habitantes del asentamiento poblacional en estudio.

El Servicio Provincial o Comitente podrá requerir que estos estudios de fuentes necesiten de aprobación previa a la continuación del proyecto.

Se debe efectuar una expeditiva ponderación de todas las variantes posibles de captación de agua (subterránea, superficial, meteórica, de manantiales, de embalses y otras) centrando el análisis en la o las variantes predominantes en la zona para fundamentar la elección efectuada.

Las fuentes de provisión presentan como alternativas más frecuentes su origen subterráneo o superficial. Eventualmente, podrían considerarse como alternativas las aguas de manantiales, las de lluvia y las de subálveo.

5.1. FUENTES SUBTERRÁNEAS

Se debe reconocer la zona recogiendo datos sobre los pozos existentes identificando los sitios más aptos para ubicar sanitariamente los pozos y captaciones. Se deben evitar lugares inundables y/o cercanos a posibles puntos de contaminación.

En el caso de pozos profundos y cuando no existan pozos preexistentes en la zona o información suficientemente confiable acerca de los mismos, el rendimiento y demás características del acuífero se deben establecer mediante pozos de ensayo del mismo.

En todos los casos, se debe tender a conocer el perfil geológico de la zona ubicando, para el mayor número posible de perforaciones existentes, las capas atravesadas y captadas con indicación de techo y potencia del manto acuífero, niveles estático y dinámico, caudales máximos y de régimen (aforados o estimados), curva de recuperación.

Las características del agua se deben determinar por extracción y análisis de muestras representativas obtenidas luego de alcanzado el régimen de bombeo normal del pozo.

Se debe delimitar el área donde se controlarán otras explotaciones del acuífero que pudieran afectar el rendimiento cualicuantitativo de la perforación destinada a agua de bebida. Este control podrá llegar a establecer, incluso, la prohibición de nuevas perforaciones.

La captación de aguas subterráneas se debe realizar mediante pozos, sean excavados o perforados.*

En ambos casos y tanto en el diseño como en la construcción, deben observarse algunos requisitos que hacen a la seguridad sanitaria de la captación. En el caso de los pozos perforados su empleo podrá efectuarse tanto para captaciones de agua freática como de un acuífero confinado artesiano. En el caso de pozos excavados, sólo para napa freática.

Se deberá proteger la captación de toda fuente de contaminación. No puede quedar abertura o grieta alguna en el revestimiento, ya sea el pozo excavado o perforado, que permita infiltraciones contaminantes.

Los pozos deberán tener profundidad y diámetro adecuado. Los materiales que se empleen en su construcción serán resistentes y durables. Asimismo, deberán ser fáciles de instalar. Para preservar al máximo el agua captada de una fuente subterránea destinada a consumo doméstico, es de fundamental importancia protegerla. Por ello el pozo debe estar correctamente ubicado y construido.

Ubicación

El lugar elegido para ubicar el pozo deberá ser el más elevado posible, cuidando que se encuentre a un nivel superior al de cualquier fuente de contaminación cercana. El nivel del terreno en las adyacencias del pozo deberá elevarse si es necesario, para evitar que las aguas que escurren sobre la superficie lleguen al pozo. Este debe ubicarse de forma tal que sea de fácil acceso para la inspección, extracción de muestras, reparación y mantenimiento de las instalaciones.

La distancia mínima de un pozo a una posible fuente de contaminación deberá ser función de las características del terreno. Como guía orientadora se podrá tener en cuenta la distancia de 15 metros cuando los materiales reúnan condiciones tales que favorezcan el proceso de filtración natural y cuando su cota se encuentre por arriba de cualquier fuente de contaminación cercana (letrina, pozo absorbente, chiqueros). En caso contrario o de duda, conviene observar una distancia de 30 metros.

Si el terreno está compuesto por formaciones calcáreas, grava, rocas o está fracturado se puede eliminar la posibilidad de la filtración natural del líquido contaminado a través de un manto poroso. En estos casos, hay que extremar todos los recaudos tendientes a alejar al máximo la fuente de agua de los focos contaminantes mediante la búsqueda de napas más profundas y la correcta construcción del pozo de explotación. Se deberá proceder a una vigilancia sanitaria permanente, mediante periódicas extracciones de muestras de agua, y deberá realizarse una fiel observancia de la práctica de desinfección del agua captada.

Tratándose de abastecimientos individuales este es un factor que hay que ponderar en cada caso. Si se observan distancias excesivas del pozo al punto de posible

* El estudio y aprovechamiento de aguas subterráneas se trata detalladamente en el Capítulo V Hidrogeología y Captación de Agua Subterránea de las Fundamentaciones.

contaminación se corre el riesgo de alejarlo de las viviendas de los usuarios. Su uso será limitado y no cumplirá la finalidad de proporcionar permanentemente agua sana y abundante para las necesidades domésticas

Construcción y protección

Los pozos deben estar provistos de un revestimiento que les proporcione la hermeticidad necesaria. En caso de los pozos excavados el revestimiento se puede lograr con mampostería, hormigón armado o tramos de tubos de hormigón simple prefabricados según se muestra en la **Figura 3**.

En el caso de pozos hincados no hay posibilidad de colocar la tubería de revestimiento, pero sí de realizar una cementación con el objeto de sellar el espacio entre el exterior del caño y el pozo.

En los demás tipos de perforación es imprescindible la colocación de la cañería de protección, conocida comúnmente como “caño camisa”.

Cuando se perfora según el método de percusión se debe colocar el caño camisa en el hueco, a medida que la perforación avanza. Se clava cuando alcanzó un estrato o formación geológica firme.

Cuando la perforación se hace por el método rotativo, el encamisado se debe realizar una vez terminada la perforación. Eventualmente, será necesario colocar una cañería de maniobra cuando el terreno es desmoronable.

Se deberá tener la precaución que el entubado del pozo sobresalga 30 cm como mínimo sobre el piso. Cualquier otro conducto que comunique con el pozo, (ventilaciones, equipos de aire), deben cumplir condiciones de hermeticidad y deberán prolongarse también como mínimo 30 cm por encima del nivel del terreno.

Cementación

La cementación se realiza con el fin de sellar el espacio anular entre la cañería de aislación o entubado y las paredes del pozo. Se evita así que el agua que se escurre sobre la superficie del terreno o la proveniente de otros acuíferos superiores, de calidad no apropiada para el consumo, pueda penetrar en la formación a explotar.

En el caso de los pozos hincados, inyectados o taladrados puede recubrirse el exterior del revestimiento del pozo con una capa de cemento de 4 cm de espesor como mínimo, a fin de evitar que el agua superficial llegue hasta la capa acuífera por el exterior de la envoltura. Este anillo de cierre debe penetrar por la menos hasta 3 m de profundidad.

En el caso de querer aislar una capa acuífera deben tomarse los recaudos para que la cementación alcance una cota inferior a la misma. Una vez realizada la cementación debe hacerse una prueba para verificar que su aislación es satisfactoria. En el Capítulo V Hidrogeología y Captación de Agua Subterránea de las presentes Fundamentaciones se desarrolla este tema, describiendo las técnicas de cementación y las pruebas a realizar.

Terminación superior del pozo

En todos los casos se debe proveer al pozo de una plataforma o tapa impermeable que sirva, como protección frente a la contaminación de los agentes exteriores, a la vez que como apoyo a la bomba de extracción.

La bomba se debe ajustar a la plataforma en condiciones de estanqueidad. Vale decir que los tornillos u otros elementos de fijación de aquella a ésta, así como las cañerías que atraviesan la plataforma no deben dejar lugar a aberturas por las que puedan ingresar al pozo aguas contaminadas, polvo, insectos, basuras, etc.

5.1.1. Pozos Excavados con Extracción a Balde

En el caso de pozos excavados en que el diámetro varía de 1 a 1,5 m y se realice la extracción mediante balde, se debe procurar que el agua extraída sea sometida a la menor manipulación posible.

En este rubro se distinguen entre pozos de extracción a balde común y protegido.

La superficie del suelo debe estar inclinada hacia afuera en los alrededores del pozo y tener un buen desagüe para permitir la evacuación del agua que se derrama.

En todos los casos alrededor del brocal, deberá construirse una vereda perimetral de 0,80 m de ancho que podrá ser de hormigón impermeable simple (contrapiso con alisado de cemento superior) o bien de ladrillos planos con junta tomada. Se debe asentar el contrapiso o la base de ladrillos sobre una capa de tierra apisonada.

Esta vereda perimetral debe estar sobreelevada como mínimo unos 0,20 m sobre el nivel del terreno y con pendiente hacia afuera.

Con el recubrimiento vertical de las paredes, que no será menor de 3,00 m por debajo del nivel del terreno, se pretende obligar al agua infiltrada a recorrer un mayor camino antes de ingresar al pozo. Con ello, se la someterá a un proceso natural de filtración que retendrá en el terreno gran parte de su carga de bacterias, protozoos, material en suspensión, etc.

La tapa del pozo debe sobresalir por lo menos 0,30 m del nivel de la vereda perimetral, la que a su vez deberá estar sobre la cota del máxima de las crecidas de los ríos vecinos. La parte superior del pozo deberá estar bien protegida contra las inundaciones y en general contra las aguas que corren por la superficie. Además, la plataforma o tapa debe ser impermeable, construida en lo posible, de hormigón de 10 cm de espesor. Su superficie debe tener pendiente desde el centro hacia un reguero construido a lo largo de sus bordes.

A fin de evitar la formación de lodazales en las inmediaciones del pozo, el agua que se derrama debe dirigirse, mediante canal revestido hacia una zona conveniente de desagüe o pozo de infiltración.

Es importante destacar que antes de habilitar al servicio un nuevo pozo, se debe proceder a realizar la desinfección del mismo.

Pozos excavados comunes con extracción a balde

La maniobra del ascenso y descenso del balde se debe efectuar por el centro, evitándose el raspado de las paredes. Es conveniente que el balde lleve un peso adicional en parte de su borde para facilitar el vuelco al llegar a la superficie del agua y permitir su llenado rápidamente. Debe llevar tapa plana inclinada para evitar acumulación de tierra y basuras. Los usuarios de este tipo de provisión deben “internalizar” la importancia higiénica que significa mantener las tapas cerradas cuando no se usa el pozo (**Figura 1**).

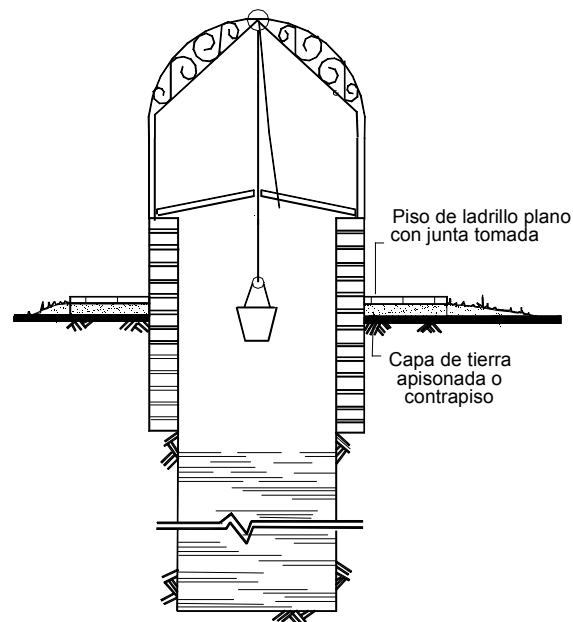


Figura 1. Pozo excavado con extracción a balde

Componentes:

- Brocal elevado unos 0,80m. sobre el nivel del terreno natural en las inmediaciones del pozo.
- Roldana.
- Arco o dispositivo de sostén de la roldana de altura tal que permite la facilidad de maniobra de descenso y ascenso del balde.
- Vereda perimetral.
- Balde y sogá.
- Tapa de cierre de 1 o 2 hojas.

Pozos excavados protegidos con extracción a balde

Se debe tender a proteger al máximo la posible manipulación del agua desde el momento mismo que ingresa al balde. En la **Figura 2** se observan cortes de frente y lateral de una instalación higiénica de este tipo.

En este sistema la tapa es fija aunque puede desmontarse para facilitar la inspección del interior del pozo y permitir la eventual reparación del mecanismo, y/o cambio de la cuerda, etc.

A través de un tubo de material plástico, provisto de tapón en el exterior, se posibilita el agregado al agua de productos químicos (desinfectantes y de otro tipo).

Cuando los pozos excavados poseen boca de entrada para hombre los bordes de esta deben sobresalir como mínimo 8 cm de la superficie contigua y su tapa debe recubrir dicho reborde.

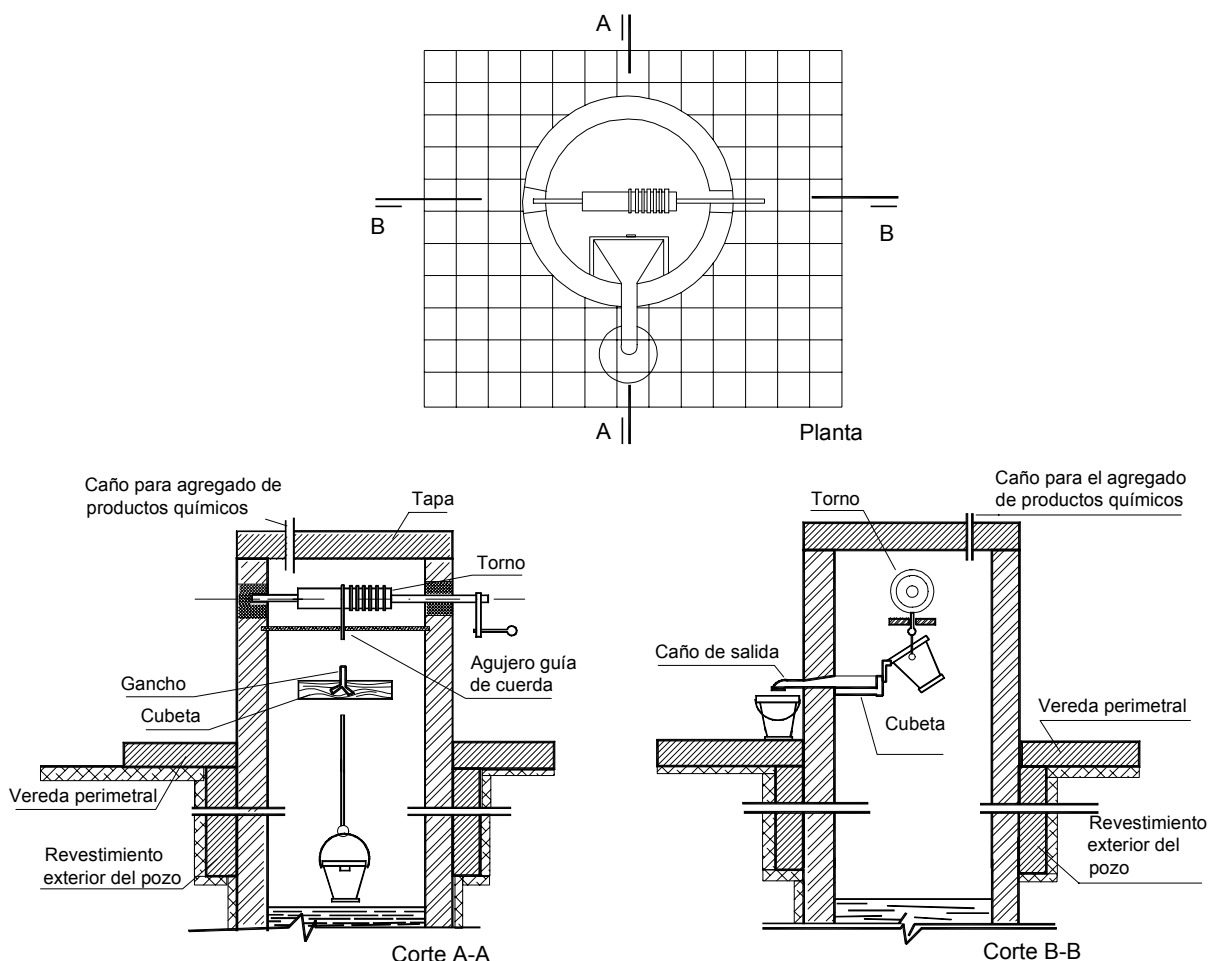


Figura 2. Pozo cavado protegido con extracción a balde

Su funcionamiento puede comprenderse analizando la **Figura 2**, donde se observa un torno alrededor del cual se aloja la cuerda de maniobra.

Cuando se iza el balde lleno, éste hace tope con un gancho que lo retiene por un punto del borde y continuando el accionamiento del torno, el balde se inclina volcando el líquido a una cubeta conectada a un caño de salida.

Componentes

- Plataforma y tapa.
- Torno, cuerda y balde con peso en borde superior para que bascule al tocar el agua en su superficie.
- Gancho de retención, cubeta con caño de salida.
- Revestimiento interior del pozo.
- Vereda perimetral.

5.1.2. Pozos Excavados con Brocal y Bomba de Mano

En este caso también la captación del agua subterránea se efectúa a partir de pozos excavados. Esta solución se emplea en los casos en que se requieren caudales relativamente pequeños. La extracción podrá ser del tipo manual o mecánica (**Figura 3**).

Los pozos deben contar con un revestimiento que deberá tenerse en cuenta para la determinación de su diámetro.

El pozo es de poca profundidad, en general excavado a mano aunque, a veces, se emplean equipos mecánicos para ese propósito. Su diámetro es considerablemente mayor que los pozos perforados. A los efectos de prevenir derrumbes o desmoronamientos, deberá contar con un brocal y entibado. El brocal, servirá, además para impedir la entrada de intrusiones contaminantes debidas al escurrimiento de aguas de lluvia.

Su construcción es sencilla y no requiere mano de obra de alta especialización. Su operación es igualmente simple.

Componentes

- Brocal: profundidad no menor de 0,30 m y altura no menor de 0,20 m ambos contados a partir del nivel del terreno natural.
- Entibado: profundidad del orden de los 3,00 m, acorde con las características del terreno.
- Diámetro: de 1,00 a 1,50 m.
- Profundidad del pozo: del orden de los 10 m.
- Plataforma de hormigón armado con orificio central para el pasaje del caño de la bomba y pernos de sujeción de la misma. Atento a su considerable peso puede llevar aros u otros dispositivos que permitan arrastrar la plataforma hasta su lugar de

emplazamiento. Se debe colocar sobre saliente de brocal y a una altura no menor de 0,20 m sobre el nivel del terreno.

- Debe disponer asimismo de un caño de ventilación acodado para impedir la introducción de agua de lluvia, polvo y otras impurezas del medio ambiente. En su extremo debe llevar una tela metálica de protección para evitar el ingreso de insectos.

Esta ventilación podrá desenroscarse para introducir productos químicos desinfectantes al interior del pozo. En su defecto se debe prever un dispositivo con tapa hermética que permita la incorporación de productos químicos al agua.

- Bomba de mano, de tipo de superficie, accionada por una sola persona, normalmente con una altura de elevación de 6 m y un caudal de aproximadamente 35 litros/minuto.
- Cañería de aspiración y filtro

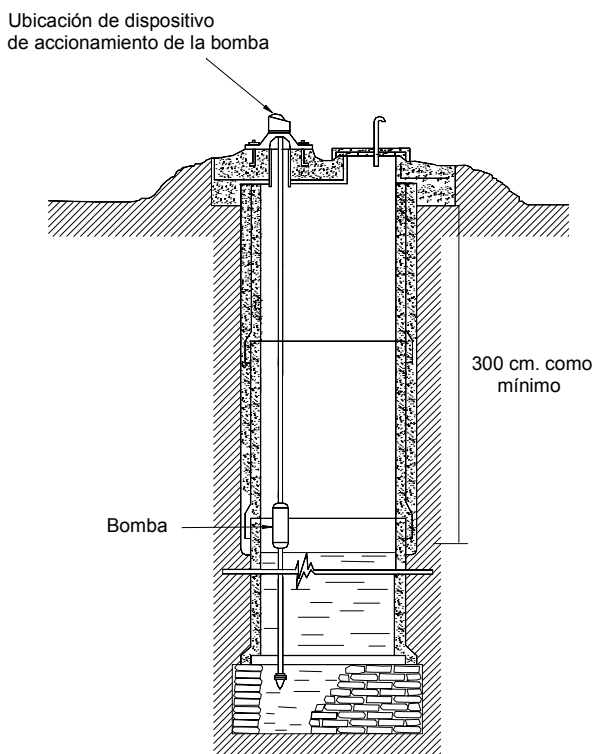


Figura 3. Corte del pozo

5.1.3. Pozo Excavado con Extracción Mediante Electro o Motobomba

A lo ya descrito en 5.1.2 se pueden incorporar elementos adicionales, tal como una electrobomba o una motobomba. La introducción de estos elementos generará un aumento considerable de la oferta de agua. Para aprovechar esta circunstancia se debe construir un tanque elevado ya sea “in situ” o prefabricado. En todos los casos se debe

asegurar la estanqueidad del mismo así como el adecuado cierre de su tapa. El tanque oficiará de reserva y distribución (**Figura 4**).

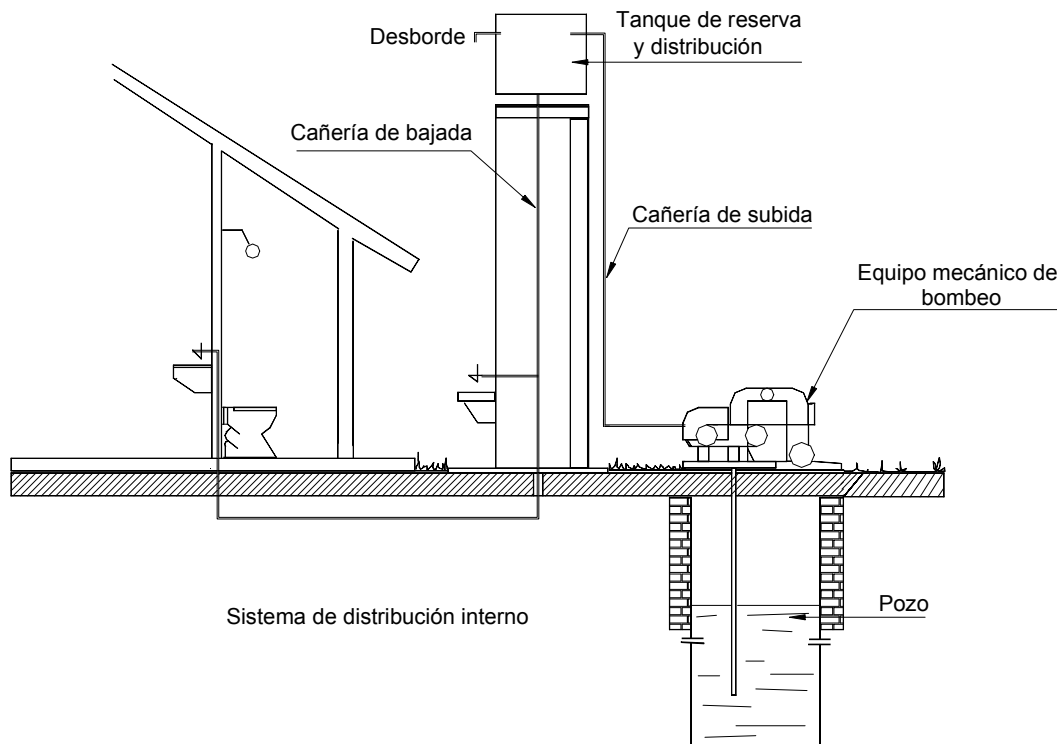


Figura 4. Pozo con extracción mediante electro o motobomba

Su sostén dependerá de las características del servicio, del tipo y topografía del terreno. En todos los casos debe estar construido con materiales y diseño acorde con la carga a soportar.

Para un eficiente funcionamiento de la instalación interna de la vivienda, su altura deberá ser tal que su fondo se encuentre 1,50 m por encima del artefacto mas elevado. En general se recomienda una altura mínima de 3,50 m entre el nivel del terreno y el fondo del tanque elevado.

Las cañerías de subida y de bajada del tanque deben ser de material resistente a los golpes y a la inclemencias del clima. De así indicarlo las condiciones de la zona, se deben revestir contra heladas.

Los tramos horizontales de distribución deben ir enterrados por lo menos 0,60 m cuidando al colocarlos que no asienten sobre rocas que pudieran quebrarlos, en cuyo caso se impone asentarlos sobre base de arena de no menos de 0,10 m de espesor.

Se debe cuidar que las cañerías, piezas especiales, y demás elementos constitutivos cuenten con la aprobación de los entes oficiales provinciales y/o municipales tal como lo requiera la normativa vigente (Normas IRAM, ISO y en el caso especial del PVC las Normas IRAM 13352 y 13359 – Requisitos bromatológicos).

El tanque de reserva y distribución, será construido con materiales que garanticen su solidez y resistencia a las sollicitaciones a que se verá sometido. Su capacidad estará de

acuerdo con los requerimientos de dotación, del número de personas a servir y del tiempo de reserva que determinará el proyectista (generalmente de 6 a 12 hs.).

Componentes

- Tanque elevado
- Cañerías de subida y bajada
- Cañerías de desborde y limpieza
- Red interna de distribución
- Motobomba o electrobomba. En este último caso puede llevar dispositivo de puesta en marcha y parada automática de la bomba en función del nivel de agua en el tanque elevado.

5.1.4. Pozos Hincados de Poca Profundidad con Bomba de Mano

Presentan gran sencillez, tanto en su construcción como en su operatividad. Es un sistema robusto, resistente a los impactos y a la intemperie (**Figura 5**).

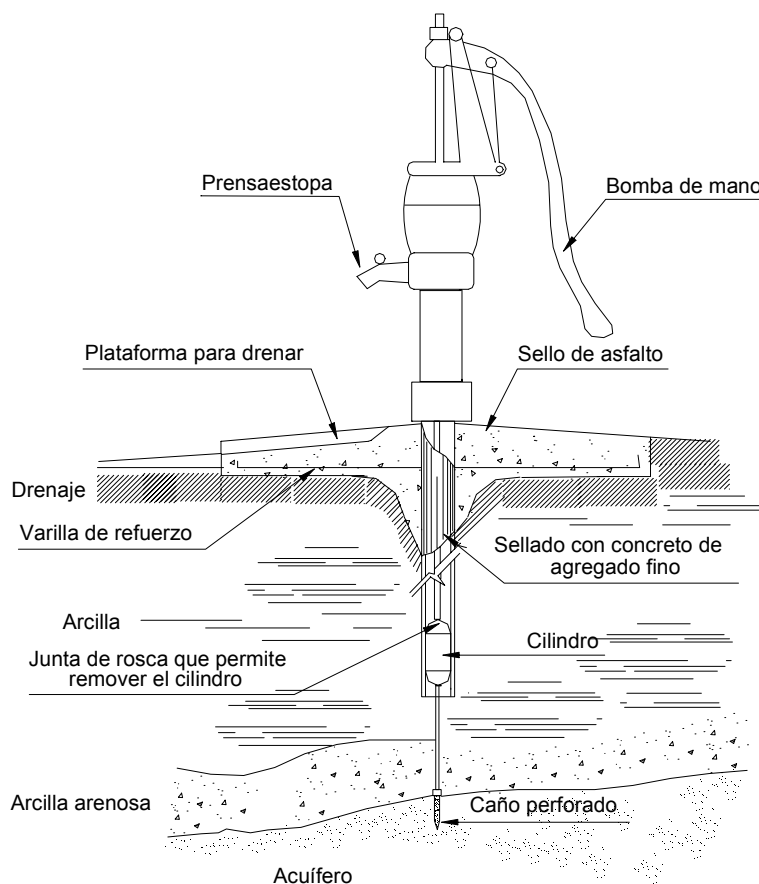


Figura 5. Pozo hincado de poca profundidad con bomba de mano tipo pie de molino

En caso de reparación sus repuestos se consiguen fácilmente.

No requieren energía eléctrica para su funcionamiento, ni personal especialmente adiestrado para su operación.

La perforación de poca profundidad, puede ser del tipo hincado o taladrado, dependiendo del tipo de terreno a perforar, de acuerdo con la práctica y experiencia de la zona.

Componentes

1). Pozo hincado

- Diámetro de 25 mm (1") a 50 mm (2")
- Profundidad: hasta 15 m
- Base y soporte de la bomba. De una sola pieza ensamblados por ajuste de pestañas o atornillados.
- Caño perforado
- Bomba de mano, de tipo de superficie, accionada por un solo hombre, con una altura de elevación de 6 m y un caudal de aproximadamente 35 litros/minuto (**Figura 6**).
- Cañería de aspiración y filtro

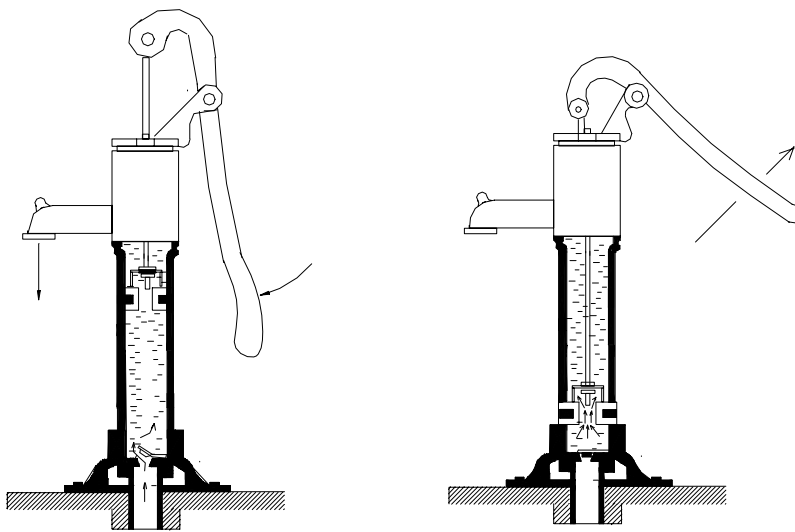


Figura 6. Bomba de mano tipo superficie

2). Pozo taladrado

- Diámetro: de 200 mm a 350 mm
- Profundidad: del orden de los 10 m.
- Bomba de mano: ídem anterior

Al bajar el brazo de la bomba el émbolo asciende, se cierra la válvula del émbolo y el líquido sale por el grifo, simultáneamente se abre la válvula de retención en la parte inferior del cilindro, lo que permite que el líquido sea aspirado e ingrese en el cilindro.

Al subir el brazo de la bomba, se abre la válvula del émbolo y permite que el agua pase de la parte inferior a la superior del émbolo al tiempo que se cierra la válvula de retención.

La salida de agua es intermitente.

5.1.5. Perforación con Molino de Viento y Bomba Pie de Molino

Se emplea en perforaciones de mayor profundidad, (hasta 30m). Su principal particularidad es la disposición del cilindro de la bomba que ya no se encontrará incluido en el cuerpo de ésta sino que se hallará ubicado dentro del pozo, generalmente de 2 a 3 m, por encima del nivel del agua. Esta bomba puede ser accionada manualmente por una persona o por medio de un molino de viento lo cual permite una gran economía desde el punto de vista energético.

Ubicación de los molinos de viento: Con objeto de evitar algunos inconvenientes provenientes de la inadecuada ubicación de los molinos que incide sobre el rendimiento de los mismos, se dan a continuación algunas recomendaciones de tipo general.

El molino debe ubicarse en zonas de cota más elevada que los lugares donde se usará el agua (grifos, bebederos de ganado, áreas de riego, etc.) a fin de facilitar su utilización.

El molino cercano a la casa tiene la ventaja de su atención inmediata (roturas, dobladuras, corte del freno, etc.) y de la utilización sin inconvenientes de la bomba "pie de molino" en los días sin viento. Lógicamente, se lo debe instalar en un sitio que se encuentre alejado de las posibles fuentes de contaminación.

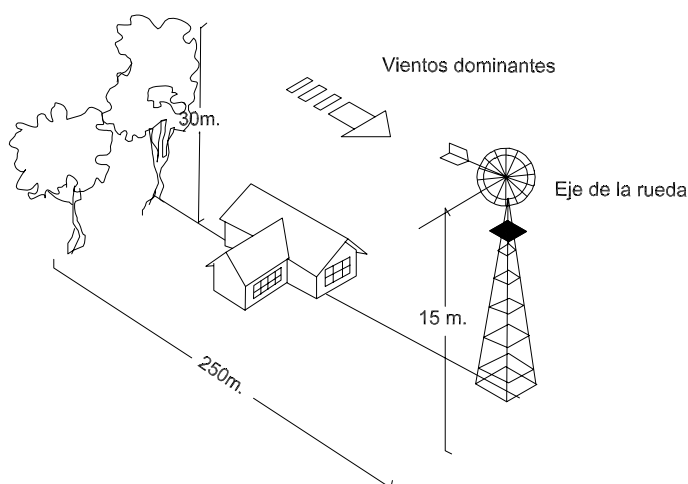


Figura 7. Ubicación del molino de viento

Se debe buscar un sitio en lo posible libre de obstáculos al paso del viento. Los árboles frenan el viento y forman remolinos y zonas de calma muy perjudiciales. Para árboles de 30 m. de altura, el molino debe quedar a unos 250 m. de distancia y el eje de su rueda debe estar a la mitad de esa altura, es decir, a 15 m. (**Figura 7**).

Un solo árbol de tamaño grande obliga a mantener una distancia de 125 m. y a dar al eje de la rueda de 5 a 8 m. de altura arriba de la copa, sobre todo si es de ese lado del que provienen los vientos dominantes (**Figura 8**).

Las montañas y sierras de pocos centenares de metros de altura, deforman las corrientes de aire creando disturbios invisibles muy grandes. El uso de la torre más alta posible y el estudio previo del movimiento del aire, son precauciones absolutamente necesarias (**Figura 8**).

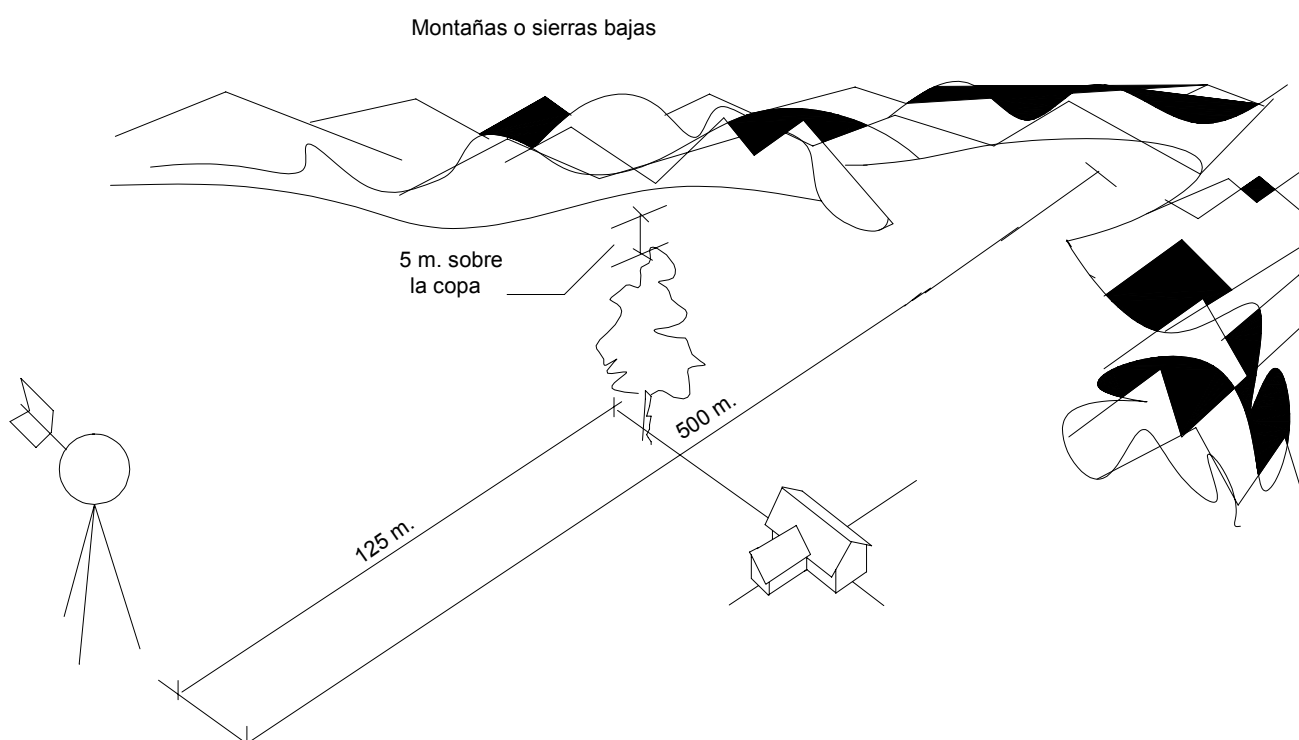


Figura 8. Posición del molino de viento respecto a accidentes geográficos y situaciones existentes

Las construcciones vecinas al sitio de emplazamiento exigen que el eje de la rueda deba elevarse 8 m. sobre el techo más alto de las construcciones vecinas. En caso de hallarse el molino demasiado cerca de las mencionadas construcciones, corresponde la colocación de riendas a la torre. Si es posible, en caso que el molino tenga tanque, este se debe colocar fuera de la torre, para reducir la presión del viento. El tanque puede ser factor de disturbio de la corriente de aire, sobre todo si está cerca de la máquina y es de caras planas en lugar de redondas. También son inconvenientes las plataformas con mucha barandilla y adorno, y las enredaderas que se acostumbra dejar trepar en las torres.

La no observación de las reglas mencionadas anteriormente, ocasiona dificultades que llegan a paralizar o hacer trabajar con muy bajo rendimiento las instalaciones de molinos de viento.

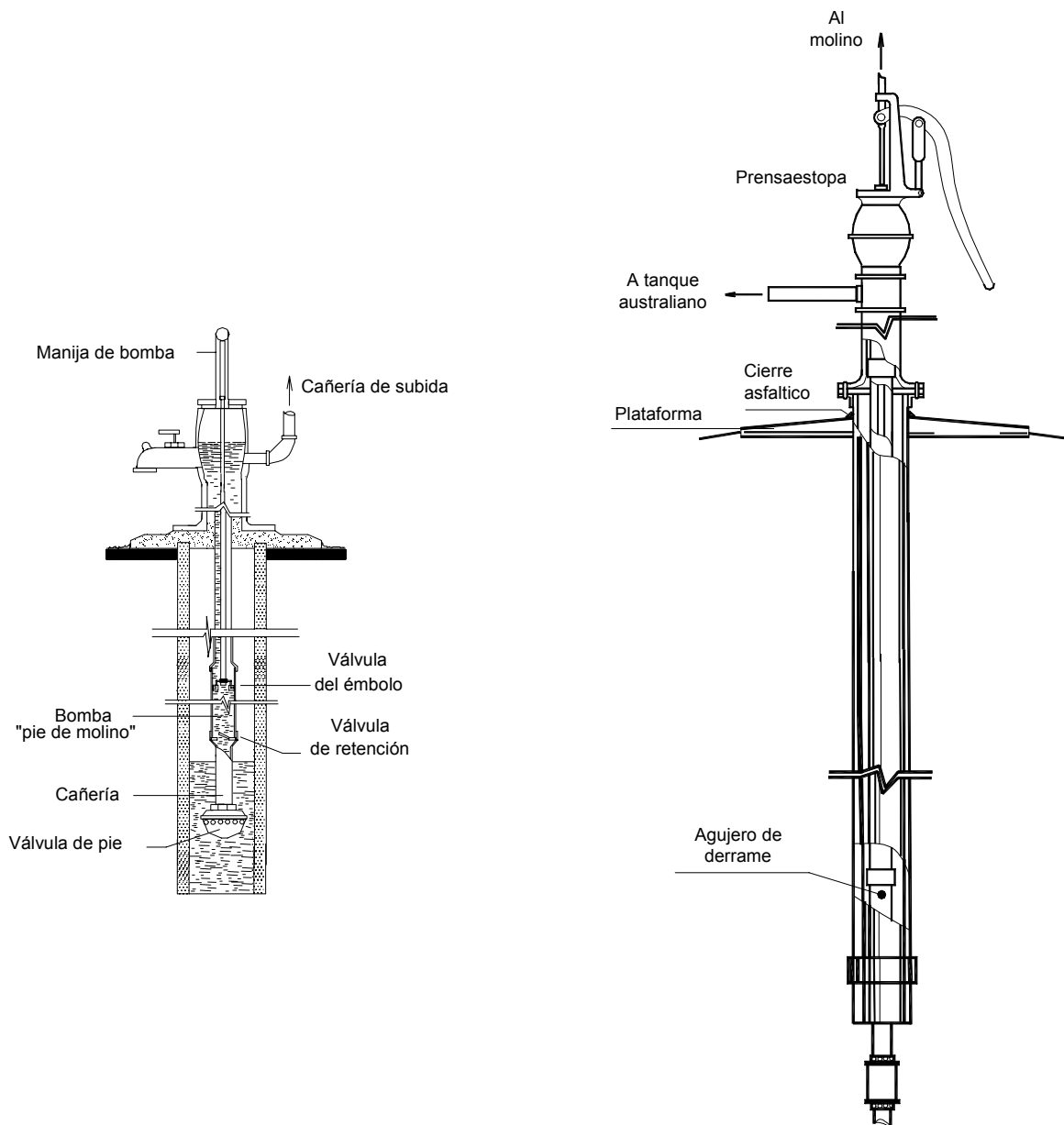


Figura 9. Bombas "pie de molino"

Componentes

- Pozo perforado de mediana profundidad.
- Diámetro: del orden de 50 a 150 mm (2" a 6")

- Profundidad: del orden de los 30 m.
- Cañería de aspiración y filtro. Previo a este último existe una válvula de retención que impide el descebado de la bomba.
- Bomba, del tipo "pie de molino", conformada por un cilindro ubicado dentro del pozo. Consta, en su parte superior, de una cámara de aire o "pulmón", lo cual permite un bombeo de flujo continuo (**Figura 9** y **Figura 10**).

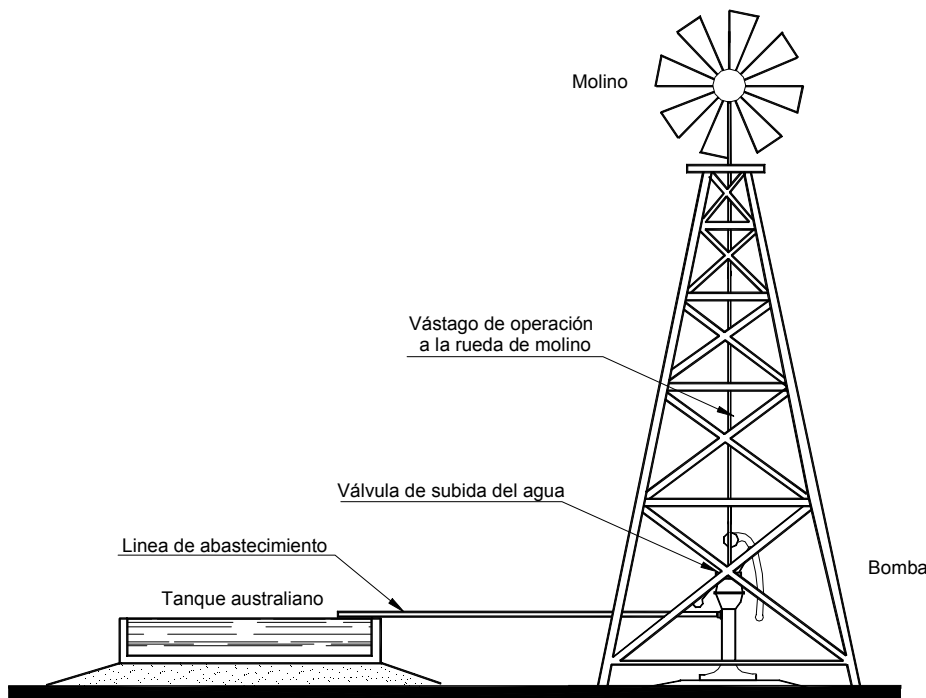


Figura 10. Molino de viento – Esquema general

5.1.6. Equipos de Bombeo Para Pobladores Aislados, Dispersos y Pequeños Asentamientos Rurales

En general en estos casos, los equipos empleados funcionan en abastecimientos de agua unifamiliares o domiciliarios. El tipo de equipo a emplear depende, entre otros factores, de si existe o no energía disponible para su accionamiento.

Básicamente se pueden considerar dos alternativas posibles a esos efectos: accionamiento manual y accionamiento por energía eléctrica.

Dentro de la primera alternativa se tiene el caso de las bombas aljibe manual aspirante, las bombas manuales aspirante impelente y la bomba manual "pie de molino".

En el segundo caso se limita solo a considerar equipos unifamiliares del tipo de las bombas diafragma aspirantes impelentes y del clásico bombeador familiar.

Equipos de bombeo de accionamiento manual

El empleo de bombas de mano y de “pie de molino” se recomienda y verifica principalmente en situaciones en las cuales escasea o se hallan ausentes otras formas de energía para el accionamiento de dispositivos mecánicos de bombeo.

Son éstos, artefactos de diseño y construcción sencillos, robustos en su contextura, están ejecutados en fundición de acero y bronce, y son de fácil operación y mantenimiento.

Su obtención es, en nuestro país, relativamente simple ya que su uso y demanda está ampliamente difundida.

El equipamiento de este tipo existente en el mercado nacional es de origen local e importado.

Dentro del equipamiento de producción nacional se encuentran los siguientes diseños:

- ***Bomba aljibe manual aspirante (Figura 6)***

Este tipo de dispositivo es solamente aspirante y no permite elevar agua bombeada a tanques.

Su funcionamiento es similar a todas las demás bombas manuales. Se emplea principalmente, como su nombre lo indica, para extraer agua de depósitos tales como aljibes o cisternas. Altura máxima de aspiración: 8 m.

- ***Bomba manual de hierro aspirante impelente y bomba manual de bronce aspirante impelente***

Succionan aguas de pozos o perforaciones con sus niveles de aguas no mayores de 8 m desde el nivel del suelo. Son bombas de pistón con aro de pistón de cuero. La válvula tipo sopapa de cuero que funciona en combinación con la válvula del pistón de hierro permite un fácil y liviano bombeo manual.

La incorporación de una prensa con empaquetadura en la varilla del pistón convierte a la bomba en una elevadora que permite impulsar el agua manualmente a una altura de aproximadamente 12 m. Para ello es necesario cerrar la canilla y conectar un caño elevador en la salida roscada situada en el lado opuesto a la canilla.

Caudal: 1000 litros/ hora aproximadamente.

- ***Bomba “pie de molino” (Figura 9)***

Es una bomba manual para pozos profundos. Las alturas respectivas son: más de 8 m desde nivel de suelo y hasta 60 m.

Instalación: se instala junto con un cilindro de bombeo sumergido en el agua del pozo, conectado a la bomba mediante un caño y una varilla que pasa dentro del caño y que esta fijada al pistón del cilindro.

Accionando la manija de la bomba, el pistón del cilindro succiona y eleva el agua hasta la superficie.

Rendimiento:

Nivel de agua	Cilindro Recomendado		Caudal de agua
	Diámetro	Largo	
8 a 15 metros	3"	14"	1200 litros/hora
16 a 35 metros	2 1/2"	14"	900 litros/hora
36 a 60 metros	2 1/2"	14"	600/700 litros/hora

Tabla 5. Rendimiento de bombas pie de molino

Para poder elevar el agua a un tanque alto, se conecta un caño a la salida roscada en el lado opuesto a la canilla.

Equipos de bombeo accionados por energía eléctrica

• Bomba diafragma aspirante impelente

Es ésta una bomba de succión y presión. Aspira o succiona el agua de perforación o de pozos abiertos de una profundidad de hasta 8 m.

El mecanismo consiste en un cigüeñal montado con tres cojinetes (rulemanes) que acciona un diafragma de caucho en combinación con dos válvulas. No requiere válvula de retención en el extremo del caño de succión.

La bomba diafragma puede, además, impulsar agua de cañerías con poca presión hasta una altura de 20 m.

• Bombeador familiar

Está construido en hierro fundido. El mecanismo del bombeador consiste en un eje con dos piñones, dos engranajes, una biela central reforzada y una corredera.

Cuando el motor actúa sobre el volante colocado en el extremo del eje con piñones, éstos producen el giro de los engranajes, los que a su vez están conectados a la biela central.

La corredera es accionada por la biela y se desliza en forma vertical sobre un eje guía.

En el saliente de la corredera se encuentra colocada una varilla con dos sellos de agua de cuero y goma dentro de un tubo de bronce.

En el extremo inferior de la varilla del bombeador se conecta la varilla de bombeo que transmite el movimiento vertical de la corredera al pistón de un cilindro sumergido en el agua del pozo.

Todas las partes móviles del mecanismo son lubricadas por el aceite que se coloca en el cuerpo del bombeador.

Los bombeadores han sido desarrollados para instalarse en perforaciones de pozos profundos.

Rendimiento:

Nivel de agua	Cilindro Recomendado		Caudal de agua
	Diámetro	largo	
8 a 15 metros	3"	14"	1000 litros/hora
16 a 50 metros	21/2"	14"	700 litros/hora

Tabla 6. Rendimiento de bombeadores familiares

5.2. FUENTES SUPERFICIALES*

En términos generales este tipo de captación está poco comprometido en sus aspectos cuantitativos, habida cuenta los caudales relativamente escasos que insume el agua para consumo humano. Adquieren en este caso singular relevancia las cotas de captación de las aguas, variables en los cuerpos de agua corriente así como los aspectos cualitativos de las aguas y la continuidad del flujo.

En todos los casos será necesario asegurarse que los caudales a captar para atender la demanda prevista estarán disponibles en todo momento en calidad y cantidad adecuadas especialmente en épocas de estiaje.

Tanto para asegurar dicha circunstancia como para determinar las cotas de captación se debe recurrir a recopilar datos fehacientes de información existente en organismos con información hídrica del orden nacional, del nivel provincial y municipal.

Se debe estudiar el clima imperante tratando de correlacionar, en el ámbito de la cuenca de influencia del curso a captar, el régimen de lluvias con el caudal del mismo y las cotas posibles de captación. Es frecuente que no existan datos específicos para la localidad del proyecto en cuyo caso se debe trabajar por analogía con otras localidades de la zona o zonas de características similares.

Esta información debe comprender, en lo posible, un período mínimo equivalente al período del proyecto. Se debe procurar, por tanto, establecer la relación de la altura del agua en la eventual ubicación de la toma, con el caudal. Llegado el caso, se deben efectuar aforos expeditivos del caudal de agua, especialmente los correspondientes a épocas de estiaje y grandes lluvias. Este principio vale también para las aguas natural o artificialmente embalsadas, donde procede identificar sus vías de alimentación (subterránea, superficial, ambas), perfil del lago, posibilidades de eutroficación, plantas acuáticas, etc. Cabe señalar que en los casos de captación de aguas provenientes de embalses, una de las manifestaciones del fenómeno de eutroficación consiste en la aparición de algas microscópicas unicelulares. Este tipo de algas genera, en las posteriores etapas del proceso de potabilización, diversos inconvenientes, especialmente en la etapa de filtración reduciendo, por colmatación, la carrera de los filtros.

* Los diferentes procesos de tratamiento aplicables a las aguas superficiales se describen detalladamente en el Capítulo VII "Plantas de Potabilización" de las Fundamentaciones.

Su eliminación por precloración conlleva el riesgo de la aparición de compuestos organoclorados que pueden constituir una amenaza para la salud*.

En estos casos (aguas embalsadas) las muestras del agua se deben sacar a distintas profundidades en correspondencia con el punto de la futura toma de agua. Se procura con ello determinar el punto de mayor estabilidad de las características físico-químicas y bacteriológicas del agua.

Cabe reiterar que en todos los casos, las obras de toma deben proyectarse con el mayor y más cabal conocimiento posible de las cotas mínimas (caudal en época de sequía) y las cotas máximas (caudal en caso de crecidas).

Se deben relevar todas las obras públicas y edificaciones existentes que puedan afectar el proyecto o puedan ser afectados por él. Se deben verificar las características físico-químicas de los suelos donde se cimentarán instalaciones básicas (depósitos, tanques elevados de distribución) y por donde se enterrarán las cañerías de impulsión y de distribución. En estos últimos casos adquieren singular importancia los aspectos de mecánica de los suelos y de agresividad química de los mismos.

En lo referente a la calidad del agua a captar, se deben localizar todas las posibles fuentes de contaminación en la cuenca y en el cuerpo receptor, especialmente aguas arriba del punto de captación, tipos de cultivo, uso agrícola de productos químicos, posibilidad de contaminación de las aguas por arrastre de estos últimos.

Debe recordarse que puede ser de suma utilidad recurrir al conocimiento y memoria de los pobladores de la zona para orientar, por lo menos inicialmente, las investigaciones a realizar.

Tal como se indicó en el párrafo inicial de este punto en este tipo de captación adquiere relevancia, por su variabilidad, la calidad de las aguas naturales por la influencia de factores hidrológicos y climáticos. Se impone, por tanto, extraer muestras en cantidad y frecuencia adecuada para su posterior análisis de las aguas captadas en épocas de estiaje y de crecida de los cuerpos de agua. Se debe procurar tener un acabado conocimiento de sus características, para mejor proveer al tratamiento y remoción de las características indeseables o al menos, llevarlas hasta los niveles admitidos por las normas de potabilidad de las aguas.

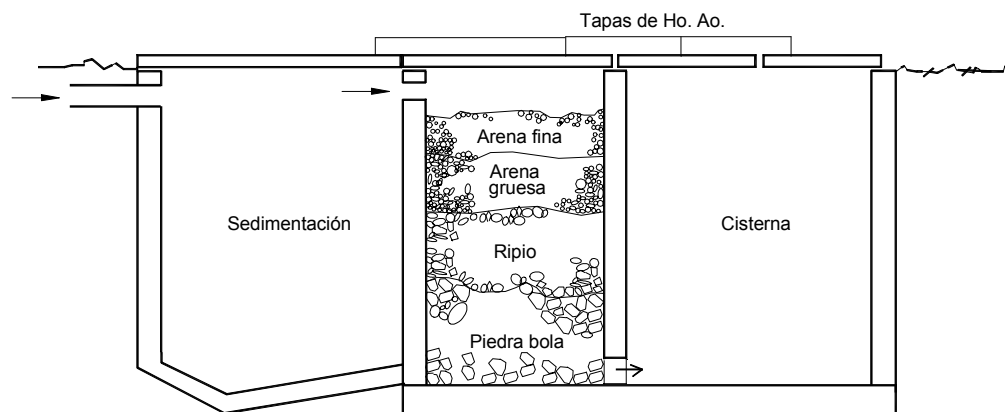
5.2.1. Sistema de Acequia, Decantador, Filtro y Depósito Domiciliario

Captaciones unifamiliares

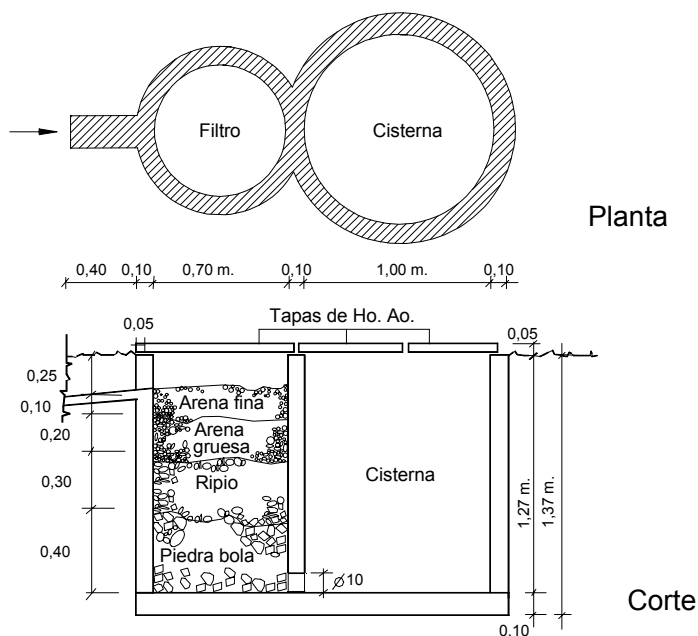
En las captaciones para uso unifamiliar en la mayoría de los casos, la provisión de agua está asegurada cuantitativamente por la escasa significación del caudal necesario. Hay que reconocer, sin embargo, que existen zonas del país (Cuyo, NOA, etc.) donde aún para uso de la población, el agua es un bien cuantitativamente escaso. Los volúmenes de agua derivada por gravedad de los canales de riego para el consumo familiar pueden llegar a ser significativos. Es en estas zonas, precisamente, donde alcanzó un uso generalizado el denominado comúnmente “Filtro de tres compartimentos” al que se derivan, para su tratamiento, el agua de arroyos, canales, acequias, etc.

* El tema de la eliminación de algas se describe detalladamente en el Capítulo VIII Tratamientos Especiales de las Fundamentaciones.

Como su nombre lo indica este dispositivo, generalmente construido en mampostería consta de un primer compartimento donde el agua se somete a un proceso de sedimentación simple. Por desborde pasa al segundo compartimento constituido por un filtro de arena. De allí por orificio o abertura inferior, el agua filtrada se comunica con un tercer compartimento que constituye la reserva donde el agua es sometida a desinfección y extraída para su consumo. (Ver **Figura 11.a**).



a) Filtro de tres compartimentos



b) Filtro de dos compartimentos

Figura 11. Filtros

Componentes:

- Obra de toma (compuerta y derivación de acequia a canal de toma).
- Filtro de 3 compartimentos (Sedimentador – Filtro – Depósito).
- Bomba de elevación a tanque elevado o simplemente de extracción del depósito (de mano, electro o motobomba).
- Instalación domiciliaria de distribución interna (opcional).

En circunstancias en que el agua tiene escasa turbiedad (embalse, deshielo, etc.) se puede obviar el proceso de decantación y reemplazar el filtro de 3 compartimentos por el dispositivo que muestra la **Figura 11.b**.

Sistemas colectivos

Como en el caso de los sistemas unifamiliares, en estos sistemas el agua a tratar es de origen superficial, proveniente de un río, arroyo, lago, embalse o canal de riego. La vía de aducción es una acequia que conduce el agua cruda en la gran mayoría de los casos, por gravedad hasta una planta potabilizadora en la que se somete al líquido a un proceso de clarificación, filtración lenta y desinfección.

Respecto de la primera cabe señalar que podrá efectuarse por simple sedimentador: dos horas de tiempo de residencia, en un sedimentador diseñado al efecto. En varias instalaciones de este tipo se ha utilizado en el país el agregado de una etapa previa adicional de coagulación-floculación, que se utiliza en forma eventual para precipitar el exceso de partículas de tamaño coloidal*. Deberá disponerse de un desarenador y/o de prefiltro de grava a continuación de la obra de toma toda vez que sea necesario. Si la topografía así lo exige y se desea que el conjunto del establecimiento funcione por gravedad se debe agregar, a continuación del desarenador, una cámara de bombeo y una bomba con cañería de elevación a la cámara de carga ubicada a la entrada del establecimiento.

Componentes

En general en los casos más comunes consta de:

- Acequia o canal de alimentación. En el presente caso: alimentación por gravedad. Se tendrá en cuenta que el caudal en estiaje deberá ser como mínimo el doble del gasto medio diario. Las velocidades de escurrimiento deberán ser tales que no provoquen embanques ni erosiones.
- Desarenador: para el caso que las aguas captadas arrastren sólidos pesados en suspensión: arenas de peso específico de aproximadamente $2,65 \text{ gr/cm}^3$ y diámetros entre 0,05 mm y 2 mm.
 - Tasa superficial: de 0,08 cm/s a 0,167 cm/s
 - Tiempo de residencia: entre 10 y 20 minutos
 - Velocidad horizontal: no mayor a 0,25 m/seg.

* Este tema es tratado en profundidad en el Capítulo VII—Plantas de Potabilización de la Fundamentación.

- Profundidad: entre 0,50 m. y a 1,50 m.
- Ancho mínimo: 0,60 m.
- Relación longitud / ancho: entre 3 y 6
- Relación longitud / profundidad: entre 7 y 9
- Sedimentador/decantador: Se emplea cuando la turbiedad es excesiva antes de los filtros lentos, a fin de prolongar la carrera de los mismos.
 - Tasa superficial: de 0,023 cm/s a 0,034 cm/s
 - Periodo de retención: de 2 a 4 horas
 - Velocidad horizontal: entre 0,003 y 0,018 m/seg.
 - Pendiente de fondo: entre 3 y 12%
 - Dimensionamiento de la tolva: dependerá de la forma de limpieza, del tipo de sólidos suspendidos, de la turbiedad del agua cruda y de la turbiedad del efluente o sea de la cantidad de sólidos suspendidos eliminados.
- Filtro lento o biológico*: se aplica para aguas clarificadas por sedimentación simple o por coagulación. Su función es retener la turbiedad remanente y reducir la carga orgánica y bacteriana, llevando su valor hasta los límites fijados por las Normas para el agua potable.

Su cálculo es muy sencillo y se centra fundamentalmente en hallar el valor de la superficie horizontal de filtración (**Figura 12 a**).

- Prefiltro de grava*: En muchos casos resulta conveniente que, precediendo a sistemas de potabilización como los ya descritos, o en lugar de la etapa de sedimentación se instale una unidad de prefiltración constituida por prefiltros de grava (**Figura 12.b**).

Esta unidad, además de retener parcialmente los sólidos presentes en el agua cruda, adquiere significativa importancia ante la súbita aparición de picos elevados de turbiedad lo que reduce sensiblemente las carreras de los filtros.

Los prefiltros de grava pueden clasificarse, en función del modo de escurrimiento en: prefiltros de flujo vertical ascendente o descendente y de flujo horizontal.

La selección de alguno de los distintos tipos mencionados, dependerá de varios factores, destacándose entre ellos la calidad del agua cruda, topografía del terreno, distancia del punto de captación a la planta de tratamiento, nivel de capacitación de los operadores responsables del mantenimiento y disponibilidad de material granular en la región.

* La filtración lenta y la prefiltración en mantos de grava se desarrolla en el Capítulo VII Numeral 4 Filtración Lenta de la Fundamentación.

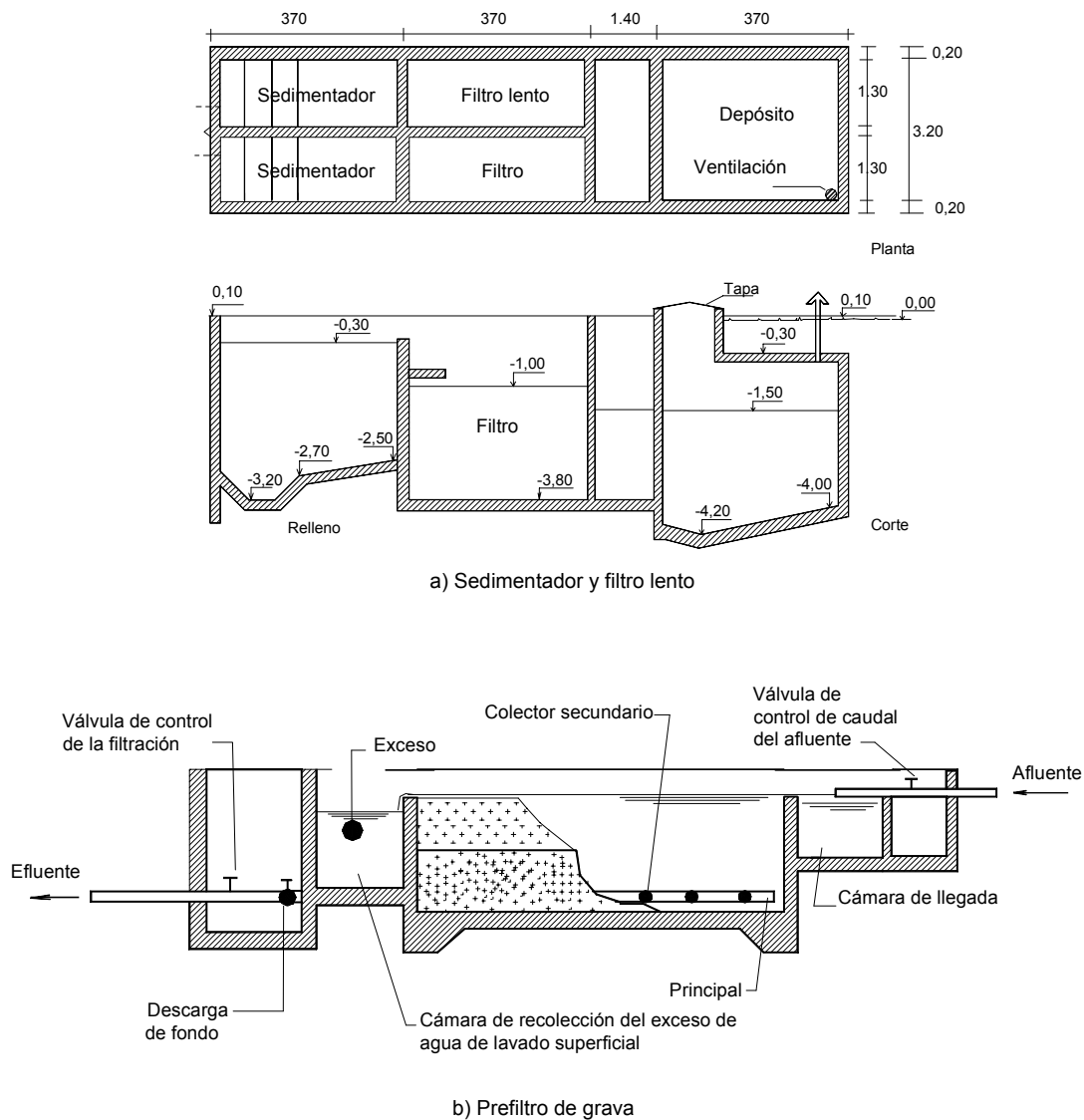


Figura 12. Planta potabilizadora y prefiltro de grava

5.2.2. Sistema de Acequia, Filtro Dinámico Más Tanque – Cisterna Para Almacenamiento

En este caso la acequia recibirá un caudal de agua superficial proveniente de un río, arroyo, lago, embalse o canal de riego como fuente de provisión y en cantidad suficiente como para asegurar que siempre será posible derivar una fracción del orden de diez

veces el consumo máximo diario, esto hará factible el empleo, para pequeños abastecimientos de agua, de los llamados “filtros dinámicos”.*

Estos filtros consisten en un recinto que contiene un lecho filtrante compuesto por un manto soporte de granulometría gruesa que sostiene al manto filtrante efectivo, más fino, sobre el que pasa superficialmente al caudal derivado de la acequia y donde son retenidas las partículas y destruidos los microorganismos. El 10 % del agua que ingresa escurre por el manto filtrante. El agua a tratar ingresa al filtro previo pasaje por una cámara disipadora de energía cuyo objeto es regular la velocidad de entrada a la unidad.

El sistema cuenta, además, con una cámara de recuperación de arena y un depósito de agua filtrada.

El exceso de agua, no utilizada, retorna a la acequia desbordando por el último vertedero.

5.3. OTRAS FUENTES

5.3.1. Aguas Subalveas

El sistema de captación de este tipo de fuente está constituido principalmente por galerías o pozos filtrantes.

Las aguas así obtenidas son generalmente potables y su empleo exitoso ha tenido lugar en zonas del norte, centro y oeste del país.

Para el caso de comunidades rurales, su costo puede llegar a ser muy elevado, tal que lleve a que su aplicación pueda no ser recomendada, especialmente en lo que se refiere a galerías filtrantes.

Otra es la situación cuando las condiciones locales aparezcan favorables para la utilización de pozos filtrantes o las denominadas cañerías filtrantes.

En el caso de los primeros, que son construidos en la cercanías de las márgenes de los cursos de agua superficial, sus características constructivas son similares a las de los pozos excavados.

En cuanto a las cañerías filtrantes, éstas, ubicadas horizontalmente dentro del lecho subálveo del río, consisten en una tubería cribada o ranurada dispuesta, generalmente, en forma transversal a la corriente y cubierta por una capa de arena. El agua es así colectada y derivada, por gravedad, hacia una de las márgenes y de allí, bombeada al destino requerido.

5.3.2. Manantiales

* Los Filtros Dinámicos se describen detalladamente en el Capítulo VII Plantas de Potabilización Numeral 5 de las presentes Fundamentaciones.

Cuando exista la posibilidad de aprovechar estas fuentes de agua deben establecerse las características de la formación geológica de la que brota el agua: fisuras de capa de roca, estratos de roca meteorizada, terreno aluvional, etc.

En regiones cálidas son muy comunes las fisuras del terreno a través de las cuales las aguas superficiales pueden tener acceso y escurrir por grandes distancias bajo tierra. En estas condiciones el agua no se modifica apreciablemente ni sufre proceso natural de filtración.

En las formaciones calizas o dolomíticas, los manantiales se deben ver con sospechas, por ser grandes los riesgos de contaminación. No se deben utilizar como fuentes para abastecimientos domésticos hasta que, por pruebas repetidas, se haya comprobado la constancia de la calidad, especialmente bacteriológica, del agua. Por lo general, es mejor la calidad sanitaria de las aguas que provienen de manantiales en arena o gravas, que las que se originan en estratos calizos, por la acción filtrante de la arena y el suelo. Se debe observar la turbiedad del agua después de una lluvia, pues su presencia es indicio de una posibilidad de contaminación.

Se debe reconocer topográficamente la zona verificando que no existan posibilidades de contaminación de la fuente por invasión de aguas superficiales o subterráneas no aptas. Se verificará que la ubicación del manantial garantice condiciones sanitarias adecuadas.

Se debe establecer la capacidad de producción del manantial, preferentemente en épocas de estiaje mediante aforos en los que no se interfiera el escurrimiento natural de las aguas artesianas que brotan por gravedad.

Las dimensiones de la cámara así como los elementos de ingreso y egreso deben ser función del caudal de diseño y de la producción del manantial. En todos los casos deberán profundizarse para asegurar que el caudal captado corresponde únicamente a agua del manantial. Para mejorar la fundación de la cámara colectora debe excavar hasta encontrar una capa impermeable, retirando el material granular y barros. Se cuidará especialmente retirar todo fragmento de mineral carbonatado, común en este tipo de formaciones.

El dispositivo de captación en la misma fuente, deberá permitir que los caudales sobrantes se evadan libremente de la cámara de captación ya sea mediante vertedero, orificio o boca trompeta.

Asimismo se preverá volumen para el desarenado en la cámara a efectos de retener la arena y retirarla periódicamente. Se complementará esta medida con un conducto de desagüe ubicado a cierta distancia del fondo de la cámara, para posibilitar su limpieza.

El acceso a estas cámaras para observación, reparación y/o limpieza se debe efectuar mediante abertura de capacidad suficiente para hacer posible con comodidad cualquiera de estas funciones. En todos los casos se deberá dotar a estos sistemas de cierres suficientemente herméticos que impidan el acceso de suciedades, insectos y roedores, al dispositivo de captación.

Estos sistemas tomarán la forma de cámaras o baterías de cámaras, galería colectora e incluso podrá efectuarse la captación mediante cañerías perforadas, en función de las características del manantial (salida única o varios afloramientos).

En todos los casos los materiales a utilizar en los dispositivos de toma deben garantizar su carácter de inertes y resistentes a eventuales condiciones de agresividad química o sollicitaciones mecánicas.

Las características fisico-químicas y microbiológicas del agua se deben determinar en forma similar a la recomendada en los casos anteriores. (**Figura 13.a** y **Figura 13.b**).

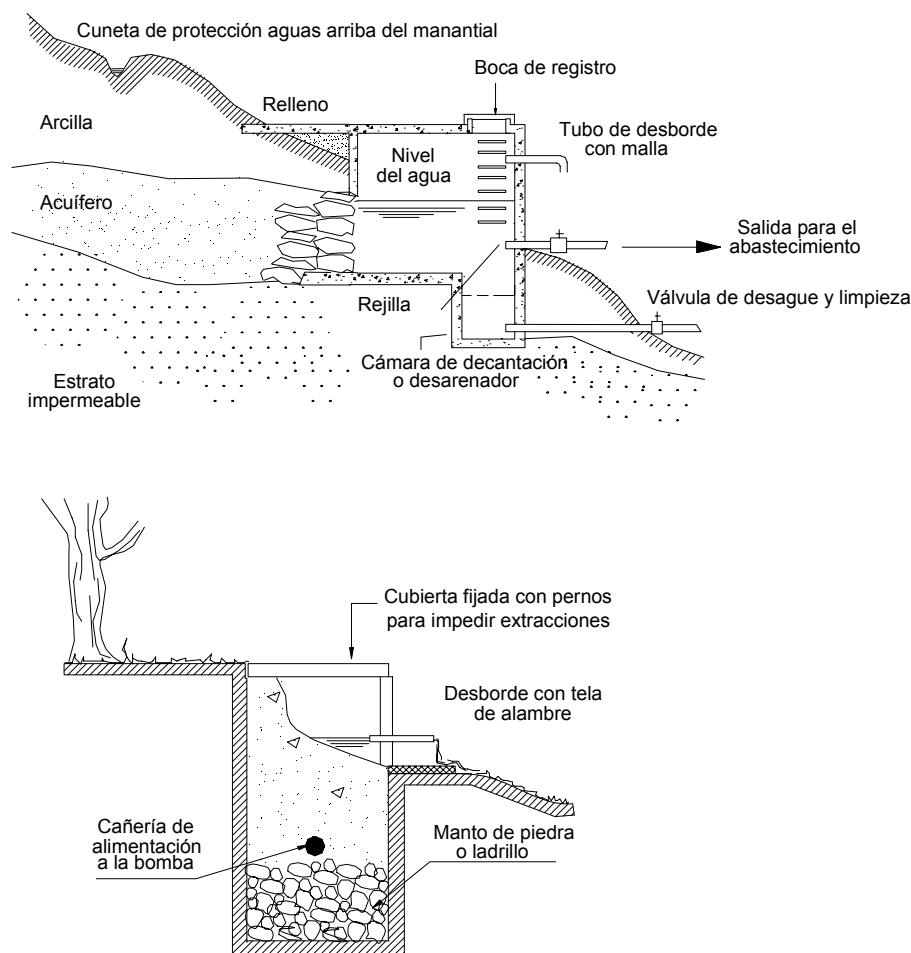


Figura 13. Captación de manantiales

5.3.3. Agua de Lluvia

Es esta una fuente que puede ser útil en zonas áridas o semiáridas donde sea imposible la captación directa de aguas subterráneas o superficiales aptas para el consumo humano o que resulte antieconómico su uso a causa de los costos de conducción y/o tratamiento. En estos casos la captación de aguas pluviales pueden constituir la única fuente de agua o usarse como suplemento a las aguas de otro origen. Su principal dificultad estriba en el almacenamiento durante el período de sequía.

Población nucleada

Es necesario contar con datos confiables de cantidad y calidad de registros de lluvia anuales y mensuales de la zona. La captación podrá hacerse por medio de plateas construidas al efecto o bien aprovechando cuencas y desniveles naturales del terreno, sin realizar recubrimientos especiales. Mediante canales se dirige el agua a represas. Es este el caso de comunidades nucleadas en que, aparte de las reservas, deberá preverse el tratamiento completo de las aguas. En función de estos registros, del área posible de captación y el rendimiento por escorrentía de la superficie y tipo del pavimento de captación puede llegar a determinarse el caudal total captado a lo largo de determinado período. Con ello, se está en condiciones de establecer el volumen de la reserva necesaria para almacenar el agua.

Cuando los períodos de sequía sean prolongados se necesitarán amplios volúmenes de reserva independientemente de la superficie de captación.

Para poblaciones de cierta envergadura, la captación debe contar, en principio, con plateas receptoras cuyo dimensionamiento, tal como se afirmara precedentemente será función de las lluvias del lugar; de las características del suelo (escorrentía), de instalaciones existentes, de la envergadura del represamiento (evapotranspiración), etc. A continuación debe haber un sistema de canales y drenaje de las aguas captadas hacia la o las represas.

Es deseable que las represas que tengan un corto período de retención de las aguas para evitar problemas de evapotranspiración, eutroficación y una contaminación general del líquido.

De las represas, las aguas pasarán al proceso de tratamiento que será básicamente el de filtración, ya que, por el represamiento a que fue sometida se supone que contendrá escasa turbiedad.

Los filtros deben calcularse en función del volumen represado a tratar en el tiempo que media entre dos lluvias.

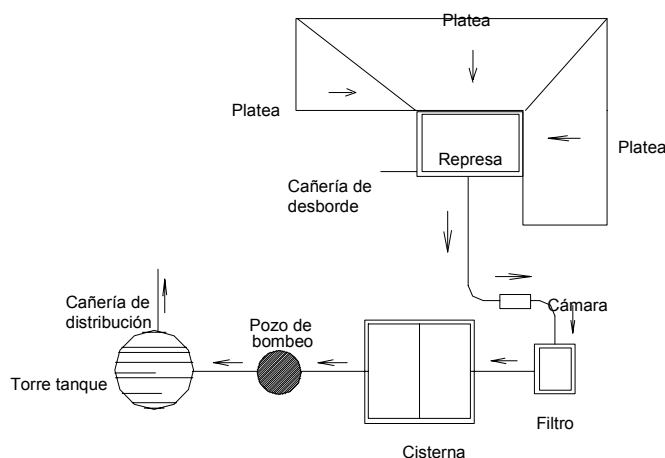


Figura 14. Esquema de un sistema con plateas de agua de captación de lluvia

Luego de filtrada, el agua se lleva a depósito de reserva que también puede ser de distribución. Si la topografía del lugar no facilita esta última función será necesario conducir el agua a una cisterna de bombeo y de allí, a un tanque elevado.

La instalación se debe completar con dosificadores de cloro a la entrada de los depósitos de reserva y de cloración a la entrada de la cámara de bombeo.

Población dispersa

Para las viviendas aisladas este tipo de captación puede ser imprescindible para los pobladores de zonas áridas y semiáridas con lluvias concentradas en un período del año. En términos generales la suma de la superficie de los techos de la vivienda, galpones y alguna otra construcción auxiliar pueden abastecer la exigencias mínimas de agua de una familia tipo del medio rural, en el caso, por supuesto, de que los techos de dichas instalaciones cumplan determinados requisitos de impermeabilidad.

El sistema debe contar, además, con almacenamiento en aljibe o cisterna con las correspondientes cañerías, válvulas y equipo de extracción de agua.

Al simple efecto de dar algún orden de magnitud en el tema se puede decir que, para el caso de captación individual un techo de chapa de 60 m² puede proporcionar entre 7 y 8 litros de agua por persona y por día a los miembros de una familia compuesta por 6 personas cuando la precipitación anual es del orden de los 350 mm por año.

Tal como se expresa anteriormente cuando la distribución de la precipitación pluvial varía mucho, el parámetro de mayor importancia es el volumen mínimo que se necesita almacenar. Para el caso anterior y con una sequía que se prolongara durante 4 meses se necesitará un volumen de almacenamiento del orden de los 10 m³.

En lo que hace al mantenimiento y mejora de la calidad del agua de consumo debe tenerse presente que el agua de lluvia recibe su primera contaminación al ponerse en contacto con el polvo de la atmósfera y ya en tierra en su recorrido arrastra polvo, pajas, hojas, excrementos de pájaros, etc. de las plateas de colección o de los techos de viviendas y galpones. De allí la necesidad de derivar a desagüe la primer agua de lluvia. Cuando se trata de plateas de captación no es conveniente dejar librado al simple proceso de decantación en represa la eliminación de estas impurezas. A tales efectos, con un adecuado juego de compuertas en las canaletas de conducción del agua, se consigue la derivación de éstas a desagüe.

En el caso de captación por techos se interpone en la canaleta colectora de desagüe una “cuchara” que deriva las primeras aguas. En su defecto se apelará a un dispositivo de derivación que puede consistir en robinete de dos vías (para el desagüe y para la reserva).

En nuestro medio rural es común ver que este dispositivo consiste en una manga que se mantiene fuera del recipiente colector cuando no llueve y se introduce en el mismo pasada la primera agua de lluvia. (**Figura 15**).

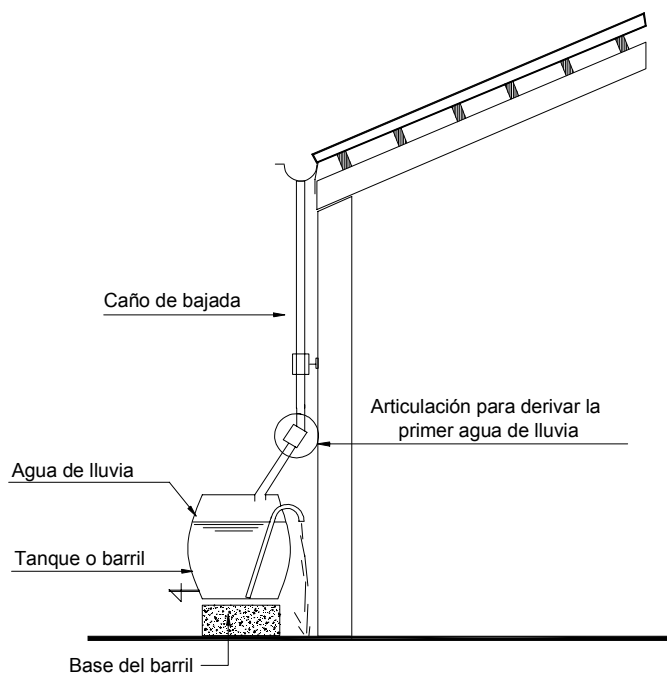


Figura 15. Captación unifamiliar o domiciliaria

A nivel individual el sistema completo de captación de agua pluvial puede ir desde lo más elemental como el ya descrito hasta un sistema más elaborado que asegura mejores condiciones sanitarias. Esto se consigue conectando la canaleta de bajada a un sistema que servirá para eliminar el material liviano a la vez de efectuar la evacuación de las primeras aguas. El material liviano queda retenido en una malla colocada en la sección superior a la que van conectadas las cañerías de entrada y salida. En la sección inferior se acumula el agua de la primera lluvia. (**Figura 16** y **Figura 17**).

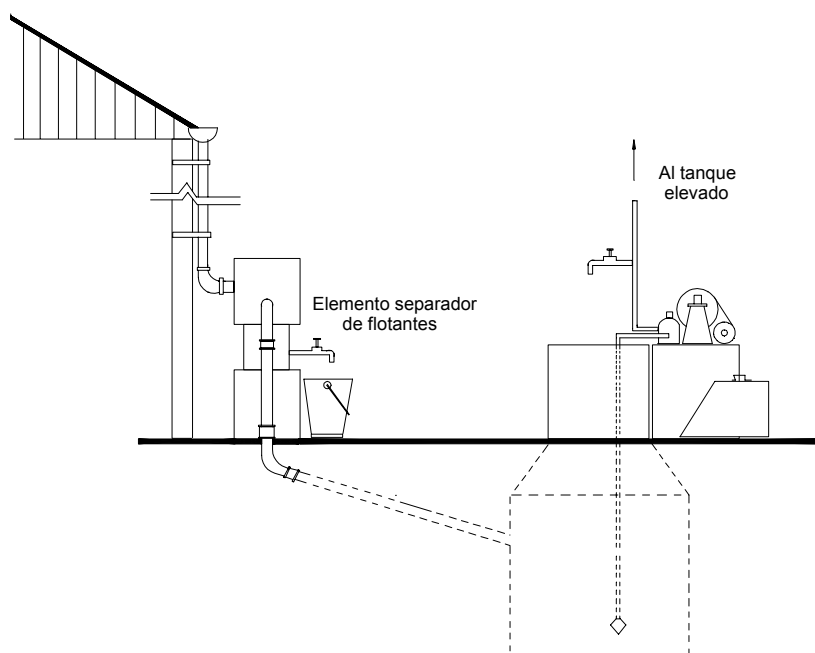


Figura 16. Esquema de captación de agua de lluvia

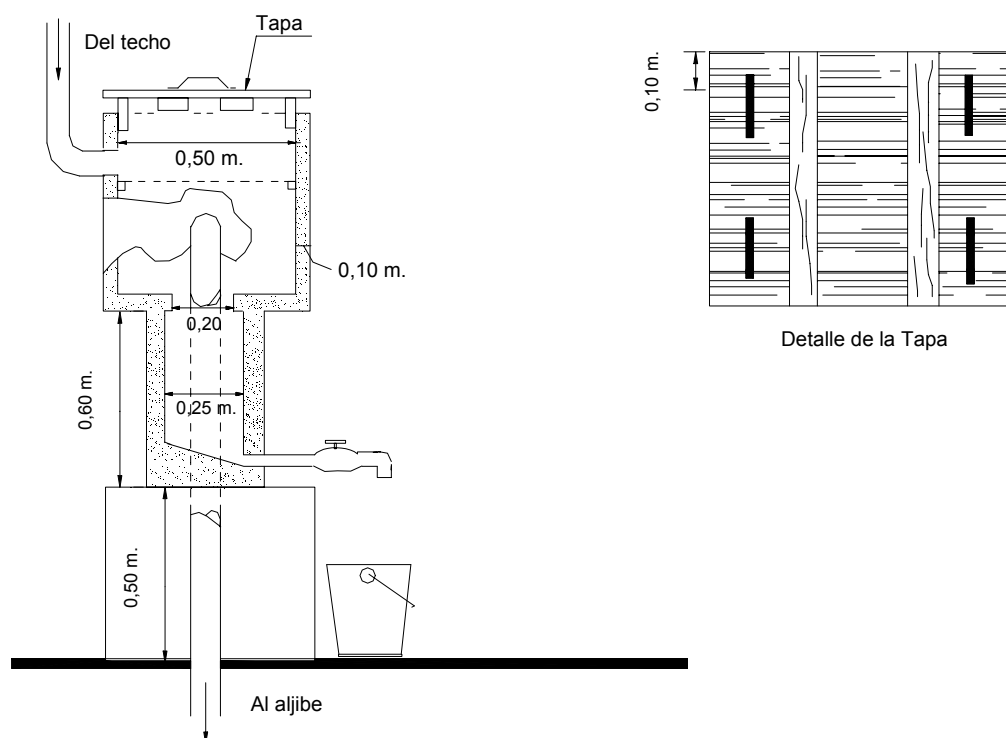


Figura 17. Detalles de la captación de agua de lluvia

Un sistema intermedio lo constituye el aljibe, construcción estanca enterrada, de la capacidad necesaria para afrontar el período normal de sequía, con extracción a balde o bomba de mano. Muy común en nuestro medio rural y que se muestra en la **Figura 18**.

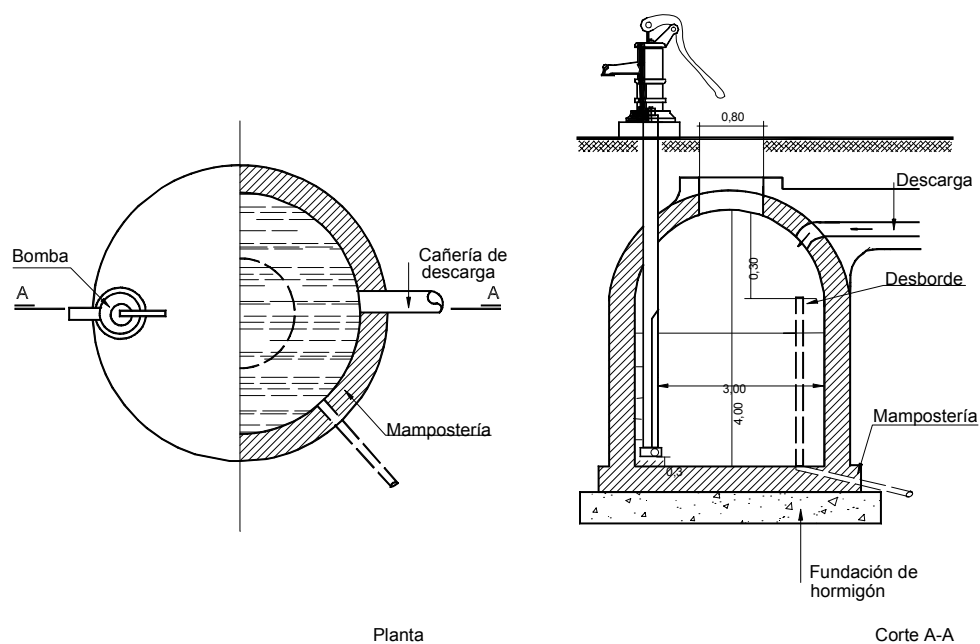


Figura 18. Aljibe

Este sistema se completa con la cuchara de desvío cuyo esquema se indica en la **Figura 19**. A solo efecto de dar una idea de dimensión diremos que el diámetro del pozo es del orden de los 2 a 3 m., su altura total de unos 4.00 m. previendo el ingreso para limpieza mediante boca de 0,80 m.



Figura 19. Cuchara de desvío de la primer agua de lluvia

La **Tabla 7** da información sobre el volumen mensual de agua colectada en función del área de captación y precipitación promedio mensual.

Area de superficie colectora (m ²)	Precipitación promedio mensual en mm						
	50	75	100	125	150	175	200
	V	V	V	V	V	V	V
25	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000
50	2000	3000	4000	5000	6000	7000	8000
75	3000	4500	6000	7500	9000	10500	12000
100	4000	6000	8000	10000	12000	14000	16000
120	5000	7500	10000	12000	14000	17000	20000

V: volumen en litros

Tabla 7. Volumen mensual del agua de lluvia colectada en función del agua de captación y lluvia caída.

5.3.4. Otros Medios de Provisión de Agua a Población Dispersa

Hasta tanto un determinado número de pobladores aislados no dispongan de sistemas propios de abastecimiento de agua o de sistemas comunitarios y centralizados a través de, por ejemplo, grifos públicos, una manera de proveer de agua potable a los mismos

puede ser a través de cisternas móviles arrastradas por vehículos tales como camiones, tractores, vagones de ferrocarril, etc.

El agua a suministrar deberá provenir de una fuente segura, ya sea de una planta potabilizadora cercana o de una perforación próxima debidamente controlada.

Las cisternas móviles deberán ser exclusivamente utilizadas para el transporte de agua no pudiendo ser usadas para el acarreo de otro tipo de líquidos.

Las cisternas móviles deberán garantizar estanqueidad, y disponer de grifos para expendio así como de una válvula de limpieza y desagote.

La capacidad de las cisternas móviles deberá estar en concordancia con la dotación a suministrar y la periodicidad de la distribución (diaria o periódica).

La dotación mínima deberá ser de 20 – 30 litros por persona por día.

Si el agua proviene de una perforación deberá efectuarse la cloración de la misma en la cisterna móvil lo que garantizará durante el transporte una buena mezcla y tiempo de contacto. El cloro residual no deberá ser inferior a 0,02 mg/l en el punto de finalización del reparto.

La población a abastecer deberá contar con un sistema de almacenamiento (cisterna fija) debidamente protegido o en su defecto con recipientes individuales perfectamente higienizados tanto una como otros con capacidad de acuerdo a la dotación a recibir.

5.3.5. Potabilización de Aguas de Alta Salinidad

La remoción de contaminantes inorgánicos en el agua destinada al consumo humano requiere, en la mayor parte de los casos, de un tratamiento complementario además del tratamiento con las tecnologías ya descriptas.

En función de la forma en que se encuentre una sal en el agua a ser tratada, ésta podrá o no requerir de un tratamiento específico para la formación de un precipitado como el uso de oxidantes y pH básico o bien el empleo de resinas de intercambio iónico.

Para cada compuesto inorgánico existe un valor de pH que optimiza la formación del precipitado, en general, para valores de entre 9 y 10 la remoción es elevada.

En los casos en que la formación de precipitados y su posterior remoción por sedimentación y filtración no es suficiente, se hace necesario recurrir al empleo de otros procesos tales como: coagulación, destilación, ósmosis inversa, electrodiálisis e intercambio iónico*.

A continuación se presentan los siguientes métodos de tratamiento considerados eficientes para la remoción de algunos parámetros críticos:

a) Arsénico – como As^{3+} :

Coagulación : con sulfato férrico ($6 \leq pH \leq 8$); con sulfato de aluminio ($6 \leq pH \leq 7$);

* Procesos descriptos en el Capítulo VII-16 Tratamientos especiales de la Fundamentación.

exceso de cal u oxidación.

- b) Arsénico – como As^{5+} :
Idem anterior excepto la oxidación.
- c) Bario:
Exceso de cal ($10 \leq \text{pH} \leq 11$) o intercambio iónico.
- d) Cadmio:
Coagulación con sulfato férrico ($\text{pH} \geq 8$); exceso de cal.
- e) Cromo – como Cr^{3+} :
Coagulación con sulfato férrico ($6 \leq \text{pH} \leq 9$); coagulación con sulfato de aluminio ($6 \leq \text{pH} \leq 8$) o exceso de cal.
- f) Cromo – como Cr^{6+} :
Intercambio iónico con alúmina activada o carbón vegetal.
- g) Plomo:
Coagulación con sulfato férrico ($6 \leq \text{pH} \leq 8$); coagulación con sulfato de aluminio ($6 \leq \text{pH} \leq 8$) o exceso de cal.
- h) Mercurio:
Coagulación con sulfato férrico ($7 \leq \text{pH} \leq 8$).
- i) Nitrato:
Intercambio iónico
- j) Selenio – como Se^{4+} :
Coagulación con sulfato férrico ($6 \leq \text{pH} \leq 7$); intercambio iónico.
- k) Selenio – como Se^{6+} :
Intercambio iónico u ósmosis inversa.
- l) Flúor – como F^-
Intercambio iónico – Ósmosis inversa.
Lecho de hueso desengrasado y molido (componente activo: Fosfato tricálcico)

5.3.5.1. Potabilización de Agua de Alta Salinidad Mediante Energía Solar

Este método, en la República Argentina, no ha salido aún de su etapa experimental, a pesar de las ventajas que ofrece la posibilidad de ahorrar significativas cantidades de energía convencional, en especial en aquellas regiones donde ésta es particularmente escasa y por lo tanto, de alto costo.

En uno de los esquemas más aceptados por la tecnología puesta en práctica en el país se puede observar claramente el principio de funcionamiento de un destilador solar.

Este consiste en la aplicación del efecto invernadero a un dispositivo compuesto por un soporte de hormigón armado que contiene un panel inclinado formado por dos semicaños de asbesto cemento, uno en la parte superior y otro en la inferior del mismo. Sirven de

soporte a: un caño ranurado de asbesto cemento, de alimentación de agua cruda donde se halla ubicada una boca de entrada del agua cruda, en la parte superior.

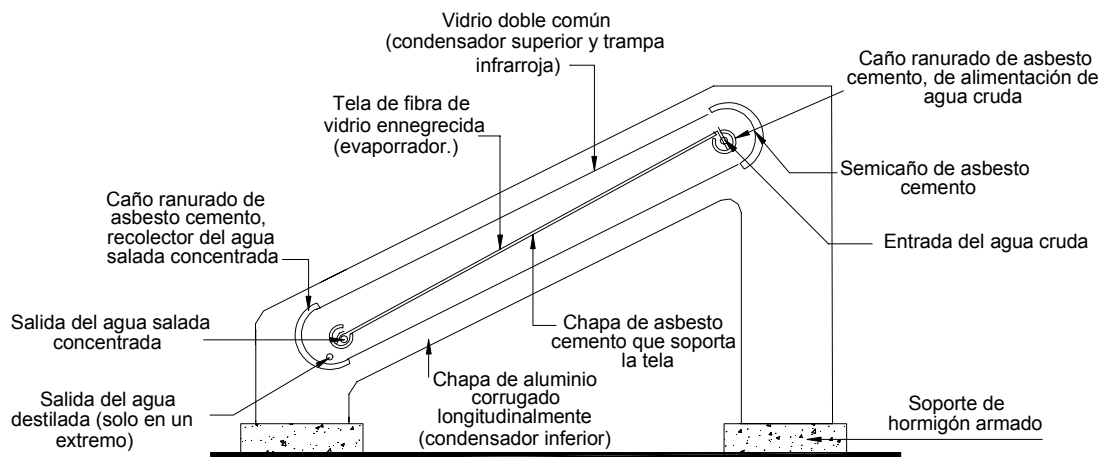


Figura 20. Esquema de un destilador solar

Apoyado en ambos semicaños (superior e inferior) se encuentra una lámina de vidrio doble común que funciona como condensador superior y además trampa infrarroja.

Inmediatamente y paralela a la lámina de vidrio y por debajo de ella dejando entre las mismas una cámara de evaporación se halla una tela de fibra de vidrio ennegrecida que funciona como evaporador. Esta tela se apoya sobre una chapa de asbesto cemento.

El agua que escurre por la tela ennegrecida es colectada en el extremo inferior por un caño ranurado de asbesto cemento (análogo al superior) en donde se ubica la salida del agua salada concentrada.

El dispositivo general se completa con una chapa de aluminio corrugado longitudinalmente, apoyado en los bordes inferiores de los semicaños superior e inferior, paralelamente a la lámina de vidrio doble, con la función de condensador inferior.

Por último, en el extremo inferior del panel así descrito se ubica la salida del agua destilada producida. (**Figura 20.**).

Esta agua destilada es almacenada en tanques y/o cisternas y luego es mezclada con agua cruda hasta la obtención de un agua potable cuyos parámetros físico-químicos se encuentran dentro de valores aceptables para las Normas vigentes.

Los rendimientos diarios de los sistemas de destiladores solares oscilan entre 0,3 a 0,7 (30% al 70%) del agua cruda de alimentación según sus características físicas. Para un valor de calor de evaporación - condensación del agua de 570 Kcal/Kg propio de las temperaturas de trabajo que corrientemente se emplean, se obtienen del orden de 2 a 5 Kg. de agua destilada por m². Una planta tipo de 100 m² produce entonces de 200 a 500 Kg. de agua destilada por día.

Este método es de particular utilidad para la reducción de contenidos salinos en general y particularmente de parámetros tales como flúor, arsénico, vanadio, nitratos y otros.

El esquema de funcionamiento de un sistema de potabilización por destilación mediante energía solar puede resumirse como se indica en la **Figura 21**.

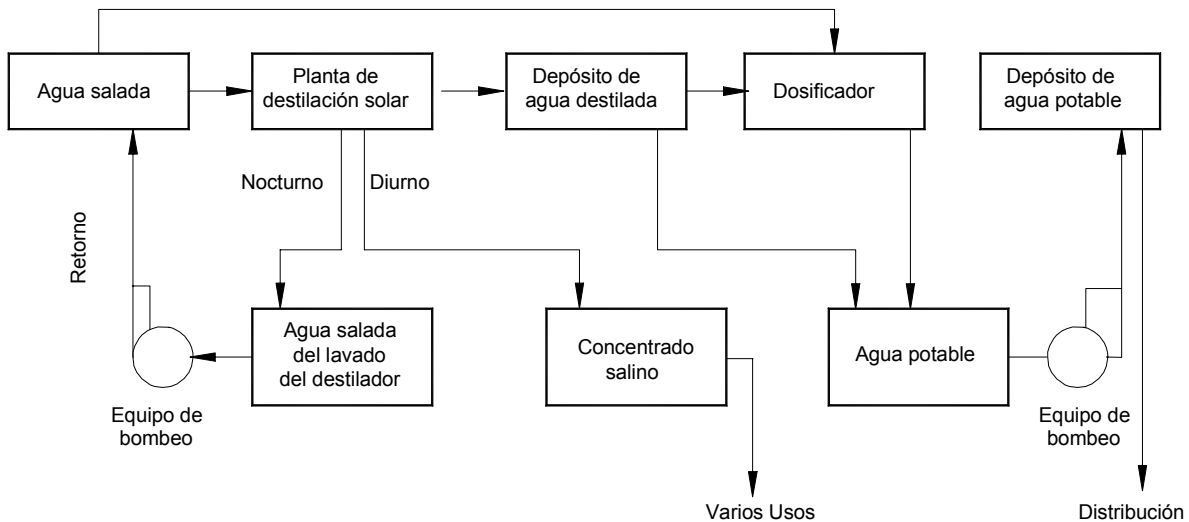


Figura 21. Esquema de funcionamiento de un sistema de destilación solar

La expresión matemática del rendimiento es:

$$\eta \text{ (\%)} = \frac{P \left(Kg / m^2 \text{ día} \right) \cdot 4,18 \cdot 590 \left(Kjoule / Kg \right) \cdot 100}{R \left(Kjoule / m^2 \cdot \text{día} \right)}$$

Donde:

η : eficiencia

P : producción de la planta

R : radiación solar

4,18 = factor de conversión de Kcal a Kjoule

590 = Constante

100 = para que η dé en %

Como ejemplo se muestra la siguiente tabla que ilustra sobre el funcionamiento de un sistema como el arriba descripto. (**Tabla 8**).

Ensayos \ Tipo de Agua	Agua Cruda (Dic/Mar)	Agua Destilada (Dic/Mar)	Agua Potable (Dic/Mar) (1)	Agua Salada Concentrada (Marzo)	Agua Potable de San Miguel (2)
Conductividad (µmhos)	3955	236	1270	4100	855
Salinidad (0/00)	2,4	0,2	0,7	2,6	0,6
Dureza Tot. (ppm)	593	34	143	654	94
Dureza Ca. (ppm)	502	29	118	584	55
Dureza Mg. (ppm)	91	5	25	70	39
Cloruros (ppm)	706	30	178	780	18
Sulfatos (ppm)	300	25	100	325
Cloro Residual (ppm)	<0,2	<0,2	0,2	<0,2	0,2
Amoniaco (ppm)	<1	<1	<1	<1	<1
Alcalinidad Hidrato (ppm)	0	0	0	0	0
Alcalinidad Fenolftaleina (ppm)	0	7	0	0	0
Alcalinidad Total (ppm)	70	30	40	61	0
Nitratos (ppm)	13,2	0	0	0
Dióxido de Carbono (ppm)	3,5	0	1,5	2,5

(1) Agua Potable: agua obtenida como resultante del proceso de evaporación.

(2) Agua Potable de San Miguel: agua potable del lugar de la experiencia tomada como referencia.

Tabla 8. Resultados típicos obtenidos en una planta de destilación solar

5.3.5.2. Potabilización de Agua de Alta Salinidad Mediante Ósmosis Inversa*

El empleo de instalaciones de ósmosis inversa se indica cuando se está frente a fuentes de provisión de agua con un alto contenido salino.

* El tema es tratado en detalle en el Capítulo VII – 16 Tratamientos Especiales de la Fundamentación. Además, se presenta en un Proyecto Típico de planta de Ósmosis Inversa.

Para comprender el funcionamiento de los equipos que funcionan en base a este principio, se debe tener en cuenta que la osmosis es un fenómeno físico-químico en base al cual, dos soluciones de distinta concentración salina separadas por una membrana semipermeable, generan una transferencia de solvente desde la de menor concentración a la de mayor concentración hasta alcanzar el equilibrio entre ambas.

En razón de lo antedicho se produce una presión que se denomina osmótica y que equivale a la acción de una fuerza externa que, aplicada al sistema, permite detener el pasaje de solvente a través de la membrana.

Ahora bien, si a la solución de mayor concentración se le aplica una determinada presión, el flujo de solvente se llega a detener. Al valor de la presión así aplicada se lo denomina “presión osmótica aparente”. Si se continúa aumentando la presión aplicada, a partir de este valor, el solvente comienza a fluir en sentido contrario; este fenómeno es el que recibe el nombre de ósmosis inversa.

La capacidad de transporte de solvente de la ósmosis inversa está en función de la presión externa aplicada, de la presión osmótica aparente y del área de la membrana presurizada.

Las plantas potabilizadoras que funcionan en base a este principio presentan una notable eficiencia llegando a alcanzar valores de abatimiento del orden del 92 % al 99 % de eliminación de las sales disueltas en el agua, reteniendo además materia en suspensión, sólidos orgánicos disueltos, bacterias y virus. Debe tenerse en cuenta que la calidad del agua producida es función directa de la calidad del agua de entrada.

En general las plantas de ósmosis inversa constan de tubos de presión que contienen membranas de acetato de celulosa o poliamida que son dispuestas en serie o en paralelo, a la vez que una bomba a pistón suministra la presión necesaria para el proceso.

Normalmente el agua de salida de una planta de este tipo, tiene una calidad superior a la exigida por las Normas de Calidad vigentes, por lo cual se efectúa un mezclado con agua cruda en la proporción de 30 % de agua subterránea cruda y 70 % de agua tratada con lo que se consigue reducir costos de producción.

En lo que se refiere a la fuente de alimentación del agua a tratar, ésta debe ser confiable, esto es, no arrastrar elementos en suspensión, particularmente: sílice, a causa del deterioro que la misma es capaz de ocasionar a las membranas, cuando se halla en solución.

Las etapas que componen el proceso son las siguientes:

- Alimentación: Parte del caudal captado se bombea a presión mediante la utilización de bombas centrífugas hacia la planta de ósmosis. El resto se almacena para ser utilizada como agua de mezclado.
- Pretratamiento: Consiste en un ajuste del pH, entre 5 y 6, para evitar la precipitación de los carbonatos y la adición de compuestos químicos inhibidores de la precipitación de sales poco solubles, con el objeto de proteger las membranas.

- **Microfiltración:** Tiene el propósito de retener los sólidos en suspensión mediante unidades filtrantes de malla de acero inoxidable en general de 25 micrones de abertura. Esta instalación resulta imprescindible en los procesos de ósmosis inversa.
- **Presurización:** Se logra suministrando, al agua a tratar, energía en forma de presión mediante el empleo de bombas al efecto, dispuestas en equipos instalados en paralelo. Los valores de las presiones nominales de trabajo son del orden de los 30 kg/cm².
- **Permeado:** El agua de alimentación una vez presurizada ingresa a los tubos de presión separándose en dos flujos; el permeado o agua desalinizada que se envía a la etapa de postratamiento y el concentrado que se elimina por el desagüe.
- **Postratamiento:** Consiste en un ajuste del pH hasta llevarlo a valores del orden de 7 hasta cerca de 8, de modo que el líquido no sea agresivo para las instalaciones.
- **Mezcla:** La baja salinidad del agua producida hace posible efectuar una mezcla con agua cruda que permite resalinizar el agua hasta alcanzar los valores permitidos por las normas de calidad y que tiene un efecto directo sobre los costos de producción, permitiendo un abaratamiento del proceso.

6. ABASTECIMIENTO MEDIANTE SURTIDORES O GRIFOS PÚBLICOS

6.1. INTRODUCCIÓN

El suministro de agua segura y en cantidad suficiente y el saneamiento son imprescindibles para la promoción de la salud y el desarrollo socio-económico, lo que ha llevado a los organismos responsables de la Salud Pública y el planeamiento de las obras de infraestructura de los estados a establecer políticas y fijar metas tendientes a proporcionar a todas las personas un abastecimiento adecuado de agua potable y de disposición sanitaria de la excreta.

Sin embargo, en muchos casos, el costo de los servicios es un limitante al logro de tales objetivos.

Toda comunidad desea contar con un sistema de conexiones domiciliarias, pero esto no está al alcance de todos los usuarios, en especial en las áreas rurales donde la población se encuentra dispersa en un área dilatada con baja densidad demográfica y gran distancias entre las viviendas y en áreas marginales de grandes ciudades donde la población cuenta con bajos ingresos y viviendas sin instalaciones adecuadas. Ambas situaciones tornan no factible, dada la imposibilidad de su financiación un sistema de abastecimiento mediante conexiones domiciliarias

Para muchas de estas localidades la solución más accesible y realista, y al mismo tiempo aceptable desde el punto de vista técnico es disponer de un sistema de abastecimiento mediante surtidores o grifos públicos.

Es indudable que esta solución no satisface plenamente las exigencias sanitarias, ya que el líquido obtenido en el grifo puede sufrir diferentes contaminaciones antes de su uso en las viviendas, razón por la cual este tipo de instalaciones debe ser acompañado por programas de educación sanitaria que informen a sus usuarios respecto a la forma de transportar, almacenar y utilizar el agua.

Asimismo habrá que considerar que el sistema de abastecimiento de agua debe adecuarse con el patrón socio-cultural de la comunidad (el punto de vista de los usuarios, sus necesidades con respecto al agua, sus costumbres y preferencias) por lo que en las etapas de planificación y diseño se tendrá que tener en cuenta los diversos factores que a menudo influyen notablemente en el uso del agua.

Lo ideal sería establecer un sistema de grifos públicos como paso intermedio previendo que en un plazo determinado pueda transformarse en un abastecimiento mediante conexiones domiciliarias.

6.2. DISEÑO

Se entiende por surtidor, grifo o fuente pública una o varias canillas colocadas sobre un pilar de mampostería u hormigón ubicado en un lugar de libre acceso de la población,

conectadas a un sistema de distribución de agua potable, donde se puede obtener agua para uso doméstico u otros destinos.

De acuerdo con la definición anterior la correcta ubicación de los grifos públicos es una de las condiciones básicas a tener en cuenta en el proyecto a fin de que cumplan con su fin y sean adecuadamente conservados.

En tal sentido, al diseñar un sistema de abastecimiento de agua mediante grifos públicos convendrá tener en cuenta que:

- El acceso razonable a un surtidor puede fijarse como un camino cuya longitud sea inferior a 200 m, sin embargo en algunas zonas rurales distancias mayores podrían ser aceptables.
- Es preferible que la cantidad de personas que utilicen la fuente no sea mayor de 250 y el número de usuarios por canilla o grifo se encuentre entre 25 y 120.
- El volumen de agua que se obtiene de una fuente pública se halla entre 20 y 60 litros por persona por día. El consumo real depende de las costumbres locales, del clima, de la disponibilidad de otras fuentes, del desperdicio previsto de acuerdo a las pautas culturales, etc.
- El período de diseño varía entre 10 y 20 años según las características del área a servir.
- El diseño inicial debería contemplar la instalación de conexiones en los locales destinados a postas sanitarias o centros de salud u otros edificios donde se realicen actividades de interés general de la comunidad. Asimismo, prever en lo posible, un mejoramiento futuro del sistema a través del aumento gradual de conexiones domiciliarias y en consecuencia el mejoramiento del nivel de servicio y de la calidad de vida de la comunidad.
- Muchas veces se comenta que el desperdicio de agua es uno de los principales problemas de las fuentes públicas. Es difícil cuantificar este desperdicio ya que cuando se llenan baldes y recipientes es normal derramar algo de agua. Frecuentemente después de llenar un balde se deja abierto el grifo para llenar el siguiente. Sin embargo, a menudo el desperdicio se debe al descuido de los usuarios o al vandalismo.
- Es imprescindible, por razones sanitarias y estéticas, la instalación de un desagüe eficiente, el más simple consiste en una cámara con reja, debajo de la canilla o próximo a la plataforma. Una posibilidad, en muchas regiones es utilizar el líquido recogido en el desagüe para riego o bebida del ganado, en caso contrario se debe conducir a un pozo absorbente u otra forma de disposición para evitar la formación de charcos y barro en las proximidades del grifo público.

6.3. ELEMENTOS QUE COMPONEN LA INSTALACIÓN

En la **Figura 22** se muestra detalles constructivos de una fuente pública, en general integrada por:

- Plataforma de solado impermeable de 1.00 m como mínimo alrededor del grifo, con pendiente hacia el desagüe. La cota de esta plataforma tendrá que estar sobreelevada respecto al terreno natural.

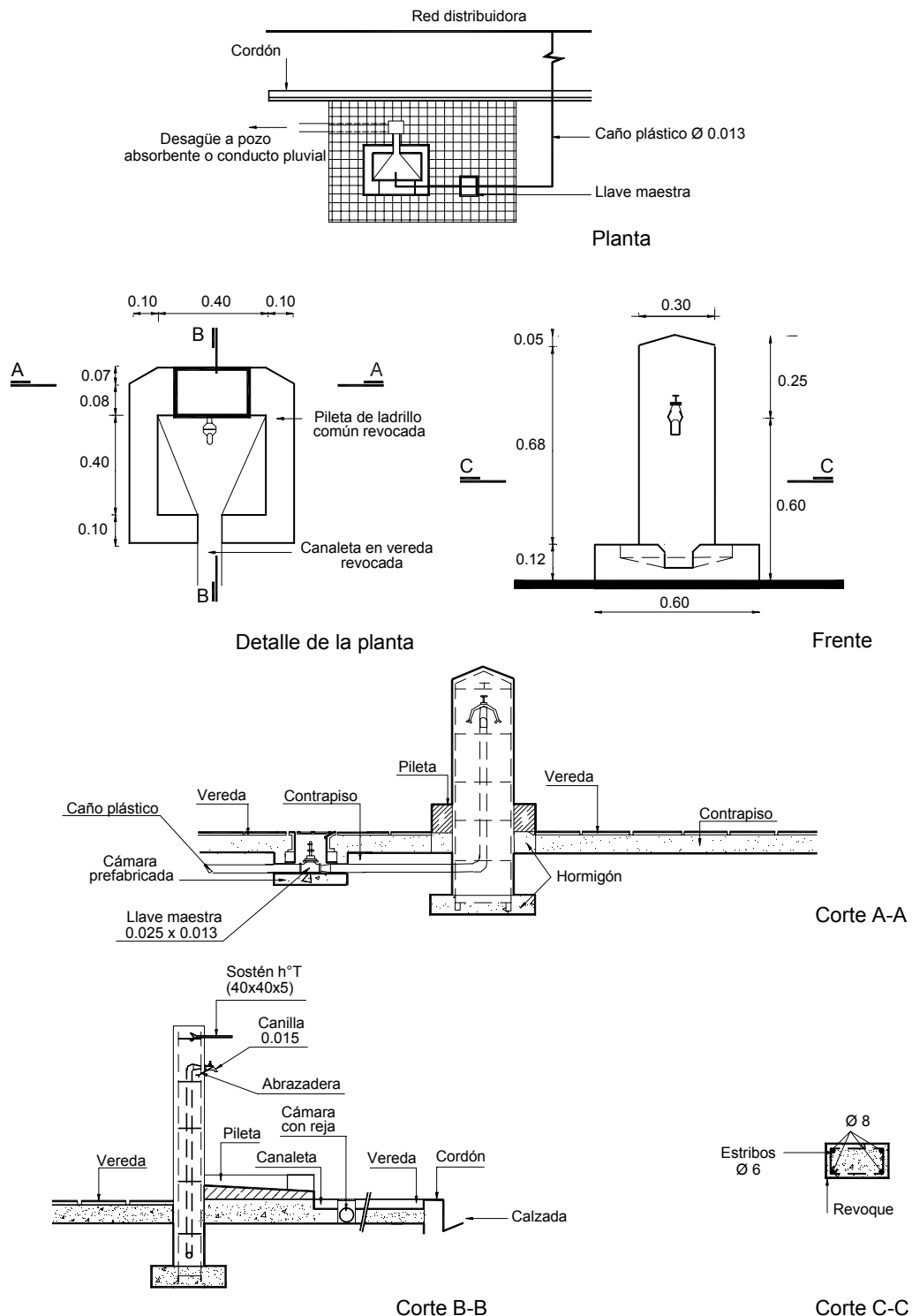


Figura 22. Instalación típica de un grifo público

- Conducto para alejar el agua que caiga sobre la plataforma.
- Estructura de apoyo de las canillas surtidoras hasta 10 ó 20 cm sobre la posición de los grifos.
- Base elevada para apoyar los baldes o recipientes donde se transportará el agua.
- Cañería de conexión entre la red de distribución y el grifo que incluirá una llave maestra en caja con tapa y de considerarlo conveniente un medidor de caudal para control de los gastos.
- Grifo o canilla. Se podrán usar las canillas surtidoras que existen en el mercado, pudiendo protegerlas con una varilla metálica empotrada en la estructura de apoyo para evitar vandalismos y sustituirla en caso que se busque reducir el desperdicio por grifos de tipo intermitente que periódicamente deben ser accionados.
- Sistema de distribución a partir de un tanque elevado o cisterna de reserva.
- Desagüe hacia una canalización pluvial o hacia un pozo de absorción.

6.4. REDES DE GRIFOS PÚBLICOS

Determinado el caudal máximo de descarga de cada fuente es posible efectuar el cálculo hidráulico y dimensionamiento de la red.

6.4.1. Determinación del Diámetro de la Conexión a una Fuente Pública

Expresiones a Utilizar:

Determinación del caudal

Se empleará la siguiente expresión:

$$Q = P \cdot dot \cdot \alpha \cdot \frac{1}{1 - W} \cdot \frac{1}{F} \cdot \frac{1}{8,64 \cdot 10^7} \cdot \frac{1}{1 - ANC} \quad (1)$$

donde:

Q = gasto en [m³/s]

P = población de diseño, depende de la población inicial, de la tasa de crecimiento y del período de diseño [hab]

dot = dotación en [l/hab.día]

α = factor de demanda máxima

W = desperdicio en el llenado de los recipientes

F = eficiencia del grifo (ver definición más adelante)

ANC = agua no contabilizada

Pérdida de Energía

$$J_{Total} = J_{Conducción} + J_{Localizada} \quad (2)$$

Pérdidas de carga por Conducción

$$J_{conducción} = \frac{8}{\pi^2 g} f \frac{Q^2}{D^5} L \quad (3)$$

donde:

J = pérdida de energía en [m]

f = factor de fricción

Q = gasto en [m³/s]

L = longitud en [m]

g = aceleración de la gravedad en [m/s²]

D = diámetro en [m]

Pérdidas de carga localizadas

$$J_{localizada} = \frac{8}{\pi^2 g} K \frac{Q^2}{D^4} \quad (4)$$

donde:

K = sumatoria de los coeficientes de pérdidas de carga localizadas.

Presión en el grifo

La presión en el grifo, ver **Figura 23** se expresa por:

$$h = p_{red} - J_{Total} - (CT_2 + 1,0) \quad (5)$$

donde:

h = presión en el grifo en [m]

CT_1 = cota del terreno en correspondencia con la conexión en la tubería distribuidora en [m]

CT_2 = cota del terreno donde se emplaza la fuente pública [m]

p_{red} = presión dinámica en la tubería distribuidora [m]

J_{Total} = pérdida de energía total [m]

1,00 = elevación del grifo en relación a CT_2 [m]

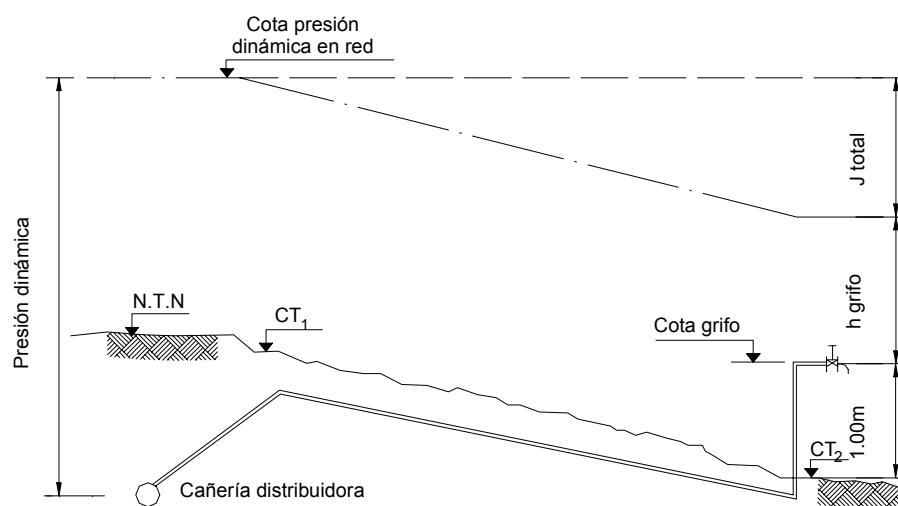


Figura 23. Gráfico de presiones y pérdidas de carga

Caudal erogado por los grifos

Se emplea la expresión. Ver Capítulo XIII “Redes de Distribución” Numeral 6.2.3 de la Fundamentación.

$$Q_G = 3.600.000 \left[\frac{\pi}{4} \sqrt{\frac{2g}{(1+K)}} \right] D^2 \sqrt{h} \quad (6)$$

donde:

Q_G = caudal del grifo en [l/h]

K = sumatoria de las coeficientes de pérdida de carga localizadas

h = presión en el grifo en [m]

D = diámetro en [m]

Grifo de ½"

$$Q_G = 237 \sqrt{h} \quad (7)$$

Grifo de ¾"

$$Q_G = 500 \sqrt{h} \quad (8)$$

6.4.2. Consignas de Diseño

Población por fuente pública

Se adopta una población máxima de 250 habitantes por fuente pública.

Dotación

Se establece una dotación comprendida entre 20 y 60 l/hab. día

Valor normal a adoptar 40 l/hab. día

Factor de demanda máxima

Representa la relación entre la demanda máxima y la promedio.

Su valor se establece entre 2 y 6.

Valor adoptado 5.

Desperdicio

Dado que los usuarios derraman parte del agua en ocasión del llenado de los recipientes, se adopta un factor que tenga en cuenta esta circunstancia.

Sus valores usualmente están comprendidos entre 0,1 y 0,4.

Con un buen programa de educación comunitaria puede adoptarse como valor normal 0,10.

Agua no contabilizada

Como tal se denomina la suma de pérdidas y fugas en el sistema de distribución antes del grifo. Puede determinarse con suficiente exactitud en el caso de contar con medidores instalados en los puntos de ingreso del agua a la red de distribución (salida de la planta de potabilización, bajada del tanque, impulsiones a la red, etc.) y micromedidores en las conexiones domiciliarias y en los grifos públicos.

En caso contrario se lo puede estimar en función de la antigüedad de la instalación, material de la red y eficiencia del mantenimiento como pautas principales para su evaluación.

En primera aproximación se puede fijar en el 20 % el agua no contabilizada con respecto al agua producida.

Eficiencia del grifo

En razón que el gasto que eroga un grifo es función de la carga en metros de columna de agua en el mismo y que esta no se mantiene constante es necesario considerar un factor de eficiencia, el que además considera que entre la apertura y el cierre el gasto tampoco es constante. Depende del tipo de grifo, con un valor de prácticamente 1,00 para los grifos de cierre a bola con apertura de un cuarto de vuelta y 0,8 a 0,9 para los a giro mediante rosca y varias vueltas en el cierre o apertura.

Siendo en general este último tipo el de instalación más común en nuestro país se sugiere para la eficiencia del grifo adoptar 0,9.

Máxima cantidad de personas a abastecer por grifo

Se establece su máximo en 125.

Máxima distancia a la fuente pública

Se establece en 200 metros como máximo para las áreas de densidad normal (no más de 80 habitantes/ha), pudiendo, como excepción, adoptarse distancias mayores en zonas escasamente pobladas.

Ejemplo

Datos

Población	205 hab
Dotación	40 l / hab. Día
Factor de demanda máxima	5
Desperdicio	0,10
Eficiencia del grifo	0,90
Cotas del terreno en la red	100,00 m
Cotas de terreno en la fuente pública	105,00 m
Presión en la red	15,00 m
Distancia conexión – fuente pública	300,00 m
Rugosidad PEAD	0,020 mm
Pérdida localizadas (7 codos 90°, 0,30 c/u)	2,10

Agua no contabilizada

0,20

Cálculo

$$Q = 205 \cdot 40 \cdot 5 \cdot \frac{1}{1-0,10} \cdot \frac{1}{0,9} \cdot \frac{1}{8,64 \cdot 10^7} \cdot \frac{1}{1-0,20}$$

$$Q = 0,000734 \text{ m}^3 / \text{s} = 2642 \text{ l/h}$$

1° iteración

DN 16

DI = 11,40 mm

$$h = 100,00 + 15,00 - (105,00 + 1,00) - J_{\text{Total}}$$

$$J_{\text{Total}} = 1.739,21 + 5,54 = 1.744,75 \text{ m}$$

$$h = 9,00 - J_{\text{Total}} = 9,00 - 1.744,75 = -1.735,75 \text{ m}$$

No cumple

2° iteración

DN 20

DI = 15,40 mm

$$J_{\text{Total}} = 380,05 + 1,66 = 381,71$$

$$h = 9,00 - 381,71 = -372,71$$

No cumple

3° iteración

DN 25

DI = 20,40 mm

$$J = 93,63 + 0,54 = 94,17 \text{ m}$$

$$h = 9,00 - 94,17 = -85,17 \text{ m}$$

No cumple

4° iteración

DN 32

DI = 26,20 mm

$$J_{\text{Total}} = 27,34 + 0,19 = 27,53 \text{ m}$$

$$h = 9,00 - 27,53 = -18,53 \text{ m}$$

No cumple

5° iteración

DN 40

DI = 32,60 mm

$$J_{\text{Total}} = 9,42 + 0,09 = 9,51 \text{ m}$$

$$h = 9,00 - 9,51 = -0,51 \text{ m}$$

No cumple

6° iteración DN 50 DI = 40,80 mm

$$J_{\text{Total}} = 3,18 + 0,04 = 3,22 \text{ m}$$

$$h = 9,00 - 3,22 = -5,78 \text{ m}$$

Cumple

Caudal del grifo ½"

$$Q = 237 \sqrt{h} = 237 \sqrt{5,78}$$

$$Q = 570 \text{ l / h}$$

Cantidad de grifos

$$\text{cant. grifos} = \frac{2642}{570} = 4,64 > 4$$

No cumple

Caudal del grifo ¾"

$$Q = 500 \sqrt{h} = 500 \sqrt{5,78}$$

$$Q = 1202 \text{ l / h}$$

$$\text{cant. grifos} = \frac{2642}{1202} = 2,20$$

$$\text{cant. grifos} = \frac{205}{125} = 1,64$$

se adopta la mayor = 2,20

Resultado

DN grifo	19 mm
Presión en el grifo	5,78 m
Cantidad de grifos	3
Caudal máximo por grifo	1202 l / h

7. PANEL SANITARIO

Si bien este elemento forma parte de las instalaciones internas se recomienda que en todo plan de provisión de agua a nivel rural se prevea su promoción conjuntamente con el del abastecimiento central de agua. El agregado del panel sanitario a la vivienda potencia los beneficios que significa el mero servicio de agua para el que la vivienda rural no estaba preparada.

El panel sanitario es una alternativa válida de aplicar en aquellos planes de vivienda a ejecutarse por esfuerzo propio y ayuda mutua.

Permite que el mismo beneficiario, sin conocimientos técnicos especializados, construya el núcleo sanitario (baño - cocina) definitivo alrededor del cual desarrollará su vivienda.

Su principal característica, la de armado “in situ”, favorecida por la sencillez de su conformación, hace que el mismo pueda ser armado o construido en serie en talleres centrales de “prearmado” que luego se distribuirá a las áreas donde se prevean planes de vivienda y/o ampliación de servicios de provisión de agua.

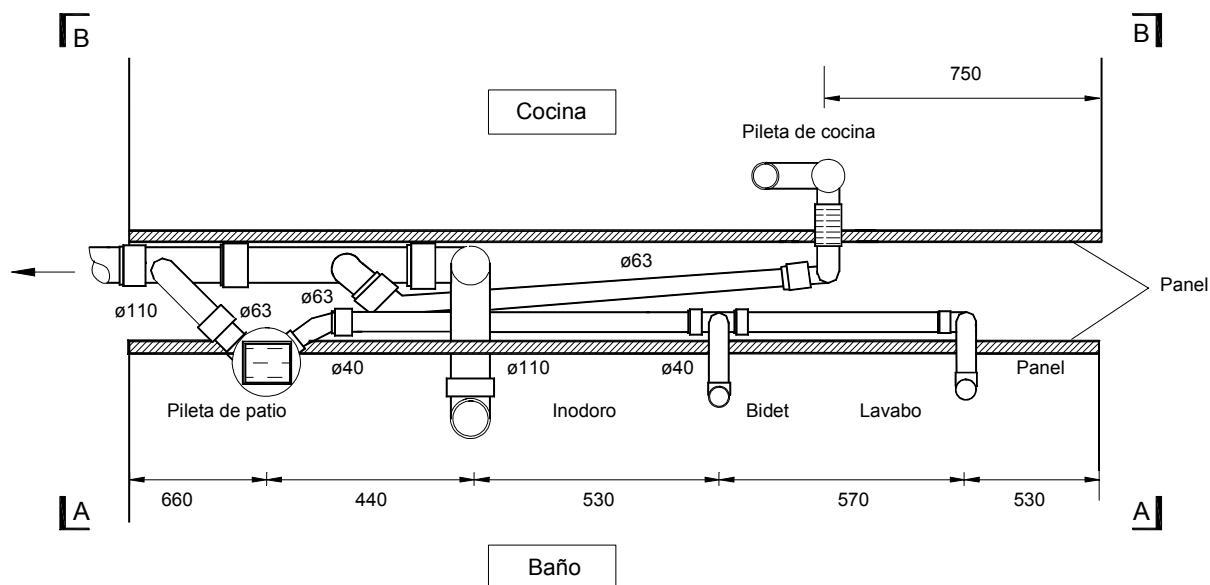
El ámbito rural, tal vez el más desprotegido en cuanto a medidas de saneamiento se refiere, permitiría una aplicación intensiva del panel, pues permitiría solucionar uno de los mayores inconvenientes como lo es la provisión de mano de obra de plomería difícil de encontrar en ese medio.

Por su diseño el panel sanitario se adapta a diferentes tipos de construcción ya que el usuario puede darle la determinación que considere más conveniente.

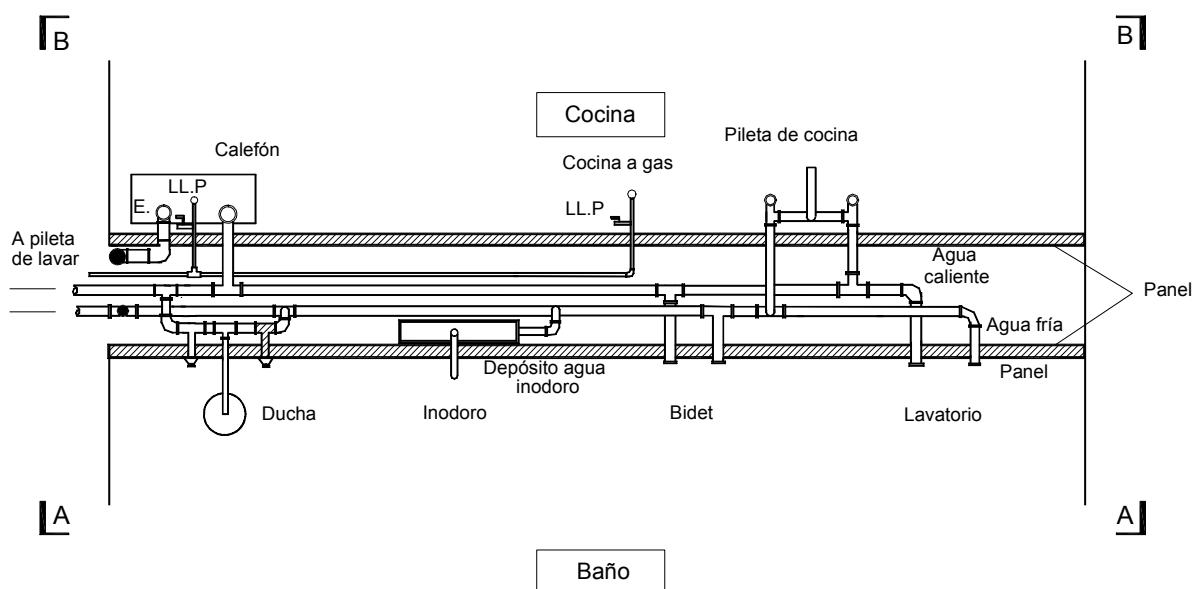
Entre sus características podemos mencionar:

- Fácil construcción.
- Posibilidad de fabricación en serie.
- Posibilidad de prearmado en taller.
- Posibilidad de armado en terreno sin necesidad de mano de obra especializada.
- Cubierta desmontable que permite la observación y reparación.
- Revestimiento de cubierta de acuerdo a la terminación que el propietario crea conveniente.

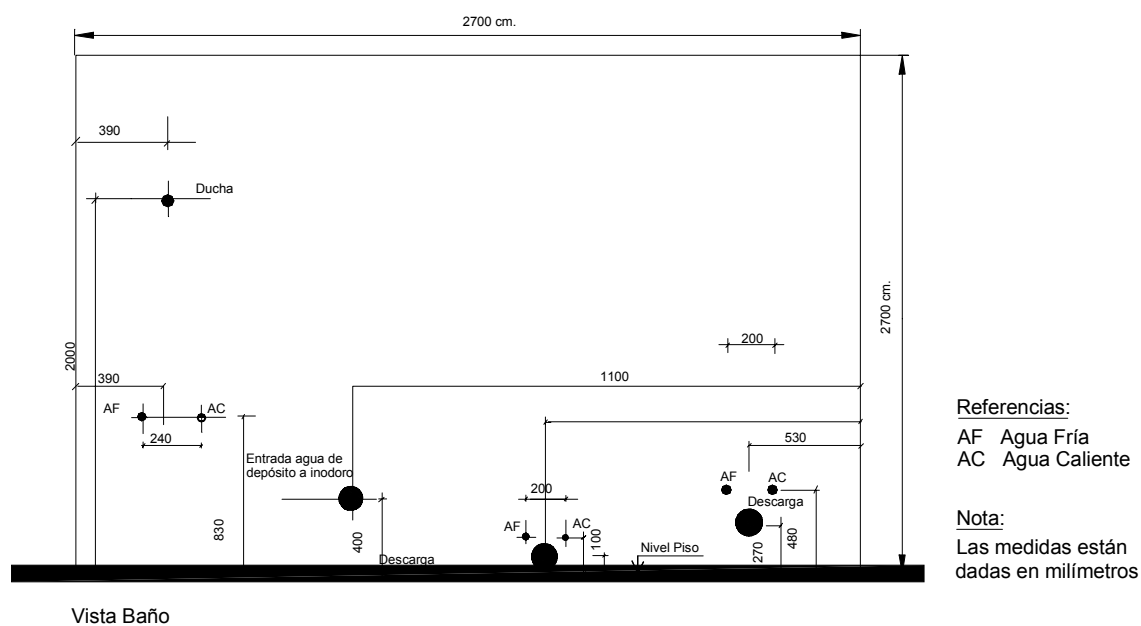
En la **Figura 24** a, b, c y d se muestran planos tipo de paneles sanitarios: Plantas, cortes y vistas.



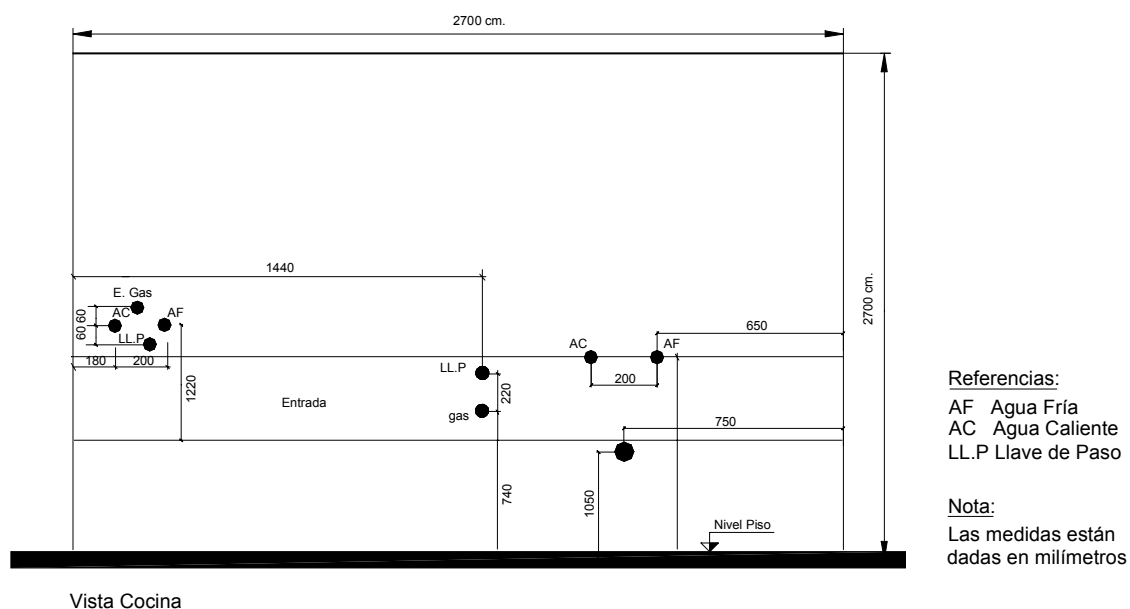
a) Planta de cañerías de desagüe



b) Planta de cañerías de alimentación



b) Vista A-A baño



d) Vista B-B cocina

Figura 24. Panel sanitario. Plantas y vistas

8. DESINFECCION DEL AGUA DE CONSUMO HUMANO PARA PEQUEÑAS COMUNIDADES RURALES*

Los sistemas de tratamiento y potabilización destinados al abastecimiento de agua de consumo, culminan sus respectivos procesos, en todos los casos desde los mas simples a los mas complejos, cualquiera sea la modalidad tecnológica que se haya empleado para la potabilización del agua obtenida o aún en el caso en que no se instalen procesos de potabilización, en una etapa de desinfección, la que se describe a continuación.

8.1. GENERALIDADES

El principal motivo de desinfección de las aguas destinadas a la bebida y al consumo humano es en general asegurar la destrucción o inactivación de los agentes patógenos generadores de enfermedades de origen hídrico.

La desinfección de los abastecimientos comunitarios e individuales es una medida esencial de salud publica que data de principios del siglo XX.

La desinfección deficiente de los abastecimientos de agua potable constituye uno de los problemas mas graves que afectan a la salud de los residentes de pequeños pueblos, zonas rurales y zonas urbanas marginales y que puede resolverse con inversiones relativamente pequeñas.

La mayoría de los desinfectantes empleados en los abastecimientos de agua pueden agruparse bajo los siguientes categorías:

- Oxidantes químicos (Cl_2 , I_2 , O_3 , etc.).
- Radiación ultravioleta (U.V.).
- Iones metálicos (Ag).
- Calor (ebullición).

La incorporación de un sistema de desinfección a un determinado proceso de potabilización y abastecimiento de agua potable, depende de distintas variables y condiciones que le son propias y que abarcan una amplia gama de posibilidades que van desde lo técnico hasta lo económico y desde lo humano a lo ambiental y geográfico.

Las variables más comunes son las siguientes:

- Requisitos de energía (Disponibilidad).
- Requisitos de instalación (Facilidades).
- Operación y mantenimiento (Personal idóneo y repuestos).

* Los aspectos referidos a desinfección del agua se analizan en detalle en el Capítulo X Desinfección de la Fundamentación.

- Seguridad (Relativo a la confiabilidad de los equipos).
- Costo.

Se describen a continuación los sistemas de desinfección mediante clorógenos, que son los más utilizados en pequeñas instalaciones.

8.2. DISPOSITIVOS DE DOSIFICACIÓN DE HIPOCLORITO

Dentro de la variada gama de posibilidades que existen, tanto en la oferta del mercado como en la construcción local de dispositivos que funcionan satisfactoriamente, se presentan a continuación las variantes que, por sus características, se ajustan mas adecuadamente a la situación de las poblaciones rurales a saber:

8.2.1. Hipoclorador de Bomba de Diafragma

Este dispositivo emplea una bomba de diafragma de desplazamiento positivo. El diafragma, ubicado en un cabezal, se halla vinculado a un excéntrico por medio de una biela o pistón. Con cada recorrido de la biela el diafragma flexible bombea la solución de hipoclorito en un sentido unidireccional, hacia el punto de inyección de la dosificación, esto se logra mediante el accionar de un sistema de válvulas ubicadas a la entrada y salida del cabezal que se abren y cierran alternativamente según puede apreciarse en la **Figura 25**.

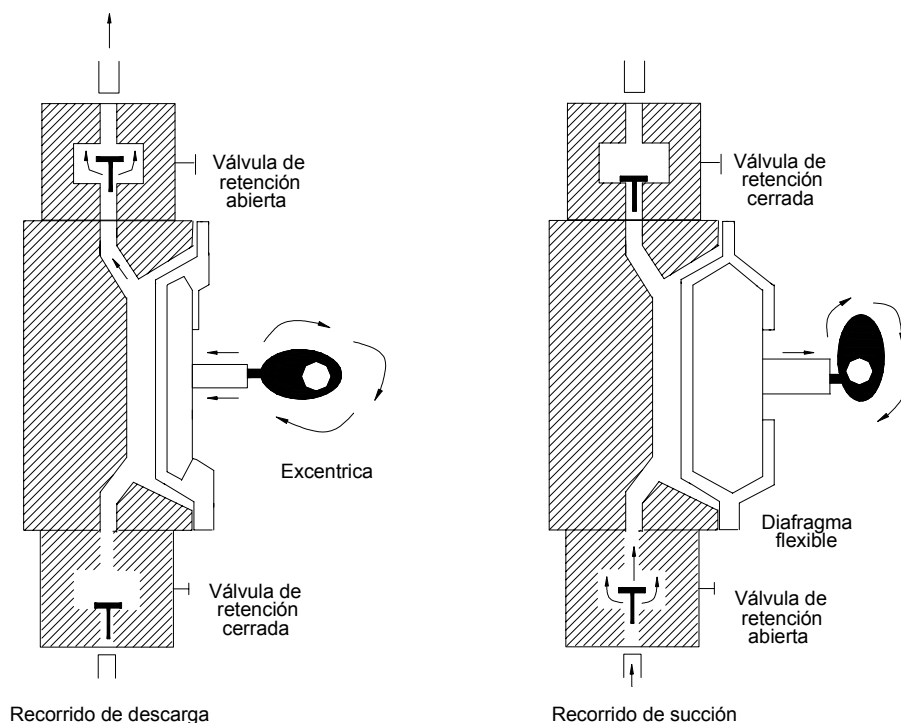


Figura 25. Recorrido de succión y recorrido de descarga

El método más común de accionamiento de este tipo de dosificador es a través de un motor eléctrico cuya potencia puede oscilar entre $\frac{1}{4}$ a $\frac{3}{4}$ HP.

El caudal de estas bombas se puede regular, a efectos de ajustar la dosificación, modificando la longitud del recorrido de la biela o bien la frecuencia del bombeo.

La capacidad de esta clase de equipo es amplia, suministrando desde el orden de un litro/hora hasta 200 litros/hora. Dependiendo de la concentración de la solución y la dosificación de cloro deseada pueden desinfectarse caudales de agua de hasta un litro/segundo, con la ventaja principal, sobre la mayoría de otros cloradores de poder introducir la solución directamente en cañerías de agua presurizada hasta con 6 Kg/cm^2 . (Figura 26).

Otra de las ventajas es que el mercado local ofrece una amplia variedad de estos equipos sean de origen nacional o importados.

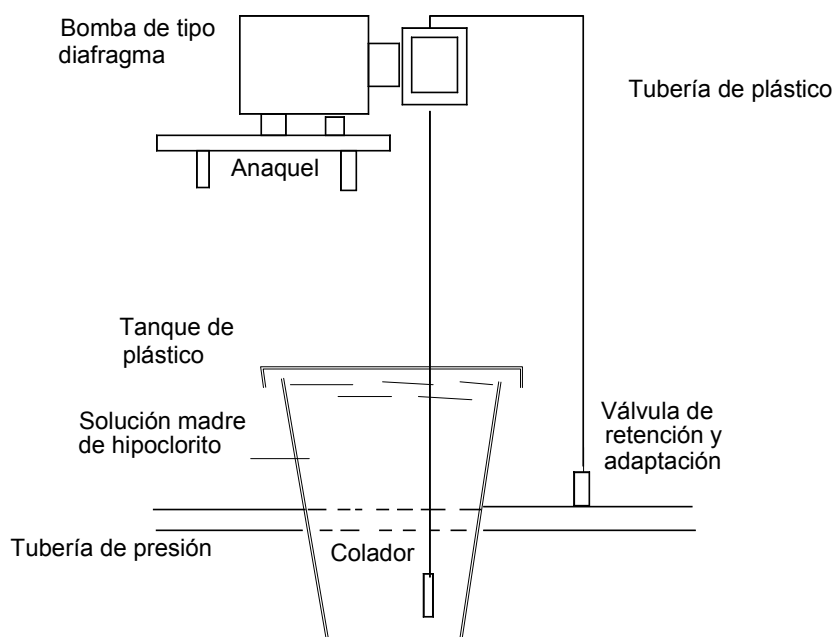


Figura 26. Hipoclorador de diafragma de desplazamiento positivo alimentando una tubería a presión

8.2.2. Hipoclorador de Tipo Venturi

Este tipo de hipoclorador basa su principio de funcionamiento en el vacío creado por el flujo de agua a través de un tubo Venturi que produce la succión de la solución de hipoclorito y la descarga de la misma directamente a la corriente de agua principal. (Figura 27 y Figura 28).

La dosificación, puede variar entre 1 a 25 litros/hora regulándose a través del ajuste de una válvula de agua.

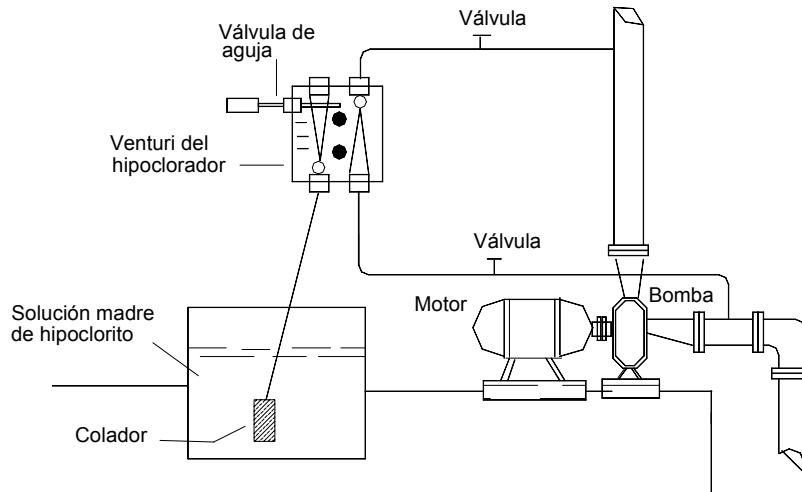


Figura 27. Esquema de una instalación de hipoclorador tipo Venturi

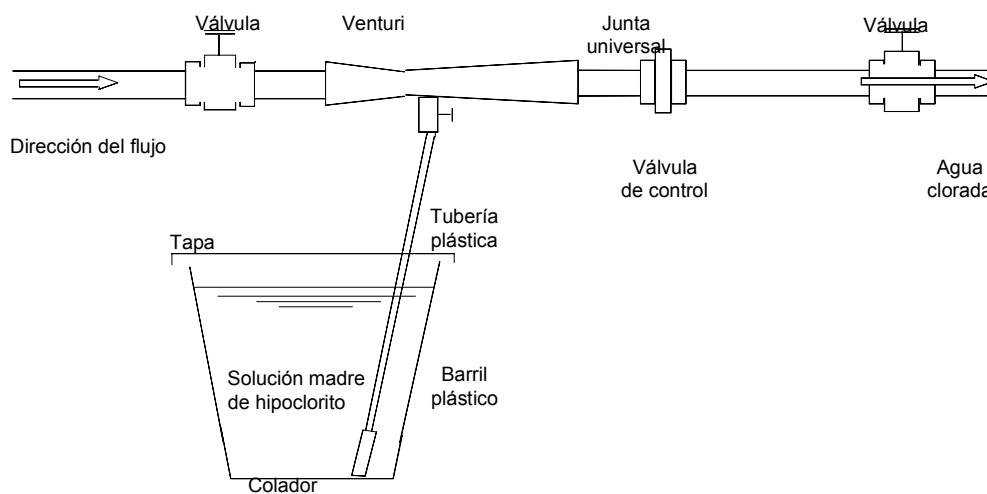


Figura 28. Esquema de una instalación de hipoclorador tipo Venturi

Este tipo de hipoclorador no requiere una fuente de energía separada si existe presión suficiente en el sistema de abastecimiento de agua en el punto de aplicación de la solución de cloro, para producir un flujo de agua adecuado por el Venturi. En otros casos, se necesitaría una fuente de energía eléctrica fiable para bombear una pequeña cantidad de agua a través del Venturi.

Los equipos Venturi no se deben utilizar en condiciones de gran fluctuación del caudal y presión.

8.2.3. Dosificador por Erosión de Tabletas

Los dosificadores por erosión de tabletas utilizan la tasa de solubilidad de los comprimidos de hipoclorito u otro clorógeno que pueda tomar la forma sólida de una pastilla o tableta. (**Figura 29**).

Las tabletas se disuelven gradualmente a una velocidad predeterminada a medida que el agua fluye a su alrededor, para proporcionar la dosificación requerida de cloro. A medida que se van disolviendo las tabletas estas son reemplazadas por otras que generalmente caen por gravedad en la cámara de solución del hipoclorador.

El mecanismo de control de la dosificación es básicamente un ajuste de la profundidad de inmersión de la columna de tabletas. Este mecanismo es sencillo pero requiere de energía mínima que es la energía hidráulica necesaria para que corra el agua a través del dosificador. La descarga del clorador es una solución de agua clorada concentrada que luego pasa a un tanque, una cámara de contacto, un canal abierto o un reservorio según el caso pero nunca a una cañería presurizada.

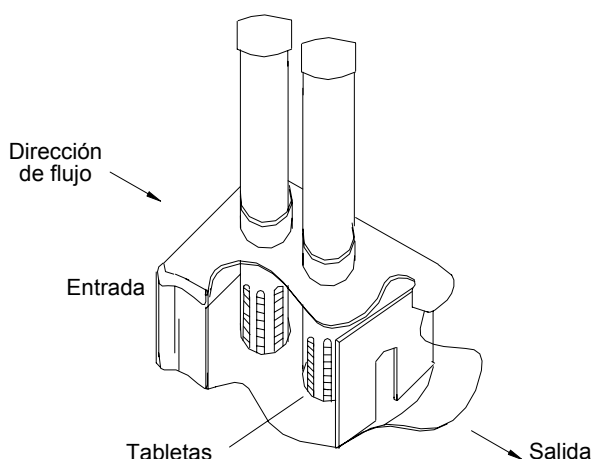


Figura 29. Clorador típico de tabletas de cloro por erosión

8.2.4. Hipoclorador por Gravedad

En general son sencillos y de construcción local.

Están diseñados para suministrar una solución de hipoclorito a una tasa de caudal constante. Se los suele conocer con los nombres de dosificadores de orificio sumergido flotante, plataforma flotante, válvula de boya, dosificador de botella y otros.

Por su efectividad se detalla solamente el primero de ellos. (**Figura 30**).

Este dispositivo consiste básicamente en una boya o flotante fabricado en cañería plástica dotada de orificios por donde ingresará la solución clorada concentrada. La dosificación se puede regular de acuerdo a la profundidad de inmersión y/o el número de orificios sumergidos.

Una vez ajustado esto, como el nivel del agua sobre los orificios es constante, también será constante la dosificación. Este tipo de clorador no requiere fuente de energía externa.

Como el nombre lo indica, su aplicación esta limitada a aquellos casos en que la solución de hipoclorito puede fluir por este principio hacia el sitio de mezcla (canal, cámara de contacto o directamente a un tanque de almacenamiento) debiendo tenerse en cuenta la necesidad de un espacio de aire entre la salida del clorador y el punto de mezcla del hipoclorito para evitar el sifonaje.

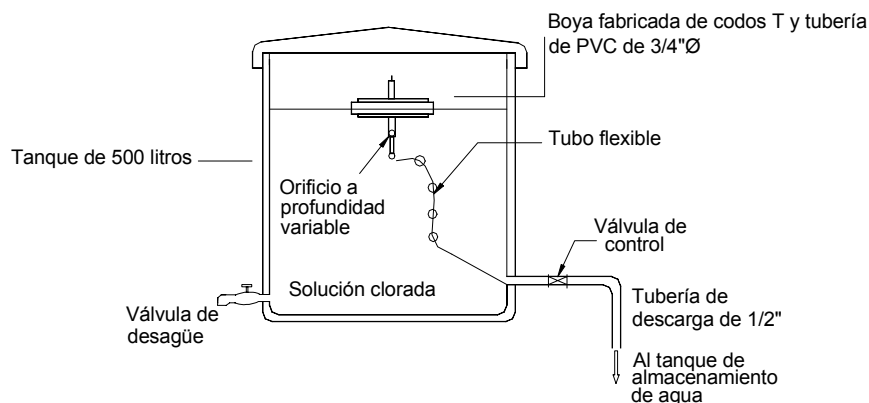


Figura 30. Hipoclorador de orificio sumergido

8.3. USO DE OTROS SISTEMAS DE DESINFECCIÓN NO HABITUALES PARA PEQUEÑAS POBLACIONES

Existen, además de los ya descritos, otros sistemas que, por sus características, complejidad, seguridad y costos no se estiman, salvo criterio del proyectista, como recomendables ante las modalidades que al respecto ofrece la realidad nacional en lo referente a la población rural. Estos sistemas comprenden, entre otras, variantes tales como las que se mencionan a continuación*:

- Generadores de hipoclorito “in situ”.
- Dispositivos de dosificación de cloro gaseoso (Cl_2).

* Estos sistemas se describen en el Capítulo VIII Desinfección de la Fundamentación

- Sistemas de dosificación de ozono (O_3).
- Sistema MOGOD (Mixed Oxidants Generated on Site for Disinfection) en base al empleo de celdas electrolíticas.
- Empleo de radiación ultravioleta (U.V.).
- Sistema de desinfección por iodación (I_2).

8.4. DESINFECCIÓN DOMICILIARIA

El recipiente para colección y/o almacenamiento domiciliario adquiere una importancia decisiva ya que debe prevenir e impedir, en él, la posible recontaminación del agua. Tal es el caso del agua así colectada de abastos individuales o sistemas centralizados a través del uso de grifos públicos.

Las medidas de desinfección sugeridas para estos casos son: hervido del agua en recipientes tapados en no más de tres minutos de ebullición franca o empleo de dosis adecuadas de clorógenos tales como los hipocloritos u otros ofrecidos en el mercado para uso doméstico.

9. PROGRAMA DE CONTROL Y VIGILANCIA

El control y la vigilancia de la calidad de la prestación (cantidad, calidad y continuidad del abastecimiento de agua de consumo) implican un conjunto de acciones que, según sean ejercidos por el mismo ente prestador como por un ente fiscalizador externo, se denomina control o vigilancia, respectivamente.

Para llevarlas a cabo eficientemente se deberá ejecutar un programa de acciones que incluirán:

- Selección de sitios de muestreo para la toma de muestras de distintos tipos según los exámenes a que serán sometidas y a las características del sistema de provisión.
- Confección de un programa de muestreo.
- Realización de análisis de laboratorios.
- Instrumentación de sendos programas de acciones preventivas y correctivas.
- Demarcación de la zona a controlar y/o vigilar.
- Realización de inspecciones sanitarias.
- Colección, elaboración y evaluación de resultados.
- Comunicación de resultados.
- Verificación de la ejecución de acciones preventivas y correctivas.
- Sistema de planillas y formularios a fin de documentar todos y cada uno de los pasos o etapas de control y vigilancia y facilitar la elaboración de datos y la organización de la documentación y de la información.
- Preparación e instrumentación de la estructura logística.
- Alistamiento de los recursos físicos, financieros y humanos.

9.1. CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA CRUDA PARA POBLACIONES NUCLEADAS

Cuando se trata de agua de origen superficial con potabilización a la entrada del establecimiento se deben determinar como rutina las siguientes parámetros: pH, turbiedad y alcalinidad. Todo ello a efecto de ajustar la operación de las distintas unidades de tratamiento.

Ante la eventual presencia o sospecha de compuestos que causen modificaciones en la calidad del agua y puedan constituirse en riesgo tanto para la salud de las personas como para la eficiencia del proceso de tratamiento de potabilización, se deberán realizar los correspondientes exámenes físico-químicos y microbiológicos que sean necesarios.

9.2. CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA DE CONSUMO DE POBLACIONES NUCLEADAS

En el establecimiento potabilizador y a la salida del mismo.

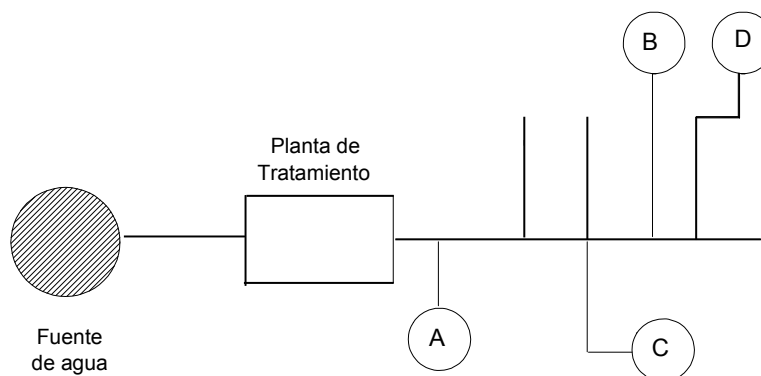
Con el propósito de controlar el proceso de tratamiento se hace necesaria la verificación, dentro del establecimiento potabilizador, entre otros de los siguientes parámetros: pH , turbiedad y alcalinidad. A posteriori de la filtración deberá efectuarse la medición de Cloro Residual.

Previo a la distribución, es decir inmediatamente a la salida de la reserva o tanque elevado deberá determinarse el Cloro Residual y se debe fijar el primer punto de muestreo de agua derivada al consumo.

De este primer punto de muestreo se deben extraer mensualmente o en lapsos más cortos muestras a efectos de realizar el correspondiente análisis bacteriológico.

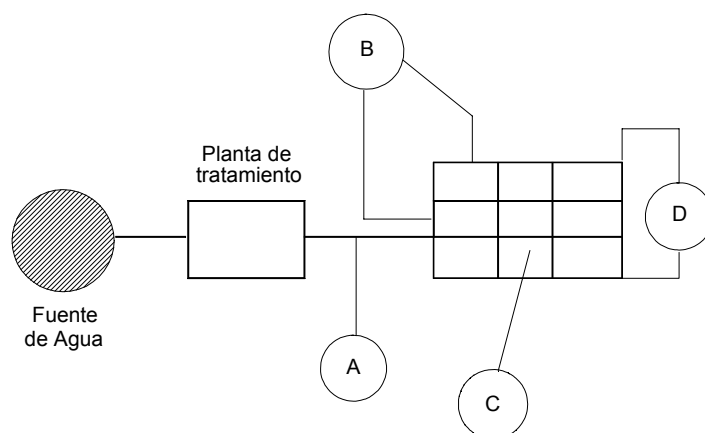
Sobre la red de distribución.

A efectos de controlar la calidad del agua suministrada es necesario fijar puntos de muestreo con una frecuencia mínima mensual en sitios estratégicos de la red. Al punto anterior, (a la salida de la reserva) se debe sumar otro en el punto más alejado de la planta potabilizadora considerado como el más desfavorable con respecto al mantenimiento de las condiciones de potabilidad. Otros puntos de muestreo se deben fijar de acuerdo con las características del sistema de provisión utilizado. En síntesis y como mínimo, los puntos de extracción mensual deben ser los indicados en la **Figura 31, Figura 32 y Figura 33**, para los tres tipos de suministro por red distribuidora: malla abierta, malla cerrada y malla de distribución mixta.



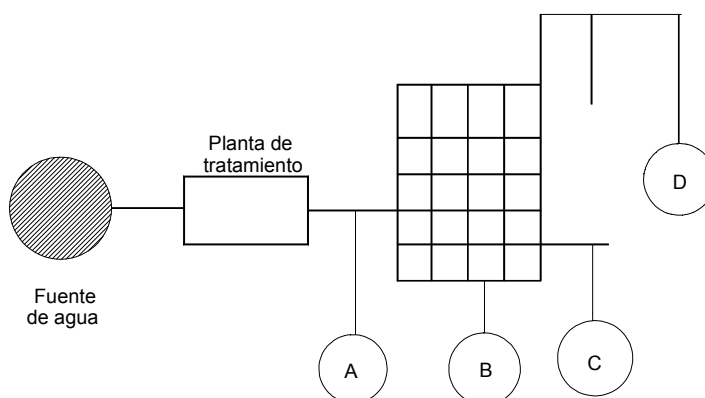
- A: Punto de salida del agua tratada.
- B: Punto representativo en la cañería maestra o circuito principal.
- C: Punto representativo sobre ramales de la cañería principal.
- D: Punto al final del sistema.

Figura 31. Sistema de distribución abierto



- A: Punto de salida del agua potable de la planta de tratamiento.
 B: Punto representativo en el circuito principal.
 C: Puntos del circuito secundario.
 D: Punto mas alejado de la red.

Figura 32. Sistema de distribución cerrado



- A: Punto de salida del agua potable de la planta de tratamiento.
 B: Punto representativo de la calidad del agua en sistema cerrado.
 C: Punto representativo de la calidad de agua en el sistema abierto.
 D: Calidad del agua en el punto mas alejado.

Figura 33. Sistema de distribución mixto

Sobre estos puntos de muestreo se deben ejercer también las acciones de vigilancia por parte de la jurisdicción fiscalizadora.

Con idéntico criterio se deben establecer los puntos de muestreo cuando la fuente de captación sea subterránea o de otro origen. En estos casos la salida del “agua limpia” se entenderá luego de ser sometida a la desinfección y previo a librarla al consumo.

9.3. LABORATORIO DE PLANTA*

Se define como tal a una unidad de laboratorio dedicada a tareas de análisis de agua, en las instalaciones de la planta potabilizadora, constituyéndose como parte integrante y necesaria de la misma.

Su objetivo es llevar a cabo un seguimiento de la marcha del proceso potabilizador de la planta controlando el funcionamiento y operación de las etapas que forman parte del mismo. Para ello se deben obtener los valores de los parámetros físico-químicos que las caracterizan.

Su existencia y/o complejidad está dada en función de la complejidad de las operaciones que se desarrollan en la planta potabilizadora de la cual forma parte.

Si bien es de esperar que sus determinaciones sean fundamentalmente del tipo físico-químico, no deberá descartarse la posibilidad de llegar a efectuarse algún tipo de examen microbiológico, particularmente bacteriológico, mediante métodos de análisis cuya ejecución requiera medios y aparatología sencillos o de baja complejidad.

9.3.1. Instalaciones Básicas

- Recinto: superficie mínima: 9 m².
- Mesada: L = 5 m A= 0,65 m.
- Muebles bajo mesada (puertas y cajones).
- Muebles de tipo colgante.
- Bacha doble con agua fría y caliente.
- Instalaciones de agua fría y caliente.
- Instalación de gas (natural o envasado).
- Calefones o termotanque.
- Iluminación central (cenital).
- Iluminación sobre mesadas.
- Instalación eléctrica protegida (disyuntor y llave térmica).

* En el Capítulo VII-16 de la Fundamentación se describen las características que debe reunir un Laboratorio en una Planta Potabilizadora de mayor complejidad.

- Ubicación de enchufes /tomacorrientes convenientemente dispuestos.
- Idem para picos (salidas) de gas.
- Ventilación adecuada (natural y/o forzada).

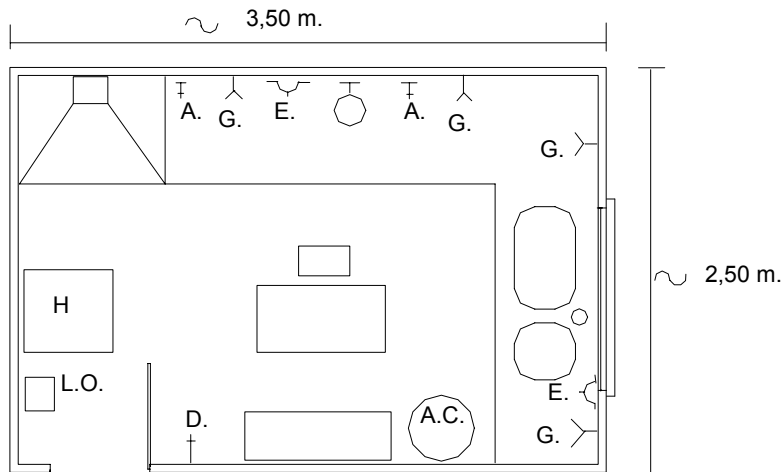


Figura 34 Planta tipo laboratorio mínimo

Referencias:

G : gas.

E : electricidad.

A : armario.

H : heladera.

A : grifo.

D : ducha.

LO: lava ojos.

AC: autoclave.

9.3.2. Instrumental

- Turbidímetro nefelométrico.
- Analizador potenciométrico de electrodos selectivos para determinación de parámetros tales como: pH, F.

- Instrumental para prueba de jarras (Jar-test).
- Comparadores colorimétricos para determinación de cloro residual (Cl_2) según técnica de la DPD (n,N-dietilparafenilendiamina).

9.3.3. Accesorios

- Soporte universal y accesorios.
- Mecheros Bunsen/Mecker.
- Balanza granataria.
- Balanza analítica.
- Material de vidrio (tubos, gradillas, cajas de Petri, pipetas, aforados, etc.).

9.3.4. Toma de Muestras

- Hisopo /soplete para flameado.
- Frascos para bacteriología.
- Frascos para fisico-químico.
- Recipiente para transporte y conservación de las muestras.
- Heladera.
- Estufa de cultivo 35° a 37° y 44°.
- Autoclave (chico/mediano).

9.4. CONTROL DE LA CALIDAD DEL AGUA DE CONSUMO PARA LOS POBLADORES AISLADOS O DISPERSOS

Es necesario establecer una vigilancia sobre la calidad de agua que consumen los pobladores dispersos, tengan abastecimiento individual o se abastezcan de un sistema común de provisión.

En el caso de los pobladores dispersos que posean sistemas de abastecimiento individual, el organismo de vigilancia de la calidad del agua de consumo de la jurisdicción podrá efectuar el control a solicitud de aquellos.

En el caso de pobladores dispersos que concurren a abastecerse de un sistema común de provisión, éste deberá ser controlado por la entidad que presta el servicio, conjuntamente o en coordinación con el organismo oficial de vigilancia o fiscalización jurisdiccional.

10. PAUTAS DE ORIENTACION PARA LA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE SISTEMAS DE PROVISION Y DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE A POBLACIONES RURALES NUCLEADAS Y DISPERSAS

Las presentes pautas contienen las medidas mínimas que garantizan la correcta prestación de los servicios de abastecimiento de agua teniendo en cuenta las cinco premisas que la caracterizan:

- El sistema de abastecimiento de agua debe ser capaz de captar, conducir, tratar y distribuir un volumen de agua suficiente para la atención de la demanda acorde con los consumos del proyecto (Cantidad).
- El agua suministrada debe cumplir con los estándares de calidad fijados por la normativa vigente (Calidad).
- El sistema de abastecimiento de agua debe proveer un servicio sin intermitencias (Continuidad).
- Las variables capaces de influir en el abastecimiento de agua deben ser perfectamente conocidas por el personal de operación (Confiabilidad).
- Los costos de producción de agua para consumo deben llevarse a los mínimos posibles (Costo).

Estas premisas deberán ser tenidas en cuenta en los dos aspectos principales de un servicio de provisión de agua potable: durante su posterior operación y el correspondiente mantenimiento.

10.1. OPERACIÓN

10.1.1. En la Planta Potabilizadora (Control de la Producción y Calidad del Agua de Consumo)

- Disponer de datos actualizados de la calidad del agua cruda y del agua tratada.
- Poder identificar los problemas operacionales más comunes, sus causas y soluciones.
- Dominar la metodología de operación en sus tres aspectos:
 - a.- Normal
 - b.- Especial (puesta en marcha, parada, de operación alternada)
 - c.- De emergencia
- Limpiar con la frecuencia que establecen las normas respectivas las unidades componentes del sistema central de tratamiento.

- Contar con el número adecuado de personal capacitado en función de la complejidad del sistema de tratamiento.
- Actualizar los conocimientos técnicos de los operadores a través de la capacitación adecuada en tiempo y forma.
- Controlar el consumo unitario de reactivos
 - Consumo de cloro /Vol . agua tratada
 - Consumo de coagulante/Vol. de agua tratada
 - Consumo de cal/Vol . agua tratada
- Idem de otros reactivos que hubiere menester.
- Disponer del adecuado stock de repuestos y reactivos

10.1.2. En la Red de Distribución (Control del Suministro)

- Tener un perfecto conocimiento del catastro de cañerías.
- Prevenir eventuales conexiones y/o instalaciones clandestinas.
- Disponer de un detalle de las cañerías y accesorios de la red y proceder a su actualización y señalización con cada cambio.
- Accionar las válvulas de limpieza y/o hidrantes con la periodicidad que sea necesaria.
- Controlar fugas y derroches domiciliarios.
- Controlar los niveles de cloro residual en las cañerías de distribución.
- Monitorear los parámetros bacteriológicos y físico-químicos de acuerdo a las normas.

10.2. MANTENIMIENTO

10.2.1. En la Planta Potabilizadora

- Disponer de los manuales de mantenimiento preventivo. (provistos por los fabricantes de equipos o constructor).
- Establecer prácticas de reparación.
- Determinar incidencias de fallas para orientar el mantenimiento preventivo:
 - Incidencia de fallas en obras civiles.
 - Incidencia de fallas en equipos dosificadores.
 - Incidencia de fallas en instrumentos de control.
 - Incidencia de fallas en cañerías.

- Incidencia de fallas electromecánicas.
- Verificar permanentemente el estado del abastecimiento de energía, de iluminación, cercos y alambrados, accesos personales y vehiculares, higiene general del establecimiento, cualquiera sea su envergadura.

10.2.2. En la Red de Distribución

- Verificar rutinariamente el estado de cañerías y piezas especiales, incluidas entre ellas los medidores.
- Instrumentar un programa de control de pérdidas (cañerías y reservorios).
- Dimensionar y actualizar el equipo y herramientas para el mantenimiento.
- Establecer prácticas de reparación.
- Mejorar las conexiones prediales.

11. CAPACITACIÓN

Estará dirigida a operadores de sistemas de abastecimiento de agua potable, bajo la forma de:

- **Cursos de formación:** Partiendo de los conocimientos básicos, para aquellas personas no iniciadas (sin experiencia alguna) en la actividad. Tendrán una modalidad teórico-práctica.
- **Cursos de perfeccionamiento:** para aquellas personas que se hallan ya trabajando en el tema. Modalidad modular.
- **Talleres de actualización:** para aquellas personas capacitadas, ya trabajando y que les posibilite estar al día con nuevos conceptos.
- **Intercambio horizontal:** interjurisdiccional e interinstitucional.
- **Becas:** de personal para estadías en otras jurisdicciones, empresas del país o del exterior.
- **Cooperación Académica:** interinstitucional entre centros de capacitación, Universidades, Institutos, Escuelas, Centros de investigación, nacionales y extranjeros para el desarrollo de los eventos de capacitación.
- **Captación de auspiciantes:** Iniciativa privada: empresas, industrias, fundaciones, etc.

11.1. CURRÍCULA

11.1.1. Cursos de Formación

Estos cursos deben estar dirigidos a personal que carece de los conocimientos básicos indispensables para operar o contribuir a operar técnicamente un abasto de agua de consumo.

La persona que participe como asistente a estos cursos deberá, reunir los requisitos mínimos que se estiman convenientes para su mejor aprovechamiento del evento. A tales efectos deberá:

- Saber leer y escribir.
- Dominar las cuatro operaciones aritméticas básicas.
- Manifestar una predisposición explícita hacia las tareas que habrá de desarrollar.

El contenido de los Cursos de Capacitación para la formación de operadores y auxiliares de operación de abastos de agua para consumo humano podrá estar agrupado en módulos que, reunidos, podrán aportar la suma básica de conocimientos que deberá reunir un operador:

Módulo 1: Elementos básicos de aritmética y geometría (matemática elemental). Elementos de física (principalmente fluidodinámica) y nociones de química que incluyan conocimientos elementales de colorimetría (de aguas). Instrumental básico.

Módulo 2: Nociones sobre procesos sencillos de potabilización del agua: concepto de agua potable. Ciclo del agua en la naturaleza. Calidad del agua. El proceso de potabilización, las distintas etapas; captación, aducción, clarificación, filtrado, desinfección, almacenamiento y distribución. Normas de calidad.

Módulo 3: Las funciones del operador en el proceso de potabilización. Conceptos de operación y control. Tareas rutinarias a ejecutar en abastecimientos según las distintas modalidades que estos presentan en función de su diseño (abastecimientos de fuente de agua subterránea, superficial, etc.). Tareas a desarrollar en emergencia y/o en situación de desastre.

Módulo 4: Estudio y conocimiento de materiales, (teniéndose por tales a aquellos propios de las instalaciones en que se desarrollarán las tareas del operador). Estudio y conocimiento de los productos químicos que intervienen en los procesos de potabilización. Lugares y técnicas de almacenamiento. Normas a seguir. Precauciones. Conceptos de higiene y seguridad laboral, elementos a utilizar.

11.1.2. Cursos de Perfeccionamiento

Podrán ser considerados como continuación natural de los Cursos de formación ya que resulta conveniente que los mismos continúen adoptando, para su desarrollo, la modalidad modular. En este caso no aparecería una clara división de donde terminarían los de formación y donde comenzarían los de perfeccionamiento, por lo que se entiende conveniente mantener la numeración modular.

Módulo 5: Concepto de mantenimiento. Mantenimiento preventivo. Reparaciones menores y mayores. Estudio de equipos y accesorios: cañerías y sus accesorios, válvulas. Equipos de bombeo. Equipos de medición. Instalaciones eléctricas.

Módulo 6: Estudio y conocimiento de equipos de control del proceso. Instalaciones de monitoreo de plantas. Operación del laboratorio de planta; determinaciones de rutina, equipamiento, determinaciones especiales.

Módulo 7: Operaciones especiales en planta: fluoruración de aguas de consumo: ejecución, operación y control. Equipamiento. Abatimiento de excesos de flúor, arsénico, nitratos y otros parámetros en esas condiciones.

Módulo 8: Operación y mantenimiento de instalaciones electromecánicas. Concepto de electricidad, tensión, intensidad de corriente. Potencia. Trabajo. Fuerza motriz. El cuidado de los equipos.

Podrán, además de los módulos arriba recomendados, sugerirse otros de acuerdo a las necesidades operativas y a los avances de la tecnología que lo hagan aconsejable.

11.1.3. Talleres de Actualización

Las necesidades emergentes en lo referente a la actualización de conocimientos hacen prever la organización, a través de diversos organismos tales como cooperativas, municipios, entidades gremiales y/o corporativas, académicas, empresas privadas y asociaciones profesionales, de eventos de este tipo en los que deberán participar los operadores designados o interesados. Existen entidades que, sin estar incluidas en la nómina anterior, tienen por cometido específico la organización de este tipo de actividades.

La temática debe ser fijada por la o las entidades auspiciantes y promotoras.

Este tipo de actividad promueve la puesta en contacto entre entidades y personas generando un provechoso intercambio de conocimientos sobre temáticas particulares basado en muchos casos en las respectivas experiencias personales e institucionales.

Se cuenta además, en muchos casos, con el aporte de expertos invitados, nacionales o extranjeros, que contribuyen así a la tan necesaria actualización.

11.2. INTERCAMBIO HORIZONTAL

Concebido como un medio facilitador de capacitación, intercambio de ideas y opiniones y de actualización técnico-administrativa.

11.3. BECAS

Como medio para facilitar la capacitación.

11.4. COOPERACIÓN ACADÉMICA

Contribuye a la capacitación a través del intercambio y la interacción con universidades y centros de investigación y capacitación.

11.5. CAPTACIÓN DE AUSPICIANTES

Como “sponsors” de eventos de capacitación; financiación de cursos, becas, etc.

12. BIBLIOGRAFÍA

- Alvarez, Jorge; Benítez, Ricardo – Programa de Abastecimiento de Agua Potable y Disposición de Excretas para Comunidades de 100 a 500 habitantes y Población Dispersa – Buenos Aires, 1987.
- Centro Regional de Ayuda Técnica (Agencia para el Desarrollo Internacional) Manual de Saneamiento: Agua – México, 1964.
- Centro Regional de Ayuda Técnica (Agencia para el Desarrollo Internacional) – Como Tener Agua Corriente en su Hogar y en su Granja – México, 1965.
- Centro Regional de Ayuda Técnica (AID) Village Technology Handbook (Capítulo: Abastecimiento de Agua), 1980.
- CEPIS – OPS/OMS – Manual de Conocimientos Básicos para Supervisores de Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado – Lima, 1983.
- Código Alimentario Argentino – Actualización INAL, 1994.
- Di Bernardo, Luiz – Métodos e Técnicas de Tratamento de Agua – ABES – Río de Janeiro, 1993.
- Ente Nacional de Obras Hídricas de Saneamiento – Sistema Permanente de Información de Saneamiento – Buenos Aires, 1998.
- GTZ – República Federal de Alemania – Modelos para capacitación de personal de servicios de abastecimiento de agua.
- INDEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos) – Censo Nacional de Población y Vivienda – 1991.
- Instituto de Ingeniería Sanitaria – Facultad de Ingeniería – UBA – Abastecimiento de Agua Potable a Comunidades Rurales – Buenos Aires, 1971.
- International Development Research Centre – Rural Water Supply in Developing Countries – Ottawa, 1981.
- Loffi, L.; Raimondi, C. – Panel Sanitario – Buenos Aires, 1987.
- Loffi, Luis E. – Raimondi, C.G. – Manual de Saneamiento Básico Rural – Buenos Aires, 1971.
- M.O.S.P. – Secretaría de Recursos Hídricos – Plan Nacional de Saneamiento 1988 – 2003 – Documento Base – Buenos Aires, 1988.
- Mikelman, J., Sanudo y Abascal, B., Fabris, A. – Planta Experimental de Desalinización Solar de “El Cebollar” Pcia. de La Rioja – Comisión Nacional de Investigaciones Espaciales, Grupo de Energía no Convencional F.A.A. – Centro Espacial San Miguel, 1982.
- Ministerio de Salud y Acción Social – Plan Nacional de Vivienda – Buenos Aires, 1984 – 89.

- Organización Mundial de la Salud – Abastecimiento de Agua mediante Fuentes Públicas: Manual de Diseño – La Haya, 1983.
- Organización Panamericana de la Salud – Modelo de Gerencia de Operación y Mantenimiento de Sistemas de Agua Potable y Saneamiento – Washington, 1983.
- Rayagapalan y Stiffman – Guía de Medidas Sanitarias Simples para el Control de Enfermedades Entéricas – CEPIS – Lima, 1985.
- Reiff Fred M., Witt Vicent M. – Guía para la Selección y Aplicación de Tecnologías de Desinfección del Agua para Consumo Humano en Pueblos Pequeños y Comunidades Rurales en América Latina y el Caribe – OPS/OMS – División Salud y Ambiente – Washington – Diciembre, 1995.
- Richter, Carlos – Azevedo Netto, Jose M. De – Tratamiento de Agua, Tecnología actualizada – San Pablo, 1991.
- Rivero, Silvia - Loffi, Luis – Mejoramiento Progresivo de un Sistema Individual de Provisión de Agua – Documento Interno – Ministerio de Salud y Acción Social – Buenos Aires, 1990.
- Servicio Nacional de Agua Potable y Saneamiento (SNAP) – Normas de Estudio, Diseño y Presentación de Proyectos – Buenos Aires, 1972.
- Servicio Nacional de Agua Potable y Saneamiento (SNAP) – Normas de Estudios, Diseño y Presentación de Proyectos de Provisión de Agua Potable para Poblaciones entre 15.000 y 30.000 habitantes (Anteproyecto) – Buenos Aires, 1984.
- SNAP – Filtros lentos y biológicos – 1972.
- Solsona, Felipe – Filtração Dinâmica - OPS/OMS – Brasilia, 1995.
- Souto Jorge A., Guerrero Jorge – Planta Experimental de Destilación Solar de Agua para Pequeñas Comunidades Aisladas (Proyecto) – Universidad Nacional de Salta.
- Subsecretaría de Recursos Hídricos – Diagnóstico Preliminar sobre la Gestión de los Recursos Hídricos en la República Argentina – Buenos Aires, 1995.