

ANEJO: INSTALACIÓN DE AGUA FRÍA

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

- Red de abastecimiento de agua
- Propiedades de la instalación

DISEÑO

- Elementos que componen la instalación

DIMENSIONADO

- Definición de los caudales
- Método de cálculo: opción simplificada
- Método de las longitudes equivalentes
- Definición del grupo de presión

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

Los edificios dispondrán de medios adecuados para suministrar a los equipamientos correspondientes agua apta para el consumo humano de forma sostenible, aportando caudales suficientes para su funcionamiento, sin alteración de las propiedades de aptitud para el consumo e impidiendo los posibles retornos que puedan contaminar la red, incorporando medios que permitan el ahorro y el control de agua.

Los equipos de producción de agua caliente estarán dotados de sistemas de acumulación y los puntos terminales de utilización tendrán unas características tales que eviten el desarrollo de gérmenes patógenos.

| RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA

La red de distribución se compone de una arteria principal, distribuidores y ramales de acometida utilizándose para su tendido en espacios viarios o espacios públicos no edificables, situándose siempre que sea posible bajo las aceras.

Para la red de abastecimiento de agua potable tendremos los siguientes datos: una presión inicial de 38,5 mcd (dato supuesto por falta de información).

En el mercado están los siguientes materiales para poder ejecutar obras de abastecimiento de agua:

- Fundición.
- Acero.
- Amianto Cemento (en desuso)
- Hormigón.
- Plásticos: PVC, Polietileno Alta y Baja Densidad.

El material empleado para llevar a cabo toda la instalación de abastecimiento es polietileno flexible de alta densidad ya que tiene una buena relación calidad precio:

- a) Su ligereza (densidad comprendida entre 0,93 y 0,96 g/cm³) permite facilidad en su manipulación y transporte.
- b) Resistencia a la corrosión.
- c) Resistencia a los ácidos inorgánicos (clorhídrico, sulfúrico), álcalis, detergentes, aceites minerales y productos de fermentación.
- d) Menor pérdida de carga gracias a la lisura de la pared interior.
- e) Excelente aislamiento eléctrico.
- f) Flexibilidad. Admiten curvatura en fría y se adapta a las irregularidades del terreno.
- g) Producto 100% reciclable.

Para realizar las uniones entre los diferentes tubos se utilizarán las uniones elásticas con aros de goma de tal forma que existe un anillo de goma alojado en la muesca del enchufe, y cuya resistencia inicial hay que vencer de tal forma que el tubo se enchufa convirtiendo la unión estanca.

- Bocas de incendio

En cuanto a las bocas de incendios, se conectarán a la red mediante conducciones independientes con su llave de paso exclusiva para cada hidrante. La distancia entre bocas de incendio, inferior siempre a los 200 m, es tal que ningún punto del núcleo dista a más de 100 metros de una boca. Los hidrantes instalados serán de tipo subterráneos.

- Bocas de riego

Los jardines y arbolado dispondrán de una red de riego. Las bocas de riego, su constitución es muy parecida

a las de incendios siendo su diámetro de 40 mm. No es blindada y lleva una válvula generalmente de soleta.

| PROPIEDADES DE LA INSTALACIÓN

El agua de la instalación debe cumplir lo establecido en la legislación vigente sobre el agua para consumo humano. La compañía suministradora facilitará los datos de caudal y presión que servirán de base para el dimensionado de la instalación. Para las tuberías y accesorios deben emplearse materiales que no produzcan concentraciones de sustancias nocivas; no deben modificar la potabilidad, el olor, el color ni el sabor del agua; deben ser resistentes a la corrosión interior; deben ser capaces de funcionar eficazmente en las condiciones de servicio previstas; no deben presentar incompatibilidad electroquímica entre sí; deben ser resistentes a temperaturas de hasta 40°C, y a las temperaturas exteriores de su entorno inmediato; deben ser compatibles con el agua suministrada y no deben favorecer la migración de sustancias de los materiales en cantidades que sean un riesgo para la salubridad y limpieza del agua de consumo humano; su envejecimiento, fatiga, durabilidad y las restantes características mecánicas, físicas o químicas, no deben disminuir la vida útil prevista de la instalación.

Para cumplir las condiciones anteriores pueden utilizarse revestimientos, sistemas de protección o sistemas de tratamiento de agua. La instalación de suministro de agua debe tener características adecuadas para evitar el desarrollo de gérmenes patógenos y no favorecer el desarrollo de la biocapa (biofilm).

Se dispondrán sistemas antirretorno para evitar la inversión del sentido del flujo en los puntos que figuran a continuación, así como en cualquier otro que resulte necesario:

- a) después de los contadores;
- b) en la base de las ascendentes;
- c) antes del equipo de tratamiento de agua;
- d) en los tubos de alimentación no destinados a usos domésticos;
- e) antes de los aparatos de refrigeración o climatización.

Las instalaciones de suministro de agua no podrán conectarse directamente a instalaciones de evacuación ni a instalaciones de suministro de agua proveniente de otro origen que la red pública. En los aparatos y equipos de la instalación, la llegada de agua se realizará de tal modo que no se produzcan retornos. Los antirretornos se dispondrán combinados con grifos de vaciado de tal forma que siempre sea posible vaciar cualquier tramo de la red.

La instalación debe suministrar a los aparatos y equipos del equipamiento higiénico los caudales que figuran en la tabla 2.1.

En los puntos de consumo la presión mínima debe ser 10 mcda para grifos comunes; y 15 mcda para fluxores y 15 mcda para fluxores y calentadores. La presión en cualquier punto de consumo no debe superar 50 mcda.

DISEÑO

La instalación de suministro de agua desarrollada en el proyecto está compuesta de una acometida, una instalación general y de derivaciones colectivas. Se ha optado por cuatro instalaciones de suministro de agua independientes, la que abastece a la bodega, la del restaurante, la que abastece a los alojamientos y la del spa.

Para las acometidas se ha utilizado polietileno por su resistencia a la corrosión, pérdidas por rozamiento mínimas, buen aislamiento térmico, insensibilidad a los agentes químicos y menor peso que otros materiales. Las uniones serán por medio de enchufes lisos.

Para la instalación general de agua fría se emplean tuberías y accesorios de polietileno. En cambio para las

baterías de contadores se empleará acero galvanizado.

| ELEMENTOS QUE COMPONEN LA INSTALACIÓN

- Acometida

Debe disponer como mínimo de los elementos siguientes:

- a) una llave de toma o un collarín de toma en carga, sobre la tubería de distribución de la red exterior de suministro que abra paso a la acometida.
- b) Un tubo de acometida que enlace la llave de toma con la llave general de corte general.
- c) Una llave de corte en el exterior de la propiedad.

- Instalación general

Compuesta por los siguientes elementos:

- a) Llave de corte general: servirá para interrumpir el suministro al edificio, y estará situada dentro de la propiedad, en una zona de uso común, accesible para su manipulación y señalada adecuadamente para permitir su identificación. Si se dispone armario o arqueta del contador general, debe alojarse en su interior.
- b) Filtro de la instalación general: debe retener los residuos del agua que puedan dar lugar a corrosiones en las canalizaciones metálicas. Se instalará a continuación de la llave de corte general. Al disponer de un armario o arqueta del contador general, debe alojarse en su interior. El filtro debe ser de tipo Y con un umbral de filtrado comprendido entre 25 y 50 µm, con malla de acero inoxidable y baño de plata, para evitar la formación de bacterias y autolimpiable. La situación del filtro debe permitir realizar adecuadamente las operaciones de limpieza y mantenimiento sin necesidad de corte de suministro.
- c) Tubo de alimentación: debe realizarse por zonas de uso común. En caso de ir empotrado deben disponerse registros para su inspección y control de fugas, al menos en sus extremos y en los cambios de dirección. En las zonas donde discurra enterrada lo hará en obra de fábrica rellena de arena.
- d) Distribuidor principal: el trazado se realiza por zonas de uso común. Debe disponerse llaves de corte en todas las derivaciones, para que en caso de avería no deba interrumpirse todo el suministro.
- e) Contadores divisionarios: se situarán en zonas comunes del edificio, de fácil y libre acceso. Contarán con una preinstalación adecuada para una conexión de envío de señales para lectura a distancia del contador. Antes de cada contador divisionario se dispondrá una llave de corte. Después de cada contador se dispondrá una válvula de retención.
- f) Distribuidores individuales: deben discurrir por zonas de uso común. Se alojan, como se ha dicho previamente, por el espacio que se genera al trasdosar las placas de cartón-yeso al muro de hormigón armado de modo que se pinche directamente al aseo correspondiente.

- Instalaciones particulares

Está compuesta por los siguientes elementos:

- a) Una llave de paso situada en el interior de la propiedad particular en lugar accesible.
- b) Ramal de enlace que se dispondrá por un nivel superior al de cualquiera de los aparatos para así impedir el posible retorno de agua.
- c) Puntos de consumo

DIMENSIONADO

Vamos a calcular el dimensionado de la habitación más alejada del cuarto de contadores.

| DEFINICIÓN DE LOS CAUDALES DE LA HABITACIÓN

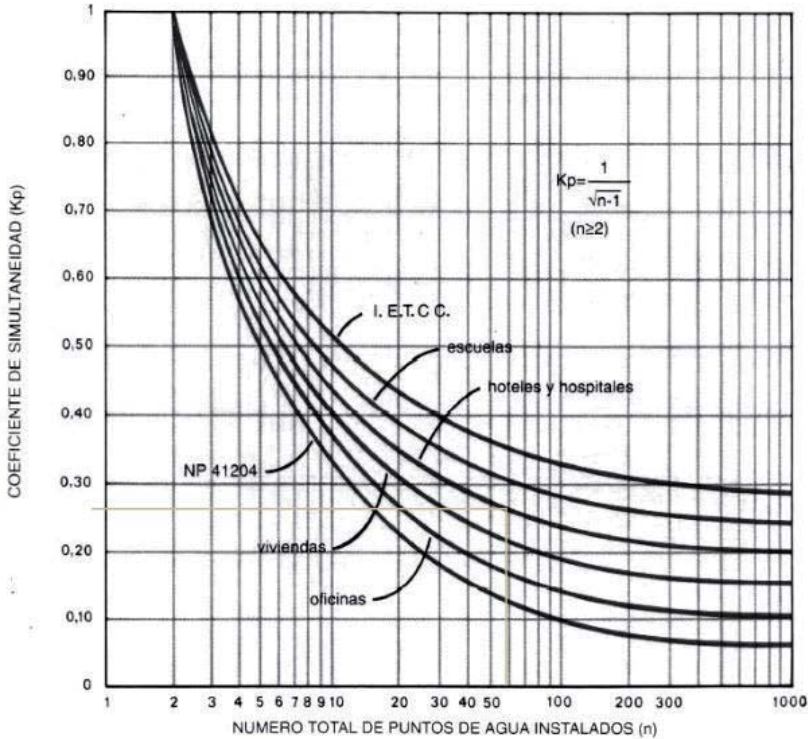
El baño de cada habitación sencilla cuenta con un inodoro con fluxor, un bidé, una ducha y un lavabo. Las habitaciones dobles cuentan, además, con bañera y fregadero.

Para conocer las condiciones mínimas de suministro de agua se utilizan los datos dispuestos en la tabla 2.1 del DB-HS4.

Tabla 2.1 Caudal instantáneo mínimo para cada tipo de aparato		
Tipo de aparato	Caudal instantáneo mínimo de agua fría [dm³/s]	Caudal instantáneo mínimo de ACS [dm³/s]
Lavamanos	0,05	0,03
Lavabo	0,10	0,065
Ducha	0,20	0,10
Bañera de 1,40 m o más	0,30	0,20
Bidé	0,10	0,065
Inodoro con fluxor	1,25	-
Fregadero doméstico	0,20	0,10
Lavadero	0,20	0,10
Lavadora industrial (8 kg)	0,60	0,40

El caudal total de cada habitación sencilla es 1,65 dm³/s (l/s); y la doble, 2,15 l/s.

La demanda total de la red de los alojamientos (habitaciones más zona de lavandería) será de 23,4 l/s. Se aplicará un coeficiente de simultaneidad obtenido del ábaco de coeficientes de simultaneidad.



El coeficiente de simultaneidad será 0,27.

De modo que el caudal de cálculo será: 23,4 x 0,27 = 6,32 l/s.

Como se ha dicho, en los puntos de consumo la presión mínima debe ser:

a) 100 kPa (10mcda) para grifos comunes

b) 150 kPa (15mcda) para fluxores y calentadores.

La presión en cualquier punto de consumo no debe superar 500 kPa (50 mcda).

| MÉTODO DE CÁLCULO: OPCIÓN SIMPLIFICADA

El método consiste en: una vez que se conoce la presión de la red urbana, en el punto donde se realiza la toma, y el trazado de la tubería hasta el cuarto de instalaciones o base de montantes, hay que ir restando a la presión inicial lo que va perdiendo en cada tramo. De esta forma se observan las presiones que van quedando hasta llegar a una presión igual o superior a 15 mcda. Si no se consiguiera abastecer a todo el edificio se plantearía un grupo de presión.

A falta de la información de la presión de red inicial (dato que se obtiene de la compañía suministradora), se fija una presión inicial de 30 mcda.

Como el suministro se realiza desde la estación de bombeo que aspira desde los depósitos, no hay que calcular la máxima altura que es posible suministrar sis estaciones de bombeo.

- Grupo de presión

De ese grupo de presión, en principio, y para lo que ahora estamos calculando que son las presiones, sólo necesitamos la presión de arranque y paro. Estas presiones se obtienen de la siguiente manera:

Presión de arranque

Pa = Hg + P + 15

Hg: Altura del último piso abastecido  
P: Pérdida de carga (mcda). Aproximadamente el 10% de la longitud  
15: Presión mínima de salida en los aparatos de la última planta

Pa = 15,2 + 1,52 + 15 = 31,72

Presión de paro

Pp = Pa + 15

Pp = 31,72 + 15 = 46,92

Estos valores de presiones debe confirmarlos o ajustarlos el cálculo riguroso que se plantea con el método de longitudes equivalentes.

| MÉTODO DE LAS LONGITUDES EQUIVALENTES

Ya se ha calculado que el montate que abastecerá a las habitaciones y la lavandería tendrá un caudal de 6,32 l/s.

Se calcula ahora el caudal total del complejo.



UBICACIÓN	APARATOS	Nº	CAUDAL APARATO (l/s)	CAUDAL TOTAL (m/s)
PLANTA -2 (HABITACIONES)		59	-	23,4
PLANTA -2 (SPA Y GIMNASIO)				
Aseos	Inodoros fluxor	5	1,25	6,25
	Lavabo	4	0,10	0,4
Duchas	Duchas	3	0,20	0,6
Vestuarios	Duchas	8	0,20	1,6
	Lavabo	8	0,10	0,8
				9,65
PLANTA -1 (RESTAURANTE Y BODEGA)				
Cocina	Fregadero no doméstico	3	0,30	0,9
	Lavavajillas industrial	2	0,25	0,5
Aseos	Inodoros fluxor	3	1,25	3,75
	Urinarios con cisterna	1	0,04	0,04
	Lavabo	4	0,10	0,4
Vestuarios	Duchas	6	0,20	1,2
				6,79
PLANTA 0 (BODEGA)				
Aseos	Inodoros fluxor	4	1,25	5
	Lavabo	3	0,10	0,3
Laboratorio	Fregadero no doméstico	1	0,30	0,3
				5,6
TOTAL EDIFICIO		114		45,44 l/s

Conocidos los caudales del edifio debemos aplicar el coeficiente de simultaneidad.

Para 114 puntos instalados el coeficiente de simultaneidad es 0,23.

El caudal de cálculo será: 45,44 l/s x 0,23 = 10,45 l/s.

Se van a dimensionar las tuberías que necesita la instalación de agua fría sanitaria. Se basa en la fórmula de Flamant:

J (mcda) = V1,75 (m/s) x L (m) x F x D-1,25 (m)

Donde:

- J: Pérdida de carga en el tramo que estamos calculando (mcda)
- V: Velocidad del agua dentro de ese tramo (m/s)
- L: Longitud del tramo (m)
- F: Factor de fricción de la tubería, distinta para cada material
- D: Diámetro de la tubería en el tramo calculado (m)

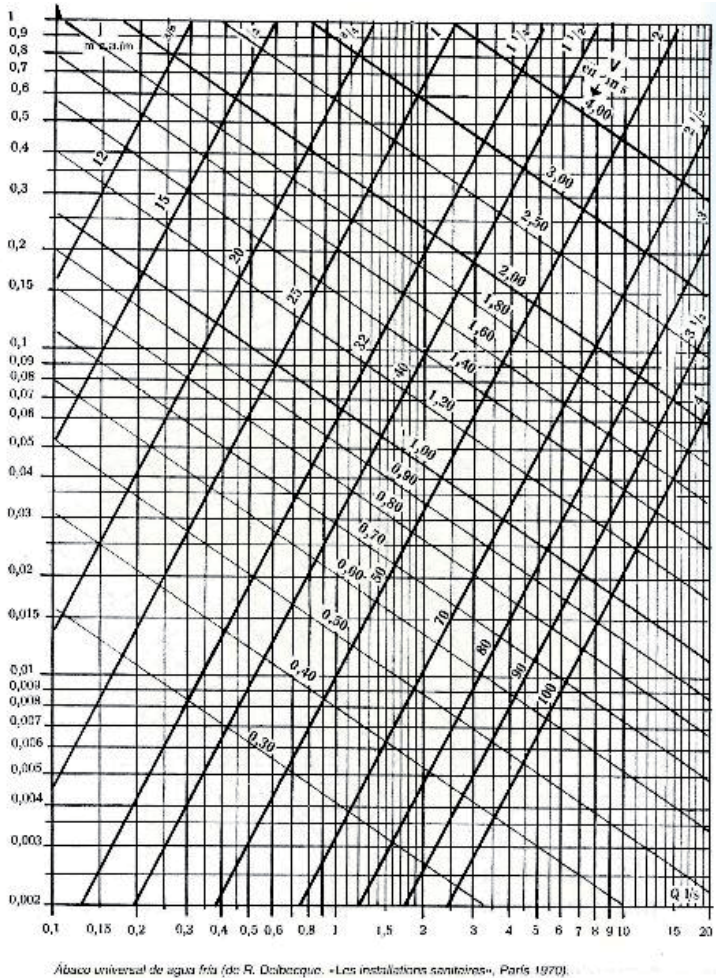
-Tramo OA: acometida general

Se trata de la acometida de la instalación, la cual está a 0,6 metros de profundidad y se encuentra a 6 metros de la llave de corte general.

A continuación se calculará el primer tramo completamente desarrollado. El resto de tramos se adjunta en una tabla.

Se empleará el ábaco de Delebecque.

Se entra en el caudal total de 10,45 l/s.



Velocidad (2 < V ≤ 2,5)

Obtenemos un diámetro de 3".

Pérdida de carga unitaria j = 0,09

Longitud = 3,45 m

Longitud equivalente de accesorios (diámetro 3")

- Curvas de 90°: 3 (elementos) x 1 (longitud equivalente) = 3 m
- Válvulas de compuerta: 2 x 0,45 = 0,9 m
- TOTAL = 3,9 m

Longitud total: 3,45 + 3,9 = 7,35 m.

Pérdida de carga del tramo (J) = 7,35 x 0,09 = 0,66 mcda

Presión inicial = 30 mcda

Presión inicial –pérdida de carga = 30 – 0,66 = 29,34 mcda

Diferencia de altura entre los dos extremos (H) = 0,6 mcda

Presión residual al final del tramo OA: 29,34 – 0,6 = 28,74 mcda

TABLA DE CÁLCULO. ACOMETIDA GENERAL												
tramo	Q (l/s)	D (")	V (m/s)	j (mcda/m)	L (m)	LE (m)	L <sub>TOTAL</sub> (m)	J (mcda)	Pi (mcda)	Pi - J (mcda)	H (mcda)	Pt (mcda)
OA	10,45	3	2,2	0,09	3,45	3,9	7,35	0,66	30	29,34	- 0,6	28,74

Con el mismo criterio se calcula el resto de tramos de la instalación.

- Tramo AB: instalación general

El tramo AB va desde la llave de corte general hasta el inicio del montante en planta -3. Se dispondrán los siguientes accesorios:

- Llave de corte general
- Filtro de la instalación de agua
- Contador
- Válvula de retención
- Grifo de comprobación
- Llave de salida
- Curvas de 90º (x2)

TABLA DE CÁLCULO. INSTALACIÓN GENERAL												
tramo	Q (l/s)	D (")	V (m/s)	j (mcda/m)	L (m)	LE (m)	L <sub>TOTAL</sub> (m)	J (mcda)	Pi (mcda)	Pi – J (mcda)	H (mcda)	Pt (mcda)
AB	10,45	3	2,2	0,09	5,5	8,75	14,25	1,28	28,74	27,46	+11.8	39,26

Como se puede observar la presión en la base del montate es 39,26, mayor que la presión de red, pero como el agua se almacena en depósitos, necesitaremos grupo de presión que abastezca a todo el complejo.

Se va a calcular el montate que abastece las habitaciones.

Ahora comenzamos a calcular, con el mismo criterio y procedimiento, el montante que abastece al grupo de presión de red.

- Tramo B-0. Salida del grupo de presión hasta el techo del sótano.

$Q_T = 6,32 \text{ l/s}$

Velocidad comprendido entre 1 y 1,5 m.

Accesorios

- Llave de paso
- Válvula de retención
- Llave de paso con grifo de vaciado
- Codo 90º
- 'T' derivación

- Tramo 0-1. Techo sótano a techo planta -2.

$Q_T = 6,32 \text{ l/s}$

Velocidad comprendido entre 1 y 1,5 m.

Accesorios

- 'T' derivación

- Comprobación del aparato más desfavorable de la última habitación.

Debemos obtener en el aparato más desfavorable una presión por encima de mcda mínimos que exige el CTE.

Accesorios

- Llaves 2
- Codos 3
- Codo para aparato
- Llave de aparato

TABLA DE CÁLCULO. MONTANTE DE GRUPO DE PRESIÓN												
tramo	Q (l/s)	D (")	V (m/s)	j (mcda/m)	L (m)	LE (m)	L <sub>TOTAL</sub> (m)	J (mcda)	Pi (mcda)	Pi – J (mcda)	H (mcda)	Pt (mcda)
B-0	6,32	3	1,15	0,028	10,3	6,1	16,4	0,46	31,72	31,26	-3,6	27,66
									46,92	46,46	-3,6	42,86
0-1	6,32	3	1,15	0,028	7	0,8	7,8	0,22	27,66	27,44	-3,6	23,84
									42,86	42,64	-3,6	39,04
1-2	1,04	1 1/4	1,15	0,08	95	1,2	96,2	7,7	23,84	16,14	0	16,14
									39,04	31,34	0	31,34

COMPROBACIÓN APARATO MÁS DESFAVORABLE												
tramo	Q (l/s)	D (")	V (m/s)	j (mcda/m)	L (m)	LE (m)	L <sub>TOTAL</sub> (m)	J (mcda)	Pi (mcda)	Pi – J (mcda)	H (mcda)	Pt (mcda)
2-2.1	0,1	1/2"	0,99	0,16	4,7	2,95	7,65	1,22	16,14	14,92	+3,4	18,32
									31,34	30,12	+3,4	33,52

Realizada esta comprobación y verificando que la presión que llega al aparato mas desfavorable es la adecuada (> 10 mcda) se puede considerar que la instalación funciona correctamente y damos por terminado el cálculo.

Así mismo se cumple lo indicado en el CTE-DB-HS4 en referencia a los diámetros mínimos de derivaciones a los aparatos, ya que indica que el diámetro mínimo será de 12 mm para lavabos y entre 25 y 40 mm para inodoros con fluxor. Además la velocidad en estos tramos de derivación individual debe estar en torno a 0,5 – 1 m/s.

Para la instalación de ACS el diámetro de las tuberías será la mitad que las de AF.

| DEFINICIÓN DEL GRUPO DE PRESIÓN

En este apratado se va a definir la capacidad del depósito de alimentación, número y potencia de las bombas, y la capacidad del calderín (estos dos últimos apartados según ábacos de la casa ITUR).

- Depósito auxiliar de alimentación

El volumen del depósito se calculará en función del tiempo previsto de utilización, aplicando la siguiente expresión:

$V = Q \times t \times 60$

Siendo

- V: volumen del depósito (l)
- Q: caudal máximo simultáneo (l/s)
- t: tiempo estimado (de 15 a 20 min)

$V = 10,45 \text{ l} \times 15 \text{ l/s} \times 60 \text{ s/min} = 9405 \text{ -> } 9500 \text{ l.}$

Acudiendo a una casa comercial de depósitos (Roth), utilizaremos 3 depósitosde 3000 l (2630 x 880 x 1650) y un depósito de 500 l (1060 x 660 x 1004) fabricados en polietileno de alta calidad.

- Grupo electrobomba

Se va a calcular el número y potencia de las bombas, siguiendo los criterios de la casa comercial 'Bombas Itur'. Según esta casa, el caudal de casa bomba se establecería:

Si  $Q < 3 \text{ l/s}$ : BOMBA + 1 RESERVA

Si  $3 \text{ l/s} < Q < 10 \text{ l/s}$ : 2 BOMBAS + 1 RESERVA

Si  $10 \text{ l/s} < Q < 30 \text{ l/s}$ : 3 BOMBAS + 1 RESERVA

El caudal total se repartirá entre las bombas indicadas.

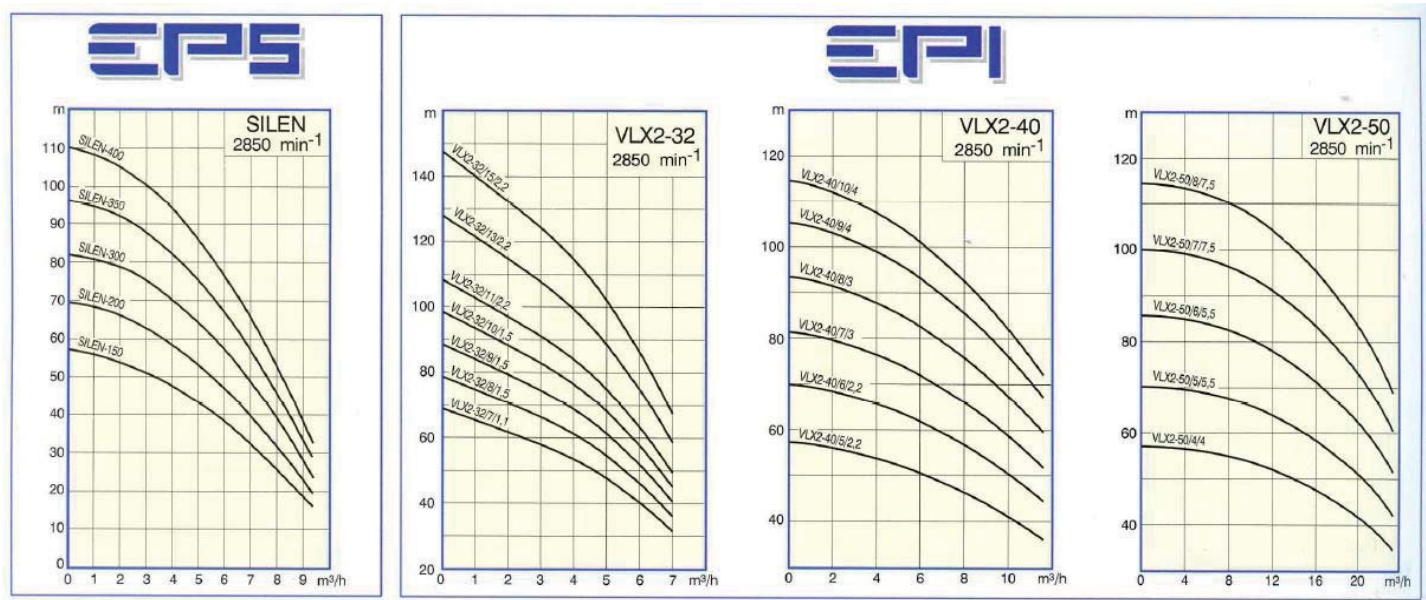
El caudal sería el instantáneo de las plantas que abastece el grupo (10,45 l/s). Con este caudal necesitaríamos 3 bombas + otra de reserva.

El caudal de cada bomba sería un tercio del total, 3,5 l/s, siendo ese mismo caudal el de la bomba de reserva.

La potencia de las bombas también la elegiríamos según el catálogo de esta casa comercial.

Para elegir la bomba concreta, entramos en el ábaco con el caudal de cada bomba y la altura manométrica de esa bomba.

En nuestro caso la bomba tiene un caudal de 3,5 l/s, como ( $1 \text{ l/s} = 3,6 \text{ m}^3/\text{h}$ ), tendremos:  $12,6 \text{ m}^3/\text{h}$ . Y la altura manométrica que tomamos será la presión de paro, que ya habíamos calculado y que era de 46,92 mcda.



Con estos datos en el ábaco nos sale una bomba EPI de 4 Kw.

Luego el equipo de bombeo estará compuesto por cuatro bombas (3 + reserva) de 4 Kw de potencia. Y las presiones de arranque y paro, para esas bombas, serán:

Presión de paro = 46,92 mcda

Presión de arranque = 31,72 mcda

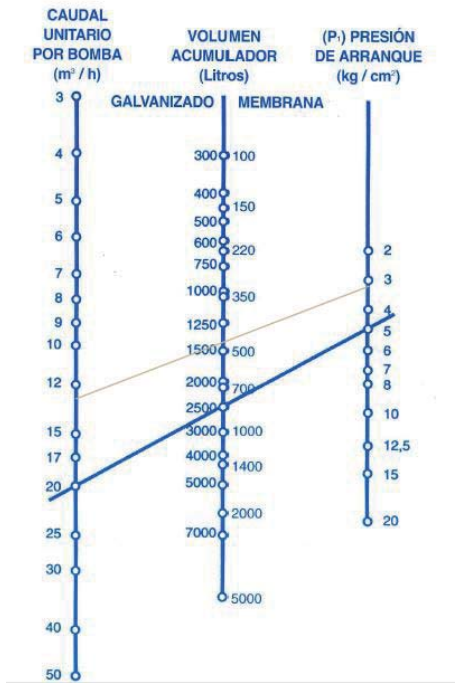
- Depósito de presión / Calderín

Para la presión máxima se adoptará un valor que limite el número de arranques y paradas del grupo de forma que se prolongue lo más posible la vida útil del mismo. Este valor estará comprendido entre 2 y 3 bar por encima del valor de la presión mínima.

Se calcula del ábaco siguiente, en función de:

a) Caudal unitario por bomba ( $\text{m}^3/\text{h}$ ) ( $1 \text{ m}^3/\text{h} = 3,6 \text{ l/s}$ ) =  $12,6 \text{ m}^3/\text{h}$

b) Presión de arranque ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ ) =  $3,17 \text{ kg}/\text{cm}^2$



Con estos valores, en el ábaco se obtiene una capacidad para el depósito de presión de membrana de 500 litros.

Por tanto el grupo de presión que necesitamos para abastecer el edificio que estamos proyectando será un grupo, que el CTE llama CONVENCIONAL y que consta de:

- a) Un depósito auxiliar de alimentación: formado por 9 depósitos de 1.000 litros cada uno.
- b) Un equipo de tres electrobombas EPI, de la casa ITUR, de 4 Kw de potencia, cada una.
- c) Un calderín de membrana de 500 litros de capacidad.

Todo ello instalado en planta sótano del edificio.