



Universidad
Politécnica
de Cartagena

3ª PARTE: Dimensionado.



INSTALACIONES I

ESCUELA DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA DE EDIFICACIÓN.



Gemma Vázquez Arenas

Área de Construcciones Arquitectónicas.

Departamento de Arquitectura y Tecnología de la Edificación.

ESCUELA DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA DE EDIFICACIÓN.

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA.

TEMA 1: ABASTECIMIENTO DE AGUA

3ª PARTE: DIMENSIONADO

1. INTRODUCCIÓN

El dimensionamiento de la red de agua fría, consiste en el cálculo de los diámetros que constituyen la red, y que aseguren el caudal preciso para cada aparato sanitario, así como la presión necesaria para que el agua llegue a todos los grifos en cualquier condición de uso, simultáneo con otros aparatos de la red y, en el caso, de que la presión de acometida sea insuficiente, dimensionar el equipo de aguas preciso para asegurar dicho servicio.

El cálculo se realizará con un primer dimensionado seleccionando el tramo más desfavorable de la instalación y obteniéndose unos diámetros previos que posteriormente habrá que comprobar en función de la pérdida de carga que se obtenga con los mismos. Este dimensionado se hará siempre teniendo en cuenta las peculiaridades de cada instalación y los diámetros obtenidos serán los mínimos que hagan compatibles el buen funcionamiento y la economía de la misma. Por tanto es preciso un análisis metódico de las condiciones de cada edificio, para fijar adecuadamente los datos de partida los cuales permitirán obtener los valores prácticos de este dimensionado.

El esquema de la instalación será dividido en diferentes tramos, y el dimensionado de la red se hará a partir del dimensionado de cada tramo, y para ello se partirá del circuito considerado como más desfavorable que será aquel que cuente con la mayor pérdida de presión debida tanto al rozamiento como a su altura geométrica.

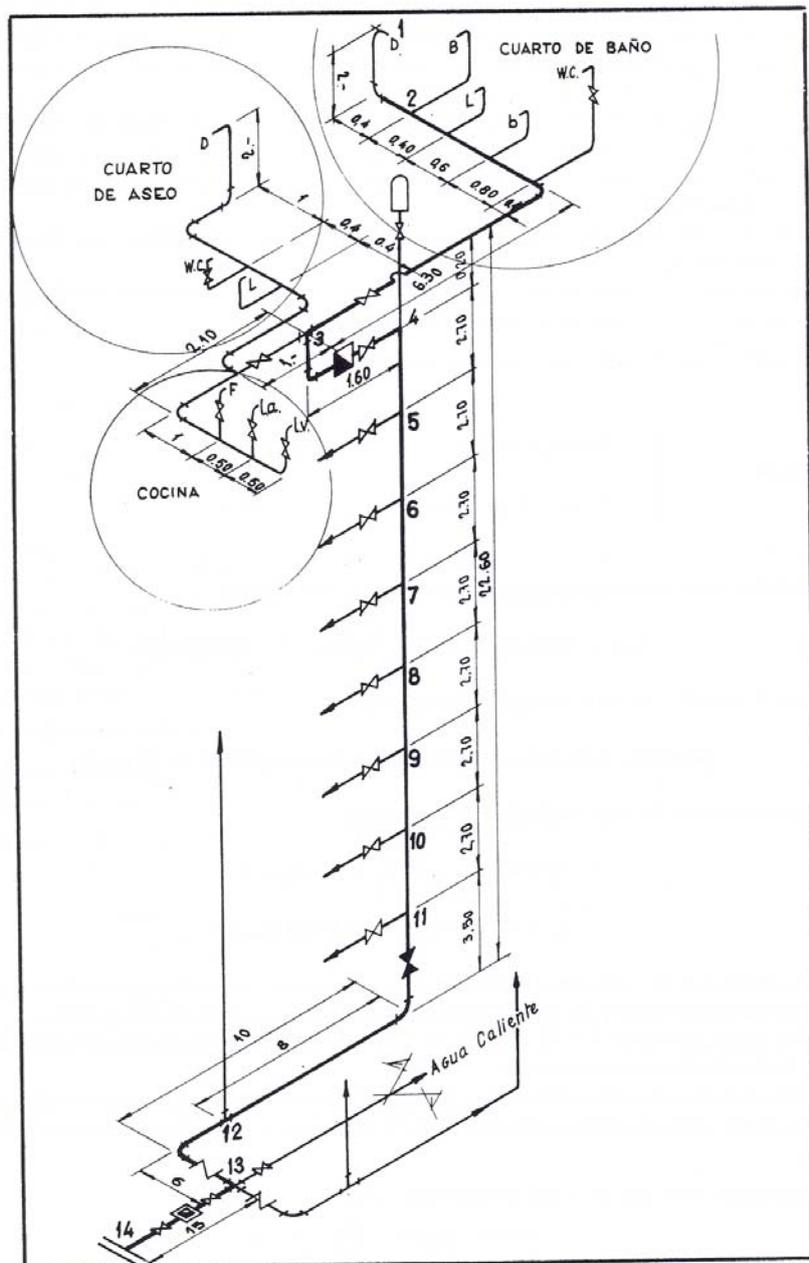


Fig. 104. Esquema isométrico en alzado de una instalación de abastecimiento de agua⁵.

1.1 Proceso de cálculo del dimensionamiento.

El proceso del dimensionado de los tramos se hará de acuerdo al procedimiento siguiente:

- a) se calculará el caudal máximo de cada uno de los tramos haciéndolo igual a la suma de los caudales de los puntos de consumo alimentados por el mismo de acuerdo con caudales mínimos.

-
- b) se establecerán unos coeficientes de simultaneidad de cada tramo de acuerdo con un criterio adecuado.
 - c) a partir de aquí se determinará el caudal de cálculo en cada tramo como producto del caudal máximo por el coeficiente de simultaneidad correspondiente.
 - d) posteriormente se realizará la elección de una velocidad de cálculo comprendida dentro de unos intervalos adecuados.
 - e) y finalmente, se obtendrá el diámetro correspondiente a cada tramo en función del caudal y de la velocidad.

1.2 Comprobación de la presión

Una vez calculados los diámetros se debe de comprobar si la presión disponible en el punto de consumo más desfavorable supera a los valores mínimos de presión residual en los aparatos de consumo, y que en todos los puntos de consumo no se supera el valor máximo. Para ello hay que considerar:

- a) La determinación de la pérdida de presión del circuito sumando las pérdidas de presión total de cada tramo. Las perdidas de carga localizadas en los elementos podrán estimarse en un 20% al 30% de la producida sobre la longitud real del tramo o podrán evaluarse a partir de los elementos de la instalación.
- b) Por último, hay que hacer la comprobación de la suficiencia de la presión disponible: una vez obtenidos los valores de las pérdidas de presión del circuito, se comprueba si son sensiblemente iguales a la presión disponible que queda después de descontar a la presión total, la altura geométrica y la residual del punto de consumo más desfavorable. En el caso de que la presión disponible en el punto de consumo fuera inferior a la presión mínima exigida sería necesaria la instalación de un grupo de presión.

2. CAUDALES MÍNIMOS. SIMULTANEIDADES

El dato más importante para un correcto dimensionado de la instalación, es el gasto unitario de agua que debe ser suministrado en la instalación.

La cantidad de agua necesaria por habitante varía en función del nivel de vida, existencia o no de industrias, tipo de vivienda, condiciones climáticas de la localidad, etc. Por ejemplo, en las poblaciones pequeñas con una incidencia industrial escasa, con el hecho de que en las viviendas no se encuentren con tantos cuartos de baño, que los aparatos electrodomésticos sean menos abundantes, y que los servicios municipales de riego e incendios prácticamente no existan, etc., hace que el consumo unitario sea menor que en grandes núcleos .

Para hacer el cálculo de los consumos de las necesidades de agua se procede a los consumos de tipo industrial y de servicios generales englobándolos con los domésticos obteniendo como resultado una DOTACION MEDIA POR HABITANTE Y DIA que incluye todos los aspectos⁴.

DOTACIÓN DE CONSUMOS DE AGUA FRÍA		
Clase de edificio		Dotación
Viviendas :	Mínimo .....	. . .75 (ls/persona día)
	Medio .....	. .120 (ls/persona día)
	Elevado .....	. .150 (ls/persona día)
Apartamentos .....		. .100 (ls/persona día)
Oficinas .....		. . .80 (ls/persona día)
Hoteles :	1 - 2 estrellas .....	. .200 (ls/persona día)
	3 - 4 estrellas .....	. .300 (ls/persona día)
	Lujo .....	. .500 (ls/persona día)
Hospitales .....		. .550 (ls/persona día)
Cuarteles .....		. .100 (ls/persona día)
Residencias .....		. .135 (ls/persona día)
Centros Docentes .....		. . .50 (ls/persona día)
Cárceles .....		. .100 (ls/persona día)
Fábricas .....		. . .80 (ls/persona día)
Jardines .....		. . . . .2 a 4 (ls/m ²)
Riego calles .....		. . . . .1,5 (ls/m ²)
Garajes (lavado) .....		. . .200 (ls/automóvil)

Los CAUDALES MÍNIMOS INSTANTANEOS con los cuales se realizará el dimensionado de la instalación, se obtienen considerando unas condiciones óptimas de funcionamiento de los grifos en cuanto a presión (< 3 atm) y velocidad de circulación del fluido (entre 0.4 y 0.8 m/s). Sus valores se exponen en la siguiente tabla¹:

Tipo de aparato	Caudal instantáneo mínimo de agua fría [dm ³ /s]	Caudal instantáneo mínimo de ACS [dm ³ /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
Bañera de menos de 1,40 m	0,20	0,15
Bidé	0,10	0,065
Inodoro con cisterna	0,10	-
Inodoro con fluxor	1,25	-
Urinarios con grifo temporizado	0,15	-
Urinarios con cisterna (c/u)	0,04	-
Fregadero doméstico	0,20	0,10
Fregadero no doméstico	0,30	0,20
Lavavajillas doméstico	0,15	0,10
Lavavajillas industrial (20 servicios)	0,25	0,20
Lavadero	0,20	0,10
Lavadora doméstica	0,20	0,15
Lavadora industrial (8 kg)	0,60	0,40
Grifo aislado	0,15	0,10
Grifo garaje	0,20	-
Vertedero	0,20	-

Otros aparatos no indicados en la normativa y de gran utilidad para el cálculo:

Tipo de Aparato	Caudal (l/seg)
Fuente de beber	0.05
Acumulador eléctrico 50 litros	0.15
Acumulador eléctrico 100 litros	0.25
Acumulador eléctrico 150 litros	0.30

Los **locales comerciales** se pueden considerar como viviendas existentes en el edificio, pero de los que frecuentemente se carece de datos concretos en cuanto a su uso, destino, equipamiento, etc. Lo cual puede llegar a suponer un problema cuando se implantan locales de esparcimiento tales como restaurantes, bares, etc; los cuales son grandes consumidores de agua. Por lo cual se suele considerar:

1 l/seg cada 50 m²

Este caudal se sumará al del caudal de las viviendas, para el cálculo del caudal punta en la instalación pero sin incluirlo en la simultaneidad.

Hasta ahora la N.I.A. realizaba una clasificación de las viviendas en función del caudal instalado, y a dicha clasificación se le asocia una superficie máxima instalada, de forma de facilitar de una forma más sencilla el cálculo de la instalación. Estos caudales son:

Vivienda Tipo (según N.I.A)	Caudal total instantáneo instalado l/seg	Superficie Aproximada m ²
A	Hasta 0.60	50
B	De 0.60 a 0.99	65
C	De 1.00 a 1.49	75
D	De 1.50 a 1.99	90
E	De 2.00 a 3.00	110

Este tipo de dimensionado conseguía un rápido cálculo, ya que era posible obtener directamente el diámetro de la acometida, llaves contadores, así como los caudales de los grupos de sobreelevación a partir de otras tablas parecidas, pero este tipo de cálculo no es reconocido por el código técnico.

2.1 Coeficientes de simultaneidad

Una vez establecidos los gastos o consumos, se debe tener en cuenta la simultaneidad de los servicios de la instalación. Es decir, no todos los aparatos conectados a una canalización funcionarán simultáneamente, por lo tanto la dimensión de esta no será la misma considerando todos los grifos, que si se consideran solo los posibles grifos funcionando simultáneamente, para los cual el valor de caudal total se

multiplica por un coeficiente de simultaneidad, menor a la unidad, el cual será función del tipo de edificio y del número de aparatos instalados.

Dependerá del tipo de edificio, pues no es lo mismo el uso del agua en viviendas, que en la industria, que en edificios de carácter específico. En un inmueble de oficinas o en una fábrica, los lavabos, duchas, inodoros, etc., funcionarán sin interrupción a la hora de salida de los empleados; en un edificio destinado a un hotel el uso masivo de la instalación se produce con una llegada de viajeros; pero todas estas circunstancias no se producen en un edificio de viviendas.

Por tanto para realizar un diseño económico, se determinarán los caudales máximos simultáneos de la instalación.

❖ Coeficiente de simultaneidad según el número de grifos de la vivienda.

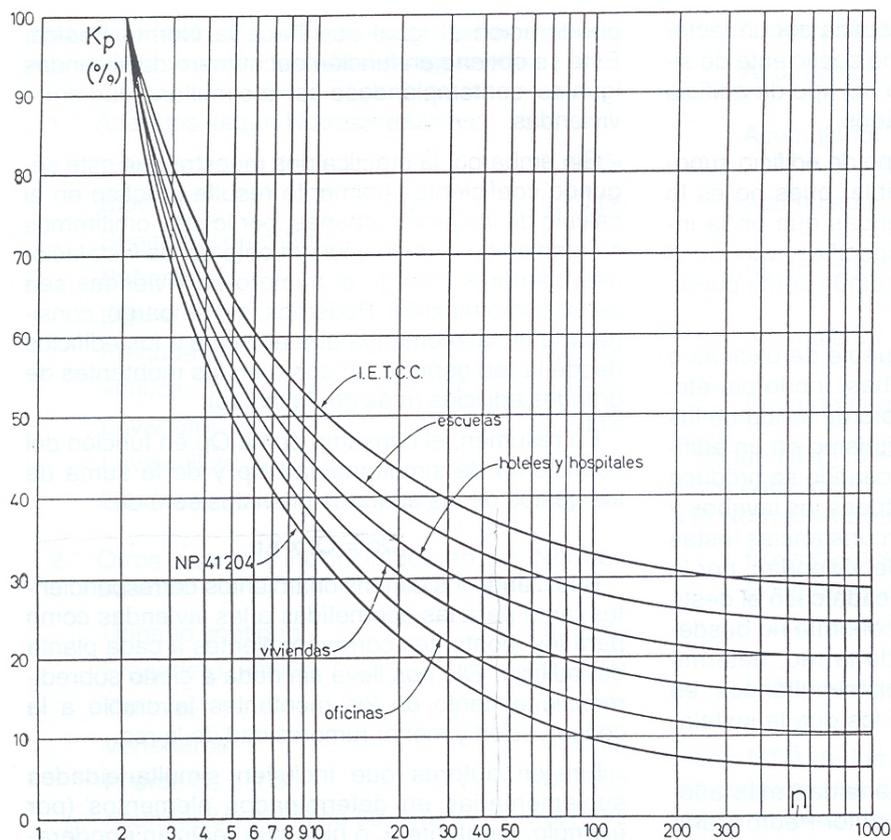
La forma de estimar el coeficiente de simultaneidad es considerando el número de grifos de la vivienda que pueden funcionar al mismo tiempo, obtenido por la fórmula:

$$K_p = \frac{1}{\sqrt{n-1}}$$

Siendo: n = número de grifos de la vivienda ($n \geq 2$)

Este valor de K_p calculado mediante la fórmula se debe aumentar en un 20% del resultado para constituir así un factor de seguridad frente a posible uso de la instalación en horas punta.

Los coeficientes de simultaneidad también se pueden calcular a partir de curvas, que dependerán del tipo de uso de la instalación las cuales también recogen la Norma Francesa AFNOR NP 41204, la cual es una de las mejores en el dimensionamiento de las instalaciones de abastecimiento de agua⁵.

Fig. 105. Gráfica para la obtención del coeficiente de simultaneidad, K_p .⁵

Por tanto el caudal punta en la vivienda se calculará en función del coeficiente de simultaneidad K_p y de la suma de los gastos de los aparatos previstos en la vivienda.

$$Q_P = K_P \times Q_t$$

Existen tablas en las que se ha calculado los caudales simultáneos para las diferentes derivaciones interiores, como en columnas y distribuidores según el número de grupos a alimentar; como se puede ver en las siguientes tablas⁴:

GASTO EN DERIVACIONES		
Tipo de agrupación	Aparatos de uso simultáneo	Gasto (l/seg)
Un cuarto de baño completo	Baño	0'30
Servicios de cocina	Fregadero - Máq. Lavadora	0'40
Un cuarto de aseo	Ducha	0'20
Un cuarto de baño y aseo	Baño - ducha	0'50
Un cuarto de baño y cocina	Baño - Máq. Lavadora	0'50
Un cuarto de aseo y cocina	Ducha - Máq. Lavadora	0'40
Dos cuartos de baño completos	Baño-Baño	0'60
Dos cuartos de aseo	Ducha - ducha	0'40
Dos baños - un aseo	Baño - Baño - Lavabo	0'70
Dos baños - una cocina	Baño - Lavabo - Máq. Lavadora	0'60
Dos aseos - un baño	Ducha - Lavabo - Baño	0'70
Dos aseos - una cocina	Ducha - Lavabo - Máq. Lavadora	0'60
Tres cuartos de baño	Baño - Baño - Lavabo	0'70
Tres aseos	Ducha - ducha - Lavabo	0'50
Tres baños - un aseo	Baño - Baño - Lavabo	0'70
Tres baños - dos aseos	Baño - Baño - ducha	0'80
Tres aseos - un baño	Ducha - ducha - Baño	0'70
Tres aseos - cocina	Ducha - ducha - Máq. Lavabo	0'60
Tres baños - cocina	Baño - Baño - Máq. Lavabo	0'80
Tres aseos - dos baños	Ducha - Baño - Baño	0'80
Cuatro cuartos de baño	Baño - Baño - Baño	0'90
Cuatro baños - un aseo	3 Baños - ducha	1'10
Cuatro baños - un aseo - cocina	3 Baños - ducha - Máq. Lavabo	1'30
Local comercial .....	.....	0'25

GASTO EN COLUMNAS Y DISTRIBUIDORES		
Núm. de grupos	Coeficiente de simultaneidad	
	Uso privado	Uso público
1	1	1
2	0'75	1
3	0'60	0'85
4	0'55	0'80
5	0'53	0'75
6	0'50	0'70
7	0'49	0'65
8	0'48	0'60
9	0'46	0'58
10	0'45	0'55
20	0'40	0'45
30	0'38	0'43
40	0'37	0'38
50	0'35	0'36
75	0'33	0'34
100	0'32	0'32
150	0'31	0'31
200	0'30	0'30
500	0'27	0'29
1000	0'25	0'25

Estos valores nos pueden servir de referencia como valores mínimos de diseño a la hora de realizar el dimensionamiento.

❖ Coeficiente de simultaneidad en viviendas de igual tipo

Este coeficiente de simultaneidad se aplicará cuando el número de viviendas en un edificio sea superior a 10, e indicará la simultaneidad entre viviendas iguales. Se calculará a partir de la fórmula:

$$K_v = \frac{(19 + N)}{(10(N + 1))}$$

Siendo: N=número de viviendas y cumplirse que $K_v \geq 0.25$

Resulta principalmente práctico en el cálculo de las redes urbanas, por lo cual se omitirá su cálculo cuando en las instalaciones interiores cuando el número de

viviendas sea menor de 10. Este coeficiente se aplicará al número de viviendas iguales, es decir no habrá 15 viviendas iguales sino que se considerará que habrá $15 \cdot K_v$ viviendas.

3. PRESIONES NECESARIAS

Previo a cualquier proyecto de este tipo, es necesario informarse en la Compañía de Aguas correspondiente sobre el valor de la presión de la red en la finca donde se pretende actuar así como de sus variaciones a lo largo del día. Este dato a partir de ahora debe ser conocido, y deberemos de tomar como cifra de cálculo la presión mas baja que la Compañía suministradora proporcione.

Esta problemática de las previsiones tiene diversos puntos de vista pues una presión elevada permite un caudal mayor que una pequeña, pero puede producir trastornos importantes en la instalación como veremos, por lo que sus límites son muy variables.

Como una primera aproximación se puede decir que la presión mínima en la acometida o a pie de un edificio debe de ser:

$$P \geq 1,20 \cdot H + P_r$$

siendo:

P =presión disponible en la red (m.c.a)

H =altura geométrica del edificio (m)

P_r =Presión residual; que será igual a 10 m.c.a. si el punto de consumo más desfavorable es un grifo, y 15 m.c.a. si es un calentador instantáneo o un fluxor.

Si la presión no es suficiente será preciso impulsar el caudal de agua con una bomba, el cual se calculará en función del tipo de equipo que se vaya a utilizar y del caudal y las presiones de servicio.

Pero en el caso que la presión fuese excesiva al valor máximo permitido, es decir, superior a 5 atm (50 m.c.a), entonces sería necesario utilizar válvulas reductoras de presión. Presiones superiores a esta presión máxima supondrían problemas de velocidad graves, además de golpes de ariete y trepidaciones en la instalación por lo que es recomendable que las presiones de trabajo se mantengan en el rango de: 35 a 45 m.c.a.

También como regla general puede suponerse que la presión en la acometida es adecuada cuando, expresada en metros excede en 12 o 15 m la altura del inmueble.

4. ELECCIÓN DE LA VELOCIDAD

La elección de la velocidad del agua es un factor que se debe ponderar cuidadosamente.

Unos de los problemas asociados a la velocidad, es la rumorosidad asociada a la circulación del agua en el interior de la tubería. Cuanto mayor sea la velocidad menor serán los diámetros pero mayor será el ruido que provocará el agua en el interior de la tubería. Por tanto desde el punto de vista de un buen diseño se deben de elegir:

Velocidades bajas _____ En ramales de enlace y derivaciones.

Velocidades medias _____ En columnas

Velocidades altas _____ En distribuidores y tubos de alimentación.

Para tuberías de pequeño diámetro la velocidad debe mantenerse entre valores de 0.5 – 1.5 m/s; ya que por debajo de estos valores se producen incrustaciones y por encima resultan muy ruidosas. De forma particular es aconsejable que en derivaciones interiores la velocidad no supere un valor de 1 m/s. Mientras que para tuberías de gran diámetro la velocidad puede mantenerse entre 2 y 3 m/s.

Lo deseable sería:

TRAMO	VELOCIDAD
Distribuidores y acometida	2 – 3 m/s (aunque el valor de 3 m/s no es muy aconsejable)
Montantes	≈ 1 m/s
Sótanos, dependencias de poco uso y cámaras de instalaciones	≥ 2 m/s
Derivaciones de viviendas	0.60 – 0.80 m/s (con valores < 1 m/s)

Hay que tener en cuenta, también el tipo de material de las tuberías para no exceder el siguiente rango:

- i) tuberías metálicas: entre 0,50 y 2,00 m/s
- ii) tuberías termoplásticas y multicapas: entre 0,50 y 3,50 m/s

El diámetro y la velocidad quedan relacionados mediante una ecuación cinética denominada, ecuación de continuidad, la cual relaciona el caudal de la tubería con la velocidad del fluido por la misma y la sección de dicha tubería:

$$Q \text{ (l/s)} = v \text{ (dm/s)} \cdot S \text{ (dm}^2\text{)}$$

Siendo: $Q = \text{caudal (l/s)}$; $v = \text{velocidad (dm/s)}$; y $S = \text{sección} = \pi \cdot D^2/4 \text{ (dm}^2\text{)}$

El diámetro de cada tramo se podría deducir a partir de esta ecuación, pero se usan ábacos o tablas en los cuales se conocerá el diámetro a partir de Q y V , y además nos dan el valor de la pérdida de carga lineal de esa conducción, la cual nos será necesaria para calcular la pérdidas de presión admisible en la conducción; como ya se verá más adelante.

5. DIMENSIONADO DE LAS CONDUCCIONES.

Sea cual sea el método utilizado para realizar el dimensionado de las conducciones de la instalación siempre se va a realizar una división de la instalación en diferentes tramos; pudiéndose llegar a simplificar la instalación en:

1. Tres tramos para un trazado con contadores divisionarios centralizados:
 1. acometida general
 2. tubo de alimentación
 3. montante individual
2. Cuatro tramos para contadores por plantas:
 1. acometida general
 2. tubo de alimentación
 3. montante individual.

Las derivaciones individuales y los ramales de enlace a los aparatos, se suelen dimensionar a partir de las tablas de diámetros mínimos, dadas por la normativa. En todo caso siempre se tiene que tener en cuenta estos diámetros mínimos, aunque se haga el dimensionamiento por otra metodología, ya que los diámetros de estos tramos de alimentación no pueden ser inferiores a estos valores.

Diámetros mínimos de alimentación según CTE¹

Tramo considerado	Diámetro nominal del tubo de alimentación	
	Acero (")	Cobre o plástico (mm)
Alimentación a cuarto húmedo privado: baño, aseo, cocina.	¾	20
Alimentación a derivación particular: vivienda, apartamento, local comercial	¾	20
Columna (montante o descendente)	¾	20
Distribuidor principal	1	25
< 50 kW	½	12
Alimentación equipos de climatización	¾	20
50 - 250 kW	¾	20
250 - 500 kW	1	25
> 500 kW	1 ¼	32

Diámetros mínimos de ramales de enlace¹

Aparato o punto de consumo	Diámetro nominal del ramal de enlace	
	Tubo de acero (")	Tubo de cobre o plástico (mm)
Lavamanos	½	12
Lavabo, bidé	½	12
Ducha	½	12
Bañera <1,40 m	¾	20
Bañera >1,40 m	¾	20
Inodoro con cisterna	½	12
Inodoro con fluxor	1- 1 ½	25-40
Urinario con grifo temporizado	½	12
Urinario con cisterna	½	12
Fregadero doméstico	½	12
Fregadero industrial	¾	20
Lavavajillas doméstico	½ (rosca a ¾)	12
Lavavajillas industrial	¾	20
Lavadora doméstica	¾	20
Lavadora industrial	1	25
Vertedero	¾	20

El dimensionado de las conducciones no solo supone el cálculo del diámetro de la conducción, sino también el valor de la pérdida de carga que se va a producir en ella y si este valor es admisible.

Los métodos de cálculo principales son:

- Método de las longitudes equivalentes.
- Método de cálculo con tablas directas. Que pueden ser a partir de:
 - N.B.I.A (derogada)
 - N.T.E (derogada)
 - Ajuste por velocidad

5.1 Método de las longitudes equivalentes

Hará un estudio exhaustivo de las pérdidas que se producen en cada uno de los tramos de la instalación, obteniendo así la presión residual al final de cada uno de ellos, y comprobando si la presión al final del tramo más desfavorable cumple con las condiciones mínimas de funcionamiento.

El método se desarrolla a partir de rellenar la tabla que se presenta a continuación⁵:

Tramo	Q	D	V velocidad	j	L Longitud geométrica	L _e Longitud equivalente de accesorios	L _{te} Longitud equivalente total L + L _e	L= L _{te} x j	P _i Presión inicial	P _r -J	h + si baja (aumento presión) - si sube (resta presión)	Pf Presión ↓ a comprobar
N.º	l/s	mm	m/s	mca/m	m	m	m	mca	mca	mca	mca	mca

Para rellenar esta tabla es necesario conocer la pérdida de carga por metro lineal de las conducciones además de las pérdidas de carga de los elementos aislados.

A) PÉRDIDA DE CARGA POR UNIDAD DE LONGITUD

El valor de la pérdida de carga unitaria, j(mca/m), nos dará el valor de la pérdida en función de los metros de conducción; mientras que la pérdida de carga J(mca), nos proporciona el valor de pérdida de carga total, la cual se calculará a partir de la Fórmula de Flamant, cuya expresión es:

$$J (mca) = V^{1.75} (m/s) \times L(m) \times F \times D^{1.25}(m)$$

En ella el valor de la rugosidad, F , dependerá del material usado en la instalación pudiendo tomarse como coeficientes los valores siguientes:

- Tubería de acero galvanizado nueva $F = 0,000700$
- Tubería de acero galvanizado en uso $F = 0,000920$
- Tubería de fundición nueva $F = 0,000740$
- Tubería de cobre nuevo $F = 0,000560$
- Tubería de plástico nuevo $F = 0,000540$

A partir de estos datos se han realizado una serie de ábacos (ábaco de Darles) deducidos de la fórmula de Flamant, mediante los cuales de una manera mecánica se obtienen las pérdidas de presión unitaria, j , que se buscan con una aproximación suficiente. Existen ábacos característicos para cada tipo de tubería; debido a la rugosidad del material.

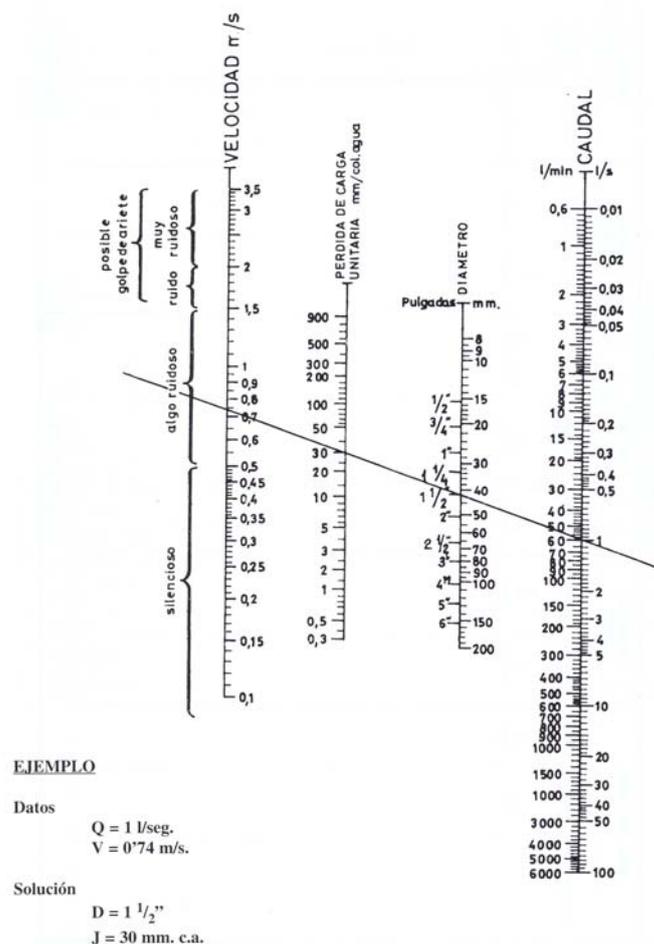


Fig. 106. Ábaco para el cálculo de tuberías de acero⁶.

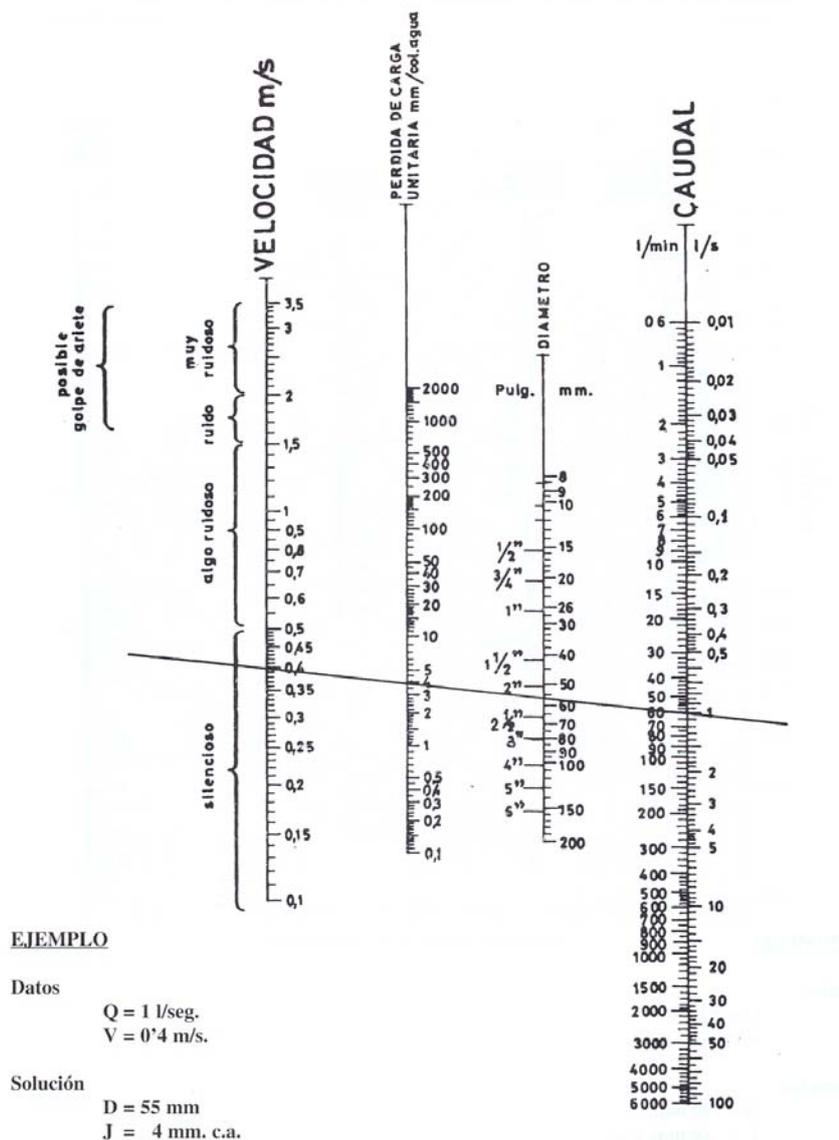
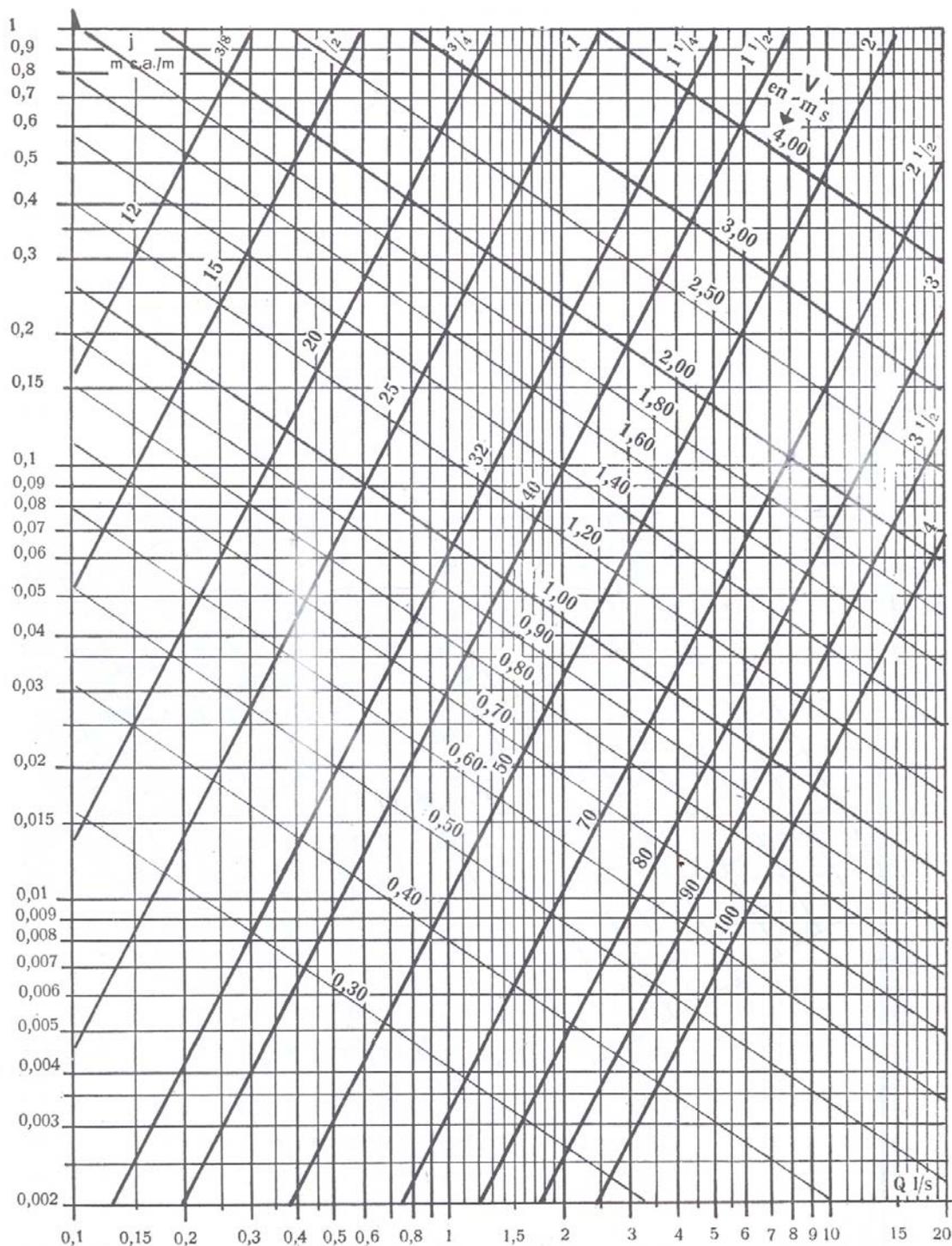


Fig. 107. Ábaco para el cálculo de tuberías de cobre. ⁶

En la práctica se simplifica adoptando para la fórmula de Flamant un único coeficiente de rugosidad, sea cual se el tipo de material, dando lugar a un **Ábaco Universal para las conducciones de agua fría**. La razón de esta simplificación se basa en la consideración de que pasado un cierto tiempo de utilización de la instalación la rugosidad relativa interna de las conducciones no es la del metal original, sino la de los depósitos del agua que se habrán almacenado sobre las paredes internas de las tuberías y que serán muy similares en todas ellas.

Fig. 108. Ábaco universal de las conducciones de agua fría.⁵

Este ábaco es de utilización directa, solamente necesitamos entrar con el valor del caudal en l/s y siguiendo la vertical hasta llegar a un diámetro comercial (en acero galvanizado y cobre no existen todos los diámetros indicados en el ábaco), teniendo en cuenta que la velocidad en la que se encuentra ese punto de intersección es la adecuada. Por último, se obtendrá, la pérdida de carga unitaria en mca/m, cuantificada en el margen izquierdo.

Esto supone grandes simplificaciones, ya que aunque las condiciones del agua (temperatura media, densidad, viscosidad, etc.) son variables, lo cierto es que se ha podido comprobar empíricamente su utilidad en numerosos ocasiones con tuberías rugosas.

En el caso de que las tuberías sean lisas, resulta adecuado utilizar un diámetro inmediatamente inferior al obtenido en dicho ábaco.

Para un correcto dimensionado de la instalación, se debe tener en cuenta, que las pérdidas de carga unitaria obtenidas en los diferentes tramos estén dentro de los siguientes rangos:

- Conducciones enterradas: 0,10 a 0,35 mcda/m .
- Conducciones al exterior, para locales de poco uso 0,07 a 0,20 mcda/m.
- Conducciones en las viviendas: 0,02 a 0,15 mcda/m.

B) CÁLCULO DE LAS PÉRDIDAS DE CARGA DE ELEMENTO AISLADOS.

Para el cálculo de las pérdidas de carga aisladas, es decir, las producidas por las piezas especiales tales como accesorios, derivaciones, curvas, cambios de sección, etc.

Existen tres sistemas para calcular estas pérdidas de carga:

1. método cinético. Con el cual no compensa el tiempo dedicado a su desarrollo frente a la exactitud obtenida en el cálculo.
2. método de las longitudes equivalentes. Es menos riguroso, pero de aplicación directa. Ya que a cada elemento se le asocia una longitud L de tubería correspondiente al diámetro, que supondrá una pérdida de carga en conducción equivalente a la pérdida de carga que produciría el elemento.

Clase de resistencia aislada	Diámetros de las tuberías (") (mm)	Diámetros de las tuberías (") (mm)											
		3/8 10	1/2 15	3/4 20	1 25	1 1/4 32	1 1/2 40	2 50	2 1/2 65	3 80	4 100	5 125	6 150
	manguito de unión	0,00	0,00	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,09	0,12	0,15	0,20	0,25
	cono de reducción	0,20	0,30	0,50	0,65	0,85	1,00	1,30	2,00	2,30	3,00	4,00	5,00
	codo o curva de 45.º	0,20	0,34	0,43	0,47	0,56	0,70	0,83	1,00	1,18	1,25	1,45	1,63
	curva de 90.º	0,18	0,33	0,45	0,60	0,84	0,96	1,27	1,48	1,54	1,97	2,61	3,43
	codo de 90.º	0,38	0,50	0,63	0,76	1,01	1,32	1,71	1,94	2,01	2,21	2,94	3,99
	"te" de 45.º	1,02	0,84	0,90	0,96	1,20	1,50	1,80	2,10	2,40	2,70	3,00	3,30
	"te" arqueada o de curvas ("pantalones")	1,50	1,68	1,80	1,92	2,40	3,00	3,60	4,20	4,80	5,40	6,00	6,60
	"te" confluencia de ramal (paso recto)	0,10	0,15	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00	1,20
	"te" derivación a ramal	1,80	2,50	3,00	3,60	4,10	4,60	5,00	5,50	6,20	6,90	7,70	8,90
	válvula retención de batiente de pistón	0,20	0,30	0,55	0,75	1,15	1,50	1,90	2,65	3,40	4,85	6,60	8,30
	válvula retención paso de escuadra	1,33	1,70	2,32	2,85	3,72	4,67	5,75	6,91	8,40	11,1	12,8	15,4
	válvula retención paso de escuadra	5,10	5,40	6,50	8,50	11,50	13,0	16,5	21,0	25,0	36,0	42,0	51,0
	válvula de compuerta abierta	0,14	0,18	0,21	0,26	0,36	0,44	0,55	0,69	0,81	1,09	1,44	1,70
	válvula de paso recto y asiento inclinado	1,10	1,34	1,74	2,28	2,89	3,46	4,53	5,51	6,69	8,80	10,8	13,1
	válvula de globo	4,05	4,95	6,25	8,25	10,8	13,0	17,0	21,0	25,0	33,0	39,0	47,5
	válvula de escuadra o ángulo (abierta)	1,90	2,55	3,35	4,30	5,60	6,85	8,60	11,1	13,7	17,1	21,2	25,5
	válvula de asiento de paso recto	—	3,40	3,60	4,50	5,65	8,10	9,00	—	—	—	—	—
	intercambiador	—	—	—	2,1	5	12,5	13,2	14,2	25	—	—	—
	radiador	2,50	3,00	3,50	4,00	4,50	5,00	5,75	6,50	7,00	7,50	8,00	10,00
	radiador con valvulería	3,75	4,40	5,25	6,00	6,75	7,50	8,80	10,10	11,40	12,70	14,00	15,00
	caldera	2,50	3,00	3,50	4,00	4,50	5,00	5,75	6,50	7,00	7,50	8,00	10,00
	caldera con valvulería	3,00	4,20	4,90	5,60	6,30	7,00	8,00	8,75	9,50	10,00	11,00	12,00
	contador	general individual o divisionario		4,5 m.c.d.a.									
				10 m.c.d.a.									

Fig. 109. Tabla de las longitudes equivalentes para los elementos de las conducciones de agua⁵.

3. Mediante el aumento a las pérdidas de rozamiento en tuberías en consideración a las pérdidas locales de los circuitos correspondientes. Es decir, suponer un aumento de entre un 20 a un 30% de las pérdidas de rozamiento en tuberías en un tramo determinado.

Volviendo de nuevo a la tabla de predimensionamiento del método de longitudes equivalentes, rellenar dicha tabla es bastante sencillo, considerando siempre que

cuantos más tramos se hayan previsto, más exacto resultará el cálculo.

Tramo	Q	D	V velocidad	j	L Longitud geométrica	L_a Longitud equivalente de accesorios	L_e Longitud equivalente total $L + L_a$	$L =$ $L_e \times j$	P_i Presión inicial	$P_i - J$	h + si baja (aumento presión) - si sube (resta presión)	P_f Presión ↓ a comprobar
N.º	l/s	mm	m/s	mcda/m	m	m	m	mcda	mcda	mcda	mcda	mcda

El sistema recomendable es obtener una primera tabla para la acometida y distribuidor principal del edificio y una segunda, para el montante más desfavorable.

Los diámetros de las derivaciones se pueden obtener directamente, por Norma, pero para una mayor seguridad, se puede realizar una tercera y última tabla de cálculo para la vivienda más desfavorable.

Obtenidos los caudales el dato más significativo es la velocidad a partir de la cual y según el Ábaco universal de agua fría se determina el diámetro y las pérdidas de carga unitaria "j" en mcda.

La columna de la tabla que indica la longitud geométrica, se obtiene por medición. Mientras que la longitud equivalente de los accesorios, se obtendrá mediante la tabla expuesta anteriormente. Siendo la longitud equivalente total en cada uno de los tramos la suma de ambos.

La pérdida de carga en el tramo se obtendrá de multiplicar este valor de longitud total por la cifra obtenida anteriormente en el ábaco universal como j, en función de Q, V y el diámetro. Esta pérdida de carga se deberá restar de la inicial del tramo para obtener la presión resultante final deberemos comprobar como adecuada en los grifos correspondientes.

6. TRAZADO DE LA INSTALACIÓN EN VIVIENDAS UNIFAMILIARES

En el caso frecuente, de instalaciones en viviendas unifamiliares de más de una planta (así como en los dúplex), las derivaciones no quedan definidas en la normativa, en cuanto a su tendido se refiere, salvo que se pueda hacer el tendido por el techo de la planta más alta.

La solución más recomendable es la de realizar la instalación mediante la previsión de montantes independientes para cada una de las plantas y disponer de una válvula antirretorno en cada una de ellas, garantizándose así la imposibilidad de retornos.

Aunque ello es un encarecimiento de la red, lo ideal es que estos montantes sean, además, independientes para cocinas y aseos higiénicos, de forma que haya una independencia total de los distintos suministros.

El ramal de cada piso debe poseer llave de paso, situada lo más cerca posible de la columna, pero aunque no sea así, en todos los casos, debe de existir una llave de paso en locales comunes o en el mismo lugar que están los aparatos que alimenta.

En el caso concreto de estas viviendas, la derivación particular se mantendrá sin reducciones de diámetro, es decir, con la sección constante que se haya obtenido mediante el correspondiente cálculo, siendo las derivaciones a cada local húmedo de un diámetro mínimo de 20 mm (3/4") manteniéndose con este valor hasta las últimas derivaciones de aparato, actuando, por tanto, como un colector de distribución.

Con esta solución se mantiene la presión lo más uniforme posible a lo largo del mismo, y desde el colector así dimensionado partirán las bajadas a los aparatos con las dimensiones que indica la norma. Además se podrá vaciar completamente la red de derivaciones y ramales por el grifo más bajo, si fuera necesario siempre y cuando se tenga un tendido en distribución superior.

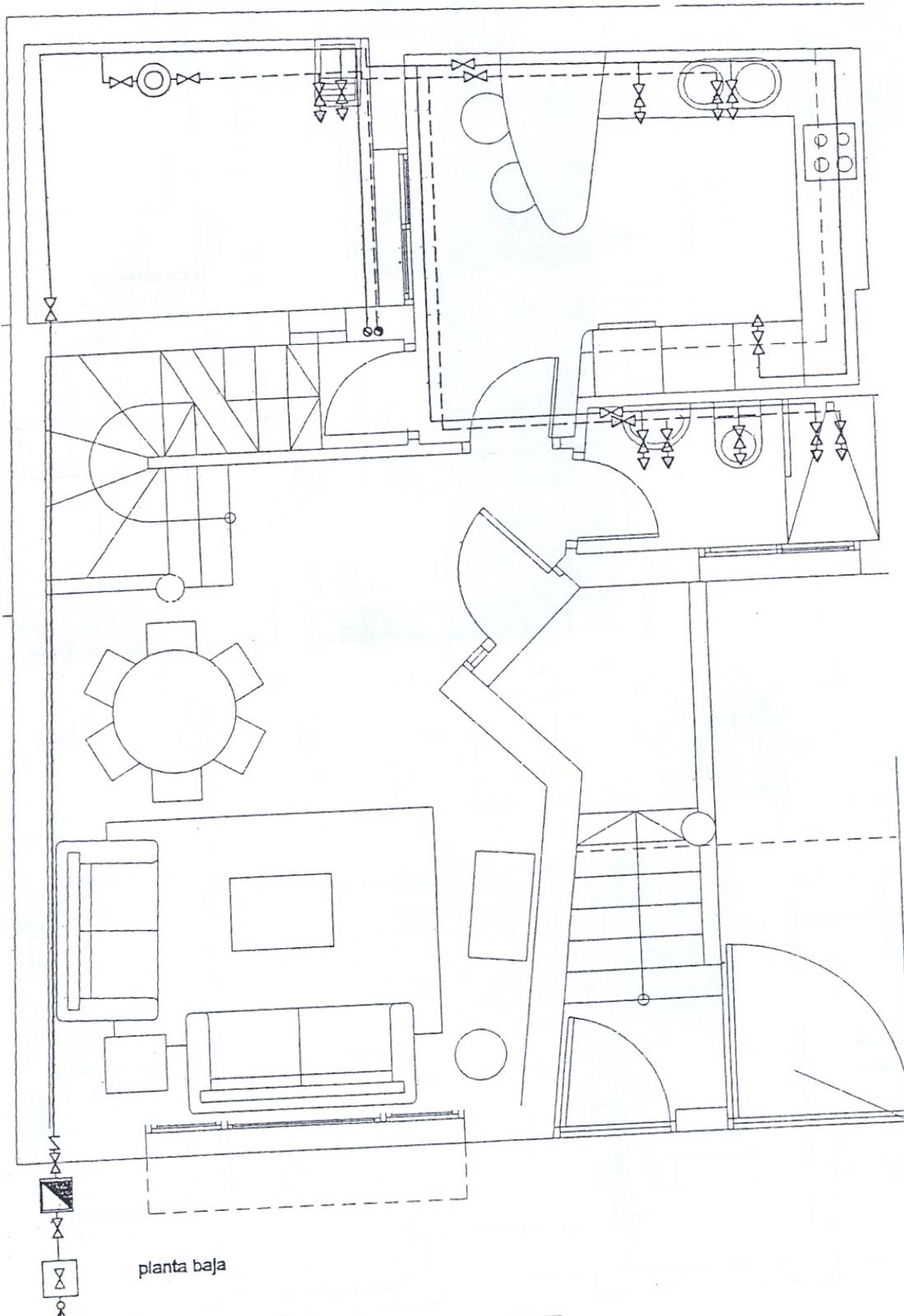


Fig. 110.

Bibliografía

1. Código Técnico de la Edificación. Ministerio de la Vivienda. Marzo 2006. (RD 314/2006 de 17 de marzo).
2. RITE + Instrucciones Técnicas Complementarias. RD 1027/2007 20 de julio (BOE nº 207, 29 de agosto 2007).
3. Resumen de normas UNE.
4. Instalaciones de Fontanería, Saneamiento y Calefacción. Franco Martín Sánchez. 4ª edición. 2007.
5. Cálculo y normativa básica de las instalaciones en los edificios. J.L. Arizmendi Barnes. Ed.: Eunsa. 6ª edición. 2000.
6. Nuevo Manual de Instalaciones de Fontanería y Saneamiento. Franco Martín. Ed. A. Vicente 2007.
7. Instalaciones en la edificación y su ejecución. E. Maestre Gordo; J.A. López Davó. Gabinete Técnico del COAATMU. 2001.
8. Instalaciones de fontanería. M. Roca Suárez , J. Carratalá y J. Solís Robaina. Univ. De las Palmas de Gran Canaria. 2005.
9. Instalaciones sanitarias. Pedro Mª Rubio Requena. 1974.
10. Manuales técnicos ROCA.
11. Pliego de especificaciones técnicas para tuberías. Serie normativa 2001.
12. Catálogos comerciales.
13. NTE. Instalaciones 1ª Parte. Ministerio de Fomento. 2002.
14. Manual de instalaciones de calefacción por agua caliente. Franco Martín Sánchez. AMV ediciones. 3ª edición. 2008.