

## Resumen

Los anexos complementan la información que se presenta en la memoria, ampliando y justificando los resultados y las conclusiones a las que se han llegado con el desarrollo del proyecto.

En los anexos se han incluido los aspectos más técnicos del proyecto, como pueden ser la metodología y los cálculos necesarios para el dimensionamiento de la instalación de fontanería y saneamiento, el cálculo de la instalación de ACS con energía solar, el presupuesto en detalle del proyecto o las fichas técnicas de los elementos de la instalación.

Se recomienda leer los anexos para una total comprensión del texto de la memoria. En la misma memoria hay varias referencias a los anexos, con la intención de que el lector los consulte cuando requiera conocer toda la información asociada a un determinado capítulo del proyecto.

El ANEXO N corresponde a los planos de la instalación de fontanería y saneamiento del edificio AINOS. Los planos se han elaborado en un tamaño de papel A3, a escala 1:100, excepto los esquemas unifilares (del PLANO 9 al PLANO 16), que son unos esquemas conceptuales sin escala que permiten conocer al detalle las dimensiones de las tuberías y los accesorios necesarios para realizar la instalación.

Por último, hay que comentar que la bibliografía que corresponde a los anexos se ha incluido en la bibliografía que se presenta en la memoria, por lo que en los anexos no se incluye un apartado destinado a las referencias bibliográficas.





## Sumario

<b>RESUMEN</b>	<b>1</b>
<b>SUMARIO</b>	<b>3</b>
<b>A. ESTUDIO PLUVIOMÉTRICO DE BARCELONA</b>	<b>7</b>
<b>B. ELEMENTOS DE AHORRO DE AGUA</b>	<b>11</b>
B.1. Inodoros.....	11
B.1.1. Cisternas con interrupción de la descarga .....	11
B.1.2. Cisternas con doble pulsador.....	11
B.1.3. Reductor volumétrico o limitador de llenado .....	11
B.1.4. Inodoro con fluxor o descarga presurizada .....	12
B.2. Grifería.....	12
B.2.1. Apertura en frío .....	12
B.2.2. Grifos con aireador o perlizador. Ecoducha .....	12
B.2.3. Grifos con regulador de caudal o de flujo.....	13
B.2.4. Apertura en dos fases .....	13
B.2.5. Grifos con temporizador o push-button .....	13
B.2.6. Grifo termostático.....	14
B.2.7. Grifo electrónico con sensores infrarrojos .....	14
B.2.8. Interruptores de caudal para duchas.....	14
<b>C. AMPLIACIÓN DE NORMATIVA Y LEGISLACIÓN</b>	<b>15</b>
C.1. Las Ordenanzas municipales de ahorro de agua.....	15
C.2. Ampliación de la legislación aplicable .....	18
C.3. La búsqueda del estándar internacional .....	18
<b>D. LAS AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS</b>	<b>23</b>
<b>E. AMPLIACIÓN DE TRATAMIENTOS DE AGUAS RESIDUALES</b>	<b>31</b>
E.1. Clasificación de tratamientos de aguas.....	31
E.2. Ampliación de tratamientos de aguas grises.....	34
E.3. Tratamientos de desinfección .....	37
E.3.1. Cloración.....	37
E.3.2. Ozonización .....	38
E.3.3. Lámpara UV.....	38
<b>F. CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN SOLAR PARA ACS</b>	<b>41</b>



<b>G. INSTALACIÓN DE FONTANERÍA Y SANEAMIENTO</b>	<b>51</b>
G.1. Elección de materiales para la instalación.....	51
G.1.1. Estudio comparativo de materiales para las canalizaciones.....	51
G.1.2. Requisitos de los materiales.....	54
G.1.3. Resumen de selección de materiales para tuberías.....	55
G.2. Instalación de fontanería.....	57
G.2.1. Descripción de la instalación de fontanería.....	57
G.2.2. Metodología empleada para el dimensionado de la instalación de fontanería.....	60
G.2.3. Dimensionado de la instalación de fontanería.....	68
G.2.4. Cálculo de las pérdidas de carga.....	73
G.3. Instalación de saneamiento.....	77
G.3.1. Metodología para el dimensionado de la instalación de saneamiento.....	77
G.3.2. Cálculo de la instalación de saneamiento.....	81
G.4. Cálculo de los grupos de presión.....	84
<b>H. PRESUPUESTO DETALLADO</b>	<b>87</b>
H.1. Presupuesto de elementos en la instalación general (Grifería, aparatos sanitarios y electrodomésticos).....	87
H.2. Presupuesto de sistemas de reciclaje y reutilización de agua.....	88
H.3. Presupuesto de los grupos de presión.....	88
H.4. Presupuesto del sistema de generación de ACS por energía solar.....	89
H.5. Presupuesto del sistema telemático de contadores.....	89
H.6. Presupuesto de tuberías necesarias para la instalación de fontanería.....	90
H.7. Presupuesto de tuberías necesarias para la instalación de saneamiento... ..	90
H.8. Presupuesto de accesorios necesarios para la instalación de fontanería... ..	91
H.9. Presupuesto de accesorios para la instalación de saneamiento.....	95
H.10. Presupuesto de mano de obra y recursos humanos para la ejecución del proyecto.....	96
<b>I. TARIFAS Y FICHAS TÉCNICAS DE LOS SISTEMAS</b>	<b>97</b>
I.1. Grifería, aparatos sanitarios, electrodomésticos.....	97
I.2. Sistemas de reciclaje y reutilización de aguas.....	103
I.3. Grupos de presión.....	106
I.4. Sistema de generación de ACS por energía solar.....	109
I.5. Sistema telemático de contadores.....	110
I.6. Tuberías y accesorios para fontanería.....	113
I.7. Tuberías y accesorios para saneamiento.....	116



<b>J. TUBERÍAS Y ACCESORIOS CLASIFICADOS POR PLANOS</b>	<b>119</b>
J.1. Tuberías necesarias para la instalación de fontanería.....	119
J.2. Tuberías necesarias para la instalación de saneamiento .....	121
J.3. Accesorios para la instalación de fontanería y saneamiento .....	122
<b>K. FACTURAS DOMÉSTICAS DE AGUA Y ELECTRICIDAD</b>	<b>129</b>
K.1. Factura del agua .....	129
K.2. Factura de la luz.....	130
<b>L. AHORROS Y COSTES</b>	<b>131</b>
L.1. Ahorro de agua.....	131
L.2. Coste de energía.....	133
L.3. Mantenimiento y costes asociados .....	134
L.4. Previsión de la evolución anual de los precios.....	134
<b>M. RETORNO DE LA INVERSIÓN</b>	<b>137</b>
M.1. Flujo de caja .....	137
M.2. Ahorro acumulado .....	138
M.3. Coste acumulado .....	139
<b>N. PLANOS DE LA INSTALACIÓN</b>	<b>141</b>





## A. Estudio pluviométrico de Barcelona

La instalación del sistema de recogida de aguas pluviales se hace en un edificio de residencial diseñado para gente joven en la ciudad de Barcelona. Para determinar el volumen de aguas pluviales que se puede recoger, y con ello dimensionar el depósito de almacenamiento y la instalación necesaria, es imprescindible hacer un estudio de la pluviometría de la zona. También se describen algunas generalidades acerca del clima de Cataluña, y en concreto del área metropolitana de Barcelona.

A excepción de la Vall d'Aran, de clima atlántico (Fig. A.1), Cataluña se caracteriza por unos inviernos de suaves temperaturas y por unos veranos calurosos y secos. La pluviometría es muy irregular, ya que la presencia de aire mediterráneo modera las temperaturas, a la vez que puede originar lluvias torrenciales durante el otoño, especialmente en la zona litoral y prelitoral. Generalmente, a medida que se avanza hacia el interior, aumenta la amplitud térmica y disminuyen las precipitaciones.

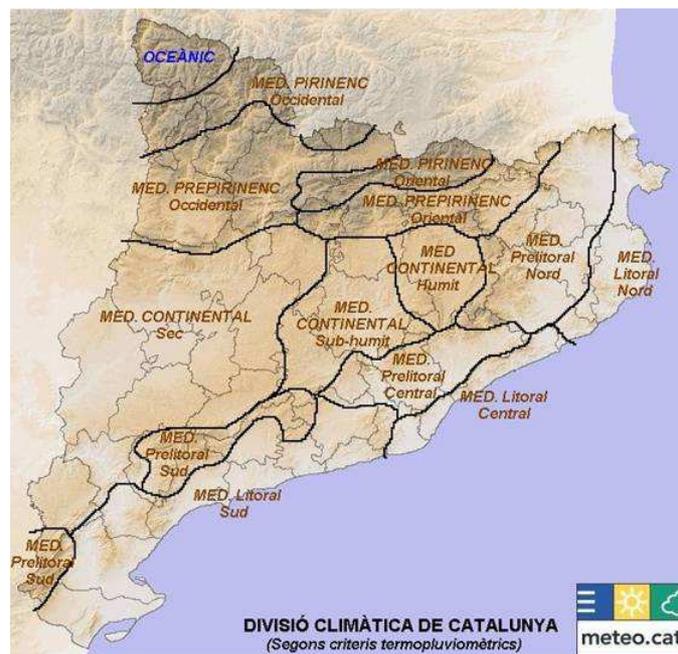
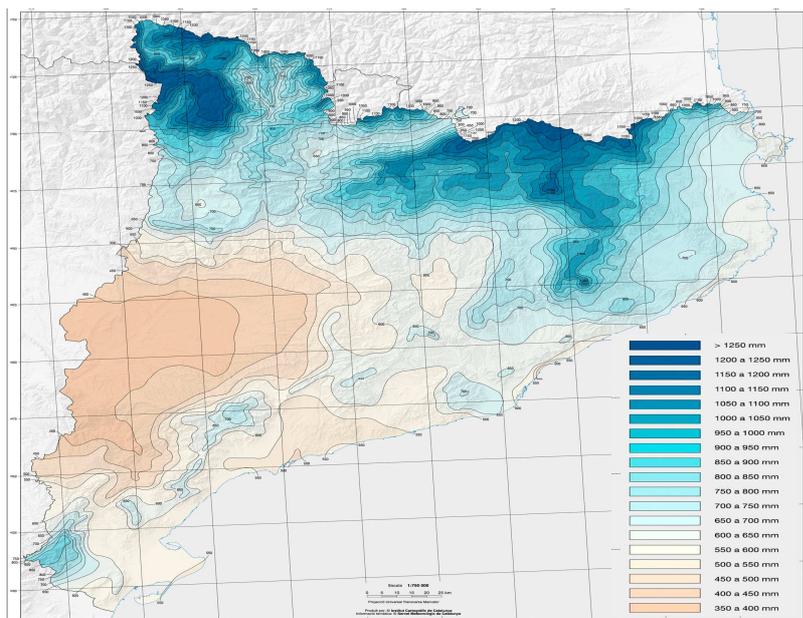


Fig. A.1. Divisió climàtica de Catalunya [http://www.meteo.cat, 14 de mayo del 2010]

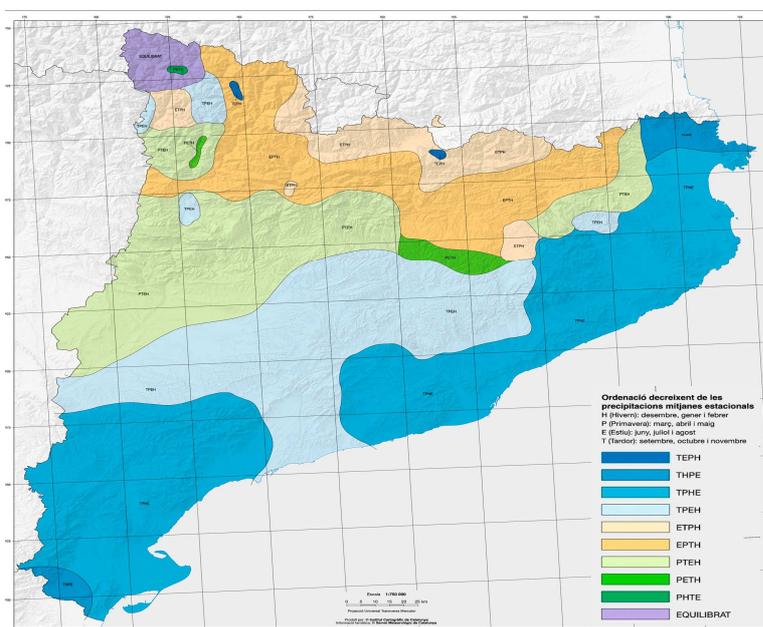
En la Fig. A. 2 se observa una distribución por zonas en el rango de litros por metro cuadrado que puede esperarse que llueva durante un año. Se observa que las zonas más húmedas están en el norte de Cataluña, mientras que las más áridas se encuentran en el interior. El litoral está en un rango de pluviometría media.





**Fig. A.2.** Rangos de pluviometría en Cataluña [http://www.meteo.cat, 14 de mayo del 2010]

En la Fig. A. 3 se observa una distribución por zonas, separadas por el orden decreciente de las precipitaciones medias estacionales. Se ve que el Barcelona se encuentra en la zona donde las precipitaciones son más abundantes y frecuentes en otoño, y después en invierno, primavera y, por último, verano.



**Fig. A.3.** Zonas clasificadas por pluviometría estacional [http://www.meteo.cat, 14 de mayo del 2010]

El clima barcelonés es mediterráneo, de tipo litoral central. La precipitación media anual está alrededor de los 600 mm, siendo los valores más elevados cerca de la Serralada Litoral. Como se ha comentado, la estación más lluviosa del año es el otoño, y la más seca es el



verano, especialmente en el mes de julio. En lo referente a las temperaturas, los inviernos son más suaves, con medias de 9°C a 11°C, y las temperaturas son más bajas en la zona más cercana al Besós y a la Zona Franca. Los veranos son calurosos, con temperaturas medias de entre 23°C y 24°C, lo que comporta una amplitud térmica moderada. Por otra parte, la posibilidad de heladas en el centro de Barcelona es muy baja.

Los datos de este estudio climatológico provienen en su gran mayoría del Observatorio Fabra, situado en la calle Berlín de Barcelona. También se han recogido datos de los observatorios meteorológicos de Ciutadella y del Raval, ubicados del mismo modo en la ciudad de Barcelona. En las figuras Fig. A.4. y Tabla A. 1 se nos presenta un resumen de los datos climatológicos de temperaturas y precipitaciones en Barcelona por un periodo de 30 años (1971 – 2000).

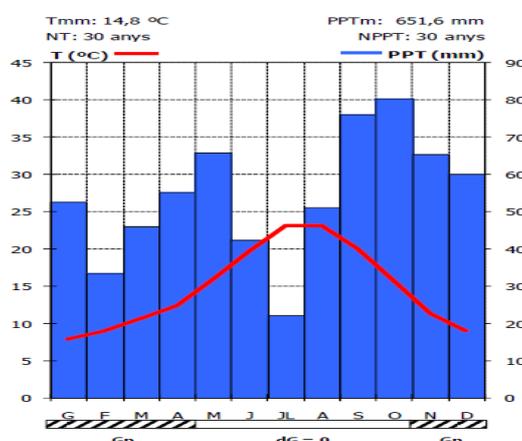


Fig. A.4. Representación gráfica de la climatología mensual promedio durante el período 1971 – 2000  
[<http://www.meteo.cat>, 14 de mayo del 2010]

	G	F	M	A	M	J	JL	A	S	O	N	D	ANY
Tmm	7,9	8,9	10,7	12,4	15,9	19,7	23,2	23,1	20,0	15,8	11,3	9,0	14,8
Txx	19,4	21,2	26,8	25,0	28,8	34,5	38,5	38,4	32,4	30,0	26,4	19,8	38,5
Txxm	18,0	17,7	20,8	22,0	25,7	29,6	32,5	32,2	28,5	24,2	19,7	16,6	23,8
Txm	10,7	12,1	14,3	16,4	20,1	24,0	27,7	27,4	23,8	19,0	14,2	11,6	18,4
Tnm	5,1	5,7	7,0	8,3	11,7	15,3	18,6	18,7	16,2	12,6	8,4	6,3	11,2
Tnm F	0,1	0,6	2,1	3,2	6,8	10,2	14,0	13,9	11,2	7,5	2,7	0,8	6,1
Tnn	-7,2	-5,7	-3,9	0,0	3,4	7,0	10,6	11,0	7,4	2,8	-2,6	-4,5	-7,2
dia	08/01/1985	13/02/1983	06/03/1971	08/04/1973	08/05/1981	08/06/1984	05/07/1978	08/08/1984	30/09/1974	13/10/1975	20/11/1985	03/12/1980	09/01/1988
PPTm	52,7	33,6	46,0	55,2	66,0	42,5	22,1	51,3	76,2	80,4	65,4	60,1	651,6
PPTx24h	79,4	48,5	58,7	62,7	93,4	68,0	72,0	71,5	114,6	144,1	96,0	194,8	194,8
dia	18/01/1978	18/02/1982	21/03/1984	22/04/1971	08/05/1981	01/06/1982	17/07/1978	21/08/1981	28/09/1984	04/10/1987	08/11/1983	05/12/1971	05/12/1971
dPPT	7,2	6,1	7,0	8,2	8,1	6,8	3,6	5,8	6,8	7,8	6,6	7,1	81,0
dG	3,1	3,0	1,8	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	2,0	12,9

Variable	Unitats	Descripció
Tmm	°C	Temperatura mitjana
Txx	°C	Temperatura màxima absoluta
Txxm	°C	Temperatura mitjana de les màximes absolutes
Txm	°C	Temperatura màxima mitjana
Txm C	°C	Temperatura màxima mitjana del mes més càlid
Tnm	°C	Temperatura mínima mitjana
Tnm F	°C	Temperatura mínima mitjana del mes més fred
Tnnm	°C	Temperatura mitjana de les mínimes absolutes
Tnn	°C	Temperatura mínima absoluta
AT	°C	Amplitud tèrmica. Diferència entre la temperatura mitjana (Tmm) dels mesos més càlid i més fred
NT	Anys	Número d'anys de la sèrie climàtica per a la variable temperatura
PPTm	mm	Precipitació mitjana
PPTx24h	mm	Precipitació màxima en 24 hores
Règim		Règim pluviomètric
NPPT	Anys	Número d'anys de la sèrie climàtica per a la variable precipitació
dPPT	Dies	Número mitjà de dies de pluja
dG	Dies	Número mitjà de dies de glaçada
Gs		Període de glaçada segura
Gp		Període de glaçada probable
dG=0		Període sense glaçada
EM		Estació meteorològica

Tabla A.1. Datos de la climatología mensual promedio durante el período 1971 – 2000  
[<http://www.meteo.cat>, 14 de mayo del 2010]



En la Tabla A.2 se pueden ver los datos de pluviometría recogidos los últimos años por el Anuario de datos climatológicos, que recoge los datos registrados en la XEMA (Xarxa d'Estacions Meteorològiques Automàtiques) que gestiona el SMC (Servei Meteorològic de Catalunya). Se observa que no figuran los años 2004, 2005, 2006. Esto es debido a que la última edición del Anuario fue la correspondiente al año 2003, y no se retomó hasta el 2007. Este vacío de tres años es debido a la entrada en vigor de la Ley 15/2001 de meteorología, del 14 de noviembre, la cual dictó que a partir de 2002 el SMC pasaría a gestionar las diferentes redes de equipamiento meteorológico que hasta entonces habían sido gestionadas de forma independiente por los distintos organismos de la Generalitat de Catalunya.

	Precipitación mensual (mm)							Precipitación mensual máxima en 24 h (mm)							Precipitación mensual máxima en 1 h (mm)							Número de días de precipitación (PPT24h ≥ 0,1 mm)						
	2000	2001	2002	2003	2007	2008	Media	2000	2001	2002	2003	2007	2008	Media	2000	2001	2002	2003	2007	2008	Media	2000	2001	2002	2003	2007	2008	Media
Enero	19,4	55,8	42,6	24,4	3	16,6	26,97	13,4	37,4	14,2	12	3	9,5	14,92	4,4	12,4	7,2	5,3	1,4	3,2	5,65	6	4	7	6	1	5	4,83
Febrero	2,2	17	17,8	155	28,3	34	42,35	1,2	8,6	12,4	35,4	21,1	10,4	14,85	1,6	4,4	3,2	15,2	15	3,8	7,20	2	5	6	12	5	10	6,67
Marzo	30,2	11,6	82,2	15,6	17	21,3	29,65	16,6	4,4	42,6	10	11,1	12,6	16,22	14,4	2,4	14,4	3,2	4,5	4,5	7,23	5	5	7	5	5	8	5,83
Abril	50	44,6	107	15,6	80,4	31,1	54,78	16,4	37,4	35,8	6,8	49,4	21,6	27,9	9,6	27,6	10,8	4,4	10,8	12,6	12,63	6	2	9	6	12	7	7,00
Mayo	43,8	21,4	115,4	45,2	19,5	93,5	56,47	20,4	6,2	25,2	16,2	7,8	45,4	20,2	21,2	6,8	19,2	8	2	7,6	10,80	6	8	11	7	9	10	8,50
Junio	14,6	0,2	38	0	0,2	66,6	19,93	7,6	0,2	30	0	0,2	25	10,5	10,8	0,4	12	0	0,2	16,4	6,63	8	1	5	0	1	10	4,17
Julio	4	69,8	86	4,8	0,2	34,9	33,28	2,2	35,8	79,8	2,2	0,1	34,6	25,78	4,4	26	55,2	3,2	0,1	28	19,48	2	3	5	3	2	3	3,00
Agosto	8	18,6	129,4	30,8	80,7	9,9	46,23	4,4	12,2	37	15,8	29,3	9,9	18,1	2	11,2	18,4	18,4	12,1	5,9	11,33	4	2	14	3	11	1	5,83
Septiembre	85,6	46,2	32,2	94,2	7,1	35,3	50,1	53,6	34,8	15,4	25	6,4	26,1	26,88	59,6	31,6	18,4	32,4	6,1	16,1	27,37	8	5	9	13	4	8	7,83
Octubre	44,6	15,6	166,2	145	138,7	79,1	98,13	18,2	11,2	128,8	34,2	32,2	28,1	42,12	11,2	10	37,6	21,2	26,5	8,6	19,18	10	4	6	12	12	11	9,17
Noviembre	18,4	42,2	65	13,8	0,6	64,2	34,03	11,8	14,6	28,6	4,6	0,5	21,9	13,67	13,6	10,4	14,4	2	0,2	12,3	8,82	4	8	9	9	2	7	6,50
Diciembre	30,2	20	55,4	34,2	9,9	89,3	39,83	17,2	10	48,2	10	17	26,4	21,47	5,6	2,8	12,8	6	2,2	8,3	6,28	5	3	9	6	7	13	7,17
Año	351	363	937,2	578	385,6	575,8	631,8	53,6	37,4	128,8	35,4	49,4	45,4	58,33	59,6	31,6	55,2	32,4	26,5	28	38,88	66	50	97	82	71	93	76,5

**Tabla. A.2.** Datos pluviométricos para 2000 -2003, 2007 y 2008

[Elaboración propia. Datos: <http://www.meteo.cat>, 14 de mayo del 2010]

El valor de precipitación media de 651,6 mm/año, correspondiente al periodo 1971 -2000, es una buena medida para dimensionar el depósito de recogida de aguas pluviales. Esto es debido a que, comparándolo con mediciones más recientes, únicamente es superado por la precipitación de 937,2 mm que tuvo lugar en el 2002. La Tabla. A.3 muestra un resumen de los promedios de otros datos climatológicos de ámbito más general.

	2000	2001	2002	2003	2007	2008
Precipitación acumulada (PPT) [mm]	351	363	937,2	578	385,6	575,8
Temperatura media (Tmm) [°C]	16,9	17,2	15,1	15,7	17,8	17,6
Temperatura máxima media (T <sub>mx</sub> ) [°C]	19,6	20,1	19,5	21,1	21,8	21,2
Temperatura mínima media (T <sub>nm</sub> ) [°C]	14,4	14,6	12,2	12,3	14,7	14,7
Temperatura máxima absoluta (T <sub>xx</sub> ) [°C]	35,7	32,3	33,6	40,1	33,8	34,1
Temperatura mínima absoluta (T <sub>nn</sub> ) [°C]	1,7	0,8	3,1	-1,3	3,1	4,5
Velocidad media del viento (a 10 m) [m/s]	2,8	2,9	5,1	5,2	1,9	1,9
Humedad relativa media [%]	71	74	72	71	58	62
Media de irradiación solar global diaria [MJ/m <sup>2</sup> ]	16,2	15,8	13,6	15	15,1	14,9

**Tabla. A.3.** Datos climatológicos para 2000 -2003, 2007 y 2008

[Elaboración propia. Datos: <http://www.meteo.cat>, 14 de mayo del 2010]



## B. Elementos de ahorro de agua

En este anexo se da una explicación más extensa de los elementos de ahorro de agua más sencillos y económicos que hay en el mercado. Algunos de ellos serán la primera medida a utilizar para asegurar la buena eficiencia sobre el consumo de agua del edificio AINOS.

### B.1. Inodoros

Para poder considerar a un inodoro como ahorrador, es preciso que cuente con un sistema de retención de vaciado, que puede ser de varios tipos, los cuales se exponen a continuación.

#### B.1.1. Cisternas con interrupción de la descarga

Disponen de un pulsador único que interrumpe la salida de agua, en unos casos accionándolo dos veces y, en otros, dejando de pulsarlo.

#### B.1.2. Cisternas con doble pulsador

Permiten dos niveles de descarga de agua, de modo que con un pulsador se produce el vaciado total de la cisterna, y con el otro tenemos un vaciado parcial. Además, el que acciona la salida del caudal mayor puede regularse actuando sobre el mecanismo de descarga, reduciendo la capacidad total de la cisterna (de los 9 litros habituales a los 6 litros recomendables). La descarga parcial debe ser de 3 litros.

#### B.1.3. Reductor volumétrico o limitador de llenado

El reductor volumétrico (Fig. B.1) es un cuerpo plástico flexible que se llena de agua y sal. Se coloca en el fondo de la cisterna donde queda depositado permanentemente. Su función es ocupar un cierto volumen dentro de la cisterna, exactamente igual al volumen que se ahorra. Se ahorran unos 1,5 litros por cada descarga, al no permitir que la cisterna se llene hasta su capacidad máxima.



Fig. B.1. Reductores volumétricos [http://www.marcadiferencia.com/, 20 de mayo del 2010]



#### **B.1.4. Inodoro con fluxor o descarga presurizada**

El accionamiento de estos sistemas de descarga se produce al ejercer presión sobre un mecanismo que permite el paso de agua. Una de sus ventajas es que no es necesario el llenado de ninguna cisterna, así que no existen tiempos de espera entre usos, y ocupan poco espacio. La presión del agua permite una limpieza eficaz y en poco tiempo. La instalación de fluxores se centra principalmente en servicios públicos, ya que tienen pocas zonas expuestas al vandalismo. El inconveniente es que debido a la necesidad de disponer de una elevada presión en la red para cada fluxor, se precisa un riguroso estudio de la presión y unos grandes diámetros de tuberías y válvulas.

### **B.2. Grifería**

La instalación de grifos monomando en usos de tipo doméstico y residencial se ha generalizado debido a su sencillez de manejo. Además, desde el punto de vista de la eficiencia, presentan importantes ventajas frente a los tradicionales con mandos separados de agua caliente y agua fría.

No obstante, los grifos monomando plantean algunos inconvenientes. Al abrir un grifo monomando, el usuario suele accionarlo al máximo, lo que conlleva un suministro máximo de caudal, casi nunca necesario. Por otro lado, la palanca del monomando se suele dejar a menudo en un punto intermedio entre los extremos agua fría y caliente, de modo que al abrirse, se utiliza a menudo agua mezclada sin necesidad. Para evitar estas situaciones o remediarlas en lo posible, se han desarrollado diferentes mecanismos.

#### **B.2.1. Apertura en frío**

Este mecanismo no ahorra agua, pero sí energía. Se ha incluido en este apartado por su relación con la grifería ecológica. Mediante este sistema, la palanca del monomando se sitúa por defecto en la posición que ofrece solamente agua fría. Por lo tanto, es necesario realizar un desplazamiento consciente a la izquierda en el caso que queramos disponer de agua caliente.

#### **B.2.2. Grifos con aireador o perlizador. Ecoducha**

Los aireadores se colocan en la boca del grifo. Su función es la de mezclar aire con el agua, de manera que se percibe la misma sensación de presión en el chorro, pero ahorrando hasta un 40% de agua. También reciben el nombre de perlizadores, ya que el agua sale en forma de perlas.



Los rociadores ahorradores de la ducha (Fig. B. 2) permiten un ahorro muy importante, tanto de agua como de energía, frente a los rociadores convencionales. Mezclan aire con el agua, de manera que el chorro proporciona la misma sensación de mojado, consumiendo aproximadamente la mitad de agua. Un rociador convencional puede consumir hasta 25 litros de agua caliente por minuto. Los rociadores ahorradores proporcionan un bajo consumo de agua y energía. Se basan en la turbulencia, mediante la cual el chorro es bien dispersado, pudiéndose ahorrar hasta un 65% de agua.



Fig. B.2. Ecoducha [http://www.todoensaludnatural.com/, 20 de mayo del 2010]

### **B.2.3. Grifos con regulador de caudal o de flujo**

La función de estos mecanismos es, simplemente, limitar internamente el paso del agua, de manera que al abrir totalmente el monomando, no disponemos del caudal máximo. Algunos pueden manipularse sin desmontar el grifo. Permiten modificar el caudal máximo hasta un 50%. Existen dos tipos de sistemas. El primero consiste en limitar el caudal en el propio tubo, reduciendo la sección por la que pasa el agua (se regula mediante un tornillo ubicado en el exterior del grifo). El otro sistema es el de discos eficientes, o ecodiscos, que son discos dentados en su parte interior, que se colocan en la parte superior del monomando. Su misión es limitar el recorrido de la palanca.

### **B.2.4. Apertura en dos fases**

La apertura se realiza en dos fases con un tope a medio recorrido de la palanca del monomando. Éste se sitúa en una posición que proporciona un caudal suficiente para los usos habituales (entre 6 y 8 litros/minuto). Si se desea disponer de un caudal más elevado, hay que realizar una ligera presión en sentido ascendente. La apertura en dos fases permite reducir el consumo de los grifos monomando en más de un 50%. La ventaja es que nos permite disponer del máximo caudal de agua, para funciones como llenar recipientes.

### **B.2.5. Grifos con temporizador o push-button**

Los grifos temporizados son los que se accionan pulsando un botón y dejan salir el agua durante un tiempo determinado, transcurrido el cual se cierran automáticamente. Suelen permitir ajustar el tiempo de funcionamiento. Son muy recomendables en aseos de lugares públicos, pues evitan el despilfarro de agua en el caso de que los usuarios no cierren los grifos. La reducción de consumo se estima entre un 30 y un 40%.



### **B.2.6. Grifo termostático**

Este tipo de grifos, generalmente adaptados a ducha y baño-ducha, disponen de un selector de temperatura con una escala graduada que permite escoger la temperatura deseada para el agua. Existen diferentes sistemas en función del tipo de tecnología utilizada, pero todos ellos se basan en el empleo de materiales termosensibles que se contraen o expanden en función de la temperatura. Se ha constatado un ahorro hasta del 16% de agua frente a los monomandos.

### **B.2.7. Grifo electrónico con sensores infrarrojos**

Funcionan mediante infrarrojos que se activan por proximidad, de forma que el agua cae colocando las manos bajo el grifo y cesa la salida al apartarlas. Necesitan instalación eléctrica o pilas, según los modelos. Existen también válvulas para urinarios de las mismas características. Se consiguen ahorros en el consumo de agua de entre el 70 y el 80%. Su precio es el más elevado de todas las clases de grifos que se han visto.

### **B.2.8. Interruptores de caudal para duchas**

Los interruptores de caudal son dispositivos que permiten interrumpir el caudal de la ducha mientras uno se enjabona. Es idóneo en duchas con grifería de dos entradas de agua (en monomandos no es necesario), ya que permite reanudar el uso de la ducha sin tener que volver a regular la temperatura del agua. Consiste en una válvula reguladora que reduce o corta el paso del agua.



## C. Ampliación de normativa y legislación

Las Ordenanzas Municipales son un instrumento de gran utilidad para una correcta gestión del agua, pues no se limitan a aspectos puramente competenciales de los entes locales (abastecimiento, saneamiento y calidad de las aguas), sino que entran a regular todas las actividades que inciden en el consumo y la calidad de las aguas. Los ayuntamientos pueden adoptar Ordenanzas sobre aspectos que no están regulados por el Estado o por la comunidad autónoma y en el caso que exista regulación, pueden adoptar medidas más restrictivas sin contradecir la norma de rango superior. Para la elección de los sistemas instalados en el edificio AINOS, se han usado los criterios más restrictivos de las Ordenanzas para el ahorro de agua de Sant Cugat del Vallés, y del Grupo de Trabajo Nueva Cultura del Agua, perteneciente a la Xarxa de ciutats i pobles cap a la sostenibilitat, de la Diputació de Barcelona. En este anexo se busca ampliar la información acerca de estas Ordenanzas, y de la normativa y legislación aplicable al proyecto.

### C.1. Las Ordenanzas municipales de ahorro de agua

En los últimos años ha habido un importante incremento de las Ordenanzas Municipales sobre ahorro de agua y ecoeficiencia en edificios en Cataluña. A finales de 2008 se registró un total de 43 municipios catalanes con Ordenanza de ahorro de agua, de los cuales 31 eran de la provincia de Barcelona [Xarxa de ciutats i pobles cap a la sostenibilitat, 2009]. Las Ordenanzas se dividen en algunas más concretas, que únicamente hablan de eficiencia en el ámbito del agua, y en otras más generales, que atienden a otros criterios de edificación y construcción sostenible, como pueden ser ecoeficiencia energética, energía solar y uso del agua, recogida selectiva de residuos, entre otros. La Fig. C.1 muestra dos gráficos que ilustran la evolución de las Ordenanzas de ahorro de agua en Cataluña y, concretamente, en la provincia de Barcelona.

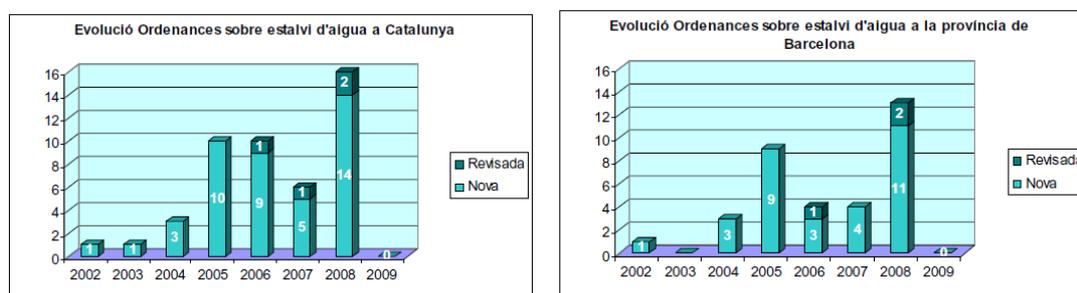


Fig. C.1. Evolución de las Ordenanzas para ahorro de agua en Cataluña y Barcelona [Xarxa de ciutats i pobles cap a la sostenibilitat, 2009]

La Ley estatal 7/1985, del 2 de abril, atribuye a los municipios la potestad de dictar Ordenanzas en el ámbito de sus competencias, entre las que se incluye la protección del



medio ambiente. También se reconoce esta potestad en la Ley municipal y de régimen local de Cataluña (Texto refundido aprobado por el Decreto legislativo 2/2003, de 28 de abril). En el apartado 6.1. *Las Ordenanzas de ahorro de agua en Cataluña*, del presente proyecto, se ha comentado la significativa proliferación de éstas en varios municipios catalanes a lo largo de los últimos años. En la Tabla C.1 se enumeran los municipios catalanes con Ordenanza para ahorro de agua a fecha de 2008.

Municipis amb ordenança d'estalvi d'aigua			
	Municipi	Data	BOP
1	Alfès	23/07/2008	BOPLL 18-10-08, 146 pag 30
2	Almacelles	23/07/2008	BOPLL 11-11-08, 158 pag 26
3	Ametlla del Vallès	02/04/2008	BOP 12-04-08, 89 Pàg. 42
4	Barberà del Vallès	26/01/2005	BOP 12-2-05, 37, pag 108
5	Begues	11/09/2008	BOP 11-09-08, 219 pag 22
6	Calders	03/09/2005	BOP 14-11-05, 272, pag 21
7	Cambrils	27/06/2006	BOPT 28-12-06, 295, pg 12
8	Capellades	18/04/2007	BOP 6-12-08, 2931, pg 79
9	Castellar del Vallès	29/04/2008	BOP 9-7-08, 164, pàg 35
10	Castellcir	15/01/2007	BOP 23-01-07, 20, pag. 27
11	Figaró	12/11/2004	BOP 9-3-05, 58, pag A1-114
12	Gelida	11/11/2008	BOP 22-01-09, 19, pag 62
13	Granollers	03/11/2006	BOP 08-08-07, 189, pag 21
14	Igualada	16/12/2008	BOP 27-12-08, 311, pag
15	Les Franqueses del Vallès	25/03/2008	BOP 10-06-08, 139 Pàg. 42
16	Lliçà d'Amunt	27/03/2008	BOP 5-07-08, 161, pag 69
17	Maçanet de la selva	02/08/2006	BOPG 8-11-06, 213, pg 79
18	Moià	10/11/2005	BOP 23/12/05, 306, pag A2-42
19	Mollet	30/06/2008	BOP 2-10-08, 237 pag 40
20	Prats i Sansor	11/07/2006	BOPLL 17-3-07, 38, pg 47
21	Ripollet	28/04/2005	BOP 18-5-05, 118, pag 47
22	Riu de Cerdanya	21/10/2006	BOPLL 2-1-07, 1, pg 27
23	Roda de Ter	20/12/2005	BOP 25-4-06, 98, pag 47
24	Salou	01/09/2003	BOPT
25	Sant Adrià del Besòs	17/04/2007	BOP 14-07-07, 168 pag A1-104
26	Sant Cugat del Vallès	16/09/2002	BOP 31-10-02, 261
27	Sant Feliu de Guixols	26/10/2006	BOPG 14-12-2006, 237 pg 72
28	Sant Joan Despí	30/06/2005	BOP 11-8-05,191 pag 68
29	Sant Just Desvern	12/05/2004	BOP26-10-04, 257, pag 62
30	Santa Coloma de Gramenet	28/02/2005	BOP 25-6-05, 151 pag 20
31	Senterada	14/07/2008	BOPLL 14-10-08, 144 pag 51
32	Sitges	08/05/2006	BOP 24-5-06, 123, pag 81
33	Teià	22/01/2004	BOP 5-5-2004, 108, pag 71
34	Tiana	10/04/2007	BOP 08-11-07, 268, pag 35
35	Tona	01/06/2005	BOP 14-6-05, 141, pag 68
36	Torredembarra	11/05/2006	BOPT 21-7-2006, 168 pg 25
37	Vacarisses	25/05/2006	BOP 7-06-06, 135 pag 91
38	Vallgorguina	11/07/2008	BOP 12-09-08 220, pag 71
39	Vallromanes	03/04/2008	BOP 28-06-08, 155 pag 99
40	Vendrell	15/11/2005	BOPT 15-14-05, 262 pg.41
41	Vic	30/05/2005	BOP, 7-11-05, 266, pag 53
42	Vilabertran	30/04/2007	BOPG 23/05/07, 102 pag 36
43	Vilanova i la Geltrú	05/05/2008	BOP 29-7-08, 181, pàg 54

**Tabla C.1.** Municipios catalanes con Ordenanza para el ahorro del agua  
[Xarxa de ciutats i pobles cap a la sostenibilitat, 2009]

Como se ha comentado, las dos principales Ordenanzas sobre ahorro de agua son las de Sant Cugat del Vallès, y la *Ordenanza Tipo* de la Xarxa de ciutats i pobles cap a la sostenibilitat. Las diferencias y similitudes entre las dos Ordenanzas, en el ámbito de los temas tratados en este proyecto (recogida de aguas pluviales y reciclaje de aguas grises), se resumen en la Tabla C.2.



	Ordenanza Tipo (Xarxa de ciutats i pobles cap a la sostenibilitat)	Ordenanza Sant Cugat del Vallés
Elementos ahorro	<p><b>Artículo 6.</b> En grifos y duchas deben instalarse aireadores, economizadores o similares, o bien mecanismos reductores de caudal. En las cisternas de los inodoros se debe disponer de un mecanismo que limite las descargas.</p>	<p><b>Artículo 7.</b> Obliga la instalación de economizadores de agua que para una presión de 2,5 kg/cm<sup>2</sup> tengan un caudal máximo de 8 l/min en grifos y de 10 l/min en duchas. Los WC deben tener limitada la descarga en 6 l.</p>
Aguas pluviales	<p><b>Artículo 7.</b> Para riego y los depósitos de los inodoros. Se recogerán las aguas pluviales de tejados y terrazas del propio edificio, y otras superficies impermeables no transitadas por vehículos ni personas.</p>	<p><b>Artículo 8.</b> Obliga a la instalación de estos sistemas en edificaciones, que tengan espacios susceptibles a ser regados con una superficie superior a 1000 m<sup>2</sup>. El agua de lluvia se debe almacenar y usar sin haber pasado por un tratamiento químico. Se recogerán las aguas de lluvia de terrazas y tejados. El agua se puede usar para el riego de parques y jardines, y para usos domésticos exceptuando el consumo humano. El sistema de tratamiento deberá tener un sistema de decantación o de filtración de impurezas. En ningún caso los depósitos de almacenaje deberán tener unas dimensiones inferiores a 15 m<sup>3</sup>. Para garantizar la calidad del agua almacenada, se debe disponer de un sistema de filtración y decantación. El filtro debe de tener un tamaño máximo de los poros de 150 micras (µm). Los depósitos de almacenaje se deben soterrar a unos 50 cm del nivel del suelo. Deben ser de poliéster y fibra de vidrio, pero se podrán utilizar otros materiales siempre que se garanticen las condiciones de calidad y seguridad.</p>
Aguas grises	<p><b>Artículo 9.</b> Sistema exclusivamente destinado a reutilizar aguas de duchas y bañeras con el objetivo de llenar las cisternas de los inodoros. Se prohíbe explícitamente la captación de agua de cocinas, bidets, lavadoras, lavavajillas y cualquier tipo de aguas que puedan contener grasa, aceite, detergente, productos químicos, contaminantes, o un número elevado de agentes infecciosos y/o restos fecales.</p>	<p><b>Artículo 10.</b> Todos los edificios residenciales de más de 8 viviendas, o las construcciones para las que se prevea un volumen de consumo anual de agua destinada a duchas y bañeras superior a 400 m<sup>3</sup>, deben tener instalado un sistema de reciclaje de aguas grises. El sistema está destinado exclusivamente a reutilizar el agua de duchas y bañeras con el objetivo de rellenar las cisternas de los váteres. Queda prohibido la captación de agua de este sistema de un sitio distinto de la ducha o bañera, en especial las aguas que provengan de cocinas, bidets, lavadoras, lavaplatos. La depuradora debe tener un rebosadero y unas válvulas de vaciado conectadas a la red de alcantarillado, así como una entrada de agua de la red de suministro. Al agua de la depuradora se le debe añadir un colorante no tóxico y biodegradable de color que indique la correcta depuración del agua. El sistema se debe alojar en una zona comunitaria del edificio con tal de facilitar el acceso y garantizar el mantenimiento.</p>
Circuito de doble circulación. Señalización.	<p><b>Artículo 14.</b> El diseño de las instalaciones de aprovechamiento de agua de lluvia y de reutilización del agua sobrante de aguas grises deberá garantizar que estas instalaciones no se confundan con las de agua potable, así como asegurar la imposibilidad de contaminar el suministro.</p>	<p><b>Artículo 10.</b> Se debe hacer la separación de los bajantes de aguas residuales y un único bajante para la recogida de duchas y bañeras. El bajante de aguas grises debe conducir las aguas grises hasta la depuradora físico-química y/o biológica compacta que garantice la depuración del agua. Todas las canalizaciones del sistema de aguas grises deben ser específicas para agua no potable y estar debidamente señalizadas a tal efecto. Los elementos de la instalación se deben señalar debidamente como puntos de agua no potable.</p>
Mantenimiento	<p><b>Artículo 15.</b> Obliga la limpieza de filtros un mínimo de dos veces al año y su reposición cuando se agote la vida útil. La limpieza de los depósitos de almacenaje de agua también será realizada, como mínimo, una vez al año. Se seguirán las indicaciones recomendadas por el fabricante de los equipos o del responsable de mantenerlos, siempre que estos límites sean superiores a los mínimos antes indicados.</p>	<p><b>Artículo 15.</b> Obliga la limpieza de filtros un mínimo de dos veces al año y su reposición cuando se agote la vida útil. La limpieza de los depósitos de almacenaje de agua también será realizada, como mínimo, una vez al año. Se seguirán las indicaciones recomendadas por el fabricante de los equipos o del responsable de mantenerlos, siempre que estos límites sean superiores a los mínimos antes indicados.</p>
Inspección	<p><b>Artículo 17.</b> Expone que las inspecciones se llevaran a cabo a cargo del personal al servicio del Ayuntamiento, de acuerdo con lo que dispone la legislación urbanística. Para asegurar el cumplimiento de los requisitos y las órdenes de ejecución cursadas, el Ayuntamiento puede imponer multas coercitivas reiteradas.</p> <p><b>Artículo 20.</b> Las infracciones clasificadas como muy graves serían las instalaciones que omitieran la utilización de estos sistemas, o bien las que hicieran posible que el agua potable y la no potable entraran en contacto. Estos dos casos desembocarían en la máxima sanción económica.</p>	<p><b>Artículo 15.</b> Los servicios técnicos municipales controlaran la correcta preinstalación, instalación, y buen funcionamiento de todos los sistemas de ahorro de agua mediante los métodos de medida y control que crean convenientes.</p> <p><b>Artículo 19.</b> Las infracciones clasificadas como muy graves serían las instalaciones que omitieran la utilización de estos sistemas, o bien las que hicieran posible que el agua potable y la no potable entraran en contacto. Estos dos casos desembocarían en la máxima sanción económica.</p>

**Tabla C.2.** Tabla comparativa entre las dos Ordenanzas más importantes de ahorro de agua en Cataluña  
[Elaboración propia]



## C.2. Ampliación de la legislación aplicable

Puede también ser de utilidad el BOPB (Boletín Oficial de la Provincia de Barcelona) Nº 249, de 17 de octubre del 2003, donde se dispone el *Reglamento general de servicio metropolitano de abastecimiento domiciliario de agua en el ámbito metropolitano*. Se exponen temas como los elementos materiales e instalaciones del servicio, los aparatos de medida o contadores de consumo o la facturación de los consumos. Entre otras temáticas que resultan de interés para la elaboración del presente proyecto.

También resulta interesante el DOGC (Diari Oficial de la Generalitat de Catalunya) Nº2697, donde se expone el Decreto 202/1998 por el cual se establecen medidas de fomento para el ahorro de agua en determinados edificios y viviendas. El objetivo del decreto es el establecimiento de medidas de fomento para el ahorro de agua en los edificios.

En el DOGC. Nº 4015 se publica el Decreto Legislativo 3/2003 de 4 de noviembre del 2003, por el cual se aprueba la el texto actualizado de la legislación en materia de aguas de Cataluña. Se habla en él de la planificación hidrológica que elabora la ACA (Agència Catalana de l'Aigua), así como de abastecimiento del agua y sistemas de saneamiento, aspectos importantes a tener en cuenta en el presente proyecto.

En el Decreto 21/2006, del 14 de febrero del 2006, publicado en el DOGC. Nº4574, se regula la adaptación de criterios ambientales y de ecoeficiencia en edificios. En el artículo 3 se establece que los edificios deben disponer de una red de saneamiento que separe las aguas pluviales de las residuales. También dispone que los grifos de lavabos, bidets y fregaderos, así como los equipos de ducha, estarán diseñados para economizar agua o dispondrán de un mecanismo economizador. En cualquier caso, obtendrán un caudal máximo de 12 l/min. Se especifica que las cisternas de los váteres tendrán que disponer de mecanismos de doble descarga o de descarga interrumpible.

Por último, en el DOGC. Nº5460 se publica la Resolución de MAH/2407/2009, del 29 de abril del 2009, por el cual se establecen los criterios ambientales para la concesión del distintivo de garantía de calidad ambiental a los productos y a los sistemas que favorecen el ahorro de agua.

## C.3. La búsqueda del estándar internacional

A lo largo de los años, la World Health Organization (WHO) ha proporcionado orientación para el uso seguro de las aguas residuales. En 1971, la WHO patrocinó un *meeting* de expertos en reutilización de agua, que culminó en 1973 con un informe donde se exponían unos criterios de procesos de tratamiento para varias aplicaciones de aguas residuales.



Estos criterios fueron revisados en 1989; la versión más reciente de estas *Guidelines for the safe use of wastewater*, tercera edición, se publicó en el 2006.

En general, los criterios de WHO son significativamente menos restrictivos que la mayoría de regulaciones y legislaciones acerca de la reutilización del agua en varios países. Sin embargo, la intención de la WHO, o de otros organismos internacionales como FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations), es la de introducir, al menos, algún nivel de tratamiento del agua residual para conseguir la interrupción de la transmisión de enfermedades por su uso en los campos de cultivo. Por ello, el cumplimiento de las *WHO Guidelines* pueden ser consideradas como una medida provisional en países subdesarrollados, hasta que tengan la capacidad de producir agua regenerada de mayor calidad.

A pesar de la necesidad de compartir regulaciones comunes, o al menos desarrollar unos estándares internacionales sobre reutilización de aguas, no parece que se vayan a establecer algunas bases en un futuro cercano. Los países donde se reutiliza el agua han desarrollado su propio marco de trabajo, y han ido implementando sus propias regulaciones.

Mientras que algunos países como Francia, Túnez, y regiones de España como Cataluña, Islas Baleares o Andalucía, han adoptado unos criterios de calidad del agua basados en las *WHO Guidelines*, otros países como Chipre, Italia e Israel han elaborado regulaciones más cercanas a los *California's Water Recycling Criteria*, unos estándares más conservativos que los marcados por la WHO [Brissaud, 2008].

Sin embargo, grupos de expertos de cada país han adaptado o alterado el estándar de referencia elegido, extrapolándolo al contexto nacional, o introduciendo algunos nuevos parámetros de control para, de esta forma, acercar la regulación a un enfoque más realista y pragmático. Por ejemplo, la ausencia de control de la *Salmonella* ha sido introducida en la reciente regulación italiana, mientras que en Francia se ha introducido la obligación de ausencia de huevos de *Taenia* en el agua [Brissaud, 2008].

La falta de unos estándares internacionales definidos es un problema actual que numerosos investigadores tratan de solventar. Un ejemplo de esta heterogeneidad se muestra en la Tabla C.3, donde se resumen distintos criterios empleados por diferentes países u organizaciones.



	Total coliform count/ 100 ml	Faecal coliforms	BOD <sub>5</sub> (mg/l)	Turbidity (NTU)	Cl <sub>2</sub> residual (mg/l)	pH
<b>Bathing water Standards*</b>	<b>10,000<sup>(m)</sup></b>	<b>2000<sup>(m)</sup></b>	—	—	—	<b>6–9</b>
<b>USA, NSF</b>	<b>500<sup>(g)</sup></b>	<b>100<sup>(g)</sup></b>	—	—	—	—
<b>USA, EPA</b>	—	<240	45	90	—	—
<b>Australia</b>	Non-detectable	—	10	2	1	6–9
<b>UK (BSIRA)</b>	<1	<4	20	2	—	—
<b>Japan</b>	Non-detectable	—	—	—	—	—
<b>WHO</b>	<10	<10	10	5	—	6–9
	1000 <sup>(m)</sup>	—	—	—	—	—
	200 <sup>(g)</sup>	—	—	—	—	—
<b>Germany</b>	100	500	20	1–2	—	6–9

\*Bathing water standards suggested as appropriate for domestic water recycling. (g), guideline, (m), mandatory.

**Tabla C.3.** Estándares calidad de aguas grises para su reciclaje en diversos países [Al-Jayyousi, 2003]

Li, Wichmann y Otterpohl (2009) se proponen elaborar unas pautas generales de reutilización de aguas grises en su artículo publicado para la revista *Science of the Total Environment*. Revisando algunas pautas de reutilización de aguas residuales observan que parámetros como el pH, TSS (Sólidos en suspensión), la DBO<sub>5</sub>, turbidez, coliformes totales y coliformes fecales deberían ser incluidos en la elaboración de unos estándares de calidad para la reutilización de aguas grises (Tabla C.4).

	pH	TSS (mg/l)	TDS (mg/l)	Turbidity (NTU)	BOD <sub>5</sub> (mg/l)	Detergent (anionic) (mg/l)	TN (mg/l)	NH <sub>4</sub> -N (mg/l)	TP (mg/l)	Dissolved O <sub>2</sub> (mg/l)	Residual Cl (mg/l)	Total coliform	Faecal coliform	Reuse application
Nolde, 1999, Germany	—	—	—	—	5 mg/l	—	—	—	—	>50%	—	<100/ml	<10/ml	Toilet flushing
Ernst et al., 2006, China	6–9	—	<1500	<5	<10	1	—	<10	—	—	>1 mg/l after 30 min. >0.2 mg/l at point of use	—	<3/100 ml	Toilet flushing
	6–9	—	<1000	<20	<20	1	—	<20	—	>1	>1 mg/l after 30 min. >0.2 mg/l at point of use	—	<3/100 ml	Irrigation purpose
	6–9	—	>1000	<5	<6	0.5	—	<10	—	—	>1 mg/l after 30 min. >0.2 mg/l at point of use	—	<3/100 ml	Washing purpose
	6–9	—	—	—	<6	0.5	15	<5	<0.5	>1.5	—	—	<10000/ 100 ml	Restricted impoundments and lakes
	6–9	—	—	<5	<6	0.5	15	<5	<0.5	>2	—	—	<500/100 ml	Unrestricted impoundments and lakes
Asano, 2007, USA	6–9	—	—	<2	10	—	—	—	—	—	1 mg/l	—	ND / 100 ml	Unrestricted reuses *
	6–9	30	—	—	30	—	—	—	—	—	1 mg/l	—	<200 / 100 ml	Restricted reuses **
Maeda et al., 1996, Japan	5.8– 8.6	—	—	Not unpleasant	≤20	—	—	—	—	—	Retained	≤1000/ml	—	Toilet flushing
	5.8– 8.6	—	—	Not unpleasant	≤20	—	—	—	—	—	≥0.4	≤50/ml	—	Landscape irrigation
	5.8– 8.6	—	—	≤10	≤10	—	—	—	—	—	—	≤1000/ml	—	Environmental (aesthetic settling)
	5.8– 8.6	—	—	≤5	≤3	—	—	—	—	—	—	≤50/ml	—	Environmental (limited public contact)
Australia, Queensland (2003)	—	30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	<100/ 100 ml	—	—

ND: non-detectable \*Toilet flushing, landscape irrigation, car washing and agricultural irrigation.  
\*\*Irrigation of areas where public access is infrequent and controlled golf courses, cemeteries, residential, greenbelt.

**Tabla C.4.** Estándares de reutilización de aguas residuales en diversos países [Li, Wichmann, Otterpohl, 2009]

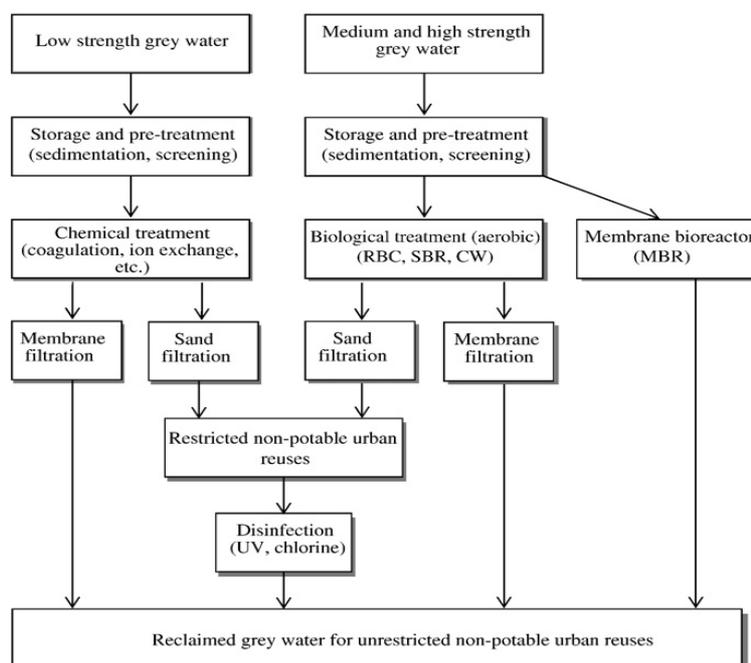
Basándose en estos estándares, Li, Wichmann y Otterpohl (2009) proponen unos estándares propios de reutilización de aguas grises para uso no potable, siendo clasificados en usos restringidos y usos no restringidos. Obviamente, los usos restringidos requieren una mayor calidad de las aguas tratadas (Tabla C.5).



Categories		Treatments goals	Applications
Recreational impoundments, lakes	Unrestricted reuses	BOD <sub>5</sub> : ≤ 10 mg/l TN: ≤ 1.0 mg/l TP: ≤ 0.05 mg/l Turbidity: ≤ 2 NTU pH: 6-9 Faecal coliform: ≤ 10/ml Total coliforms ≤ 100/ml	Ornamental fountains; recreational impoundments, lakes and ponds for swimming
	Restricted reuses	BOD <sub>5</sub> : ≤ 30 mg/l TN: ≤ 1.0 mg/l TP: ≤ 0.05 mg/l TSS: ≤ 30 mg/l pH: 6-9 Faecal coliforms ≤ 10/ml Total coliforms ≤ 100/ml	Lakes and ponds for recreational without body contact
Urban reuses and agricultural irrigation	Unrestricted reuses	BOD <sub>5</sub> : ≤ 10 mg/l Turbidity: ≤ 2 NTU pH: 6-9 Faecal coliform: ≤ 10 / ml Total coliforms ≤ 100/ ml Residual chlorine: ≤ 1 mg/l	Toilet flushing; laundry; air conditioning process water; landscape irrigation; fire protection; construction; surface irrigation of food crops and vegetables (consumed uncooked) and street washing
	Restricted reuses	BOD <sub>5</sub> : ≤ 30 mg/l Deterge t (anionic): ≤ 1 mg/l TSS: ≤ 30 mg/l pH: 6-9 Faecal coliforms ≤ 10/ml Total coliforms ≤ 100/ml Residual chlorine: ≤ 1 mg/l	Landscape irrigation, where public access is infrequent and controlled; subsurface irrigation of non-food crops and food crops and vegetables (consumed after processing)

**Tabla C.5.** Estándares propuestos por Li (y otros autores) de reutilización de aguas grises para uso no potable [Li, Wichmann, Otterpohl, 2009]

Li, Wichmann y Otterpohl (2009) elaboran un esquema de combinaciones de tratamientos para aguas grises que producen un efluente adecuado para el uso sin restricción de las aguas tratadas según los estándares creados en su propio artículo (Fig. C.2).



**Fig. C.2.** Esquema de alternativas de tratamiento para aguas grises [Li, Wichmann, Otterpohl, 2009]





## D. Las aguas residuales domésticas

Los parámetros que miden la calidad de las aguas residuales domésticas, pluviales y tratadas, y que servirán de indicadores para elegir el tipo de tratamiento apropiado para el ahorro de agua en el edificio AINOS, se pueden desglosar en constituyentes microbiológicos, constituyentes químicos y propiedades físicas.

Los constituyentes microbiológicos pueden ser patógenos bacterianos, protozoos, helmintos y virus. Todos ellos pueden representar una amenaza para la salud humana, por lo que las aguas residuales domésticas siempre deberán recibir un tratamiento de desinfección cuando exista la posibilidad de que haya contacto humano. La Tabla D.1 muestra una lista de patógenos asociados al agua, y sus enfermedades asociadas.

Group	Pathogen	Diseases and symptoms caused
Bacteria	<i>Salmonella</i>	Typhoid and diarrhea
	<i>Shigella</i>	Diarrhea
	<i>Campylobacter</i>	Diarrhea—leading cause in foodborne outbreaks
	<i>Yersinia enterocolitica</i>	Diarrhea
	<i>Escherichia coli</i> O157:H7 and other certain strains	Diarrhea, which can lead to hemolytic uremia syndrome in small children.
	<i>Legionella pneumophila</i>	Pneumonia and other respiratory infections
Protozoa	<i>Naegleria</i>	Meningoencephalitis
	<i>Entamoeba histolytica</i>	Amoebic dysentery
	<i>Giardia lamblia</i>	Chronic diarrhea
	<i>Cryptosporidium parvum</i>	Acute diarrhea, fatal for immunocompromised individuals
	<i>Cyclospora</i>	Diarrhea
	Microsporidia includes	Chronic diarrhea and wasting, pulmonary, ocular, muscular, and renal disease
	Enterocytozoon spp.	
	Encephalitozoon spp.	
	Septata spp.	
	Pleistophora spp.	
	Nosema spp.	
Cyanobacteria (blue-green algae)	Microcystis	Diarrhea from ingestion of the toxins these organisms produce
	Anabaena	Microcystin toxin is implicated in liver damage
Helminths	Aphantiomenon	
	<i>Ascaris lumbricoides</i>	Ascariasis
	<i>Trichuris trichiura</i>	Trichuriasis (whipworm)
	<i>Taenia saginata</i>	Beef tapeworm
	<i>Schistosoma mansoni</i>	Schistosomiasis (affecting the liver, bladder, and large intestine)
Viruses	Enteroviruses (polio, echo, coxsackie)	Meningitis, paralysis, rash, fever, myocarditis, respiratory disease, and diarrhea
	Hepatitis A and E	Infectious hepatitis
	Human Caliciviruses	
	Noroviruses	Diarrhea/gastroenteritis
	Sapporo	Diarrhea/gastroenteritis
	Rotavirus	Diarrhea/gastroenteritis
	Astroviruses	Diarrhea
	Adenovirus	Diarrhea (types 40 and 41), eye infections, and respiratory disease
Reovirus	Respiratory and enteric infections	

Tabla D.1. Patógenos y enfermedades asociados al agua [Asano et al., 2007]



La Tabla D.2 y la Fig. D.1 muestran el número de patógenos contenidos en 100 ml de aguas residuales municipales.

Organism	Concentration in raw wastewater, MPN/100 mL <sup>b</sup>	Median infectious dose number (N <sub>50</sub> )
<b>Bacteria</b>		
Bacteroides	10 <sup>7</sup> -10 <sup>10</sup>	
Coliform, total	10 <sup>7</sup> -10 <sup>9</sup>	
Coliform, fecal <sup>c</sup>	10 <sup>5</sup> -10 <sup>8</sup>	10 <sup>5</sup> -10 <sup>10</sup>
<i>Clostridium perfringens</i>	10 <sup>3</sup> -10 <sup>5</sup>	1-10 <sup>10</sup>
Enterococci	10 <sup>4</sup> -10 <sup>5</sup>	
Fecal streptococci	10 <sup>4</sup> -10 <sup>6</sup>	
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	10 <sup>3</sup> -10 <sup>6</sup>	
<i>Shigella</i>	10 <sup>0</sup> -10 <sup>3</sup>	10-20
<i>Salmonella</i>	10 <sup>2</sup> -10 <sup>4</sup>	
<b>Protozoa</b>		
<i>Cryptosporidium parvum</i> oocysts	10 <sup>1</sup> -10 <sup>5</sup>	1-10
<i>Entamoeba histolytica</i> cysts	10 <sup>0</sup> -10 <sup>5</sup>	10-20
<i>Giardia lamblia</i> cysts	10 <sup>1</sup> -10 <sup>4</sup>	< 20
<b>Helminth</b>		
Ova	10 <sup>0</sup> -10 <sup>3</sup>	
<i>Ascaris lumbricoides</i>		1-10
<b>Virus</b>		
Enteric virus	10 <sup>3</sup> -10 <sup>4</sup>	1-10
Coliphage	10 <sup>2</sup> -10 <sup>4</sup>	

<sup>a</sup>Adapted in part from; Feacham et al. (1983); NRC (1996); Crook (1992).  
<sup>b</sup>MPN = most probable number.  
<sup>c</sup>*Echerichia coli* (enteropathogenic).

Tabla D.2. Número de patógenos contenidos en 100ml de aguas residuales municipales [Asano et al., 2007]

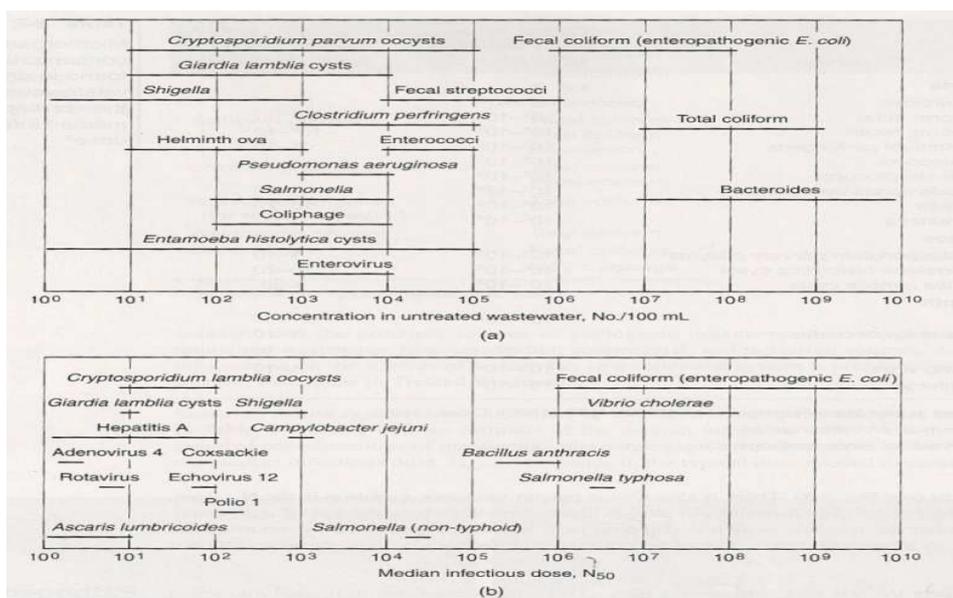


Fig. D.1. Representación gráfica del número de patógenos contenidos en 100mL de aguas residuales municipales [Asano et al., 2007]

Un indicador de la calidad microbiológica del agua es la cantidad de coliformes fecales presentes. Los coliformes fecales son un tipo de microorganismos que típicamente crecen en el intestino de los animales de sangre caliente (incluidos los humanos). Cada gramo de heces contiene millones de estos microorganismos. La presencia de coliformes fecales en el agua indica un riesgo para la salud humana de enfermedad o infección a través del contacto con el agua.



Los constituyentes químicos también son indicadores de la calidad del agua. Los orgánicos biodegradables pueden crear problemas estéticos. Además sirven de alimento a los microorganismos patógenos, con lo que incentivan su proliferación, afectando adversamente a los procesos de desinfección. La materia orgánica está compuesta principalmente de proteínas, carbohidratos y grasas. Los orgánicos biodegradables se miden normalmente con la demanda bioquímica de oxígeno (DBO) y la demanda química de oxígeno (DQO). Los componentes orgánicos que tienden a resistir los métodos de tratamiento convencional son clasificados como orgánicos refractarios. Típicos ejemplos son los surfactantes, los fenoles o los pesticidas. La inadecuada estabilización de la materia orgánica puede llevar a desarrollar condiciones sépticas y malos olores. El carbono orgánico total (TOC) es el parámetro de control más representativo de la cantidad de materia orgánica que tiene el agua. Los nitratos contenidos en el agua también son tenidos en cuenta. La Fig. D.3 muestra la composición química de las aguas residuales domésticas.

Contaminants	Unit	Concentration	
		Range	Typical <sup>b</sup>
Solids, total (TS)	mg/L	390–1230	720
Dissolved, total (TDS)	mg/L	270–860	500
Fixed	mg/L	160–520	300
Volatile	mg/L	110–340	200
Suspended solids, total (TSS)	mg/L	120–400	210
Fixed	mg/L	25–85	50
Volatile	mg/L	95–315	160
Settleable solids	mg/L	5–20	10
Biochemical oxygen demand (BOD) 5 d, 20°C	mg/L	110–350	190
Total organic carbon (TOC)	mg/L	80–260	140
Chemical oxygen demand (COD)	mg/L	250–800	430
Nitrogen (total as N)	mg/L	20–70	40
Organic	mg/L	8–25	15
Free ammonia	mg/L	12–45	25
Nitrites	mg/L	0–trace	0
Nitrates	mg/L	0–trace	0
Phosphorus (total as P)	mg/L	4–12	7
Organic	mg/L	1–4	2
Inorganic	mg/L	3–10	5
Chlorides <sup>c</sup>	mg/L	30–90	50
Sulfate <sup>c</sup>	mg/L	20–50	30
Oil and grease	mg/L	50–100	90
Volatile organic compounds (VOCs)	mg/L	<100–>400	100–400
Total coliform	no./100 mL	10 <sup>6</sup> –10 <sup>9</sup>	10 <sup>7</sup> –10 <sup>8</sup>
Fecal coliform	no./100 mL	10 <sup>3</sup> –10 <sup>7</sup>	10 <sup>4</sup> –10 <sup>5</sup>
<i>Cryptosporidium</i> oocysts	no./100 mL	10 <sup>-1</sup> –10 <sup>2</sup>	10 <sup>-1</sup> –10 <sup>1</sup>
<i>Giardia lamblia</i> cysts	no./100 mL	10 <sup>-1</sup> –10 <sup>3</sup>	10 <sup>-1</sup> –10 <sup>2</sup>

<sup>a</sup>Adapted from Tchobanoglous et al. (2003).  
<sup>b</sup>Typical wastewater composition is based on an approximate flow rate of 460 L/capita·d (120 gal/capita·d).  
<sup>c</sup>Values should be increased by amount of constituent present in domestic water supply.

**Tabla D.3.** Composición típica de las aguas residuales domésticas [Asano et al., 2007]



Las aguas residuales pueden contener también constituyentes inorgánicos, como el calcio, el sodio o sulfatos. Los metales pesados como el cadmio, el cobre, el molibdeno, el níquel y el zinc pueden acumularse hasta alcanzar niveles tóxicos en el agua. Son peligrosos, además, por ser algunos de ellos carcinógenos. Los principales nutrientes que hay en las aguas residuales son el nitrógeno y el fósforo en varias de sus formas. Otros constituyentes inorgánicos pueden ser también nutrientes. Os nutrientes estimulan el crecimiento de vida acuática indeseable.

El pH afecta a la eficiencia del proceso de desinfección y a la coagulación, por lo que es otro parámetro a tener en cuenta. Los oligoelementos provienen de los productos de cuidado personal o principios activos farmacéuticos, y también afectan adversamente a la calidad del agua. Los subproductos de desinfección (DBPs) provienen de la reacción de oxidantes químicos como el cloro o el ozono con los componentes orgánicos del agua, y algunos de ellos pueden ser perjudiciales para la salud humana, como los trihalometanos, los ácidos haloacéticos, el bromato, o bien los haloacetnitrilos. El total de sólidos disueltos (TDS) es una medida del total de constituyentes iónicos que hay en el agua.

Entre las propiedades físicas del agua, encontramos el total de sólidos en suspensión (TSS) que empeoran la calidad estética del agua, y pueden servir de escudo a los microorganismos frente a desinfectantes como la radiación UV. También pueden reaccionar con el cloro o el ozono, restando eficacia al tratamiento de desinfección.

La turbidez se usa como medida sustituta de la cantidad de sólidos en suspensión. Sin embargo, no suele reflejar la presencia de grandes partículas que puedan proteger a los microorganismos durante el proceso de desinfección. El color y el olor del agua también son parámetros a tener en cuenta para su calidad. Otros indicadores físicos del agua son la temperatura o la conductividad, que es una medida de los elementos químicos disueltos en el agua.

A continuación se presentan una serie de tablas que muestran las características físicas, químicas y biológicas, obtenidas en diversos estudios de caracterización de las aguas grises.

Se puede apreciar una gran variabilidad de la composición química en las aguas. Como ya se ha comentado en la memoria, esto es debido a la gran diversidad de jabones, productos de limpieza, cosméticos o otros que las constituyen (Tabla D.4, Tabla D.5, Tabla D.6, Tabla D.7).



	Bathroom	Laundry	Kitchen	Mixed
pH (—)	6.4–8.1	7.1–10	5.9–7.4	6.3–8.1
TSS (mg/l)	7–505	68 – 465	134–1300	25–183
Turbidity (NTU)	44–375	50 – 444	298.0	29–375
COD (mg/l)	100–633	231 – 2950	26–2050	100–700
BOD (mg/l)	50–300	48 – 472	536–1460	47–466
TN (mg/l)	3.6–19.4	1.1 – 40.3	11.4–74	1.7–34.3
TP (mg/l)	0.11–>48.8	ND –> 171	2.9–>74	0.11–22.8
Total coliforms (CFU/ 100 ml)	10–2.4 × 10 <sup>7</sup>	200.5–7 × 10 <sup>5</sup>	>2.4 × 10 <sup>8</sup>	56–8.03 × 10 <sup>7</sup>
Faecal coliforms (CFU/ 100 ml)	0–3.4 × 10 <sup>5</sup>	50–1.4 × 10 <sup>3</sup>	–	0.1–1.5 × 10 <sup>8</sup>

Tabla D.4. Composición de las aguas grises según su fuente de origen [Li, Wichmann, Otterpohl, 2009]

Nutrient	Reported requirements (mg/l) <sup>a</sup>	Real grey water <sup>d</sup> (mg/l)	Real grey water <sup>e</sup> (mg/l)	Real Grey water <sup>f</sup> (mg/l)	Synthetic grey water <sup>g</sup> (mg/l)
N	15 <sup>b</sup>	9.68	17.2–47.78	5.00	5.00
P	3 <sup>b</sup>	7.53	4.17	1.37	0.047
S	1 <sup>b</sup>	23.7	19.00	16.3	17.5
Ca	0.1–1.4	33.8	60.79	47.9	47.0
K	0.8 to >3.0	8.10	11.2–23.28	5.79	3.96
Fe	0.1–0.4	0.36	0.11	0.017	0.009
Mg	0.4–5.0	5.74	6.15	5.29	5.02
Mn	0.01–0.5	0.0121	<0.05	0.04	0.02
Cu	0.01–0.5	0.0618	0.08	0.006	0
Al	0.01–0.5	2.44	0.49	0.003	0
Zn	0.1–0.5	0.0644	0	0.03	0
Mo	0.2–0.5	–	<0.05	0	0
Co	0.1–5.0 <sup>c</sup>	0.00136	<0.05	0	0

a: Burgess et al. (1999).

b: Beardsley and Coffey (1985).

c: Sathyanarayana Rao and Srinath (1961).

d: Palmquist and Hanæus (2005).

e: Hernandez et al. (2007).

f & g: Jefferson et al. (2001).

Tabla D.5. Nutrientes, sales, y sus concentraciones en diferentes estudios de aguas grises [Al-Jayyousi, 2003]

Typical composition of greywater from various sources

Source	BOD <sub>5</sub> (mg/l)	COD (mg/l)	Turbidity (NTU)	NH <sub>3</sub> (mg/l)	P (mg/l)	Total coliforms
Hand basin	109	263	—	9.6 <sup>a</sup>	2.58	—
Combined	121	371	69	1	0.36	—
Synthetic greywater	181	—	25	0.9	—	1.5 × 10 <sup>6</sup>
Single person <sup>b</sup>	110	256	14	—	—	—
Single family <sup>c</sup>	—	—	76.5	0.74	9.3	—
Block of flats <sup>b</sup>	33	40	20	10	0.4	1 × 10 <sup>6</sup>
College <sup>b</sup>	80	146	59	10	—	—
Large college <sup>d</sup>	96	168	57	0.8	2.4	5.2 × 10 <sup>6</sup>

<sup>a</sup>Total nitrogen. <sup>b</sup>Holden and Ward [10]. <sup>c</sup>Sayers [11]. <sup>d</sup>Surendan and Wheatley [12].

Tabla D.6. Composición de las aguas grises según su fuente de origen [Al-Jayyousi, 2003]



Parameter	Bathroom water range	Laundry water range	Proposed limits for heavy metals <sup>a</sup>
pH	6.4 – 8.1	9.3 – 10	—
EC 25°C, $\mu\text{S}/\text{cm}$	82 – 250	190 – 1400	—
Colour, Pt/Co units	60 – 100	50 – 70	—
Turbidity, NTU	60 – 240	50 – 210	—
Suspended solids	48 – 120	88 – 250	—
Nitrate and nitrate, as N	<0.05 – 0.20	0.10 – 0.31	—
Ammonia, as N	<0.1 – 15	<0.1 – 1.9	—
Total Kjeldahl nitrogen, as N	4.6 – 20	1.0 – 40	—
Phosphorus, total as P	0.11 – 1.8	0.062 – 42	—
BOD <sub>5</sub> /d	76 – 200	48 – 290	—
Azure A active substances	1.2 – 10	30 – 150	—
Oil and grease	37 – 78	8.0 – 35	—
Total alkalinity, as CaCO <sub>3</sub>	24 – 43	83 – 200	—
Calcium (Ca)	3.5 – 7.9	3.9 – 12	—
Magnesium (Mg)	1.4 – 2.3	1.1 – 2.9	—
Sodium (Na)	7.4 – 18	49 – 480	—
Potassium (K)	1.5 – 5.2	1.1 – 17	—
Iron (Fe)	0.34 – 1.1	0.29 – 1.0	1.00
Zinc (Zn)	0.2 – 6.3	0.09 – 0.32	2.00
Copper (Cu)	0.06 – 0.12	<0.05 – 0.27	0.20
Aluminium (Al)	<1.0	<1.0 – 21	5.00
Sulphur (S)	1.2 – 3.3	9.5 – 40	—
Silicon (Si)	3.2 – 4.1	3.8 – 49	—
Cadmium, as Cd	< 0.01	<0.01	0.01
Arsenic, as As	0.001	0.001 – 0.007	0.10
Selenium, as Se	<0.001	<0.001	0.02
Chloride, as Cl	9.0 – 18	9.0 – 88	—
Total coliforms/100 ml	MPN 500 – $2.4 \times 10^7$	MPN $2.3 \times 10^3$ – $3.3 \times 10^5$	—
Faecal coliforms/100 ml	MPN 170 – $3.3 \times 10^3$	MPN 110 – $1.09 \times 10^3$	—
Faecal streptococci/100 ml	MPN 79 – $2.4 \times 10^3$	MPN 23 – $<2.4 \times 10^3$	—

**Tabla D.7.** Características físicas, químicas y biológicas de las aguas grises [Christova-Boala et al., 1995]

Las aguas pluviales presentan un riesgo asociado a microorganismos patógenos en muy bajas concentraciones. El número de *Streptococcus fecales* y de *Pseudomonas aeruginosa* encontrados un flujo de aguas pluviales analizado osciló entre 10 y 100 por cada 100 ml. No se encontraron *Salmonella sp.*, *Legionella sp.*, *Staphylococcus aureus*, ni *Candida albicans* [Villareal, Dixon, 2005]. Los pájaros, y otros animales, son una fuente potencial de estos patógenos. Sin embargo, diversos estudios reafirman que el riesgo de transmisión de patógenos causantes de la mayoría de enfermedades relacionadas con la calidad del agua (cólera, tifus, salmonelosis y shigelosis) por el uso de aguas pluviales es mínimo. Esto es debido a lo muy improbable que es la acumulación significativa de heces de animales en las superficies de recogida del agua.

Abdulla y Al-Shareef (2009), analizan en su estudio, *Roof rainwater harvesting systems for household water supply in Jordan*, el agua de 60 depósitos de almacenamiento de aguas pluviales. El análisis físico-químico incluía determinación del cloro total, pH, conductividad eléctrica, sólidos disueltos, dureza y saturación de O<sub>2</sub>. También se investigó la posible



presencia de coliformes fecales, hallándose entre 3 y 56 colonias por 100 ml (Tabla D.8). El estudio concluye que es recomendable la desinfección de las aguas pluviales.

Parámetro	Unidades	Concentración		
		Valor mínimo	Valor máximo	Valor típico
Temperatura	°C	16,3	0,197	18,6
pH	-	7,1	8,6	7,4
Saturación O <sub>2</sub>	%	50	77	61,5
TDS	mg/l	76,38	681,1	270,2
EC	µs/cm	114	1017	402,6
Dureza total	mg/l	50	270	140,3
Cloro total	mg/l	0	0,22	0,055
Coliformes totales	ufc/100 ml	11	56	33

**Tabla D.8.** Resultados de análisis físico-químico y biológico de diversas muestras de agua pluvial  
[Elaboración propia. Datos: Abdulla, Al-Shareef, 2009]





## E. Ampliación de tratamientos de aguas residuales

Este anexo amplía la información acerca de tratamiento de aguas residuales domésticas.

### E.1. Clasificación de tratamientos de aguas

Se amplía la información de los tratamientos primarios, secundarios y terciarios para el tratamiento de agua. En la Tabla E.1 se muestra en unidades logarítmicas la eliminación de microorganismos patógenos mediante distintos niveles de tratamiento de las aguas residuales. En la Tabla E.2 se especifican los parámetros del agua que son mejorados con cada tipo de tratamiento.

Organism	Removal of organism for given treatment process, log units					
	Primary	Secondary		Tertiary		Advanced
	Plain sedimentation	Activated sludge	Trickling filter	Depth filtration	Microfiltration <sup>b</sup>	Reverse osmosis <sup>c</sup>
Fecal coliforms	<0.1–0.3	0–2	0.8–2	0–1	1–4	4–7
<i>Salmonella</i>	<0.1–2	0.5–2	0.8–2	0–1	1–4	4–7
<i>Mycobacterium tuberculosis</i>	0.2–0.4	0–1	0.5–2	0–1	1–4	4–7
<i>Shigella</i>	<0.1	0.7–1	0.8–2	0–1	1–4	4–7
<i>Campylobacter</i>	1	1–2		0–1	1–4	4–7
<i>Cryptosporidium parvum</i>	0.1–1	1		0–3	1–4	4–7
<i>Entamoeba histolytica</i>	0–0.3	<0.1	<0.1	0–3	2–6	>7
<i>Giardia lamblia</i>	<1	2		0–3	2–6	>7
Helminth ova	0.3–1.7	<0.1	1	0–4	2–6	>7
Enteric viruses	<0.1	0.6–2	0–0.8	0–1	0–2	4–7

<sup>a</sup>Adapted in part from Crook (1992).  
<sup>b</sup>Wide range of values due to differences in performance of membranes from different manufacturers and imperfections or failure of the membrane (see Example 8-4 in Chap. 8).  
<sup>c</sup>In theory, reverse osmosis should remove all organisms, however, due to imperfections or failure of the membrane some organisms may pass through with the permeate stream (see Example 8-4 in Chap. 8).

Tabla E.1. Eliminación de microorganismos patógenos [Asano et al., 2007]

Unit operation or process	Constituent class										
	Suspended solids	Colloidal solids	Organic matter (particulate)	Dissolved organic matter	Nitrogen	Phosphorus	Trace constituents	Total dissolved solids	Bacteria	Protozoan cysts and oocysts	Viruses
Secondary treatment	x			x							
Secondary with nutrient removal				x	x	x					
Depth filtration	x								x	x	
Surface filtration	x		x						x	x	
Microfiltration	x	x	x						x	x	
Ultrafiltration	x	x	x						x	x	x
Dissolved air flotation	x	x	x						x	x	x
Nanofiltration			x	x			x	x	x	x	x
Reverse osmosis				x	x	x	x	x	x	x	x
Electrodialysis		x						x			
Carbon adsorption				x			x				
Ion exchange					x		x	x			
Advanced oxidation			x	x			x		x	x	x
Disinfection				x					x	x	x

Tabla E.2. Parámetros del agua mejorados con cada tipo de tratamiento [Asano et al., 2007]



En la Tabla E.3 se da la calidad de un efluente de agua a la salida de diversas etapas de tratamiento. En la Tabla E.4 se muestra la calidad del efluente de agua a la salida de distintos tratamientos secundarios.

	Raw Conc.	Primary effluent		Secondary effluent		Tertiary effluent		AWT effluent <sup>b</sup>		Overall % R
		Conc.	%R <sup>c</sup>	Conc.	% R	Conc.	% R	Conc.	% R	
<b>Conventional<sup>d</sup></b>										
CBOD	185	149	19	13	74	4.3	5	NA		98
TSS	219	131	40	9.8	55	1.3	4	NA		99+
TOC	91	72	21	14	64	7.1	8	0.6	7	99+
TS	1452	1322	9	1183	10	1090	6	43	72	97
Turb. (NTU)	100	88	12	14	74	0.5	14	0.27	0	99+
Ammonia-N	22	21	5	9.5	52	9.3	1	0.8	39	96
Nitrate-N	0.1	0.1	0	1.4	0	1.7	0	0.7	0	0
TKN	31.5	30.6	3	13.9	53	14.2	0	0.9	41	97
Phosphate-P	6.1	5.1	16	3.4	28	0.1	54	0.1	0	98
<b>Nonconventional</b>										
Arsenic	0.0032	0.0031	3	0.0025	19	0.0015	30	0.0003	40	92
Boron	0.35	0.38	0	0.42	0	0.31	13	0.29	3	17
Cadmium	0.0006	0.0005	17	0.0012	0	0.0001	67	0.0001	0	83
Calcium	74.4	72.2	3	66.7	7	70.1	0	1.0	88	99
Chloride	240	232	3	238	0	284	0	15	90	94
Chromium	0.003	0.004	0	0.002	32	0.001	24	0.001	28	83
Copper	0.063	0.070	0	0.043	33	0.009	52	0.011	0	83
Iron	0.60	0.53	11	0.18	59	0.05	22	0.04	2	94
Lead	0.008	0.008	0	0.008	0	0.001	93	0.001	0	91
Magnesium	38.5	38.1	1	39.3	0	6.4	82	1.5	13	96
Manganese	0.065	0.062	4	0.039	37	0.002	57	0.002	0	97
Mercury	0.0003	0.0002	33	0.0001	33	0.0001	0	0.0001	0	67
Nickel	0.007	0.010	0	0.004	33	0.004	11	0.001	45	89
Selenium	0.003	0.003	0	0.002	16	0.002	0	0.001	64	80
Silver	0.002	0.003	0	0.001	75	0.001	0	0.001	0	75
Sodium	198	192	3	198	0	211	0	11.9	91	94
Sulfate	312	283	9	309	0	368	0	0.1	91	99+
Zinc	0.081	0.076	6	0.024	64	0.002	27	0.002	0	97

<sup>a</sup>Adapted from Western Consortium for Public Health (1992). Primary treatment consisted of a rotary drum screen followed by disk screens, secondary treatment was with water hyacinths, tertiary treatment consisted of lime precipitation and depth filtration, and AWT comprised reverse osmosis, air stripping, and carbon adsorption.  
<sup>b</sup>AWT = Advanced wastewater treatment  
<sup>c</sup>% R = percent removed  
<sup>d</sup>Raw and primary effluent results are BOD not CBOD.  
 All units are mg/L unless otherwise noted.

Tabla E.3. Calidad del efluente de agua tratada en distintas etapas de tratamiento [Asano et al., 2007]

Constituent	Unit	Range of effluent quality after indicated treatment						
		Untreated wastewater <sup>a</sup>	Conventional activated sludge <sup>b</sup>	Conventional activated sludge with filtration <sup>b</sup>	Activated sludge with BNR <sup>c</sup>	Activated sludge with BNR and filtration <sup>c</sup>	Membrane bioreactor	Activated sludge with microfiltration and reverse osmosis
Total suspended solids (TSS)	mg/L	120-400	5-25	2-8	5-20	1-4	≤2	≤1
Colloidal solids	mg/L		5-25	5-20	5-10	1-5	≤1	≤1
Biochemical oxygen demand (BOD)	mg/L	110-350	5-25	<5-20	5-15	1-5	<1-5	≤1
Chemical oxygen demand (COD)	mg/L	250-800	40-80	30-70	20-40	20-30	<10-30	≤2-10
Total organic carbon (TOC)	mg/L	80-260	10-40	8-30	8-20	1-5	0.5-5	0.1-1
Ammonia nitrogen	mg N/L	12-45	1-10	1-6	1-3	1-2	<1-5	≤0.1
Nitrate nitrogen	mg N/L	0-trace	10-30	10-30	2-8	1-5	<10 <sup>d</sup>	≤1
Nitrite nitrogen	mg N/L	0-trace	0-trace	0-trace	0-trace	0-trace	0-trace	0-trace
Total nitrogen	mg N/L	20-70	15-35	15-35	3-8	2-5	<10 <sup>d</sup>	≤1
Total phosphorus	mg P/L	4-12	4-10	4-8	1-2	≤2	<0.3 <sup>e</sup> -5	≤0.5
Turbidity	NTU		2-15	0.5-4	2-8	0.3-2	≤1	0.01-1
Volatile organic compounds (VOCs)	µg/L	<100->400	10-40	10-40	10-20	10-20	10-20	≤1
Metals	mg/L	1.5-2.5	1-1.5	1-1.4	1-1.5	1-1.5	trace	≤?
Surfactants	mg/L	4-10	0.5-2	0.5-1.5	0.1-1	0.1-1	0.1-0.5	≤1?
Totals dissolved solids (TDS)	mg/L	270-860	500-700	500-700	500-700	500-700	500-700	≤5-40
Trace constituents	µg/L	10-50	5-40	5-30	5-30	5-30	0.5-20	≤0.1
Total coliform	No./100 mL	10 <sup>6</sup> -10 <sup>9</sup>	10 <sup>4</sup> -10 <sup>5</sup>	10 <sup>3</sup> -10 <sup>5</sup>	10 <sup>4</sup> -10 <sup>5</sup>	10 <sup>4</sup> -10 <sup>5</sup>	<100	~0
Protozoan cysts and oocysts	No./100 mL	10 <sup>1</sup> -10 <sup>4</sup>	10 <sup>1</sup> -10 <sup>2</sup>	0-10	0-10	0-1	0-1	~0
Viruses	PFU/100 mL <sup>f</sup>	10 <sup>1</sup> -10 <sup>4</sup>	10 <sup>1</sup> -10 <sup>3</sup>	10 <sup>1</sup> -10 <sup>3</sup>	10 <sup>1</sup> -10 <sup>3</sup>	10 <sup>1</sup> -10 <sup>3</sup>	10 <sup>0</sup> -10 <sup>3</sup>	~0

<sup>a</sup>From Table 3-12.  
<sup>b</sup>Conventional secondary is defined as activated sludge treatment with nitrification.  
<sup>c</sup>BNR is defined as biological nutrient removal for the removal of nitrogen and phosphorus.  
<sup>d</sup>With anoxic stage.  
<sup>e</sup>With coagulant addition.  
<sup>f</sup>Plaque forming units.

Tabla E.4. Calidad del efluente a la salida de distintos tratamientos secundarios [Asano et al., 2007]



En la Fig. E.1 se presenta un esquema de los tipos de tratamiento que hay para mejorar la calidad del agua.

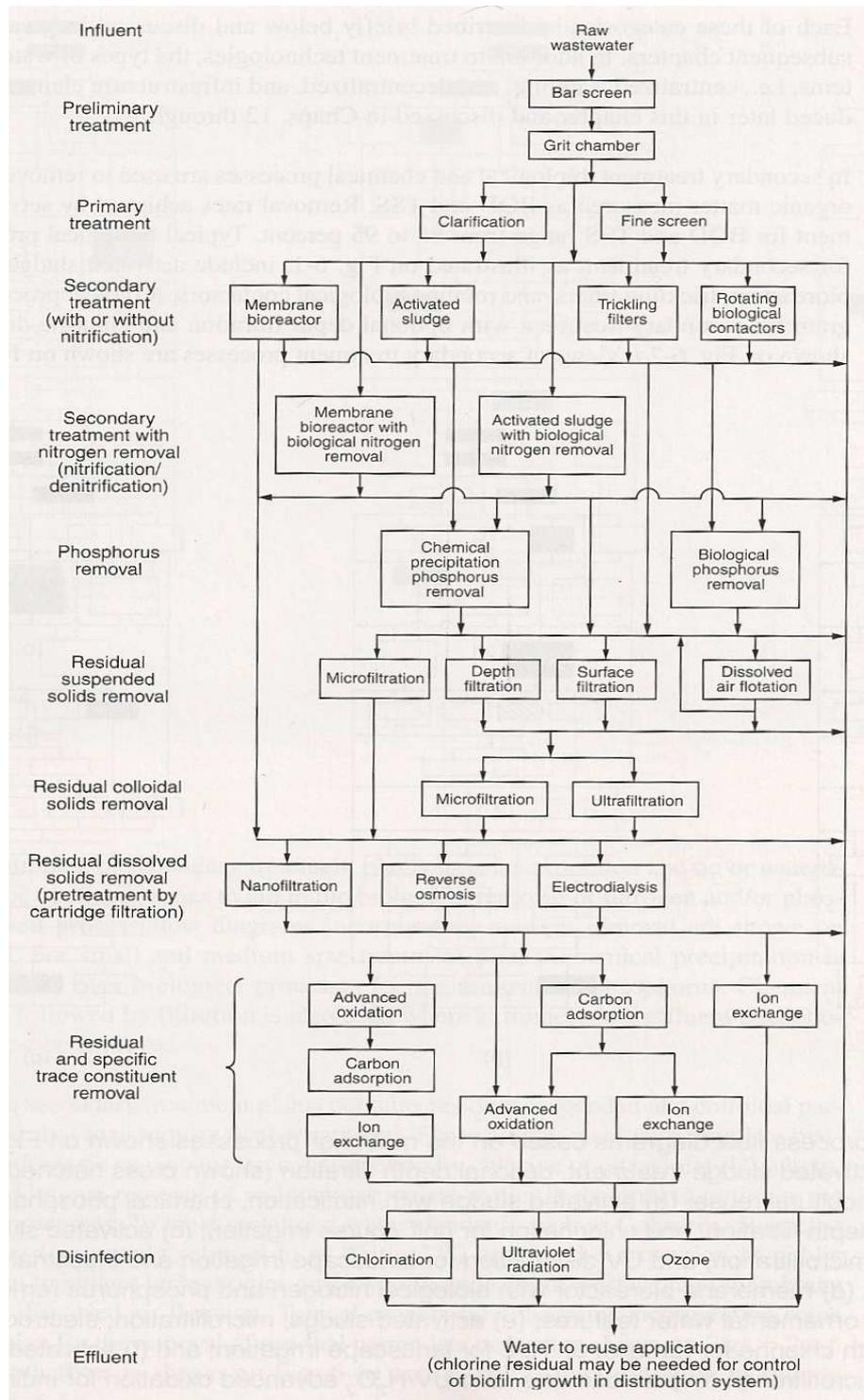


Fig. E.1. Tratamientos para mejorar la calidad del agua [Asano et al., 2007]



## E.2. Ampliación de tratamientos de aguas grises

Li, Wichmann y Otterpohl (2009), elaboran en su artículo *Review of the technological approaches for grey water treatment and reuses*, publicado en la revista *Science of the Total Environment*, una completa comparativa de diversas combinaciones de sistemas de tratamiento para aguas grises estudiadas por diversos autores. En los cuadros comparativos de tratamientos según su naturaleza (Tabla E.5 y Tabla E.6) se exponen los resultados conseguidos en el flujo de agua de salida, especificando cómo han variado características físicas y químicas del flujo de entrada, como pueden ser la turbidez, las partículas en suspensión o la DBO.

Se ha creído interesante anexar este estudio al contenido del proyecto, ya que complementa de una forma muy exhaustiva la explicación de las características que ofrece cada tipo de tratamiento de aguas grises, especificando qué características físicas y químicas varían entre el flujo de entrada y de salida, y en qué orden de magnitud lo hacen.

Se analizan distintas combinaciones de tratamientos físicos, químicos y biológicos. La información que usan Li, Wichmann y Otterpohl (2009) proviene de una extensa bibliografía de diversos autores que han realizado los experimentos que conducen a los resultados que se resumen en las tablas. No se han incluido a todos estos autores en la bibliografía.



Reference	Process	TSS (mg/l)		Turbidity (NTU)		COD (mg/l)		BOD (mg/l)		TN (mg/l)		TP (mg/l)		Total coliform (cfu/100 ml)		Faecal coliform (cfu/100 ml)	
		In	Out	In	Out	In	Out	In	Out	In	Out	In	Out	In	Out	In	Out
Gerba et al. (1995)	Cartridge filter	19	8	21	7	-	-	-	-	-	-	-	-	2 × 10 <sup>8</sup>	2 × 10 <sup>6</sup>	-	-
Ward (2000)*	Sand filter + Membrane + Disinfection	-	-	18	0	65	18	23	8	-	-	-	-	-	-	-	-
Brewer et al. (2000)*	Filtration + Disinfection	-	-	21	7	157	47	-	-	-	-	-	-	2 × 10 <sup>5</sup>	13	-	-
CHMC (2002)*	Screening + Sedimentation + Multi-media filter + Ozonation	67	21	82	26	-	-	130	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hills et al. (2003)*	Coarse filtration + Disinfection	-	35	40	40	166	-	-	40	-	-	-	-	-	ND	-	-
March et al. (2004)	Screening + Sedimentation + Disinfection	44	19	20	17	171	78	-	X	11.4	7.1	-	-	-	V	-	-
Itoyama et al. (2004)	Soil filter	105	23	-	-	271	40.6	477	81	20.7	4.4	3.8	0.6	-	-	-	-
Ramon et al. (2004)	UF membranes (400 kDa)	-	-	18	1.4	146	80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	UF membranes (200 kDa)	-	-	17	1	146	74	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	UF membranes (30 kDa)	-	-	24	0.8	165	51	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sostar-Turk et al. (2005)	UF membrane	35	18	-	-	280	130	195	86	-	-	-	-	-	-	-	-
	NF membrane	28	0	30	1	226	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	RO membrane	18	0**	-	-	130	3	86	2	-	-	-	-	-	-	-	-
Prathapar et al. (2006)	Filtration + Activated carbon + Sand filter + Disinfection	9	4	13	6	51	35	-	-	-	-	-	-	>200	0	-	-
Birks (1998)	UF membrane	-	-	-	-	451	117	274	53	-	-	-	-	-	-	-	-

\*: Referenced from Pidou (2006).  
 \*\*: Referenced in Pidou (2006), the BOD<sub>5</sub> was changed from 8 mg/l to 0 mg/l.  
 V: Meet the reuse guideline.  
 X: Fail to meet the reuse guideline.

Tabla E.5. Comparativa de diversos tratamientos físicos para las aguas grises [Li, Wichmann, Otterpohl, 2009]



Reference	Process	TSS (mg/l)		Turbidity (NTU)		COD (mg/l)		BOD (mg/l)		TN (mg/l)		TP (mg/l)		Total coliform (cfu/100 ml)		Faecal coliform (cfu/100 ml)	
		In	Out	In	Out	In	Out	In	Out	In	Out	In	Out	In	Out	In	Out
Lin et al. (2005)	Electro-coagulation + Disinfection	29	9	43	4	52	22	23	9	-	-	-	-	$2 \times 10^3$	$2 \times 10^5$	-	-
Sostar-Turk et al. (2005)	Coagulation + Sand filter + GAC	35	<5	-	-	280	20	195	10	-	-	-	-	-	-	-	-
Pidou et al. (2008)	Coagulation with aluminium salt	-	-	46.6	4.28	791	287	205	23	18	15.7	1.66	0.09	-	<1	-	-
Pidou et al. (2008)	Magnetic ion exchange resin	-	-	46.6	8.14	791	272	205	33	18	15.3	1.66	0.91	-	<59	-	-

V: Meet the reuse guideline.  
X: Fail to meet the reuse guideline.

Reference	Process	TSS (mg/l)		Turbidity (NTU)		COD (mg/l)		BOD (mg/l)		TN (mg/l)		TP (mg/l)		Total coliform (cfu/100 ml)		Faecal coliform (cfu/100 ml)	
		In	Out	In	Out	In	Out	In	Out	In	Out	In	Out	In	Out	In	Out
Nolde (1999)	Sedimentation + RBC + UV disinfection	-	-	-	-	100-430	-	50-250 BOD <sub>7</sub>	<5 BOD <sub>7</sub>	5-10	-	0.2-0.6	-	$10^4-10^8$	$10-10^3$	$10-10^3$	<10 <sup>2</sup>
Nolde (1999)	Fluidized-bed reactor + UV disinfection	-	-	-	-	113-633	-	70-300 BOD <sub>7</sub>	<5 BOD <sub>7</sub>	-	-	-	-	$10^3-10^5$	$<10^4$	$10-10^3$	<10 <sup>3</sup>
Friedler et al. (2005)	Screen + RBC + sand filtration filtration + chlorination	43	7.9	33	0.61	158	40	59	2.3	-	4.8	2	-	-	-	$5.6 \times 10^5$	0.1
Liu et al. (2005)	MBR	-	ND	-	-	130-322	18	99-221	<5	-	-	-	-	-	-	-	ND
Lesjean and Gnriss (2006)	MBR	-	<1	-	-	493	24	-	V	21*	10*	7.4	3.5	-	-	-	V
Merz et al. (2007)	MBR	-	-	29	0.5	109	15	59	4	15.2	5.7	1.6	1.3	-	-	$1.4 \times 10^5$	68
Elmitwalli et al. (2007)	UASB	-	-	-	-	681	469.9	-	V	271*	206*	9.9	7.5	-	-	-	V
Gross et al. (2007)	Constructed wetland	158	3	-	-	647	381.7	-	-	271*	206*	9.7	7.6	-	-	-	-
Hernandez et al. (2008)	SBR, SRT = 378 d HRT = 5.9 h	-	-	-	-	682	456.9	-	-	273*	240*	9.9	8.9	-	-	-	-
		-	-	-	-	839	157	466	0.7	34.3	10.8	22.8	6.6	-	-	$5 \times 10^7$	$2 \times 10^5$
		-	-	-	-	827	100	-	V	29.9	26.5	8.5	5.8	-	-	-	X

\*: TN was calculated as the summation of TKN and NO<sub>3</sub>-N.  
&-TKN.  
V: Meet the reuse guideline.  
X: Fail to meet the reuse guideline.

Tabla E.6. Comparativa de diversos tratamientos químicos y biológicos para aguas grises [Li, Wichmann, Otterpohl, 2009]



## E.3. Tratamientos de desinfección

En la memoria sólo se han citado los diferentes tratamientos de desinfección que existen, pero no se ha explicado en qué consisten debido a la falta de espacio. En este anexo se ofrece información acerca de la cloración, ozonización y desinfección por UV.

### E.3.1. Cloración

La cloración tiene la ventaja de ser un sistema de desinfección altamente efectivo, además de su baja inversión inicial y sus costes operativos inferiores a los de la tecnología del ozono o la luz UV. También asegura que el agua va a permanecer desinfectada durante largo tiempo en su periodo de almacenaje. Los principales inconvenientes son que el cloro reacciona con los residuos orgánicos del agua formando contaminantes potencialmente cancerígenos. Además, son corrosivos, y su eficacia puede verse afectada por la calidad del agua.

El hipoclorito de sodio ( $\text{NaOCl}$ ), generalmente, es usado disuelto en agua en varias concentraciones. El hipoclorito de sodio sólido no es usado comercialmente, aunque es posible encontrarlo en esta forma. Las soluciones de hipoclorito de sodio son transparentes, de color amarillo-verdoso y huelen a cloro. El hipoclorito de calcio  $\text{Ca(OCl)}_2$  es un sólido blanco que se descompone fácilmente en el agua liberando oxígeno y cloro. También tiene un fuerte olor a cloro. Como el ozono, el cloro es un biocida oxidante y no una toxina metálica. Esto significa que el cloro mata microorganismos por la interrupción del transporte de nutrientes a través de la membrana celular, no por interrupción del proceso metabólico.

Es importante saber qué cantidad de  $\text{NaOCl}$  se va a introducir en el agua, para mantener la concentración deseada hasta que el agua vaya a ser reutilizada. El uso de sustancias químicas como el cloro o el bromo podría cambiar las características químicas de las aguas, y requeriría por lo menos veinte minutos de tiempo de contacto. De hecho, podrían reaccionar con ciertos productos residuales que hay en las aguas y formar más productos tóxicos [Christova-Boala et al, 1995].

Tanto aplicados en líquido, tableta o en forma de polvo, las dosis de desinfectantes químicos requieren un equipo de supervisión y control, a fin de controlar el proceso de desinfección. Esto incrementa la complejidad del sistema, y también la dificultad de mantenimiento, y es por esto que la desinfección química no es generalmente una opción predilecta [Wiltshire, 2005].



### E.3.2. Ozonización

El ozono cuenta con la ventaja de su generación *in situ*, por lo que no se necesita almacenar ni manipular sustancias químicas. Proporciona al agua un color adecuado, y hace precipitar los contaminantes residuales. También requiere menos mantenimiento que los sistemas de UV. Sin embargo, la eficiencia de la desinfección es afectada adversamente por variaciones del contenido de materia orgánica en las aguas grises. Por otra parte, el ozono es tóxico, por lo que no debe haber ningún escape. Se deben evacuar los precipitados cada cierto tiempo, lo que, unido a la mayor demanda de electricidad del sistema, hace que los costes operativos sean mayores que los de la cloración. La inversión inicial también es más alta que la de los sistemas UV y de cloración.

El ozono actúa como oxidante, destruyendo bacterias y virus, haciendo precipitar metales pesados (como el hierro o el magnesio) permitiendo su posterior filtrado, eliminando el color del agua y eliminando malos olores. El ozono se forma cuando el oxígeno se expone a altos campos de energía, causando que algunas moléculas de oxígeno se rompan en átomos de oxígeno. Estos átomos de oxígeno (O) reaccionan con las moléculas de oxígeno (O<sub>2</sub>), formando el ozono (O<sub>3</sub>). En los aparatos de ozonización *in situ* se genera el ozono mediante una descarga de arco eléctrico generada por una gran diferencia de potencial entre dos electrodos. Esta descarga de corona eléctrica incide directamente sobre las moléculas de oxígeno del agua, que se rompen en átomos de oxígeno y se recombinan para formar ozono.

El ozono tiene 1,5 veces el potencial oxidante del cloro, y el tiempo de residencia para la desinfección es de unas 4 – 5 veces menor con el ozono que con el cloro. Además, el ozono no forma trihalometanos y otras sustancias que han sido calificadas de carcinógenas.

### E.3.3. Lámpara UV

La tecnología UV tampoco utiliza sustancias químicas, ni tiene el problema de la toxicidad del ozono. La eficiencia de la desinfección también puede verse afectada por la cantidad de materia orgánica en el agua, y las partículas en suspensión también pueden crear un efecto de apantallamiento que disminuiría la eficacia del tratamiento. Su coste operativo, y su inversión inicial, es superior al de los sistemas de cloración, pero inferior al de la tecnología del ozono. Las lámparas tubulares de UV deberán ser sustituidas o limpiarse regularmente, ya que están sujetas a crecimiento biológico o a que se cree una capa de precipitados que disminuya su eficacia.

La desinfección por rayos UV es una tecnología favorable para la reutilización de aguas grises y es la más ventajosa para operaciones *in-line*. No requiere tiempo de contacto demasiado largo, sencillamente el tiempo que tarde el flujo de agua en pasar por la lámpara



de rayos UV. Por otro lado, este tratamiento no cambia la estructura química del agua de forma adversa. Sin embargo, la desinfección por UV requiere grados de turbidez y de sólidos en suspensión relativamente bajos, a fin de prevenir apantallamiento que proteja a los patógenos cuando el agua pase por la lámpara de rayos UV. El filtro para partículas finas mejora la turbidez y los sólidos en suspensión, y todavía son más reducidos después del almacenamiento del agua siempre y cuando el crecimiento microbiano haya sido restringido. Por tanto, es preferible usar desinfección UV con una etapa de prefiltración.

La luz ultravioleta es una luz rica en energía de una longitud de onda de 200 – 400 nm. La radiación más intensa es la UVC, que se da para longitudes de onda de 254 nm, que impacta directamente sobre el ADN de los microorganismos que se deben eliminar. Cambiando el ADN de los microorganismos, se interrumpe su división celular, con lo que pierden la capacidad de reproducirse a sí mismos y, por lo tanto, su efecto patogénico. Con la tecnología UV se destruyen más del 99,99% de patógenos en unos segundos. La luz se genera en unas lámparas UV. Cada lámpara está rodeada de un tubo hermético de cristal de cuarzo que permite pasar la luz. El agua a ser desinfectada pasa corriendo por fuera del tubo de cuarzo, siendo irradiada por la luz UV.





## F. Cálculo de la instalación solar para ACS

Se sigue la metodología simplificada planteada por el Institut Català de l'Energia, que se basa en los requisitos técnicos normativos. En Cataluña, actualmente, coexisten tres reglamentaciones que obligan a instalar sistemas solares térmicos en edificaciones:

- El Código Técnico de la Edificación (normativa de ámbito estatal).
- El *Decret 21/2006 d'eficiència de la Generalitat de Catalunya* (disposición legal de ámbito autonómico).
- Ordenanzas Municipales de ahorro de energía de cada Administración local.

Cada normativa establece diferentes criterios para el dimensionamiento de las instalaciones. En todo caso, siempre se debe seleccionar la norma más restrictiva, en función de las características y de la ubicación de la instalación. En la mayor parte de los casos la normativa más restrictiva es la del *Decret d'eficiència de la Generalitat de Catalunya*, por lo que se toma como referencia para la elaboración del método simplificado propuesto por el Institut Català de l'Energia.

### PASO 1) Establecer el consumo energético de la instalación

Se utiliza la Tabla F.1 para determinar el consumo de agua en el edificio AINOS. Se suponen 28 litros por persona y día de demanda de ACS a 60°C para viviendas comunes. El edificio AINOS cuenta con 56 habitantes, con lo que la demanda diaria de ACS a 60°C será de 1.568 litros/día.

Determinado el volumen de agua que consumen los usuarios de la instalación, se debe calcular la energía que se tiene que aportar a la instalación para conseguir que aumente la temperatura del agua de la red hasta la de servicio. Para realizar este cálculo, primero se debe encontrar el salto térmico mediante la Ec. F.1.

$$\Delta t = (T_{servicio} - T_{red}) \quad (\text{Ec. F.1})$$

$T_{servicio}$ :	Temperatura del ACS. En nuestro caso 60°C [°C]
$T_{red}$ :	Temperatura del agua suministrada de la red [°C]
$\Delta t$ :	Salto térmico [°C]



Taula de demanda de referència d'aigua calenta sanitària a 60°C	
Críteris de demanda	Litres ACS/día a 60°C
Habitatges	28 litres/persona
Hospitals, clíniques	55 litres/persona
Ambulatoris i centres de salut	40 litres/persona
Hotels de 5 estrelles	70 litres/persona
Hotels de 4 estrelles	55 litres/persona
Hotels de 3 estrelles	40 litres/persona
Hotels d'1 i 2 estrelles	35 litres/persona
Pensions/Hostals	28 litres/persona
Residències (gent gran, estudiants)	40 litres/persona
Albergs	25 litres/persona
Centres escolars amb dutxes	20 litres/persona
Centres escolars sense dutxes	4 litres/persona
Centres de l'Administració pública, bancs i oficines	2 litres/persona
Vestuaris/dutxes col·lectives (piscines, poliesportius, gimnasos)	20 litres/persona

**Tabla F.1.** Criterios de determinación de la demanda de agua caliente sanitaria según la tipología de edificio  
[Mundet, Carnero, Roca, 2009]

Una vez conocido el volumen de agua a caliente demandado y el salto térmico, podremos calcular la energía diaria requerida con la Ec. F.2.

$$Q = V \cdot \delta \cdot c_e \cdot \Delta t \quad (\text{Ec. F.2})$$

- Q: Cantidad de calor necesaria para calentar el agua [Kcal/día]  
V: Volumen diario de agua a 60°C consumido [litros/día]  
 $\delta$ : Densidad del agua [1 Kg/l]  
 $c_e$ : Calor específico del agua [1 Kcal/Kg·°C]  
 $\Delta t$ : Salto térmico [°C]

	Barcelona	Girona	Lleida	Tarragona
Gener	8	6	5	6
Febrer	9	7	6	7
Març	11	9	8	9
Abril	13	11	10	11
Maig	14	12	11	12
Juny	15	13	12	13
Juliol	16	14	13	14
Agost	15	13	12	13
Setembre	14	12	11	12
Octubre	13	11	10	11
Novembre	11	9	8	9
Desembre	8	6	5	6
Mitjana	12	10	8	10

**Tabla F.2.** Temperatura media mensual del agua fría en °C  
[Mundet, Carnero, Roca, 2009]



Con las ecuaciones Ec. F.1 y Ec. F.2, y la información proporcionada en la Tabla F.1 y la Tabla F.2, es fácil calcular la demanda energética diaria del edificio AINOS, diferenciada para cada mes del año. Se presentan los resultados en la Tabla F.3.

Mes	$T_{red}$ [°C]	$\Delta t$ [°C]	Q [Kcal/día]	Q [MJ/día]	Q [KWh/día]
<b>Enero</b>	8	52	81536	340,82	94,67
<b>Febrero</b>	9	51	79968	334,27	92,85
<b>Marzo</b>	11	49	76832	321,16	89,21
<b>Abril</b>	13	47	73696	308,05	85,57
<b>Mayo</b>	14	46	72128	301,50	83,75
<b>Junio</b>	15	45	70560	294,94	81,93
<b>Julio</b>	16	44	68992	288,39	80,11
<b>Agosto</b>	15	45	70560	294,94	81,93
<b>Septiembre</b>	14	46	72128	301,50	83,75
<b>Octubre</b>	13	47	73696	308,05	85,57
<b>Noviembre</b>	11	49	76832	321,16	89,21
<b>Diciembre</b>	8	52	81536	340,82	94,67
<b>Media anual</b>	<b>12,25</b>	<b>47,75</b>	<b>74872</b>	<b>312,96</b>	<b>86,93</b>

**Tabla. F.3.** Demanda energética del edificio AINOS  
[Mundet, Carnero, Roca, 2009. Elaboración propia]

Tenemos una demanda energética media anual de 86,93 KWh/día.

## **PASO 2) Establecer la contribución mínima de energía solar que marca la normativa**

El *Decret d'ecoeficiència* establece una aportación mínima de energía solar térmica para producir ACS, en todas las nuevas construcciones donde se prevea una demanda de ACS superior a 50 litros/día, a una temperatura de referencia de 60°C. Esta aportación solar mínima se presenta en forma de porcentaje, y recibe el nombre de fracción solar. Se determina en función de la localización geográfica de la instalación. La fracción solar se determina mediante la Tabla F.4 y la Tabla F.5.

Como se ve en las tablas, Barcelona se encuentra en la "Zona climática III". En el edificio AINOS la demanda de ACS es de 1.568 litros/día, por lo que la fracción solar es del 50%, según la Tabla F.5.

Una vez se establece la fracción solar exigida, se obtiene la producción de energía solar necesaria para cada mes del año en la instalación del edificio AINOS.



Zones climàtiques de les comarques de Catalunya	
Comarques	Zona climàtica
Alt Camp	IV
Alt Empordà	III
Alt Penedès	IV
Alt Urgell	II
Alta Ribagorça	II
Anoia	IV
Bages	III
Baix Camp	IV
Baix Ebre	IV
Baix Empordà	III
Baix Llobregat	IV
Baix Penedès	IV
Barcelonès	III
Berguedà	III
Cerdanya	II
Conca de Barberà	IV
Garraf	IV
Garrigues	IV
Garrotxa	III
Gironès	III
Maresme	III
Montsià	IV
Noguera	IV
Osona	III
Pallars Jussà	II
Pallars Sobirà	II



Pia de l'Estany	III
Pia d'Urgell	IV
Priorat	IV
Ribera d'Ebre	IV
Ripollès	II
Segarra	IV
Segrià	IV
Selva	III
Solsonès	III
Tarragonès	IV
Terra Alta	IV
Urgell	IV
Vall d'Aran	II
Vallès Occidental	III
Vallès Oriental	III

Tabla F.4. Mapa de zonas climáticas según la irradiación global diaria [Mundet, Carero, Roca, 2009]

Aportació mínima d'energia solar en la producció d'aigua calenta sanitària			
Demanda total d'aigua calenta sanitària de l'edifici (litres/dia)	Zones climàtiques (en funció de la irradiació global diària, mitjana anual)		
	II	III	IV
50 a 5.000 litres	40%	50%	60%
5.001 a 6.000 litres	40%	55%	65%
6.001 a 7.000 litres	40%	65%	70%
7.001 a 8.000 litres	45%	65%	70%
8.001 a 9.000 litres	55%	65%	70%
9.001 a 10.000 litres	55%	70%	70%
10.001 a 12.500 litres	65%	70%	70%
>12.500 litres	70%	70%	70%

Demanda energètica mitjana anual: 6,22 kWh/dia

Tabla F.5. Aportación mínima de energía solar en la producción de ACS [Mundet, Carero, Roca, 2009]



Se usa la Ec. F.3 para determinar la producción de energía solar necesaria.

$$E_{solar} = E_{necesaria} \cdot \frac{F_{solar}}{100} \quad (\text{Ec. F.3})$$

$E_{solar}$ : Es la energía diaria que se deberá producir con energía solar [KWh/día]

$E_{necesaria}$ : Es la energía diaria que será necesaria para producir ACS [KWh/día]

$F_{solar}$ : Es la aportación solar mínima en función de la zona climática [%]

En el caso del edificio AINOS se estimó una media diaria para  $E_{necesaria}$  de 86,93 KWh/día. Por lo tanto, siendo  $F_{solar}$  del 50%,  $E_{solar}$  será de 43,47 KWh/día.

### PASO 3) Cálculo de la energía solar disponible

La energía disponible en un emplazamiento determinado se puede evaluar a partir de valores estadísticos basados en medidas de las estaciones meteorológicas. Los datos se extraen del *Atlas de Radiación Solar a Cataluña*, editado por el Institut Català d'Energia. Los datos del *Atlas* están ordenados según la orientación (0° si las superficies de captación están orientadas al sur), y la inclinación de la superficie de captación.

Según el Código Técnico de la Edificación *HE 4*, se considera el sur como orientación óptima de una instalación solar. A pesar de que la instalación solar en AINOS tendrá un uso continuo a lo largo del año, la época más desfavorable será el invierno, debido a la baja radiación disponible, que coincide con el momento de demanda energética más alta. Por eso se elige la inclinación de 50°, siguiendo la norma del Código Técnico de la Edificación, que recomienda que la inclinación para una utilización predominante en invierno debe ser la latitud del lugar (Barcelona, 40° aprox.) +10°C.

Por otro lado, se debe tener en cuenta que debido a que el vidrio de la cubierta del captador plano tiene un índice de reflexión de la radiación función del ángulo de incidencia. Según el Institut Català de l'Energia, estas pérdidas pueden valorarse de promedio en un 6%.

En la Tabla F.6 y la Tabla F.7 se resume la información necesaria para los cálculos posteriores. No se debe realizar ningún cálculo particular del edificio AINOS, ya que los cálculos de la Tabla F.7, elaborados por Mundet, Carnero y Roca (2009) también son para una vivienda localizada en el emplazamiento de Barcelona. Por lo tanto, los cálculos para el edificio AINOS en esta etapa del procedimiento serían exactamente idénticos.

Se elige, como en el caso de AINOS, una inclinación de 50°, y unas placas orientadas hacia el sur, tal y como recomienda el Código Técnico de la Edificación. En la Tabla F.7



se expresan los valores de radiación solar global en KWh/m<sup>2</sup>·día, y se les resta el 6% correspondiente a las pérdidas por reflexión en la superficie del captador.

Orientació: 0°													
Incli-nació	Gen	Feb	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Des	Anual
0°	6,80	9,65	13,88	18,54	22,25	24,03	23,37	20,42	16,05	11,40	7,73	6,04	15,04
5°	7,70	10,56	14,72	19,15	22,58	24,21	23,63	20,93	16,85	12,32	8,66	6,94	15,71
10°	8,56	11,41	15,47	19,67	22,78	24,25	23,74	21,31	17,54	13,17	9,55	7,80	16,29
15°	9,37	12,19	16,14	20,07	22,84	24,13	23,70	21,59	18,13	13,95	10,38	8,61	16,78
20°	10,12	12,90	16,70	20,35	22,76	23,87	23,52	21,76	18,61	14,63	11,15	9,37	17,17
25°	10,81	13,52	17,17	20,51	22,60	23,48	23,24	21,80	18,98	15,23	11,85	10,07	17,46
30°	11,43	14,07	17,52	20,54	22,32	23,02	22,86	21,71	19,23	15,73	12,47	10,71	17,65
35°	11,97	14,52	17,77	20,45	21,90	22,43	22,34	21,48	19,36	16,13	13,01	11,28	17,73
40°	12,44	14,88	17,91	20,23	21,35	21,70	21,69	21,12	19,37	16,43	13,47	11,77	17,71
45°	12,83	15,15	17,94	19,98	20,67	20,84	20,90	20,63	19,26	16,63	13,85	12,19	17,58
50°	13,14	15,32	17,86	19,43	19,87	19,86	20,00	20,02	19,03	16,72	14,13	12,53	17,33
55°	13,36	15,40	17,67	18,85	18,95	18,77	18,97	19,29	18,68	16,71	14,32	12,78	16,98
60°	13,49	15,37	17,36	18,16	17,92	17,60	17,84	18,44	18,22	16,59	14,42	12,95	16,53
65°	13,53	15,25	16,95	17,36	16,83	16,41	16,71	17,48	17,65	16,36	14,42	13,04	16,00
70°	13,49	15,03	16,44	16,46	15,70	15,14	15,48	16,43	16,97	16,03	14,33	13,03	15,38
75°	13,35	14,72	15,83	15,47	14,48	13,78	14,18	15,35	16,19	15,60	14,14	12,94	14,67
80°	13,13	14,31	15,12	14,41	13,81	12,36	12,80	14,17	15,31	15,08	13,86	12,77	13,87
85°	12,82	13,81	14,32	13,29	11,82	10,93	11,35	12,93	14,34	14,45	13,50	12,51	13,00
90°	12,43	13,23	13,44	12,11	10,41	9,57	9,99	11,62	13,30	13,74	13,04	12,16	12,08

**Tabla F.6.** Radiación solar global diaria en Barcelona sobre superficies inclinadas [MJ/m<sup>2</sup>·día] [Mundet, Carnero, Roca, 2009]

Mes	Gen	Feb	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Des	Anual
Radiació <sub>solar</sub> (MJ/m <sup>2</sup> ·día)	13,14	15,32	17,86	19,43	19,87	19,86	20	20,02	19,03	16,72	14,13	12,53	17,33
Radiació <sub>o_solar</sub> (kWh/m <sup>2</sup> ·día)	3,65	4,26	4,96	5,40	5,52	5,52	5,56	5,56	5,29	4,64	3,93	3,48	4,81
E <sub>solar disponible</sub> (kWh/ m <sup>2</sup> ·día)*	3,07	3,57	4,17	4,53	4,64	4,63	4,67	4,67	4,44	3,90	3,30	2,92	4,04

\*Considerant unes pèrdues d'un 6% per reflexió en el vidre del captador.

**Tabla F.7.** Radiación solar global diaria para el edificio AINOS (50° de inclinación) [MJ/m<sup>2</sup>·día] [Mundet, Carnero, Roca, 2009]

La radiación solar media anual es de 4,04 KWh/m<sup>2</sup>·día.



#### PASO 4) Aprovechamiento de la energía solar por el sistema

De la radiación incidente en un equipo solar, sólo una parte se transformará en calor. Esta fracción está determinada por el rendimiento de la instalación solar y se debe principalmente a las características del captador y las pérdidas de calor en los elementos que forman el circuito.

La proporción de radiación que aprovecha el captador respecto de la radiación aprovechable queda definida por el rendimiento del captador. El rendimiento de un captador no es un valor fijo, ya que depende de factores que varían durante su funcionamiento, como la temperatura media del captador, la temperatura ambiente y la intensidad de radiación solar. Habitualmente, para calcular el rendimiento se usa la expresión lineal Ec. F.4.

$$\eta = \eta_o - \frac{m \cdot (T_m - T_a)}{I} \quad (\text{Ec. F.4})$$

- $\eta$ : Es el rendimiento expresado en tanto por uno.
- $\eta_o$ : Es el rendimiento óptico, valor suministrado por ensayo del fabricante.
- $m$ : Pérdidas térmicas del captador [ $\text{W}/\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$ ]
- $T_m$ : Temperatura media del captador [ $^\circ\text{C}$ ]
- $T_a$ : Temperatura ambiente media diaria (durante las horas de sol) [ $^\circ\text{C}$ ]
- $I$ : Intensidad de radiación media durante las horas de sol [ $\text{W}/\text{m}^2$ ]

Para el captador solar, se escoge el modelo VFK 145 V, del fabricante VAILLANT (ver ANEXO I). Según los datos del fabricante, para el modelo elegido, el rendimiento óptico  $\eta_o$  es de 0,79. Las pérdidas térmicas del captador son de  $2,414 \text{ W}/\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$ . Para aproximar, se toma para todo el año el valor  $T_m$  de  $60^\circ\text{C}$ , que es el de la temperatura de agua de consumo.  $T_a$  se consulta la Tabla F.8, y se calcula dividiendo la radiación global diaria entre la cantidad de horas de sol, que se puede consultar para cada mes en la Tabla F.9.

Mes	Gen	Feb	Mar	Abr	Mal	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Des
Lleida	7	10	14	15	21	24	27	27	23	18	11	8
Tarragona	11	12	14	16	19	22	25	26	23	20	15	12
Girona	9	10	13	15	19	23	26	25	23	18	13	10
Barcelona	11	12	14	17	20	24	26	26	24	20	16	12

**Tabla F.8.** Temperaturas medias diurnas en Cataluña [ $^\circ\text{C}$ ]  
[Mundet, Carero, Roca, 2009]



Gen	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Des
7,5	8	9	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9	9	8	7

**Tabla F.9.** Horas de luz solar según mes del año  
[Mundet, Carnero, Roca, 2009]

En la Tabla F.10 se presentan los cálculos correspondientes al rendimiento del captador y la energía captada para cada mes del año. La energía generada por el captador será la multiplicación de la energía potencialmente aprovechable por el rendimiento del captador y su área, que es  $2,35 \text{ m}^2$ . Sin embargo, de la energía absorbida por el captador, sólo se podrá usar una parte, ya que se van a producir pérdidas de calor a través de las paredes del acumulador, las cañerías, las válvulas y la resta del circuito hidráulico. Empíricamente se han valorado estas pérdidas en un 10 – 15%. La última columna de la Tabla F.10 resume la energía que aprovecha el sistema.

Mes	$E_{\text{solar}}$ disponible [KWh/m <sup>2</sup> ·día]	Horas sol al día	$I$ [W/m <sup>2</sup> ·día]	$T_a$ [°C]	$\eta$	$E_{\text{solar}}$ captador [KWh/día]	$E_{\text{solar}}$ aprovechada [KWh/día]
<b>Enero</b>	3,07	7,5	409	11	0,50	3,61	3,07
<b>Febrero</b>	3,57	8	446	12	0,53	4,45	3,78
<b>Marzo</b>	4,17	9	463	14	0,55	5,39	4,58
<b>Abril</b>	4,53	9,5	476	17	0,57	6,09	5,18
<b>Mayo</b>	4,64	9,5	488	20	0,59	6,46	5,49
<b>Junio</b>	4,63	9,5	487	24	0,61	6,65	5,66
<b>Julio</b>	4,67	9,5	491	26	0,62	6,84	5,81
<b>Agosto</b>	4,67	9,5	491	26	0,62	6,84	5,81
<b>Septiembre</b>	4,44	9	493	24	0,61	6,40	5,44
<b>Octubre</b>	3,9	9	433	20	0,57	5,20	4,42
<b>Noviembre</b>	3,3	8	412	16	0,53	4,13	3,51
<b>Diciembre</b>	2,92	7	417	12	0,51	3,51	2,99
<b>Media anual</b>	<b>4,04</b>	<b>8</b>	<b>505</b>	<b>18,5</b>	<b>0,59</b>	<b>5,62</b>	<b>4,77</b>

**Tabla F.10.** Cálculos relativos a la energía aprovechada por el sistema  
[Elaboración propia]

Según los cálculos, cada captador VFK 145 V de  $2,35 \text{ m}^2$  aprovecha 4,77 KWh/día.



## PASO 5) Cálculo del número de captadores

Para calcular el número de captadores se usa la Ec. F.5.

$$N_{\text{captadores}} = \frac{E_{\text{solar}}}{E_{\text{solar aprovechada}}} \quad (\text{Ec. F.5.})$$

$N_{\text{captadores}}$ :	Es el número de captadores que necesita el sistema.
$E_{\text{solar}}$ :	Es la energía solar requerida por el sistema [KWh/día]
$E_{\text{solar aprovechada}}$ :	Es la energía que puede proporcionar cada captador [KWh/día]

Según los cálculos anteriores,  $E_{\text{solar}}$  es de 43,47 KWh/día (teniendo en cuenta que, por la zona climática, la  $F_{\text{solar}}$  es del 50%), y  $E_{\text{solar aprovechada}}$  4,77 KWh/día, por lo que  $N_{\text{captadores}}$  a instalar es de 10 ( $N_{\text{captadores}} = 9,11$ ). La superficie total de captación será de 23,5 m<sup>2</sup>.

## PASO 6) Cálculo del volumen de acumulación

A partir de la superficie de captadores se escoge el volumen de acumulación. Si no hay una relación equilibrada, se pueden tener problemas de temperaturas de ACS no deseadas (demasiado pequeñas en acumuladores grandes, y demasiado altas en acumuladores pequeños).

Según el Código Técnico de la Edificación *HE 4*, el volumen de acumulación de las instalaciones solares para aplicaciones de ACS debe estar comprendido entre 50 l y 180 l por m<sup>2</sup> de captador solar. Generalmente, se recomiendan volúmenes grandes para lugares muy soleados (costa y sur), y volúmenes de acumulador más pequeños en instalaciones que estén ubicadas más al norte, o que usen electrodomésticos bitérmicos, como el caso del edificio AINOS.

Por lo tanto se elige un volumen de acumulador de 65 l por m<sup>2</sup> de captador solar, que cumple las todas normativas vigentes. Redondeando, se necesitará un acumulador de 1.500 litros.

Se elige un acumulador de acero inoxidable VIH 1500 X del fabricante VAILLANT, con capacidad de 1.500 l, y unas dimensiones de un diámetro exterior de 1.360 mm y 1.850 mm de altura (ver ANEXO I).





## **G. Instalación de fontanería y saneamiento**

En el presente anexo se especifica la metodología y los cálculos que se han llevado a cabo para dimensionar la instalación de fontanería y saneamiento del edificio AINOS. La metodología sigue la Norma que establece el *Documento Básico de Salubridad HS 4 y HS 5* del Código Técnico de la Edificación. También se dan los criterios que se han tenido en cuenta para la selección del material de las tuberías.

### **G.1. Elección de materiales para la instalación**

Se deben seleccionar los materiales más adecuados para cada aplicación. Se presenta un estudio comparativo de los diferentes materiales usados en las instalaciones de fontanería y saneamiento, y los requisitos que deben cumplir para ser empleados en la construcción de tuberías de suministro y/o evacuación de aguas.

#### **G.1.1. Estudio comparativo de materiales para las canalizaciones**

En general, los materiales metálicos han ido cediendo terreno a los materiales plásticos para aplicaciones de suministro y evacuación de agua doméstica. La técnica artesanal del plomo ha cedido ante el empuje de la utilización del PVC en los desagües de los edificios, y actualmente está en desuso. Las ventajas del plomo eran la seguridad de sus uniones y la insonoridad ante la caída y el paso del agua, pero su riesgo de toxicidad al conducir aguas con determinadas características lo ha hecho un material obsoleto.

La fundición tiene una gran resistencia mecánica al impacto y a la abrasión. Sin embargo su precio es alto en comparación con los materiales plásticos. El zinc es un metal muy difundido para aleaciones en piezas de la red de evacuación de agua pluviales. La normativa marca unos límites del uso de zinc basados en el sabor, pero las dosis presentes en aguas transportadas por estas cañerías no suponen un peligro para la salud humana. El aluminio es un material muy ligero, y se emplea principalmente para la fabricación de canalones y bajantes exteriores para la recogida de aguas pluviales en viviendas aisladas y unifamiliares. El acero inoxidable presenta unas buenas propiedades mecánicas y es muy resistente a la corrosión, pero el precio del material es prohibitivo para esta aplicación.

El uso del cobre puede generar óxidos altamente tóxicos, aunque si el fluido transportado es agua potable o agua residual doméstica, la concentración de estos óxidos es mínima. Su elevada conductividad térmica, resistencia a la corrosión y estética, lo hacen un material muy apropiado para las instalaciones de agua en la edificación. Sin embargo, los materiales



plásticos presentan más resistencia a la corrosión y a los golpes de ariete, lo que les hace candidatos más atractivos para la instalación del edificio AINOS.

En cuanto a materiales cerámicos, el fibrocemento presenta buenas propiedades físicas y mecánicas, pueden liberar fibras tóxicas de asbestos por su desgaste, rotura o lixiviación. Por otro lado, la contaminación medioambiental debida al amianto se produce por la demolición de edificios que contengan elementos constructivos de fibrocemento. El hormigón tiene una mayor aceptación para ser utilizado como material constructivo, pero tampoco es una buena opción. El gres, a pesar de ser impermeable e inalterable, ha caído igualmente en desuso debido a su fragilidad y el gran número de juntas necesarias, dada la corta longitud de los tubos. No obstante, su empleo es muy frecuente en la evacuación de aguas residuales corrosivas (tintorerías, laboratorios, etc.).

Los plásticos pertenecen a la familia de los compuestos poliméricos. Los compuestos utilizados para la fabricación de las tuberías y piezas de las conducciones de agua pertenecen a la clase de los termoplásticos. Los termoplásticos son aquellos polímeros que, tras reblandecerse por la acción del calor, recuperan al enfriarse sus características organolépticas. Algunas de las ventajas de los materiales plásticos son la resistencia a la corrosión, el no generar subproductos tóxicos, resistencia al crecimiento microbiano, menos efecto de golpe de ariete, ligereza, flexibilidad, menor pérdida de carga, larga vida útil y precio reducido.

El policloruro de vinilo (PVC) se usa para redes de distribución de agua potable, evacuación de aguas residuales y pluviales. Además del tubo de PVC normal y apto para agua fría, se comercializa policloruro de vinilo clorado, denominado CPVC, utilizable para agua caliente hasta 60° y 10,6 bares de presión. Para utilizaciones superiores a 60° queda fuera de la Norma UNE. El PVC es ligero, barato y, actualmente, cuenta con multitud de accesorios y piezas especiales que facilita un rápido montaje, da lugar a excelentes y seguras instalaciones de saneamiento. Uno de los inconvenientes es la sonoridad que presenta al impacto y al rozamiento, lo que hace que en muchas aplicaciones deba aislarse acústicamente. Sin embargo, el mayor inconveniente del PVC, y que hace que exista cierta resistencia a su uso, es el coste medioambiental de su fabricación. Los plásticos derivados de la química del cloro producen un gran impacto medioambiental a lo largo de todo su ciclo de vida. Además, los compuestos clorados que se pueden desprender en caso de incendio son altamente tóxicos. También contienen aditivos como metales pesados, cuya toxicidad es indiscutible.

El polipropileno (PP) destaca por su resistencia a temperaturas extremas, y resistencia mecánica al impacto y al aplastamiento. También disminuye la producción de ruidos en su interior, y es un buen aislante del calor. Presenta neutralidad antes los olores y sabores. Se puede soldar, lo que hace que el conducto se convierta en una pieza única sin juntas, lo que

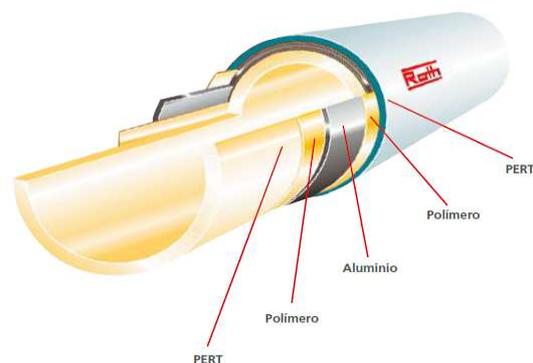


asegura una total estanqueidad. El polipropileno se usa generalmente para conducciones de saneamiento, evacuación de aguas residuales y pluviales, y otras canalizaciones sin presión. El polipropileno copolímero (PP-R) se usa en tuberías utilizadas en instalaciones sanitarias y conducciones de climatización. Es idóneo para los tramos iniciales de las instalaciones (válvulas, sifones, etc.), dada su mayor resistencia al impacto y al calor.

El polietileno (PE) se usa para la distribución de agua potable, evacuación de aguas residuales y pluviales, gas. Se utiliza preferentemente en instalaciones interiores y, siempre, de agua fría. Podemos encontrar el polietileno de baja densidad LD-PE (0,910 – 0,925 g/cm<sup>3</sup>), el polietileno de media densidad MD-PE (0,926 – 0,940 g/cm<sup>3</sup>) y de alta densidad HD-PE (0,941 – 0,965 g/cm<sup>3</sup>). El HD-PE se utiliza principalmente para la fabricación de depósitos. Es capaz de almacenar fluidos a presión, su fabricación es monobloque, es sólido y ligero, y admite todo tipo de líquidos, ya que es resistente al pH y a la temperatura.

El polietileno reticulado (PEX) es un material muy utilizado en los conductos de agua potable. Se obtiene de un polietileno corriente al que se aplica un agente reticulador, lo que crea puentes reticulares entre los átomos de carbono, confiriendo al producto la propiedad de no reblandecerse al calor. Por ello, son tuberías empleadas para instalaciones sanitarias, conducción de agua fría y caliente, sistemas de calefacción convencional y suelo radiante, conducciones de climatización y aplicaciones industriales.

El tubo multicapa es de construcción híbrida, metal y termoplástico, configurado por tres capas estructurales: polietileno (PE), aluminio (AL) y polietileno reticulado (PE-X) y dos capas intermedias adhesivas para cohesionar el conjunto. El tubo es utilizable para el suministro de agua fría y caliente en instalaciones de fontanería, calefacción y suelo radiante. La capa interior es la que está en contacto con el fluido, el polietileno reticulado (PE-X), que es un material capaz de soportar temperaturas hasta 95°. La lámina de aluminio (AL) está soldada por láser, lo que garantiza una capa continua y homogénea que garantiza el mismo espesor en cualquier sección. La capa protectora exterior de Polietileno (PE) da cohesión y uniformidad al tubo (Fig. G.1).



**Fig. G.1.** Estructura interna de un tubo multicapa  
[<http://www.instalsabater.com/>, 11 de junio de 2010]



El poliéster reforzado con fibra de vidrio (PRFV) se usa para tubos de grandes diámetros de redes de abastecimiento de agua, alcantarillado y aplicaciones industriales. Su uso también está ampliamente extendido a la fabricación de depósitos.

El polibuteno (PB) se usa para instalaciones de fontanería y calefacción. Es un termoplástico que presenta una gran resistencia a presión y a temperaturas a lo largo del tiempo, lo que lo hace adecuado para la conducción de agua caliente. Presenta además una gran flexibilidad y soldabilidad.

### **G.1.2. Requisitos de los materiales**

Para los materiales utilizados en la red de suministro de agua, tanto de agua potable como de aguas grises y pluviales tratadas, se exigen los siguientes requerimientos:

- No deben modificar las características organolépticas ni la salubridad del agua suministrada. Deben ser resistentes a la corrosión interior.
- Deben ser capaces de funcionar eficazmente en las condiciones previstas de servicio. Deben ser resistentes a temperaturas de hasta 60°C, y no pueden verse afectados por la temperatura exterior de su entorno inmediato.
- Serán compatibles con el agua a transportar y a contener. No deben favorecer la migración de sustancias de los materiales en cantidades que sean un riesgo para la salud humana.
- Su envejecimiento, fatiga, durabilidad, y todo tipo de factores mecánicos, físicos o químicos, no disminuirán la vida útil prevista de la instalación.

Para los materiales utilizados en la red de saneamiento, y transporte de aguas grises generadas y aguas pluviales a los depósitos, se exigen los siguientes requisitos:

- Deben ser resistentes a la fuerte agresividad de las aguas a evacuar. Resistencia a la abrasión y a la corrosión.
- Deben tener impermeabilidad total a líquidos y a gases.
- Deben tener suficiente resistencia a las cargas externas. Deben ser flexibles.
- Deben absorber ruidos. Deben tener lisura interior.



### **G.1.3. Resumen de selección de materiales para tuberías**

Se ha optado por usar los materiales menos contaminantes y peligrosos, contemplando todo su ciclo de vida. De esta forma, el polietileno y el polipropileno se han preferido al uso del PVC, ya que los plásticos derivados de la química del cloro producen un gran impacto medioambiental a lo largo de todo su ciclo de vida. Además, los compuestos clorados que se pueden desprender del PVC en caso de incendio son altamente tóxicos.

En la Tabla G.1 se resumen las funciones de cada red separativa y los materiales que se han considerado idóneos para su aplicación.



	Funciones	Material escogido
Red de suministro de agua potable (fría)	Es la red que se encarga de llevar el agua potable fría de la acometida a los distintos puntos de consumo de las 24 viviendas. También debe alimentar el depósito de recogida de aguas pluviales, el depósito de aguas grises regeneradas, y el acumulador de ACS.	<b>Tubo multicapa (PE, AL, PE-X).</b> Es un material ampliamente utilizado para instalaciones interiores de agua fría y caliente, que ofrece excelentes prestaciones.
Red de suministro de agua potable (caliente)	Es la red que distribuye el ACS desde el acumulador, donde se almacena el ACS producida gracias a la energía solar, hasta los puntos de consumo que empleen agua caliente. Si están en el interior de la vivienda pasarán por un calentador instantáneo estanco para complementar la producción de ACS con energía solar. Se recuerda que la lavandería también tendrá puntos de agua caliente (4 grifos), y que emplea 8 lavadoras bitérmicas (con entrada de ACS).	<b>Tubo multicapa (PE, AL, PE-X).</b> Es un material ampliamente utilizado para instalaciones interiores de agua fría y caliente, que ofrece excelentes prestaciones.
Red de suministro de aguas pluviales (agua no potable)	Su cometido es transportar el agua pluvial recogida desde el depósito hasta la lavandería, siendo la red más sencilla y corta de las que se diseñan en el proyecto.	<b>Tubo multicapa (PE, AL, PE-X).</b> Es un material ampliamente utilizado para instalaciones interiores de agua fría y caliente, que ofrece excelentes prestaciones.
Red de suministro de aguas grises regeneradas (agua no potable)	Es la red que transporta las aguas grises regeneradas desde el ECOCILE 80-50 hasta las cisternas de los inodoros de las 24 viviendas del edificio AINOS.	<b>Tubo multicapa (PE, AL, PE-X).</b> Es un material ampliamente utilizado para instalaciones interiores de agua fría y caliente, que ofrece excelentes prestaciones.
Red general de saneamiento	Es la red que recoge las aguas residuales domésticas de todo el edificio, y las lleva a la red de alcantarillado general. Recogerá las aguas negras que provengan de las cocinas y los inodoros, las aguas sobrantes que rebosen del depósito de aguas grises o de aguas pluviales, y las aguas que provengan de la lavandería, ya que son aguas grises que no se han previsto reutilizar.	<b>Polipropileno.</b> Presenta alta resistencia al impacto y al calor, por lo que puede evacuar ACS utilizada, y proporcionar solidez y estanqueidad a la red.
Red separativa de saneamiento para aguas grises (aguas reciclables)	Es la red de saneamiento, independiente de la red de saneamiento general, que transporta las aguas grises generadas en las duchas/bañeras y los lavamanos al ECOCICLE 80-50.	<b>Polipropileno.</b> Presenta alta resistencia al impacto y al calor, por lo que puede evacuar ACS utilizada, y proporcionar solidez y estanqueidad a la red.
Red separativa de recogida de aguas pluviales (aguas reutilizables)	Es la red de saneamiento, independiente de la red de saneamiento general, que transporta las aguas pluviales a su depósito de almacenamiento.	<b>Polipropileno.</b> Presenta alta resistencia al impacto y al calor, por lo que puede evacuar ACS utilizada, y proporcionar solidez y estanqueidad a la red.
Circuito primario del sistema solar térmico para ACS	Se encarga de transportar el fluido de trabajo que se ha calentado en los captadores solares al acumulador, donde cederá la energía al ACS mediante un intercambiador de calor.	<b>Acero inoxidable.</b> Es un material resistente a la corrosión, y capaz de aguantar las altas temperaturas del fluido de trabajo.

**Tabla G.1.** Descripción de cada red separativa y del material utilizado  
[Elaboración propia]



## G.2. Instalación de fontanería

En este anexo se especifica la metodología y cálculo de la instalación de fontanería.

### G.2.1. Descripción de la instalación de fontanería

La instalación de fontanería y saneamiento consta, además de los elementos comunes en cualquier bloque de edificios convencional, de una red de tuberías separativas para el agua regenerada. Se requerirá la instalación de un doble circuito separativo, que no cruce el agua potable del agua de servicio que ha sido recuperada a partir de las aguas pluviales o aguas grises tratadas. No habrá interconexión entre la red de tuberías para el agua potable y el agua regenerada. De esta manera, las tuberías que suministran aguas grises regeneradas a los inodoros, y aguas pluviales a la lavandería, serán independientes de la red de abastecimiento de agua potable.

Según establece el *HS 4* del Código Técnico de la Edificación, el sistema generalizado de suministro de agua en edificios es el uso de un aljibe ubicado tras el contador principal de la instalación, conectado a un grupo hidrocompresor que garantiza el suministro a un caudal y presión adecuado, por lo que se escoge esta opción para el edificio AINOS.

Los ascendentes o montantes discurren por zonas de uso común del edificio, y discurren alojados en tabiques técnicos contruidos a tal fin. Las derivaciones particulares se trazan de manera que sus derivaciones a los cuartos húmedos sean independientes. En el cuarto húmedo discurren los ramales de enlace, que transportan el agua a los puntos de consumo. Cada uno de los puntos de consumo tendrá su llave de corte individual.

Las derivaciones colectivas (caso de la derivación a la lavandería) discurrirán por zonas comunes, y en su diseño se aplican condiciones análogas a las de las instalaciones particulares.

El tendido de las tuberías de agua fría debe hacerse de tal modo que no resulten afectadas por los focos de calor y, por consiguiente, deben discurrir siempre separadas de las canalizaciones de ACS a una distancia de 4 cm, como mínimo. Cuando las dos tuberías estén en un mismo plano vertical, la de agua fría debe ir siempre por debajo de la de agua caliente [Código Técnico de la Edificación, 2009].

Las tuberías de aguas regeneradas deben estar señalizadas, además de los puntos de suministro y los depósitos de almacenamiento o tratamiento, de acuerdo con el Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo [Xarxa de ciutats i pobles cap a la sostenibilitat, 2005].



Esto permite que los elementos que transportan, almacenan y distribuyen agua que no es apta para el consumo humano puedan ser identificados como tales de forma fácil e inequívoca. Esta señalización consiste en un pictograma con un grifo negro sobre fondo blanco, bordes y banda en rojo (Fig. G.2). Las tuberías de agua potable se señalizan con los colores verde oscuro y azul. Por ello, las tuberías de estas instalaciones tendrán un color que las diferencia del resto.



**Fig. G.2.** Pictograma de agua no potable [<http://www.publime.es/>, 10 de junio del 2010]

Las derivaciones son las tuberías que recogen las aguas residuales de los desagües de los aparatos sanitarios y las conducen a los bajantes del sistema de evacuación. Los bajantes son las tuberías verticales en las que se vierte el agua procedente de las derivaciones. Los colectores son tuberías horizontales con pendiente que recogen las aguas de los bajantes, y la transportan a los correspondientes depósitos de tratamiento, o bien directamente a la red de alcantarillado.

Las tuberías de la red de evacuación deben tener el trazado más sencillo posible, para conseguir una circulación natural por gravedad. También se debe evitar la retención de agua en su interior. Se dispone de un sistema separativo de aguas pluviales, y un sistema separativo de aguas grises, que serán independientes de la red general de aguas residuales del edificio.

Como cierre hidráulico, se ha escogido la opción de instalar un sifón individual para cada aparato. El Código Técnico de la Edificación establece que, para este tipo de cierre hidráulico, en los fregaderos, lavaderos, lavabos y bidés, la distancia a la bajante debe ser de 4 metros como máximo, con pendientes comprendidas entre un 2,5% y un 5%. En las bañeras y las duchas la pendiente debe ser menor o igual que el 10%. En la caso de los inodoros, el desagüe a las bajantes se realiza por medio de un manguetón de acometida de longitud igual o menos que 1 m siempre que no sea posible dar al tubo la pendiente necesaria.



Las uniones de los desagües a los bajantes deben tener la mayor inclinación posible, que en cualquier caso no debe ser menos que 45°. Las bajantes deben realizarse sin desviaciones ni retranqueos y con diámetro uniforme en toda su altura.

Los colectores estarán enterrados. Los tubos deben disponerse en zanjas de dimensiones adecuadas, y deben estar situados por debajo de la red de distribución de agua potable. Deben tener una pendiente del 2 % como mínimo.

Se dispondrán sistemas de ventilación adecuados que permitan el funcionamiento de los cierres hidráulicos y la evacuación de gases. Se usa un sistema de ventilación primaria, que según el Código Técnico de la Edificación, es el sistema necesario y suficiente para edificios con menos de 7 plantas, como el edificio AINOS.

Las bajantes de aguas residuales deben prolongarse al menos 1,30 m por encima de la cubierta del edificio, si esta no es transitable. Si lo es, la prolongación debe ser de al menos 2,00 m sobre el pavimento de la misma. La salida de la ventilación primaria no debe estar situada a menos de 6 m de cualquier toma de aire exterior para climatización o ventilación y debe sobrepasarla en altura.

La superficie de la boca de la caldereta de recogida de aguas pluviales será como mínimo un 50 % mayor que la sección de bajante a la que sirve. Tendrá una profundidad mínima de 15 cm y un solape también mínimo de 5 cm bajo el solado. Irá provista de una rejilla plana, ya que la superficie podría ser transitable ocasionalmente por operarios de los captadores solares.

Sobre válvulas, cabe especificar que las llaves más utilizadas actualmente son las de bola, más recientes que las de asiento y las de compuerta. Sus inconvenientes frente a las válvulas de asiento son que por la instantaneidad de su cierre producen golpe de ariete, y su inconveniente respecto a las de compuerta es que tienen una menor garantía de estanqueidad con el paso del tiempo.

Cada ascendente dispone en su base de una válvula de retención y una llave de paso con grifo de vaciado. La válvula de retención se dispone en primer lugar, según el sentido de circulación del agua. En la parte superior de los ascendentes se instalan dispositivos de purga que reduzcan la velocidad del agua, faciliten la salida de aire y disminuyan los efectos de los posibles golpes de ariete. Estos dispositivos reciben el nombre de válvulas antiarriete, y disipan los cambios bruscos de presión al convertir la energía del golpe de ariete en energía que comprime y extiende un muelle.

Las válvulas de retención se instalan de muelle, que aunque producen una pérdida importante de la presión disponible, tienen la ventaja de mitigar los golpes de ariete en la instalación.



Cabe remarcar que las presiones excesivas son perjudiciales para la instalación. Por una parte, presiones superiores a  $5 \text{ kg/cm}^2$  afectan a la grifería. Por otra, los cambios bruscos de presión o golpes de ariete afectan no sólo a la grifería, sino también a los anclajes de la instalación de la obra. Por ello, se instalan válvulas reductoras de presión en el ramal o derivación para que no se supere la presión de servicio máxima en los puntos de utilización.

### **G.2.2. Metodología empleada para el dimensionado de la instalación de fontanería**

Para dimensionar el diámetro de las tuberías, se tiene en cuenta el caudal de agua que circula por la tubería, la pérdida de carga que tiene lugar y la velocidad lineal del fluido. Si se aumenta el diámetro de una tubería, disminuye la velocidad y las pérdidas de carga. En cambio, las pérdidas de carga aumentan al aumentar el caudal.

Establecidos como datos de partida los caudales instantáneos requeridos en cada tramo de la red, normalmente los cálculos hidráulicos se encaminan a lograr que la presión en todos y cada uno de los puntos de agua sea, al menos, la que señala la normativa. El cálculo se realiza con un primer dimensionado del tramo más desfavorable. Se obtienen unos diámetros de tubería previos que posteriormente habrá que comprobar en función de la pérdida de carga que se obtenga con los mismos. El circuito más desfavorable es aquel que cuente con la mayor pérdida de presión debida tanto al rozamiento como a su altura geométrica.

Teóricamente, para calcular el diámetro adecuado de una tubería se deberían utilizar expresiones matemáticas complejas como las de Darcy, Weisbach o Flamant, que utilizan parámetros como el coeficiente de fricción del material, el tipo de flujo (número de Reynolds), o la viscosidad del fluido. Sin embargo, en la práctica se usan tablas o gráficos para conseguir el valor de la pérdida de carga de una tubería de forma directa.

Cada uno de los aparatos domésticos debe recibir, con independencia del estado de funcionamiento de los demás, unos caudales mínimos para su utilización adecuada (Tabla G.2).



Tipo de aparato	Caudal instantáneo mínimo de agua fría [dm <sup>3</sup> /s]	Caudal instantáneo mínimo de ACS [dm <sup>3</sup> /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	-

**Tabla G.2.** Caudal instantáneo mínimo para cada tipo de aparato [Código Técnico de la Edificación, 2009]

En una instalación de agua sanitaria el tiempo de funcionamiento de cada grifo suele ser inferior a 15 minutos y no todos los grifos están abiertos al mismo tiempo, por lo que el caudal instantáneo se multiplica por un factor menor que la unidad, denominado coeficiente de simultaneidad  $k$  (Ec. G.1), el cual es función del tipo de edificio y del número de aparatos instalados.

$$k = \frac{1}{\sqrt{n-1}} \quad (\text{Ec. G.1})$$

- $k$ : Coeficiente de simultaneidad  
 $n$ : Número de aparatos instalados

El coeficiente de simultaneidad para los casos en que sea menor de 0,2 se tomará como valor mínimo 0,2. El caudal simultáneo  $Q_s$  [l/s] que emplearemos en los cálculos será el producto del caudal total instalado  $Q_{ins}$  [l/s] por el coeficiente de simultaneidad  $k$  (Ec.G.2).

$$Q_s = Q_{ins} \cdot k = Q_{ins} \cdot \frac{1}{\sqrt{n-1}} \quad (\text{Ec. G.2})$$

- $Q_s$ : Caudal instantáneo simultáneo [l/s]  
 $Q_{ins}$ : Caudal instantáneo total instalado [l/s]  
 $k$ : Coeficiente de simultaneidad  
 $n$ : Número de aparatos instalados

El caudal instantáneo simultáneo  $Q_s$ , expresado en l/s, es el dato base para el cálculo de las redes, ya que estarán dimensionadas para esta circunstancia puntual. Este concepto responde a la pregunta de cuantos grifos instalados pueden estar abiertos, simultáneamente, en un cierto momento.

Según el Código Técnico de la Edificación, la velocidad de cálculo debe estar comprendida dentro entre 0,5 y 2 m/s en tuberías metálicas, y entre 0,5 y 3,5 m/s en tuberías



termoplásticas y multicapas. En tuberías metálicas la velocidad del agua a partir de 1,5 m/s se considera una instalación ruidosa. En cambio, con las tuberías multicapa, la velocidad de cálculo puede ser sin ningún problema de 2,5 m/s ya que no tienen problemas de ruido a esta velocidad. Se calcula, con la Ec. G.3 y la Ec. G.4, el diámetro  $D_c$  con velocidad máxima de 2,5 m/s.

$$S = \frac{Q_s}{v} \cdot 1000 \quad (\text{Ec. G.3})$$

S: Superficie de paso de agua [ $\text{mm}^2$ ]  
 $Q_s$ : Caudal instantáneo simultáneo [l/s]  
 v: Velocidad del fluido [m/s]

$$D_c = \sqrt{\frac{4 \cdot S}{\pi}} \quad (\text{Ec. G.4})$$

$D_c$ : Diámetro de la tubería [mm]  
 S: Superficie de paso de agua [ $\text{mm}^2$ ]

Una vez calculado  $D_c$ , se elige un diámetro comercial D. Para este diámetro se calcula la velocidad real del fluido mediante la Ec. G.5. Los diámetros comerciales se pueden consultar en la Tabla G.3, Tabla G.4 y Tabla G.5, que se exponen más adelante, proporcionadas por una empresa que comercializa tubos multicapa.

$$v = \frac{4 \cdot 1000 \cdot Q_s}{\pi \cdot D^2} \quad (\text{Ec. G.5})$$

D: Diámetro comercial de la tubería [mm]  
 $Q_s$ : Caudal instantáneo simultáneo [l/s]  
 v: Velocidad del fluido [m/s]

A continuación, con el caudal, la velocidad real de circulación del agua y el diámetro comercial elegido se obtienen las pérdidas de carga. Las pérdidas de carga en puntos singulares de las tuberías (cambios de dirección, codos, juntas, válvulas) se deben a fenómenos de turbulencia. Salvo casos excepcionales, las pérdidas de carga localizadas sólo se pueden determinar de forma experimental. Puesto que son debidas a una disipación de energía motivada por las turbulencias, pueden expresarse en función de la altura cinética corregida mediante un coeficiente empírico K. El coeficiente K depende del tipo de singularidad y de la velocidad media en el interior de la tubería. Generalmente, se utiliza la Ec. G.6 para el cálculo de la pérdida de carga singulares.



$$P_{cs} = K \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} \quad (\text{Ec. G.6})$$

$P_{cs}$ :	Pérdidas de carga singulares [mcda]
K:	Coefficiente empírico de pérdida de carga
v:	Velocidad del fluido [m/s]
g:	Aceleración de la gravedad [m/s <sup>2</sup> ]

Sin embargo, en los cálculos que se desarrollan en este proyecto para la pérdida de carga en los accesorios, se emplea la asignación de un porcentaje de un 20% a la pérdida de carga lineal en la tubería. Este procedimiento es más simple, y es el que recomienda el Código Técnico de la Edificación.

Las pérdidas de carga por rozamiento se calculan obteniendo la pérdida de carga unitaria, o pérdida de carga por metro R (mcda/m), y multiplicando esta la pérdida de carga por la longitud (L) del tramo. De esta forma se obtiene la pérdida de carga lineal ( $P_{CT}$ ) correspondiente a la tubería de ese tramo, según indica la Ec. G.7.

$$P_{CT} = R \cdot L \quad (\text{Ec. G.7})$$

$P_{CT}$ :	Pérdida de carga lineal [mcda]
R:	Pérdida de carga unitaria [mcda/m]
L:	Longitud del tramo de la tubería [m]

Se escogen tuberías multicapa de la empresa MULTITUBO SYSTEMS [<http://www.multicapas.com/>, 21 de junio del 2010]. La empresa facilita en su catálogo comercial tablas donde se representan las pérdidas de carga en cada dimensión de la tubería en función del caudal (Tabla G.3, Tabla G.4 y Tabla G.5).



d <sub>s</sub> x s di V/l	16x1,8 mm 12 mm 0,11 l/m			18x2 mm 14 mm 0,15 l/m			20x2,25 mm 15,5 mm 0,19 l/m		
	v (m/s)	R (mbar/m)	R (mmca/m)	v (m/s)	R (mbar/m)	R (mmca/m)	v (m/s)	R (mbar/m)	R (mmca/m)
0,01	0,09	0,20	1,99	0,06	0,08	0,81	0,05	0,05	0,52
0,02	0,18	0,67	6,69	0,13	0,31	3,12	0,11	0,21	2,05
0,03	0,27	1,36	13,60	0,19	0,61	6,06	0,16	0,40	3,95
0,04	0,35	2,14	21,42	0,26	1,05	10,50	0,21	0,64	6,36
0,05	0,44	3,20	31,96	0,32	1,51	15,10	0,26	0,92	9,25
0,06	0,53	4,43	44,27	0,39	2,13	21,35	0,32	1,33	13,30
0,07	0,62	5,83	58,25	0,45	2,74	27,42	0,37	1,71	17,14
0,08	0,71	7,38	73,85	0,52	3,53	35,31	0,42	2,14	21,40
0,09	0,80	9,10	91,00	0,58	4,28	42,75	0,48	2,70	27,03
0,10	0,88	10,75	107,51	0,65	5,22	52,18	0,53	3,21	32,15
0,11	0,97	12,75	127,49	0,71	6,09	60,90	0,58	3,76	37,64
0,12	1,06	14,89	148,90	0,78	7,18	71,80	0,64	4,47	44,72
0,13	1,15	17,17	171,73	0,84	8,17	81,74	0,69	5,10	51,01
0,14	1,24	19,59	195,93	0,91	9,40	94,03	0,74	5,77	57,66
0,15	1,33	22,15	221,49	0,97	10,51	105,14	0,79	6,46	64,64
0,16	1,41	24,53	245,33	1,04	11,88	118,78	0,85	7,35	73,48
0,17	1,50	27,34	273,39	1,10	13,10	131,03	0,90	8,12	81,21
0,18	1,59	30,27	302,74	1,17	14,60	145,97	0,95	8,93	89,27
0,19	1,68	33,34	333,36	1,23	15,93	159,32	1,01	9,94	99,37
0,20	1,77	36,52	365,24	1,30	17,55	175,52	1,06	10,81	108,14
0,21	1,86	39,84	398,35	1,36	18,99	189,95	1,11	11,72	117,22
0,22	1,95	43,27	432,69	1,43	20,74	207,38	1,17	12,85	128,53
0,23	2,03	46,42	464,23	1,49	22,28	222,85	1,22	13,83	138,30
0,24	2,12	50,08	500,85	1,56	24,15	241,49	1,27	14,84	148,37
0,25	2,21	53,86	538,65	1,62	25,80	257,98	1,32	15,87	158,74
0,26	2,30	57,76	577,62	1,69	27,78	277,80	1,38	17,16	171,58
0,27	2,39	61,78	617,75	1,75	29,53	295,29	1,43	18,26	182,61
0,28	2,48	65,90	659,04	1,82	31,63	316,27	1,48	19,39	193,93
0,29	2,56	69,67	696,69	1,88	33,47	334,74	1,54	20,79	207,89
0,30	2,65	74,01	740,12	1,95	35,69	356,86	1,59	21,99	219,85
0,35	3,09	96,84	968,38	2,27	46,56	465,57	1,85	28,66	286,57
0,40	3,54	122,85	1228,50	2,60	59,04	590,39	2,12	36,37	363,72
0,50	4,42	181,18	1811,79	3,25	87,24	872,43	2,65	53,75	537,48
0,60	5,31	249,77	2497,67	3,90	120,03	1200,33	3,18	73,95	739,48
0,70	6,19	326,65	3266,46	4,55	157,20	1572,01	3,71	96,85	968,47
0,80				5,20	198,58	1985,83	4,24	122,34	1223,41
0,90				5,85	244,04	2440,39	4,77	150,34	1503,45
1,00				6,50	293,45	2934,50	5,30	180,79	1807,86
1,10							5,83	213,60	2136,00
1,20							6,36	248,73	2487,32

Tabla G.3. Pérdidas de carga en tubos MULTITUBO SYSTEMS

[<http://www.multicapas.com/>, 21 de junio del 2010]

d <sub>s</sub> x s di V/l	25x2,5 mm 20 mm 0,31 l/m			32x3 mm 26 mm 0,53 l/m			40x4 mm 32 mm 0,80 l/m		
	v (m/s)	R (mbar/m)	R (mmca/m)	v (m/s)	R (mbar/m)	R (mmca/m)	v (m/s)	R (mbar/m)	R (mmca/m)
0,01	0,03	0,02	0,15	0,02	0,01	0,05	0,01	0,00	0,01
0,02	0,06	0,05	0,52	0,04	0,02	0,18	0,02	0,00	0,04
0,03	0,10	0,13	1,26	0,06	0,04	0,37	0,04	0,01	0,14
0,04	0,13	0,20	2,00	0,08	0,06	0,62	0,05	0,02	0,21
0,05	0,16	0,29	2,87	0,09	0,08	0,76	0,06	0,03	0,29
0,06	0,19	0,39	3,88	0,11	0,11	1,08	0,07	0,04	0,38
0,07	0,22	0,50	5,02	0,13	0,14	1,44	0,09	0,06	0,58
0,08	0,25	0,63	6,28	0,15	0,18	1,85	0,10	0,07	0,70
0,09	0,29	0,81	8,14	0,17	0,23	2,30	0,11	0,08	0,83
0,10	0,32	0,97	9,67	0,19	0,28	2,80	0,12	0,10	0,97
0,15	0,48	1,97	19,66	0,28	0,55	5,51	0,19	0,22	2,16
0,20	0,64	3,25	32,52	0,38	0,94	9,41	0,25	0,35	3,49
0,25	0,80	4,81	48,05	0,47	1,36	13,65	0,31	0,51	5,08
0,30	0,95	6,49	64,91	0,57	1,91	19,13	0,37	0,69	6,93
0,35	1,11	8,52	85,24	0,66	2,47	24,72	0,44	0,94	9,38
0,40	1,27	10,79	107,89	0,75	3,09	30,92	0,50	1,17	11,73
0,45	1,43	13,28	132,78	0,85	3,85	38,49	0,56	1,43	14,31
0,50	1,59	15,99	159,87	0,94	4,59	45,90	0,62	1,71	17,09
0,55	1,75	18,91	189,07	1,04	5,48	54,79	0,68	2,01	20,09
0,60	1,91	22,04	220,35	1,13	6,34	63,35	0,75	2,39	23,85
0,65	2,07	25,37	253,66	1,22	7,24	72,45	0,81	2,73	27,29
0,70	2,23	28,90	288,96	1,32	8,32	83,15	0,87	3,09	30,93
0,75	2,39	32,62	326,22	1,41	9,33	93,33	0,93	3,46	34,75
0,80	2,55	36,54	365,39	1,51	10,52	105,22	0,99	3,88	38,77
0,85	2,71	40,64	406,45	1,60	11,64	116,44	1,06	4,37	43,70
0,90	2,86	44,66	446,63	1,70	12,95	129,47	1,12	4,81	48,12
0,95	3,02	49,13	491,27	1,79	14,17	141,70	1,18	5,27	52,72
1,00	3,18	53,77	537,72	1,88	15,44	154,40	1,24	5,75	57,50
1,10	3,50	63,60	635,96	2,07	18,27	182,74	1,37	6,85	68,46
1,20	3,82	74,12	741,17	2,26	21,31	213,09	1,49	7,93	79,29
1,30	4,14	85,32	853,22	2,45	24,54	245,43	1,62	9,18	91,79
1,40	4,46	97,20	971,95	2,64	27,97	279,70	1,74	10,40	104,02
1,50	4,77	109,32	1093,24	2,83	31,59	315,67	1,87	11,80	118,00
1,60	5,09	122,48	1224,80	3,01	35,19	351,86	1,99	13,16	131,57
1,70				3,20	39,16	391,64	2,11	14,58	145,77
1,80				3,39	43,32	433,24	2,24	16,18	161,84
1,90				3,58	47,66	476,62	2,36	17,73	177,32
2,00				3,77	52,18	521,77	2,49	19,48	194,76
2,50				4,71	77,03	770,31	3,11	28,74	287,40
3,00				5,65	105,92	1059,17	3,73	39,50	395,05
4,00				7,53	175,09	1750,94	4,97	65,28	652,80
5,00							6,22	96,67	966,70

Tabla G.4. Pérdidas de carga en tubos MULTITUBO SYSTEMS

[<http://www.multicapas.com/>, 21 de junio del 2010]



$d_p \times s$ $d_i$ V/l	50x4,5 mm 41 mm 1,32 l/m			63x6 mm 51 mm 2,04 l/m			75x7,5 mm 60 mm 2,83 l/m		
	v (m/s)	R (mbar/m)	R (mmca/m)	v (m/s)	R (mbar/m)	R (mmca/m)	v (m/s)	R (mbar/m)	R (mmca/m)
0,10	0,08	0,03	0,35	0,05	0,01	0,12	0,04	0,01	0,06
0,20	0,15	0,10	1,05	0,10	0,04	0,39	0,07	0,02	0,17
0,30	0,23	0,22	2,21	0,15	0,08	0,80	0,11	0,04	0,38
0,40	0,30	0,35	3,52	0,20	0,13	1,32	0,14	0,06	0,58
0,50	0,38	0,53	5,32	0,24	0,18	1,81	0,18	0,09	0,90
0,60	0,45	0,72	7,16	0,29	0,25	2,53	0,21	0,12	1,17
0,70	0,53	0,95	9,53	0,34	0,33	3,34	0,25	0,16	1,59
0,80	0,61	1,22	12,19	0,39	0,42	4,24	0,28	0,19	1,94
0,90	0,68	1,47	14,74	0,44	0,52	5,24	0,32	0,24	2,45
1,00	0,76	1,79	17,91	0,49	0,63	6,32	0,35	0,29	2,86
1,10	0,83	2,09	20,89	0,54	0,75	7,50	0,39	0,35	3,46
1,25	0,95	2,65	26,46	0,61	0,93	9,28	0,44	0,43	4,28
1,50	1,14	3,64	36,41	0,73	1,27	12,70	0,53	0,59	5,92
1,75	1,33	4,77	47,68	0,86	1,69	16,92	0,62	0,78	7,79
2,00	1,51	5,95	59,54	0,98	2,13	21,27	0,71	0,99	9,88
2,25	1,70	7,33	73,27	1,10	2,60	26,04	0,80	1,22	12,17
2,50	1,89	8,82	88,19	1,22	3,12	31,21	0,88	1,44	14,38
2,75	2,08	10,43	104,29	1,35	3,73	37,26	0,97	1,71	17,05
3,00	2,27	12,15	121,52	1,47	4,32	43,25	1,06	1,99	19,92
3,25	2,46	13,99	139,88	1,59	4,96	49,61	1,15	2,30	22,97
3,50	2,65	15,93	159,33	1,71	5,63	56,35	1,24	2,62	26,21
3,75	2,84	17,99	179,86	1,84	6,41	64,06	1,33	2,96	29,62
4,00	3,03	20,14	201,44	1,96	7,15	71,55	1,41	3,28	32,81
4,25	3,22	22,41	224,06	2,08	7,94	79,39	1,50	3,66	36,57
4,50	3,41	24,77	247,71	2,20	8,76	87,57	1,59	4,05	40,49
4,75	3,60	27,24	272,36	2,33	9,68	96,83	1,68	4,46	44,59
5,00	3,79	29,80	298,01	2,45	10,57	105,72	1,77	4,88	48,85
5,25	3,98	32,46	324,65	2,57	11,50	114,95	1,86	5,33	53,28
5,50	4,17	35,23	352,25	2,69	12,45	124,51	1,95	5,79	57,87
5,75	4,36	38,08	380,82	2,81	13,44	134,39	2,03	6,21	62,09
6,00	4,54	40,88	408,76	2,94	14,55	145,46	2,12	6,70	66,99
6,25	4,73	43,92	439,16	3,06	15,60	156,01	2,21	7,20	72,04
6,50	4,92	47,05	470,50	3,18	16,69	166,87	2,30	7,73	77,26
6,75	5,11	50,28	502,75	3,30	17,80	178,05	2,39	8,26	82,62
7,00	5,30	53,59	535,92	3,43	19,05	190,50	2,48	8,81	88,15
7,50	5,68	60,50	604,96	3,67	21,44	214,44	2,65	9,90	98,99
8,00	6,06	67,76	677,55	3,92	24,06	240,65	2,83	11,11	111,05
9,00				4,41	29,57	295,73	3,18	13,62	136,19
10,00				4,90	35,56	355,61	3,54	16,43	164,31
12,00				5,87	48,78	487,81	4,24	22,53	225,32
14,00				6,85	63,91	639,13	4,95	29,54	295,44
16,00							5,66	37,35	373,54

**Tabla G.5.** Pérdidas de carga en tubos MULTITUBO SYSTEMS

[<http://www.multicapas.com/>, 21 de junio del 2010]

La suma de las pérdidas de carga singulares más las pérdidas lineales por rozamiento dan las pérdidas de carga totales en la tubería. El cálculo de las pérdidas de carga permite la valoración de dos aspectos muy importantes para el dimensionado de la instalación. El primero de ellos es la comprobación de que la presión en todos los puntos de consumo de agua del edificio supera un valor mínimo. El Código Técnico de la Edificación establece que en los puntos de consumo la presión mínima debe ser de 100 kPa para los grifos comunes y de 150 kPa para fluxores y calentadores. Por otro lado, la presión en cualquier punto de consumo no debe superar los 500 kPa. El segundo aspecto que permite valorar el cálculo de las pérdidas de carga es el dimensionado del grupo de presión que impulsará el agua.

Existen unos tramos de la red que no se dimensionarán según los criterios descritos anteriormente. Éstos son los ramales de enlace a los aparatos domésticos, que se dimensionarán conforme a lo que se establece en la Tabla G.6.



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

**Tabla G.6.** Dimensionado de los ramales de enlace de los aparatos  
[Código Técnico de la Edificación, 2009]

Los diámetros de los otros tramos de la red de suministro se dimensionarán conforme al procedimiento descrito anteriormente, adaptándose como mínimo a los valores de la Tabla G.7.

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 50 - 250 kW	¾	20
250 - 500 kW	1	25
> 500 kW	1 ¼	32

**Tabla G.7.** Diámetros mínimos para los elementos de distribución de agua  
[Código Técnico de la Edificación, 2009]

Para las redes de impulsión o de ida de ACS se seguirá el mismo método de cálculo que para redes de agua fría. Para estimar el caudal de retorno de ACS se considera que se recicla el 10% de agua de alimentación, como mínimo. De cualquier forma, se considera que el diámetro interior mínimo de la tubería de retorno es de 16 mm. La Tabla G.8 indica el diámetro nominal de la tubería en función del caudal recirculado de ACS (1 pulgada = 25,4 mm).

Diámetro nominal de la tubería	Caudal recirculado (l/h)
½	140
¾	300
1	600
1 ¼	1.100
1 ½	1.800
2	3.300

**Tabla G.8.** Diámetro de la tubería de retorno de ACS en función del caudal recirculado  
[Código Técnico de la Edificación, 2009]



La red de distribución y retorno de ACS debe estar provista de aislamiento térmico. Los aislamientos deben cumplir la normativa vigente. En este caso se utiliza el RD 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el *Reglamento de Instalaciones Térmicas de los edificios* (RITE). Esta Norma dicta los criterios que deben cumplir los aislamientos de tuberías y accesorios, equipos, aparatos y dispositivos de las instalaciones. El Reglamento presenta unas tablas que permiten la consulta del grueso mínimo de aislamiento en función del diámetro exterior de la tubería, la temperatura del fluido de trabajo y su ubicación en la instalación (Tabla G.9).

Diámetro exterior (mm)	Temperatura máxima del fluido ( °C)		
	40...60	> 60...100	> 100...180
$D \leq 35$	25	25	30
$35 < D \leq 60$	30	30	40
$60 < D \leq 90$	30	30	40
$90 < D \leq 140$	30	40	50
$140 < D$	35	40	50

**Tabla G.9.** Espesores mínimos de aislamiento (mm) de tuberías que transportan fluidos calientes que discurren por el interior de edificios [RITE, 2007]



### G.2.3. Dimensionado de la instalación de fontanería

Para empezar con el dimensionado, se deben conocer los tipos de consumo que se tienen en el edificio AINOS. El caudal instantáneo viene determinado por la Tabla G.2, presentada en el apartado anterior. El diámetro del ramal de enlace se determina por la Tabla G.6. La presión mínima que se exige en todos los consumos es de 150 kPa, cumpliendo el Código Técnico de la Edificación, y mejorando el confort de los usuarios en aquellos puntos donde sólo se exige 100 kPa (Tabla G.10).

	Caudal instantáneo [l/s] AFS	Caudal instantáneo [l/s] ACS	Presión mínima [kPa]	Presión máxima [kPa]	Diámetro ramal de enlace [mm]
Lavabo/Lavamanos	0,1	0,065	150	500	12
Ducha/Bañera de menos de 1,4 m	0,2	0,15	150	500	20
Inodoro con cisterna	0,1	0	150	500	12
Fregadero doméstico	0,2	0,1	150	500	12
Lavavajillas doméstico	0,15	0,1	150	500	12
Lavadora doméstica	0,2	0,15	150	500	20
Grifo lavadero	0,15	0,1	150	500	12

**Tabla G.10.** Aparatos que consumen agua en el edificio AINOS  
[Elaboración propia]

Se recuerda que cada vivienda tiene un lavamanos, una bañera/ducha, un fregadero y un lavavajillas que deberán ser abastecidos por AFS y ACS. También tendrán un inodoro con cisterna de doble pulsador que será alimentado por aguas grises regeneradas. A parte, se tiene una lavandería con 8 lavadoras bitérmicas y 4 grifos, alimentados por aguas de lluvia y ACS. Seleccionando para el ramal de enlace tuberías multicapa MULTITUBO SYSTEM, usaremos los tubos comerciales de 16 x 1,8 mm para el diámetro nominal de 12 (ya que la mayoría de fabricantes no hacen tubos más pequeños), y de 20 x 2,25 mm para el diámetro nominal de 20. La longitud de los ramales de enlace se estima, en promedio, de 1,5 m.

#### 1) Dimensionado de la red de agua fría potable

El agua fría sanitaria (AFS) potable proviene de la red, pasará por un aljibe y un grupo de presión (Grupo de Presión 1), y deberá abastecer a las viviendas de AFS potable después de su paso por el distribuidor principal, llenar el acumulador de ACS, y llenar de forma auxiliar los depósitos de reciclaje de aguas grises y recogida de agua pluviales. Los planos necesarios para entender los cálculos que se han llevado a cabo son el PLANO 9 y el PLANO 13. Se dimensionan los tramos en función de la velocidad. Todas las velocidades del



agua en las tuberías multicapa deben estar comprendidas entre 0,5 y 3,5 m/s [Código Técnico de la Edificación, 2009].

La Tabla G.11 presenta el dimensionamiento de la red de AFS potable según el método de las velocidades.

Plano de referencia	Tramo	Puntos abastecidos	Caudal instantáneo total	Número de aparatos	Coefficiente de simultaneidad	Caudal simultáneo	Superficie de paso del agua	Diámetro de la tubería	Diámetro comercial de la tubería (MULTITUBO SYSTEMS)		Velocidad del fluido
			Q <sub>T</sub> [l/s]		k				Q <sub>s</sub> [l/s]	S [mm <sup>2</sup> ]	
Plano 13	ON	1 Fregadero	0,2	1	1	0,20	80	10,09	16 x 1,8	12	1,77
	NJ	1 Fregadero 1 Lavavajillas	0,35	2	1	0,35	140	13,35	18 x 2	14	2,27
	JK	1 Lavamanos 1 Bañera/Ducha	0,3	2	1	0,30	120	12,36	18 x 2	14	1,95
	KL	1 Lavamanos	0,1	1	1	0,10	40	7,14	16 x 1,8	12	0,88
	KM	1 Bañera/Ducha	0,2	1	1	0,20	80	10,09	16 x 1,8	12	1,77
	JI	1 vivienda AFS	0,65	4	0,58	0,38	150,11	13,82	18 x 2	14	2,44
	IH	1 vivienda AFS	0,65	4	0,58	0,38	150,11	13,82	18 x 2	14	2,44
Plano 9	HG	2 viviendas AFS	1,3	8	0,38	0,49	196,54	15,82	25 x 2,5	20	1,56
	GF	4 viviendas AFS	2,6	16	0,26	0,67	268,53	18,49	25 x 2,5	20	2,14
	FE	6 viviendas AFS	3,9	24	0,21	0,81	325,28	20,35	32 x 3	26	1,53
	ED	8 viviendas AFS	5,2	32	0,20	1,04	416	23,01	32 x 3	26	1,96
	DC	8 viviendas AFS	5,2	32	0,20	1,04	416	23,01	32 x 3	26	1,96
	CB	16 viviendas AFS	10,4	64	0,20	2,08	832	32,55	50 x 4,5	41	1,58
	BA	24 viviendas AFS	15,6	96	0,20	3,12	1248	39,86	50 x 4,5	41	2,36
	AT	24 viviendas ACS + 8 lavadoras + 4 grifos	11,56	108	0,20	2,312	924,8	34,31	50 x 4,5	41	1,75
	AQ	24 inodoros + 8 lavadoras + 4 grifos	4,6	36	0,20	0,92	368	21,65	32 x 3	26	1,73
	QR	8 lavadoras+ 4 grifos	2,2	12	0,30	0,66	264	18,33	25 x 2,5	20	2,1
	QS	24 inodoros	2,4	24	0,21	0,504	201,6	16,02	25 x 2,5	20	1,6
AP	AT + AQ + AB	31,76	240	0,2	6,352	2541	56,9	75 x 7,5	60	2,25	

**Tabla G.11.** Dimensionado de la red de distribución de AFS  
[Elaboración propia]

Para dimensionar el diámetro de las tuberías de las derivaciones de AFS de la red al ECOCICLE 80 - 50, al depósito de aguas pluviales y al acumulador de ACS, se ha considerado que abastecen a los puntos de consumo finales con AFS de la red. Como se



puede ver, todas las velocidades del agua en las tuberías están comprendidas entre 0,5 y 3,5 m/s. Esto indica un dimensionado adecuado de la red.

A pesar de que el tramo KM, JI, IH y JK necesitan tubos de 16 x 1,8 mm y 18 x 2 mm, según los cálculos, se instala uno de 20 x 2,25 mm ya que, como se puede ver en el PLANO 13, este tramo se corresponde con el ramal de enlace de la bañera, que se dimensiona preferentemente con el criterio de la Tabla G.10. Esto pasará también con la instalación de la vivienda adyacente.

## 2) Dimensionado de la red de agua caliente sanitaria

La Tabla G.12 presenta el dimensionado de la red de ACS por el método de las velocidades.

Plano de referencia	Tramo	Puntos abastecidos	Caudal instantáneo total	Número de aparatos	Coefficiente de simultaneidad	Caudal simultáneo	Superficie de paso del agua	Diámetro de la tubería	Diámetro comercial de la tubería (MULTITUBO SYSTEMS)		Velocidad del fluido
			Q <sub>T</sub> [l/s]		k	Q <sub>s</sub> [l/s]	S [mm <sup>2</sup> ]	D <sub>c</sub> [mm]	D <sub>ext</sub> x espesor [mm]	D <sub>int</sub> [mm]	v [m/s]
Plano13	P'O'	1 Fregadero	0,1	1	1,00	0,10	40,00	7,14	16 x 1,8	12	0,884
	O'N'	1 Fregadero 1 Lavavajillas	0,2	2	1,00	0,20	80,00	10,09	16 x 1,8	12	1,768
	N'Q'	1 Lavamanos 1 Bañera/Ducha	0,215	2	1,00	0,22	86,00	10,46	16 x 1,8	12	1,901
	Q'R'	1 Lavamanos 1 Bañera/Ducha	0,215	2	1,00	0,22	86,00	10,46	16 x 1,8	12	1,901
	R'T'	1 Bañera/Ducha	0,15	1	1,00	0,15	60,00	8,74	16 x 1,8	12	1,326
	R'S'	1 Lavamanos	0,065	1	1,00	0,07	26,00	5,75	16 x 1,8	12	0,575
	N'M'	1 vivienda ACS	0,415	4	0,58	0,24	95,84	11,05	16 x 1,8	12	2,119
	M'L'	1 vivienda ACS	0,415	4	0,58	0,24	95,84	11,05	16 x 1,8	12	2,119
Plano 10	L'K'	2 viviendas ACS	0,83	8	0,38	0,31	125,48	12,64	18 x 2	14	2,038
	K'J'	4 viviendas ACS	1,66	16	0,26	0,43	171,44	14,77	20 x 2,25	15,5	2,271
	J'I'	6 viviendas ACS	2,49	24	0,21	0,52	207,68	16,26	25 x 2,5	20	1,653
	I'H'	8 viviendas ACS	3,32	32	0,20	0,66	265,60	18,39	25 x 2,5	20	2,114
	H'D'	8 viviendas ACS	3,32	32	0,20	0,66	265,60	18,39	25 x 2,5	20	2,114
	D'E'	8 lavadoras + 4 grifos	1,6	12	0,30	0,48	192,97	15,67	25 x 2,5	20	1,536
	E'G'	4 grifos	0,4	4	0,58	0,23	92,38	10,85	16 x 1,8	12	2,042
	E'F'	8 lavadoras	1,2	8	0,38	0,45	181,42	15,20	20 x 2,25	15,5	2,404
	D'C'	8 viviendas ACS + 8 lavadoras + 4 grifos	4,92	44	0,20	0,98	393,60	22,39	32 x 3	26	1,853
	C'B'	16 viviendas ACS + 8 lavadoras + 4 grifos	8,24	76	0,20	1,65	659,20	28,97	40 x 4	32	2,049
	B'A'	24 viviendas ACS + 8 lavadoras + 4 grifos	11,56	108	0,20	2,31	924,80	34,31	50 x 4,5	41	1,751

**Tabla G.12.** Dimensionado de la red de distribución de AFS  
[Elaboración propia]



El agua caliente sanitaria (ACS) se genera en el acumulador de acero inoxidable de 1500 litros, a partir de AFS de la red, mediante un sistema de colectores de energía solar ubicado en la terraza del edificio. El sistema de apoyo para calentar el agua sanitaria es un calentador estanco JUNKERS, que se instala en la cocina de cada vivienda. Los planos necesarios para dimensionar la instalación de ACS son el PLANO 10 y el PLANO 13. La tabla presenta el dimensionamiento de las tuberías de ACS.

El tramo L'K' del PLANO 10, y los tramos M'L', N'M', N'Q', Q'R' del PLANO 13 se han dimensionado como 18 x 2 y 16 x 1,8 mm, siguiendo los cálculos de caudal simultáneo. Sin embargo, estas tuberías se instalan de 20 x 2,25 mm, ya que son parte del recorrido de alimentación de la bañera, cuyo ramal de enlace es de 20 x 2,25 mm siguiendo la Tabla G.10. Esto pasará también con la instalación de la vivienda adyacente.

Para el dimensionamiento de la red de ACS también es necesario dimensionar el tramo de retorno de la recirculación y el espesor del aislante. El dimensionado del tramo de retorno se hace usando el criterio de que se recircula un 10% del agua de alimentación del montante correspondiente.

De esta forma, el tramo H'I' del PLANO 13, que es la base del montante de ACS respecto a la que se han realizado los cálculos de velocidades, tiene asignado un caudal de 0,66 l/s. Este caudal equivale a 2376 l/h, con lo que el 10% será 237,6 l/h. Según la Tabla G.8, presentada en el apartado anterior, el diámetro de la tubería será de  $\frac{3}{4}$  de pulgada, lo que es lo mismo que 19,05 mm. El tubo multicapa MULTITUBO SYSTEMS comercializado que cumple con estos requisitos es el 20 x 2,25 mm.

Se debe pensar que habrá tres retornos. Uno para cada montante. Sin embargo, hasta su recirculación al acumulador de ACS de 1500 litros, las ACS recirculadas trascurrirán por dos tramos que deben estar dimensionados para 475,2 l/h y 712,8 l/h (respectivamente, 2 y 3 veces el caudal de recirculación del montante individual), ya que recogen paulatinamente los afluentes de cada montante. Según la Tabla G.8, los diámetros apropiados son de 1 pulgada (25,4 mm) y 1,25 pulgadas (31,75 mm), que dan lugar a las tuberías comerciales de 25 x 2,5 mm y 32 x 3 mm.

Para dimensionar el espesor del aislante que evite pérdidas en los tubos de transporte de ACS, se usa la Tabla G.9. Según el PLANO 10, en la red de distribución de ACS a 60°C que transcurre por el interior del edificio, hay un total de 143,25 m de tubería de  $D_{ext} < 35$  mm, por lo que el espesor mínimo de aislamiento para estos tramos será de 25 mm. Habrán 6,75 m de tramo de tubería (tramo C'B' y B'A') con  $35 < D_{ext} < 60$ , a los que les corresponde un aislamiento de 30 mm de espesor.



En la red de ACS, se dispone de una red de retorno cuando la longitud de la tubería de ida al punto de consumo más alejado es igual o mayor que 15 m. La red de retorno transcurre paralelamente a la de impulsión. En los montantes el retorno se realiza desde su parte superior. Se dispone de una bomba para asegurar la recirculación.

### 3) Dimensionado de la red de recirculación de aguas grises

La red de recirculación de aguas grises es la que impulsa el agua desde la depuradora ECOCICLE 80 - 50 hasta las cisternas de los inodoros de las 24 viviendas del edificio AINOS. Los planos explicativos de la instalación son el PLANO 13 y el PLANO 12. La Tabla G.13 muestra el dimensionamiento de los tramos para la distribución de aguas grises. El ramal de enlace al inodoro debe ser de 16 x 1,8 mm.

Plano de referencia	Tramo	Puntos abastecidos	Caudal instantáneo total		Número de aparatos	Coeficiente de simultaneidad	Caudal simultáneo	Superficie de paso del agua	Diámetro de la tubería	Diámetro comercial de la tubería (MULTITUBO SYSTEMS)		Velocidad del fluido
			$Q_T$ [l/s]	$Q_s$ [l/s]						$S$ [mm <sup>2</sup> ]	$D_c$ [mm]	
Plano 13	I"H"	1 Inodoro	0,1	1	1,00	0,10	40,00	7,14	16 x 1,8	12	0,88	
Plano 12	H"G"	2 Inodoros	0,2	2	1,00	0,20	80,00	10,09	16 x 1,8	12	1,77	
	G"F"	4 Inodoros	0,4	4	0,58	0,23	92,38	10,85	16 x 1,8	12	2,04	
	F"E"	6 Inodoros	0,6	6	0,45	0,27	107,33	11,69	16 x 1,8	12	2,37	
	E"D"	8 Inodoros	0,8	8	0,38	0,30	120,95	12,41	18 x 2	14	1,96	
	D"C"	8 Inodoros	0,8	8	0,38	0,30	120,95	12,41	18 x 2	14	1,96	
	C"B"	16 Inodoros	1,6	16	0,26	0,41	165,25	14,51	20 x 2,25	15,5	2,19	
	B"A"	24 Inodoros	2,4	24	0,21	0,50	200,17	15,96	25 x 2,5	20	1,59	

**Tabla G.13.** Dimensionado de la red de distribución de aguas grises  
[Elaboración propia]

### 4) Dimensionado de la red de aguas pluviales

La Tabla G.14 muestra el dimensionamiento de los tramos para la distribución de aguas pluviales.



Plano de referencia	Tramo	Puntos abastecidos	Caudal instantáneo total	Número de aparatos	Coefficiente de simultaneidad	Caudal simultáneo	Superficie de paso del agua	Diámetro de la tubería	Diámetro comercial de la tubería (MULTITUBO SYSTEMS)		Velocidad del fluido
			$Q_T$ [l/s]		k				$Q_s$ [l/s]	S [mm <sup>2</sup> ]	
Plano 11	D''B''	8 Lavadoras	1,6	8	0,38	0,60	241,90	17,55	25 x 2,5	20	1,92
	C''B''	4 Grifos	0,6	4	0,58	0,35	138,56	13,28	18 x 2	14	2,25
	B''A''	8 Lavadoras + 4 Grifos	2,2	12	0,30	0,66	265,33	18,38	25 x 2,5	20	2,11

**Tabla G.14.** Dimensionado de la red de distribución de aguas pluviales  
[Elaboración propia]

Para el dimensionado de los ramales de enlace se usa la Tabla G.6, presentada en el apartado anterior. Para las lavadoras se pide un diámetro nominal de 20 mm, de manera que se usa el tubo multicapa de 20 x 2,25 mm. Para los grifos del lavadero el diámetro nominal del ramal de enlace debe ser de 12 mm, por lo que se instala el tubo de 16 x 1,8 mm (es el más pequeño distribuido por el fabricante).

#### G.2.4. Cálculo de las pérdidas de carga

Necesitamos conocer las pérdidas de carga para comprobar que:

- La presión de agua en los puntos de consumo es suficiente para el confort de los usuarios (150 kPa).
- La presión de agua no excede los 500 kPa en ningún punto de la red, lo que podría comprometer el adecuado funcionamiento de ésta.
- La bomba instalada tiene prestaciones suficientes para vencer las pérdidas de carga (lineales y singulares), la altura geométrica, y proporcionar una presión de agua adecuada en el punto de consumo más desfavorable.

Se han escogido tuberías multicapa de la empresa MULTITUBO SYSTEMS [<http://www.multicapas.com/>, 21 de junio del 2010]. La empresa facilita en su catálogo comercial tablas donde se representan las pérdidas de carga en cada dimensión de la tubería en función del caudal (Tabla G.3, Tabla G.4 y Tabla G.5).



Debido a que estas tablas no son continuas, si no que tan sólo se dan valores de pérdida de carga para unas velocidades concretas, se debe de interpolar en la mayoría de los casos con tal de hallar el valor exacto correspondiente de la pérdida de carga en dicho tramo.

Se ha usado la Ec. G.8 para este cometido.

$$y = y_1 + \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} \cdot (x - x_1) \quad (\text{Ec. G.8})$$

y:	Parámetro desconocido, acotado entre $y_1$ e $y_2$ .
$y_1$ :	Parámetro conocido, menor que y.
$y_2$ :	Parámetro conocido, mayor que y.
x:	Parámetro conocido, acotado entre $x_1$ y $x_2$ .
$x_1$ :	Parámetro conocido, menor que x.
$x_2$ :	Parámetro conocido, mayor que x.

En el caso aplicado a estos cálculos, y será el valor de la pérdida de carga unitaria en dicho tramo [mcd/m], mientras que x será la velocidad lineal del fluido. Por otro lado, se recuerda que las pérdidas singulares se estiman como un 20% de las cargas lineales por rozamiento, tal y como lo recomienda el Código Técnico de la Edificación. Las cargas singulares son las producidas debido a los cambios de sección de las tuberías, las uniones Te a 90°, Cruz a 90°, Codos a 90°, válvulas antirretorno, llaves de paso, contadores, calentadores, etc. Se consideran el 20% de las pérdidas de carga por rozamiento.

Los cálculos de las pérdidas de carga se han realizado sin tener en cuenta las correcciones del diámetro de las tuberías de 16 x 1,8 mm y de 18 x 2 mm, que han pasado a ser 20 x 2,25 mm para aprovisionar la bañera según la norma del CTE respectiva a diámetro de los ramales de enlace. Sin embargo, la variación de las pérdidas de carga que provocan estas correcciones son tan pequeñas que se pueden despreciar. De este modo, los cálculos se basan en los diámetros calculados según caudales instantáneos, sin tener en cuenta la Tabla G.2.

### 1) Pérdidas de carga en la red de agua fría potable

Se calculan las pérdidas de carga que se producen en las tuberías a lo largo del trazado hasta el punto de consumo más desfavorable. Por razones geométricas, se escoge este punto como el grifo del fregadero de la Vivienda 8 (ver PLANO 9 y PLANO 13). La Tabla G.15 muestra cómo se ha llevado a cabo el cálculo de las pérdidas de carga lineales por rozamiento en cada tramo.



Plano de referencia	Tramo	Velocidad del fluido	Diámetro interior	Pérdida de carga unitaria	Longitud del tramo	Pérdida de carga lineal
		v [m/s]	D <sub>int</sub> [mm]	R [mcda/m]	L [m]	P <sub>CT</sub> [mcda]
Plano 9	PA	2,25	60	0,074	0,75	0,056
	AB	2,36	41	0,130	0,65	0,085
	BC	1,58	41	0,065	4,6	0,297
	CD	1,96	26	0,166	10,3	1,713
	DE	1,96	26	0,166	4,7	0,782
	EF	1,53	26	0,108	3	0,323
	FG	2,14	20	0,269	3	0,807
	GH	1,56	20	0,155	3	0,464
Plano 13	HI	2,44	14	0,530	0,75	0,397
	IJ	2,44	14	0,530	3,6	1,908
	JN	2,27	14	0,466	3,25	1,513
	NO	1,77	12	0,365	0,75	0,274
<b>TOTAL</b>						<b>8,619</b>

**Tabla G.15.** Cálculo de las pérdidas de carga lineales en la red de distribución de AFS  
[Elaboración propia]

De este modo, se prevén unas pérdidas de carga singulares de 1,72 mcda (20% sobre las lineales), en la red de AFS potable. Las pérdidas de carga totales en la red serán de 10,34 mcda.

## 2) Pérdidas de carga en la red de agua caliente sanitaria

Se calculan las pérdidas de carga que se producen en las tuberías a lo largo del trazado hasta el punto de consumo más desfavorable. Por razones geométricas, se escoge este punto como el lavamanos de la Vivienda 23 (ver PLANO 10 y PLANO 13).

Las cargas singulares, que corresponden a un 20% de las lineales, son de 2,64 mcda. Adicionalmente, añadiremos por separado la pérdida de carga que tendrá lugar en el calentador JUNKERS individual de cada vivienda, que se estima en 2,5 mcda. De este modo, la pérdida de carga total en el tramo más desfavorable de la red de ACS es de 18,32 mcda.

La Tabla G.16 muestra cómo se ha llevado a cabo el cálculo de las pérdidas de carga lineales por rozamiento en cada tramo.



		Velocidad del fluido	Diámetro interior	Pérdida de carga unitaria	Longitud del tramo	Pérdida de carga lineal
Plano de referencia	Tramo	v [m/s]	D <sub>int</sub> [mm]	R [mcda/m]	L [m]	P <sub>CT</sub> [mcda]
Plano 10	A'B'	1,751	41	0,077	0,8	0,062
	B'C'	2,049	32	0,139	0,8	0,111
	C'D'	1,853	26	0,151	6,2	0,934
	D'H'	2,114	20	0,263	4,2	1,106
	H'I'	2,114	20	0,263	4,7	1,236
	I'J'	1,653	20	0,171	3	0,514
	J'K'	2,271	15,5	0,413	3	1,240
	K'L'	2,038	14	0,387	3	1,160
Plano 13	L'M'	2,119	12	0,501	1,25	0,626
	M'N'	2,119	12	0,501	6,4	3,206
	N'Q'	1,901	12	0,414	5,7	2,360
	Q'R'	1,901	12	0,414	1,5	0,621
	R'S'	0,575	12	0,051	1,3	0,067
<b>TOTAL</b>						<b>13,176</b>

**Tabla G.16.** Cálculo de las pérdidas de carga lineales en la red de distribución de ACS  
[Elaboración propia]

### 3) Pérdidas de carga en la red de distribución de aguas grises regeneradas

Por razones geométricas, se elige la cisterna del retrete de la Vivienda 8 como punto de agua más desfavorable (ver PLANO 12 y PLANO 13). La Tabla G.17 muestra las pérdidas de carga lineales.

		Velocidad del fluido	Diámetro interior	Pérdida de carga unitaria	Longitud del tramo	Pérdida de carga lineal
Plano de referencia	Tramo	v [m/s]	D <sub>int</sub> [mm]	R [mcda/m]	L [m]	P <sub>CT</sub> [mcda]
Plano 12	B"A"	1,59	20	0,160	1,7	0,272
	C"B"	2,19	15,5	0,387	8	3,093
	D"C"	1,96	14	0,357	10,3	3,677
	E"D"	1,96	14	0,357	4,7	1,678
	F"E"	2,37	12	0,609	3	1,827
	G"F"	2,04	12	0,465	3	1,395
	H"G"	1,77	12	0,365	3	1,095
Plano 13	I"H"	0,88	12	0,108	6,65	0,718
<b>TOTAL</b>						<b>13,755</b>

**Tabla G.17.** Cálculo de las pérdidas de carga lineales en la red de distribución de aguas grises  
[Elaboración propia]



Las pérdidas de carga singulares (20% de las lineales), serán de 2,75 mcda. Las pérdidas de carga totales para el tramo más desfavorable serán de 16,51 mcda.

#### 4) Pérdidas de carga en la red de distribución de aguas pluviales

El PLANO 11 es suficiente para entender la distribución espacial de la red de distribución de aguas pluviales desde su depósito de almacenamiento. El punto más desfavorable es el que corresponde a la Lavadora 8 (ver PLANO 11), ya que es el más alejado. Los cálculos realizados se resumen en la Tabla G.18.

Plano de referencia	Tramo	Velocidad del fluido	Díámetro interior	Pérdida de carga unitaria	Longitud del tramo	Pérdida de carga lineal
		v [m/s]	D <sub>int</sub> [mm]	R [mcda/m]	L [m]	P <sub>CT</sub> [mcda]
Plano 11	D'''B'''	1,92	20	0,220	8	1,760
	C'''B'''	2,25	14	0,459	5	2,295
	B'''A'''	2,11	20	0,262	5,35	1,402
<b>TOTAL</b>						<b>5,457</b>

**Tabla G.18.** Cálculo de las pérdidas de carga lineales en la red de distribución de aguas pluviales  
[Elaboración propia]

Las pérdidas de carga singulares serán de 1,09 mcda. Las pérdidas de carga totales para la red de distribución de aguas pluviales serán de 6,55 mcda.

### G.3. Instalación de saneamiento

En este anexo se especifica la metodología y cálculo de la instalación de saneamiento.

#### G.3.1. Metodología para el dimensionado de la instalación de saneamiento

La instalación de saneamiento del edificio AINOS es separativa, ya que separa las aguas grises, aguas residuales y aguas pluviales. Cada efluente recibirá un tratamiento distinto, por lo que los circuitos de recogida de estas aguas deberán ser independientes entre sí.

Se utiliza el método de adjudicación del número de unidades de desagüe (UD) a cada aparato sanitario, tal y como establece el Código Técnico de la Edificación *HS 5*. La adjudicación de UD a cada tipo de aparato y los diámetros mínimos de los sifones y las derivaciones individuales correspondientes se establecen en la Tabla G.19 en función del uso.



Tipo de aparato sanitario	Unidades de desagüe UD		Diámetro mínimo sifón y derivación individual (mm)	
	Uso privado	Uso público	Uso privado	Uso público
Lavabo	1	2	32	40
Bidé	2	3	32	40
Ducha	2	3	40	50
Bañera (con o sin ducha)	3	4	40	50
Inodoro	Con cisterna	5	100	100
	Con fluxómetro	8	100	100
Urinario	Pedestal	4	-	50
	Suspendido	2	-	40
	En batería	3.5	-	-
Fregadero	De cocina	6	40	50
	De laboratorio, restaurante, etc.	2	-	40
Lavadero	3	-	40	-
Vertedero	-	8	-	100
Fuente para beber	-	0.5	-	25
Sumidero sifónico	1	3	40	50
Lavavajillas	3	6	40	50
Lavadora	3	6	40	50
Cuarto de baño (lavabo, inodoro, bañera y bidé)	Inodoro con cisterna	7	100	-
	Inodoro con fluxómetro	8	100	-
Cuarto de aseo (lavabo, inodoro y ducha)	Inodoro con cisterna	6	100	-
	Inodoro con fluxómetro	8	100	-

**Tabla G.19.** UDs correspondientes a los distintos aparatos sanitarios  
[Código Técnico de la Edificación, 2009]

Los sifones individuales deben tener el mismo diámetro que la válvula de desagüe conectada. En la Tabla G.20 se obtiene el diámetro de los ramales colectores entre aparatos sanitarios y la bajante según el número máximo de unidades de desagüe y la pendiente del ramal colector.

Máximo número de UD			Diámetro (mm)
Pendiente			
1 %	2 %	4 %	
-	1	1	32
-	2	3	40
-	6	8	50
-	11	14	63
-	21	28	75
47	60	75	90
123	151	181	110
180	234	280	125
438	582	800	160
870	1.150	1.680	200

**Tabla G.20.** Diámetros de ramales colectores entre aparatos sanitarios y la bajante  
[Código Técnico de la Edificación, 2009]

El dimensionado de las bajantes debe realizarse de forma tal que no se rebase el límite de  $\pm 250$  Pa de variación de presión, y para un caudal tal que la superficie ocupada por el agua no sea mayor que 1/3 de la sección transversal de la tubería.

El diámetro de las bajantes se obtiene en la Tabla G.21 como el mayor de los valores obtenidos considerando el máximo número de UD en la bajante y el máximo número de UD en cada ramal en función del número de plantas.



Máximo número de UD, para una altura de bajante de:		Máximo número de UD, en cada ramal para una altura de bajante de:		Diámetro (mm)
Hasta 3 plantas	Más de 3 plantas	Hasta 3 plantas	Más de 3 plantas	
10	25	6	6	50
19	38	11	9	63
27	53	21	13	75
135	280	70	53	90
360	740	181	134	110
540	1.100	280	200	125
1.208	2.240	1.120	400	160
2.200	3.600	1.680	600	200
3.800	5.600	2.500	1.000	250
6.000	9.240	4.320	1.650	315

**Tabla G.21.** Diámetro de las bajantes según el número de alturas del edificio y el número de UDs  
[Código Técnico de la Edificación, 2009]

Los colectores horizontales se dimensionan según la Tabla G.22, en función del máximo número de UDs y de la pendiente del colector.

Máximo número de UD			Diámetro (mm)
Pendiente			
1 %	2 %	4 %	
-	20	25	50
-	24	29	63
-	38	57	75
96	130	160	90
264	321	382	110
390	480	580	125
880	1.056	1.300	160
1.600	1.920	2.300	200
2.900	3.500	4.200	250
5.710	6.920	8.290	315
8.300	10.000	12.000	350

**Tabla G.22.** Diámetro de los colectores horizontales según el número de UDs y la pendiente adoptada  
[Código Técnico de la Edificación, 2009]

Para el dimensionamiento de la red de recogida de aguas pluviales, el área de la superficie de paso del elemento filtrante de una caldereta debe estar comprendida entre 1,5 y 2 veces la sección recta de la tubería a la que se conecta.

El número mínimo de sumideros que deben disponerse es el indicado en la Tabla G.23, en función de la superficie proyectada horizontalmente de la cubierta a la que sirven. El número de puntos de recogida debe ser suficiente para que no haya desniveles mayores que 150 mm y pendientes máximas del 0,5 %, y para evitar una sobrecarga excesiva de la cubierta.

Superficie de cubierta en proyección horizontal (m <sup>2</sup> )	Número de sumideros
S < 100	2
100 ≤ S < 200	3
200 ≤ S < 500	4
S > 500	1 cada 150 m <sup>2</sup>

**Tabla G.23.** Número de sumideros en función de la superficie de cubierta  
[Código Técnico de la Edificación, 2009]



El diámetro correspondiente a la superficie, en proyección horizontal, servida por cada bajante de aguas pluviales se obtiene de la Tabla G.24.

Superficie en proyección horizontal servida (m <sup>2</sup> )	Diámetro nominal de la bajante (mm)
65	50
113	63
177	75
318	90
580	110
805	125
1.544	160
2.700	200

**Tabla G.24.** Diámetro de las bajantes de aguas pluviales para un régimen pluviométrico de 100 mm/h [Código Técnico de la Edificación, 2009]

Para un régimen con intensidad pluviométrica diferente de 100 mm/h, debe aplicarse un factor f de corrección a la superficie servida tal que  $f = i / 100$ , siendo i la intensidad pluviométrica que se quiere considerar. En el caso de Barcelona la intensidad pluviométrica es de 110 mm/h (Fig. G.3), por lo que el factor de corrección sobre la superficie será de 1,1.



Isoyeta	Intensidad Pluviométrica i (mm/h)											
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Zona A	30	65	90	125	155	180	210	240	275	300	330	365
Zona B	30	50	70	90	110	135	150	170	195	220	240	265

**Fig. G.3.** Mapa de isoyetas y zonas pluviométricas [Código Técnico de la Edificación, 2009]



El diámetro de los colectores de aguas pluviales se obtiene en la Tabla G.25, en función de su pendiente y de la superficie a la que sirve.

Superficie proyectada (m <sup>2</sup> )			Diámetro nominal del colector (mm)
Pendiente del colector			
1 %	2 %	4 %	
125	178	253	90
229	323	458	110
310	440	620	125
614	862	1.228	160
1.070	1.510	2.140	200
1.920	2.710	3.850	250
2.016	4.589	6.500	315

**Tabla G.25.** Diámetro de los colectores de aguas pluviales para un régimen pluviométrico de 100 mm/h [Código Técnico de la Edificación, 2009]

En cuanto a la red de ventilación primaria, debe tener el mismo diámetro que la bajante de la que es prolongación.

### G.3.2. Cálculo de la instalación de saneamiento

La red de saneamiento del edificio AINOS es una red separativa en la que se evacúan, o bien colectan, las aguas grises, negras y pluviales por separado. Esto es debido, en primer lugar, a que es de obligado cumplimiento por aspectos de normativa. En segundo lugar, se deben separar las aguas residuales domésticas desde un principio, ya que se tratarán de forma diferente y se utilizarán con diversos fines.

#### 1) Dimensionado de la red de evacuación de aguas negras

Los bajantes de aguas negras recogen las aguas que provienen del retrete, el fregadero de la cocina y el lavavajillas. Hay un total de 9 bajantes, que dan a un colector general que transporta estas aguas residuales a la red de alcantarillado. En cada piso, cada vivienda cuenta con su propio bajante para las aguas negras del retrete, ya que la normativa establece que, en el caso de los inodoros, el desagüe a las bajantes se realiza por medio de un manguetón de acometida de longitud igual o menos que 1 m siempre que no sea posible dar al tubo la pendiente necesaria. De este modo, los bajantes BN1, BN2, BN4, BN5, BN7 y BN8 (ver PLANO 14), acomete un solo inodoro por planta.

En cambio, los fregaderos y lavavajillas comparten bajante con los de la vivienda adyacente en cada planta. De modo que en los bajantes BN3, BN6 y BN9 (ver PLANO 14), acometen 2 fregaderos y 2 lavavajillas por cada planta. Hay un total de 4 plantas en el edificio AINOS.

En primer lugar, se dimensiona el diámetro mínimo del sifón individual y la derivación para cada aparato implicado en la red de evacuación de aguas negras, así como el número de unidades de desagüe, que servirá para realizar cálculos posteriores (Tabla G.26).



Aparato	Número de UDs por aparato	Diámetro mínimo del sifón y la derivación individual [mm]	Diámetro comercial (POLO-KAL NG) [mm]
Fregadero de cocina	3	40	40 x 1,8
Lavavajillas	3	40	40 x 1,8
Inodoro con cisterna	4	100	110 x 3,4

**Tabla G.26.** Dimensionado de las derivaciones individuales de aguas negras  
[Elaboración propia]

Debido a que todos los aparatos acometen a la bajante mediante sus respectivas derivaciones individuales, no tiene lugar el dimensionado de ningún ramal colector entre aparatos sanitarios y la bajante. Sin embargo, en la red de colección de agua grises, este cálculo sí será necesario.

Para dimensionar los bajantes, se debe utilizar la Tabla G.21. En número de UDs de los bajantes BN1, BN2, BN4, BN5, BN7 y BN8 (ver PLANO 14) es de 16 UDs (4 inodoros con cisterna para cada bajante). Por lo tanto, será suficiente con un bajante de diámetro de 50 mm (50 x 2 mm, POLO-KAL NG).

Para los bajantes BN3, BN6 y BN9, tenemos para cada una 48 UDs (8 fregaderos y 8 lavavajillas). La bajante deberá ser de 75 mm (75 x 2,6 mm, POLO-KAL NG).

Por último, se dimensiona el colector horizontal que recoge las aguas negras de las 9 bajantes. Para ello se usa la Tabla G.22. Se instala el colector con un 4% de pendiente, con tal de asegurar una evacuación eficiente de las aguas hacia la red de alcantarillado. Las UDs totales serán 16 x 6 correspondientes a los bajantes de los inodoros, y 48 x 3, que corresponden a los tres bajantes para aguas negras de la cocina. La suma hace un total de 240 UDs que deberá recoger el colector horizontal. La Tabla G.22 indica que el diámetro nominal de la tubería adecuada es de 110 mm (110 x 3,4 mm, POLO-KAL NG) para una pendiente del 4%.

## 2) Dimensionado de la red de colección de aguas grises

Los bajantes de aguas grises recogen las aguas que provienen del lavamanos y de la bañera. Hay 3 bajantes para las aguas grises en el edificio, que dan a un colector horizontal que transporta estas aguas residuales al ECOCICLE 80 – 50, para su depuración y posterior reutilización.



En cada planta, cada bajante recoge los efluentes de las aguas grises de 2 lavabos adyacentes. Según la Tabla G.27, cada bajante recogerá un total de 32 UD

Aparato	Número de UD por aparato	Diámetro mínimo del sifón y la derivación individual [mm]	Diámetro comercial (POLO-KAL NG) [mm]
Lavabo	1	32	32 x 1,8
Bañera	3	40	40 x 1,8

**Tabla G.27.** Dimensionado de las derivaciones individuales de aguas grises  
[Elaboración propia]

La Tabla G.20 sirve para el dimensionado de los ramales colectores entre los aparatos sanitarios y las bajantes. En este caso sí será aplicable, ya que en cada cuarto de baño existe un ramal colector que recoge tanto las aguas de la derivación individual del lavamanos y la bañera/ducha, y la transporta a la bajante. Para una pendiente de un 4%, un diámetro interior de 50 mm (50 x 2 mm, POLO-KAL NG) será suficiente como para hacerse cargo de las UD asignadas.

El dimensionado de las bajantes es idéntico para BG1, BG2 y BG3 (ver PLANO 15), debido a que comparten el mismo número de UD. Deberán descargar al colector principal de aguas grises 32 UD cada una. Según la Tabla G.21, será suficiente un diámetro interior de 63 mm (75 x 2,6 mm, POLO-KAL NG) para la bajante. El colector horizontal de aguas grises, con una pendiente del 4%, debe llevar un total de 96 UD al ECOCICLE 80 – 50 para su depuración. Se necesitará un tubo de diámetro interior de 90 mm (90 x 3 mm, POLO-KAL NG).

### 3) Dimensionado de la red de colección de aguas pluviales

Según indica la Tabla G.23, expuesta en el anterior apartado, para la terraza comunitaria de 137,82 m<sup>2</sup> se necesitan 3 sumideros. Para la terraza superior de recogida de aguas pluviales, de 259,06 m<sup>2</sup>, se instalan 4 sumideros. La ubicación espacial de los sumideros puede verse en el PLANO 7 y en el PLANO 8.

A cada terraza le corresponde una bajante que transporta el agua recogida en los sumideros al colector horizontal. Siguiendo la Tabla G.24, para la terraza comunitaria (151,6 m<sup>2</sup> si se aplica el factor corrector de 1,1 debido a la intensidad pluviométrica (ver Fig. G.3)), la bajante BP2 tendrá un diámetro nominal 75 mm (75 x 2,6 mm, POLO-KAL NG). Para la terraza superior (284,97 m<sup>2</sup> aplicando el factor corrector), la bajante BP1 deberá tener un diámetro nominal de 90 mm (90 x 3, POLO-KAL NG).



Acorde con la Tabla G.25, las derivaciones del sumidero a la bajante se instalan de 90 mm de diámetro nominal (90 x 3, POLO-KAL NG). Los colectores horizontales tendrán una pendiente del 4%. El diámetro del colector horizontal que recoge el agua de las dos bajantes tendrá un diámetro de 110 mm (110 x 3,4 mm, POLO-KAL NG), adecuado para recoger el agua correspondiente a la superficie de 436,57 m<sup>2</sup>, una vez aplicado el factor corrector de 1,1.

## G.4. Cálculo de los grupos de presión

Se necesitan tres grupos hidrocompresores y una bomba de menores prestaciones para impulsar el agua a todos los puntos de consumo del edificio AINOS.

Tal y como establece el Código Técnico de la Edificación, el grupo de presión debe contar con un depósito auxiliar de alimentación (aljibe), que evite la toma de agua directa por el equipo de bombeo. El equipo de bombeo estará compuesto, como mínimo, de dos bombas de iguales prestaciones y funcionamiento alterno, montadas en paralelo, y un depósito de presión con membrana (Fig. G.4).

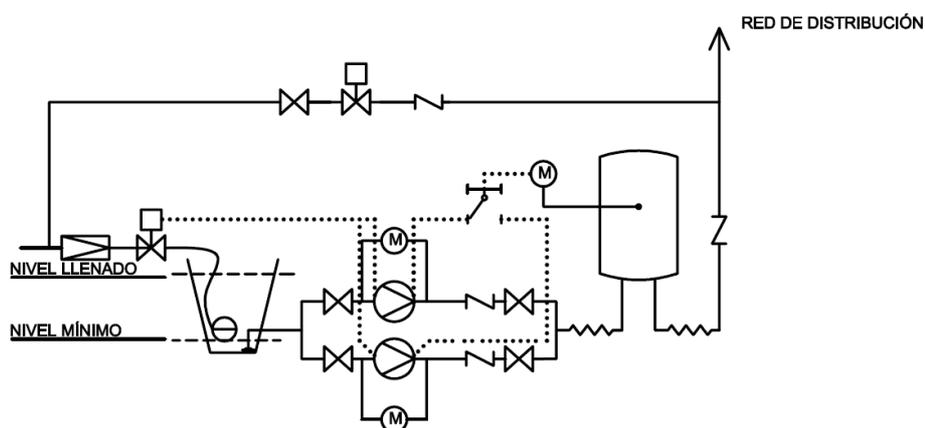


Fig. G.4. Esquema típico de un grupo de presión [Código Técnico de la Edificación, 2009]

Las bombas se montarán sobre bancada de hormigón u otro tipo de material que impida la transmisión de ruidos y vibraciones al edificio. A la salida de cada bomba se instalará un manguito elástico, con el fin de impedir la transmisión de vibraciones a la red de tuberías. Se dispondrá de llaves de cierre, antes y después de cada bomba, de manera que se puedan desmontar sin interrupción del abastecimiento de agua.

El depósito de presión estará dotado de un presostato con manómetro, tarado a las presiones máxima y mínima de servicio, haciendo las veces de interruptor, comandando la centralita de maniobra y control de las bombas, de tal manera que éstas sólo funcionen en el momento en que disminuya la presión en el interior del depósito hasta los límites establecidos, provocando el corte de corriente y, por lo tanto, la parada de los equipos de



bombeo, cuando se alcance la presión máxima del aire contenido en el depósito. Los valores correspondientes de reglaje figurarán de forma visible en el depósito.

Se prevé una derivación alternativa (*by-pass*) que una el tubo de alimentación con el tubo de salida del grupo hacia la red interior de suministro, de manera que no se produzca una interrupción total del abastecimiento por la parada de éste y que se aproveche la presión de la red de distribución en aquellos momentos en que ésta sea suficiente para abastecer la instalación.

Esta derivación llevará incluida una válvula de tres vías motorizada y una válvula antirretorno posterior a ésta. La válvula de tres vías estará accionada automáticamente por un manómetro y su correspondiente presostato, en función de la presión de la red de suministro, dando paso al agua cuando ésta tome valor suficiente de abastecimiento y cerrando el paso al grupo de presión, de manera que éste sólo funcione cuando sea imprescindible. El accionamiento de la válvula también podrá ser manual.

Para el cálculo del Grupo de Presión 1 se necesita conocer la altura necesaria de la bomba (para impulsar agua al punto de consumo más desfavorable con la presión suficiente) que vendrá dada por la expresión Ec. G.9.

(Ec. G.9)

$$H_B = \Delta z + \frac{\Delta P}{\gamma} + P_{CT} + P_{CS}$$

$H_B$ :	Altura necesaria de la bomba [mcda]
$\Delta z$ :	Altura geométrica del punto de consumo más desfavorable [m]
$\frac{\Delta P}{\gamma}$ :	Presión mínima del grifo más desfavorable [mcda]
$P_{CT}$ :	Pérdidas de carga en las tuberías [mcda]
$P_{CS}$ :	Pérdidas de carga en los puntos singulares [mcda]

Para el GRUPO 1 (AFS), la presión mínima del grifo más desfavorable es de 150 kPa. Siendo  $\gamma=9,81$  kPa/mcda, la presión mínima será de 15,29 mcda. En la Ec. G.10 se presenta el cálculo de la altura de la bomba necesaria.

$$H_B = 13,7 + 15,29 + 8,619 + 1,72 = 39,33 \text{ mcda} \quad (\text{Ec. G.10})$$

Para el cálculo del caudal de la bomba se toma el dato de caudal instantáneo simultáneo máximo de agua fría que va hacia las 24 viviendas, de 3,12 l/s, lo que equivale a 11,2 m<sup>3</sup>/h. Se coge el caudal simultáneo del tramo BA, ya que la salida de la bomba del Grupo de Presión 1 está muy cerca del depósito para ACS, y de los tanques de depuración de aguas grises y pluviales. Se elige un Grupo hidrocompresor BLOCH H2H 150T.



Para el GRUPO 2 (ACS) se usa la Ec. G.11.

$$H_B = 13,7 + 15,29 + 13,176 + 5,14 = 47,31 \text{ mcda} \quad (\text{Ec. G.11})$$

Para el cálculo del caudal de la bomba se toma el dato de caudal instantáneo simultáneo máximo de ACS que va hacia las 24 viviendas y a la lavandería comunitaria, de 2,31 l/s, lo que equivale a 8,32 m<sup>3</sup>/h. Se elige un Grupo hidrocompresor BLOCH H2H 150T.

Para el GRUPO 3 (aguas grises) se usa la Ec. G.12.

$$H_B = 13,7 + 15,29 + 13,755 + 2,75 = 45,5 \text{ mcda} \quad (\text{Ec. G.12})$$

Para el cálculo del caudal de la bomba se toma el dato de caudal instantáneo simultáneo máximo de agua fría que va hacia las 24 viviendas, de 0,5 l/s, lo que equivale a 1,8 m<sup>3</sup>/h. El Grupo hidrocompresor es un BLOCH H81.

Las aguas pluviales se impulsan con una electrobomba multicelular horizontal H81. El cálculo de la altura de la bomba se expresa en la Ec. G.13.

(Ec. G.13)

$$H_B = 0 + 15,29 + 5,457 + 1,09 = 21,84 \text{ mcda}$$

El caudal de la bomba es 0,66 l/s 2,376 m<sup>3</sup>/h. En el ANEXO I se presentan en detalle las fichas técnicas de las bombas, y las gráficas de las curvas H – Q para cada bomba que se han usado para la elección de los equipos instalados.



## H. Presupuesto detallado

El presupuesto que se da en la memoria es un resumen de los subtotales de las 10 partidas presupuestarias en las que se ha dividido el presupuesto de la ejecución de este proyecto. En este anexo se presenta el desglose en detalle de cada partida presupuestaria.

### H.1. Presupuesto de elementos en la instalación general (Grifería, aparatos sanitarios y electrodomésticos)

La Tabla H.1 presenta el presupuesto de grifería, aparatos sanitarios y electrodomésticos.

I. Presupuesto de elementos en la instalación general (Grifería, aparatos sanitarios y electrodomésticos)						
Tipo de elemento	Elemento de la instalación	Fabricante	Modelo / Subtipo comercial	Precio unitario [€/u]	Cantidad	Precio total [€]
Grifería	Grifo monomando lavamanos (aireador incorporado)	ROCA	GIRALDA	215,94	24	5.182,56
	Grifo monomando cocina (aireador incorporado)	ROCA	CHEF-2	237,18	24	5.692,32
	Grifo monomando bañera (aireador incorporado)	ROCA	AMURA	178,18	24	4.276,32
	Ecoducha	MULTISHOWER	CADET	23	24	552
Aparatos sanitarios	Cisterna doble pulsador 3/6 L	ROCA	GIRALDA	125,08	24	3.001,92
	Retrete	ROCA	GIRALDA	206,62	24	4.958,88
	Lavamanos	ROCA	GIRALDA	139,59	24	3.350,16
	Fregadero	ROCA	CHEF-2	546,69	24	13.120,56
	Ducha/Bañera	ROCA	BAÑASEO	279,66	24	6.711,84
Electrodomésticos	Lavadora bitérmica 8 kg/carga	SIEMMENS	-	1080	8	8.640
	Lavavajillas bitérmico	SIEMMENS	SPEEDMATIC	455	24	10.920
	Calentador instantáneo estanco	JUNKERS	WRS 400 T	447,53	24	10.740,72
<b>Subtotal</b>						<b>77.147,28</b>

Tabla H.1. Presupuesto de grifería, aparatos sanitarios y electrodomésticos [Elaboración propia]



## H.2. Presupuesto de sistemas de reciclaje y reutilización de agua

La Tabla H.2 resume el presupuesto de los sistemas de reciclaje de aguas grises y de recogida de aguas pluviales.

II. Presupuesto de sistemas de reciclaje y reutilización del agua						
Tipo de elemento	Elemento de la instalación	Fabricante	Modelo / Subtipo comercial	Precio unitario [€/u]	Cantidad	Precio total [€]
Sistema de reciclaje de aguas grises	Depuradora de aguas grises 10.000 L	TOTAGUA	ECOCICLE 80 - 50	13990	1	13.990
Sistema de reciclaje de aguas pluviales	Depósito de almacenamiento de aguas pluviales 20.000 L	REMOSA	DRP 20.000 FE	7300	1	7.300
	Esterilizador UV 16 W	BLB DEPURADORAS	UV - 16	529,44	1	529,44
<b>Subtotal</b>						<b>21.819,44</b>

Tabla H.2. Presupuesto de sistemas de reciclaje de agua [Elaboración propia]

## H.3. Presupuesto de los grupos de presión

La Tabla H.3 resume el presupuesto de los grupos de presión.

III. Presupuesto de los grupos de presión						
Tipo de elemento	Elemento de la instalación	Fabricante	Modelo / Subtipo comercial	Precio unitario [€/u]	Cantidad	Precio total [€]
Grupo de Presión 1 (AFS)	Grupo hidropresor 1	BLOCH	H2H 150 T	1640	1	1.640
Grupo de Presión 2 (ACS)	Grupo hidropresor 2	BLOCH	H2H 150 T	1640	1	1.640
Grupo de Presión 3 (Aguas grises)	Grupo hidropresor 3	BLOCH	H2H 80 T	1268	1	1.268
Bomba de aguas pluviales	Bomba multicelular horizontal	BLOCH	H81	229	1	229
PLC	Programmable Logic Controller	-	-	300	1	300
<b>Subtotal</b>						<b>5.077,00</b>

Tabla H.3. Presupuesto de los grupos de presión [Elaboración propia]



## H.4. Presupuesto del sistema de generación de ACS por energía solar

La Tabla H.4 resume el presupuesto del sistema de generación de ACS mediante energía solar. Únicamente se ha dado el presupuesto ajustado de los captadores solares y del acumulador de ACS. Para el resto de elementos de la instalación de generación de ACS (vaso de expansión, regulador de temperatura, tuberías de acero inoxidable del circuito primario, etc.) se ha estimado un presupuesto aproximado de 2.500 €.

IV. Presupuesto del sistema de generación de ACS por energía solar						
Tipo de elemento	Elemento de la instalación	Fabricante	Modelo / Subtipo comercial	Precio unitario [€/u]	Cantidad	Precio total [€]
<b>Captadores solares</b>	Captador de posición vertical	VAILLANT	VFK 145 V	820	10	8.200
<b>Acumulador ACS</b>	Acumulador acero inoxidable 1.500 L	VAILLANT	VIH 1500 X	8.857	1	8.857
<b>Circuito primario de acero inoxidable y otros elementos de la instalación (Vaso de expansión, etc.)</b>	Precio estimado orientativo	VAILLANT	-	2.500	1	2.500
<b>Subtotal</b>						19.557,00

Tabla H.4. Presupuesto del sistema de generación de ACS [Elaboración propia]

## H.5. Presupuesto del sistema telemático de contadores

En la Tabla H.5 se resume el presupuesto del sistema telemático de contadores.

V. Presupuesto del sistema telemático de contadores						
Elemento de la instalación	Dim.	Fabricante	Modelo / Subtipo comercial	Precio unitario [€/u]	Cantidad	Precio total [€]
<b>Contador pre-equipado para emisor electrónico</b>	Ø16	COHISA	Modelo TAGUS para ACS	50,57	1	50,57
	Ø20	COHISA		63,34	25	1.583,5
	Ø25	COHISA	Modelo MST para AFS	97,8	3	293,4
	Ø50	COHISA		438,38	1	438,38
	Ø16	COHISA	Modelo COMBI para AFS	52,62	24	1.262,88
	Ø20	COHISA		62,88	24	1.509,12
<b>Emisor REED</b>	-	COHISA	Emisor REED para MST y TAGUS	22,45	30	673,5
	-	COHISA	Emisor REED para COMBI	34,91	48	1.675,68
<b>Interfase M-BUS LINE</b>	-	COHISA	Conexiones red <i>Zigbee</i>	1.514,56	1	1.514,56
<b>Kit Modem GSM</b>	-	COHISA	Para sistema M-BUS	1.530	1	1.530
<b>Subtotal</b>						10.531,59

Tabla H.5. Presupuesto del sistema telemático de contadores [Elaboración propia]



## H.6. Presupuesto de tuberías necesarias para la instalación de fontanería

En la Tabla H.6 se resume el presupuesto de las tuberías necesarias para la fontanería.

VI. Presupuesto de tuberías necesarias para la instalación de fontanería					
Diámetro comercial del tubo [mm]	Material	Fabricante	Precio unitario [€/m]	Longitud necesaria [m]	Precio [€]
Ø16 x 1,8	Multicapa (PE, AL, PE-X)	MULTITUBO SYSTEMS	2,68	502,4	1.346,43
Ø18 x 2	Multicapa (PE, AL, PE-X)	MULTITUBO SYSTEMS	3,16	142,8	451,25
Ø20 x 2,25	Multicapa (PE, AL, PE-X)	MULTITUBO SYSTEMS	3,56	656,9	2.338,56
Ø25 x 2,5	Multicapa (PE, AL, PE-X)	MULTITUBO SYSTEMS	4,29	81,35	348,99
Ø32 x 3	Multicapa (PE, AL, PE-X)	MULTITUBO SYSTEMS	6,52	52,45	341,97
Ø40 x 4	Multicapa (PE, AL, PE-X)	MULTITUBO SYSTEMS	9,65	0,8	7,72
Ø50 x 4,5	Multicapa (PE, AL, PE-X)	MULTITUBO SYSTEMS	14,53	13,1	190,34
Ø75 x 7,5	Multicapa (PE, AL, PE-X)	MULTITUBO SYSTEMS	45,2	0,75	33,90
<b>Subtotal</b>					5.059,17

Tabla H.6. Presupuesto de las tuberías de fontanería [Elaboración propia]

## H.7. Presupuesto de tuberías necesarias para la instalación de saneamiento

En la Tabla H.7 se resume el presupuesto de las tuberías necesarias para el saneamiento.

VII. Presupuesto de tuberías necesarias para la instalación de saneamiento					
Diámetro comercial del tubo [mm]	Material	Marca comercial	Precio unitario [€/m]	Longitud necesaria [m]	Precio [€]
Ø32 x 1,8	Polipropileno	POLO-KAL NG	4,95	7,2	35,64
Ø40 x 1,8	Polipropileno	POLO-KAL NG	4,95	37,2	184,14
Ø50 x 2	Polipropileno	POLO-KAL NG	4,95	151,8	751,41
Ø75 x 2,6	Polipropileno	POLO-KAL NG	8,38	114,1	956,16
Ø90 x 3	Polipropileno	POLO-KAL NG	12,99	68,55	890,46
Ø110 x 3,4	Polipropileno	POLO-KAL NG	14,08	48,45	682,18
<b>Subtotal</b>					3.499,99

Tabla H.7. Presupuesto de las tuberías de saneamiento [Elaboración propia]



## H.8. Presupuesto de accesorios necesarios para la instalación de fontanería

En la Tabla H.8 se resume el presupuesto de los accesorios necesarios para realizar la instalación de fontanería. Debido a la gran cantidad de accesorios la Tabla H.8 ocupa varias páginas.

VIII. Presupuesto de accesorios necesarios para la instalación de fontanería							
Accesorio	Dimensión [mm]	Material	Fabricante	Modelo / Subtipo comercial	Precio unitario [€/u]	Cantidad	Precio total [€]
<b>Codo a 90º</b>	Ø16 x 2	Latón estañado	MULTITUBO SYSTEMS	Accesorio MULTITUBO MC	3,38	193	652,34
	Ø18 x 2	Latón estañado	MULTITUBO SYSTEMS	Accesorio MULTITUBO MC	4,23	51	215,73
	Ø20 x 2,25	Latón estañado	MULTITUBO SYSTEMS	Accesorio MULTITUBO MC	4,67	227	1.060,1
	Ø25 x 2,5	Latón estañado	MULTITUBO SYSTEMS	Accesorio MULTITUBO MC	7,49	7	52,43
	Ø32 x 3	Latón estañado	MULTITUBO SYSTEMS	Accesorio MULTITUBO MC	11,73	3	35,19
	Ø50 x 4,5	Latón estañado	MULTITUBO SYSTEMS	Accesorio MULTITUBO MC	31,15	2	62,3
<b>Te igual</b>	Ø16 x 2	Latón estañado	MULTITUBO SYSTEMS	Accesorio MULTITUBO MC	4,8	48	230,4
	Ø20 x 2,25	Latón estañado	MULTITUBO SYSTEMS	Accesorio MULTITUBO MC	5,77	22	126,94
<b>Te reducida</b>	Ø18 x 2,00 - Ø16 x 2,00 - Ø16 x 2,00	Latón estañado	MULTITUBO SYSTEMS	Accesorio MULTITUBO MC	5,47	27	147,69
	Ø18 x 2,00 - Ø18 x 2,00 - Ø16 x 2,00	Latón estañado	MULTITUBO SYSTEMS	Accesorio MULTITUBO MC	5,9	4	23,6
	Ø20 x 2,25 - Ø18 x 2,00 - Ø18 x 2,00	Latón estañado	MULTITUBO SYSTEMS	Accesorio MULTITUBO MC	6,71	1	6,71
	Ø20 x 2,25 -	Latón	MULTITUBO	Accesorio	6,71	24	161,04



VIII. Presupuesto de accesorios necesarios para la instalación de fontanería							
Accesorio	Dimensión [mm]	Material	Fabricante	Modelo / Subtipo comercial	Precio unitario [€/u]	Cantidad	Precio total [€]
<b>Te reducida</b>	Ø18 x 2,00 - Ø20 x 2,00	estañado	SYSTEMS	MULTITUBO MC			
	Ø20 x 2,25 - Ø16 x 2,00 - Ø20 x 2,25	Latón estañado	MULTITUBO SYSTEMS	Accesorio MULTITUBO MC	5,69	49	278,81
	Ø25 x 2,5 - Ø20 x 2,25 - Ø20 x 2,25	Latón estañado	MULTITUBO SYSTEMS	Accesorio MULTITUBO MC	9,74	26	253,24
	Ø25 x 2,50 - Ø20 x 2,25 - Ø25 x 2,50	Latón estañado	MULTITUBO SYSTEMS	Accesorio MULTITUBO MC	9,28	9	83,52
	Ø32 x 3 - Ø20 x 2,25 - Ø32 x 3	Latón estañado	MULTITUBO SYSTEMS	Accesorio MULTITUBO MC	17,75	9	159,75
	Ø32 x 3 - Ø25 x 2,5 - Ø25 x 2,5	Latón estañado	MULTITUBO SYSTEMS	Accesorio MULTITUBO MC	17,75	3	53,25
	Ø32 x 3,00 - Ø25 x 2,50 - Ø32 x 3,00	Latón estañado	MULTITUBO SYSTEMS	Accesorio MULTITUBO MC	17,75	1	17,75
	Ø50 x 4,50 - Ø25 x 2,50 - Ø50 x 4,50	Latón estañado	MULTITUBO SYSTEMS	Accesorio MULTITUBO MC	37,23	1	37,23
	Ø50 x 4,5 - Ø32 x 3 - Ø50 x 4,5	Latón estañado	MULTITUBO SYSTEMS	Accesorio MULTITUBO MC	44,88	3	134,64
	Ø75 x 7,5 - Ø50 x 4,5 - Ø75 x 7,5	Latón estañado	MULTITUBO SYSTEMS	Accesorio MULTITUBO MC	136,7	1	136,7
<b>Manguito reducido</b>	Ø18 x 2 - Ø16 x 2	Latón estañado	MULTITUBO SYSTEMS	Accesorio MULTITUBO MC	3,87	1	3,87
	Ø20 x 2,25 - Ø18 x 2	Latón estañado	MULTITUBO SYSTEMS	Accesorio MULTITUBO MC	4,79	2	9,58
	Ø25 x 2,5 - Ø20 x 2,25	Latón estañado	MULTITUBO SYSTEMS	Accesorio MULTITUBO MC	6,57	3	19,71
	Ø40 x 4 - Ø32 x 3	Latón estañado	MULTITUBO SYSTEMS	Accesorio MULTITUBO MC	22,78	1	22,78
	Ø50 x 4,5 -	Latón	MULTITUBO	Accesorio	32,18	1	32,18



VIII. Presupuesto de accesorios necesarios para la instalación de fontanería							
Accesorio	Dimensión [mm]	Material	Fabricante	Modelo / Subtipo comercial	Precio unitario [€/u]	Cantidad	Precio total [€]
Manguito reducido	Ø40 x 4	estañado	SYSTEMS	MULTITUBO MC			
	Ø75 x 7,5 - Ø50 x 4,5	Latón estañado	MULTITUBO SYSTEMS	Accesorio MULTITUBO MC	73,55	1	73,55
Electroválvula flotador	Ø25	-	COMEVAL	Control nivel por flotador	177,59	2	355,18
	Ø50	-	COMEVAL	Control nivel por flotador	186,94	1	186,94
Llave de paso	Ø16	Latón cromado	IMTERSA	Válvula esfera serie pesada	5,68	273	1.550,6
	Ø18	Latón cromado	IMTERSA	Válvula esfera serie pesada	8,19	28	229,32
	Ø20	Latón cromado	IMTERSA	Válvula esfera serie pesada	8,19	281	2.301,4
	Ø25	Latón cromado	IMTERSA	Válvula esfera serie pesada	11,53	10	115,3
	Ø32	Latón cromado	IMTERSA	Válvula esfera serie pesada	20,97	4	83,88
	Ø50	Latón cromado	IMTERSA	Válvula esfera serie pesada	50,04	3	150,12
Grifo de comprobación y vaciado	Ø16	Latón cromado	IMTERSA	Grifo de vaciado	5,68	25	142
	Ø18	Latón cromado	IMTERSA	Grifo de vaciado	8,19	4	32,76
	Ø20	Latón cromado	IMTERSA	Grifo de vaciado	8,19	49	401,31
	Ø25	Latón cromado	IMTERSA	Grifo de vaciado	11,53	7	80,71
	Ø32	Latón cromado	IMTERSA	Grifo de vaciado	20,97	3	62,91
	Ø50	Latón cromado	IMTERSA	Grifo de vaciado	50,04	1	50,04
Válvula de retención - antirretorno	Ø16	Latón	IMTERSA	Válvula de retención muelle	4,28	25	107
	Ø18	Latón	IMTERSA	Válvula de retención muelle	4,93	4	19,72
	Ø20	Latón	IMTERSA	Válvula de retención	4,93	49	241,57



VIII. Presupuesto de accesorios necesarios para la instalación de fontanería							
Accesorio	Dimensión [mm]	Material	Fabricante	Modelo / Subtipo comercial	Precio unitario [€/u]	Cantidad	Precio total [€]
Válvula de retención - antirretorno				muelle			
	Ø25	Latón	IMTERSA	Válvula de retención muelle	6,74	7	47,18
	Ø32	Latón	IMTERSA	Válvula de retención muelle	10,7	3	32,1
	Ø50	Latón	IMTERSA	Válvula de retención muelle	23,68	1	23,68
Dispositivo antiariete	Ø16	Latón	IMTERSA	Dispositivo antiariete	28,88	3	86,64
	Ø20	Latón	IMTERSA	Dispositivo antiariete	43,53	3	130,59
	Ø25	Latón	IMTERSA	Dispositivo antiariete	49,75	3	149,25
Válvula limitadora de presión	Ø25	Latón	IMTERSA	Válvula reductora presión	49,75	1	49,75
	Ø32	Latón	IMTERSA	Válvula reductora presión	105,99	1	105,99
	Ø50	Latón	IMTERSA	Válvula reductora presión	176,98	1	176,98
<b>Subtotal</b>							11.003,97

**Tabla H.8.** Presupuesto de los accesorios de fontanería [Elaboración propia]



## H.9. Presupuesto de accesorios para la instalación de saneamiento

En la Tabla H.9 se resume el presupuesto de los accesorios necesarios para realizar la instalación de saneamiento.

IX. Presupuesto de accesorios necesarios para la instalación de saneamiento							
Accesorio	Dimensiones [mm]	Material	Fabricante	Modelo / Subtipo comercial	Precio unitario [€/u]	Cantidad	Precio total [€]
<b>Codo a 87,5°</b>	Ø40	Polipropileno	POLO-KAL NG	Codo NG 87,5°	2,06	24	49,44
	Ø50	Polipropileno	POLO-KAL NG	Codo NG 87,5°	2,75	3	8,25
	Ø75	Polipropileno	POLO-KAL NG	Codo NG 87,5°	5,63	6	33,78
	Ø90	Polipropileno	POLO-KAL NG	Codo NG 87,5°	5,98	2	11,96
	Ø110	Polipropileno	POLO-KAL NG	Codo NG 87,5°	6,16	4	24,64
<b>Derivación 87,5°</b>	Ø75	Polipropileno	POLO-KAL NG	Derivación NG 87,5°	7,7	2	15,4
	Ø90	Polipropileno	POLO-KAL NG	Derivación NG 87,5°	11,88	4	47,52
	Ø50 - Ø32	Polipropileno	POLO-KAL NG	Derivación NG 87,5°	5,63	24	135,12
	Ø75 - Ø50	Polipropileno	POLO-KAL NG	Derivación NG 87,5°	7,7	72	554,4
	Ø90 - Ø75	Polipropileno	POLO-KAL NG	Derivación NG 87,5°	11,88	1	11,88
	Ø110 - Ø50	Polipropileno	POLO-KAL NG	Derivación NG 87,5°	12,91	27	348,57
	Ø110 - Ø75	Polipropileno	POLO-KAL NG	Derivación NG 87,5°	13,05	3	39,15
<b>Reducción NG</b>	Ø50 - Ø40	Polipropileno	POLO-KAL NG	Reducción NG	3,16	72	227,52
	Ø90 - Ø75	Polipropileno	POLO-KAL NG	Reducción NG	5,57	2	11,14
	Ø110 - Ø50	Polipropileno	POLO-KAL NG	Reducción NG	6,04	3	18,12
	Ø110 - Ø75	Polipropileno	POLO-KAL NG	Reducción NG	6,04	1	6,04
<b>Sifón doble (fregaderos)</b>	-	Polipropileno	BOIRA	M-211	6,77	24	162,48
<b>Sifón simple (con toma para lavavajillas)</b>	-	Polipropileno	BOIRA	M-113	2,33	24	55,92
<b>Sifón curvo (WC)</b>	-	Polipropileno	BOIRA	M-125	1,8	24	43,2
<b>Sifón simple (Bañera y lavamanos)</b>	-	Polipropileno	BOIRA	M-129	1,8	48	86,4
<b>Caldereta sifónica</b>	200 x 200 / Ø90	PVC - PP	ROGUI	Caldereta sifónica	9,38	4	37,52
<b>Sumidero sifónico</b>	150 x 150 / Ø75	PVC - PP	ROGUI	Sumidero sifónico	2,89	3	8,67
						<b>Subtotal</b>	1.950,17

Tabla H.9. Presupuesto de los accesorios de saneamiento [Elaboración propia]



## H.10. Presupuesto de mano de obra y recursos humanos para la ejecución del proyecto

En la Tabla H.10 se resume el presupuesto de los recursos humanos para la realización del proyecto. La instalación de los sistemas de reciclaje de aguas grises, reaprovechamiento de aguas pluviales y generación de ACS por energía solar no se ha contabilizado, ya que las empresas instaladoras incluyen la instalación en el precio de los sistemas.

Los honorarios de fontanería se han calculado en función del número de viviendas, siendo el precio de fontanería de 350 €/vivienda, y se asigna el tiempo de una jornada de trabajo a la instalación de fontanería y saneamiento de cada vivienda.

X. Presupuesto de mano de obra y recursos humanos para el proyecto						
Concepto	Elemento de la instalación	Empresa a cargo	Condiciones	Precio unitario [€/h] [€/vivienda]	Cantidad	Precio total [€]
Honorarios de los instaladores de sistemas	Sistema de reciclaje de aguas grises	TOTAGUA	El transporte y la instalación vienen incluidos en el precio del sistema.	0	1	0
	Sistema de aprovechamiento de aguas pluviales	REMOSA	El transporte y la instalación vienen incluidos en el precio del sistema.	0	1	0
	Sistema de ACS por energía solar	VAILLANT	El transporte y la instalación vienen incluidos en el precio del sistema.	0	1	0
Honorarios de fontanería	Instalación de fontanería del edificio	-	Se prevén 8 horas de trabajo y 350 € por cada vivienda	350	24	8.400
<b>Subtotal</b>						8.400,00

**Tabla H.10.** Presupuesto de los recursos humanos para el proyecto [Elaboración propia]



## I. Tarifas y fichas técnicas de los sistemas

Se facilitan las fichas técnicas y las tarifas de los elementos de la instalación. La mayoría de información proviene de los catálogos comerciales de los fabricantes.

### I.1. Grifería, aparatos sanitarios, electrodomésticos

La Fig. I.1 muestra el modelo que se ha elegido de lavadora para la lavandería comunitaria. Habrá un total de 8 lavadoras. La lavadora es bitérmica, lo que significa que tiene toma para ACS (generada mediante energía solar).



<p><b>WM14S742EE</b> EAN: 4242003479209 Blanco</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Consumo energético 30% menor que clase A</li> <li>Capacidad de carga: 8 kg</li> <li>Velocidad máx. de centrifugado: 1.400 r.p.m.</li> <li>Volumen del tambor: 65 litros</li> <li>Motor iQdrive™</li> <li>antiVibration System</li> <li>varioPerfect: speedPerfect y ecoPerfect</li> <li>Función antiManchas automático: 16 clases</li> <li>Tambor varioSoft™</li> <li>aquaSensor, flowSensor y 3D Sensor</li> <li>aquaStop</li> <li>Cajón dispensador autolimpiante</li> <li>Señal acústica de fin de programa</li> <li>Display de cristal líquido multifunción</li> <li>Programación de fin diferido de hasta 24 horas e indicación de tiempo restante</li> <li>Programas: camisas/business, express 15 min, microfibras y mix</li> <li>Función pausa+carga: interrupción y apertura inmediata para carga adicional</li> <li>Bloqueo de seguridad para niños</li> <li>Consumos/duración*: 1,03 kWh/56 l/205 min</li> </ul>	<p>Precio referencia 1.075 € Coste reciclado 5 € Precio ref. total 1.080 €</p>
---	--



**Fig. I.1.** Lavadora bitérmica Siemens de 8 kg de carga  
[<http://www.siemens-home.es>, 14 de mayo de 2010]

La Fig. I.2 muestra el modelo de lavavajillas que se instala en cada una de las 24 viviendas.



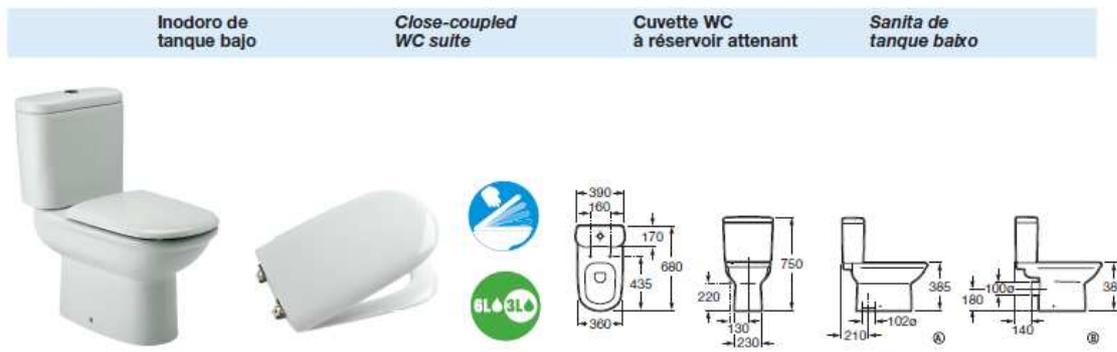
<p><b>SK26E200EU</b> EAN: 4242003460887 Blanco</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>aquaSensor: 1 programa automático</li> <li>Control mediante mando giratorio</li> <li>Display digital</li> <li>6 ciclos de lavado</li> <li>varioSpeed, extraSecado</li> <li>cristalProtection®: aquaMix, aquaVario</li> <li>Función "todo en 1"</li> <li>Capacidad: 6 servicios</li> <li>Apoyo para tazas</li> <li>52 dB (re 1 pw)</li> <li>aquaSafe</li> <li>Cuba mixta de acero inoxidable con base Polinox®</li> <li>solarTherm: conexión a toma de agua caliente</li> <li>Consumos/duración*: 0,63 kWh/7 l/160 min</li> </ul>	<p>speedMatic</p> <p>Precio referencia 450 € Coste reciclado 5 € Precio ref. total 455 €</p>
--	--



**Fig. I.2.** Lavavajillas compacto bitérmico Siemens  
[<http://www.siemens-home.es>, 14 de mayo de 2010]

La Fig. I.3 enseña el precio y las dimensiones de los modelos de aparatos sanitarios y fregadero que se han elegido para la cocina y el cuarto de baño.





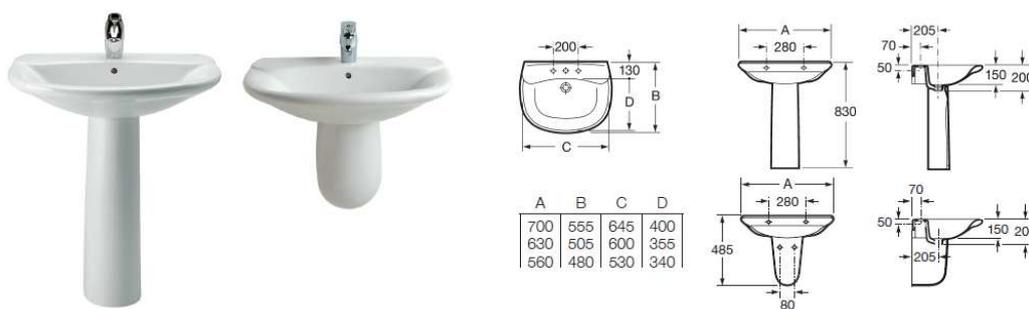
Descripción de producto	Acabado	m2	Cajas	Precio Ud.	Ud.
▶ Girald Taza para Cisterna Baja S/H	P Blanco			110,45	1
▶ Giralda Cisterna Doble Pulsador 3/6L	P Blanco			125,08	1
▶ Giralda Asiento y Tapa Caída Amortiguada	AT Aguamar			96,17	1

### Chef-2



Descripción de producto	Acabado	m2	Cajas	Precio Ud.	Ud.
▶ Chef-2 940x490 2 Cubetas+1 Recogedor	Silacryl Beige Teneré			336,30	1
▶ Kit Desague Automático Chef	Cromado			34,10	1
▶ Chef y Jockey Cesta Escurridor oEscurreplatos	Complementos			55,93	1
▶ Chef y Jockey Tabla de Trabajo	Complementos			120,36	1
▶ Amura Mezclador Exterior Fregadero Caño Giratorio	Amura Cromado			237,18	1

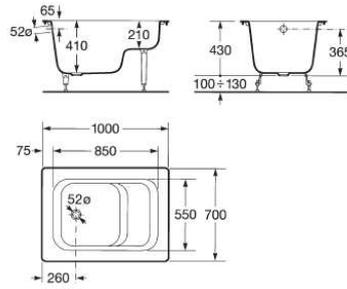
### Lavabo para pedestal o semipedestal    Wash-basin for pedestal or semi-pedestal    Lavabo pour colonne ou semi-colonne    Lavatório para coluna ou semi-coluna



Descripción de producto	Acabado	m2	Cajas	Precio Ud.	Ud.
▶ Giralda Lavabo 560x480 c/Semi Pedestal	P Blanco			67,14	1
▶ Amura Mezclador Exterior Lavabo c/Desague Automático	Amura Cromado			215,94	1
▶ Sifón Botella para Lavabos Tubo 250	Cromado			28,32	1
▶ Giralda Semi Pedestal	P Blanco			44,13	1



### Bañaseo



Descripción de producto	Acabado	m2	Cajas	Precio Ud.
▶  Bañaseo 1000x700	001 Blanco Cromado			279,66

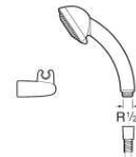
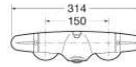
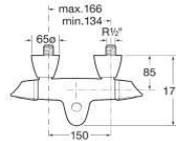
### Amura

Grifería para baño y ducha

Bath-shower mixers

Robinetterie pour bain-douche

Torneira para banho e duche



Descripción de producto	Acabado	m2	Cajas	Precio Ud.	Ud.
▶  Amura Mezclador Empotrable 1/2 Baño-Ducha	Amura Cromado			178,18	1

Fig. I.3. Fregadero y aparatos sanitarios del baño  
[<http://www.roca.com.es/>, 17 de mayo de 2010]



De ROCA se instala el grifo mezclador del bañaseo, pero el teléfono de la ducha ser un CADET MULTISHOWER, que se muestra en la Fig. I.4.

**DISPOSITIVOS AHORRADORES DE AGUA**

## ECO-Ducha CADET MULTISHOWER Antical



**Tipo de Dispositivo:** Grifería  
**Aplicación:** Hoteles, viviendas...  
**Descripción elemento:**  
 ECO-Ducha MULTISHOWER **Antical** tipo teléfono Plástico ABS cromado o blanco **Súper-Reforzado y ligero** (no daña la bañera)

**Marca:** MULTISHOWER  
**Fabricante:**  
**Nombre Comercial:** MULTISHOWER

Instalación y Mantenimiento **Modelos universales: 1/2"** Modelos universales: 1/2" **res del Consumo de Agua – Aquanature System**  
**EXCLUSIVA MULTISHOWER España.**

**Instalación y Mantenimiento:** Modelos universales: 1/2" No requiere mantenimiento.  
**Coste aproximado:** Modelo Cadet: 23,00 euros  
**AHORRO respecto a sistema tradicional:** +- 50 % en función del caudal de las instalaciones.  
**Sin pérdida de confort. Max. 9 Litros / Minuto.**

**Correo Electrónico:** [info@multishowerspain.com](mailto:info@multishowerspain.com)  
**Página web:** [www.multishowerspain.com](http://www.multishowerspain.com)

**Otra información relevante, Observaciones:**

ECO-Ducha MULTISHOWER Antical reduce el consumo **sin disminuir la presión** a la entrada de la ducha; sólo estrecha parcialmente el caudal para sacarle un mayor rendimiento. La salida centralizada del agua evita al 100 % la incrustación de cal por el tamaño importante de su agujero. 3 posiciones: Lluvia, lluvia fina y masaje. NO MEZCLA AIRE.

**Fig. I.4.** Ecoducha CADET MULTISHOWER  
 [http://www.multishower.org/, 15 de junio de 2010]



La Fig. I.5 muestra la ficha técnica, el precio de compra y un tríptico comercial del calentador instantáneo JUNKERS, que apoya al sistema solar de generación de ACS en cada vivienda. También se da el presupuesto de la otra alternativa estudiada (VAILLANT).

### Calentadores termostáticos

Aprovechar la energía del sol.



La utilización de la energía solar para el apoyo en la producción de agua caliente sanitaria es una tendencia creciente en nuestro país.

Esta técnica exige un aparato de apoyo para dar el servicio que el sol no puede proporcionar. Si este aparato es de producción instantánea, como por ejemplo un calentador, es necesario que esté diseñado para su utilización con agua precalentada por sistemas solares, y que sea capaz de aportar sólo la energía que los captadores solares no puedan proporcionar.

Tanto los modelos Celsius y CelsiusPlus de cámara de combustión estanca, como los modelos WRS de cámara abierta están preparados para poder trabajar con agua precalentada con garantías de funcionamiento.

Aparatos modulantes termostáticos (WRS). Temperatura constante independientemente del caudal elegido y de la temperatura de entrada del agua.

- Modelos disponibles para caudales de 13 y 16 l/min., para todos los tipos de gas.
- Los calentadores termostáticos de Junkers, son capaces de modificar su potencia dependiendo de la temperatura del agua de entrada en el aparato. Esto posibilita la instalación directa con sistema de precalentamiento, dado que el aparato, dependiendo de la temperatura, utiliza un régimen de llama u otro. Podemos distinguir dos formas de funcionamiento:

1. Si la temperatura de entrada está por debajo de los 60°C el aparato modulará hasta alcanzarla.
2. Si la temperatura de entrada es igual o superior a 60°C el aparato no entrará en funcionamiento.

### Kit solar

Compatibilidad con Sistemas Solares.

Junkers no sólo ofrece componentes sino soluciones completas. Los kits solares son una muestra de ello. Son la solución ideal para rentabilizar un sistema solar por su versatilidad y simplicidad de instalación y utilización cuando se desea conectar a calentadores a gas.

Con el kit solar de Junkers, cualquier calentador o caldera mural de agua caliente sanitaria convencional puede funcionar junto con el sistema solar. Su sencilla constitución se refleja en la facilidad de instalación, uso del aparato y mantenimiento.

Compuesto por dos válvulas mezcladoras asegura un funcionamiento sencillo. Cuando el agua proveniente del sistema solar no alcanza los 45° C, el sistema permite que esta misma agua pase por el calentador para que suministre la energía necesaria para alcanzar el confort deseado.

Cuando la temperatura deseada es alcanzada, el kit también es el responsable de hacer la mezcla para asegurar el confort en agua caliente y aumentar el caudal de a.c.s. Cuando la

temperatura del agua que proviene del sistema solar es superior a 45° C, el kit solar hace un by-pass al calentador y el cliente puede disfrutar del confort de trabajar con sistemas de agua acumulada.



**WRS...K**  
WRS 325 K (755 x 400 x 220)  
WRS 400 K (755 x 460 x 220)

**Instalaciones**

Calentamiento directo con bomba y depósito intercambiador.

Calentamiento directo con utilización de sistema termostático.

Inicio > Agua Caliente > Calentador > De 13 a 18 L/M > CALENTADOR JUNKERS 16L WRS400K ENERGIA SOLAR

CALENTADOR JUNKERS 16L WRS400K ENERGIA SOLAR



**WRS 400 K:** Caudal de 16 l/min.. Dimensiones: 755 mm. (alto), 460 mm. (ancho), 220 mm. (fondo). Disponible para gas natural o butano/propano.

[Más detalles](#)

**¡PRECIO REBAJADO!**  
**447,53 € IVA incl.**

~~456,66 € IVA incl.~~  
(rebajado por 2 %)

Seleccione tipo de gas :

Cantidad:

Disponibilidad: En stock

[Añadir a la cesta](#)

[Añadir a mi lista](#)





Compatible con solar



### Termostáticos

MODELO		Termostáticos	
		WRS 325 T	WRS 400 T
<b>Potencia</b>			
Potencia útil nominal	kW	22,7	27,9
Carga térmica nominal	kW	26,3	32,1
Potencia útil mínima	kW	7	7
Carga térmica mínima	kW	8,1	8,1
Encendido		Manual	Manual
Modulación		Termostática	Termostática
<b>Valores de la conexión de gas</b>			
Presión dinámica gas natural	mbar	20	20
Presión dinámica gas GLP (G30/31)	mbar	28/37	28/37
Consumo gas natural (PCI = 31,2 MJ/m³)	m³/h	2,8	3,4
Consumo gas GLP (PCI = 46 MJ/kg)	kg/h	2,1	2,5
Número de inyectores		14	18
<b>Conexión eléctrica</b>			
Tensión	Vac	-	-
Baterías 1,5 Vcc		-	-
<b>Agua</b>			
Presión máxima de uso	bar	12	12
Caudal Δt=50°C	l/min	2 - 8,5	2 - 8
Presión mín. de uso a 2l/min.	bar	0,2	0,2
Presión mín. de uso 50°C potencia máxima	bar	-	-
Caudal prefijado de fábrica a 2,5 bar	l/min	7	8,5
Caudal máximo	bar	13	16
Presión mínima de uso a caudal máximo	bar	1	1,2

Calentadores de agua a gas SERIE PERFORMANCE

-  Máximo confort de ACS Mod. termostática electrónica
-  Encendido electrónico a 220V
-  Cámara estanca (turboMAG)
-  Termostato de seguridad
-  Display digital
-  Serpentin protegido mediante Supral

 Preparados para funcionar como apoyo directo de instalación solar



atmoMAG 16: 798 x 450 x 365 mm  
 turboMAG 14: 682 x 352 x 266 mm  
 turboMAG 17: 741 x 410 x 323 mm

Módulo	Caudal nominal (l/min)	Potencia útil (kW)	Presión min/max (bar)	Caudal de ACS (l/min)	Rend. %	Peso (kg)	Homologación CE	Incluye	Tipo de gas	Ref.	€
<b>atmoMAG Electrónico termostático. Cámara abierta</b>											
atmoMAG ES 16-0/O XE	16	8,3 - 28	0,2-13	2,2-16	88	25,4	1312B03952	-	B	311 493	<b>818,00</b>
								-	H	311 492	
<b>turboMAG Electrónico termostático. Cámara estanca</b>											
turboMAG ES 11-2/O E	11	8,6 - 19,5	0,2-13	2,2-11	87	21,4	1312BP4018	-	B	311 441	<b>730,00</b>
								-	H	311 440	
								kit horizont. 303 845	B	251 1441	<b>777,00</b>
								kit horizont. 303 845	H	251 1440	
turboMAG ES 14-2/O E	14	8,6 - 23,7	0,2-13	2,2-14	88	21,4	1312BP4018	-	B	311 443	<b>765,00</b>
								-	H	311 442	
								kit horizont. 303 845	B	251 1443	<b>812,00</b>
								kit horizont. 303 845	H	251 1442	
turboMAG ES 17-2/O E	17	8,6 - 29	0,2-13	2,2-17	89	24,2	1312B03978	-	B	311 445	<b>880,00</b>
								-	H	311 444	
								kit horizont. 303 845	B	251 1445	<b>927,00</b>
								kit horizont. 303 845	H	251 1444	

Fig. I.5. Calentadores instantáneos a gas estancos JUNKERS y VAILLANT

[http://www.junkers.com/, 18 de mayo de 2010] [http://www.vaillant.es/, 11 de junio de 2010]



## I.2. Sistemas de reciclaje y reutilización de aguas

La Fig. I.6 muestra la ficha técnica, el precio y otra información del ECOCICLE 80-50.



Modelo	Habitantes uds	Ø Diámetro mm	Longitud mm	Volumen lts
ECOCICLE 80-20	20	1.600	2.500	5.000
<b>ECOCICLE 80-50</b>	<b>50</b>	<b>1.600/2.000</b>	<b>5.614/3504</b>	<b>10.000</b>
ECOCICLE 80-100	100	2.000/2.500	6.500/4.465	20.000
<b>ECOCICLE 80-150</b>	<b>150</b>	<b>2.500</b>	<b>6.525</b>	<b>30.000</b>
ECOCICLE 80-200	200	2.500	6.650	40.000

- \* Para comunidades mayores de 150 habitantes, contactar con Totagua.
- \*\* A este equipo se le puede añadir un tanque de recogida de aguas pluviales.
- \*\*\* Los equipos de 50 a 200 habitantes son equipos compactos.  
A partir de 200 habitantes módulos independientes

MODELOS ECOCICLE	ecocicle 80	ecocicle 176	ecocicle MBR
PROCEDENCIA DE LAS AGUAS (lts /hab. /día)	5 L, 75 L	75 L, 5 L, 24 L, 20 L, 22 L	75 L, 5 L, 24 L, 20 L, 22 L, 54 L
REUTILIZACION DE LAS AGUAS (lts /hab. /día)	WC o Irrigación	Irrigación + WC o Irrigación	Irrigación





**APORTACION AGUAS GRISES (diaria)**

Ducha diaria	75 litros/persona/día
Lavabos	5 litros/persona/día
Caudal aportación máxima por persona	80 litros/persona/día

**NECESIDADES**

Número habitantes	50 personas
Aportación de agua	80 litros/persona/día
Caudal total estimado	4.000 litros / día

**PRODUCCION AGUA GRIS DIARIA**

Aportación aguas grises	4.000 litros
Limpieza filtros y purgas de lodos -10%	400 litros
<b>Ecocicle 80/50</b>	<b>10.000 litros totales</b>

DESCRIPCIÓN	REUTILIZACION GRISES PARA WC
REFERENCIA	ECOCICLE 80/50
UNIDADES	1
<b>PRECIO NETO</b>	<b>13.990,00 €</b>

*Precios IVA incluido.*

*El precio incluye el transporte y la instalación en la Península (no la descarga).*

*No se incluyen excavaciones ni obra civil, sí la entrega de planos.*

**Fig. I.6.** Características y precio del ECOCICLE 80 - 50  
 [http://www.totagua.com/, 23 de mayo de 2010]



La Fig. I.7 muestra las dimensiones y el precio del depósito de almacenamiento de aguas pluviales DRP 20.000 FE.

REFERENCIA	VOLUMEN lts.	D mm	L mm	Ø BOCA ACCESO mm	Ø TUBERÍAS mm	PESO APROX. Kg	PVP €
DRP 15.000 FE	15.000	2.000	5.290	410 (2)	110	706	6.300
DRP 20.000 FE	20.000	2.350	5.140	410 (2)	110	806	7.300
DRP 25.000 FE	25.000	2.350	6.300	410 (2)	110	906	8.400
DRP 30.000 FE	30.000	2.500	6.650	410 (2)	110	1.406	9.400
DRP 40.000 FE	40.000	2.500	8.700	410 (2)	110	1.706	11.400

**Fig. I.7.** Características del depósito de almacenamiento de aguas pluviales  
[http://www.regeneraciondeaguas.com/, 16 de enero de 2010]

La Fig. I.8 muestra las características técnicas y precio de la lámpara de desinfección UV.

Inicio » Detalles



Enviar por e-mail Imprimir ficha

CESTA DE LA COMPRA

unidades 0  
total 0,00 €

**Esterilizador ultravioleta UV-16**  
Esterilizador de agua mediante radiación U.V. para la esterilización de pequeños y medianos caudales - 0,6 m<sup>3</sup>/h de caudal nominal - 3/8" de conexión - 16 W de potencia

**Garantía:** 2 años

**529,44 €**  
(IVA no incluido)

Añadir a la cesta

Esterilizadores de agua mediante radiación U.V. para la esterilización de pequeños y medianos caudales.

1. Cámara de radiación en acero inoxidable AISI-304 en los modelos UV 12, B, D y en AISI-316 en los modelos E y F.
2. Electro pulido exterior en los modelos D,E y F.
3. 2 posibles módulos de control electrónico:
  1. Estándar - con sistema de aviso óptico y acústico de fallo en la lámpara. Timer y aviso sustitución lámpara. Contacto seco control E.V. externa (cable opcional). En los modelos UV12 y B algunas funciones no son disponibles.
  2. PLUS - Adicionalmente incorpora un monitor de intensidad UV.
4. Vida útil de la lámpara 7.500 horas.
5. Presión máxima de trabajo 9 bar.
6. Amplia tolerancia en la alimentación eléctrica.
7. Modelo UV12 - 220V
8. Modelo B - 190-265V
9. Modelo D,E,F - 90-265V

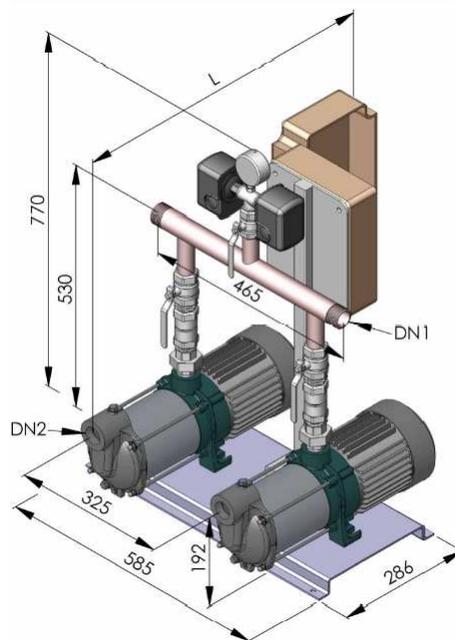
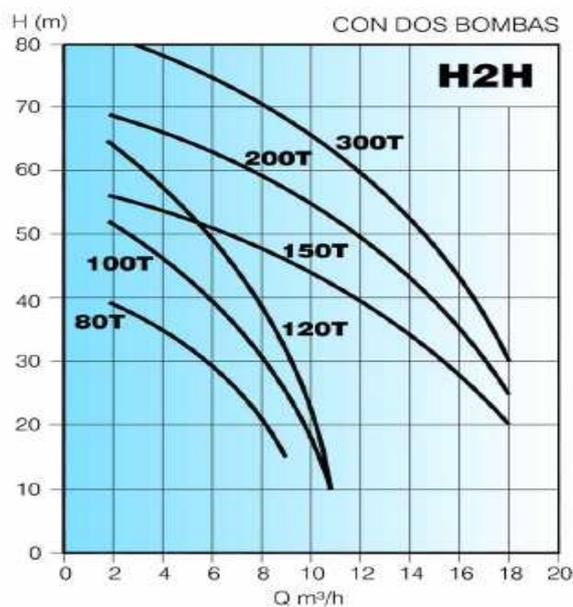
En la elección del modelo es aconsejable considerar el caudal nominal de la tabla.

**Fig. I.8.** Características de la lámpara UV  
[http://www.depuradoras.es/, 10 de junio de 2010]



### I.3. Grupos de presión

La Fig. I.9 muestra las características técnicas y precio de la serie H2H de equipos de presión.



Equipos de presión con 2 electrobombas  
Serie **H2H**

nº página catálogo 094



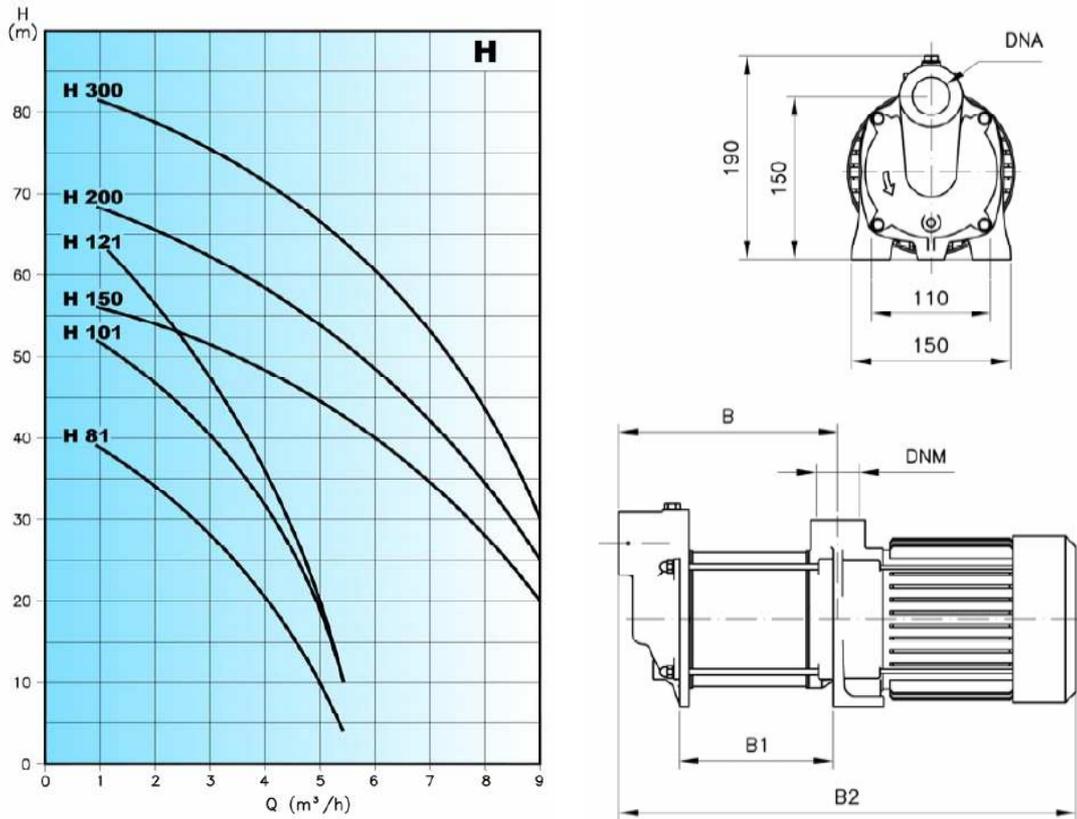
Tipo	Referencia	Códigos	Códigos	P.V.P. euros
H2H 81T	HYDRO 2H 81T	PROD28835	PROD00958	1.268
H2H 101T	HYDRO 2H 101T	PROD28829	PROD00959	1.305
H2H 121T	HYDRO 2H 121T	PROD28723	PROD00960	1.360
H2H 150T	HYDRO 2H 150T	PROD28831	PROD00961	1.640
H2H 200T	HYDRO 2H 200T	PROD28833	PROD00962	1.704
H2H 300T	HYDRO 2H 300T	-	PROD00963	1.767

Tipos	Kw (P2)	Caudal en m³/h								Dep (lts) aconsejado		DIMENSIONES EN mm.		
		1,8	3,6	5,4	7,2	90	10,8	14,4	18	Galv.	Mem	DN1	DN2	L
		Altura en metros												
H2H 80T	2x0,6	39	36	31	24	15	4			150	80	G1 <sup>1/4</sup>	G1 <sup>1/2</sup>	640
H2H 100T	2x0,75	52	48	42	34	23	10			150	80	G1 <sup>1/4</sup>	G1 <sup>1/2</sup>	665
H2H 120T	2x0,9	64,5	60	52	42	28	10			150	100	G1 <sup>1/4</sup>	G1 <sup>1/2</sup>	690
H2H 150T	2x1,1	56,2	55	53	50	46	42	32	20	300	150	G1 <sup>1/2</sup>	G1 <sup>1/4</sup>	715
H2H 200T	2x1,5	68,5	67	64	61	57	52	40	24,7	500	200	G1 <sup>1/2</sup>	G1 <sup>1/4</sup>	740
H2H 300T	2x2,2	81,5	79	76	73	68	64	49	30	500	200	G1 <sup>1/2</sup>	G1 <sup>1/4</sup>	765

Fig. I.9. Características de la serie H2H de equipos de presión  
[http://www.bombasbloch.com/, 25 de mayo de 2010]



La Fig. I.10 muestra las características técnicas y precio de la serie H de equipos de presión.



Electrobombas multicelulares horizontales

nº página catálogo 007

**Serie H**



Tipo	Motor P2		Códigos	P.V.P. euros
	CV	KW		
H 81T	0,8	0,6	PROD00003	229
H 81M	0,8	0,6	PROD00005	229
H 101T	1	0,75	PROD00007	248
H 101M	1	0,75	PROD00009	248
H 121T	1,2	0,9	PROD00011	276
H 121M	1,2	0,9	PROD00013	276
H 150T	1,5	1,1	PROD00015	377
H 150M	1,5	1,1	PROD00017	395
H 200T	2	1,5	PROD00019	412
H 200M	2	1,5	PROD00021	431
H 300T	3	2,2	PROD26971	445

Tipos	Motor P2 Kw	Caudal en litros/hora								Dimensiones mm					Peso Kg.
		900	1800	2700	3600	4500	5400	7200	9000	DNA	DNM	B1	B2	B	
		Altura en metros													
H 81	0,6	39	36	32	28	15	4			1°G	1°G	100	370	160	12
H 101	0,75	52	48	44	40	23	10			1°G	1°G	110	380	170	15
H 121	0,9	64,5	60	55	47	28	10			1°G	1°G	120	390	180	15
H 150T	1,1	56,2	55	53	50	46	42	32	20	1°¼G	1°G	145	435	210	
H 200T	1,5	68,5	67	64	61	57	52	40	24,7	1°¼G	1°G	170	460	235	
H 300T	2,2	81,5	79	76	73	68	64	49	30	1°¼G	1°G	195	485	250	

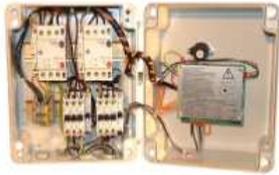
Fig. I.10. Características de la serie H de equipos de presión

[<http://www.bombasbloch.com/>, 25 de mayo de 2010]



La Fig. I.11 muestra imágenes del aspecto de los cuadros eléctricos de control de las bombas.

**CUADROS ELECTRICOS**



**Equipo "CONTROL-BLOCH"**  
2 bombas  
(arranque directo , alarma acústica  
y paro temporizado de serie)



**equipo "CONVERTIDOR  
BASICO"** 2 bombas  
(1 regulada + 1 auxiliar  
con arranque directo)



**equipo "CONVERTIDOR  
MULTIMASTER"** 3 bombas  
(arranque y paro progresivo  
para todas las bombas)



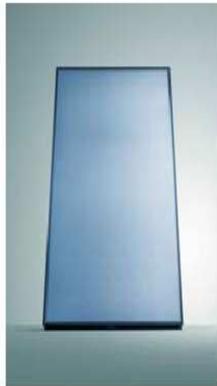
**equipo "CONVERTIDOR  
CON ROTACION"**- 3 bombas  
(bombas auxiliares con arranque  
estrella-triángulo)

**Fig. I.11.** Cuadros eléctricos de control de la bombas  
[<http://www.bombasbloch.com/>, 25 de mayo de 2010]



## I.4. Sistema de generación de ACS por energía solar

La Fig. I.12 el precio y las características técnicas del captador solar escogido para la instalación de ACS.



### VFK 145 V: captador de posición vertical

Captador solar selectivo diseñado para instalaciones realizadas en zonas con bajo nivel de radiación solar y en las que gracias al alto rendimiento del captador, el diseño hidráulico y su gran superficie de captación, el coste de la instalación y el espacio en cubierta se reducen.

Área de apertura	2,35 m <sup>2</sup>
Dimensiones	2.033 x 1.233 x 80 mm
Peso	38 kg
Coefficientes de rendimiento	a0 = 0,790 / a1 = 2,414 w/(m <sup>2</sup> K) / a2 = 0,049 w/(m <sup>2</sup> K <sup>2</sup> )
Nº de tomas y diámetro	4 x 3/4"
Referencia	00 1000 8898
€	820,00

Fig. I.12. Modelo VFK 145 elegido para la instalación

[<http://www.vaillant.es/>, 11 de junio de 2010]

La Fig. I.13 el precio y las características técnicas del depósito acumulador escogido para la instalación de ACS.

Depósitos de Acero Inoxidable							
Modelo	Descripción	Capacidad (l)	Superficie de intercambio (m <sup>2</sup> )	Peso en vacío (kg)	Diámetro exterior / altura (mm)	Referencia	€
VIH 750 X	Acumulador de Acero Inoxidable	750	-	147	950/1840	00 1000 8880	4.127,00
VIH 1000 X	Acumulador de Acero Inoxidable	1.000	-	170	950/2250	00 1000 6524	5.933,00
VIH 1500 X	Acumulador de Acero Inoxidable	1.500	-	340	1360/1850	00 1000 6531	8.857,00
VIH 2000 X	Acumulador de Acero Inoxidable	2.000	-	400	1360/2300	00 1000 6532	9.690,00
VIH 2500 X	Acumulador de Acero Inoxidable	2.500	-	540	1660/2035	00 1000 6533	13.427,00
VIH 3000 X	Acumulador de Acero Inoxidable	3.000	-	600	1660/2325	00 1000 6534	14.318,00
VIH 3500 X	Acumulador de Acero Inoxidable	3.500	-	650	1660/2610	00 1000 6535	15.111,00
VIH 4000 X	Acumulador de Acero Inoxidable	4.000	-	725	1910/2345	00 1000 6536	17.850,00
VIH 5000 X	Acumulador de Acero Inoxidable	5.000	-	816	1910/2750	00 1000 6537	18.931,00
VIH 750 SX	Interacumulador de Acero Inoxidable (1 serp.)	750	2,7	164	950/1840	00 1000 8881	5.574,00
VIH 1000 SX	Interacumulador de Acero Inoxidable (1 serp.)	1.000	3,3	189	950/2250	00 1000 6526	6.691,00
VIH 1500 SX	Interacumulador de Acero Inoxidable (1 serp.)	1.500	2,80	401	1360/1850	00 1000 6538	11.412,00
VIH 2000 SX	Interacumulador de Acero Inoxidable (1 serp.)	2.000	3,40	479	1360/2300	00 1000 6539	12.492,00
VIH 2500 SX	Interacumulador de Acero Inoxidable (1 serp.)	2.500	4,20	674	1660/2035	00 1000 6540	17.895,00
VIH 3000 SX	Interacumulador de Acero Inoxidable (1 serp.)	3.000	5,00	742	1660/2325	00 1000 6541	18.835,00
VIH 3500 SX	Interacumulador de Acero Inoxidable (1 serp.)	3.500	5,90	822	1660/2610	00 1000 6542	19.857,00
VIH 4000 SX	Interacumulador de Acero Inoxidable (1 serp.)	4.000	6,70	998	1910/2345	00 1000 6543	22.910,00
VIH 5000 SX	Interacumulador de Acero Inoxidable (1 serp.)	5.000	8,30	1140	1910/2750	00 1000 6544	24.198,00

Fig. I.13. Catálogo comercial de acumuladores de acero inoxidable

[<http://www.vaillant.es/>, 11 de junio de 2010]



## I.5. Sistema telemático de contadores

La Fig. I.14 resume las tarifas de los elementos que se han usado para el sistema de telegestión de contadores.

### TELELECTURA DE CONTADORES

#### Contadores electrónicos - Sistema M-Bus

COMPONENTES DEL SISTEMA M-BUS		
Código	Descripción	€/Ud.
CMBUS001	INTERFASE M-BUS LINE (Repetidor hasta 250 ud.)	1.514,56
CMBUS101	CAJA DE CONEXIONES M-BUS	9,08
CMBUS201	KIT MODEM GSM PARA SISTEMA M-BUS	1.530,00
CMBUS202	TERMINAL PORTÁTIL	2.191,20
CMBUS203	MODEM GSM	1.360,00
CMBUS204	MODEM TELEFONICO CONVENCIONAL	450,76
CMBUS205	MODEM RF (Radio Frecuencia)	Consultar
CMBUS300	PROGRAMA SOFT ECODIAL	3.000,00

### CONTADORES PARA AGUA CALIENTE

#### Sanitaria



MODELO TAGUS - Chorro único						
Código	DN (mm)	Qn (m³/h)	Calibre Longitud		Tª (°C)	€/Ud.
TAGUSAC13115	13	1,5	1/2"	115	90	50,04
TAGUSAC15115	15	1,5	1/2"	115	90	50,57
TAGUSAC20115	20	2,5	3/4"	115	90	63,34



MODELO COMBI - Con emisor de impulsos tipo REED						
Código	DN (mm)	Qn (m³/h)	Calibre Longitud		Tª (°C)	€/Ud.
CO1513T115AC	13	1,5	1/2"	115	90	88,56
CO1515T115AC	15	1,5	1/2"	115	90	88,92

Incluido en el precio el emisor de impulsos. Valor del impulso: 1 L/imp.

#### EMISOR REED PARA CONTADORES CON PRE-INSTALACIÓN

Código	Descripción	Long. cable	€/Ud.
COREED03	EMISOR para COMBI	1 m.	34,91
CMSREED	EMISOR para MST, TECNIC y MSV Estándar	1 m.	22,45
CMSTREED	EMISOR para MST, TECNIC y MSV Industrial	1 m.	42,07

#### Versión Estándar

Valor del impulso: DN 25 y 30 mm; 0,5 l/imp.  
DN 40 y 50 mm; 5 l/imp.

#### Versión Industrial

Valor del impulso: DN 25 y 30 mm; 1 l/imp.  
DN 40 y 50 mm; 10 l/imp.



## CONTADORES PRE-EQUIPADOS PARA EMISOR

### Agua Fría - Clase "B"



#### MODELO COMBI - Chorro único

Código	DN (mm)	Qn (m <sup>3</sup> /h)	Calibre Longitud	L/imp	€/Ud.*	Verificación Primitiva
CO1513T115	13	1,5	1/2" 115	1	48,06	1,50
CO1515T115	15	1,5	1/2" 115	1	52,62	1,65
CO2520T115	20	2,5	3/4" 115	1	62,88	1,92

\* Precio del contador. No se incluye el emisor.

## CONTADORES PARA AGUA CALIENTE

### Sanitaria



#### MODELO TAGUS - Chorro único

Código	DN (mm)	Qn (m <sup>3</sup> /h)	Calibre Longitud	T <sup>a</sup> (°C)	€/Ud.
TAGUSAC13115	13	1,5	1/2" 115	90	50,04
TAGUSAC15115	15	1,5	1/2" 115	90	50,57
TAGUSAC20115	20	2,5	3/4" 115	90	63,34

## CONTADORES DE CHORRO MÚLTIPLE CLASE "B"

### Agua Fría

#### Pre-equipado para emisor en su versión estándar



#### MODELO MST

Código	DN (mm)	Qn (m <sup>3</sup> /h)	Calibre Longitud	€/Ud.	Verificación Primitiva
CMST3525260	25	3,5	1" 260	97,80	2,79
CMST6030260	30	6,0	1 1/4" 260	129,94	3,76
CMST10040300	40	10	1 1/2" 300	199,60	5,62
CMST15050300	50	15	2" 300	438,38	11,42

Fig. I.14. Catálogo comercial de contadores  
[<http://www.cohisa.com/>, 13 de octubre de 2010]



La Fig. I.15 resume las tarifas de los elementos que se han usado para el sistema de telegestión de contadores.

### iFlow®

#### Concentrador Zigbee/RF Ref. CB02

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

---

**Especificaciones Generales**

Tensión de alimentación:	3,6V (Li-SOCl2)
Vida útil:	10 años
Dimensiones: (WxHxD)	65x130x30 mm
Temperatura de funcionamiento:	-20°C +60°C

**Especificaciones de Comunicación**

**Zigbee\***

Protocolo de Comunicación:	ZigBee® / IEEE 802.15.4
Rango de Frecuencia:	2.4 GHz
Potencia Nominal de salida:	0 dBm / hasta 20 dBm (configurable)
Sensibilidad receptor:	-92 dBm
Alcance (line-of-sight):	Hasta 300 m
Características:	RSSI: Received Signal Strength Indicator LQI: Link Quality Indication

**RF 868 MHz**

Protocolo de comunicación	Proprietario.
Rango (ISM) de Frecuencia	RF 868 Mhz
Potencia nominal de salida	+13dBm
Sensibilidad receptor	-114 dBm
Alcance (line-of-sight)	Hasta 300 m.
Características:	Bi-direccional Topología Mesh Gestiona hasta 50 módulos de lectura

**Certificados:**

EN 300 440 class 2  
ETSI EN 300 328

### iFlow®

#### Estación base GPRS Ref. EB01

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

---

**Especificaciones generales:**

Tensión de alimentación:	230V 50/60Hz
Dimensiones: (WxHxD)	65x130x50 mm
Temperatura de funcionamiento:	-20°C +60°C

**Especificaciones de comunicación**

**GPRS**

Características:	Modem Telit GM862 Banda Quad EGSM 850/900/1800/1900 MHz GPRS Clase 10 Protocolos TCP/IP. Protocolos FTP and SMTP Client.
------------------	--

**RF 868 MHz**

Protocolo de comunicación	Proprietario.
Rango (ISM) de Frecuencia	RF 868 Mhz
Potencia nominal de salida	+13dBm
Sensibilidad receptor	-114 dBm
Alcance (line-of-sight)	Hasta 300 m.
Características:	Bi-direccional Puede gestionar hasta 15 concentradores

**Certificados:**

EN 300 440 class 2  
ETSI EN 300 328

### iFlow®

#### Lector Inductivo Ref. LJ101

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:

---

**Especificaciones generales:**

Tensión de alimentación:	1 x 3,6V (Li-SOCl2)
Vida esperada:	10 años
Dimensiones máximas: (LxWxH)	110x75x60 mm
Temperatura de funcionamiento:	-20°C +60°C

**Especificaciones del sensor:**

Tipo:	Bobinas inductivas, con detección de sentido.
Características:	Comunicación bi-direccional Intervalo de lecturas configurable Alarmas Re-instalable

**Especificaciones de comunicación:**

Protocolo de Comunicación:	ZigBee® / IEEE 802.15.4
Rango de Frecuencia:	2.4 GHz
Potencia Nominal de salida:	0 dBm / hasta 20 dBm (configurable)
Sensibilidad receptor:	-92 dBm
Alcance (line-of-sight):	Hasta 300 m
Características:	RSSI: Received Signal Strength Indicator LQI: Link Quality Indication

**Certificados:**

EN 300 440 class 2  
ETSI EN 300 328

Fig. I.15. Ficha técnica del sistema *iFlow* de telegestión de contadores [http://www.cohisa.com/, 13 de octubre de 2010]



## I.6. Tuberías y accesorios para fontanería

La Fig. I.16 resume las tarifas de las tuberías y algunos accesorios utilizados en la instalación de fontanería.

Tuberta multicapa PE-RT/AL/PE-RT, color blanco en barras					
	Art. No.	Dimensión	Longitud	Embalaje	Precio
	10216005	16 x 2,00	5 m	60 m	2,68 €
	10218005	18 x 2,00	5 m	50 m	3,16 €
	10220005	20 x 2,25	5 m	50 m	3,56 €
	10220105	20 x 2,00	5 m	50 m	3,56 €
	10225005	25 x 2,50	5 m	45 m	4,29 €
	10226005	26 x 3,00	5 m	45 m	4,30 €
	10232005	32 x 3,00	5 m	35 m	6,52 €
	10240005	40 x 4,00	5 m	20 m	9,65 €
	10250005	50 x 4,50	5 m	20 m	14,53 €
	10263005	63 x 6,00	5 m	15 m	23,15 €
	10275005	75 x 7,50	5 m	5 m	45,20 €

*Para grandes dimensiones, consultar existencias.*

Codo doble 90°					
	Art. No.	Dimensión	Bolsa	Caja	Precio
	2031616	16 X 2,00	10	200	3,38 €
	2031818	18 X 2,00	10	150	4,23 €
	2032020	20 X 2,25	10	150	4,67 €
	2032525	25 X 2,50	10	80	7,49 €
	2033232	32 X 3,00	4	44	11,73 €
	2034040	40 X 4,00	1	8	23,45 €
	2035050	50 X 4,50	1	4	31,15 €
	2036363	63 X 6,00	1	2	66,40 €
	2037575	75 X 7,50	1	1	110,80 €

Te igual					
	Art. No.	Dimensión	Bolsa	Caja	Precio
	223161616	16 X 2,00	10	150	4,80 €
	223181818	18 X 2,00	10	100	5,60 €
	223202020	20 X 2,25	10	100	5,77 €
	223252525	25 X 2,50	4	40	10,38 €
	223323232	32 X 3,00	4	32	19,47 €
	223404040	40 X 4,00	1	6	32,32 €
	223505050	50 X 4,50	1	3	51,49 €
	223636363	63 X 6,00	1	1	100,93 €
	223757575	75 X 7,50	1	1	159,78 €



Manguito reducido					
	Art. No.	Dimensión	Bolsa	Caja	Precio
	2331816	18 X 2,00 - 16 X 2,00	10	180	3,87 €
	2332016	20 X 2,25 - 16 X 2,00	10	160	3,81 €
	2332018	20 X 2,25 - 18 X 2,00	10	160	4,79 €
	2332516	25 X 2,50 - 16 X 2,00	10	120	6,20 €
	2332520	25 X 2,50 - 20 X 2,25	10	120	6,57 €
	2333225	32 X 3,00 - 25 X 2,50	10	80	10,38 €
	2334032	40 X 4,00 - 32 X 3,00	1	12	22,78 €
	2335032	50 X 4,50 - 32 X 3,00	1	10	29,44 €
	2335040	50 X 4,50 - 40 X 4,00	1	10	32,18 €
	2336340	63 X 6,00 - 40 X 4,00	1	4	42,11 €
	2336350	63 X 6,00 - 50 X 4,50	1	4	44,45 €
	2337540	75 X 7,50 - 40 X 4,00	1	2	70,16 €
	2337550	75 X 7,50 - 50 X 4,50	1	2	73,55 €
	2337563	75 X 7,50 - 63 X 6,00	1	2	79,66 €

Te reducida					
	Art. No.	Dimensión	Bolsa	Caja	Precio
	223162016	16 X 2,00 - 20 X 2,25 - 16 X 2,00	10	100	5,47 €
	223181616	18 X 2,00 - 16 X 2,00 - 16 X 2,00	10	100	5,47 €
	223181618	18 X 2,00 - 16 X 2,00 - 18 X 2,00	10	100	5,47 €
	223181816	18 X 2,00 - 18 X 2,00 - 16 X 2,00	10	100	5,90 €
	223201616	20 X 2,25 - 16 X 2,00 - 16 X 2,00	10	100	5,47 €
	223201620	20 X 2,25 - 16 X 2,00 - 20 X 2,25	10	100	5,69 €
	223201818	20 X 2,25 - 18 X 2,00 - 18 X 2,00	10	100	6,71 €
	223201820	20 X 2,25 - 18 X 2,00 - 20 X 2,00	10	100	6,71 €
	223202016	20 X 2,25 - 20 X 2,25 - 16 X 2,00	10	100	5,84 €
	223251616	25 X 2,50 - 16 X 2,00 - 16 X 2,00	4	60	9,15 €
	223251620	25 X 2,50 - 16 X 2,00 - 20 X 2,25	4	60	9,15 €
	223251625	25 X 2,50 - 16 X 2,00 - 25 X 2,50	4	60	9,15 €
	223251825	25 X 2,50 - 18 X 2,00 - 25 X 2,50	4	60	9,40 €
	223252020	25 X 2,50 - 20 X 2,25 - 20 X 2,25	4	60	9,74 €
	223252025	25 X 2,50 - 20 X 2,25 - 25 X 2,50	4	48	9,28 €
	223252520	25 X 2,50 - 25 X 2,50 - 20 X 2,25	4	48	10,25 €
	223322032	32 X 3,00 - 20 X 2,25 - 32 X 3,00	4	40	16,65 €
	223322525	32 X 3,00 - 25 X 2,50 - 25 X 2,50	4	40	17,75 €
	223322532	32 X 3,00 - 25 X 2,50 - 32 X 3,00	4	32	17,75 €
	223402040	40 X 4,00 - 20 X 2,25 - 40 X 4,00	1	6	26,41 €
	223402540	40 X 4,00 - 25 X 2,50 - 40 X 4,00	1	6	25,13 €
	223403232	40 X 4,00 - 32 X 3,00 - 32 X 3,00	1	6	24,07 €
	223403240	40 X 4,00 - 32 X 3,00 - 40 X 4,00	1	6	27,48 €
	223502550	50 X 4,50 - 25 X 2,50 - 50 X 4,50	1	4	37,23 €
	223503250	50 X 4,50 - 32 X 3,00 - 50 X 4,50	1	4	41,88 €
	223504050	50 X 4,50 - 40 X 4,00 - 50 X 4,50	1	3	49,00 €
	223632563	63 X 6,00 - 25 X 2,50 - 63 X 6,00	1	2	76,55 €
	223633263	63 X 6,00 - 32 X 3,00 - 63 X 6,00	1	2	77,90 €
	223634063	63 X 6,00 - 40 X 4,00 - 63 X 6,00	1	1	78,80 €
	223635063	63 X 6,00 - 50 X 4,50 - 63 X 6,00	1	1	83,51 €
	223754075	75 X 7,50 - 40 X 4,00 - 75 X 7,50	1	1	130,15 €
	223755075	75 X 7,50 - 50 X 4,50 - 75 X 7,50	1	1	136,70 €

Fig. I.16. Catálogo comercial de tuberías y accesorios de fontanería  
 [http://www.multicapas.com/, 21 de junio de 2010]



La Fig. I.17 resume las tarifas del resto de elementos de fontanería empleados (1 pulgada = 25,4 mm; 1 \$ = 0,719 € a 11/08/2010).

ITEM	DESCRIPCION / DESCRIPTION	CODIGO/CODE	DN(mm)	\$	Kgs
 <p><b>VMXR-FL</b></p>  <p><b>VMXB-FL</b></p>	<p>Válvula hidráulica de membrana autoaccionada, función de Control Nivel por Flotador                      Conexiones de válvula principal:                      - rosca BSPP (VMXR-FL)                      - bridas DIN EN1092 PN16 (VMXB-FL)                      Membrana para presión de trabajo estándar: 1,5 a 10 bar                      Otras opciones de presión de trabajo: 0,7 a 6 bar – 2 a 16 bar                      Materiales de construcción válvula principal:                      Cuerpo y Tapa: Fundición Nodular GGG40 / Diafragma: Caucho Natural                      Incluye ensamblaje con filtro de toma, válvula de corte manual, válvula de control de velocidad de cierre y racordería en latón, flotador en bronce y flexibles                      Self-acting hydraulic diaphragm valve. Function: Float Level Control                      Main valve end connections:                      - screwed BSPP (VMXR-FL)                      - flanged DIN EN1092 PN16 (VMXB-FL)                      Diaphragm for standard working pressure: 1,5 to 10 bar                      Other working pressure options: 0,7 to 6 bar – 2 to 16 bar                      Main valve materials of construction:                      Body and Cover: Ductile Iron GGG40 / Diaphragm: Natural Rubber                      Assembly with compression fitting, inner strainer, manual isolating valve and closing speed control valve in brass, float in bronze and flexible hoses included                      Vanne hydraulique à membrane auto-actionnée, fonction Contrôle de Niveau à Flotteur                      Raccordement de vanne principale:                      - taraudée BSPP (VMXR-FL)                      - à brides DIN EN1092 PN16 (VMXB-FL)                      Membrane pour pression de travail standard: 1,5 à 10 bar                      Options de pression de travail: 0,7 à 6 bar – 2 à 16 bar                      Matériaux constructifs de la vanne principale:                      Corps et Couvercle: Fonte GS GGG40 / Membrane: Caoutchouc Naturel                      Inclus montage avec raccordement, filter, vanne pour actuation manuelle et vanne de</p>	VMXR0FL0000025	1"	247	4
		VMXR0FL0000032	1-1/4"	260	4
		VMXR0FL0000040	1-1/2"	260	4
		VMXR0FL0000050	2"	260	4
		VMXR0FL0000085	2-1/2"	274	6
		VMXB0FL0000080	80	374	20
		VMXB0FL0000100	100	430	22
		VMXB0FL0000125	125	561	36
		VMXB0FL0000150	150	849	52
		VMXB0FL0000200	200	1.517	70
VMXB0FL0000250	250	2.454	98		

FIGURA	DESCRIPCION	PN	DIN	PESO GRS	MEDIDA	P.V.P. €	
	<p><b>Art. 001 BASIC</b>  <b>VALVULA ESFERA PASO TOTAL.</b>  <b>SERIE PESADA.</b>                      Construida en latón DIN-17660 cromado.                      Doble estanqueidad y eje de maniobra anti-expulsión.                      Esfera maciza latón cromado. Juntas PTFE (teflón puro).                      Palanca acero revestida en plástico color rojo.                      Rosca gas hembra-hembra. Todas las válvulas son probadas con cierre estanco.                      Temperatura máxima 180 °C.</p>	*25 = 200	64	10	131	1/4"	5,83
		*25 = 150	64	10	143	3/8"	5,79
		*15 = 120	40	15	182	1/2"	5,68
		*12 = 72	30	20	307	3/4"	8,19
		*12 = 72	30	25	465	1"	11,53
		*4 = 32	25	32	795	1 1/4"	20,97
		*4 = 16	25	40	1.330	1 1/2"	30,32
		*2 = 12	20	50	2.280	2"	50,04
		1 = 10	16	65	3.202	2 1/2"	103,26
		1 = 5	16	80	5.376	3"	171,01
1 = 2	16	100	9.080	4"	271,51		

FIGURA	DESCRIPCION	MEDIDA	P.V.P. €	
	<p><b>Art. 032 YORKI</b>  <b>VALVULA DE RETENCION.</b>                      Modelo fuerte. Construida en latón DIN-17660.                      Cierre NBR goma. Muelle acero inox. 18/8.                      Instalación en cualquier posición.                      PN-12/8. Temperatura máxima 90 °C.</p>	*12 = 120	1/2"	4,28
		*10 = 100	3/4"	4,93
		*8 = 80	1"	6,74
		*4 = 32	1 1/4"	10,70
		*2 = 16	1 1/2"	16,92
		*2 = 12	2"	23,68
		1 = 8	2 1/2"	44,50
1 = 4	3"	64,62		
1 = 4	4"	109,95		

FIGURA	DESCRIPCION	MEDIDA	P.V.P. €	
	<p><b>Art. 027 EUROBRASS</b>  <b>VALVULA REDUCTORA DE PRESION PASO TOTAL.</b>                      Construida en latón DIN-17660.                      Muelle de regulación acero inox 18/10.                      Cámara de compensación. Estabilidad a la presión y amortiguador al golpe de ariete. Regulado a 3 bars en salida.                      Paso entrada máximo 25 ATM. Paso salida 0,5 a 6 ATM.</p>	1	1/2"	28,88
		1	3/4"	43,53
		1	1"	49,75
		1	1 1/4"	105,99
		1	1 1/2"	120,35
		1	2"	176,98
		1	2 1/2"	232,05

Fig. I.17. Catálogos comerciales de accesorios de fontanería [http://www.comeval.es/, 11 de junio de 2010]



### I.7. Tuberías y accesorios para saneamiento

La Fig. I.18 resume las tarifas de las tuberías y los accesorios utilizados para la instalación de saneamiento.

Código	Diámetro DN mm	Dimensiones (mm)					Ud. Embalaje		PRECIO (€/ud.)
		L	e	T1-min.	D-max.	Peso Kg/ud	Uds. caja	Uds. palé	
<b>Tubería NG</b>									
82NG032015000	32	150	1,8	39,2	41	0,040	20	2000	178
82NG032025000		250				0,058	20	1200	2,47
82NG032050000		500				0,106	20	400	3,30
82NG032100000		1000				0,200	10	960	4,95
82NG032150000		1500				0,294	10	300	7,83
82NG032200000		2000				0,388	10	300	9,41
82NG040015000	40	150	1,8	43,4	55	0,053	20	1200	1,78
82NG040025000		250				0,077	20	800	2,47
82NG040050000		500				0,136	20	400	3,30
82NG040100000		1000				0,255	-	270	4,95
82NG040150000		1500				0,375	-	270	7,83
82NG040200000		2000				0,494	-	270	9,41
82NG050015000	50	150	2,0	45,4	63	0,076	20	800	2,06
82NG050025000		250				0,109	20	720	2,47
82NG050050000		500				0,192	20	400	3,30
82NG050100000		1000				0,359	-	176	4,95
82NG050150000		1500				0,525	-	176	8,17
82NG050200000		2000				0,692	-	176	10,44
82NG050300000	3000	1,025	-	176	16,21				
82NG075015000	75	150	2,6	50,6	89	0,154	20	480	3,85
82NG075025000		250				0,221	35	560	4,40
82NG075050000		500				0,391	20	320	6,04
82NG075100000		1000				0,730	-	150	8,38
82NG075150000		1500				1,069	-	150	12,30
82NG075200000		2000				1,408	-	150	16,07
82NG075300000	3000	2,138	-	150	23,84				
82NG090025000	90	250	3,0	56,6	106	0,340	23	368	5,43
82NG090050000		500				0,595	12	192	8,17
82NG090100000		1000				1,103	-	96	12,99
82NG090200000		2000				2,120	-	96	24,38
82NG090300000		3000				3,137	-	96	33,97
82NG110015000		110				150	3,4	61,9	128
82NG110025000	250		0,446	15	240	5,90			
82NG110050000	500		0,770	12	156	8,93			
82NG110100000	1000		1,418	-	70	14,08			
82NG110150000	1500		2,066	-	70	19,72			
82NG110200000	2000		2,714	-	70	26,51			
82NG110300000	3000	4,010	-	70	35,83				
82NG125015000	125	150	3,5	66,7	145	0,426	22	264	7,01
82NG125025000		250				0,597	11	176	8,93
82NG125050000		500				1,024	6	96	12,91
82NG125100000		1000				1,879	-	54	20,95
82NG125150000		1500				2,734	-	54	28,37
82NG125200000		2000				3,589	-	54	38,67
82NG125300000	3000	5,299	-	54	52,40				
82NG160015000	160	150	4,3	73	183,5	0,710	-	84	10,72
82NG160025000		250				0,984	-	56	12,91
82NG160050000		500				1,669	-	28	19,99
82NG160100000		1000				3,040	-	35	31,25
82NG160150000		1500				4,410	-	35	42,73
82NG160200000		2000				5,781	-	35	58,11
82NG160300000	3000	8,522	-	35	78,02				
82NG200100000	200	1000	5,5	118	226	4,010	-	20	59,21
82NG200300000		3000				12,590	-	20	149,56
82NG250100000	250	1000	8,6	152	289	9,520	-	16	103,23
82NG250300000		3000				25,280	-	16	246,62



	Código	Diámetro DN mm	Dimensiones (mm)				Peso Kg/ud	Ud. Embalaje		PRECIO (€/ud.)
			L	Z1	Z2	Z3		Uds. caja	Uds. palé	
<b>Codo NG</b>										
	83C0320870000	32	50	20	20	-	0,019	20	2000	2,06
	83C0400870000	40	69	20	28	-	0,050	20	1200	2,06
	83C0500870000	50	78	25	30	-	0,056	20	800	2,75
	83C0750870000	75	97	38	42	-	0,153	20	360	5,63
	83C0900870000	90	110	53	45	-	0,220	20	240	5,98
	83C1100870000	110	128	45	60	-	0,323	16	256	6,16
	83C1250870000	125	144	64	64	-	0,387	20	80	18,34
	83C1600870000	160	176	81	81	-	0,880	10	40	30,43
	*83C2000870000	200	328	210	243	-	2,610	1	-	136,76
	*83C2500870000	250	392	240	267	-	4,830	1	-	250,77

	Código	Diámetro DN mm	Dimensiones (mm)				Peso Kg/ud	Ud. Embalaje		PRECIO (€/ud.)
			L	Z1	Z2	Z3		Uds. caja	Uds. palé	
<b>Derivación NG</b>										
	83D0400870000	40-40	94	20	25	25	0,061	10	600	4,54
	83DR050040087	50-40	98	21	30	25	0,078	10	600	5,63
	83D0500870000	50-50	108	26	30	30	0,082	10	400	5,63
	83DR075050087	75-50	117	25	43	32	0,165	10	360	7,70
	83D0750870000	75-75	141	38	44	44	0,198	10	240	7,70
	83D0900870000	90-90	165	53	55	55	0,316	10	180	11,88
	83DR110050087	110-50	131	25	61	33	0,374	10	180	12,91
	83DR110075087	110-75	157	37	63	46	0,408	10	120	13,05
	83D1100870000	110-110	194	55	66	66	0,524	10	120	12,91
	83DR125075087	125-75	183	50	86	61	0,382	10	60	21,98
	83DR125110087	125-110	198	60	73	66	0,456	10	90	30,02
	83D1250870000	125-125	217	72	73	73	0,510	10	90	45,26
	83DR160110087	160-110	226	70	110	70	0,803	5	45	46,78
	83D1600870000	160-160	305	124	124	95	1,111	5	40	70,61
	*83DR200110087	200-110	-	-	-	-	-	1	-	146,65
	*83DR200125087	200-125	-	-	-	-	-	1	-	152,26
	*83DR200160087	200-160	382	152	129	112	2,814	1	-	165,05
	*83D2000870000	200-200	382	132	132	132	3,516	1	-	218,56
	*83DR250160087	250-160	388	118	154	118	4,804	1	-	250,02
	*83D2500870000	250-250	468	153	163	163	7,033	1	-	386,78

	Código	Diámetro DN mm	Dimensiones (mm)				Peso Kg/ud	Ud. Embalaje		PRECIO (€/ud.)
			L	Z1	Z2	Z3		Uds. caja	Uds. palé	
<b>Reducción NG</b>										
	83R0400320000	40-32	45	10	-	-	0,022	20	2000	3,30
	83R0500320000	50-32	58	18	-	-	0,032	20	1200	3,30
	83R0500400000	50-40	64	12	-	-	0,038	20	1200	3,16
	83R0750500000	75-50	88	20	-	-	0,074	20	720	4,12
	83R0900750000	90-75	22	-	34	15	0,106	20	720	5,57
	83R1100500000	110-50	110	39	-	-	0,188	20	360	6,04
	83R1100750000	110-75	97	26	-	-	0,218	20	480	6,04
	83R1100900000	110-90	25	-	37	19	0,150	20	480	6,14
	83R1251100000	125-110	94	22	-	-	0,200	20	400	11,06
	83R1601100000	160-110	149	53	-	-	0,323	20	180	16,48
	83R1601250000	160-125	128	42	-	-	0,378	20	180	16,48
	83R2001600000	200-160	240	122	-	-	1,110	1	60	117,94
	*83R2502000000	250-200	280	128	-	-	2,220	1	-	272,01

Fig. I.18. Catálogo comercial de tubos y accesorios de polipropileno  
[http://www.abnpipesystems.com/, 26 de junio de 2010]



La Fig. I.19 resume las tarifas de los sifones instalados. La Fig. I.20 resume las tarifas de los sumideros y calderetas sifónicas de las terrazas.

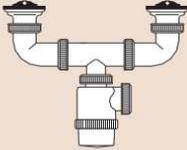
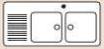
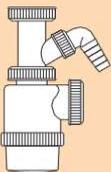
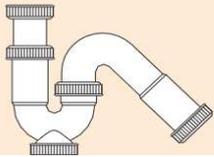
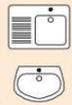
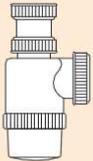
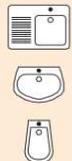
	M-211		Sifón doble extensible con válvulas Distancia entre ejes: Extendable double trap with waste outlets Distance between axes: <i>Siphon double extensible à bondes</i> Distance entre les axes: Máx: 290      Mín: 210	1 <sup>1/2</sup>	25	6,77
	M-113		Sifón botella extensible, con toma de lavavajillas Extendable bottle trap with washing machine connection <i>Siphon extensible avec prise de machine à laver</i>	1 <sup>1/2</sup>	30	2,33
<b>FIGURA / FIGURE</b>	<b>REF.</b>	<b>APLICACION APPLICATION</b>	<b>DESCRIPCION / DESCRIPTION</b>	<b>MEDIDA SIZE</b>	<b>U/CAJA U/BOX</b>	<b>P.V.P.R.</b>
	M-125		Sifón curvo extensible. Extendable curved trap with orientable outlet. <i>Siphon courbe extensible avec sortie orientable.</i>	1 <sup>1/2</sup>	30	1,80
<b>FIGURA / FIGURE</b>	<b>REF.</b>	<b>APLICACION APPLICATION</b>	<b>DESCRIPCION / DESCRIPTION</b>	<b>MEDIDA SIZE</b>	<b>U/CAJA U/BOX</b>	<b>P.V.P.R.</b>
	M-129		Sifón botella "corto" extensible, entrada de 32 Ø para válvulas automáticas "Short" extendable bottle trap for automatic waste <i>Siphon extensible "court" pour bonde automatique</i>	1 <sup>1/4</sup>	40	1,80

Fig. I.19. Tarifa de sifones [<http://www.abnpipesystems.com/>, 26 de junio de 2010]

**CALDERETA SIFONICA  
S/VERTICAL  
200\*200/90**



9,38€ I.V.A. no incluido

**SUMIDERO SIFONICO  
S/VERTICAL  
150\*150/75**



2,89€ I.V.A. no incluido

Fig. I.20. Tarifa de sumideros [<http://www.rogui.com/>, 7 de julio de 2010]



## J. Tuberías y accesorios clasificados por planos

Este anexo es imprescindible para discernir las tuberías y accesorios que se usan directamente por los sistemas de reciclaje y reutilización de agua. Con ayuda de éstos, se ha calculado el presupuesto específico de los sistemas de reciclaje.

### J.1. Tuberías necesarias para la instalación de fontanería

La Tabla J.1 indica las tuberías de la instalación de fontanería clasificadas por planos.

Tuberías necesarias para la instalación de fontanería							
Parte de la instalación	Diámetro comercial del tubo [mm]	Material	Fabricante	Precio unitario [€/m]	Longitud necesaria por 2 viviendas (izq - der) [m]	Longitud necesaria total [m]	Precio [€]
Distribución de AFS por el edificio (PLANO 9)	Ø25 x 2,5	Multicapa (PE, AL, PE-X)	MULTITUBO SYSTEMS	4,29	-	26,95	115,62
	Ø32 x 3	Multicapa (PE, AL, PE-X)	MULTITUBO SYSTEMS	6,52	-	41,1	267,97
	Ø50 x 4,5	Multicapa (PE, AL, PE-X)	MULTITUBO SYSTEMS	14,53	-	12,3	178,72
	Ø75 x 7,5	Multicapa (PE, AL, PE-X)	MULTITUBO SYSTEMS	45,2	-	0,75	33,90
Distribución de ACS por el edificio (PLANO 10)	Ø16 x 1,8	Multicapa (PE, AL, PE-X)	MULTITUBO SYSTEMS	2,68	-	11	29,48
	Ø20 x 2,25	Multicapa (PE, AL, PE-X)	MULTITUBO SYSTEMS	3,56	-	104,7	372,73
	Ø25 x 2,5	Multicapa (PE, AL, PE-X)	MULTITUBO SYSTEMS	4,29	-	39,35	168,81
	Ø32 x 3	Multicapa (PE, AL, PE-X)	MULTITUBO SYSTEMS	6,52	-	11,35	74,00
	Ø40 x 4	Multicapa (PE, AL, PE-X)	MULTITUBO SYSTEMS	9,65	-	0,8	7,72
	Ø50 x 4,5	Multicapa (PE, AL, PE-X)	MULTITUBO SYSTEMS	14,53	-	0,8	11,62
Distribución de aguas pluviales a la lavandería (PLANO 11)	Ø16 x 1,8	Multicapa (PE, AL, PE-X)	MULTITUBO SYSTEMS	2,68	-	6	16,08
	Ø18 x 2	Multicapa (PE, AL, PE-X)	MULTITUBO SYSTEMS	3,16	-	5	15,80
	Ø20 x 2,25	Multicapa (PE, AL, PE-X)	MULTITUBO SYSTEMS	3,56	-	12	42,72
	Ø25 x 2,5	Multicapa (PE, AL, PE-X)	MULTITUBO SYSTEMS	4,29	-	13,35	57,27



Tuberías necesarias para la instalación de fontanería							
Parte de la instalación	Diámetro comercial del tubo [mm]	Material	Fabricante	Precio unitario [€/m]	Longitud necesaria por 2 viviendas (izq - der) [m]	Longitud necesaria total [m]	Precio [€]
Distribución de aguas grises regeneradas por el edificio (PLANO 12)	Ø16 x 1,8	Multicapa (PE, AL, PE-X)	MULTITUBO SYSTEMS	2,68	-	30	80,40
	Ø18 x 2	Multicapa (PE, AL, PE-X)	MULTITUBO SYSTEMS	3,16	-	26,8	84,69
	Ø20 x 2,25	Multicapa (PE, AL, PE-X)	MULTITUBO SYSTEMS	3,56	-	8	28,48
	Ø25 x 2,5	Multicapa (PE, AL, PE-X)	MULTITUBO SYSTEMS	4,29	-	1,7	7,29
Distribución de AFS por las viviendas (PLANO 13)	Ø16 x 1,8	Multicapa (PE, AL, PE-X)	MULTITUBO SYSTEMS	2,68	12,5	150	402,00
	Ø18 x 2	Multicapa (PE, AL, PE-X)	MULTITUBO SYSTEMS	3,16	9,25	111	350,76
	Ø20 x 2,25	Multicapa (PE, AL, PE-X)	MULTITUBO SYSTEMS	3,56	13,95	167,4	595,94
Distribución de ACS por las viviendas (PLANO 13)	Ø16 x 1,8	Multicapa (PE, AL, PE-X)	MULTITUBO SYSTEMS	2,68	12,9	154,8	414,86
	Ø20 x 2,25	Multicapa (PE, AL, PE-X)	MULTITUBO SYSTEMS	3,56	30,4	364,8	1.298,69
Distribución de aguas grises regeneradas por las viviendas (PLANO 13)	Ø16 x 1,8	Multicapa (PE, AL, PE-X)	MULTITUBO SYSTEMS	2,68	12,55	150,6	403,61
						<b>Subtotal</b>	<b>5.059,17</b>

**Tabla J.1.** Clasificación por planos de las tuberías de fontanería  
[Elaboración propia]



## J.2. Tuberías necesarias para la instalación de saneamiento

La Tabla J.2 indica las tuberías de la instalación de saneamiento clasificadas por planos.

Tuberías necesarias para la instalación de saneamiento							
Parte de la instalación	Diámetro comercial del tubo [mm]	Material	Marca comercial	Precio unitario [€/m]	Longitud necesaria por vivienda [m]	Longitud necesaria total [m]	Precio [€]
<b>Sistema de colección de aguas negras (PLANO 14)</b>	Ø40 x 1,8	Polipropileno	POLO-KAL NG	4,95	1,25	30	148,50
	Ø50 x 2	Polipropileno	POLO-KAL NG	4,95	-	96,6	478,17
	Ø75 x 2,6	Polipropileno	POLO-KAL NG	8,38	-	53,1	444,98
	Ø110 x 3,4	Polipropileno	POLO-KAL NG	14,08	0,4	33,35	469,57
<b>Sistema de colección de aguas grises (PLANO 15)</b>	Ø32 x 1,8	Polipropileno	POLO-KAL NG	4,95	0,3	7,2	35,64
	Ø40 x 1,8	Polipropileno	POLO-KAL NG	4,95	0,3	7,2	35,64
	Ø50 x 2	Polipropileno	POLO-KAL NG	4,95	2,3	55,2	273,24
	Ø75 x 2,6	Polipropileno	POLO-KAL NG	8,38	-	43,5	364,53
	Ø90 x 3	Polipropileno	POLO-KAL NG	12,99	-	26,05	338,39
<b>Sistema de colección de aguas pluviales (PLANO 16)</b>	Ø75 x 2,6	Polipropileno	POLO-KAL NG	8,38	-	17,5	146,65
	Ø90 x 3	Polipropileno	POLO-KAL NG	12,99	-	42,5	552,08
	Ø110 x 3,4	Polipropileno	POLO-KAL NG	14,08	-	15,1	212,61
						<b>Subtotal</b>	<b>3.499,99</b>

**Tabla J.2.** Clasificación por planos de las tuberías de saneamiento  
[Elaboración propia]



### J.3. Accesorios para la instalación de fontanería y saneamiento

La Tabla J.3 indica los accesorios necesarios para la instalación de fontanería y saneamiento clasificados por planos.

	Accesorio	Dimensiones [mm]	Fabricante	Modelo / Subtipo comercial	Precio unitario [€/u]	Cantidad	Precio total [€]
<b>Distribución de AFS por el edificio (PLANO 9)</b>	Codo a 90°	Ø32 x 3	MULTITUB O SYSTEMS	Accesorio MULTITUBO MC	11,73	2	23,46
		Ø50 x 4,5	MULTITUB O SYSTEMS	Accesorio MULTITUBO MC	31,15	2	62,3
	Te reducida	Ø25 x 2,5 - Ø20 x 2,25 - Ø20 x 2,25	MULTITUB O SYSTEMS	Accesorio MULTITUBO MC	9,74	15	146,1
		Ø32 x 3 - Ø20 x 2,25 - Ø32 x 3	MULTITUB O SYSTEMS	Accesorio MULTITUBO MC	17,75	9	159,75
		Ø32 x 3 - Ø25 x 2,5 - Ø25 x 2,5	MULTITUB O SYSTEMS	Accesorio MULTITUBO MC	17,75	1	17,75
		Ø50 x 4,5 - Ø32 x 3 - Ø50 x 4,5	MULTITUB O SYSTEMS	Accesorio MULTITUBO MC	44,88	3	134,64
		Ø75 x 7,5 - Ø50 x 4,5 - Ø75 x 7,5	MULTITUB O SYSTEMS	Accesorio MULTITUBO MC	136,7	1	136,7
	Manguito reducido	Ø75 x 7,5 - Ø50 x 4,5	MULTITUB O SYSTEMS	Accesorio MULTITUBO MC	73,55	1	73,55
	Contador pre-equipado para emisor electrónico	Ø25	COHISA	Modelo MST para AFS	97,8	2	195,6
		Ø50	COHISA	Modelo MST para AFS	438,38	1	438,38
	Electroválvula flotador	Ø25	COMEVAL	Control nivel por flotador	177,59	2	355,18
		Ø50	COMEVAL	Control nivel por flotador	186,94	1	186,94
	Llave de paso	Ø25	IMTERSA	Válvula esfera serie pesada	11,53	2	23,06
		Ø32	IMTERSA	Válvula esfera serie pesada	20,97	4	83,88
		Ø50	IMTERSA	Válvula esfera serie pesada	50,04	2	100,08
	Grifo de comprobación y vaciado	Ø25	IMTERSA	Grifo de vaciado	11,53	2	23,06
		Ø32	IMTERSA	Grifo de vaciado	20,97	3	62,91
		Ø50	IMTERSA	Grifo de vaciado	50,04	1	50,04



	Accesorio	Dimensiones [mm]	Fabricante	Modelo / Subtipo comercial	Precio unitario [€/u]	Cantidad	Precio total [€]
<b>Distribución de AFS por el edificio (PLANO 9)</b>	Válvula de retención - antirretorno	Ø25	IMTERSA	Válvula de retención muelle	6,74	2	13,48
		Ø32	IMTERSA	Válvula de retención muelle	10,7	3	32,1
		Ø50	IMTERSA	Válvula de retención muelle	23,68	1	23,68
	Dispositivo antiarriete	Ø25	IMTERSA	Dispositivo antiarriete	49,75	3	149,25
	Válvula limitadora de presión	Ø32	IMTERSA	Válvula reductora presión	105,99	1	105,99
		Ø50	IMTERSA	Válvula reductora presión	176,98	1	176,98
<b>Distribución de ACS por el edificio (PLANO 10)</b>	Codo a 90°	Ø16 x 2	MULTITUB O SYSTEMS	Accesorio MULTITUBO MC	3,38	1	3,38
		Ø20 x 2,25	MULTITUB O SYSTEMS	Accesorio MULTITUBO MC	4,67	11	51,37
		Ø25 x 2,5	MULTITUB O SYSTEMS	Accesorio MULTITUBO MC	7,49	2	14,98
		Ø32 x 3	MULTITUB O SYSTEMS	Accesorio MULTITUBO MC	11,73	1	11,73
	Te igual	Ø16 x 2	MULTITUB O SYSTEMS	Accesorio MULTITUBO MC	4,8	3	14,4
		Ø20 x 2,25	MULTITUB O SYSTEMS	Accesorio MULTITUBO MC	5,77	22	126,94
	Te reducida	Ø20 x 2,25 - Ø16 x 2,00 - Ø20 x 2,25	MULTITUB O SYSTEMS	Accesorio MULTITUBO MC	5,69	1	5,69
		Ø25 x 2,5 - Ø20 x 2,25 - Ø20 x 2,25	MULTITUB O SYSTEMS	Accesorio MULTITUBO MC	9,74	10	97,4
		Ø32 x 3,00 - Ø25 x 2,50 - Ø25 x 2,50	MULTITUB O SYSTEMS	Accesorio MULTITUBO MC	17,75	2	35,5
		Ø32 x 3,00 - Ø25 x 2,50 - Ø32 x 3,00	MULTITUB O SYSTEMS	Accesorio MULTITUBO MC	17,75	1	17,75
		Ø50 x 4,50 - Ø25 x 2,50 - Ø50 x 4,50	MULTITUB O SYSTEMS	Accesorio MULTITUBO MC	37,23	1	37,23
	Managuito reducido	Ø25 x 2,5 - Ø20 x 2,25	MULTITUB O SYSTEMS	Accesorio MULTITUBO MC	6,57	2	13,14
		Ø40 x 4 - Ø32 x 3	MULTITUB O SYSTEMS	Accesorio MULTITUBO MC	22,78	1	22,78
		Ø50 x 4,5 - Ø40 x 4	MULTITUB O SYSTEMS	Accesorio MULTITUBO MC	32,18	1	32,18



	Accesorio	Dimensiones [mm]	Fabricante	Modelo / Subtipo comercial	Precio unitario [€/u]	Cantidad	Precio total [€]	
<b>Distribución de ACS por el edificio (PLANO 10)</b>	Contador pre-equipado para emisor electrónico	Ø16	COHISA	Modelo TAGUS para ACS	50,57	1	50,57	
		Ø20	COHISA	Modelo TAGUS para ACS	63,34	1	63,34	
	Llave de paso	Ø16	IMTERSA	Válvula esfera serie pesada	5,68	5	28,4	
		Ø20	IMTERSA	Válvula esfera serie pesada	8,19	9	73,71	
		Ø25	IMTERSA	Válvula esfera serie pesada	11,53	4	46,12	
		Ø50	IMTERSA	Válvula esfera serie pesada	50,04	1	50,04	
	Grifo de comprobación y vaciado	Ø16	IMTERSA	Grifo de vaciado	5,68	1	5,68	
		Ø20	IMTERSA	Grifo de vaciado	8,19	1	8,19	
		Ø25	IMTERSA	Grifo de vaciado	11,53	3	34,59	
	Válvula de retención - antirretorno	Ø16	IMTERSA	Válvula de retención muelle	4,28	1	4,28	
		Ø20	IMTERSA	Válvula de retención muelle	4,93	1	4,93	
		Ø25	IMTERSA	Válvula de retención muelle	6,74	3	20,22	
	Dispositivo antiarriete	Ø20	IMTERSA	Dispositivo antiarriete	43,53	3	130,59	
	Válvula limitadora de presión	Ø25	IMTERSA	Válvula reductora presión	49,75	1	49,75	
	<b>Distribución de aguas pluviales a la lavandería (PLANO 11)</b>	Codo a 90°	Ø18 x 2	MULTITUB O SYSTEMS	Accesorio MULTITUBO MC	4,23	1	4,23
			Ø25 x 2,5	MULTITUB O SYSTEMS	Accesorio MULTITUBO MC	7,49	5	37,45
Te reducida		Ø18 x 2,00 - Ø18 x 2,00 - Ø16 x 2,00	MULTITUB O SYSTEMS	Accesorio MULTITUBO MC	5,9	4	23,6	
		Ø25 x 2,50 - Ø20 x 2,25 - Ø25 x 2,50	MULTITUB O SYSTEMS	Accesorio MULTITUBO MC	9,28	9	83,52	
Manguito reducido		Ø25 x 2,5 - Ø20 x 2,25	MULTITUB O SYSTEMS	Accesorio MULTITUBO MC	6,57	1	6,57	
		Ø18 x 2 - Ø16 x 2	MULTITUB O SYSTEMS	Accesorio MULTITUBO MC	3,87	1	3,87	
		Ø20 x 2,25 - Ø18 x 2	MULTITUB O SYSTEMS	Accesorio MULTITUBO	4,79	1	4,79	



	Accesorio	Dimensiones [mm]	Fabricante	Modelo / Subtipo comercial	Precio unitario [€/u]	Cantidad	Precio total [€]
<b>Distribución de aguas pluviales a la lavandería (PLANO 11)</b>			SYSTEMS	MC			
	Contador pre-equipado para emisor electrónico	Ø25	COHISA	Modelo MST para AFS	97,8	1	97,8
	Llave de paso	Ø16	IMTERSA	Válvula esfera serie pesada	5,68	4	22,72
		Ø18	IMTERSA	Válvula esfera serie pesada	8,19	1	8,19
		Ø20	IMTERSA	Válvula esfera serie pesada	8,19	8	65,52
		Ø25	IMTERSA	Válvula esfera serie pesada	11,53	3	34,59
	Grifo de comprobación y vaciado	Ø18	IMTERSA	Grifo de vaciado	8,19	1	8,19
		Ø25	IMTERSA	Grifo de vaciado	11,53	2	23,06
	Válvula de retención - antirretorno	Ø18	IMTERSA	Válvula de retención muelle	4,93	1	4,93
		Ø25	IMTERSA	Válvula de retención muelle	6,74	2	13,48
<b>Distribución de aguas grises regeneradas por el edificio (PLANO 12)</b>	Codo a 90º	Ø18 x 2	MULTITUB O SYSTEMS	Accesorio MULTITUBO MC	4,23	2	8,46
	Te igual	Ø16 x 2	MULTITUB O SYSTEMS	Accesorio MULTITUBO MC	4,8	21	100,8
	Te reducida	Ø20 x 2,25 - Ø18 x 2,00 - Ø18 x 2,00	MULTITUB O SYSTEMS	Accesorio MULTITUBO MC	6,71	1	6,71
		Ø18 x 2,00 - Ø16 x 2,00 - Ø16 x 2,00	MULTITUB O SYSTEMS	Accesorio MULTITUBO MC	5,47	3	16,41
		Ø25 x 2,50 - Ø20 x 2,25 - Ø20 x 2,25	MULTITUB O SYSTEMS	Accesorio MULTITUBO MC	9,74	1	9,74
	Manguito reducido	Ø20 x 2,25 - Ø18 x 2	MULTITUB O SYSTEMS	Accesorio MULTITUBO MC	4,79	1	4,79
	Llave de paso	Ø18	IMTERSA	Válvula esfera serie pesada	8,19	3	24,57
		Ø25	IMTERSA	Válvula esfera serie pesada	11,53	1	11,53
	Grifo de comprobación y vaciado	Ø18	IMTERSA	Grifo de vaciado	8,19	3	24,57
	Válvula de retención - antirretorno	Ø18	IMTERSA	Válvula de retención muelle	4,93	3	14,79



	Accesorio	Dimensiones [mm]	Fabricante	Modelo / Subtipo comercial	Precio unitario [€/u]	Cantidad	Precio total [€]
<b>Distribución de aguas grises regeneradas por el edificio (PLANO 12)</b>	Dispositivo antiarriete	Ø16	IMTERSA	Dispositivo antiarriete	28,88	3	86,64
<b>Distribución de AFS por las viviendas (PLANO 13)</b>	Codo a 90°	Ø16 x 2	MULTITUB O SYSTEMS	Accesorio MULTITUBO MC	3,38	48	162,24
		Ø18 x 2	MULTITUB O SYSTEMS	Accesorio MULTITUBO MC	4,23	48	203,04
		Ø20 x 2,25	MULTITUB O SYSTEMS	Accesorio MULTITUBO MC	4,67	48	224,16
	Te reducida	Ø18 x 2,00 - Ø16 x 2,00 - Ø16 x 2,00	MULTITUB O SYSTEMS	Accesorio MULTITUBO MC	5,47	24	131,28
		Ø20 x 2,25 - Ø16 x 2,00 - Ø20 x 2,25	MULTITUB O SYSTEMS	Accesorio MULTITUBO MC	5,69	24	136,56
		Ø20 x 2,25 - Ø18 x 2,00 - Ø20 x 2,00	MULTITUB O SYSTEMS	Accesorio MULTITUBO MC	6,71	24	161,04
	Contador pre-equipado para emisor electrónico	Ø20	COHISA	Modelo COMBI para AFS	62,88	24	1509,12
	Llave de paso	Ø16	IMTERSA	Válvula esfera serie pesada	5,68	72	408,96
		Ø18	IMTERSA	Válvula esfera serie pesada	8,19	24	196,56
		Ø20	IMTERSA	Válvula esfera serie pesada	8,19	120	982,8
	Grifo de comprobación y vaciado	Ø20	IMTERSA	Grifo de vaciado	8,19	24	196,56
Válvula de retención - antirretorno	Ø20	IMTERSA	Válvula de retención muelle	4,93	24	118,32	
<b>Distribución de ACS por las viviendas (PLANO 13)</b>	Codo a 90°	Ø16 x 2	MULTITUB O SYSTEMS	Accesorio MULTITUBO MC	3,38	48	162,24
		Ø20 2,25	MULTITUB O SYSTEMS	Accesorio MULTITUBO MC	4,67	168	784,56
	Te igual	Ø16 x 2	MULTITUB O SYSTEMS	Accesorio MULTITUBO MC	4,8	24	115,2
	Te reducida	Ø20 x 2,25 - Ø16 x 2,00 - Ø20 x 2,25	MULTITUB O SYSTEMS	Accesorio MULTITUBO MC	5,69	24	136,56



	Accesorio	Dimensiones [mm]	Fabricante	Modelo / Subtipo comercial	Precio unitario [€/u]	Cantidad	Precio total [€]
<b>Distribución de ACS por las viviendas (PLANO 13)</b>	Contador pre-equipado para emisor electrónico	Ø20	COHISA	Modelo TAGUS para ACS	63,34	24	1.520,16
	Llave de paso	Ø16	IMTERSA	Válvula esfera serie pesada	5,68	96	545,28
		Ø20	IMTERSA	Válvula esfera serie pesada	8,19	144	1.179,36
	Grifo de comprobación y vaciado	Ø20	IMTERSA	Grifo de vaciado	8,19	24	196,56
	Válvula de retención - antirretorno	Ø20	IMTERSA	Válvula de retención muelle	4,93	24	118,32
<b>Distribución de aguas grises regeneradas por las viviendas (PLANO 13)</b>	Codo a 90°	Ø16 x 2	MULTITUB O SYSTEMS	Accesorio MULTITUBO MC	3,38	96	324,48
	Contador pre-equipado para emisor electrónico	Ø16	COHISA	Modelo COMBI para AFS	52,62	24	1.262,88
	Llave de paso	Ø16	IMTERSA	Válvula esfera serie pesada	5,68	96	545,28
	Grifo de comprobación y vaciado	Ø16	IMTERSA	Grifo de vaciado	5,68	24	136,32
	Válvula de retención - antirretorno	Ø16	IMTERSA	Válvula de retención muelle	4,28	24	102,72
<b>Sistema de colección de aguas negras (PLANO 14)</b>	Derivación 87,5°	Ø75 - Ø50	POLO-KAL NG	Derivación NG 87,5°	7,7	48	369,6
		Ø110 - Ø50	POLO-KAL NG	Derivación NG 87,5°	12,91	27	348,57
		Ø110 - Ø75	POLO-KAL NG	Derivación NG 87,5°	13,05	3	39,15
	Reducción NG	Ø50 - Ø40	POLO-KAL NG	Reducción NG	3,16	48	151,68
		Ø110 - Ø50	POLO-KAL NG	Reducción NG	6,04	3	18,12
	Codo 87,5°	Ø110	POLO-KAL NG	Codo NG 87,5°	6,16	3	18,48
		Ø75	POLO-KAL NG	Codo NG 87,5°	5,63	3	16,89
		Ø50	POLO-KAL NG	Codo NG 87,5°	2,75	3	8,25
	Sifón doble (fregaderos)	-	BOIRA	M-211	6,77	24	162,48
Sifón simple (con toma para lavavajillas)	-	BOIRA	M-113	2,33	24	55,92	



	Accesorio	Dimensiones [mm]	Fabricante	Modelo / Subtipo comercial	Precio unitario [€/u]	Cantidad	Precio total [€]
<b>Sistema de colección de aguas negras (PLANO 14)</b>	Sifón curvo (WC)	-	BOIRA	M-125	1,8	24	43,2
<b>Sistema de colección de aguas grises (PLANO 15)</b>	Sifón simple (Bañera y lavamanos)	-	BOIRA	M-129	1,8	48	86,4
	Codo a 87,5°	Ø40	POLO-KAL NG	Codo NG 87,5°	2,06	24	49,44
		Ø75	POLO-KAL NG	Codo NG 87,5°	5,63	2	11,26
	Derivación 87,5°	Ø75 - Ø50	POLO-KAL NG	Derivación NG 87,5°	7,7	24	184,8
		Ø90 - Ø75	POLO-KAL NG	Derivación NG 87,5°	11,88	1	11,88
		Ø90	POLO-KAL NG	Derivación NG 87,5°	11,88	1	11,88
		Ø50 - Ø32	POLO-KAL NG	Derivación NG 87,5°	5,63	24	135,12
	Reducción NG	Ø50 - Ø40	POLO-KAL NG	Reducción NG	3,16	24	75,84
		Ø90 - Ø75	POLO-KAL NG	Reducción NG	5,57	2	11,14
	<b>Sistema de colección de aguas pluviales (PLANO 16)</b>	Caldereta sifónica	200 x 200 / Ø90	ROGUI	Caldereta sifónica	9,38	4
Sumidero sifónico		150 x 150 / Ø75	ROGUI	Sumidero sifónico	2,89	3	8,67
Codo a 87,5°		Ø90	POLO-KAL NG	Codo NG 87,5°	5,98	2	11,96
		Ø75	POLO-KAL NG	Codo NG 87,5°	5,63	1	5,63
		Ø110	POLO-KAL NG	Codo NG 87,5°	6,16	1	6,16
Reducción NG		Ø110 - Ø75	POLO-KAL NG	Reducción NG	6,04	1	6,04
Derivación 87,5°		Ø110 - Ø90	POLO-KAL NG	Derivación NG 87,5°	13,05	1	13,05
		Ø90	POLO-KAL NG	Derivación NG 87,5°	11,88	3	35,64
		Ø75	POLO-KAL NG	Derivación NG 87,5°	7,7	2	15,4
						<b>Subtotal</b>	<b>18.091,99</b>

**Tabla J.3.** Clasificación por planos de los accesorios de fontanería y saneamiento  
[Elaboración propia]



## K. Facturas domésticas de agua y electricidad

Para el cálculo del coste de electricidad y de ahorro de agua debido a la instalación de sistemas de reciclaje y reutilización de agua se han usado como referencia facturas reales de la compañía de suministro de agua y la compañía eléctrica.

### K.1. Factura del agua

La Fig. K.1 muestra una factura doméstica de AGBAR del periodo de julio a octubre del 2010.

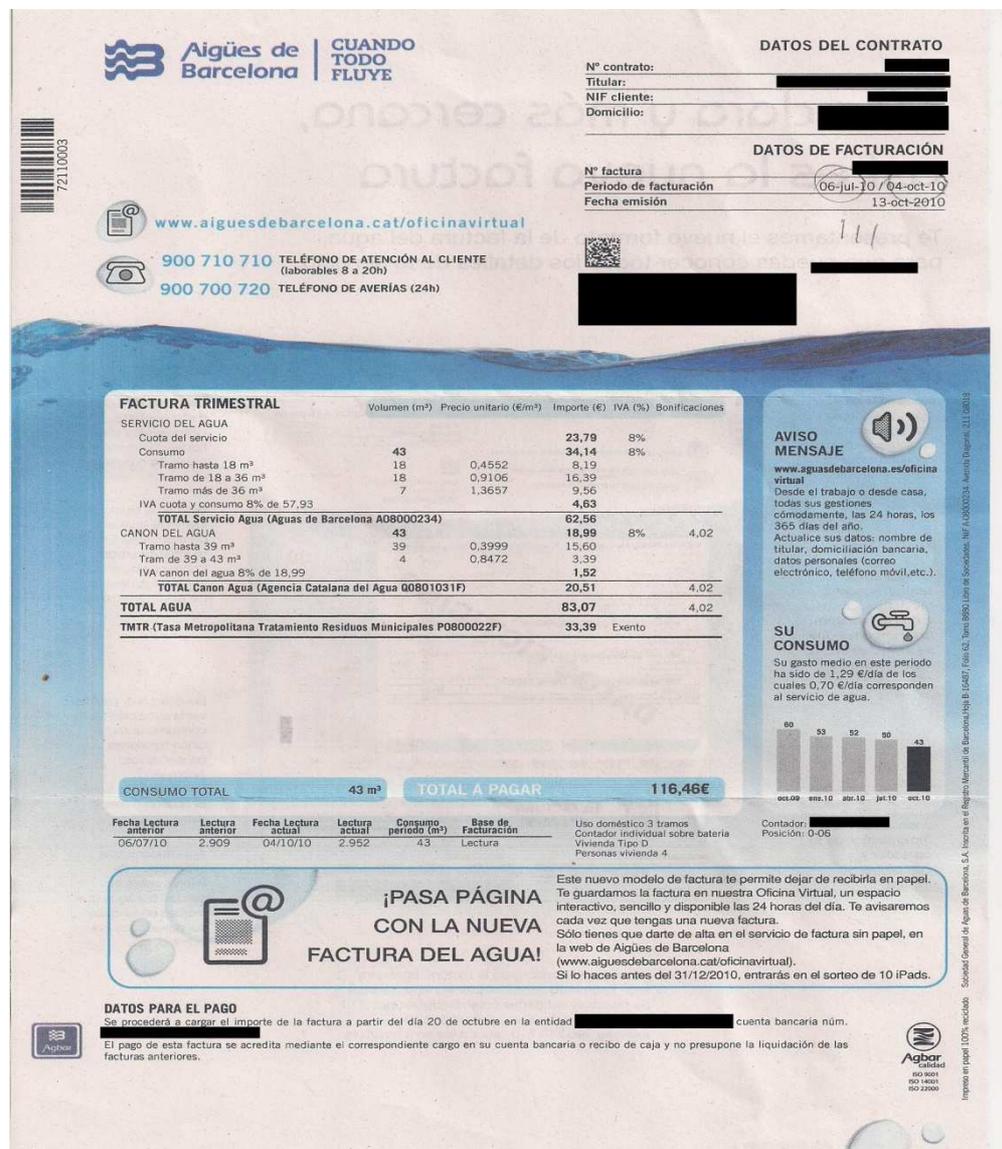


Tabla K.1. Factura del agua [Fuente: AGBAR]



## K.2. Factura de la luz

La Fig. K.2 muestra una factura doméstica de ENDESA del periodo de agosto a septiembre del 2010.



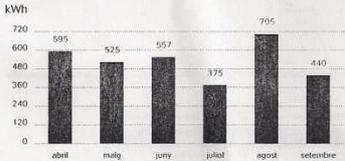
**RESUM DE LA FACTURA**  
 Data Factura: 21 de setembre de 2010  
 Període de Facturació: Del 20/08/2010 al 21/09/2010  
 Factura núm.: [REDACTED]  
 Referència: [REDACTED]  
**Total Factura: 88,59 €**

**Dades del Client**  
 Titular: [REDACTED]  
 DNI/NIF: [REDACTED]  
 Adreça: [REDACTED]  
 Activitat econòmica (CNAE): [REDACTED]  
 CLIPS: [REDACTED]  
 Potència contractada: 10 kW  
 Tarifa d'accés: 2.0A Contracte accés: [REDACTED]  
 Nombre de Comptador: [REDACTED]

**Consum elèctric**

Lectura real	(21/09/2010)	101.800 kWh
Lectura estimada	(20/08/2010)	-101.360 kWh
<b>Total</b>		<b>440 kWh</b>

**CONSUMS EN kWh**



**Facturació**  
 PRODUCTE: TUR

Concepte	Càlcul	Import (€)
Potència	10 kW x 32 x 0,056529 €/kW	= 18,08
Fact. consum lectures reals	1,145 kWh x 0,117759 €/kWh	= 134,84
Abonament consum estimat	-705 kWh x 0,117759 €/kWh	= -83,02
Impost electricitat	69,90 € x 1,05113 x 4,864 %	= 3,58
Lloguer equips	32 x 0,050301 €	= 1,60
<b>Total</b>		<b>75,08</b>
IVA	normal 18 % de 75,08	= 13,51
<b>Total Factura</b>		<b>88,59 €</b>

**Informació del seu producte**

Preus establerts segons la Resolució de 28 de juny de 2010, de la Direcció General de Política Energètica i Mines, per la qual s'estableixen les tarifes d'últim recurs que s'han d'aplicar en el tercer trimestre de 2010.

**Dades de pagament**

Caixa o Banc: [REDACTED]  
 Sucursal: [REDACTED] D.C.: [REDACTED]  
 Compte Corrent: [REDACTED]  
 Import: 88,59 €

L'import d'aquesta factura li serà carregat en el seu compte a partir del 28/09/2010. El seu pagament es justifica amb el corresponent apunt bancari.

SOM ELS  
**PROFESSIONALS**  
 DE L'  
**AIRE**

ASSESSORAMENT · INSTAL·LACIÓ · FINANÇAMENT

Informi-se'n al  
**902 50 66 80**



Contracte núm.: 40002243906  
 Servei d'Atenció al Client  
**902 50 88 50**  
 Avaries: 902 536 536  
[www.endesaonline.com](http://www.endesaonline.com)

La Taula d'Accés en càlcul segons el RD 1364/2001 i les tarifes establertes i recomanades actualment en vigor (Ordre EC/7519/2009) BOC 31-12-09/99

Factura emesa a Madrid per ENDESA ENERGIA XXI S.L.U. C/I. BR/2846825.  
 Dades Registre: Registre Mercantil Sector 33 L/08/272201  
 Domicili Social: C/ Ribera del Loira, nº 60 28014 Madrid

Tabla K.2. Factura eléctrica [Fuente: ENDESA]



## L. Ahorros y costes

En este anexo se justifica la valoración económica de los ahorros y costes en agua, energía y mantenimiento que se expone en el apartado 12 de la memoria.

### L.1. Ahorro de agua

Para calcular el ahorro económico que representa esta reducción del consumo de agua, se ha tomado como referencia una factura normal de Aguas de Barcelona, del período de julio a octubre del 2010, que se puede consultar en el ANEXO K.

Se necesita hacer una diferencia entre el coste del agua en el caso que se tienen sistemas de reciclaje instalados y el coste del agua en caso contrario. Se debe tener en cuenta que el agua se tarifica por tramos de consumo (Tabla L.1 y Tabla L.2).

	Precio consumo (sin IVA) [€/m <sup>3</sup> ]
0 - 18 m <sup>3</sup>	0,4552
18 - 36 m <sup>3</sup>	0,9106
más de 36 m <sup>3</sup>	1,3657

Tabla L.1. Precio del agua según AGBAR [Elaboración propia. Fuente: Factura de agua]

	Canon agua (sin IVA) [€/m <sup>3</sup> ]
0 - 39 m <sup>3</sup>	0,3999
39 - 43 m <sup>3</sup>	0,8472

Tabla L.2. Canon del agua según AGBAR [Elaboración propia. Fuente: Factura de agua]

Se calcula el coste del agua en el edificio sin sistemas de reciclaje. Para aplicar las tarifas siguiendo la factura de referencia, se desglosa el gasto de agua anual del total del edificio en un gasto de agua trimestral de cada vivienda. De este modo se puede calcular el coste (Tabla L.3).



	Año y edificio [1 / año]	Trimestre y edificio [1 / trimestre]	Trimestre y vivienda [1 / trimestre · vivienda]
Consumo agua [m <sup>3</sup> ]	2.248,20	562,05	23,42
Gasto [€]	2.547,84	636,96	26,54

**Tabla L.3.** Consumo/Coste anual y trimestral de agua sin sistemas [Elaboración propia]

El coste de la factura en € se ha calculado mediante las ecuaciones Ec. L.1, Ec. L.2, Ec. L.3, Ec. L.4.

**Tramo 18 m<sup>3</sup>**       $18 \text{ m}^3 \times 0,4552 \text{ €/m}^3 = 8,1936 \text{ €}$       (Ec. L.1)

**Tramo 18 – 36 m<sup>3</sup>**       $5,42 \text{ m}^3 \times 0,9106 \text{ €/m}^3 = 4,93545 \text{ €}$       (Ec. L.2)

**Canon agua**       $23,42 \text{ m}^3 \times 0,3999 \text{ €/m}^3 = 9,36566 \text{ €}$       (Ec. L.3)

**IVA 18%**       $(13,12905+9,36566) \text{ €} \times 1,18 = 26,54376 \text{ €}$       (Ec. L.4)

Se aplica el mismo concepto para calcular el coste del agua en el edificio con sistemas de reciclaje instalados. Obviamente, el coste será inferior. En la Tabla L.4 se muestra el resumen del coste del agua, y los cálculos del coste se expresan con las Ec. L.5, Ec. L.6 y Ec. L.7.

	Año y edificio [1 / año]	Trimestre y edificio [1 / trimestre]	Trimestre y vivienda [1 / trimestre · vivienda]
Consumo agua [m <sup>3</sup> ]	1.438,46	359,62	14,98
Gasto [€]	1.451,52	362,88	15,12

**Tabla L.4.** Consumo/Coste anual y trimestral de agua con sistemas [Elaboración propia]

**Tramo 18 m<sup>3</sup>**       $14,98 \text{ m}^3 \times 0,4552 \text{ €/m}^3 = 6,8189 \text{ €}$       (Ec. L.5)

**Canon agua**       $14,98 \text{ m}^3 \times 0,3999 \text{ €/m}^3 = 5,9905 \text{ €}$       (Ec. L.6)

**IVA 18%**       $(6,8189+5,9905) \text{ €} \times 1,18 = 15,11509 \text{ €}$       (Ec. L.7)

Hemos obtenido el coste anual del consumo de agua en el edificio AINOS sin sistemas de reciclaje (2.547,84 €) y con sistemas de reciclaje (1.451,52 €). La diferencia entre estos dos valores será el ahorro económico de agua que se produce al instalar el sistema de reciclaje de aguas grises y de recogida de aguas pluviales (Ec. L.8).

**Ahorro de agua**       $2.547,84 \text{ €/año} - 1.451,52 \text{ €/año} = 1.096,32 \text{ €/año}$       (Ec. L.8)



Se ha estimado un ahorro anual de 1.096,32 € para el primer año.

## L.2. Coste de energía

Se calcula el coste de la energía, únicamente de los dispositivos implicados en el reciclaje de agua. Esto excluye a los hidrocompresores de la red de AFS y de ACS, y también al sistema de telegestión de contadores. Se excluyen debido a que, para calcular el retorno de la inversión de los sistemas de reciclaje de agua, únicamente debemos considerar aquellos dispositivos que cumplen una función directa en el sistema. En la Tabla L.5 se presenta la previsión de consumo energético de los dispositivos de interés.

Dispositivo	Potencia motor [kW]	Tiempo de funcionamiento [h/día]	E. Eléctrica [kWh/día]	E. Eléctrica [kWh/año]
Bomba H81	0,6	2	1,2	438
Grupo H2H 80 T	2 x 0,6	2	2,4	876
			<b>TOTAL</b>	<b>1.314</b>

**Tabla L.5.** Consumo energético anual de la instalación de reciclaje de agua [Elaboración propia]

Se estima, a modo aproximativo para el cálculo de consumo de energía eléctrica de la instalación, que las bombas trabajarán de promedio unas 2 horas al día. Para calcular el precio de la electricidad se ha tomado de referencia la factura de la compañía eléctrica (ENDESA) expuesta en el ANEXO K.

El precio del kWh es de 0,117759 €/kWh, aunque a este gasto se le debe sumar el impuesto de electricidad, que se obtiene multiplicando a la cantidad anterior el valor 1,05113 x 4,864%. Finalmente, se le suma el 18% de IVA. Las ecuaciones Ec. L.9, Ec. L.10 y Ec. L.11 muestran los cálculos que se han llevado a cabo.

**Consumo**  $1.314 \text{ kWh} \times 0,117759 \text{ €/kWh} = 154,7 \text{ €}$  (Ec. L.9)

**Impuesto electricidad**  $154,7 + (154,7 \times 1,05113 \times 0,04864) = 162,6 \text{ €}$  (Ec. L.10)

**IVA 18%**  $162,6 \text{ €} \times 1,18 = 191,9 \text{ €}$  (Ec. L.11)

El precio de la electricidad se estima en 191,9 € para el primer año.



### L.3. Mantenimiento y costes asociados

Se describen las tareas de mantenimiento que se deberán llevar a cabo en la instalación de reciclaje de aguas grises y recogida de aguas pluviales:

- Inspecciones regulares de la instalación y el equipamiento. Calibración de los sistemas de control, comprobación de válvulas y sondas, inspección visual, ruidos. Mantenimiento anual.
- Respuesta a alarmas enviadas telemáticamente al centro de control de la empresa instaladora por mal funcionamiento del sistema.
- Revisión y comprobación de los contadores de agua.
- Muestreo y análisis regulares del agua tratada. Se realiza el control en la salida de la planta de regeneración, y en todos los puntos de consumo. La frecuencia de muestreo es anual.
- Revisión de los filtros cada 15 días. Limpieza y/o cambio de filtros cada 15 m<sup>3</sup> de agua tratados, o bien cada 6 meses.
- Limpieza y desinfección de los depósitos con cloro cada 150 m<sup>3</sup> almacenados. Se hace un vaciado de lodos acumulados una vez al año.

Algunos de estos servicios pueden entrar en la garantía de la empresa instaladora los primeros años de funcionamiento de los sistemas.

Se prevén 20 h de mantenimiento al año, a un precio de 20 €/h de mantenimiento. El material se prevé en 400 €/año, cambio de filtros y otros elementos consumibles de la instalación. El total de mantenimiento se estima en 800 € el primer año.

### L.4. Previsión de la evolución anual de los precios

En los apartados anteriores se ha calculado el ahorro de agua y los costes de energía y mantenimiento para el primer año. No obstante, se debe tener en cuenta que las tarifas de mano de obra, materiales, agua y energía no van a mantenerse constantes a los largo de los años.

Por eso es necesario pronosticar un escenario futuro en base a previsiones razonables de incremento de precio de cada uno de los recursos. Se prevé que el agua es la que más aumentará de precio en los años siguientes a la instalación del sistema de reciclaje de aguas grises y recogida de aguas pluviales. Entre 2000 y 2005, el agua se encareció un



27% en la Comunidad Valenciana (de 0,55 €/m<sup>3</sup> a 0,7 €/m<sup>3</sup>) [<http://www.ita.upv.es/>, 10 de noviembre de 2010]. Un estudio de la OCU (Organización de Consumidores y usuarios) confirma que el precio medio del agua en España se encareció un 28% desde 2005 hasta 2009. El estudio también refleja unas grandes diferencias entre el precio del agua de ciudades españolas, siendo Barcelona una de las ciudades donde el agua es más cara en España [<http://www.ocu.org/>, 22 de enero de 2011]. No obstante, el agua sigue siendo más barata en España que en otros países como Alemania, Francia o Italia, y más cara que en países como Canadá, Australia o Estados Unidos, según un estudio de la UNESCO en 2005 [<http://www.elmundo.es/>, 22 de enero de 2011].

Se prevé que en futuro habrá una fuerte subida del precio de agua debido a la escasez de agua potable en el mundo. En base a la tendencia de incremento del precio del agua en España estos últimos años, se ha asignado una tasa de incremento del precio del agua del 6% anual.

La energía eléctrica es otro recurso limitado cuyo precio irá en incremento a lo largo de los próximos años. Este incremento es debido al aumento de la demanda energética y a la fluctuación de los precios de los combustibles fósiles. Para calcular el incremento anual del precio de la electricidad también se tomará como referencia la evolución histórica del precio del kWh (Fig. L.1).

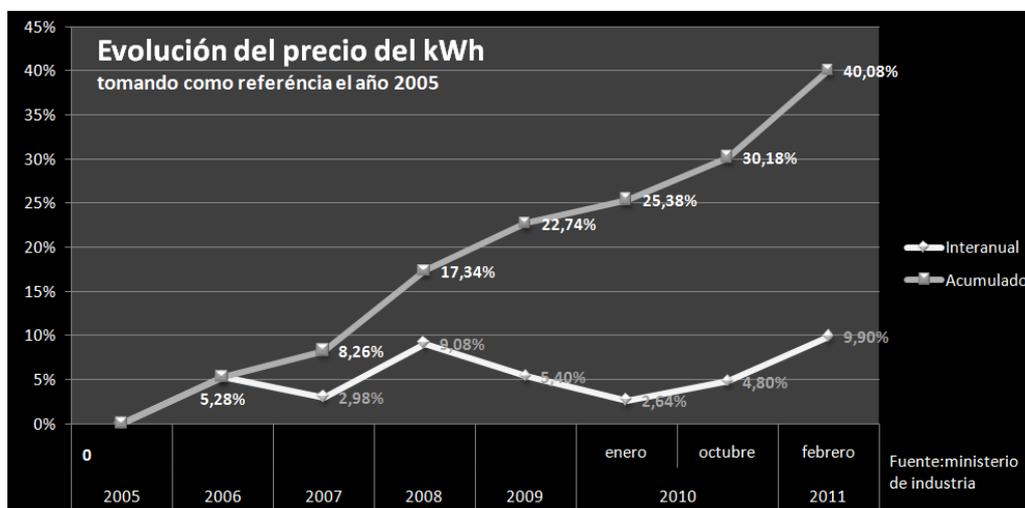


Fig. L.1. Evolución del precio del kWh en España [<http://e3illumination.com/>, 22 de enero de 2011]

La evolución ascendente del precio de la electricidad es debida, principalmente, al incremento de costes de las materias primas y a un déficit tarifario existente en el mercado de la electricidad español. Esto quiere decir que las tarifas son inferiores al coste de generación, transporte y demás conceptos necesarios para que la electricidad llegue a los



puntos de consumo. Se estima que en los próximos años la electricidad subirá de promedio un 7% anual, siguiendo la tendencia de los últimos años.

Por último, se estima un incremento del 2% anual para materiales y mano de obra implicada en tareas de mantenimiento, habiendo sido la media del IPC en el 2010 de 1,78% [<http://www.ipcblog.es/>, 22 de enero de 2011].

La Tabla L.6 resume las previsiones del escenario futuro.

Concepto	Incremento de precio anual (%)
Agua	6%
E. eléctrica	7%
Mantenimiento	2%

**Tabla L.6.** Previsión de subida anual de los precios [Elaboración propia]



## M. Retorno de la inversión

Este anexo presenta en detalle, año por año la recuperación de la inversión inicial de la instalación del sistema de reciclaje de aguas grises y de reutilización de aguas pluviales.

### M.1. Flujo de caja

La Tabla M.1 muestra el flujo de caja desde el momento de la inversión inicial hasta un horizonte de 30 años.

AÑO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ahorro de agua	-	1.096	1.162	1.232	1.306	1.384	1.467	1.555	1.648	1.747	1.852
Inversión inicial	-28.227	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Consumo E. eléctrica	-	-192	-205	-220	-235	-252	-269	-288	-308	-330	-353
Mantenimiento	-	-800	-816	-832	-849	-866	-883	-901	-919	-937	-956
<b>Total [€]</b>	<b>-28.227</b>	<b>-28.123</b>	<b>-27.983</b>	<b>-27.803</b>	<b>-27.582</b>	<b>-27.316</b>	<b>-27.002</b>	<b>-26.636</b>	<b>-26.216</b>	<b>-25.736</b>	<b>-25.193</b>

AÑO	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Ahorro de agua	1.963	2.081	2.205	2.338	2.478	2.627	2.784	2.951	3.128	3.316
Inversión inicial	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Consumo E. eléctrica	-378	-404	-432	-463	-495	-530	-567	-606	-649	-694
Mantenimiento	-975	-995	-1.015	-1.035	-1.056	-1.077	-1.098	-1.120	-1.143	-1.165
<b>Total [€]</b>	<b>-24.584</b>	<b>-23.902</b>	<b>-23.143</b>	<b>-22.303</b>	<b>-21.376</b>	<b>-20.356</b>	<b>-19.237</b>	<b>-18.012</b>	<b>-16.675</b>	<b>-15.219</b>

AÑO	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Ahorro de agua	3.515	3.726	3.949	4.186	4.438	4.704	4.986	5.285	5.602	5.939
Inversión inicial	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Consumo E. eléctrica	-743	-795	-851	-910	-974	-1.042	-1.115	-1.193	-1.277	-1.366
Mantenimiento	-1.189	-1.213	-1.237	-1.262	-1.287	-1.312	-1.339	-1.366	-1.393	-1.421
<b>Total [€]</b>	<b>-13.636</b>	<b>-11.917</b>	<b>-10.055</b>	<b>-8.041</b>	<b>-5.864</b>	<b>-3.514</b>	<b>-982</b>	<b>1.745</b>	<b>4.678</b>	<b>7.830</b>

Tabla M.1. Flujo de caja [Elaboración propia]



## M.2. Ahorro acumulado

La Tabla M.2 muestra el ahorro de agua acumulado (en euros) desde el momento de la inversión inicial hasta un horizonte de 30 años.

Año	Ahorro [€]
0	0,00
1	1.096,32
2	2.258,42
3	3.490,24
4	4.795,98
5	6.180,06
6	7.647,18
7	9.202,33
8	10.850,79
9	12.598,16
10	14.450,37
11	16.413,71
12	18.494,85
13	20.700,87
14	23.039,24
15	25.517,91
16	28.145,31
17	30.930,34
18	33.882,49
19	37.011,75
20	40.328,78
21	43.844,83
22	47.571,84
23	51.522,47
24	55.710,13
25	60.149,06
26	64.854,33
27	69.841,91
28	75.128,74
29	80.732,78
30	86.673,07

**Tabla M.2.** Ahorro de agua acumulado [Elaboración propia]



### M.3. Coste acumulado

La Tabla M.3 muestra el coste acumulado desde el momento de la inversión inicial hasta un horizonte de 30 años.

Año	Coste [€]
0	28.227,00
1	29.219,00
2	30.240,44
3	31.292,58
4	32.376,76
5	33.494,37
6	34.646,93
7	35.836,00
8	37.063,26
9	38.330,48
10	39.639,53
11	40.992,42
12	42.391,25
13	43.838,27
14	45.335,84
15	46.886,51
16	48.492,93
17	50.157,98
18	51.884,66
19	53.676,21
20	55.536,03
21	57.467,77
22	59.475,29
23	61.562,71
24	63.734,41
25	65.995,06
26	68.349,61
27	70.803,35
28	73.361,92
29	76.031,32
30	78.817,93

Tabla M.3. Coste acumulado [Elaboración propia]





## N. Planos de la instalación

En este último anexo del proyecto se presentan los planos del edificio AINOS que permiten entender gráficamente su instalación de fontanería y saneamiento con red separativa, y la ubicación de los sistemas de reciclaje de aguas grises, recogida de aguas pluviales y generación de ACS mediante energía solar.

Los planos se han elaborado en un tamaño de papel A3, a escala 1:100, excepto los esquemas unifilares (del PLANO 9 al PLANO 16), que son unos esquemas conceptuales sin escala que permiten conocer al detalle las dimensiones de las tuberías y los accesorios necesarios para realizar la instalación.

PLANO 01	PLANTA BAJA
PLANO 02	PISOS 1, 2, 3, 4 – PLANO DE PLANTA
PLANO 03	TERRAZA SUPERIOR
PLANO 04	ALZADO EDIFICIO AINOS – FACHADA DE ACCESO A VIVIENDAS
PLANO 05	PLANTA BAJA – INSTALACIÓN DE FONTANERÍA Y SANEAMIENTO
PLANO 06	PISOS 1, 2, 3, 4 – INSTALACIÓN DE FONTANERÍA
PLANO 07	PISOS 1, 2, 3, 4 – INSTALACIÓN DE SANEAMIENTO
PLANO 08	TERRAZA SUPERIOR – RECOGIDA DE AGUAS PLUVIALES
PLANO 09	INSTALACIÓN DE FONTANERÍA – AGUA FRÍA POTABLE – ESQUEMA UNIFILAR
PLANO 10	INSTALACIÓN DE FONTANERÍA – AGUA CALIENTE SANITARIA – ESQUEMA UNIFILAR
PLANO 11	INSTALACIÓN DE FONTANERÍA – AGUAS PLUVIALES – ESQUEMA UNIFILAR
PLANO 12	INSTALACIÓN DE FONTANERÍA – AGUAS GRISES – ESQUEMA UNIFILAR
PLANO 13	INSTALACIÓN DE FONTANERÍA – DISTRIBUCIÓN VIVIENDAS – ESQUEMA UNIFILAR
PLANO 14	INSTALACIÓN DE SANEAMIENTO – AGUAS NEGRAS – ESQUEMA UNIFILAR
PLANO 15	INSTALACIÓN DE SANEAMIENTO – AGUAS GRISES – ESQUEMA UNIFILAR
PLANO 16	INSTALACIÓN DE SANEAMIENTO – AGUAS PLUVIALES – ESQUEMA UNIFILAR

