

Tarea 1

Diseño de instalaciones de fluidos

1.1 Antecedentes y objetivos generales

La sesión introductoria de la asignatura (Hidráulica Básica) tiene por cometido el estudio de los contenidos asociados a la caracterización de pérdidas hidráulicas en los distintos tipos de instalaciones objeto de estudio en la asignatura. En ese sentido se plantean los distintos métodos de cálculo (ecuaciones) que son de aplicación en instalaciones de fontanería, protección contra incendios y ventilación (flujos incompresibles en conductos a presión), saneamiento (flujos incompresibles en conductos en régimen de lámina libre) y gases combustibles (flujos compresibles en conductos a presión).

El objetivo principal de esta tarea está asociado a la puesta en práctica de las herramientas proporcionadas en la sesión relativas al cálculo de pérdidas y dimensionado de instalaciones. Para ello, cada estudiante elaborará una propuesta de diseño para una de las viviendas tipo mostradas en el guión de la práctica, de una de las tres instalaciones que se plantean (fontanería, saneamiento o gases combustibles¹) con un material de referencia. En el archivo *Puntos de diseño.xlsx* adjunto a este guión se indica que instalación, que tipo de vivienda y que material debe tomarse como referencia para el cálculo individualizado. Por tanto, cada uno de los estudiantes sólo diseñará una instalación, para una de las viviendas y con el material asignado. Los resultados a proporcionar consisten en la determinación de los diámetros necesarios para cumplir con los criterios técnico-normativos mostrados en los siguientes apartados así como la generación de una hoja de cálculo que integre las citadas ecuaciones para su uso en las próximas sesiones de la asignatura.

Con esta tarea se pretende desarrollar la capacidad del estudiante para el cálculo y dimensionado de instalaciones de fluidos una vez expuestos los criterios de diseño técnicos y/o normativos.

¹Aquellos estudiantes a los que se les asigne el diseño de la instalación de gas, deberán resolver además el dimensionado de la bajante de aguas pluviales

1.2 Descripción general de la viviendas

La Figura 1.1 muestra una representación esquemática de los dos tipos de viviendas existentes. Para un mayor nivel de detalle se adjuntan a la tarea los planos de las mismas en formato CAD (*Tarea1.dwg*). En este archivo se muestra la información relativa a dimensiones y número y distribución de estancias. **Todas las medidas necesarias para el cálculo se obtendrán de aquí.**

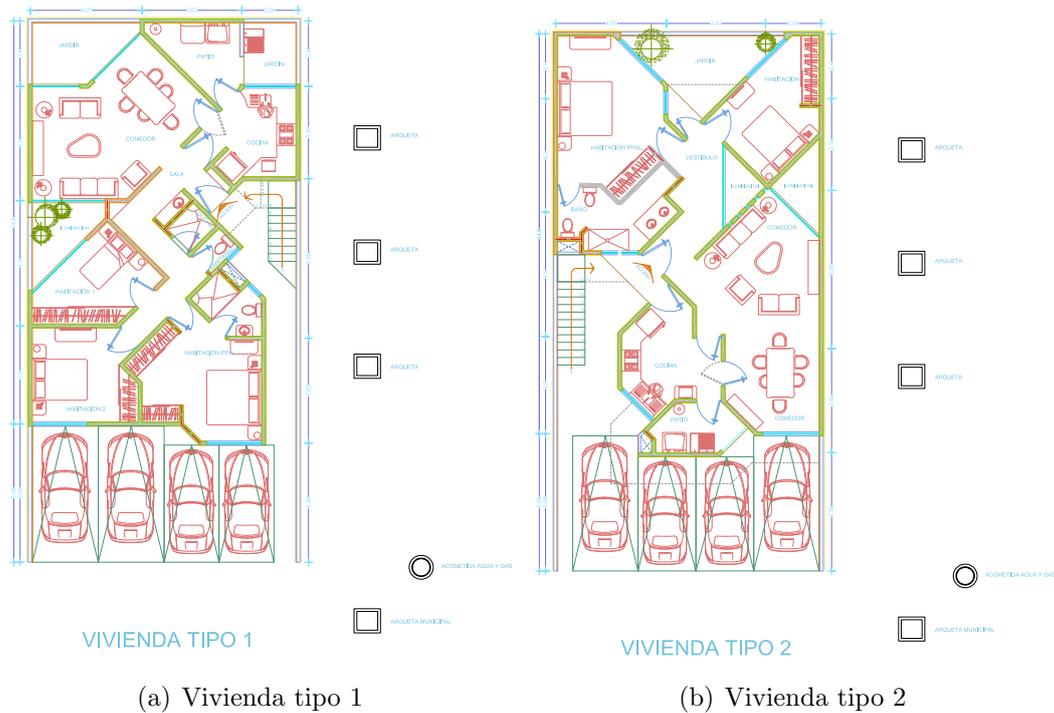


Figura 1.1: Representación esquemática de los dos tipos de viviendas existentes.

La vivienda 1 está compuesta por tres habitaciones, dos baños, cocina, comedor, patio y jardín mientras que la vivienda 2 se compone por dos habitaciones, un baño, cocina, comedor, patio y jardín. Las acometidas de agua y gas así como la arqueta de registro municipal para el saneamiento se encuentran localizadas en un punto común situado al este de la vivienda. Además, se muestran en el plano las ubicaciones de las acometidas de agua y gas, la arqueta de registro municipal para evacuar las aguas de la vivienda así como las posibles ubicaciones para arquetas de registro en caso de ser necesarias.

1.3 Fontanería

1.3.1 Necesidades de caudal

La vivienda 1 está compuesta por dos baños en los cuales hay previsión de un total de 2 duchas, 2 lavabos y 2 inodoros. En la cocina se ha proyectado 1 fregadero y 1 lavavajillas mientras que en el patio hay previsión para 1 lavadora y en el jardín hay 1 pila y 1 grifo para una manguera. En la vivienda 2 hay un baño con dos lavabos, 1 ducha de hidromasaje, 1 inodoro y 1 bidé. En la cocina se ha proyectado 1 fregadero y 1 lavavajillas mientras que en el patio se prevé 1 lavadora y 1 pila. En el jardín se prevé 1 grifo para una manguera. Las necesidades de caudal para cada uno de los aparatos se recogen en la Tabla 1.1.

Aparato	Q ($l\ s^{-1}$)
Lavabo	0,1
Ducha	0,2
Ducha hidromasaje	0,4
Inodoro	1,25
Bidé	0,1
Lavavajillas	0,15
Fregadero doméstico	0,2
Lavadora	0,2
Grifo	0,15
Pila	0,1

Tabla 1.1: Consumo previsto en aparatos instalados en las viviendas.

1.3.2 Conducciones

Las conducciones de agua a presión (fontanería) deberán proyectarse en el material especificado por el profesor en el archivo adjunto a esta tarea. Los tres materiales disponibles son cobre ($\epsilon = 0,0015\text{ mm}$, $C_H = 135$), acero galvanizado ($\epsilon = 0,15\text{ mm}$, $C_H = 120$) y acero inoxidable ($\epsilon = 0,006\text{ mm}$, $C_H = 100$).

La Tabla 1.2 recoge los diámetros comerciales normalizados para tuberías de acero galvanizado, mientras que las Figuras 1.2 y 1.3 los muestra para el cobre y acero inoxidable.

Esesor de pared nominal (mm)	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,5	2,0	2,5	3,0
Diámetro exterior nominal (mm)	Diámetro interior (mm)											
6		4,8		4,4		4						
8		6,8		6,4		6						
10		8,8	8,6	8,4		8						
12		10,8	10,6	10,4		10						
14				12,4		12						
15			13,6	13,4		13						
16						14						
18				16,4		16						
22					20,2	20	19,8	19,6	19			
28					26,2	26		25,6	25			
35						33		32,6	32			
40						38						
42						40		39,6	39			
54						52		51,6	51	50		

Figura 1.2: Diámetros nominales de conducciones de cobre para uso en instalaciones de fontanería, Norma UNE-EN 1057:1996.

DIMENSIÓN NOMINAL NPS	DIÁMETRO EXTERIOR		ESPEJOR DE PARED	
	(pulg.)	(mm)	(mm)	(pulg.)
1/2"	0,50	12.70	0,7	0,028
			0,8	0,031
			0,9	0,035
			1,1	0,043
3/4"	0,75	19.05	0,7	0,028
			0,8	0,031
			0,9	0,035
			1,1	0,043
			1,2	0,047
1"	1.000	25.40	0,7	0,028
			0,8	0,031
			0,9	0,035
			1,1	0,043
			1,2	0,047
1 1/2"	1.500	38.10	1,5	0,059
			0,8	0,031
			0,9	0,035
			1,1	0,043
			1,2	0,047
			1,5	0,059

Figura 1.3: Diámetros nominales de conducciones de acero inoxidable para uso en instalaciones de fontanería, Norma UNE 19049-1:1997.

DN (")	DN (mm)	D _{int} (mm)
3/8	10	12,6
1/2	15	16,1
3/4	20	21,7
1	25	27,3
1 1/4	32	36
1 1/2	40	41,9
2	50	53,1
2 1/2	65	68,9
3	80	80,9
4	100	105,3
5	125	129,7
6	150	155,1

Tabla 1.2: Diámetros nominales de conducciones de acero galvanizado para uso en instalaciones de fontanería, Norma UNE 19047:1996.

1.3.3 Criterios de cálculo

Los criterios de cálculo que a continuación se exponen, que han sido extraídos de normativa o se corresponden con criterios racionales, se justificarán en la sesión individual pertinente.

- La presión en la acometida se tomará igual a 2 bar (20 m).
- El trazado de la red discurrirá desde la acometida hasta el calentador (donde se dispondrá de una llave de corte general). Desde aquí se alimentará a cada cuarto húmedo (estancia con necesidad de caudal) de manera independiente. Aunque no se considera indispensable, normalmente las instalaciones interiores de agua discurren entre la tabiquería.
- La presión en cualquier punto de consumo debe ser superior a 10 m salvo en el caso de los inodoros que al disponer de un fluxor debe ser al menos de 15 m.
- Para el cálculo de las pérdidas por fricción se empleará el método de Darcy-Weisbach.
- Para el cálculo de pérdidas localizadas se mayorará la longitud real de la tubería en un 20–30%.
- La selección de diámetros se realizará a través de o bien un criterio pendiente hidráulica constante o bien de velocidad, siempre y cuando se garanticen los niveles de presión requeridos. para la pendiente hidráulica suele tomarse $j = 0,03 \div 0,04 \text{ m m}^{-1}$ mientras que para las velocidades en las tuberías

$v = 0,5 \div 2 \text{ m s}^{-1}$ para tuberías metálicas o $v = 0,5 \div 3,5 \text{ m s}^{-1}$ para tuberías termoplásticas o multicapa.

- No se diseñará la derivación individual a cada aparato, sino que sólo se proporcionará el diámetro hasta la entrada al cuarto húmedo.
- Pueden tomarse para unos valores normales para las propiedades del agua ($\rho = 10^3 \text{ kg m}^{-3}$, $\mu = 10^{-3} \text{ kg m}^{-1} \text{ s}^{-1}$).

1.3.4 Resultados a proporcionar en instalación de fontanería

Debe proporcionarse el trazado de la red indicando los diámetros obtenidos de cálculo. Los resultados deben apoyarse en una hoja de cálculo donde se muestren los cálculos realizados. Dicha hoja contendrá al menos la información relativa a la denominación del tramo analizado, caudal de cálculo, diámetro escogido, designación, velocidad, número de Reynolds, factor de fricción, longitud y pérdidas (Tabla 1.3). Se valorará muy positivamente que la hoja sea versátil y permita recalculer cada tramo a través de una lista desplegable. Esta lista puede generarse a partir de una base de datos con los diámetros comerciales normalizados (funciones BUSCARV y BUSCARH de Excel).

Tramo	Q (l s^{-1})	Desig.	D (mm)	v (m s^{-1})	Re	ϵ/D	f	L (m)	h_T (m)
Cocina	0,35	1/2"	15	1,98	29709	0,01	0,04	3	2,096

Tabla 1.3: Ejemplo de cálculo para un tramo (hoja de cálculo).

No se considera necesaria la entrega de los planos CAD con el trazado, sino que basta con indicar el trazado (por ejemplo sobre un documento pdf) y adjuntar una tabla con la relación de longitudes y diámetros de cada uno de los tramos. Como mínimo deben entregarse dos archivos comprimidos en formato .rar o similar y subidos a la aplicación. El primer archivo contendrá el resultado de la tarea (trazado y diámetros) mientras que el segundo será la hoja de cálculo justificativa. La solución se puede realizar manualmente y escaneada o bien el Microsoft Word o similar.

1.4 Saneamiento

1.4.1 Caudales de evacuación

Los caudales de descarga previstos para cada uno de los aparatos descritos en la sección anterior se recogen en la Tabla 1.4.

Aparato	Q ($l\ s^{-1}$)
Lavabo	0,75
Ducha	0,5
Ducha hidromasaje	1,5
Inodoro	1,25
Bidé	0,5
Lavavajillas	0,75
Fregadero doméstico	0,75
Lavadora	1
Grifo	0,5
Pila	0,5

Tabla 1.4: Caudal de descarga previsto en aparatos instalados en las viviendas.

1.4.2 Conducciones

Las conducciones de evacuación deberán proyectarse en el material especificado por el profesor en el archivo adjunto a esta tarea. Los tres materiales disponibles son PVC ($n = 0,01$), fundición ($n = 0,017$) y gres ($n = 0,009$).

Las Tablas 1.5, 1.6, 1.7 recogen los diámetros comerciales normalizados para conducciones de PVC, fundición y gres empleadas en saneamiento.

DN (mm)	50	63	75	90	110	125	160	200
D _{int} (mm)	44	57	69	84	103,6	118,6	153,6	192,2

Tabla 1.5: Diámetros comerciales de conducciones de PVC para uso en instalaciones de evacuación, Norma UNE-EN 1329-1:1999.

DN (mm)	40	50	70	75	100	125	150	200
D _{int} (mm)	48	58	78	83	110	135	160	210

Tabla 1.6: Diámetros comerciales de conducciones de fundición para uso en instalaciones de evacuación, Norma UNE-EN 877:2000.

DN (mm)	50	60	75	90	100	150	200	225
D _{int} (mm)	46	56	69	86	96	146	195	219

Tabla 1.7: Diámetros comerciales de conducciones de gres para uso en instalaciones de evacuación, Norma UNE-EN 295-1:1999.

1.4.3 Criterios de cálculo

Los criterios de cálculo que a continuación se exponen, que han sido extraídos de normativa o se corresponden con criterios racionales, se justificarán en la sesión individual pertinente.

- Se considerará una pendiente de cálculo entre el 2% y el 4%.
- Cada cuarto húmedo dispondrá de una red de evacuación propia (que engloba todos los aparatos del mismo cuarto) que sólo podrán conectarse con otras redes de evacuación en las arquetas exteriores. No se diseñarán los conductos de evacuación de cada aparato.
- El trazado de la red discurrirá desde los cuartos húmedos hasta la arqueta municipal siempre que la caída (cuanto penetra la tubería en el terreno) de las tuberías no supere los 0,2 m (por ejemplo 10 m al 2%). En caso de superarse este umbral deberá proyectarse el trazado hasta las arquetas dispuestas al este de la vivienda y dimensionar el conexionado entre ellas y la arqueta municipal con los caudales de cálculo.
- Para el cálculo se empleará la ecuación de Manning y se dimensionará para funcionar como mínimo a media de sección ($h/D = 0,5$) y hasta un máximo de tres cuartos de sección ($h/D = 0,75$).
- Se verificará que la velocidad en la conducción garantiza la condición de autolimpieza (esto es mayor que $0,6 \text{ m s}^{-1}$).
- Se recomienda emplear las curvas de llenado para secciones circulares o las tablas de Thormann-Franke disponibles en el documento de apoyo denominado "*Flujo en canales.pdf*" disponible en la carpeta de Anexos de la pestaña material del acceso personalizado, (páginas 15-16).

1.4.4 Resultados a proporcionar en instalación de saneamiento

Debe proporcionarse el trazado de la red indicando los diámetros obtenidos de cálculo. Los resultados deben apoyarse en una hoja de cálculo donde se muestren los cálculos realizados. Dicha hoja contendrá al menos la información relativa a la información del tramo analizado, caudal de cálculo, diámetro escogido, designación, grado de llenado, velocidad. Se valorará muy positivamente que la

hoja sea versátil y permita recalcular cada tramo a través de una lista desplegable. Esta lista puede generarse a partir de una base de datos con los diámetros comerciales normalizados (funciones BUSCARV y BUSCARH de Excel). Además de con los diámetros se valorará especialmente la interpolación en las curvas de Thormann-Franke (disponibles en un archivo Excel en la carpeta utilidades) para el cálculo automático de la profundidad de llenado (h/D) a partir de la relación Q/Q_0 o viceversa.

La entrega se realizará de acuerdo a lo indicado en la Sección 1.3.4.

1.4.5 Diseño bajantes

Aunque estrictamente hablando pertenecen a la instalación de saneamiento, los estudiantes designados con la resolución de la instalación de gas deberán resolver el cálculo de la bajante de aguas pluviales. Para ello puede estimarse la intensidad pluviométrica para la localidad donde se encuentra la vivienda (Elche) como $I = 90 \text{ mm h}^{-1}$. Se empleará la ecuación de Dawson-Hunter con el criterio $r = 1/3$.

1.5 Gas

1.5.1 Caudales de suministro

Las viviendas requieren una instalación interior de gas natural para el suministro al calentador, horno y cocina. La potencia de diseño es de 27,5 kW en condiciones de cálculo, con el desglose mostrado en la Tabla 1.8.

Descripción	P_n (kW)	Q_n ($\text{m}^3 \text{ h}^{-1}$)
Calentador ACS	19	0,672
Horno	3,5	0,1225
Cocina	5	0,175

Tabla 1.8: Desglose de potencia de cálculo según aparatos instalados.

1.5.2 Conducciones

Las conducciones de gas deberán proyectarse en el material especificado por el profesor en el archivo adjunto a esta tarea. Los tres materiales disponibles son cobre, multicapa y acero inoxidable coarrugado.

La Figura 1.2 muestra los diámetros comerciales normalizados para tuberías de cobre (válidos tanto para instalaciones interiores de agua o gas de acuerdo a Norma UNE-EN 1057:1996). Por su parte, la Tabla 1.9 recoge los diámetros comerciales normalizados para tuberías de multicapa, mientras que la 1.10 los muestra para el acero inoxidable coarrugado.

Designación (mm)	16×2	18×2	20×2,5	26×3	32×3	40×3,5	50×4	63×4,5
D _{int} (mm)	12	14	15	20	26	33	42	54

Tabla 1.9: Diámetros nominales de conducciones de multicapa para uso en instalaciones de gas, Norma UNE 53008-1.

Designación	DN 15	DN 20	DN 25	DN 32	DN 40	DN 50
D _{int} (mm)	14,8	19,7	24,6	31,5	42,3	53,9

Tabla 1.10: Diámetros nominales de conducciones de acero inoxidable coarrugado para uso en instalaciones de gas, Norma UNE EN 15266:2007.

1.5.3 Criterios de cálculo

Los criterios de cálculo que a continuación se exponen, que han sido extraídos de normativa o se corresponden con criterios racionales, se justificarán en la sesión individual pertinente.

- La presión de suministro garantizada, una vez descontada la pérdida de carga del regulador, será de 20 mbar.
- La presión mínima de suministro a cada aparato será de 17 mbar.
- El trazado de la red discurrirá por el interior de la vivienda o por el exterior, a criterio del estudiante.
- Para el cálculo se empleará la ecuación de Renouard.
- Se verificará que la velocidad del gas en la conducción no supera los 20 m s^{-1} .
- Se puede tomar una densidad relativa del gas natural igual a 0,6 y una constante de la ecuación de Renouard de 232000 para presiones en mm ca, longitudes en m, caudales en $\text{m}^3 \text{ h}^{-1}$ y diámetro en mm.

1.5.4 Resultados a proporcionar en instalación de gas

Debe proporcionarse el trazado de la red indicando los diámetros obtenidos de cálculo. Los resultados deben apoyarse en una hoja de cálculo donde se muestren los cálculos realizados. Dicha hoja contendrá al menos la información relativa a la denominación del tramo analizado, caudal de cálculo, diámetro escogido, designación, velocidad y presión final. Se valorará muy positivamente que la hoja sea versátil y permita recalcular cada tramo a través de una lista desplegable. Esta lista puede generarse a partir de una base de datos con los diámetros comerciales normalizados (funciones BUSCARV y BUSCARH de Excel).

No se considera necesaria la entrega de los planos CAD con el trazado, sino que basta con indicar el trazado (por ejemplo sobre un documento pdf) y adjuntar una tabla con la relación de longitudes y diámetros de cada uno de los tramos.

Recuérdese que asociada al diseño de la instalación receptora de gas se encuentra el diseño de la bajante de pluviales de la instalación de saneamiento. La entrega se realizará de acuerdo a lo indicado en la Sección 1.3.4.