

# Índice de contenidos

Resumen .....	I
Resum .....	III
Abstract .....	V
<b>Capítulo 1. Introducción general</b>	<b>1</b>
1. Motivación de la investigación .....	1
2. Objetivo de la tesis.....	3
3. Estructura del trabajo .....	3
<b>Parte I. Curvas de dependencia de la demanda con la presión</b>	<b>5</b>
<b>Capítulo 2. Estado del arte</b>	<b>7</b>
1. Análisis de la situación .....	7
2. Revisión bibliográfica de las curvas propuestas para correlacionar la demanda con la presión (curvas DDP) .....	8
3. Revisión de los ensayos experimentales realizados.....	15
4. Revisión de la metodología para implementar un modelo de demandas dependientes de la presión (DDP) .....	18
4.1 Modificación del algoritmo global del gradiente (GGA) .....	19
4.2 Procedimiento iterativo sobre un modelo tradicional conducido por demandas considerando una curva DDP .....	25
4.3 Modelización de las demandas dependientes de la presión a través de emisores .....	28
4.4 Modelización de las demandas dependientes de presión introduciendo embalses ficticios .....	29
5. Conclusión.....	31
<b>Capítulo 3. Modelo estático realista para las DDP</b>	<b>33</b>
1. Curvas motriz y resistente en un nudo de una red .....	33
2. Demandas fijas y demandas variables .....	35
2.1 Demandas variables.....	35
2.2 Demandas fijas .....	37
2.3 Demanda global.....	38
3. Caso de edificios en altura .....	39
4. Variación de la demanda con la presión en un instante dado.....	40
<b>Capítulo 4. Modelo de evolución diaria de las DDP</b>	<b>45</b>
1. Variación de la curva DDP a lo largo de 24 horas .....	45
2. Curvas similares. Punto de referencia .....	48

<b>Capítulo 5. Análisis de la variación de la demanda con la presión en suministros urbanos tipo</b>	<b>53</b>
1. Introducción.....	53
2. Esquema básico para simular las demandas fijas y variables.....	53
2.1 Caso 1: Válvula VLQ + Emisor .....	54
2.2 Caso 2: Válvula TCV + Emisor .....	55
3. Suministro a viviendas unifamiliares .....	55
3.1 Caso 1: Válvula VLQ + Emisor .....	57
3.2 Caso 2: Válvula TCV + Emisor .....	59
4. Suministro a edificios de varias alturas .....	61
5. Evolución del suministro de las DDP en 24 horas.....	64
<b>Capítulo 6. Funciones matemáticas propuestas para simular el comportamiento de las DDP</b>	<b>75</b>
1. Introducción.....	75
1.1 Función racional de grado 1 (Función DDP1) .....	76
1.2 Función racional de grado 2 incompleta (Función DDP2) .....	78
1.3 Función racional de grado 2 completa (Función DDP3) .....	79
2. Estudio de la función DDP1.....	81
3. Estudio de la función DDP2.....	82
4. Estudio de la función DDP3.....	84
5. Funciones similares.....	88
5.1 Transformación de la ecuación DDP1.....	88
5.2 Transformación de la ecuación DDP2.....	89
5.3 Transformación de la ecuación DDP3.....	90
6. Estudio comparativo de las distintas funciones propuestas.....	93
7. Influencia de los parámetros $\alpha$ y $\beta$ en las funciones definidas .....	95
<b>Capítulo 7. Parametrización de la función DDP3 para suministros urbanos</b>	<b>99</b>
1. Introducción.....	99
2. Caracterización de la función DDP3 para una vivienda unifamiliar .....	102
2.1 Validación del esquema de suministro considerado.....	102
2.2 Parametrización de la función DDP3 para una vivienda unifamiliar .....	107
3. Caracterización de la función DDP3 para un edificio de varias plantas.....	111
3.1 Influencia del número de alturas .....	111
3.2 Caracterización de la curva DDP3 para un edificio de 2 plantas .....	112
3.3 Caracterización de la curva DDP3 para un edificio de 3 plantas .....	113
3.4 Caracterización de la curva DDP3 para un edificio de más de 3 plantas.....	117
3.5 Caracterización de la curva DDP3 para un edificio con grupo de presión.....	120
3.6 Conclusiones.....	127
4. Caracterización de la función DDP3 para una zona urbana.....	129
4.1 Caso 1 .....	130
4.2 Caso 2 .....	133
4.3 Caso 3 .....	135
4.4 Caso 4 .....	138

<b>Capítulo 8. Caso experimental: variación de la demanda con la presión en una zona de la ciudad de Valencia</b>	<b>143</b>
1. Zona de estudio .....	143
1.1 Descripción de la red .....	144
1.2 Tipología de edificios .....	146
1.3 Equipamiento del sector .....	148
2. Ensayos realizados .....	150
3. Resultados de las mediciones .....	152
4. Ajuste de los parámetros $\alpha$ y $\beta$ de la función DDP .....	159
<b>Parte II. Modelo integrado de fugas y demandas dependientes de la presión</b>	<b>165</b>
<b>Capítulo 9. Modelo de variación del caudal de fugas con la presión</b>	<b>169</b>
1. Definición de caudal de pérdidas o fugas .....	169
2. Influencia de la presión en el caudal de fugas .....	172
3. Influencia de la presión en la frecuencia de aparición de nuevas fugas .....	176
<b>Capítulo 10. Caso experimental: variación del caudal de fugas con la presión en una zona de la ciudad de Valencia</b>	<b>179</b>
1. Introducción .....	179
2. Ley de variación del caudal de fugas con la presión para el caso analizado .....	180
3. Conclusión .....	184
<b>Capítulo 11. Implementación práctica de un modelo integrado de demandas y fugas dependientes de la presión</b>	<b>185</b>
1. Introducción .....	185
2. Análisis de la problemática de la asignación de consumos a los nudos del modelo ...	187
3. Modelo propuesto para la carga del modelo .....	190
3.1 Distribución del agua no contabilizada .....	190
3.2 Caracterización de las fugas .....	191
3.3 Evaluación del caudal de fugas en la red modelizada .....	192
3.4 Evaluación del caudal de fugas en la red no modelizada .....	195
3.5 Caracterización de la demanda .....	196
4. Formulación de un modelo dinámico integrado de fugas y demandas dependientes de la presión .....	198
4.1 Ecuaciones hidráulicas de la red para periodo extendido .....	198
4.2 Integración de los términos de fuga y demanda en las ecuaciones de la red .....	201
5. Implementación del modelo integrado .....	202
5.1 Resolución de las ecuaciones hidráulicas .....	202
5.2 Identificación de los coeficientes de fuga .....	206
5.3 Identificación del caudal de referencia .....	210
5.4 Simulación para diferentes condiciones de funcionamiento .....	212
5.5 Diagrama de Bloques .....	213

<b>Capítulo 12. Conclusiones, desarrollos futuros y aportaciones originales</b>	<b>221</b>
1. Conclusiones.....	221
2. Resultados obtenidos .....	224
3. Limitaciones y desarrollos futuros.....	225
4. Aportaciones originales de la tesis .....	226
<b>Bibliografía</b>	<b>229</b>