

## ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>5</b>
<b>2. OBJETIVOS.....</b>	<b>7</b>
<b>3. GESTIÓN DE PRESIÓN EN UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO.....</b>	<b>9</b>
3.1.    ESTADO ACTUAL .....	10
3.2.    NIVEL ECONÓMICO DE FUGAS:.....	11
<b>4. ESTIMACIÓN DE PÉRDIDAS.....</b>	<b>13</b>
4.1.    BASES DE BABE (BACKGROUND AND BURST ESTIMATE) .....	13
4.1.1.    Umbral mínimo de fugas (UARL).....	15
4.1.2.    Índice de fugas irreducibles (ILI).....	16
4.1.3.    Trayectos de área fija y variable (FAVAD).....	17
<b>5. MODELOS DE CUANTIFICACIÓN DE FUGAS.....</b>	<b>19</b>
5.1.    SANFLOW: MODELO BASADO EN EL ANÁLISIS DEL FLUJO NOCTURNO .....	20
5.2.    PRESMAC: MODELO BASADO EN LA GESTIÓN DE LA PRESIÓN.....	21
<b>6. INFLUENCIA DEL CONTROL DE PRESIÓN.....</b>	<b>23</b>
6.1.    INFLUENCIA DEL CONTROL DE PRESIÓN SOBRE EL CAUDAL DE FUGAS.....	23
6.2.    INFLUENCIA DEL CONTROL DE PRESIÓN SOBRE LA FRECUENCIA DE APARICIÓN DE NUEVAS FUGAS: .....	25
6.3.    INFLUENCIA DEL CONTROL DE PRESIÓN SOBRE EL CONSUMO:.....	27
<b>7. VÁLVULAS DE CONTROL DE PRESIÓN.....</b>	<b>29</b>
7.1.    INTRODUCCIÓN: VÁLVULAS DE REDUCCIÓN DE PRESIÓN.....	29
7.1.1.    Válvulas sin control.....	29
7.1.2.    Válvulas controladas.....	29
7.2.    TIPOS DE VÁLVULAS DE REDUCCIÓN DE PRESIÓN.....	31
7.2.1.    Válvula de compuerta y mariposa .....	31
7.2.2.    Válvula de regulación por membrana y muelle.....	31
7.2.2.1.    Características principales: .....	33
7.2.3.    Válvula operada mediante peso externo.....	34
7.2.4.    Válvula operada mediante pistón.....	35
7.2.4.1.    Válvulas de pistón pilotadas .....	36
7.2.4.2.    Válvula reductora proporcional de presión (no pilotada).....	36
7.2.4.3.    Características comunes a ambas válvulas.....	36
7.2.5.    Válvulas operadas mediante diafragma .....	37
7.2.6.    Válvula operada mediante una manga flexible.....	38
7.2.7.    Válvula de regulación anular .....	38
7.3.    SISTEMAS DE CONTROL DE PRESIÓN:.....	41
7.3.1.    Control de presión de salida.....	41
7.3.1.1.    Control de presión de salida constante.....	41
7.3.1.2.    Control de salida de presión variable.....	41
7.3.2.    Mecanismos de regulación .....	42
7.3.2.1.    Válvula piloto.....	43
7.3.2.2.    Válvula solenoide .....	45
<b>8. CASO PRÁCTICO: MODELIZACIÓN DE UN SECTOR DE YATE .....</b>	<b>47</b>
8.1.    SECTOR DE ESTUDIO .....	47
8.1.1.    Situación y características principales.....	47
8.1.2.    Topografía .....	51
8.1.3.    Construcción y población.....	52
8.1.4.    Cambios durante el último año.....	52
8.2.    PROCEDIMIENTO DE TOMA DE DATOS.....	54

8.2.1.	<i>Identificación de los puntos de obtención de datos</i>	54
<b>8.3.</b>	<b>INDICE ILI</b>	56
<b>8.4.</b>	<b>MODELIZACIÓN DMA 1130+1153</b>	57
8.4.1.	<i>Programa utilizad: características generales de EPANET</i>	57
8.4.2.	<i>Calibración del modelo</i>	57
8.4.2.1.	<i>Determinación de la curva de consumo.</i>	57
8.4.2.2.	<i>Fórmula de pérdidas y rugosidad</i>	60
8.4.2.3.	<i>Coefficiente y exponente de emisión</i>	60
8.4.2.4.	<i>Determinación del caudal de fugas.</i>	62
<b>8.5.</b>	<b>MODOS DE CONTROL DE PRESIÓN ESTUDIADOS</b>	63
<b>8.6.</b>	<b>DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS</b>	68
<b>9.</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	71
<b>10.</b>	<b>FUTURAS LINEAS DE TRABAJO</b>	73
<b>11.</b>	<b>REFERENCIAS</b>	75

## **ÍNDICE DE FIGURAS**

Figura 1: Estrategia realizada por IWA para la reducción de las pérdidas de agua.....	9
Figura 2: Componentes simplificados de BABE.....	13
Figura 3: Influencia de la gestión de presión sobre los componentes de BABE. ....	14
Figura 4: ILI correspondientes a diferentes zonas .....	16
Figura 5: Ejemplo del flujo a la entrada de un sector mostrando el mínimo flujo nocturno.....	20
Figura 6: Componentes que forman el mínimo flujo nocturno.....	20
Figura 7:Relación entre el coeficiente de descarga de un orificio y el número de Reynolds . ....	23
Figura 8: Efecto de un by-pass en un distrito hidrométrico .....	25
Figura 9: Variación diaria de presión en el punto crítico para varios tipos de PRV. ....	30
Figura 10: PRV regulada por membrana y muelle. ....	32
Figura 11: Esquema de una válvula PRV regulada por membrana y muelle.....	33
Figura 12: Diagrama de pérdidas de carga para válvulas de paso total abiertas al 100% .....	34
Figura 13: Esquema PRV operada por peso externo. ....	35
Figura 14: PRV operada mediante pistón. ....	35
Figura 15: Esquema PRV operada mediante piston. ....	37
Figura 16: Esquema PRV operada mediante diafragma .....	37
Figura 17: Esquema PRV operada manga flexible. ....	38
Figura 18: PRV anular.....	38
Figura 19: PRV anular, campo de velocidades.....	39
Figura 20: Esquema PRV anular. ....	39
Figura 21: Relación presión de entrada-salida respecto al caudal en función del diámetro de la válvula anular. ....	40
Figura 22: Válvula piloto.....	43
Figura 23: Válvula solenoide.....	45
Figura 24: Localización de Yate.....	47
Figura 25: Yate, vista aérea .....	48
Figura 26: DMA 1130 y DMA 1153. ....	48
Figura 27: Topografía de la DMA 1130 y 1153. ....	51
Figura 28: Punto crítico, medio y entrada al sistema de la DMA 1130+1153.....	54
Figura 29: Registradores de presión y caudal.....	55
Figura 30: Secuencia de instalación del medidor en una boca de incendios. ....	55

## **ÍNDICE DE GRÁFICOS**

Gráfico 1: Curva de consumo DMA 1130+1153 antes de la instalación de la PRV. ....	58
Gráfico 2: Curva de consumo DMA 1130+1153 después de la instalación de la PRV. ....	58
Gráfico 3: Caudales medios utilizados para la calibración del programa. ....	59
Gráfico 4: Presiones medias utilizadas para la calibración del programa. ....	59
Gráfico 5: Flujos antes de la instalación de la PRV. ....	62
Gráfico 6: Presión de entrada sin regular y presión en el punto crítico. ....	63
Gráfico 7: Caudal de entrada y presión en el punto crítico sin PRV. ....	63
Gráfico 8: Presión de salida de la PRV y presión en el punto crítico del sistema. ....	64
Gráfico 9: Caudal de entrada y presión en el punto crítico con PRV y presión de salida de 48m. ....	64
Gráfico 10: Regulación de presión mediante temporizador. ....	65
Gráfico 11: Caudal de entrada y presión en el punto crítico con PRV controlada mediante temporizador. ....	66
Gráfico 12: Regulación de presión controlada por el caudal que pasa por la PRV. ....	66
Gráfico 13: Caudal de entrada y presión en el punto crítico con PRV controlada mediante caudal. ....	67
Gráfico 14: Comparación red sin PRV con PRV controlada. ....	68
Gráfico 15: Mínimo caudal nocturno a la entrada del sistema. ....	69

## **ÍNDICE DE TABLAS**

Tabla 1: Componentes de UARL. ....	15
Tabla 2: Detalles de varios modelos basados en BABE. ....	19
Tabla 3: Valores del exponente N2. ....	26
Tabla 4: Cotas de los puntos más significativos de las DMA 1130 y 1153. ....	51
Tabla 5: Población y tipo de propiedades de las DMA 1130 y 1153. ....	52
Tabla 6: Coeficientes de pérdidas para distintos materiales. ....	60
Tabla 7: Exponentes de emisión. ....	61
Tabla 8: Curva de presión a la salida de la PRV controlada por tiempo. ....	65
Tabla 9: Curva de caudales a la entrada al sistema y caudal total. ....	69