

## TABLA DE CONTENIDOS

<b>AGRADECIMIENTOS .....</b>	<b>V</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>VII</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>IX</b>
<b>RESUM .....</b>	<b>XI</b>
<b>CAPITULO I.....</b>	<b>1</b>
1. INTRODUCCIÓN GENERAL.....	1
1.1. <i>Justificación</i> .....	1
1.2. <i>Objetivos de la tesis</i> .....	2
1.3. <i>Estructura de la tesis</i> .....	3
<b>CAPITULO II.....</b>	<b>6</b>
2. REVISIÓN LITERARIA.....	6
2.1. <i>Las redes de abastecimiento de agua potable</i> .....	6
2.1.1. Clasificación de las redes según su topología.....	6
2.1.2. Tipos de conducciones en una red de suministro de agua.....	6
2.1.3. Formas de regular el suministro de agua .....	7
2.2. <i>El software EPANET y la Toolkit de programación</i> .....	9
2.2.1. Introducción .....	9
2.2.2. La potencia de la herramienta EPANET .....	10
2.2.3. Unidades de caudal y fórmulas para el cálculo de las pérdidas de carga.....	11
2.2.4. La Toolkit de EPANET .....	14
2.2.5. La librería shapelib .....	16
2.3. <i>Los modelos matemáticos de una red hidráulica</i> .....	16
2.3.1. Según el tipo de análisis .....	17
2.3.2. Según su utilidad .....	17
2.3.3. Modelos de redes reales que se utilizarán como casos de estudio .....	17
2.3.3.1. Red de abastecimiento de Maspalomas.....	17
2.3.3.2. Red de abastecimiento de Villena .....	19
2.3.3.3. Red de abastecimiento de Matamoros .....	20
2.4. <i>La teoría de grafos</i> .....	21
2.4.1. Introducción .....	21
2.4.2. Representación de grafos .....	22
2.4.3. Algoritmos de exploración de grafos .....	24
2.4.4. Árboles de expansión y bosques .....	26
2.4.5. Grafos dirigidos .....	27
2.4.6. Camino más corto .....	27
2.5. <i>Análisis topológico de modelos de redes de distribución de agua potable</i> .....	28

2.5.1.	Introducción .....	28
2.5.2.	Estado del arte .....	29
2.6.	<i>Sectorización de modelos de redes de suministro de agua</i> .....	31
2.6.1.	Introducción .....	31
2.6.2.	Estado del arte .....	32
2.6.3.	Criterios para el diseño de los sectores.....	35
2.6.4.	Índices de rendimiento para evaluar modelos de redes sectorizadas .....	36
2.6.5.	Principales beneficios e inconvenientes de sectorizar una red hidráulica .....	37
2.6.6.	Casos de proyectos de sectorización en el mundo .....	38
2.7.	<i>Simplificación de modelos de redes de agua potable</i> .....	40
2.7.1.	Introducción .....	40
2.7.2.	Estado del arte .....	41
2.7.3.	Ventajas e inconvenientes .....	46
2.8.	<i>Coeficientes de rugosidades equivalentes</i> .....	47
2.8.1.	Introducción .....	47
2.8.2.	Estado del arte .....	47
<b>CAPITULO III.....</b>		<b>50</b>
3.	MÉTODOS APLICADOS AL ANÁLISIS TOPOLÓGICO DE MODELOS DE REDES .....	50
3.1.	<i>Método para identificar subredes y subsistemas hidráulicos</i> .....	50
3.2.	<i>Método para clasificar tuberías formando mallas y ramas</i> .....	55
3.3.	<i>Método para clasificar tuberías principales, secundarias y de distribución</i> .....	59
<b>CAPITULO IV .....</b>		<b>65</b>
4.	MÉTODOS DE AYUDA A LA SECTORIZACIÓN DE REDES .....	65
4.1.	<i>Modelización hidráulica de la red</i> .....	65
4.2.	<i>Método 1. Sectorización de una red preservando la red arterial y secundaria</i> .....	66
4.3.	<i>Método 2. Sectorización por fuentes de suministro de agua</i> .....	67
4.4.	<i>iDistricts. Una herramienta para identificar sectores y/o distritos hidráulicos</i> .....	70
4.5.	<i>Resultados y discusiones</i> .....	71
<b>CAPITULO V .....</b>		<b>76</b>
5.	MÉTODO PARA SIMPLIFICAR MODELOS DE REDES .....	76
5.1.	<i>Recopilar los datos del modelo de red original</i> .....	77
5.1.1.	Almacenar los datos iniciales del modelo original .....	77
5.1.2.	Ejecutar una simulación hidráulica .....	78
5.1.3.	Eliminar elementos no operativos .....	78
5.1.4.	Determinar las líneas de entrada y de salida para cada nodo.....	79
5.1.5.	Determinar el grado de conectividad de cada nodo .....	80
5.1.6.	Declarar los elementos a preservar del modelo original.....	80
5.2.	<i>Fases del proceso de simplificación</i> .....	80

5.2.1.	Recorte o fusión de los tramos de un ramal de tuberías .....	81
5.2.2.	Fusionar tuberías en serie .....	83
5.2.2.1.	Cálculo de los coeficientes de reparto.....	84
5.2.2.2.	Cálculo de la longitud equivalente .....	86
5.2.2.3.	Cálculo de la rugosidad equivalente.....	86
5.2.2.4.	Cálculo del diámetro equivalente.....	87
5.2.2.5.	Procedimiento general .....	87
5.2.3.	Asociar tuberías en paralelo.....	88
5.2.3.1.	Identificación de los nodos extremos y las tuberías paralelas.....	89
5.2.3.2.	Cálculo del caudal equivalente .....	89
5.2.3.3.	Cálculo de la longitud y trazado de la nueva tubería equivalente .....	89
5.2.3.4.	Cálculo de la rugosidad equivalente.....	89
5.2.3.5.	Cálculo del diámetro equivalente.....	90
5.2.3.6.	Procedimiento general .....	90
5.2.4.	Eliminar nodos bi-alimentados .....	91
5.2.5.	Abrir mallas .....	92
5.3.	<i>Evaluación de los modelos simplificados .....</i>	<i>93</i>
5.4.	<i>Resultados y discusiones .....</i>	<i>94</i>
<b>CAPITULO VI</b>	<b>.....</b>	<b>98</b>
6.	MÉTODOS PARA ESTIMAR COEFICIENTES DE RUGOSIDAD EQUIVALENTES .....	98
6.1.	<i>Rugosidades equivalentes calculadas a partir de una simulación hidráulica .....</i>	<i>98</i>
6.2.	<i>Rugosidades equivalentes calculadas para una velocidad óptima de diseño .....</i>	<i>99</i>
6.3.	<i>Resultados y discusiones .....</i>	<i>102</i>
<b>CAPITULO VII</b>	<b>.....</b>	<b>108</b>
7.	CONCLUSIONES, APORTES Y FUTUROS DESARROLLOS .....	108
<b>CAPITULO VIII</b>	<b>.....</b>	<b>116</b>
8.	REFERENCIAS .....	116