

ÍNDICE

Contenido	Páginas
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS	1
1.1 Introducción	1
1.2 Objetivos	2
1.2.1 Objetivo General	2
1.2.2 Objetivos Específicos	2
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	3
2.1 Agua Potable.	3
2.1.1 Origen del Agua Potable	3
2.1.2 Historia del Agua Potable en Chile	5
2.1.3 Normativa Vigente en Chile.....	6
2.2 Redes de Distribución de Agua Potable	6
2.2.1 Tipologías de Redes de Distribución de Agua Potable	7
2.2.1.1 Redes Ramificadas	7
2.2.1.2 Redes Malladas	8
2.2.1.3 Redes Mixtas	9
2.2.2 Tipos de Abastecimientos	9
2.2.2.1 Sistema de Abastecimiento de Agua por Gravedad	10
2.2.2.2 Sistema de Abastecimiento de Agua por Bombeo	10
2.2.3 Elementos de una Red de Distribución	11
2.2.3.1 Tuberías.....	11
2.2.3.2 Válvulas.....	12
2.2.3.3 Bombas.....	18
2.2.3.4 Estanques de Distribución.....	18
2.2.3.5 Piezas Especiales.....	19

2.3	Ecuaciones Fundamentales	19
2.3.1	Ecuación de Continuidad	19
2.3.2	Ecuación de Euler.....	21
2.3.3	Pérdidas de Energía debido a la Fricción	22
2.3.3.1	Método de Darcy-Weisbach.....	23
2.3.3.2	Método de Hazen-Williams.....	27
2.3.3.3	Método de Manning	28
2.4	Sectorización Hidráulica	29
2.4.1	Consideraciones para establecer Subredes	29
2.4.2	Tamaño óptimo para cada Subred	30
2.4.3	Historia de la Sectorización Hidráulica.....	31
2.4.4	Criterios de Sectorización Hidráulica.....	32
2.4.4.1	Sectorización mediante Límites Naturales	32
2.4.4.2	Sectorización mediante Pérdidas de Energía.....	32
2.4.4.3	Sectorización mediante Caudal	32
2.4.4.4	Sectorización mediante Presión.....	33
2.4.4.5	Sectorización mediante Potencia.....	33
CAPÍTULO III: ESTUDIO DE CASO		34
3.1	Introducción	34
3.2	Obtención de Datos	34
3.3	Análisis de la RDAP de Curicó.....	36
3.4	Selección del Área a Estudiar.....	40
3.4.1	Características de la RDAP de Curicó, abastecidas por la planta El Romeral	43
CAPÍTULO IV: DESARROLLO		45
4.1	Introducción	45

4.2	Propuesta de Sectorización 1.....	45
4.3	Propuesta de Sectorización 2.....	59
CAPÍTULO V: ANÁLISIS DE RESULTADO.....		71
5.1	Resultados propuesta de Sectorización 1	71
5.2	Resultados propuesta Sectorización 2	74
CAPÍTULO VI: CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIÓN		78
Bibliografía		80
Anexos.....		82
	Anexo 1	82
	Anexo 2	88
	Anexo 3	94

Índice de Figuras

Contenido	Páginas
Figura 1: Acueductos Aqua Claudia y Aqua Anio Novus al sudoeste de Roma.....	4
Figura 2: Esquema de una Red de Distribución de Agua Potable (RDAP).	7
Figura 3: Representación gráfica de redes ramificadas.	8
Figura 4: Representación gráfica de redes malladas.	8
Figura 5: Representación gráfica de redes mixtas.	9
Figura 6: Sistema de abastecimiento por gravedad.....	10
Figura 7: Sistema de abastecimiento por bombeo.....	11
Figura 8: Instalación típica con válvula reductora de presión.....	14
Figura 9: Ventosa de gran orificio.....	16
Figura 10: Ventosa de pequeño orificio.	16
Figura 11: Tubería llena con fluido.....	20
Figura 12: Sistema de flujo que ilustra la ecuación general de la energía.	21
Figura 13: Diagrama de Moody.	26
Figura 14: RDAP de la ciudad de Curicó en EPANET.....	35
Figura 15: Presiones de Curicó	36
Figura 16: Velocidades circulante.....	37
Figura 17: Ubicación de Don Sebastián de Rauquén.	38
Figura 18: Ubicación de “Don Sebastián de Rauquén” en EPANET.	39
Figura 19: Presión en los nodos, sector "Don Sebastián de Rauquén".....	39
Figura 20: Velocidad en las tuberías, sector "Don Sebastián de Rauquén".....	40
Figura 21: Red suministrada por el Cerro Condell.....	41
Figura 22: Red suministrada por estanque El Romeral.....	42
Figura 23: Red arterial y Red de distribución del estanque EL Romeral.....	43
Figura 24: Diseño de RapidMiner Studio.....	47
Figura 25: Especificar el formato de datos.....	48
Figura 26: Operadores contribuyen el modelo.....	49
Figura 27: Agrupamiento de Datos mediante Criterios Geográficos.....	51
Figura 28: Sector 4.....	52
Figura 29: Sector 0.....	53
Figura 30: Sector 5.....	53

Figura 31: Sector 3.....	54
Figura 32: Sector 1 y 2.....	54
Figura 33: Nuevo sector 1 y 2 en EPANET.....	55
Figura 34: Sectorización del antiguo sector 2.....	56
Figura 35: Sector 2 y 6 en EPANET.....	57
Figura 36: Materialidad de tuberías.....	59
Figura 37: Agrupamiento de Datos mediante Criterio de Materialidad de Tuberías.....	61
Figura 38: Opciones hidráulicas.....	63
Figura 39: Opciones de tiempo.....	63
Figura 40: Crear patrón de demanda.....	67
Figura 41: Curva de patrón de demanda.....	67
Figura 42: Presiones en el periodo de menor demanda (04:00 horas).....	68
Figura 43: Presiones en el periodo de mayor demanda (15:00 horas).....	69
Figura 44: Presiones en el periodo de demanda intermedia (10:00 horas).....	69
Figura 45: Presiones en la sectorización 1, periodo de menor demanda (04:00 horas).....	73
Figura 46: Presiones en la sectorización 1, periodo de mayor demanda (15:00 horas).....	73
Figura 47: Presiones en la sectorización 1, periodo de demanda intermedia (10:00 horas).....	74
Figura 48: Presiones en la sectorización 2, periodo de menor demanda (04:00 horas).....	76
Figura 49: Presiones en la sectorización 2, periodo de mayor demanda (15:00 horas).....	76
Figura 50: Presiones en la sectorización 2, periodo de demanda intermedia (10:00 horas).....	77
Figura 51: Presión inicial (00:00 horas).....	82
Figura 52: Presión inicial (01:00 horas).....	82
Figura 53: Presión inicial (02:00 horas).....	82
Figura 54: Presión inicial (03:00 horas).....	82
Figura 55: Presión inicial (04:00 horas).....	83
Figura 56: Presión inicial (05:00 horas).....	83
Figura 57: Presión inicial (06:00 horas).....	83
Figura 58: Presión inicial (07:00 horas).....	83
Figura 59: Presión inicial (08:00 horas).....	84
Figura 60: Presión inicial (09:00 horas).....	84
Figura 61: Presión inicial (10:00 horas).....	84
Figura 62: Presión inicial (11:00 horas).....	84
Figura 63: Presión inicial (13:00 horas).....	85
Figura 64: Presión inicial (12:00 horas).....	85

Figura 65: Presión inicial (14:00 horas).....	85
Figura 66: Presión inicial (15:00 horas).....	85
Figura 67: Presión inicial (16:00 horas).....	86
Figura 68: Presión inicial (17:00 horas).....	86
Figura 69: Presión inicial (18:00 horas).....	86
Figura 70: Presión inicial (19:00 horas).....	86
Figura 71: Presión inicial (20:00 horas).....	87
Figura 72: Presión inicial (21:00 horas).....	87
Figura 73: Presión inicial (22:00 horas).....	87
Figura 74: Presión inicial (23:00 horas).....	87
Figura 75: Presión sectorización 1 (00:00 horas).....	88
Figura 76: Presión sectorización 1 (01:00 horas).....	88
Figura 77: Presión sectorización 1 (02:00 horas).....	88
Figura 78: Presión sectorización 1 (03:00 horas).....	88
Figura 79: Presión sectorización 1 (04:00 horas).....	89
Figura 80: Presión sectorización 1 (05:00 horas).....	89
Figura 81: Presión sectorización 1 (06:00 horas).....	89
Figura 82: Presión sectorización 1 (07:00 horas).....	89
Figura 83: Presión sectorización 1 (08:00 horas).....	90
Figura 84: Presión sectorización 1 (09:00 horas).....	90
Figura 85: Presión sectorización 1 (10:00 horas).....	90
Figura 86: Presión sectorización 1 (11:00 horas).....	90
Figura 87: Presión sectorización 1 (12:00 horas).....	91
Figura 88: Presión sectorización 1 (13:00 horas).....	91
Figura 89: Presión sectorización 1 (14:00 horas).....	91
Figura 90: Presión sectorización 1 (15:00 horas).....	91
Figura 91: Presión sectorización 1 (16:00 horas).....	92
Figura 92: Presión sectorización 1 (17:00 horas).....	92
Figura 93: Presión sectorización 1 (18:00 horas).....	92
Figura 94: Presión sectorización 1 (19:00 horas).....	92
Figura 95: Presión sectorización 1 (20:00 horas).....	93
Figura 96: Presión sectorización 1 (21:00 horas).....	93
Figura 97: Presión sectorización 1 (22:00 horas).....	93
Figura 98: Presión sectorización 1 (23:00 horas).....	93

Figura 99: Presión sectorización 2 (00:00 horas).....	94
Figura 100: Presión sectorización 2 (01:00 horas).....	94
Figura 101: Presión sectorización 2 (02:00 horas).....	94
Figura 102: Presión sectorización 2 (03:00 horas).....	94
Figura 103: Presión sectorización 2 (04:00 horas).....	95
Figura 104: Presión sectorización 2 (05:00 horas).....	95
Figura 105: Presión sectorización 2 (06:00 horas).....	95
Figura 106: Presión sectorización 2 (07:00 horas).....	95
Figura 107: Presión sectorización 2 (08:00 horas).....	95
Figura 108: Presión sectorización 2 (09:00 horas).....	95
Figura 109: Presión sectorización 2 (10:00 horas).....	95
Figura 110: Presión sectorización 2 (11:00 horas).....	95
Figura 111: Presión sectorización 2 (12:00 horas).....	95
Figura 112: Presión sectorización 2 (13:00 horas).....	95
Figura 113: Presión sectorización 2 (14:00 horas).....	95
Figura 114: Presión sectorización 2 (15:00 horas).....	95
Figura 115: Presión sectorización 2 (16:00 horas).....	95
Figura 116: Presión sectorización 2 (17:00 horas).....	95
Figura 117: Presión sectorización 2 (18:00 horas).....	95
Figura 118: Presión sectorización 2 (19:00 horas).....	95
Figura 119: Presión sectorización 2 (20:00 horas).....	95
Figura 120: Presión sectorización 2 (21:00 horas).....	95
Figura 121: Presión sectorización 2 (22:00 horas).....	95
Figura 122: Presión sectorización 2 (23:00 horas).....	95

Índice de Tablas

Contenido	Páginas
Tabla 1: Características generales de los materiales utilizados en tuberías.	12
Tabla 2: Rangos del número de Reynolds.....	24
Tabla 3: Coeficiente de Hazen-Williams para algunos Materiales.	27
Tabla 4: Coeficiente de Rugosidad para el método de Manning.....	28
Tabla 5: Total de metros de tubería clasificada por diámetro.	44
Tabla 6: Cantidad de Arranque según el estanque	50
Tabla 7: Cantidad real de arranques por sector.	55
Tabla 8: Ubicación de las válvulas de entrada y salida.	58
Tabla 9: Numero de nudos y longitud según materialidad de tuberías.	60
Tabla 10: Ubicación de las válvulas de entrada y salida.	62
Tabla 11: Registro de Caudales en el estanque "El Romeral".....	64
Tabla 12: Registro de Caudales reordenado por tiempo.	65
Tabla 13: Multiplicador de la curva de demanda.....	66
Tabla 14: Datos de las válvulas utilizadas en la propuesta de sectorización 1.....	72
Tabla 15: Datos de las válvulas utilizadas en la propuesta de sectorización 2.....	75