

Tabla de contenido

Índice de tablas.....	vi
Índice de ilustraciones.....	viii
1. Introducción	1
1.1 Motivación	1
1.2 Objetivos	1
1.2.1 Objetivos generales	1
1.2.2 Objetivos específicos.....	2
2. Metodología y alcances.....	2
3. Marco teórico	2
3.1 Comunidades rurales	2
3.2 Sistemas de Agua Potable Rural	3
3.3 Ley 20.998: Regula los Sistemas Sanitarios Rurales (APRs)	4
3.4 NCh691 Diseño de sistemas de APR	8
3.4.1 General	8
3.4.2 Terminología	8
3.4.3 Cálculos para los proyectos.....	9
3.4.4 Trazados	12
3.5 Manual de diseño de APRs de la DOH	12
3.5.1 General	12
3.5.2 Terminología	13
3.5.3 Anteproyecto	14
3.5.4 Bases de cálculo	15
3.5.5 Coeficientes y fórmulas.....	18
3.5.6 Otros aspectos	19
4. Sistemas de APR estudiados	23
4.1 APR Villaseca	24
4.1.1 Localidad de Villaseca	24
4.1.2 Directiva y operación	24
4.1.3 Descripción del sistema.....	25
4.2 APR San Julián	31
4.2.1 Localidad de San Julián.....	31
4.2.2 Directiva y operación	31

4.2.3	Descripción del sistema.....	32
5.	Problemas y necesidades principales	36
5.1	Problemas detectados APR Villaseca.....	36
5.1.1	Ausencia de equipos de control, de medida y telemetría	38
5.1.2	Control de pérdidas	38
5.1.3	Roturas en la red.....	40
5.1.4	Bomba sumergida en estanque	41
5.1.5	Estanques sin uso	41
5.1.6	Elección del problema a resolver	41
5.2	Problemas detectados APR San Julián.....	41
5.2.1	Ampliación de la red	41
5.2.2	Pérdidas o Aguas no Contabilizadas	43
5.2.3	Elección del problema a resolver	44
6.	Procesamiento de la información y análisis	44
6.1	Levantamiento de información de terreno.....	44
6.2	Modelación hidráulica APR San Julián	48
6.2.1	Cálculo de caudales de diseño.....	48
6.2.2	Información de la red a modelar.....	52
6.2.3	Resultados de la modelación	53
6.3	Modelación hidráulica APR Villaseca	58
6.3.1	Cálculos de caudales de diseño	58
6.3.2	Información de la red	60
6.3.3	Resultados de la modelación	65
6.4	Análisis y recomendaciones	81
6.4.1	Villaseca.....	81
6.4.2	APR San Julián.....	86
7.	Comentarios y conclusiones.....	88
8.	Bibliografía	92
	ANEXOS.....	93
	ANEXO A Encuestas previas a APRs Villaseca y San Julián	93
	ANEXO B Resumen Ley 20.998	98
	ANEXO C Tablas levantamiento de información de redes	111
	C.1. Levantamiento red San Julián.....	111

C.2 Levantamiento red Villaseca	111
ANEXO D Norma NCh 399	117
ANEXO E Norma NCh 398.....	118

Índice de tablas

Tabla 1. Análisis FODA Ley 20.998. Elaboración propia.	7
Tabla 2. Número de grifos y volumen de incendio según población.	11
Tabla 3. Tasa de crecimiento poblacional según zona del país.	16
Tabla 4. Rangos de dotación para sistemas sin estadísticas de consumo.	17
Tabla 5. Consideraciones para volumen de incendio según tipo de sistema.	20
Tabla 6. Volúmenes y materialidad de estanques tipo desarrollados, en gris.	21
Tabla 7. Presiones mínima y máxima admisibles en una red.....	22
Tabla 8. Coordenadas geográficas de puntos relevantes de la red	25
Tabla 9. Resultados prueba de bombeo pozo 1.....	30
Tabla 10. Esquema tarifario vigente APR Villaseca.....	31
Tabla 11. Valores de producción, consumo y Aguas No Contabilizadas en red pozo1.	38
Tabla 12. Valores de producción, consumo y Aguas No Contabilizadas en sistema pozo 2.	39
Tabla 13. Ubicación geográfica de tramo en sector Barrancas.	40
Tabla 14. Familias beneficiadas con la ampliación de la red.....	42
Tabla 15. Coordenadas geográficas sitio ampliación APR San Julián.....	42
Tabla 16. Producción y consumo de agua APR San Julián, año 2022.....	46
Tabla 17. Producción y consumo red pozo 1 APR Villaseca, año 2021.....	46
Tabla 18. Producción y consumo red pozo 2 APR Villaseca, año 2021.....	47
Tabla 19. Cálculos de consumos promedio mensuales APR San Julián.....	48
Tabla 20. Resultados de ANC APR San Julián.....	48
Tabla 21. Cálculo de caudales de diseño para APR San Julián.....	49
Tabla 22. Distribución de caudales de consumo APR San Julián en la situación actual.	50
Tabla 23. Resultados de distribución estimada de consumos en la red para situación base al año 2025.....	51
Tabla 24. Resultados de distribución estimada de consumos en la red para situación futura a 2045.	51
Tabla 25. Resultados APR San Julián para la situación actual, con estanque 1 en funcionamiento.	53
Tabla 26. Resultados APR San Julián para situación actual, con estanque 2 en funcionamiento.....	54
Tabla 27. Resultados APR San Julián para situación base, con estanque 1 en funcionamiento.	54
Tabla 28. Resultados APR San Julián para situación base, con estanque 2 en funcionamiento	55
Tabla 29. Resultados APR San Julián para situación futura, con estanque 1 en funcionamiento.....	55
Tabla 30. Resultados APR San Julián para situación futura con estanque 2 en funcionamiento.....	57
Tabla 31. Consumos y número de arranques por sector sistema pozo 1 APR Villaseca, año 2021..	58
Tabla 32. Consumos y número de arranques por sector sistema pozo 2 APR Villaseca, año 2021..	59

Tabla 33. Resultados cálculo caudales de diseño APR Villaseca	59
Tabla 34. Resultados cálculo cantidad de arranques para situaciones base y futura.....	60
Tabla 35. Resumen información para modelación red Villaseca (pozo 1).....	61
Tabla 36. Resumen información para modelación red Los Mellizos.....	62
Tabla 37. Resumen información para modelación red El Llano.....	63
Tabla 38. Resumen información para modelación red Canelilla alta.....	65
Tabla 39. Resultados modelación situación actual de red Villaseca (pozo 1).....	66
Tabla 40. Resultados modelación situación actual de red asociada a estanques Los Mellizos.....	66
Tabla 41. Resultados modelación situación actual de red asociada a estanque El Llano (tuberías). ..	67
Tabla 42. Resultados modelación situación actual en red El Llano (nodos).....	68
Tabla 43. Resultados modelación situación actual de red asociada a estanque Canelilla Alta.	69
Tabla 44. Resultados modelación situación base de red Villaseca.	70
Tabla 45. Resultados modelación situación base de red asociada a estanques Los Mellizos.	71
Tabla 46. Resultados modelación situación base de red asociada a estanque El Llano (tuberías)....	71
Tabla 47. Resultados modelación situación base, red El Llano (nodos).	73
Tabla 48. Resultados modelación situación base de red asociada a estanque Canelilla Alta.....	74
Tabla 49. Resultados modelación situación futura de red Villaseca.	75
Tabla 50. Resultados modelación situación futura de red asociada a estanques Los Mellizos.....	76
Tabla 51. Resultados modelación situación futura de red asociada a estanque El Llano (tuberías). ..	77
Tabla 52. Resultados modelación situación futura de red asociada a estanque El Llano (nodos). ...	79
Tabla 53. Resultados modelación situación futura de red asociada a estanque Canelilla Alta.	80
Tabla 54. Comparación resultados modelación con mediciones de presión realizadas en red Los Mellizos.....	81
Tabla 55. Resultados modelación red Pozo 1 en situación futura con cambio de tubería a HDPE 90mm.....	82
Tabla 56. Resultados modelación situación actual con distintos tipos de tubería.....	83
Tabla 57. Resultados de modelación situación futura, con distintos tipos de tuberías.....	84
Tabla 58. Diseño cambio de matriz sector Barrancas.	85
Tabla 59. Diseño ampliación solicitada APR San Julián.	87
Tabla 60. Presupuesto estimativo ampliación 19 viviendas APR San Julián.....	87
Tabla 61. Número de arranques, cantidades de población abastecida y caudales estimados en situación actual, base y futura, APR San Julián.....	88
Tabla 62. Número de arranques, cantidades de población abastecida y caudales estimados en situación actual, base y futura, APR Villaseca red pozo 1.....	89
Tabla 63. Número de arranques, cantidades de población abastecida y caudales estimados en situación actual, base y futura, APR Villaseca red Los Mellizos.....	89
Tabla 64. Número de arranques, cantidades de población abastecida y caudales estimados en situación actual, base y futura, APR Villaseca red Canelilla Alta.	89
Tabla 65. Número de arranques, cantidades de población abastecida y caudales estimados en situación actual, base y futura, APR Villaseca red El Llano.....	89
Tabla 66. Levantamiento cámaras redes APR Villaseca.....	111
Tabla 67. Levantamiento de nodos existentes relevantes redes APR Villaseca.....	114
Tabla 68. Cámaras o nodos a agregar al año 2025.....	115
Tabla 69. Cámaras y nodos situación futura año 2025, APR Villaseca.	116

Índice de ilustraciones

Ilustración 1. Layout sistema pozo 1 APR Villaseca. Elaboración propia.....	26
Ilustración 2. Recinto pozo 1 y elementos al interior.....	26
Ilustración 3. Layout sistema pozo 2 APR Villaseca. Elaboración propia.....	27
Ilustración 4. Ubicación geográfica fuentes de agua y estanques red Villaseca	27
Ilustración 5. Sectores de APR Villaseca. Elaboración propia.	28
Ilustración 6. Tipos de estanques en sistema APR Villaseca.	29
Ilustración 7. Pozo en funcionamiento, APR San Julián.....	32
Ilustración 8. Recinto pozo-sistema tratamiento y sentina APR San Julián.....	33
Ilustración 9. Layout APR San Julián. Elaboración propia.	34
Ilustración 10. Fotografía estanques 1 y 2 APR San Julián.	35
Ilustración 11. Pérdidas de agua pozos 1 y 2 APR Villaseca, año 2021. Elaboración propia.....	39
Ilustración 12. Fotografía de tramo con tubería expuesta en sector barrancas.....	40
Ilustración 13. Vértices de sitio ampliación dibujados en Google Earth. Elaboración propia.	43
Ilustración 14. Red de distribución APR San Julián (azul) e impulsión a estanques (rojo).	44
Ilustración 15. Red de impulsión a estanques APR Villaseca (rojo) y distribución (otros colores)..	45