



UNIVERSIDAD DE CHILE

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL

**IDENTIFICACIÓN Y MODELAMIENTO HIDRÁULICO DE  
POSIBLES PROBLEMAS, PRESENTES Y FUTUROS, EN SISTEMAS  
DE AGUA POTABLE RURAL (APR). VILLORRIO EL TALHUÉN Y  
VIDA NUEVA DE LA COMUNA DE OVALLE, PROVINCIA DE  
LIMARÍ.**

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

**Felipe Ignacio Aguilera González**

PROFESOR GUÍA

**Adolfo Ochoa Llangato**

MIEMBROS DE LA COMISIÓN

**Leonardo Cepeda Araya**

**Ezequiel Camus Hayden**

SANTIAGO DE CHILE

**2024**

## Resumen

En Chile, desde mediados del siglo XIX, se han realizado avances constantes en implementar agua potable a las distintas regiones y zonas de Chile (Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS), s.f.). Esto se refleja en que la cobertura de la población con agua potable alcanza aproximadamente el 99,97% hoy en día, según informes del Senado de Chile. Sin embargo, estos datos no representan la situación rural de Chile.

Con los datos publicados por el Instituto Nacional de Estadísticas (INE) tenemos que la cobertura nacional de agua potable corresponde a un 52% a nivel rural (Censo, 2017). Lo anterior es bajo las definiciones propias del INE respecto a los que es rural y urbano, pero representa en totalidad la situación de las pequeñas localidades rurales y se deja en claro que el nivel de cobertura y servicio aun dista mucho de su contraparte urbana. A nivel nacional tenemos a 1.723.246 usuarios de agua potable a nivel rural (Senado de la República de Chile, 2019), pero aún queda trabajo por realizar para equiparar la situación rural con la urbana.

En otro ámbito, el contexto mundial de calentamiento global se ha reflejado en Chile en lo que se conoce como Megasequía. Esta última consiste en un déficit de precipitaciones y caudales en cuerpos de agua. La Megasequía ha provocado que el estado de Chile tenga que declarar estado de escasez hídrica en varias regiones y comunas de Chile, entre ellas la región de Coquimbo. Por lo cual aumenta la dificultad con la que se puede tener acceso a derechos de aprovechamientos de agua y aumenta la importancia de tener una fuente de agua estable y abundante.

Bajo este contexto funcionan los sistemas de Agua Potable Rural (APR), encargados de dotar del servicio de agua potable a las localidades rurales. Estos organismos individualmente funcionan como comités conformados por sus usuarios y, en general, luego de su implementación reciben aportes económicos limitados y poco frecuentes.

Por lo anterior, en este Trabajo de Título se realiza un trabajo sobre dos sistemas de APR: Villorrio El Talhuén y Vida Nueva. Estos se ubican en la comuna de Ovalle, región de Coquimbo. El primero atiende 139 arranques y se ubica a unos 13 Km al noroeste de la ciudad, mientras que el segundo atiende a 152 arranques y se ubica a 9 Km hacia el sur de Ovalle.

El trabajo sobre estos sistemas de agua potable consistió en un levantamiento de información, un proceso de modelamiento hidráulico de la red de distribución, incluyendo escenarios a futuro, a 20 años, y un planteamiento de soluciones a nivel de ingeniería conceptual a problemas que se detectaron en la red de distribución de agua.

A partir de esto, se determinan las modificaciones que se deben implementar en la red de distribución para que tengan la capacidad de satisfacer la demanda de agua durante los próximos años. Se estipulan los volúmenes de almacenamiento que se necesitarán, los requerimientos de bombas y se indican obras particulares que requiere la red de distribución para su correcto funcionamiento dentro de la normativa chilena. Lo anterior ayudará a que los sistemas de APR puedan garantizar la calidad, cantidad y continuidad del agua potable a sus usuarios.

## **Agradecimientos**

Partiendo por agradecer al profesor Ochoa por esta oportunidad y a los comités de los APR que estuvieron dispuestos a optar por la opción de realizar este trabajo, dándome la oportunidad de realizar un Trabajo de Título que me identifica y me motivó bastante durante el proceso. Sinceramente espero que este trabajo les sea de utilidad a futuro.

En mi familia agradecerles a mis padres por la paciencia, confianza y apoyo durante la carrera en su totalidad. Lo que me permitió seguir creciendo como persona, conocer mucha gente y comenzar mi vida como profesional.

Finalmente, también quería dedicar esto a mi abuela y Loreto que partieron durante la pandemia y para todas las personas que perdieron a alguien por la misma.

## Tabla de Contenido

1	Introducción .....	1
1.1	Motivación.....	2
1.2	Objetivos.....	5
1.2.1	Objetivo General.....	5
1.2.2	Objetivos específicos .....	5
2	Metodología De Trabajo.....	6
2.1	Levantamiento de Información.....	6
2.2	Modelamiento.....	7
2.3	Problemas y posibles soluciones .....	7
3	Antecedentes .....	8
3.1	Situación Hídrica en Chile.....	8
3.2	Marco Teórico.....	10
3.2.1	Marco Teórico Legislativo.....	10
3.2.2	Marco Teórico Normativo y de Diseño .....	12
3.3	Casos En Estudio .....	19
3.3.1	Villorrio El Talhuén .....	19
3.3.2	Vida Nueva .....	29
4	Modelamiento y Evaluación Hidráulica.....	36
4.1	Análisis Actual de los Sistemas APR .....	36
4.1.1	Usuarios y Coberturas .....	36
4.1.2	Dotaciones .....	37
4.1.3	Villorrio El Talhuén .....	37
4.1.4	Vida Nueva .....	41
4.2	Análisis Proyectados de los Sistemas APR .....	45
4.2.1	Villorrio El Talhuén .....	46
4.2.2	Vida Nueva .....	59
4.3	Identificación y revisión de principales problemas .....	68
4.3.1	Villorrio El Talhuén .....	68
4.3.2	Vida Nueva .....	72
5	Planteamiento de Soluciones.....	74

5.1	Villorrio El Talhuén .....	74
5.2	Vida Nueva .....	83
5.3	Estimación económica.....	88
6	Conclusiones y Recomendaciones .....	91
7	Bibliografía.....	94
8	Anexos.....	97

## Tablas

Tabla 3-I. Categorías de Índice de Escasez. Fuente: Elaboración propia a partir de F. Amulen (2019) y Rivera et al. (2004). .....	8
Tabla 3-II. Brecha hídrica en comunas de la región de Coquimbo. ....	9
Tabla 3-III. Fallas vs tiempo de SPEI<0.....	9
Tabla 3-IV. Resumen de decretos MOP N° 109 y N° 123.....	11
Tabla 3-V. Límites de Turbiedad y Cloro en agua potable (NCh 409). ....	13
Tabla 3-VI. Velocidades, presiones y diámetros en sistemas de distribución (NCh 691). ....	13
Tabla 3-VII. Tasas de crecimiento recomendadas respecto a zona del país. ....	15
Tabla 3-VIII. Dotaciones estimadas recomendadas respecto a actividad del arranque. ....	16
Tabla 3-IX. Factores y coeficientes recomendados ante ausencia de datos. ....	17
Figura 3. Identificación de recinto de administración/extracción/tratamiento del sistema de APR Villorrio El Talhuén. ....	20
Tabla 3-X. Cargos en el comité de sistema APR Villorrio El Talhuén. ....	20
Figura 6. Parte superior de noria (fuente de agua), Villorrio El Talhuén. ....	22
Figura 7. Generador trifásico, Villorrio El Talhuén.....	23
Tabla 3-XI. Coordenadas producción y almacenamiento de agua, Villorrio El Talhuén. ....	25
Tabla 3-XII. Caudales Producidos, Villorrio El Talhuén (m <sup>3</sup> ).....	29
Tabla 3-XIII. Caudales Facturados, Villorrio El Talhuén (m <sup>3</sup> ).....	29
Figura 15. Identificación de recinto de administración/extracción/tratamiento/almacenamiento del sistema de APR Vida Nueva. ....	30
Tabla 3-XIV. Cargos en el comité de sistema APR Vida Nueva. ....	31
Figura 16. Estanques auxiliares, Vida Nueva. ....	32
Tabla 3-XV. Coordenadas producción y almacenamiento de agua, Vida Nueva. ....	32
Tabla 3-XVI. Caudales Producidos, Vida Nueva (m <sup>3</sup> ). ....	34
Tabla 3-XVII. Caudales Facturados, Vida Nueva (m <sup>3</sup> ). ....	35
Tabla 3-XVIII. Registros de profundidad del pozo (APR Vida Nueva). ....	35
Tabla 4-I. Parámetros y resultados de Población Actual (con acceso a agua) y Cobertura. ....	36
Tabla 4-II. Dotaciones actuales en los sistemas de APR. ....	37
Tabla 4-III. Aguas no Contabilizadas (A.N.C.) en los sistemas APR en estudio. ....	37
Tabla 4-IV. Resumen de elementos de la red de distribución (realidad v/s modelación), Villorrio El Talhuén. ....	38
Tabla 4-V. Presiones/velocidades mínimas y máximas - Villorrio El Talhuén (2023). ....	41

Tabla 4-VI. Resumen de elementos de la red de distribución (realidad v/s modelación), Vida Nueva. 41	
Tabla 4-VII. Presiones/velocidades mínimas y máximas - Vida Nueva (2023). .....	44
Tabla 4-VIII. Consideraciones tomadas desde el Manual de Proyectos de Agua Potable Rural (2023). .....	45
Tabla 4-IX. Rugosidades ingresadas para H-W. ....	46
Tabla 4-X. Población Total, Cobertura y Arranques según escenario, Villorrio El Talhuén. ....	46
Tabla 4-XI. Caudales (l/s) y dotaciones (l/hab/día) en los distintos escenarios, Villorrio El Talhuén. 47	
Tabla 4-XII. Presiones/velocidades mínimas y máximas - Villorrio El Talhuén (a 3 años). ....	49
Tabla 4-XIII. Presiones/velocidades mínimas y máximas - Villorrio El Talhuén (a 5 años). ....	53
Tabla 4-XIV. Presiones/velocidades mínimas y máximas - Villorrio El Talhuén (a 23 años). ....	56
Tabla 4-XV. Población Total, Cobertura y Arranques según escenario, Vida Nueva. ....	59
Tabla 4-XVI. Caudales (l/s) y dotaciones (l/hab/día) en los distintos escenarios, Vida Nueva. ...	59
Tabla 4-XVII. Presiones/velocidades mínimas y máximas - Vida Nueva (a 3 años). ....	63
Tabla 4-XVIII. Presiones/velocidades mínimas y máximas - Vida Nueva (a 5 años). ....	65
Tabla 4-XIX. Presiones/velocidades mínimas y máximas - Vida Nueva (a 23 años). ....	68
Tabla 4-XX. Datos de captación de terceros, Villorrio El Talhuén. ....	69
Tabla 4-XXI. Datos de captación de terceros, Vida Nueva. ....	72
Tabla 4-XXII. Resumen solicitud de DAA, comité de APR Nueva Vida. ....	73
Tabla 5-I. Proyecciones anuales de arranques y vol. de almacenamiento, Villorrio El Talhuén. ...	74
Tabla 5-II. Volúmenes para funcionamiento autónomo sin fuente de agua por número de horas de autonomía, APR Villorrio El Talhuén. ....	76
Tabla 5-III. Resumen de modificaciones en red de distribución, Villorrio El Talhuén. ....	79
Tabla 5-IV. Características de extensiones de red según sectores, Villorrio El Talhuén. ....	80
Tabla 5-V. Resumen de cuarteles implementados en extensión de red, Villorrio El Talhuén. ....	82
Tabla 5-VI. Proyecciones anuales de arranques y vol. de almacenamiento, Vida Nueva. ....	83
Tabla 5-VII. Resumen de cuarteles implementados en la extensión de red, Vida Nueva. ....	88
Tabla 5-VIII. Resumen de presupuestos estimativos (valores unitarios). ....	88
Tabla 5-IX. Largos de tuberías a implementar, por diámetro, en cada sistema APR. ....	89
Tabla 5-X. N° de arranques a implementar a 2046 en cada sistema de APR. ....	90
Tabla 6-I. Resumen de modificaciones estimadas en las redes de distribución actuales. ....	93
Tabla 6-II. Totales en presupuesto estimativo para red de distribución a 2046. ....	93

## Figuras

Figura 1. Zona de Estudio: Comuna de Ovalle, región de Coquimbo. Chile.....	4
Figura 2. Mapa de decretos de escasez hídrica en el país Fuente: Web de DGA (agosto 2023). <a href="https://dga.mop.gob.cl/DGADocumentos/Decretos_vigentes.jpg">https://dga.mop.gob.cl/DGADocumentos/Decretos_vigentes.jpg</a> .....	11
Figura 4. Layout recinto de APR Villorrio El Talhuén (producción-impulsión).....	21
Figura 5. Impulsión original de sistema APR Villorrio El Talhuén (2008). ....	22
Figura 8. Impulsión y Almacenamiento de agua. APR Villorrio El Talhuén (2023). ....	24
Figura 9. Layout de producción - almacenamiento de agua potable (APR Villorrio El Talhuén). ....	25
Figura 10. Red de distribución de Villorrio El Talhuén.....	26
Figura 11. Red de distribución con curvas de nivel, Villorrio el Talhuén. ....	27
Figura 12. Zona azul sin Acceso a agua potable (08/2011), APR Villorrio El Talhuén. ....	28
Figura 13. Zona azul sin Acceso a agua potable (09/2023), APR Villorrio El Talhuén. ....	28
Figura 14. Llanos de la Chimba y APR Vida Nueva. ....	30
Figura 17. Red de distribución de sistema APR Vida Nueva. ....	33
Figura 18. Red de distribución con curvas de nivel, Vida Nueva. ....	34
Figura 19. Distribución actual de la red de distribución en EPANET, Villorrio El Talhuén. ....	38
Figura 20. Presiones estáticas en red de distribución, Villorrio El Talhuén (2023). ....	39
Figura 21. Presiones dinámicas en red de distribución, Villorrio El Talhuén (2023).....	40
Figura 22. Distribución actual de la red de distribución en EPANET, Vida Nueva. ....	42
Figura 23. Presiones estáticas en red de distribución, Vida Nueva (2023). ....	43
Figura 24. Presiones dinámicas en red de distribución, Vida Nueva (2023).....	44
Figura 25. Representación de la red de distribución en escenario base (3 años), Villorrio El Talhuén. 47	
Figura 26. Presiones estáticas en red de distribución de agua, Villorrio El Talhuén (E. Base (3 años)). 48	
Figura 27. Presiones dinámicas en red de distribución de agua, Villorrio El Talhuén (E. Base (3 años)). ....	49
Figura 28. Representación de la red de distribución en escenario a 5 años, Villorrio El Talhuén. ....	50
Figura 29. Zoom a zona acoplada a la red de distribución en escenario a 5 años, Villorrio El Talhuén. 51	
Figura 30. Presiones estáticas en red de distribución de agua, Villorrio El Talhuén (E. a 5 años). ....	52
Figura 31. Presiones dinámicas y velocidades en red de distribución de agua, Villorrio El Talhuén (E. a 5 años). ....	53



Figura 32. Representación de la red de distribución en escenario proyectado en EPANET (con A44 referenciado), Villorrio El Talhuén. ....	55
Figura 33. Presiones estáticas en red de distribución de agua, Villorrio El Talhuén (E. Proyectado). 57	
Figura 34. Presiones dinámicas y velocidades en red de distribución de agua, Villorrio El Talhuén (E. Proyectado). ....	58
Figura 35. Representación en EPANET de red de distribución de escenario base (3 años), Vida Nueva. ....	60
Figura 36. Presiones estáticas en red de distribución de agua, Vida Nueva (E. Base (3 años)). ...	61
Figura 37. Presiones dinámicas en red de distribución de agua, Vida Nueva (E. Base (3 años)).	62
Figura 38. Presiones dinámicas en red de distribución de agua, Vida Nueva (E. a 5 años). ....	64
Figura 39. Representación en EPANET de la red de distribución de escenario proyectado, Vida Nueva. ....	65
Figura 40. Presiones estáticas en red de distribución de agua, Vida Nueva (E. Proyectado). ....	66
Figura 41. Presiones dinámicas en red de distribución de agua, Vida Nueva (E. Proyectado). ....	67
Figura 42. Extracciones subterráneas en la zona, Villorrio El Talhuén. ....	69
Figura 43. Ubicación de noria con respecto a quebradas, Villorrio El Talhuén. ....	71
Figura 44. Caudales medios y Volúmenes de Almacenamiento ante variaciones del N° de arranques atendidos, APR Villorrio El Talhuén. ....	76
Figura 45. Cambios en la red de distribución existente, Villorrio El Talhuén. ....	78
Figura 46. Extensiones en la red de distribución y su orden de construcción, Villorrio El Talhuén. 80	
Figura 47. Materiales sector 1, Villorrio El Talhuén. ....	81
Figura 48. Distribución de diámetros en sector 2 (Zona sin acceso), Villorrio El Talhuén. ....	81
Figura 49. Curvas viables de bomba, Villorrio El Talhuén. (a) Curva de la bomba de menos potencia. (b) Curva de la bomba de más potencia. ....	82
Figura 50. Caudales medios y Volúmenes de Almacenamiento ante variaciones del N° de arranques atendidos, APR Vida Nueva. ....	85
Figura 51. Cambios en la red de distribución existente, Vida Nueva. ....	86
Figura 52. Curvas viables de bomba, Vida Nueva. (a) Curva mínima de la bomba actual. (b) Curva mínima de la bomba proyectada. ....	87

## **Anexos**

Anexo A: Fotos de sistema de APR Villorrio El Talhuén.

Anexo B: Coordenadas elementos de red de distribución actual, Villorrio El Talhuén.

Anexo C: Puntos y demandas asociadas por escenario, Villorrio El Talhuén.

Anexo D: Diámetros, materiales y largos de distintos tramos de la red de distribución, Villorrio El Talhuén.

Anexo E: Coordenadas de los puntos agregados a la red de distribución, Villorrio El Talhuén.

Anexo F: Presiones por punto en cada escenario modelado, Villorrio El Talhuén.

Anexo G: Caudales (l/s) y velocidades (m/s) por tramo en cada escenario modelado, Villorrio El Talhuén.

Anexo H: Nuevos Cuarteles para implementar en la red de distribución, Villorrio El Talhuén.

Anexo I: Fotos de sistema de APR Vida Nueva - Los Llanos de la Chimba.

Anexo J: Coordenadas elementos de red de distribución actual, Vida Nueva.

Anexo K: Puntos y demandas asociadas por escenario, Vida Nueva.

Anexo L: Diámetros, materiales y largos de distintos tramos de la red de distribución, Vida Nueva.

Anexo M: Coordenadas de los puntos agregados a la red de distribución, Vida Nueva.

Anexo N: Presiones por punto en cada escenario modelado, Vida Nueva.

Anexo O: Caudales (l/s) y velocidades (m/s) por tramo en cada escenario modelado, Vida Nueva.

Anexo P: Nuevos cuarteles para implementar en la red de distribución, Vida Nueva.

Anexo Q: Resumen de presupuesto estimativo de "Proyecto 1" (2018).

Anexo R: Resumen de presupuesto estimativo de "Proyecto 2" (2018).

Anexo S: Resumen de presupuesto estimativo de "Proyecto 3" (2018).

Anexo T: Resumen de presupuesto estimativo de "Proyecto 4" (2018).

Anexo U: Presupuesto estimativo de red de distribución para APR Villorrio El Talhuén (2046).

Anexo V: Presupuesto estimativo de red de distribución para APR Vida Nueva (2046).

Anexo W: Estanque Elevado Metálico  $V=100\text{m}^3$   $H=25\text{m}$ . Fundación, planta, Cortes y Detalles. Formas y dimensiones.

Anexo X: Estanque Elevado Metálico  $V=100\text{m}^3$   $H=25\text{m}$ . Fundación, pernos de anclaje y armaduras.

Anexo Y: Estanque Elevado Metálico  $V=100\text{m}^3$   $H=25\text{m}$ . Elev. Estanque-Escotilla-Tapa-Ventilación-Techo-Escalera Ext.

Anexo Z: Estanque Elevado Metálico  $V=100\text{m}^3$   $H=25\text{m}$ . Dimensiones y Armaduras. Detalles 1-2-3-4-5-6-7-16 y 17.

Anexo AA: Estanque Elevado Metálico  $V=100\text{m}^3$   $H=25\text{m}$ . Dimensiones y Armaduras. Plataforma – Detalles 18-19-20-21-22.

Anexo BB: Estanque Elevado Metálico  $V=100\text{m}^3$   $H=25\text{m}$ . Dimensiones y Armaduras. Detalles 8-9-10-11-12-13 y Cubicaciones.

Anexo CC: Estanque Elevado de Hormigón Armado  $V=200\text{m}^3$   $H=25\text{m}$ . Dimensiones y Armaduras. Corte Vertical Diametral-Armadura Vertical Pedestal-Detalles.

Anexo DD: Estanque Elevado de Hormigón Armado  $V=200\text{m}^3$   $H=25\text{m}$ . Armaduras. Corte Vertical Diametral-Fondo Esférico-Losa Cubierta.

Anexo EE: Estanque Elevado de Hormigón Armado  $V=200\text{m}^3$   $H=25\text{m}$ . Armaduras. Fundación-Ref. Pasadas-Ref. Vano Puerta.

Anexo FF: Estanque Elevado de Hormigón Armado  $V=200\text{m}^3$   $H=25\text{m}$ . Dimensiones y Armaduras. Cubierta-Baranda-Losa Superior.

Anexo GG: Estanque Elevado de Hormigón Armado  $V=200\text{m}^3$   $H=25\text{m}$ . Dimensiones. Escalera N°1 y N°2 – Tapa.

Anexo HH: Estanque Elevado de Hormigón Armado  $V=200\text{m}^3$   $H=25\text{m}$ . Dimensiones. Descanso – Ventilación – Puerta.

# 1 Introducción

El agua potable es un recurso definido por la normativa vigente de manera que señala las propiedades que debe cumplir el agua para ser apta para el consumo humano sin causar problemas de salud. Esto lo transforma en un recurso fundamental y básico para que las personas puedan llevar vidas saludables.

Al ser una necesidad básica, la humanidad desde tiempos antiguos la ha buscado. En un principio, al no tener métodos de tratamiento adecuados, buscaba obtener mejores aguas para el consumo humano escogiendo las fuentes más adecuadas de estas. Desde la creación de pozos y captaciones de lluvia, al transporte del agua desde montañas y lagos. Unos de los primeros en empezar a registrar sistemas de tratamiento para la potabilización fueron los griegos, recomendando la filtración con carbón, la exposición a luz solar, la ebullición del agua y el uso de filtros de tela (Environmental Protection Agency [EPA], 2000). Por otro lado, se tiene a los egipcios que utilizaban alumbre para clarificar sus aguas del material suspendido en estas, usando un enfoque más químico en el proceso de clarificación del agua (Hall & Dietrich, 2020). Según G. R. Scott (1955), alrededor de 1804 se completó el primer suministro de agua potable a una ciudad en Paisley, Escocia. El sistema fue construido por John Gibb para abastecer a la ciudad de Glasgow.

En los sectores rurales de Chile, las entidades que se encargan de suministrar agua potable, a las personas de dichos sectores, son comités de sistemas de Agua Potable Rural (APR). Los sistemas de APR, luego de ser establecidos principalmente por entidades públicas, funcionan ajenos a las empresas sanitarias concesionarias y se administran por la comunidad de dicho sector rural. Se encargan de suministrar agua solamente para el uso humano y no está concebida como un agua para riego, pues es común que se cuente con una fuente alternativa de agua enfocada solo al riego.

Los sistemas APR, al nacer en esencia como un comité conformado por sus usuarios, carecen de una administración con gran experiencia previa para su funcionamiento. Esto propicia que, pese a su innegable compromiso con la comunidad, se puedan ir encontrando distintas dificultades en su funcionamiento de manera recurrente, como: mayor dificultad al encontrar y reparar roturas en la red de distribución, baja autonomía para realizar modificaciones mayores en la red de distribución y pocas fuentes de apoyo para solicitar proyectos de mejora en el sistema de APR, entre otros.

Por lo anterior, surge la importancia de apoyar a los distintos comités de los sistemas de APR, corregir las consecuencias de estas dificultades, ayudarles a alcanzar un funcionamiento sostenible en el tiempo y darles la oportunidad de brindar un buen servicio a sus comunidades correspondientes. El agua es básica en el desarrollo del ser humano y, pese a que la mayoría de los habitantes de Chile tienen esta necesidad cubierta, aún existe una cantidad de personas no menor sin un acceso regular a este recurso.

## 1.1 Motivación

La situación actual de Chile, en lo que respecta a disponibilidad de aguas, es crítica en ciertas regiones del país. Esto sucede por distintos factores, como el cambio climático, mala gestión en la administración del recurso y deficiencias en la legislación correspondiente. De acuerdo con Villarroel (Ministerio del Medio Ambiente, 2022) llevamos 14 años consecutivos de sequía, serán 15 si se llega a sumar este 2023, lo que establece un precedente totalmente nuevo con su larga duración. Esto provocó que todos los medios de mitigación a esta quedaran obsoletos, dado que no fueron ideados para una extensión de años tan larga.

El agua en Chile tiene diversos usos: agricultura, industrias, minería y doméstico. Estas aguas provienen de distintas fuentes, como pozos, ríos, lagos y esteros. Estas fuentes han sido afectadas por la prolongada sequía que ha afectado al país, los ríos, lagos y esteros han disminuido su caudal, hasta desaparecer en algunos casos, y de igual forma la recarga de los pozos ha disminuido provocando que disminuyan su capacidad de otorgar agua de forma sustentable.

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), en 2020, se tenía que alrededor del 74% de la población mundial usaba algún servicio de agua potable de manera segura. Estos datos relucen que aún hay un gran margen de mejora en la distribución de este recurso básico. Por otro lado, de acuerdo con el Informe de análisis Cobertura y consumo de Agua Potable en Chile (Senado de la República de Chile, 2019), en Chile tenemos que la cobertura total del país es de un 99,97%. En esta cobertura nacional, a septiembre de 2018, se registran que lo conforman 1.876 sistemas de Agua Potable Rural (APR), con aproximadamente 1.729.246 beneficiados. Al contrastar este dato de cobertura, tenemos que el último censo (2017) informa que la cobertura rural<sup>1</sup> de agua potable es del 52% aproximadamente, lo que deja en claro que aún falta un 48% pendiente para alcanzar el nivel de la cobertura urbana nacional.

La carencia de un acceso a redes públicas de agua potable obliga que las personas busquen alternativas, provocando que se recurra a fuentes informales como pozos, ríos, esteros, canales y camiones aljibes. Estas fuentes alternativas de agua no poseen una calidad garantizada por alguna institución y son las poblaciones rurales más pobres las con mayor abastecimiento de fuentes de este tipo. “El contaminante químico más común encontrado en los acuíferos subterráneos es el nitrato que viene derivado de la agricultura. La acumulación de pesticidas y minerales pesados en el agua tiene efectos nocivos demostrados en los seres humanos” (Fundación Amulen, 2019, p. 20).

En Chile, los programas de APR del estado están destinados a dotar del servicio de agua potable a las distintas localidades rurales. Para asegurar su construcción y existencia, se comenzó por aplicar parcialmente la Ley General de Servicios Sanitarios (DFL 382); los APR quedan exentos del régimen de explotación bajo concesión y del régimen tarifario aplicado en zonas urbanas. La administración y operación de los sistemas APR queda a cargo, en la mayoría de los casos, de administraciones comunitarias, es decir, Comités de APR.

---

<sup>1</sup> El censo de 2017 usó la definición dicotómica de rural: “Lo que no es urbano es rural”, mientras que la definición que da de urbano es “Asentamiento humano con continuidad y concentración de construcciones en un amanzanamiento regular con población mayor a 2.000 habitantes, o entre 1.001 y 2.000 habitantes, donde menos del 50% de la población que declara haber trabajado se dedica a actividades primarias.”.

En 2017, se publica la Ley 20.998, titulada “Regula Los Servicios Sanitarios Rurales”, establece una institucionalidad estructurada a los sistemas de APR en la Subdirección de Servicios Sanitarios Rurales y los redefine como Servicios Sanitarios Rurales (SSR). Esta nueva ley declara a las organizaciones comunitarias y sociales como únicos administradores y operadores de los SSR, establece sus obligaciones, los derechos de los usuarios, una regulación tarifaria definida y elimina los roles de las empresas sanitarias, pasando a no participar en el funcionamiento de los SSR, entre otras.

Por lo anterior, se deja claro que existe una gran cantidad de gente que aún no tiene acceso a un servicio tan básico y fundamental como lo es el agua potable, mediante redes públicas de agua potable. La falta de agua potable dificulta la vida de las personas y puede llegar a limitar los otros derechos fundamentales como la educación. Según la Fundación Amulén (2021) un 40,4% de los colegios rurales chilenos no cuenta con un abastecimiento formal de agua potable, teniendo que abastecerse de camiones aljibes, ríos, esteros o pozos.

En colaboración con la Asociación Gremial de APR de Limarí se realiza este trabajo de título para ayudar a estos sistemas APR en la provincia de Limarí, en específico a APR Villorrio El Talhuén y APR Vida Nueva. Esto se realiza contactando con los presidentes de los comités correspondientes y colaborando con los comités de los APR para tener la información pertinente directamente desde su fuente. Esto logra que los alumnos adquieran experiencia aplicada y que los sistemas APR logren una asesoría técnica a un nivel profesional.

En este trabajo de título se trabajó en dos sistemas de APR ubicados en la provincia de Limarí, región de Coquimbo. Ambos están en la comuna de Ovalle, específicamente en las inmediaciones de la ciudad de Ovalle, como se muestra en la Figura 1. Hacia el norte tenemos a Villorrio El Talhuén y hacia el suroeste tenemos a Vida Nueva. Estas comunidades constan con 139 y 152 arranques desde la red de distribución, respectivamente. En cada una de las comunidades se tiene un APR con su red de distribución asociada, las cuales van a ser el objetivo de este estudio.

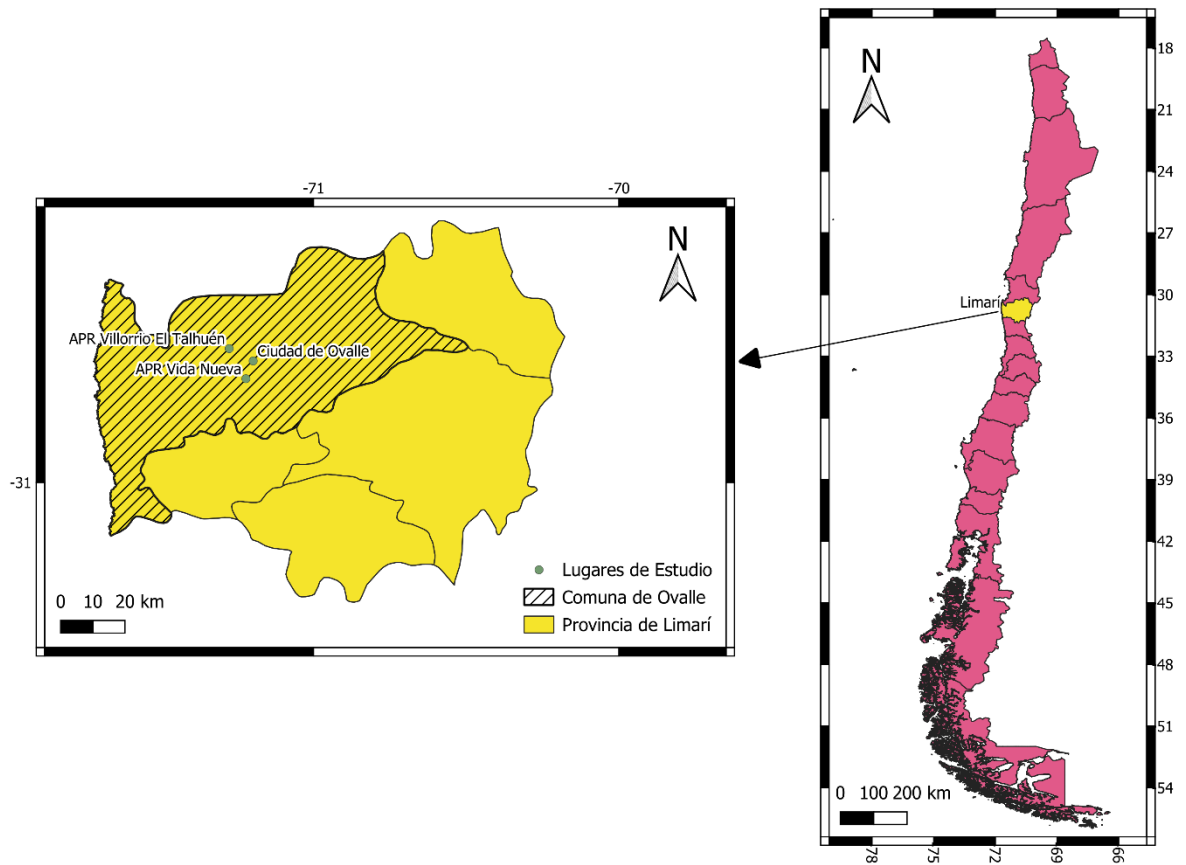


Figura 1. Zona de Estudio: Comuna de Ovalle, región de Coquimbo. Chile.

Se estudiaron los dos sistemas de APR, su infraestructura y el estado en que se encuentran. Con esta información se modeló hidráulicamente su régimen y se buscó generar información que facilite la operación de estas durante los próximos 20 años. Esta nueva información varía desde posibles fallas futuras, expansiones de la red de distribución y posibles soluciones a estas. Las conclusiones podrán ser usadas por las administraciones comunitarias de los sistemas APR en estudio como información básica que permita el desarrollo de sus sistemas.

## 1.2 Objetivos

### 1.2.1 *Objetivo General*

Evaluar el estado de dos sistemas de agua potable rural (APR) de la provincia de Limarí, Villorrio El Talhuén y Vida Nueva, y proponer soluciones técnicas a nivel de ingeniería conceptual. Estudio enfocado en las redes de distribución de las plantas de APR y contempla el estado actual de las redes como el proyectable a futuro.

### 1.2.2 *Objetivos específicos*

Los objetivos específicos son:

- Revisión y estudio de la bibliografía pertinente sobre sistemas de APR's.
- Levantamiento en terreno sobre la infraestructura de dos sistemas de APR's bajo estudio.
- Modelación hidráulica de los sistemas de agua potable con el software EPANET.
- Comparación de los datos obtenidos en la identificación de la red con los señalados en la modelación y evaluar posibles fallas actuales.
- Realización de una estimación de la demanda futura en la red de distribución siguiendo lo estipulado en la normativa vigente.
- Identificación de posibles fallas que surjan en el tiempo a medida que aumente el caudal demandado en la red de distribución, con proyección a 20 años, siguiendo la normativa vigente.
- Proposición de posibles soluciones para las fallas identificadas (presentes y futuras).



## **2 Metodología De Trabajo**

En este capítulo se presenta la metodología que se utilizó para el desarrollo del trabajo de título.

Se hizo una revisión bibliográfica que fue transversal durante todo el proceso, el cual comenzó en abril de 2023 y finalizó en diciembre del mismo año.

En un comienzo, hasta mayo, no se tenían definidos los sistemas de APR específicos que se estudiarían, por lo que se enfocó el trabajo en realizar una revisión bibliográfica exhaustiva sobre las normas y legislaciones pertinentes. También se revisa bibliografía sobre el funcionamiento estandar de un sistema de APR, esto permitió tener en cuenta todos los datos pertinentes a tomar, que no queden datos fuera y se aproveche el tiempo limitado que se tendrá en terreno.

En junio se procedió a realizar la primera visita a terreno a ambos comités de APR ubicadas en la comuna de Ovalle. De esta manera, comienza la etapa de levantamiento de información del Trabajo de Título. El levantamiento de información se completó mayoritariamente en septiembre, dando paso a la etapa de modelamiento con el software EPANET y se termina a mediados de diciembre. De esta manera, se pasa a la etapa final revisando y proponiendo soluciones a un nivel conceptual a los problemas que tengan o se puedan enfrentar los sistemas de APR. A continuación, se describen cada una de las tres etapas mencionadas.

### **2.1 Levantamiento de Información**

El Levantamiento de Información de los sistemas de APR consiste en una identificación completa de los sistemas de APR.

Esta recopilación de información está limitada a la disponibilidad de esta. Los datos se definen por el conocimiento propio de los comités, el conocimiento de los operadores de los sistemas de APR y la disponibilidad online de datos.

Para establecer una ruta de comunicación directa con los comités de los sistemas de APR y recopilar información extra, se realizan dos visitas a los lugares de estudio. Estos terrenos se realizan durante las semanas de 19 de junio y 21 de agosto de 2023.

En la primera visita se conoció y se estableció una ruta de comunicación con cada uno de los comités en estudio. Se conocieron las instalaciones del tratamiento de agua y se georreferenciaron con el equipo Garmin: GPSmap60CSx. Se verifico el proceso del agua desde su captación hasta su almacenamiento. Se registran los caudales de producción, los caudales consumidos, los equipos, el número de arranques que se satisface, percepciones de los comités sobre el estado de los APR y, finalmente, los diámetros y materiales de tuberías (impulsiones).

La segunda visita se dedica a identificar la red de distribución, se identifican sus materiales, dimensiones, cámaras, largo y singularidades en la red. El levantamiento de información de la red se realiza desde la salida de los estanques hasta cada uno de los extremos de la red.

Luego se termina esta etapa con la transcripción de la información a formato digital y la identificación de todo lo que serán los parámetros de diseño para los siguientes capítulos del trabajo de título. Se recalca que, ya que los sistemas de APR son dinámicos y crecen en el tiempo, los datos a utilizar para las etapas siguiente sólo se basan en los que existían durante la etapa de levantamiento de información y no datos posteriores.

## **2.2 Modelamiento**

Para la etapa de modelamiento se utiliza los datos de flujos y de la red de distribución obtenidos de la etapa anterior. Estos datos se modelan hidráulicamente con el software EPANET que es un software gratuito, creado por la EPA el año 1993. Su propósito es ser una herramienta de fácil uso y acceso que permita la modelación de sistemas de distribución de agua (en un principio sistemas de agua potable). Hoy en día, realizando las configuraciones necesarias, se puede usar para fluidos distintos al agua.

El modelamiento contempla tres situaciones en cada sistema de APR; una situación actual que de manera conjunta permite calibrar el modelo a uno funcional, una situación base que contempla la construcción de posibles extensiones o soluciones a problemas actuales/futuros, a tres años, y una situación futura a 20 años (desde la situación base) que revisa el comportamiento de la red de distribución al enfrentarse a mayores demandas de caudales y una extensión mayor de la red. Todo esto se hace siguiendo el procedimiento estipulado en el manual de diseño de sistemas de APR de la Dirección de Obras Hidráulicas.

Como conclusión del modelamiento y levantamiento de información se identifican los posibles problemas que puedan existir en el sistema de APR.

## **2.3 Problemas y posibles soluciones**

En esta etapa se eligen problemas identificados de los sistemas de APR y se le da una posible solución a un nivel de ingeniería conceptual.

Los problemas para solucionar pueden ser de diversa índole y complejidad, por lo que, acorde al tiempo disponible, se desarrollan aquellas que se pueda procurar alcanzar una solución a nivel de ingeniería conceptual. También se considera la urgencia que puedan tener los problemas para el correcto funcionamiento del sistema de APR. Dependiendo del tiempo restante y la información que se pueda encontrar disponible, principalmente de topografía y suelos, se avanzará en los diseños a un nivel de diseño básico o de detalle.

### 3 Antecedentes

#### 3.1 Situación Hídrica en Chile

El Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR2) define los posibles regímenes de precipitaciones en un año como años húmedos o secos. Los años secos, o de sequía, son aquellos en que existe un déficit en la acumulación de precipitaciones de al menos un 25% respecto a los promedios históricos.

En Chile se tiene un estado de sequía desde hace 14 años (Villarroel, 2022). Lo anterior se debe tanto a efectos del cambio climático como efectos naturales de variaciones anuales del nivel de precipitación. En Chile central, es un fenómeno común que cada diez años existan aproximadamente 3 años de sequía alternados con años húmedos, de forma que se considera como la variación natural de las precipitaciones en el país. Sin embargo, desde 2010, todos los años han presentado un régimen de sequía. Esta situación, sin precedentes, es en parte atribuible al cambio climático (CR2, 2021).

Una forma de ver el estado hídrico de algún territorio es a través del Índice de Escasez Hídrica (Fórmula (1)). También denominado Brecha Hídrica, este índice es bastante directo al señalar el porcentaje de consumo hídrico con respecto a su oferta. En la Tabla 3-I se definen cuatro categorías del índice (Rivera, Dominguez, Marin, & Venegas, 2004)

$$\text{Índice de Escasez Hídrica} = \frac{\text{Consumo Hídrico}}{\text{Oferta Hídrica}} \times 100 \quad (1)$$

Tabla 3-I. Categorías de Índice de Escasez. Fuente: Elaboración propia a partir de F. Amulen (2019) y Rivera et al. (2004).

Índice de Escasez Hídrica	Porcentaje Oferta Hidráulica utilizada (%)	Descripción
Alto	> 40	Existe fuerte presión sobre el recurso hídrico, denota una urgencia máxima para el ordenamiento de la oferta y demanda. En estos casos la baja disponibilidad de agua es un factor limitador del desarrollo económico.
Medio	20 - 40	Implica un ordenamiento necesario tanto en oferta como demanda, Dar prioridades a los distintos usos y prestar atención a los ecosistemas acuáticos para garantizar su existencia. Comenzar a invertir para mejorar la eficiencia en la utilización de los recursos hídricos.
Moderado	10 - 20	Indica que la disponibilidad de agua se está convirtiendo en un factor limitador del desarrollo.
Bajo	< 10	No se experimentan presiones importantes sobre el recurso hídrico.

En la región de Coquimbo, al año 2018, tenemos que la brecha hídrica es la más crítica del país. Casi la totalidad de la región se encuentra en un estado de brecha hídrica alta, sólo las comunas de Canela, Illapel y Salamanca tienen una brecha hídrica media y las otras 11<sup>2</sup> tienen una brecha alta, ver Tabla 3-II. Esto provoca que las provincias de Elqui y Limarí se encuentren completamente en un estado de alta escasez hídrica (Fundación Amulén, 2019).

Tabla 3-II. Brecha hídrica en comunas de la región de Coquimbo<sup>3</sup>.

Brecha hídrica alta	Brecha hídrica media
Andacollo	Canela
Combarbalá	Illapel
La Higuera	Salamanca
Paihuano	
Monte patria	
Ovalle	
Punitaqui	
Río Hurtado	
Vicuña	
La Serena	
Los vilos	

Otro indicador utilizado para medir en estado hídrico es el Índice Estandarizado de Precipitación y Evapotranspiración (SPEI). Este indicador toma los datos de precipitaciones y les incorpora temperatura, humedad relativa, evapotranspiración y velocidad del viento entre otras, para poder medir los efectos de las transpiraciones considerando los efectos de la evapotranspiración.

Para efectos específicos de este trabajo de título, respecto a los sistemas de APR, tenemos que en el informe *Sequía: La brecha más profunda* (Fundación Amulén, 2019) se compara la cantidad de fallas que sufrían una muestra de sistemas APR con respecto a la cantidad de meses sometidos a una condición de  $SPEI < 0$ , es decir, sequía (ver Tabla 3-III).

Tabla 3-III. Fallas vs tiempo de  $SPEI < 0$ .

Porcentaje de meses <sup>4</sup> con $SPEI < 0$ (%)	Promedio de Fallas observado
20 - 50	1,3
50 - 80	4,1
> 80	8

Si bien concluyen que existe una asociación entre la cantidad de tiempo que se encuentra un APR en condición de sequía y las fallas de un APR en ese periodo, también señalan que las fallas en un principio no serían atribuibles a una zona geográfica en particular. Lo que deja ver que mientras

<sup>2</sup> La comuna de Coquimbo es omitida en el análisis, pues no cuenta con información. Extrapolando con las comunas vecinas debería tener una brecha hídrica alta.

<sup>3</sup> Obtenido del informe “Sequía: La brecha más profunda” de la Fundación Amulén en 2019, p23.

<sup>4</sup> Meses estudiados en el periodo 2014-2016.

más se encuentre el país en un estado de sequía continua, habrá que hacer una mantención más frecuente en los sistemas APR.

## **3.2 Marco Teórico**

Dada la existencia de una legislación y normativas al respecto, el marco teórico de esta memoria se divide en dos partes, un marco teórico legislativo y un marco teórico enfocado en criterios normativos y de diseño. El marco legislativo está conformado por las leyes pertinentes de Chile al año 2023, estas son las que crean las bases del funcionamiento y administración de los sistemas de APR y definen a todos los actores involucrados; mientras que el segundo marco teórico está más enfocado a normas y criterios de diseños que regulan el aspecto más técnico de la administración y proyección de los sistemas de APR.

### *3.2.1 Marco Teórico Legislativo*

Siguiendo en la temática de la situación hídrica del sector, tenemos que en Chile existen 24 decretos de escasez hídrica vigentes (a 7 de septiembre de 2023). De esos 24 decretos, según la Dirección General de Aguas (DGA), existen dos competentes a la región de Coquimbo. El decreto del Ministerio de Obras Públicas (MOP) N° 109 y el decreto del MOP N° 123 regulan a la región de Coquimbo y se resumen en la Tabla 3-IV.

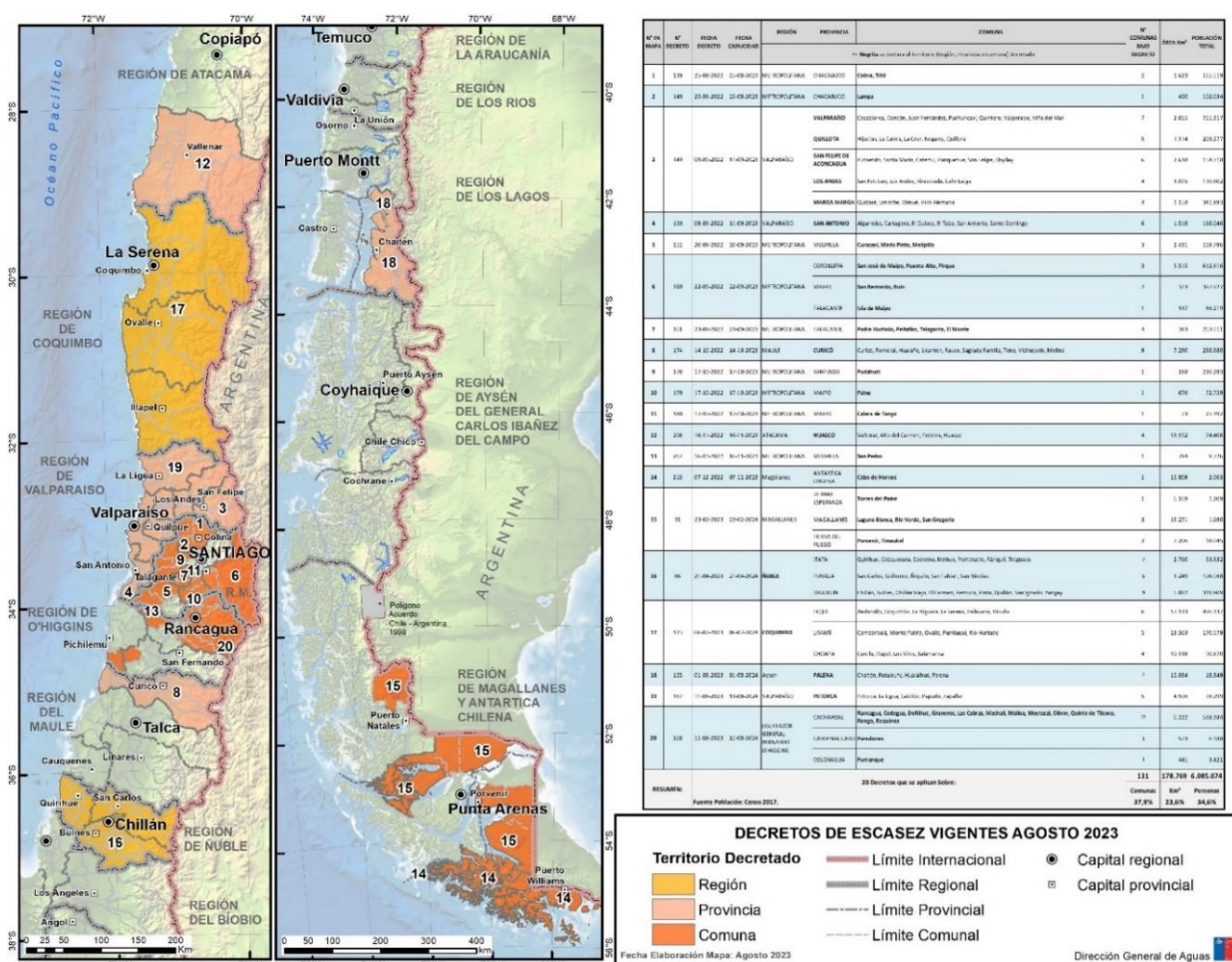


Figura 2. Mapa de decretos de escasez hídrica en el país<sup>5</sup> Fuente: Web de DGA (agosto 2023). [https://dga.mop.gob.cl/DGADocumentos/Decretos\\_vigentes.jpg](https://dga.mop.gob.cl/DGADocumentos/Decretos_vigentes.jpg)

Tabla 3-IV. Resumen de decretos MOP N° 109 y N° 123.

Decreto MOP N°	Título	Fecha	Descripción
109	Declara zona de escasez hídrica a la región de Coquimbo.	6 de julio de 2022	Declara a la región de Coquimbo como zona de escasez hídrica por un periodo de un año. Esto busca reducir al mínimo los daños causados por la sequía. Da prioridad a garantizar el agua de consumo humano, por sobre todos los otros usos y restringe el uso de los usuarios de juntas de vigilancia.
123	Prorroga decreto MOP N° 109, de 6 de julio de 2022 que declara zona de escasez hídrica a la región de Coquimbo.	6 de julio de 2023	Como su nombre lo indica, prorroga al decreto N° 109 durante un año más. Esto lo deja válido hasta 6 de julio de 2024.

<sup>5</sup> Fuente: Mapa de Decretos zonas de escasez hídrica, DGA, agosto 2023, DGA ([https://dga.mop.gob.cl/administracionrecursos\\_hidricos/decretosZonasEscasez/Paginas/default.aspx](https://dga.mop.gob.cl/administracionrecursos_hidricos/decretosZonasEscasez/Paginas/default.aspx)).

Respecto al servicio sanitario, tanto de saneamiento como de distribución de agua, tiene su base en la Ley General de Servicios Sanitarios (DFL 382, 1988) y su detalle, al caso rural, en la Ley 20.998 (año 2017). Esta última impone las responsabilidades de los distintos actores, crea una institucionalidad encargada exclusivamente de los sistemas de APR y define los distintos organismos involucrados.

Respecto a los sistemas APR, la Ley 20.998 desliga lo que son concesionarias y privados para dar paso a las administraciones comunitarias de los usuarios en lo que se refiere a la operación de los APR. A su vez, les establece derechos y obligaciones enfocados a que provean un mejor servicio a los usuarios. Cabe mencionar que las administraciones comunitarias son planteadas como organizaciones sin fines de lucro, por lo que sus tarifas no deberían generar mayores excedentes que no sean reinvertidos en el sistema APR, pero deben garantizar la subsistencia del sistema APR.

Las empresas sanitarias pierden su papel de unidad técnica en los sectores rurales, buscando la eliminación gradual de la dependencia hacia estas en los sectores rurales. Los sistemas APR deben responder ante la Subdirección de Servicios Sanitarios Rurales (SSR) de la Dirección de Obras Hidráulicas del Ministerio de Obras Públicas, organismo creado por la Ley N° 20.998, y no ante las empresas sanitarias concesionarias.

Por último, en la ley N° 20.998, a un nivel institucional, se establece la Subdirección de SSR como organismo especializado, para llegar a establecer agua potable y servicios de saneamiento en los sectores rurales. Esta institución debe velar por el correcto funcionamiento de los sistemas de APR y tiene la capacidad de otorgar y revocar las licencias pertinentes para el funcionamiento del APR. La Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS) también ayuda regulando el ámbito tarifario y fiscalizador.

En un ámbito más conceptual, la ley N°20.998 redefine el nombre legal de sistemas de APR como Servicios Sanitarios Rurales. Esto se debe a que esta ley busca entregarles un enfoque más integral a los sistemas APR y que, de manera gradual, empiecen a ofrecer servicios de saneamientos de agua, ofreciendo servicios de agua potable y alcantarillado.

### 3.2.2 Marco Teórico Normativo y de Diseño

En términos normativos, existen dos normas aplicables: la NCh 409 y la NCh691, que se refieren a la *Calidad del Agua Potable y Conducción, regulación y distribución* respectivamente. A esto se le agrega el *Manual de Proyectos de Agua Potable Rural (2023) de la DOH*.

- *NCh 409: Agua Potable - Requisitos y Muestreo.*

Esta norma se divide en dos partes, una de requisitos y definición de lo que es el agua potable en Chile, y otra marcando los protocolos de muestreo y fiscalización. En lo que se refiere a requisitos, para esta memoria, cabe tener en cuenta los parámetros señalados en la Tabla 3-V.

Tabla 3-V. Límites de Turbiedad y Cloro en agua potable (NCh 409).

Parámetro	Minino	Máximo	Promedio Mensual
Turbiedad [UNT]	-	< 20	≤ 2
Cloro [mg/L]	0,2	2,0	-

- *NCh 691*: Agua potable - Conducción, regulación y distribución.

Se establecen rangos de diseño para distintos parámetros como velocidad, presión y diámetros. Los rangos se presentan en la Tabla 3-VI.

Tabla 3-VI. Velocidades, presiones y diámetros en sistemas de distribución (NCh 691).

Parámetro	Minino	Máximo
Velocidad [m/s]	-	3
Presiones <sup>6</sup> [mca]	15	70
Diámetros [mm]	90 <sup>7</sup>	-

Respecto a la versión utilizada, se usa como referencia la NCh 691 de 2015 que es la vigente según el Instituto Nacional de Normalización (INN), cabe recalcar este punto pues los manuales del MOP, DOH y la SISS, aquí mencionados, no están actualizados en este aspecto y referencian a la versión de 1998 que no está vigente.

- *Manual de Proyectos de Agua Potable Rural (2023)*: El Ministerio de Obras Públicas, a través de la Dirección de Obras Hidráulicas, entrega una guía para el diseño de proyectos de agua potable rural. Se hace un resumen de las bases técnicas que deberán considerar en los diseños de sistemas de APR.

Del documento se recuperan los siguientes conceptos claves de diseño:

- **Densidad de Habitantes**: La densidad de habitantes sirve para saber cuántas personas se tendrán por arranque en la red de distribución. Usualmente se calcula con la Fórmula (2), por lo que requiere haber realizado una encuesta durante el levantamiento en información en terreno.

<sup>6</sup> La presión mínima es normada para el escenario dinámico de la red de distribución (con demanda de agua) y la presión máxima se evalúa en un escenario estático (sin demanda de agua).

<sup>7</sup> Puede llegar a ser 75 [mm] bajo ciertas condiciones especificadas en la norma NCh 691.



$$Densidad\ eal = \frac{Número\ de\ habitantes\ (encuesta)}{Número\ de\ viviendas\ encuestadas} \quad (2)$$

Donde:

*Número de habitantes = Sumatoria de habitantes encuestados en cada vivienda.*

*Número de viviendas encuestadas = Sumatoria de viviendas encuestadas.*

En nuestro caso no se realizaron encuestas en terreno, por lo que se procede a utilizar el método alternativo de adoptar una densidad de 4 hab/viv.

- **Cálculo de Población:** El cálculo de población consta de 3 partes, el cálculo de la población actual, cálculo de la tasa de crecimiento y el cálculo de la población proyectada.

Para la población actual se utiliza la Formula (3):

$$Población\ Actual = N^{\circ}\ de\ viv.\ x\ Densidad\ Adaptada + P.\ Escolar + P.\ Turística \quad (3)$$

Donde:

*N° de viv. = Sumatoria de viviendas a considerar.*

*P. Escolar = Equivale al 35% del alumnado, se considera población extra.*

*P. Turística = Aplicable en poblaciones de interes turístico.*

Para efectos de nuestro estudio consideraremos que el N° de viviendas será equivalente al número de arranques presentes en el sistema APR. La población escolar existe sólo en el caso de Villorrio El Talhuén y en ambos casos de estudio la población turística no aplica.

En segundo lugar, tenemos el cálculo de la tasa de crecimiento, calculada con la Formula (4). En caso de no contar con los datos correspondientes, se toma una tasa de la Tabla 3-VII, en nuestro caso un 4%.

$$Tasa\ de\ crecimiento = \left[ \left( \frac{P.\ actual}{P.\ previa} \right)^{\frac{1}{(Año\ actual - Año\ previo)}} - 1 \right] * 100\% \quad (4)$$

Donde:

*P. actual = Población Actual calculada en Fórmula (3).*

*Año actual = Año del estudio en ejecución.*

*P. previa = Población existente en estudio anterior.*

*Año previo = Año en que se realizó el estudio anterior.*

*Tabla 3-VII. Tasas de crecimiento recomendadas respecto a zona del país.*

<b>Zona</b>	<b>Valor</b>
Central (Desde región de Valparaíso a región de Ñuble)	3%
Otras	4%

Finalizando el cálculo de la población, se utiliza la Fórmula (6). Ésta se utiliza para el cálculo de la población proyectada y necesita el cálculo previo de una población base (Fórmula (5)).

$$Población\ Base = Población\ Actual * (1 + r)^n \quad (5)$$

Donde:

*Población Base = Población Inicial a proyectar.*

*Población actual = Población Actual calculada en Fórmula (3).*

*r = Tasa de crecimiento estimada.*

*n = 3 años (años estimados entre termino de del diseño y las obras).*

$$Población\ Futura = Población\ Base * (1 + r)^n \quad (6)$$

Donde:

*n = Número de años a proyectar.*

- **Dotación:** En los sistemas APR existentes se emplean las estadísticas de consumo de los últimos doce meses como base para la dotación media. Si no es posible, se utilizarán los valores indicados en la Tabla 3-VIII.

*Tabla 3-VIII. Dotaciones estimadas recomendadas respecto a actividad del arranque.*

<b>Dotación</b>	<b>Mínima (l/hab/día)</b>	<b>Máxima (l/hab/día)</b>
Actividades de subsistencia	20	30
Consumo familiar	120	150

En caso de tener los datos suficientes, las dotaciones se calculan según las Fórmulas (7) y (8):

$$D_c = \frac{VAF/365}{Pob.A} \quad (7)$$

Donde:

$D_c$  = Dotación de Consumo (l/hab/día).

$VAF$  = Volumen de Aguas Facturadas (l).

$Pob.A$  = Población abastecida en un año (hab).

$$D_p = \frac{VPA}{Pob.A * 365} = \frac{D_c}{\left[1 - \frac{A.N.C.}{100}\right]} \quad (8)$$

Donde:

$D_p$  = Dotación de Producción (l/hab/día).

$VPA$  = Volumen de Aguas producidos anualmente (l).

$A.N.C.$  = Aguas No Contabilizadas (%).

- **Aguas No Contabilizadas (A.N.C.):** Hace referencia a las pérdidas de aguas. Estas pérdidas pueden ser causadas por fallas en las instalaciones, imprecisiones en la medición, consumos operacionales y robos de aguas. Este indicador se expresa como un porcentaje, como se muestra en la Fórmula (9).

$$ANC = \frac{VAP - VA}{VAP} \cdot 100\% \quad (9)$$

Donde:

$ANC = \text{Aguas No Contabilizadas (\%)}$ .

$VAP = \text{Volumen de Aguas Producidas (m}^3\text{)}$ .

$VAF = \text{Volumen de Aguas Facturadas (m}^3\text{)}$ .

- Coeficientes y Factores de máximo consumo: Se consideran dos coeficientes de consumo y dos factores de consumo. En la Fórmula (10) se muestra el coeficiente del mes de máximo consumo (C.M.M.C.) y en la Fórmula (11) se define el coeficiente del día de máximo consumo en el mes de máximo consumo (C.D.M.C.).

$$C.M.M.C. = \frac{\text{Mayor consumo mensual}}{\text{Consumo medio mensual}} \quad (10)$$

$$C.D.M.C. = \frac{\text{Consumo máximo diario c/r mes de máximo consumo}}{\text{Consumo promedio diario c/r mes de máximo consumo}} \quad (11)$$

En cuanto a los factores de máximo consumo tenemos que; la Fórmula (12) es el factor del día de máximo consumo (F.D.M.C.) y, en la Fórmula (13), se define el factor de la hora de máximo consumo (F.H.M.C.).

$$F.D.M.C. = (C.M.M.C.) * (C.D.M.C.) \quad (12)$$

$$F.H.M.C. = \frac{\text{Consumo máximo horario}}{\text{Consumo promedio horario en el día de máximo consumo diario}} \quad (13)$$

Las estadísticas para el cálculo de estos coeficientes y factores deben ser las de los últimos 12 meses, en caso de no tener dichos datos se opta por usar los valores estipulados en la Tabla 3-IX.

*Tabla 3-IX. Factores y coeficientes recomendados ante ausencia de datos.*

<b>Factor</b>	<b>Valor</b>
F.D.M.C.	1,5
F.H.M.C.	1,5

- Caudales: se tienen tres caudales involucrados en el diseño de sistemas de agua potable. Estos caudales son el caudal medio diario de agua potable ( $Q_{md}$ ), el caudal máximo diario ( $Q_{máxd}$ ) y el caudal máximo horario ( $Q_{máxh}$ ), estos se representan en las Fórmulas (14), (15) y (16) respectivamente.

$$Q_{md} = \frac{Pob. * Dp * Cob.}{86.400 * 100} (l/s) \quad (14)$$

Donde:

$Pob.$  = Población Total (hab).

$Cob.$  = Cobertura Anual (%).

$$Q_{máxd} = F.D.M.C. * Q_{md} (l/s) \quad (15)$$

$$Q_{máxh} = F.H.M.C. * Q_{máxd} (l/s) \quad (16)$$

En lo que respecta al almacenamiento del agua, tendremos:

- Volúmenes de Estanques: Se determina a partir de la suma de los volúmenes de regulación y volumen de incendio, como se muestra en la Fórmula (17).

$$V_{Estanque} = V_{Regulación} + V_{Incendio} \quad (17)$$

El volumen de regulación ( $V_{Regulación}$ ) se calcula con las curvas de consumo en el día de máximo consumo, de no tener la estadística se usa el 20% del volumen del día de máximo consumo. Mientras que el volumen de incendio ( $V_{Incendio}$ ) se contará, en zonas rurales, 115 m<sup>3</sup> a comunidades con 600 a 1.500 arranques y 230 m<sup>3</sup> a comunidades con más de 1.500 arranques.

A todo lo anterior se suman como normas de interés:

- NCh 398/1. Of2004: Tuberías y accesorios de polietileno (PE) para agua potable. Requisitos.
- NCh 399. Of1994, 2005 y 2011: Tubos de policloruro de vinilo, P.V.C. rígido para fluidos a presión. Requisitos.
- NCh 1104: Ingeniería sanitaria - Presentación y contenido de proyectos de sistema de agua potable y alcantarillado.

### 3.3 Casos En Estudio

En esta memoria se estudian dos sistemas de APR ubicados en la comuna de Ovalle, región de Coquimbo de Chile. Al noroeste de la ciudad de Ovalle, a unos 13 Km aproximadamente, tenemos al sistema APR Villorrio El Talhuén; mientras que, al sur de la ciudad de Ovalle (a 9 Km aproximadamente), tenemos el sistema APR Nueva Vida – Los Llanos de la Chimba.

Pese a pertenecer a la misma comuna y estar en las cercanías de la ciudad de Ovalle, ambos APR presentan cualidades distintas, desde la calidad del agua que tiene sus fuentes y los distintos procesos de tratamiento que necesita, hasta las problemáticas que presentan cada uno y sus necesidades más urgentes.

#### 3.3.1 Villorrio El Talhuén

Villorrio El Talhuén es una comunidad de la comuna de Ovalle compuesta por pequeños agricultores, crianceros y mineros de la industria del fierro y cobre. Actualmente poseen una escuela básica con jardín infantil, un club deportivo y una junta de vecinos. Aún no tiene sistemas de alcantarillado. Según el INE (2019), en el censo de 2017 se registraron 107 viviendas con 314 habitantes, dando una densidad de 2,93 habitantes/vivienda.

El sistema de APR Villorrio El Talhuén, foto en Figura 3, se inauguró el año 2008, con 98 arranques asociados. Comenzó con un estanque elevado a 15 m de 25 m<sup>3</sup> de capacidad, ubicado en el centro de la comunidad original de Villorrio El Talhuén (Figura 5). El agua se extrae desde noria, a un costado de la Quebrada Tamaya, y se desinfecta con un proceso de cloración, inyectando hipoclorito de calcio, para luego seguir hasta el estanque elevado para su almacenamiento. Se adjuntan fotos del sistema de agua potable en Anexo A.



*Figura 3. Identificación de recinto de administración/extracción/tratamiento del sistema de APR Villorrio El Talhuén.*

Administrativamente, se tiene que la organización del comité, mostrado en la Tabla 3-X, consta de 6 personas y las oficinas están dentro del recinto de tratamiento. En la Figura 4 se observa cómo se distribuyen los espacios actualmente en el recinto de tratamiento.

*Tabla 3-X. Cargos en el comité de sistema APR Villorrio El Talhuén.*

<b>Cargo</b>	<b>Nombre</b>
Presidente	Lucila Acuña Díaz
Secretaría	Luis Alfaro
Tesorería	Claudia Lucero
Directoras	Adriana Carvajal Iris Díaz
Operador	Marco Venegas Araya

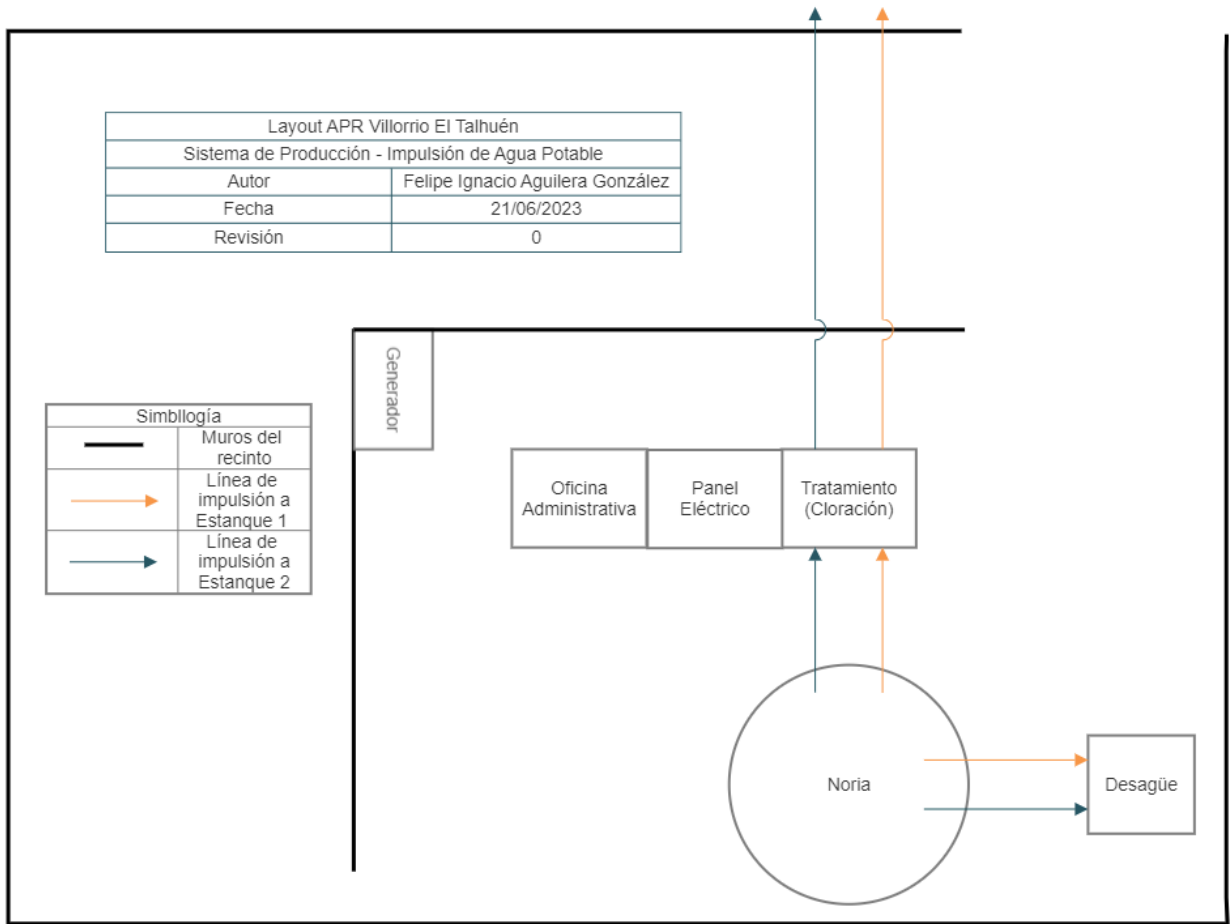


Figura 4. Layout recinto de APR Villorrio El Talhuén (producción-impulsión).





Figura 5. Impulsión original de sistema APR Villorrio El Talhuén (2008).



Figura 6. Parte superior de noria (fuente de agua), Villorrio El Talhuén.

La noria mostrada en la Figura 5 y Figura 6, está ubicada a 234 m.s.n.m., lo que antecede a la impulsión de 496 m hasta el estanque elevado (Estanque 1). Este estanque elevado se encuentra a 256 m.s.n.m.

Con los años el comité identificó distintas falencias recurrentes en su funcionamiento; primeramente, existía una inestabilidad en la disponibilidad de electricidad en la zona, también las nuevas solicitudes de arranques se encontraban en sectores a los cuales no se podía llegar con la presión deseada y finalmente la calidad del agua en la fuente empeoraba cuando circula agua por la Quebrada Tamaya.

Con los años se corrigieron parte de estas falencias y empezaron a acentuarse otras. Se construyó un segundo estanque elevado (Figura 8), se mejoró el tablero eléctrico y se implementó un generador trifásico VIELCO - GS33 IMED (ff), pero nuevamente la población se expandió hacia un sector poco favorable (Figura 13) generando problemas de cobertura a nivel local.



*Figura 7. Generador trifásico, Villorrio El Talhuén.*

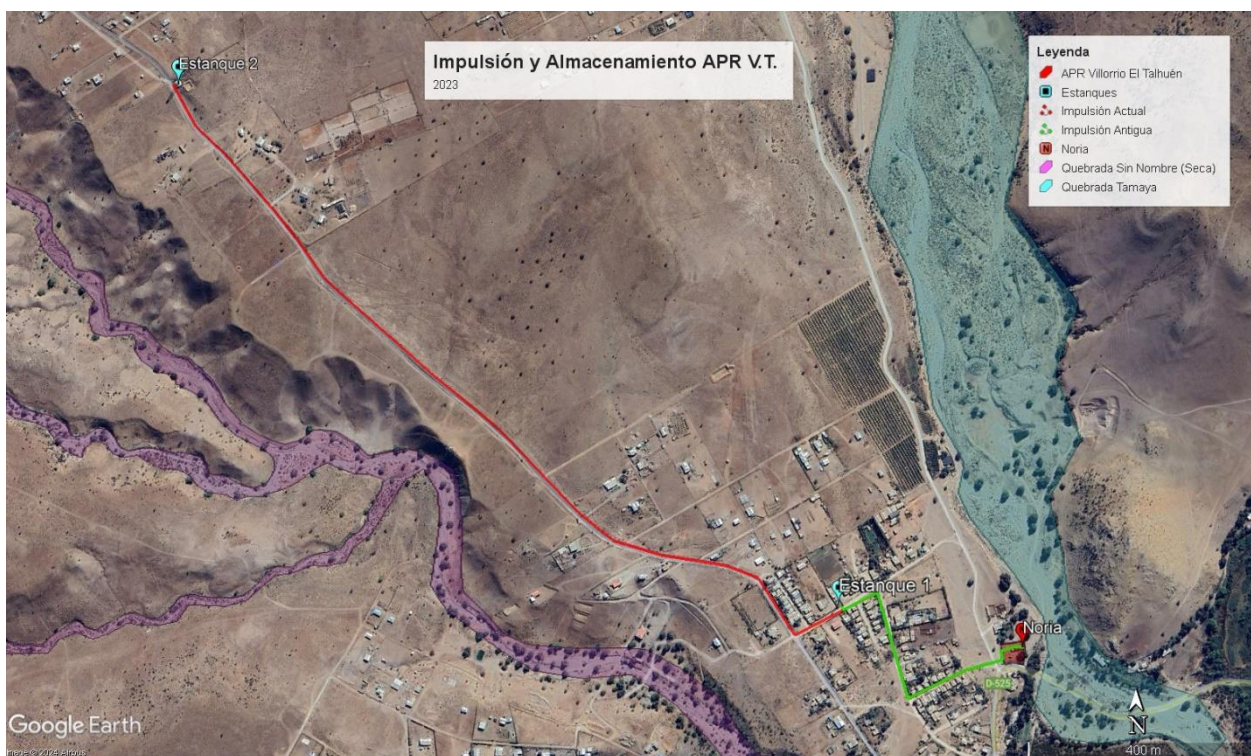


Figura 8. Impulsión y Almacenamiento de agua. APR Villorrio El Talhuén (2023).

La impulsión al nuevo estanque (Estanque 2) consta de 2 Km aproximadamente y se construyó de manera que quedara paralela a la impulsión antigua. Se implementó el año 2011 y se usó un estanque elevado a 30 m. Tiene 25 m<sup>3</sup> de capacidad y está a 309 m.s.n.m., permitiendo tener una mayor presión disponible en la red de distribución y llegar a sectores a los que la presión del estanque original era insuficiente dentro de la normativa chilena. Por lo anterior, el estanque original (Estanque 1) queda en desuso y solo como alternativa para almacenar agua, ya que no tiene la capacidad de alimentar a la red completa con las presiones permitidas.

Luego de la implementación del segundo estanque, tenemos que la producción del sistema de APR queda como se muestra en Figura 9. Consta de dos líneas paralelas de fierro galvanizado que luego de que el agua es tratada cambian a PVC y HDPE al salir hacia el almacenamiento, alimentando al estanque 1 y 2 respectivamente. Las coordenadas espaciales de los distintos elementos en la Figura 9 se encuentran en la Tabla 3-XI.

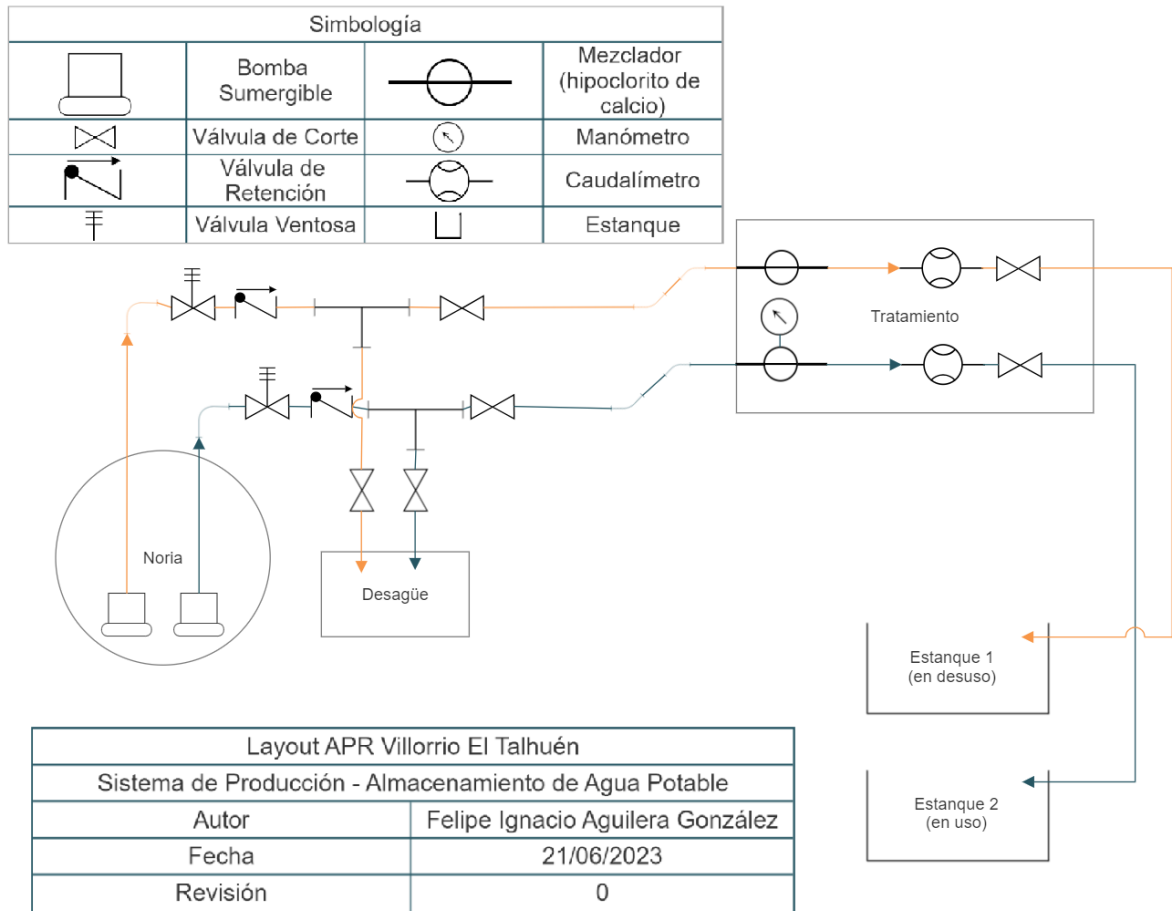


Figura 9. Layout de producción - almacenamiento de agua potable (APR Villorrio El Talhuén).

Tabla 3-XI. Coordenadas producción y almacenamiento de agua, Villorrio El Talhuén.

Punto	Cota (m.s.n.m.)	Coordenada N	Coordenada E	Observaciones
Noria	234	30° 33,659	71° 16,446	Fuente de agua
Cloración	237	30° 33,659	71° 16,454	Planta tratamiento
Cámara 1	241	30° 33,663	71° 16,470	Impulsión a estanques
Cámara 2	241	30° 33,675	71° 16,467	Impulsión a estanques
N1	250	30° 33,706	71° 16,571	Impulsión a estanques
N2	252	30° 33,608	71° 16,604	Impulsión a estanques
N3	255	30° 33,624	71° 16,641	Impulsión a estanques
Estanque 1	256	30° 33,620	71° 16,642	Estanque sin uso
N4	257	30° 33,647	71° 16,692	Impulsión a estanques
Estanque 2	309	30° 33,148	71° 17,339	Estanque operativo

Por otro lado, la red de distribución ha crecido de manera natural al crecimiento de la comunidad y se separa en dos partes principales, una red antigua o principal, correspondiente a la red original y sus extensiones, y una red más nueva que se encarga de llevar el agua desde el estanque nuevo (Estanque 2) hasta el punto dónde entregaba agua el estanque original (Estanque 1) a la red de distribución (Figura 10).

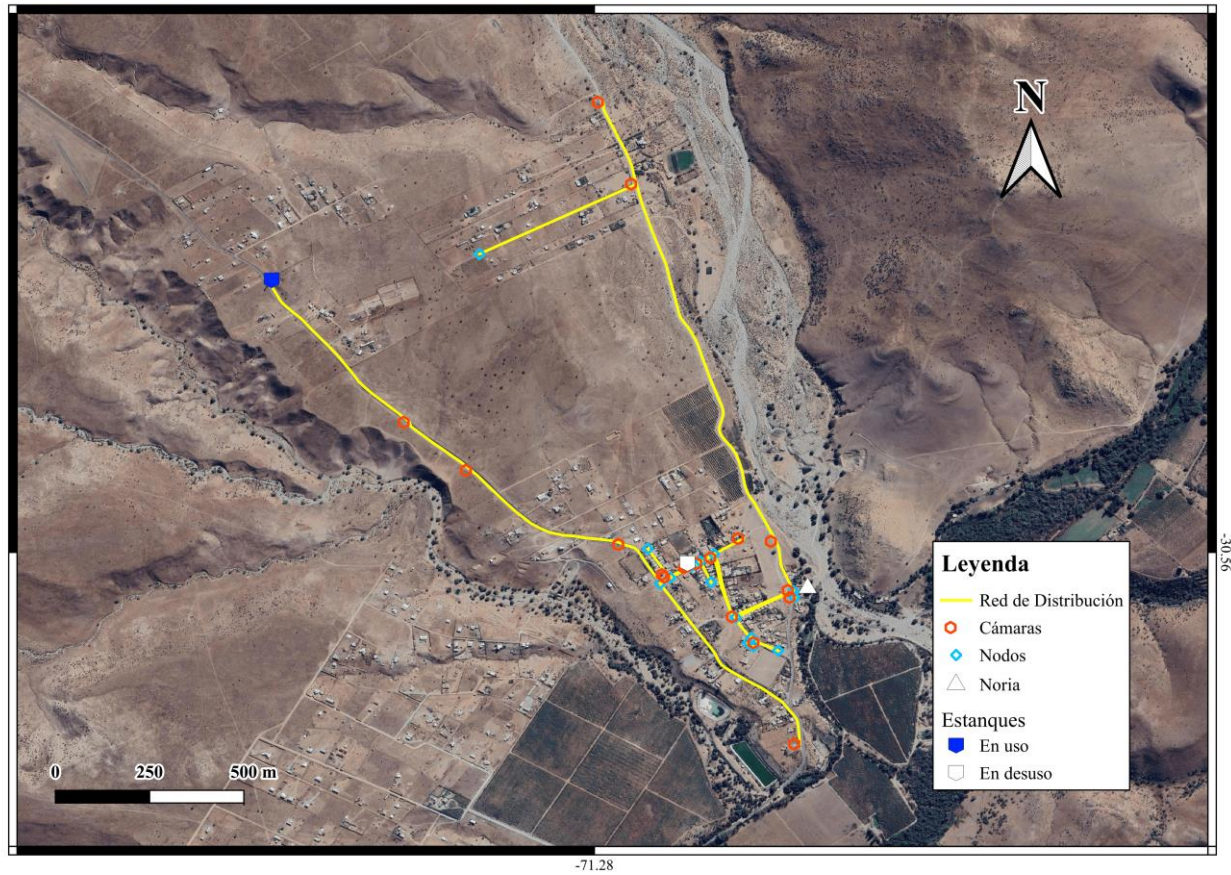


Figura 10. Red de distribución de Villorrio El Talhuén.

Actualmente, como se ve en la Figura 10, el sistema de APR ha crecido con los años y ya tiene aprobadas nuevas extensiones en la red. Las extensiones usan el Estanque 2 (2011), de 25 m<sup>3</sup> y elevado 30 m, pues se ubican en las cercanías de este. Este nuevo estanque permite tener presiones suficientes para agregar arranques en sectores más elevados, pero requirió la construcción de una cámara reguladora de presiones para disminuir la presión a la cual se llega a los puntos de menos altitud en la red de distribución. En la Figura 11 se muestra las distintas elevaciones a que se tienen en el sector mediante curvas de nivel.

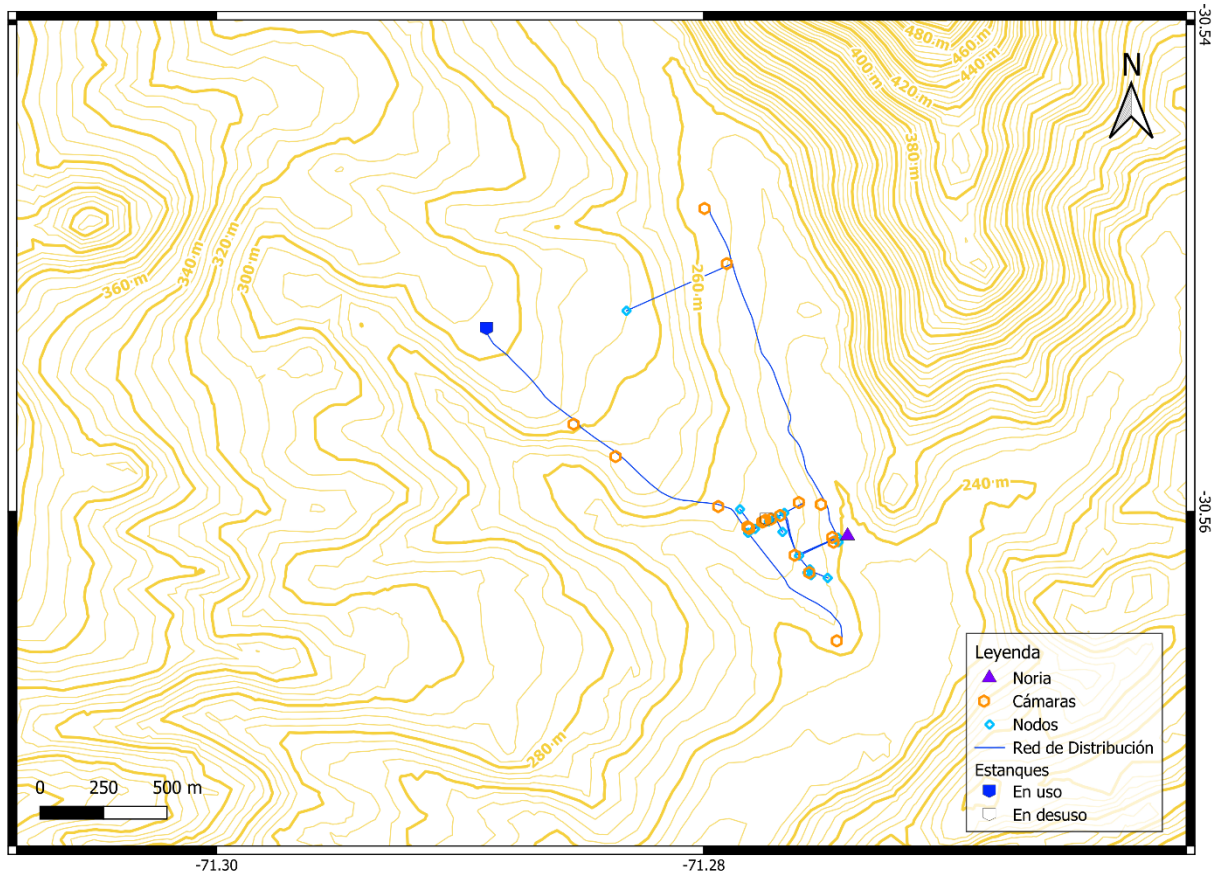


Figura 11. Red de distribución con curvas de nivel, Villorrio el Talhuén.

Pese a no tener problemas de disponibilidad de agua, el comité del APR informa que tienen aproximadamente 200 familias sin arranques, estos nuevos residentes se han ido instalando a un costado de la comunidad original (Figura 12 y Figura 13). Estas residencias se construyeron de manera gradual a partir de finales de 2016 y en 2022 ya se tenía en la práctica la situación actual.

Para acoplar estos nuevos arranques se debe cruzar el lecho de una quebrada sin nombre y el comité no ha obtenido el respaldo técnico-económico para realizarlo, por lo que no ha podido abastecer hacia ese sector. En cuanto a presiones, el estanque actual cumple con la cota necesaria para satisfacer las presiones de la red de distribución en donde se localizan estas viviendas, pero dado que la diferencia de altura es tan grande se necesitará de la implementación de un mecanismo reductor de presiones.

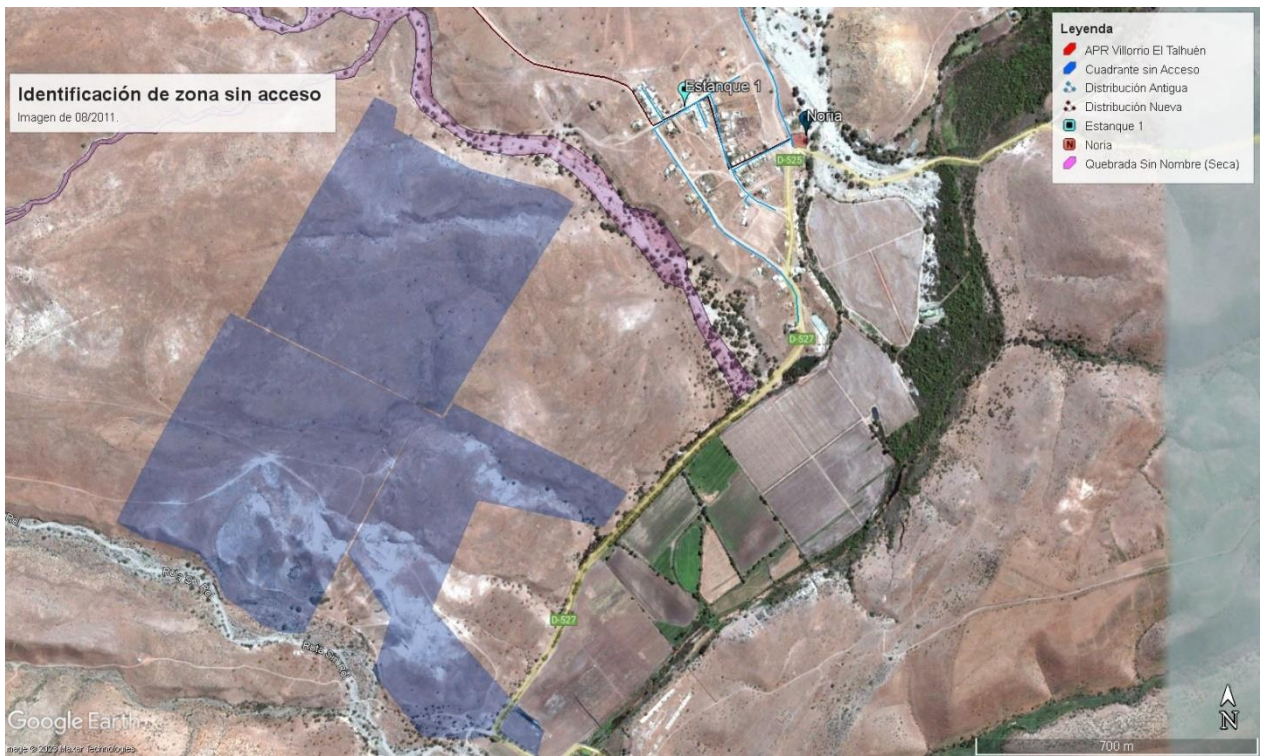


Figura 12. Zona azul sin Acceso a agua potable (08/2011), APR Villorrio El Talhuén.

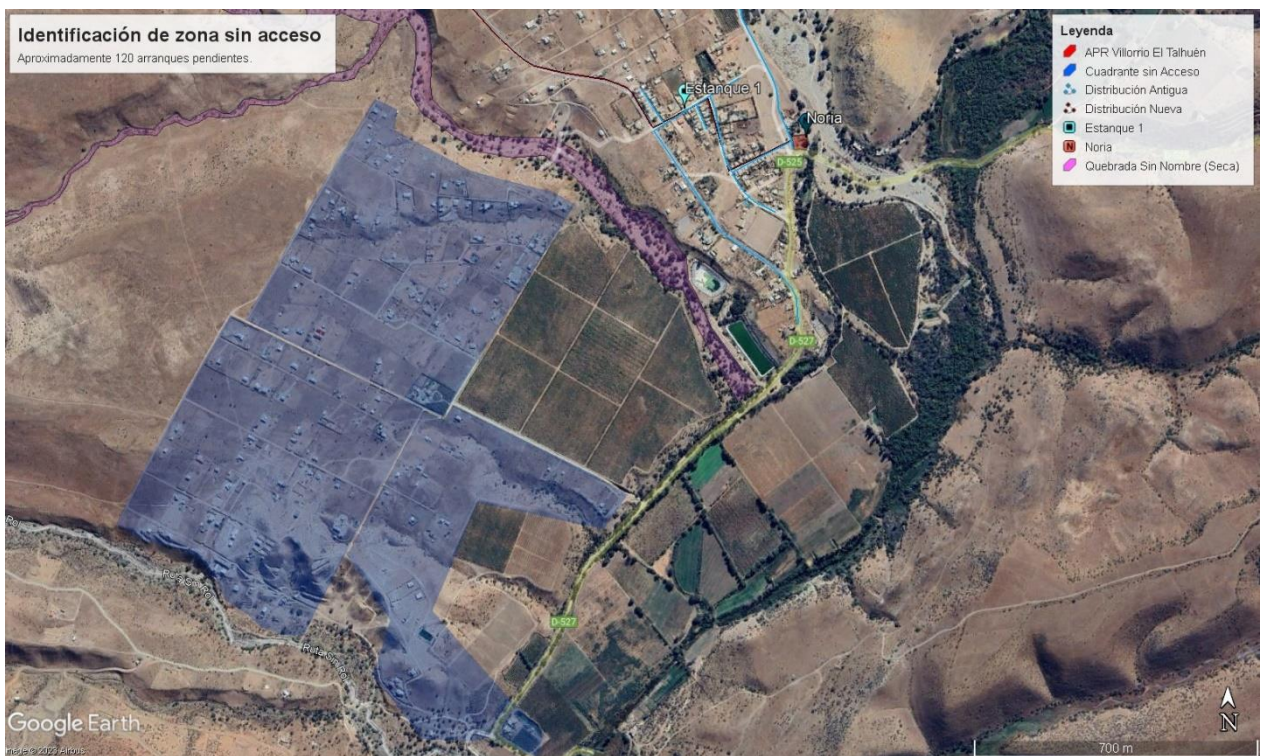


Figura 13. Zona azul sin Acceso a agua potable (09/2023), APR Villorrio El Talhuén.

En cuanto a operación, se bombea desde la noria 3,8 l/s durante unas 4 horas al día aproximadamente. Y se informan los caudales mensuales en las Tabla 3-XII y Tabla 3-XIII, que son los caudales producidos y facturados respectivamente.

*Tabla 3-XII. Caudales Producidos, Villorrio El Talhuén (m<sup>3</sup>).*

<b>Año\Mes</b>	<b>Enero</b>	<b>Feb.</b>	<b>Marzo</b>	<b>Abril</b>	<b>Mayo</b>	<b>Junio</b>	<b>Julio</b>	<b>Agosto</b>	<b>Sep.</b>	<b>Oct.</b>	<b>Nov.</b>	<b>Dic.</b>
2022	1300	1110	1490	1220	1260	1100	1248	1166	1242	1282	1332	1510
2023	1220	1310	1490	1593	1368	1239	1300	-	-	-	-	-

*Tabla 3-XIII. Caudales Facturados, Villorrio El Talhuén (m<sup>3</sup>).*

<b>Año\Mes</b>	<b>Enero</b>	<b>Feb.</b>	<b>Marzo</b>	<b>Abril</b>	<b>Mayo</b>	<b>Junio</b>	<b>Julio</b>	<b>Agosto</b>	<b>Sep.</b>	<b>Oct.</b>	<b>Nov.</b>	<b>Dic.</b>
2022	1180	950	1310	1113	1115	929	1120	980	1150	1118	1205	1334
2023	1119	1180	1320	1415	1215	1115	1183	-	-	-	-	-

De los caudales producidos y facturados, de la Tabla 3-XII y la Tabla 3-XIII respectivamente, se calcula que las aguas no contabilizadas son del orden del 10,70%. Relativamente bajo para el promedio nacional de 33,8%<sup>8</sup>.

### 3.3.2 Vida Nueva

La Chimba es un sector ubicado en la salida sur de la ciudad de Ovalle, en la ruta hacia Punitaqui, y se divide en tres subpartes. Una de aquellas, es denominada como los Llanos de la Chimba. Como dice su nombre, es una superficie mayormente plana de 1.200 hectáreas aproximadamente y una población de alrededor de 1.600 personas. Las principales actividades de las personas son la agricultura (viñedos y frutales) y ganadería (Cámara de Diputadas y Diputados de Chile, 2016).

<sup>8</sup> Promedio calculado a partir de los datos de la SISS sobre las sanitarias a nivel nacional, datos anuales desde 2004 a 2017.



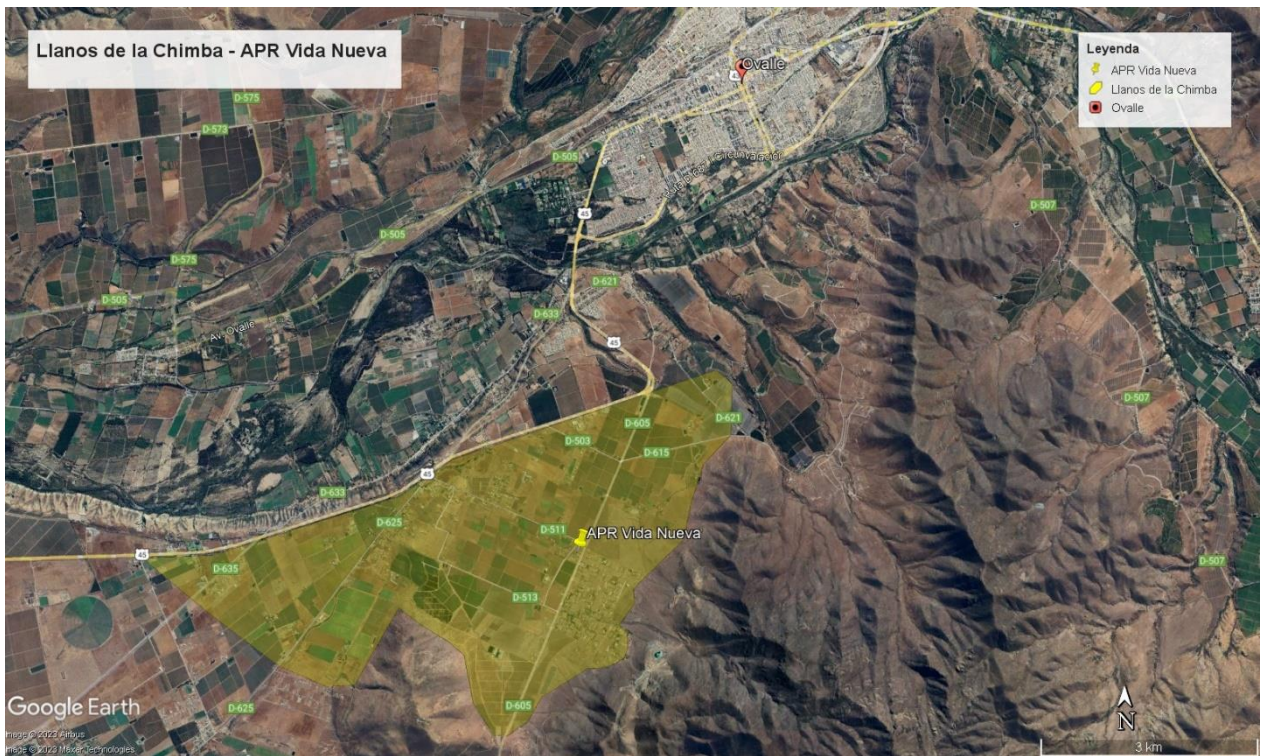


Figura 14. Llanos de la Chimba y APR Vida Nueva.

Una de las fuentes de agua potable en el sector es la que ofrece el Comité APR Vida Nueva – Llanos de la Chimba (Figura 14). Fue creado el año 2016 para abastecer unos 88 arranques, hoy en día abastece 152. Al ser un terreno relativamente plano no tiene problemas de presiones como otros comités de la zona, usan un estanque elevado, de 25 m<sup>3</sup> de capacidad, a 30 m. En Anexo I se muestra material fotográfico del sistema de agua potable y en la Figura 15 se muestra la placa identificadora del recinto.



Figura 15. Identificación de recinto de administración/extracción/tratamiento/almacenamiento del sistema de APR Vida Nueva.

El comité respectivo actualmente está conformado como se indica en la Tabla 3-XIV. Cabe mencionar que, ya que es un sistema relativamente nuevo y con pocos años, el operador es el original y estuvo involucrado en el proceso de construcción de la red de distribución.

*Tabla 3-XIV. Cargos en el comité de sistema APR Vida Nueva.*

<b>Cargo</b>	<b>Nombre</b>
Presidente	Fernando Zurita Ucedo
Secretaría	Gloria Araya García
	Clementina Pereira Portilla
Tesorería	Fernando Ortiz Munizaga
Director	Orlando Ramos
Operador	Hugo Adaros Díaz

El agua que utilizan es de un pozo profundo con 92 metros de profundidad y reporta pruebas de bombeo iniciales de 18 l/s. En el inicio del funcionamiento del pozo, año 2016, este se encontraba con el agua a 43 metros de profundidad y hoy en día se encuentra a los 63 metros de profundidad.

El agua pese a que no es de mala calidad, es particularmente turbia. Lo que hace necesario el uso de un filtro a presión y la inyección previa de permanganato de potasio a una concentración de 4 gramos por litro. Luego del filtrado, pasa por una cloración con una dosis de 8 gramos por litro para luego ser almacenada en los estanques ubicados en el mismo recinto.

El comité del sistema APR ha conseguido estanques auxiliares mediante la municipalidad de Ovalle, la DOH y fondos propios (Figura 16). Actualmente cuenta con 3 estanques de 20 m<sup>3</sup> cada uno, estos estanques se encuentran a nivel del suelo dentro del recinto del APR, a un costado del estanque elevado (a 12 metros aproximadamente). Actualmente, se utilizan como estanques auxiliares para almacenar agua en caso de que pase algo con la extracción de agua del pozo profundo. En la Tabla 3-XV se muestran las coordenadas de los distintos sistemas de tratamiento que se ubican en el recinto.



Figura 16. Estancos auxiliares, Vida Nueva.

Tabla 3-XV. Coordenadas producción y almacenamiento de agua, Vida Nueva.

Punto	Cota (m.s.n.m.)	Coordenada N	Coordenada E	Observaciones
Pozo	323	30° 39,662	71° 13,257	Fuente de agua
Filtro	324	30° 39,662	71° 13,258	Planta tratamiento + Inyecciones de Cloro/Permanganato
Estanque	322	30° 39,658	71° 13,262	Elevado
Est. Aux.	325	30° 39,664	71° 13,266	A nivel del suelo



Figura 17. Red de distribución de sistema APR Vida Nueva.

La red de distribución actual, en base a los datos recogidos en terreno, se muestra en la Figura 17. A causa de diferencias de altura en la red, se hace necesario el uso de una sentina (punto S1 en Figura 17) para llegar a las casas más elevadas, esta no era parte de la red original, pero se hizo necesaria para llegar con las presiones normadas a los arranques relacionados. En la Figura 18 se muestra el relieve del sector mediante curvas de nivel.

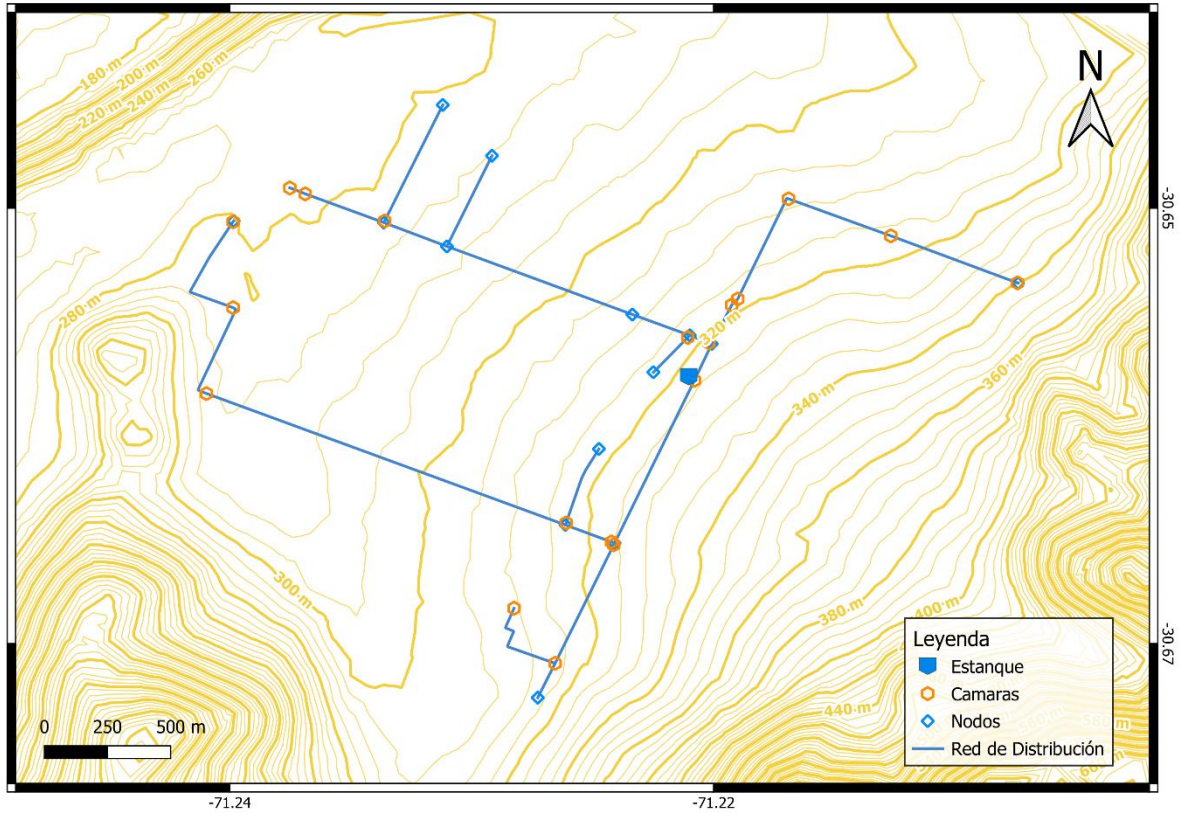


Figura 18. Red de distribución con curvas de nivel, Vida Nueva.

La sentina está conformada por tres cámaras continuas, en el momento de la visita a terreno no se pudo ingresar a ellas, pero el operador informa que la primera consiste en una llave de corte y una válvula de retención (también conocida como check), la segunda es de almacenamiento de agua y la tercera contiene la bomba que eleva el agua. Respecto a la bomba esta tiene un funcionamiento automatizado y telemétrico con las cámaras anteriores de la sentina, por este motivo se informó por parte del comité que, al no ser un sistema que requiera una mantención humana, no manejaban la información técnica de la bomba.

Respecto al consumo de agua, se cuentan con los datos de los caudales producidos y facturados por el sistema de APR, desde febrero de 2022 a agosto de 2023. Estos registros son realizados por el operador y se presentan en la Tabla 3-XVI y Tabla 3-XVII respectivamente.

Tabla 3-XVI. Caudales Producidos, Vida Nueva (m<sup>3</sup>).

Año\Mes	Enero	Feb.	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
2022	-	2485	2176	1868	2046	1748	1638	1895	2819	2540	3118	3342
2023	4117	3290	3650	2490	2396	2079	2125	2672	-	-	-	-

Tabla 3-XVII. Caudales Facturados, Vida Nueva (m<sup>3</sup>).

Año\Mes	Enero	Feb.	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
2022	2170	2105	1749	1573	1495	1324	1189	1449	1878	1643	2369	2128
2023	2648	2187	1929	1911	1580	1544	1474	1752	-	-	-	-

Con estos caudales se llega a que las aguas no contabilizadas alcanzan a un 33,47% para el APR Vida Nueva. Este resultado, en contraste al APR Villorrio El Talhuén, es más acorde a la realidad nacional<sup>9</sup> (33,8%) y, pese a que es un valor menor al promedio nacional, no es un valor ideal y se debe disminuir para tener un uso más eficiente del recurso.

El comité reporta que durante los años 2019 a 2021 tuvieron problemas con el nivel del pozo profundo, pues comenzó a descender abruptamente. En la Tabla 3-XVIII se muestra los registros disponibles sobre el nivel del pozo. Durante los últimos meses se estabilizó el comportamiento a 63 metros aproximadamente, pero es una preocupación para el comité pues a causa de las variaciones en el nivel del pozo ya se les averió una bomba. Debido a esto, la intención del comité es tener otra fuente de agua en lo posible.

Tabla 3-XVIII. Registros de profundidad del pozo (APR Vida Nueva).<sup>10</sup>

Fecha	Profundidad (m)
03-01-2022	60,54
09-02-2022	62,34
28-07-2022	61,24
14-12-2022	61,74
02-03-2023	63,89
19-04-2023	62,60

Sumado a lo anterior, el comité informó que no tenían una fuente de electricidad suficiente para poder abastecer a sus bombas funcionando en paralelo, por lo que les acomodaría tener una fuente de electricidad extra para permitir su funcionamiento. Actualmente tienen un generador y acceso a la red pública de electricidad, pero el generador no posee la capacidad para mantener el sistema completo, por lo que buscan uno de mayor potencia. Intentaron conseguirlo con la DOH, pero fue rechazado y están buscando otros medios para el financiamiento.

Finalmente, a partir de la información recopilada, se determina que hoy en día necesitan una ampliación en la red (en el punto denominado N10) ya que se están acumulando una gran cantidad de solicitudes de arranques por nuevas casas que se están construyendo desde ahí. Y se debe considerar los distintos actores que poseen extracciones de agua de pozo cercanos (340 metros aproximadamente), en específico son extracciones privadas.

<sup>9</sup> Calculado a partir de los promedios nacionales de la SISS durante los años 2004-2017.

<sup>10</sup> Hecho a partir de los registros del operador del APR, los niveles anteriores no están registrados (solo que se empezó con 43 m en 2016).

## 4 Modelamiento y Evaluación Hidráulica

En este capítulo se ingresan los antecedentes recopilados<sup>11</sup> al software EPANET para realizar una modelación hidráulica de los sistemas de APR. Se consideran dos situaciones, una situación base y una proyectada hasta 20 años como lo señala el Manual de Proyectos de Agua Potable Rural (2023). A esto se le suma una modelación de la situación actual de los sistemas APR como escenario de calibración e interés y una evaluación de problemas en la red que se puedan identificar a partir de los modelos en EPANET y las inquietudes de los comités de los sistemas APR.

### 4.1 Análisis Actual de los Sistemas APR

Para la revisión actual de los sistemas de agua potable en su estado actual, se utilizan los datos del levantamiento de información en terreno de los sistemas APR.

#### 4.1.1 Usuarios y Coberturas

En la Tabla 4-I se muestran los datos utilizados en los cálculos poblacionales, estos datos se utilizaron con la Fórmula (3) y se estimó la población actual dotada de agua. En conjunto, se estimaron las poblaciones totales del sector para verificar aproximadamente la cobertura en accesibilidad de agua en la zona.

Tabla 4-I. Parámetros y resultados de Población Actual (con acceso a agua) y Cobertura.

Parámetro	Magnitud	
	Villorrio El Talhuén	Vida Nueva
N° viviendas <sup>12</sup>	139	152
Densidad Adaptada	2,93	4
Pob. Escolar	20	0
Pob. Turística	0	0
Pob. Actual	415	608
~ Pob. Total	819	678
Cobertura (%)	49,81	89,68

<sup>11</sup> Los antecedentes recopilados para la modelación en EPANET comprenden coordenadas de puntos importantes en la red de distribución, estos se presentan en el Anexo B y Anexo J para los sistemas APR Villorrio El Talhuén y APR Vida Nueva respectivamente.

<sup>12</sup> Se uso como un equivalente al número de arranques, por lo que la Pob. Actual solo considera a la gente conectada a la red en la zona.

#### 4.1.2 Dotaciones

A partir de los datos de los últimos 12 meses de caudales en los sistemas de APR, se calculan las dotaciones de consumo, de producción, el caudal medio diario, máximo diario y horario. Los resultados se presentan en la Tabla 4-II.

Tabla 4-II. Dotaciones actuales en los sistemas de APR.

Parámetro	Valor	
	Villorrio El Talhuén	Vida Nueva
D. de consumo (l/hab/día)	94,63	103,83
D. de producción (l/hab/día)	105,97	156,08
Qmd (l/s)	0,50	1,10
Qmáxd (l/s)	0,75	1,65
Qmáxh (l/s)	1,13	2,47

Ya que se está modelando el estado actual de funcionamiento de la red de distribución de agua potable, se utiliza el caudal medio diario (Qmd) como caudal total de la red. Este caudal se repartió entre los distintos puntos de la red en magnitudes proporcionales al número de arranques cercanos asociados. Los detalles de los caudales repartidos en los distintos nodos están en Anexo C y Anexo K, mostrando los nodos del sistema APR Villorrio El Talhuén y APR Vida Nueva respectivamente.

En otro ámbito, cabe mencionar que con los caudales producidos y consumidos disponibles se construye la Tabla 4-III con las aguas no contabilizadas (A.N.C.) en la red de distribución. Se agrega un promedio nacional de las sanitarias nacionales como referencia<sup>13</sup>.

Tabla 4-III. Aguas no Contabilizadas (A.N.C.) en los sistemas APR en estudio.

Sistema APR	A.N.C. (%)
Villorrio El Talhuén	10,70
Vida Nueva	33,47
Promedio Nacional	33,84

#### 4.1.3 Villorrio El Talhuén

En la Tabla 4-IV se presentan el estado físico actual de la red de distribución de agua y la cantidad de elementos que finalmente se requirieron en la modelación. Se aprecia un gran aumento en la cantidad de puntos singulares (nodos) porque sumando a las cámaras se incluyen bifurcaciones y distintos puntos auxiliares, ya sean puntos de acopio de flujo de demanda o puntos necesarios para modelar condiciones específicas de la red de distribución

<sup>13</sup> Obtenido a partir de los promedios nacionales de la SISS durante los años 2004-2017.



Tabla 4-IV. Resumen de elementos de la red de distribución (realidad v/s modelación), Villorrio El Talhuén.

Realidad		En modelación	
Elementos	Cantidad	Elementos	Cantidad
N° cámaras	19	Nodos	51
Largo de red (m)	5732	N° Uniones	50
N° arranques	139		

La información más específica de los elementos se presenta en Anexo B y Anexo D. La distribución de estos elementos y su visualización se muestran en la Figura 19. La nomenclatura utilizada consiste en:

- C: Cámaras.
- E: Estanques.
- N: Nodo, bifurcación o finales de red (tapones).
- O: Puntos de acopio de demanda de caudal (output).
- A: Puntos auxiliares para la modelación en general.



Figura 19. Distribución actual de la red de distribución en EPANET, Villorrio El Talhuén.

En la Figura 20 y la Figura 21 se muestran las presiones de la red de distribución en un escenario estático y dinámico respectivamente. La red está hecha de HDPE (PN16 de diámetro de 63 mm) desde su inicio en el estanque (E2) y cambia hacia la red antigua en A7 (punto cercano al estanque antiguo, E1), luego de cambiar a PVC (clase 10 de diámetro de 63 mm) en todo el resto de la red.

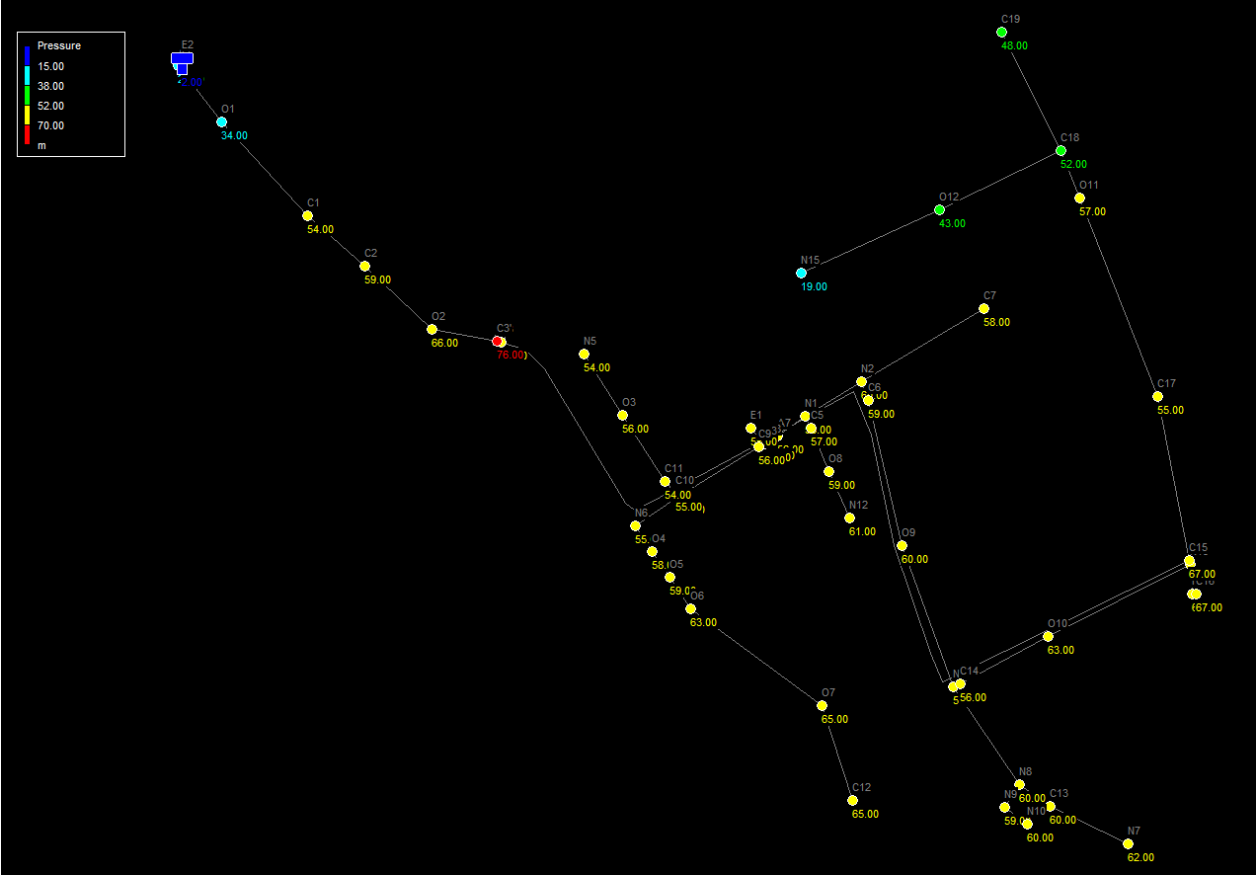


Figura 20. Presiones estáticas en red de distribución, Villorrio El Talhuén (2023).

En el punto C3 se puede apreciar una sobrepresión fuera de la norma, pero cabe mencionar que la cámara 3 (C3) es una cámara reguladora de presión que provoca una baja en la presión hacia aguas abajo en la red.

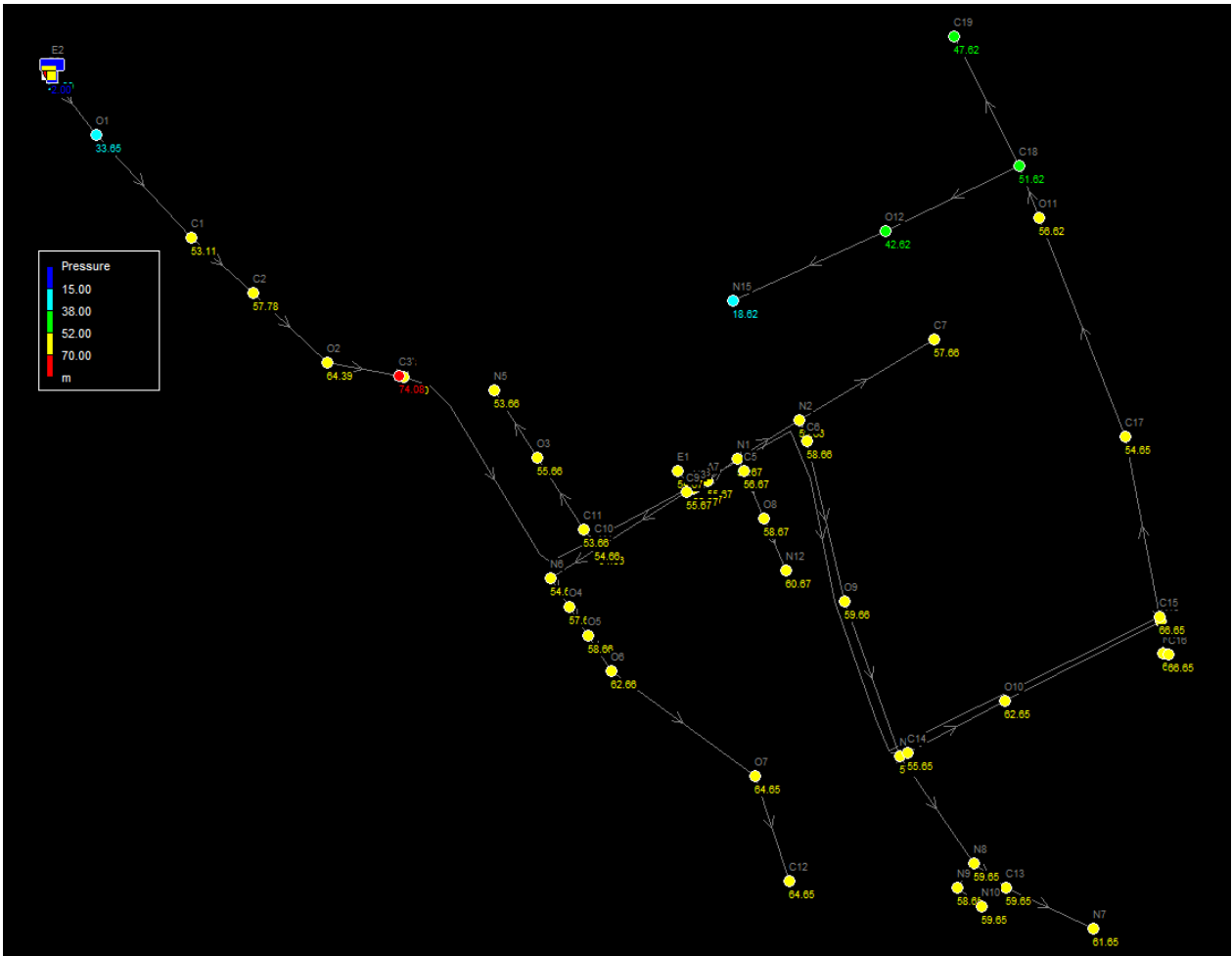


Figura 21. Presiones dinámicas en red de distribución, Villorrio El Talhuén (2023).

Respecto al estado actual de presiones están todas relativamente dentro de la norma exceptuando la presión de la C3. Por otro lado, se tiene que ahí se reducen las presiones y, ya que ahí el material es HDPE (PN16), no debería haber problemas de presiones altas.

Finalmente tenemos que las velocidades en toda la red son particularmente muy bajas, no superando los 0,24 m/s. Esta en un rango inferior a los 0,6 m/s que sugiere la DOH como mínimos, pero no está fuera de norma ya que ésta última no tiene mínimos. En la Tabla 4-V se presentan los valores límites de presiones y velocidades, para valores específicos revisar Anexo F y Anexo G respectivamente.

Tabla 4-V. Presiones/velocidades mínimas y máximas - Villorrio El Talhuén (2023).

Parámetro	Modelado		Normativa	
	Mínimo	Máximo <sup>14</sup>	Mínimo	Máximo
Presión [mca]	18,62	67,00	15	70
Velocidad [m/s]	~ 0,00	0,24	-	3,0

#### 4.1.4 Vida Nueva

De manera análoga, la Tabla 4-VI, muestra un resumen de las cualidades de la red de distribución y como se traslada esto a la modelación. Cabe mencionar que el operador del sistema de APR informa que la red es de PVC clase 6.

Tabla 4-VI. Resumen de elementos de la red de distribución (realidad v/s modelación), Vida Nueva.

Realidad		En modelación	
Elementos	Cantidad	Elementos	Cantidad
Nº cámaras (-)	18	Nodos (-)	58
Largo de red (m)	10148	Nº Uniones (-)	57
Nº arranques (-)	152		

La información específica de los elementos de la red de distribución se encuentra en Anexo J. La representación de la red en el modelo se muestra en la Figura 22. La red es en su totalidad de PVC a excepción del tramo entre C15 y C16 que, al salir a la superficie para cruzar un canal de riego, es de fierro galvanizado. Lo mismo sucede entre A1 y A2. Respecto a los diámetros, entre el estanque (E) y C4 es de 75 mm y el resto es todo de 63 mm de diámetro.

<sup>14</sup> No se incluye la presión con la que se llega a la cámara reductora de presiones ubicada en C3 que está por sobre la normativa (79 mca).

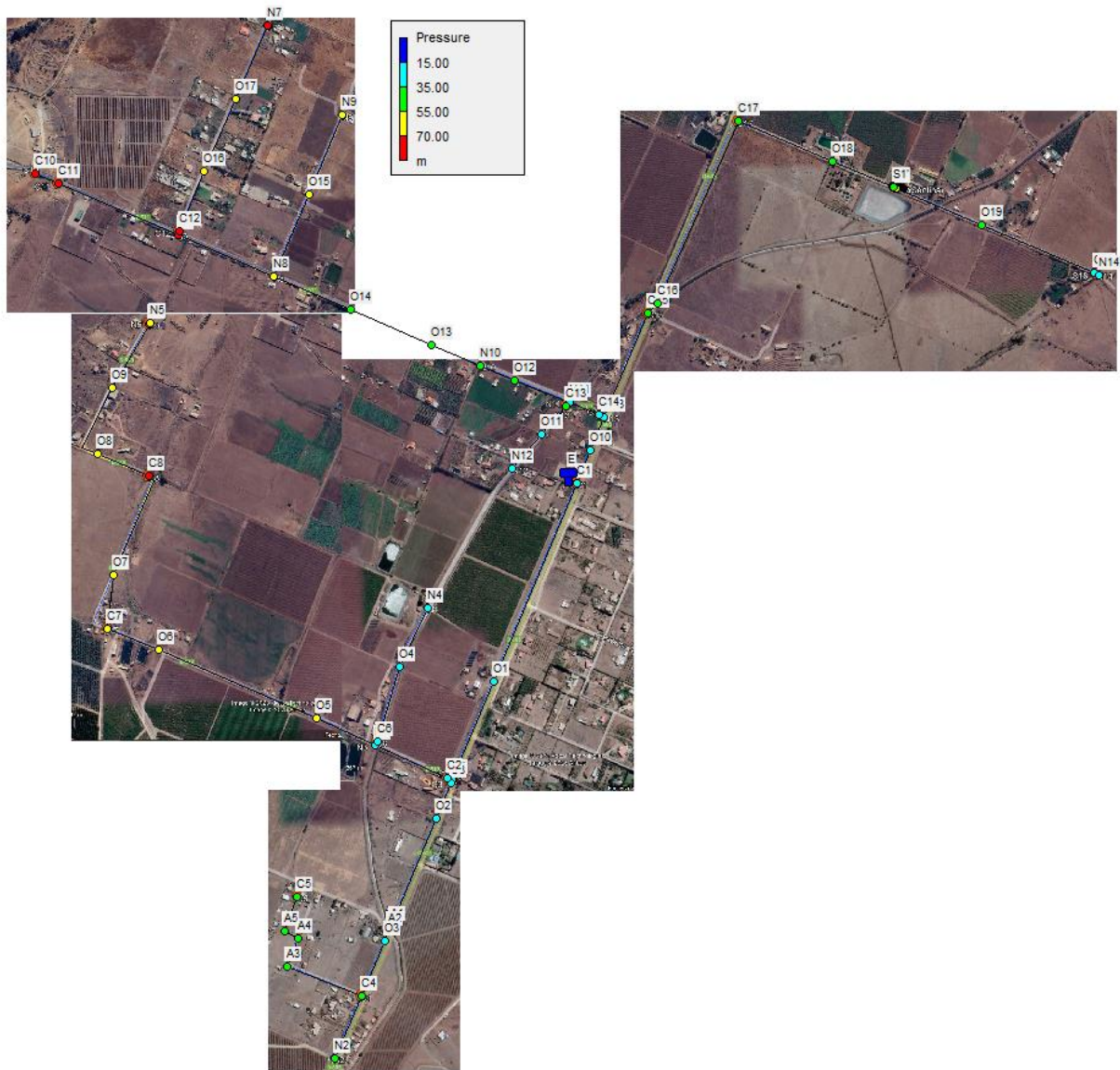


Figura 22. Distribución actual de la red de distribución en EPANET, Vida Nueva.

En la Figura 23 y Figura 24 se muestran los resultados de presiones en situaciones estáticas y dinámicas respectivamente.

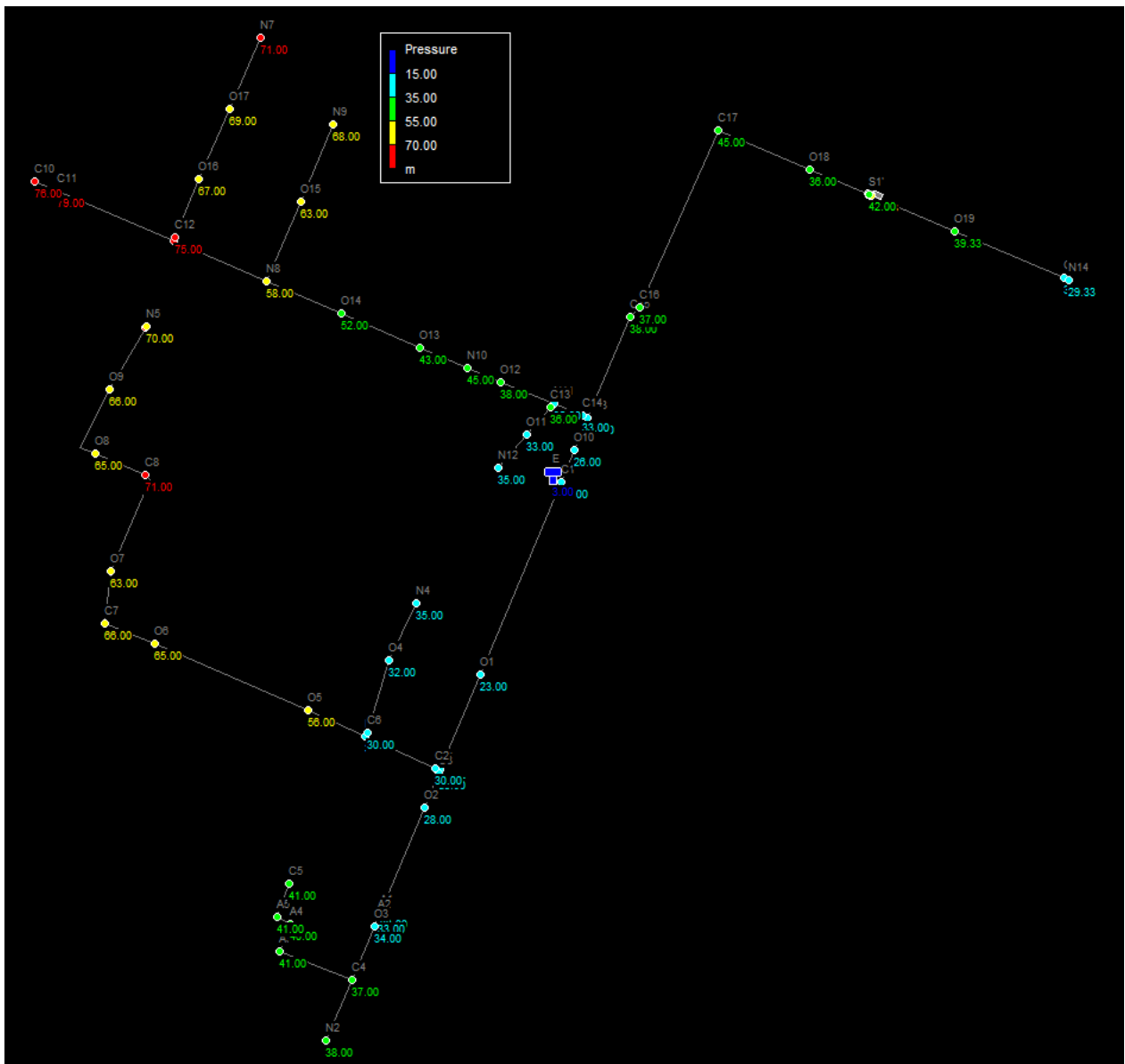


Figura 23. Presiones estáticas en red de distribución, Vida Nueva (2023).

Considerando la norma ya se ven sectores totalmente fuera de ésta, en específico C10 y C11 que la exceden por 6 y 9 metros de columna de agua. Por otro lado, la información proporcionada por el operador hace que sectores aún más amplios estén en una posición delicada, pues las tuberías de PVC clase 6 en teoría aguantan presiones sólo hasta los 60 mca aproximadamente.

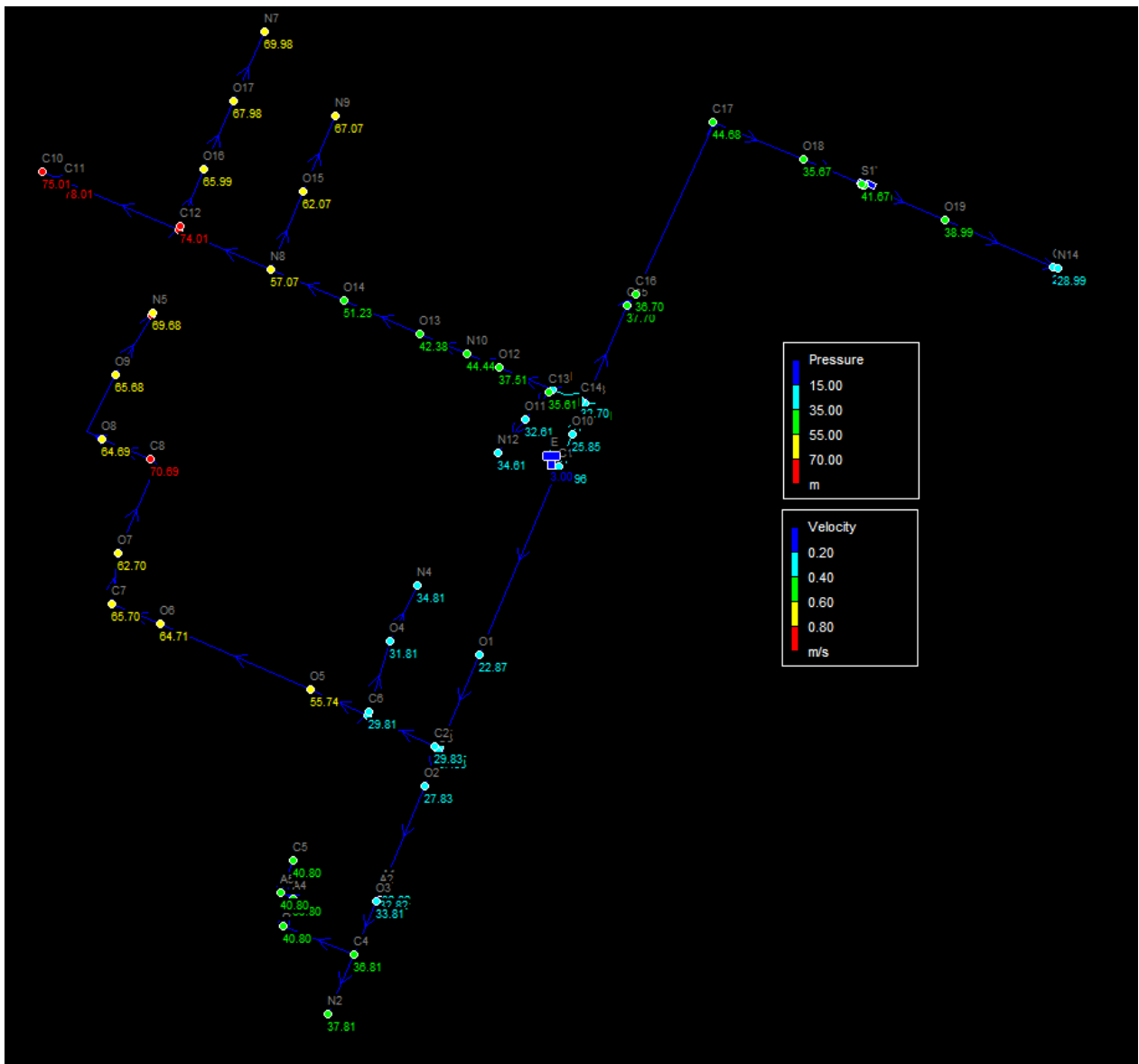


Figura 24. Presiones dinámicas en red de distribución, Vida Nueva (2023).

Respecto a las velocidades tenemos que son bajas, no superando nunca los 0,4 m/s. Esto está dentro de lo señalado en la norma NCh 691, pero dista del mínimo de diseño de la DOH de 0,6 m/s. En la Tabla 4-VII se muestran los valores extremos de las presiones y velocidades, para ver valores específicos en la red ver Anexo N y Anexo O respectivamente.

Tabla 4-VII. Presiones/velocidades mínimas y máximas - Vida Nueva (2023).

Parámetro	Modelado		Normativa	
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
Presión [mca]	22,87	79,00	15	70
Velocidad [m/s]	~ 0,00	0,28	-	3

## 4.2 Análisis Projectados de los Sistemas APR

En esta sección se muestra el modelamiento hidráulico de la red de distribución del sistema APR, con el software EPANET, de acuerdo con los requerimientos que se presentan en el Manual de Proyectos APR – Criterios de Diseño de APR (DOH, 2023).

Se modela para un escenario base de 3 años y se procede a crear, a partir de ese escenario base, la situación proyectada a 20 años a futuro, es decir, a 23 años desde hoy. Se muestran también los resultados del escenario a 5 años como algo extra, pero no se proyecta desde dicho caso. Este último caso cumple la función de verificar lo realizado en el caso base, de 3 años, y su correcto funcionamiento en el corto plazo.

Respecto a la parte más detallada de la modelación y la futura distribución de arranques, es imposible predecir de manera absoluta las ubicaciones que estos tendrán y en que direcciones crecerá la red de distribución. Dado lo anterior, se utilizaron diversos criterios para modelar la situación futura de los sistemas de agua potable. Algunos de estos son:

- Respetar el tamaño promedio de las casas del sector al momento de agregar nuevos arranques, de manera que ocupen un espacio acorde a esto.
- No densificar la población, solo se agregan arranques en terrenos sin construcción.
- Se considera, de no existir más espacio, el cambio del uso de suelo, desde terreno de cultivo a domiciliario. Dentro de este caso, se dio prioridad a los terrenos que actualmente se apreciaban con menor cantidad de cultivos o en desuso.
- Se dio prioridad, al momento de expandir la población, a seguir la dirección natural que lleva la población como tendencia de expansión actualmente. También, de igual manera, se respetaron los últimos mecanismos de crecimiento (si se venían creando pasajes los últimos años, se sigue creando pasajes a una distancia prudente y análoga al caso).
- De existir terrenos con caminos construidos o servicios cercanos, se les da prioridad ante los terrenos sin caminos o acceso a servicios.

Los criterios anteriores son algunos de los que se utilizaron para asegurarse que la representación de todos los escenarios futuros sea, en lo posible, lo más certero al crecimiento natural que podría tener el sector.

Siguiendo lo estipulado en el Manual de Proyectos de APR (2023), se tomaron las consideraciones presentadas en la Tabla 4-VIII.

*Tabla 4-VIII. Consideraciones tomadas desde el Manual de Proyectos de Agua Potable Rural (2023).*

<b>Parámetro</b>	<b>Valor</b>
Dotación de Consumo (l/hab/día)	150
Densidad Poblacional (hab/viv)	4
Tasas de Crecimiento (%)	4



En los que respecta al software EPANET, se consideran solo las pérdidas friccionales de energía en la modelación y en la Tabla 4-IX se muestran las rugosidades utilizadas con la fórmula de Hazen-Williams.

*Tabla 4-IX. Rugosidades ingresadas para H-W.*

<b>Material</b>	<b>Rugosidad (-)</b>
PVC	150
HDPE	145
F. Galvanizado	125

A partir de estas consideraciones, se presentan los análisis hidráulicos en cada sistema de agua potable rural.

#### 4.2.1 Villorrio El Talhuén

A continuación, se presentan los parámetros y datos específicos utilizados en la modelación del sistema de agua potable rural Villorrio El Talhuén.

Partiendo con la Tabla 4-X tenemos los valores del crecimiento poblacional para los escenarios en modelación, incluyendo la cobertura y arranques asociados. La cobertura se incluye debido a que, como se aprecia en su valor actual, inicialmente es muy baja y es razonable pensar que tres años puedan llegar a ser insuficientes para llegar al 100% de cobertura. Por esto, se incluyó una mayor holgura para llegar a la cobertura completa.

*Tabla 4-X. Población Total, Cobertura y Arranques según escenario, Villorrio El Talhuén.*

<b>Escenario</b>	<b>Población Total</b>	<b>Cobertura (%)</b>	<b>N° Arranques</b>
Actual	819	49,8	139
Base de 3 años	1264	58,1	185
A 5 años	1367	100	342
Proyectado	2770	100	693

El valor de la cobertura en el escenario de los 3 años se debe a que hoy en día hay un sector aprobado para su inclusión en la red. Aún no existe el detalle de la inclusión, pero aumentaría la cobertura en un 8% aproximadamente.

Para la modelación dinámica de las redes se usa el máximo entre: el caudal máximo horario ( $Q_{máxh}$ ) del día de máximo consumo y la suma de los caudales de incendio con el caudal máximo diario ( $Q_{máxd}$ ) del mes de máximo consumo. Los valores de las dotaciones y caudales en los distintos escenarios se muestran en la Tabla 4-XI.

Tabla 4-XI. Caudales (l/s) y dotaciones (l/hab/día) en los distintos escenarios, Villorrio El Talhuén.

Situación	D.c.	D.p.	Qmd	Qmáxd	Qmáxh	Qmáxd + Incendio
Hoy	94,63	105,97	0,50	0,75	1,13	0,75
Base (3 años)	150,00	167,98	1,43	2,14	3,21	2,14
A 5 años	150,00	167,98	2,66	3,99	5,98	3,99
Proyectado	150,00	167,98	5,39	8,08	12,12	24,08

Con estos datos, específicos del sistema APR Villorrio El Talhuén, se procede a realizar el modelamiento de los distintos escenarios.

#### 4.2.1.1 Escenario Base (3 años)

Al modelar y distribuir los nuevos arranques en la red de distribución obtenemos lo representado en la Figura 25.



Figura 25. Representación de la red de distribución en escenario base (3 años), Villorrio El Talhuén.

En este caso tenemos 57 nodos y 6590 m de red. Los detalles de estos elementos se encuentran en Anexo C y Anexo D . A continuación, en las Figura 26 y Figura 27 se presentan los resultados de las modelaciones estáticas y dinámicas de la red de distribución de agua respectivamente.

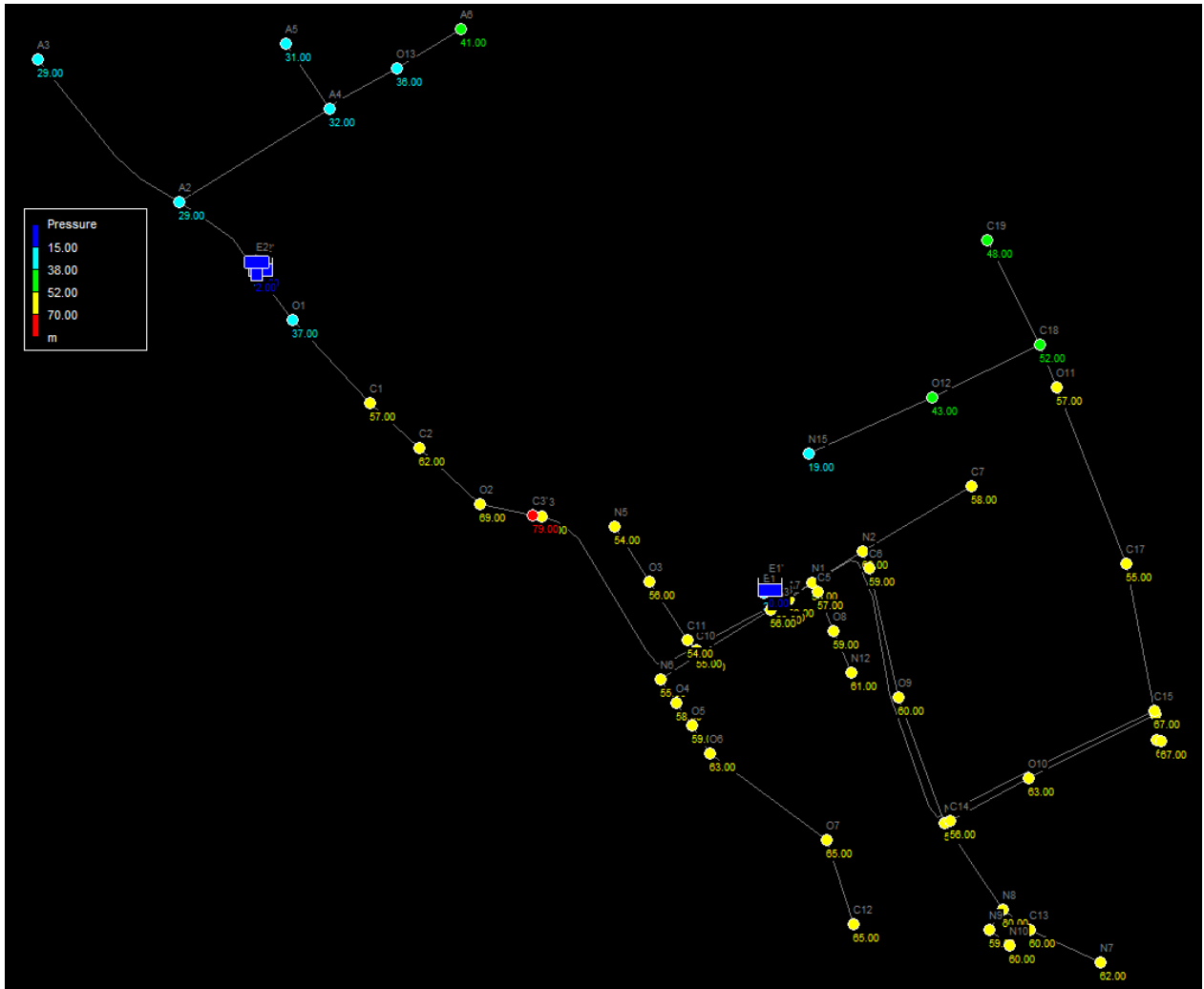


Figura 26. Presiones estáticas en red de distribución de agua, Villorrio El Talhuén (E. Base (3 años)).

Respecto a los diámetros de las tuberías, todas las nuevas extensiones son de 90 mm. Desde A1 a A3 es de HDPE (PN16) y el resto es de PVC (PN10), las resistencias se escogieron para mantener la consistencia con respecto al resto de la red. Para mantener la compatibilidad con los escenarios futuros y modificar la red de distribución la menor cantidad de veces se hace necesario reemplazar el tramo de HDPE desde el estanque (E2) hasta C15 con un HDPE de 160 mm.

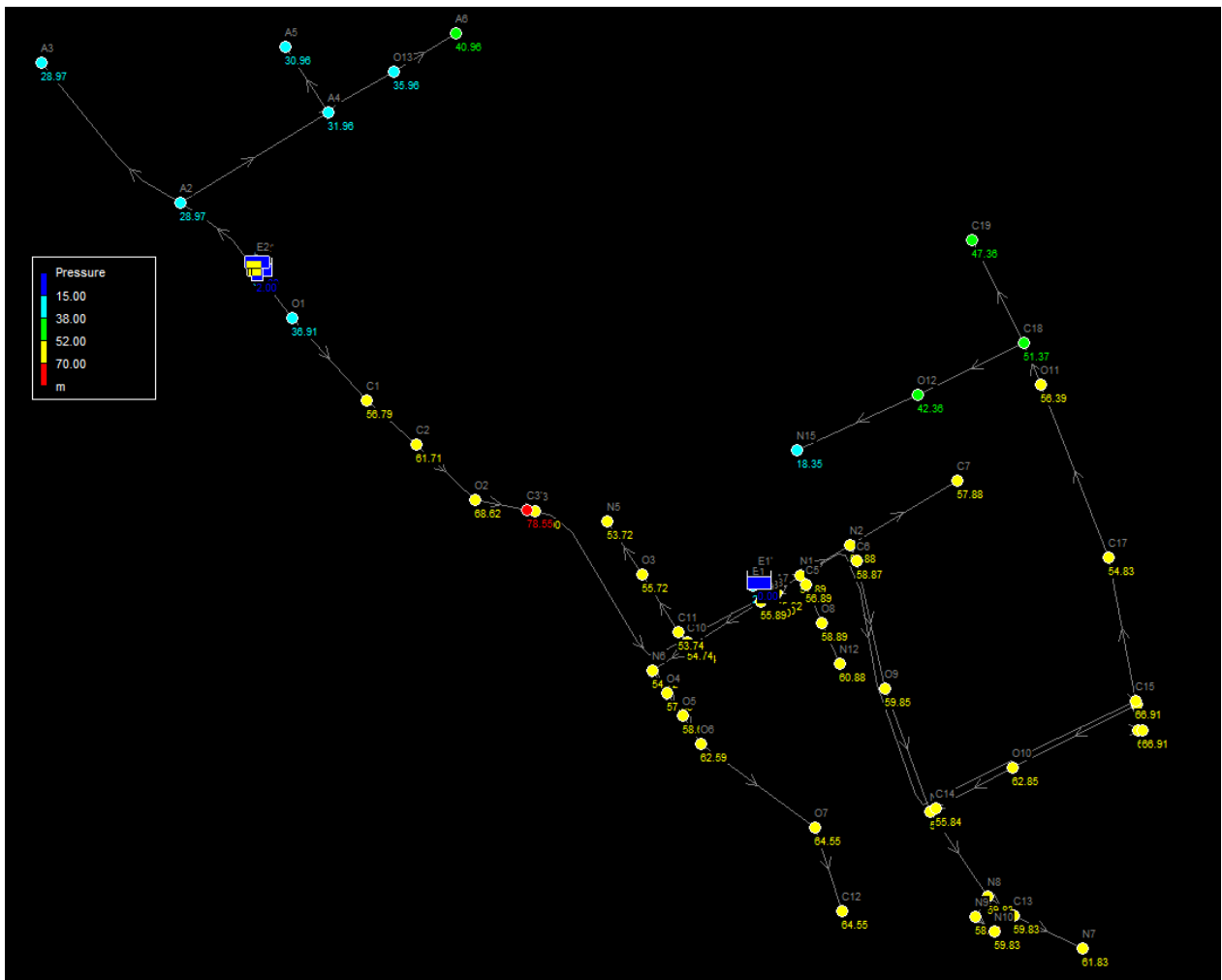


Figura 27. Presiones dinámicas en red de distribución de agua, Villorrio El Talhuén (E. Base (3 años)).

Las velocidades, siguiendo el comportamiento que tienen actualmente, aún siguen siendo muy bajas y no son preocupantes. La mayor velocidad es de 0,61 m/s alcanzándose entre C4 y A7, que es donde está el acoplamiento del estanque con la red original del sistema de APR. En la Tabla 4-XII se presentan los valores límites de presiones y velocidades a 3 años en la red de distribución, para valores específicos de estos parámetros revisar Anexo F y Anexo G respectivamente.

Tabla 4-XII. Presiones/velocidades mínimas y máximas - Villorrio El Talhuén (a 3 años).

Parámetro	Modelado		Normativa	
	Mínimo	Máximo <sup>15</sup>	Mínimo	Máximo
Presión [mca]	18,35	69,00	15	70
Velocidad [m/s]	~ 0,00	0,61	-	3,0

<sup>15</sup> No se incluye la presión con la que se llega a la cámara reductora de presiones ubicada en C3 que está por sobre la normativa (79 mca).

#### 4.2.1.2 Escenario a 5 años

En este caso se llega a la cobertura completa de la red de distribución. Se acopla todo el sector que estaba sin conexión a la red, Figura 29, y se ingresan los nuevos arranques en terrenos sin construir actualmente. Esto se esquematiza en la Figura 28.

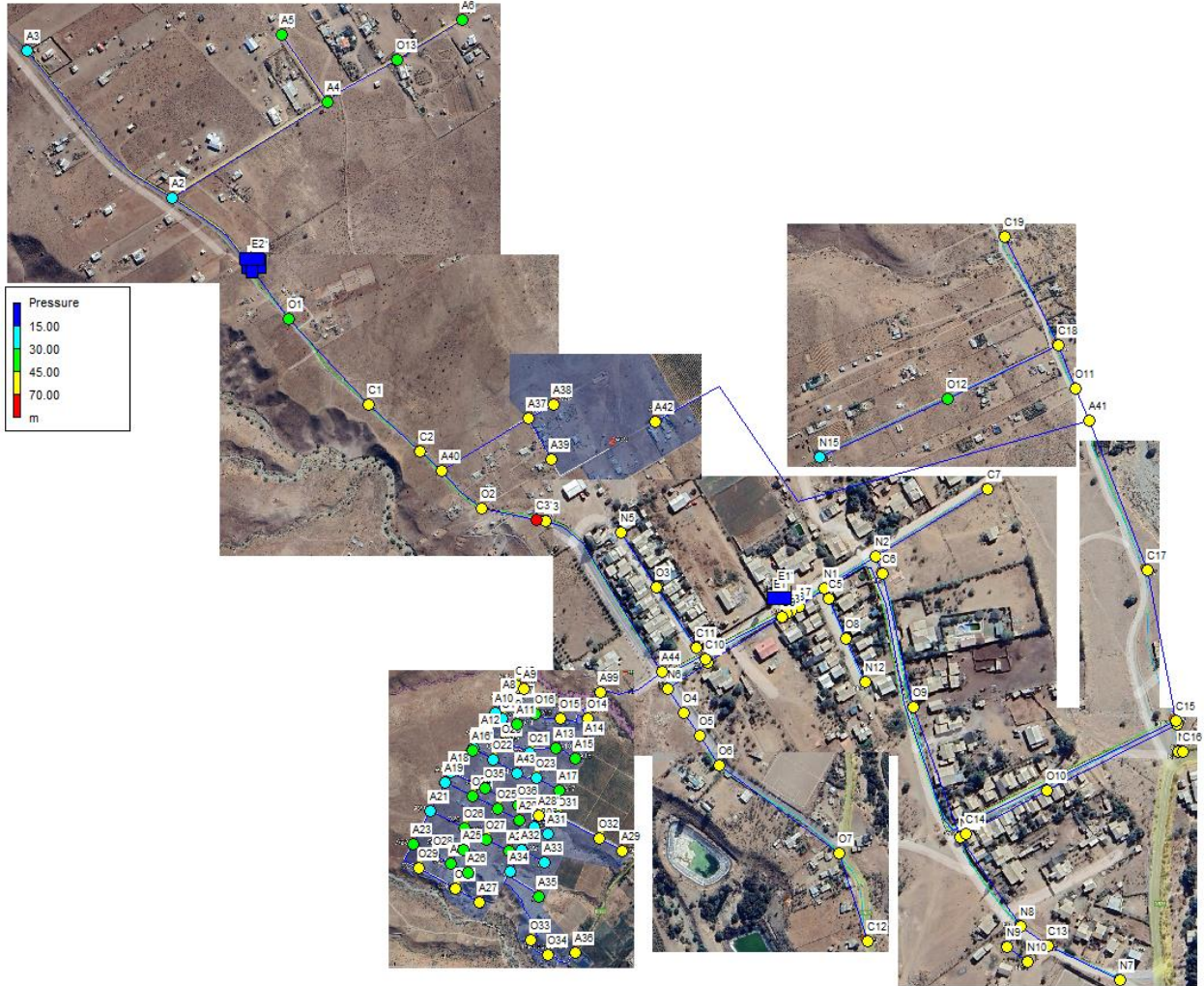


Figura 28. Representación de la red de distribución en escenario a 5 años, Villorrio El Talhuén.

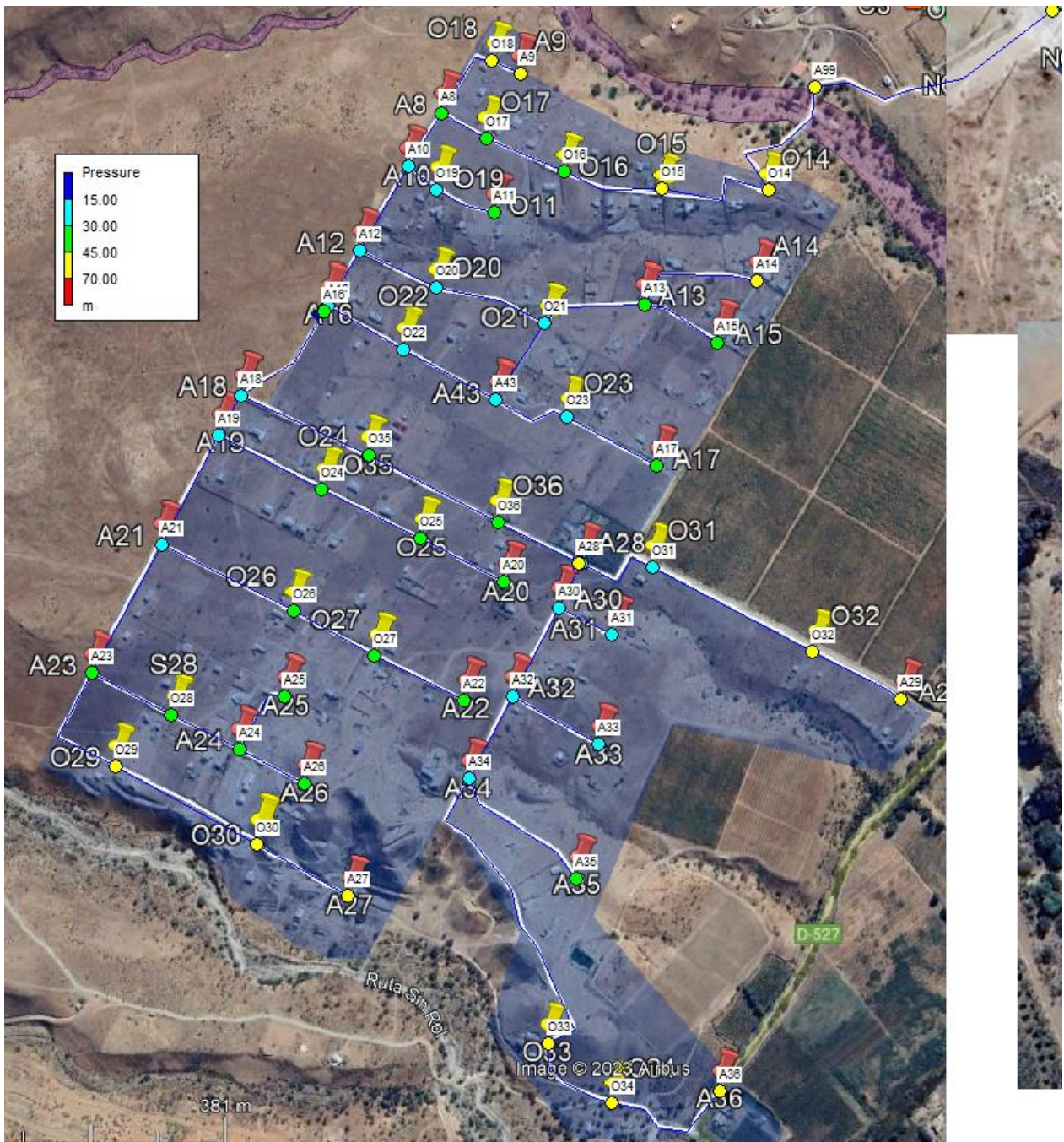


Figura 29. Zoom a zona acoplada a la red de distribución en escenario a 5 años, Villorrio El Talhuén.

En este caso tenemos 118 nodos y 15,7 Km de red. Los detalles de estos elementos se encuentran en Anexos. Las nuevas extensiones son en su totalidad de PVC, pero sus diámetros son variados teniendo tramos de 140 mm, 110 mm y 90 mm. A continuación, en la Figura 30 y Figura 31 se presenta los resultados de las modelaciones estáticas y dinámicas de la red de distribución de agua respectivamente.

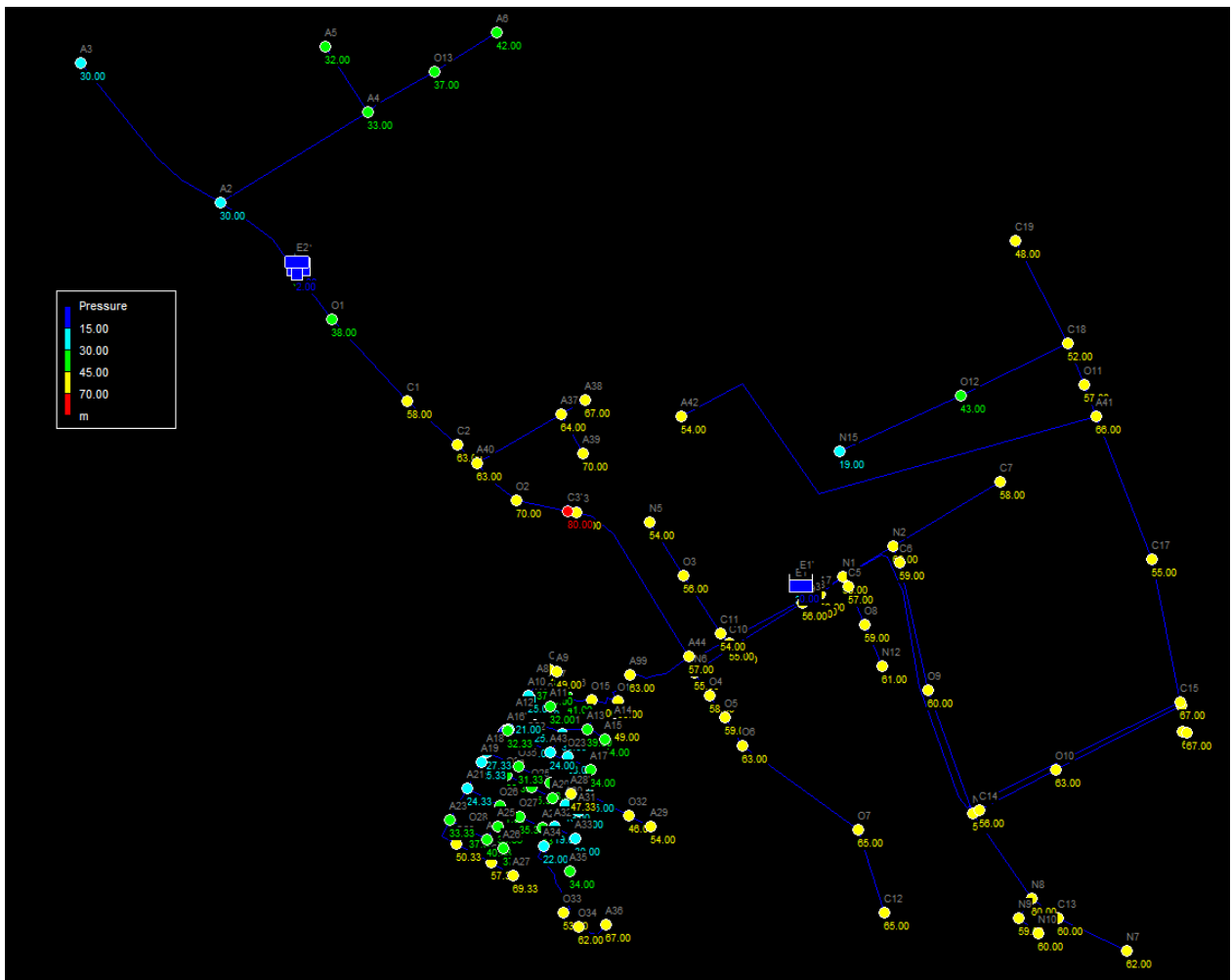


Figura 30. Presiones estáticas en red de distribución de agua, Villorrio El Talhuén (E. a 5 años).

Para poder llegar bien a las presiones normadas en el nuevo sector acoplado (Figura 29), se necesitó de la incorporación de una cámara de elevación, o sentina, y una cámara de reducción de presiones. Estas se ubican en A16 y A28 respectivamente.

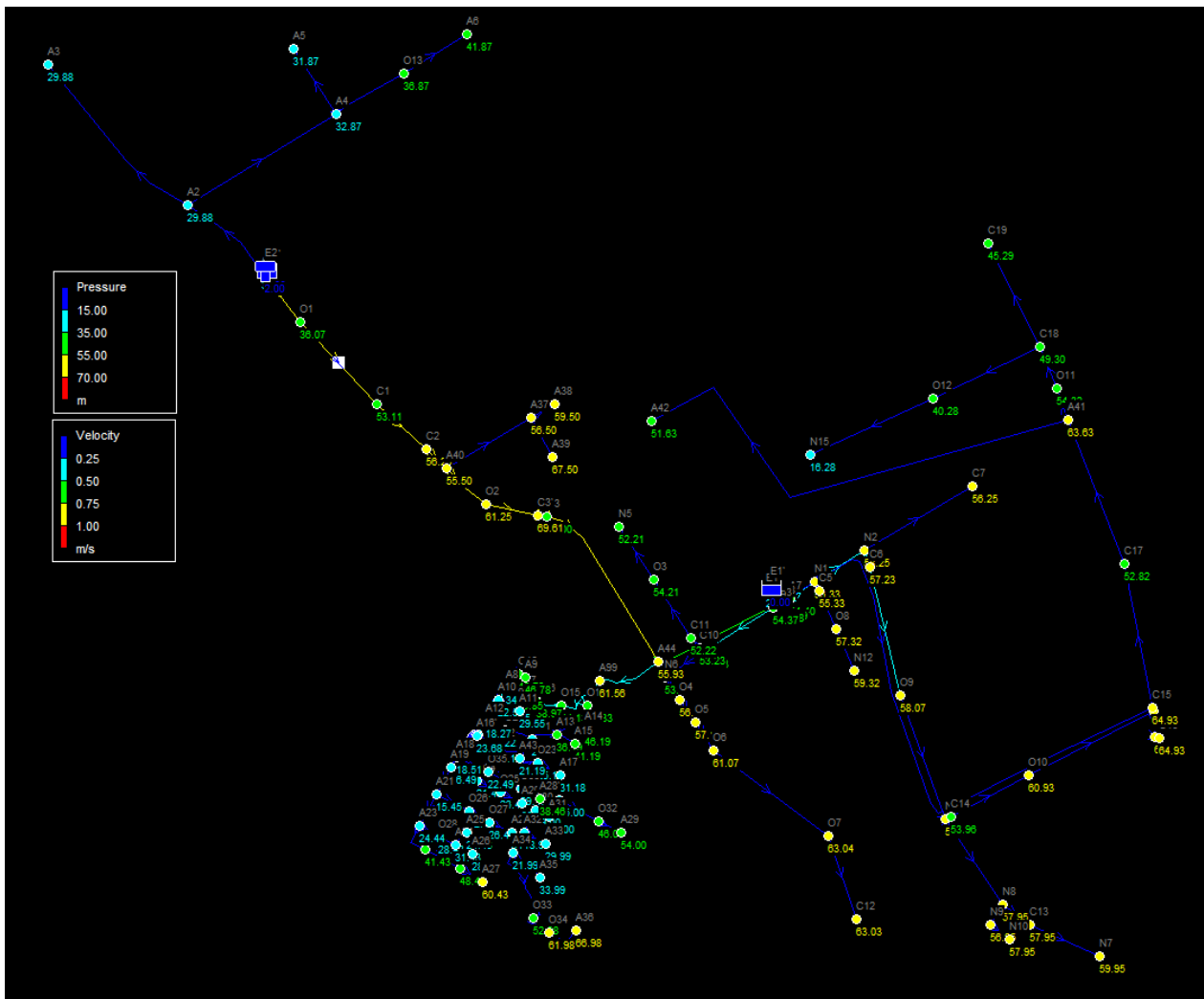


Figura 31. Presiones dinámicas y velocidades en red de distribución de agua, Villorrio El Talhuén (E. a 5 años).

Como se aprecia en la Figura 31, las velocidades subieron llegando a 0,94 m/s en la salida del estanque. Siguen sin ser velocidades de preocupación, pero ya se pone en evidencia la mayor exigencia en el comienzo de la red de distribución y porque se cambió antes el diámetro de las tuberías. En la Tabla 4-XIII se muestran los valores extremos de la presión y velocidad en la red de distribución, los detalles de estos valores en la red se encuentran en Anexo F y Anexo G específicamente.

Tabla 4-XIII. Presiones/velocidades mínimas y máximas - Villorrio El Talhuén (a 5 años).

Parámetro	Modelado		Normativa	
	Mínimo	Máximo <sup>16</sup>	Mínimo	Máximo
Presión [mca]	15,45	70,00	15	70
Velocidad [m/s]	~ 0,00	0,94	-	3,0

<sup>16</sup> No se incluye la presión con la que se llega a la cámara reductora de presiones ubicada en C3 que está por sobre la normativa (79 mca).



#### 4.2.1.3 *Escenario Proyectado*

En el escenario proyectado, 20 años luego de la situación base de 3 años, se logra un hito y se superan los 600 arranques, esto provoca la necesidad de implementar un caudal de incendio en el modelamiento de la red y la respectiva ubicación de un grifo por donde sale el caudal. Por motivos de acceso al grifo, este se modeló ubicado en el punto A44. La esquematización en EPANET de este escenario se muestra en la Figura 32.

La ubicación del grifo en A44 da acceso a este tanto como a la zona que se encuentra conectada hoy en día como a la que no. De esta manera la cobertura del grifo se enfoca en los sectores que tenemos construcciones actualmente y además están más alejadas del estanque. El resto de los sectores no poseen viviendas actualmente y su construcción es una posibilidad, por esto se le da prioridad a lo que se tiene más certeza hoy en día que es lo que está construido.

Para la situación proyectada de la red de distribución tendremos que está conformada por 177 nodos y posee una extensión de 24,4 Km. Las especificaciones de los elementos se muestran en Anexo F y Anexo G. Las nuevas extensiones de la red son de PVC (PN10 y 90 mm de diámetro) mientras que entre los puntos C15 y C18 se reemplaza la red que los comunica por una tubería de PVC de 90 mm. A continuación, en la Figura 33 y Figura 34 se muestran respectivamente los resultados de las modelaciones estáticas y dinámicas de la red de distribución de agua.

Los territorios seleccionados para la extensión de la red fueron elegidos por dos criterios principales, se siguió extendiendo la red por donde los arranques más nuevos estaban dando indicios de una tendencia en la expansión y, por otro lado, se tomaron sectores que ya tenían caminos y signos de loteamiento en el terreno como candidatos a la expansión.

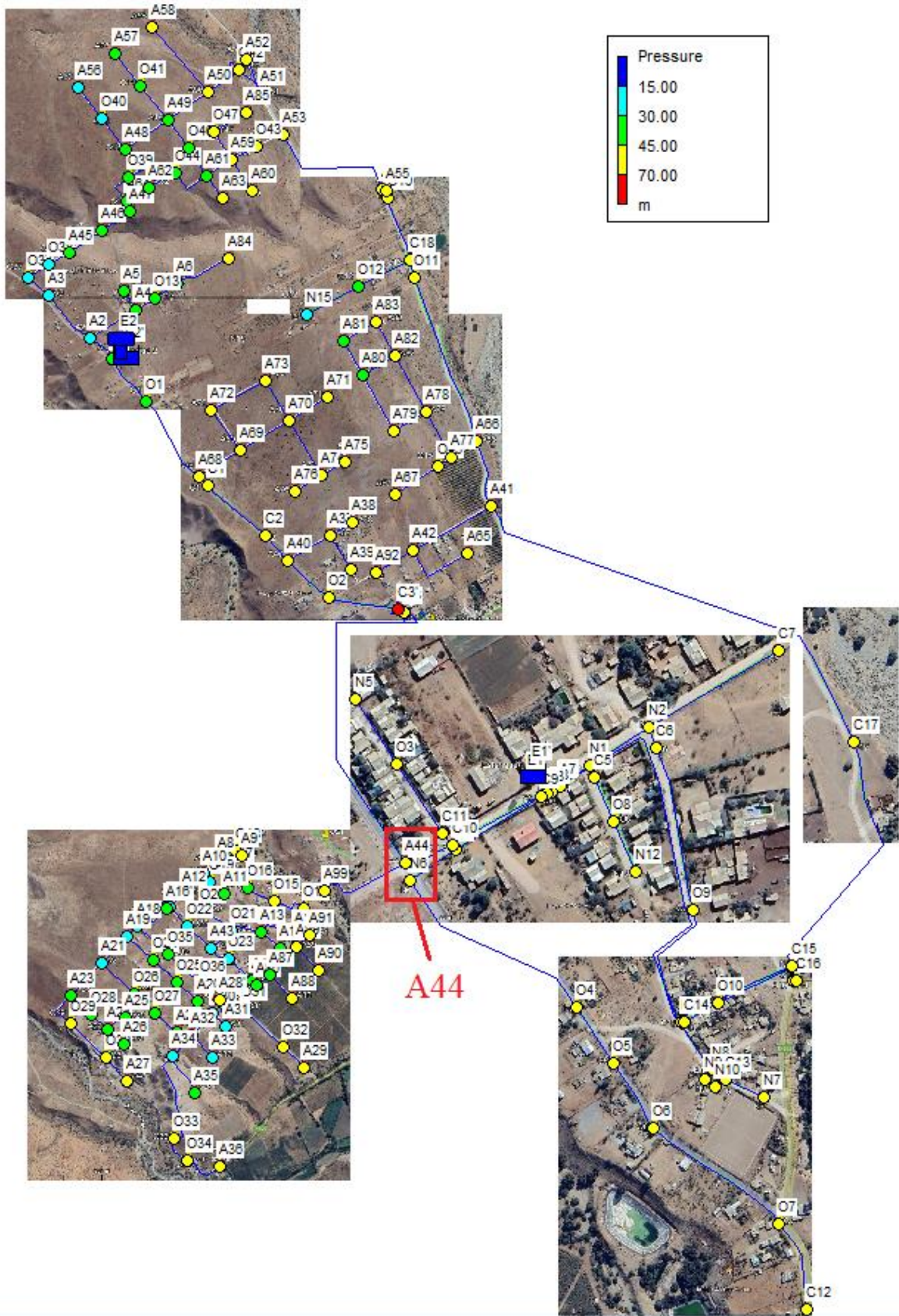


Figura 32. Representación de la red de distribución en escenario proyectado en EPANET (con A44 referenciado), Villorrio El Talhuén.

Tanto las velocidades como presiones de la red se encuentran dentro de la norma (fuera del punto C3 que ya se encuentra comprometido desde la actualidad y es la ubicación de la cámara reductora de presiones). Las mayores velocidades son de 1,8 m/s y se ubican en la salida del estanque. Se podría sugerir mover la cámara C3 hacia aguas arriba para que se encuentre a una mayor elevación y sus presiones se encuentren en norma, pero considerando que ya se encuentra construida y en ese sector las tuberías son de HDPE PN16 se descarta dicha idea.

La red aumenta desde los 139 arranques actuales a los 693 modelados, lo que, sumando los 16 l/s que necesita el grifo en A44 (ver Figura 32), es realmente un aumento considerable en la demanda. Todas las modificaciones propuestas en los pasos anteriores fueron pensadas para lograr la funcionalidad en este escenario con el menor número de modificaciones posibles y que se cumplieran tanto como las velocidades máximas de flujo y las presiones mínimas. En la Tabla 4-XIV se presentan los mínimos y máximos de tanto las presiones como las velocidades, para ver los resultados de la modelación en puntos específicos ver Anexo F y Anexo G.

*Tabla 4-XIV. Presiones/velocidades mínimas y máximas - Villorrio El Talhuén (a 23 años).*

Parámetro	Modelado		Normativa	
	Mínimo	Máximo <sup>17</sup>	Mínimo	Máximo
Presión [mca]	15,06	70,00	15	70
Velocidad [m/s]	~ 0,00	1,79	-	3,0

---

<sup>17</sup> No se incluye la presión con la que se llega a la cámara reductora de presiones ubicada en C3 que está por sobre la normativa (79 mca).

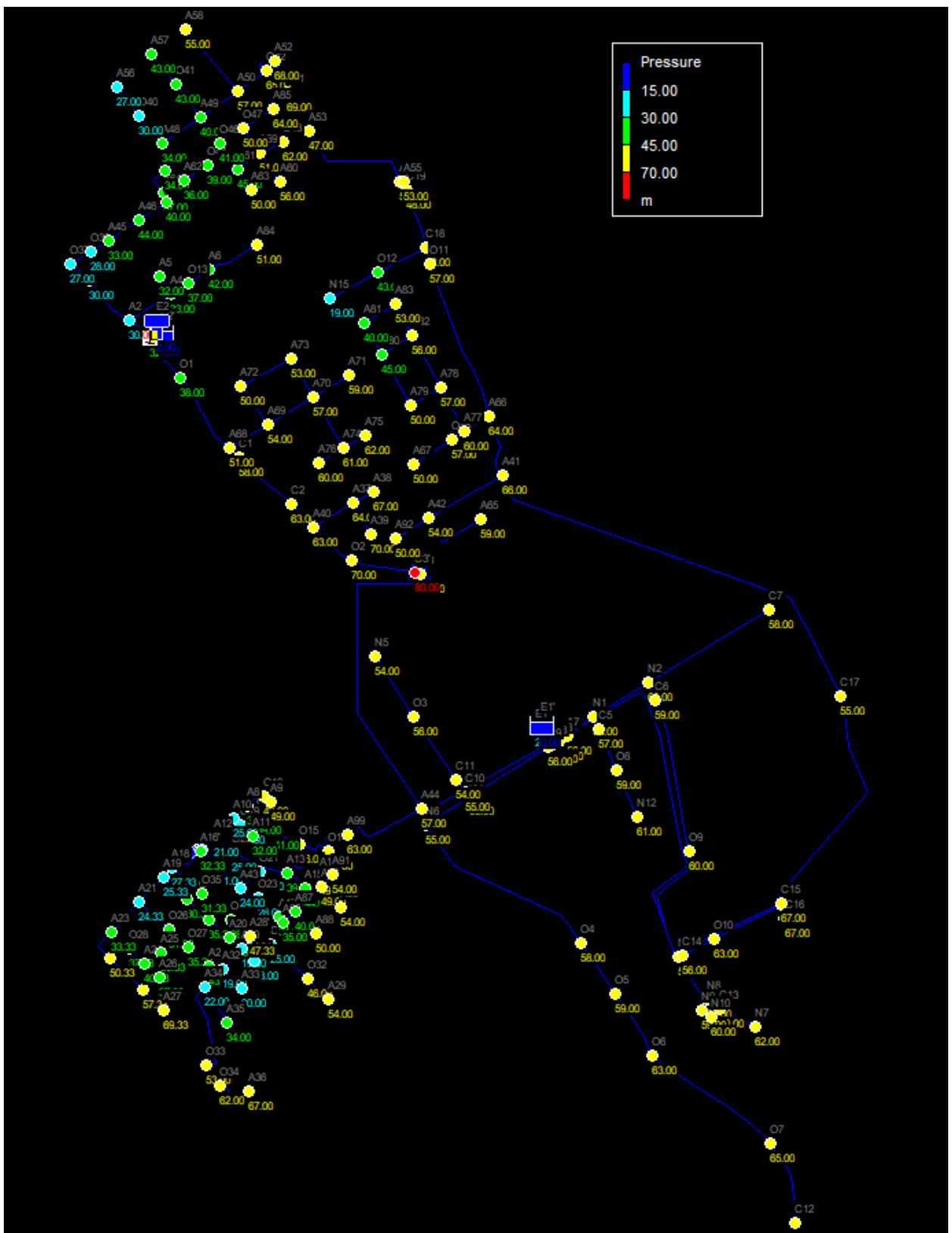


Figura 33. Presiones estáticas en red de distribución de agua, Villorrio El Talhuén (E. Proyectado).

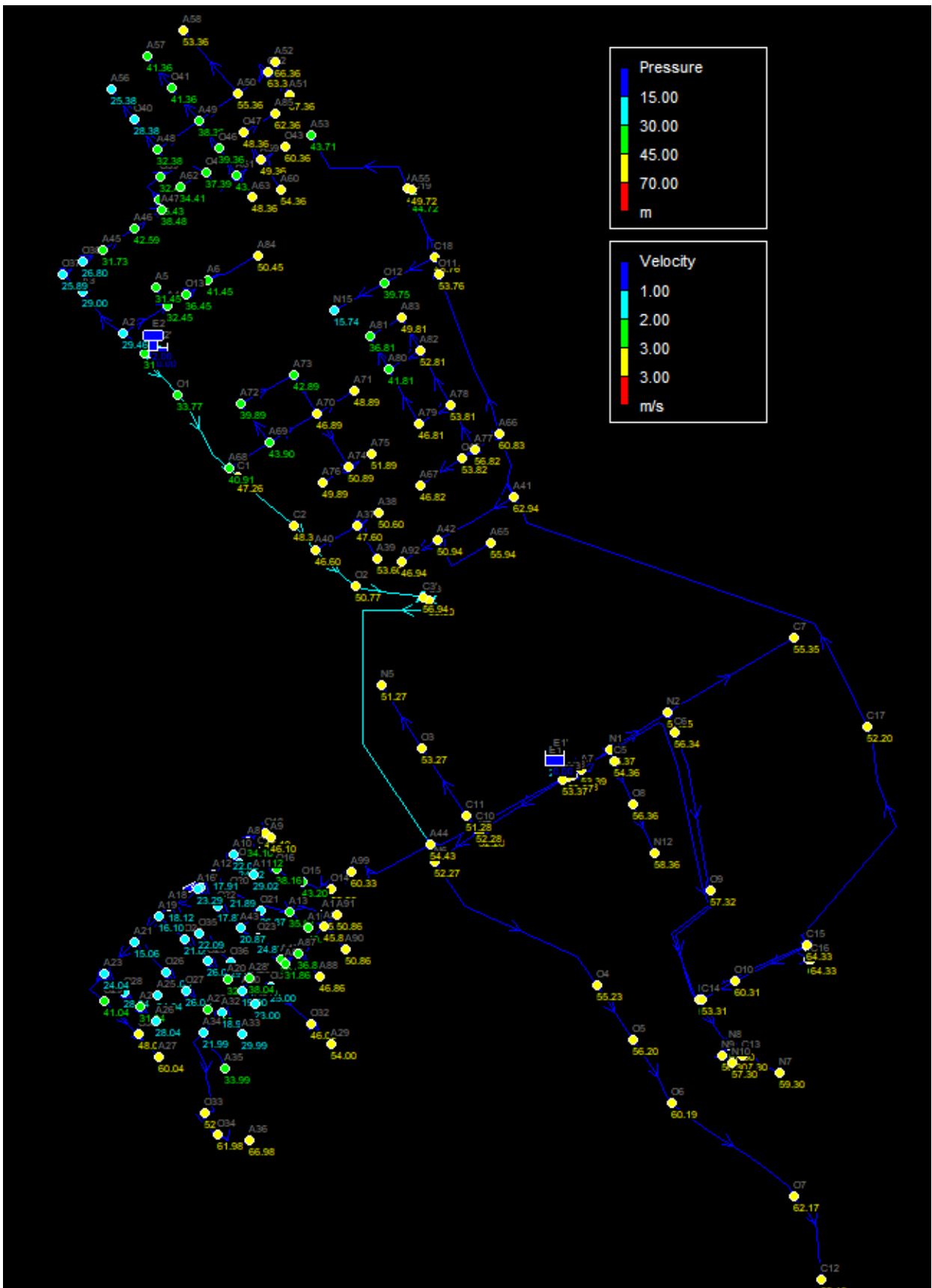


Figura 34. Presiones dinámicas y velocidades en red de distribución de agua, Villorrio El Talhuén (E. Proyectado).

#### 4.2.2 Vida Nueva

Se procede a mostrar los parámetros y datos utilizados en la modelación de la red de distribución de agua potable del sistema APR Vida Nueva.

Primero, se tiene que el crecimiento poblacional, cobertura y arranques para cada escenario modelado se presentan en la Tabla 4-XV. A diferencia del caso anterior, la cobertura actual es muy cercana al 100%, por lo que se asume que en los tres años necesarios para llegar al caso base se alcanza a llegar a una cobertura completa.

Tabla 4-XV. Población Total, Cobertura y Arranques según escenario, Vida Nueva.

Escenario	Población Total	Cobertura (%)	N° Arranques
Actual	678	89,68	152
Base de 3 años	765	100	192
A 5 años	828	100	207
Proyectado	1677	100	420

Al tener menos de 600 arranques en todo momento, no se hace necesario la implementación de un grifo en la modelación y el caudal de incendio, para efectos del modelamiento hidráulico, es cero.

Las dotaciones y caudales de los distintos escenarios se presentan en la Tabla 4-XVI. Para las modelaciones dinámicas de las presiones en la red se utiliza el máximo entre las dos columnas de la Tabla 4-XVI, por lo que, en este caso, se modela con los caudales máximos horarios ( $Q_{máxh}$ ).

Tabla 4-XVI. Caudales (l/s) y dotaciones (l/hab/día) en los distintos escenarios, Vida Nueva.

Situación	D.c.	D.p.	$Q_{md}$	$Q_{máxd}$	$Q_{máxh}$	$Q_{máxd} + \text{Incendio}$
Hoy	103,83	156,08	1,10	1,65	2,47	1,65
Base (3 años)	150,00	225,48	2,00	2,99	4,49	2,99
A 5 años	150,00	225,48	2,16	3,24	4,86	3,24
Proyectado	150,00	225,48	4,38	6,56	9,85	6,56

Con estos datos, se procede a hacer los modelamientos hidráulicos pertinentes sobre el sistema de agua potable rural Vida Nueva.

##### 4.2.2.1 Escenario Base (3 años)

Ingresando los datos en EPANET, se llega a la representación de la red de distribución en la Figura 35.

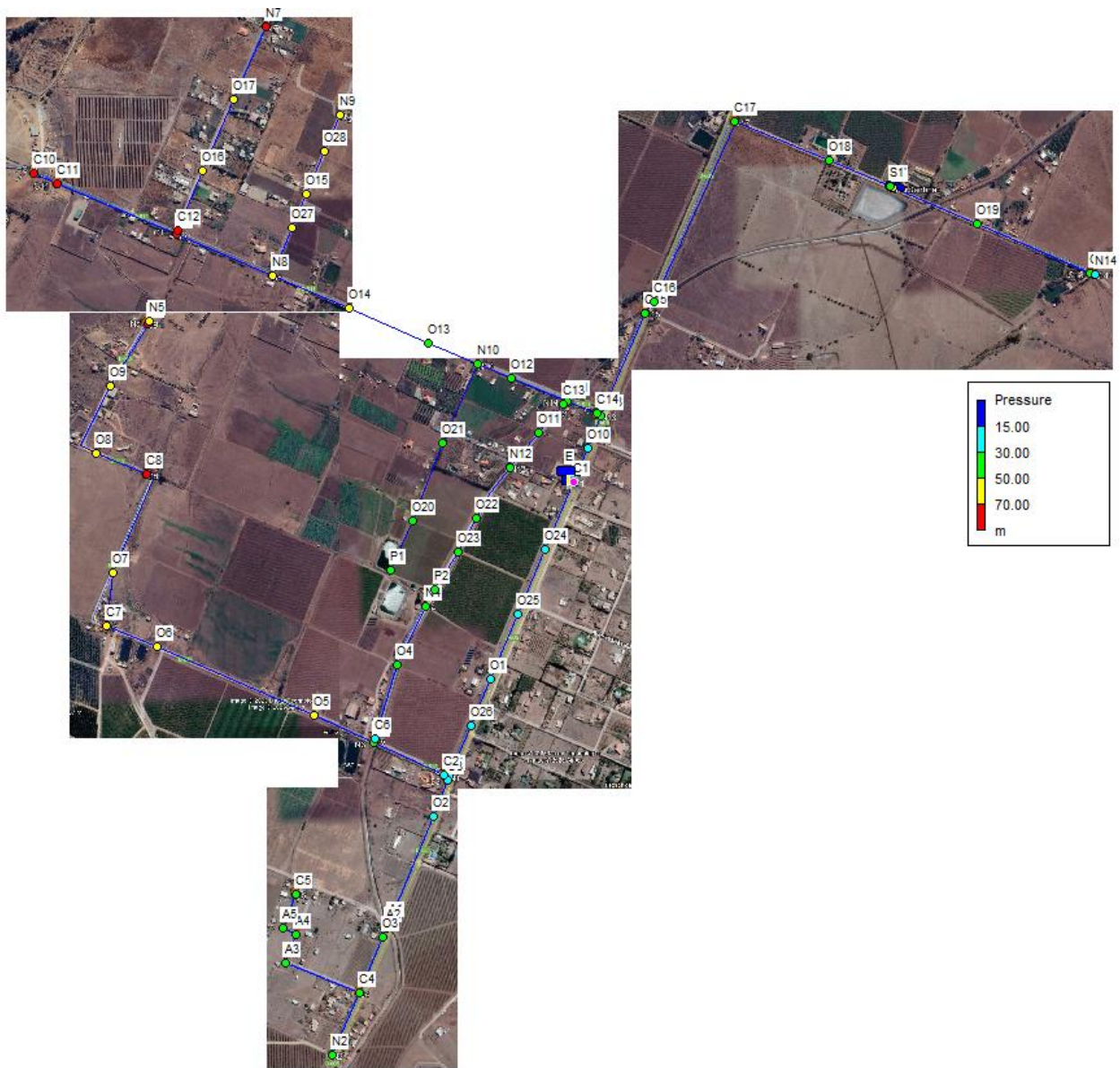


Figura 35. Representación en EPANET de red de distribución de escenario base (3 años), Vida Nueva.

En este caso se tiene que la red está conformada por 69 puntos y tiene un largo de 11,1 Km. El detalle de cada uno de los puntos se presenta en los Anexos. El modelamiento hidráulico de las presiones estáticas y dinámicas de la red de distribución se muestran en la Figura 36 y Figura 37, respectivamente.

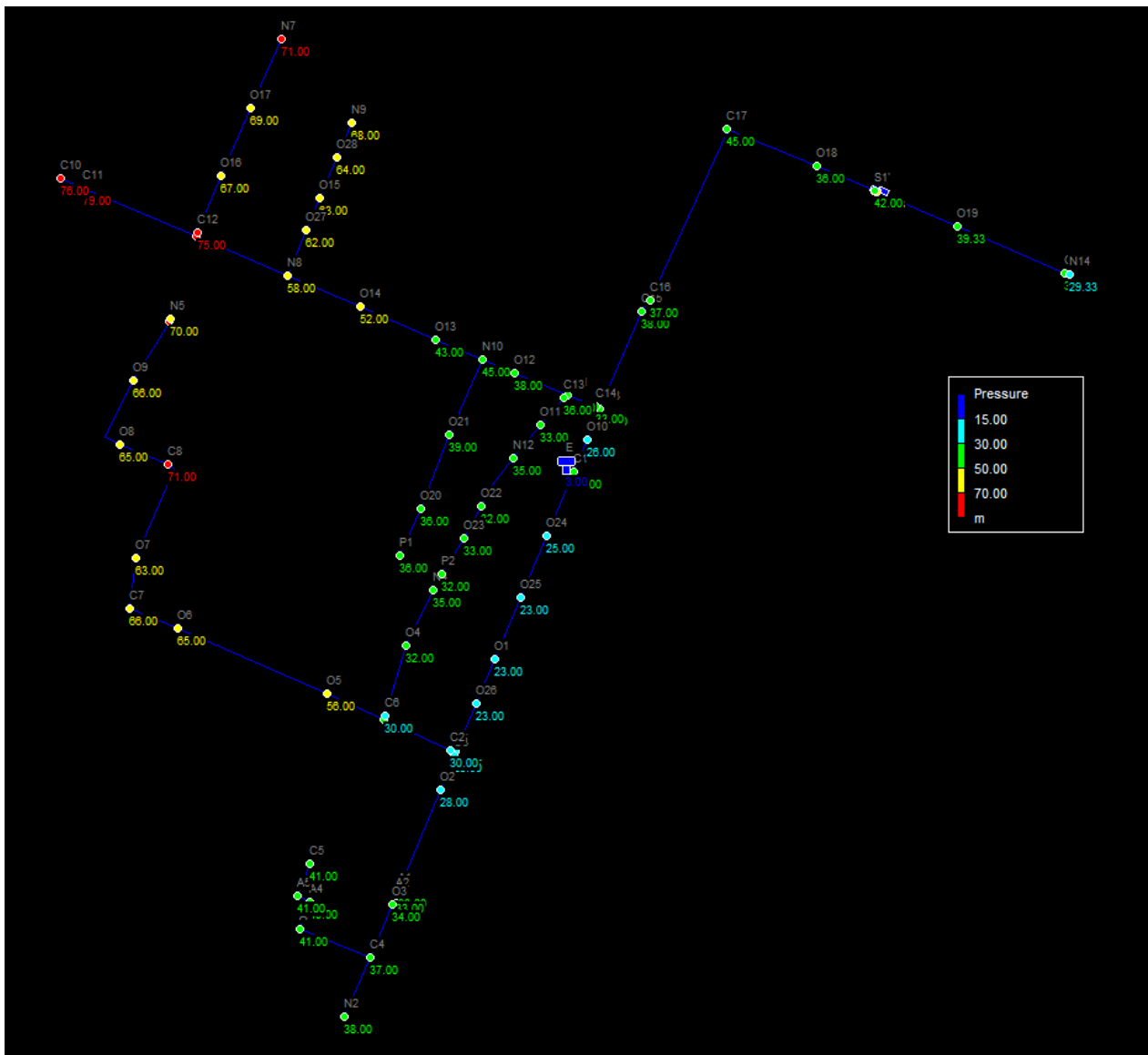


Figura 36. Presiones estáticas en red de distribución de agua, Vida Nueva (E. Base (3 años)).

En este caso no hubo modificaciones en la red de distribución, solo se agregó el tramo desde N10 a P1 pues el comité declaró que habían estado creciendo hacia el sector, pero aún no expandían la red (se estaban acumulando varias salidas de arranques en N10).

Respecto a las presiones estáticas en la red tenemos que hay varios sectores preocupantes en la red que se encuentran fuera de la norma. Por otro lado, tenemos que de mayor urgencia aún es el hecho que se informó que las tuberías eran de clase 6 y en varias partes de la red se superan las presiones de 60 mca. Pese a todo esto, los tramos comprometidos son heredados de la estructura actual de la red, por lo que se dejaron así en el modelamiento.



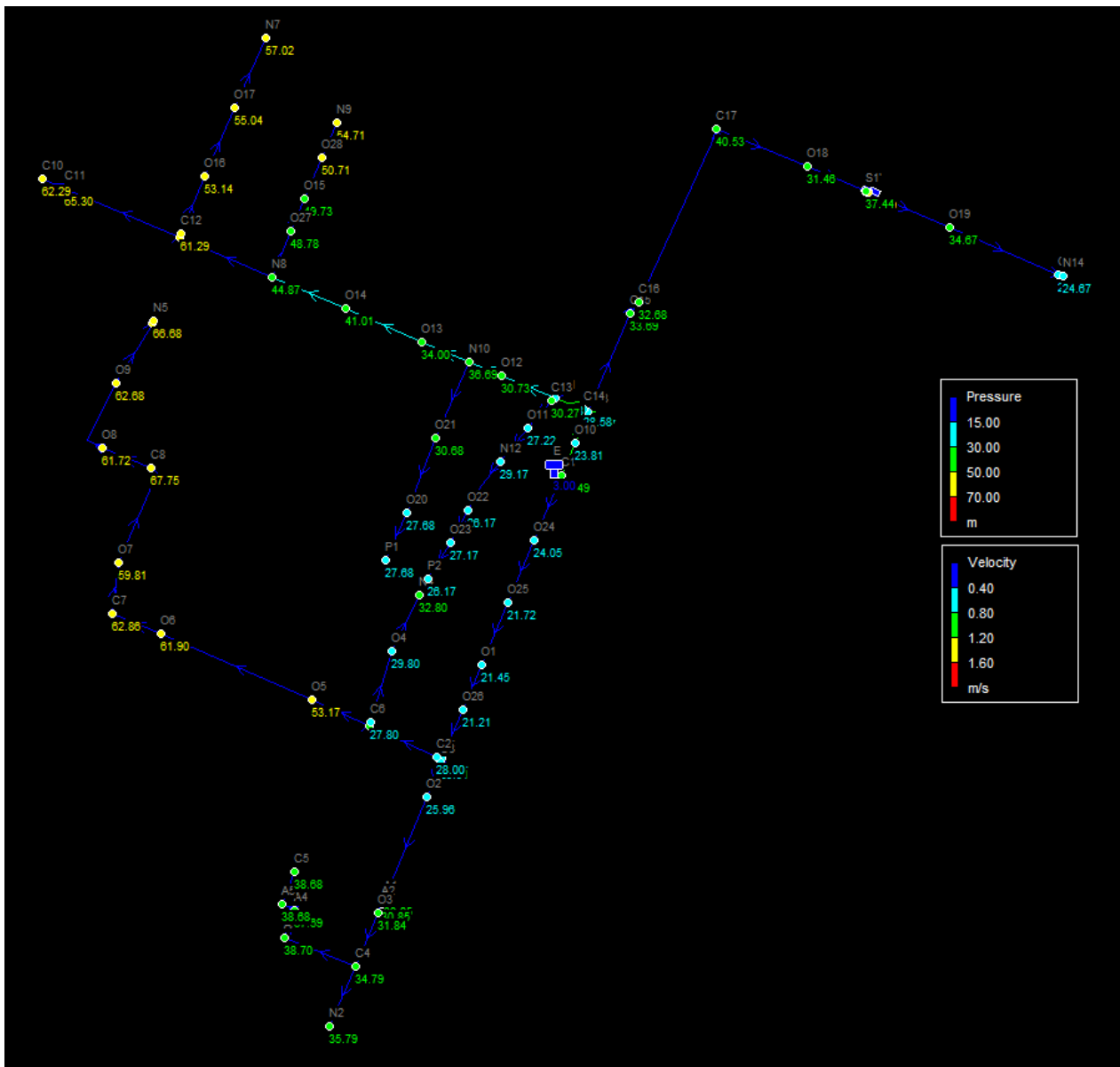


Figura 37. Presiones dinámicas en red de distribución de agua, Vida Nueva (E. Base (3 años)).

Desde la Figura 37 podemos revisar el estado de presiones y velocidades en la modelación dinámica de presiones de la red de distribución. En este caso, tanto las presiones como las velocidades se encuentran dentro de la norma, las presiones son superiores a los 15 mca y las velocidades no superan los 1,2 m/s. El lugar con mayores velocidades en la red de distribución es en la salida del estanque alcanzando los 1,15 m/s y el tramo desde el estanque a N8 presenta velocidades mayores al resto de la red, indicando el mayor requerimiento de agua en esa zona. A continuación, en la Tabla 4-XVII, se muestran los resultados mínimos y máximos de presiones y velocidades, para datos específicos de presiones y velocidades revisar Anexo N y Anexo O respectivamente.

Tabla 4-XVII. Presiones/velocidades mínimas y máximas - Vida Nueva (a 3 años).

Parámetro	Modelado		Normativa	
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
Presión [mca]	21,21	79,00	15	70
Velocidad [m/s]	~ 0,00	1,15	-	3

#### 4.2.2.2 Escenario a 5 años

Según los cálculos poblacionales, los 192 arranques del escenario anterior pasan a ser 207 arranques. Este aumento es relativamente bajo y aun existían terrenos disponibles para construcción en el escenario anterior, por lo que no se consideró necesario hacer expansiones en la extensión de la red y se usaron estos espacios libres para incluir la diferencia de 15 arranques.

Debido a este último punto, no se cambiaron las distribuciones de la red y, por ende, las presiones en un estado estático tampoco cambiaron del escenario anterior. Estos dos temas se podrán ver en la Figura 35 y la Figura 36 respectivamente y se podrán considerar equivalentes a los de este escenario.

Esto nos deja sólo con la comprobación de las presiones en un escenario dinámico, estas presiones se muestran en la Figura 38 a continuación.

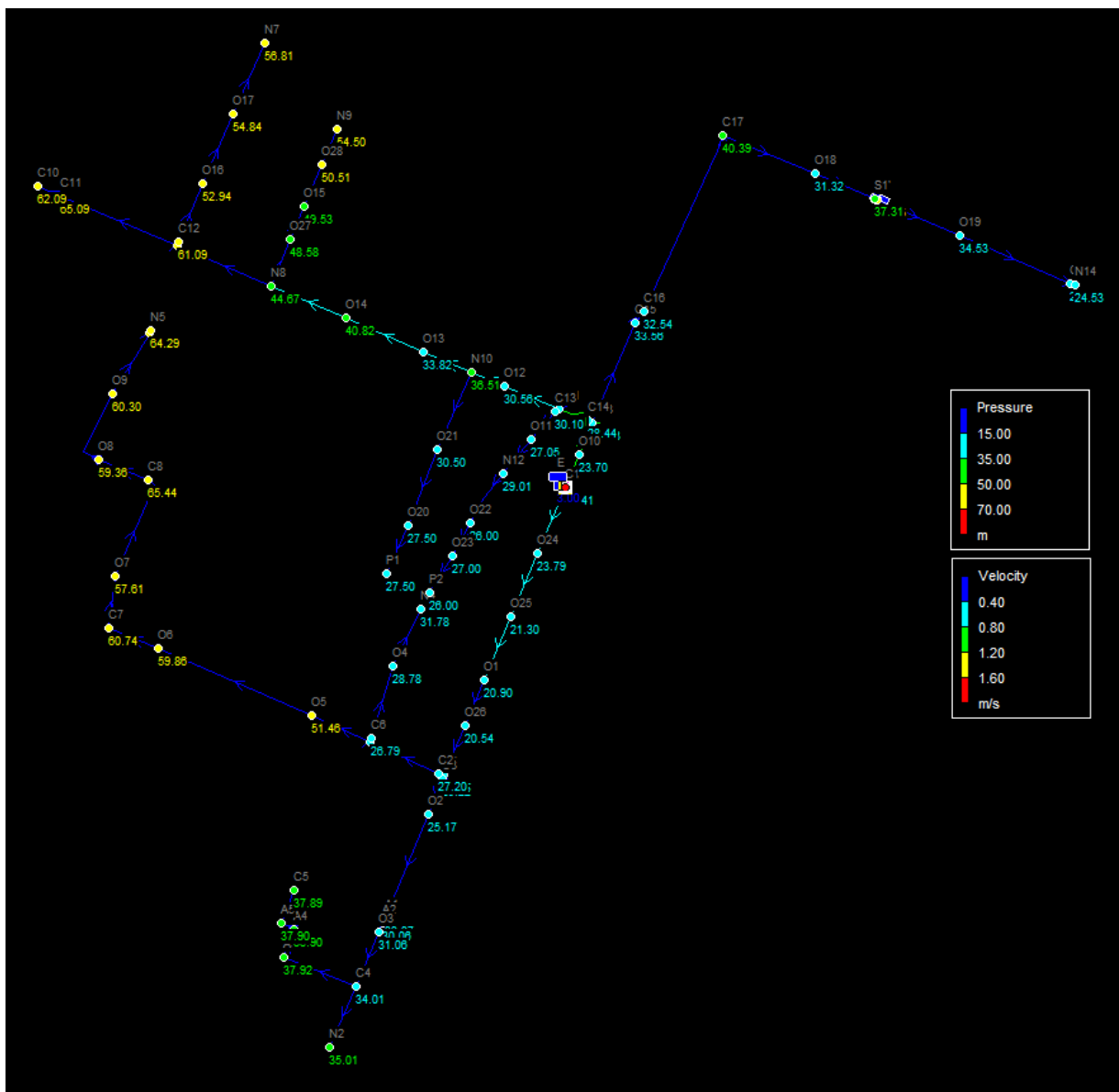


Figura 38. Presiones dinámicas en red de distribución de agua, Vida Nueva (E. a 5 años).

En este caso, como se ve en la Figura 38, hay un cambio en el valor de las presiones y su distribución, pero todo sigue estando en los rangos normados. Se ve un aumento de la velocidad del flujo hacia el sector sur de la red de distribución, debido al aumento en la demanda de dicho sector. Ya que los cambios son menores, la mayor velocidad de flujo en la red sigue a la salida del estanque y aumento hasta los 1,24 m/s (debido al mayor requerimiento de agua en la red). Los valores extremos de presiones y velocidades se muestran en la

Tabla 4-XVIII, mientras que los datos específicos a cada punto se encuentran en Anexo N y Anexo O respectivamente.

Tabla 4-XVIII. Presiones/velocidades mínimas y máximas - Vida Nueva (a 5 años).

Parámetro	Modelado		Normativa	
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
Presión [mca]	20,54	79,00	15	70
Velocidad [m/s]	~ 0,00	1,24	-	3

#### 4.2.2.3 Escenario Proyectado

Con el cálculo poblacional del escenario proyectado de la red, 20 años luego de la situación base de 3 años, los arranques pasaron a ser 420. Estos arranques son más del doble de lo que tenía registrado en la red en el último caso, por lo que se hace obligatorio hacer una extensión en la red de distribución. Esto se representa en EPANET como se muestra en la Figura 39.

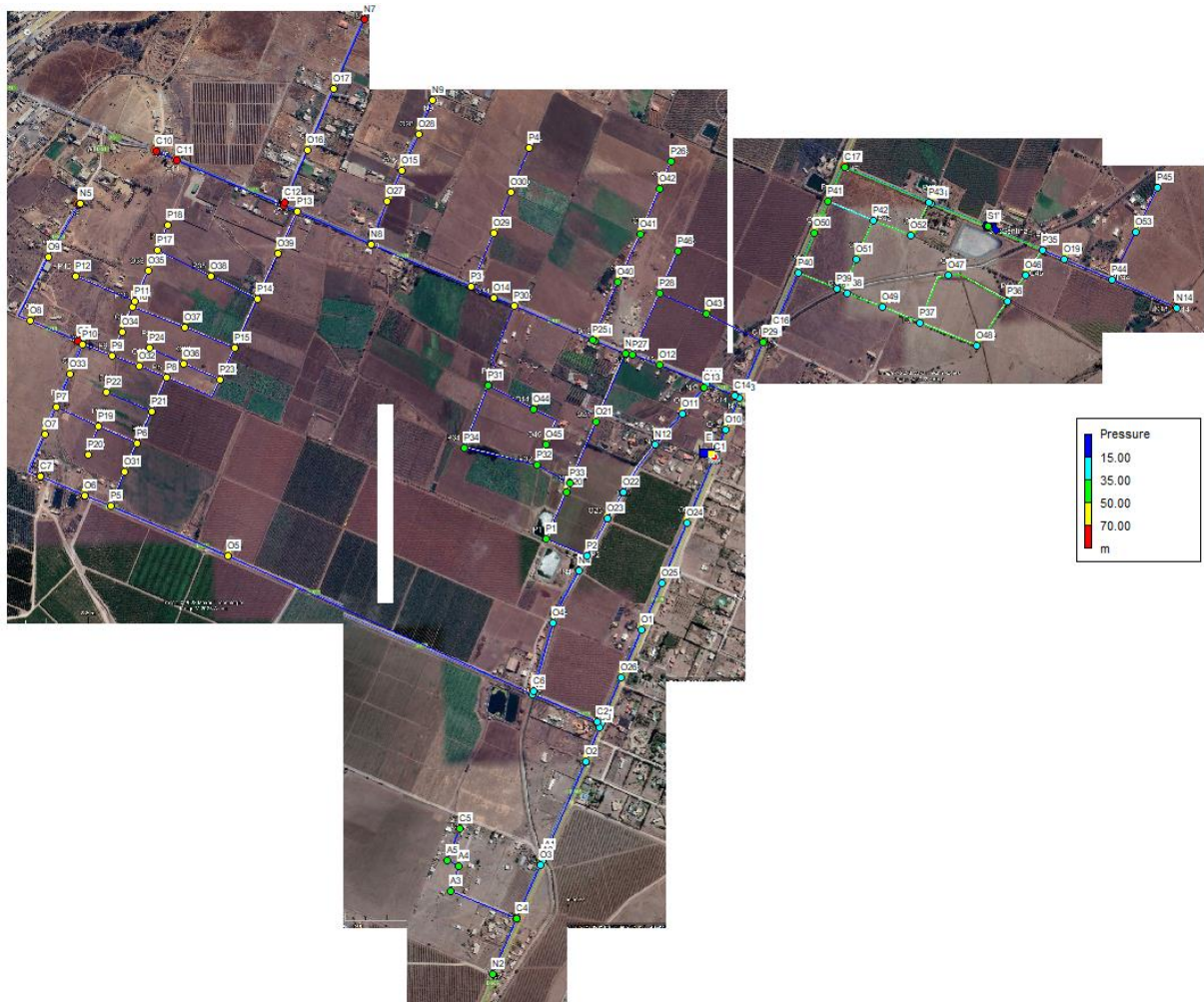


Figura 39. Representación en EPANET de la red de distribución de escenario proyectado, Vida Nueva.

Con las modificaciones de la red y las nuevas partes en esta, la red paso a estar conformada por 138 puntos y tener 19,5 Km de largo. La lista de los elementos de la red con su información específica se presenta en Anexo K y Anexo L. En la Figura 40 y Figura 41 se muestra el modelamiento hidráulico de las presiones estáticas y dinámicas respectivamente.

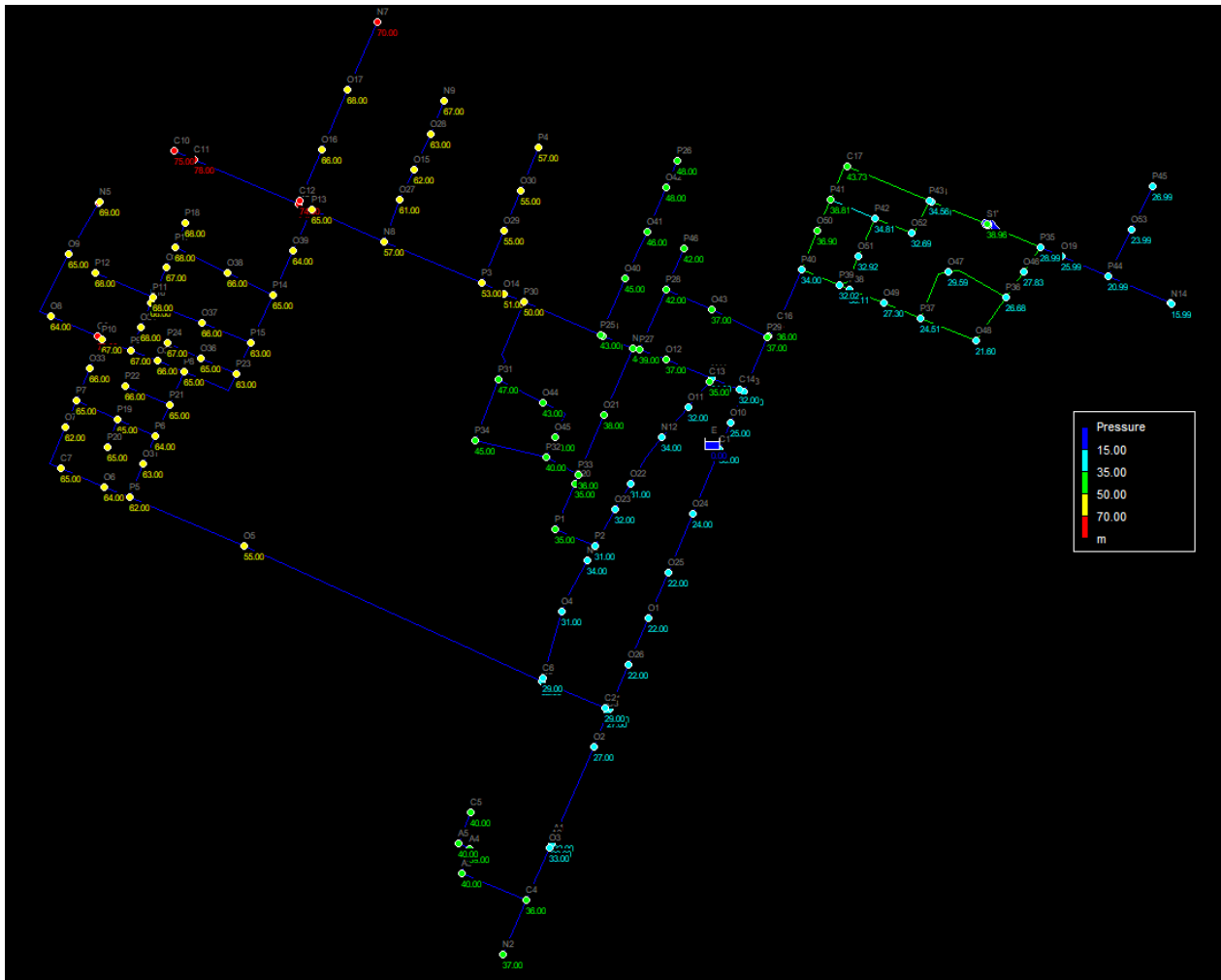


Figura 40. Presiones estáticas en red de distribución de agua, Vida Nueva (E. Proyectado).

Debido al gran aumento en la demanda de la red, fue necesario modificar el tramo inicial de la red para que pueda transportar el flujo de agua solicitado. El tramo comprendido entre N1 y N13 se deberá reemplazar con una tubería de PVC de 90 mm de diámetro, este tramo corresponde al tramo de salida del estanque alimentando el sector sur de la red y el sector norte de esta.

Respecto a los tramos nuevos en la red, estos se pueden identificar en 4 sectores. El primero se ubica en costado izquierdo de la Figura 40, entre los puntos P5 y P13. Este sector es el más grande y se escogió por ser terrenos de cultivos en desuso actualmente y la existencia de construcciones de casas en lagunas partes, dando a entender que ya se está haciendo el cambio en el uso del terreno.

El segundo sector son los pasajes de P3 a P4 y P25 a P26, estos se proyectaron siguiendo la tendencia que tenía el sistema APR y la gente en su crecimiento haciendo pasajes y loteando los terrenos de cultivos de esta forma.

El sector comprometido entre P30 y P33 corresponde a una extensión de la salida en N10 y sigue la tendencia que se observa hoy en día respecto al crecimiento de la comunidad. De esta manera, define lo que sería el tercer tramo.

El último tramo incluye lo que está entre P27 a P29, la extensión entre P40 a P43, P35 a P38 y el pasaje P44 a P45. Estos tramos se proyectaron en base a que son terrenos de cultivos que no se están usando actualmente y tienen facil acceso a caminos y servicios, por lo que deberían ser más atractivos al público general.

Nuevamente, la información adicional de estos puntos se adjunta en Anexo N.

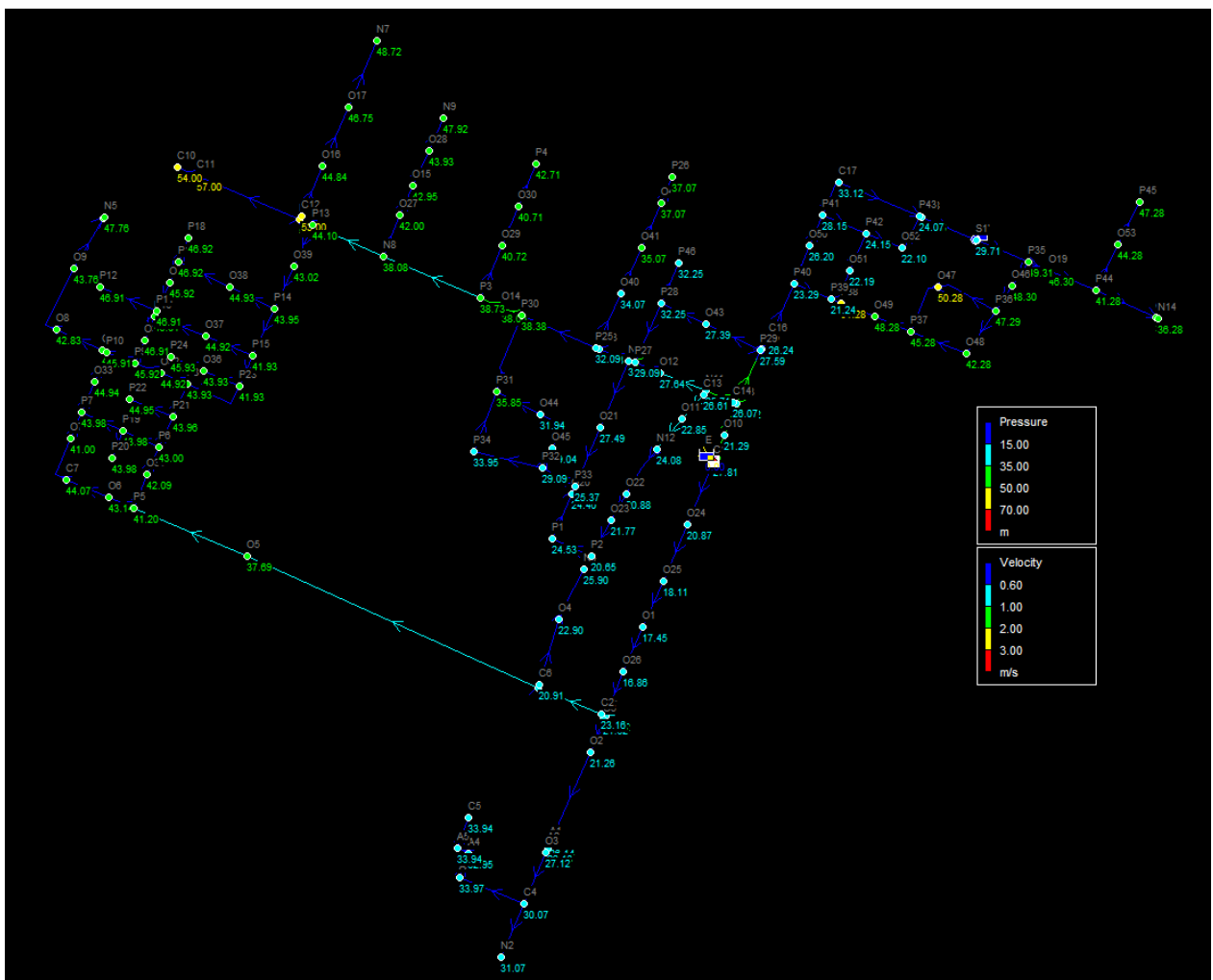


Figura 41. Presiones dinámicas en red de distribución de agua, Vida Nueva (E. Proyectado).

Con las modificaciones ya planteadas en la red se logra que la red esté dentro de los rangos normados, como se ve en la Figura 41. Las presiones son superiores a los 15 mca y la velocidad máxima, nuevamente en la salida del estanque, es de 2,53 m/s.

Cabe mencionar que, para que la red siga funcionando correctamente, la bomba de la sentina (S1) debe tener la capacidad de al menos elevar 1 litro a 15 metros (en la Figura 41 se usó una bomba que eleva 30 metros 1 litro).

En la Tabla 4-XIX se presentan los valores máximos y mínimos de presiones y velocidades en conjunto con los valores que indica la normativa chilena.

Tabla 4-XIX. Presiones/velocidades mínimas y máximas - Vida Nueva (a 23 años).

Parámetro	Modelado		Normativa	
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
Presión [mca]	16,86	79,00	15	70
Velocidad [m/s]	~ 0,00	2,53	-	3

### 4.3 Identificación y revisión de principales problemas

Luego de tener los resultados del modelamiento hidráulico de la red de distribución de los sistemas APR, se procede a evaluar los problemas de cada uno de los sistemas APR para seleccionar los que se trabajarán en el capítulo 5 del presente informe.

#### 4.3.1 Villorrio El Talhuén

El comité del sistema APR Villorrio El Talhuén informó durante las visitas en terreno los siguientes problemas:

- Existen problemas en invierno, cuando existen lluvias en la zona y crece el flujo en la Quebrada Tamaya. Cuando sucede este evento, se han dado cuenta que se enturbia el agua de la noria que usan como fuente de agua y, al no tener procesos de remoción de turbiedad en sus procesos de tratamiento, no pueden seguir produciendo agua potable. Esto provoca que tengan que cortar el suministro de agua hasta que pasen las lluvias y se recupere la calidad del agua en la noria.
- Existe una gran cantidad de familias y hogares sin conexión a la red de agua potable, el comité informa que alrededor de 200 familias no tienen acceso al agua del sistema APR.

Durante el levantamiento de información se encontró que según el informe del Ministerio de Obras Públicas (2020)<sup>18</sup> el sistema APR en estudio no tiene derechos de aprovechamiento de agua (DAA) concedidos. Pese a su antigüedad, estos derechos no han sido concedidos porque existen

<sup>18</sup> DGA & DOH, 2020. “Sustentabilidad de Asentamientos Humanos Rurales en Chile. Análisis desde los Sistemas Sanitarios Rurales – Cuenca del Limarí”.

captaciones de terceros afectadas. Las especificaciones de las captaciones del tercero afectadas se presentan en la Tabla 4-XX y se representan en la Figura 42.

Tabla 4-XX. Datos de captación de terceros, Villorrio El Talhuén.

Expediente	Fecha Ingreso	Peticionario	Caudal Solicitado (l/s)	Uso	UTM Norte 56	UTM Este 56	Sit. Actual	Fecha Resolución
ND-0402-2694	16-12-2005	Mario Cofre Galleguillos	3,00	R	661710 1	28209 2	P-REG	-



Figura 42. Extracciones subterráneas en la zona, Villorrio El Talhuén.

De acuerdo con los datos de la extracción en conflicto con los intereses del APR, esta tampoco se encuentra con derechos, sino que ha estado en proceso de revisión técnica en terreno (a nivel regional) desde 2009 y no ha avanzado en su proceso. Además, se tiene que las coordenadas ingresadas en el expediente de dicha extracción marcan que la extracción se encuentra a más de 200 m de la noria del APR, pero también se puede ver que no existe construcción alguna en las coordenadas, lo sugiere que estas estén erróneas.



De los modelamientos hidráulicos se determina que no existen mayores problemas en la red de distribución actualmente. Los mayores desafíos a los que se afronta el sistema APR es el aumento de la cobertura de servicio y de las distintas modificaciones necesarias que necesita para poder adjuntar todos los nuevos arranques a la red.

Dicho esto, tenemos que hay tres problemas reconocidos: la cobertura de la red, posesión de derechos de agua y el cambio en calidad de agua ante crecidas en la quebrada aledaña.

Partiendo por el tema de la calidad del agua en la noria tenemos que, pese a ser una extracción de aguas subterráneas, la calidad está directamente relacionada con la calidad del agua en la Quebrada Tamaya. Como se muestra en la Figura 43, la quebrada con la noria está muy cercana, lo que provoca que al infiltrarse el agua de la quebrada se condicione la calidad del agua en la noria. Existen cuatro formas de abordar este problema: buscar una nueva fuente de agua completamente nueva, cortar la comunicación entre la quebrada y la napa subterránea que suple a la noria, adaptar el tratamiento de agua para poder tratarla en cualquier situación o simplemente tener una fuente de agua alternativa mientras no se tenga la calidad de agua deseada en la noria.

La primera alternativa no es viable en el corto plazo, pues la región de Coquimbo es zona de escasez hídrica actualmente y no conceden nuevos DAA. Esto solo deja como alternativa la compra de DAA, pero en la zona no hay DAA de terceros aprobados para comprar.

Respecto al aislamiento entre la Quebrada Tamaya y el agua de la noria no es recomendable. Esto se podría hacer colocando un material impermeable (o muy baja permeabilidad) entre ambos, para que cuando exista flujo en la Quebrada Tamaya este tenga una menor influencia en el agua extraída de la noria. Por un lado, sería una inversión demasiado grande cortar por completo la comunicación entre los dos medios dado la extensión de la Quebrada Tamaya y de que la superficie de comunicación es desconocida y, por otro lado, si es que se llega a cortar la comunicación entre la quebrada y la napa puede que esta última se termine secando al perder una de sus fuentes naturales de recarga.

La extensión del sistema de tratamiento es una opción que en un principio es viable de realizar, las oficinas del sistema de APR disponen del espacio y existen diversos sistemas de remoción de turbiedad. Pero el problema es que no se tiene ninguna seguridad de que este tratamiento sea suficiente, pues ante las lluvias la calidad del agua puede variar en función de la intensidad, área y duración del evento de forma que no se tiene seguridad en la calidad del agua que se trata y, finalmente, las experiencias nacionales al tratar la turbiedad ante lluvias indican que los tratamientos suelen no ser suficientes (la turbiedad suele ser demasiado grande).

La alternativa final al problema es el cambio temporal de fuente de agua, que se resume en tener reservas de agua para funcionar con ellas durante los eventos intensos de precipitación. Estos estanques pueden encontrarse ya sea en el recinto donde se trata el agua o donde se encuentra el estanque. De estar en el recinto de extracción será necesario tener los medios para elevar el agua hasta el estanque de distribución y, de estar en el recinto del estanque, será necesario desinfectar el agua nuevamente y elevar el agua al estanque elevado. Esto se debe a la degradación del cloro en el agua con el tiempo, y al ser agua almacenada en un principio perdería sus concentraciones de cloro con el tiempo incumpliendo lo estipulado en la NCh 409.



Figura 43. Ubicación de noria con respecto a quebradas, Villorrio El Talhuén.

En el tema de los derechos de agua tenemos que el comité del sistema APR Villorrio El Talhuén debe solicitar el derecho de aprovechamiento de agua correspondiente en cuanto se levante la Resolución D.G.A. N°19<sup>19</sup> y, si es que le deniegan la solicitud en base a tener una extracción de terceros cercana, solicitar la revisión de la respuesta y los datos técnicos de dicha extracción. Dado que, las coordenadas no corresponden a ninguna estructura, la distancia inicialmente es mayor a 200 m (lo que se pide normativamente) y dicha extracción tampoco tiene DAA aprobados.

Finalmente, la cobertura de la red es uno de los problemas que fue afrontado en el modelamiento hidráulico de la red de distribución. Esto se debe a que todo el crecimiento de la red y su funcionamiento se realizó con una cobertura completa, lo que requirió la unión de los sectores sin agua a la red de distribución. Con estos conocimientos ya se tiene conceptualmente como sería la solución, con una propuesta realista, en base a los datos disponibles, de la extensión de la red, sus elementos y su recorrido.

<sup>19</sup> Declara zona de prohibición para nuevas explotaciones de aguas subterráneas en el sector hidrogeológico de aprovechamiento común denominado El Ingenio, en la Región de Coquimbo. Desde junio de 2023 a junio de 2024.

Por lo anterior, abordaremos la expansión de la red como problema a afrontar. Se darán detalles de sus elementos, requerimientos mínimos y se mostrarán los volúmenes de agua que corresponden tener en función del número de arranques. También se abordarán los volúmenes de almacenamiento extra que debe tener el sistema APR en función de sus arranques y el tiempo de autonomía, ante eventos fuertes de precipitación.

#### 4.3.2 Vida Nueva

Durante las visitas a terreno, el comité del sistema APR Llanos de la Chimba – Vida Nueva informa los siguientes problemas a los que se afronta actualmente:

- Su fuente de agua es un pozo profundo de 93 metros, el nivel comenzó con 43 metros de profundidad y ahora se encuentra a 63 metros. Dado lo anterior, no les da seguridad y creen que se está secando, por lo que quieren otra fuente de agua.
- Desean tener un generador para hacer funcionar sus bombas, han postulado a diversas instancias y aún no han tenido el financiamiento necesario.
- Por el crecimiento no planificado del sector, muchos de los arranques no están pudiendo llegar directamente a la red de distribución. Esto provoca que, a un costado de la red, se junten varios arranques en un mismo punto y existan aglomeraciones de medidores en la calle. Dado esto, requieren ampliar la red para lograr llegar a esas casas y que sus medidores queden en cada casa como debería ser.

Del levantamiento de información se encontró que localmente existen otras extracciones de agua subterránea. El primero son pozos de un fundo cercano y usuario del sistema APR, sus extracciones están a 1,8 Km del pozo del sistema APR. La otra extracción, un pozo a 720 m aproximadamente, pertenece a Diomedes Cruz. Los detalles de este último, que se encuentra considerablemente más cercano, se presentan en la Tabla 4-XXI.

*Tabla 4-XXI. Datos de captación de terceros, Vida Nueva.*

<b>Expediente</b>	<b>Fecha Ingreso</b>	<b>Peticionario</b>	<b>Caudal Solicitado (l/s)</b>	<b>UTM Norte 56</b>	<b>UTM Este 56</b>	<b>Sit. Actual</b>	<b>Fecha Resolución</b>
VPC-0402-14	02-05-2011	Diomedes Primitivo Cruz Solorzano	8,65	6606481	287577	Aprobado	12-07-2011

Pese a que no existen extracciones de agua de terceros oficiales que comprometan a la extracción de agua que realiza el sistema APR, tenemos que las solicitudes del comité para obtener DAA, realizadas en 2013, están paralizadas desde diciembre de 2013 en la revisión regional del contenido técnico. La solicitud se muestra en la Tabla 4-XXII, el representante en esta es Pedro Cortes Robles y pide 18 l/s de forma permanente y continua, consumiendo 567.648 m<sup>3</sup>/año.

Tabla 4-XXII. Resumen solicitud de DAA, comité de APR Nueva Vida.

<b>Expediente</b>	<b>Fecha Ingreso</b>	<b>Peticionario</b>	<b>Caudal Solicitado (l/s)</b>	<b>Sit. Actual</b>	<b>Fecha Resolución</b>
ND-0402-4583	18-07-2013	Comité de A.P.R. Nueva Vida	18,0	P-REG	-

Teniendo presente lo anterior, se pueden identificar tres problemas que se deben afrontar en el sistema de APR Vida Nueva: revisión de la fuente actual de agua con posibles fuentes alternativas, financiamiento para nuevo generador y, finalmente, el acoplamiento a la red de nuevos usuarios en sectores no previstos.

Primeramente, con la fuente de agua tenemos que el comité no posee actualmente DAA. Estos están en tramitación desde hace diez años y su estado no ha cambiado desde diciembre de 2013, que entró a revisión regional del contenido técnico. Con esto presente, antes de buscar otras fuentes de agua se debería terminar con la obtención de los derechos correspondientes a la extracción actual. Por otro lado, con el contexto actual de escasez hídrica en la zona, no se están otorgando derechos de aprovechamiento de aguas actualmente, por lo que la recomendación es insistir en que avance el proceso actual de los derechos una vez se levante el estado de escasez hídrica de la zona.

En segundo lugar, para la obtención del generador para las bombas simplemente se necesita del financiamiento correspondiente. Para lograr esto deben buscar el financiamiento mediante las instituciones pertinentes, ya sea la municipalidad de Ovalle, la DOH/MOP, agrupaciones de comités de agua potable u otras. Fuera de la recomendación anterior, no existen mayores soluciones a este problema que puedan ser abordadas en este trabajo.

Finalmente, respecto a la extensión de la red de distribución, esta se estimó para las modelaciones en escenarios futuros de la red. Por lo que en ellas se incorpora la extensión de la red hacia los sectores en que ha habido una tendencia al incremento en los usuarios de la red.

Considerando los puntos ya explicados, se procede a tomar la extensión de la red como problema a afrontar en este Trabajo de Título. Se dará detalle a las extensiones de la red de distribución, a los caudales demandados, volúmenes necesarios y modificaciones que necesitará la red para poder satisfacer la demanda futura.

## 5 Planteamiento de Soluciones

En este capítulo se muestran las soluciones, a un nivel de ingeniería conceptual, para los problemas seleccionados en el capítulo 4.3 del presente informe. Esto se realiza para cada uno de los sistemas de agua potable rural en estudio. Finalmente se presenta una estimación económica de la extensión y cambios en la red de distribución de cada sistema de APR (no incluye implementaciones de estanques).

### 5.1 Villorrio El Talhuén

Tomando las conclusiones del capítulo 4.3 respecto al sistema de APR Villorrio El Talhuén, tenemos que la expansión de la red de distribución es el problema por solucionar. Se establecen requerimientos mínimos, volúmenes de agua en función de los arranques, volúmenes de almacenamiento y volúmenes de almacenamiento extra para lograr un grado de autonomía ante eventos extremos de precipitación.

Partiendo con los volúmenes de almacenamiento requeridos, en la Tabla 5-I se presentan la proyección de estos a un nivel anual recordando que la capacidad actual es de 25 m<sup>3</sup>. Estos son calculados a partir de la Fórmula (17) y cabe mencionar que el crecimiento en arranques es distinto al crecimiento de la población total, pues la cobertura de la red no alcanza el 100% hasta el quinto año. Se tiene que por un lado está el crecimiento natural de la población y por otro tenemos al aumento en la cobertura del sector. Otro punto importante es que, al superar los 600 arranques en la red de distribución, se suma un volumen fijo de incendios correspondiente a 115 m<sup>3</sup> de agua. Los años 2026, 2028 y 2046 corresponden a los escenarios modelados en el capítulo 4.2.1.

Tabla 5-I. Proyecciones anuales de arranques y vol. de almacenamiento, Villorrio El Talhuén.

<b>Año</b>	<b>Pob. Total</b>	<b>Arranques</b>	<b>Caudal medio diario(l/s)</b>	<b>Volumen (m<sup>3</sup>)</b>
2023	1123	139	0,5	13
2024	1168	146	1,13	29
2025	1215	152	1,18	30
2026	1264	185	1,43	37
2027	1315	191	1,48	38
2028	1367	342	2,66	69
2029	1422	356	2,76	72
2030	1479	370	2,88	75
2031	1538	385	2,99	78
2032	1600	400	3,11	81
2033	1664	416	3,24	84
2034	1730	433	3,36	87

2035	1800	450	3,50	91
2036	1872	468	3,64	94
2037	1946	487	3,78	98
2038	2024	506	3,94	102
2039	2105	527	4,09	106
2040	2189	548	4,26	110
2041	2277	570	4,43	115
2042	2368	592	4,60	119
2043	2463	616	4,79	239
2044	2561	641	4,98	244
2045	2664	666	5,18	249
2046	2770	693	5,39	255

De esta manera, se sugiere que para llegar a 2046 es necesaria la construcción de un estanque de 100 m<sup>3</sup> y otro de 200 m<sup>3</sup>, ambos elevados a 25 m. En los Anexos<sup>20</sup> se adjuntan los planos de detalle de un estanque de 100 m<sup>3</sup> a 25 m y en Anexos<sup>21</sup> se adjuntan los planos de detalle de un estanque de 200 m<sup>3</sup> a 25 m. Estos planos son aprobados y publicados por la DOH, pero deben ser verificados y adecuados con un estudio de mecánica de suelos y la topografía del sector. Estos estanques son para satisfacer la demanda de agua en la red de distribución de acuerdo con la norma chilena y poseen un excedente que ayuda a solucionar el problema que se desarrolla más adelante en la Tabla 5-II. Dada la capacidad actual de 25 m<sup>3</sup>, se sugiere implementar alguno de los estanques lo antes posible, de preferencia el de 200 m<sup>3</sup> que cubrirá más años por su mayor capacidad y en ese caso el estanque de 100 m<sup>3</sup> sería necesario a 2043.

A partir de 2024 el sistema APR comenzará a funcionar al límite de su capacidad actual en lo que respecta a su estanque, por lo que se recomienda de manera urgente empezar a construir uno nuevo y, para tener un margen más amplio a futuro, que sea el estanque de 200 m<sup>3</sup> a 25 m de altura.

De manera adicional, se presentan en la Figura 44 el comportamiento del caudal medio de la red y el volumen de almacenamiento ante las variaciones en la cantidad de arranques. Se representa claramente el aumento en el volumen de almacenamiento al incorporar el volumen de incendios cuando se alcanzan los 600 arranques y deja ver que, en un principio, se tendrá que planificar este cambio para pasar de 120 m<sup>3</sup> a 235 m<sup>3</sup> en el almacenamiento aproximadamente.

<sup>20</sup> Se divide en Anexo W, Anexo X, Anexo Y, Anexo Z, Anexo AA y Anexo BB.

<sup>21</sup> Se divide en Anexo CC, Anexo DD, Anexo EE, Anexo FF, Anexo GG y Anexo HH.

### Caudales y Volúmenes vs N° de arranques, APR Villorrio El Talhuén.

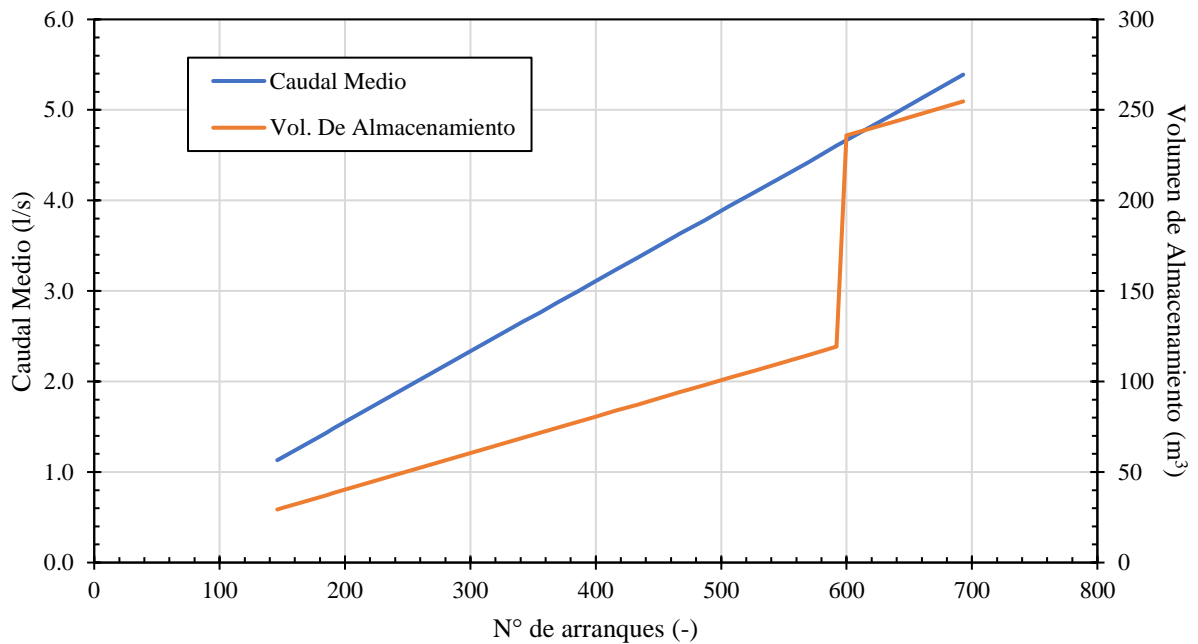


Figura 44. Caudales medios y Volúmenes de Almacenamiento ante variaciones del N° de arranques atendidos, APR Villorrio El Talhuén.

Respecto a las posibles configuraciones de volúmenes extras o auxiliares para afrontar los periodos sin disponibilidad de agua a causa de las crecidas en la Quebrada Tamaya, en la Tabla 5-II se muestran los volúmenes de agua requeridos en los estanques, sumando los estanques de almacenamiento y los auxiliares, para distintos periodos de autonomía en función de los arranques atendidos.

Tabla 5-II. Volúmenes para funcionamiento autónomo sin fuente de agua por número de horas de autonomía, APR Villorrio El Talhuén.

Arranques	Volumen Auxiliar (m <sup>3</sup> )					
	8 horas	16 horas	24 horas	32 horas	40 horas	48 horas
140	31	63	94	125	157	188
160	36	72	108	143	179	215
180	40	81	121	161	202	242
200	45	90	134	179	224	269
220	49	99	148	197	246	296
240	54	108	161	215	269	323
260	58	116	175	233	291	349
280	63	125	188	251	314	376
300	67	134	202	269	336	403

320	72	143	215	287	358	430
340	76	152	228	305	381	457
360	81	161	242	323	403	484
380	85	170	255	340	426	511
400	90	179	269	358	448	538
420	94	188	282	376	470	564
440	99	197	296	394	493	591
460	103	206	309	412	515	618
480	108	215	323	430	538	645
500	112	224	336	448	560	672
520	116	233	349	466	582	699
540	121	242	363	484	605	726
560	125	251	376	502	627	753
580	130	260	390	520	650	779
600	134	269	403	538	672	806
620	139	278	417	555	694	833
640	143	287	430	573	717	860
660	148	296	443	591	739	887
680	152	305	457	609	762	914
700	157	314	470	627	784	941

Dado que los sistemas de agua potable rural tienen recursos limitados y las lluvias son eventos poco frecuentes, en el caso de desear construir estanques extras para afrontar la no disponibilidad de agua, se recomienda optar por una autonomía no mayor a las 8 horas.

Con los distintos volúmenes necesarios ya establecidos, pasamos a especificar los cambios y modificaciones en la red de distribución. En la Figura 45 se muestran todos los cambios realizados a la red existente de distribución, modificando dos tramos distintos.



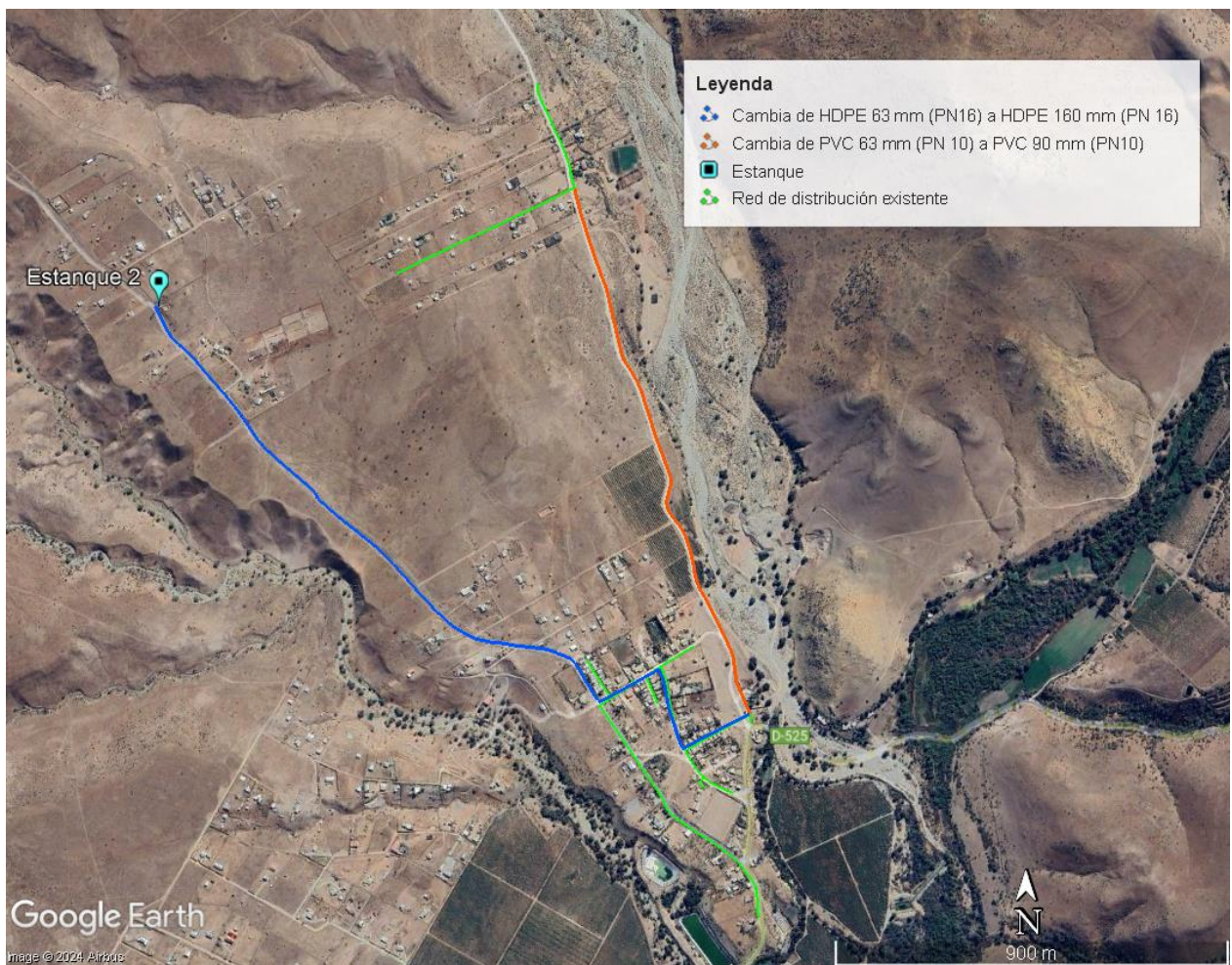


Figura 45. Cambios en la red de distribución existente, Villorrio El Talhuén.

El primer tramo es actualmente de HPDE 63 mm (PN 16) y actúa como alimentador desde el estanque al resto de la red. Se deberá cambiar en la situación base de 3 años para poder transportar el agua suficiente y alimentar el resto de la red. Se recomienda sustituirla por una tubería de las mismas características, pero con un diámetro de 160 mm. En un comienzo el diámetro de 160 mm estará sobredimensionado y existen tuberías de menor diámetro que cumplen los requisitos en ese momento, no obstante, al aumentar la cobertura del sistema APR y tomar su crecimiento natural, los diámetros menores no tendrán la capacidad de satisfacer la demanda de agua y requerirán otro cambio antes de llegar a la situación proyectada. En cambio, la tubería de 160 mm es la de menor diámetro que satisface la situación proyectada, por lo que es mejor cambiar el tramo una sola vez y colocar de forma temprana la tubería definitiva.

El segundo tramo es de PVC 63 mm (PN 10) y abarca desde las instalaciones de tratamiento del sistema APR hasta la bifurcación de la red en la cámara C18, por la ribera de la Quebrada Tamaya. Esto se debe a los terrenos libres que existen en ese tramo se proyectan como construibles a futuro, aumentando la demanda en el sector y requiriendo un mayor transporte de agua para llegar con las condiciones correctas hasta el final de la red. Por lo anterior, requiere una expansión del diámetro de la tubería. Luego de comprobar los diámetros posibles, se concluye que con una tubería de PVC

90 mm (PN 10) se satisfacen las condiciones normadas en la red de distribución. Por otro lado, se tiene que es la tubería de menor diámetro que se puede implementar ya que así lo estipula la NCh691 (Of. 2015).

En la Tabla 5-III. Resumen de modificaciones en red de distribución, Villorrio El Talhuén. se muestran las características de estas modificaciones de la red y una estimación de cuando deberán ser implementadas. Respecto al segundo tramo tenemos que la construcción a un costado de dicho tramo y las correspondientes implementaciones de subtramos desde este mismo son las principales condiciones del cambio, por lo que no hay una fecha estimada para el cambio, sino que un momento.

*Tabla 5-III. Resumen de modificaciones en red de distribución, Villorrio El Talhuén.*

Tramo	Material	Diámetro (mm)		PN (bar)	Largo (m)	Implementación
		Original	Nuevo			
1 <sup>ero</sup>	HDPE	63	160	16	1972	Para la situación Base (3 años).
2 <sup>do</sup>	PVC	63	90	10	1331	Construcciones al costado del tramo e implementación de subtramos de red desde este mismo.

Pasando a los nuevos tramos en la red de distribución, estos los consideraremos de acuerdo con la Figura 46. El primer sector, señalado con ①, es una estimación de una extensión de la red de distribución ya aprobada pero aún no definida en detalle sobre su extensión exacta. El segundo sector son los domicilios que actualmente no poseen acceso a la red de distribución (120 arranques aproximadamente) y por último el tercer sector, conformado por dos subsectores, consiste en terreno que actualmente no está en uso, pero se aprecian indicios de que serán utilizados para edificación en el futuro (camino ya definidos y signos de parcelación del terreno).

Las denominaciones anteriores son acordes al orden de construcción e implementación más probable. De forma que señala un probable orden de acoplamiento a la red de distribución.

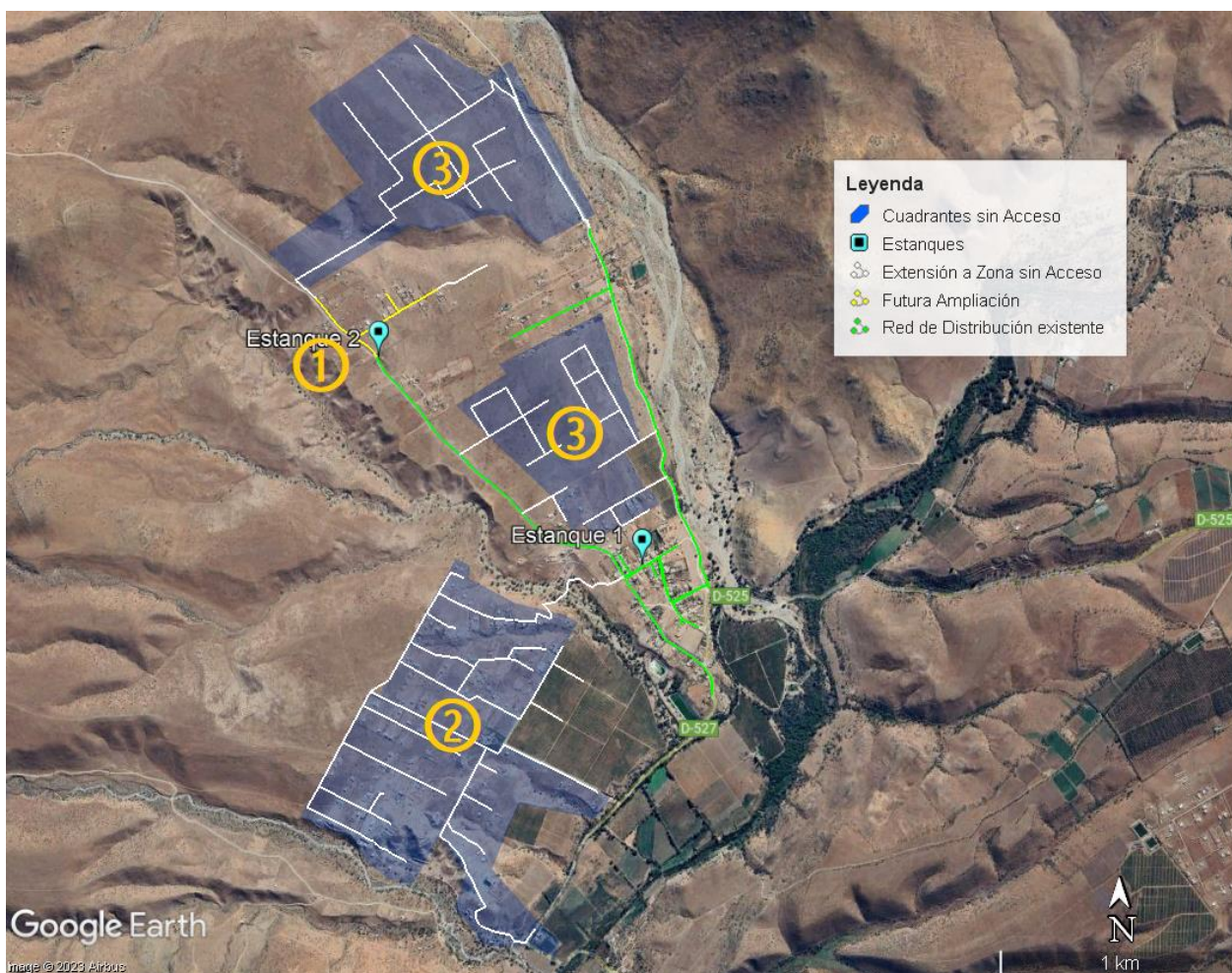


Figura 46. Extensiones en la red de distribución y su orden de construcción, Villorrio El Talhuén.

En la Tabla 5-IV se resumen las características de los distintos sectores descritos anteriormente. Los detalles de cada tramo se presentan en Anexo D. Las especificaciones espaciales de los sectores 1 y 2 se muestran en la Figura 47 y Figura 48 respectivamente.

Tabla 5-IV. Características de extensiones de red según sectores, Villorrio El Talhuén.

Sector	Material	Diámetros (mm)	Largos (m)	Largo Total (m)
1	HDPE	90	360	860
	PVC	90	500	
2	PVC	140	1000	8420
		110	320	
		90	7100	
3 norte	PVC	90	4800	9200
3 sur	PVC	90	4400	



Figura 47. Materiales sector 1, Villorrio El Talhuén.

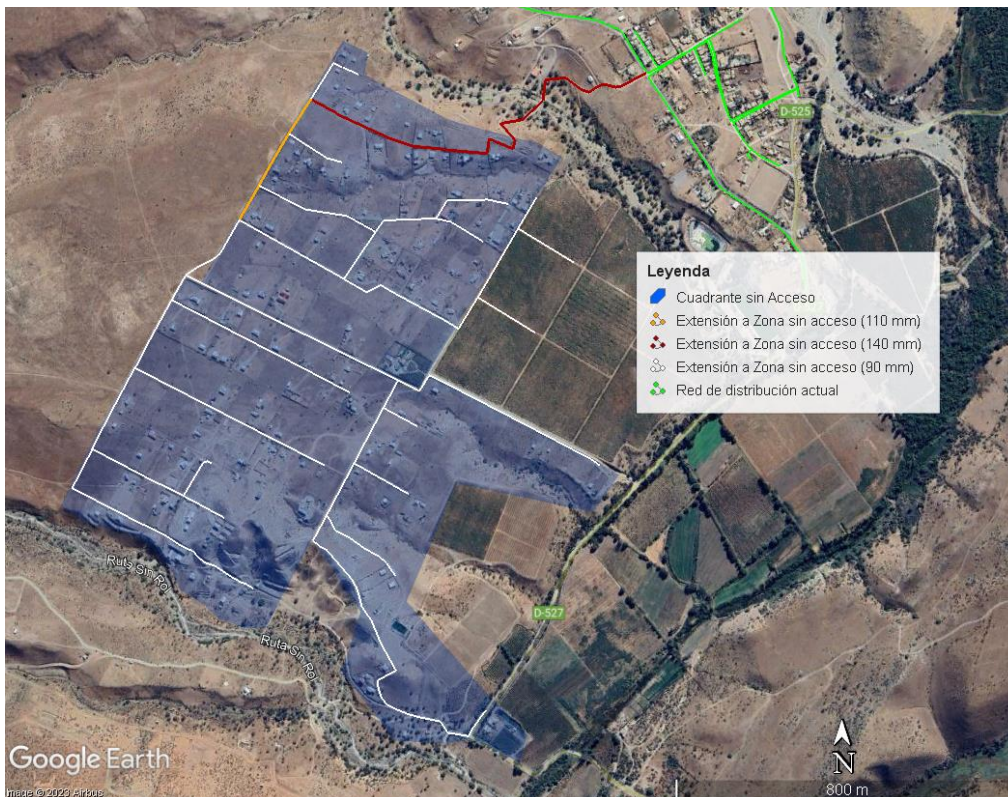


Figura 48. Distribución de diámetros en sector 2 (Zona sin acceso), Villorrio El Talhuén.

Por el relieve del terreno, en la extensión de la red en el sector 2, se tuvo que implementar una cámara de elevación de agua en el punto A16. La bomba para realizar la elevación, sin considerar posibles errores en los datos de topografía o sobrestimaciones de seguridad, debe ser capaz de elevar 10 metros con 1 litro. De igual forma se recomienda tener una de una potencia mayor por motivos de seguridad y posibles fallos en los datos, pero no puede superar capacidades de elevación de 23 metros para 1 litro. En la Figura 49 se bosquejan las curvas de las bombas, en el caso de la menos potente (a) y la más potente (b) viable.

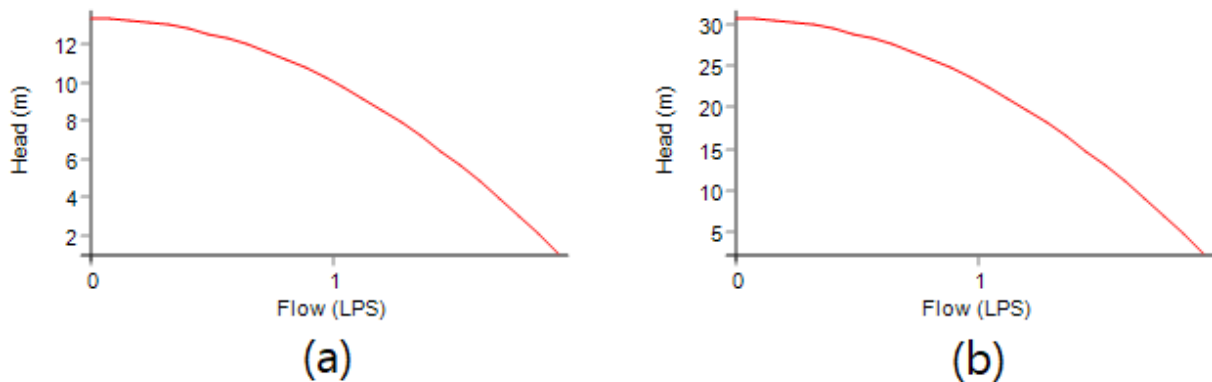


Figura 49. Curvas viables de bomba, Villorrio El Talhuén. (a) Curva de la bomba de menos potencia. (b) Curva de la bomba de más potencia.

Esta bomba deberá elevar caudales del orden de 1,3 l/s. Este valor no tiene mayores variaciones en el tiempo, ya que el sector al que alimenta ya se encuentra completamente loteado y en proceso de construcción, por lo que en un principio no deberían acoplarse nuevas construcciones.

De igual forma que se necesitaron bombas por las variaciones del relieve, se necesitó implementar una cámara reguladora de presiones para cumplir la normativa de presiones. Esta cámara se ubica en A28, y la presión se debe establecer a 20 mca aproximadamente. La cámara reguladora de presiones ya existente, en C3, debe permanecer con la configuración actual que debería limitar la presión a 55 mca aproximadamente.

Finalmente, se definen los cuarteles asociados a las nuevas extensiones de la red de distribución. En la Tabla 5-V se muestra un detalle de estos y en Anexo H se especifican sus extensiones y cámaras asociadas.

Tabla 5-V. Resumen de cuarteles implementados en extensión de red, Villorrio El Talhuén.

Cuartel	Periodo de implementación (años)	Largo (m)
1	3	858
2	5	365
3	5	275
4	5	1565
5	5	1522
6	5	1907

7	5	1252
8	5	997
9	5	1193
1 (v2)	20	1586
10	20	1656
11	20	1723
12	20	340
13	20	1250
14	20	1423
3 (v2)	20	645
15	20	702
16	20	392

Los definidos como cuartel 1 y 3 poseen dos versiones porque estos se extienden al extenderse la red de distribución al largo de los años.

## 5.2 Vida Nueva

Recopilando lo descrito en el capítulo 4.3 del informe, respecto al sistema de APR Vida Nueva, tenemos que la expansión de la red de distribución es el problema que podemos afrontar. Se detallarán los caudales, volúmenes y modificaciones necesarias para el funcionamiento proyectado del APR.

Comenzando con los volúmenes de almacenamiento requeridos, en la Tabla 5-VI se muestran como varían estos anualmente hasta 2046. En este caso la cobertura de la red es muy cercana al 100%, por lo que se completa en la situación base de 3 años al futuro. Los años 2026, 2028 y 2046 corresponden a los escenarios modelados en el capítulo 4.2.2.

*Tabla 5-VI. Proyecciones anuales de arranques y vol. de almacenamiento, Vida Nueva.*

<b>Año</b>	<b>Pob. Total</b>	<b>Arranques</b>	<b>Caudal medio diario(l/s)</b>	<b>Volumen (m<sup>3</sup>)</b>
2023	678	152	1,10	28
2024	706	159	1,65	43
2025	734	165	1,72	45
2026	765	192	2,00	52
2027	796	199	2,08	54
2028	828	207	2,16	56
2029	861	216	2,25	58
2030	895	224	2,34	61
2031	931	233	2,43	63
2032	968	242	2,53	65
2033	1007	252	2,63	68
2034	1047	262	2,73	71

2035	1089	273	2,84	74
2036	1133	284	2,96	77
2037	1178	295	3,07	80
2038	1225	307	3,20	83
2039	1274	319	3,32	86
2040	1325	332	3,46	90
2041	1378	345	3,60	93
2042	1433	359	3,74	97
2043	1491	373	3,89	101
2044	1550	388	4,05	105
2045	1612	403	4,21	109
2046	1677	420	4,38	113

En base a estos datos, se sugiere construir un estanque elevado de 100 m<sup>3</sup> elevado a 25 m para llegar a la demanda estimada a 2046. Este estanque, en conjunto con el existente, podrá suplir la demanda requerida a 2046 bajo los estándares de la normativa chilena. Estos planos son aprobados y publicados por la DOH, pero deben ser verificados y adecuados con un estudio de mecánica de suelos y un estudio topográfico del sector. En Anexos<sup>22</sup> se adjuntan los planos de detalle de un estanque de 100 m<sup>3</sup> a 25 m.

Respecto a la fecha en que se debe implementar el nuevo estanque, tenemos que el sistema de APR Vida Nueva actualmente está actuando sobre exigido respecto a su almacenamiento. Por este motivo se recomienda construir un nuevo estanque de manera urgente y que sea el mencionado en el párrafo anterior, esto permitirá asegurar su correcto funcionamiento hasta 2046.

En la Figura 50 se muestra el comportamiento del caudal medio y el volumen de almacenamiento en función del número de arranques activos en la red de distribución.

---

<sup>22</sup> Los planos se dividen entre Anexo W, Anexo X, Anexo Y, Anexo Z, Anexo AA y Anexo BB.

### Caudales y Volúmenes vs N° de arranques, APR Vida Nueva.

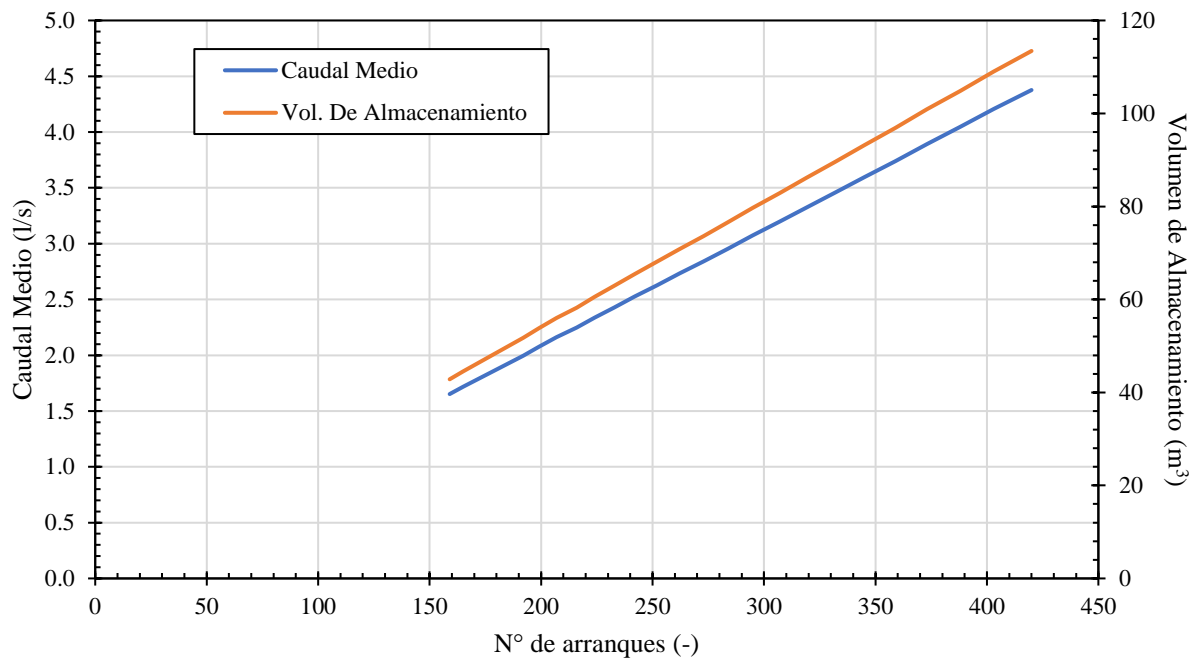


Figura 50. Caudales medios y Volúmenes de Almacenamiento ante variaciones del N° de arranques atendidos, APR Vida Nueva.

Con las demandas de aguas y volúmenes establecidos, revisamos las modificaciones necesarias en la red de distribución de agua. Solo modificando un tramo de la red, se hace necesario cambiar el tramo entre N1 y N13 por una tubería de PVC 90 mm (PN 10). Lo anterior se representa en la Figura 51 y muestra el reemplazo de 1 Km de red aproximadamente.



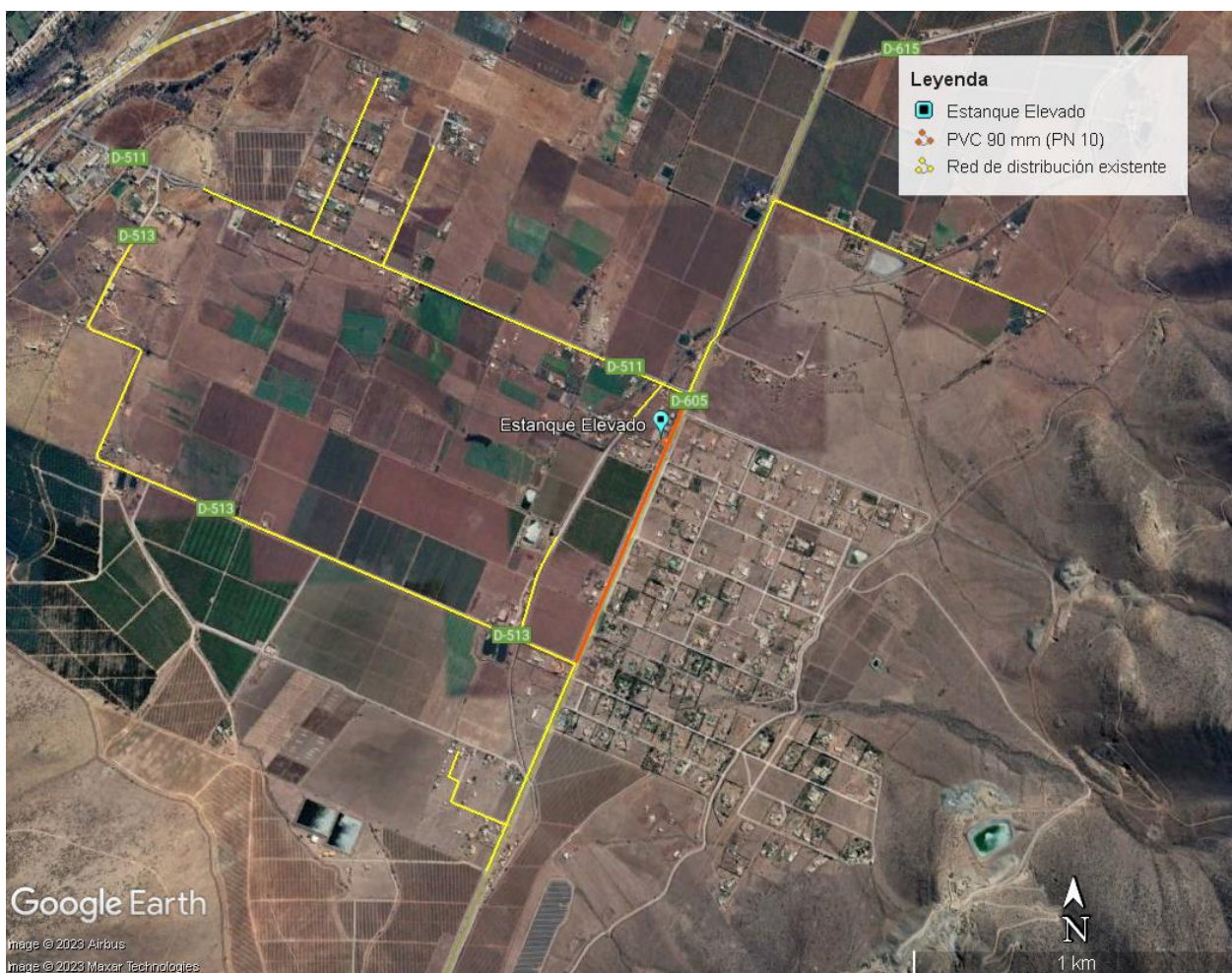


Figura 51. Cambios en la red de distribución existente, Vida Nueva.

Este nuevo tramo de 90 mm incluye el inicio de la red, desde el estanque, ya que su necesidad resulta de la creciente magnitud de demanda de agua. Para satisfacer la magnitud de agua demandada en el escenario proyectado (año 2046) se hace necesario tener tuberías de mayor diámetro y las de 90 mm, siendo las de menor diámetro permitidas en la norma, cumplen para transportar el agua necesaria.

Respecto al momento estimado para el cambio de la red de distribución se recomienda hacerlo lo antes posible. En ambos de los escenarios base modelados, a 3 y a 5 años, no es estrictamente necesario modificar la red de distribución existente. Pese a esto se recomienda hacer el cambio de manera temprana, pues es compatible y evitaría de manera anticipada posibles fallos de presión en la red de distribución.

En cuanto a la sentina que existe en la red de distribución, se comprobó con los modelos las características que debe poseer las bombas de la sentina. En la Figura 52 se muestran las curvas asociadas a las bombas, en Figura 52 (a) se muestra las características mínimas actuales y en la Figura 52 (b) se muestran las características mínimas en el escenario proyectado (año 2046).

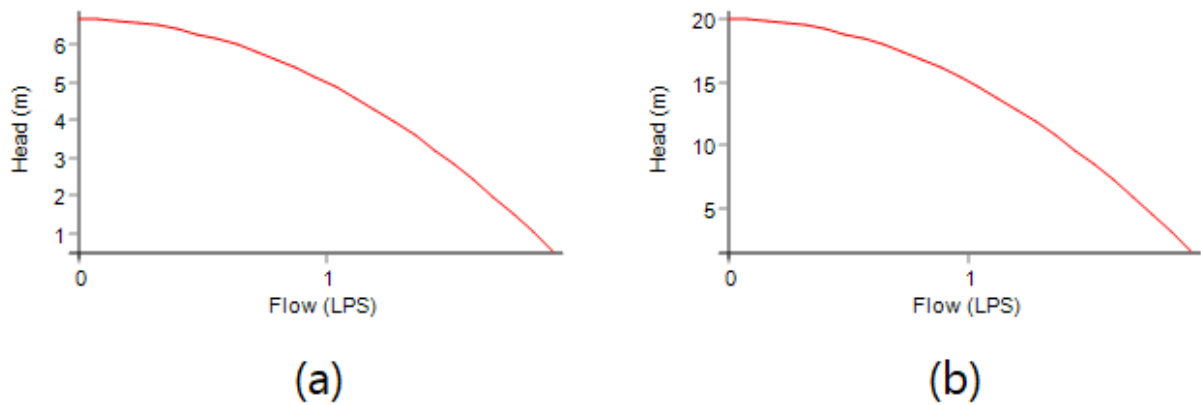


Figura 52. Curvas viables de bomba, Vida Nueva. (a) Curva mínima de la bomba actual. (b) Curva mínima de la bomba proyectada.

El flujo del cual es responsable la sentina es relativamente bajo, según lo modelado aproximadamente 0,02 l/s hoy en día y 0,3 l/s en el escenario proyectado. Debido a esto se explica el bajo requerimiento que se tiene sobre la sentina en ambos casos. La bomba actual sirve en los dos primeros escenarios modelados, 3 y 5 años, pero se hace necesario su cambio para los siguientes. Por lo tanto, se recomienda el cambio temprano a una bomba que sea capaz de elevar al menos 15 m para un litro.

Sobre los materiales de las tuberías, tenemos que el operador del sistema de APR Vida Nueva informa que estas son de PVC y de clase 6. Esto último nos señala que las tuberías, por diseño, soportan hasta 60 mca aproximadamente, lo que es menor a los 70 mca que exige la norma. Esto provocaría que actualmente varios sectores tendieran a fallar pues se encuentra por sobre las presiones de diseños de las tuberías.

De todas formas, si realmente fuera el caso de ser tuberías de clase 6 se tendrían constantes fallas en los extremos de la red, lo cual no es lo que reporta el comité del sistema APR. Por lo que es probable que esta información sea errónea, pero de todas formas es necesario verificar esta información.

Para terminar, en la Tabla 5-VII se muestran los cuarteles que conforman las nuevas extensiones de la red de distribución. Los detalles de los puntos implicados en cada cuartel están en Anexo P.

*Tabla 5-VII. Resumen de cuarteles implementados en la extensión de red, Vida Nueva.*

<b>Cuartel</b>	<b>Periodo de implementación (años)</b>	<b>Largo (m)</b>
1	3	1013
2	20	435
3	20	1166
4	20	1924
5	20	554
6	20	653
7	20	1117
8	20	1063
9	20	716
10	20	287

### 5.3 Estimación económica

La estimación económica se realiza a partir de los datos de 4 proyectos de carácter privado, cuyos principales elementos se resumen en el Anexo Q, Anexo R, Anexo S y Anexo T. Promediando los datos obtenidos a partir de los proyectos, obtenemos la Tabla 5-VIII.

*Tabla 5-VIII. Resumen de presupuestos estimativos (valores unitarios).*

<b>Campo</b>	<b>Unidad</b>	<b>Subcampo</b>	<b>Precio Unitario (CLP)</b>	<b>Cantidad/m</b>
Instalación de Faenas	Gl	-	46.843.925	-
Mov. Tierras	m <sup>3</sup>	Excavación	14.059	1,319
		Rellenos	13.186	1,325
		Retiro Excedentes	7.410	0,578
Tuberías	m	D = 160 mm	9.374	-
		D = 200 mm	14.651	-
		D = 250 mm	22.763	-
		D = 315 mm	29.572	-
		D = 400 mm	25.780	-
Instalación Tuberías	m	D = 160 mm	13.688	-
		D = 200 mm	16.078	-
		D = 250 mm	18.759	-
		D = 315 mm	20.531	-
		D = 400 mm	20.624	-
Válvulas y piezas	Kg	Piezas	4.789	2,877

	N°	Uniones	103.407	0,005
		V. Corte	196.539	0,006
		Grifos	318.530	0,004
		V. Ventosa	750.000	0,002
Instalación válvulas y piezas	N°	Uniones	24.437	0,117
		V. Corte	28.978	0,006
		Grifos	85.882	0,004
		V. Ventosa	75.000	0,004
Obras de Hormigón	N°	Cámaras	1.486.207	0,006
	m <sup>3</sup>	Machones/Apoyos	50.411	0,019
Arranques	m	Tuberías	39.179	-
	N°	Instalaciones	220.649	-
Pavimentos	m <sup>2</sup>	Roturas y Reposición	25.519	1,685
	m	Soleras	17.436	0,100
Conexiones a red existente	N°	-	178.130	-
Est. Reductora de Presiones	N°	Obra Completa	41.774.355	-
Gastos Generales	%	-	27,5	-
Utilidades	%	-	15	-
Insp. Téc. Obra (I.T.O.)	-	-	41.494.640	-

*En cuanto a cada sistema APR tenemos que las extensiones de tuberías a implementar y los arranques a instalar se presentan en la Tabla 5-IX y*

Tabla 5-X respectivamente.

*Tabla 5-IX. Largos de tuberías a implementar, por diámetro, en cada sistema APR.*

Diámetro Ext. Tubería (mm)	Largo (m)	
	Villorrio El Talhuén	Vida Nueva
90	18684	10304
110	328	-
140	1025	-
160	1975	-
Total	22012	10304

*Tabla 5-X. N° de arranques a implementar a 2046 en cada sistema de APR.*

<b>Sistema APR</b>	<b>Arranques por implementar (N°)</b>
Villorrio El Talhuén	554
Vida Nueva	228

Con esto se estima que los gastos necesarios para completar la infraestructura necesaria a 2046 son de \$4.758.755.477 para el sistema APR Villorrio El Talhuén y de \$2.195.493.527 para el sistema APR Vida Nueva. Los detalles de los cálculos individuales se encuentran en los Anexo U y Anexo V respectivamente.

Cabe destacar que, pese a que son montos elevados, estos pueden ser graduales o por partes y solo estiman las implementaciones necesarias en la red de distribución, no incluyen estanques.

## 6 Conclusiones y Recomendaciones

Los sistemas de APR en Chile, pese a que su infraestructura es construida por el estado, su funcionamiento es autónomo y gestionado por comités formados por los usuarios de estos. Esta forma de actuar, sin el debido asesoramiento técnico y de gestión, genera problemas en el sistema APR y, en general, un servicio distinto al que ofrecen las empresas concesionarias en las zonas urbanas del país. Esto se debe a la falta de profundidad en la capacitación que se les proporciona a los comités al momento de manejar los sistemas de agua potable rural, ya sea de carácter administrativa o técnica, pues no da abasto a los diversos desafíos que se les presentan durante los años. Se les da una capacitación suficiente para el funcionamiento regular del sistema de agua potable, pero actualmente necesitan un apoyo técnico extra para resolver problemas de mayor complejidad. A esto se le suma que, debido al carácter electivo en sus miembros, sus miembros muchas veces son transitorios en la vida del sistema del APR, provocando que se deban volver a capacitar, aprender cómo funciona todo y da facilidades a la pérdida de información propia del sistema de APR en los cambios de sus funcionarios en los distintos cargos. Por otro lado, se tiene que las remuneraciones de los operadores y funcionarios de los sistemas de APR no son particularmente altos provocando que solo le puedan dedicar tiempo dentro de sus propias posibilidades. Una opción para solucionar lo anterior es proveer una supervisión técnica permanente que verifique el correcto funcionamiento de los sistemas.

Respecto a los financiamientos, los sistemas de APR cobran relativamente poco manteniendo valores para asegurar su funcionamiento y mantenimiento, porque además son instituciones sin fines de lucro. Esto provoca que tengan que recurrir a terceros para realizar extensiones o grandes modificaciones en su infraestructura. Los organismos que financian estas inversiones suelen ser la DOH, el MOP o a sus respectivas autoridades municipales.

Todo lo anterior provoca que no siempre en los sistemas de APR se tenga claridad de cómo proceder ante diversas eventualidades que pueden enfrentar, que se pierda información a través de los años, haya respuestas lentas ante sus eventuales necesidades y tengan autonomía limitada económicamente, entre otros. Por otro lado, esto genera que las personas que son usuarias de estos sistemas sufran diversas dificultades como retrasos en su acoplamiento a la red de distribución, posibles inestabilidades en el servicio y posibles respuestas lentas ante fallas en la red.

Los sistemas de APR en estudio hoy en día se enfrentan al crecimiento natural de su población bajo condiciones de escasez hídrica y restricciones impuestas por el estado debido a la escasez de precipitaciones en la zona. Esto provoca que tener fuentes de agua aptas para la demanda futura sea un mayor desafío para los próximos años, lo que se deberá afrontar activamente una vez que se levanten las restricciones al respecto.

El sistema de APR Villorrio El Talhuén actualmente no cuenta con derechos de aprovechamiento de agua (DAA), tiene una baja cobertura de la población total del sector y la calidad de su fuente de agua está ligada a la escorrentía de la Quebrada Tamaya, condicionando la disponibilidad para el tratamiento de esta.

Por consecuencia se definieron diseños conceptuales de la red de distribución que incluyen a aquellos que no se encuentran actualmente conectados a la red de distribución y se estimó la extensión de esta ante el crecimiento natural de la población. Incluyendo las modificaciones pertinentes en la red de distribución actual. Respecto a la calidad del agua frente a crecidas en la Quebrada Tamaya se recomienda el uso de estanques auxiliares para afrontar los periodos sin disponibilidad de producción de agua.

El sistema de APR Llanos de la Chimba – Vida Nueva tampoco cuenta con derechos de aprovechamiento de agua, pero ya comenzó los trámites pertinentes en 2013. En cuanto a su fuente de agua, se tiene que presentó un comportamiento inestable en la profundidad del pozo durante los últimos años, pero actualmente muestra indicios de haberse estabilizado.

En cuanto a la fuente de agua, se recomienda mantener la fuente actual, pues ya se tiene todo implementado para usarla, actualmente ha mostrado comportamientos estables en la profundidad del pozo. De manera opcional se recomienda instalar algún instrumento con telemetría para tener registros del nivel del pozo y evitar el daño en las bombas de impulsión. De manera análoga al sistema de APR anterior, se realiza un modelamiento para asegurar el funcionamiento futuro del APR, resultando en: tramos de red existente a reemplazar para satisfacer la demanda de agua, los volúmenes de agua que deberán tener a futuro como estanques, requerimientos en las bombas de la red y un diseño conceptual de cómo podría crecer la red de distribución a lo largo de los años (hasta 2046).

Respecto a los derechos de aprovechamiento de agua, ambos sistemas de APR no poseen derechos aprobados, pero dado que se encuentran activas las restricciones de escasez hídrica activas del gobierno y no tienen extracciones de agua cercanas (con DAA) para comprar sus DAA. Se recomienda esperar y, una vez que se levanten las restricciones, hacer los trámites para obtener los DAA correspondientes.

Concluyendo, se recomienda que los sistemas de APR sigan las recomendaciones dictadas en este informe (capítulo 5) teniendo siempre presente que:

- ❖ Son hechas en base a una ingeniería conceptual de los problemas. Lo que causa que los valores entregados sean una guía aproximada de como deberían ser las cosas, pero para hacerlas efectivas se debe pasar por una ingeniería más detallada y con sus estudios correspondientes.
- ❖ Para postular a financiamientos o solicitarlos, en general, se deberá confeccionar carpetas de proyectos completas. Esto implica confecciones de planos, realizar levantamientos topográficos y estudios de mecánica de suelos, entre otros. Esto pide una inversión inicial, pero permite que se avancen con los diseños a un nivel más avanzado de ingeniería, completando las carpetas de los proyectos.

Considerando estos últimos puntos, los sistemas de APR pueden comenzar a prepararse de manera gradual para los posibles cambios que pueden tener a hacia 2046. En la Tabla 6-I se realiza una breve recopilación de las modificaciones necesarias en las redes actuales y en la Tabla 6-II los valores económicos totales para todas las modificaciones necesarias. El presupuesto es de carácter estimativo y con una ingeniería de detalle se debe actualizar y refinar. Para mayores detalles revisar el capítulo 5.

Tabla 6-I. Resumen de modificaciones estimadas en las redes de distribución actuales.

APR	Largo (Km)	Material	Nuevo Diámetro (mm)	Motivo	Cuando
Villorrio El Talhuén	2,0	HDPE	160	Necesario para que pueda fluir la suficiente agua desde el estanque. La tubería de 63 mm actual no tendrá la capacidad suficiente.	Para la situación Base (3 años).
	1,3	PVC	90	Es un sector con potencial constructivo superior a la cantidad posible de agua que puede fluir actualmente.	Idealmente lo antes posible, sino en cuanto se exista un crecimiento de arranques, no aislado, del sector a modificar.
Vida Nueva	1,0	PVC	90	En un futuro se requerirá que fluya mayor cantidad de agua desde el estanque hacia las distintas ramas de la red.	Lo antes posible, pero existe un margen de al menos 5 años para hacerlo.

Tabla 6-II. Totales en presupuesto estimativo para red de distribución a 2046.

Sistema APR	Presupuesto estimativo total (CLP)
Villorrio El Talhuén	4.758.755.477
Vida Nueva	2.195.493.527

Finalmente, los estanques recomendados para el futuro son un estanque metálico de 100 m<sup>3</sup> elevado a 25 m en el sistema APR Vida Nueva e igualmente en el sistema de APR Villorrio El Talhuén, pero en este último se suma la construcción de un estanque de hormigón armado de 200m<sup>3</sup> elevado a 25 m. En ambos casos se sugiere la construcción inmediata, ya que actualmente ambos sistemas de APR están funcionando al límite de su capacidad.

Ahora bien, cabe indicar que durante la confección de este trabajo de título no se consideró la posibilidad de cambiar el lugar físico en que se encuentran los estanques, limitando a estos últimos como solo estanques elevados para conservar las presiones correctas. Pero de contar con acceso a un terreno más elevado en cota, se puede evaluar la opción de utilizar estanques semienterrados que son más económicos que los elevados.



## 7 Bibliografía

- Arellano Hernández, M. P. (2021). *Estudio de las Variables que influyen en la Escasez Hídrica en la zona norte de Chile y Análisis crítico de los Planes Existentes*. Universidad de Chile.
- Center for Climate and Resilience Research (CR2). (7 de Mayo de 2021). *Cápsula climática: ¿Sequía o Megasequía?* Obtenido de Sitio web del CR2: <https://www.cr2.cl/capsula-climatica-sequia-o-megasequia/>
- Chacón Zenteno, M. J. (2021). *Análisis del funcionamiento del programa de Agua Potable Rural (APR) ante problemas de abastecimiento y ausencia de Saneamiento en la zona sur de Chile: Caso del APR Bahía Mansa*. Universidad de Chile.
- Departamento de Conservación y Protección de Recursos Hídricos (DCPRH). (2017). *Diagnóstico de la calidad de las aguas subterráneas de la región de Coquimbo*. MOP.
- Dirección General de Aguas. (06 de Julio de 2022). Decreto MOP N° 109. *Declara zona de Escasez Hídrica a la región de Coquimbo*. Chile: MOP.
- Dirección General de Aguas. (06 de Julio de 2023). Decreto MOP N° 123. *Prorroga Decreto MOP N° 109, de 6 de julio de 2022 que Declara zona de Escasez Hídrica a la región de Coquimbo*. Chile: MOP.
- Environmental Protection Agency (EPA). (2000). The History of Drinking Water Treatment. *Office of Water*, 5.
- Fundación Amulén. (2019). *Pobres de Agua. Radiografía del agua rural de Chile: Visualización de un problema oculto*.
- Fundación Amulén. (2019). *Sequía: La brecha más profunda*.
- Fundación Amulén. (2021). *Educación sin Agua: Una realidad invisible*.
- Hall, E. L., & Dietrich, A. M. (2000). A Brief History of Drinking Water. *Opflow*, 4.
- Instituto Nacional de Estadísticas (INE). (2019). *Ciudades, pueblos, aldeas y caseríos 2019*. INE.
- Instituto Nacional de Estadísticas (INE). (2019). *Estimaciones y Proyecciones de la Población de Chile 2002-2035 Totales Regionales, Población Urbana y Rural*.
- Instituto Nacional de Normalización (INN). (29 de Diciembre de 1997). NCh 1104:1998. *Ingeniería sanitaria - Presentación y contenido de proyectos de agua potable y alcantarillado*. Chile: INN.
- Instituto Nacional de Normalización (INN). (23 de Mayo de 2004). NCh 398/1. Of2004. *Tuberías y accesorios de polietileno (PE) para agua potable -Requisitos - Parte 1: Tuberías*. Chile: INN.

- Instituto Nacional de Normalización (INN). (22 de 11 de 2005). NCh 399:2005. *Tuberías de poli(cloruro de vinilo) (PVC) rígido, para conducción de fluidos a presión - Requisitos y métodos de ensayo*. Chile: INN.
- Instituto Nacional de Normalización (INN). (26 de Julio de 2005). NCh 409/1. *Agua Potable - Parte 1 - Requisitos*. Chile: INN.
- Instituto Nacional de Normalización (INN). (16 de Diciembre de 2011). NCh 399:2011. *Sistemas de tuberías plásticas para suministro de agua bajo presión, enterrado o superficial - Tuberías de poli (cloruro de vinilo) no plastificado (PVC-U) - Requisitos*. Chile: INN.
- Instituto Nacional de Normalización (INN). (19 de Mayo de 2015). NCh 691:2015. *Agua potable - Producción, conducción, almacenamiento y distribución - Requisitos de diseño*. Chile: INN.
- Ministerio de Obras Públicas. (21 de Junio de 1989). DFL 382. *Ley General de Servicios Sanitarios*. Chile.
- Ministerio de Obras Públicas. (14 de Febrero de 2017). Ley 20998. *Regula los Servicios Sanitarios Rurales*. Chile.
- Ministerio de Obras Públicas. (2020). *Sustentabilidad de asentamientos humanos rurales en Chile. Análisis desde los Sistemas Sanitarios Rurales - Cuenca del Limarí*. MOP.
- Ministerio de Obras Públicas. (2023). *Manual de Proyectos de Agua Potable Rural*.
- Ministerio del Medio Ambiente. (9 de Noviembre de 2022). *Cambio climático: Chile sumará 14 años consecutivos de sequía y proyectan aumento en olas de calor*. Obtenido de Sitio web del Ministerio del Medio Ambiente: <https://mma.gob.cl/cambio-climatico-chile-sumara-14-anos-consecutivos-de-sequia-y-proyectan-aumento-en-olas-de-calor/>
- Rivera, H., Dominguez, E., Marin, R., & Venegas, R. (2004). *Metodología para el Cálculo del Índice de Escasez de Agua Superficial*. Lima, Perú: Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI).
- Scott, G. R. (1955). Short History of Filter Construction and Operation. *American Water Works Association (AWWA)*, 749-752.
- Senado de la República de Chile. (2019). *Informe de análisis Cobertura y consumo de Agua Potable en Chile*.
- Solorzano, D. P. (2011). *Región de Coquimbo Patente n° VPC-0402-14*.
- Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS). (2022). *Informe de Gestión del Sector Sanitario*.
- Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS). (s.f.). *Historia del sector sanitario en Chile*. Obtenido de Sitio web de la SISS: <https://www.siss.gob.cl/586/w3-article-3681.html>
- UTP HIDRICA - ERIDANUS. (2020). *Plan Estratégico de Gestión Hidrica en la cuenca de Limarí*. MOP.

World Health Organization (WHO). (13 de Septiembre de 2023). *Drinking-water*. Obtenido de World Health Organization (WHO): <https://www.who.int/news-room/factsheets/detail/drinking-water>

## **8 Anexos**

Anexo A: Fotos de sistema de APR Villorrio El Talhuén<sup>23</sup>.



(a)



(b)



(c)

<sup>23</sup> (a) Identificación de recinto de administración/extracción/tratamiento del sistema de APR. (b) Fuente de agua: Noria. (c) Tratamiento: inyección de cloro. (d) Almacenamiento: Estanque elevado.

(d)



Anexo B: Coordenadas elementos de red de distribución actual, Villorrio El Talhuén.

Punto	Diámetro (mm)	Cota (m.s.n.m.)	Material	Coordenada S	Coordenada W	Descripción
C1	63	278	HDPE	30° 33,384	71° 17,107	Cámara con v. ventosa
C2	63	273	HDPE	30° 33,464	71° 17,004	Cámara con v. corte
C3	63	256	HDPE	30° 33,587	71° 16,751	Cámara reguladora de presión
C4	63	255	HDPE a PVC	30° 33,621	71° 16,635	Cámara con v. corte y T (comunica la nueva red con la antigua)
N1	63	253	PVC	30° 33,615	71° 16,623	T
C5	63	254	PVC	30° 33,618	71° 16,620	Cámara con v. corte
N2	63	251	PVC	30° 33,602	71° 16,597	T
C6	63	252	PVC	30° 33,608	71° 16,595	Cámara con v. corte
C7	63	253	PVC	30° 33,579	71° 16,551	Cámara con v. corte + desagüe
C8	63	255	PVC	30° 33,624	71° 16,638	Cámara con v. corte
N3	63	255	PVC	30° 33,624	71° 16,640	T (recibe el agua de E1)
C9	63	255	PVC	30° 33,626	71° 16,642	Cámara con v. corte
C10	63	256	PVC	30° 33,641	71° 16,675	Cámara con v. corte
N4	63	256	PVC	30° 33,642	71° 16,674	T
C11	63	257	PVC	30° 33,637	71° 16,679	Cámara con v. corte
N5	63	257	PVC	30° 33,594	71° 16,711	Final (Tapón)
N6	63	256	PVC	30° 33,652	71° 16,691	Codo
C12	63	246	PVC	30° 33,918	71° 16,459	Cámara con v. corte + desagüe
N7	63	249	PVC	30° 33,763	71° 16,495	Final (Tapón)

C13	63	251	PVC	30° 33,750	71° 16,527	Cámara con T + desagüe
N8	63	251	PVC	30° 33,742	71° 16,539	T
N9	63	252	PVC	30° 33,750	71° 16,545	Codo
N10	63	251	PVC	30° 33,756	71° 16,536	Final (Tapón)
N11	63	253	PVC	30° 33,709	71° 16,564	T
C14	63	255	PVC	30° 33,708	71° 16,562	Cámara con v. corte
N12	63	250	PVC	30° 33,649	71° 16,605	Final (Tapón)
C15	63	244	PVC	30° 33,662	71° 16,469	Cámara con T + v. corte
N13	63	245	PVC	30° 33,663	71° 16,470	T
C16	63	244	PVC	30° 33,675	71° 16,467	Cámara con v. corte + desagüe
N14	63	244	PVC	30° 33,674	71° 16,468	Codo
C17	63	256	PVC	30° 33,582	71° 16,498	Cámara con v. corte + desagüe
C18	63	259	PVC	30° 32,991	71° 16,729	Cámara con T + v. corte
C19	63	263	PVC	30° 32,853	71° 16,785	Cámara con v. corte + Ventosa + Final (Tapón)
N15	63	292	PVC	30° 33,105	71° 16,986	Final (Tapón)



Anexo C: Puntos y demandas asociadas por escenario, Villorrio El Talhuén.

Momentos de Implementación

Actual	B. (3 años)	A 5 años	Proyectado
--------	-------------	----------	------------

Punto	Cota [m.s.n.m.]	Arranques asociados				Caudal asociado (l/s)			
		Hoy	Base (3 años)	A 5 años	Proyectado (23 años)	Hoy	Base (3 años)	A 5 años	Proyectado (23 años)
E2	309	0	0	0	0	0,000	0,000	0,000	0,000
A1	304	1	3	3	4	0,004	0,052	0,052	0,047
A2	306	5	6	6	7	-	0,104	0,105	0,082
A3	306	5	5	5	6	-	0,087	0,087	0,070
A4	303	4	4	4	5	-	0,069	0,070	0,058
A5	304	2	3	3	4	-	0,052	0,052	0,047
A6	294	4	4	4	5	-	0,069	0,070	0,058
C1	278	0	2	2	4	0,000	0,035	0,035	0,047
C2	273	0	3	3	4	0,000	0,052	0,052	0,047
C3'	256	0	0	0	0	0,000	0,000	0,000	0,000
C3	256	3	4	4	4	0,011	0,069	0,070	0,047
C4	255	0	0	0	0	0,000	0,000	0,000	0,000
A7	255	3	3	3	3	0,011	0,052	0,052	0,035
C8	255	0	0	0	0	0,000	0,000	0,000	0,000
N3	255	1	1	1	1	0,004	0,017	0,017	0,012
E1	256	0	0	0	0	0,000	0,000	0,000	0,000
C9	255	2	2	2	3	0,007	0,035	0,035	0,035
N4	256	1	1	1	1	0,004	0,017	0,017	0,012
C10	256	0	0	0	0	0,000	0,000	0,000	0,000
C11	257	5	5	5	6	0,018	0,087	0,087	0,070
N5	257	5	5	5	6	0,018	0,087	0,087	0,070

N6	256	0	0	0	2	0,000	0,000	0,000	0,023
C12	246	3	4	4	5	0,011	0,069	0,070	0,058
N1	253	0	0	0	0	0,000	0,000	0,000	0,000
C5	254	3	3	3	3	0,011	0,052	0,052	0,035
N12	250	6	6	6	7	0,022	0,104	0,105	0,082
N2	251	2	2	2	2	0,007	0,035	0,035	0,023
C7	253	2	2	2	3	0,007	0,035	0,035	0,035
C6	252	0	1	1	2	0,000	0,017	0,017	0,023
N11	253	0	0	0	2	0,000	0,000	0,000	0,023
N8	251	5	5	5	5	0,018	0,087	0,087	0,058
C13	251	2	2	2	3	0,007	0,035	0,035	0,035
N7	249	2	2	2	4	0,007	0,035	0,035	0,047
N9	252	0	0	0	1	0,000	0,000	0,000	0,012
N10	251	1	1	1	1	0,004	0,017	0,017	0,012
C14	255	5	5	5	5	0,018	0,087	0,087	0,058
N13	245	0	0	0	0	0,000	0,000	0,000	0,000
N14	244	0	0	0	0	0,000	0,000	0,000	0,000
C16	244	1	1	1	3	0,004	0,017	0,017	0,035
C15	244	2	2	2	4	0,007	0,035	0,035	0,047
C17	256	0	2	2	5	0,000	0,035	0,035	0,058
C18	259	3	3	3	5	0,011	0,052	0,052	0,058
C19	263	3	4	4	6	0,011	0,069	0,070	0,070
N15	292	3	3	3	4	0,011	0,052	0,052	0,047
O1	298	3	4	4	7	0,011	0,069	0,070	0,082
O2	266	6	7	7	7	0,022	0,121	0,122	0,082
O3	255	13	13	12	12	0,047	0,226	0,210	0,140
O4	253	3	5	5	6	0,011	0,087	0,087	0,070
O5	252	5	5	5	5	0,018	0,087	0,087	0,058
O6	248	3	4	4	4	0,011	0,069	0,070	0,047
O7	246	6	7	7	8	0,022	0,121	0,122	0,093

O8	252	7	7	7	8	0,025	0,121	0,122	0,093
O9	251	4	5	5	6	0,014	0,087	0,087	0,070
O10	248	16	16	15	15	0,058	0,278	0,262	0,175
O11	254	5	5	5	7	0,018	0,087	0,087	0,082
O12	268	4	4	4	5	0,014	0,069	0,070	0,058
O13	299	3	4	4	5	-	0,069	0,070	0,058
O14	256	2	2	3	4	-	-	0,052	0,047
O15	265	3	3	4	4	-	-	0,070	0,047
O16	270	3	3	3	4	-	-	0,052	0,047
O17	272	3	3	4	4	-	-	0,070	0,047
A8	274	2	2	2	4	-	-	0,035	0,047
O18	263	3	3	3	3	-	-	0,052	0,035
A9	262	1	1	1	2	-	-	0,017	0,023
A10	286	2	2	2	4	-	-	0,035	0,047
O19	284	2	2	3	3	-	-	0,052	0,035
A11	279	4	4	4	4	-	-	0,070	0,047
A12	290	2	2	2	4	-	-	0,035	0,047
O20	286	2	2	3	4	-	-	0,052	0,047
O21	281	2	2	2	4	-	-	0,035	0,047
A13	272	5	5	5	5	-	-	0,087	0,058
A14	262	4	4	4	4	-	-	0,070	0,047
A15	267	4	4	4	4	-	-	0,070	0,047
A16	292	4	4	3	4	-	-	0,052	0,047
O22	290	4	4	5	5	-	-	0,087	0,058
A43	287	1	1	3	4	-	-	0,052	0,047
O23	283	4	4	4	4	-	-	0,070	0,047
A17	277	3	3	4	4	-	-	0,070	0,047
A18	297	2	2	2	4	-	-	0,035	0,047
A19	299	2	2	2	4	-	-	0,035	0,047
O24	294	5	5	5	5	-	-	0,087	0,058

O25	289	3	3	4	4	-	-	0,070	0,047
A20	283	4	4	4	4	-	-	0,070	0,047
A21	300	3	3	4	5	-	-	0,070	0,058
O26	293	2	2	4	6	-	-	0,070	0,070
O27	289	5	5	6	6	-	-	0,105	0,070
A22	281	2	2	3	4	-	-	0,052	0,047
A23	291	1	1	2	3	-	-	0,035	0,035
O28	287	3	3	3	4	-	-	0,052	0,047
A24	284	3	3	3	4	-	-	0,052	0,047
A25	291	0	0	0	2	-	-	0,000	0,023
A26	287	1	1	1	3	-	-	0,017	0,035
O29	274	2	2	2	4	-	-	0,035	0,047
O30	267	3	3	3	4	-	-	0,052	0,047
A27	255	3	3	3	4	-	-	0,052	0,047
O35	293	2	2	2	3	-	-	0,035	0,035
O36	286	1	1	2	3	-	-	0,035	0,035
A28	277	1	1	2	3	-	-	0,035	0,035
O31	272	1	1	1	4	-	-	0,017	0,047
O32	251	1	1	1	3	-	-	0,017	0,035
A29	243	1	1	1	2	-	-	0,017	0,023
A30	278	2	2	2	3	-	-	0,035	0,035
A31	274	1	1	1	2	-	-	0,017	0,023
A32	278	2	2	2	2	-	-	0,035	0,023
A33	267	2	2	2	4	-	-	0,035	0,047
A34	275	1	1	1	2	-	-	0,017	0,023
A35	263	2	2	2	4	-	-	0,035	0,047
O33	244	3	3	3	4	-	-	0,052	0,047
O34	235	2	2	2	3	-	-	0,035	0,035
A36	230	1	1	1	2	-	-	0,017	0,023
A40	273	0	1	1	5	-	-	0,017	0,058

A37	272	2	2	2	6	-	-	0,035	0,070
A38	269	2	2	2	3	-	-	0,035	0,035
A39	266	2	2	2	2	-	-	0,035	0,023
A41	245	0	0	0	3	-	-	0,000	0,035
A42	257	4	4	4	7	-	-	0,070	0,082
A44	254	1	1	1	2	-	-	0,017	0,023
A99	248	1	2	3	4	-	-	0,052	0,047
O37	309	0	0	0	4	-	-	-	0,047
O38	308	0	0	0	4	-	-	-	0,047
A45	303	0	0	0	2	-	-	-	0,023
A46	292	0	0	0	1	-	-	-	0,012
A47	296	0	0	0	2	-	-	-	0,023
A64	299	0	0	0	3	-	-	-	0,035
O39	302	0	0	0	6	-	-	-	0,070
A48	302	0	0	0	5	-	-	-	0,058
O40	306	0	0	0	5	-	-	-	0,058
A56	309	0	0	0	4	-	-	-	0,047
A49	296	0	0	0	4	-	-	-	0,047
O41	293	0	0	0	5	-	-	-	0,058
A57	293	0	0	0	4	-	-	-	0,047
A50	279	0	0	0	5	-	-	-	0,058
A58	281	0	0	0	5	-	-	-	0,058
O42	271	0	0	0	2	-	-	-	0,023
A51	267	0	0	0	3	-	-	-	0,035
A52	268	0	0	0	3	-	-	-	0,035
A53	264	0	0	0	5	-	-	-	0,058
O43	274	0	0	0	5	-	-	-	0,058
A59	285	0	0	0	4	-	-	-	0,047
A60	280	0	0	0	5	-	-	-	0,058
A61	291	0	0	0	5	-	-	-	0,058

A63	286	0	0	0	3	-	-	-	0,035
O44	297	0	0	0	7	-	-	-	0,082
A62	300	0	0	0	6	-	-	-	0,070
A54	258	0	0	0	5	-	-	-	0,058
A55	258	0	0	0	1	-	-	-	0,012
A65	252	0	0	0	6	-	-	-	0,070
A66	247	0	0	0	5	-	-	-	0,058
O45	254	0	0	0	6	-	-	-	0,070
A67	261	0	0	0	5	-	-	-	0,058
A68	285	0	0	0	3	-	-	-	0,035
A69	282	0	0	0	5	-	-	-	0,058
A70	279	0	0	0	5	-	-	-	0,058
A71	277	0	0	0	4	-	-	-	0,047
A72	286	0	0	0	3	-	-	-	0,035
A73	283	0	0	0	4	-	-	-	0,047
A74	275	0	0	0	5	-	-	-	0,058
A75	274	0	0	0	3	-	-	-	0,035
A76	276	0	0	0	5	-	-	-	0,058
A77	251	0	0	0	2	-	-	-	0,023
A78	254	0	0	0	5	-	-	-	0,058
A79	261	0	0	0	5	-	-	-	0,058
A80	266	0	0	0	4	-	-	-	0,047
A81	271	0	0	0	4	-	-	-	0,047
A82	255	0	0	0	5	-	-	-	0,058
A83	258	0	0	0	5	-	-	-	0,058
A84	285	0	0	0	5	-	-	-	0,058
O46	295	0	0	0	6	-	-	-	0,070
O47	286	0	0	0	5	-	-	-	0,058
A85	272	0	0	0	4	-	-	-	0,047
A86	276	0	0	0	2	-	-	-	0,023

A87	271	0	0	0	2	-	-	-	0,023
A88	261	0	0	0	2	-	-	-	0,023
A89	262	0	0	0	2	-	-	-	0,023
A90	257	0	0	0	2	-	-	-	0,023
A91	257	0	0	0	1	-	-	-	0,012
A92	261	0	0	0	2	-	-	-	0,023
G1									Ubicado en A44 (es decir, se le suma)
									16,000

Momentos de Implementación

Actual	B. (3 años)	A 5 años	Proyectado
--------	-------------	----------	------------

Anexo D: Diámetros, materiales y largos de distintos tramos de la red de distribución, Villorrio El Talhuén.

Momentos de Implementación

Actual	B. (3 años)	A 5 años	Proyectado
--------	-------------	----------	------------

Cambios de diámetro

A 90 mm (81,4 mm interno)
A 160 mm (130,8 mm interno)

Línea	Ø (mm)	Material	Espesor (mm)	Ø Int. (mm)	Rugosidad (-)	Desde	Hasta				Distancia (m)			
							Hoy	B. (3 años)	A 5 años	Proyectado (23 años)	Hoy	B. (3 años)	A 5 años	Proyectado (23 años)
L1	63	HDPE	5,8	51,4	145	E2	A1	A1	A1	A1	9	9	9	9
L2	90	HDPE	8,2	73,6	145	A1	-	A2	A2	A2	-	120	120	120
L3	90	HDPE	8,2	73,6	145	A2	-	A3	A3	A3	-	242	242	242
L4	90	PVC	4,3	81,4	150	A2	-	A4	A4	A4	-	211	211	211
L5	90	PVC	4,3	81,4	150	A4	-	A5	A5	A5	-	96	96	96
L6	90	PVC	4,3	81,4	150	A4	-	O13	O13	O13	-	81	81	81
L7	90	PVC	4,3	81,4	150	O13	-	A6	A6	A6	-	108	108	108
L8	63	HDPE	5,8	51,4	145	A1	O1	O1	O1	O1	218	218	218	218
L9	63	HDPE	5,8	51,4	145	O1	C1	C1	C1	A68	358	358	358	319
L10	63	HDPE	5,8	51,4	145	C1	C2	C2	C2	C2	223	223	223	223
L11	63	HDPE	5,8	51,4	145	C2	O2	O2	A40	A40	264	264	98	98
L12	63	HDPE	5,8	51,4	145	O2	C3	C3	C3	C3	223	223	223	223
L13	63	HDPE	5,8	51,4	145	C3	C4	C4	A44	A44	252	252	150	150
L14	63	HDPE	5,8	51,4	145	C4	C15	C15	C15	C15	428	428	428	428
L15	63	PVC	3,0	57	150	C4	A7	A7	A7	A7	1	1	1	1
L16	63	PVC	3,0	57	150	A7	C8	C8	C8	C8	6	6	6	6
L17	63	PVC	3,0	57	150	C8	N3	N3	N3	N3	3	3	3	3
L18	63	PVC	3,0	57	150	N3	E1	E1	E1	E1	14	14	14	14
L19	63	PVC	3,0	57	150	N3	C9	C9	C9	C9	4	4	4	4



L20	63	PVC	3,0	57	150	C9	N4	N4	N4	N4	60	60	60	60
L21	63	PVC	3,0	57	150	N4	C10	C10	C10	C10	3	3	3	3
L22	63	PVC	3,0	57	150	C10	C11	C11	C11	C11	10	10	10	10
L23	63	PVC	3,0	57	150	C11	O3	O3	O3	O3	49	49	49	49
L24	63	PVC	3,0	57	150	O3	N5	N5	N5	N5	46	46	46	46
L25	63	PVC	3,0	57	150	N4	N6	N6	N6	N6	33	33	33	33
L26	63	PVC	3,0	57	150	N6	O4	O4	O4	O4	101	101	101	101
L27	63	PVC	3,0	57	150	O4	O5	O5	O5	O5	92	92	92	92
L28	63	PVC	3,0	57	150	O5	O6	O6	O6	O6	105	105	105	105
L29	63	PVC	3,0	57	150	O6	O7	O7	O7	O7	214	214	214	214
L30	63	PVC	3,0	57	150	O7	C12	C12	C12	C12	125	125	125	125
L31	63	PVC	3,0	57	150	A7	N1	N1	N1	N1	21	21	21	21
L32	63	PVC	3,0	57	150	N1	C5	C5	C5	C5	8	8	8	8
L33	63	PVC	3,0	57	150	C5	O8	O8	O8	O8	29	29	29	29
L34	63	PVC	3,0	57	150	O8	N12	N12	N12	N12	33	33	33	33
L35	63	PVC	3,0	57	150	N1	N2	N2	N2	N2	42	42	42	42
L36	63	PVC	3,0	57	150	N2	C7	C7	C7	C7	92	92	92	92
L37	63	PVC	3,0	57	150	N2	C6	C6	C6	C6	13	13	13	13
L38	63	PVC	3,0	57	150	C6	O9	O9	O9	O9	101	101	101	101
L39	63	PVC	3,0	57	150	O9	N11	N11	N11	N11	92	92	92	92
L40	63	PVC	3,0	57	150	N11	N8	N8	N8	N8	76	76	76	76
L41	63	PVC	3,0	57	150	N8	C13	C13	C13	C13	24	24	24	24
L42	63	PVC	3,0	57	150	C13	N7	N7	N7	N7	57	57	57	57
L43	63	PVC	3,0	57	150	N8	N9	N9	N9	N9	18	18	18	18
L44	63	PVC	3,0	57	150	N9	N10	N10	N10	N10	18	18	18	18
L45	63	PVC	3,0	57	150	N11	C14	C14	C14	C14	5	5	5	5
L46	63	PVC	3,0	57	150	C14	O10	O10	O10	O10	54	54	54	54
L47	63	PVC	3,0	57	150	O10	N13	N13	N13	N13	115	115	115	115
L48	63	PVC	3,0	57	150	N13	N14	N14	N14	N14	20	20	20	20

L49	63	PVC	3,0	57	150	N14	C16	C16	C16	C16	2	2	2	2
L50	63	PVC	3,0	57	150	N13	C15	C15	C15	C15	2	2	2	2
L51	63	PVC	3,0	57	150	C15	C17	C17	C17	C17	158	158	158	158
L52	63	PVC	3,0	57	150	C17	O11	O11	A41	A41	1099	1099	332	332
L53	63	PVC	3,0	57	150	O11	C18	C18	C18	C18	74	74	74	74
L54	63	PVC	3,0	57	150	C18	C19	C19	C19	C19	268	268	268	268
L55	63	PVC	3,0	57	150	C18	O12	O12	O12	O12	237	237	237	237
L56	63	PVC	3,0	57	150	O12	N15	N15	N15	N15	233	233	233	233
L57	160	HDPE	14,6	130,8	145	A40	-	-	O2	O2	-	-	164	164
L58	160	HDPE	14,6	130,8	145	A44	-	-	C4	C4	-	-	104	104
L59	63	PVC	3,0	57	150	A41	-	-	O11	A66	-	-	765	205
L60	140	PVC	6,7	126,6	150	A44	-	-	A99	A99	-	-	303	303
L61	140	PVC	6,7	126,6	150	A99	-	-	O14	O14	-	-	198	198
L62	140	PVC	6,7	126,6	150	O14	-	-	O15	O15	-	-	182	182
L63	140	PVC	6,7	126,6	150	O15	-	-	O16	O16	-	-	145	145
L64	140	PVC	6,7	126,6	150	O16	-	-	O17	O17	-	-	125	125
L65	140	PVC	6,7	126,6	150	O17	-	-	A8	A8	-	-	72	72
L66	90	PVC	4,3	81,4	150	A8	-	-	O18	O18	-	-	124	124
L67	90	PVC	4,3	81,4	150	O18	-	-	A9	A9	-	-	40	40
L68	110	PVC	5,3	99,4	150	A8	-	-	A10	A10	-	-	98	98
L69	90	PVC	4,3	81,4	150	A10	-	-	O19	O19	-	-	51	51
L70	90	PVC	4,3	81,4	150	O19	-	-	A11	A11	-	-	88	88
L71	110	PVC	5,3	99,4	150	A10	-	-	A12	A12	-	-	139	139
L72	90	PVC	4,3	81,4	150	A12	-	-	O20	O20	-	-	121	121
L73	90	PVC	4,3	81,4	150	O20	-	-	O21	O21	-	-	169	169
L74	90	PVC	4,3	81,4	150	O21	-	-	A13	A13	-	-	154	154
L75	90	PVC	4,3	81,4	150	A13	-	-	A14	A14	-	-	192	192
L76	90	PVC	4,3	81,4	150	A13	-	-	A15	A15	-	-	124	124
L77	110	PVC	5,3	99,4	150	A12	-	-	A16	A16	-	-	91	91

L78	90	PVC	4,3	81,4	150	A16	-	-	O22	O22	-	-	123	123
L79	90	PVC	4,3	81,4	150	O22	-	-	A43	A43	-	-	153	153
L80	90	PVC	4,3	81,4	150	A43	-	-	O21	O21	-	-	131	131
L81	90	PVC	4,3	81,4	150	A43	-	-	O23	O23	-	-	116	116
L82	90	PVC	4,3	81,4	150	O23	-	-	A17	A17	-	-	148	148
L83	90	PVC	4,3	81,4	150	A16	-	-	A18	A18	-	-	181	181
L84	90	PVC	4,3	81,4	150	A18	-	-	A19	A19	-	-	65	65
L85	90	PVC	4,3	81,4	150	A19	-	-	O24	O24	-	-	164	164
L86	90	PVC	4,3	81,4	150	O24	-	-	O25	O25	-	-	157	157
L87	90	PVC	4,3	81,4	150	O25	-	-	A20	A20	-	-	136	136
L88	90	PVC	4,3	81,4	150	A19	-	-	A21	A21	-	-	176	176
L89	90	PVC	4,3	81,4	150	A21	-	-	O26	O26	-	-	208	208
L90	90	PVC	4,3	81,4	150	O26	-	-	O27	O27	-	-	135	135
L91	90	PVC	4,3	81,4	150	O27	-	-	A22	A22	-	-	143	143
L92	90	PVC	4,3	81,4	150	A21	-	-	A23	A23	-	-	212	212
L93	90	PVC	4,3	81,4	150	A23	-	-	O28	O28	-	-	130	130
L94	90	PVC	4,3	81,4	150	O28	-	-	A24	A24	-	-	104	104
L95	90	PVC	4,3	81,4	150	A24	-	-	A25	A25	-	-	113	113
L96	90	PVC	4,3	81,4	150	A24	-	-	A26	A26	-	-	107	107
L97	90	PVC	4,3	81,4	150	A23	-	-	O29	O29	-	-	198	198
L98	90	PVC	4,3	81,4	150	O29	-	-	O30	O30	-	-	235	235
L99	90	PVC	4,3	81,4	150	O30	-	-	A27	A27	-	-	153	153
L100	90	PVC	4,3	81,4	150	A18	-	-	O35	O35	-	-	198	198
L101	90	PVC	4,3	81,4	150	O35	-	-	O36	O36	-	-	206	206
L102	90	PVC	4,3	81,4	150	O36	-	-	A28	A28	-	-	138	138
L103	90	PVC	4,3	81,4	150	A28	-	-	O31	O31	-	-	128	128
L104	90	PVC	4,3	81,4	150	O31	-	-	O32	O32	-	-	270	270
L105	90	PVC	4,3	81,4	150	O32	-	-	A29	A29	-	-	151	151
L106	90	PVC	4,3	81,4	150	A28	-	-	A30	A30	-	-	71	71

L107	90	PVC	4,3	81,4	150	A30	-	-	A31	A31	-	-	89	89
L108	90	PVC	4,3	81,4	150	A30	-	-	A32	A32	-	-	144	144
L109	90	PVC	4,3	81,4	150	A32	-	-	A33	A33	-	-	144	144
L110	90	PVC	4,3	81,4	150	A32	-	-	A34	A34	-	-	137	137
L111	90	PVC	4,3	81,4	150	A34	-	-	A35	A35	-	-	218	218
L112	90	PVC	4,3	81,4	150	A34	-	-	O33	O33	-	-	486	486
L113	90	PVC	4,3	81,4	150	O33	-	-	O34	O34	-	-	144	144
L114	90	PVC	4,3	81,4	150	O34	-	-	A36	A36	-	-	208	208
L115	90	PVC	4,3	81,4	150	A40	-	-	A37	A37	-	-	146	146
L116	90	PVC	4,3	81,4	150	A37	-	-	A38	A38	-	-	76	76
L117	90	PVC	4,3	81,4	150	A37	-	-	A39	A39	-	-	143	143
L118	90	PVC	4,3	81,4	150	A41	-	-	A42	A42	-	-	275	275
L119	90	PVC	4,3	81,4	150	A3	-	-	-	O37	-	-	-	108
L120	90	PVC	4,3	81,4	150	O37	-	-	-	O38	-	-	-	99
L121	90	PVC	4,3	81,4	150	O38	-	-	-	A45	-	-	-	88
L122	90	PVC	4,3	81,4	150	A45	-	-	-	A46	-	-	-	158
L123	90	PVC	4,3	81,4	150	A46	-	-	-	A47	-	-	-	139
L124	90	PVC	4,3	81,4	150	A47	-	-	-	A64	-	-	-	57
L125	90	PVC	4,3	81,4	150	A64	-	-	-	O39	-	-	-	137
L126	90	PVC	4,3	81,4	150	O39	-	-	-	A48	-	-	-	161
L127	90	PVC	4,3	81,4	150	A48	-	-	-	O40	-	-	-	152
L128	90	PVC	4,3	81,4	150	O40	-	-	-	A56	-	-	-	154
L129	90	PVC	4,3	81,4	150	A48	-	-	-	A49	-	-	-	204
L130	90	PVC	4,3	81,4	150	A49	-	-	-	O41	-	-	-	174
L131	90	PVC	4,3	81,4	150	O41	-	-	-	A57	-	-	-	166
L132	90	PVC	4,3	81,4	150	A49	-	-	-	A50	-	-	-	200
L133	90	PVC	4,3	81,4	150	A50	-	-	-	A58	-	-	-	347
L134	90	PVC	4,3	81,4	150	A50	-	-	-	O42	-	-	-	223
L135	90	PVC	4,3	81,4	150	O42	-	-	-	A51	-	-	-	134

L136	90	PVC	4,3	81,4	150	A51	-	-	-	A52	-	-	-	148
<del>L137<sup>24</sup></del>	<del>90</del>	<del>PVC</del>	<del>4,3</del>	<del>81,4</del>	<del>150</del>	<del>A51</del>	<del>-</del>	<del>-</del>	<del>-</del>	<del>A53</del>	<del>-</del>	<del>-</del>	<del>-</del>	<del>188</del>
L138	90	PVC	4,3	81,4	150	C19	-	-	-	A55	-	-	-	34
L139	90	PVC	4,3	81,4	150	O43	-	-	-	A59	-	-	-	115
L140	90	PVC	4,3	81,4	150	A59	-	-	-	A60	-	-	-	155
L141	90	PVC	4,3	81,4	150	A59	-	-	-	O47	-	-	-	130
L142	90	PVC	4,3	81,4	150	O47	-	-	-	A85	-	-	-	160
L143	90	PVC	4,3	81,4	150	A59	-	-	-	A61	-	-	-	119
L144	90	PVC	4,3	81,4	150	A61	-	-	-	A63	-	-	-	113
L145	90	PVC	4,3	81,4	150	A61	-	-	-	O46	-	-	-	130
L146	90	PVC	4,3	81,4	150	O46	-	-	-	A49	-	-	-	142
L147	90	PVC	4,3	81,4	150	A61	-	-	-	O44	-	-	-	172
L148	90	PVC	4,3	81,4	150	O44	-	-	-	A62	-	-	-	122
L149	90	PVC	4,3	81,4	150	A62	-	-	-	A64	-	-	-	104
L150	90	PVC	4,3	81,4	150	A6	-	-	-	A84	-	-	-	136
L151	90	PVC	4,3	81,4	150	A53	-	-	-	A54	-	-	-	340
L152	90	PVC	4,3	81,4	150	A54	-	-	-	A55	-	-	-	18
L153	160	HDPE	14,6	130,8	145	A68	-	-	-	C1	-	-	-	39
L154	90	PVC	4,3	81,4	150	A68	-	-	-	A69	-	-	-	143
L155	90	PVC	4,3	81,4	150	A69	-	-	-	A72	-	-	-	143
L156	90	PVC	4,3	81,4	150	A72	-	-	-	A73	-	-	-	170
L157	90	PVC	4,3	81,4	150	A73	-	-	-	A70	-	-	-	135
L158	90	PVC	4,3	81,4	150	A69	-	-	-	A70	-	-	-	167
L159	90	PVC	4,3	81,4	150	A70	-	-	-	A71	-	-	-	131
L160	90	PVC	4,3	81,4	150	A70	-	-	-	A74	-	-	-	186
L161	90	PVC	4,3	81,4	150	A74	-	-	-	A75	-	-	-	82
L162	90	PVC	4,3	81,4	150	A74	-	-	-	A76	-	-	-	93

<sup>24</sup> Tramo descartado, entorpece el funcionamiento de la red y no es necesario.

L163	90	PVC	4,3	81,4	150	A66	-	-	-	O11	-	-	-	562
L164	90	PVC	4,3	81,4	150	A66	-	-	-	A77	-	-	-	95
L165	90	PVC	4,3	81,4	150	A77	-	-	-	O45	-	-	-	51
L166	90	PVC	4,3	81,4	150	O45	-	-	-	A67	-	-	-	150
L167	90	PVC	4,3	81,4	150	A77	-	-	-	A78	-	-	-	158
L168	90	PVC	4,3	81,4	150	A78	-	-	-	A82	-	-	-	190
L169	90	PVC	4,3	81,4	150	A82	-	-	-	A83	-	-	-	121
L170	90	PVC	4,3	81,4	150	A83	-	-	-	A81	-	-	-	121
L171	90	PVC	4,3	81,4	150	A81	-	-	-	A80	-	-	-	114
L172	90	PVC	4,3	81,4	150	A80	-	-	-	A82	-	-	-	118
L173	90	PVC	4,3	81,4	150	A80	-	-	-	A79	-	-	-	189
L174	90	PVC	4,3	81,4	150	A79	-	-	-	A78	-	-	-	116
L175	90	PVC	4,3	81,4	150	A42	-	-	-	A65	-	-	-	232
L176	90	PVC	4,3	81,4	150	A17	-	-	-	A86	-	-	-	36
L177	90	PVC	4,3	81,4	150	A86	-	-	-	A87	-	-	-	85
L178	90	PVC	4,3	81,4	150	A87	-	-	-	A88	-	-	-	157
L179	90	PVC	4,3	81,4	150	A87	-	-	-	A89	-	-	-	186
L180	90	PVC	4,3	81,4	150	A89	-	-	-	A90	-	-	-	152
L181	90	PVC	4,3	81,4	150	A89	-	-	-	A91	-	-	-	86
L182	90	PVC	4,3	81,4	150	A42	-	-	-	A92	-	-	-	138

Momentos de Implementación

Actual	B. (3 años)	A 5 años	Proyectado
--------	-------------	----------	------------

Cambios de diámetro

A 90 mm (81,4 mm interno)
A 160 mm (130,8 mm interno)

Anexo E: Coordenadas de los puntos agregados a la red de distribución, Villorrio El Talhuén.

Punto	Latitud	Longitud	Cota (m.s.n.m.)	Punto	Latitud	Longitud	Cota (m.s.n.m.)
O1	-30,554034	-71,287629	298	A31	-30,568200	-71,283792	274
O2	-30,559366	-71,281437	266	A32	-30,568967	-71,285311	278
O3	-30,560251	-71,278269	254	A33	-30,569622	-71,284013	267
O4	-30,561625	-71,277592	254	A34	-30,570056	-71,285983	274
O5	-30,562311	-71,277055	252	A35	-30,571330	-71,284344	263
O6	-30,563114	-71,276490	248	A36	-30,574246	-71,282151	230
O7	-30,564264	-71,274704	246	A37	-30,557725	-71,281389	272
O8	-30,560554	-71,276910	252	A38	-30,557385	-71,280703	269
O9	-30,561041	-71,276421	251	A39	-30,558692	-71,280744	266
O10	-30,561543	-71,275557	248	A40	-30,558387	-71,282707	273
O11	-30,550466	-71,278644	254	A41	-30,556975	-71,276316	245
O12	-30,550785	-71,281028	267	A42	-30,558176	-71,278825	256
O13	-30,550422	-71,287336	299	A43	-30,565166	-71,285545	287
O14	-30,562387	-71,281477	256	A44	-30,560775	-71,278218	255
O15	-30,562431	-71,283073	266	A99	-30,561317	-71,280753	247
O16	-30,562188	-71,284547	270	A45	-30,548745	-71,290892	302
O17	-30,561708	-71,285724	270	A46	-30,548029	-71,289520	292
O18	-30,560708	-71,285617	263	A47	-30,547329	-71,288326	295
O19	-30,562390	-71,286418	285	A48	-30,545079	-71,288513	302
O20	-30,563716	-71,286449	285	A49	-30,544037	-71,286758	296
O21	-30,564178	-71,284792	282	A50	-30,543038	-71,285047	279
O22	-30,564483	-71,286925	290	A51	-30,543087	-71,282797	267
O23	-30,565374	-71,284486	283	A52	-30,541850	-71,283393	268
O24	-30,566284	-71,288114	293	A53	-30,544575	-71,281810	264
O25	-30,566932	-71,286660	289	A54	-30,547240	-71,280028	258

O26	-30,567864	-71,288579	292	A55	-30,547261	-71,279851	257
O27	-30,568418	-71,287330	289	A56	-30,542907	-71,290484	309
O28	-30,569212	-71,290372	287	A57	-30,541644	-71,288974	292
O29	-30,569863	-71,291294	274	A58	-30,540679	-71,287420	281
O30	-30,570884	-71,289161	268	A59	-30,545455	-71,284092	285
O31	-30,567263	-71,283207	272	A60	-30,546599	-71,283160	281
O32	-30,568381	-71,280710	251	A61	-30,546032	-71,285138	292
O33	-30,573577	-71,284804	244	A62	-30,546468	-71,287524	301
O34	-30,574379	-71,283811	235	A63	-30,546864	-71,284459	286
O35	-30,565881	-71,287459	293	A64	-30,546957	-71,288453	299
O36	-30,566699	-71,285539	286	A65	-30,558233	-71,277085	251
O37	-30,549627	-71,292559	309	A66	-30,555252	-71,276786	246
O38	-30,549164	-71,291673	309	A67	-30,556642	-71,279362	260
O39	-30,546119	-71,288381	301	A68	-30,556157	-71,285417	285
O40	-30,544007	-71,289499	306	A69	-30,555475	-71,284150	281
O41	-30,542808	-71,287886	293	A70	-30,554699	-71,282662	279
O42	-30,542250	-71,283736	270	A71	-30,554078	-71,281501	277
O43	-30,545023	-71,283009	272	A72	-30,554379	-71,284948	286
O44	-30,545928	-71,286438	297	A73	-30,553639	-71,283388	283
O45	-30,555916	-71,278042	253	A74	-30,556150	-71,281685	275
O46	-30,545062	-71,285886	295	A75	-30,555775	-71,280957	274
O47	-30,544476	-71,284841	286	A76	-30,556577	-71,282519	276
A8	-30,561399	-71,286374	273	A77	-30,555689	-71,277599	250
A9	-30,560868	-71,285235	261	A78	-30,554448	-71,278404	253
A10	-30,562147	-71,286881	286	A79	-30,554981	-71,279438	261
A11	-30,562720	-71,285602	279	A80	-30,553502	-71,280425	266
A12	-30,563236	-71,287574	289	A81	-30,552599	-71,281008	271
A13	-30,563878	-71,283346	271	A82	-30,552952	-71,279370	255
A14	-30,563557	-71,281608	262	A83	-30,552004	-71,279973	258



A15	-30,564359	-71,282190	266	A84	-30,549007	-71,284186	287
A16	-30,563940	-71,288038	292	A85	-30,543762	-71,283417	273
A17	-30,566002	-71,283125	277	A86	-30,566170	-71,282795	275
A18	-30,565091	-71,289306	296	A87	-30,565520	-71,282332	270
A19	-30,565599	-71,289631	298	A88	-30,566248	-71,280931	260
A20	-30,567504	-71,285401	282	A89	-30,564066	-71,281360	262
A21	-30,567000	-71,290508	300	A90	-30,564767	-71,279990	256
A22	-30,569009	-71,286010	282	A91	-30,563398	-71,280906	257
A23	-30,568668	-71,291569	291	A92	-30,558795	-71,280038	261
A24	-30,569635	-71,289402	284	A1	-30,552494	-71,289010	304
A25	-30,568962	-71,288688	291	A2	-30,551793	-71,289932	306
A26	-30,570095	-71,288412	288	A3	-30,550264	-71,291688	306
A27	-30,571611	-71,287812	254	A4	-30,550806	-71,288053	303
A28	-30,567263	-71,284260	277	A5	-30,550093	-71,288599	304
A29	-30,569045	-71,279339	243	A6	-30,549916	-71,286375	294
A30	-30,567816	-71,284606	278				

Anexo F: Presiones por punto en cada escenario modelado, Villorrio El Talhuén.

Nodo	Elevación (m.s.n.m.)	Presiones por Escenario (m.c.a.)							
		Hoy		Base (3 años)		A 5 años		Proyectado (23 años)	
		Estática	Dinámica	Estática	Dinámica	Estática	Dinámica	Estática	Dinámica
A1	304	28,00	27,99	31,00	31,00	32,00	31,91	32,00	31,81
A2	306	-	-	29,00	28,97	30,00	29,88	30,00	29,46
A3	306	-	-	29,00	28,97	30,00	29,88	30,00	29,00
A4	303	-	-	32,00	31,96	33,00	32,87	33,00	32,45
A5	304	-	-	31,00	30,96	32,00	31,87	32,00	31,45
A6	294	-	-	41,00	40,96	42,00	41,87	42,00	41,45
C1	278	54,00	53,11	57,00	56,79	58,00	53,11	58,00	47,26
C2	273	59,00	57,78	62,00	61,71	63,00	56,29	63,00	48,33
C3	256	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00
C4	255	56,00	55,67	56,00	55,93	56,00	54,41	56,00	53,39
A7	255	56,00	55,67	56,00	55,92	56,00	54,40	56,00	53,39
C8	255	56,00	55,67	56,00	55,90	56,00	54,39	56,00	53,38
N3	255	56,00	55,67	56,00	55,90	56,00	54,38	56,00	53,37
E1	256	55,00	54,67	27,00	27,00	27,00	27,00	27,00	27,00
C9	255	56,00	55,67	56,00	55,89	56,00	54,37	56,00	53,37
N4	256	55,00	54,66	55,00	54,74	55,00	53,23	55,00	52,28
C10	256	55,00	54,66	55,00	54,74	55,00	53,23	55,00	52,28
C11	257	54,00	53,66	54,00	53,74	54,00	52,22	54,00	51,28
N5	257	54,00	53,66	54,00	53,72	54,00	52,21	54,00	51,27
N6	256	55,00	54,66	55,00	54,72	55,00	53,21	55,00	52,27
C12	246	65,00	64,65	65,00	64,55	65,00	63,03	65,00	62,16
N1	253	58,00	57,67	58,00	57,89	58,00	56,33	58,00	55,37
C5	254	57,00	56,67	57,00	56,89	57,00	55,33	57,00	54,36
N12	250	61,00	60,67	61,00	60,88	61,00	59,32	61,00	58,36
N2	251	60,00	59,66	60,00	59,88	60,00	58,25	60,00	57,35

C7	253	58,00	57,66	58,00	57,88	58,00	56,25	58,00	55,35
C6	252	59,00	58,66	59,00	58,87	59,00	57,23	59,00	56,34
N11	253	58,00	57,65	58,00	57,84	58,00	55,96	58,00	55,31
N8	251	60,00	59,65	60,00	59,83	60,00	57,95	60,00	57,30
C13	251	60,00	59,65	60,00	59,83	60,00	57,95	60,00	57,30
N7	249	62,00	61,65	62,00	61,83	62,00	59,95	62,00	59,30
N9	252	59,00	58,65	59,00	58,83	59,00	56,95	59,00	56,30
N10	251	60,00	59,65	60,00	59,83	60,00	57,95	60,00	57,30
C14	255	56,00	55,65	56,00	55,84	56,00	53,96	56,00	53,31
N13	245	66,00	65,65	66,00	65,91	66,00	63,93	66,00	63,33
N14	244	67,00	66,65	67,00	66,91	67,00	64,93	67,00	64,33
C16	244	67,00	66,65	67,00	66,91	67,00	64,93	67,00	64,33
C15	244	67,00	66,65	67,00	66,91	67,00	64,93	67,00	64,33
C17	256	55,00	54,65	55,00	54,83	55,00	52,82	55,00	52,20
C18	259	52,00	51,62	52,00	51,37	52,00	49,30	52,00	48,76
C19	263	48,00	47,62	48,00	47,36	48,00	45,29	48,00	44,72
N15	292	19,00	18,62	19,00	18,35	19,00	16,28	19,00	15,74
O1	298	34,00	33,65	37,00	36,91	38,00	36,07	38,00	33,77
O2	266	66,00	64,39	69,00	68,62	70,00	61,25	70,00	50,77
O3	255	56,00	55,66	56,00	55,72	56,00	54,21	56,00	53,27
O4	253	58,00	57,66	58,00	57,65	58,00	56,14	58,00	55,23
O5	252	59,00	58,66	59,00	58,61	59,00	57,10	59,00	56,20
O6	248	63,00	62,66	63,00	62,59	63,00	61,07	63,00	60,19
O7	246	65,00	64,65	65,00	64,55	65,00	63,04	65,00	62,17
O8	252	59,00	58,67	59,00	58,89	59,00	57,32	59,00	56,36
O9	251	60,00	59,66	60,00	59,85	60,00	58,07	60,00	57,32
O10	248	63,00	62,65	63,00	62,85	63,00	60,93	63,00	60,31
O11	254	57,00	56,62	57,00	56,39	57,00	54,32	57,00	53,76
O12	268	43,00	42,62	43,00	42,36	43,00	40,28	43,00	39,75

O13	299	-	-	36,00	35,96	37,00	36,87	37,00	36,45
C3'	256	76,00	74,08	79,00	78,55	80,00	69,61	80,00	56,94
O14	256	-	-	-	-	55,00	53,33	55,00	52,26
O15	265	-	-	-	-	46,00	44,13	46,00	43,20
O16	270	-	-	-	-	41,00	38,97	41,00	38,16
O17	272	-	-	-	-	39,00	36,85	39,00	36,12
O18	263	-	-	-	-	48,00	45,78	48,00	45,10
O19	284	-	-	-	-	27,00	24,55	27,00	24,02
O20	286	-	-	-	-	25,00	22,24	25,00	21,89
O21	281	-	-	-	-	30,00	27,20	30,00	26,87
O22	290	-	-	-	-	21,00	18,18	21,00	17,87
O23	283	-	-	-	-	28,00	25,19	28,00	24,87
O24	294	-	-	-	-	30,33	21,48	30,33	21,09
O25	289	-	-	-	-	35,33	26,48	35,33	26,09
O26	293	-	-	-	-	31,33	22,44	31,33	22,05
O27	289	-	-	-	-	35,33	26,44	35,33	26,05
O28	287	-	-	-	-	37,33	28,43	37,33	28,04
O29	274	-	-	-	-	50,33	41,43	50,33	41,04
O30	267	-	-	-	-	57,33	48,43	57,33	48,04
O31	272	-	-	-	-	25,00	25,00	25,00	25,00
O32	251	-	-	-	-	46,00	46,00	46,00	46,00
O33	244	-	-	-	-	53,00	52,98	53,00	52,98
O34	235	-	-	-	-	62,00	61,98	62,00	61,98
O35	293	-	-	-	-	31,33	22,49	31,33	22,09
O36	286	-	-	-	-	38,33	29,47	38,33	29,06
A8	274	-	-	-	-	37,00	34,78	37,00	34,10
A9	262	-	-	-	-	49,00	46,78	49,00	46,10
A10	286	-	-	-	-	25,00	22,55	25,00	22,02
A11	279	-	-	-	-	32,00	29,55	32,00	29,02

A12	290	-	-	-	-	21,00	18,27	21,00	17,91
A13	272	-	-	-	-	39,00	36,19	39,00	35,87
A14	262	-	-	-	-	49,00	46,19	49,00	45,87
A15	267	-	-	-	-	44,00	41,19	44,00	40,87
A16	292	-	-	-	-	19,00	16,18	19,00	15,87
A17	277	-	-	-	-	34,00	31,18	34,00	30,86
A18	297	-	-	-	-	27,33	18,51	27,33	18,12
A19	299	-	-	-	-	25,33	16,49	25,33	16,10
A20	283	-	-	-	-	41,33	32,48	41,33	32,09
A21	300	-	-	-	-	24,33	15,45	24,33	15,06
A22	281	-	-	-	-	43,33	34,44	43,33	34,05
A23	291	-	-	-	-	33,33	24,44	33,33	24,04
A24	284	-	-	-	-	40,33	31,43	40,33	31,04
A25	291	-	-	-	-	33,33	24,43	33,33	24,04
A26	287	-	-	-	-	37,33	28,43	37,33	28,04
A27	255	-	-	-	-	69,33	60,43	69,33	60,04
A28	277	-	-	-	-	20,00	20,00	20,00	20,00
A29	243	-	-	-	-	54,00	54,00	54,00	54,00
A30	278	-	-	-	-	19,00	19,00	19,00	19,00
A31	274	-	-	-	-	23,00	23,00	23,00	23,00
A32	278	-	-	-	-	19,00	18,99	19,00	18,99
A33	267	-	-	-	-	30,00	29,99	30,00	29,99
A34	275	-	-	-	-	22,00	21,99	22,00	21,99
A35	263	-	-	-	-	34,00	33,99	34,00	33,99
A36	230	-	-	-	-	67,00	66,98	67,00	66,98
A37	272	-	-	-	-	64,00	56,50	64,00	47,60
A38	269	-	-	-	-	67,00	59,50	67,00	50,60
A39	266	-	-	-	-	70,00	67,50	70,00	53,60
A40	273	-	-	-	-	63,00	55,50	63,00	46,60

A41	245	-	-	-	-	66,00	63,63	66,00	62,94
A42	257	-	-	-	-	54,00	51,63	54,00	50,94
A43	287	-	-	-	-	24,00	21,19	24,00	20,87
A44	254	-	-	-	-	57,00	55,93	57,00	54,43
A99	248	-	-	-	-	63,00	61,56	63,00	60,33
A28'	277	-	-	-	-	47,33	38,46	47,33	38,04
A16'	292	-	-	-	-	32,33	23,68	32,33	23,29
O37	309	-	-	-	-	-	-	27,00	25,89
O38	308	-	-	-	-	-	-	28,00	26,80
A45	303	-	-	-	-	-	-	33,00	31,73
A46	292	-	-	-	-	-	-	44,00	42,59
A64	299	-	-	-	-	-	-	37,00	35,43
A47	296	-	-	-	-	-	-	40,00	38,48
O39	302	-	-	-	-	-	-	34,00	32,40
A48	302	-	-	-	-	-	-	34,00	32,38
O40	306	-	-	-	-	-	-	30,00	28,38
A56	309	-	-	-	-	-	-	27,00	25,38
A49	296	-	-	-	-	-	-	40,00	38,36
O41	293	-	-	-	-	-	-	43,00	41,36
A57	293	-	-	-	-	-	-	43,00	41,36
A50	279	-	-	-	-	-	-	57,00	55,36
A58	281	-	-	-	-	-	-	55,00	53,36
O42	271	-	-	-	-	-	-	65,00	63,36
A51	267	-	-	-	-	-	-	69,00	67,36
A52	268	-	-	-	-	-	-	68,00	66,36
A53	264	-	-	-	-	-	-	47,00	43,71
O43	274	-	-	-	-	-	-	62,00	60,36
A59	285	-	-	-	-	-	-	51,00	49,36
A60	280	-	-	-	-	-	-	56,00	54,36

A61	291	-	-	-	-	-	45,00	43,36
A63	286	-	-	-	-	-	50,00	48,36
O44	297	-	-	-	-	-	39,00	37,39
A62	300	-	-	-	-	-	36,00	34,41
A54	258	-	-	-	-	-	53,00	49,72
A55	258	-	-	-	-	-	53,00	49,72
A65	252	-	-	-	-	-	59,00	55,94
A66	247	-	-	-	-	-	64,00	60,83
O45	254	-	-	-	-	-	57,00	53,82
A67	261	-	-	-	-	-	50,00	46,82
A68	285	-	-	-	-	-	51,00	40,91
A69	282	-	-	-	-	-	54,00	43,90
A70	279	-	-	-	-	-	57,00	46,89
A71	277	-	-	-	-	-	59,00	48,89
A72	286	-	-	-	-	-	50,00	39,89
A73	283	-	-	-	-	-	53,00	42,89
A74	275	-	-	-	-	-	61,00	50,89
A75	274	-	-	-	-	-	62,00	51,89
A76	276	-	-	-	-	-	60,00	49,89
A77	251	-	-	-	-	-	60,00	56,82
A78	254	-	-	-	-	-	57,00	53,81
A79	261	-	-	-	-	-	50,00	46,81
A80	266	-	-	-	-	-	45,00	41,81
A81	271	-	-	-	-	-	40,00	36,81
A82	255	-	-	-	-	-	56,00	52,81
A83	258	-	-	-	-	-	53,00	49,81
A84	285	-	-	-	-	-	51,00	50,45
O46	295	-	-	-	-	-	41,00	39,36
O47	286	-	-	-	-	-	50,00	48,36

A85	272	-	-	-	-	-	-	64,00	62,36
A86	276	-	-	-	-	-	-	35,00	31,86
A87	271	-	-	-	-	-	-	40,00	36,86
A88	261	-	-	-	-	-	-	50,00	46,86
A89	262	-	-	-	-	-	-	49,00	45,86
A90	257	-	-	-	-	-	-	54,00	50,86
A91	257	-	-	-	-	-	-	54,00	50,86
A92	261	-	-	-	-	-	-	50,00	46,94



Anexo G: Caudales (l/s) y velocidades (m/s) por tramo en cada escenario modelado, Villorrio El Talhuén.

Tramo	Estado	Hoy		Base (3 años)		A 5 años		Proyectado (23 años)	
		Caudal	Velocidad	Caudal	Velocidad	Caudal	Velocidad	Caudal	Velocidad
L1	Activa	0,50	0,24	3,21	0,24	5,96	0,94	24,09	1,79
L8	Activa	0,50	0,24	2,71	0,20	5,45	0,86	22,24	1,66
L9	Activa	0,49	0,24	2,64	0,20	5,38	0,85	22,16	1,65
L10	Activa	0,49	0,24	2,60	0,19	5,35	0,84	21,68	1,61
L11	Activa	0,49	0,24	2,55	0,19	5,30	0,83	21,64	1,61
L15	Activa	0,38	0,15	1,56	0,61	1,99	0,78	1,27	0,50
L16	Activa	0,17	0,07	0,90	0,35	0,89	0,35	0,69	0,27
L17	Activa	0,17	0,07	0,90	0,35	0,89	0,35	0,69	0,27
L18	Cerrada	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
L19	Activa	0,17	0,07	0,89	0,35	0,87	0,34	0,68	0,26
L20	Activa	0,16	0,06	0,85	0,33	0,84	0,33	0,64	0,25
L21	Activa	0,08	0,03	0,40	0,16	0,38	0,15	0,28	0,11
L22	Activa	0,08	0,03	0,40	0,16	0,38	0,15	0,28	0,11
L23	Activa	0,07	0,03	0,31	0,12	0,30	0,12	0,21	0,08
L24	Activa	0,02	0,01	0,09	0,03	0,09	0,03	0,07	0,03
L25	Activa	0,07	0,03	0,43	0,17	0,44	0,17	0,35	0,14
L26	Activa	0,07	0,03	0,43	0,17	0,44	0,17	0,33	0,13
L27	Activa	0,06	0,02	0,35	0,14	0,35	0,14	0,26	0,10
L28	Activa	0,04	0,02	0,26	0,10	0,26	0,10	0,20	0,08
L29	Activa	0,03	0,01	0,19	0,07	0,19	0,08	0,15	0,06
L30	Activa	0,01	0,00	0,07	0,03	0,07	0,03	0,06	0,02
L31	Activa	0,20	0,08	0,60	0,24	1,04	0,41	0,54	0,21
L32	Activa	0,06	0,02	0,28	0,11	0,28	0,11	0,21	0,08
L33	Activa	0,05	0,02	0,23	0,09	0,23	0,09	0,17	0,07
L34	Activa	0,02	0,01	0,10	0,04	0,10	0,04	0,08	0,03
L35	Activa	0,14	0,05	0,32	0,13	0,77	0,30	0,33	0,13

L36	Activa	0,01	0,00	0,04	0,01	0,04	0,01	0,04	0,01
L37	Activa	0,12	0,05	0,25	0,10	0,70	0,27	0,28	0,11
L38	Activa	0,12	0,05	0,24	0,09	0,68	0,27	0,25	0,10
L39	Activa	0,11	0,04	0,15	0,06	0,59	0,23	0,18	0,07
L40	Activa	0,04	0,01	0,17	0,07	0,17	0,07	0,16	0,06
L41	Activa	0,01	0,01	0,07	0,03	0,07	0,03	0,08	0,03
L42	Activa	0,01	0,00	0,04	0,01	0,04	0,01	0,05	0,02
L43	Activa	0,00	0,00	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01
L44	Activa	0,00	0,00	0,02	0,01	0,02	0,01	0,01	0,00
L45	Activa	0,07	0,03	0,02	0,01	0,42	0,16	0,00	0,00
L46	Activa	0,06	0,02	0,11	0,04	0,33	0,13	0,06	0,02
L47	Activa	0,00	0,00	0,39	0,15	0,07	0,03	0,24	0,09
L48	Activa	0,00	0,00	0,02	0,01	0,02	0,01	0,04	0,01
L49	Activa	0,00	0,00	0,02	0,01	0,02	0,01	0,04	0,01
L50	Activa	0,01	0,00	0,41	0,16	0,05	0,02	0,27	0,11
L51	Activa	0,07	0,03	0,36	0,14	0,44	0,17	1,25	0,24
L52	Activa	0,07	0,03	0,33	0,13	0,40	0,16	1,19	0,23
L53	Activa	0,05	0,02	0,24	0,09	0,24	0,10	0,36	0,07
L54	Activa	0,01	0,00	0,07	0,03	0,07	0,03	0,20	0,08
L55	Activa	0,03	0,01	0,12	0,05	0,12	0,05	0,10	0,04
L56	Activa	0,01	0,00	0,05	0,02	0,05	0,02	0,05	0,02
L2	Activa	-	-	0,45	0,11	0,45	0,11	1,79	0,42
L3	Activa	-	-	0,09	0,02	0,09	0,02	1,43	0,34
L4	Activa	-	-	0,26	0,05	0,26	0,05	0,28	0,05
L5	Activa	-	-	0,05	0,01	0,05	0,01	0,05	0,01
L6	Activa	-	-	0,14	0,03	0,14	0,03	0,17	0,03
L7	Activa	-	-	0,07	0,01	0,07	0,01	0,12	0,02
L13	Activa	0,46	0,22	2,36	0,18	4,98	0,78	21,32	1,59
L14	Activa	0,08	0,04	0,80	0,06	0,42	0,20	1,57	0,12

L12	Activa	0,47	0,23	2,43	0,18	5,05	0,79	21,37	1,59
L57	Activa	-	-	-	-	5,17	0,81	21,45	1,60
L58	Activa	-	-	-	-	2,41	0,57	2,83	0,21
L59	Activa	-	-	-	-	0,33	0,13	0,98	0,19
L60	Activa	-	-	-	-	2,56	0,33	2,47	0,20
L61	Activa	-	-	-	-	2,51	0,32	2,42	0,19
L62	Activa	-	-	-	-	2,46	0,32	2,37	0,19
L63	Activa	-	-	-	-	2,39	0,31	2,33	0,18
L64	Activa	-	-	-	-	2,33	0,30	2,28	0,18
L65	Activa	-	-	-	-	2,26	0,29	2,23	0,18
L66	Activa	-	-	-	-	0,07	0,01	0,06	0,01
L67	Activa	-	-	-	-	0,02	0,00	0,02	0,00
L68	Activa	-	-	-	-	2,16	0,42	2,13	0,27
L69	Activa	-	-	-	-	0,12	0,02	0,08	0,02
L70	Activa	-	-	-	-	0,07	0,01	0,05	0,01
L71	Activa	-	-	-	-	2,00	0,38	2,00	0,26
L72	Activa	-	-	-	-	0,66	0,13	0,47	0,09
L73	Activa	-	-	-	-	0,61	0,12	0,43	0,08
L74	Activa	-	-	-	-	0,23	0,04	0,15	0,03
L75	Activa	-	-	-	-	0,07	0,01	0,05	0,01
L76	Activa	-	-	-	-	0,07	0,01	0,05	0,01
L77	Activa	-	-	-	-	1,30	0,25	1,48	0,19
L78	Activa	-	-	-	-	0,07	0,01	0,10	0,02
L79	Activa	-	-	-	-	0,16	0,03	0,04	0,01
L80	Activa	-	-	-	-	0,35	0,07	0,23	0,04
L81	Activa	-	-	-	-	0,14	0,03	0,22	0,04
L82	Activa	-	-	-	-	0,07	0,01	0,17	0,03
L83	Activa	-	-	-	-	1,32	0,25	1,33	0,26
L84	Activa	-	-	-	-	0,85	0,16	0,77	0,15

L85	Activa	-	-	-	-	0,23	0,04	0,15	0,03
L86	Activa	-	-	-	-	0,14	0,03	0,09	0,02
L87	Activa	-	-	-	-	0,07	0,01	0,05	0,01
L88	Activa	-	-	-	-	0,59	0,11	0,57	0,11
L89	Activa	-	-	-	-	0,23	0,04	0,19	0,04
L90	Activa	-	-	-	-	0,16	0,03	0,12	0,02
L91	Activa	-	-	-	-	0,05	0,01	0,05	0,01
L92	Activa	-	-	-	-	0,30	0,06	0,33	0,06
L93	Activa	-	-	-	-	0,12	0,02	0,15	0,03
L94	Activa	-	-	-	-	0,07	0,01	0,10	0,02
L95	Activa	-	-	-	-	0,00	0,00	0,02	0,00
L96	Activa	-	-	-	-	0,02	0,00	0,04	0,01
L97	Activa	-	-	-	-	0,14	0,03	0,14	0,03
L98	Activa	-	-	-	-	0,10	0,02	0,09	0,02
L99	Activa	-	-	-	-	0,05	0,01	0,05	0,01
L100	Activa	-	-	-	-	0,43	0,08	0,51	0,10
L101	Activa	-	-	-	-	0,40	0,08	0,48	0,09
L102	Activa	-	-	-	-	0,36	0,07	0,44	0,09
L103	Activa	-	-	-	-	0,05	0,01	0,10	0,02
L104	Activa	-	-	-	-	0,03	0,01	0,06	0,01
L105	Activa	-	-	-	-	0,02	0,00	0,02	0,00
L106	Activa	-	-	-	-	0,28	0,05	0,30	0,06
L107	Activa	-	-	-	-	0,02	0,00	0,02	0,00
L108	Activa	-	-	-	-	0,23	0,04	0,24	0,05
L109	Activa	-	-	-	-	0,04	0,01	0,05	0,01
L110	Activa	-	-	-	-	0,16	0,03	0,17	0,03
L111	Activa	-	-	-	-	0,04	0,01	0,05	0,01
L112	Activa	-	-	-	-	0,10	0,02	0,10	0,02
L113	Activa	-	-	-	-	0,05	0,01	0,06	0,01

L114	Activa	-	-	-	-	0,02	0,00	0,02	0,00
L115	Activa	-	-	-	-	0,10	0,02	0,13	0,02
L116	Activa	-	-	-	-	0,04	0,01	0,04	0,01
L117	Activa	-	-	-	-	0,04	0,01	0,02	0,00
L118	Activa	-	-	-	-	0,07	0,01	0,17	0,03
L119'	Cerrada	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
L119	Activa	-	-	-	-	-	-	1,36	0,26
L120	Activa	-	-	-	-	-	-	1,32	0,25
L121	Activa	-	-	-	-	-	-	1,27	0,24
L122	Activa	-	-	-	-	-	-	1,25	0,24
L123	Activa	-	-	-	-	-	-	1,24	0,24
L124	Activa	-	-	-	-	-	-	1,21	0,23
L125	Activa	-	-	-	-	-	-	0,57	0,11
L126	Activa	-	-	-	-	-	-	0,50	0,10
L127	Activa	-	-	-	-	-	-	0,10	0,02
L128	Activa	-	-	-	-	-	-	0,05	0,01
L129	Activa	-	-	-	-	-	-	0,34	0,07
L130	Activa	-	-	-	-	-	-	0,10	0,02
L131	Activa	-	-	-	-	-	-	0,05	0,01
L132	Activa	-	-	-	-	-	-	0,21	0,04
L133	Activa	-	-	-	-	-	-	0,06	0,01
L134	Activa	-	-	-	-	-	-	0,09	0,02
L135	Activa	-	-	-	-	-	-	0,07	0,01
L136	Activa	-	-	-	-	-	-	0,04	0,01
L138	Activa	-	-	-	-	-	-	0,13	0,02
L139	Activa	-	-	-	-	-	-	0,06	0,01
L140	Activa	-	-	-	-	-	-	0,06	0,01
L141	Activa	-	-	-	-	-	-	0,10	0,02
L142	Activa	-	-	-	-	-	-	0,05	0,01

L143	Activa	-	-	-	-	-	-	0,27	0,05
L144	Activa	-	-	-	-	-	-	0,04	0,01
L145	Activa	-	-	-	-	-	-	0,09	0,02
L146	Activa	-	-	-	-	-	-	0,02	0,00
L147	Activa	-	-	-	-	-	-	0,45	0,09
L148	Activa	-	-	-	-	-	-	0,54	0,10
L149	Activa	-	-	-	-	-	-	0,61	0,12
L150	Activa	-	-	-	-	-	-	0,06	0,01
L151	Activa	-	-	-	-	-	-	0,06	0,01
L152	Activa	-	-	-	-	-	-	0,12	0,02
L153	Activa	-	-	-	-	-	-	21,73	1,62
L154	Activa	-	-	-	-	-	-	0,40	0,08
L155	Activa	-	-	-	-	-	-	0,15	0,03
L156	Activa	-	-	-	-	-	-	0,11	0,02
L157	Activa	-	-	-	-	-	-	0,06	0,01
L158	Activa	-	-	-	-	-	-	0,19	0,04
L159	Activa	-	-	-	-	-	-	0,05	0,01
L160	Activa	-	-	-	-	-	-	0,15	0,03
L161	Activa	-	-	-	-	-	-	0,04	0,01
L162	Activa	-	-	-	-	-	-	0,06	0,01
L163	Activa	-	-	-	-	-	-	0,44	0,09
L164	Activa	-	-	-	-	-	-	0,48	0,09
L165	Activa	-	-	-	-	-	-	0,13	0,02
L166	Activa	-	-	-	-	-	-	0,06	0,01
L167	Activa	-	-	-	-	-	-	0,33	0,06
L168	Activa	-	-	-	-	-	-	0,13	0,03
L169	Activa	-	-	-	-	-	-	0,06	0,01
L170	Activa	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00
L171	Activa	-	-	-	-	-	-	0,05	0,01

L172	Activa	-	-	-	-	-	-	0,02	0,00
L173	Activa	-	-	-	-	-	-	0,08	0,01
L174	Activa	-	-	-	-	-	-	0,14	0,03
L175	Activa	-	-	-	-	-	-	0,07	0,01
L176	Activa	-	-	-	-	-	-	0,13	0,02
L177	Activa	-	-	-	-	-	-	0,10	0,02
L178	Activa	-	-	-	-	-	-	0,02	0,00
L179	Activa	-	-	-	-	-	-	0,06	0,01
L180	Activa	-	-	-	-	-	-	0,02	0,00
L181	Activa	-	-	-	-	-	-	0,01	0,00
L182	Activa	-	-	-	-	-	-	0,02	0,00
Bomba <sup>25</sup> (A16)	Activa	-	-	-	-	1,32	0,00	1,33	0,00
V. de presión <sup>26</sup> (C3)	Operativa	0,47	0,23	2,43	0,18	5,05	0,79	21,37	1,59
V. de presión <sup>26</sup> (A28)	Operativa	-	-	-	-	0,36	0,07	0,44	0,09

<sup>25</sup> Bomba en cámara de elevación, punto A16.

<sup>26</sup> Válvula reguladora de presión en cámara reguladora de presión.

Anexo H: Nuevos Cuarteles para implementar en la red de distribución, Villorrio El Talhuén.

Cuartel	Periodo Implementación [años]	Tramos	Distancia [m]		Ll. Corte	Desagüe
			Individual	Total		
1	3	L2	120	858	A1	A6
		L3	242			
		L4	211			
		L5	96			
		L6	81			
		L7	108			
2	5	L115	146	365	A40	A39
		L116	76			
		L117	143			
3	5	L118	275	275	A41	A41
4	5	L60	303	1565	A44	A99; A9; A11
		L61	198			
		L62	182			
		L63	145			
		L64	125			
		L65	72			
		L66	124			
		L67	40			
		L68	98			
		L69	51			
		L70	88			
5	5	L71	139	1522	A12	A14; A15; A17
		L72	121			
		L73	169			



		L74	154		
		L75	192		
		L76	124		
		L77	91		
		L78	123		
		L79	153		
		L80	131		
		L81	116		
		L82	148		
6	5	L83	181	1907	A16      A28; A20; A22
		L84	65		
		L85	164		
		L86	157		
		L87	136		
		L88	176		
		L89	208		
		L90	135		
		L91	143		
		L100	198		
		L101	206		
		L102	138		
7	5	L92	212	1252	A21      A27; A24
		L93	130		
		L94	104		
		L95	113		
		L96	107		
		L97	198		

		L98	235			
		L99	153			
8	5	L103	128	997	A28	A29; A31; A33
		L104	270			
		L105	151			
		L106	71			
		L107	89			
		L108	144			
		L109	144			
9	5	L110	137	1193	A32	A36; A35
		L111	218			
		L112	486			
		L113	144			
		L114	208			
1 (v2)	20	L2, L3, L4, L5, L6, L7	858	1586	A1	A84; A46
		L119	108			
		L120	99			
		L121	88			
		L150	136			
		L122	158			
		L123	139			
10	20	L124	57	1656	A47	A60; A63; O43; A85
		L125	137			
		L139	115			
		L140	155			
		L141	130			

		L142	160			
		L143	119			
		L144	113			
		L145	130			
		L146	142			
		L147	172			
		L148	122			
		L149	104			
11	20	L126	161			
		L127	152			
		L128	154			
		L129	204			
		L132	200	1723	A64	A51
		L133	347			
		L134	223			
		L135	134			
		L136	148			
12	20	L130	174			
		L131	166	340	A49	A57
13	20	L154	143			
		L155	143			
		L156	170			
		L157	135			
		L158	167	1250	A68	A75
		L159	131			
		L160	186			
		L161	82			

		L162	93			
14	20	L164	95	1423	A66	A66
		L165	51			
		L166	150			
		L167	158			
		L168	190			
		L169	121			
		L170	121			
		L171	114			
		L172	118			
		L173	189			
		L174	116			
3 (v2)	20	L118	275	645	A41	A41; A65
		L175	232			
		L182	138			
15	20	L176	36	702	A17	A88; A90; A91
		L177	85			
		L178	157			
		L179	186			
		L180	152			
		L181	86			
16	20	L138	34	392	C19	A54
		L151	340			
		L152	18			

Anexo I: Fotos de sistema de APR Vida Nueva - Los Llanos de la Chimba<sup>27</sup>.



(b)



(c)



<sup>27</sup> (a) Identificación de recinto de administración/extracción/tratamiento/almacenamiento del sistema de APR. (b) Fuente de agua: Extracción desde pozo profundo. (c) Tratamiento: inyección de permanganato y filtrado. (d) Tratamiento: inyección de cloro. (e) Estanques auxiliares de almacenamiento. (f) Almacenamiento: Estanque elevado.



(d)



(e)



(f)

Anexo J: Coordenadas elementos de red de distribución actual, Vida Nueva.

Punto	Diámetro (mm)	Cota (m.s.n.m.)	Materia l	Latitud	Longitud	Descripción
C1	75 a 63	319	PVC	-30.661117°	-71.220796°	Cámara con T
N1	75	322	PVC	-30.667844°	-71.224094°	T
C2	63	320	PVC	-30.667799°	-71.224226°	Cámara con v. corte
C3	75	322	PVC	-30.667919°	-71.224131°	Cámara con v. corte
C4	75 a 63	313	PVC	-30.672818°	-71.226557°	Cámara con T + v. corte x2
N2	63	312	PVC	-30.674237°	-71.227273°	Tapón
C5	63	309	PVC	-30.670541°	-71.228255°	Cámara con v. corte + desagiie
N3	63	337	PVC	-30.667095°	-71.226132°	T
C6	63	320	PVC	-30.667016°	-71.226099°	Cámara con v. corte
N4	63	315	PVC	-30.663954°	-71.224744°	Tapón
C7	63	284	PVC	-30.661665°	-71.240972°	Cámara con v. corte
C8	63	279	PVC	-30.658116°	-71.239869°	Cámara con v. corte
C9	63	278	PVC	-30.654565°	-71.239869°	Cámara con v. corte
N5	63	280	PVC	-30.654529°	-71.239842°	Tapón
C10	63	274	PVC	-30.653165°	-71.237523°	Cámara con v. corte + desagiie
C11	63	271	PVC	-30.653410°	-71.236889°	Cámara con v. corte (Enterrada)
N6	63	270	PVC	-30.654598°	-71.233638°	T
C12	63	280	PVC	-30.654533°	-71.233603°	Cámara con v. corte
N7	63	279	PVC	-30.649733°	-71.231201°	Tapón
N8	63	292	PVC	-30.655583°	-71.231028°	T
N9	63	282	PVC	-30.651832°	-71.229167°	Tapón
N10	63	305	PVC	-30.658399°	-71.223360°	Callejón con medidores (6 aprox.)
N11	63	309	PVC	-30.659257°	-71.220991°	T
C13	63	308	PVC	-30.659344°	-71.221069°	Cámara con v. corte
N12	63	315	PVC	-30.660781°	-71.222493°	Tapón
C14	63	317	PVC	-30.659568°	-71.220193°	Cámara con v. corte

N13	63	317	PVC	-30.659609°	-71.220077°	T
C15	63	312	PVC	-30.658004°	-71.219257°	Cámara con v. corte
C16	63	313	PVC	-30.657756°	-71.219006°	Cámara con v. corte
C17	63	305	PVC	-30.653614°	-71.216904°	Cámara con v. corte
S1 (Sentina)	63	308	PVC	-30.655147°	-71.212675°	3 cámaras contiguas (C. corte + C. estanque + C. bomba)
C18	63	333	PVC	-30.657088°	-71.207444°	Cámara con v. corte
N14	63	334	PVC	-30.657099°	-71.207415°	Tapón



Anexo K: Puntos y demandas asociadas por escenario, Vida Nueva.

Momentos de Implementación

Actual	B. (3 años)	A 5 años	Proyectado
--------	-------------	----------	------------

Punto	Cota [m.s.n.m.]	Arranques asociados				Caudal asociado (l/s)			
		Hoy	Base (3 años)	A 5 años	Proyectado (23 años)	Hoy	Base (3 años)	A 5 años	Proyectado (23 años)
E	322	0	0	0	0	0,000	0,000	0,000	0,000
C1	319	3	3	3	3	0,022	0,070	0,070	0,070
N1	322	0	0	0	0	0,000	0,000	0,000	0,000
C3	322	0	0	0	0	0,000	0,000	0,000	0,000
A1	317	0	0	0	1	0,000	0,000	0,000	0,023
A2	317	0	0	0	0	0,000	0,000	0,000	0,000
C4	313	3	3	3	3	0,022	0,070	0,070	0,070
N2	312	2	2	2	2	0,014	0,047	0,047	0,047
A3	309	5	5	5	5	0,036	0,117	0,117	0,117
A4	310	2	3	3	4	0,014	0,070	0,070	0,094
A5	309	2	3	3	3	0,014	0,070	0,070	0,070
C5	309	5	5	5	5	0,036	0,117	0,117	0,117
C2	320	0	0	0	1	0,000	0,000	0,000	0,023
N3	317	1	1	1	1	0,007	0,023	0,023	0,023
C6	320	1	1	1	2	0,007	0,023	0,023	0,047
N4	315	1	1	1	1	0,007	0,023	0,023	0,023
C7	284	1	1	1	1	0,007	0,023	0,023	0,023
C8	279	0	0	2	2	0,000	0,000	0,047	0,047
C9	278	1	1	1	1	0,007	0,023	0,023	0,023
N5	280	1	1	3	3	0,007	0,023	0,070	0,070
N13	317	0	0	0	0	0,000	0,000	0,000	0,000
C14	317	2	2	3	3	0,014	0,047	0,070	0,070

N11	315	0	0	1	1	0,000	0,000	0,023	0,023
C13	314	2	2	2	2	0,014	0,047	0,047	0,047
N12	315	6	6	6	6	0,043	0,140	0,141	0,141
N10	305	7	3	3	3	0,051	0,070	0,070	0,070
N8	292	6	6	6	6	0,043	0,140	0,141	0,141
N9	282	2	6	6	6	0,014	0,140	0,141	0,141
N6	275	5	5	5	5	0,036	0,117	0,117	0,117
C12	275	5	5	5	5	0,036	0,117	0,117	0,117
N7	279	8	8	8	8	0,058	0,187	0,188	0,188
C11	271	2	2	2	2	0,014	0,047	0,047	0,047
C10	274	1	1	1	1	0,007	0,023	0,023	0,023
C15	312	2	2	2	2	0,014	0,047	0,047	0,047
C16	313	0	0	0	0	0,000	0,000	0,000	0,000
C17	305	1	1	1	1	0,007	0,023	0,023	0,023
S1 (Sentina)	308	1	1	1	1	0,007	0,023	0,023	0,023
C18	333	2	2	2	2	0,014	0,047	0,047	0,047
N14	334	1	1	1	1	0,007	0,023	0,023	0,023
O1	327	2	2	2	2	0,014	0,047	0,047	0,047
O2	322	2	2	3	4	0,014	0,047	0,070	0,094
O3	316	2	2	2	2	0,014	0,047	0,047	0,047
O4	318	2	2	4	4	0,014	0,047	0,094	0,094
O5	294	1	1	1	1	0,007	0,023	0,023	0,023
O6	285	5	5	5	5	0,036	0,117	0,117	0,117
O7	287	2	2	4	5	0,014	0,047	0,094	0,117
O8	285	2	2	4	4	0,014	0,047	0,094	0,094
O9	284	7	7	9	9	0,051	0,164	0,211	0,211
O10	324	2	2	2	2	0,014	0,047	0,047	0,047
O11	317	3	3	3	3	0,022	0,070	0,070	0,070
O12	312	2	2	2	4	0,014	0,047	0,047	0,094
O13	307	5	5	5	5	0,036	0,117	0,117	0,117

O14	298	5	5	5	5	0,036	0,117	0,117	0,117
O15	287	5	8	8	8	0,036	0,187	0,188	0,188
O16	283	7	7	7	7	0,051	0,164	0,164	0,164
O17	281	9	9	9	9	0,065	0,211	0,211	0,211
O18	314	5	5	5	5	0,036	0,117	0,117	0,117
O19	324	3	3	3	3	0,022	0,070	0,070	0,070
P1	314	0	1	1	1	0,000	0,023	0,023	0,023
P2	318	0	2	2	2	0,000	0,047	0,047	0,047
O20	314	0	4	4	4	0,000	0,094	0,094	0,094
O21	311	0	7	7	7	0,000	0,164	0,164	0,164
O22	318	0	4	4	4	0,000	0,094	0,094	0,094
O23	317	0	3	3	3	0,000	0,070	0,070	0,070
O24	325	0	3	3	3	0,000	0,070	0,070	0,070
O25	327	0	3	3	3	0,000	0,070	0,070	0,070
O26	327	0	2	2	2	0,000	0,047	0,047	0,047
O27	288	0	3	3	3	0,000	0,070	0,070	0,070
O28	286	0	3	3	3	0,000	0,070	0,070	0,070
P3	296	0	0	0	4	0	0	0	0,094
P4	292	0	0	0	4	0	0	0	0,094
O29	294	0	0	0	4	0	0	0	0,094
O30	294	0	0	0	4	0	0	0	0,094
P5	287	0	0	0	1	0	0	0	0,023
O31	286	0	0	0	4	0	0	0	0,094
P6	285	0	0	0	2	0	0	0	0,047
P19	284	0	0	0	6	0	0	0	0,141
P20	284	0	0	0	6	0	0	0	0,141
P7	284	0	0	0	2	0	0	0	0,047
P21	284	0	0	0	3	0	0	0	0,070
P22	283	0	0	0	7	0	0	0	0,164
P8	284	0	0	0	4	0	0	0	0,094

O32	283	0	0	0	3	0	0	0	0,070
P9	282	0	0	0	3	0	0	0	0,070
P10	282	0	0	0	2	0	0	0	0,047
O33	283	0	0	0	4	0	0	0	0,094
O34	281	0	0	0	3	0	0	0	0,070
P16	281	0	0	0	2	0	0	0	0,047
P11	281	0	0	0	2	0	0	0	0,047
P12	281	0	0	0	5	0	0	0	0,117
O35	282	0	0	0	3	0	0	0	0,070
P17	281	0	0	0	5	0	0	0	0,117
P18	281	0	0	0	3	0	0	0	0,070
P23	286	0	0	0	2	0	0	0	0,047
O36	284	0	0	0	4	0	0	0	0,094
P24	282	0	0	0	1	0	0	0	0,023
P15	286	0	0	0	2	0	0	0	0,047
O37	283	0	0	0	8	0	0	0	0,188
P14	284	0	0	0	2	0	0	0	0,047
O38	283	0	0	0	6	0	0	0	0,141
O39	285	0	0	0	2	0	0	0	0,047
P13	284	0	0	0	0	0	0	0	0,000
P25	306	0	0	0	1	0	0	0	0,023
O40	304	0	0	0	4	0	0	0	0,094
O41	303	0	0	0	4	0	0	0	0,094
O42	301	0	0	0	4	0	0	0	0,094
P26	301	0	0	0	2	0	0	0	0,047
P27	310	0	0	0	1	0	0	0	0,023
P28	307	0	0	0	3	0	0	0	0,070
O43	312	0	0	0	4	0	0	0	0,094
P29	312	0	0	0	1	0	0	0	0,023
P46	307	0	0	0	3	0	0	0	0,070

P30	299	0	0	0	1	0	0	0	0,023
P31	302	0	0	0	3	0	0	0	0,070
O44	306	0	0	0	3	0	0	0	0,070
O45	309	0	0	0	2	0	0	0	0,047
P32	309	0	0	0	1	0	0	0	0,023
P33	313	0	0	0	0	0	0	0	0,000
P34	304	0	0	0	6	0	0	0	0,141
P35	321	0	0	0	1	0	0	0	0,023
O46	322	0	0	0	3	0	0	0	0,070
P36	323	0	0	0	2	0	0	0	0,047
O47	320	0	0	0	8	0	0	0	0,188
P37	325	0	0	0	2	0	0	0	0,047
O48	328	0	0	0	6	0	0	0	0,141
O49	322	0	0	0	2	0	0	0	0,047
P38	319	0	0	0	0	0	0	0	0,000
P39	317	0	0	0	0	0	0	0	0,000
P40	315	0	0	0	2	0	0	0	0,047
O50	312	0	0	0	4	0	0	0	0,094
P41	310	0	0	0	2	0	0	0	0,047
P42	314	0	0	0	4	0	0	0	0,094
O51	316	0	0	0	4	0	0	0	0,094
O52	316	0	0	0	3	0	0	0	0,070
P43	314	0	0	0	1	0	0	0	0,023
P44	329	0	0	0	1	0	0	0	0,023
O53	326	0	0	0	3	0	0	0	0,070
P45	323	0	0	0	1	0	0	0	0,023

Momentos de Implementación

Actual	B. (3 años)	A 5 años	Proyectado
--------	-------------	----------	------------

Anexo L: Diámetros, materiales y largos de distintos tramos de la red de distribución, Vida Nueva.

Momentos de Implementación

Actual	B. (3 años)	A 5 años	Proyectado
--------	-------------	----------	------------

Cambios de diámetro

A 90 mm (81,4 mm interno)
---------------------------

Línea	Ø (mm)	Material	Espesor (mm)	Ø Int. (mm)	Rugosidad (-)	Desde	Hasta				Distancia [m]			
							Hoy	B. (3 años)	A 5 años	Proyectado (23 años)	Hoy	B. (3 años)	A 5 años	Proyectado (23 años)
L1	75	PVC	2,3	70,4	150	E	C1	C1	C1	C1	28	28	28	28
L2	75	PVC	2,3	70,4	150	C1	O1	O24	O24	O24	530	204	204	204
L3	75	PVC	2,3	70,4	150	O1	N1	O26	O26	O26	279	144	144	144
L4	75	PVC	2,3	70,4	150	N1	C3	C3	C3	C3	10	10	10	10
L5	75	PVC	2,3	70,4	150	C3	O2	O2	O2	O2	108	108	108	108
L6	75	PVC	2,3	70,4	150	O2	A1	A1	A1	A1	292	292	292	292
L7	75	F. Galv.	2,9	69,2	125	A1	A2	A2	A2	A2	10	10	10	10
L8	75	PVC	2,3	70,4	150	A2	O3	O3	O3	O3	16	16	16	16
L9	75	PVC	2,3	70,4	150	O3	C4	C4	C4	C4	165	165	165	165
L10	63	PVC	2,0	59,0	150	C4	N2	N2	N2	N2	172	172	172	172
L11	63	PVC	2,0	59,0	150	C4	A3	A3	A3	A3	205	205	205	205
L12	63	PVC	2,0	59,0	150	A3	A4	A4	A4	A4	75	75	75	75
L13	63	PVC	2,0	59,0	150	A4	A5	A5	A5	A5	39	39	39	39
L14	63	PVC	2,0	59,0	150	A5	C5	C5	C5	C5	95	95	95	95
L15	63	PVC	2,0	59,0	150	N1	C2	C2	C2	C2	14	14	14	14
L16	63	PVC	2,0	59,0	150	C2	N3	N3	N3	N3	198	198	198	198
L17	63	PVC	2,0	59,0	150	N3	C6	C6	C6	C6	9	9	9	9
L18	63	PVC	2,0	59,0	150	C6	O4	O4	O4	O4	198	198	198	198
L19	63	PVC	2,0	59,0	150	O4	N4	N4	N4	N4	167	167	167	167

L20	63	PVC	2,0	59,0	150	N3	O5	O5	O5	O5	957	957	957	957
L21	63	PVC	2,0	59,0	150	O5	O6	O6	O6	P5	452	452	452	369
L22	63	PVC	2,0	59,0	150	O6	C7	C7	C7	C7	135	135	135	135
L23	63	PVC	2,0	59,0	150	C7	O7	O7	O7	O7	147	147	147	147
L24	63	PVC	2,0	59,0	150	O7	C8	C8	C8	P7	297	297	297	84
L25	63	PVC	2,0	59,0	150	C8	O8	O8	O8	O8	152	152	152	152
L26	63	PVC	2,0	59,0	150	O8	O9	O9	O9	O9	222	222	222	222
L27	63	PVC	2,0	59,0	150	O9	C9	C9	C9	C9	173	173	173	173
L28	63	PVC	2,0	59,0	150	C9	N5	N5	N5	N5	5	5	5	5
L29	63	PVC	2,0	59,0	150	C1	O10	O10	O10	O10	81	81	81	81
L30	63	PVC	2,0	59,0	150	O10	N13	N13	N13	N13	101	101	101	101
L31	63	PVC	2,0	59,0	150	N13	C14	C14	C14	C14	12	12	12	12
L32	63	PVC	2,0	59,0	150	C14	N11	N11	N11	N11	84	84	84	84
L33	63	PVC	2,0	59,0	150	N11	C13	C13	C13	C13	12	12	12	12
L34	63	PVC	2,0	59,0	150	C13	O11	O11	O11	O11	100	100	100	100
L35	63	PVC	2,0	59,0	150	O11	N12	N12	N12	N12	110	110	110	110
L36	63	PVC	2,0	59,0	150	N11	O12	O12	O12	O12	145	145	145	145
L37	63	PVC	2,0	59,0	150	O12	N10	N10	N10	P27	102	102	102	82
L38	63	PVC	2,0	59,0	150	N10	O13	O13	O13	O13	95	95	95	95
L39	63	PVC	2,0	59,0	150	O13	O14	O14	O14	P25	314	314	314	8
L40	63	PVC	2,0	59,0	150	O14	N8	N8	N8	P3	390	390	390	71
L41	63	PVC	2,0	59,0	150	N8	O15	O27	O27	O27	230	130	130	130
L42	63	PVC	2,0	59,0	150	O15	N9	O28	O28	O28	223	115	115	115
L43	63	PVC	2,0	59,0	150	N8	N6	N6	N6	P13	274	274	274	231
L44	63	PVC	2,0	59,0	150	N6	C12	C12	C12	C12	8	8	8	8
L45	63	PVC	2,0	59,0	150	C12	O16	O16	O16	O16	167	167	167	167
L46	63	PVC	2,0	59,0	150	O16	O17	O17	O17	O17	195	195	195	195
L47	63	PVC	2,0	59,0	150	O17	N7	N7	N7	N7	221	221	221	221
L48	63	PVC	2,0	59,0	150	N6	C11	C11	C11	C11	339	339	339	339

L49	63	PVC	2,0	59,0	150	C11	C10	C10	C10	C10	67	67	67	67
L50	63	PVC	2,0	59,0	150	N13	C15	C15	C15	P29	194	194	194	189
L51	63	F. Galv.	2,9	57,2	125	C15	C16	C16	C16	C16	37	37	37	37
L52	63	PVC	2,0	59,0	150	C16	C17	C17	C17	P40	507	507	507	176
L53	63	PVC	2,0	59,0	150	C17	O18	O18	O18	P43	264	264	264	258
L54	63	PVC	2,0	59,0	150	O18	S1	S1	S1	S1	177	177	177	177
L55	63	PVC	2,0	59,0	150	S1	O19	O19	O19	P35	229	229	229	163
L56	63	PVC	2,0	59,0	150	O19	C18	C18	C18	P44	317	317	317	129
L57	63	PVC	2,0	59,0	150	C18	N14	N14	N14	N14	3	3	3	3
L58	75	PVC	2,3	70,4	150	O24	-	O25	O25	O25	-	172	172	172
L59	75	PVC	2,3	70,4	150	O25	-	O1	O1	O1	-	156	156	156
L60	75	PVC	2,3	70,4	150	O26	-	N1	N1	N1	-	135	135	135
L61	90	PVC	4,3	81,4	150	N10	-	O21	O21	O21	-	222	222	222
L62	90	PVC	4,3	81,4	150	O21	-	O20	O20	P33	-	212	212	181
L63	90	PVC	4,3	81,4	150	O20	-	P1	P1	P1	-	144	144	144
L64	90	PVC	4,3	81,4	150	N12	-	O22	O22	O22	-	159	159	159
L65	90	PVC	4,3	81,4	150	O22	-	O23	O23	O23	-	98	98	98
L66	90	PVC	4,3	81,4	150	O23	-	P2	P2	P2	-	119	119	119
L67	63	PVC	2,0	59,0	150	O27	-	O15	O15	O15	-	102	102	102
L68	63	PVC	2,0	59,0	150	O28	-	N9	N9	N9	-	106	106	106
L69	90	PVC	4,3	81,4	150	P3	-	-	-	O29	-	-	-	166
L70	90	PVC	4,3	81,4	150	O29	-	-	-	O30	-	-	-	133
L71	90	PVC	4,3	81,4	150	O30	-	-	-	P4	-	-	-	136
L72	63	PVC	2,0	59,0	150	P5	-	-	-	O6	-	-	-	85
L73	63	PVC	2,0	59,0	150	P7	-	-	-	O33	-	-	-	102
L74	63	PVC	2,0	59,0	150	O33	-	-	-	P10	-	-	-	97
L75	63	PVC	2,0	59,0	150	P10	-	-	-	C8	-	-	-	14
L76	90	PVC	4,3	81,4	150	P5	-	-	-	O31	-	-	-	111
L77	90	PVC	4,3	81,4	150	O31	-	-	-	P6	-	-	-	92



L78	90	PVC	4,3	81,4	150	P6	-	-	-	P19	-	-	-	122
L79	90	PVC	4,3	81,4	150	P19	-	-	-	P7	-	-	-	136
L80	90	PVC	4,3	81,4	150	P19	-	-	-	P20	-	-	-	89
L81	90	PVC	4,3	81,4	150	P6	-	-	-	P21	-	-	-	103
L82	90	PVC	4,3	81,4	150	P21	-	-	-	P22	-	-	-	142
L83	90	PVC	4,3	81,4	150	P21	-	-	-	P8	-	-	-	109
L84	90	PVC	4,3	81,4	150	P8	-	-	-	O32	-	-	-	84
L85	90	PVC	4,3	81,4	150	O32	-	-	-	P9	-	-	-	85
L86	90	PVC	4,3	81,4	150	P9	-	-	-	P10	-	-	-	93
L87	90	PVC	4,3	81,4	150	P9	-	-	-	O34	-	-	-	77
L88	90	PVC	4,3	81,4	150	O34	-	-	-	P16	-	-	-	78
L89	90	PVC	4,3	81,4	150	P16	-	-	-	P11	-	-	-	16
L90	90	PVC	4,3	81,4	150	P11	-	-	-	P12	-	-	-	185
L91	90	PVC	4,3	81,4	150	P11	-	-	-	O35	-	-	-	96
L92	90	PVC	4,3	81,4	150	O35	-	-	-	P17	-	-	-	64
L93	90	PVC	4,3	81,4	150	P17	-	-	-	P18	-	-	-	81
L94	90	PVC	4,3	81,4	150	P8	-	-	-	P23	-	-	-	201
L95	90	PVC	4,3	81,4	150	P23	-	-	-	O36	-	-	-	117
L96	90	PVC	4,3	81,4	150	O36	-	-	-	P24	-	-	-	112
L97	90	PVC	4,3	81,4	150	P23	-	-	-	P15	-	-	-	100
L98	90	PVC	4,3	81,4	150	P15	-	-	-	O37	-	-	-	157
L99	90	PVC	4,3	81,4	150	O37	-	-	-	P16	-	-	-	165
L100	90	PVC	4,3	81,4	150	P15	-	-	-	P14	-	-	-	155
L101	90	PVC	4,3	81,4	150	P14	-	-	-	O38	-	-	-	150
L102	90	PVC	4,3	81,4	150	O38	-	-	-	P17	-	-	-	170
L103	90	PVC	4,3	81,4	150	P14	-	-	-	O39	-	-	-	139
L104	90	PVC	4,3	81,4	150	O39	-	-	-	P13	-	-	-	138
L105	90	PVC	4,3	81,4	150	P25	-	-	-	O40	-	-	-	177
L106	90	PVC	4,3	81,4	150	O40	-	-	-	O41	-	-	-	149

L107	90	PVC	4,3	81,4	150	O41	-	-	-	O42	-	-	-	145
L108	90	PVC	4,3	81,4	150	O42	-	-	-	P26	-	-	-	83
L109	90	PVC	4,3	81,4	150	P27	-	-	-	P28	-	-	-	196
L110	63	PVC	2,0	59,0	150	P27	-	-	-	N10	-	-	-	22
L111	90	PVC	4,3	81,4	150	P28	-	-	-	P46	-	-	-	133
L112	90	PVC	4,3	81,4	150	P28	-	-	-	O43	-	-	-	145
L113	90	PVC	4,3	81,4	150	O43	-	-	-	P29	-	-	-	179
L114	63	PVC	2,0	59,0	150	P29	-	-	-	C15	-	-	-	6
L115	63	PVC	2,0	59,0	150	P25	-	-	-	P30	-	-	-	242
L116	63	PVC	2,0	59,0	150	P30	-	-	-	O14	-	-	-	65
L117	63	PVC	2,0	59,0	150	P3	-	-	-	N8	-	-	-	321
L118	63	PVC	2,0	59,0	150	P13	-	-	-	N6	-	-	-	43
L119	63	PVC	2,0	59,0	150	P40	-	-	-	O50	-	-	-	117
L120	63	PVC	2,0	59,0	150	O50	-	-	-	P41	-	-	-	100
L121	63	PVC	2,0	59,0	150	P41	-	-	-	C17	-	-	-	114
L122	63	PVC	2,0	59,0	150	P43	-	-	-	O18	-	-	-	7
L123	63	PVC	2,0	59,0	150	P35	-	-	-	O19	-	-	-	66
L124	63	PVC	2,0	59,0	150	P44	-	-	-	C18	-	-	-	188
L125	90	PVC	4,3	81,4	150	P30	-	-	-	P31	-	-	-	245
L126	90	PVC	4,3	81,4	150	P31	-	-	-	O44	-	-	-	148
L127	90	PVC	4,3	81,4	150	O44	-	-	-	O45	-	-	-	149
L128	90	PVC	4,3	81,4	150	O45	-	-	-	P32	-	-	-	67
L129	90	PVC	4,3	81,4	150	P32	-	-	-	P33	-	-	-	108
L130	90	PVC	4,3	81,4	150	P33	-	-	-	O20	-	-	-	30
L131	90	PVC	4,3	81,4	150	P32	-	-	-	P34	-	-	-	212
L132	90	PVC	4,3	81,4	150	P34	-	-	-	P31	-	-	-	188
L133	90	PVC	4,3	81,4	150	P2	-	-	-	P1	-	-	-	123
L134	90	PVC	4,3	81,4	150	P35	-	-	-	O46	-	-	-	88
L135	90	PVC	4,3	81,4	150	O46	-	-	-	P36	-	-	-	85

L136	90	PVC	4,3	81,4	150	P36	-	-	-	O48	-	-	-	150
L137	90	PVC	4,3	81,4	150	O48	-	-	-	P37	-	-	-	170
L138	90	PVC	4,3	81,4	150	P36	-	-	-	O47	-	-	-	187
L139	90	PVC	4,3	81,4	150	O47	-	-	-	P37	-	-	-	163
L140	90	PVC	4,3	81,4	150	P37	-	-	-	O49	-	-	-	115
L141	90	PVC	4,3	81,4	150	O49	-	-	-	P38	-	-	-	105
L142	90	F. Galv.	4,3	81,4	125	P38	-	-	-	P39	-	-	-	32
L143	90	PVC	4,3	81,4	150	P39	-	-	-	P40	-	-	-	121
L144	90	PVC	4,3	81,4	150	P43	-	-	-	O52	-	-	-	114
L145	90	PVC	4,3	81,4	150	O52	-	-	-	P42	-	-	-	113
L146	90	PVC	4,3	81,4	150	P42	-	-	-	P41	-	-	-	142
L147	90	PVC	4,3	81,4	150	P42	-	-	-	O51	-	-	-	120
L148	90	PVC	4,3	81,4	150	O51	-	-	-	P39	-	-	-	106
L149	90	PVC	4,3	81,4	150	P44	-	-	-	O53	-	-	-	148
L150	90	PVC	4,3	81,4	150	O53	-	-	-	P45	-	-	-	139

Momentos de Implementación

Actual	B. (3 años)	A 5 años	Proyectado
--------	-------------	----------	------------

Cambios de diámetro

A 90 mm (81,4 mm interno)
---------------------------

Anexo M: Coordenadas de los puntos agregados a la red de distribución, Vida Nueva.

Punto	Latitud	Longitud	Cota (m.s.n.m.)	Punto	Latitud	Longitud	Cota (m.s.n.m.)
P1	-30,663182	-71,225701	314	O5	-30,663738	-71,235335	293
P2	-30,663626	-71,224522	318	O6	-30,662148	-71,239681	285
P3	-30,656712	-71,227963	296	O7	-30,660549	-71,240875	287
P4	-30,653124	-71,226222	291	O8	-30,657591	-71,241318	285
P5	-30,662441	-71,238873	287	O9	-30,655923	-71,240779	284
P6	-30,660777	-71,238073	285	O10	-30,660448	-71,220474	323
P7	-30,659842	-71,240535	284	O11	-30,660029	-71,221747	316
P8	-30,659052	-71,237199	284	O12	-30,658765	-71,222386	312
P9	-30,658491	-71,238845	282	O13	-30,658074	-71,224269	306
P10	-30,658196	-71,239756	282	O14	-30,656958	-71,227280	298
P11	-30,657087	-71,238166	281	O15	-30,653671	-71,230095	287
P12	-30,656442	-71,239956	281	O16	-30,653153	-71,232931	282
P13	-30,654754	-71,233239	283	O17	-30,651553	-71,232112	281
P14	-30,657024	-71,234450	284	O18	-30,654545	-71,214370	314
P15	-30,658303	-71,235116	287	O19	-30,655964	-71,210490	323
P16	-30,657212	-71,238231	281	O20	-30,662001	-71,225132	313
P17	-30,655781	-71,237478	281	O21	-30,660257	-71,224267	311
P18	-30,655101	-71,237160	281	O22	-30,661949	-71,223430	317
P19	-30,660324	-71,239232	284	O23	-30,662698	-71,223927	317
P20	-30,661085	-71,239573	284	O24	-30,662801	-71,221633	325
P21	-30,659946	-71,237637	284	O25	-30,664232	-71,222334	327
P22	-30,659462	-71,239013	283	O26	-30,666719	-71,223549	326
P23	-30,659125	-71,235552	286	O27	-30,654512	-71,230500	288
P24	-30,658294	-71,237734	283	O28	-30,652715	-71,229603	285
P25	-30,658046	-71,224342	306	O29	-30,655334	-71,227295	294
P26	-30,653476	-71,221994	300	O30	-30,654243	-71,226759	294
P27	-30,658489	-71,223183	309	O31	-30,661529	-71,238445	286
P28	-30,656852	-71,222374	306	O32	-30,658767	-71,238017	282
P29	-30,658051	-71,219281	318	O33	-30,659001	-71,240130	282
P30	-30,657203	-71,226670	299	O34	-30,657856	-71,238549	281
P31	-30,659237	-71,227437	302	O35	-30,656309	-71,237741	281
P32	-30,661292	-71,226002	309	O36	-30,658700	-71,236669	284
P33	-30,661751	-71,225011	312	O37	-30,657744	-71,236626	283
P34	-30,660831	-71,228141	304	P38	-30,656432	-71,235866	282
P35	-30,655727	-71,211121	321	O39	-30,655880	-71,233839	284
P36	-30,657000	-71,212131	323	O40	-30,656579	-71,223588	304
P37	-30,657543	-71,214679	325	O41	-30,655364	-71,222934	302
P38	-30,656830	-71,216854	318	O42	-30,654165	-71,222333	301
P39	-30,656717	-71,217133	317	O43	-30,657390	-71,220988	311

P40	-30,656291	-71,218292	315	O44	-30,659847	-71,226084	306
P41	-30,654493	-71,217416	310	O45	-30,660764	-71,225719	309
P42	-30,654994	-71,216061	313	O46	-30,656368	-71,211626	321
P43	-30,654517	-71,214422	314	O47	-30,656366	-71,213869	320
P44	-30,656427	-71,209259	329	O48	-30,658113	-71,213022	327
P45	-30,654122	-71,207955	323	O49	-30,657154	-71,215797	321
P46	-30,655771	-71,221817	306	O50	-30,655325	-71,217821	312
O1	-30,665529	-71,222959	327	O51	-30,655969	-71,216563	316
O2	-30,668812	-71,224578	322	O52	-30,655364	-71,214963	316
O3	-30,671451	-71,225880	316	O53	-30,655238	-71,208585	326
O4	-30,665305	-71,225510	318				

Anexo N: Presiones por punto en cada escenario modelado, Vida Nueva.

Nodo	Elevación (m.s.n.m.)	Presiones por Escenario (m.c.a.)							
		Hoy		Base (3 años)		A 5 años		Proyectado (23 años)	
		Estática	Dinámica	Estática	Dinámica	Estática	Dinámica	Estática	Dinámica
C1	319	31,00	30,96	31,00	30,49	31,00	30,41	30,00	27,81
N1	322	28,00	27,83	28,00	26,01	28,00	25,23	27,00	21,32
C3	322	28,00	27,83	28,00	26,01	28,00	25,22	27,00	21,32
A1	317	33,00	32,82	33,00	30,85	33,00	30,07	32,00	26,14
A2	317	33,00	32,82	33,00	30,85	33,00	30,06	32,00	26,13
C4	313	37,00	36,81	37,00	34,79	37,00	34,01	36,00	30,07
N2	312	38,00	37,81	38,00	35,79	38,00	35,01	37,00	31,07
A3	309	41,00	40,80	41,00	38,70	41,00	37,92	40,00	33,97
A4	310	40,00	39,80	40,00	37,69	40,00	36,90	39,00	32,95
A5	309	41,00	40,80	41,00	38,68	41,00	37,90	40,00	33,94
C5	309	41,00	40,80	41,00	38,68	41,00	37,89	40,00	33,94
C2	320	30,00	29,83	30,00	28,00	30,00	27,20	29,00	23,16
N3	317	33,00	32,81	33,00	30,80	33,00	29,79	32,00	23,91
C6	320	30,00	29,81	30,00	27,80	30,00	26,79	29,00	20,91
N4	315	35,00	34,81	35,00	32,80	35,00	31,78	34,00	25,90
C7	284	66,00	65,70	66,00	62,86	66,00	60,74	65,00	44,07
C8	279	71,00	70,69	71,00	67,75	71,00	65,44	70,00	48,90
C9	278	72,00	71,68	72,00	68,68	72,00	66,29	71,00	49,76
N5	280	70,00	69,68	70,00	66,68	70,00	64,29	69,00	47,76
N13	317	33,00	32,71	33,00	28,77	33,00	28,63	32,00	26,42
C14	317	33,00	32,70	33,00	28,58	33,00	28,44	32,00	26,07
N11	315	35,00	34,61	35,00	29,28	35,00	29,11	34,00	25,71
C13	314	36,00	35,61	36,00	30,27	36,00	30,10	35,00	26,61
N12	315	35,00	34,61	35,00	29,17	35,00	29,01	34,00	24,08
N10	305	45,00	44,44	45,00	36,69	45,00	36,51	44,00	33,68

N8	292	58,00	57,07	58,00	44,87	58,00	44,67	57,00	38,08
N9	282	68,00	67,07	68,00	54,71	68,00	54,50	67,00	47,92
N6	275	75,00	74,01	75,00	61,30	75,00	61,10	74,00	53,01
C12	275	75,00	74,01	75,00	61,29	75,00	61,09	74,00	53,00
N7	279	71,00	69,98	71,00	57,02	71,00	56,81	70,00	48,72
C11	271	79,00	78,01	79,00	65,30	79,00	65,09	78,00	57,00
C10	274	76,00	75,01	76,00	62,29	76,00	62,09	75,00	54,00
C15	312	38,00	37,70	38,00	33,69	38,00	33,56	37,00	27,56
C16	313	37,00	36,70	37,00	32,68	37,00	32,54	36,00	26,24
C17	305	45,00	44,68	45,00	40,53	45,00	40,39	43,73	33,12
S1	308	55,33	55,00	55,33	50,69	55,33	50,55	43,41	62,62
C18	333	30,33	29,99	30,33	25,67	30,33	25,53	16,99	37,28
N14	334	29,33	28,99	29,33	24,67	29,33	24,53	15,99	36,28
O1	327	23,00	22,87	23,00	21,45	23,00	20,90	22,00	17,45
O2	322	28,00	27,83	28,00	25,96	28,00	25,17	27,00	21,26
O3	316	34,00	33,81	34,00	31,84	34,00	31,06	33,00	27,12
O4	318	32,00	31,81	32,00	29,80	32,00	28,78	31,00	22,90
O5	294	56,00	55,74	56,00	53,17	56,00	51,46	55,00	37,69
O6	285	65,00	64,71	65,00	61,90	65,00	59,86	64,00	43,14
O7	287	63,00	62,70	63,00	59,81	63,00	57,61	62,00	41,00
O8	285	65,00	64,69	65,00	61,72	65,00	59,36	64,00	42,83
O9	284	66,00	65,68	66,00	62,68	66,00	60,30	65,00	43,76
O10	324	26,00	25,85	26,00	23,81	26,00	23,70	25,00	21,29
O11	317	33,00	32,61	33,00	27,22	33,00	27,05	32,00	22,85
O12	312	38,00	37,51	38,00	30,73	38,00	30,56	37,00	27,64
O13	307	43,00	42,38	43,00	34,00	43,00	33,82	42,00	31,13
O14	298	52,00	51,23	52,00	41,01	52,00	40,82	51,00	38,06
O15	287	63,00	62,07	63,00	49,73	63,00	49,53	62,00	42,95
O16	283	67,00	65,99	67,00	53,14	67,00	52,94	66,00	44,84

O17	281	69,00	67,98	69,00	55,04	69,00	54,84	68,00	46,75
O18	314	36,00	35,67	36,00	31,46	36,00	31,32	34,50	24,05
O19	324	39,33	38,99	39,33	34,67	39,33	34,53	25,99	46,30
P1	314	-	-	36,00	27,68	36,00	27,50	35,00	24,53
P2	318	-	-	32,00	26,17	32,00	26,00	31,00	20,65
O20	314	-	-	36,00	27,68	36,00	27,50	35,00	24,40
O21	311	-	-	39,00	30,68	39,00	30,50	38,00	27,49
O22	318	-	-	32,00	26,17	32,00	26,00	31,00	20,88
O23	317	-	-	33,00	27,17	33,00	27,00	32,00	21,77
O24	325	-	-	25,00	24,05	25,00	23,79	24,00	20,87
O25	327	-	-	23,00	21,72	23,00	21,30	22,00	18,11
O26	327	-	-	23,00	21,21	23,00	20,54	22,00	16,86
O27	288	-	-	62,00	48,78	62,00	48,58	61,00	42,00
O28	286	-	-	64,00	50,71	64,00	50,51	63,00	43,93
P3	296	-	-	-	-	-	-	53,00	38,73
P4	292	-	-	-	-	-	-	57,00	42,71
O29	294	-	-	-	-	-	-	55,00	40,72
O30	294	-	-	-	-	-	-	55,00	40,71
P5	287	-	-	-	-	-	-	62,00	41,20
O31	286	-	-	-	-	-	-	63,00	42,09
P6	285	-	-	-	-	-	-	64,00	43,00
P19	284	-	-	-	-	-	-	65,00	43,98
P20	284	-	-	-	-	-	-	65,00	43,98
P7	284	-	-	-	-	-	-	65,00	43,98
P21	284	-	-	-	-	-	-	65,00	43,96
P22	283	-	-	-	-	-	-	66,00	44,95
P8	284	-	-	-	-	-	-	65,00	43,93
O32	283	-	-	-	-	-	-	66,00	44,92
P9	282	-	-	-	-	-	-	67,00	45,92



P10	282	-	-	-	-	-	67,00	45,91
O33	283	-	-	-	-	-	66,00	44,94
O34	281	-	-	-	-	-	68,00	46,91
P16	281	-	-	-	-	-	68,00	46,91
P11	281	-	-	-	-	-	68,00	46,91
P12	281	-	-	-	-	-	68,00	46,91
O35	282	-	-	-	-	-	67,00	45,92
P17	281	-	-	-	-	-	68,00	46,92
P18	281	-	-	-	-	-	68,00	46,92
P23	286	-	-	-	-	-	63,00	41,93
O36	284	-	-	-	-	-	65,00	43,93
P24	282	-	-	-	-	-	67,00	45,93
P15	286	-	-	-	-	-	63,00	41,93
O37	283	-	-	-	-	-	66,00	44,92
P14	284	-	-	-	-	-	65,00	43,95
O38	283	-	-	-	-	-	66,00	44,93
O39	285	-	-	-	-	-	64,00	43,02
P13	284	-	-	-	-	-	65,00	44,10
P25	306	-	-	-	-	-	43,00	32,09
O40	304	-	-	-	-	-	45,00	34,07
O41	303	-	-	-	-	-	46,00	35,07
O42	301	-	-	-	-	-	48,00	37,07
P26	301	-	-	-	-	-	48,00	37,07
P27	310	-	-	-	-	-	39,00	29,09
P28	307	-	-	-	-	-	42,00	32,25
O43	312	-	-	-	-	-	37,00	27,39
P29	312	-	-	-	-	-	37,00	27,59
P46	307	-	-	-	-	-	42,00	32,25
P30	299	-	-	-	-	-	50,00	38,38

P31	302	-	-	-	-	-	-	47,00	35,85
O44	306	-	-	-	-	-	-	43,00	31,94
O45	309	-	-	-	-	-	-	40,00	29,04
P32	309	-	-	-	-	-	-	40,00	29,09
P33	313	-	-	-	-	-	-	36,00	25,37
P34	304	-	-	-	-	-	-	45,00	33,95
P35	321	-	-	-	-	-	-	28,99	49,31
O46	322	-	-	-	-	-	-	27,83	48,30
P36	323	-	-	-	-	-	-	26,68	47,29
O47	320	-	-	-	-	-	-	29,59	50,28
P37	325	-	-	-	-	-	-	24,51	45,28
O48	328	-	-	-	-	-	-	21,60	42,28
O49	322	-	-	-	-	-	-	27,30	48,28
P38	319	-	-	-	-	-	-	30,11	51,28
P39	317	-	-	-	-	-	-	32,02	21,24
P40	315	-	-	-	-	-	-	34,00	23,29
O50	312	-	-	-	-	-	-	36,90	26,20
P41	310	-	-	-	-	-	-	38,81	28,15
P42	314	-	-	-	-	-	-	34,81	24,15
O51	316	-	-	-	-	-	-	32,92	22,19
O52	316	-	-	-	-	-	-	32,69	22,10
P43	314	-	-	-	-	-	-	34,56	24,07
P44	329	-	-	-	-	-	-	20,99	41,28
O53	326	-	-	-	-	-	-	23,99	44,28
P45	323	-	-	-	-	-	-	26,99	47,28
S1'	308	42,00	41,67	42,00	37,44	42,00	37,31	38,96	29,71

Anexo O: Caudales (l/s) y velocidades (m/s) por tramo en cada escenario modelado, Vida Nueva.

Tramo	Estado	Hoy		Base (3 años)		A 5 años		Proyectado (23 años)	
		Caudal	Velocidad	Caudal	Velocidad	Caudal	Velocidad	Caudal	Velocidad
L1	Activa	1,09	0,28	4,49	1,15	4,82	1,24	9,84	2,53
L2	Activa	0,36	0,09	1,40	0,36	1,71	0,44	3,12	0,60
L3	Activa	0,34	0,09	1,22	0,31	1,52	0,39	2,93	0,56
L4	Activa	0,16	0,04	0,58	0,15	0,61	0,16	0,68	0,17
L5	Activa	0,16	0,04	0,58	0,15	0,61	0,16	0,68	0,17
L6	Activa	0,15	0,04	0,54	0,14	0,54	0,14	0,58	0,15
L7	Activa	0,15	0,04	0,54	0,14	0,54	0,14	0,56	0,15
L8	Activa	0,15	0,04	0,54	0,14	0,54	0,14	0,56	0,14
L9	Activa	0,14	0,03	0,49	0,13	0,49	0,13	0,51	0,13
L10	Activa	0,01	0,01	0,05	0,02	0,05	0,02	0,05	0,02
L11	Activa	0,10	0,04	0,37	0,14	0,37	0,14	0,40	0,15
L12	Activa	0,06	0,02	0,26	0,09	0,26	0,09	0,28	0,10
L13	Activa	0,05	0,02	0,19	0,07	0,19	0,07	0,19	0,07
L14	Activa	0,04	0,01	0,12	0,04	0,12	0,04	0,12	0,04
L15	Activa	0,18	0,07	0,58	0,21	0,87	0,32	2,20	0,81
L16	Activa	0,18	0,07	0,58	0,21	0,87	0,32	2,18	0,80
L17	Activa	0,03	0,01	0,09	0,03	0,14	0,05	0,16	0,06
L18	Activa	0,02	0,01	0,07	0,03	0,12	0,04	0,12	0,04
L19	Activa	0,01	0,00	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01
L20	Activa	0,14	0,05	0,47	0,17	0,70	0,26	1,99	0,73
L21	Activa	0,14	0,05	0,44	0,16	0,68	0,25	1,97	0,72
L22	Activa	0,10	0,04	0,33	0,12	0,56	0,21	0,41	0,15
L23	Activa	0,09	0,03	0,30	0,11	0,54	0,20	0,38	0,14
L24	Activa	0,08	0,03	0,26	0,09	0,44	0,16	0,27	0,10
L25	Activa	0,08	0,03	0,26	0,09	0,40	0,15	0,40	0,15
L26	Activa	0,07	0,02	0,21	0,08	0,30	0,11	0,30	0,11

L27	Activa	0,01	0,01	0,05	0,02	0,09	0,03	0,09	0,03
L28	Activa	0,01	0,00	0,02	0,01	0,07	0,03	0,07	0,03
L29	Activa	0,71	0,26	3,02	1,10	3,04	1,11	6,65	1,28
L30	Activa	0,70	0,25	2,97	1,09	3,00	1,10	6,60	1,27
L31	Activa	0,59	0,22	2,62	0,96	2,65	0,97	3,63	1,33
L32	Activa	0,58	0,21	2,57	0,94	2,60	0,95	3,56	1,30
L33	Activa	0,08	0,03	0,47	0,17	0,47	0,17	1,80	0,66
L34	Activa	0,07	0,02	0,42	0,15	0,42	0,15	1,75	0,64
L35	Activa	0,04	0,02	0,35	0,13	0,35	0,13	1,68	0,62
L36	Activa	0,50	0,18	2,11	0,77	2,11	0,77	1,73	0,63
L37	Activa	0,48	0,18	2,06	0,75	2,06	0,75	1,64	0,60
L38	Activa	0,43	0,16	1,71	0,62	1,71	0,63	1,52	0,56
L39	Activa	0,40	0,14	1,59	0,58	1,59	0,58	1,40	0,51
L40	Activa	0,36	0,13	1,47	0,54	1,48	0,54	2,86	1,05
L41	Activa	0,05	0,02	0,47	0,17	0,47	0,17	0,47	0,17
L42	Activa	0,01	0,01	0,21	0,08	0,21	0,08	0,21	0,08
L43	Activa	0,27	0,10	0,87	0,32	0,87	0,32	1,87	0,68
L44	Activa	0,21	0,08	0,68	0,25	0,68	0,25	0,68	0,25
L45	Activa	0,17	0,06	0,56	0,21	0,56	0,21	0,56	0,21
L46	Activa	0,12	0,04	0,40	0,15	0,40	0,15	0,40	0,15
L47	Activa	0,06	0,02	0,19	0,07	0,19	0,07	0,19	0,07
L48	Activa	0,02	0,01	0,07	0,03	0,07	0,03	0,07	0,03
L49	Activa	0,01	0,00	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01
L50	Activa	0,11	0,04	0,35	0,13	0,35	0,13	2,98	1,09
L51	Activa	0,09	0,04	0,30	0,12	0,30	0,12	1,45	0,56
L52	Activa	0,09	0,03	0,30	0,11	0,30	0,11	1,45	0,53
L53	Activa	0,09	0,03	0,28	0,10	0,28	0,10	0,25	0,09
L54	Activa	0,05	0,02	0,16	0,06	0,16	0,06	0,84	0,31
L55	Activa	0,04	0,02	0,14	0,05	0,14	0,05	0,82	0,30

L56	Activa	0,02	0,01	0,07	0,03	0,07	0,03	0,19	0,07
L57	Activa	0,01	0,00	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01
L58	Activa	-	-	1,33	0,34	1,64	0,42	3,05	0,59
L59	Activa	-	-	1,26	0,32	1,57	0,40	2,98	0,57
L60	Activa	-	-	1,17	0,30	1,47	0,38	2,88	0,55
L61	Activa	-	-	0,28	0,05	0,28	0,05	1,25	0,24
L62	Activa	-	-	0,12	0,02	0,12	0,02	1,08	0,21
L63	Activa	-	-	0,02	0,00	0,02	0,00	1,31	0,25
L64	Activa	-	-	0,21	0,04	0,21	0,04	1,54	0,30
L65	Activa	-	-	0,12	0,02	0,12	0,02	1,45	0,28
L66	Activa	-	-	0,05	0,01	0,05	0,01	1,38	0,27
L67	Activa	-	-	0,40	0,15	0,40	0,15	0,40	0,15
L68	Activa	-	-	0,14	0,05	0,14	0,05	0,14	0,05
L69	Activa	-	-	-	-	-	-	0,28	0,05
L70	Activa	-	-	-	-	-	-	0,19	0,04
L71	Activa	-	-	-	-	-	-	0,09	0,02
L72	Activa	-	-	-	-	-	-	0,52	0,19
L73	Activa	-	-	-	-	-	-	0,37	0,14
L74	Activa	-	-	-	-	-	-	0,28	0,10
L75	Activa	-	-	-	-	-	-	0,44	0,16
L76	Activa	-	-	-	-	-	-	1,42	0,27
L77	Activa	-	-	-	-	-	-	1,33	0,26
L78	Activa	-	-	-	-	-	-	0,44	0,08
L79	Activa	-	-	-	-	-	-	0,15	0,03
L80	Activa	-	-	-	-	-	-	0,14	0,03
L81	Activa	-	-	-	-	-	-	0,85	0,16
L82	Activa	-	-	-	-	-	-	0,16	0,03
L83	Activa	-	-	-	-	-	-	0,61	0,12
L84	Activa	-	-	-	-	-	-	0,41	0,08

L85	Activa	-	-	-	-	-	-	0,34	0,07
L86	Activa	-	-	-	-	-	-	0,21	0,04
L87	Activa	-	-	-	-	-	-	0,06	0,01
L88	Activa	-	-	-	-	-	-	0,01	0,00
L89	Activa	-	-	-	-	-	-	0,09	0,02
L90	Activa	-	-	-	-	-	-	0,12	0,02
L91	Activa	-	-	-	-	-	-	0,07	0,01
L92	Activa	-	-	-	-	-	-	0,14	0,03
L93	Activa	-	-	-	-	-	-	0,07	0,01
L94	Activa	-	-	-	-	-	-	0,11	0,02
L95	Activa	-	-	-	-	-	-	0,12	0,02
L96	Activa	-	-	-	-	-	-	0,02	0,00
L97	Activa	-	-	-	-	-	-	0,06	0,01
L98	Activa	-	-	-	-	-	-	0,34	0,06
L99	Activa	-	-	-	-	-	-	0,15	0,03
L100	Activa	-	-	-	-	-	-	0,44	0,09
L101	Activa	-	-	-	-	-	-	0,47	0,09
L102	Activa	-	-	-	-	-	-	0,33	0,06
L103	Activa	-	-	-	-	-	-	0,96	0,18
L104	Activa	-	-	-	-	-	-	1,01	0,19
L105	Activa	-	-	-	-	-	-	0,33	0,06
L106	Activa	-	-	-	-	-	-	0,23	0,05
L107	Activa	-	-	-	-	-	-	0,14	0,03
L108	Activa	-	-	-	-	-	-	0,05	0,01
L109	Activa	-	-	-	-	-	-	1,22	0,24
L110	Activa	-	-	-	-	-	-	2,84	1,04
L111	Activa	-	-	-	-	-	-	0,07	0,01
L112	Activa	-	-	-	-	-	-	1,36	0,26
L113	Activa	-	-	-	-	-	-	1,46	0,28

L114	Activa	-	-	-	-	-	-	1,50	0,55
L115	Activa	-	-	-	-	-	-	1,05	0,38
L116	Activa	-	-	-	-	-	-	2,98	1,09
L117	Activa	-	-	-	-	-	-	2,48	0,91
L118	Activa	-	-	-	-	-	-	0,87	0,32
L119	Activa	-	-	-	-	-	-	0,51	0,19
L120	Activa	-	-	-	-	-	-	0,42	0,15
L121	Activa	-	-	-	-	-	-	0,27	0,10
L122	Activa	-	-	-	-	-	-	0,96	0,35
L123	Activa	-	-	-	-	-	-	0,26	0,09
L124	Activa	-	-	-	-	-	-	0,07	0,03
L125	Activa	-	-	-	-	-	-	1,95	0,37
L126	Activa	-	-	-	-	-	-	1,05	0,20
L127	Activa	-	-	-	-	-	-	1,12	0,22
L128	Activa	-	-	-	-	-	-	1,17	0,22
L129	Activa	-	-	-	-	-	-	2,30	0,44
L130	Activa	-	-	-	-	-	-	1,22	0,23
L131	Activa	-	-	-	-	-	-	1,11	0,21
L132	Activa	-	-	-	-	-	-	0,97	0,19
L133	Activa	-	-	-	-	-	-	1,33	0,26
L134	Activa	-	-	-	-	-	-	0,54	0,10
L135	Activa	-	-	-	-	-	-	0,47	0,09
L136	Activa	-	-	-	-	-	-	0,22	0,04
L137	Activa	-	-	-	-	-	-	0,08	0,01
L138	Activa	-	-	-	-	-	-	0,21	0,04
L139	Activa	-	-	-	-	-	-	0,02	0,00
L140	Activa	-	-	-	-	-	-	0,05	0,01
L141	Activa	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00
L142	Cerrada	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00

L143	Activa	-	-	-	-	-	-	0,89	0,17
L144	Activa	-	-	-	-	-	-	0,73	0,14
L145	Activa	-	-	-	-	-	-	0,80	0,15
L146	Activa	-	-	-	-	-	-	0,10	0,02
L147	Activa	-	-	-	-	-	-	0,80	0,15
L148	Activa	-	-	-	-	-	-	0,89	0,17
L149	Activa	-	-	-	-	-	-	0,09	0,02
L150	Activa	-	-	-	-	-	-	0,02	0,00
Bomba <sup>28</sup> (S1)	Activa	0,05	0,00	0,16	0,00	0,16	0,00	0,84	0,00

---

<sup>28</sup> Bomba en cámara de elevación (sentina), punto S1.



Anexo P: Nuevos cuarteles para implementar en la red de distribución, Vida Nueva.

Cuartel	Periodo Implementación [años]	Tramos	Distancia [m]		Ll. Corte	Desagüe
			Individual	Total		
1	3	L61	222	1013	N10	-
		L62	212			
		L63	144			
2	20	L69	166	435	P3	P4
		L70	133			
		L71	136			
3	20	L76	111	1166	P5	-
		L77	92			
		L78	122			
		L79	136			
		L80	89			
		L81	103			
		L82	142			
		L83	109			
		L84	84			
L85	85					
4	20	L86	93	1924	P8; P9; P14	P12; P18
		L87	77			
		L88	78			
		L89	16			
		L90	185			
		L91	96			
L92	64					
		L93	81			

		L94	201		
		L95	117		
		L96	112		
		L97	100		
		L98	157		
		L99	165		
		L100	155		
		L101	150		
		L102	170		
5	20	L105	177	554	P25 P26
		L106	149		
		L107	145		
		L108	83		
6	20	L109	196	653	P27; P29 P46
		L111	133		
		L112	145		
		L113	179		
7	20	L125	245	1117	P30; P33 P30
		L126	148		
		L127	149		
		L128	67		
		L129	108		
		L131	212		
		L132	188		
8	20	L134	88	1063	P35 P38
		L135	85		
		L136	150		

		L137	170		
		L138	187		
		L139	163		
		L140	115		
		L141	105		
9	20	L143	121	716	P43; P40; P41
		L144	114		
		L145	113		
		L146	142		
		L147	120		
		L148	106		
10	20	L149	148	287	P44
		L150	139		
					P41
					P45

Anexo Q: Resumen de presupuesto estimativo de "Proyecto 1" (2018).

<b>Campo</b>	<b>Unidad</b>	<b>Subcampo</b>	<b>Precio Unitario (CLP)</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Cantidad/m</b>
Instalación de Faenas	Gl	-	25.674.833	1	-
Mov. Tierras	m <sup>3</sup>	Excavación	14.774	4704	1,513
		Rellenos	13.220	4638	1,491
		Retiro Excedentes	7.410	2134	0,686
Tuberías	m	D = 160 mm	9.374	48	-
		D = 200 mm	14.651	12	-
		D = 315 mm	22.763	1854	-
		D = 400 mm	25.780	1266	-
Instalación Tuberías	m	D = 160 mm	13.688	46	-
		D = 200 mm	16.078	9	-
		D = 315 mm	18.759	1816	-
		D = 400 mm	20.624	1239	-
Válvulas y piezas	Kg	Piezas	4.655	10750	3,457
	N°	Uniones	99.361	14	0,005
		V. Corte	191.317	16	0,005
		Grifos	318.530	12	0,004
		V. Ventosa	750.000	2	0,001
Instalación válvulas y piezas	N°	Uniones	27.610	321	0,103
		V. Corte	29.296	16	0,005
		Grifos	85.882	12	0,004
		V. Ventosa	75.000	2	0,001
Obras de Hormigón	N°	Cámaras	1.465.428	16	0,005
	m <sup>3</sup>	Machones/Apoyos	50.411	71	0,023
Arranques	m	Tuberías	37.664	102	-

	N°	Instalaciones	277.144	17	-
Pavimentos	m <sup>2</sup>	Roturas y Reposición	17.714	3682	1,184
	m	Soleras	17.436	237	0,076
Est. Reductora de Presiones	N°	Obra Completa	41.774.355	1	-
Gastos Generales	%	-	30	1	-
Utilidades	%	-	15	1	-
Insp. Téc. Obra (I.T.O.)	-	-	23.453.960	1	-

Anexo R: Resumen de presupuesto estimativo de "Proyecto 2" (2018).

Campo	Unidad	Subcampo	Precio Unitario (CLP)	Cantidad	Cantidad/m
Instalación de Faenas	Gl	-	97.587.261	1	-
Mov. Tierras	m <sup>3</sup>	Excavación	11.304	12401	1,122
		Rellenos	13.150	12730	1,152
		Retiro Excedentes	7.410	5192	0,470
Tuberías	m	D = 160 mm	9.374	7164	-
		D = 200 mm	14.651	1842	-
		D = 250 mm	22.763	2268	-
Instalación Tuberías	m	D = 160 mm	13.688	7023	-
		D = 200 mm	16.078	1805	-
		D = 250 mm	18.759	2223	-
Válvulas y piezas	Kg	Piezas	5.263	24757	2,240
	N°	Uniones	120.140	63	0,006
		V. Corte	227.480	63	0,006
		Grifos	318.530	44	0,004
Instalación válvulas y piezas	N°	Uniones	20.634	1611	0,146
		V. Corte	31.383	63	0,006

		Grifos	85.882	44	0,004
Obras de Hormigón	Nº	Cámaras	1.550.133	63	0,006
	m <sup>3</sup>	Machones/Apoyos	50.411	20	0,002
Arranques	m	Tuberías	43.207	4063	-
	Nº	Instalaciones	92.627	2478	-
Pavimentos	m <sup>2</sup>	Roturas y Reposición	22.769	24904	2,254
	m	Soleras	17.436	2247	0,203
Conexiones a red existente	Nº	-	178.130	9	-
Gastos Generales	%	-	20	1	-
Utilidades	%	-	15	1	-
Servidumbre	m2	-	134.129	131	-
Insp. Téc. Obra (I.T.O.)	-	-	83.956.821	1	-

Anexo S: Resumen de presupuesto estimativo de "Proyecto 3" (2018).

Campo	Unidad	Subcampo	Precio Unitario (CLP)	Cantidad	Cantidad/m
Instalación de Faenas	Gl	-	13.601.080	1	-
Mov. Tierras	m <sup>3</sup>	Excavación	15.078	2564	1,432
		Rellenos	13.205	2553	1,426
		Retiro Excedentes	7.410	1143	0,639
Tuberías	m	D = 160 mm	9.374	12	-
		D = 315 mm	22.763	1824	-
Instalación Tuberías	m	D = 160 mm	13.688	6	-
		D = 315 mm	18.759	1784	-
Válvulas y piezas	Kg	Piezas	4.423	5592	3,124
	Nº	Uniones	77.281	4	0,002
		V. Corte	151.897	9	0,005

		Grifos	318.530	4	0,002
		V. Ventosa	750.000	5	0,003
Instalación válvulas y piezas	N°	Uniones	28.483	152	0,085
		V. Corte	24.734	9	0,005
		Grifos	85.882	4	0,002
		V. Ventosa	75.000	5	0,003
Obras de Hormigón	N°	Cámaras	1.393.180	9	0,005
	m <sup>3</sup>	Machones/Apoyos	50.411	32	0,018
Pavimentos	m <sup>2</sup>	Roturas y Reposición	34.841	585	0,327
	m	Soleras	17.436	27	0,015
Est. Reductora de Presiones	N°	Obra Completa	41.774.355	1	-
Gastos Generales	%	-	30	1	-
Utilidades	%	-	15	1	-
Insp. Téc. Obra (I.T.O.)	-	-	12.424.587	1	-

Anexo T: Resumen de presupuesto estimativo de "Proyecto 4" (2018).

<b>Campo</b>	<b>Unidad</b>	<b>Subcampo</b>	<b>Precio Unitario (CLP)</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Cantidad/m</b>
Instalación de Faenas	Gl	-	50.512.527	1	-
Mov. Tierras	m <sup>3</sup>	Excavación	15.078	5510	1,209
		Rellenos	13.168	5604	1,229
		Retiro Excedentes	7.410	2354	0,516
Tuberías	m	D = 160 mm	9.374	1572	-
		D = 200 mm	14.651	732	-
		D = 250 mm	22.763	1686	-
		D = 315 mm	36.382	678	-
Instalación Tuberías	m	D = 160 mm	13.688	1538	-

		D = 200 mm	16.078	712	-
		D = 250 mm	18.759	1649	-
		D = 315 mm	22.303	659	-
Válvulas y piezas	Kg	Piezas	4.816	12245	2,686
	N°	Uniones	116.847	32	0,007
		V. Corte	215.461	32	0,007
		Grifos	318.530	23	0,005
Instalación válvulas y piezas	N°	Uniones	21.021	612	0,134
		V. Corte	30.500	32	0,007
		Grifos	85.882	23	0,005
Obras de Hormigón	N°	Cámaras	1.536.088	32	0,007
	m <sup>3</sup>	Machones/Apoyos	50.411	155	0,034
Arranques	m	Tuberías	36.666	1524	-
	N°	Instalaciones	292.177	254	-
Pavimentos	m <sup>2</sup>	Roturas y Reposición	26.752	13570	2,977
	m	Soleras	17.436	487	0,107
Gastos Generales	%	-	30	1	-
Utilidades	%	-	15	1	-
Insp. Téc. Obra (I.T.O.)	-	-	46.143.193	1	-



Anexo U: Presupuesto estimativo de red de distribución para APR Villorrio El Talhuén (2046).

<b>Campo</b>	<b>Unidad</b>	<b>Subcampo</b>	<b>Precio Unitario (CLP)</b>	<b>Cantidad/m</b>	<b>Total (CLP)</b>
Instalación de Faenas	Gl	-	46.843.925	-	46.843.925
Mov. Tierras	m <sup>3</sup>	Excavación	14.059	1,319	408.171.439
		Rellenos	13.186	1,325	384.507.130
		Retiro Excedentes	7.410	0,578	94.234.229
Tuberías	m	D = 90 mm	6.173	-	115.342.243
		D = 110 mm	7.158	-	2.347.837
		D = 140 mm	8.937	-	9.160.757
		D = 160 mm	9.374	-	18.513.650
Instalación Tuberías	m	D = 90 mm	9.734	-	181.871.577
		D = 110 mm	11.335	-	3.717.943
		D = 140 mm	13.259	-	13.590.861
		D = 160 mm	13.688	-	27.033.800
Válvulas y piezas	Kg	Piezas	4.789	2,877	303.277.271
	N°	Uniones	103.407	0,005	11.072.420
		V. Corte	196.539	0,006	24.761.146
		Grifos	318.530	0,004	26.504.754
		V. Ventosa	750.000	0,002	28.365.623
Instalación válvulas y piezas	N°	Uniones	24.437	0,117	62.958.841
		V. Corte	28.978	0,006	3.650.875
		Grifos	85.882	0,004	7.146.207
		V. Ventosa	75.000	0,004	6.668.748
Obras de Hormigón	N°	Cámaras	1.486.207	0,006	187.241.566
	m <sup>3</sup>	Machones/Apoyos	50.411	0,019	21.228.270

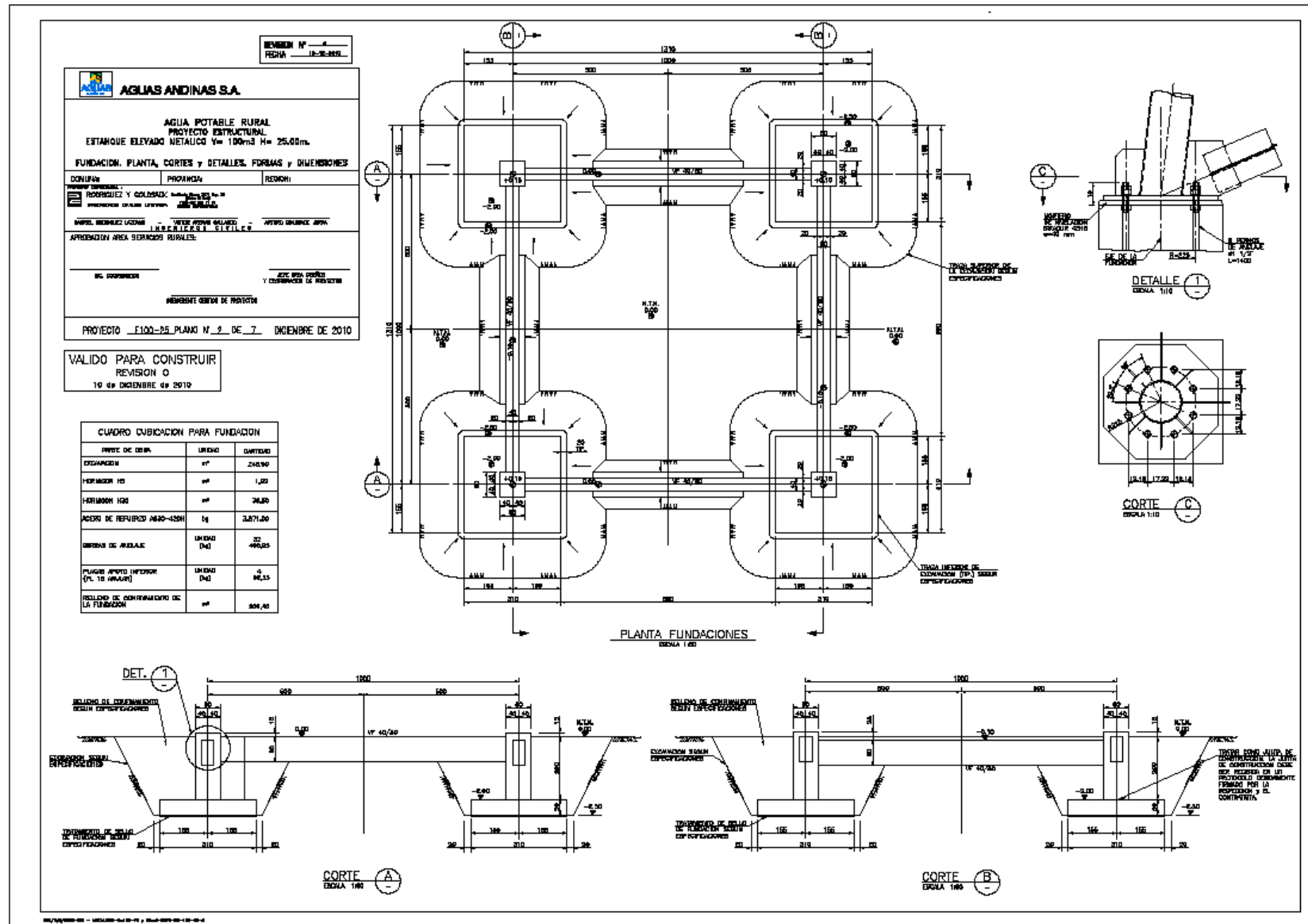
Arranques	m	Tuberías	39.179	-	130.230.325
	N°	Instalaciones	220.649	-	122.239.556
Pavimentos	m <sup>2</sup>	Roturas y Reposición	25.519	1,685	946.717.465
	m	Soleras	17.436	0,100	38.520.663
Conexiones a red existente	N°	-	178.130	-	890.651
Est. Reductora de Presiones	N°	Obra Completa	41.774.355	-	83.548.710
Gastos Generales	%	-	27,5	-	910.348.583
Utilidades	%	-	15	-	496.553.772
Insp. Téc. Obra (I.T.O.)	-	-	41.494.640	-	41.494.640
Suma					4.758.755.477

Anexo V: Presupuesto estimativo de red de distribución para APR Vida Nueva (2046).

Campo	Unidad	Subcampo	Precio Unitario (CLP)	Cantidad/m	Total (CLP)
Instalación de Faenas	Gl	-	46.843.925	-	46.843.925
Mov. Tierras	m <sup>3</sup>	Excavación	14.059	1,319	191.068.440
		Rellenos	13.186	1,325	179.990.980
		Retiro Excedentes	7.410	0,578	44.111.825
Tuberías	m	D = 90 mm	6.173	1,000	63.609.852
Instalación Tuberías	m	D = 90 mm	9.734	1,000	100.299.975
Válvulas y piezas	Kg	Piezas	4.789	2,877	141.966.609
	N°	Uniones	103.407	0,005	5.183.092
		V. Corte	196.539	0,006	11.590.898
		Grifos	318.530	0,004	12.407.096
		V. Ventosa	750.000	0,002	13.278.184
Instalación válvulas y piezas	N°	Uniones	24.437	0,117	29.471.556

		V. Corte	28.978	0,006	1.709.005
		Grifos	85.882	0,004	3.345.199
		V. Ventosa	75.000	0,004	3.121.696
Obras de Hormigón	N°	Cámaras	1.486.207	0,006	87.649.332
	m <sup>3</sup>	Machones/Apoyos	50.411	0,019	9.937.130
Arranques	m	Tuberías	39.179	-	53.596.596
	N°	Instalaciones	220.649	-	50.307.976
Pavimentos	m <sup>2</sup>	Roturas y Reposición	25.519	1,685	443.166.307
	m	Soleras	17.436	0,100	18.031.842
Conexiones a red existente	N°	-	178.130	-	890.651
Gastos Generales	%	-	30	27,5	415.683.996
Utilidades	%	-	15	15	226.736.725
Insp. Téc. Obra (I.T.O.)	-	-	41.494.640	-	41.494.640
		Suma			2.195.493.527

Anexo W: Estanque Elevado Metálico V=100m<sup>3</sup> H=25m. Fundación, planta, Cortes y Detalles. Formas y dimensiones.



# Anexo X: Estanque Elevado Metálico V=100m<sup>3</sup> H=25m. Fundación, pernos de anclaje y armaduras.

REVISIÓN N°       
FECHA 18-08-2010

**AGUAS ANDINAS S.A.**

AGUA POTABLE RURAL  
PROYECTO ESTRUCTURAL  
ESTANQUE ELEVADO METÁLICO V=100m<sup>3</sup> H=25,00m.

FUNDACIÓN, PERNOS DE ANCLAJE y ARMADURAS

DOMINIO:                      PROYECTADA:                      REGION:                     

PROYECTO ESPECIAL:                       
PROYECTADO Y DISEÑADO:                       
PROYECTADO Y DISEÑADO:                     

MAPA, SECCIONES LÍNEAS:                      MATERIALES USADOS:                      APROXIMACIÓN AREA SERVICIOS RURALES:                     

APROBACIÓN AREA SERVICIOS RURALES:                     

ING. RESPONSABLE:                      ING. AREA PROYECTO Y DISEÑO DE LA PROYECTO:                     

INGENIERO GERENTE DE PROYECTO:                     

PROYECTO E100-05 PLANO N.º 3 DE 7 DICIEMBRE DE 2010

VALIDO PARA CONSTRUIR  
REVISIÓN 0  
10 de DICIEMBRE de 2010

**FUNDACION ZAPATA**  
ESCALA 1:50

**CORTE**  
ESCALA 1:20

**PERNOS DE ANCLAJE**  
ESCALA 1:5  
(DIMENSIONES EN mm)

**PL 16 ANULAR**  
ESCALA 1:5  
(DIMENSIONES EN mm)

**ARMADURAS VF 4D/8D**  
ESCALA 1:20

**LISTA DE ARMADURAS PARA TODA LA FUNDACION**

ITEM	MAYEA	CANT.	TIPO	DIA.	DIMENSIONES PARCIALES EN CM										LARGO EN m	PESOS	TOTAL	OBS.
					A	B	D	D	E	F	G	H	INVERSA	VERT.				
1	200	3	19	20	200	20									2.50	125.0		
2	48	3	18	20	200	20									2.00	171.2		
3	40	4	16	72	72	72	72	72						0.10	124.8			
4	40	8	8	28	28	28								0.80	150.4			
5	12	3	22	40	1970	40								1.80	148.0			
6	12	3	18	40	1970	40								1.80	138.0			
7	20	1	10	1070										19.70	248.0			
8	18	8	18	30	30	30	30	30						0.80	130.4			
9	12	3	22	40	1970	40								1.80	130.0			
10	18	4	16	72	72	72	72	72						2.20	242.4			

LA LISTA DE ARMADURAS DE ESTE PLANO ES SOLO REFERENCIAL, SERA RESPONSABILIDAD DEL CONTRATISTA VERIFICAR LAS DIMENSIONES REALES Y TALLADO DE LAS ARMADURAS ANTES DE PROCEDER A CORTE, DOBLADO Y COLOCACION DE LAS PERNAS

**RESUMEN FIERROS**

DIA.	LARGO	PESO Kg
(mm)	(cm)	(Kg)
8	214.4	66
10	804.0	268
18	1204.8	208.8
18	308.4	61.5
22	186.0	88.4
<b>TOTAL</b>	<b>3071</b>	<b>792.7</b>

LARGITUDS DE DESARROLLO CON CERROS DIAMETROS MINIMOS DE DOBLADO Y LONGITUD DE QUINCIA EN 90 GRADOS 4.0-20

(L) LONGITUD DE DESARROLLO CON CERROS (mm)

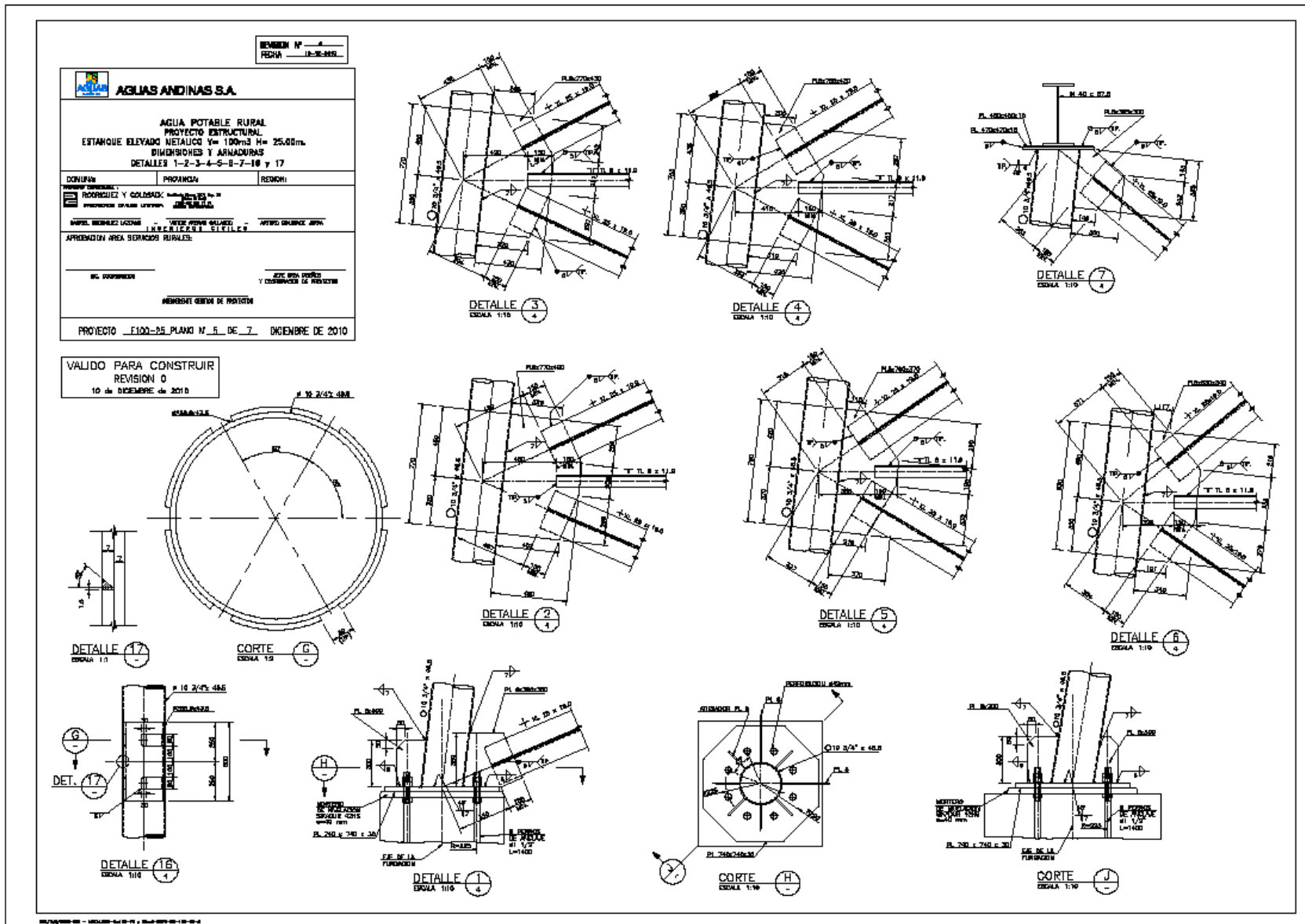
(D) DIAMETRO NOMINAL BARRERAS DE DOBLADO (mm)

(Q) LONGITUD DEL QUINCIA (mm)

Ø(18)	6	10	12	16	18	20
L (mm)	19	20	24	28	36	44
D (mm)	6	8	7	10	11	13
Q (mm)	18	18	22	22	23	40



Anexo Z: Estanque Elevado Metálico V=100m<sup>3</sup> H=25m. Dimensiones y Armaduras. Detalles 1-2-3-4-5-6-7-16 y 17.







# Anexo BB: Estanque Elevado Metálico V=100m<sup>3</sup> H=25m. Dimensiones y Armaduras. Detalles 8-9-10-11-12-13 y Cubicaciones.

REVISIÓN N° \_\_\_\_\_  
FECHA \_\_\_\_\_

**AQUAS ANDINAS S.A.**

**AGUA POTABLE RURAL  
PROYECTO ESTRUCTURAL  
ESTANQUE ELEVADO METÁLICO V=100m<sup>3</sup> H= 25.00m.  
DIMENSIONES Y ARMADURAS  
DETALLES 8-9-10-11-12-13 y CUBICACIONES**

CONTRATO: \_\_\_\_\_ PROVINCIA: \_\_\_\_\_ REGION: \_\_\_\_\_

PROYECTISTA: \_\_\_\_\_ INGENIERO EN CIVIL: \_\_\_\_\_  
PROYECTOR EN LA LEY: \_\_\_\_\_

AMPLIACIÓN: \_\_\_\_\_ VISTO POR: \_\_\_\_\_ VISTO POR: \_\_\_\_\_  
APROBACIÓN: \_\_\_\_\_ APROBACIÓN: \_\_\_\_\_

ING. RESPONSABLE: \_\_\_\_\_ Y/O INGENIERO EN CIVIL: \_\_\_\_\_  
INGENIERO EN CIVIL: \_\_\_\_\_

PROYECTO: 1100-25 PLANO N° 7 DE 7 DICIEMBRE DE 2010

VALIDO PARA CONSTRUIR  
REVISIÓN 0  
15 de DICIEMBRE de 2010

**DETALLE (11)**  
ESCALA 1/10

**DETALLE (10)**  
ESCALA 1/10

**DETALLE (13)**  
ESCALA 1/10

**DETALLE (9)**  
ESCALA 1/10

**DETALLE (12)**  
ESCALA 1/10

**DETALLE (8)**  
ESCALA 1/10

**ACERO PLATAFORMA**

CANT.	DESCRIPCION	Kg
2	RU 40 x 47.8 L= 4700	823.4
2	RU 40 x 47.8 L= 4864	822.5
2	RU 30 x 32.2 L= 4864	725.5
20	RU 30 x 32.2 L= 744	718.7
4	PL 15 x 450 x 450	97.6
<b>TOTAL Kg</b>		<b>2765.4</b>

**ACERO ESCOTILLA-TAPA-VENTILACION**

CANT.	DESCRIPCION	Kg
1	PL 4 x 80 x 1800	3.8
1	PL 4 x 870	11.9
1	PL 2 x 240	6.2
1	PL 20 x 127 x 60	0.9
1	PL 20 x 40 x 60	0.9
2	PL 2 x 60	2.1
1	PL 2 x 900 x 60	0.7
<b>TOTAL Kg</b>		<b>18.0</b>

**ACERO ESCALERA Y BARRANDA SUPERIOR**

CANT.	DESCRIPCION	Kg
NA	4 10" x 1.47 x 4.000mm L=1120	86.8
1	4 10" x 1.47 x 4.000mm L=1022	24.8
NA	4 1" x 1.5 x 4.000mm L=1022	32.8
64	PL 8 x 480	87.2
24	PL 4 x 36 x 1710	46.1
5	PL 2 x 2700	126.1
2	L 80 x 80 x 6 L= 12026	174.1
2	L 80 x 80 x 6 L= 310	1.8
2	L 80 x 80 x 6 L= 323	3.3
2	L 80 x 80 x 6 L= 446	2.7
8	L 80 x 80 x 6 L= 316	6.8
<b>TOTAL Kg</b>		<b>525.7</b>

**ACERO CUBA**

CANT.	DESCRIPCION	Kg
1	PL 8 x 2307x2	1028.8
1	L 80 x 80 x 6 L= 17650	156.7
1	PL 8 x 7520x2	2262.9
1	L 80 x 80 x 6 L= 18240	126.0
8	L 80 x 80 x 6 L= 80	1.8
8	PL 4 x 40 x 120	1.2
8	C 80 x 40 x 6 L= 2790	73.2
8	C 80 x 40 x 6 L= 1070	41.8
8	C 80 x 40 x 6 L= 106	6.7
1	C 80 x 40 x 6 L= 1370	6.3
1	C 80 x 40 x 6 L= 1460	6.8
1	PL 4 x 2740x2	977.8
8	PL 5 x 80 x 80	1.2
8	PL 5 x 74 x 74	4.4
<b>TOTAL Kg</b>		<b>6215.4</b>

**ACERO PEDESTAL**

CANT.	DESCRIPCION	Kg
4	PL 30 x 240 x 240	855.7
8	PL 4 x 200 x 200	481.1
16	PL 4 x 200 x 200*	41.4
10	Ø 110 3/4" x 90.8 L= 8040	4494.0
4	Ø 110 3/4" x 90.8 L= 850	499.0
16	Ø 250.8 x 43.6 L= 620	2462.0
8	PL 4 x 220 x 400	183.2
8	PL 4 x 220 x 430	188.8
8	PL 4 x 220 x 450	188.0
8	PL 4 x 220 x 370	146.7
8	PL 4 x 220 x 340	144.8
8	PL 4 x 220 x 300	129.1
4	PL 4 x 200 x 200	361.1
4	PL 4 x 200 x 200	345.8
4	PL 4 x 200 x 200	329.5
10	PL 4 x 200 x 400	374.5
4	L 120 x 120 x 6 L= 3200	720.8
4	L 120 x 120 x 6 L= 4820	104.8
4	L 120 x 120 x 6 L= 4480	103.0
4	L 120 x 120 x 6 L= 4300	104.0
4	L 120 x 120 x 6 L= 4200	102.8
8	L 120 x 120 x 6 L= 4480	407.8
4	L 120 x 120 x 6 L= 4420	167.0
4	L 120 x 120 x 6 L= 4240	159.7
4	L 120 x 120 x 6 L= 3460	101.1
4	L 120 x 120 x 6 L= 3480	104.8
4	L 120 x 120 x 6 L= 3500	106.0
4	L 120 x 120 x 6 L= 4010	154.1
4	L 120 x 120 x 6 L= 4010	154.1
4	L 120 x 120 x 6 L= 3580	124.2
8	L 120 x 120 x 6 L= 7200	847.0
4	L 120 x 120 x 6 L= 3740	146.0
4	L 120 x 120 x 6 L= 3420	124.2
4	L 120 x 120 x 6 L= 3470	126.3
4	L 120 x 120 x 6 L= 3290	123.7
4	L 120 x 120 x 6 L= 3180	121.1
8	L 120 x 120 x 6 L= 4420	486.0
4	L 120 x 120 x 6 L= 3480	121.2
4	L 120 x 120 x 6 L= 3200	126.3
4	L 120 x 120 x 6 L= 2910	119.7
4	L 120 x 120 x 6 L= 2820	107.8
8	L 120 x 120 x 6 L= 4070	426.0
4	L 120 x 120 x 6 L= 2680	116.2
4	L 120 x 120 x 6 L= 2990	114.1
4	L 120 x 120 x 6 L= 2860	67.8
4	L 120 x 120 x 6 L= 3470	84.0
4	TL 8 x 11.8 L= 8100	368.8
4	TL 8 x 11.8 L= 7020	348.8
4	TL 8 x 11.8 L= 6420	326.1
4	TL 8 x 11.8 L= 6610	337.0
4	TL 8 x 11.8 L= 4780	226.4
10	PL 4 x 210 x 270	72.8
3	PL 4 x 440 x 440	462.0
3	L 80 x 80 x 6 L= 12320	118.0
3	L 80 x 80 x 6 L= 8140	56.3
2	L 80 x 80 x 6 L= 9040	66.4
2	L 80 x 80 x 6 L= 11020	106.4
3	L 80 x 80 x 6 L= 5460	33.0
2	L 80 x 80 x 6 L= 6410	62.2
2	L 80 x 80 x 6 L= 6740	63.8
3	L 80 x 80 x 6 L= 6020	48.8
3	L 80 x 80 x 6 L= 4960	43.8
2	L 80 x 80 x 6 L= 6340	61.4
2	L 80 x 80 x 6 L= 4880	46.3
2	L 80 x 80 x 6 L= 6140	46.7
2	L 80 x 80 x 6 L= 7140	68.8
3	L 80 x 80 x 6 L= 3350	34.3
3	L 80 x 80 x 6 L= 3470	35.3
4	PL 10 x 470 x 470	106.0
180	PL 4 x 220 x 80	226.1
40	PL 4 x 140 x 80	36.7
40	PL 4 x 120 x 80	24.8
<b>TOTAL Kg</b>		<b>18788.0</b>

\* USO LISTAS DE MATERIALES PARA SERVICIO INFORMATIVO  
 \*\* CONTRATISTA DEBE PREPARAR LOS LISTADOS DE LOS ELEMENTOS ANTES DE SU ENTREGA.  
 \*\*\* CONTRATISTA DEBE PRESENTAR EL PLANO DE COORDINACION.  
 \*\*\*\* DISEÑO DE LA PUNTA BARRA





Anexo EE: Estanque Elevado de Hormigón Armado V=200m<sup>3</sup> H=25m. Armaduras. Fundación-Ref. Pasadas-Ref. Vano Puerta.

