

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**EVALUACIÓN DE LOS SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE
AGUA POTABLE DE LA LOCALIDAD DE SHIRAC, SAN MARCOS
– CAJAMARCA. PROPUESTA DE MEJORA**

TESIS

Para Optar el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

Presentado Por:

Bach. LIDMAN EDWAR ALBARRÁN TIRADO

Asesor:

Dr. Ing. GASPAR VIRILO MÉNDEZ CRUZ

CAJAMARCA-PERÚ

2019

AGRADECIMIENTO

Un agradecimiento muy especial a mi padre, por su confianza y apoyo incondicional.

Al Dr. Ing. Gaspar Méndez Cruz, por el apoyo y asesoramiento prestado durante la realización de la presente investigación.

A la Universidad Nacional de Cajamarca, en especial a la Facultad de Ingeniería, a sus docentes y personal administrativo.

A los directivos de las JASS y a todos los usuarios de los sistemas de abastecimiento de agua potable Bellavista y San Sebastián, de la localidad de Shirac, por su predisposición y colaboración.

A mis amigos y compañeros por su apoyo e interés en este trabajo, por sus sugerencias que han enriquecido la presente investigación.

DEDICATORIA

A mi padre quien es fuente de inspiración y mi ejemplo a seguir. A la memoria de mi madre, quien guía mis pasos.

A mis hermanos, compañeros de vida.

A mis primos, tíos y toda mi extensa familia.

CONTENIDO

	Página
<i>AGRADECIMIENTO</i>	<i>i</i>
<i>DEDICATORIA</i>	<i>ii</i>
<i>CONTENIDO</i>	<i>iii</i>
<i>ÍNDICE DE TABLAS</i>	<i>vi</i>
<i>ÍNDICE DE GRÁFICOS</i>	<i>vii</i>
<i>ÍNDICE DE FIGURAS</i>	<i>viii</i>
<i>ÍNDICE DE FÓRMULAS</i>	<i>ix</i>
<i>ÍNDICE DE ANEXOS</i>	<i>ix</i>
<i>RESUMEN</i>	<i>x</i>
<i>ABSTRAC</i>	<i>xi</i>
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	2
1.3. JUSTIFICACIÓN.....	3
1.4. LIMITACIONES.....	3
1.5. OBJETIVOS	4
2.1.1. OBJETIVO GENERAL	4
2.1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	4
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	5
2.1. ANTECEDENTES TEÓRICOS.....	5
2.2. BASES TEÓRICAS.....	6
2.2.1. EFICIENCIA DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE	7
2.2.2. DOTACIÓN DE AGUA POTABLE.....	7
2.2.3. CALIDAD FÍSICA, QUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO.....	7
2.2.4. INDICADORES EN LA EFICIENCIA DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE:	8

2.2.5.	DESCRIPCIÓN DEL SOFTWARE WATERCAD.....	12
2.3.	DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS	18
CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS		21
3.1.	DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	21
3.1.1.	ASPECTOS GENERALES DE LA POBLACIÓN.....	21
3.1.2.	LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	22
3.1.3.	OROGRAFÍA.....	23
3.1.4.	CARACTERÍSTICAS DEL CLIMA	23
3.2.	CATASTRO DE LA INFRAESTRUCTURA EXISTENTE.....	23
3.2.1.	CAPTACIONES	25
3.1.1.	RESERVORIOS (TANQUES).....	27
3.1.2.	TUBERÍAS EN LA RED	29
3.1.3.	CÁMARAS REDUCTORAS DE PRESIÓN.....	30
3.2.	PARÁMETROS PARA LA EVALUACIÓN.....	32
3.2.1.	ASPECTOS BÁSICOS	32
3.2.2.	ÁMBITO GEOGRÁFICO DEL PROYECTO.	33
3.2.3.	ZONAS DE ESTUDIO.....	33
3.2.4.	COTAS.....	33
3.2.5.	EVALUACIÓN ACTUAL.....	34
3.2.6.	EVALUACIÓN FUTURA	40
3.2.7.	DIÁMETROS INTERIORES.....	41
3.2.8.	CONSIDERACIONES PARA LA EVALUACIÓN	42
3.2.9.	CAUDAL.....	44
3.3.	MODELAMIENTO EN EL PROGRAMA WATERCAD	44
3.5.	EVALUACIÓN DE LOS SISTEMAS	49
3.5.1.	INFRAESTRUCTURA.....	49
3.5.2.	GESTIÓN	50

3.6. VALORACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	50
3.7. RECOLECCIÓN DE DATOS.....	52
3.7.1. FASE DE CAMPO	52
3.7.2. GABINETE	52
3.8. PROCESAMIENTO DE DATOS.....	52
CAPÍTULO IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	54
4.1. EVALUACIÓN HIDRÁULICA.....	54
4.1.1. RED SISTEMA DE AGUA POTABLE BELLAVISTA.....	55
4.1.2. ALMACENAMIENTO SISTEMA DE AGUA POTABLE BELLAVISTA.....	57
4.1.3. RED SISTEMA DE AGUA POTABLE SAN SEBASTIÁN.....	58
4.1.4. ALMACENAMIENTO SISTEMA DE AGUA POTABLE SAN SEBASTIÁN	61
4.2. INFRAESTRUCTURA Y GESTIÓN DEL SERVICIO	62
4.2.1. EVALUACIÓN INDICADORES / ÍTEMS.....	62
4.2.2. EVALUACIÓN DE COMPONENTES Y DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE	71
4.2.3. EVALUACIÓN DE LA PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE	74
4.2.4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	76
4.3. PROPUESTA DE MEJORA.	94
4.2.5. REDISEÑO HIDRÁULICO.....	94
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	97
5.1. CONCLUSIONES.....	97
5.2. RECOMENDACIONES.	98
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	100
ANEXOS.....	103

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Coeficiente de Hazen –Williams en tuberías.....	15
Tabla 2. Coeficiente de la pérdida de carga en piezas especiales y válvulas	17
Tabla 3. Población de la Localidad de Shirac	21
Tabla 4. Captaciones de los sistemas de agua potable de la localidad de Shirac	27
Tabla 5. Reservorios de los sistemas de agua potable de la localidad de Shirac	28
Tabla 6. Tubería en el sistema de agua potable Bellavista.....	29
Tabla 7. Tubería en el sistema de agua potable San Sebastián.	29
Tabla 8. Cámaras reductoras de presión sistema Bellavista	30
Tabla 9. Cámaras reductoras de presión sistema San Sebastián	31
Tabla 10. Identificación de Zonas de Estudio.....	33
Tabla 11. Distribución de la población actual	34
Tabla 12. Dotación de agua según tipo de saneamiento y ubicación geográfica .	40
Tabla 13. Población de las localidades de Shirac y San José.....	41
Tabla 14. Diámetros interiores de tubería PVC, según NTP 399.002-2015	41
Tabla 15. Consumo máximo horario, medido.....	43
Tabla 16. Resumen de dotación calculado de acuerdo a la norma.	43
Tabla 17. Caudal máximo horario unitario.....	44
Tabla 18. Mediciones de campo sector Bellavista	47
Tabla 19. Mediciones de campo sector San Sebastián	48
Tabla 20. Rangos de calificación en la prestación del servicio de agua potable. .	51
Tabla 21. Volumen almacenamiento Bellavista.....	58
Tabla 22. Volumen almacenamiento San Sebastián	61
Tabla 23. Infraestructura: Diagnóstico.....	62
Tabla 24 Continuación. Infraestructura: Diagnóstico.	63
Tabla 25 Infraestructura: Operación	64
Tabla 26. Gestión (Organizacional / Institucional): Recursos Humanos Institucionales.....	65
Tabla 27. Gestión (Organizacional / Institucional): Instrumentos de Gestión	66
Tabla 28. Continuación - Gestión (Organizacional / Institucional): Instrumentos de Gestión	67
Tabla 29 Gestión (Organizacional / Institucional): Procedimientos.....	68

Tabla 30. Continuación - Gestión (Organizacional / Institucional): Procedimientos	69
Tabla 31. Gestión (Organizacional / Institucional): Ejecución de Inversiones	70
Tabla 32. Eficiencia del servicio de agua potable en los sistemas de la localidad de Shirac	75
Tabla 33. Cantidad de agua potable de los sistemas de abastecimiento de agua potable de la localidad de Shirac, año 2018.	81

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Variaciones horarias de consumo día lunes, sector Bellavista.....	35
Gráfico 2. Variaciones horarias de consumo día martes, sector Bellavista.	35
Gráfico 3. Variaciones horarias de consumo día miércoles, Bellavista.....	36
Gráfico 4. Variaciones horarias de consumo día jueves, sector Bellavista.	36
Gráfico 5. Variaciones horarias de consumo día viernes, sector Bellavista.....	36
Gráfico 6. Variaciones horarias de consumo día sábado, sector Bellavista.	37
Gráfico 7. Variaciones horarias de consumo día domingo, sector Bellavista.	37
Gráfico 8. Variaciones horarias de consumo día lunes, San Sebastián.....	37
Gráfico 9. Variaciones horarias de consumo día martes, San Sebastián.	38
Gráfico 10. Variaciones horarias de consumo miércoles, San Sebastián.....	38
Gráfico 11. Variaciones horarias de consumo día jueves, San Sebastián.....	38
Gráfico 12. Variaciones horarias de consumo día viernes, San Sebastián.	39
Gráfico 13. Variaciones horarias de consumo día sábado, San Sebastián.	39
Gráfico 14. Variaciones horarias de consumo día domingo, San Sebastián.	39
Gráfico 15. Comparación de datos tomados en campo y datos obtenidos en el modelo, sector Bellavista.	48
Gráfico 16. Comparación de datos tomados en campo y datos obtenidos en el modelo, sector San Sebastián.	49
Gráfico 17. Infraestructura de los sistemas de abastecimiento de agua potable de la localidad de Shirac	71
Gráfico 18. Gestión de los servicios de agua potable de la localidad de Shirac.	73
Gráfico 19. Estado del servicio de agua potable en la localidad de Shirac.....	74

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. WaterCAD CONNET edition	12
Figura 2. Componentes físicos WaterCAD	14
Figura 3. Localización Geográfica (UTM WGS-84 Zona 17 Sur)	22
Figura 4. Esquema del Sistema de Agua Potable Bellavista.....	24
Figura 5. Esquema del Sistema de Agua Potable San Sebastián.....	25
Figura 6. Captación El Pulchac, Sistema de Agua Potable Bellavista	26
Figura 7. Captación Shiracpunta, Sistema de Agua Potable San Sebastián.	26
Figura 8. Reservorio Sistema de Agua Potable Bellavista.	27
Figura 9. Reservorio Sistema de Agua Potable San Sebastián.	28
Figura 10. CRP-2 en el sector Bellavista	31
Figura 11. CRP7-15, en el sector San Sebastián.	32
Figura 12. Tolerancia 1 WaterCAD	45
Figura 13. Tolerancia 2 WaterCAD	45
Figura 14. Medición de presiones en el sistema de agua potable Bellavista	46
Figura 15. Medición de presiones en el sistema de agua potable San Sebastián.	46
Figura 16. Mapa diámetros red Agua Potable Bellavista.....	55
Figura 17. Presiones red actual sector Bellavista.....	56
Figura 18. Velocidades en la red actual, sector Bellavista	57
Figura 19. Mapa diámetros de red Agua Potable San Sebastián.....	58
Figura 20. Presiones red actual sector San Sebastián.....	59
Figura 21. Velocidades en la red actual, sector San Sebastián	60
Figura 22. Vista de la caseta de cloración en el reservorio Bellavista.....	78
Figura 23. Vista de la caseta de cloración en el reservorio San Sebastián.	78
Figura 24 Válvula de purga en mal estado.	79
Figura 25. Presiones en la Red de Agua Potable Bellavista. Rediseño	95
Figura 26. Presiones en la red de agua potable San Sebastián, Rediseño	96

ÍNDICE DE FÓRMULAS

Fórmula 1. Fórmula de Hazen-Williams.....	15
Fórmula 2. Pérdida de carga localizada.	16
Fórmula 3. Método aritmético para la población futura.	40
Fórmula 4. Caudal medio.....	42
Fórmula 5. Caudal máximo diario	43
Fórmula 6. Caudal máximo horario.....	43

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Tuberías Sistema de Agua Potable Bellavista.....	103
Anexo 2. Tuberías Sistema de Agua Potable San Sebastián.....	112
Anexo 3. Caudales Sistema de Agua Potable sector Bellavista.....	119
Anexo 4. Caudales Sistema de Agua Potable sector San Sebastián.....	124
Anexo 5. Presiones de servicio en viviendas, sector Bellavista.	128
Anexo 6. Presiones de servicio en viviendas, sector San Sebastián.	133

RESUMEN

El objetivo general del presente estudio, es la evaluación de los sistemas de abastecimiento de agua potable, Bellavista y San Sebastián, de la localidad de Shirac, Distrito de José Manuel Quiroz, Provincia de San Marcos – Cajamarca, los cuales funcionan de forma independiente. La evaluación se centró fundamentalmente en una evaluación hidráulica de cada uno de los sistemas y complementariamente se evaluó la prestación del servicio por parte de las JASS, con el apoyo del personal responsable de la Municipalidad Distrital de José Manuel Quiroz. Se utilizó una metodología descriptiva. La evaluación del funcionamiento de la red, se realizó en el programa WaterCAD, comprobando las presiones con datos tomados en campo. Así mismo se realizaron mediciones para determinar el caudal de consumo utilizado en el modelo. En la evaluación se han usado dos componentes, Infraestructura (Diagnostico y Operación) y Gestión; con indicadores que nos permiten obtener una valoración del funcionamiento de cada sistema. Con la información obtenida, se asignó un peso porcentual a cada componente: Infraestructura (Diagnostico y Operación), 60% y Gestión, 40%. El resultado del modelado hidráulico concluye que existen zonas en ambos sistemas, con presiones excesivas en las viviendas, lo que perjudica a los usuarios y la administración, elevando costos de mantenimiento. Finalmente, la evaluación de los sistemas de abastecimiento de agua potable en la localidad de Shirac, determina que son deficientes. Se requiere realizar un rediseño hidráulico, así mismo un mejoramiento de la prestación del servicio en base a la implementación de procesos de fortalecimiento y capacitación a autoridades, técnicos, directivos y usuarios.

Palabras clave: agua potable, modelado, evaluación, sistema.

ABSTRAC

The general objective of the present study is the evaluation of the potable water supply systems, Bellavista and San Sebastián, of the town of Shirac, District of José Manuel Quiroz, Province of San Marcos - Cajamarca, which operate independently. The evaluation was mainly focused on a hydraulic evaluation of each of the systems and in addition the service provision by the JASS, was evaluated, with the support of the personnel responsible for the Municipalidad Distrital de José Manuel Quiroz. A descriptive methodology was used. The evaluation of the operation of the network was carried out in the WaterCAD program, checking the pressures with data taken in the field. Likewise, measurements were made to determine the flow of consumption used in the model. The evaluation has used two components, Infrastructure (Diagnosis and Operation) and Management, with indicators that allow us to obtain an assessment of the functioning of each system. With the information obtained, a percentage weight was assigned to each component: Infrastructure (Diagnosis and Operation), 60% and Management, 40%. The result of the hydraulic modeling concludes that there are zones in both systems, with excessive pressures in the houses, which harms the users and the administration, raising maintenance costs. Finally, the evaluation of drinking water supply systems in the town of Shirac, determines that they are deficient. A hydraulic redesign is required, as well as an improvement in service provision based on the implementation of strengthening and training processes for authorities, technicians, managers and users.

Keywords: drinking water, modeling, evaluation, system.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Se ha reconocido ampliamente que la mejora de los servicios de agua y saneamiento desempeña un papel fundamental tanto en la reducción de la pobreza como en la prevención de conflictos. La escasez de recursos hídricos, la mala calidad del agua y el saneamiento inadecuado influyen negativamente en la seguridad alimentaria, las opciones de medios de subsistencia y las oportunidades de educación para las familias pobres en todo el mundo. La sequía afecta a algunos de los países más pobres del mundo, recrudece el hambre y la desnutrición. Para 2050, al menos una de cada cuatro personas probablemente viva en un país afectado por escasez crónica y reiterada de agua dulce. Los Objetivos de Desarrollo del milenio representa un compromiso constante en la lucha contra la pobreza y buscan resolver muchos de los problemas que afectan el desarrollo humano. Por ello una de las metas específicas de los Objetivos del Desarrollo del Milenio, es reducir el porcentaje de personas que no cuenta con acceso sostenible a fuentes seguras de agua potable y saneamiento básico (Naciones Unidas, 2015). El sexto objetivo de la agenda para el desarrollo sostenible para el 2030 de las Naciones Unidas es: *Garantizar la disponibilidad y la gestión sostenible del agua y el saneamiento para todos*, Así mismo indica dentro de sus metas:

- *De aquí a 2030, lograr el acceso universal y equitativo al agua potable a un precio asequible para todos.*
- *De aquí a 2030, aumentar considerablemente el uso eficiente de los recursos hídricos en todos los sectores y asegurar la sostenibilidad de la extracción y el abastecimiento de agua dulce para hacer frente a la escasez de agua y reducir considerablemente el número de personas que sufren falta de agua.*

En las dos últimas décadas, en el Perú, en especial en la sierra, se ha tenido una importante inversión en sistemas de agua potable, lo que ha permitido alcanzar y ampliar las coberturas de este servicio en la población. El Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento indica que aproximadamente 5 millones de personas no cuentan con agua potable y que los servicios en agua y saneamiento son insostenibles por insuficiente inversión, graves problemas económicos de los

operadores, falta de apoyo social y normas legales inadecuadas. Como solución plantea un aumento en el presupuesto en este rubro, desarrollar infraestructura de producción de agua potable, ejecución de obras de saneamiento y gestión de los servicios de agua y saneamiento. En este contexto tiene como metas alcanzar la cobertura universal de usuarios urbanos en el 2021 y lograr la cobertura universal de beneficiarios rurales en el año 2030.

En muchos distritos de la región de Cajamarca, los servicios de agua y saneamiento son administrados por los municipios, pero también hay distritos en cuyas capitales distritales el servicio de agua potable está a cargo de comités o una junta administradora de servicios de saneamiento, como es el caso de la localidad de Shirac, capital del Distrito de José Manuel Quiroz de la Provincia de San Marcos - Cajamarca.

Con este estudio se espera conocer las condiciones bajo las cuales está operando hidráulicamente la infraestructura, la calidad del servicio que se entrega y evaluar la gestión administrativa de los sistemas de abastecimiento de agua potable de la localidad de Shirac, Distrito de José Manuel Quiroz, Provincia de San Marcos – Cajamarca.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

En la actualidad la localidad de Shirac, cuenta con dos sistemas de abastecimiento de agua potable cuya administración viene realizando dos Juntas Administrativas de Servicios de Saneamiento (JASS) y por un responsable del Área Técnica Municipal de Gestión de Servicios de Agua y Saneamiento (ATMSAS). Existen zonas donde se producen roturas frecuentes de tuberías y válvulas debido a las elevadas presiones en la red, lo que incrementa el costo de mantenimiento, se produce la contaminación del agua y crea un malestar en la población. Así mismo existe un problema de continuidad del servicio, lo que incrementa el descontento de la población. En este contexto con el fin de identificar la situación actual y problemática en la infraestructura existente en dichos sistemas, la elaboración de una evaluación permite tener un panorama global de la prestación del servicio de agua potable en la localidad de Shirac.

Ya que no se ha realizado ningún estudio ni de la infraestructura ni de la parte administrativa. Se pensó entonces que se debería conocer la situación en la que se

encuentra la infraestructura (diagnóstico y operación) y la gestión, y de esta manera posteriormente, generar una propuesta para mejorar la prestación del servicio.

1.3. JUSTIFICACIÓN

Para la satisfacción de la necesidad humana de acceso al agua potable en adecuada calidad y cantidad, de acuerdo a los estándares recomendados por diversos organismos nacionales como internacionales; es indispensable contar con una infraestructura adecuada que pueda garantizar una buena distribución del recurso hídrico y una adecuada administración que garantice la operación y mantenimiento necesarios.

El presente estudio generará información importante sobre la distribución del recurso hídrico, actualmente en la red y servirá para el mejoramiento del servicio de agua potable. Servirá también como guía para futuras investigaciones en localidades de características análogas. Así mismo se podrá determinar las mejoras necesarias para garantizar la eficiencia en la distribución del servicio bajo los estándares indicados por la normativa vigente. Nos permitirá saber cómo está funcionando actualmente la red, los niveles de servicio y el número de usuarios que están utilizando el servicio de agua potable en la zona de estudio.

Ante la falta de información fidedigna de las tuberías existentes, en el presente estudio realizaremos el catastro general de tuberías, con sus respectivos materiales, diámetros, cotas de los nodos del proyecto, ubicación de cámaras rompe presión, ubicación de reservorios y manantiales. De la misma manera se tomarán mediciones de caudales para poder determinar los consumos de la población.

1.4. LIMITACIONES

La Investigación estará definida a un diagnóstico observacional de la prestación de los servicios de agua potable en la localidad de Shirac (sistemas Bellavista y San Sebastián), con la participación directa del responsable del Área Técnica Municipal de Gestión de Servicios de Agua y Saneamiento, los integrantes de las Juntas Administrativas y el apoyo de algunos usuarios.

Existen problemas sociales relacionados al manejo de los recursos hídricos debido a su escasez, esto ocasiona una desconfianza en la población ante cualquier estudio que se realice; por lo que, en el presente trabajo no se realizarán

mediciones de caudales en las viviendas, por no contar con la aprobación respectiva de los usuarios.

El proyecto estará limitado a nivel de propuesta, el cual no contará con trámites como son: aprobación de planos, factibilidades, permisos ambientales ni gestiones para la ejecución de las mejoras propuestas.

1.5. OBJETIVOS

2.1.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar la infraestructura y la gestión en los sistemas de abastecimiento de agua potable de la localidad de Shirac, Distrito de José Manuel Quiroz, Provincia de San Marcos, Cajamarca.

2.1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar hidráulicamente la infraestructura de los sistemas de agua potable de la localidad de Shirac, San Marcos – Cajamarca; en aspectos de presión de servicio, velocidades en la red y almacenamiento.
- Evaluar la oferta y la demanda del recurso hídrico en los sistemas de abastecimiento de agua potable de la localidad de Shirac, San Marcos – Cajamarca.
- Evaluar la gestión administrativa de los sistemas de abastecimiento de agua potable de la localidad de Shirac, San Marcos – Cajamarca.
- Plantear una propuesta de mejora para los sistemas de abastecimiento de agua potable de la localidad de Shirac, San Marcos – Cajamarca.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES TEÓRICOS

2.1.1 La comisión Nacional del Agua (México 2012), formuló el Manual de Incremento de Eficiencia Física, Hidráulica y Energética en Sistemas de Agua Potable. En el que considera que la eficiencia de un sistema de abastecimiento de agua potable se asocia con el proceso de captar, conducir, regularizar, potabilizar y distribuir el agua, desde la fuente natural hasta los consumidores, con un servicio de calidad total. En este contexto, de la eficiencia se identifican tres escenarios: a) El de la ingeniería del sistema de abastecimiento, b) El de la comercialización de los servicios de agua potable, y c) El del desarrollo institucional del organismo operador. Desde esta perspectiva, un sistema hidráulico para el abastecimiento de agua potable deja de ser eficiente cuando comienza a utilizar excesivos recursos humanos, materiales y económicos dentro de estos tres escenarios, para prestar el servicio de calidad a los usuarios de una población.

2.1.2 Oscar Castillo (2004), Consultor del programa de Agua y Saneamiento del Banco Mundial desarrollo la consultoría titulada: Descentralización y Servicios de Agua y Saneamiento en el Área Andina, en la que concluyó que:

- En términos generales se observa que, en los países del área andina, la gestión de los servicios en las pequeñas localidades, a cargo de la administración directa de los municipios en su gran mayoría, históricamente es deficiente. Ello no significa que el municipio por sí mismo sea incompetente para realizar una gestión eficiente. Hay excepciones, en donde los municipios demuestran una alta eficiencia en la gestión, pero, la condición es una administración con criterios técnicos y no políticos.
- En Perú las pequeñas ciudades involucran a cinco millones de habitantes y un 99% de sus servicios son administrados de manera directa por los municipios distritales, en condiciones muy precarias, con bajos niveles de calidad y coberturas, sin capacidad para hacer

re inversiones y con subsidios genéricos, sin ningún criterio de eficiencia. Frente a ello, el desafío es buscar nuevos modelos de gestión sostenibles con Operadores especializados, con participación de operadores privados y del municipio.

2.1.3 Lossio, M. (2012), en su Tesis de pregrado en Ingeniería Civil de la Universidad de Piura, Titulada: Sistema de abastecimiento de agua potable para cuatro poblados rurales del distrito de Lancones, indica que Los sistemas tradicionales se encuentran en condiciones deficientes debido a que muchos de ellos no se ajustan a la realidad socioeconómica de los poblados. Muchos de estos proyectos técnicamente bien concebidos tuvieron serios problemas de funcionamiento cuando las instalaciones eran ejecutadas al margen de las creencias y costumbres de la gente, de sus necesidades y aspiraciones sentidas; o cuando los usuarios del agua, escasamente motivados y preparados, quedaban bruscamente envueltos en la responsabilidad de su operación y mantenimiento. De esta apreciación se puede colegir que el servicio de agua potable no es sólo un problema técnico de ingeniería, sino fundamentalmente una cuestión humana; una función de la forma de vida de la colectividad.

2.2. BASES TEÓRICAS

Se considera como calidad del servicio al conjunto de características de la prestación de los servicios de agua potable y alcantarillado sanitario, que incluye procedimientos, obligaciones de las Entidades Prestadoras de Servicios y usuarios, así como las consecuencias de su incumplimiento. (SUNASS, 2007)

Un sistema de abastecimiento de agua está constituido por una serie de estructuras y componentes presentando características diferentes. La eficiencia de los sistemas, tanto en zonas urbanas y rurales, es de vital importancia para garantizar que los proyectos cumplan con los objetivos y metas para los que fueron concebidos, con la mínima utilización de recursos. Esta eficiencia dependerá de muchos factores como el estado de la infraestructura, la parte administrativa y la parte social. Todos estos aspectos están interrelacionados y de acuerdo a su funcionalidad, determinan la satisfacción de la necesidad básica al acceso al agua potable en una cantidad y calidad adecuada.

2.2.1. EFICIENCIA DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE.

La eficiencia de un sistema de agua potable se refiere a la capacidad de extraer, conducir, regularizar, potabilizar y distribuir el agua, de manera eficiente y con un servicio continuo de total calidad, desde una fuente natural hasta los consumidores, cobrando tarifas justas por los servicios prestados y brindando a los clientes la atención que necesitan. En este sentido la eficiencia de un sistema de agua potable, se trata del uso óptimo de los recursos disponibles para brindar un servicio de calidad. (Comisión Nacional del Agua, 2012).

2.2.2. DOTACIÓN DE AGUA POTABLE.

El conocimiento del consumo de agua de una población es de vital importancia para el diseño de las estructuras de un sistema de agua potable. Para el presente estudio también es de vital importancia ya que se evaluará los componentes existentes, por lo que se necesita conocer cuál es el consumo de la población o sea cuál es la necesidad que deben cumplir las estructuras existentes. A través de investigaciones realizadas se ha llegado a aproximaciones que hacen cada vez más precisas las estimaciones sobre consumos de agua. Nuestras normas, basadas en algunas investigaciones propias y apoyadas en las de otros países, asignan cifras para las dotaciones de agua tomando en cuenta el uso de la tierra, la región geográfica, tipo de exposición de excretas y en otros casos las características de la población; expresándolas en litros/persona/día (Raveiro, 1980).

2.2.3. CALIDAD FÍSICA, QUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO

La calidad del agua potable para consumo humano debe cumplir con los requisitos físicos, químicos y microbiológicos establecidos en las normas sobre calidad del agua para consumo humano emitidas por la autoridad de salud (SUNASS, 2007).

Al seleccionar la fuente de abastecimiento de agua para un proyecto determinado, se debe tener en cuenta como factor importante no sólo la cantidad, sino también la calidad del agua como criterio técnico para evitar

efectos nocivos en la salud de la población; particularmente en sistemas de abastecimiento de agua potable de comunidades rurales donde las alternativas de la fuente y la posibilidad de tratamiento del agua son limitadas.

Cada país regula por ley la calidad del agua destinada al consumo humano. Normas nacionales e internacionales sobre la calidad del agua potable protegen la salud de las personas de los efectos adversos derivados de cualquier tipo de contaminación de las aguas, garantizando su salubridad y limpieza; por ello, no puede contener ningún tipo de microorganismo, parásito o sustancia, en una cantidad o concentración que pueda suponer un peligro para la salud.

Las características generales que debe tener el agua destinada al consumo humano son:

- Debe estar libre de organismos patógenos (causantes de enfermedades gastrointestinales).
- No contener compuestos que tengan un efecto adverso, agudo o crónico sobre la salud humana.
- Aceptablemente clara (por ejemplo: baja turbiedad, poco color).
- No salina (salobre).
- Que no contenga compuestos que causen sabor u olor desagradables.
- Que no cause corrosión o incrustaciones en el sistema de abastecimiento de agua, ni que mache la ropa lavada con ella.

2.2.4. INDICADORES EN LA EFICIENCIA DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE:

a. Cobertura de agua potable.

Es la proporción de la población que habita en las zonas que tienen acceso al servicio de agua potable, ya sea mediante una conexión domiciliaria o mediante una pileta pública. Este indicador permite identificar la proporción de la población que no cuenta con un acceso al servicio de agua potable, el cual debe ser prioritario para su atención. Si este indicador es cercano al

100% significa que la mayor parte de la población en el ámbito del prestador del servicio cuenta con acceso al servicio de agua potable. Si este indicador es bajo significa que buena parte de la población no cuenta con el servicio, lo cual repercute negativamente en la salud de la población. (Aliaga, 2011)

b. Cantidad de agua potable.

Cantidad de agua disponible para la población servida de acuerdo a la producción total de una empresa prestadora de servicio o junta administradora. La dotación por persona al día considera la cantidad adecuada para satisfacer sus necesidades domésticas esenciales. (Aliaga, 2011)

c. Presencia de Cloro residual.

Cantidad de cloro presente en el agua en forma de ácido hipocloroso e hipoclorito que debe quedar en el agua de consumo humano para proteger de posible contaminación microbiológica, posterior a la cloración como parte del tratamiento (DIGESA, 2011). Según recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS), esta cantidad debe estar entre 0.5 y 1.0 mg/l, así mismo establece que cuando está por debajo de 0.1 mg/l, pierde todo efecto purificador.

d. Continuidad del servicio.

Indicador de calidad que expresa el promedio ponderado del número de horas de servicio de agua potable que el prestador brinda al usuario por día, significa que el servicio de agua debe llegar en forma continua y permanente. Este indicador varía entre 0 y 24 horas. Lo ideal es disponer de agua durante las 24 horas del día. La no continuidad o el suministro por horas, además de ocasionar inconvenientes debido a que obliga al almacenamiento intradomiciliario, afectando la calidad; puede generar problemas de contaminación en las redes de distribución. (Aliaga, 2011)

e. Turbiedad.

Es el efecto óptico que se origina al dispersarse o interferirse el paso de los rayos de luz que atraviesan una muestra de agua, a causa de las partículas minerales u orgánicas que el líquido puede contener en forma de

suspensión; tales como microorganismos, arcilla, precipitaciones de óxidos diversos, carbonato de calcio precipitado, compuestos de aluminio, etc. Su unidad de medida es UNT (Unidad Nefelométrica de Turbidez) y se establece como límite máximo permisible 5 UNT (SUNASS, 2007).

f. Cuota.

Retribución que hacen los usuarios de los servicios de saneamiento de una pequeña ciudad. Esta cuota debe cubrir como mínimo los costos de administración, operación y mantenimiento de los servicios de saneamiento, la reposición de los equipos y la rehabilitación de la infraestructura. (Aliaga, 2011)

g. Eficiencia de la cobranza.

Indicador en porcentaje de la actividad de la cobranza. Monto que resulta de dividir el valor recaudado entre el valor que debería recaudarse en un periodo determinado. Porcentaje del monto total previsto a recaudar por la prestación de los servicios de saneamiento (monto que se debe cobrar) y cuya recaudación fue efectiva (monto cobrado). (Aliaga, 2011)

h. Nivel de Morosidad.

Indicador de eficiencia en la gestión de un prestador de servicio que indica la proporción que representa las cuentas por cobrar al final del periodo. Es el número de meses que, en promedio, los usuarios adeudan al prestador de servicios. Este indicador permite identificar a aquellos prestadores que tienen una menor eficiencia comercial, lo cual afectaría la obtención de recursos y por lo tanto a la sostenibilidad de los servicios. Mientras mayor sea este indicador, la eficiencia comercial del prestador es menos, lo cual afecta directamente la disponibilidad de efectivo y por lo tanto a la sostenibilidad de los servicios. (Aliaga, 2011)

i. Densidad de roturas.

Mide la incidencia de las roturas en las redes de distribución de agua potable (redes primarias y secundarias) en relación a su longitud. Este indicador permite identificar cómo la incidencia de roturas en las redes de agua

potable, afectan al servicio brindado a los usuarios. Mientras más alto sea este valor, significa que la incidencia de roturas en las redes de agua potable es mayor, ya sea como consecuencia de una falta de mantenimiento o la antigüedad de las tuberías. (Aliaga, 2011)

j. Presión media del agua en la red de distribución.

Viene a ser la presión de servicio en las viviendas. Si existen presiones excesivas conlleva a la reducción de la vida útil de válvulas y llaves. Esta presión de servicio debe ser mínimo 5 mH₂O y como máximo 60 mH₂O (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2016). Para determinar la presión se toman mediciones de campo o se realizan modelados computacionales de la red.

k. Elaboración del diagnóstico de eficiencia hidráulica.

La elaboración del diagnóstico de eficiencia hidráulica de un sistema de distribución de agua potable se conforma por cinco actividades:

- La identificación de las características de la población
- La descripción del funcionamiento actual del sistema de agua potable
- La actualización de los planos de la red.
- La determinación de consumos, dotaciones y gastos de operación y mantenimiento.
- El cálculo del balance volumétrico de la red actual.

l. Administración, operación y mantenimiento

Administración: Se refiere a la administración del sistema de agua potable por la Junta Administradora de Servicios de Saneamiento (JASS) o cualquier otra entidad encargada de la administración como gobiernos locales y Municipalidades.

Operación y mantenimiento. Definida como la buena, regular o mala operación y mantenimiento que se le da al servicio, en el manejo de las llaves, sectorizaciones, o en cuanto a la limpieza, desinfección y cloración del sistema, reparaciones, presencia de un operador o disponibilidad de herramientas, repuestos y accesorios para reemplazos o reparaciones.

Protección de la fuente y planificación anual del mantenimiento. (CARE PERÚ; Gobierno Regional de Cajamarca, 2010)

m.Estado de la infraestructura.

Se refiere al estado de la infraestructura y al servicio que brinda y que abarca a los índices que dependen del estado mismo de la infraestructura, como son la continuidad, la cantidad, la calidad y la cobertura.

2.2.5. DESCRIPCIÓN DEL SOFTWARE WATERCAD

WaterCAD es una herramienta para en el diseño y análisis de sistemas complejos de conductos forzados. Su aplicación más importante en ingeniería está en el modelamiento de sistemas de agua potable. Es un programa orientado al análisis del comportamiento de los sistemas de distribución de agua y el seguimiento de la calidad de la misma.

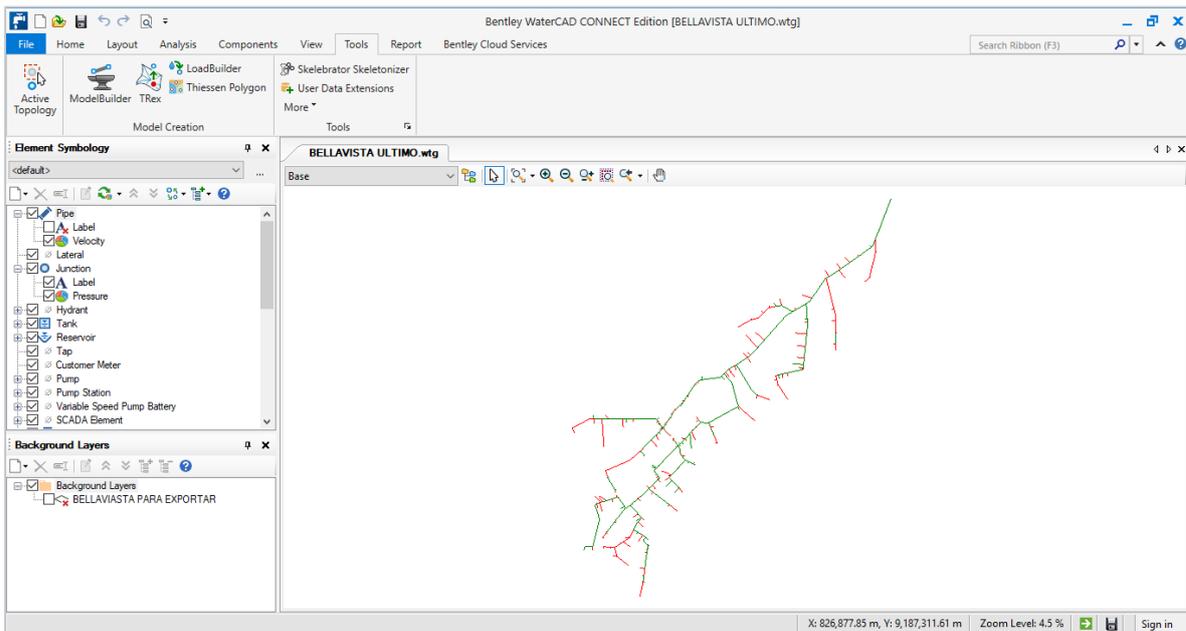


Figura 1. WaterCAD CONNET edition

Las principales características que podemos citar son las siguientes:

- Se puede editar el trazado de la red de forma totalmente gráfica, definiendo nodos (demandas), líneas (tuberías) y demás accesorios como válvulas, reservorios y fuentes de abastecimiento; garantizando así la conectividad de toda la red. El trazado de la tubería puede definirse mediante polilíneas para ajustar mejor el esquema a la realidad. Asimismo, se pueden asignar valores por defecto a los indicadores y

propiedades de los elementos (material, diámetro, longitud, etc), los cuales son asumidos a medida que son incorporados a la red.

- El software permite la importación de datos desde el AutoCAD, mediante archivos DXF, pudiéndose importar datos pertenecientes a la geometría de las tuberías y nodos. Asimismo, podemos importar datos como las elevaciones.
- Para facilitar la entrada de las propiedades de los elementos, se puede trabajar con la herramienta *prototipos*, que permite dar las características y propiedades a cada elemento como se va importando.
- Permite una gran visualización de los datos, características o resultados sobre el esquema de la red, mediante códigos de colores y/o etiquetas en los elementos.
- Se puede realizar consultas directamente sobre el esquema de la red para localizar un determinado nodo o tubería, así como para resaltar aquellos elementos cuyos resultados cumplen una cierta condición.
- Permite un análisis de distintas hipótesis de trabajo para una misma red mediante el manejo de diversos escenarios referentes a variaciones de datos parciales de la red como diámetros, consumos, rugosidades, calidad inicial, coeficientes de reacción o leyes de control.
- La posibilidad de exportación del trazado de la red y de los resultados, ya sea en forma gráfica o tabular, mediante ficheros de texto, mapas de bits, o ficheros vectoriales.
- Es posible definir demandas múltiples en los nodos, diferenciadas por categorías de consumidores.

COMPONENTES FÍSICOS:

WaterCAD modela un sistema de distribución de agua como una serie de líneas conectadas a nodos. Las líneas representan tuberías y los nodos representan conexiones, tanques (reservorios) y depósitos (fuentes).

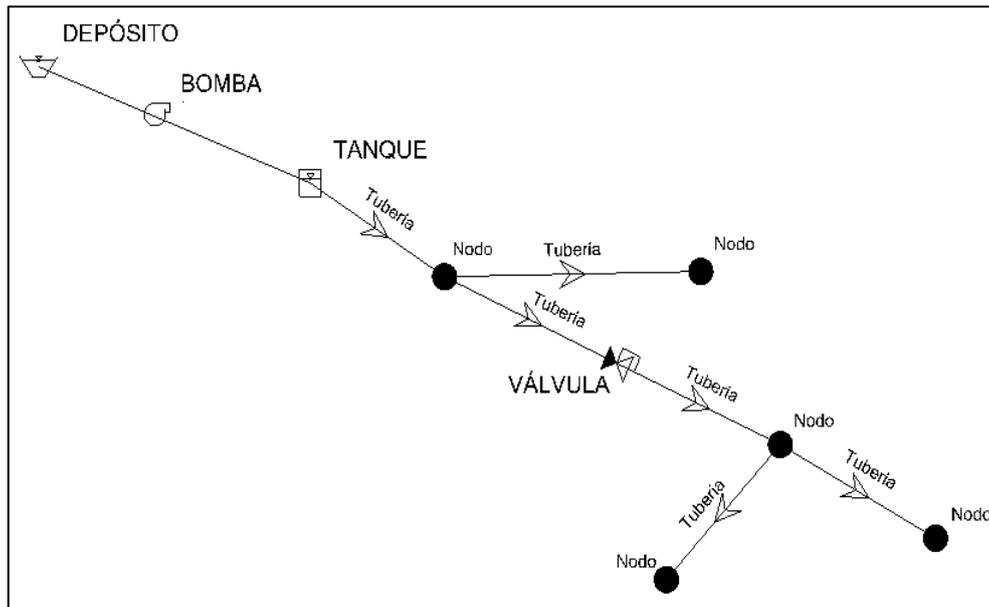


Figura 2. Componentes físicos WaterCAD

– **Las Tuberías:**

Las tuberías son líneas que llevan el agua de un punto de la red a otro. WaterCAD asume que todas las tuberías se encuentran completamente llenas en todo momento. La dirección de flujo va desde el punto con la carga hidráulica (energía interna por unidad de peso del agua) mayor hacia el punto con menor carga hidráulica. Los parámetros hidráulicos más importantes para las tuberías son: diámetro, longitud y coeficiente de rugosidad.

Los parámetros de estado de las tuberías son para implementar válvulas de corte o de control (válvulas de un solo sentido). Los principales valores que podemos obtener son:

- Caudal
- Velocidad
- Pérdidas
- Factor de fricción

Las pérdidas del agua debido a la rugosidad de las paredes de la tubería pueden medirse utilizando tres métodos diferentes:

- Método de Hazen-Williams
- Método de Darcy-Weisbach
- Método de Chezy-Manning

Las pérdidas menores causadas por la existencia de turbulencias en codos y conectores pueden contabilizarse asignando a la tubería un coeficiente de pérdidas menores.

Según la norma del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento y el Reglamento Nacional de Edificaciones del Perú, recomienda realizar los cálculos de diámetros de tuberías utilizando las fórmulas de Hazen- Williams para tuberías que trabajan a flujos a presión y la fórmula de Manning para tuberías que trabajan como canal. En el presente trabajo utilizaremos el primer método.

$$H_f = 10.677 \times [Q^{1.852} / (C^{1.852} \times D^{4.86})] \times L$$

Fórmula 1. Fórmula de Hazen-Williams.

Siendo:

- H_f , pérdida de carga continua, en m.
- Q, Caudal en m³/s
- D, diámetro interior en m.
- L, Longitud del tramo, en m.
- C, coeficiente de Hazen Williams (adimensional)

Tabla 1. Coeficiente de Hazen –Williams en tuberías

Material	C (adimensional)
Acero sin costura	120
Acero soldado en espiral	100
Hierro fundido dúctil con revestimiento	140
Hierro galvanizado	100
Polietileno	140
PVC	150

Fuente: (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2016)

– **Perdidas Menores:**

Las pérdidas menores son debidas al incremento de la turbulencia cuando el flujo pasa por las piezas especiales y las válvulas. La importancia de incluir o no tales pérdidas dependen del tipo de red a modelar y de la precisión de los resultados deseados. Para tenerlas en cuenta hay que incluir entre los datos de la tubería el coeficiente de pérdidas menores. El valor de la pérdida será el producto de dichos coeficientes por la altura dinámica de la tubería, como se muestra en la ecuación.

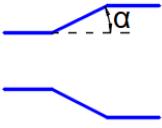
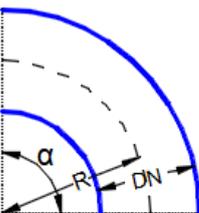
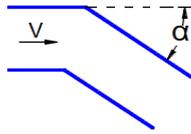
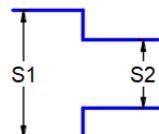
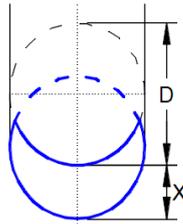
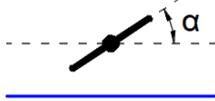
$$\Delta H_i = K_i \frac{V^2}{2g}$$

Fórmula 2. Pérdida de carga localizada.

Donde:

- ΔH_i , pérdida de carga localizada en las piezas especiales y en las válvulas, en m.
- K_i , coeficiente que depende del tipo de pieza especial o válvula.
- V , máxima velocidad de paso del agua a través de la pieza especial o de la válvula en m/s.
- g , aceleración de la gravedad, m/s

Tabla 2. Coeficiente de la pérdida de carga en piezas especiales y válvulas

Elemento	Coeficiente K_i								
Ensanchamiento gradual 	α	5°	10°	20°	30°	40°	90°		
	k_i	0.16	0.4	0.85	1.15	1.15	1		
Codos circulares 	R/DN	0.1	0.3	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
	K_{90°	0.09	0.11	0.2	0.31	0.47	0.69	1	1.14
	$K_i = K_{90^\circ} \times \alpha/90^\circ$								
Codos segmentados 	α	20°	40°	60°	80°	90°			
	K_i	0.05	0.2	0.5	0.9	1.15			
Disminución de sección 	S2/S1	0.1	0.2	0.4	0.6	0.8			
	K_i	0.5	0.43	0.32	0.25	0.14			
Otras	Entrada de depósito	$K_i = 1.0$							
	Salida de depósito	$K_i = 0.5$							
Válvula Compuerta 	x/D	1/8	1/4	3/8	1/2	3/4	7/8	1	
	K_i	97	175.5	2.1	0.8	0.3	0.07	0.02	
Válvula Mariposa 	a	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	
	K_i	0.5	1.5	3.5	40	30	100	500	
Válvulas de globo	Totalmente abierta								
	K_i	3							

Fuente: (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2016)

2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

- Agua cruda: Es aquella agua, en estado natural, captada para abastecimiento que no ha sido sometido a procesos de tratamiento. (SUNASS, 2007)
- Agua de consumo humano: Agua apta para consumo humano y para todo uso doméstico habitual, incluida la higiene personal. (SUNASS, 2007)
- Agua potable: Toda agua sometida a procesos físicos, químicos y/ biológicos para convertirla en un producto inocuo para el consumo humano. (SUNASS, 2007)
- Cámaras rompe-presión: Estructura que permite disipar la energía y reducir la presión relativa a cero (presión atmosférica), con la finalidad de evitar daños a la tubería. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2016)
- Captación: Estructura que permite captar agua desde un cuerpo o corriente subterránea de forma continua, segura y sin disminución de las condiciones hidrológicas, geológicas y ecológicas en los alrededores o aguas abajo. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2016)
- Consumidor: Persona que hace uso del agua suministrada por el proveedor para su consumo. (SUNASS, 2007)
- Consumo de agua: Volumen de agua utilizado para cubrir las necesidades reales de los usuarios.
- Demanda: Volumen total de agua requerido por una población en un periodo de tiempo, para satisfacer todos los tipos de consumo, incluyendo las pérdidas en el sistema.
- Desinfección: Acciones que permiten eliminar los agentes patógenos del agua y establecer una barrera protectora contra los gérmenes dañinos para la salud humana.

- Dotación: Cantidad de agua potable asignada a cada habitante en un día medio anual, considerando su consumo, más la parte proporcional de los servicios comercial e industrial, y de las pérdidas físicas que existen en el sistema de distribución; su unidad es l/hab/día. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2016)
- Eficiencia del sistema de agua potable: Capacidad de captar, conducir, regularizar, potabilizar y distribuir el agua, desde la fuente natural hasta los consumidores, con un servicio de calidad total. (Comisión Nacional del Agua, 2012)
- Eficiencia Técnica. Utilización del menor número posible de factores para obtener la mayor producción. Adviértase que la anterior definición implica analizar relaciones puramente físicos e ingenieriles entre insumos y productos. (Ferro, Lentini, & Romero, 2011)
- Fugas: Escape físico de agua en una red de tuberías de agua potable.
- Gestión de la calidad de agua de consumo humano: Conjunto de acciones técnico administrativas u operativas que tienen la finalidad de lograr que la calidad del agua para consumo de la población cumpla con los límites máximos permisibles establecidos en las normas vigentes. (SUNASS, 2007)
- Junta Administradora de Servicios de Saneamiento (JASS): Asociación civil que se encarga, de manera exclusiva, de la prestación del servicio de saneamiento en una comunidad del ámbito rural.
- Línea de aducción: Estructuras y elementos que conectan el reservorio con la red de distribución. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2016)
- Línea de conducción: Estructuras y elementos que conectan las captaciones con los reservorios, pasando o no por las estaciones de tratamiento. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2016)

- Proveedor del servicio de agua para el consumo humano: Toda persona natural o jurídica bajo cualquier modalidad empresarial, junta administradora, organización vecinal, comunal u otra organización que provea agua para consumo humano. (SUNASS, 2007)
- Recubrimiento de tubería: Diferencia de nivel entre la superficie de terreno y la generatriz inferior interna de la tubería. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2016)
- Red de distribución: Conjunto de tuberías principales y ramales distribuidores que permiten abastecer de agua para consumo humano a las viviendas. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2016)
- Reservorio (o depósito): Infraestructura estanca destinada a la acumulación de agua para consumo humano, comercial, estatal y social. Por su función, los reservorios pueden ser de regulación, de reserva, de mantenimiento o de alguna combinación de las mismas. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2016)
- Sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano: Conjunto de componentes hidráulicos e instalaciones físicas que son accionadas por procesos operativos, administrativos y equipos necesarios desde la captación hasta el suministro del agua.
- Tubería: Componente de sección transversal anular y diámetro interior uniforme, de eje recto cuyos extremos terminan en espiga, campana, rosca o unión flexible. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2016)
- Válvula de purga: Válvula ubicada en los puntos más bajos de la red para eliminar acumulación de sedimentos y permitir el vaciado de la tubería. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2016)
- Vida útil. Tiempo en el cual la infraestructura o equipo debe ser reemplazado o rehabilitado. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2016)

CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

3.1.1. ASPECTOS GENERALES DE LA POBLACIÓN

La población total del distrito de José Manuel Quiroz según el Censos de Población y Vivienda 2007 realizado por el INEI, asciende a 4170, con una tasa de crecimiento negativa de -0.89%, por lo que para los cálculos se considera nulo este valor, (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2016). La provincia de San Marcos tiene una tasa de crecimiento de 0.35% y el departamento de Cajamarca un crecimiento de 0.73%, lo que es un indicio claro del fenómeno de migración del campo a la ciudad.

La localidad de Shirac cuenta con dos sistemas de agua potable. El sistema Bellavista que abarca el barrio Bellavista y El Sistema San Sebastián que abarca el Barrio San Sebastián y parte del anexo San José.

A continuación, se detalla los sistemas de agua potable de la localidad de Shirac.

Tabla 3. Población de la Localidad de Shirac

Sistema de Agua Potable	Barrio	Total Viviendas	Total Personas	Viviendas con Alcantarillado		Usuarios con Alcantarillado	
Bellavista	Bellavista	201	690	87	43.28%	457	66.23%
San Sebastián	San Sebastián	105	232	22	14.10%	67	18.16%
	San José	51	137				

El Sistema de Agua potable Bellavista cuenta con 201 viviendas y 690 personas beneficiarias, de las cuales cuentan con alcantarillado solamente 87 viviendas (457 personas), es decir que solamente el 43.28% de las viviendas cuentan con alcantarillado, pero sin embargo este valor aumenta a 66.23% de las personas beneficiadas con el sistema de alcantarillado.

El sistema de agua potable San Sebastián cuenta con 51 viviendas del anexo San José y 105 del barrio San Sebastián. Así mismo existen 137 personas beneficiarias del anexo San José y 232 del barrio San Sebastián. En total las

viviendas que cuentan con el servicio de alcantarillado en este sistema son 22 que conforman 67 personas beneficiarias. Solamente el 14.16% de las viviendas cuentan con el servicio de alcantarillado que es el 18.16% de los beneficiarios.

3.1.2. LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

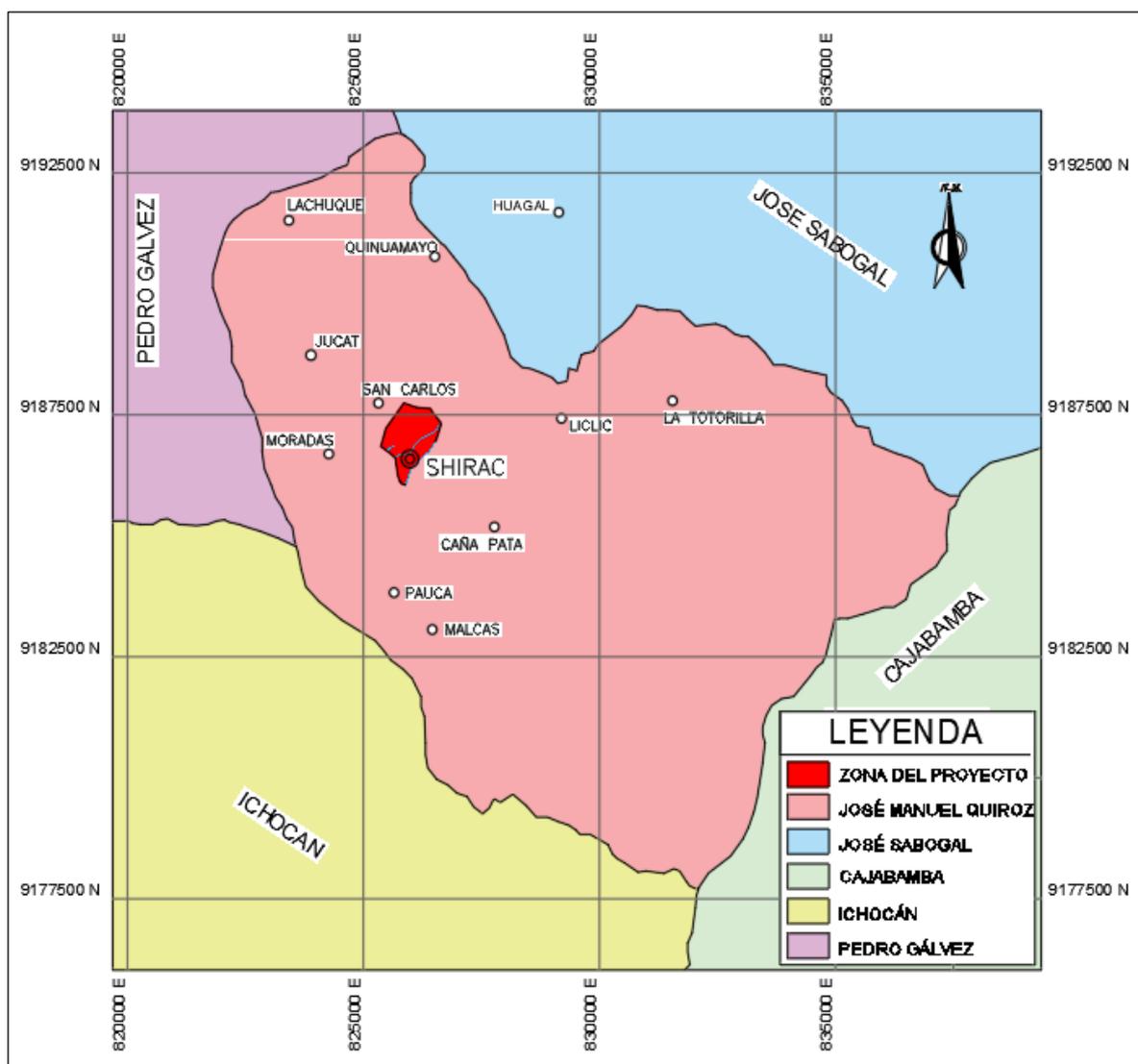


Figura 3. Localización Geográfica (UTM WGS-84 Zona 17 Sur)

El área de estudio se encuentra en la localidad de Shirac, capital del Distrito de José Manuel Quiroz, Provincia de San Marcos, departamento de Cajamarca. La localidad de Shirac limita por el norte con el anexo de San Carlos, por el Sur con la quebrada Martapuquio, por el Este con el río Shirac y por el Oeste con el Cerro Mushca.

3.1.3. OROGRAFÍA

Los sistemas están emplazados en la localidad de Shirac que se ubica en las laderas del cerro Mushca que pertenece a una cadena montañosa de la provincia de San Marcos. Cuenta con un relieve con una pendiente de aproximadamente 30%, por lo que corresponde a una pendiente empinada según la Clasificación de Pendientes de los Suelos del Departamento de Cajamarca (Ing. Germán H. Alcántara Boñón - Gobierno Regional de Cajamarca, 2010-2011).

De acuerdo a la clasificación de las regiones naturales del Perú presentado por el Dr. Javier Pulgar Vidal, la localidad de Shirac pertenece a la Región Natural Quechua, con presencia de lomas con gran pendiente y quebradas profundas.

Sus límites naturales son: desde el cerro Muscha y la quebrada de Martapuquio por el Este, por el Sur limita con el Río Shirac, por el Oeste con el Río Shirac y la quebrada San Carlos hasta el cerro Mushca por el Norte.

3.1.4. CARACTERÍSTICAS DEL CLIMA

Tiene un clima templado – frío. La temporada de lluvias, como en toda la sierra peruana se presentan de noviembre a abril y se caracteriza por la presencia de precipitaciones torrenciales y continuas. El resto del año se caracteriza por una sequía prolongada y por fuertes vientos.

3.2. CATASTRO DE LA INFRAESTRUCTURA EXISTENTE

El catastro tiene como propósito fundamental verificar con qué elementos y en qué estado se encuentran los componentes que conforman cada sistema de agua potable. A continuación, vamos a describir a los diferentes elementos que constituyen los sistemas de agua potable, el cual fue realizado en su totalidad en diversos recorridos verificando los datos proporcionados por el Área Técnica Municipal de Gestión de Servicios de Agua y Saneamiento (ATMSAS).

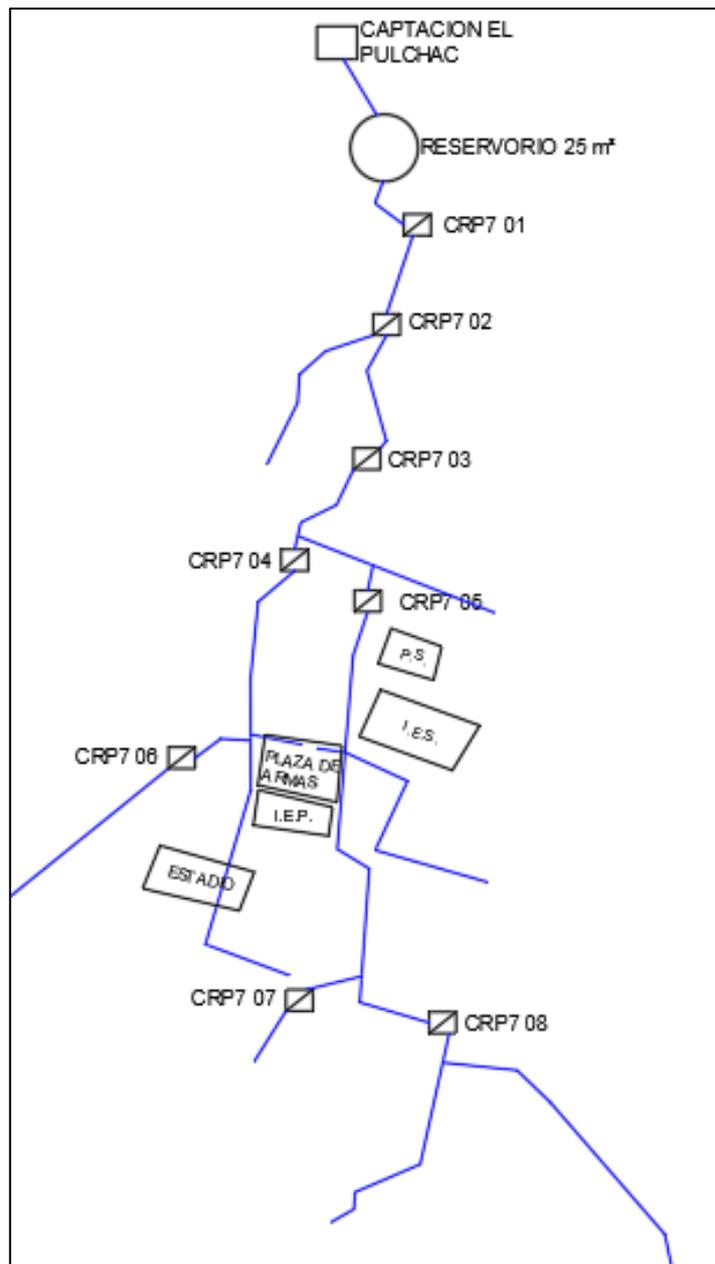


Figura 4. Esquema del Sistema de Agua Potable Bellavista

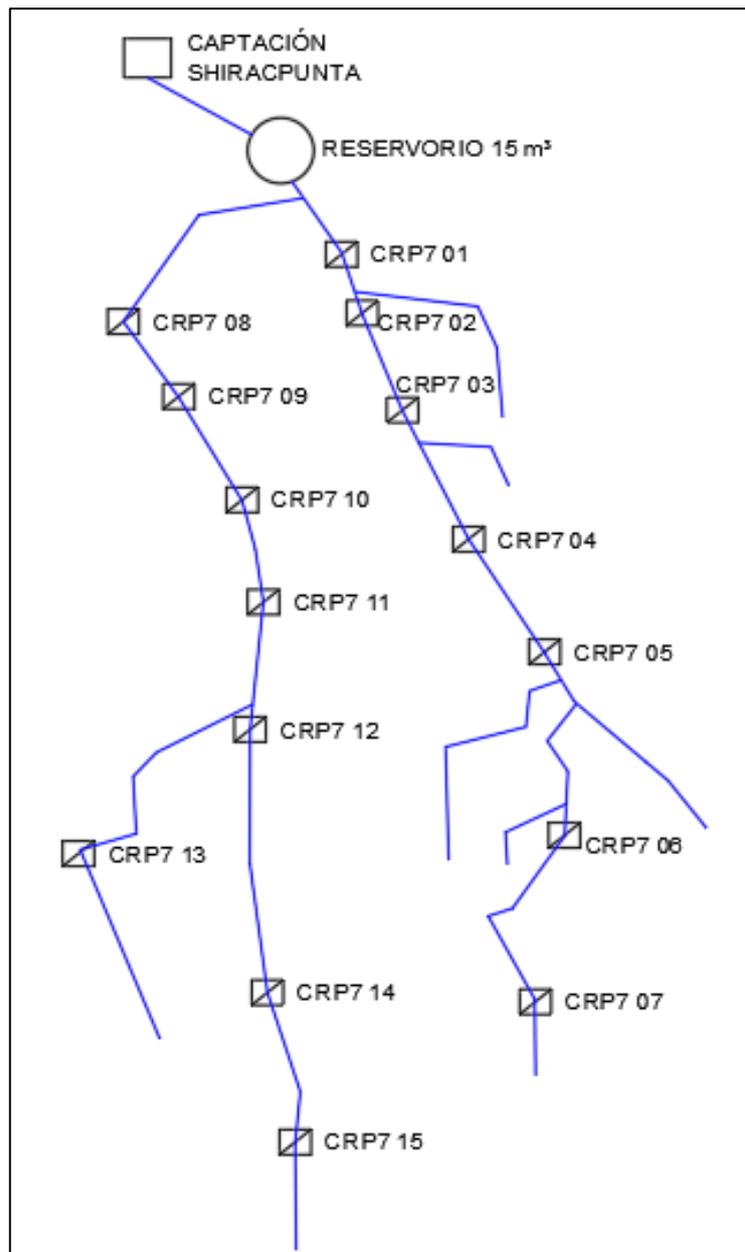


Figura 5. Esquema del Sistema de Agua Potable San Sebastián

3.2.1. CAPTACIONES

El volumen de agua necesario para cubrir la demanda de agua de cada sistema, proviene de dos fuentes de agua que son captadas por dos captaciones, uno para cada sistema:

a. Captación Pulchac.

La captación el Pulchac pertenece al Sistema de Agua Potable Bellavista. Se encuentra en la zona de la misma denominación, a la cual se puede acceder desde la carretera San Marcos – José Sabogal y luego caminando

25 m, a través de un sendero. Este manantial provee un caudal de 3.20 l/s, el cual es captado en su totalidad por una captación de ladera en buenas condiciones.



Figura 6. Captación El Pulchac, Sistema de Agua Potable Bellavista

b. Captación Shiracpunta.

La captación Shiracpunta perteneciente al Sistema de Agua Potable San Sebastián, se encuentra a 5 min a través de un camino de herradura, desde la carretera San Marcos – José Sabogal. Este manantial provee un caudal de 1.5 l/s, el cual es captado en su totalidad por una captación de ladera en buenas condiciones.



Figura 7. Captación Shiracpunta, Sistema de Agua Potable San Sebastián.

Tabla 4. Captaciones de los sistemas de agua potable de la localidad de Shirac

SISTEMA	MANANTIAL	CAUDAL	OBSERVACIONES
Bellavista	El Pulchac	3.20 l/s	Aforo en tiempo de estiaje
San Sebastián	Shiracpunta	1.5 l/s	Aforo en tiempo de estiaje

3.1.1. RESERVORIOS (TANQUES)

Dentro del área de estudio se analizó dos reservorios o tanques, uno para cada sistema.

c. Reservorio Bellavista

El reservorio Bellavista, construido en el año 2010 se encuentra en muy buenas condiciones estructurales. Es de forma circular con un diámetro interno de 3.75 m y una altura de 2.25 m (altura desde el piso hasta nivel máximo de agua), por lo que tiene una capacidad de almacenamiento de 24.85 m³. Sus paredes son de 0.20 m. La altura total del reservorio es de 2.70 m.



Figura 8. Reservorio Sistema de Agua Potable Bellavista.

Cuenta con una caseta de cloración, construido el año 2017, el cual al momento de la visita no se encontraba en funcionamiento. Así mismo cuenta

con una caseta de válvulas, las cuales se encuentran en buen estado y funcionando correctamente.

d. Reservoirio San Sebastián

El reservoirio San Sebastián, construido en el año 2010 se encuentra en muy buenas condiciones estructurales. Es de forma circular con un diámetro interno de 3.26 m y una altura de 1.75 m (altura desde el piso hasta nivel máximo de agua), por lo que tiene una capacidad de almacenamiento de 14.58 m³. Sus paredes son de 0.20 m. La altura total del reservoirio es de 2.10 m.

Cuenta con una caseta de cloración, construido el año 2017, el cual se encuentra en perfecto estado y funcionando correctamente. Así mismo cuenta con una caseta de válvulas en muy buen estado.



Figura 9. Reservoirio Sistema de Agua Potable San Sebastián.

Tabla 5. Reservoirios de los sistemas de agua potable de la localidad de Shirac

RESERVORIO	ABASTECIMIENTO	CAPACIDAD	OBSERVACIONES
Bellavista	Cap, El Pulchac	24.85 m ³	Clorador no funcionando, sin canastilla de salida.
San Sebastián	Cap. Shiracpunta	14.58 m ³	Clorador no funcionando

3.1.2. TUBERÍAS EN LA RED

Para el catastro de las tuberías se realizaron recorridos para identificar y verificar cada tramo y sus características, en relación a los planos proporcionados por la Municipalidad Distrital de José Manuel Quiroz-Shirac. Se realizaron las modificaciones correspondientes y se procedió a realizar los planos corregidos con cada tubería y nodo identificado para la importación al modelo. Todas las tuberías tienen una edad de 8 años, son de PVC en su integridad.

El Anexo 1, se muestra las tuberías en el sistema de abastecimiento de agua potable Bellavista.

En el siguiente cuadro podemos observar la cantidad de tubería de acuerdo a cada diámetro.

Tabla 6. Tubería en el sistema de agua potable Bellavista

Diámetro (mm)	Longitud total (m)
54.2	1475.69
43.4	560.53
29.4	668.43
22.9	1671.9
17.4	3528.56
Total:	7905.11

De igual manera, en el Anexo 2 se detallan las tuberías en el sistema de abastecimiento de agua potable San Sebastián.

A continuación, se muestra un cuadro resumen de la cantidad de tubería en el sistema San Sebastián.

Tabla 7. Tubería en el sistema de agua potable San Sebastián.

Diámetro (mm)	Longitud Total (m)
54.2	871.7
29.4	1545.93
22.9	2616.8
17.4	3616.78
Total:	8651.21

3.1.3. CÁMARAS REDUCTORAS DE PRESIÓN

En cuanto a las cámaras reductoras de presión (válvulas reductoras de presión), en el recorrido del todo el sistema, se ha verificado la correcta ubicación en el terreno y los planos. Se ha podido observar que, en su gran mayoría, no guardan relación lo encontrado en campo con lo que se ha considerado en el proyecto. E incluso se ha encontrado una que no se ha llegado a construir, esto por motivo de que al momento de la ejecución del proyecto se opusieron algunos propietarios.

Para el modelado se ha corregido la ubicación establecida en los planos del proyecto y se ha actualizado respecto a lo existente en campo.

Tabla 8. Cámaras reductoras de presión sistema Bellavista

Cámara Reductora de Presión	Elevación (m)	Diámetro (mm)
CRP7-1	2,882.11	54.2
CRP7-2	2,828.00	54.2
CRP7-3	2,771.68	54.2
CRP7-4	2,716.35	54.2
CRP7-5	2,725.28	54.2
CRP7-6	2,661.88	22.9
CRP7-7	2,654.39	43.4
CRP7-8	2,621.15	22.9
CRP7-9	2,611.68	29.4

Tabla 9. Cámaras reductoras de presión sistema San Sebastián

Cámara Reductora de Presión	Elevación (m)	Diámetro (mm)
CRP7-1	2,919.51	54.2
CRP7-2	2,879.74	54.2
CRP7-3	2,831.33	54.2
CRP7-4	2,773.62	54.2
CRP7-5	2,729.25	54.2
CRP7-6	2,671.46	29.4
CRP7-7	2,625.89	22.9
CRP7-8	2,911.64	29.4
CRP7-9	2,866.12	29.4
CRP7-10	2,807.74	29.4
CRP7-11	2,764.56	29.4
CRP7-12	2,710.78	29.4
CRP7-13	2,701.88	22.9
RRP7-14	2,646.84	22.9
CRP7-15	2,614.90	17.4



Figura 10. CRP-2 en el sector Bellavista



Figura 11. CRP7-15, en el sector San Sebastián.

Al momento de la visita, se ha podido observar que todas las cámaras existentes funcionan adecuadamente, las válvulas son relativamente nuevas, esto debido a que existen demasiadas presiones en algunos sectores y se tienen que cambiar periódicamente. Así mismo se han observado una falta de mantenimiento de las mismas, ya que algunas cajas tienen presencia de óxido. Todo esto en ambos sistemas.

3.2. PARÁMETROS PARA LA EVALUACIÓN

3.2.1. ASPECTOS BÁSICOS

Los sistemas de abastecimiento de agua tienen por objetivo dotar de agua potable a las viviendas beneficiarias en cantidad, calidad y continuidad necesaria para la satisfacción las necesidades básicas de las familias y de esta manera tener una buena calidad de vida. Con el objetivo de determinar la calidad del servicio es necesario realizar un modelamiento de cómo está funcionando actualmente los sistemas. De esta manera surge la necesidad de conocer ciertos parámetros que nos permitan realizar una simulación y poder cuantificar la calidad del servicio. Dichos parámetros son establecidos en las normas para la realización de diseños de sistemas, éstos parámetros han sido determinadas mediante investigaciones propias y apoyadas en las

de otros países, así se ha llegado a aproximaciones que hacen cada vez más precisas las estimaciones de dichos parámetros. (Raveiro, 1980).

En el presente trabajo se han utilizado parámetros de acuerdo a lo establecido por la “Guía de opciones tecnológicas para sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano y saneamiento rural en el ámbito rural” del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (RM-173-2016-VIVIENDA), por ser la norma aplicable de acuerdo a las características de la población estudiada.

Así mismo, se han realizado mediciones en campo, con la finalidad de conocer el consumo de la población y poder realizar el modelado respectivo.

3.2.2. ÁMBITO GEOGRÁFICO DEL PROYECTO.

La ubicación del proyecto condiciona principalmente la dotación de abastecimiento de agua para consumo humano y el tipo de fuente predominante.

El proyecto se encuentra ubicado, considerando las tres regiones naturales del Perú, en la región Sierra a 2750 m.s.n.m.

3.2.3. ZONAS DE ESTUDIO

Con la finalidad de facilitar un mejor manejo de la información de los sistemas se ha realizado un análisis por separado de cada sistema. Existen dos sistemas de abastecimiento de agua en la localidad de Shirac, por lo que se tendrán dos zonas de estudio independientes.

Tabla 10. Identificación de Zonas de Estudio

IDENTIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN
ZONA 1	Barrio Bellavista
ZONA 2	Barrio San Sebastián y Anexo San José

3.2.4. COTAS

Para determinar las cotas que tienen cada uno de los nodos y las estructuras se basó en el plano topográfico de los sistemas de agua potable proporcionado por la Municipalidad Distrital de José Manuel Quiroz – Shirac.

Utilizando la herramienta *T-Rex* se realizó la importación de las cotas a cada nodo del sistema.

3.2.5. EVALUACIÓN ACTUAL

a. Población Actual

La población actual se determinó mediante la realización de encuestas tomando en cuenta los padrones de usuarios proporcionados por las JASS en ambos sistemas, llegando a determinarse la cantidad exacta de personas en cada vivienda. Los datos se pueden ver en la siguiente tabla.

Tabla 11. Distribución de la población actual

Sistema	N° Total Viviendas	Población Total (Hab)	Cuentan Con Alcantarillado		No Cuentan Con Alcantarillado	
			Viviendas	Población (Hab)	Viviendas	Población (Hab)
Bellavista	201	690	87	457	114	233
San Sebastián	156	369	22	67	134	302

b. Dotación (Consumo)

El conocimiento cabal de las cifras de consumo de agua es de gran importancia para poder determinar el desempeño de los sistemas de agua potable y evaluar las presiones y velocidades en la red; y de esta manera, verificar si se encuentran dentro de lapsos aconsejables y establecidos por la normatividad. (Raveiro, 1980)

En la actualidad no se cuenta con ningún tipo de medición de los caudales dotados a las viviendas, así como tampoco se ha obtenido autorización por parte de los usuarios para la colocación de caudalímetros; por lo que para el presente estudio se realizaron mediciones de consumos en ambos reservorios, en diferentes horas del día, durante una semana y de esta manera se obtuvo un valor representativo del consumo máximo horario, el cual nos permitirá hacer la evaluación de la red de distribución en el software y obtener resultados más cercanos a la realidad.

Del Gráfico 1 al Gráfico 7, se muestran las variaciones horarias tomadas de campo en el sector Bellavista.

Gráfico 1. Variaciones horarias de consumo día lunes, sector Bellavista.

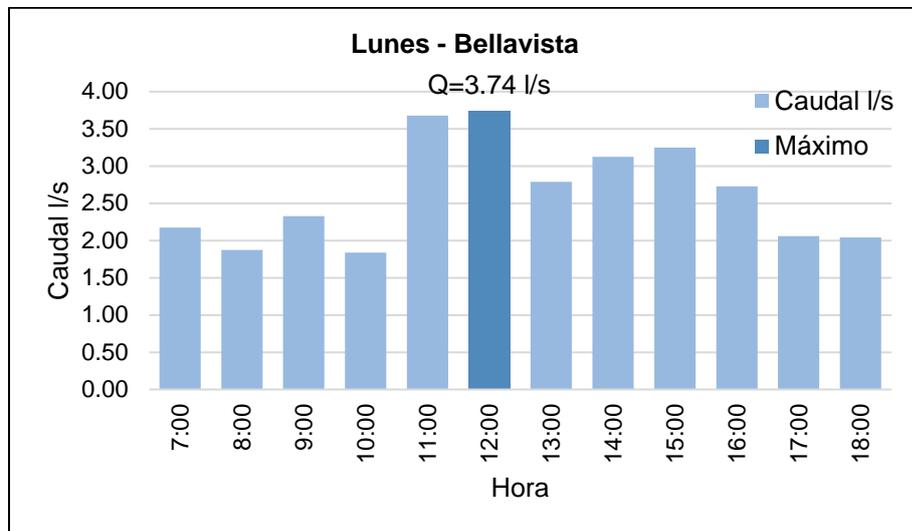


Gráfico 2. Variaciones horarias de consumo día martes, sector Bellavista.

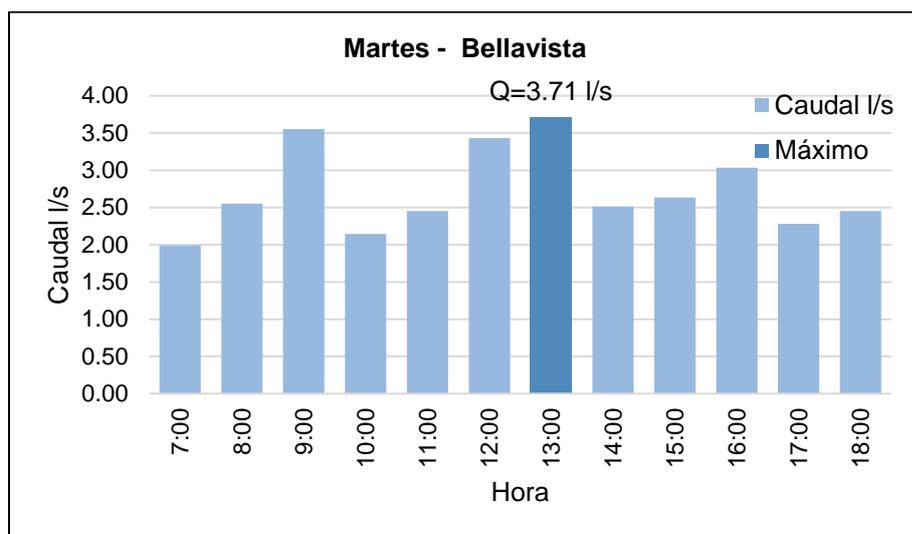


Gráfico 3. Variaciones horarias de consumo día miércoles, Bellavista.

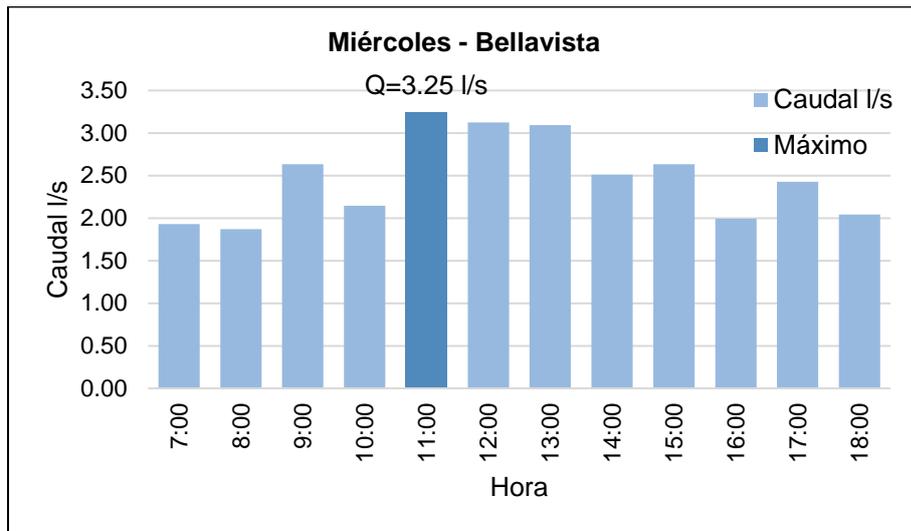


Gráfico 4. Variaciones horarias de consumo día jueves, sector Bellavista.

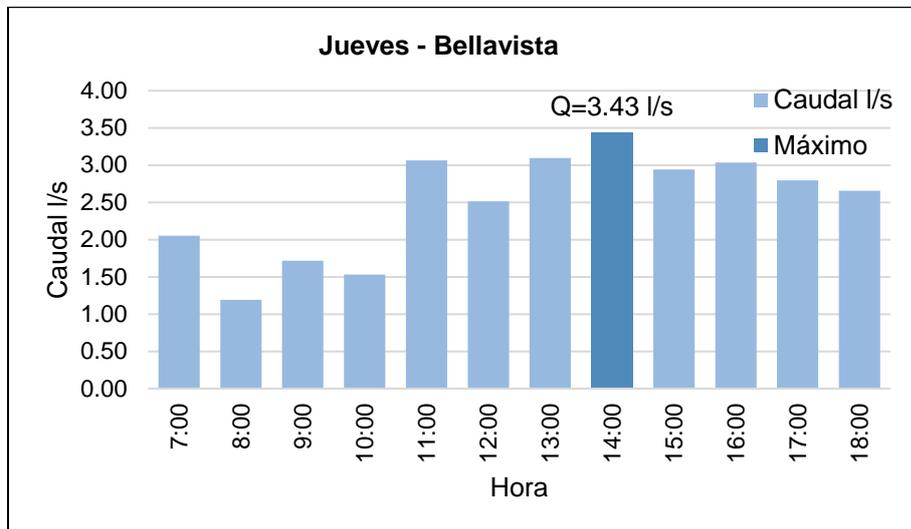


Gráfico 5. Variaciones horarias de consumo día viernes, sector Bellavista.

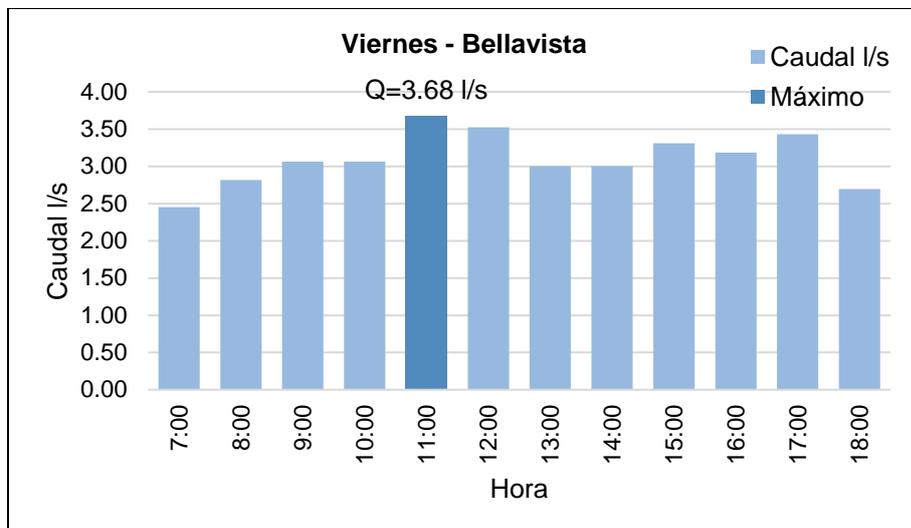


Gráfico 6. Variaciones horarias de consumo día sábado, sector Bellavista.

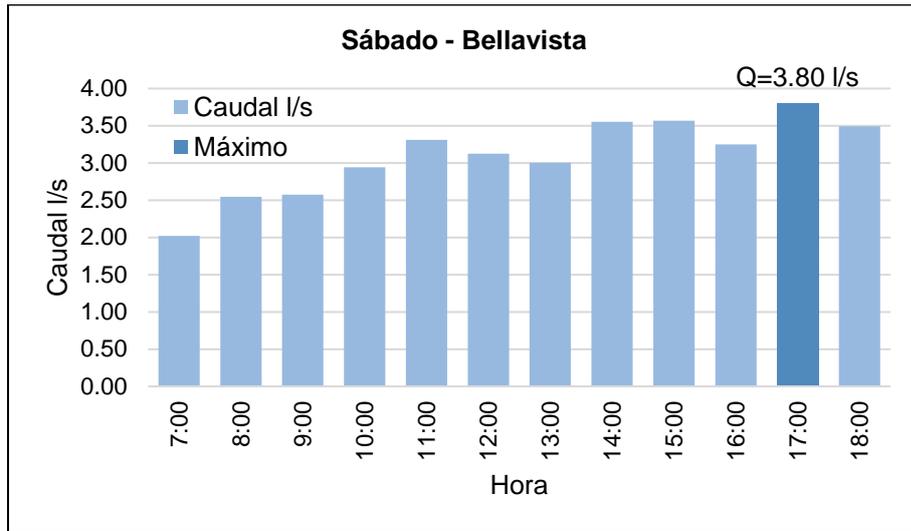


Gráfico 7. Variaciones horarias de consumo día domingo, sector Bellavista.

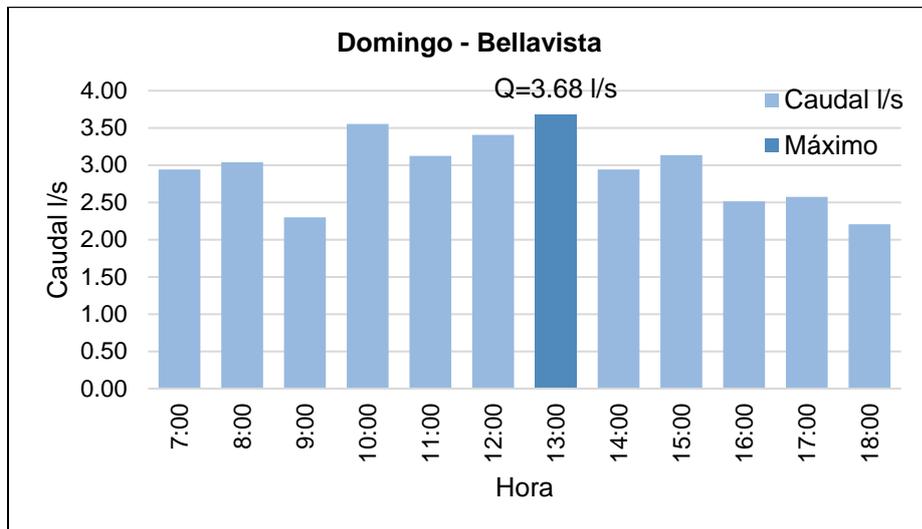


Gráfico 8. Variaciones horarias de consumo día lunes, San Sebastián.

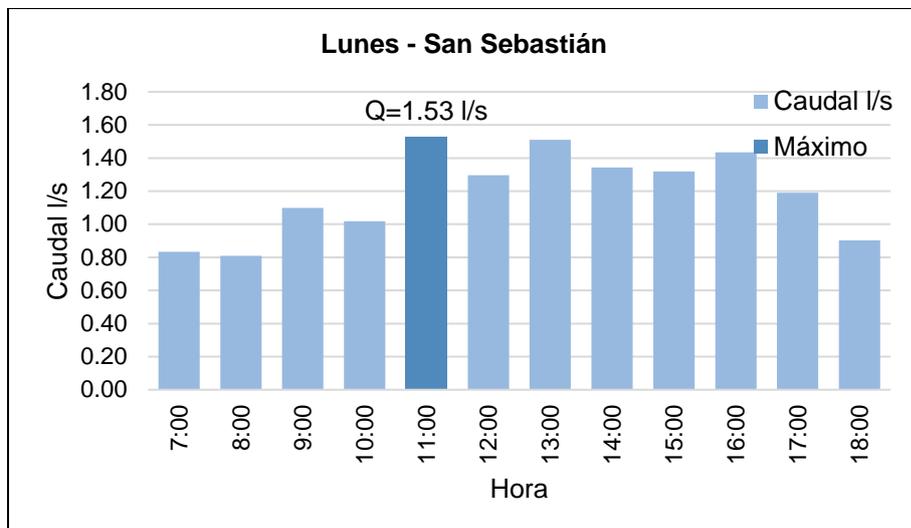


Gráfico 9. Variaciones horarias de consumo día martes, San Sebastián.

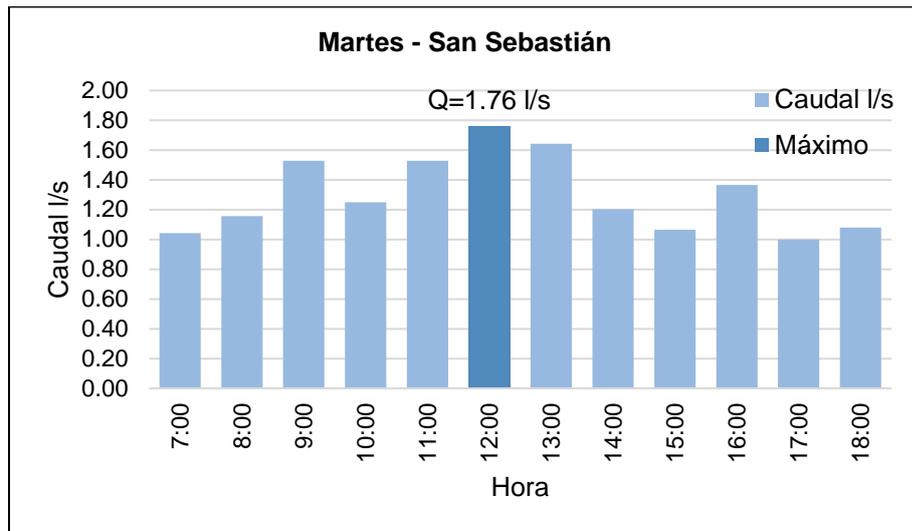


Gráfico 10. Variaciones horarias de consumo miércoles, San Sebastián.

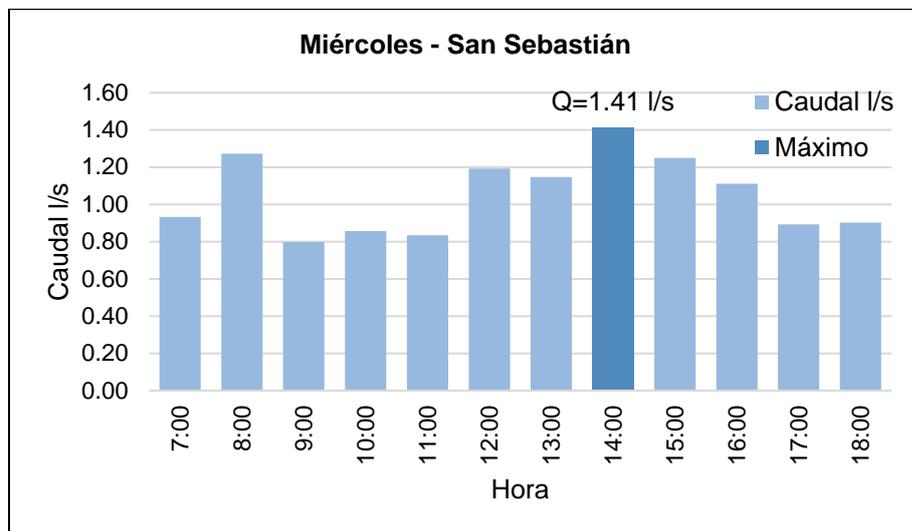


Gráfico 11. Variaciones horarias de consumo día jueves, San Sebastián.

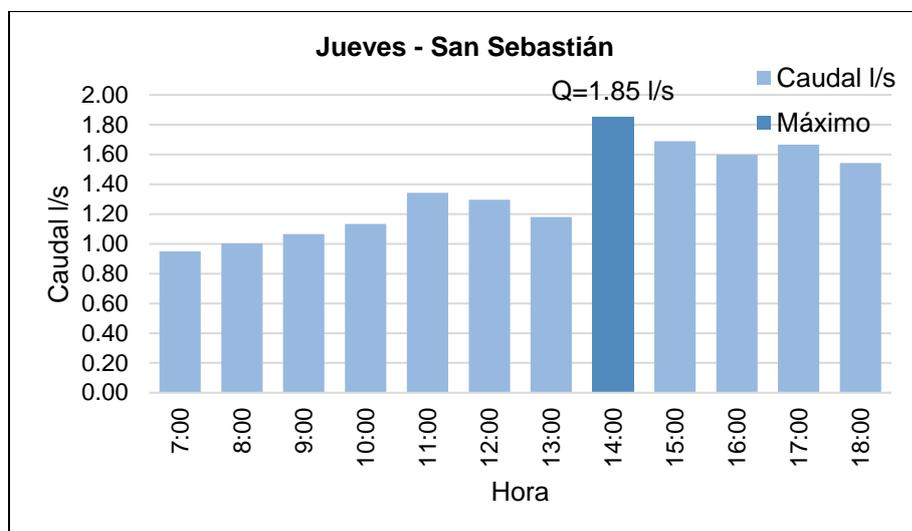


Gráfico 12. Variaciones horarias de consumo día viernes, San Sebastián.

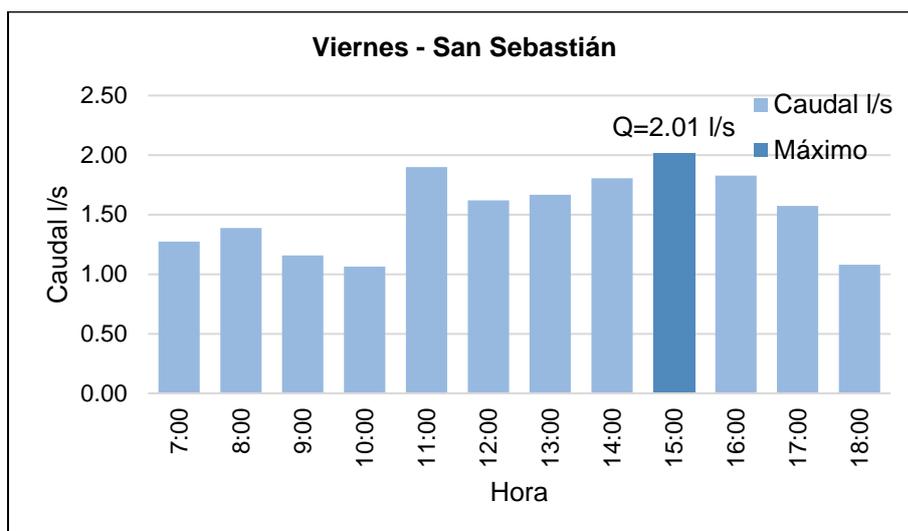


Gráfico 13. Variaciones horarias de consumo día sábado, San Sebastián.

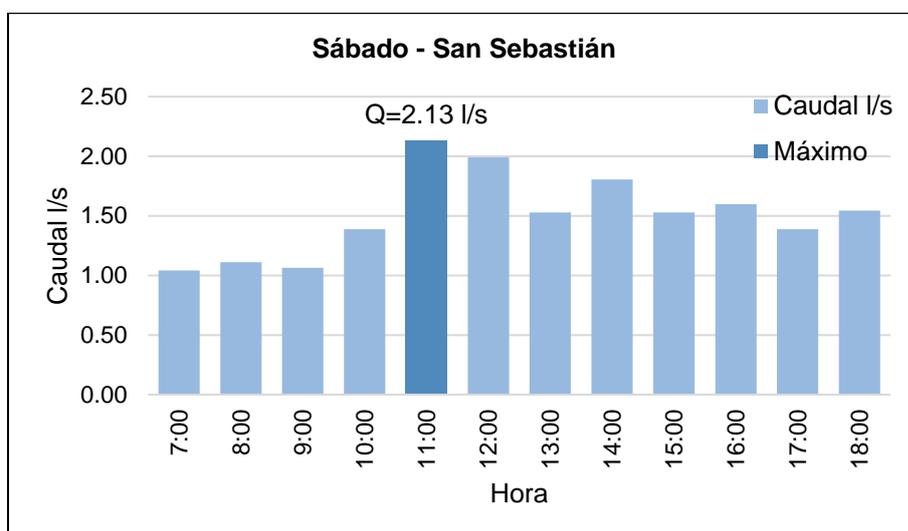
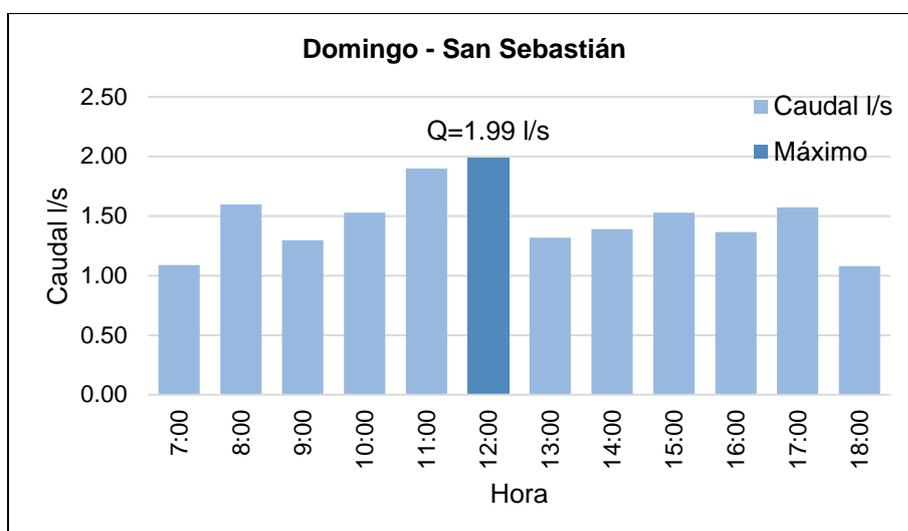


Gráfico 14. Variaciones horarias de consumo día domingo, San Sebastián.



- r (%) Índice de crecimiento poblacional anual.
- t (años) Periodo.

Para determinar el índice de crecimiento poblacional se ha considerado los datos proporcionados por el INEI, en cuanto a la población tanto de Shirac como de San José que son los dos lugares en los cuales se encuentran los sistemas de agua potable. Los datos obtenidos son correspondientes a los dos últimos censos de población y vivienda y cuyos datos se pudo tener acceso.

A continuación, se detallan los datos de población:

Tabla 13. Población de las localidades de Shirac y San José.

CENSO	LOCALIDAD		TOTAL
	Shirac	San José	
XI de población y VI de vivienda 2007	626	173	799
IX censo de población y IV de vivienda 1993	888	96	984

Como podemos ver la tasa de crecimiento es negativa, por lo que de acuerdo a la norma antes mencionando, para la evaluación futura se tomará una población similar a la actual, es decir con un valor de $r=0$.

3.2.7. DIÁMETROS INTERIORES

El programa WaterCAD trabaja con diámetros interiores de la tubería. Se han utilizado en el presente estudio tuberías PVC según la norma técnica peruana NTP 399.002-2015, presión nominal clase 10. En el siguiente cuadro se muestran los diámetros utilizados.

Tabla 14. Diámetros interiores de tubería PVC, según NTP 399.002-2015

PVC (PN CLASE 10)			
Ø (Pulg.)	Ø _{EXTERIOR} (mm)	Espesor (mm)	Diámetro Interior (mm)
1/2	21.0	1.8	17.4
3/4	26.5	1.8	22.9
1	33.0	1.8	29.4
1 1/2	48.0	2.3	43.4
2	60.0	2.9	54.2

3.2.8. CONSIDERACIONES PARA LA EVALUACIÓN

En general, la finalidad de un Sistema de abastecimiento es suministrar agua en forma continua y con presión suficiente a una comunidad, satisfaciendo razones sanitarias, sociales, económicas y de confort, y propiciando su desarrollo. Al estudiar las variaciones de consumo garantizamos la eficiencia del servicio en los momentos más desfavorables, es decir cuando el consumo de la población llega a su máximo, esto se obtiene al analizar el consumo máximo diario y horario.

Lo ideal para determinar estos valores es estudiar con datos reales de campo, por lo que se han realizado mediciones en ambos sistemas utilizando la infraestructura de los reservorios midiendo, en ciertos periodos de tiempo, el descenso del nivel de agua para luego calcular el caudal correspondiente; todo esto, en un lapso de una semana, identificando el día que contiene la hora de máximo consumo. Estos valores nos han permitido realizar una evaluación del comportamiento hidráulico más equivalente a la realidad, determinando las presiones o rangos de presiones máximas y mínimas que deben ser satisfechas en la red de distribución.

Así mismo, para la evaluación del almacenamiento en ambos sistemas, se ha considerado lo establecido por la norma, la cual proporciona ciertos factores (K) para poder obtener valores aceptables del Qm que nos permiten realizar el estudio con cierta confiabilidad.

a. Variaciones de Consumo

El consumo medio anual diario, se calcula a través de la siguiente fórmula:

$$Q_p[l/s] = \frac{\text{Dotación} \left[\frac{l}{\text{hab} \times \text{día}} \right] \times \text{Población}[\text{hab}]}{86400}$$

Fórmula 4. Caudal medio

Cuando no existen estudios específicos de consumos reales de la zona del proyecto, como es el caso del presente trabajo, para el consumo máximo diario Qmd se considerará un valor de 1,3 del consumo promedio diario anual, Qp, de este modo tenemos:

$$Q_{md} [l/s] = 1,3 \times Q_p [l/s]$$

Fórmula 5. Caudal máximo diario

En el caso del consumo máximo horario, sí se ha podido obtener un valor representativo al realizar mediciones durante una semana, como se vio en el ítem 3.2.5 EVALUACIÓN ACTUAL apartado b. Dotación, obteniendo los resultados que se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 15. Consumo máximo horario, medido

Sector	Q _{mh} (l/s)	Día
Bellavista	3.80	Sábado
San Sebastián	2.13	Sábado

La norma establece que cuando no existen estudios de consumos reales de la zona del proyecto, para el caudal máximo horario (Q_{mh}) se considerará un valor de 2,0 del consumo promedio diario anual, Q_p, de este modo tenemos:

$$Q_{mh} [l/s] = 2,0 \times Q_p [l/s]$$

Fórmula 6. Caudal máximo horario

De acuerdo a los criterios antes mencionados, se ha podido hacer un cálculo de los valores de las variaciones de consumo los cuales se detallan en el Anexo 3 y Anexo 4. Los datos se resumen a continuación:

Tabla 16. Resumen de dotación calculado de acuerdo a la norma.

Sector	Q _p (l/día)	Q _p (l/s)	Q _{md} (l/s)	Q _{mh} (l/s)
Bellavista	48210.00	0.56	0.73	1.45
San Sebastián	20360.00	0.24	0.31	0.61

b. Volúmenes de Almacenamiento

El volumen de almacenamiento será del 25% de la demanda diaria promedio anual (Q_p), siempre que el suministro de agua de la fuente sea continuo, como es el caso del presente estudio (manantiales de ladera). Se evaluará si el volumen de almacenamiento existente de los sistemas de abastecimiento cumple con este valor establecido en la normativa vigente.

3.2.9. CAUDAL

Para la evaluación de las redes de tubería, se utiliza el caudal máximo horario. En cada nodo (que representa una vivienda) se ha determinado el caudal máximo horario unitario, de acuerdo a las mediciones realizadas en campo. Este caudal ha sido ingresado directamente en cada nodo.

Tabla 17. Caudal máximo horario unitario.

Sector	Q _{mh} (l/s)	Viviendas	Caudal Unitario (l/s)
Bellavista	3.80	201	0.0189
San Sebastián	2.13	156	0.0137

En los nodos cuyo caudal sea cero, significa que son de paso.

Para la evaluación de los reservorios, se utiliza el caudal medio anual diario. Ante la falta de mediciones reales de estos consumos, se ha optado por la utilización de la dotación establecida en la normatividad del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento; y con el dato del número de usuarios por cada vivienda, considerando el tipo de saneamiento con el que cuentan. Los datos se pueden observar en la Tabla 16.

3.3. MODELAMIENTO EN EL PROGRAMA WATERCAD

Con los planos proporcionados por la Municipalidad Distrital de José Manuel Quiroz, con los padrones obtenidos de las JASS y los recorridos en campo se obtuvo la localización de los nodos y diferentes características de las tuberías, las cuales se dibujaron en AutoCAD y se exportaron posteriormente al formato *.dxf para luego convertirlos en tuberías y a los puntos en las intersecciones, en nodos, mediante la herramienta “*ModelBuilder*” (Constructor de Modelo) desde el programa WaterCAD que conserva las coordenadas “x” e “y” de los elementos de la red.

Posteriormente habrá que definir algunos elementos en WaterCAD, tales como depósitos, válvulas, etc y ciertas propiedades de las tuberías y nodos de consumo (diámetros, rugosidad, material y demanda base)

Para definir las elevaciones de los nodos y diferentes elementos de los sistemas, exportamos las curvas de nivel, de la topografía proporcionados,

a un archivo *.dxf para luego importarlos con la herramienta *TRex* hacia el WaterCAD.

Los datos referentes a las demandas de los nodos, se introducen a través de tablas de demandas.

- Indicar modo de conversión.

Al momento de exportar los datos es importante crear los elementos en diferentes capas para facilitar la importación hacia el WaterCAD. Así es recomendable importar los datos de acuerdo a sus características (diámetros de tuberías) y poner en diferentes capas.

- Tolerancia para la conectividad

Es posible indicar la tolerancia con la que el programa considera que dos tuberías contiguas están conectadas, o no existe conexión entre ellas y solo mantienen un trazado cercano. Indicar valor numérico de la tolerancia en metros de la misma. Si el valor de la tolerancia ingresado forma un círculo e intercepta al vértice de otra polilínea dibujada en AutoCAD, se formará un nodo en la unión de las dos tuberías.

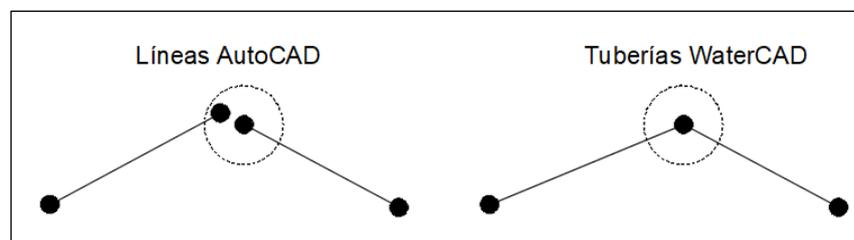


Figura 12. Tolerancia 1 WaterCAD

Sí el valor de la tolerancia ingresado forma un círculo y no intercepta al vértice de otra polilínea dibujada en AutoCAD, se forman dos nodos al final de cada tubería.

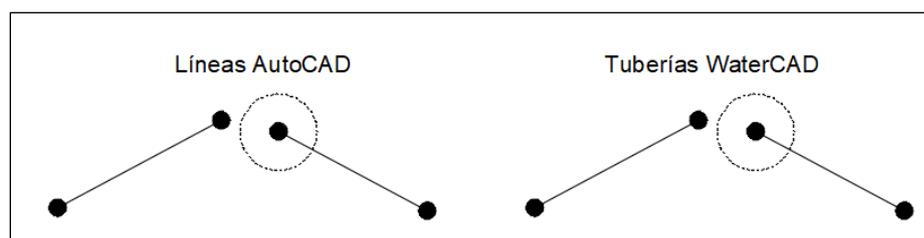


Figura 13. Tolerancia 2 WaterCAD

3.4. VERIFICACIÓN DE PRESIONES DE MODELO EN CAMPO

Luego de realizado el modelado de los sistemas, es necesario verificar los resultados con datos de campo, con la finalidad de poder validar dicho modelo. Es por esta razón que en el presente trabajo se ha optado por tomar mediciones de presiones en la red (viviendas), y de esta manera poder corroborar el modelado en del software.



Figura 14. Medición de presiones en el sistema de agua potable Bellavista



Figura 15. Medición de presiones en el sistema de agua potable San Sebastián.

La medición de presiones se realizó utilizando un manómetro con sus respectivos accesorios que permitieron su colocación en la red, como se muestra en las fotografías.

Otra de las razones por las que se ha elegido esta manera de verificación, es por ser más accesible económicamente y más práctica al momento de llevar a cabo.

Se ha elegido realizar las mediciones en viviendas representativas de cada sistema, teniendo en cuenta la aceptación y consentimiento de los usuarios. En los siguientes cuadros se muestran las viviendas y los datos obtenidos de campo.

Tabla 18. Mediciones de campo sector Bellavista

Medición	Vivienda	Presión (Psi)	Presión (mH2O)
1	118	57.5	40.44
2	99	40	28.13
3	190	35	24.61
4	57	20	14.06
5	182	130	91.42
6	195	24	16.88
7	178	150	105.49
8	145	85	59.77
9	140	100	70.32
10	54	45	31.65
11	30	50	35.16
12	20	25	17.58
13	8	8	5.63
14	15	45	31.65
15	38	140	98.45
16	112	40	28.13
17	122	30	21.10
18	132	35	24.61
19	82	8	5.63
20	85	35	24.61
21	75	75	52.74
22	76	75	52.74
23	65	60	42.19
24	94	85	59.77
25	128	50	35.16

Tabla 19. Mediciones de campo sector San Sebastián

Medición	Vivienda	Presión (Psi)	Presión (mH2O)
1	119	68.5	48.17
2	104	37	26.02
3	117	52.5	36.92
4	126	75	52.74
5	96	62	43.60
6	100	75	52.74
7	38	32.5	22.86
8	29	92.5	65.05
9	49	80	56.26
10	46	15	10.55
11	51	45	31.65
12	154	7.5	5.27
13	149	52.5	36.92
14	135	75	52.74
15	19	37.5	26.37
16	12	95	66.81
17	54	45	31.65
18	72	145	101.97
19	94	35	24.61

Con los datos obtenidos de las mediciones en campo, se realizó una comparación gráfica con los resultados del modelado de ambos sistemas en el software; obteniéndose los siguientes resultados.

Gráfico 15. Comparación de datos tomados en campo y datos obtenidos en el modelo, sector Bellavista.

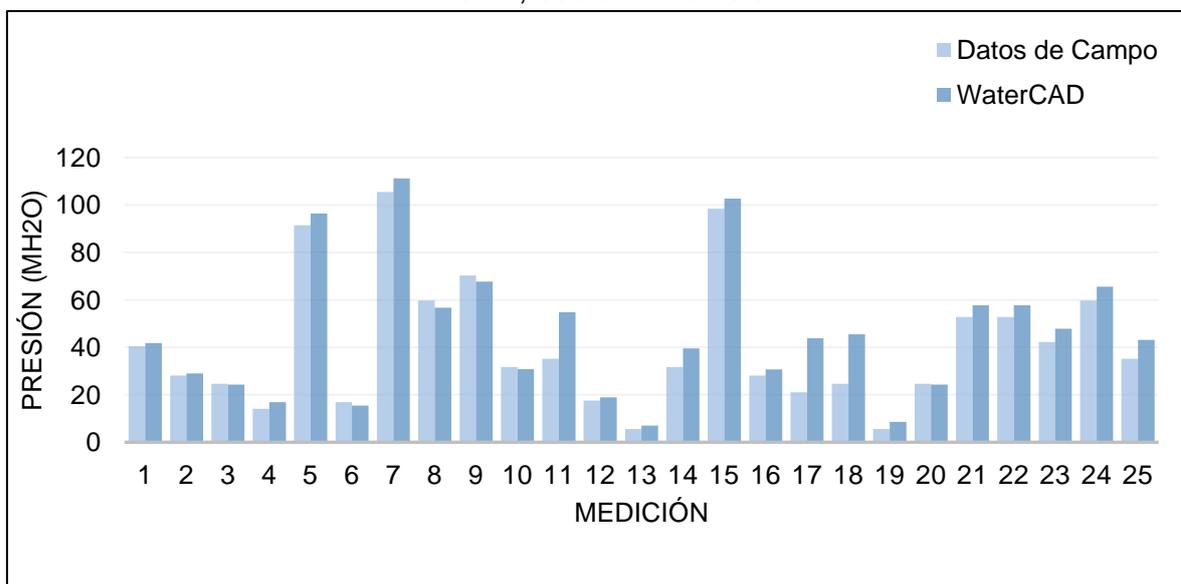
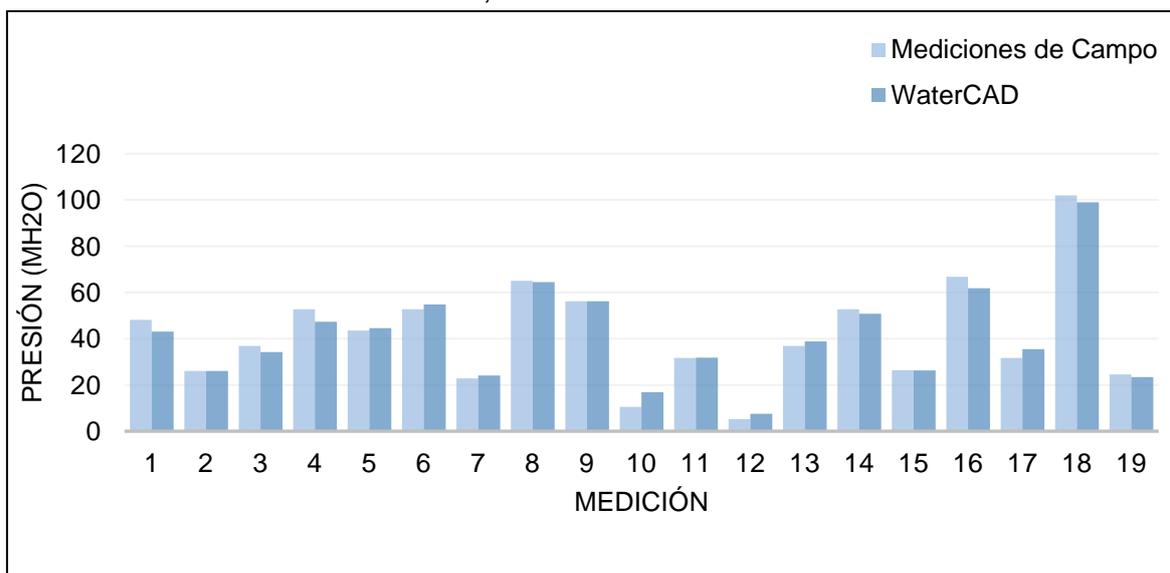


Gráfico 16. Comparación de datos tomados en campo y datos obtenidos en el modelo, sector San Sebastián.



Como podemos observar en el Gráfico 15 y Gráfico 16, existe una similitud entre los datos obtenidos en campo y los valores del modelo en el software WaterCAD, en ambos sistemas; por lo que, podemos validar el modelado realizado y usarlo como referencia para la verificación de las presiones en las viviendas y la propuesta de rediseño.

3.5. EVALUACIÓN DE LOS SISTEMAS

Para el análisis de los sistemas, se ha tomado como referencia metodologías aplicadas en diferentes trabajos de investigación y adaptadas a las necesidades del presente estudio, insertando al objetivo de la investigación. (Aliaga, 2011). En la evaluación se han considerado dos componentes: Infraestructura (diagnóstico y operación) y Gestión (organizacional / institucional).

3.5.1. INFRAESTRUCTURA

Para determinar el estado de la infraestructura se han tomado en cuenta ciertos indicadores adaptados de la metodología utilizada en el *Sistema de Información de Infraestructura de Agua y Saneamiento - SIRAS* (CARE PERÚ; Gobierno Regional de Cajamarca, 2010) y de la tesis doctoral “*Análisis de la prestación del servicio de agua potable en las localidades de Ichocán, Jesús y Namora. Propuesta para mejorar la gestión*”, (Aliaga, 2011).

Así mismo se ha tomado en cuenta los indicadores establecidos en las normas vigentes como es el caso de las presiones de servicio y velocidades máximas en la red (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2016). También se han considerado ciertos parámetros que maneja y supervisa la SUNASS, a las entidades prestadoras de los servicios de saneamiento en el Perú. En nuestro caso para se consideraron indicadores inherentes a la operación y mantenimiento del servicio de agua potable.

El componente de Infraestructura presenta 20 ítems, en su mayor puntaje cada uno de ellos se valora con 3 puntos y cuya suma del puntaje total del componente Infraestructura, en el caso más óptimo en 60 puntos.

3.5.2. GESTIÓN

Se han tomado como referencia los mismos trabajos establecidos en el acápite anterior. Se abordaron los aspectos de los que requerimos información de la entidad que presta el servicio en cada sistema de agua potable. Los indicadores considerados son:

- Recursos humanos e institucionales
- Instrumentos de gestión
- Procedimientos
- Ejecución de inversiones

En total se han considerado 24 ítems, cada ítem en su mayor puntaje se valora con 2.5 y cuya suma del puntaje total del componente gestión, en el caso más óptimo es de 60 puntos.

3.6. VALORACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Para los componentes infraestructura y gestión, se consideraron tres alternativas y la seleccionada determinará la valoración correspondiente.

Para la evaluación parcial se ha tomado como referencia la utilizada en la tesis doctoral (Aliaga, 2011), en cuanto a considerar tres criterios de evaluación. Nivel bajo o menos desarrollado, (Nivel Bajo, color rojo), Nivel intermedio de desarrollo

(Nivel Medio, color amarillo) y Nivel superior o más desarrollado (Nivel Alto, color verde).

La evaluación por componentes se determinó empleando la metodología anterior, con la asignación de los puntajes y calificaciones siguientes:

0% - 49% Nivel menos desarrollado

50% - 74% Nivel de desarrollo intermedio

75% - 100% Nivel más desarrollado

Una vez que se tienen los puntajes de cada componente, se le asigna un peso, en términos porcentuales, a cada componente, y así obtener una valoración final. El valor de estos pesos, se han tomado como referencia trabajos anteriores análogos y criterio del evaluador. Infraestructura (diagnóstico y operación) 60% y Gestión (organizacional / institucional) 40%, Es decir:

$$\text{Calificación} = (\text{Puntaje Infraestructura}) \times 0.60 + (\text{Puntaje Gestión}) \times 0.40$$

Tabla 20. Rangos de calificación en la prestación del servicio de agua potable.

Máxima eficiencia en la prestación. Evaluación cuyos resultados son los más óptimos.	0,85 - 1,00
Buena eficiencia en la prestación. Algunas debilidades que pueden corregirse en el proceso.	0,75 - 0,84
Eficiencia regular en la prestación. Requieren de asistencia técnica y aplicación de medidas correctivas para superar los problemas, pero tienen altas probabilidades de éxito.	0,55 - 0,69
Prestación con serias dificultades. Se requieren ajustes estructurales para encauzar una adecuada prestación del servicio.	0,40 - 0,54
Gestión administrativa en crisis. Existe deficiente desempeño. Se requieren cambios profundos e inmediatos en la prestación del servicio.	< a 0,39

Fuente: (Aliaga, 2011)

Obtenida la calificación final del servicio de agua potable, para determinar el nivel de eficiencia correspondiente al servicio, se tomó como referencia el trabajo

realizado en la ya mencionada tesis doctoral (Aliaga, 2011). En cuyo sistema se establece y valida un esquema de calificación basado en una evaluación porcentual final.

3.7. RECOLECCIÓN DE DATOS

3.7.1. FASE DE CAMPO

Se trabajó conjuntamente con el responsable del Área Técnica Municipal de Gestión de Servicios de Agua y Saneamiento (ATMSAS) y con los directivos de las Juntas Administrativas de Servicios de Saneamiento (JASS), quienes tienen a su cargo la prestación del servicio de agua potable en los sistemas de agua potable de la localidad de Shirac. Para complementar el trabajo de campo se procedió a verificar en base a inspecciones oculares, la infraestructura e instalaciones. Así mismo se revisaron documentos de trabajo de las entidades como padrones y recibos emitidos. También se recurrió a la Municipalidad Distrital de José Manuel Quiroz, en busca de información respecto al proyecto realizado para la construcción de los sistemas, planos y memorias descriptivas. De igual manera a la Posta Médica de Shirac, quienes llevan el monitoreo periódico de la calidad del agua potable.

3.7.2. GABINETE

En esta etapa se procedió al procesamiento y sistematización de la información obtenida. Se realiza el modelado de los sistemas (actual y rediseño), las tablas y gráficos para la determinación de la calidad en la prestación de los servicios de agua potable.

3.8. PROCESAMIENTO DE DATOS

Para la determinación del diagnóstico y operación de la Infraestructura, y de la gestión en ambos sistemas de abastecimiento, se hizo el procesamiento de datos utilizando hojas de cálculo utilizando el programa Microsoft Excel, empleando fórmulas y operaciones matemáticas básicas que permitieron obtener los resultados de la investigación. Los cuadros están en correspondencia con los

componentes considerados en la investigación: Infraestructura (diagnóstico y operación) y de la Gestión (organizacional / institucional) de los servicios.

A partir de la información recogida, aplicando los instrumentos de recolección de datos, entrevistas a los responsables y directivos de la prestación del servicio de agua potable de la localidad de Shirac, así como revisando la información obtenida de las diversas instituciones; se asignaron los valores ya descritos anteriormente, logrando identificar la real problemática del servicio de agua potable en cada sistema.

Por otro lado, la suma del puntaje total en los dos componentes para cada localidad, permitió determinar el nivel de eficiencia de la prestación del servicio de agua potable, según los indicadores establecidos.

Se presentan los cuadros, en base a las hojas de cálculo, en los que de acuerdo a cada indicador e ítem se ha ubicado la localidad dentro de los tres niveles de desarrollo: bajo, intermedio y alto; asignando al mismo tiempo el puntaje que le corresponde, según lo verificado y evidenciado en la recolección de la información.

CAPÍTULO IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1. EVALUACIÓN HIDRÁULICA

La evaluación hidráulica corresponde a un análisis de los sistemas de abastecimiento de agua potable, en cuanto a presiones de servicio en las viviendas y velocidades en la red; para lo cual se utilizó el modelo hidráulico en el software WaterCAD como se describe en el CAPÍTULO III.

La localidad de Shirac cuenta con dos sistemas de abastecimiento de agua, Bellavista y San Sebastián, cuyo funcionamiento es independiente desde el punto de vista hidráulico. Por lo que para esta evaluación se ha realizado un análisis individual para cada uno de estos sistemas.

Se evaluó la red con los diámetros obtenidos en el catastro, con los datos de consumos medidos en ambos reservorios y a la normativa vigente para este tipo de sistemas por gravedad.

El análisis estático se evalúa en un solo instante en el tiempo, generalmente el más desfavorable para la red. Es decir, es como congelar el tiempo; lo que ocurre en ese instante para ver las velocidades en las tuberías y la presión que tienen los nodos.

Para la evaluación de las presiones y velocidades en la red; se tomará en cuenta “La Guía de Opciones Tecnológicas para Sistemas de Abastecimiento de Agua Para Consumo Humano y Saneamiento en el Ámbito Rural” (RM-173-2016-VIVIENDA), del Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento. Norma vigente al momento de realizar el estudio. Esta norma establece los siguientes parámetros para la red de distribución:

Caudal de diseño:

- Caudal máximo horario (Q_{mh}) (obtenido de mediciones en campo)

Velocidades admisibles:

- La velocidad mínima no será menor a 0.60 m/s. En ningún caso podrá ser inferior a 0.30m/s.
- La velocidad máxima admisible será de 3 m/s.

Presiones de servicio:

- La presión mínima de servicio en cualquier punto de la red o línea de alimentación de agua no será menor a 5 mH₂O.
- La presión estática no será mayor de 60 mH₂O

4.1.1. RED SISTEMA DE AGUA POTABLE BELLAVISTA

Esta red se compone del tanque (reservorio) del mismo nombre y las redes están conectadas al mismo las cuales cubren todo el barrio Bellavista. Esta red lleva más de ocho años en servicio y el material de las tuberías es de PVC.

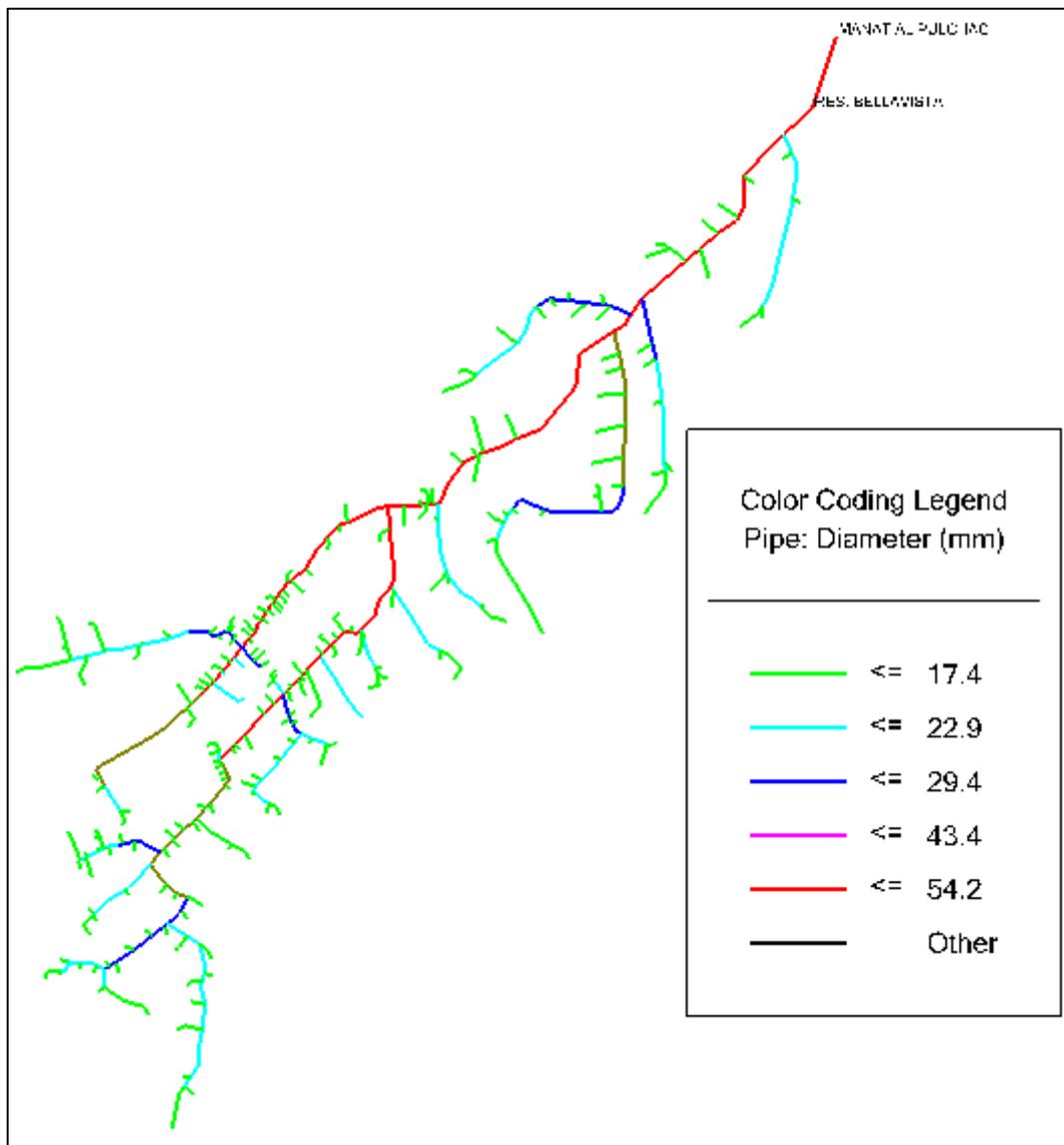


Figura 16. Mapa diámetros red Agua Potable Bellavista

Luego del ingreso de los datos obtenidos en el catastro de las tuberías y del caudal máximo horario unitario obtenido de las mediciones en campo, como se muestra en la Tabla 17, se hizo correr el programa obteniendo los resultados que se muestran a continuación:

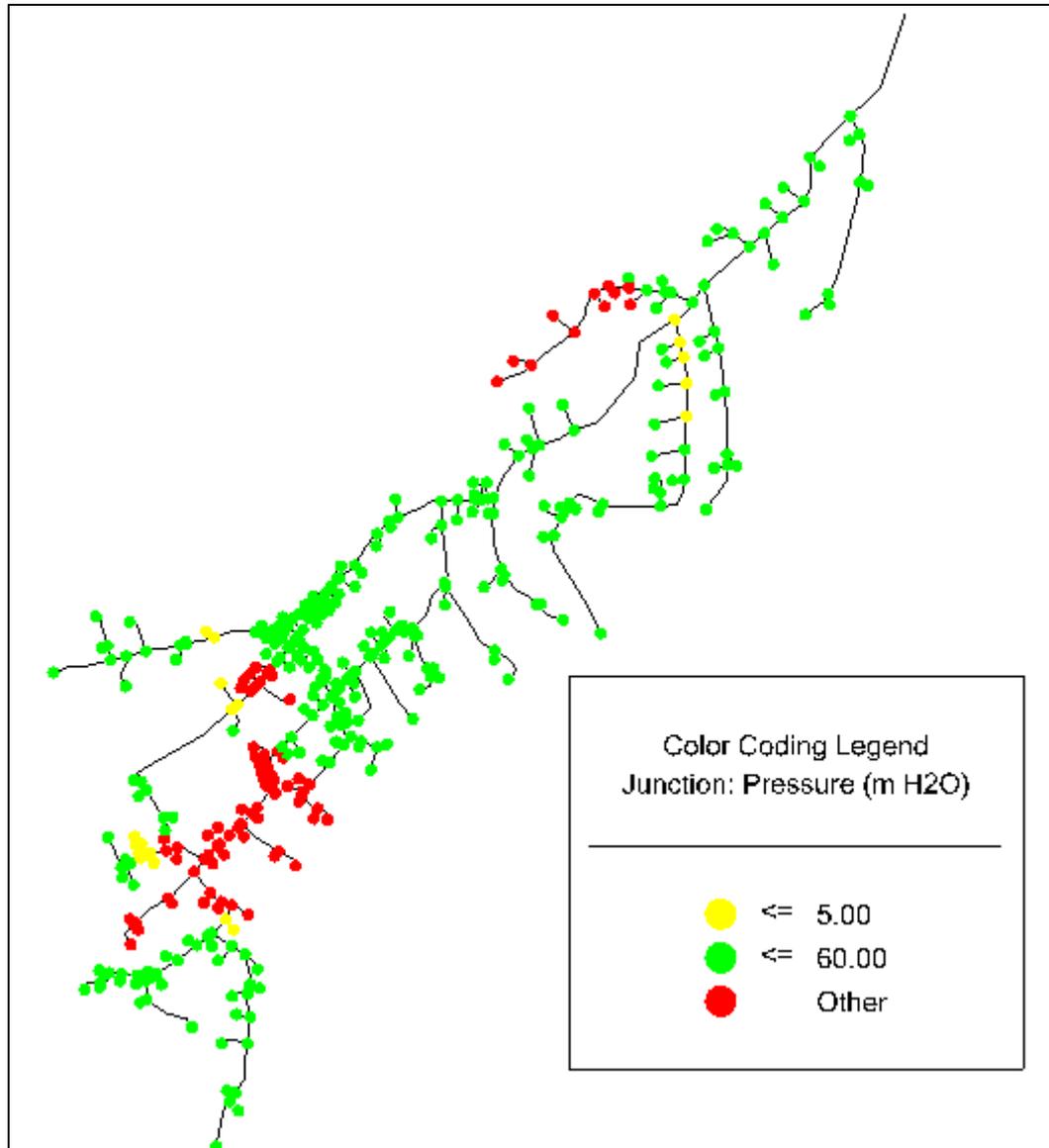


Figura 17. Presiones red actual sector Bellavista

Como podemos ver en la Figura 17, cuentan con presiones de servicio dentro de los parámetros establecidos por las normativas vigentes, 151 viviendas (75.12%). Por otro lado, podemos ver una cantidad considerable (43 viviendas) con presiones superiores a los 60 mH₂O, representando el 21.40%, obteniéndose la máxima presión en la vivienda C-179 con 115.09 mH₂O. Así mismo existen 7 viviendas que cuentan con presiones menores a

5 mH₂O (3.48%), teniendo la mínima presión la vivienda C-168, con un valor de 2.51 mH₂O.

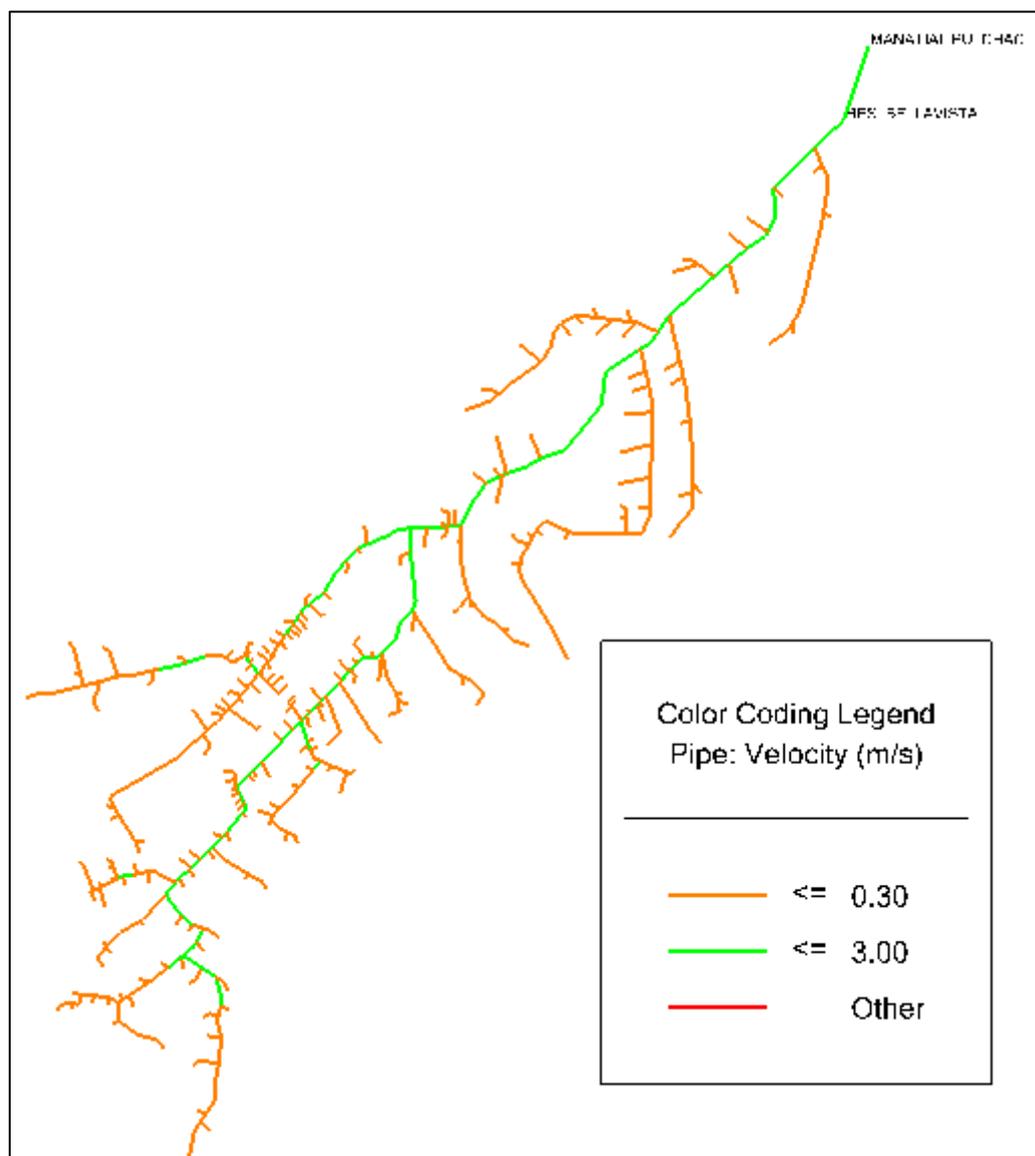


Figura 18. Velocidades en la red actual, sector Bellavista

En la Figura 18 se puede observar que no existen velocidades mayores a 3 m/s.

4.1.2. ALMACENAMIENTO SISTEMA DE AGUA POTABLE BELLAVISTA

Para el cálculo del volumen de almacenamiento nos basamos en norma (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2016) en el cual establece un volumen de almacenamiento del 25% de la demanda diaria

promedio anual (Q_p), siempre que el suministro de agua de la fuente sea continuo, como es en el caso del presente estudio.

Tabla 21. Volumen almacenamiento Bellavista

RESERVORIO BELLAVISTA	
Población (Hab)	690
Q_p (l/día)	48210.00
Volumen Regulación (m ³)	12.05

El volumen actual del reservorio Bellavista es de 24.85 m³, es decir hay una diferencia notable entre la capacidad actual del reservorio y el volumen requerido, por lo que se considera aceptable el volumen de este reservorio.

4.1.3. RED SISTEMA DE AGUA POTABLE SAN SEBASTIÁN

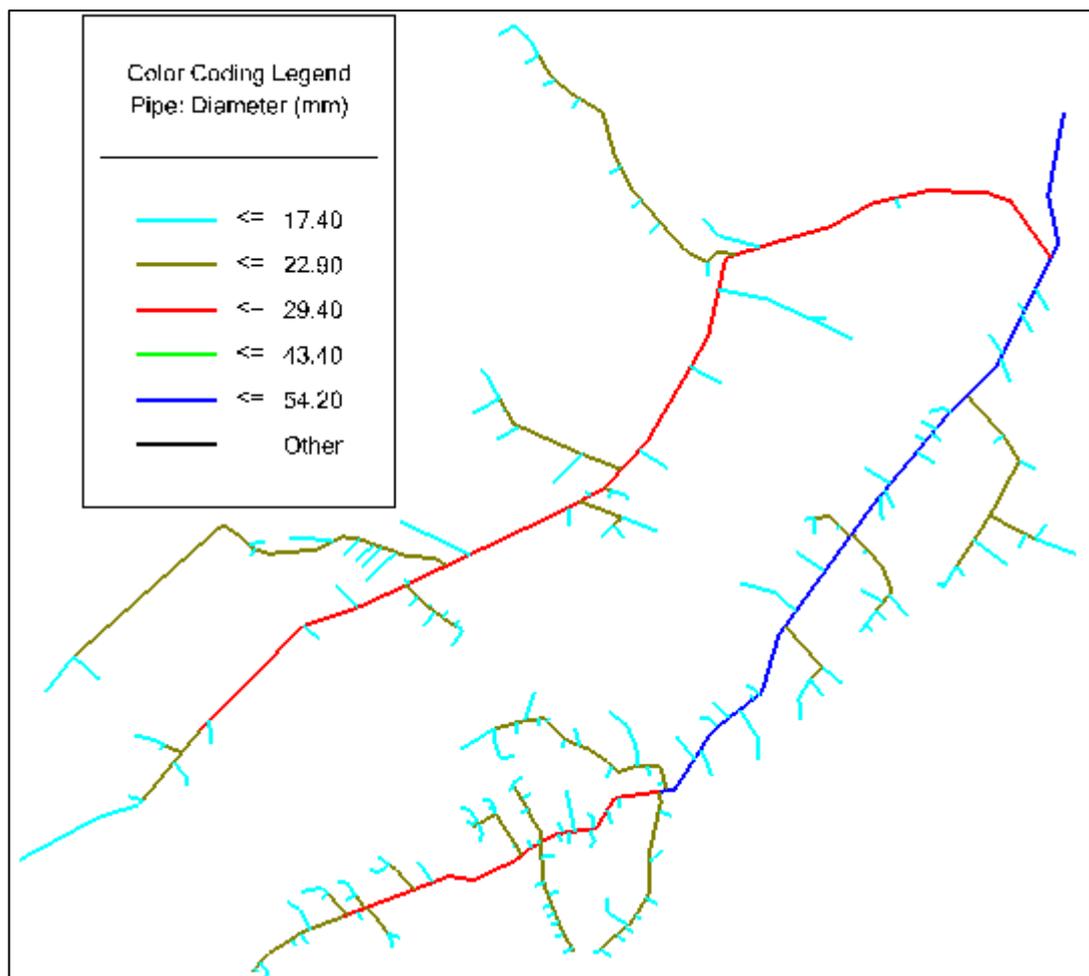


Figura 19. Mapa diámetros de red Agua Potable San Sebastián.

Esta red se compone del tanque del mismo nombre y las redes están conectadas al mismo las cuales cubren todo el barrio San Sebastián y parte del caserío San José. Esta red lleva, al igual que el sector Bellavista, más de ocho años en servicio y el material de las tuberías es de PVC.

Luego del ingreso de los datos obtenidos en el catastro de las tuberías y determinar el caudal máximo horario con los datos de campo, se hizo correr el programa obteniendo los resultados que se muestran a continuación:

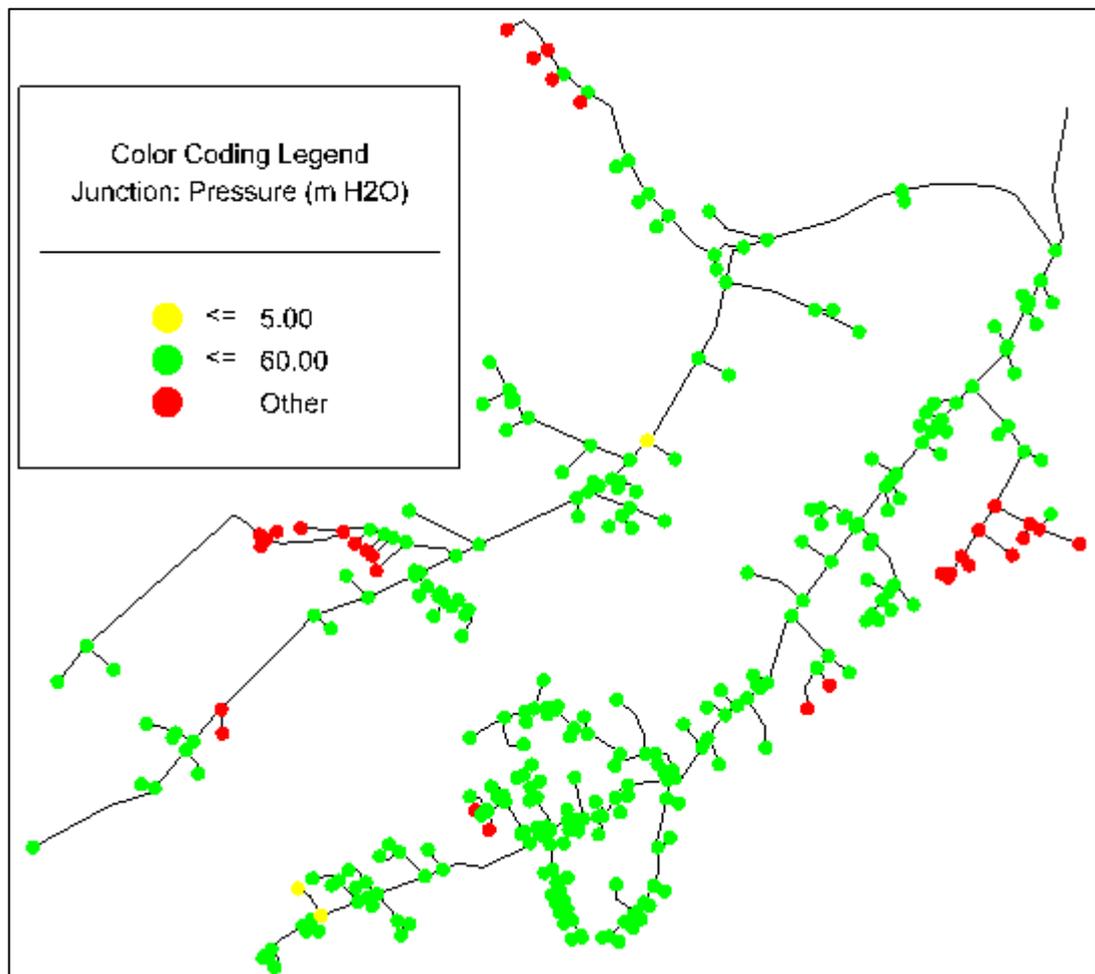


Figura 20. Presiones red actual sector San Sebastián

De los datos obtenidos se tiene que 134 viviendas (85.90%) cuentan con presiones de servicio dentro de los parámetros establecidos por las normativas vigentes. Pero por otro lado podemos ver que 27 viviendas (13.46%) cuentan con presiones superiores a los 60 mH₂O, obteniéndose la máxima presión en la vivienda C-72 con 99.04 mH₂O. Así mismo existe 1

viviendas (0.64%) que cuenta con presión menor a 5 mH₂O, teniendo la mínima presión, vivienda C-152, con una presión de 4.08 mH₂O.

En la Figura 21, que las velocidades en las tuberías, todas son menores a 3 m/s.

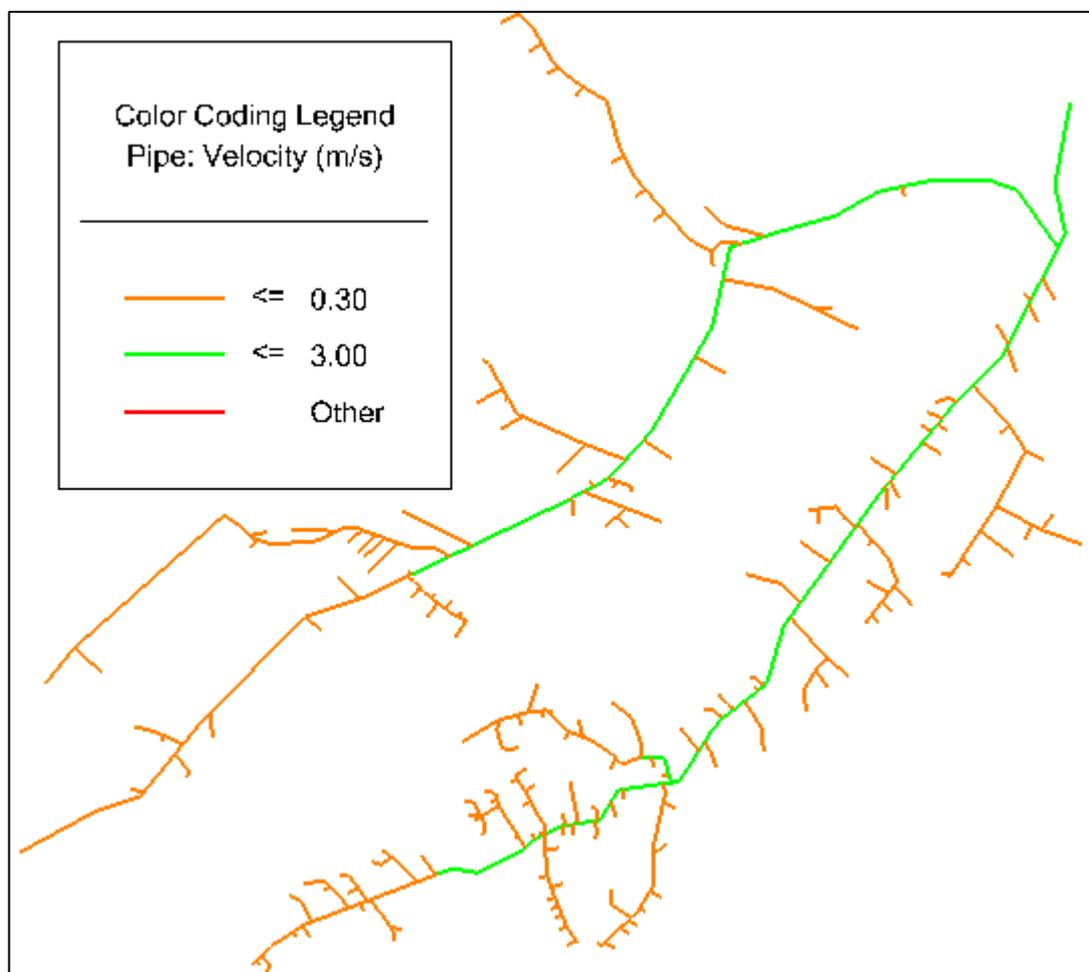


Figura 21. Velocidades en la red actual, sector San Sebastián

4.1.4. ALMACENAMIENTO SISTEMA DE AGUA POTABLE SAN SEBASTIÁN

Se procedió a evaluar de la misma manera que para el sistema de abastecimiento de agua potable Bellavista, obteniéndose los siguientes resultados:

Tabla 22. Volumen almacenamiento San Sebastián

RESERVORIO SAN SEBASTIÁN	
Población (Hab)	369
Qp (l/día)	20360.00
Volumen Regulación (m3)	5.09

El volumen actual del reservorio Shiracpunta (sector San Sebastián) en de 14.58 m3, es decir hay una diferencia notable entre la capacidad actual del reservorio y el volumen requerido, por lo que se considera aceptable el volumen de este reservorio.

4.2. INFRAESTRUCTURA Y GESTIÓN DEL SERVICIO

4.2.1. EVALUACIÓN INDICADORES / ÍTEMS

Tabla 23. Infraestructura: Diagnóstico

N°	INFRAESTRUCTURA (ÍTEMS)	Menos desarrollado BAJO: 0 Puntos	Medio desarrollado INTERMEDIO: 1.5 puntos	Más desarrollado ALTO: 3 puntos	Sector	
					Bellavista	San Sebastián
1.1. Diagnóstico	Captación	Infraestructura en malas condiciones y no cumple con las dimensiones adecuadas, funcionamiento deficiente.	Infraestructura en buen estado y funcionamiento eficiente, pero carece de obras de protección y mantenimiento.	Infraestructura en perfecto estado, con obras de protección y mantenimiento adecuados.	3	3
	Cámara rompe-presión CRP7	Infraestructura en malas condiciones, presencia de filtraciones, válvulas dañadas.	Infraestructura en buen estado, buen funcionamiento pero sin mantenimiento adecuado ni obras de protección	Infraestructura en buen estado, correcto funcionamiento y buen mantenimiento. Presencia de obras de protección.	1.5	1.5
	Línea de conducción	Tubería descubierta.	Parcialmente cubierta	Tubería totalmente cubierta.	3	3
	Reservorio	Infraestructura en malas condiciones y no cumple con las dimensiones adecuadas, funcionamiento deficiente.	Infraestructura en buen estado y funcionamiento eficiente, pero carece de obras de protección y mantenimiento.	Infraestructura en perfecto estado, con obras de protección y mantenimiento adecuado.	3	3

Tabla 24 Continuación. Infraestructura: Diagnóstico.

N°	INFRAESTRUCTURA (ÍTEMS)	Menos desarrollado BAJO: 0 Puntos	Medio desarrollado INTERMEDIO: 1.5 puntos	Más desarrollado ALTO: 3 puntos	Sector	
					Bellavista	San Sebastián
1.1. Diagnóstico	Clorador	No cuenta con clorador	Cuenta con infraestructura de cloración, pero no funciona adecuadamente	En buen estado y funcionando correctamente	1.5	1.5
	líneas de aducción y red de distribución	Tubería cubierta parcialmente con presencia de fugas	Tubería descubierta en pequeños tramos sin presentar fugas	Tubería totalmente cubierta.	1.5	1.5
	Válvulas de purga y de control	Mal estado	-	Buen estado	0	0
	Viviendas con presiones dentro de parámetros normados	< 80%	≥ 80% y ≤ 95%	> 95%	0	1.5
	Velocidades en la red	Velocidades en su mayoría sobre la máxima establecida.	Velocidades en su mayoría por debajo de la mínima establecida	Velocidades dentro de los parámetros establecidos	1.5	1.5
	SUBTOTAL PUNTAJE DIAGNÓSTICO					15

Tabla 25 Infraestructura: Operación

N°	INFRAESTRUCTURA (ÍTEMS)	Menos desarrollado BAJO: 0 Puntos	Medio desarrollado INTERMEDIO: 1.5 puntos	Más desarrollado ALTO: 3 puntos	Sector	
					Bellavista	San Sebastián
1.2. Operación	Cobertura del servicio de agua potable	< 60%	≥ 60% - < 100%	100%	1.5	1.5
	Cantidad	< 40 l/p/d	≥ 40 - < 50 l/p/d	> 50 l/p/d	3	3
	Continuidad del servicio	< 15 Hr/día	15 - 23 Hr/día	24 Hr/día	1.5	3
	Cuota (pago por el servicio)	No paga cuota y/o no cubre gastos de AOM	Cubre costos de AOM	Cubre costos de AOM, reposición de equipos e infraestructura	1.5	1.5
	Mantenimiento	Menos de dos veces al año	Tres veces al año	Cuatro veces al año o más	0	0
	Análisis bacteriológico del agua	No se realiza	-	Se realiza oportunamente	0	0
	Presencia de cloro residual	<0.3	0.3 < Cl < 0.5 mg/l	0.5 ≤ Cl ≤ 1.0 mg/l	0	0
	Turbiedad	> 5 UNT	≥ 1 y ≤ 5 UNT	< 1 UNT	3	3
	Conexiones activas	< 90%	≥ 90% - < 95%	> 95%	3	3
	Micromedición	No tienen micromedición	≥ 54% - < 92 %	> 92%	0	0
	Densidad de roturas	> 0.5	≤ 0.5 - > 0.1	≤ 0.1	3	3
	SUBTOTAL PUNTAJE OPERACIÓN					16.5
TOTAL PUNTAJE INFRAESTRUCTURA (DIAGNÓSTICO Y OPERACIÓN)					31.5	34.5

Tabla 26. Gestión (Organizacional / Institucional): Recursos Humanos Institucionales

N°	GESTIÓN DEL SERVICIO (ÍTEMS)	Menos desarrollado BAJO: 0 Puntos	Medio desarrollado INTERMEDIO: 1,5 puntos	Más desarrollado ALTO: 2,5 puntos	Sector	
					Bellavista	San Sebastián
1.1. Recursos Humanos / Institucionales	Existe la unidad, área o junta dedicada a la prestación del servicio de agua potable.	Sin institucionalización y sin trámites de formalización	En vías de formalización/institucionalización	institucionalizada y con personería jurídica	2.5	2.5
	¿Se cuentan con instalaciones y equipamiento instalados para el funcionamiento?	No tienen la infraestructura ni el equipamiento mínimo instalados.	Cuentan con ambientes pero carecen de equipamiento.	Cuentan con instalaciones y equipamiento necesarios	1.5	0
	El número de personal asignado es el adecuado.	No se tiene personal	Se requiere de más personal	Se cuenta con personal suficiente	1.5	1.5
	El personal ha sido capacitado previamente	Menos del 20%	≥ 20% y < 40%	≥ 40%	0	0
	Consideran que el esquema institucional es funcional y coadyuva al logro de sus objetivos y metas	No es funcional	Deben hacerse cambios importante, planificación, personal, manejo de recursos, etc.	El esquema institucional asegura el cumplimiento de los objetivos y metas	1.5	1.5
	SUBTOTAL PUNTAJE DEL INDICADOR					7

Tabla 27. Gestión (Organizacional / Institucional): Instrumentos de Gestión

N°	GESTIÓN DEL SERVICIO (ÍTEMS)	Menos desarrollado BAJO: 0 Puntos	Medio desarrollado INTERMEDIO: 1,5 puntos	Más desarrollado ALTO: 2,5 puntos	Sector	
					Bellavista	San Sebastián
1.2. Instrumento de Gestión	La entidad ha formulado su POA que le permite brindar el servicio	No existe	Existe pero no está aprobado	Está aprobado y se aplica	0	1.5
	Se tiene implementados estatutos y reglamentos	No se tiene	Están en proceso de implementación	Sí se tienen y se implementan	0	0
	Se dispone de un croquis y/o plano del sistema: redes, válvulas, acometidas, etc.	No posee croquis ni planos	Croquis sin criterio técnico ni aval de un profesional	Tiene croquis y plano elaborados por un profesional que lo avala.	1.5	1.5
	La determinación de la cuota familiar obedece a un cálculo técnico, socializado y aprobado por los usuarios.	Monto definido sin criterio técnico ni aprobado por los usuarios	Monto impuesto por la Entidad sin criterio técnico, con participación de los usuarios.	Sí	1.5	1.5
	Se dispone de registro / padrón del consumo poblacional	No se tiene registro	Se dispone de un registro, pero está desactualizado	Se tiene un registro de consumo y está actualizado al último mes	1.5	1.5

Tabla 28. Continuación - Gestión (Organizacional / Institucional): Instrumentos de Gestión

N°	GESTIÓN DEL SERVICIO (ÍTEMS)	Menos desarrollado BAJO: 0 Puntos	Medio desarrollado INTERMEDIO: 1,5 puntos	Más desarrollado ALTO: 2,5 puntos	Sector	
					Bellavista	San Sebastián
1.2. Instrumento de Gestión	La entidad se articula con las políticas, planes, objetivos y metas del sector.	No articula su accionar con el sector	Establecen algunas coordinaciones con entidades del sector pero no se evidencian resultados.	La entidad se alinea con los objetivos, políticas, planes, metas y políticas del sector saneamiento.	1.5	1.5
	Existen políticas públicas institucionalizadas.	No existen políticas	Existen al menos dos políticas pero sin institucionalizar	Más de dos políticas institucionalizadas y con su respectivo plan de acción	0	0
	La Entidad dispone de un plan de contingencias frente a la producción de eventos que interrumpan el servicio de agua potable.	No dispone de instrumentos	Está en proceso de formulación	Tiene un plan de contingencias y las estrategias de implementación	0	0
SUBTOTAL PUNTAJE DEL INDICADOR					6	7.5

Tabla 29 Gestión (Organizacional / Institucional): Procedimientos

N°	GESTIÓN DEL SERVICIO (ÍTEMS)	Menos desarrollado BAJO: 0 Puntos	Medio desarrollado INTERMEDIO: 1,5 puntos	Más desarrollado ALTO: 2,5 puntos	Sector	
					Bellavista	San Sebastián
1.3. Procedimientos	Se aplica mecanismos para favorecer la participación de los asociados (asambleas)	No cuenta con mecanismos de participación de los asociados	Cuentan con mecanismos aprobados, pero no se ejecutan	Se tienen mecanismos que se ejecutan y captan la participación de los asociados	1.5	1.5
	Se permite a los usuarios acceder a información relevante de la gestión	No comunican ni cuentan con los mecanismos de acceso a la información	Se restringe el acceso a cierto tipo de información	Se permite el acceso a la información y se la entrega en forma detallada	1.5	1.5
	Se tiene o se va a implementar un programa de ahorro del agua y/o educación sanitaria	No existe	Está en proceso de formulación	Está aprobado y en proceso de implementación	0	0

Tabla 30. Continuación - Gestión (Organizacional / Institucional): Procedimientos

N°	GESTIÓN DEL SERVICIO (ÍTEMS)	Menos desarrollado BAJO: 0 Puntos	Medio desarrollado INTERMEDIO: 1,5 puntos	Más desarrollado ALTO: 2,5 puntos	Sector	
					Bellavista	San Sebastián
1.3. Procedimientos	Los instrumentos de gestión están al alcance de los trabajadores	No se disponen de instrumentos de gestión	Se disponen de instrumentos de gestión, pero no aprobados y no se aplican	Se tienen instrumentos de gestión aprobados y se aplican	0	0
	El personal recibe capacitación y fortalecimiento permanentes	De vez en cuando y por oferta de entidades externas a la Entidad	Se programan capacitaciones y se restringe el acceso del personal	Se establecen programas de capacitación sistematizadas y comprende a todo el personal	1.5	1.5
	Se estimula el rendimiento de los trabajadores	No se aplican estímulos al buen desempeño	Se ofertan estímulos pero no se concretizan	Se estimula el rendimiento de los trabajadores	0	0
SUBTOTAL PUNTAJE DEL INDICADOR					4.5	4.5

Tabla 31. Gestión (Organizacional / Institucional): Ejecución de Inversiones

N°	GESTIÓN (ÍTEMS)	Menos desarrollado BAJO: 0 Puntos	Medio desarrollado INTERMEDIO: 1,5 puntos	Más desarrollado ALTO: 2,5 puntos	Sector	
					Bellavista	San Sebastián
1.4. Ejecución de inversiones	Se prioriza y ejecuta inversiones municipales en infraestructura para la implementación del servicio	No	Se priorizan, pero no se ejecutan	Sí	1.5	1.5
	Se cuenta con información técnica y financiera, del servicio, en forma oportuna y confiable	Presenta un atraso mayor a tres meses	Presenta un atraso entre uno y tres meses	Presenta un atraso menor a un mes	0	0
	Resguardo de los fondos recaudados (cuotas, multas, etc)	En poder de algún directivo / trabajador	-	En cuenta bancaria exclusiva de la Entidad	0	0
	Se realiza el seguimiento en la ejecución de proyectos externos de inversión en relación al servicio de agua potable	No existe	Existe pero no ejerce el seguimiento oportuno	Brinda un seguimiento oportuno y confiable a la ejecución de proyectos de agua y saneamiento	1.5	1.5
	La Entidad cuenta con recursos para reponer equipos, construir, mejorar o rehabilitar la infraestructura del sistema	No	-	Sí	1.5	1.5
SUBTOTAL PUNTAJE DEL INDICADOR					4.5	4.5
TOTAL GESTIÓN (ORGANIZACIONAL / INSTITUCIONAL)					22	22

4.2.2. EVALUACIÓN DE COMPONENTES Y DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE

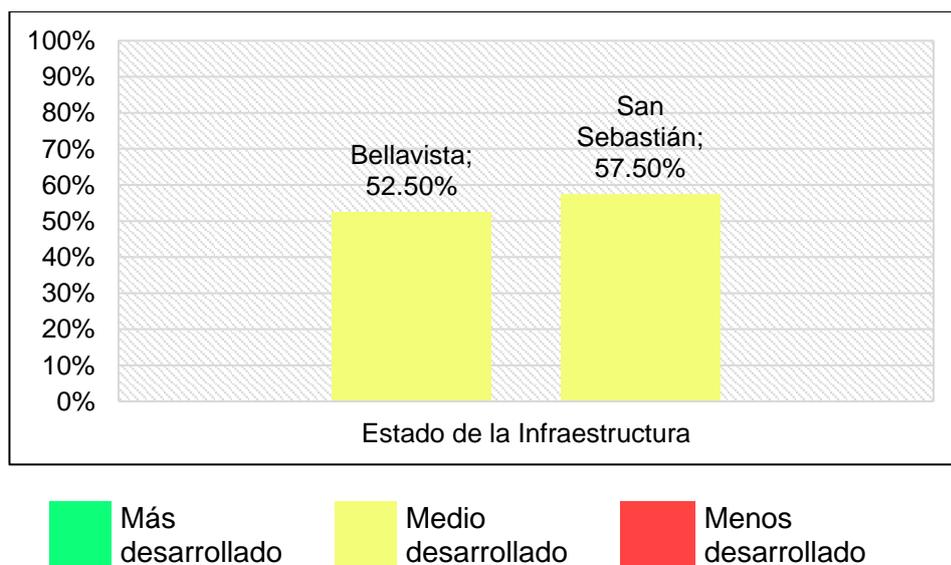
4.2.2.1. Evaluación De Componentes

Para la evaluación en la prestación del servicio de agua potable en las localidades de Shirac, en los dos componentes (Infraestructura y gestión), según lo descrito en el acápite 3.6 VALORACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS, se procederá a analizar la información obtenida y vaciada a los formatos en los componentes de infraestructura y gestión del servicio.

a. Infraestructura (diagnóstico y operación):

En cuanto a la infraestructura de los sistemas de agua potable, se han evaluado 20 ítems, que nos permitieron identificar el nivel de su estado y operación en cada sistema. Según el Gráfico 17. Infraestructura de los sistemas de abastecimiento de agua potable de la localidad de Shirac, el sistema de agua potable San Sebastián alcanza un nivel de desarrollo medio con 57.50 % y en el caso del sistema de agua potable Bellavista alcanza solamente un 52.50%.

Gráfico 17. Infraestructura de los sistemas de abastecimiento de agua potable de la localidad de Shirac



Los indicadores que muestran este bajo porcentaje de desarrollo están el mal estado de las válvulas de purga y de control, las elevadas presiones en

un gran número de viviendas, la falta de mantenimiento y en cuanto a la calidad del agua, no se realizan análisis bacteriológicos regularmente y la presencia del cloro residual en el agua está por debajo del límite mínimo requerido para una buena desinfección; así mismo no existe una micro medición que garantice el buen uso del recurso por parte de los usuarios. Todo esto en ambos sistemas de abastecimiento de agua potable.

Existen cloradores en ambos reservorios en buen estado, pero no se encuentran funcionando principalmente por la mala administración del servicio, de la misma manera se puede evidenciar una falta de mantenimiento en las cámaras rompe-presión, las cuales cuentan con tapas en mal estado y cercos de protección deteriorados. La cuota por el servicio solamente cubre algunas obras de operación y cuando se necesitan solucionar algunas emergencias se recurre a la municipalidad distrital.

Por otro lado, se puede constatar que las captaciones y reservorios se encuentran en buen estado y con un funcionamiento adecuado; así mismo, existe una cantidad de agua que cubre en exceso la demanda de la población. La turbiedad del agua es muy baja, un buen indicador de la calidad del agua.

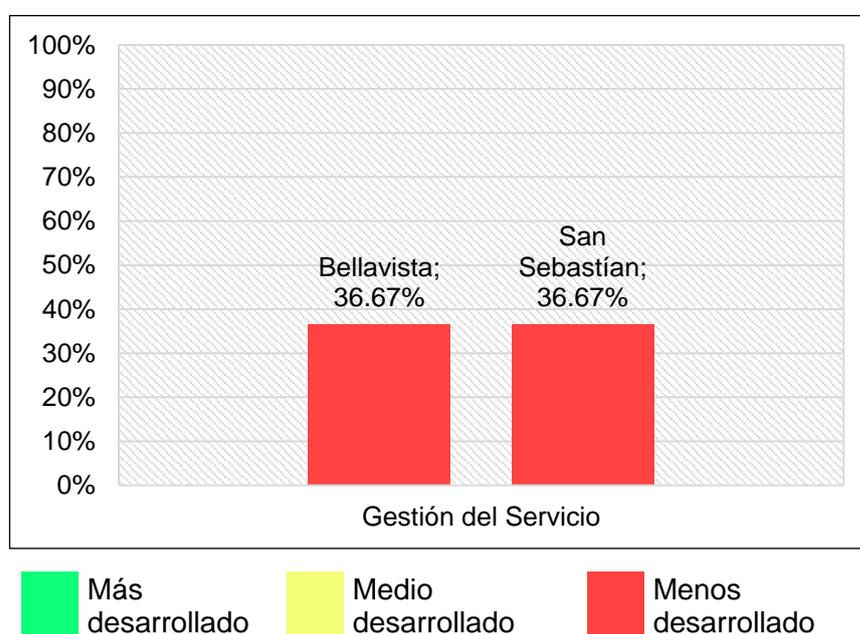
b. Gestión del servicio (organizacional / institucional):

En cuanto a la gestión del servicio de agua potable, se puede evidenciar, según la variación obtenida en cada ítem, que ambos sistemas de la localidad de Shirac tienen una gestión menos desarrollada (ambos con 36.67 %), según se muestra en el Gráfico 18. Gestión de los servicios de agua potable de la localidad de Shirac

De acuerdo a la valoración asumida se puede evidenciar que, aunque están cerca de tener un nivel medio desarrollado, aún se encuentran dentro de la categoría de menos desarrollado. Esta realidad se evidencia debido principalmente a que son administrados por organizaciones comunales (JASS) que no tienen la capacidad suficiente organizacionalmente ni institucionalmente para ejercer sus competencias y trabajar conjuntamente con los usuarios en la toma de decisiones. Entre los principales indicadores

de esta situación podemos ver que ambas juntas administrativas no cuentan con reglamentos o estatutos debidamente legalizados, no cuentan con un plan de contingencia ante algún evento que pueda interrumpir el servicio de agua potable, no existe una medición de los consumos lo que propicia el mal uso de este recurso (riego), no se cuenta con un programa de educación en el uso de agua adecuado del agua y educación sanitaria, así mismo existe una alta tasa de morosidad y no hay un resguardo adecuado de los fondos recaudados.

Gráfico 18. Gestión de los servicios de agua potable de la localidad de Shirac



Por tanto, es imprescindible que estas JASS reciban de manera urgente asistencia técnica para tomar medidas correctivas en la gestión del servicio de agua potable, así mismo es importante que la Municipalidad Distrital de José Manuel Quiroz, se vea más involucrada en la prestación del servicio a través del Área Técnica Municipal de Gestión de Servicios de Agua y Saneamiento (ATMSAS), la que actualmente no cuenta con el personal suficiente para realizar los proyectos necesarios para una buena prestación del servicio de agua potable.

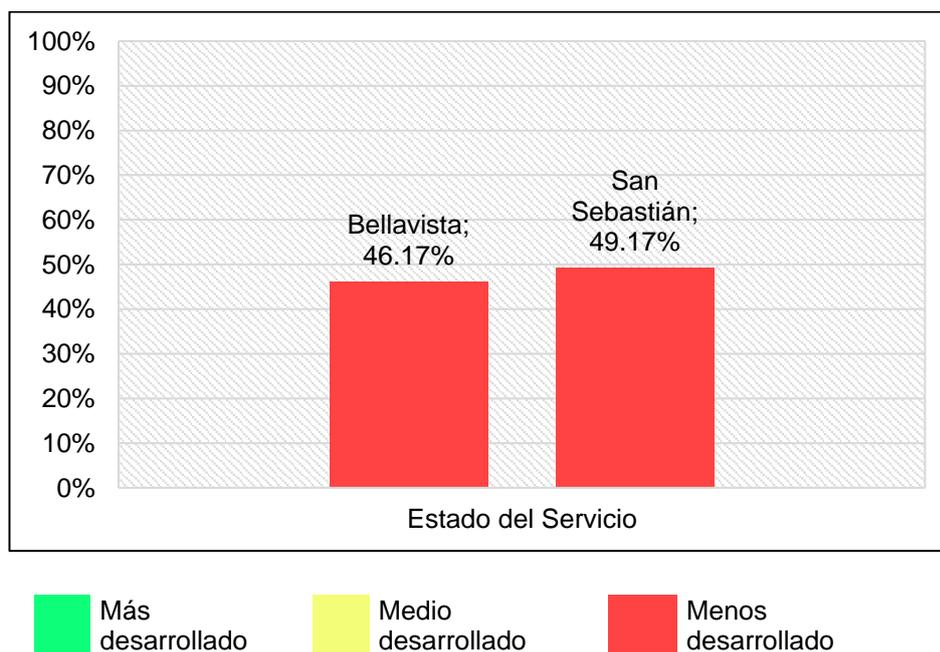
4.2.3. EVALUACIÓN DE LA PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE

Continuando con la metodología y creyendo pertinente asignar pesos porcentuales a cada componente, obtenemos la valoración del nivel de eficiencia en la prestación del servicio de agua potable en cada sistema de la localidad de Shirac; para ello utilizamos la siguiente relación matemática:

$$\text{Calificación} = (\text{Puntaje Infraestructura}) \times 0.60 + (\text{Puntaje Gestión}) \times 0.40$$

Considerando esta metodología utilizada en la tesis doctoral (Aliaga, 2011) y en función a los dos componentes del servicio (Infraestructura: diagnóstico / operación, y Gestión: Organizacional / Institucional obtenemos la evaluación del servicio de agua potable. Según el Gráfico 19, el sistema de agua potable Bellavista se encuentra menos desarrollado con 46.17% al igual que el sistema de agua potable San Sebastián con 49.17%.

Gráfico 19. Estado del servicio de agua potable en la localidad de Shirac



Ambos sistemas se encuentran en el mismo nivel de desarrollo, podemos notar que tienen los mismos problemas, requiriéndose tomar medidas correctivas, principalmente las referidas en brindar asistencia técnica a las JASS, estableciendo una mayor participación por parte de la Municipalidad Distrital a través de las áreas correspondientes y lograr una mayor

participación de la población servida, así mismo es muy importante tomar acciones para mejorar la calidad del agua potable (cloración) en ambos sistemas.

Igualmente, con el sistema de calificación final de la prestación del servicio de agua potable, en el Tabla 32, se presentan los resultados finales, concluyendo que ambos sistemas de abastecimiento de agua potable (Bellavista y San Sebastián), presentan serias dificultades en la prestación del servicio, por lo que se requieren ajustes estructurales para encauzar una adecuada prestación del servicio.

Tabla 32. Eficiencia del servicio de agua potable en los sistemas de la localidad de Shirac

CALIFICACIÓN	CRITERIO DE EVALUACIÓN	RANGOS	PUNTAJES	SECTOR
Máxima eficiencia en la prestación	Evaluación cuyos resultados son los más óptimos	0.85 -1.00		
Buena eficiencia en la prestación	Algunas debilidades que pueden corregirse en el proceso	0.70 - 0.84		
Eficiencia regular en la prestación	Requieren de asistencia técnica y aplicación de medidas correctivas para superar los problemas, pero tienen altas probabilidades de éxito	0.55 - 0.69		
Prestación con serias dificultades	Se requieren ajustes estructurales para encauzar una adecuada prestación del servicio	0.40 - 0.54	0.46 y 0.49	Bellavista y San Sebastián
Gestión administrativa en crisis	Existe deficiente desempeño. Se requieren cambios profundos e inmediatos en la prestación del servicio.	< a 0.39		

Fuente: (Aliaga, 2011)

4.2.4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.2.3.1 Infraestructura (diagnóstico y operación):

4.2.3.1.1 **Diagnóstico:**

- *De las captaciones:*

Como se pudo ver en el apartado 3.2.1 CAPTACIONES, las estructuras de las captaciones en ambos sistemas de abastecimiento de agua potable de la localidad de Shirac, se encuentran en perfecto estado. Constan de una protección de todo el afloramiento, una cámara húmeda, donde se regula el agua cruda que emana de la fuente; y de una cámara seca. Cuenta con todos los accesorios y válvulas que permiten un correcto funcionamiento, así mismo cuenta con las tapas sanitarias y de inspección que permiten su limpieza. Cuenta con estructuras de protección como la zanja de coronación que evita la contaminación por las aguas superficiales, y un cerco perimétrico en buen estado que restringe su acceso.

Es importante hacer notar que las estructuras existentes cumplen con las dimensiones requeridas, la cámara de protección se adapta perfectamente a la localización de las vertientes y permiten captar toda el agua de las fuentes.

Por todos estos motivos mencionados anteriormente, en este ítem, ambos sistemas obtienen el máximo puntaje en el análisis.

- *Cámaras rompe-presión CRP7:*

En este ítem, ambos sistemas califican como medio desarrollado. Esto debido a que, en el recorrido hecho por ambos sistemas, se ha evidenciado que todas las cámaras rompe-presión tienen los mismos problemas de falta de mantenimiento, como tapas con presencia de óxido, pinturas en malas condiciones, falta de limpieza y ausencia en algunos casos de cerco de protección adecuado.

- *Línea de conducción:*

En ambos sistemas de agua potable (Bellavista y San Sebastián) de la localidad de Shirac, cuentan con las tuberías, de las líneas de

conducción, totalmente cubierta. Por lo que son evaluadas con un máximo puntaje.

- *Reservorio:*

De la misma manera que en el apartado 3.1.1 RESERVORIOS (TANQUES), se pudo evidenciar que la infraestructura de los reservorios en ambos sistemas, se encuentra en perfecto estado, cuentan con todos los accesorios requeridos para un buen funcionamiento. En cuanto a sus dimensiones como se pudo ver en el subcapítulo 4.1 EVALUACIÓN HIDRÁULICA, que estas sí cumplen con los requerimientos de acuerdo a la demanda de la población. Así mismo cuenta con estructuras de protección como las zanjas de coronación y un cerco perimétrico. Por todos estos motivos este ítem es puntuado con el máximo valor (más desarrollado).

- *Clorador:*

Se han observado en los dos reservorios de ambos sistemas de abastecimiento de agua potable de la localidad de Shirac, que cuentan con casetas de cloración, en los cuales se encuentran un clorador del tipo por goteo. Las construcciones están en perfecto estado, pero al momento de la visita no se encontraban funcionando, ya que los tanques de cloración estaban vacíos. Esto evidencia claramente una falta de atención a esta parte del tratamiento del agua cruda. Por estas razones se han calificado como medio desarrollado al momento de realizar su puntuación.



Figura 22. Vista de la caseta de cloración en el reservorio Bellavista



Figura 23. Vista de la caseta de cloración en el reservorio San Sebastián.

- *Red de distribución:*

En los recorridos realizados por ambos sistemas, tanto en el sistema Bellavista como en el sistema San Sebastián, se han encontrados tramos de tubería descubiertos, esto debido a la pendiente de los terrenos y a la erosión producida por las lluvias. Esto hace que la puntuación de la red de distribución sea de medio desarrollado en ambos casos.

- *Válvula de purga y de control:*

En los dos sistemas de abasteciendo se han notado que las válvulas de control y de purga se encuentran en mal estado. Esto es debido principalmente a la falta de mantenimiento. Según las consultas realizadas, estas válvulas no han recibido ningún mantenimiento desde su construcción y en algunos casos, en donde se han malogrado por el paso del tiempo, se han visto en la necesidad de anularlas.



Figura 24 Válvula de purga en mal estado.

- *Presiones en la red:*

Como se pudo observar en el apartado 4.1 EVALUACIÓN HIDRÁULICA, existen en ambos sistemas zonas con presiones excesivas en las viviendas. Para la determinación de su puntaje se ha obtenido la cantidad de viviendas que cuentan con presiones que están fuera de los valores normados (menores a 5mH₂O y mayores a 60mH₂O), las cuales se ha considerado que un porcentaje menor al

80% es un sistema menos desarrollado, y mayores a 95% en más desarrollado, quedando los restantes valores en medio desarrollado.

Los valores obtenidos, según los datos del modelado y contrastado con los datos obtenidos en campo, son del 75.12% para el sistema Bellavista y del 85.90% para el sistema San Sebastián; por lo que, se han calificado como menos desarrollado y medio desarrollado respectivamente.

- *Velocidades en la red:*

Cuando las velocidades son menores a 0.6 m/s, se corre riesgo de que existan sedimentación en las partes bajas de la red, cuando el agua contiene sólidos disueltos. Por otro lado, cuando superan los 3 m/s, se considera como un diseño económicamente inviable. Por ser ambos sistemas construidos en pendientes excesivas y no existe riesgo de sedimentación, se considera que, si las velocidades son menores al mínimo recomendado, el sistema califica como medio desarrollado, sin embargo, si la mayoría están por sobre el máximo, es un sistema menos desarrollado ya que evidencia una mala concepción del sistema.

Como pudimos observar en el apartado 4.1 EVALUACIÓN HIDRÁULICA, ambos sistemas de agua potable cuentan con velocidades menores al mínimo recomendado por la normatividad, por lo que califican como medio desarrollado en este ítem.

- *Cobertura:*

El sistema de abastecimiento de agua potable del sector Bellavista, cuenta con una cobertura de 97.83 % y el sistema de abastecimiento de agua potable del sector San Sebastián con una cobertura de 97.29%. En el caso del sector Bellavista existen un subsector, en cual existen 3 viviendas (15 habitantes) al cual no llega las redes de agua potable. De la misma manera existen 2 viviendas en el sector San Sebastián las cuales no cuentan con el servicio. En ambos casos se debe principalmente a la falta de alternativas técnicas, ya que las

viviendas se encuentran a un nivel superior a la de la ubicación de los reservorios.

- *Cantidad:*

Para el consumo, cuando no existe un estudio real, según la normatividad vigente, se puede asumir el valor de 50 l/p/d para el caso del ámbito rural que no sobrepase los 2000 habitantes, como es el caso de la localidad de Shirac para viviendas que no cuenta con sistema de saneamiento a través de redes de alcantarillado, y de 80 l/p/d, cuando sí se cuenta con sistema de alcantarillado. En los sistemas de abastecimiento de agua potable de la localidad de Shirac, existen sectores en los que sí se cuentan con sistema de saneamiento a través de redes, por lo que para el presente estudio se tomó en cuenta la dotación de acuerdo a la condición de cada vivienda. (ver Tabla 12. Dotación de agua según tipo de saneamiento y ubicación geográfica).

Tabla 33. Cantidad de agua potable de los sistemas de abastecimiento de agua potable de la localidad de Shirac, año 2018.

	Bellavista		San Sebastián	
Caudal en la fuente (l/s)	3.20		1.50	
Producción de la fuente (m3/d)	276876.67		129762.77	
Población servida (hab)	Sin Alcantarillado 233	Con Alcantarillado 457	Sin Alcantarillado 302	Con Alcantarillado 67
Dotación normada (l/p/d)	50	80	50	80
Dotación total (l/d)	48210		20460	
Dotación total (m3/d)	48.21		20.46	
Exceso de caudal (m3/d)	228666.67		109302.77	

Según la Tabla 33, se puede determinar que hay producción de recurso hídrico suficiente en los manantiales que abastecen a cada sistema de abastecimiento de agua potable. También se puede evidenciar que existe un exceso demasiado grande, por lo que hay rebose en los reservorios. Sin embargo, por otro lado, hay que destacar que en el sector Bellavista existe servicio solamente 16

horas de servicio, restringiéndose en horas de la noche, lo que evidencia deficiente uso del agua (riego de chacras, instalaciones intradomiciliarias con fugas, etc), esto se debe a que no se cuenta con una administración eficiente y un sistema de micromedición.

- *Continuidad:*

El abastecimiento de agua potable debe ser de 24 horas ininterrumpidas, para lo cual es necesario un buen funcionamiento de todos los componentes de la infraestructura y de una adecuada administración del servicio. El servicio de agua potable Bellavista, cuenta con una continuidad del servicio de 16 horas, pero no es por la falta de agua de la fuente, como se vio en el ítem - Cantidad:, lo que evidencia una deficiente prestación del servicio. En el caso del servicio de agua potable San Sebastián, este cuenta con una continuidad de 24 horas ininterrumpidas.

- *Cuota:*

El pago por el servicio de agua potable en el sector Bellavista es de 2 soles, cuota única. En el caso del sector San Sebastián, la cuota ha sido establecida de acuerdo a la condición económica de cada usuario, así existen usuarios que pagan 2.50 soles, otros que pagan 2.00 soles y por último los que pagan 1.00 sol. En ambos casos, se acostumbra hacer el pago a fin de año, de allí que no se puedan cubrir los costos de administración, operación y mantenimiento, y no se haga una debida desinfección del agua. En caso de urgencias se recurre a la municipalidad distrital.

Otro aspecto a tener en cuenta en la evaluación de este ítem es la eficacia en la cobranza, así tenemos que en el sector San Sebastián, la eficiencia en la cobranza es del orden del 70%, en base a los datos proporcionados por el tesorero. En el caso del sector Bellavista, es del orden del 60%. Los directivos de ambas JASS, han determinado un día del mes para realizar las cobranzas, sin embargo, usuarios esperan a que termine el año para pagar. Otro punto es la morosidad,

en ambos sistemas, Bellavista y San Sebastián, la mayoría de pagos de efectúa cada año. Es decir, que el nivel de morosidad supera los tres meses, en muchos casos.

- *Mantenimiento:*

El mantenimiento en los sistemas de abastecimiento de agua potable, se debe realizar cada tres meses como mínimo. En los sistemas estudiados, esta condición no se cumple, ya que este mantenimiento se realiza como mucho cada 6 meses. Esto se debe principalmente a una mala organización de las JASS, cuyos dirigentes se encargan de la realización del mantenimiento sin una remuneración adecuada, por lo que existe un desinterés y solo se realiza cuando disponen de tiempo. Otro factor es que la cuota y la recaudación no cubren para la realización de los trabajos periódicamente.

- *Análisis bacteriológico del agua:*

Para que el agua sea inocua, esta debe estar libre de agentes patógenos. En los sistemas de abastecimiento de agua potable de la localidad de Shirac, no existe un control por parte de las autoridades en cuanto a este aspecto. La Posta Médica realiza un muestro del agua potable en ambos sistemas, pero no se informa a las autoridades para la toma de acciones. Es decir, que ni las JASS ni las autoridades municipales tienen conocimiento alguno de la calidad del agua.

- *Cloro residual:*

La desinfección es una operación de importancia incuestionable para el suministro de agua potable. La destrucción de microorganismos patógenos es una operación fundamental que muy frecuentemente se realiza mediante productos químicos reactivos como el cloro (Organización Mundial de la Salud, 2006). Así mismo se establece que es responsabilidad de la unidad prestadora del servicio el control de las cantidades adecuadas mínimas y máximas en la red, establecidas por los organismos de salud. Ambos reservorios cuentan con sistemas de cloración por goteo, construidos recientemente por FONCODES. Pero no se encuentran en óptimas condiciones, ya que,

al momento de la visita a los reservorios, se pudo notar que ambos cloradores se encuentran vacíos. Además de la observación de los reservorios, es fundamental conocer la cantidad de cloro residual en el agua que reciben los usuarios, por lo que se ha recurrido al Puesto de Salud de Shirac, quien lleva el control de la calidad del agua de los sistemas de abastecimiento de agua potable de la localidad. Según el Reglamento de la Calidad del Agua Para Consumo Humano, elaborado por DIGESA, indica que la cantidad de cloro residual en el agua para consumo humano, tiene que estar entre 0.5 y 1.0 mg/l.

De las tres muestras consultadas, el sistema de abastecimiento de agua potable Bellavista, promedia 0.09 mg/l y el sistema de abastecimiento San Sebastián promedia 0.10 mg/l. Esto evidencia que no cumplen con la cantidad mínima establecida por la normatividad vigente.

- *Turbiedad:*

La turbidez en el agua de consumo está causada por la presencia de partículas de materia, que pueden proceder del agua de origen, como consecuencia de un filtrado inadecuado o debido a la resuspensión de sedimentos en el sistema de distribución. Siempre que se someta al agua a un tratamiento de desinfección, su turbidez debe ser baja, para que el tratamiento sea eficaz. (Organización Mundial de la Salud, 2006)

Según el Reglamento de la Calidad del Agua Para Consumo Humano, elaborado por DIGESA, establece como límite máximo permisible 5 UNT, así mismo la OMS establece que debe ser menor que 0,1 UNT para que la desinfección sea eficaz. En los análisis proporcionados por el P.S. Shirac, se evidencia que el agua en ambos servicios está por debajo de 1 UNT, cumpliendo con lo establecido por la norma peruana.

- *Conexiones activas:*

Considerando que entre las conexiones inactivas se encuentran las conexiones cortadas por falta de pago, las bajas voluntarias y las que no están siendo facturadas; se procede a calcular las conexiones activas respecto al total de conexiones del servicio de agua potable. Según éstos cálculos, en el sector Bellavista, las conexiones activas son del orden del 98% y en el sector San Sebastián 96%. En ambos casos superan el 95%, por lo que ambos obtienen el máximo puntaje.

Conviene en la administración del servicio de agua potable que las conexiones activas se aproximen e idealmente se igualen al número de usuarios, para evitar inversiones operacionales y comerciales que no son íntegramente recuperadas.

- *Micromedición:*

La instalación de medidores evita las pérdidas comerciales de agua potable y ayudan a determinar un consumo más justo de los usuarios. En los sistemas de abastecimiento de agua potable de la localidad de Shirac no se cuentan con sistemas de micromedición, debido a que la población la percibe como una intención de privatizar el agua y la obligación de pagar más por el servicio.

- *Densidad de roturas:*

Mide la incidencia de las roturas en las redes de distribución de agua potable en relación a su longitud. En este contexto, durante los meses que se trabajó en los dos sistemas de abastecimiento de agua potable de la localidad de Shirac, no se observaron roturas en las redes, esto se debe a que los sistemas de agua potable son pequeños y es fácil detectar las roturas y éstas son solucionadas sin causar problemas en el abastecimiento del servicio. Pero sí se pudieron observar tramos de la tubería expuesta, riesgo inminente de roturas.

4.2.3.2 Gestión: Organizacional / Institucional

4.2.3.2.1 Recursos Humanos / Institucionales

- *De la unidad o área dedicada a la prestación del servicio de agua potable.*

La localidad de Shirac cuenta con dos sistemas de abastecimiento de agua potable, Bellavista y San Sebastián, cada sistema viene siendo administrado por Juntas Administradora de Servicios de Saneamiento, que son organizaciones tipo comunal, exclusivas para el ámbito rural, y cuyo comité ha sido elegido voluntariamente por los usuarios de cada servicio.

Así mismo la Municipalidad Distrital de José Manuel Quiroz, cuenta con un Área Técnica Municipal de Gestión de Servicios de Agua y Saneamiento (ATMSAS), quién se encarga de brindar apoyo a todas las comunidades del distrito, por lo que no es exclusivamente para la capital distrital, y al no contar con un personal suficiente, el servicio de seguimiento y control no se realiza con la oportunidad adecuada. La población de la capital distrital Shirac no excede los 2000 habitantes y se enmarca dentro de centro poblado rural, siendo una responsabilidad de la Municipalidad Distrital de garantizar que la prestación del servicio se de en la calidad adecuada.

- *De las instalaciones y equipamiento instalados para el funcionamiento.*

El Área Técnica Municipal de Gestión de Servicios de Agua y Saneamiento (ATMSAS), cuenta con una oficina dentro de la misma Municipalidad para su funcionamiento. Así mismo la JASS del sistema de abastecimiento de agua potable de Bellavista cuenta con una vivienda como parte de sus bienes, en cual no tiene la implementación adecuada para realizar las funciones. Por otro lado, la JASS del sector San Sebastián no cuenta con ningún tipo de infraestructura a su nombre. Esta deficiencia hace que los representantes utilicen temporalmente sus viviendas como centro de almacén y lugar de atención hacia los usuarios. El problema de esta inadecuada o

carencia de infraestructura y equipamiento mínimo, es en la transferencia de cargo de los directivos lo cual no contribuye a una buena transparencia de las gestiones. Otro problema es que los usuarios muchas veces no tienen un lugar a dónde recurrir para realizar sus pagos, y tienen que buscar al tesorero de turno en su domicilio.

- *Del personal:*

Las JASS de los sistemas de abastecimiento de agua potable de la localidad de Shirac, no cuentan con personal destinado específicamente a la realización de los trabajos de operación y mantenimiento, sino que estas acciones vienen siendo realizadas por los mismos miembros de los comités. En el caso del sector San Sebastián sí existe una remuneración para cuando se realizan acciones de mantenimiento y cloración, pero por el contrario en el sistema del sector Bellavista, esta se hace de forma voluntaria. De la misma manera el personal destinado por la Municipalidad Distrital es sumamente limitado, ya que solo cuenta con una persona encargada de todos los sistemas del distrito, lo que evidentemente no es suficiente para dar la requerida asistencia técnica y no se da abasto.

- *De la funcionalidad institucional*

La Municipalidad Distrital cuenta tan solo con un personal que hace todas las funciones de asistencia técnica y control de la calidad de los servicios de todo el ámbito distrital. Por otra parte, las JASS cuentan con todos los directivos en sus respectivas funciones (Presidente, tesorero, secretario y fiscal), pero no han sido capacitados en realizar las respectivas funciones. Por ejemplo, en el barrio San Sebastián la secretaria no sabe leer ni escribir. Así mismo en el caso del sector Bellavista, todas las funciones recaen el Presidente quien recibe los reclamos y soluciona problemas de la red.

4.2.3.2.2 Instrumentos de Gestión:

- *Del Plan Operativo Anual:*

El Plan Operativo Anual es elaborado por los responsables de la prestación del servicio de agua potable y saneamiento. Consiste en programar lo que habrá de ejecutarse dentro del año en términos de actividades y costos de la administración, operación y mantenimiento del servicio, así como incluye otras actividades que evidencian la participación de los usuarios.

La municipalidad distrital tiene un Plan Operativo Anual, el cual no se encuentra actualizado y corresponde al año 2017. La JASS Bellavista y San Sebastián, tiene elaborado su Plan Operativo Anual, pero no está aprobado, aunque tienen una programación de cloración y actividades de mantenimiento.

- *De los estatutos y reglamentos.*

Las JASS de Bellavista y San Sebastián no cuentan con estatutos ni reglamentos en los cuales se determine las funciones y/o competencias de los directivos, así como obligaciones y derechos de los usuarios. Su funcionamiento se basa en acuerdos tomados en asambleas y son asentadas en actas, pero las cuales mayoritariamente no se realizan con el quorum necesario por lo que carecen de legitimidad y no son aplicados adecuadamente.

- *Del croquis y/o plano de sistema (redes, válvulas, acometidas, etc.)*

El objetivo de disponer, por lo menos de un plano del sistema de agua potable, es determinar puntos adecuados para el monitoreo de las presiones (zonas alta, media y baja), verificación de caudales, equipos, descarga de información y su respectivo análisis para promover y proponer el mejoramiento de la distribución de agua en la red de distribución (SUNASS, 2006). Este plano debe contener la ubicación de estructuras importantes como cámaras rompe presión, válvulas de purga y de aire, etc. El monitoreo permite reducir pérdidas y aumentar la eficiencia del servicio.

Las JASS no cuentan con ningún plano realizado por un profesional ni un croquis. Ellos hacen sus funciones de acuerdo al conocimiento que tienen en campo. La municipalidad Distrital cuenta con un plano que corresponde al plano del Expediente Técnico con que el que se realizó el proyecto de mejoramiento de agua potable, el cual no ha sido actualizado y no guarda relación con la realidad, es por este motivo que se ha realizado un croquis, pero es muy limitado y solo se limita a ubicación de cámaras rompedoras de presión y válvulas de purga; este croquis no ha sido validado por ningún profesional competente.

- *De la determinación de la cuota familia.*

En administraciones comunales del servicio, como es el caso de los sistemas de abastecimiento del presente estudio, se establece que el cálculo de la cuota familiar debe tener en cuenta las actividades y elementos que ayudan a lograr la sostenibilidad de la prestación de los servicios de saneamiento. Los elementos de costo de la cuota familiar deben ser analizados por la JASS de acuerdo a su realidad. En este sentido en la JASS Bellavista el monto que se paga ha sido decidido por los usuarios, sin mediar criterio técnico alguno, monto que es insuficiente para cubrir la sostenibilidad del servicio. Por otro lado, la JASS San Sebastián ha establecido la cuota de acuerdo a su POA y han determinado montos de acuerdo al estrato social de los usuarios, lo que propicia un descontento en la población.

- *Disponibilidad de registro / padrón del consumo poblacional.*

Los directivos de ambas JASS de los sistemas estudiados, no cuentan con un registro del consumo poblacional. Lo único que aducen que cuentan es con un registro de usuarios del servicio pero que no se encuentra actualizado a la fecha del estudio.

- *De las articulaciones de la entidad con las políticas, planes, objetivos y metas del sector.*

Los directivos de las JASS de Bellavista y San Sebastián establecen algunas coordinaciones con la Municipalidad y con el Puesto de Salud

de Shirac, el cual solamente se hace con el fin de determinar la calidad del agua, pero no se realizan acciones concretas para mejorar el servicio.

- *De las políticas públicas institucionales.*

Los directivos de las JASS de los sistemas de abastecimiento de agua potable de la localidad de Shirac (Bellavista y San Sebastián), desconocen sobre el tema, el personal encargado del área de saneamiento de la Municipalidad Distrital, comentó que existen políticas de conservación, operación y mantenimiento de todos los sistemas del ámbito distrital, pero de las cuales no se ejecutan por falta de presupuesto y voluntad política.

- *Del plan de contingencia*

Todo sistema de abastecimiento de agua potable y alcantarillado está expuesto en mayor o menor grado a los desastres que puedan dañar los componentes de su infraestructura. En las estrategias de operación y mantenimiento de los servicios, las entidades que operan estos sistemas deben contar con planes de mitigación y de emergencia dirigidos a disminuir la vulnerabilidad y a dar la mejor respuesta posible cuando se produzca una emergencia, con la finalidad de salvaguardar la prestación de los servicios, la salud y el medio ambiente.

Ninguna de las dos entidades evaluados dispone de un plan de contingencias frente a la generación de probables eventos como desastres y/o amenazas naturales (terremotos, deslizamientos, inundaciones), que identifique las vulnerabilidades existentes en la infraestructura para asegurar la continuidad y calidad del servicio de agua potable.

4.2.3.2.3 Procedimientos:

- *De los mecanismos para favorecer la participación de los usuarios (asambleas)*

Por ser ambas JASS administraciones comunales, se recomienda que deben realizarse, sesiones ordinarias de asamblea general, cada tres meses. Sin embargo, se puede constatar la baja participación de los usuarios en las asambleas y por ende en la prestación del servicio de agua potable, ya que la Asamblea General es la autoridad máxima de la JASS. Esto también es un problema al momento de renovar la administración, ya que en las reuniones generalmente no asiste la mayoría de usuarios, por lo que la elección de los directivos no se hace de la forma más democrática posible, en el caso del sector Bellavista, la administración actual está 3 años en funciones, siendo el periodo de 2 años, debido a que no se ha podido elegir a una nueva administración. En el caso del sector San Sebastián sí se ha logrado renovar los directivos, aunque solamente con una mayoría simple, lo que no es lo ideal.

- *Del acceso a la información relevante de la gestión.*

En ambas JASS, sector Bellavista y sector San Sebastián, se cuenta con cierta información, pero no está al alcance de los usuarios. Es más, existe una rendición de cuentas solamente al final de cada mandato, las cuales carecen de fiabilidad por realizarse sin ningún sustento. No cuentan con un libro de caja actualizado.

- *Del programa de ahorro de agua y/o educación sanitaria:*

En los sectores de Bellavista y San Sebastián no existe un programa de ahorro de agua, no se desarrollan las acciones correspondientes a la supervisión sobre el uso eficiente del agua y el desarrollo de prácticas inadecuadas que muchas familias realizan (riego de huertas y chacras).

- *De los instrumentos de gestión:*

No hay disponibilidad de los instrumentos de gestión para la prestación del servicio de agua potable tales como (contratos, guías de operación y mantenimiento, padrón de consumo, etc), en ninguno de los sistemas de abastecimiento de agua de la localidad de Shirac.

- *De la capacitación y fortalecimiento permanente al personal:*

En ambos sistemas de abastecimiento de agua potable no cuentan con personal. La Municipalidad Distrital conjuntamente con el Puesto de Salud, organizan y tienen programadas capacitaciones, pero están limitadas solamente a los directivos y poco se toma en cuenta a los usuarios, por lo que la mejora del servicio de agua potable no se evidencia.

- *Del estímulo a los trabajadores:*

Por el hecho de no contar con personal y que los directivos de las JASS de los sistemas de abastecimiento de agua potable de la localidad de Shirac, son los encargados de realizar los trabajos de operación y mantenimiento, no se cuenta con ningún estímulo.

4.2.3.2.4 Ejecución de inversiones:

- *De las inversiones municipales:*

Ambos sistemas han sido reconstruidos por gestión municipal anteriores y por un financiamiento del gobierno central; en la actualidad se ha visto una priorización de las autoridades locales por realizar inversiones para mejorar, ampliar o rehabilitar la infraestructura para la prestación del servicio de agua potable en la localidad de Shirac, por ejemplo, con la construcción de cloradores en los reservorios. Sin embargo, no se ejecutan muchos proyectos, debido a que, según las autoridades, el presupuesto municipal no es suficiente.

- *De la información técnica y financiera del servicio:*

En ambas administraciones de los sistemas de abastecimiento de agua potable de la localidad de Shirac no se evidencia sustento de

información respecto a gastos en materiales y/o insumos para la prestación del servicio de agua potable.

- *Del resguardo de los fondos recaudados (cuotas, multas, etc):*

Las administraciones de las JASS de los sistemas de abastecimiento de agua potable de la localidad de Shirac, aducen que el dinero recaudado por la cobranza de la prestación del servicio, se encuentra en poder de los tesoreros, pero no es claro el movimiento que se le da a estos ingresos.

- *Del seguimiento en la ejecución de proyectos de inversión en relación al servicio de agua potable:*

En la localidad de Shirac, en ambos sistemas de abastecimiento de agua potable, los directivos participan en las inversiones que hace la municipalidad, como órganos responsables de la instalación de la infraestructura para la provisión de los servicios de saneamiento; sin embargo, este seguimiento de manera inoportuna, ya que por ejemplo no existió una recepción de obra cuando se finalizó los trabajos de mejoramiento de ambos sistemas.

- *De los recursos para reponer equipos, construir, mejorar o rehabilitar la infraestructura del sistema:*

Los directivos de las JASS de Bellavista y San Sebastián, no manejan un libro de caja, lo que los imposibilita de saber cuánto de dinero disponen para imprevistos y aducen que quien sabe al respecto es el tesorero, el que también no presenta documentación que sustente el manejo transparente de las cuentas relacionadas al servicio de agua potable. En caso de emergencias en la operación (o problemas en la infraestructura), se recurre a la Municipalidad Distrital de José Manuel Quiroz, quien muchas veces no cuenta con la disponibilidad inmediata.

4.3 PROPUESTA DE MEJORA.

4.2.5. REDISEÑO HIDRÁULICO

4.2.5.1. Sistema de Agua Potable Bellavista

Como pudimos ver en el apartado 4.1, de este mismo capítulo, luego de la evaluación hidráulica del sistema de agua potable Bellavista en la localidad de Shirac, se observa gran cantidad de viviendas con la presión de servicio muy elevadas, por encima de la establecida por la norma (60 mH₂O). Por lo que el rediseño hidráulico está orientado a reducir estas presiones hasta un nivel que cumpla con la normatividad vigente y así lograr una mejora en la prestación del servicio de agua potable.

Para lograr este objetivo se detectaron tres zonas importantes que tienen excesivas presiones, las cuales se ha podido observar que es principalmente a la carencia de suficientes cámaras rompedoras de presión o válvulas reductoras de presión. Por lo que en el rediseño contempla la instalación de dichas válvulas en los puntos adecuados, hidráulicamente y topográficamente posible. Los resultados se pueden ver en la Figura 25.

Se ha logrado una mejora considerable en las presiones de servicio instalando tres válvulas reductoras de presión. Así mismo se ha movido la tubería T-33, que es la instalación de la vivienda C-32; todo esto con el fin de no afectar las presiones de servicio.

Como podemos observar existen presiones que aún están por sobre las presiones recomendadas por la norma, pero por encontrarse en las inmediaciones de la plaza de armas, es muy costoso su modificación, y considerando que la máxima presión es de 67.66 mH₂O, se consideró como aceptable para el presente mejoramiento. En cuanto a las presiones menores a 5 mH₂O, la gran mayoría son nodos de paso, por lo que no es necesario su mejoramiento. La vivienda con menor presión es de 2.51 mH₂O, que corresponde a la vivienda C-168.

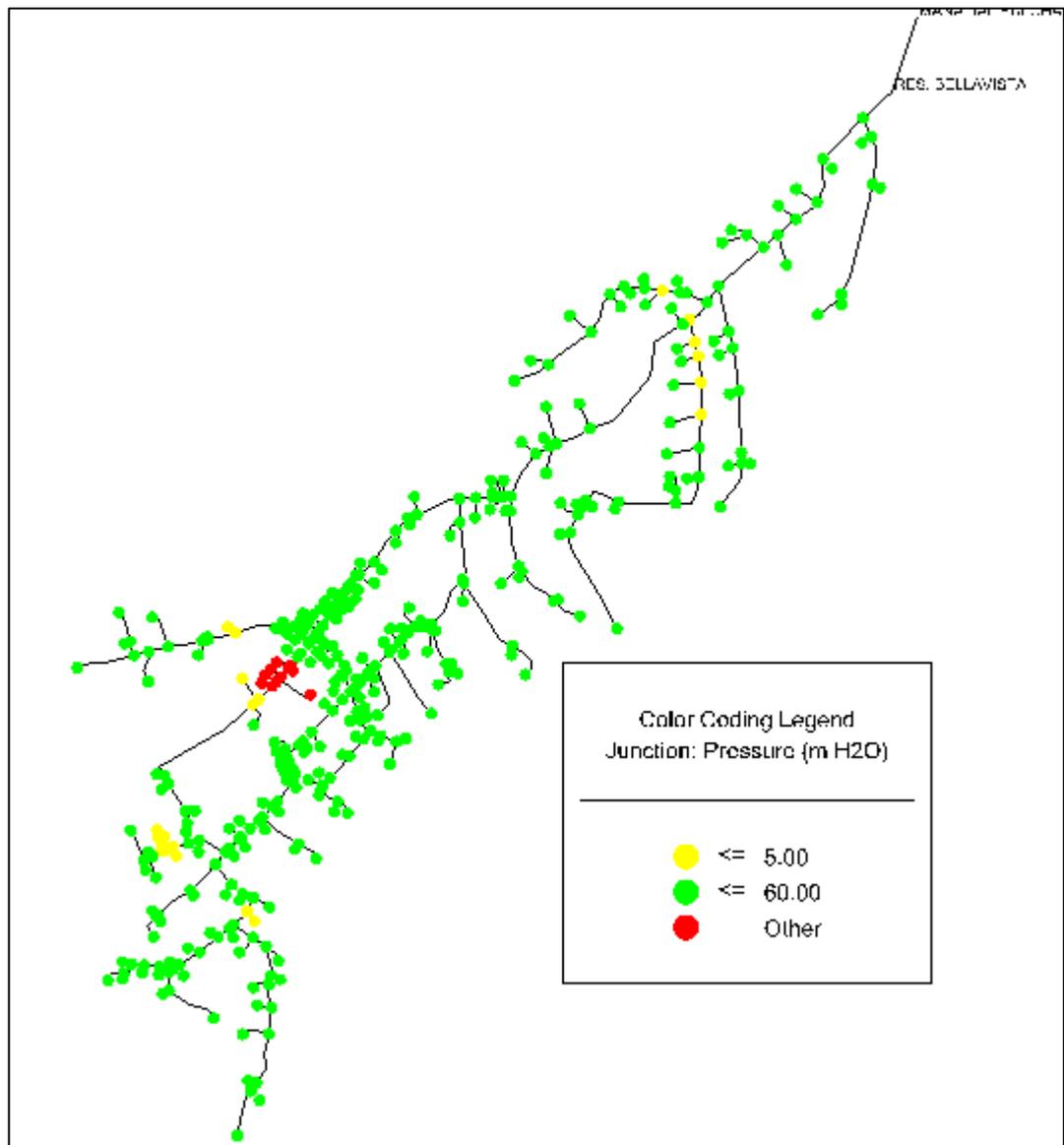


Figura 25. Presiones en la Red de Agua Potable Bellavista. Rediseño

4.1.1.1. Sistema De Agua Potable San Sebastián

Se ha procedido de la misma manera que para el sistema de agua potable Bellavista. Se ha observado hasta cinco sectores en los cuales las presiones exceden a las recomendaciones de las normas vigentes. En el rediseño solamente se ha incorporado una nueva válvula reguladora de presión, sin embargo, es necesario reubicar tres cámaras rompe presión con la finalidad de obtener mejores presiones de servicio.

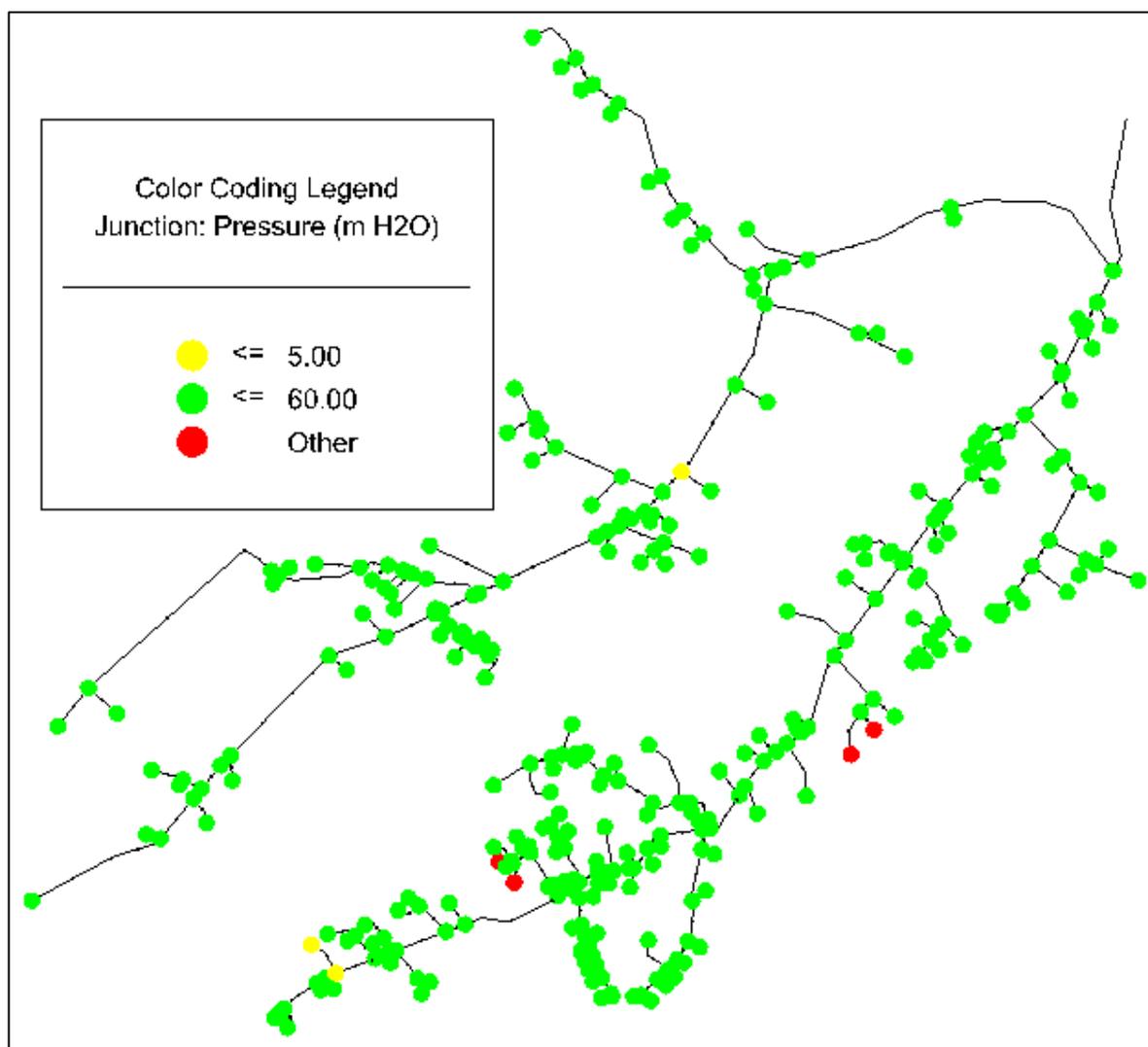


Figura 26. Presiones en la red de agua potable San Sebastián, Rediseño

Con los cambios propuestos se logra una mejora considerable en cuanto a las presiones en las viviendas. Se ha logrado, que casi en su totalidad de viviendas se encuentren las presiones dentro de los parámetros recomendados por la normatividad vigente, solamente 5 viviendas no cumplen con las presiones, siendo la máxima presión de 67.79 mH₂O, que corresponde a la vivienda C-85, y una presión mínima de 4.08 mH₂O, correspondiente a la vivienda C-152. Considerando las condiciones de la topografía y lo cercano de los valores a los límites máximos y mínimos recomendados por la norma, estos valores se consideran aceptables para el presente trabajo.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES.

1. Los análisis de la prestación del servicio de agua potable determinan que en la localidad de Shirac, la prestación del servicio en ambos sistemas de abastecimiento de agua potable (Bellavista y San Sebastián), es deficiente.
2. De la evaluación del componente de infraestructura (Diagnóstico y operación), se concluye que ambos sistemas, Bellavista y San Sebastián, se encuentran en un estado medio desarrollado; obteniendo un 52.50% y 57.50%, respectivamente. Siendo los indicadores más desfavorecidos, las altas presiones en la red, el mal estado de las válvulas de purga y de control, falta de mantenimiento, ausencia de análisis bacteriológicos, ineficiente cloración y la falta de micromedición.
3. Ambos sistemas de abastecimiento de agua potable en la localidad de Shirac, cuentan con captaciones en buen estado. Así mismo, los manantiales Pulchac (sector Bellavista) y Shiracpunta (sector San Sebastián), cuentan con un afloramiento continuo cuyos caudales son de 3.20 l/s y 1.5 l/s respectivamente, valores suficientes para cubrir la demanda de la población cuyo caudal medio Q_p es de 0.56 l/s en el sector Bellavista y de 0.24 l/s en el sector San Sebastián.
4. Los reservorios con los que cuentan ambos sistemas se encuentran en buen estado estructural. Cuentan con cloradores que por deficiente operación no se encuentran funcionando. Las capacidades son de 24.84 m³ para el reservorio del sector Bellavista y de 14.58 m³ en el sector San Sebastián, valores superiores a los volúmenes de regulación requeridos de 12.05 m³ para el sector Bellavista y de 5.09 m³ para el sector San Sebastián.
5. Los sistemas de agua potable de la localidad de Shirac, tienen zonas de elevadas presiones que deben ser solucionadas ya que afectan a la calidad de la prestación del servicio, reduciendo la vida útil de llaves y grifos. El sistema de agua potable Bellavista cuenta con una presión máxima de 115.09 mH₂O que corresponde a la vivienda C-179. En el sistema San

Sebastián, la vivienda C-72 tiene la mayor presión con un valor de 99.04 mH₂O.

6. Del análisis realizado se pudo verificar que la simulación por el programa WaterCAD es de gran ayuda para la verificación del cumplimiento de normas establecidas.
7. De la evaluación del componente de Gestión (organizacional/institucional), se concluye que ambos sistemas, Bellavista y San Sebastián, se encuentran en un estado menos desarrollado; obteniendo un 36.67% en ambos sistemas. Siendo la falta de capacitación del personal, ausencia de estatutos y reglamentos, no existe un programa de ahorro de agua, gestión de los fondos no claros y que no cuente con un plan de contingencia; los principales indicadores de esta realidad.
8. En la evaluación final y de acuerdo a las valoraciones y pesos asignadas los a cada uno de los dos componentes: infraestructura y gestión; determinan que ambos sistemas de abastecimiento de agua potable en la localidad de Shirac califican como sistemas con serias dificultades, cuyos resultados de 46 % para el sistema Bellavista y de 49 % para el sistema San Sebastián; por lo que demuestran que Se requieren ajustes estructurales para encauzar una adecuada prestación del servicio de agua potable.

5.2 RECOMENDACIONES.

1. La evaluación realizada muestra serias dificultades en cuanto a la prestación de un agua de calidad (ausencia de análisis bacteriológicos e insuficiente cloración), por lo que se recomienda tomar medidas correctivas de inmediato con el fin de garantizar un agua inocua.
2. Se recomienda realizar un mantenimiento de cada sistema cada tres meses por un personal calificado, por lo que para cubrir los gastos se debe realizar un cálculo de la cuota con un soporte técnico.
3. Por la ubicación de los sistemas en zonas de riesgo (deslizamientos, sismo), es importante realizar un plan de contingencias, frente a eventos que interrumpan el servicio de agua potable.

4. Se recomienda involucrar en mayor medida a los usuarios en la prestación del servicio, con la finalidad de mejorar la administración de las JASS.
5. Es indispensable realizar una campaña de capacitación y concientización, dirigido a los directivos de las JASS, autoridades y a los usuarios de ambos sistemas.
6. En la propuesta de rediseño efectuada en el presente estudio, no se han tomado en cuenta los permisos de los usuarios en cuanto a la ubicación de las nuevas estructuras o reubicación de las existentes; por lo que se debe tomar medidas al respecto al momento de ejecutar las correcciones en campo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Aguilar Aliaga, O. 2011. Análisis de la prestación del servicio de agua potable en las localidades de Inchocán, Jesús y Namora. Propuesta para mejorar la gestión. Tesis Dr. Ing. Cajamarca, Perú, Universidad Nacional de Cajamarca. 96 p.
2. Alcántara Boñón, GH. 2011. Pendiente de los suelos del departamento de Cajamarca. Cajamarca, Perú, GRC. 51 p.
3. Arocha R, S. 1980. Abastecimientos de Agua: Teoría y Diseño. Caracas, Venezuela 1980. Editorial Vega. 284 p.
4. CARE Perú; DRVCS (Dirección Regional de Vivienda Construcción y Saneamiento); Gobierno Regional Cajamarca. 2010. Compendio: Sistema de información regional en agua y saneamiento, SIRAS. Cajamarca, Perú. MATICES'S Arte y publicidad. 297 p.
5. Carmona Mantilla, N. 2014. Sostenibilidad de los sistemas de agua potable del Centro Poblado Otuzco-Distrito de los Baños del Inca. Tesis Ing. Hidráulico. Cajamarca, Perú, Universidad Nacional de Cajamarca. 149 p.
6. Castillo R, O. 2004. Descentralización y servicio de agua y saneamiento en el Área Andina. Consultoría para Programa de Agua y Saneamiento del Banco Mundial. Lima, Perú. 12 p.
7. CONAGUA (Comisión Nacional del Agua, México). 2012. Manual de Incremento de Eficiencia Física, Hidráulica y Energética en Sistemas de Agua Potable (en línea). D.F., México. 191 p. Consultado 20 jun. 2018. Disponible en <http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Publicaciones/Publicaciones/SGA/PDS-1-12.pdf>.
8. DIGESA (Dirección General de Salud Ambiental, Perú). 2011. Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano (en línea). DS N° 031-2010-SA. Lima, Perú. MINSA. 44 p. Consultado 30 ago. 2018. Disponible en http://www.digesa.minsa.gob.pe/publicaciones/descargas/Reglamento_Calidad_Agua.pdf.

9. Ferro, G; Lentini, E; Romero, CA. 2011. Eficiencia y su medición en prestadores de servicios de agua potable y alcantarillado (en línea). Santiago, Chile. 58 p. CEPAL. Consultado jun 2018. Disponible en <https://archivo.cepal.org/pdfs/Waterguide/lcw0385s.PDF>.
10. INEI (Instituto de Estadística e Informática, Perú). 2018. Censos (en línea, sitio web). Consultado 20 jun. 2018. Disponible en <https://www.inei.gob.pe/>.
11. Lossio Aricoché, MM. 2012. Sistema de abastecimiento de agua potable para cuatro poblados rurales del distrito de Lancones. Tesis Ing. Civil. Piura, Perú, Universidad de Piura. 171 p.
12. MVCS (Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, Perú). 2016. Guía de Opciones Tecnológicas para Sistemas de Abastecimiento de Agua para Consumo Humano y Saneamiento en el Ámbito Rural. RM N° 173-2016-VIVIENDA. Lima, Perú. 19 jul. 176 p.
13. MVCS (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, Perú). 2018. Agua y Saneamiento (en línea, sitio web). Consultado 20 ago. 2018. Disponible en <http://www3.vivienda.gob.pe>.
14. NU (Naciones Unidas). 2015. Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible (en línea). 40 p. Consultado 25 ago. 2018. obtenido de <http://www.un.org>.
15. OMS (Organización Mundial de la Salud). 2006. Guías para la Calidad del Agua Potable Vol. 1: Recomendaciones. Tercera edición. (en línea). Ginebra, Suiza. 404 p. Consultado 30 ago. 2018. Disponible en https://www.who.int/water_sanitation_health/publications/gdwq3/es/.
16. Puga Gallardo, RE; García Granada, RD. 2011. Evaluación Técnica del Sistema de Agua Potable Cashapamba Parroquia Sangolquí, Cantón Rumiñahui Provincia de Pichincha. Tesis Ing. Civil. Sangolquí, Ecuador, Escuela Politécnica del Ejercito.
17. Soto Gamarra, AR. 2014. La sostenibilidad de los sistemas de agua potable en el Centro Poblado Nuevo Perú, Distrito de la Encañada – Cajamarca, 2014. Tesis Ing. Civil. Cajamarca, Perú, Universidad Nacional de Cajamarca. 103 p.

18. SUNASS (Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento, Perú) 2007. Reglamento de Calidad de la Prestación de Servicios de Saneamiento y sus modificatorias. R N° 011-2007-SUNASS-CD. Lima, Perú. 52 p. Consultado 20 ene. 2019. Disponible en <http://www.sunass.gob.pe>.
19. UN (Naciones Unidas). 2015. Objetivos de Desarrollo Sostenible, 17 Objetivos para Transformar Nuestro Mundo (en línea, sitio web). Consultado 25 ago. 2018. Disponible en <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/sustainable-development-goals/>.

ANEXOS

Anexo 1. Tuberías Sistema de Agua Potable Bellavista.

Tubería	Longitud (m)	Nodo Inicial	Nodo Final	Diámetro (mm)	Material	Hazen-Williams C	Edad (años)
T-1	43.71	RES.	N-1	54.2	PVC	140	8
T-2	22.56	N-1	N-2	22.9	PVC	140	8
T-3	12.69	N-2	C-4	17.4	PVC	140	8
T-4	53.74	N-2	N-3	22.9	PVC	140	8
T-5	9.2	N-3	C-1	17.4	PVC	140	8
T-6	128.05	N-3	N-4	22.9	PVC	140	8
T-7	11.81	N-4	C-2	17.4	PVC	140	8
T-8	34.47	N-4	C-3	17.4	PVC	140	8
T-9	63.51	N-1	N-5	54.2	PVC	140	8
T-10	14.48	N-5	C-5	17.4	PVC	140	8
T-11	49.57	N-5	N-6	54.2	PVC	140	8
T-12	27.13	N-6	C-6	17.4	PVC	140	8
T-13	5.13	N-6	CRP7-1	54.2	PVC	140	8
T-14	24.97	CRP7-1	N-7	54.2	PVC	140	8
T-15	24.41	N-7	C-7	17.4	PVC	140	8
T-16	26.19	N-7	N-8	54.2	PVC	140	8
T-17	35.04	N-8	C-8	17.4	PVC	140	8
T-18	21.64	N-8	N-9	54.2	PVC	140	8
T-19	22.64	N-9	N-10	17.4	PVC	140	8
T-20	18.84	N-10	C-9	17.4	PVC	140	8
T-21	29.07	N-10	C-10	17.4	PVC	140	8
T-22	65.18	N-9	N-11	54.2	PVC	140	8
T-23	51.89	N-11	N-12	29.4	PVC	140	8
T-24	19.73	N-12	C-11	17.4	PVC	140	8
T-25	19	N-12	N-13	29.4	PVC	140	8
T-26	17.04	N-13	C-12	17.4	PVC	140	8
T-27	48.03	N-13	N-14	22.9	PVC	140	8
T-28	10.92	N-14	C-13	17.4	PVC	140	8
T-29	68.49	N-14	N-15	22.9	PVC	140	8
T-30	16.53	N-15	C-14	17.4	PVC	140	8
T-31	11.89	N-15	N-16	22.9	PVC	140	8
T-32	14.92	N-16	C-15	17.4	PVC	140	8
T-33	56.5	N-16	C-16	17.4	PVC	140	8
T-34	22.45	N-11	N-17	54.2	PVC	140	8
T-35	25.52	N-17	N-18	29.4	PVC	140	8
T-36	23.23	N-18	C-32	17.4	PVC	140	8
T-37	6.89	N-18	N-19	29.4	PVC	140	8
T-38	12.66	N-19	C-17	17.4	PVC	140	8
T-39	19.66	N-19	N-20	29.4	PVC	140	8
T-40	24.67	N-20	C-34	17.4	PVC	140	8
T-41	19.53	N-20	N-21	29.4	PVC	140	8
T-42	9.85	N-21	C-33	17.4	PVC	140	8
T-43	22.37	N-21	N-22	29.4	PVC	140	8
T-44	10.58	N-22	C-35	17.4	PVC	140	8

Tubería	Longitud (m)	Nodo Inicial	Nodo Final	Diámetro (mm)	Material	Hazen-Williams C	Edad (años)
T-45	17.83	N-22	N-23	29.4	PVC	140	8
T-46	18.42	N-23	C-36	17.4	PVC	140	8
T-47	48.36	N-23	N-24	22.9	PVC	140	8
T-48	29.88	N-24	C-37	17.4	PVC	140	8
T-49	58.78	N-24	N-25	22.9	PVC	140	8
T-50	21.08	N-25	C-38	17.4	PVC	140	8
T-51	42.2	N-25	C-39	17.4	PVC	140	8
T-52	15.81	N-17	CRP7-2	54.2	PVC	140	8
T-53	12.02	CRP7-2	N-26	54.2	PVC	140	8
T-54	25.79	N-26	N-27	43.4	PVC	140	8
T-55	20.98	N-27	C-18	17.4	PVC	140	8
T-56	16.26	N-27	N-28	43.4	PVC	140	8
T-57	19.43	N-28	C-19	17.4	PVC	140	8
T-58	29.58	N-28	N-29	43.4	PVC	140	8
T-59	30.53	N-29	C-20	17.4	PVC	140	8
T-60	35.57	N-29	N-30	43.4	PVC	140	8
T-61	35.62	N-30	C-21	17.4	PVC	140	8
T-62	36.84	N-30	N-31	43.4	PVC	140	8
T-63	36.93	N-31	C-23	17.4	PVC	140	8
T-64	32.67	N-31	N-32	43.4	PVC	140	8
T-65	13.16	N-32	C-25	17.4	PVC	140	8
T-66	47.69	N-32	N-33	29.4	PVC	140	8
T-67	14.26	N-33	N-34	17.4	PVC	140	8
T-68	8.83	N-34	C-22	17.4	PVC	140	8
T-69	19.95	N-34	C-24	17.4	PVC	140	8
T-70	63.5	N-33	N-35	29.4	PVC	140	8
T-71	8.96	N-35	C-26	17.4	PVC	140	8
T-72	43.29	N-35	N-36	29.4	PVC	140	8
T-73	9.07	N-36	C-27	17.4	PVC	140	8
T-74	7.89	N-36	N-37	22.9	PVC	140	8
T-75	6.41	N-37	C-28	17.4	PVC	140	8
T-76	9.98	N-37	N-38	22.9	PVC	140	8
T-77	24.04	N-38	C-29	17.4	PVC	140	8
T-78	22.02	N-38	N-39	22.9	PVC	140	8
T-79	11.15	N-39	C-30	17.4	PVC	130	30
T-80	120.83	N-39	C-31	17.4	PVC	140	8
T-81	175.17	N-26	N-40	54.2	PVC	140	8
T-82	30.62	N-40	C-40	17.4	PVC	140	8
T-83	19.67	N-40	CRP7-3	54.2	PVC	140	8
T-84	21.37	CRP7-3	N-41	54.2	PVC	140	8
T-85	42.05	N-41	C-41	17.4	PVC	140	8
T-86	4.56	N-41	N-42	54.2	PVC	140	8
T-87	32.44	N-42	C-43	17.4	PVC	140	8
T-88	4.05	N-42	N-43	54.2	PVC	140	8
T-89	11.23	N-43	C-42	17.4	PVC	140	8
T-90	16.95	N-43	N-44	54.2	PVC	140	8
T-91	20.08	N-44	C-44	17.4	PVC	140	8

Tubería	Longitud (m)	Nodo Inicial	Nodo Final	Diámetro (mm)	Material	Hazen-Williams C	Edad (años)
T-92	54.39	N-44	N-45	54.2	PVC	140	8
T-93	17.08	N-45	N-46	22.9	PVC	140	8
T-94	5.34	N-46	C-50	17.4	PVC	140	8
T-95	61.89	N-46	N-47	22.9	PVC	140	8
T-96	27.32	N-47	C-45	17.4	PVC	140	8
T-97	7.06	N-47	N-48	22.9	PVC	140	8
T-98	6.88	N-48	C-46	17.4	PVC	140	8
T-99	48.57	N-48	N-49	22.9	PVC	140	8
T-100	5	N-49	C-47	17.4	PVC	140	8
T-101	34.81	N-49	C-48	17.4	PVC	140	8
T-102	6.61	N-45	N-50	54.2	PVC	140	8
T-103	17.54	N-50	C-49	17.4	PVC	140	8
T-104	5.99	N-50	N-51	54.2	PVC	140	8
T-105	24.28	N-51	C-51	17.4	PVC	140	8
T-106	2.35	N-51	N-52	54.2	PVC	140	8
T-107	18.01	N-52	C-53	17.4	PVC	140	8
T-108	5.1	N-52	N-53	54.2	PVC	140	8
T-109	5.14	N-53	C-52	17.4	PVC	140	8
T-110	18.83	N-53	N-54	54.2	PVC	140	8
T-111	21.9	N-54	C-54	17.4	PVC	140	8
T-112	18.03	N-54	N-55	54.2	PVC	140	8
T-113	10.13	N-55	CRP7-5	54.2	PVC	140	8
T-114	40.5	CRP7-5	N-56	54.2	PVC	140	8
T-115	20.06	N-56	C-56	17.4	PVC	140	8
T-116	10.59	N-56	N-57	54.2	PVC	140	8
T-117	7.37	N-57	C-57	17.4	PVC	140	8
T-118	19.52	N-57	N-58	54.2	PVC	140	8
T-119	14.77	N-58	C-58	17.4	PVC	140	8
T-120	42.37	N-58	N-59	54.2	PVC	140	8
T-121	11.48	N-59	C-59	17.4	PVC	140	8
T-122	21.64	N-59	N-60	54.2	PVC	140	8
T-123	22.45	N-60	C-61	17.4	PVC	140	8
T-124	3.3	N-60	N-61	54.2	PVC	140	8
T-125	16.09	N-61	C-60	17.4	PVC	140	8
T-126	10.97	N-61	N-62	54.2	PVC	140	8
T-127	11.22	N-62	C-62	17.4	PVC	140	8
T-128	6.48	N-62	N-63	54.2	PVC	140	8
T-129	15.31	N-63	C-63	17.4	PVC	140	8
T-130	5.55	N-63	N-64	54.2	PVC	140	8
T-131	13.34	N-64	C-67	17.4	PVC	140	8
T-132	3.19	N-64	N-65	54.2	PVC	140	8
T-133	12.46	N-65	C-64	17.4	PVC	140	8
T-134	5.18	N-65	N-66	54.2	PVC	140	8
T-135	13.17	N-66	C-65	17.4	PVC	140	8
T-136	6.7	N-66	N-67	54.2	PVC	140	8
T-137	9.56	N-67	C-66	17.4	PVC	140	8
T-138	3.86	N-67	N-68	54.2	PVC	140	8

Tubería	Longitud (m)	Nodo Inicial	Nodo Final	Diámetro (mm)	Material	Hazen-Williams C	Edad (años)
T-139	11.7	N-68	C-68	17.4	PVC	140	8
T-140	7.17	N-68	N-69	54.2	PVC	140	8
T-141	10.43	N-69	C-69	17.4	PVC	140	8
T-142	4.02	N-69	N-70	54.2	PVC	140	8
T-143	10.77	N-70	C-70	17.4	PVC	140	8
T-144	13.57	N-70	N-71	54.2	PVC	140	8
T-145	16.81	N-71	C-71	17.4	PVC	140	8
T-146	7.75	N-71	N-72	54.2	PVC	140	8
T-147	15.02	N-72	C-72	17.4	PVC	140	8
T-148	4.2	N-72	N-73	54.2	PVC	140	8
T-149	7.7	N-73	C-74	17.4	PVC	140	8
T-150	10.6	N-73	N-74	54.2	PVC	140	8
T-151	14.54	N-74	N-75	29.4	PVC	140	8
T-152	12.26	N-75	C-73	17.4	PVC	140	8
T-153	6.64	N-75	N-76	29.4	PVC	140	8
T-154	16.35	N-76	C-123	17.4	PVC	140	8
T-155	11.14	N-76	N-77	29.4	PVC	140	8
T-156	12.71	N-77	C-124	17.4	PVC	140	8
T-157	2.94	N-74	N-78	54.2	PVC	140	8
T-158	12.51	N-78	N-79	29.4	PVC	140	8
T-159	8.9	N-79	C-75	17.4	PVC	130	30
T-160	3.21	N-79	N-80	29.4	PVC	140	8
T-161	5.64	N-80	C-77	17.4	PVC	140	8
T-162	6.79	N-80	N-81	29.4	PVC	140	8
T-163	8.38	N-81	C-79	17.4	PVC	140	8
T-164	2.55	N-81	N-82	29.4	PVC	140	8
T-165	4.76	N-131	N-132	29.4	PVC	140	8
T-165	19.25	N-82	C-80	17.4	PVC	140	8
T-166	11.73	N-82	N-83	29.4	PVC	140	8
T-167	5.26	N-83	C-76	17.4	PVC	140	8
T-168	12	N-83	N-84	29.4	PVC	140	8
T-169	10.37	N-84	C-78	17.4	PVC	140	8
T-170	23.65	N-84	CRP7-6	29.4	PVC	140	8
T-171	22.61	CRP7-6	N-85	22.9	PVC	140	8
T-172	12.08	N-85	C-81	17.4	PVC	140	8
T-173	31.28	N-85	N-86	22.9	PVC	140	8
T-174	2.63	N-86	C-82	17.4	PVC	140	8
T-175	6.48	N-86	N-87	22.9	PVC	140	8
T-176	18.13	N-87	C-83	17.4	PVC	140	8
T-177	38.13	N-87	N-88	22.9	PVC	140	8
T-178	39.71	N-88	C-84	17.4	PVC	140	8
T-179	22.19	N-88	N-89	22.9	PVC	140	8
T-180	35.63	N-89	C-85	17.4	PVC	140	8
T-181	16.94	N-89	N-90	22.9	PVC	140	8
T-182	15.91	N-90	N-91	17.4	PVC	140	8
T-183	6.63	N-91	C-86	17.4	PVC	140	8
T-184	36	N-91	C-87	17.4	PVC	140	8

Tubería	Longitud (m)	Nodo Inicial	Nodo Final	Diámetro (mm)	Material	Hazen-Williams C	Edad (años)
T-185	64.53	N-90	C-88	17.4	PVC	140	8
T-186	14.05	N-78	N-92	54.2	PVC	140	8
T-187	14.56	N-92	C-126	22.9	PVC	140	8
T-188	5.37	N-92	N-93	54.2	PVC	140	8
T-189	14.1	N-93	C-89	17.4	PVC	140	8
T-190	12.05	N-93	N-94	54.2	PVC	140	8
T-191	16.79	N-94	C-91	17.4	PVC	140	8
T-192	3.53	N-94	N-95	54.2	PVC	140	8
T-193	5.32	N-95	C-90	22.9	PVC	140	8
T-194	13.55	N-95	N-96	54.2	PVC	140	8
T-195	13.86	N-96	C-92	17.4	PVC	140	8
T-196	3	N-96	N-97	54.2	PVC	140	8
T-197	43.65	N-97	C-93	22.9	PVC	140	8
T-198	3.76	N-97	N-98	54.2	PVC	140	8
T-199	14.44	N-98	C-94	17.4	PVC	140	8
T-200	6.98	N-98	N-99	54.2	PVC	140	8
T-201	12.59	N-99	C-95	17.4	PVC	140	8
T-202	7.56	N-99	CRP7-7	54.2	PVC	140	8
T-203	13.35	CRP7-7	N-100	43.4	PVC	140	8
T-204	29.81	N-100	C-96	17.4	PVC	140	8
T-205	8.49	N-100	N-101	43.4	PVC	140	8
T-206	27.87	N-101	C-97	17.4	PVC	140	8
T-207	134.85	N-101	N-102	43.4	PVC	140	8
T-208	9.65	N-102	C-98	17.4	PVC	140	8
T-209	11.29	N-102	N-103	43.4	PVC	140	8
T-210	10.42	N-103	C-99	17.4	PVC	140	8
T-211	35.09	N-103	N-104	22.9	PVC	140	8
T-212	10.26	N-104	C-100	17.4	PVC	140	8
T-213	26.08	N-55	N-105	54.2	PVC	140	8
T-213	15.54	N-104	C-101	17.4	PVC	140	8
T-214	20.88	N-105	C-55	17.4	PVC	140	8
T-215	64.76	N-105	N-106	54.2	PVC	140	8
T-216	4.3	N-106	N-107	22.9	PVC	140	8
T-217	20.74	N-107	C-102	17.4	PVC	140	8
T-218	89.58	N-107	N-108	22.9	PVC	140	8
T-219	10.07	N-108	C-103	17.4	PVC	140	8
T-220	45.71	N-108	C-104	17.4	PVC	140	8
T-221	19.58	N-106	CRP7-4	54.2	PVC	140	8
T-222	42.28	CRP7-4	N-109	54.2	PVC	140	8
T-223	3.65	N-109	N-110	22.9	PVC	140	8
T-224	27.73	N-110	C-106	17.4	PVC	140	8
T-225	4.29	N-110	N-111	22.9	PVC	140	8
T-226	39.92	N-111	N-112	22.9	PVC	140	8
T-226A	3.17	N-111	C-105	17.4	PVC	140	8
T-227	6.2	N-112	C-107	17.4	PVC	140	8
T-228	9.35	N-112	N-113	17.4	PVC	140	8
T-229	9.98	N-113	C-109	17.4	PVC	140	8

Tubería	Longitud (m)	Nodo Inicial	Nodo Final	Diámetro (mm)	Material	Hazen-Williams C	Edad (años)
T-230	23.27	N-113	C-108	17.4	PVC	140	8
T-231	11.13	N-109	N-114	54.2	PVC	140	8
T-232	7.16	N-114	C-110	17.4	PVC	140	8
T-233	9.47	N-114	N-115	54.2	PVC	140	8
T-234	27.8	N-115	C-111	17.4	PVC	140	8
T-235	10.06	N-115	N-116	54.2	PVC	140	8
T-236	9.42	N-116	C-112	17.4	PVC	140	8
T-237	10.49	N-116	N-117	54.2	PVC	140	8
T-238	16.88	N-117	C-114	17.4	PVC	140	8
T-239	2.2	N-117	N-118	54.2	PVC	140	8
T-240	19	N-118	C-113	17.4	PVC	140	8
T-241	12.9	N-118	N-119	54.2	PVC	140	8
T-242	12.44	N-119	C-115	17.4	PVC	140	8
T-243	3.96	N-119	N-120	54.2	PVC	140	8
T-244	82.66	N-120	C-116	22.9	PVC	140	8
T-245	21.94	N-120	N-121	54.2	PVC	140	8
T-246	6.03	N-121	N-122	54.2	PVC	140	8
T-246	62.39	N-121	C-117	17.4	PVC	140	8
T-247	17.2	N-122	C-119	17.4	PVC	140	8
T-248	2.86	N-122	N-123	54.2	PVC	140	8
T-249	8.2	N-123	C-118	17.4	PVC	140	8
T-250	4.67	N-123	N-124	54.2	PVC	140	8
T-251	20.64	N-124	C-120	17.4	PVC	140	8
T-252	11.84	N-124	N-125	54.2	PVC	140	8
T-253	6.13	N-125	C-121	17.4	PVC	140	8
T-254	4.6	N-125	N-126	54.2	PVC	140	8
T-255	13.14	N-126	C-122	17.4	PVC	140	8
T-256	7.22	N-126	N-127	54.2	PVC	140	8
T-257	18.37	N-127	N-128	22.9	PVC	140	8
T-258	10.23	N-128	C-127	17.4	PVC	140	8
T-259	2.65	N-128	N-129	22.9	PVC	140	8
T-260	7.64	N-129	C-128	17.4	PVC	140	8
T-261	15.38	N-129	C-125	17.4	PVC	140	8
T-262	1.28	N-127	N-130	54.2	PVC	140	8
T-263	23.41	N-130	N-131	29.4	PVC	140	8
T-264	9.32	N-131	C-129	17.4	PVC	140	8
T-266	10.91	N-132	C-130	17.4	PVC	140	8
T-267	5.62	N-132	N-133	29.4	PVC	140	8
T-268	7.83	N-133	C-131	17.4	PVC	140	8
T-269	16.82	N-133	N-134	29.4	PVC	140	8
T-270	12.8	N-134	N-135	22.9	PVC	140	8
T-271	6.76	N-135	C-132	17.4	PVC	140	8
T-272	18.23	N-135	N-136	22.9	PVC	140	8
T-273	13.04	N-136	C-133	17.4	PVC	140	8
T-274	25.78	N-136	C-134	17.4	PVC	140	8
T-275	12.12	N-134	N-136	22.9	PVC	140	8
T-276	9.17	N-136	C-135	17.4	PVC	140	8

Tubería	Longitud (m)	Nodo Inicial	Nodo Final	Diámetro (mm)	Material	Hazen-Williams C	Edad (años)
T-277	24.25	N-136	N-137	22.9	PVC	140	8
T-278	8.26	N-137	C-136	17.4	PVC	140	8
T-279	32.86	N-137	N-138	22.9	PVC	140	8
T-280	13.15	N-138	C-138	17.4	PVC	140	8
T-281	10.47	N-138	N-139	22.9	PVC	140	8
T-282	17.22	N-139	C-139	17.4	PVC	140	8
T-283	5.65	N-139	N-140	22.9	PVC	140	8
T-284	6.02	N-140	C-140	17.4	PVC	140	8
T-285	22.68	N-140	N-141	22.9	PVC	140	8
T-286	11.98	N-141	C-141	17.4	PVC	140	8
T-287	18.25	N-141	C-142	17.4	PVC	140	8
T-288	13.21	N-130	N-142	54.2	PVC	140	8
T-289	14.28	N-142	C-143	17.4	PVC	140	8
T-290	16.16	N-142	N-143	54.2	PVC	140	8
T-291	11.46	N-143	C-144	17.4	PVC	140	8
T-292	33.31	N-143	N-144	54.2	PVC	140	8
T-293	18.77	N-144	C-145	17.4	PVC	140	8
T-294	14.21	N-144	N-145	54.2	PVC	140	8
T-295	9.16	N-145	C-146	17.4	PVC	140	8
T-296	6.37	N-145	N-146	54.2	PVC	140	8
T-297	9.52	N-146	C-137	17.4	PVC	140	8
T-298	19.2	N-146	N-147	54.2	PVC	140	8
T-299	9.73	N-147	N-148	22.9	PVC	140	8
T-300	10.16	N-148	C-148	17.4	PVC	140	8
T-301	19.54	N-148	C-147	17.4	PVC	140	8
T-302	2.36	N-147	N-149	43.4	PVC	140	8
T-303	7.76	N-149	C-149	17.4	PVC	140	8
T-304	3.93	N-149	N-150	43.4	PVC	140	8
T-305	9.03	N-150	C-150	17.4	PVC	140	8
T-306	7.82	N-150	N-151	43.4	PVC	140	8
T-307	9.37	N-151	C-151	17.4	PVC	140	8
T-308	5.91	N-151	N-152	43.4	PVC	140	8
T-309	10.77	N-152	C-152	17.4	PVC	140	8
T-310	12.49	N-152	N-153	43.4	PVC	140	8
T-311	6.33	N-153	C-153	17.4	PVC	140	8
T-312	25.86	N-153	N-154	43.4	PVC	140	8
T-313	11.77	N-154	C-154	17.4	PVC	140	8
T-314	8.18	N-154	N-155	43.4	PVC	140	8
T-315	12.05	N-155	C-155	17.4	PVC	140	8
T-316	16.31	N-155	N-156	43.4	PVC	140	8
T-317	50.38	N-156	N-157	17.4	PVC	140	8
T-318	7.06	N-157	C-157	17.4	PVC	140	8
T-319	25.98	N-157	C-158	17.4	PVC	140	8
T-320	5.12	N-156	N-158	43.4	PVC	140	8
T-321	11.66	N-158	C-156	17.4	PVC	140	8
T-322	13.07	N-158	N-159	43.4	PVC	140	8
T-323	14.29	N-159	C-159	17.4	PVC	140	8

Tubería	Longitud (m)	Nodo Inicial	Nodo Final	Diámetro (mm)	Material	Hazen-Williams C	Edad (años)
T-324	14.21	N-159	N-160	43.4	PVC	140	8
T-325	16.17	N-160	C-160	17.4	PVC	140	8
T-326	3.44	N-160	N-161	43.4	PVC	140	8
T-327	11.57	N-161	C-161	17.4	PVC	140	8
T-328	13.75	N-161	N-162	43.4	PVC	140	8
T-329	10.54	N-162	C-162	17.4	PVC	140	8
T-330	5.91	N-162	N-163	43.4	PVC	140	8
T-331	33.02	N-163	N-164	29.4	PVC	140	8
T-332	12.68	N-164	C-163	17.4	PVC	140	8
T-333	12.2	N-164	N-195	29.4	PVC	140	8
T-334	14.58	N-195	C-164	17.4	PVC	140	8
T-335	5.93	N-195	CRP7-8	29.4	PVC	140	8
T-336	11.91	CRP7-8	N-166	22.9	PVC	140	8
T-337	11.22	N-166	C-165	17.4	PVC	140	8
T-338	6.2	N-166	N-167	22.9	PVC	140	8
T-339	13.94	N-167	N-168	17.4	PVC	140	8
T-340	6.18	N-168	C-167	17.4	PVC	140	8
T-341	12.24	N-168	C-168	17.4	PVC	140	8
T-342	6.02	N-167	N-169	22.9	PVC	140	8
T-343	5.26	N-169	C-166	17.4	PVC	140	8
T-344	12.56	N-169	N-170	22.9	PVC	140	8
T-345	6.83	N-170	C-169	17.4	PVC	140	8
T-346	3.69	N-170	N-171	22.9	PVC	140	8
T-347	23.24	N-171	C-171	17.4	PVC	140	8
T-348	7	N-171	N-172	22.9	PVC	140	8
T-349	36	N-172	C-170	17.4	PVC	140	8
T-350	14.05	N-172	C-172	17.4	PVC	140	8
T-351	18.1	N-163	N-173	43.4	PVC	140	8
T-352	40.46	N-173	N-174	22.9	PVC	140	8
T-353	6.28	N-174	C-176	17.4	PVC	140	8
T-354	44.7	N-174	N-175	22.9	PVC	140	8
T-355	7.67	N-175	C-177	17.4	PVC	140	8
T-356	2.91	N-175	N-176	22.9	PVC	140	8
T-357	7.22	N-176	C-178	17.4	PVC	140	8
T-358	28.05	N-176	C-179	17.4	PVC	140	8
T-359	28.89	N-173	N-177	43.4	PVC	140	8
T-360	13.1	N-177	C-180	17.4	PVC	140	8
T-361	16.1	N-177	N-178	43.4	PVC	140	8
T-362	8.03	N-178	C-181	17.4	PVC	140	8
T-363	11.99	N-178	N-179	43.4	PVC	140	8
T-364	20.92	N-179	C-182	17.4	PVC	140	8
T-365	2.4	N-179	CRP7-9	43.4	PVC	140	8
T-366	14.26	CRP7-9	N-180	29.4	PVC	140	8
T-367	13.74	N-180	C-183	17.4	PVC	140	8
T-368	21.94	N-180	N-181	29.4	PVC	140	8
T-369	5.33	N-181	N-182	29.4	PVC	140	8
T-370	12.15	N-182	C-184	17.4	PVC	140	8

Tubería	Longitud (m)	Nodo Inicial	Nodo Final	Diámetro (mm)	Material	Hazen-Williams C	Edad (años)
T-371	15.45	N-182	N-183	29.4	PVC	140	8
T-372	10.26	N-183	C-194	17.4	PVC	140	8
T-373	26.63	N-183	N-184	29.4	PVC	140	8
T-374	13.28	N-184	C-195	17.4	PVC	140	8
T-375	26.75	N-184	N-185	29.4	PVC	140	8
T-376	12.99	N-185	C-197	17.4	PVC	140	8
T-377	8.32	N-185	N-186	29.4	PVC	140	8
T-378	7.9	N-186	C-196	17.4	PVC	140	8
T-379	6.06	N-186	N-187	29.4	PVC	140	8
T-380	11.42	N-187	N-188	22.9	PVC	140	8
T-381	9.47	N-188	C-198	17.4	PVC	140	8
T-382	16.86	N-188	N-189	22.9	PVC	140	8
T-383	7.99	N-189	C-199	17.4	PVC	140	8
T-384	14.23	N-189	N-190	22.9	PVC	140	8
T-385	10.33	N-190	C-173	17.4	PVC	140	8
T-386	16.93	N-190	N-191	22.9	PVC	140	8
T-387	5.62	N-191	C-174	17.4	PVC	140	8
T-388	22.52	N-191	C-175	17.4	PVC	140	8
T-389	20.38	N-187	N-192	22.9	PVC	140	8
T-390	7.53	N-192	C-200	17.4	PVC	140	8
T-391	60.03	N-192	C-201	17.4	PVC	140	8
T-392	25.79	N-181	N-193	22.9	PVC	140	8
T-393	22.32	N-193	C-185	17.4	PVC	140	8
T-394	17.47	N-193	N-194	22.9	PVC	140	8
T-395	21.65	N-194	C-186	17.4	PVC	140	8
T-396	33.4	N-194	N-195	22.9	PVC	140	8
T-397	10.89	N-195	C-187	17.4	PVC	140	8
T-398	10.42	N-195	N-196	22.9	PVC	140	8
T-399	18.39	N-196	C-188	17.4	PVC	140	8
T-400	26.31	N-196	N-197	22.9	PVC	140	8
T-401	15.77	N-197	C-189	17.4	PVC	140	8
T-402	29.33	N-197	N-198	22.9	PVC	140	8
T-403	30.47	N-198	C-190	17.4	PVC	140	8
T-404	57.6	N-198	N-199	22.9	PVC	140	8
T-405	9.49	N-199	C-191	17.4	PVC	140	8
T-406	11.46	N-199	N-200	22.9	PVC	140	8
T-407	14.15	N-200	C-192	17.4	PVC	140	8
T-408	51.88	N-200	C-193	17.4	PVC	140	8
T-CON	86.55	MANATIAL	RES.	54.2	PVC	140	8

Anexo 2. Tuberías Sistema de Agua Potable San Sebastián

Tubería	Longitud (m)	Nodo Inicial	Nodo Final	Diámetro (mm)	Material	Hazen-Williams C	Edad (años)
T-1	17.23	Res	N-1	54.2	PVC	140	8
T-2	196.7	N-1	N-2	29.4	PVC	140	8
T-3	11.54	N-2	C-1	17.4	PVC	140	8
T-4	153.61	N-2	N-3	29.4	PVC	140	8
T-5	70.64	N-3	C-6	17.4	PVC	140	8
T-6	25.89	N-3	N-4	29.4	PVC	140	8
T-7	35.93	N-4	N-5	22.9	PVC	140	8
T-8	15.36	N-5	C-4	17.4	PVC	140	8
T-9	65.63	N-5	N-6	22.9	PVC	140	8
T-10	17.15	N-6	C-5	17.4	PVC	140	8
T-11	30.94	N-6	N-7	22.9	PVC	140	8
T-12	14.13	N-7	C-7	17.4	PVC	140	8
T-13	41.61	N-7	N-8	22.9	PVC	140	8
T-14	14.5	N-8	C-8	17.4	PVC	140	8
T-15	89.94	N-8	N-9	22.9	PVC	140	8
T-16	12.67	N-9	C-9	17.4	PVC	140	8
T-17	32.2	N-9	N-10	22.9	PVC	140	8
T-18	13.23	N-10	C-10	17.4	PVC	140	8
T-19	31.41	N-10	N-11	22.9	PVC	140	8
T-20	17.51	N-11	C-11	17.4	PVC	140	8
T-21	61.32	N-11	C-12	17.4	PVC	140	8
T-22	12.28	N-4	CRP7-8	29.4	PVC	140	8
T-23	34.24	CRP7-8	N-12	29.4	PVC	140	8
T-24	99.92	N-12	N-13	17.4	PVC	140	8
T-25	19.12	N-13	C-3	17.4	PVC	140	8
T-26	52.03	N-13	C-2	17.4	PVC	140	8
T-27	51.67	N-12	CRP7-9	29.4	PVC	140	8
T-28	36.43	CRP7-9	N-14	29.4	PVC	140	8
T-29	36.97	N-14	C-13	17.4	PVC	140	8
T-30	90.47	N-14	CRP7-10	29.4	PVC	140	8
T-31	12.91	CRP7-10	N-15	29.4	PVC	140	8
T-32	35.36	N-15	C-22	17.4	PVC	140	8
T-33	27.78	N-15	N-16	29.4	PVC	140	8
T-34	44.33	N-16	N-17	22.9	PVC	140	8
T-35	41.95	N-17	C-14	17.4	PVC	140	8
T-36	72.51	N-17	N-18	22.9	PVC	140	8
T-37	27.11	N-18	C-15	17.4	PVC	140	8
T-38	25.22	N-18	N-19	22.9	PVC	140	8
T-39	4.16	N-19	C-16	17.4	PVC	140	8
T-40	11.86	N-19	N-20	22.9	PVC	140	8
T-41	31.65	N-20	C-17	17.4	PVC	140	8
T-42	37.05	N-20	C-18	17.4	PVC	140	8
T-43	27.22	N-16	N-21	29.4	PVC	140	8
T-44	8.05	N-21	N-22	22.9	PVC	140	8
T-45	7.38	N-22	C-20	17.4	PVC	140	8

Tubería	Longitud (m)	Nodo Inicial	Nodo Final	Diámetro (mm)	Material	Hazen-Williams C	Edad (años)
T-46	22.64	N-22	C-19	17.4	PVC	140	8
T-47	15.87	N-21	N-23	29.4	PVC	140	8
T-48	7.55	N-23	C-21	17.4	PVC	140	8
T-49	13.29	N-23	N-24	29.4	PVC	140	8
T-50	47.82	N-24	N-25	22.9	PVC	140	8
T-51	38.8	N-25	C-23	17.4	PVC	140	8
T-52	12.37	N-25	N-26	22.9	PVC	140	8
T-53	17.79	N-26	C-26	17.4	PVC	140	8
T-54	17.24	N-26	C-24	17.4	PVC	140	8
T-55	13.74	N-24	N-27	29.4	PVC	140	8
T-56	19.97	N-27	C-25	17.4	PVC	140	8
T-57	11.52	N-27	CRP-11	29.4	PVC	140	8
T-58	103.98	CRP-11	N-28	29.4	PVC	140	8
T-59	82.19	N-28	C-27	17.4	PVC	140	8
T-60	26.75	N-28	N-29	29.4	PVC	140	8
T-61	56.28	N-29	N-30	22.9	PVC	140	8
T-62	44	N-30	C-31	17.4	PVC	140	8
T-63	15.42	N-30	N-31	22.9	PVC	140	8
T-64	28.93	N-31	C-30	17.4	PVC	140	8
T-65	9.21	N-31	N-32	22.9	PVC	140	8
T-66	25.68	N-32	C-29	17.4	PVC	140	8
T-67	16.15	N-32	N-33	22.9	PVC	140	8
T-68	21.88	N-33	C-28	17.4	PVC	140	8
T-69	29.48	N-33	N-34	22.9	PVC	140	8
T-70	45.36	N-34	C-39	17.4	PVC	140	8
T-71	85.11	N-34	N-35	22.9	PVC	140	8
T-72	9.8	N-35	C-41	17.4	PVC	140	8
T-73	8.61	N-35	N-36	22.9	PVC	140	8
T-74	18.83	N-36	C-40	17.4	PVC	140	8
T-75	34.3	N-36	CRP7-13	22.9	PVC	140	8
T-76	210.18	CRP7-13	N-37	22.9	PVC	140	8
T-77	38.46	N-37	C-44	17.4	PVC	140	8
T-78	49.16	N-37	C-49	17.4	PVC	140	8
T-79	6.02	N-29	CRP7-12	29.4	PVC	140	8
T-80	36.2	CRP7-12	N-38	29.4	PVC	140	8
T-81	6.06	N-38	C-32	17.4	PVC	140	8
T-82	6.48	N-38	N-39	29.4	PVC	140	8
T-83	17.72	N-39	N-40	22.9	PVC	140	8
T-84	12.93	N-40	C-33	17.4	PVC	140	8
T-85	15.98	N-40	N-41	22.9	PVC	140	8
T-86	4.74	N-41	C-34	17.4	PVC	140	8
T-87	8.61	N-41	N-42	22.9	PVC	140	8
T-88	19.97	N-42	C-35	17.4	PVC	140	8
T-89	9.11	N-42	N-43	22.9	PVC	140	8
T-90	10.08	N-43	C-36	17.4	PVC	140	8
T-91	16.99	N-43	N-44	22.9	PVC	140	8
T-92	6.76	N-44	C-37	17.4	PVC	140	8

Tubería	Longitud (m)	Nodo Inicial	Nodo Final	Diámetro (mm)	Material	Hazen-Williams C	Edad (años)
T-93	30.93	N-44	C-38	17.4	PVC	140	8
T-94	55.02	N-39	N-50	29.4	PVC	140	8
T-95	32.84	N-50	C-42	17.4	PVC	140	8
T-96	60.31	N-50	N-51	29.4	PVC	140	8
T-97	23.17	N-51	C-43	17.4	PVC	140	8
T-98	141	N-51	N-52	29.4	PVC	140	8
T-99	25.6	N-52	C-45	17.4	PVC	140	8
T-100	14.31	N-52	CRP7-14	29.4	PVC	140	8
T-101	30.63	CRP7-14	N-53	22.9	PVC	140	8
T-102	20.53	N-53	N-54	22.9	PVC	140	8
T-103	6.47	N-54	C-47	17.4	PVC	140	8
T-104	32.94	N-54	C-48	17.4	PVC	140	8
T-105	12.58	N-53	N-55	22.9	PVC	140	8
T-106	29.49	N-55	C-46	17.4	PVC	140	8
T-107	52.34	N-55	N-56	22.9	PVC	140	8
T-108	14.78	N-56	C-50	17.4	PVC	140	8
T-109	52.72	N-56	CRP7-15	17.4	PVC	140	8
T-110	92.06	CRP7-15	C-51	17.4	PVC	140	8
T-111	35.88	N-1	N-57	54.2	PVC	140	8
T-112	26.82	N-57	C-52	17.4	PVC	140	8
T-113	25.99	N-57	N-58	54.2	PVC	140	8
T-114	10.26	N-58	C-54	17.4	PVC	140	8
T-115	5.77	N-58	N-59	54.2	PVC	140	8
T-116	20.38	N-59	C-53	17.4	PVC	140	8
T-117	46.38	N-59	N-60	54.2	PVC	140	8
T-118	7.19	N-209	C-105	17.4	PVC	140	8
T-118	24.58	N-60	C-55	17.4	PVC	140	8
T-119	3.73	N-60	N-61	54.2	PVC	140	8
T-120	27.2	N-61	C-56	17.4	PVC	140	8
T-121	7.82	N-61	CRP7-1	54.2	PVC	140	8
T-122	46.28	CRP7-1	N-62	54.2	PVC	140	8
T-123	56.55	N-62	N-63	22.9	PVC	140	8
T-124	13.47	N-63	C-57	17.4	PVC	140	8
T-125	31.92	N-63	N-64	22.9	PVC	140	8
T-126	20.55	N-64	C-58	17.4	PVC	140	8
T-127	65.93	N-64	N-65	22.9	PVC	140	8
T-128	41.87	N-65	N-66	22.9	PVC	140	8
T-129	16.71	N-66	C-66	17.4	PVC	140	8
T-130	11.48	N-66	N-67	22.9	PVC	140	8
T-131	20.17	N-67	C-64	17.4	PVC	140	8
T-132	45.29	N-67	C-65	17.4	PVC	140	8
T-133	30.92	N-65	N-68	22.9	PVC	140	8
T-134	44.01	N-68	C-67	17.4	PVC	140	8
T-135	33.87	N-68	N-69	22.9	PVC	140	8
T-136	12.1	N-69	C-68	17.4	PVC	140	8
T-137	21.17	N-69	N-70	17.4	PVC	140	8
T-138	9.69	N-70	C-72	17.4	PVC	140	8

Tubería	Longitud (m)	Nodo Inicial	Nodo Final	Diámetro (mm)	Material	Hazen-Williams C	Edad (años)
T-139	5.04	N-70	N-70A	17.4	PVC	140	8
T-140	24.18	N-62	N-71	54.2	PVC	140	8
T-141	25.5	N-71	C-59	17.4	PVC	140	8
T-142	10.75	N-71	CRP7-2	54.2	PVC	140	8
T-143	12.59	CRP7-2	N-72	54.2	PVC	140	8
T-144	18.03	N-72	C-60	17.4	PVC	140	8
T-145	7.69	N-72	N-73	54.2	PVC	140	8
T-146	11.96	N-73	C-61	17.4	PVC	140	8
T-147	9.73	N-73	N-74	54.2	PVC	140	8
T-148	13.89	N-74	C-62	17.4	PVC	140	8
T-149	15.15	N-74	N-75	54.2	PVC	140	8
T-150	23.25	N-75	C-63	17.4	PVC	140	8
T-151	43.2	N-75	N-76	54.2	PVC	140	8
T-152	30.77	N-76	C-69	17.4	PVC	140	8
T-153	9.1	N-76	N-77	54.2	PVC	140	8
T-154	21.23	N-77	C-70	17.4	PVC	140	8
T-155	8.21	N-77	N-78	54.2	PVC	140	8
T-156	25.58	N-78	C-71	17.4	PVC	140	8
T-157	10.89	N-78	CRP7-3	54.2	PVC	140	8
T-158	38.46	CRP7-3	N-79	54.2	PVC	140	8
T-159	22.5	N-79	N-80	22.9	PVC	140	8
T-160	6.93	N-80	C-76	17.4	PVC	140	8
T-161	57.8	N-80	N-81	22.9	PVC	140	8
T-162	29.5	N-81	C-73	17.4	PVC	140	8
T-163	9.16	N-81	N-82	22.9	PVC	140	8
T-164	26.6	N-82	C-78	17.4	PVC	140	8
T-165	11.91	N-82	N-83	22.9	PVC	140	8
T-166	13.63	N-83	C-74	17.4	PVC	140	8
T-167	18.32	N-83	N-84	17.4	PVC	140	8
T-168	9.92	N-84	C-75	17.4	PVC	140	8
T-169	9.32	N-84	N-85	17.4	PVC	140	8
T-170	4.31	N-79	N-86	54.2	PVC	140	8
T-171	15.81	N-86	N-87	22.9	PVC	140	8
T-172	4.08	N-87	C-77	17.4	PVC	140	8
T-173	31.33	N-87	N-88	22.9	PVC	140	8
T-174	10.47	N-88	C-80	17.4	PVC	140	8
T-175	16.51	N-88	C-79	17.4	PVC	140	8
T-176	45.22	N-86	N-89	54.2	PVC	140	8
T-177	37.34	N-89	C-81	17.4	PVC	140	8
T-178	51.99	N-89	N-90	54.2	PVC	140	8
T-179	67.32	N-90	C-82	17.4	PVC	140	8
T-180	19.32	N-90	N-91	54.2	PVC	140	8
T-181	58.44	N-91	N-92	22.9	PVC	140	8
T-182	28.09	N-92	C-83	17.4	PVC	140	8
T-183	17.61	N-92	N-93	22.9	PVC	140	8
T-184	22.91	N-93	C-84	17.4	PVC	140	8
T-185	46.96	N-93	C-85	17.4	PVC	140	8

Tubería	Longitud (m)	Nodo Inicial	Nodo Final	Diámetro (mm)	Material	Hazen-Williams C	Edad (años)
T-186	10.98	N-91	CRP7-4	54.2	PVC	140	8
T-187	66.92	CRP7-4	N-94	54.2	PVC	140	8
T-188	17.02	N-94	C-87	17.4	PVC	140	8
T-189	8.42	N-94	N-95	54.2	PVC	140	8
T-190	5.52	N-95	C-88	17.4	PVC	140	8
T-191	18.18	N-95	N-96	54.2	PVC	140	8
T-192	58.4	N-96	C-86	17.4	PVC	140	8
T-193	13.32	N-96	N-97	54.2	PVC	140	8
T-194	24.12	N-97	C-89	17.4	PVC	140	8
T-195	15.73	N-97	N-98	54.2	PVC	140	8
T-196	22.89	N-98	C-90	17.4	PVC	140	8
T-197	31.47	N-98	N-99	54.2	PVC	140	8
T-199	30.34	N-99	C-92	17.4	PVC	140	8
T-200	11.23	N-99	N-100	54.2	PVC	140	8
T-201	31.33	N-100	C-91	17.4	PVC	140	8
T-202	4.65	N-100	CRP7-5	54.2	PVC	140	8
T-203	41.56	CRP7-5	N-201	54.2	PVC	140	8
T-204	9.68	N-201	N-202	22.9	PVC	140	8
T-205	8.96	N-202	C-93	17.4	PVC	140	8
T-206	30.71	N-202	N-203	22.9	PVC	140	8
T-207	10.74	N-203	C-102	17.4	PVC	140	8
T-208	10.47	N-203	N-204	22.9	PVC	140	8
T-209	69.8	N-204	C-111	17.4	PVC	140	8
T-210	31.1	N-204	N-205	22.9	PVC	140	8
T-211	13.43	N-205	C-109	17.4	PVC	140	8
T-212	41.31	N-205	N-206	22.9	PVC	140	8
T-213	18.38	N-206	C-103	17.4	PVC	140	8
T-214	15.62	N-206	N-207	22.9	PVC	140	8
T-215	9.79	N-207	C-112	17.4	PVC	140	8
T-216	28.14	N-207	N-208	22.9	PVC	140	8
T-217	4.54	N-208	C-104	17.4	PVC	140	8
T-218	8.88	N-208	N-209	22.9	PVC	140	8
T-219	14.6	N-209	N-210	22.9	PVC	140	8
T-220	32.41	N-210	C-106	17.4	PVC	140	8
T-221	10.16	N-210	N-211	22.9	PVC	140	8
T-222	11.52	N-211	C-107	17.4	PVC	140	8
T-223	22.54	N-211	N-212	22.9	PVC	140	8
T-224	47.31	N-212	C-108	17.4	PVC	140	8
T-225	42.84	N-212	C-123	17.4	PVC	140	8
T-226	8.43	N-201	N-213	54.2	PVC	140	8
T-227	20.64	N-213	N-214	22.9	PVC	140	8
T-228	13.32	N-214	C-110	17.4	PVC	140	8
T-229	52.9	N-214	N-215	22.9	PVC	140	8
T-230	17.05	N-215	C-94	17.4	PVC	140	8
T-231	42.08	N-215	N-216	22.9	PVC	140	8
T-232	12.88	N-216	C-95	17.4	PVC	140	8
T-233	21.28	N-216	N-217	22.9	PVC	140	8

Tubería	Longitud (m)	Nodo Inicial	Nodo Final	Diámetro (mm)	Material	Hazen-Williams C	Edad (años)
T-234	7.09	N-217	C-96	17.4	PVC	140	8
T-235	12.81	N-217	N-218	22.9	PVC	140	8
T-236	41.58	N-218	C-98	17.4	PVC	140	8
T-237	3.76	N-218	N-219	22.9	PVC	140	8
T-238	9.72	N-219	C-97	17.4	PVC	140	8
T-239	12.01	N-219	N-220	22.9	PVC	140	8
T-240	10.74	N-220	C-99	17.4	PVC	140	8
T-241	23.49	N-220	N-221	22.9	PVC	140	8
T-242	11.94	N-221	C-100	17.4	PVC	140	8
T-243	7.93	N-221	C-101	17.4	PVC	140	8
T-244	42.51	N-213	N-222	29.4	PVC	140	8
T-245	11.53	N-222	C-114	17.4	PVC	140	8
T-246	20.21	N-222	N-223	29.4	PVC	140	8
T-247	16.57	N-223	C-115	17.4	PVC	140	8
T-248	24.87	N-223	N-224	29.4	PVC	140	8
T-249	18.58	N-224	C-116	17.4	PVC	140	8
T-250	4.81	N-224	N-225	29.4	PVC	140	8
T-251	21.37	N-225	C-117	17.4	PVC	140	8
T-252	15.65	N-225	N-226	29.4	PVC	140	8
T-253	45.31	N-226	C-113	17.4	PVC	140	8
T-254	5.84	N-226	N-227	29.4	PVC	140	8
T-255	12.13	N-227	C-118	17.4	PVC	140	8
T-256	6.46	N-227	N-228	29.4	PVC	140	8
T-257	12.58	N-228	C-120	17.4	PVC	140	8
T-258	4.03	N-228	N-229	29.4	PVC	140	8
T-259	10.02	N-229	C-119	17.4	PVC	140	8
T-260	20.81	N-229	N-230	29.4	PVC	140	8
T-261	38.29	N-230	N-231	22.9	PVC	140	8
T-262	9.13	N-231	C-125	17.4	PVC	140	8
T-263	12.83	N-231	N-232	22.9	PVC	140	8
T-264	11.85	N-232	C-121	17.4	PVC	140	8
T-265	15.21	N-232	N-233	22.9	PVC	140	8
T-266	7.36	N-233	C-124	17.4	PVC	140	8
T-267	18.08	N-233	C-122	17.4	PVC	140	8
T-268	15.88	N-230	N-234	22.9	PVC	140	8
T-269	14.04	N-234	C-128	17.4	PVC	140	8
T-270	27.32	N-234	N-235	22.9	PVC	140	8
T-271	9.28	N-235	C-130	17.4	PVC	140	8
T-272	13.84	N-235	N-236	22.9	PVC	140	8
T-273	12.23	N-236	C-129	17.4	PVC	140	8
T-274	10.61	N-236	N-237	22.9	PVC	140	8
T-275	9	N-237	C-131	17.4	PVC	140	8
T-276	9.9	N-237	N-238	22.9	PVC	140	8
T-277	9	N-238	C-132	17.4	PVC	140	8
T-278	10.49	N-238	N-239	22.9	PVC	140	8
T-279	9	N-239	C-133	17.4	PVC	140	8
T-280	12.99	N-239	N-240	22.9	PVC	140	8

Tubería	Longitud (m)	Nodo Inicial	Nodo Final	Diámetro (mm)	Material	Hazen-Williams C	Edad (años)
T-281	9	N-240	C-134	17.4	PVC	140	8
T-282	18.21	N-240	N-241	22.9	PVC	140	8
T-283	10.3	N-241	C-135	17.4	PVC	140	8
T-284	3.05	N-241	N-242	22.9	PVC	140	8
T-285	3.69	N-230	N-243	29.4	PVC	140	8
T-286	5.04	N-243	C-126	17.4	PVC	140	8
T-287	8.82	N-243	N-244	29.4	PVC	140	8
T-288	7.95	N-244	C-127	17.4	PVC	140	8
T-289	13.65	N-244	N-245	29.4	PVC	140	8
T-290	13.44	N-245	N-246	22.9	PVC	140	8
T-291	3.9	N-246	C-138	17.4	PVC	140	8
T-292	38.35	N-246	N-247	22.9	PVC	140	8
T-293	7.15	N-247	N-248	17.4	PVC	140	8
T-294	6.42	N-248	C-137	17.4	PVC	140	8
T-295	17.81	N-248	C-136	17.4	PVC	140	8
T-296	21.08	N-247	N-249	22.9	PVC	140	8
T-297	2.9	N-249	N-250	22.9	PVC	140	8
T-298	25.1	N-250	C-140	17.4	PVC	140	8
T-299	12.55	N-250	C-139	17.4	PVC	140	8
T-300	7.62	N-249	N-251	22.9	PVC	140	8
T-301	20.36	N-249	C-141	17.4	PVC	140	8
T-302	5.86	N-245	CRP7-6	29.4	PVC	140	8
T-303	95.23	CRP7-6	N-252	29.4	PVC	140	8
T-304	26.44	N-252	C-142	17.4	PVC	140	8
T-305	20.4	N-252	N-253	29.4	PVC	140	8
T-306	37.57	N-253	N-254	22.9	PVC	140	8
T-307	13.54	N-254	C-143	17.4	PVC	140	8
T-308	24.23	N-254	C-144	17.4	PVC	140	8
T-309	53.82	N-253	N-255	29.4	PVC	140	8
T-310	35.57	N-255	N-256	22.9	PVC	140	8
T-311	12.95	N-256	C-148	17.4	PVC	140	8
T-312	16.8	N-256	C-149	17.4	PVC	140	8
T-314	16.84	N-257	N-258	22.9	PVC	140	8
T-315	12.35	N-258	C-146	17.4	PVC	140	8
T-316	26.11	N-258	C-145	17.4	PVC	140	8
T-317	8.57	N-257	N-259	29.4	PVC	140	8
T-318	9.63	N-259	C-147	17.4	PVC	140	8
T-319	11.28	N-259	N-260	29.4	PVC	140	8
T-320	30.48	N-260	N-261	22.9	PVC	140	8
T-321	8.64	N-261	C-150	17.4	PVC	140	8
T-322	30.39	N-261	C-151	17.4	PVC	140	8
T-323	3.06	N-260	CRP7-7	29.4	PVC	140	8
T-324	38.87	CRP7-7	N-262	22.9	PVC	140	8
T-325	39.48	N-262	C-152	17.4	PVC	140	8
T-326	10.85	N-262	N-263	22.9	PVC	140	8
T-327	13.83	N-263	C-153	17.4	PVC	140	8
T-328	11.15	N-263	N-264	22.9	PVC	140	8

Tubería	Longitud (m)	Nodo Inicial	Nodo Final	Diámetro (mm)	Material	Hazen-Williams C	Edad (años)
T-329	7.62	N-264	C-154	17.4	PVC	140	8
T-330	41.91	N-264	N-265	22.9	PVC	140	8
T-331	23.46	N-265	C-155	17.4	PVC	140	8
T-332	8.72	N-265	N-266	22.9	PVC	140	8
T-333	3.77	N-266	C-156	17.4	PVC	140	8
T-334	4.5	N-266	N-267	22.9	PVC	140	8
T-3013	2.67	N-255	N-257	29.4	PVC	140	8
T-COND	140.94	CAP.	Res.	54.2	PVC	140	8

Anexo 3. Caudales Sistema de Agua Potable sector Bellavista

Vivienda	Elevación (msnm)	N° Personas		Dotación (l/día)		Qp (l/día)	Qp (l/s)	Qmd (l/s)	Qmh (l/s)
		Sin alcantarillado	Con alcantarillado	Sin alcantarillado	Con alcantarillado				
C-1	2,895.36	3		150		150	0.0017	0.0023	0.0045
C-2	2,895.80	1		50		50	0.0006	0.0008	0.0015
C-3	2,889.61	3		150		150	0.0017	0.0023	0.0045
C-4	2,908.61	6		300		300	0.0035	0.0045	0.0090
C-5	2,891.78	1		50		50	0.0006	0.0008	0.0015
C-6	2,876.58	3		150		150	0.0017	0.0023	0.0045
C-7	2,868.55	1		50		50	0.0006	0.0008	0.0015
C-8	2,872.40	1		50		50	0.0006	0.0008	0.0015
C-9	2,848.79	3		150		150	0.0017	0.0023	0.0045
C-10	2,844.33	2		100		100	0.0012	0.0015	0.0030
C-11	2,833.09	2		100		100	0.0012	0.0015	0.0030
C-12	2,835.00	3		150		150	0.0017	0.0023	0.0045
C-13	2,837.83	1		50		50	0.0006	0.0008	0.0015
C-14	2,840.21	1		50		50	0.0006	0.0008	0.0015
C-15	2,835.18	2		100		100	0.0012	0.0015	0.0030
C-16	2,823.53	3		150		150	0.0017	0.0023	0.0045
C-17	2,823.03	1		50		50	0.0006	0.0008	0.0015
C-18	2,813.21	5		250		250	0.0029	0.0038	0.0075
C-19	2,813.68	1		50		50	0.0006	0.0008	0.0015
C-20	2,808.46	4		200		200	0.0023	0.0030	0.0060
C-21	2,808.51	2		100		100	0.0012	0.0015	0.0030
C-22	2,806.63	6		300		300	0.0035	0.0045	0.0090
C-23	2,803.45	2		100		100	0.0012	0.0015	0.0030
C-24	2,806.09	4		200		200	0.0023	0.0030	0.0060
C-25	2,812.93	1		50		50	0.0006	0.0008	0.0015
C-26	2,787.95	2		100		100	0.0012	0.0015	0.0030
C-27	2,780.91	3		150		150	0.0017	0.0023	0.0045
C-28	2,775.21	6		300		300	0.0035	0.0045	0.0090
C-29	2,770.40	1		50		50	0.0006	0.0008	0.0015
C-30	2,772.08	1		50		50	0.0006	0.0008	0.0015
C-31	2,768.02	4		200		200	0.0023	0.0030	0.0060

Vivienda	Elevación (msnm)	N° Personas		Dotación (l/día)		Qp (l/día)	Qp (l/s)	Qmd (l/s)	Qmh (l/s)
		Sin alcantarillado	Con alcantarillado	Sin alcantarillado	Con alcantarillado				
C-32	2,815.78	1		50		50	0.0006	0.0008	0.0015
C-33	2,813.93	1		50		50	0.0006	0.0008	0.0015
C-34	2,808.41	4		200		200	0.0023	0.0030	0.0060
C-35	2,806.91	5		250		250	0.0029	0.0038	0.0075
C-36	2,800.80	1		50		50	0.0006	0.0008	0.0015
C-37	2,784.62	4		200		200	0.0023	0.0030	0.0060
C-38	2,770.91	1		50		50	0.0006	0.0008	0.0015
C-39	2,759.35	1		50		50	0.0006	0.0008	0.0015
C-40	2,773.61	1		50		50	0.0006	0.0008	0.0015
C-41	2,761.59	1		50		50	0.0006	0.0008	0.0015
C-42	2,760.90	4		200		200	0.0023	0.0030	0.0060
C-43	2,760.64	1		50		50	0.0006	0.0008	0.0015
C-44	2,753.00	1		50		50	0.0006	0.0008	0.0015
C-45	2,739.33	3		150		150	0.0017	0.0023	0.0045
C-46	2,748.47	2		100		100	0.0012	0.0015	0.0030
C-47	2,754.40	3		150		150	0.0017	0.0023	0.0045
C-48	2,758.65	1		50		50	0.0006	0.0008	0.0015
C-49	2,746.77	4		200		200	0.0023	0.0030	0.0060
C-50	2,747.99	3		150		150	0.0017	0.0023	0.0045
C-51	2,741.98	2		100		100	0.0012	0.0015	0.0030
C-52	2,742.83	1		50		50	0.0006	0.0008	0.0015
C-53	2,742.13	2		100		100	0.0012	0.0015	0.0030
C-54	2,735.97	2		100		100	0.0012	0.0015	0.0030
C-55	2,724.14	5		250		250	0.0029	0.0038	0.0075
C-56	2,710.26		3		240	240	0.0028	0.0036	0.0072
C-57	2,708.14		1		80	80	0.0009	0.0012	0.0024
C-58	2,700.41		2		160	160	0.0019	0.0024	0.0048
C-59	2,693.16		2		160	160	0.0019	0.0024	0.0048
C-60	2,685.44		1		80	80	0.0009	0.0012	0.0024
C-61	2,687.25		3		240	240	0.0028	0.0036	0.0072
C-62	2,681.85		3		240	240	0.0028	0.0036	0.0072
C-63	2,679.68		1		80	80	0.0009	0.0012	0.0024
C-64	2,678.13		1		80	80	0.0009	0.0012	0.0024
C-65	2,676.74		1		80	80	0.0009	0.0012	0.0024
C-66	2,674.69		1		80	80	0.0009	0.0012	0.0024
C-67	2,677.06		1		80	80	0.0009	0.0012	0.0024
C-68	2,675.00		2		160	160	0.0019	0.0024	0.0048
C-69	2,671.32		3		240	240	0.0028	0.0036	0.0072
C-70	2,672.78		2		160	160	0.0019	0.0024	0.0048
C-71	2,670.82		1		80	80	0.0009	0.0012	0.0024
C-72	2,669.31		2		160	160	0.0019	0.0024	0.0048
C-73	2,668.12		3		240	240	0.0028	0.0036	0.0072
C-74	2,668.08		5		400	400	0.0046	0.0060	0.0120
C-75	2,666.64		2		160	160	0.0019	0.0024	0.0048

Vivienda	Elevación (msnm)	N° Personas		Dotación (l/día)		Qp (l/día)	Qp (l/s)	Qmd (l/s)	Qmh (l/s)
		Sin alcantarillado	Con alcantarillado	Sin alcantarillado	Con alcantarillado				
C-76	2,666.47		1		80	80	0.0009	0.0012	0.0024
C-77	2,668.34		1		80	80	0.0009	0.0012	0.0024
C-78	2,666.73		4		320	320	0.0037	0.0048	0.0096
C-79	2,668.91		1		80	80	0.0009	0.0012	0.0024
C-80	2,669.87		3		240	240	0.0028	0.0036	0.0072
C-81	2,657.50	1		50		50	0.0006	0.0008	0.0015
C-82	2,652.87		3		240	240	0.0028	0.0036	0.0072
C-83	2,648.47		2		160	160	0.0019	0.0024	0.0048
C-84	2,643.61	1		50		50	0.0006	0.0008	0.0015
C-85	2,636.89	4		200		200	0.0023	0.0030	0.0060
C-86	2,634.37	1		50		50	0.0006	0.0008	0.0015
C-87	2,636.00	5		250		250	0.0029	0.0038	0.0075
C-88	2,619.72	3		150		150	0.0017	0.0023	0.0045
C-89	2,665.00		2		160	160	0.0019	0.0024	0.0048
C-90	2,662.33		6		480	480	0.0056	0.0072	0.0144
C-91	2,662.02		1		80	80	0.0009	0.0012	0.0024
C-92	2,660.54		5		400	400	0.0046	0.0060	0.0120
C-93	2,662.27		81		6480	6480	0.0750	0.0975	0.1950
C-94	2,658.87		5		400	400	0.0046	0.0060	0.0120
C-95	2,656.73		2		160	160	0.0019	0.0024	0.0048
C-96	2,653.38		1		80	80	0.0009	0.0012	0.0024
C-97	2,646.30		3		240	240	0.0028	0.0036	0.0072
C-98	2,626.73		3		240	240	0.0028	0.0036	0.0072
C-99	2,625.33	1		50		50	0.0006	0.0008	0.0015
C-100	2,627.86		3		240	240	0.0028	0.0036	0.0072
C-101	2,624.43		2		160	160	0.0019	0.0024	0.0048
C-102	2,718.30	2		100		100	0.0012	0.0015	0.0030
C-103	2,721.34	1		50		50	0.0006	0.0008	0.0015
C-104	2,714.95	3		150		150	0.0017	0.0023	0.0045
C-105	2,699.08		8		640	640	0.0074	0.0096	0.0193
C-106	2,691.45	1		50		50	0.0006	0.0008	0.0015
C-107	2,697.64	1		50		50	0.0006	0.0008	0.0015
C-108	2,688.53		6		480	480	0.0056	0.0072	0.0144
C-109	2,696.92	4		200		200	0.0023	0.0030	0.0060
C-110	2,693.37		1		80	80	0.0009	0.0012	0.0024
C-111	2,694.32	1		50		50	0.0006	0.0008	0.0015
C-112	2,684.70		5		400	400	0.0046	0.0060	0.0120
C-113	2,680.93		1		80	80	0.0009	0.0012	0.0024
C-114	2,683.22		3		240	240	0.0028	0.0036	0.0072
C-115	2,677.71		4		320	320	0.0037	0.0048	0.0096
C-116	2,679.15		110		8800	8800	0.1019	0.1324	0.2648
C-117	2,673.33	1		50		50	0.0006	0.0008	0.0015
C-118	2,672.88		4		320	320	0.0037	0.0048	0.0096
C-119	2,671.89		7		560	560	0.0065	0.0084	0.0169

Vivienda	Elevación (msnm)	N° Personas		Dotación (l/día)		Qp (l/día)	Qp (l/s)	Qmd (l/s)	Qmh (l/s)
		Sin alcantarillado	Con alcantarillado	Sin alcantarillado	Con alcantarillado				
C-120	2,673.63		7		560	560	0.0065	0.0084	0.0169
C-121	2,669.09		5		400	400	0.0046	0.0060	0.0120
C-122	2,670.62		5		400	400	0.0046	0.0060	0.0120
C-123	2,668.74		1		80	80	0.0009	0.0012	0.0024
C-124	2,669.02		5		400	400	0.0046	0.0060	0.0120
C-125	2,669.75		3		240	240	0.0028	0.0036	0.0072
C-126	2,666.00	1		50		50	0.0006	0.0008	0.0015
C-127	2,666.54		1		80	80	0.0009	0.0012	0.0024
C-128	2,671.21		1		80	80	0.0009	0.0012	0.0024
C-129	2,671.36		3		240	240	0.0028	0.0036	0.0072
C-130	2,667.98	4		200		200	0.0023	0.0030	0.0060
C-131	2,671.44		6		480	480	0.0056	0.0072	0.0144
C-132	2,668.56		1		80	80	0.0009	0.0012	0.0024
C-133	2,672.04		3		240	240	0.0028	0.0036	0.0072
C-134	2,663.14	1		50		50	0.0006	0.0008	0.0015
C-135	2,666.91	1		50		50	0.0006	0.0008	0.0015
C-136	2,660.00	1		50		50	0.0006	0.0008	0.0015
C-137	2,653.63		29		2320	2320	0.0269	0.0349	0.0698
C-138	2,651.83		4		320	320	0.0037	0.0048	0.0096
C-139	2,649.36	1		50		50	0.0006	0.0008	0.0015
C-140	2,646.03	3		150		150	0.0017	0.0023	0.0045
C-141	2,643.41	1		50		50	0.0006	0.0008	0.0015
C-142	2,644.90		2		160	160	0.0019	0.0024	0.0048
C-143	2,665.95		6		480	480	0.0056	0.0072	0.0144
C-144	2,662.41		2		160	160	0.0019	0.0024	0.0048
C-145	2,657.29		4		320	320	0.0037	0.0048	0.0096
C-146	2,654.74	1		50		50	0.0006	0.0008	0.0015
C-147	2,647.46		2		160	160	0.0019	0.0024	0.0048
C-148	2,648.54	1		50		50	0.0006	0.0008	0.0015
C-149	2,648.59		5		400	400	0.0046	0.0060	0.0120
C-150	2,647.86		1		80	80	0.0009	0.0012	0.0024
C-151	2,647.55		1		80	80	0.0009	0.0012	0.0024
C-152	2,646.89		1		80	80	0.0009	0.0012	0.0024
C-153	2,646.39		1		80	80	0.0009	0.0012	0.0024
C-154	2,638.51		3		240	240	0.0028	0.0036	0.0072
C-155	2,638.53	1		50		50	0.0006	0.0008	0.0015
C-156	2,631.70		1		80	80	0.0009	0.0012	0.0024
C-157	2,628.14	1		50		50	0.0006	0.0008	0.0015
C-158	2,627.25	3		150		150	0.0017	0.0023	0.0045
C-159	2,631.85		4		320	320	0.0037	0.0048	0.0096
C-160	2,630.27		4		320	320	0.0037	0.0048	0.0096
C-161	2,625.24	1		50		50	0.0006	0.0008	0.0015
C-162	2,622.31	1		50		50	0.0006	0.0008	0.0015
C-163	2,621.55		4		320	320	0.0037	0.0048	0.0096

Vivienda	Elevación (msnm)	N° Personas		Dotación (l/día)		Qp (l/día)	Qp (l/s)	Qmd (l/s)	Qmh (l/s)
		Sin alcantarillado	Con alcantarillado	Sin alcantarillado	Con alcantarillado				
C-164	2,622.89	1		50		50	0.0006	0.0008	0.0015
C-165	2,617.92	1		50		50	0.0006	0.0008	0.0015
C-166	2,616.75	1		50		50	0.0006	0.0008	0.0015
C-167	2,617.60	2		100		100	0.0012	0.0015	0.0030
C-168	2,618.43	1		50		50	0.0006	0.0008	0.0015
C-169	2,613.39	3		150		150	0.0017	0.0023	0.0045
C-170	2,612.31	3		150		150	0.0017	0.0023	0.0045
C-171	2,610.00	4		200		200	0.0023	0.0030	0.0060
C-172	2,609.42		4		320	320	0.0037	0.0048	0.0096
C-173	2,589.38	1		50		50	0.0006	0.0008	0.0015
C-174	2,587.21		3		240	240	0.0028	0.0036	0.0072
C-175	2,585.71	4		200		200	0.0023	0.0030	0.0060
C-176	2,610.38	1		50		50	0.0006	0.0008	0.0015
C-177	2,602.21		1		80	80	0.0009	0.0012	0.0024
C-178	2,600.83		4		320	320	0.0037	0.0048	0.0096
C-179	2,596.90	1		50		50	0.0006	0.0008	0.0015
C-180	2,613.09	1		50		50	0.0006	0.0008	0.0015
C-181	2,610.41		4		320	320	0.0037	0.0048	0.0096
C-182	2,615.68		1		80	80	0.0009	0.0012	0.0024
C-183	2,607.54		3		240	240	0.0028	0.0036	0.0072
C-184	2,602.26		3		240	240	0.0028	0.0036	0.0072
C-185	2,600.47	3		150		150	0.0017	0.0023	0.0045
C-186	2,601.94	1		50		50	0.0006	0.0008	0.0015
C-187	2,598.26	2		100		100	0.0012	0.0015	0.0030
C-188	2,594.85	2		100		100	0.0012	0.0015	0.0030
C-189	2,591.28	4		200		200	0.0023	0.0030	0.0060
C-190	2,585.74	2		100		100	0.0012	0.0015	0.0030
C-191	2,576.60	1		50		50	0.0006	0.0008	0.0015
C-192	2,573.20	1		50		50	0.0006	0.0008	0.0015
C-193	2,565.48	1		50		50	0.0006	0.0008	0.0015
C-194	2,601.72	1		50		50	0.0006	0.0008	0.0015
C-195	2,595.42		1		80	80	0.0009	0.0012	0.0024
C-196	2,592.42	1		50		50	0.0006	0.0008	0.0015
C-197	2,590.99	1		50		50	0.0006	0.0008	0.0015
C-198	2,590.27	1		50		50	0.0006	0.0008	0.0015
C-199	2,589.88	1		50		50	0.0006	0.0008	0.0015
C-200	2,587.93	1		50		50	0.0006	0.0008	0.0015
C-201	2,585.65	1		50		50	0.0006	0.0008	0.0015
TOTAL:						48210	0.56	0.73	1.45

Anexo 4. Caudales Sistema de Agua Potable sector San Sebastián

Vivienda	Elevación (msnm)	N° Personas		Dotación (l/día)		Qp (l/día)	Qp (l/s)	Qmd (l/s)	Qmh (l/s)
		Sin alcantarillado	Con alcantarillado	Sin alcantarillado	Con alcantarillado				
C-1	2,947.45	2		100		100	0.0012	0.0015	0.0030
C-2	2,883.29	4		200		200	0.0023	0.0030	0.0060
C-3	2,892.93	1		50		50	0.0006	0.0008	0.0015
C-4	2,904.29	4		200		200	0.0023	0.0030	0.0060
C-5	2,902.56	7		350		350	0.0041	0.0053	0.0105
C-6	2,911.32	1		50		50	0.0006	0.0008	0.0015
C-7	2,902.02	4		200		200	0.0023	0.0030	0.0060
C-8	2,899.34	1		50		50	0.0006	0.0008	0.0015
C-9	2,896.42	1		50		50	0.0006	0.0008	0.0015
C-10	2,894.02	1		50		50	0.0006	0.0008	0.0015
C-11	2,892.73	5		250		250	0.0029	0.0038	0.0075
C-12	2,894.50	8		400		400	0.0046	0.0060	0.0120
C-13	2,838.39	1		50		50	0.0006	0.0008	0.0015
C-14	2,777.33	1		50		50	0.0006	0.0008	0.0015
C-15	2,782.91	1		50		50	0.0006	0.0008	0.0015
C-16	2,793.67	1		50		50	0.0006	0.0008	0.0015
C-17	2,782.53	1		50		50	0.0006	0.0008	0.0015
C-18	2,796.95	3		150		150	0.0017	0.0023	0.0045
C-19	2,779.79	3		150		150	0.0017	0.0023	0.0045
C-20	2,780.38	3		150		150	0.0017	0.0023	0.0045
C-21	2,780.45	5		250		250	0.0029	0.0038	0.0075
C-22	2,795.05	6		300		300	0.0035	0.0045	0.0090
C-23	2,771.27	1		50		50	0.0006	0.0008	0.0015
C-24	2,766.77	3		150		150	0.0017	0.0023	0.0045
C-25	2,761.61	1		50		50	0.0006	0.0008	0.0015
C-26	2,763.25	1		50		50	0.0006	0.0008	0.0015
C-27	2,722.24	1		50		50	0.0006	0.0008	0.0015
C-28	2,699.52	1		50		50	0.0006	0.0008	0.0015
C-29	2,697.91		3		240	240	0.0028	0.0036	0.0072
C-30	2,696.04		3		240	240	0.0028	0.0036	0.0072
C-31	2,692.29	1		50		50	0.0006	0.0008	0.0015
C-32	2,695.39	1		50		50	0.0006	0.0008	0.0015
C-33	2,688.52	1		50		50	0.0006	0.0008	0.0015
C-34	2,693.10		1		80	80	0.0009	0.0012	0.0024
C-35	2,685.00	1		50		50	0.0006	0.0008	0.0015
C-36	2,694.11	1		50		50	0.0006	0.0008	0.0015
C-37	2,693.19		6		480	480	0.0056	0.0072	0.0144
C-38	2,686.28		3		240	240	0.0028	0.0036	0.0072
C-39	2,701.98		3		240	240	0.0028	0.0036	0.0072
C-40	2,701.51		5		400	400	0.0046	0.0060	0.0120
C-41	2,698.21	1		50		50	0.0006	0.0008	0.0015
C-42	2,690.53	1		50		50	0.0006	0.0008	0.0015
C-43	2,678.41	1		50		50	0.0006	0.0008	0.0015
C-44	2,648.50	1		50		50	0.0006	0.0008	0.0015
C-45	2,643.64	5		250		250	0.0029	0.0038	0.0075

Vivienda	Elevación (msnm)	N° Personas		Dotación (l/día)		Qp (l/día)	Qp (l/s)	Qmd (l/s)	Qmh (l/s)
		Sin alcantarillado	Con alcantarillado	Sin alcantarillado	Con alcantarillado				
C-46	2,629.85	5		250		250	0.0029	0.0038	0.0075
C-47	2,635.48	5		250		250	0.0029	0.0038	0.0075
C-48	2,636.24	4		200		200	0.0023	0.0030	0.0060
C-49	2,645.50	1		50		50	0.0006	0.0008	0.0015
C-50	2,622.46	5		250		250	0.0029	0.0038	0.0075
C-51	2,583.00	5		250		250	0.0029	0.0038	0.0075
C-52	2,943.03	2		100		100	0.0012	0.0015	0.0030
C-53	2,940.34	4		200		200	0.0023	0.0030	0.0060
C-54	2,938.38	1		50		50	0.0006	0.0008	0.0015
C-55	2,925.31	4		200		200	0.0023	0.0030	0.0060
C-56	2,917.85	1		50		50	0.0006	0.0008	0.0015
C-57	2,882.71	1		50		50	0.0006	0.0008	0.0015
C-58	2,881.59	6		300		300	0.0035	0.0045	0.0090
C-59	2,876.62	2		100		100	0.0012	0.0015	0.0030
C-60	2,871.37	1		50		50	0.0006	0.0008	0.0015
C-61	2,870.00	3		150		150	0.0017	0.0023	0.0045
C-62	2,865.55	2		100		100	0.0012	0.0015	0.0030
C-63	2,859.55	3		150		150	0.0017	0.0023	0.0045
C-64	2,862.10	1		50		50	0.0006	0.0008	0.0015
C-65	2,856.30	1		50		50	0.0006	0.0008	0.0015
C-66	2,847.53	3		150		150	0.0017	0.0023	0.0045
C-67	2,839.18	5		250		250	0.0029	0.0038	0.0075
C-68	2,826.20	1		50		50	0.0006	0.0008	0.0015
C-69	2,838.36	3		150		150	0.0017	0.0023	0.0045
C-70	2,835.76	1		50		50	0.0006	0.0008	0.0015
C-71	2,829.24	2		100		100	0.0012	0.0015	0.0030
C-72	2,819.22	1		50		50	0.0006	0.0008	0.0015
C-73	2,805.05	5		250		250	0.0029	0.0038	0.0075
C-74	2,799.46	1		50		50	0.0006	0.0008	0.0015
C-75	2,794.49	1		50		50	0.0006	0.0008	0.0015
C-76	2,813.95	2		100		100	0.0012	0.0015	0.0030
C-77	2,814.02	2		100		100	0.0012	0.0015	0.0030
C-78	2,803.09	2		100		100	0.0012	0.0015	0.0030
C-79	2,806.50	6		300		300	0.0035	0.0045	0.0090
C-80	2,808.00	1		50		50	0.0006	0.0008	0.0015
C-81	2,797.37	7		350		350	0.0041	0.0053	0.0105
C-82	2,775.93	2		100		100	0.0012	0.0015	0.0030
C-83	2,775.76	1		50		50	0.0006	0.0008	0.0015
C-84	2,768.96	1		50		50	0.0006	0.0008	0.0015
C-85	2,762.51	2		100		100	0.0012	0.0015	0.0030
C-86	2,743.56	1		50		50	0.0006	0.0008	0.0015
C-87	2,758.29	1		50		50	0.0006	0.0008	0.0015
C-88	2,757.21	1		50		50	0.0006	0.0008	0.0015
C-89	2,748.41	2		100		100	0.0012	0.0015	0.0030
C-90	2,741.55	2		100		100	0.0012	0.0015	0.0030
C-91	2,730.42	2		100		100	0.0012	0.0015	0.0030

Vivienda	Elevación (msnm)	N° Personas		Dotación (l/día)		Qp (l/día)	Qp (l/s)	Qmd (l/s)	Qmh (l/s)
		Sin alcantarillado	Con alcantarillado	Sin alcantarillado	Con alcantarillado				
C-92	2,731.60	2		100		100	0.0012	0.0015	0.0030
C-93	2,715.20	1		50		50	0.0006	0.0008	0.0015
C-94	2,705.22	4		200		200	0.0023	0.0030	0.0060
C-95	2,690.36	3		150		150	0.0017	0.0023	0.0045
C-96	2,683.77		1		80	80	0.0009	0.0012	0.0024
C-97	2,681.07	3		150		150	0.0017	0.0023	0.0045
C-98	2,687.91	4		200		200	0.0023	0.0030	0.0060
C-99	2,678.25	4		200		200	0.0023	0.0030	0.0060
C-100	2,673.48		2		160	160	0.0019	0.0024	0.0048
C-101	2,675.00		1		80	80	0.0009	0.0012	0.0024
C-102	2,714.82		4		320	320	0.0037	0.0048	0.0096
C-103	2,705.52	1		50		50	0.0006	0.0008	0.0015
C-104	2,701.93		6		480	480	0.0056	0.0072	0.0144
C-105	2,698.03	1		50		50	0.0006	0.0008	0.0015
C-106	2,695.00	2		100		100	0.0012	0.0015	0.0030
C-107	2,690.99	1		50		50	0.0006	0.0008	0.0015
C-108	2,685.93	1		50		50	0.0006	0.0008	0.0015
C-109	2,702.88	1		50		50	0.0006	0.0008	0.0015
C-110	2,714.00	1		50		50	0.0006	0.0008	0.0015
C-111	2,713.60	1		50		50	0.0006	0.0008	0.0015
C-112	2,697.74	1		50		50	0.0006	0.0008	0.0015
C-113	2,690.40	1		50		50	0.0006	0.0008	0.0015
C-114	2,702.94	6		300		300	0.0035	0.0045	0.0090
C-115	2,699.42	1		50		50	0.0006	0.0008	0.0015
C-116	2,694.47		4		320	320	0.0037	0.0048	0.0096
C-117	2,691.74		3		240	240	0.0028	0.0036	0.0072
C-118	2,686.95		2		160	160	0.0019	0.0024	0.0048
C-119	2,682.02	1		50		50	0.0006	0.0008	0.0015
C-120	2,684.29		1		80	80	0.0009	0.0012	0.0024
C-121	2,682.42	1		50		50	0.0006	0.0008	0.0015
C-122	2,682.76	7		350		350	0.0041	0.0053	0.0105
C-123	2,673.62	1		50		50	0.0006	0.0008	0.0015
C-124	2,677.50	5		250		250	0.0029	0.0038	0.0075
C-125	2,677.28	1		50		50	0.0006	0.0008	0.0015
C-126	2,677.26		4		320	320	0.0037	0.0048	0.0096
C-127	2,675.01	1		50		50	0.0006	0.0008	0.0015
C-128	2,681.26		4		320	320	0.0037	0.0048	0.0096
C-129	2,679.16		1		80	80	0.0009	0.0012	0.0024
C-130	2,674.23		2		160	160	0.0019	0.0024	0.0048
C-131	2,675.06		4		320	320	0.0037	0.0048	0.0096
C-132	2,674.45		4		320	320	0.0037	0.0048	0.0096
C-133	2,674.58	1		50		50	0.0006	0.0008	0.0015
C-134	2,675.47	2		100		100	0.0012	0.0015	0.0030
C-135	2,673.47	4		200		200	0.0023	0.0030	0.0060
C-136	2,671.12	1		50		50	0.0006	0.0008	0.0015
C-137	2,670.55	4		200		200	0.0023	0.0030	0.0060

Vivienda	Elevación (msnm)	N° Personas		Dotación (l/día)		Qp (l/día)	Qp (l/s)	Qmd (l/s)	Qmh (l/s)
		Sin alcantarillado	Con alcantarillado	Sin alcantarillado	Con alcantarillado				
C-138	2,671.00	1		50		50	0.0006	0.0008	0.0015
C-139	2,663.98	1		50		50	0.0006	0.0008	0.0015
C-140	2,665.37	1		50		50	0.0006	0.0008	0.0015
C-141	2,664.09	1		50		50	0.0006	0.0008	0.0015
C-142	2,647.81	2		100		100	0.0012	0.0015	0.0030
C-143	2,642.24	3		150		150	0.0017	0.0023	0.0045
C-144	2,638.73	1		50		50	0.0006	0.0008	0.0015
C-145	2,632.82	4		200		200	0.0023	0.0030	0.0060
C-146	2,630.29	3		150		150	0.0017	0.0023	0.0045
C-147	2,629.72	1		50		50	0.0006	0.0008	0.0015
C-148	2,633.71	1		50		50	0.0006	0.0008	0.0015
C-149	2,631.76	1		50		50	0.0006	0.0008	0.0015
C-150	2,628.27	1		50		50	0.0006	0.0008	0.0015
C-151	2,625.64	1		50		50	0.0006	0.0008	0.0015
C-152	2,621.70	2		100		100	0.0012	0.0015	0.0030
C-153	2,620.10	2		100		100	0.0012	0.0015	0.0030
C-154	2,618.23	2		100		100	0.0012	0.0015	0.0030
C-155	2,607.46	1		50		50	0.0006	0.0008	0.0015
C-156	2,607.68	2		100		100	0.0012	0.0015	0.0030
TOTAL						20360	0.24	0.31	0.61

Anexo 5. Presiones de servicio en viviendas, sector Bellavista.

Vivienda	Elevation (m)	Demand (L/s)	Pressure (m H2O)
C-1	2,895.36	0.0189	30.55
C-2	2,895.80	0.0189	30.02
C-3	2,889.61	0.0189	36.18
C-4	2,908.61	0.0189	17.41
C-5	2,891.78	0.0189	30.92
C-6	2,876.58	0.0189	43.5
C-7	2,868.55	0.0189	12.23
C-8	2,872.40	0.0189	7.04
C-9	2,848.79	0.0189	29.46
C-10	2,844.33	0.0189	33.91
C-11	2,833.09	0.0189	41.87
C-12	2,835.00	0.0189	39.95
C-13	2,837.83	0.0189	37
C-14	2,840.21	0.0189	34.52
C-15	2,835.18	0.0189	39.53
C-16	2,823.53	0.0189	51.13
C-17	2,823.03	0.0189	50.85
C-18	2,813.21	0.0189	14.2
C-19	2,813.68	0.0189	13.72
C-20	2,808.46	0.0189	18.89
C-21	2,808.51	0.0189	18.81
C-22	2,806.63	0.0189	20.5
C-23	2,803.45	0.0189	23.84
C-24	2,806.09	0.0189	21.04
C-25	2,812.93	0.0189	14.38
C-26	2,787.95	0.0189	39.08
C-27	2,780.91	0.0189	46.06
C-28	2,775.21	0.0189	51.73
C-29	2,770.40	0.0189	56.5
C-30	2,772.08	0.0189	54.82
C-31	2,768.02	0.0189	58.79
C-32	2,815.78	0.0189	58.09
C-33	2,813.93	0.0189	59.85
C-34	2,808.41	0.0189	65.38
C-35	2,806.91	0.0189	66.84
C-36	2,800.80	0.0189	72.91
C-37	2,784.62	0.0189	88.98
C-38	2,770.91	0.0189	102.62
C-39	2,759.35	0.0189	114.15
C-40	2,773.61	0.0189	47.34
C-41	2,761.59	0.0189	9.26
C-42	2,760.90	0.0189	9.66
C-43	2,760.64	0.0189	10.05
C-44	2,753.00	0.0189	16.96
C-45	2,739.33	0.0189	28.49
C-46	2,748.47	0.0189	19.37

Vivienda	Elevation (m)	Demand (L/s)	Pressure (m H2O)
C-47	2,754.40	0.0189	13.42
C-48	2,758.65	0.0189	9.16
C-49	2,746.77	0.0189	21.08
C-50	2,747.99	0.0189	20.02
C-51	2,741.98	0.0189	25.66
C-52	2,742.83	0.0189	24.6
C-53	2,742.13	0.0189	25.44
C-54	2,735.97	0.0189	30.85
C-55	2,724.14	0.0189	41.72
C-56	2,710.26	0.0189	14.81
C-57	2,708.14	0.0189	16.89
C-58	2,700.41	0.0189	24.53
C-59	2,693.16	0.0189	31.62
C-60	2,685.44	0.0189	39.23
C-61	2,687.25	0.0189	37.43
C-62	2,681.85	0.0189	42.79
C-63	2,679.68	0.0189	44.93
C-64	2,678.13	0.0189	46.45
C-65	2,676.74	0.0189	47.83
C-66	2,674.69	0.0189	49.86
C-67	2,677.06	0.0189	47.53
C-68	2,675.00	0.0189	49.54
C-69	2,671.32	0.0189	53.2
C-70	2,672.78	0.0189	51.74
C-71	2,670.82	0.0189	53.65
C-72	2,669.31	0.0189	55.15
C-73	2,668.12	0.0189	56.31
C-74	2,668.08	0.0189	56.38
C-75	2,666.64	0.0189	57.69
C-76	2,666.47	0.0189	57.75
C-77	2,668.34	0.0189	55.98
C-78	2,666.73	0.0189	57.43
C-79	2,668.91	0.0189	55.37
C-80	2,669.87	0.0189	54.39
C-81	2,657.50	0.0189	4.16
C-82	2,652.87	0.0189	8.56
C-83	2,648.47	0.0189	12.9
C-84	2,643.61	0.0189	17.59
C-85	2,636.89	0.0189	24.24
C-86	2,634.37	0.0189	26.71
C-87	2,636.00	0.0189	25.05
C-88	2,619.72	0.0189	41.33
C-89	2,665.00	0.0189	59.41
C-90	2,662.33	0.0189	62.08
C-91	2,662.02	0.0189	62.38
C-92	2,660.54	0.0189	63.86
C-93	2,662.27	0.0189	62.13
C-94	2,658.87	0.0189	65.52

Vivienda	Elevation (m)	Demand (L/s)	Pressure (m H2O)
C-95	2,656.73	0.0189	67.66
C-96	2,651.38	0.0189	2.98
C-97	2,646.30	0.0189	8.05
C-98	2,626.73	0.0189	27.57
C-99	2,625.33	0.0189	28.97
C-100	2,627.86	0.0189	26.42
C-101	2,624.43	0.0189	29.84
C-102	2,718.30	0.0189	46.63
C-103	2,721.34	0.0189	43.54
C-104	2,714.95	0.0189	49.89
C-105	2,699.08	0.0189	16.64
C-106	2,691.45	0.0189	24.25
C-107	2,697.64	0.0189	18.02
C-108	2,688.53	0.0189	27.07
C-109	2,696.92	0.0189	18.71
C-110	2,693.37	0.0189	22.23
C-111	2,694.32	0.0189	21.15
C-112	2,684.70	0.0189	30.65
C-113	2,680.93	0.0189	34.26
C-114	2,683.22	0.0189	32
C-115	2,677.71	0.0189	37.35
C-116	2,679.15	0.0189	35.86
C-117	2,673.33	0.0189	41.41
C-118	2,672.88	0.0189	41.8
C-119	2,671.89	0.0189	42.82
C-120	2,673.63	0.0189	41
C-121	2,669.09	0.0189	45.43
C-122	2,670.62	0.0189	43.86
C-123	2,668.74	0.0189	55.68
C-124	2,669.02	0.0189	55.41
C-125	2,669.75	0.0189	44.63
C-126	2,666.00	0.0189	58.42
C-127	2,666.54	0.0189	47.84
C-128	2,671.21	0.0189	43.18
C-129	2,671.36	0.0189	42.88
C-130	2,667.98	0.0189	46.23
C-131	2,671.44	0.0189	42.75
C-132	2,668.56	0.0189	45.54
C-133	2,672.04	0.0189	42.05
C-134	2,663.14	0.0189	50.92
C-135	2,666.91	0.0189	47.12
C-136	2,660.00	0.0189	53.88
C-137	2,653.63	0.0189	60.28
C-138	2,651.83	0.0189	61.91
C-139	2,649.36	0.0189	64.34
C-140	2,646.03	0.0189	67.66
C-141	2,643.41	0.0189	70.26
C-142	2,644.90	0.0189	68.77

Vivienda	Elevation (m)	Demand (L/s)	Pressure (m H2O)
C-143	2,665.95	0.0189	48.36
C-144	2,662.41	0.0189	51.81
C-145	2,657.29	0.0189	56.73
C-146	2,654.74	0.0189	59.21
C-147	2,647.46	0.0189	66.33
C-148	2,648.54	0.0189	65.26
C-149	2,648.59	0.0189	65.19
C-150	2,647.86	0.0189	65.86
C-151	2,647.55	0.0189	66.07
C-152	2,646.89	0.0189	66.66
C-153	2,646.39	0.0189	67.01
C-154	2,638.51	0.0189	74.58
C-155	2,638.53	0.0189	74.47
C-156	2,631.70	0.0189	81.06
C-157	2,628.14	0.0189	84.53
C-158	2,627.25	0.0189	85.41
C-159	2,631.85	0.0189	80.79
C-160	2,630.27	0.0189	82.24
C-161	2,625.24	0.0189	87.24
C-162	2,622.31	0.0189	90.05
C-163	2,621.55	0.0189	90.63
C-164	2,622.89	0.0189	89.24
C-165	2,617.92	0.0189	3.11
C-166	2,616.75	0.0189	4.21
C-167	2,617.60	0.0189	3.35
C-168	2,618.43	0.0189	2.51
C-169	2,613.39	0.0189	7.54
C-170	2,612.31	0.0189	8.58
C-171	2,610.00	0.0189	10.9
C-172	2,609.42	0.0189	11.47
C-173	2,589.38	0.0189	21.18
C-174	2,587.21	0.0189	23.33
C-175	2,585.71	0.0189	24.82
C-176	2,610.38	0.0189	101.73
C-177	2,602.21	0.0189	109.81
C-178	2,600.83	0.0189	111.19
C-179	2,596.90	0.0189	115.09
C-180	2,613.09	0.0189	99.02
C-181	2,610.41	0.0189	101.66
C-182	2,615.68	0.0189	96.35
C-183	2,607.54	0.0189	3.87
C-184	2,602.26	0.0189	8.75
C-185	2,600.47	0.0189	10.26
C-186	2,601.94	0.0189	8.63
C-187	2,598.26	0.0189	12.07
C-188	2,594.85	0.0189	15.42
C-189	2,591.28	0.0189	18.87
C-190	2,585.74	0.0189	24.32

Vivienda	Elevation (m)	Demand (L/s)	Pressure (m H2O)
C-191	2,576.60	0.0189	33.36
C-192	2,573.20	0.0189	36.75
C-193	2,565.48	0.0189	44.42
C-194	2,601.72	0.0189	9.21
C-195	2,595.42	0.0189	15.38
C-196	2,592.42	0.0189	18.27
C-197	2,590.99	0.0189	19.71
C-198	2,590.27	0.0189	20.36
C-199	2,589.88	0.0189	20.71
C-200	2,587.93	0.0189	22.72
C-201	2,585.65	0.0189	24.96

Anexo 6. Presiones de servicio en viviendas, sector San Sebastián.

Vivienda	Elevation (m)	Demand (L/s)	Pressure (m H2O)
C-1	2,947.45	0.0137	17.82
C-2	2,883.29	0.0137	27.07
C-3	2,892.93	0.0137	17.46
C-4	2,904.29	0.0137	52.73
C-5	2,902.56	0.0137	54.2
C-6	2,911.32	0.0137	46.99
C-7	2,902.02	0.0137	54.65
C-8	2,899.34	0.0137	57.24
C-9	2,896.42	0.0137	60.02
C-10	2,894.02	0.0137	62.39
C-11	2,892.73	0.0137	63.66
C-12	2,894.50	0.0137	61.88
C-13	2,838.39	0.0137	26.63
C-14	2,777.33	0.0137	29.18
C-15	2,782.91	0.0137	23.52
C-16	2,793.67	0.0137	12.77
C-17	2,782.53	0.0137	23.87
C-18	2,796.95	0.0137	9.48
C-19	2,779.79	0.0137	26.29
C-20	2,780.38	0.0137	25.71
C-21	2,780.45	0.0137	25.37
C-22	2,795.05	0.0137	12.31
C-23	2,771.27	0.0137	34.27
C-24	2,766.77	0.0137	38.76
C-25	2,761.61	0.0137	43.77
C-26	2,763.25	0.0137	42.27
C-27	2,722.24	0.0137	40.91
C-28	2,699.52	0.0137	62.78
C-29	2,697.91	0.0137	64.44
C-30	2,696.04	0.0137	66.34
C-31	2,692.29	0.0137	70.16
C-32	2,695.39	0.0137	15.18
C-33	2,688.52	0.0137	21.95
C-34	2,693.10	0.0137	17.35
C-35	2,685.00	0.0137	25.42
C-36	2,694.11	0.0137	16.33
C-37	2,693.19	0.0137	17.24
C-38	2,686.28	0.0137	24.12
C-39	2,701.98	0.0137	60.25
C-40	2,701.51	0.0137	60.61
C-41	2,698.21	0.0137	63.91
C-42	2,690.53	0.0137	19.91
C-43	2,678.41	0.0137	31.94
C-44	2,648.50	0.0137	53.17
C-45	2,643.64	0.0137	66.52
C-46	2,629.85	0.0137	16.87

Vivienda	Elevation (m)	Demand (L/s)	Pressure (m H2O)
C-47	2,635.48	0.0137	11.26
C-48	2,636.24	0.0137	10.49
C-49	2,645.50	0.0137	56.16
C-50	2,622.46	0.0137	24.23
C-51	2,583.00	0.0137	31.8
C-52	2,943.03	0.0137	31.02
C-53	2,940.34	0.0137	33.43
C-54	2,938.38	0.0137	35.44
C-55	2,925.31	0.0137	48.03
C-56	2,917.85	0.0137	55.45
C-57	2,882.71	0.0137	36.05
C-58	2,881.59	0.0137	37.03
C-59	2,876.62	0.0137	42.25
C-60	2,871.37	0.0137	8.26
C-61	2,870.00	0.0137	9.58
C-62	2,865.55	0.0137	13.95
C-63	2,859.55	0.0137	19.85
C-64	2,862.10	0.0137	56.25
C-65	2,856.30	0.0137	62.03
C-66	2,847.53	0.0137	70.8
C-67	2,839.18	0.0137	79.12
C-68	2,826.20	0.0137	92.08
C-69	2,838.36	0.0137	40.71
C-70	2,835.76	0.0137	43.26
C-71	2,829.24	0.0137	49.71
C-72	2,819.22	0.0137	99.04
C-73	2,805.05	0.0137	25.86
C-74	2,799.46	0.0137	31.43
C-75	2,794.49	0.0137	36.38
C-76	2,813.95	0.0137	17.07
C-77	2,814.02	0.0137	17
C-78	2,803.09	0.0137	27.8
C-79	2,806.50	0.0137	24.5
C-80	2,808.00	0.0137	23
C-81	2,797.37	0.0137	33.39
C-82	2,775.93	0.0137	54.53
C-83	2,775.76	0.0137	54.57
C-84	2,768.96	0.0137	61.36
C-85	2,762.51	0.0137	67.79
C-86	2,743.56	0.0137	29.57
C-87	2,758.29	0.0137	15
C-88	2,757.21	0.0137	16.05
C-89	2,748.41	0.0137	24.7
C-90	2,741.55	0.0137	31.48
C-91	2,730.42	0.0137	42.42
C-92	2,731.60	0.0137	41.29
C-93	2,715.20	0.0137	13.77
C-94	2,705.22	0.0137	23.41

Vivienda	Elevation (m)	Demand (L/s)	Pressure (m H2O)
C-95	2,690.36	0.0137	38.08
C-96	2,683.77	0.0137	44.59
C-97	2,681.07	0.0137	47.25
C-98	2,687.91	0.0137	40.42
C-99	2,678.25	0.0137	50.05
C-100	2,673.48	0.0137	54.81
C-101	2,675.00	0.0137	53.29
C-102	2,714.82	0.0137	13.86
C-103	2,705.52	0.0137	22.66
C-104	2,701.93	0.0137	26.11
C-105	2,698.03	0.0137	29.97
C-106	2,695.00	0.0137	32.97
C-107	2,690.99	0.0137	36.97
C-108	2,685.93	0.0137	42
C-109	2,702.88	0.0137	25.51
C-110	2,714.00	0.0137	14.92
C-111	2,713.60	0.0137	14.98
C-112	2,697.74	0.0137	30.37
C-113	2,690.40	0.0137	35.12
C-114	2,702.94	0.0137	24.64
C-115	2,699.42	0.0137	27.5
C-116	2,694.47	0.0137	31.66
C-117	2,691.74	0.0137	34.24
C-118	2,686.95	0.0137	38.43
C-119	2,682.02	0.0137	43.08
C-120	2,684.29	0.0137	40.91
C-121	2,682.42	0.0137	42.14
C-122	2,682.76	0.0137	41.79
C-123	2,673.62	0.0137	54.28
C-124	2,677.50	0.0137	47.04
C-125	2,677.28	0.0137	47.27
C-126	2,677.26	0.0137	47.31
C-127	2,675.01	0.0137	49.47
C-128	2,681.26	0.0137	43.27
C-129	2,679.16	0.0137	45.22
C-130	2,674.23	0.0137	50.19
C-131	2,675.06	0.0137	49.29
C-132	2,674.45	0.0137	49.88
C-133	2,674.58	0.0137	49.74
C-134	2,675.47	0.0137	48.85
C-135	2,673.47	0.0137	50.84
C-136	2,671.12	0.0137	53.09
C-137	2,670.55	0.0137	53.66
C-138	2,671.00	0.0137	53.31
C-139	2,663.98	0.0137	60.21
C-140	2,665.37	0.0137	58.81
C-141	2,664.09	0.0137	60.09
C-142	2,647.81	0.0137	23.13

Vivienda	Elevation (m)	Demand (L/s)	Pressure (m H2O)
C-143	2,642.24	0.0137	28.6
C-144	2,638.73	0.0137	32.09
C-145	2,632.82	0.0137	37.82
C-146	2,630.29	0.0137	40.35
C-147	2,629.72	0.0137	40.92
C-148	2,633.71	0.0137	36.94
C-149	2,631.76	0.0137	38.88
C-150	2,628.27	0.0137	42.33
C-151	2,625.64	0.0137	44.95
C-152	2,621.70	0.0137	4.08
C-153	2,620.10	0.0137	5.67
C-154	2,618.23	0.0137	7.53
C-155	2,607.46	0.0137	18.26
C-156	2,607.68	0.0137	18.05