

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL



TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

**“REGULACIÓN ECONÓMICA DE LOS SERVICIOS DE
SANEAMIENTO EN LAS CIUDADES DE CAJAMARCA, SAN
MIGUEL Y CONTUMAZÁ A TRAVÉS DE LA
ACTUALIZACIÓN DE LA TARIFA”**

PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO SANITARIO

ELABORADO POR:

OSCAR JUNIOR POMA LINARES

ASESOR:

ING. JORGE LUIS OLIVAREZ VEGA

LIMA - PERÚ

2022

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de suficiencia profesional a mi amada familia, por su continuo apoyo y guía en mi vida, además de siempre creer en mis capacidades y brindarme todo su amor y comprensión.

Asimismo, a mis estimados colegas que me acompañaron y contribuyeron en la elaboración del estudio tarifario de la empresa SEDACAJ S.A., así como, a todos quienes me compartieron sus conocimientos durante la elaboración de este trabajo de suficiencia profesional.

AGRADECIMIENTO

A Dios por brindarme sabiduría y coraje para afrontar las circunstancias que se presentan en el camino.

A mi familia por siempre llenar mi vida de alegría, por su paciencia, guía y por todo el amor que me han brindado.

A SUNASS, Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento, por darme la oportunidad de ampliar mis horizontes y conocer la realidad a nivel nacional. Asimismo, contribuir en mi crecimiento profesional al poder contactarme con diferentes especialistas. Una mención especial a todo el equipo de la Dirección de Regulación Tarifaria.

A mis amigos y amigas por su apoyo y motivación para la culminación de este trabajo de suficiencia.

RESUMEN

El trabajo de suficiencia profesional se basó en el estudio tarifario desarrollado por la SUNASS durante el año 2019. La finalidad fue de regular los servicios de agua potable y alcantarillado brindados por la empresa de saneamiento SEDACAJ S.A. en las ciudades de Cajamarca, Contumazá y San Miguel a través de la actualización de la tarifa para el periodo 2019 - 2024.

El documento comprende el diagnóstico situacional de la empresa y de los sistemas de agua y alcantarillado, así como también el balance de oferta – demanda. Acorde a esta evaluación, se programó inversiones para la mejora en la prestación del servicio por un monto de 29,82 millones de soles, además de un monto de 4,07 millones de soles para reservas relacionadas a la prevención de desastres y la preservación de las fuentes de agua. Adicionalmente, se reconocen costos incrementales por obras ejecutadas y requeridas para el cumplimiento normativo.

Para brindar sostenibilidad al sistema y mejorar la calidad del servicio se determinó que la tarifa media debería ser de 2,289 y 1,117 soles por metro cúbico para el servicio de agua potable y alcantarillado respectivamente. Asimismo, la actualización tarifaria requerida es de 7% para las tres ciudades en el primer año y de 7,5% en el tercer año para la ciudad de Cajamarca, estas actualizaciones permitirán brindar acceso a más personas a los servicios de agua potable y alcantarillado, así como evitar el decaimiento de la calidad.

ABSTRACT

The professional sufficiency work was based on the tariff study developed by SUNASS during the year 2019. The purpose was to regulate the drinking water and sewage services provided by the sanitation company SEDACAJ S.A. in the cities of Cajamarca, Contumazá and San Miguel through the update of the rate for the period 2019 – 2024.

The document contains the situational diagnosis of the company and the water and sewage systems, as well as demand – supply balance. According to this evaluation, investments programmed for the improvement in service provision for an amount of 29.82 million soles, in addition, an amount of 4.07 million soles for reserves related to disaster prevention and preservation of the water sources. Additionally, incremental costs were established for works executed and required for regulatory compliance.

To provide sustainability to the system and improve the quality of service, it was determined that the average rate should be 2.289 and 1.117 soles per cubic meter for drinking water and sewage services, respectively. Likewise, the required tariff update is 7% for the three cities in the first year and 7.5% in the third year for the city of Cajamarca, these updates will allow more people to have access to drinking water and sewage services. , as well as avoid quality decline.

PRÓLOGO

El documento presente, desarrollado bajo la modalidad de trabajo de suficiencia profesional con la finalidad de obtener el título de Ingeniero Sanitario, tiene como nombre “Regulación económica de los servicios de saneamiento en las ciudades de Cajamarca, San Miguel y Contumazá a través de la actualización de la tarifa”. El trabajo de suficiencia tiene como base la labor realizada por el profesional durante el desempeño de sus funciones en la Dirección de Regulación Tarifaria (DRT), perteneciente a la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (a partir de ahora, SUNASS). Esta entidad fue creada en 1992 y, hasta la actualidad, está adscrita a la Presidencia del Consejo de Ministros (PCM). Entre sus funciones se encuentra la regulación de los servicios de saneamiento de las 50 empresas prestadoras de servicio de saneamiento (EPS), la cual es ejercida por la Dirección de Regulación Tarifaria (denominada DRT). Sin embargo, con la publicación del decreto legislativo 1280 en diciembre del 2016, las funciones de la DRT se ampliaron al área rural, pasando a regular a los prestadores de servicios de saneamiento en su totalidad.

En este documento se relata el proceso de análisis de la situación inicial de los sistemas de agua potable y alcantarillado de las ciudades de Cajamarca, San Miguel y Contumazá para poder así detectar oportunidades de mejora, la situación de la empresa que brinda los servicios de saneamiento en esas tres ciudades, llamada Empresa Prestadora de Servicios de Saneamiento de Cajamarca S.A. (EPS SEDACAJ S.A.) y las inversiones que se programaron para mejorar los servicios brindados por la empresa. Asimismo, durante el proceso de análisis se toman en cuenta las recomendaciones del Reglamento Nacional de Edificaciones y otras normas del sector saneamiento.

El trabajo se encuentra estructurado en tres capítulos, siendo el primero la introducción, el segundo, la descripción de las actividades desarrolladas; y el tercer y último capítulo recomendaciones, conclusiones y lecciones aprendidas.

ÍNDICE DE CONTENIDO

CAPITULO I: INTRODUCCIÓN	1
I. Generalidades	1
I.1. Referencia 1: Estudio Tarifario para el periodo 2006 - 2011.....	1
I.2. Referencia 2: Estudio Tarifario para el periodo 2014 - 2019.....	3
I.3. Referencia 3: Plan Maestro Optimizado 2019 - 2048	4
II. Planteamiento de la realidad problemática	5
III. Objetivos.....	7
III.1. Objetivo general.....	7
III.2. Objetivos específicos	7
IV. Fundamento teórico	7
IV.1. Marco teórico.....	7
i. Regulación económica:.....	7
ii. Función reguladora del estado en los servicios públicos.....	9
iii. Regulación tarifaria de servicios públicos.....	10
iv. Servicios de saneamiento en Perú	12
a. Servicios de agua potable.....	12
b. Servicios de alcantarillado	13
v. Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS)	13
vi. Del procedimiento para la aprobación de tarifas.....	14
vii. Del programa de inversiones.....	15
viii. De las metas de gestión.....	16
ix. De la aprobación de actualización tarifaria	16
x. De la estructura tarifaria.....	17
IV.2. Marco legal.....	18
CAPITULO II: DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO	20
I. Recopilación de información.....	20
I.1. Estudio Tarifario del quinquenio anterior	20
I.2. Información de la dirección de Fiscalización	21
i. Supervisión de metas de gestión	21
ii. Sistema de captura y transferencia de datos (SICAP)	23
I.3. Percepción de los usuarios domésticos sobre el servicio de saneamiento de Cajamarca	24

I.4.	Financiamiento del Organismo Técnico Administrativo de Servicios de Saneamiento.	25
I.5.	Plan Maestro Optimizado 2019 – 2049	27
I.6.	Resumen de la información recopilada	29
II.	Diagnóstico situacional	30
II.1.	Situación Empresarial	30
i.	Situación Económica y financiera	30
ii.	Situación comercial	35
II.2.	Situación de los servicios de saneamiento	36
i.	Cajamarca	36
ii.	San Miguel	51
iii.	Contumazá	59
iv.	Principales problemas encontrados:	63
III.	Estimación y proyección de la demanda de los servicios de saneamiento	63
III.1.	Estimación de la tasa de crecimiento poblacional	64
III.2.	Proyección poblacional dentro del ámbito de la empresa	64
III.3.	Proyección de la población servida	64
III.4.	Conexiones por servicio de saneamiento proyectadas	66
III.5.	Volúmenes demandados y facturados de agua potable	67
III.6.	Volúmenes demandado y facturados de alcantarillado	67
IV.	Balance de oferta - demanda	68
IV.1.	Captaciones de agua cruda	68
IV.2.	Tratamiento de agua potable	69
IV.3.	Almacenamiento	70
IV.4.	Tratamiento de agua residual	71
V.	Proyectos de inversión propuestos	71
V.1.	Programación de inversiones con recursos directamente recaudados	72
V.2.	Programación de inversiones con recursos de terceros	75
i.	Inversiones por financiamiento de OTASS	75
ii.	Inversiones por financiamiento de MVCS	75
iii.	Inversiones por financiamiento con iniciativa privada cofinanciada (IPC)	75
V.3.	Reservas para el cumplimiento normativo	76
VI.	Costos de explotación	76

VII.	Tarifa media, estructura tarifaria, fórmula tarifaria y metas de gestión.....	79
VII.1.	Tarifa media de mediano plazo.....	79
VII.2.	Estructura tarifaria	80
VII.3.	Formula tarifaria	82
VII.4.	Metas de gestión	83
VIII.	Impacto regulatorio	85
CAPITULO III: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		91
I.	Conclusiones.....	91
II.	Recomendaciones.....	94
III.	Referencias bibliográficas	95
IV.	Anexos.....	98
IV.1.	Estimación de tasa de crecimiento y proyección poblacional	98
IV.2.	Consumo promedio máximo en usuarios de SEDACAJ S.A.	110
IV.3.	Programa de inversiones con recursos propios	111
IV.4.	Inversiones por transferencias de OTASS	112
IV.5.	Esquemas – SEDACAJ S.A.....	113

INDICE DE TABLAS

Tabla 1:	Resumen de características de esquemas regulatorios	11
Tabla 2:	Evolución de cumplimiento de metas (2014-2019).....	22
Tabla 3:	Proyectos financiados por transferencias de OTASS	26
Tabla 4:	Población administrada por SEDACAJ en el año 2017	35
Tabla 5:	Conexiones de agua potable y alcantarillado (2014-2018).....	35
Tabla 6:	Unidades de uso de agua potable (2018).....	36
Tabla 7:	Caudal promedio, máximo y mínimo del 2018.....	37
Tabla 8:	Características de reservorios en Cajamarca.....	43
Tabla 9:	Resultados del análisis realizado en puntos de monitoreo de Cajamarca (2019).....	50
Tabla 10:	Resultados del análisis realizado en puntos de monitoreo de San Miguel (2019).....	57
Tabla 11:	Proyección poblacional	64
Tabla 12:	Cobertura proyectada del servicio de agua potable.....	65
Tabla 13:	Población servida proyectada del servicio de agua potable	65

Tabla 14: Cobertura proyectada del servicio de alcantarillado	65
Tabla 15: Población servida proyectada del servicio de alcantarillado	66
Tabla 16: Conexiones de agua potable proyectadas.....	66
Tabla 17: Conexiones de alcantarillado proyectadas	67
Tabla 18: Proyección de volúmenes producidos y facturados de agua potable (en miles m ³).....	67
Tabla 19: Proyección de volúmenes demandados y facturados de alcantarillado (en miles m ³).....	68
Tabla 20: Balance de oferta – demanda de captación de agua cruda	69
Tabla 21: Balance de oferta – demanda de tratamiento de agua	70
Tabla 22: Balance de oferta – demanda de almacenamiento de agua	71
Tabla 23: Inversión propuesta para el periodo regulatorio (en miles de soles) ..	72
Tabla 24: Costos de explotación del servicio de agua y alcantarillado	77
Tabla 25: Otros costos de explotación del servicio de agua y alcantarillado	77
Tabla 26: Estructura tarifaria propuesta de la ciudad de Cajamarca	82
Tabla 27: Estructura tarifaria propuesta de las ciudades de San Miguel y Contumazá	82
Tabla 28: Actualizaciones tarifarias programadas.....	83
Tabla 29: Metas de gestión a nivel de empresa	84
Tabla 30: Metas de gestión a nivel de localidad.....	85
Tabla 31: Impacto tarifario a usuarios medidos en Cajamarca	87
Tabla 32: Impacto tarifario a usuarios medidos en San Miguel y Contumazá ...	87
Tabla 33: Porcentaje de ingresos destinados al servicio de saneamiento	89

INDICE DE IMÁGENES

Imagen N° 1: Flujograma del procedimiento de revisión periódica, revisión excepcional y aprobación de costos máximos	15
Imagen N° 2: Registros de monitoreo de cloro residual libre en la ciudad de Cajamarca	24
Imagen N° 3: Principales problemas priorizados por los usuarios	25
Imagen N° 4: Comparación de la evolución de continuidad promedio, volúmenes captados y temporadas de estiaje (2015 – 2018).....	28
Imagen N° 5: Estado de resultados (2014 – 2018).....	31

Imagen N° 6: Evolución de los activos (2014 – 2018)	32
Imagen N° 7: Evolución de los pasivos (2014 – 2018).....	32
Imagen N° 8: Evolución del patrimonio (2014 – 2018)	33
Imagen N° 9: Evolución de indicadores de liquidez (2014 – 2018).....	34
Imagen N° 10: Evolución de indicadores de solvencia (2014 – 2018).....	34
Imagen N° 11: Evolución de indicadores de rentabilidad (2014 – 2018)	34
Imagen N° 12: Caudal promedio mensual captado en la ciudad de Cajamarca (enero 2017 – mayo 2019).....	37
Imagen N° 13: Sistema de agua potable de la ciudad de Cajamarca (2019).....	38
Imagen N° 14: Pretratamiento en el sector El Milagro.....	39
Imagen N° 15: Ingreso a la PTAP Antigua El Milagro	40
Imagen N° 16: Diagrama de flujo del proceso del Trident HS	41
Imagen N° 17: Fotografías de PTAP Santa Apolonia	42
Imagen N° 18: Fotografías de reservorio R-1.....	44
Imagen N° 19: Fotografías de reservorio R-3.....	45
Imagen N° 20: Fotografías de reservorio R-5.....	45
Imagen N° 21: Fotografías de reservorio R-2.....	46
Imagen N° 22: Fotografías de reservorio R-6.....	46
Imagen N° 23: Antigüedad de redes de agua potable en km (2019) de Cajamarca	47
Imagen N° 24: Distribución porcentual de redes de agua potable por antigüedad de Cajamarca (2019)	47
Imagen N° 25: Continuidad promedio por sub-sector en la ciudad de Cajamarca (abril 2017 – marzo 2018).....	48
Imagen N° 26: Presión promedio por sub-sector en la ciudad de Cajamarca (abril 2017 – marzo 2018).....	49
Imagen N° 27: Ubicación de los puntos de toma de muestra durante la inspección (2019).....	49
Imagen N° 28: Antigüedad de redes de alcantarillado en km de Cajamarca (2019)	50
Imagen N° 29: Distribución porcentual de redes de alcantarillado por antigüedad de Cajamarca (2019)	51
Imagen N° 30: Caudal promedio mensual captado en la ciudad de San Miguel (enero 2017 – mayo 2019).....	52

Imagen N° 31: Fotografías de captaciones en San Miguel.....	52
Imagen N° 32: Resultado de monitoreo realizado en la PTAP San Miguel.....	53
Imagen N° 33: Fotografías de la planta de tratamiento de agua de San Miguel .	54
Imagen N° 34: Fotografía del reservorio de agua de San Miguel	55
Imagen N° 35: Antigüedad de redes de agua potable en km de San Miguel (2019)	55
Imagen N° 36: Distribución porcentual de redes de agua potable por antigüedad de San Miguel (2019).....	56
Imagen N° 37: Ubicación de los puntos de toma de muestra durante la inspección (2019).....	57
Imagen N° 38: Antigüedad de redes de alcantarillado en km de San Miguel (2019)	58
Imagen N° 39: Distribución porcentual de redes de alcantarillado por antigüedad de San Miguel (2019).....	58
Imagen N° 40: Turbiedad promedio de los manantiales de Contumazá (2018)..	59
Imagen N° 41: Antigüedad de redes de agua potable en km de Contumazá (2019).	60
Imagen N° 42: Distribución porcentual de redes de agua potable por antigüedad de Contumazá (2019).	61
Imagen N° 43: Presión por zona alta, media y baja en la ciudad de Contumazá (2019).....	61
Imagen N° 44: Antigüedad de redes de alcantarillado en km de Contumazá (2019).	62
Imagen N° 45: Distribución porcentual de redes de alcantarillado por antigüedad de Contumazá (2019)	62
Imagen N° 46: Proyección de ingresos, variación de capital de trabajo, costos totales e inversiones programadas durante el quinquenio regulatorio.....	86
Imagen N° 47: Análisis de facturación de usuarios domésticos en Cajamarca (Incluye IGV).....	88
Imagen N° 48: Análisis de facturación de usuarios domésticos en Contumazá y San Miguel (Incluye IGV)	88

CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

I. Generalidades

Como antecedentes referenciales tenemos los siguientes:

I.1. Referencia 1: Estudio Tarifario para el periodo 2006 - 2011

El primer documento de estudio tarifario aprobado por consejo directivo de SUNASS en abril del 2007 fue denominado "Determinación de la fórmula tarifaria, estructura tarifaria y metas de gestión aplicable a la empresa SEDACAJ S.A., para el período 2006-2011".

Este documento contiene el diagnóstico de la empresa durante los años 2003 al 2005, años en los que el análisis económico y financiero nos indica que la empresa comenzó a endeudarse a través de préstamos del Banco de Desarrollo de Alemania (KFW) por la ejecución de obras de ampliación, mejoramiento y renovación dentro de las tres localidades que administra, información que se evidenció con el incremento de los activos y pasivos no corrientes. Entre las obras realizadas se encuentra el mejoramiento de la captación Ronquillo y la construcción del reservorio R-4. Por otra parte, la relación de trabajo (proporción entre costos de operación, administración y mantenimiento respecto a los ingresos) disminuyó de 69% a 65% en el periodo analizado, demostrando que la empresa aún puede ser eficiente en su gestión. Se concluye que la empresa es rentable a corto plazo, sin embargo, los índices de endeudamiento han aumentado.

Entre los principales problemas que se encuentran en el diagnóstico operativo, se presenta que la empresa no cuenta con la capacidad de oferta suficiente para abastecer a la ciudad de Cajamarca. La planta de tratamiento el Milagro diseñada para 120 l/s, se encuentra trabajando sobrecargada; mientras que la planta de tratamiento Santa Apolonia por temas de diseño de la línea de conducción Ronquillo, opera con el 60% de su caudal de diseño (100 l/s), asimismo, se cuenta con la necesidad de construir reservorios nuevos debido al crecimiento de la demanda, en este caso dos reservorios de 350 m³. Adicionalmente, el servicio de

tratamiento de aguas residuales no tiene la oferta suficiente, debiendo realizar ampliaciones a la planta de tratamiento.

En cuanto a la ciudad de Contumazá, la captación de agua Botijas dejó de operarse debido a dificultades en su mantenimiento, quedando solo dos captaciones operativas, esto conllevó a dejar de operar la línea de conducción y los dos reservorios del sistema Botijas, mientras que, en la ciudad de San Miguel se requiere el mejoramiento de la captación, la planta de tratamiento y reemplazar el reservorio, cabe indicar que ambas ciudades no cuentan con tratamiento de aguas residuales.

De los problemas antes mencionados y del análisis de oferta-demanda se proyectaron las siguientes inversiones principales para la ampliación de la oferta, mejoramiento o renovación de la infraestructura existente y mejoramiento institucional.

- Ampliación de la línea de conducción de agua cruda de la captación Río Grande en 100 l/s y Río Ronquillo a 78 l/s.
- Construcción de pre sedimentador para la planta de tratamiento el Milagro.
- Ampliación de la planta de tratamiento el Milagro en 90 l/s y mejoramiento de las plantas de tratamiento el Milagro y Santa Apolonia.
- Construcción de una estación de bombeo y línea de impulsión de agua tratada en el reservorio R-3 hacia reservorio proyectado R-5.
- Construcción de reservorios apoyados R-5 y R-6, ambos de 350 m³.
- Ampliación de la capacidad de tratamiento de aguas servidas a 110 l/s.
- Construcción de captación Gianes y construcción de galería filtrante Botijas y línea de conducción, que será conducida al manantial Shamón.
- Construcción de captación canal de concreto Tayka y desarenador.
- Mejoramiento de la planta de tratamiento de San Miguel y construcción de un nuevo reservorio para reemplazar el existente.
- Actualización de catastro comercial y catastro técnico.
- Programa de detección y control de pérdidas.

El estudio tarifario contempló una inversión de 50,1 millones de soles, donde el 31% correspondía a financiamiento con recursos directamente recaudados y el porcentaje restante sería financiado por fuentes externas y donaciones, entre estas fuentes la del Banco de Desarrollo de Alemania (KFW). Esta inversión

generó una actualización de la tarifa en un 8,2% y 4,4% para el segundo y cuarto año regulatorio respectivamente, este incremento está condicionado al cumplimiento de las metas de gestión de la empresa.

I.2. Referencia 2: Estudio Tarifario para el periodo 2014 - 2019

El siguiente periodo regulatorio para SEDACAJ S.A. inició con la aprobación del documento "Determinación de la fórmula tarifaria, estructura tarifaria y metas de gestión aplicable a la entidad prestadora de servicios de saneamiento Cajamarca, sociedad anónima, EPS SEDACAJ S.A." en febrero del 2014, el cual sería el segundo estudio tarifario de la SUNASS para esta empresa. Este documento recoge la información del Plan Maestro Optimizado de la EPS SEDACAJ S.A., el cual fue admitido a trámite por la resolución de gerencia de regulación tarifaria N°006-2012-SUNASS-GRT publicado el 23 de agosto del 2012.

En este documento se precisó en el diagnóstico económico financiero que los activos han sido financiados en un 68% por pasivos y en un 32% por aporte de accionistas. El pasivo total ascendió a 56,4 millones de soles, donde el 89% corresponde a deudas por préstamos del Banco de Desarrollo de Alemania (KFW), además de a otras entidades como Fondo Nacional de Vivienda (FONAVI), Gobierno Regional y deudas por laudos arbitrales.

En cuanto a la situación de los servicios de saneamiento, a pesar de realizar las inversiones de incremento de la oferta en la planta de tratamiento y en la capacidad de almacenamiento, lo cual favoreció a las zonas altas de la ciudad, aún existen usuarios con baja continuidad siendo identificados los usuarios del sector Mollepampa. De manera adicional, la capacidad de las líneas de conducción y de las plantas de tratamiento continúa siendo una limitante para el abastecimiento de usuarios. Cabe indicar que la planta de tratamiento de aguas residuales de Cajamarca dejó de operar por lo que, ninguna de las localidades cuenta con tratamiento de aguas servidas.

Dada estas circunstancias, se previó como soluciones incrementar la oferta de las líneas de conducción y plantas de tratamiento, además, la construcción de un reservorio de 1500 m³, para mejorar la situación del sector Mollepampa y otros usuarios cercanos. El monto de inversión para el segundo estudio tarifario fue de 40,79 millones de soles, de los cuales el 79% se propuso financiarse por terceros

mediante donaciones y préstamos, mientras que el resto, se financiaría por recursos directamente recaudados.

Entre los principales proyectos financiados por terceros durante el periodo regulatorio se tiene contemplado los siguientes:

- Instalar una nueva tubería de conducción desde la cámara rompe presión en el tramo de Río Grande a PTAP El Milagro y desde la captación Ronquillo a PTAP Santa Apolonia.
- Ampliación de la planta de tratamiento el Milagro en 80 l/s y de Santa Apolonia en 35 l/s.
- Construcción de un reservorio R-6.
- Ampliación de la línea de conducción de captación Ronquillo.
- Renovación de línea de conducción de PTAP El Milagro a reservorio R-2.

El incremento tarifario fue de 15% en el primer año, el cual se aplica de manera inmediata a fin de generar ingresos suficientes que puedan financiar las inversiones posteriores y para el tercer año regulatorio una actualización tarifaria de 14,1% y 12,8% para los servicios de agua potable y alcantarillado respectivamente, condicionados a cumplimiento de las metas de gestión de la empresa.

I.3. Referencia 3: Plan Maestro Optimizado 2019 - 2048

Una vez que terminó el periodo regulatorio del quinquenio anterior, la empresa presentó su PMO en abril del 2019, el cual fue declarado admisible con Resolución N°006-2019-SUNASS-GRT, publicada el 29 de mayo de 2019. A partir de esa fecha se inició con el procedimiento de elaboración de Formula Tarifario, Estructura Tarifaria y Metas de Gestión de la EPS SEDACAJ S.A. para el tercer quinquenio regulatorio.

El mencionado documento, demuestra un mejoramiento en la situación económico-financiero y operativo. Un hito importante es que debido al decreto legislativo 1359, se extingue la deuda del Banco de Desarrollo de Alemania (KfW) que comprende capital e interés compensatorio y moratorio, esto permitió a la empresa mejorar sus indicadores financieros siendo que, en los años anteriores, el índice de solvencia nos indicaba que la empresa comprometía su patrimonio. La relación de trabajo en el periodo analizado del 2016 al 2018, disminuyó hasta 71,8% garantizando un margen para realizar inversiones.

Asimismo, el diagnóstico operativo muestra que los proyectos financiados por terceros se encuentran en etapa de implementación como es el caso de la PTAP El Milagro con la ampliación de 60 l/s y el incremento de la continuidad del servicio en la zona de Mollepampa por la adquisición y puesta en marcha de una PTAP Modular compacta en la zona de El Milagro. Los principales problemas se ubican en la localidad de Cajamarca siendo la reducción del volumen captado de agua en los periodos de estiaje, la capacidad de la planta de tratamiento es insuficiente para la demanda de agua, el reservorio construido de 1 500 m³ presenta fallas estructurales por lo que quedó inoperativo y ciertos usuarios presentan problemas por bajas horas de servicio.

En las localidades de Contumazá y San Miguel se previeron así como en el periodo regulatorio 2014 – 2019, pequeñas intervenciones relacionadas a ampliaciones y renovaciones de redes de distribución, colectores y conexiones de agua potable y alcantarillado, así como la adquisición, instalación y reposición de micromedidores.

La inversión propuesta para solucionar la problemática asciende a más de 420 millones de soles donde se espera que el 97% sea financiado por terceros. Esto derivaría, acorde a la empresa prestadora, a actualizaciones tarifarias anuales durante el periodo regulatorio de 13% y 10% en los tres primeros años, en el cuarto año de 10% y 5%; y, finalmente, de 6% y 1,3% para los servicios de agua potable y alcantarillado respectivamente

II. Planteamiento de la realidad problemática

La Constitución Política del Perú menciona en su artículo 7 – A, añadido por la ley N° 30588 que reconoce el derecho de acceso al agua como derecho constitucional, que “El estado reconoce el derecho de toda persona a acceder de forma progresiva y universal al agua potable. El estado garantiza este derecho priorizando el consumo humano sobre otros usos. El Estado promueve el manejo sostenible del agua, el cual se reconoce como un recurso natural esencial y como tal, constituye un bien público y patrimonio de la Nación. Su dominio es inalienable e imprescriptible”.

Adicionalmente, acorde al decreto legislativo 1280, se reconoce a las municipalidades como las responsables de brindar los servicios de saneamiento de forma eficiente y sostenible a través de empresas prestadoras de servicios de

saneamiento u otro tipo de prestador de servicios, y además, se reconoce a la SUNASS, en su condición de regulador, responsable de garantizar a los usuarios la prestación de los servicios de saneamiento en el ámbito urbano y rural, en condiciones de calidad, contribuyendo a la salud de la población y a la preservación del ambiente.

En vista de lo antes mencionado, la prestación de los servicios de saneamiento es un flujo dinámico debido a que la demanda de los servicios siempre se irá incrementando, de ese modo, las empresas prestadoras, o las que hagan sus veces, requieren realizar la construcción de nueva infraestructura para incrementar la oferta, la renovación de equipamiento que ha cumplido con su vida útil o quedó inoperativo, el mejoramiento de la infraestructura existente y otras inversiones que sumen al cumplimiento normativo, a la eficiencia en la prestación, a la mejora de la administración, entre otras; así como también, sostener la infraestructura con la que se brinda los servicios a través de una adecuada operación y realizando oportunamente el mantenimiento de la misma a fin de garantizar la prestación de servicios de calidad a los usuarios. Dicho esto, los prestadores de los servicios de saneamiento requieren realizar el cobro de una tarifa a sus usuarios por el uso de la infraestructura que les permite recibir agua potable y disponer de las aguas residuales generadas; estas tarifas son propuestas a la SUNASS por parte de los prestadores de servicio y después de un análisis detallado, la SUNASS realiza la aprobación de la actualización de las tarifas. La SUNASS actúa como regulador, impidiendo el cobro excesivo que se pueda dar por parte del prestador a los usuarios pero a su vez, garantizando que el cobro que realice cubra los costos de operación, mantenimiento y las nuevas inversiones que se realizarán en pro de la gestión y de los servicios de saneamiento.

La EPS SEDACAJ S.A. entregó su PMO, documento que contiene su propuesta tarifaria. Este documento ha sido analizado por profesionales del área legal, económica, contable e ingeniería; entre lo más destacado, contiene la situación actual de la empresa, el programa de inversiones propuesto, las metas de gestión y la tarifa actualizada. En ese sentido, le corresponde a la SUNASS, como ente regulador, determinar la estructura tarifaria, fórmula tarifaria y metas de gestión para que la empresa pueda realizar el cobro y sostener la prestación de los servicios; ya que de no hacerlo, la empresa continuará efectuando el cobro de la

tarifa final del último quinquenio sin garantías que pueda cubrir las inversiones necesarias y ocasionando un decaimiento en la calidad del servicio prestado.

El presente trabajo de suficiencia se centra en el desarrollo de la parte ingenieril del estudio tarifario con la finalidad de mejorar la calidad de servicio de la EPS SEDACAJ S.A., cabe indicar que los proyectos del programa de inversiones del estudio tarifario los propone la empresa y sus montos son referenciales. Sin embargo, los análisis de su necesidad los realiza el regulador.

III. Objetivos

El estudio tarifario comprende los siguientes objetivos generales y específicos.

III.1. Objetivo general

- Determinar la tarifa media y metas de gestión para la EPS SEDACAJ S.A.

III.2. Objetivos específicos

- Elaborar el diagnóstico de los servicios de saneamiento.
- Evaluar el balance oferta y demanda de los servicios de saneamiento.
- Identificar las inversiones necesarias para la resolución de la problemática operativa.
- Determinar la fórmula tarifaria de la EPS SEDACAJ S.A.

IV. Fundamento teórico

En este ítem se revisará el marco teórico y el marco legal de los temas que se desarrollan en este informe de suficiencia profesional.

IV.1. Marco teórico

i. Regulación económica:

La regulación es impuesta por el estado ya que cuenta con la capacidad de hacer cumplir las reglas que se establezcan a los diferentes agentes económicos bajo el riesgo del cobro de sanciones, estas reglas intervienen en la asignación de los precios de mercado. (Barrantes, 2018)

El por qué se regula se debe a que en el mercado existen las denominadas fallas de mercado. Acorde a Okumura (2008), las fallas de mercado más estudiadas son las externalidades, información asimétrica, bienes públicos y monopolios.

Las **externalidades** se perciben cuando una empresa traslada costos a la sociedad a pesar de tener que ser asumidos por la empresa (externalidad negativa) o cuando reducen costos de ciertas actividades (externalidad positiva).

La **información asimétrica** consiste en que no todos los agentes económicos tienen la información completa en el mercado lo que conlleva a decisiones no eficientes.

En cuanto a los **bienes públicos**, estos tienen la característica de ser consumidos por varias personas, es responsabilidad del estado cuidar que no se agoten y puedan preservarse.

Un **monopolio** ocurre cuando una sola empresa es capaz de producir la cantidad demandada bajo cierto tipo de tecnología más barato que existan dos o más empresas. Lasheras (1999)

El fin de la regulación consiste en maximizar el bienestar social.

En el caso de las empresas prestadoras de saneamiento, acorde a Domingo et ál. (2016) como ocurre en algunos sectores, es eficiente que la producción se lleve a cabo por una única empresa. Cuando esto ocurre existe lo que se conoce como un monopolio natural.

Cuando una empresa es eficiente productivamente en el mercado, si maximiza beneficios se convertirá en un monopolio. Asimismo, si es el único productor, puede restringir la producción y causar que los precios se eleven, perjudicando a los consumidores. Este riesgo de abuso por parte de las empresas explica la necesidad de regulación del mercado.

En el caso de empresas que proveen servicios públicos, estos servicios se caracterizarán por:

- Un alto monto y especificidad de los activos involucrados.
- La existencia de economía a escala o de variedad.
- Consumo masivo de bienes y servicios.

Para solucionar las fallas de mercado, entre ellas, las causadas por el monopolio natural de las empresas que brindan servicios de saneamientos se realiza la regulación de las tarifas. Las tarifas se fijan por dos métodos, la regulación por costos y la regulación por incentivos. Se pueden combinar algunas características de cada mecanismo pero se debe garantizar que se mitigue o elimine el poder del mercado y asegure rentabilidad a la empresa regulada.

ii. **Función reguladora del estado en los servicios públicos**

Acorde a Reyes E. (2006), la función del estado como regulador es en pro del bienestar de los ciudadanos, esto debido a que es responsabilidad del estado que los servicios públicos, a cargo de empresas que operan como monopolio natural, lleguen a todos los ciudadanos sin que fijen precios elevados. Entendiendo como ciudadanos a los usuarios y no usuarios. Sin embargo, también ejerce otras funciones relacionadas con la prestación de los servicios públicos como la de administración de justicia. La función reguladora del estado tiene tres problemas principales.

Oportunismo político

Las empresas de servicios públicos tienen costos de naturaleza hundida, como por ejemplo las redes distribuidoras y colectoras (activos fijos), por lo que, para un empresario una vez que invierte dinero, es inviable retirarse pues los activos quedan en la empresa prestadora. Esta es una situación ventajosa para el estado pudiendo renegociar tarifas, compromisos de inversión, entre otros.

Captura por parte de las empresas reguladas

El estado interactúa con la empresa para determinar sus costos y eficiencia productiva. Esta interacción puede ocasionar que la agenda de la empresa regulada se imponga en sus decisiones administrativas, para ello la empresa usa grupos de interés influenciando al estado o participando en ellos para favorecerse, lo cual perjudica a la población con mayores tarifas, menores compromisos de inversión, entre otros.

Asimetrías de información respecto a empresas reguladas

Por muy detallada que sea la información solicitada por el regulador, le es posible a la empresa regulada esconder eficiencias y sobre estimar costos, de modo que les es rentable. Asimismo, solicitar al detalle las actividades que realiza la empresa requiere de funcionarios con conocimiento especializado en el funcionamiento de la actividad regulada.

Estas conductas solo puede corregirse con el diseño de instituciones regulatorias. Este diseño debe asegurar inversiones eficientes, tener un sistema de rendición de cuentas y transparencia de las acciones; y ser un organismo estatal técnico y

especializado en la materia regulada. La experiencia internacional se resume en tres modelos, siendo el más cercano a la realidad peruana el de empresa privada como empresa regulada y una agencia reguladora estatal independiente de los poderes del estado, sin embargo, en el Perú, la mayoría de las empresas son públicas.

iii. Regulación tarifaria de servicios públicos

Como se mencionó en párrafos anteriores, la regulación tarifaria se da mediante dos mecanismos, los cuales son la regulación por costos y la regulación por incentivos.

La regulación por costos se caracteriza por la regulación de una tasa de retorno, esta tasa debe ser justa y razonable de retorno. El regulador busca que los beneficios de la empresa regulada cubran sus costos, de forma que los beneficios económicos sean cero. Se tiene dos vías para el proceso de revisión de tarifas, el inicio de oficio y el inicio de parte. El proceso regulatorio consistirá en establecer la base de activos, los gastos de depreciación, gastos de operación, mantenimiento e impuestos, la tasa de retorno sobre el capital invertido neto y fijar el costo total a ser reconocido.

Sin embargo, existe una falta de incentivos para minimizar costos debido a que el periodo regulatorio es corto y, en ese tiempo, no se podrá recuperar lo invertido a través de mejora en la eficiencia. Este esquema genera además incentivos perversos pues podrían realizar mayor gasto con la finalidad de cobrar más.

En la regulación por incentivos se tiene tres métodos, el método del precio tope, el de competencia por comparación y el de empresa modelo eficiente. El primero de estos métodos fija una tasa a la cual los precios deben disminuir después de la corrección por inflación; esta tasa o factor es en base a un estimado del incremento esperado de la productividad de la empresa. El segundo método consiste en fijar la tarifa en función a las tarifas de otras empresas similares. El último método consiste en utilizar una empresa modelo eficiente para hacer competir el monopolio regulado.

A continuación se presenta el siguiente cuadro que resumen las principales características entre ambos esquemas regulatorios.

Tabla 1:

Resumen de características de esquemas regulatorios

Tipo	Características	Puntos en contra
Regulación por costos	<p>La tarifa se calcula en base al capital de la empresa regulada. La tasa debe ser justa y razonable para obtener beneficios normales.</p> <p>Terminado cada periodo regulatorio, se remite al regulador los costos incurridos para determinar la nueva tarifa obteniendo viabilidad financiera.</p> <p>Requiere auditoria y contabilidad regulatoria realizada sobre los costos que incurren en el servicio.</p>	<p>Efecto Averch-Johnson, ineficiencia en la producción utilizando mayor capital y, por tanto, mayor tarifa reconocida. (Se presenta en empresas con falta de cobertura).</p> <p>Las tarifas durante cada periodo regulatorio solo son modificables por la influencia de precios del mercado, lo que ocasiona que dichos periodos sean cortos.</p> <p>Presenta riesgos mayores de captura del regulador y el requerimiento de una gran cantidad de información</p>
Regulación por incentivos	<p>Trata de generar en la empresa regulada las presiones competitivas suficientes e incentivos correctos para que se comporte eficientemente.</p> <p>Brinda incentivos a la reducción de costos, lo cual pueden obtenerse por la introducción de nueva tecnología.</p> <p>La finalidad de generación de incentivos obliga a que los periodos regulatorios sean mayores a 3 años</p>	<p>El efecto adverso a los incentivos de ganancia por la reducción del costo estimula a las empresas a sacrificar la calidad del producto o servicio.</p> <p>Otro tipo de sacrificio que se realiza es en cobertura, pues así evitarán invertir en ampliarla para no reducir sus ganancias. Más en áreas rurales donde el consumo es menor.</p> <p>Cuando se compara empresas, se requiere información estadística y muy detallada, siendo el principal limitante.</p>

Fuente: Dammert, A.; Mollineli, F. y Carbajal, M. (2013). *Teoría de la regulación económica* (1.a ed.). Editorial Fondo editorial de la Universidad de San Martín de Porres.

iv. Servicios de saneamiento en Perú

El reglamento del decreto legislativo 1280 establece que las municipalidades provinciales y distritales son las responsables de brindar los servicios de saneamiento, los cuales son también identificados en este reglamento como los siguientes:

- Servicio de agua potable que incluye las etapas de producción y distribución.
- Servicio de alcantarillado, referido al servicio de recolección de aguas residuales.
- Servicio de tratamiento de aguas residuales para disposición final o reúso.
- Servicio de disposición sanitaria de excretas.

Asimismo, las municipalidades pueden encargar la función de prestación de los servicios de saneamiento a un prestador de servicio sobre un área de explotación, que puede ser total o parcial para brindar uno o todos los servicios de saneamiento antes mencionados. Los prestadores de servicio son:

- Empresas prestadoras de servicios de saneamiento (EPS).
- Operadores especializados.
- Unidades de Gestión Municipal.
- Organizaciones comunales.

Como se ha revisado, en vista que el estado es responsable de brindar los servicios públicos a los ciudadanos, los prestadores de servicios de saneamiento se ven obligados a realizar inversiones para mejorar la calidad de servicio a sus usuarios y obras para expandir el servicio hacia los no usuarios.

Los servicios de saneamiento que se verán en este trabajo de suficiencia serán:

a. Servicios de agua potable

El servicio de agua potable se divide en dos etapas importantes, la etapa de producción y la etapa de distribución.

La etapa de producción implica los procesos de captación de agua cruda, tratamiento de agua potable y almacenamiento de agua potable; asimismo, se incluyen las tuberías de conducción e impulsión, accesorios y estaciones de bombeo y rebombeo que fueran necesarias dentro de este proceso. Mientras que, la etapa de distribución involucra toda la red de tuberías, accesorios, estaciones de bombeo o rebombeo y conexiones de agua o piletas públicas que se requieren

para transportar el agua potable desde los reservorios hasta los puntos de toma de agua.

b. Servicios de alcantarillado

El servicio de alcantarillado comprende las conexiones de alcantarillado, estaciones de bombeo de agua residual, tuberías colectoras de agua residual, interceptores y emisores.

v. Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS)

El ente regulador en Perú es SUNASS, el fin del regulador es garantizar la prestación de los servicios de saneamiento, en el ámbito urbano y rural, en condiciones de calidad, a fin de contribuir a la salud de la población y a la preservación del medioambiente.

El esquema regulatorio que utiliza la SUNASS para la determinación de la tarifa es un esquema híbrido que combina la regulación de tasa de retorno y la empresa modelo eficiente.

Se reconoce como una regulación por tasa de retorno (regulación por costos), debido a que se determina la tarifa a cobrar por parte de la empresa en base a los costos en los que incurre por la prestación de los servicios de saneamiento y una rentabilidad. La SUNASS para el análisis y estructuración adecuada de los costos realiza la aplicación de la contabilidad regulatoria a todas las empresas, así mismo, dada la orientación del rubro de las empresas al saneamiento, el regulador cuenta con profesionales del mismo rubro.

Adicionalmente, el esquema regulatorio de SUNASS presenta las siguientes características que orientan a la aplicación de la empresa modelo eficiente, un tipo de regulación por incentivos.

- Los periodos regulatorios son más extensos a los que considera una regulación por costos, considerándose de cinco años.
- La ampliación de cobertura en periodos extensos podría resultar adversa, sin embargo, existe el incentivo de que al terminar la obra de ampliación, SUNASS podría aprobar una actualización tarifaria condicionada, la cual reconocerá los costos incrementales en los que incurrirá la empresa.
- El esquema de regulación por costos, obliga a reconocer por el regulador los costos que incurren para prestar el servicio a pesar que sean

ineficientes, ante esto, SUNASS con su equipo técnico revisa y analiza que la empresa no caiga en ineficiencias, y a su vez, reconoce los costos en los que no incurre pero que son necesarios para la prestación del servicio.

- SUNASS aprueba metas de gestión las cuales indican el nivel de servicio que la empresa debe alcanzar durante el periodo regulatorio, a fin que la empresa cumpla con esas metas de gestión, se les asocia a estas una actualización tarifaria que se aprobará por la SUNASS una vez hayan sido cumplidas.

Debido a los análisis que se realizan en los costos en los que incurren las empresas, así como las actualizaciones tarifarias orientadas a la optimización del nivel de servicio que brindan las empresas a los usuarios, se reconoce un esquema orientado a la empresa modelo eficiente (regulación por incentivos).

En el artículo 168 del decreto supremo N° 019-2017-VIVIENDA, Reglamento del decreto legislativo N° 1280, se menciona que la regulación económica debe cumplir con los principios de: eficiencia económica, viabilidad financiera, equidad social, sostenibilidad ambiental, prevención de riesgos de desastres, simplicidad, transparencia, no discriminación y costo-beneficio.

vi. Del procedimiento para la aprobación de tarifas

Al momento de la elaboración del trabajo de suficiencia, se ha aprobado el reglamento general de tarifas con la resolución de consejo directivo N° 028-2021-SUNASS-CD. En este reglamento se indica el procedimiento para la revisión tarifaria periódica, que corresponde al procedimiento de elaboración de fórmula tarifaria, estructura tarifaria y metas de gestión que se encontraba en la resolución de consejo directivo N° 009-2007-SUNASS-CD

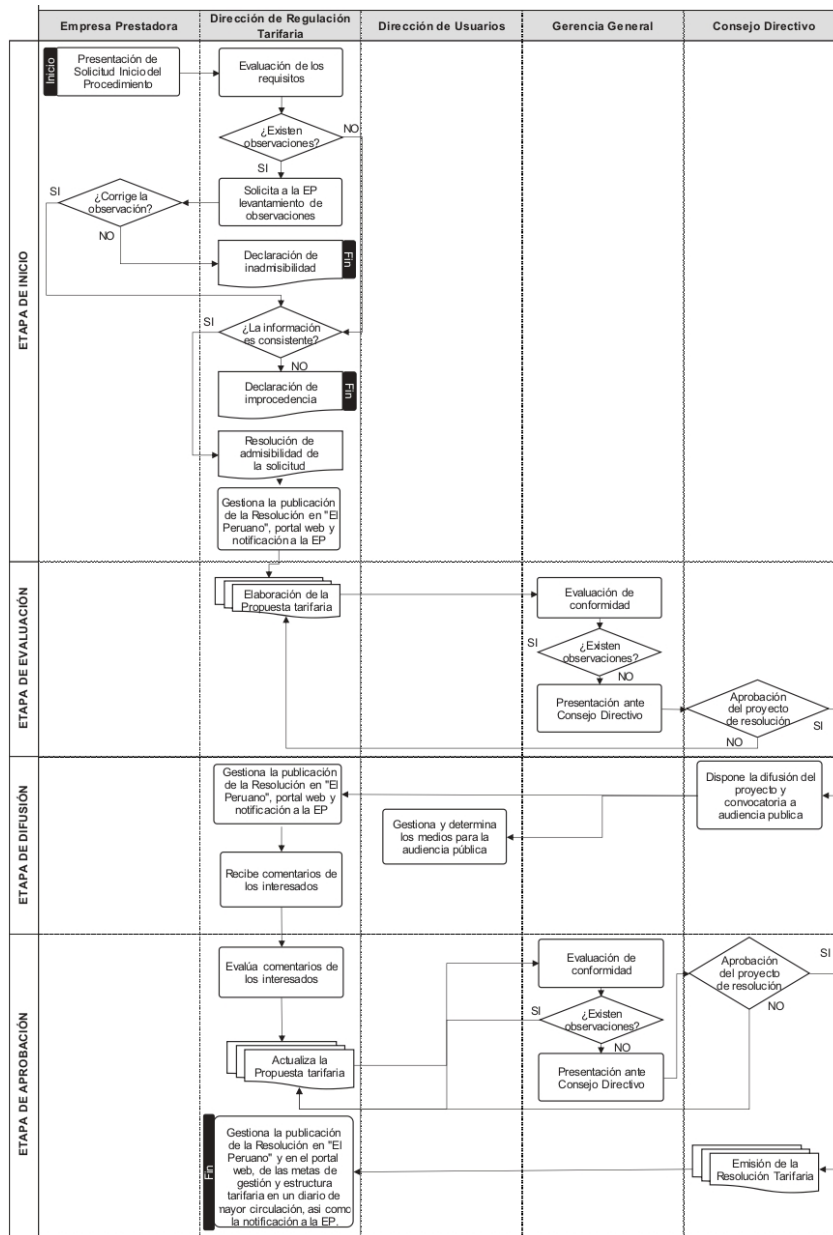


Imagen N° 1: Flujograma del procedimiento de revisión periódica, revisión excepcional y aprobación de costos máximos. Adaptado del anexo XIII del Reglamento General de Tarifas de los servicios de saneamiento brindados por empresas prestadoras. (27 de julio de 2021)

vii. Del programa de inversiones

Acorde a la resolución de consejo directivo N° 009-2007-SUNASS-CD, reglamento general de tarifas, los proyectos que componen el programa de inversiones siguen los siguientes criterios:

- Orientados a la solución de problemas para mejorar la prestación (mejorar calidad de agua, uso eficiente del recurso e infraestructura, incrementar la cobertura, incrementar el nivel de tratamiento de agua residual, entre otros).
- Determinados del balance de oferta – demanda.
- Brindar una solución integral.

Asimismo, tal como lo indica el anexo 12 del mencionado reglamento, el plan de inversiones o programa de inversiones es referencial y puede sufrir modificaciones o reprogramaciones previa sustentación de las empresas.

viii. De las metas de gestión

En el reglamento general de tarifas se menciona que la aprobación de las metas de gestión está relacionada a las condiciones de la empresa considerando la viabilidad de la implementación de las acciones y programa de inversiones. Las metas se establecen en cuanto al incremento de cobertura, mejoras en la calidad del servicio y eficiencia en la gestión empresarial.

Asimismo, tal como lo indica el anexo 12 del mencionado reglamento, las metas de gestión que se cambien o reprogramen como consecuencia de una variación en el programa de inversiones, deberán ser sustentadas ante el consejo directivo de SUNASS para su aprobación.

ix. De la aprobación de actualización tarifaria

La SUNASS, mediante resolución de consejo directivo, aprueba la fórmula tarifaria, estructura tarifaria y metas de gestión de las empresas. En dicha resolución se encuentran las tarifas a aplicarse así como las condiciones que deben cumplir para su aplicación. Existen tres tipos de actualización tarifaria que varían por sus requisitos para su aplicación, estos son los siguientes:

Actualización tarifaria base

Es el resultado de reconocer los costos económicos y eficientes de las inversiones y medidas de mejora cuyo inicio o término de ejecución y entrada en operación cuenta con alto nivel de certeza. Su aplicación está sujeta al cumplimiento de las metas de gestión aprobadas por la resolución. Por ejemplo, fichas de proyectos, obras en proceso de ejecución u obras en camino de recepción aplican a esta condición.

Actualización tarifaria condicionada

Es similar a la anterior, sin embargo, en este caso el inicio o término de ejecución y entrada en operación no cuenta con nivel de certeza. Su aplicación está sujeta a la verificación por parte de la SUNASS de las condiciones descritas en la resolución. Por ejemplo, proyectos que se encuentran a nivel de idea o paralizados por varios años o en arbitraje, aplican a esta condición.

Actualización tarifaria por inflación

Es el reajuste automático de la tarifa y precios de los servicios colaterales que ocurre cada que se acumula una variación del 3% en los índices de precios al por mayor a nivel nacional. El Instituto Nacional de Estadística e Informática es el responsable de publicar este índice de manera mensual.

Cabe indicar que, al término de cada año regulatorio, la SUNASS, a través de la dirección de fiscalización, es la encargada de realizar la supervisión de cumplimiento de metas, acorde a como indica el reglamento general de supervisión, fiscalización y sanciones. De estas supervisiones se elaboran informes de supervisión de metas de gestión donde se incluye la evaluación realizada de la información presentada como sustento de cumplimiento de metas y concluye, de ser favorable, en la aplicación de la actualización tarifaria programada.

x. De la estructura tarifaria

El modelo tarifario en el que se basa la SUNASS para el cálculo de las tarifas determina la tarifa media. Es decir, un costo único para todos los usuarios de la empresa sin distinguir en su categoría ni en su nivel de consumo.

En vista que existen usuarios que realizan consumos desmedidos de agua para actividades como lavado de auto, creación de piscinas para viviendas cuando el uso de agua es para consumo humano, resulta injusto cobrar a todos los usuarios la tarifa media. Así como resulta igual de injusto cobrar a un usuario comercial y a un usuario doméstico la misma tarifa, sabiendo que los usuarios comerciales como indica en el reglamento general de calidad de prestación de servicios de saneamiento, aprobado por N° 011-2007-SUNASS-CD y modificado por N° 016-2016-SUNASS-CD, comercializan bienes y servicios.

Expuesto lo anterior, se requiere realizar una redistribución de las tarifas considerando las categorías de los usuarios y los consumos realizados por estos, de ese modo, usuarios de las categorías estatal, industrial y comercial, que usualmente realizan mayor consumo o su consumo está asociado a actividades diferente de un consumo doméstico, subsidiarán a las categorías doméstico y social, promoviéndose un subsidio cruzado entre categorías. Cabe indicar que la tarifa está compuesta en cargo fijo (aplicada a todos los usuarios) y cargo variable (aplicada a todos los usuarios según su categoría y nivel de consumo).

Actualmente, se hace otro subsidio adicional, denominado subsidio cruzado focalizado, este subsidio es aplicado a los usuarios domésticos basado en el Sistema de Focalización de Hogares (SISFOH). En este sistema se estratifica por ingresos per cápita a nivel de manzanas, reconociéndose a los usuarios ubicados en manzanas de estrato bajo y medio bajo como beneficiarios a recibir este subsidio y a los usuarios en manzanas de estrato medio, medio alto y alto como no beneficiarios.

IV.2. Marco legal

- Decreto Supremo N° 011-2006: El Reglamento Nacional de Edificaciones se utilizó para contrastar la presión reportada de la red de agua potable.
- Resolución de Consejo Directivo N°010-2006-SUNASS-CD: El Sistema de Indicadores de Gestión de las Empresas de Servicios de Saneamiento sirvió como guía para la determinación de la continuidad y presión promedio.
- Resolución de Consejo Directivo N° 009-2007-SUNASS-CD y sus modificatorias: El Reglamento General de Tarifas contiene los procedimientos para la aprobación de la fórmula tarifaria, estructura tarifaria y metas de gestión.
- Resolución de Consejo Directivo N°011-2007-SUNASS-CD y sus modificatorias: El Reglamento de la Calidad de Prestación de los servicios de Saneamiento, en su modificatoria del 2018, indica nuevos requerimientos que deben ser considerados en los costos de mantenimiento de las empresas de saneamiento como la verificación periódica del parque de medidores y evaluación a las plantas de

tratamiento de agua potable, actividades que no estaban consideradas anteriormente.

- Decreto supremo N°031-2010-SA: El Reglamento de la calidad de agua para consumo humano se usó para la verificación del agua que se brinda a los usuarios de la ciudad a través de informes de laboratorio y el contenido mínimo de cloro residual en la red.
- Decreto legislativo 1280 que aprueba la ley marco de la gestión y prestación de los servicios de saneamiento y Decreto Supremo N°019-2017-VIVIENDA que aprueba el reglamento del mencionado decreto: Establecen la incorporación de medidas en pro de la Gestión ambiental, de los Mecanismos de Retribución por Servicios Ecosistémicos, y de la Gestión de Riesgo de Desastres y Adaptación al cambio climático por parte de los prestadores de servicio. (Publicada el 29 de diciembre de 2016)
- Decreto Legislativo 1359 que establece medidas para el saneamiento financiero sobre las deudas de las empresas prestadoras de servicios de saneamiento: Establece que prestadores con las deudas financieras reconocidas en el mencionado decreto puedan ser absueltas basado en su índice de cumplimiento global del último año regulatorio. (Publicada en el diario “El Peruano” el 22 de julio de 2018)

CAPITULO II: DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO

El presente capítulo se divide en recopilación de información, diagnóstico empresarial, estimaciones y proyecciones, balance de oferta y demanda, programa de inversiones, costos y determinación de la tarifa del servicio.

I. Recopilación de información

Previo al desarrollo del estudio tarifario, con la finalidad de tener un diagnóstico situacional base, se revisa el Plan Maestro Optimizado de la empresa y se recopila información existente que influirá en la elaboración del estudio. Entre las principales fuentes de información se tiene:

- Plan Maestro Optimizado de la Empresa.
- Estudio tarifario aprobado por la SUNASS en el quinquenio anterior.
- Informes de cumplimiento de metas de la dirección de fiscalización de la SUNASS.
- Información de calidad de agua potable presentada en el sistema de captura y transferencia de datos (SICAP).
- Información del equipo de estudios cuantitativos de la dirección de regulación de tarifas.
- Resoluciones de transferencias realizadas por el Organismo Técnico de la Administración de los Servicios de Saneamiento (OTASS).

A continuación se desarrolla la información y su importancia en el Estudio Tarifario

I.1. Estudio Tarifario del quinquenio anterior

En el estudio tarifario se revisó información del diagnóstico operativo, balance de oferta – demanda, programa de inversiones y metas de gestión; a fin de conocer de manera preliminar el sistema de agua y alcantarillado, la problemática y las propuestas de solución del quinquenio anterior. De su revisión se puede obtener la siguiente información:

- La EPS brinda los servicios de saneamiento a las ciudades de San Miguel, Contumazá y Cajamarca, siendo esta última la de mayor cantidad de usuarios y mayor infraestructura sanitaria.

- El sistema de agua de la ciudad de Cajamarca comprende tres captaciones de agua cruda, dos abastecen una planta de tratamiento y posteriormente a dos reservorios por gravedad; mientras que la captación restante abastece a otra planta de tratamiento que va a un reservorio para bombear y rebombear a las zonas más altas de la ciudad.
- Los sistemas de agua de las otras dos ciudades cuentan con una planta de tratamiento de agua potable y un reservorio, ambas se abastecen por gravedad. Sin embargo, la ciudad de Contumazá cuenta con dos captaciones mientras que la ciudad de San Miguel solo tiene una captación
- El sistema de alcantarillado de Cajamarca tiene dos cámaras de bombeo, mientras que las otras dos ciudades el sistema es por gravedad, ninguna tiene tratamiento de aguas residuales.
- La principal causa de los problemas de la EPS en el servicio de la ciudad de Cajamarca se debe a que la capacidad de conducción, de tratamiento y almacenamiento no es suficiente para satisfacer la demanda.
- Si bien la continuidad del servicio en la ciudad de Cajamarca es en promedio 15 horas, existen zonas con continuidad baja de 5 horas en la zona de Mollepampa. En cuanto a las ciudades de San Miguel y Contumazá, la continuidad promedio del servicio es de 24 horas.
- En el programa de inversiones se priorizaron las medidas para mejorar la situación de Cajamarca con donaciones y préstamos. Se benefició del apoyo de ALAC (Asociación Los Andes de Cajamarca), entre otras.

I.2. Información de la dirección de Fiscalización

i. Supervisión de metas de gestión

La dirección de fiscalización notifica a través de informes a los prestadores de servicio el resultado de la supervisión de metas de gestión, la cual puede ser supervisión en campo o supervisión en sede. El resultado del informe concluye en la aplicación, de ser el caso, de la actualización tarifaria aprobada para el año regulatorio en evaluación; asimismo, la información remitida por el prestador para la elaboración de este informe tiene carácter de declaración jurada.

Hasta la fecha de revisión de información (mayo 2019), se contaba con el informe inicial de supervisión de cumplimiento de metas de gestión del cuarto año regulatorio. El informe se resume en el siguiente cuadro.

Tabla 2:

Evolución de cumplimiento de metas (2014-2019)

Metas de gestión	Unidad	Año 1		Año 2		Año 3		Año 4	
		VM	VO	VM	VO	VM	VO	VM	VO
Incremento de micromedidores		949	1497	263	1012	390	1009	669	776
Cajamarca	Und.	927	1373	244	948	371	967	650	717
San Miguel	Und.	16	63	11	44	11	26	11	33
Contumazá	Und.	6	61	8	20	8	16	8	26
Renovación de micromedidores		998	2994	998	2321	3403	4273	3403	0
Cajamarca	Und.	802	2796	802	1964	3207	4010	3207	0
San Miguel	Und.	108	94	108	114	108	130	108	0
Contumazá	Und.	88	104	88	243	88	133	88	0
Catastro Comercial									
Cajamarca	%	80	90,7	100	95,6	100	95,8	100	8,2
San Miguel	%	80	86	100	93,8	100	92,5	100	7,0
Contumazá	%	80	86,3	100	97,5	100	95,8	100	1,9
Catastro Técnico									
Cajamarca	%	80	94,5	100	100	100	96,8	100	0
San Miguel	%	80	82,8	100	100	100	89	100	0
Contumazá	%	80	81,9	100	100	100	94,8	100	0
Continuidad									
Cajamarca	h/d	16	16,7	17	17,6	17	17,1	17	16,7
San Miguel	h/d	22	24	22	24	22	23,8	22	24
Contumazá	h/d	22	23,7	22	24	22	23,5	22	24
Agua no Facturada (X)	%	X ^{1/}	22,9	X	26,7	X-1	23,5	X-1	23,1
Relación de Trabajo	%	73	71,5	74	72,6	68	65,1	68	72,0
Índice de Cumplimiento Global	%	99,89		97,09		98,61		83,35	
Incremento Tarifario	Unidad	IP	IE	IP	IE	IP	IE	IP	IE
Agua Potable	%	15	15	0	0	14,1	13,7	0,29	0
Alcantarillado	%	15	15	0	0	12	11,7	0,26	

Fuente: Dirección de Fiscalización, SUNASS (2016, 2017, 2018). Informes de supervisión de metas de gestión.

Del cuadro anterior podemos resumir que, la empresa ha obtenido en sus tres primeros años regulatorios correspondientes a los periodos de 2015, 2016 y 2017, un ICG (Índice de cumplimiento global) superior al 95%.

Debido a que el resultado de la supervisión de metas de gestión del tercer año regulatorio fue superior al 85%, la empresa pudo acceder a la extinción de la deuda de convenios de traspaso de recursos correspondientes a operaciones de endeudamiento externo mencionada en el Decreto Legislativo 1359 publicado el 22 de julio de 2018. En ese sentido, la deuda que sostenía la empresa SEDACAJ con el Banco de Desarrollo de Alemania (KFW) de 4 297 869,29 euros se extinguió tras la firma de un acta de conciliación el 19 de octubre de 2018.

ii. Sistema de captura y transferencia de datos (SICAP)

En el SICAP se encuentran los registros del monitoreo de calidad de agua realizado por las empresas prestadoras. En el año 2018, se tiene registros de la cantidad de cloro en diversos puntos de la ciudad a excepción del área abastecida por el reservorio R6.

Acorde al Reglamento Nacional de Edificaciones en la Norma OS.020 Planta de tratamiento de agua potable para consumo humano, en el ítem 5.12.2.2. indica que el cloro residual en el efluente de la planta deberá tener por lo menos 1 ppm de cloro residual o el necesario para que en el punto más alejado de la red exista no menos de 0,2 ppm. (RNE, 2006). Sin embargo, el artículo 66 del Reglamento de calidad de agua potable para consumo humano (2010), en caso de usar cloro, las muestras tomadas en cualquier punto de la red de distribución, no deberán contener menos de 0,5 mg/l de cloro residual libre en el noventa por ciento (90%) del total de muestras tomadas durante un mes. Del diez por ciento (10%) restante, ninguna debe contener menos de 0,3 mg/l.

Los registros muestran que los puntos de monitoreo tienen una concentración mayor a 1 ppm o mg/l de cloro residual

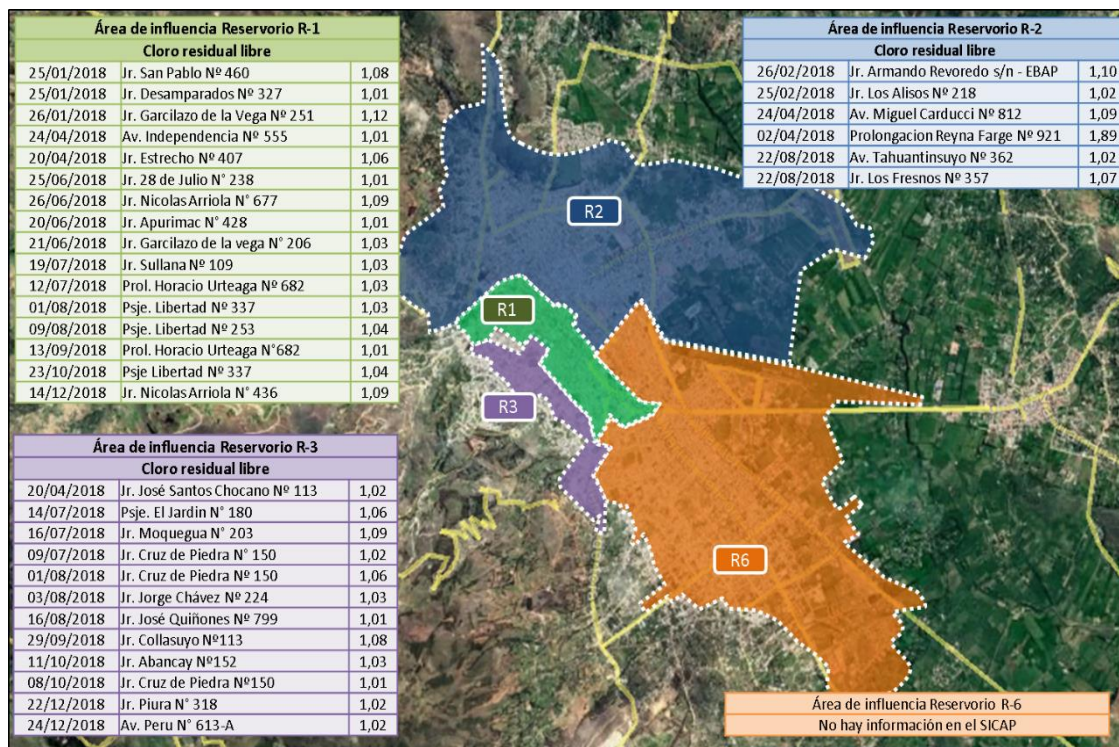


Imagen N° 2: Registros de monitoreo de cloro residual libre en la ciudad de Cajamarca. Adaptado de la información recopilada en el Sistema de Captura y Transferencia de Datos (SICAP). (2018)

I.3. Percepción de los usuarios domésticos sobre el servicio de saneamiento de Cajamarca

Durante el 10 al 27 de diciembre del 2018, el equipo de estudios estadísticos de la DRT presentó los resultados preliminares de la percepción de 1600 usuarios domésticos sobre el servicio de saneamiento en la ciudad de Cajamarca al equipo de elaboración de estudios tarifarios. La muestra contiene 1078 usuarios abastecidos por la PTAP El Milagro, mientras que el resto son abastecidos por PTAP Santa Apolonia.

Entre los principales problemas percibidos por los usuarios se tiene:

- Pocas horas de abastecimiento. Problema encontrado en el diagnóstico del estudio tarifario 2014.
- Exceso de consumo de cloro en agua potable. Existen investigaciones donde la percepción del cloro residual varía por los usuarios, niveles de 1 ppm en adelante según la Agencia de Protección Ambiental (EPA) o

niveles entre 0,71 a 1,25 ppm encontrados en la ciudad de Dhaka, Bangladesh (Y. Crider et. al, 2018).

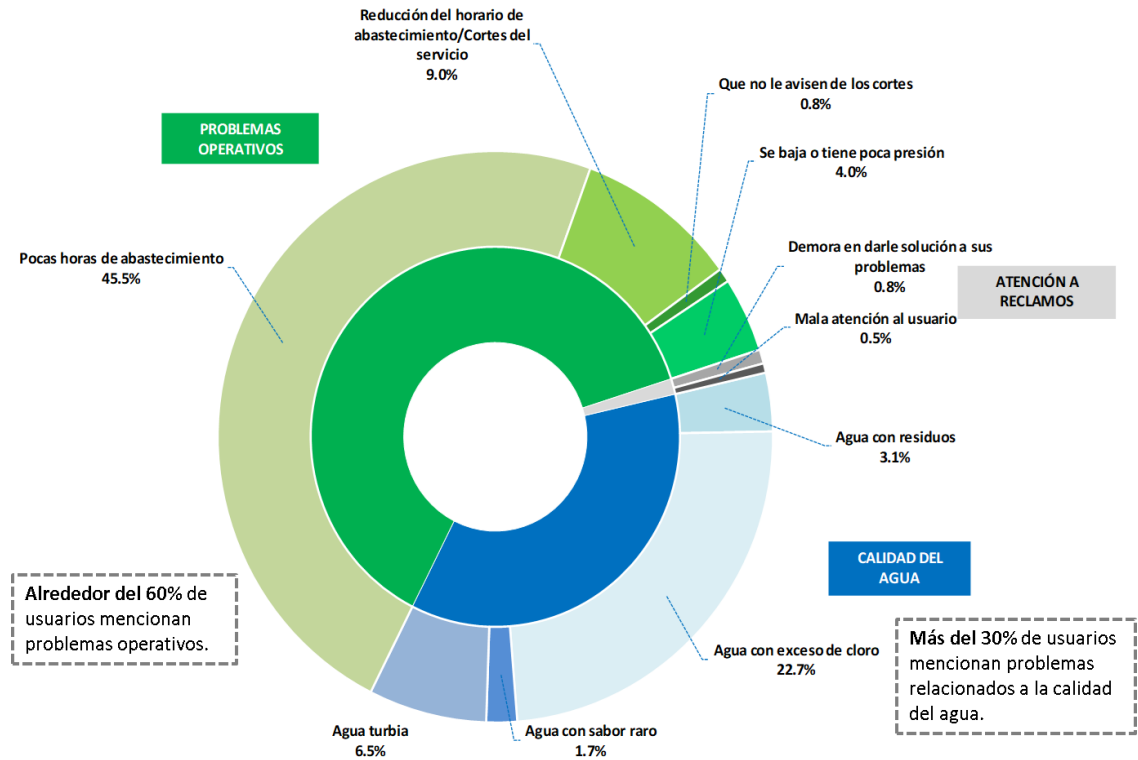


Imagen N° 3: Principales problemas priorizados por los usuarios. Información remitida por el equipo de estudios estadísticos de la DRT sobre la percepción de los servicios de saneamiento en la ciudad de Cajamarca (2018).

Acorde al estudio realizado, los usuarios que indicaron pocas horas de servicio, manifiestan un rango entre una a doce horas.

I.4. Financiamiento del Organismo Técnico Administrativo de Servicios de Saneamiento.

SEDACAJ S.A. ha recibido dos transferencias por parte del OTASS a través de las resoluciones N° 054-2017-OTASS/DE, publicada el 20 de octubre del 2017, y la N° 065-2018-OTASS/DE, el 3 de noviembre del 2018.

Tabla 3:

Proyectos financiados por transferencias de OTASS

Código	Descripción	Monto (S/)
Resolución N°054-2017-OTASS/DE		
F-01-GC	Adquisición e instalación de micromedidores por exceso de vida útil	2 729 851,18
F-01-GO	Renovación y adquisición de equipos de laboratorio para control de calidad de agua de la EPS SEDACAJ S.A.	212 910,00
F-02-GO	Reemplazo y adquisición de equipos de análisis de agua en línea para la optimización de los procesos de tratamiento de agua potable de la EPS SEDACAJ S.A.	603 485,44
F-03-GO	Adquisición de equipos y herramientas para incrementar la capacidad de respuesta a los reclamos operacionales de agua, alcantarillado y otras actividades conexas de la EPS SEDACAJ S.A.	207 326,00
F-04-GO	Suministro e instalación de macromedidores, válvulas de purga de aire y válvulas reguladoras de presión, en cámaras de sectorización de los sectores 2 y 3 del área de influencia de reservorio N°2 y a la salida de la PTAP El Milagro y PTAP Santa Apolonia de la EPS SEDACAJ S.A.	206 475,57
F-05-GO	Mejoramiento de la capacidad operativa de la división de mantenimiento y control de pérdidas de la EPS SEDACAJ S.A.	120 855,80
F-06-GO	Adquisición de un equipo combinado autopropulsado para limpieza de tuberías de alcantarillado con un chorro de agua a presión elevada y succionador, sobre chasis 6x4 para la EPS SEDACAJ S.A.	1 584 000,00
F-07-GO	Reposición del grupo electrógeno de la PTAP El Milagro de la EPS SEDACAJ S.A.	132 781,51
F-08-GO	Renovación de la red primaria de agua potable del Jr. Amazonas en la localidad de Cajamarca	697 946,87
Sub total 1		6 495 632,37
Resolución N°065-2018-OTASS/DE.		
F-0X-GO	Adquisición de maquinaria para el área operacional de la EPS SEDACAJ S.A.	1 237 880,00
F-01-GO	Adquisición de equipos de detección de fugas de la EPS SEDACAJ S.A.	616 913,00
F-02-GO	Adquisición de equipos y herramientas para mantenimiento	615 802,20
F-GA-01	Adquisición de equipos de cómputo para mejorar la gestión empresarial en el ámbito de la EPS SEDACAJ S.A.	255 742,00
Sub total 2		2 726 337,20
Total		9 221 969,57

Fuente: Organismo Técnico Administrativo de Servicios de Saneamiento (2017 - 2018). *Resoluciones publicadas en el diario oficial "El Peruano"*.

Las transferencias están destinadas a la adquisición de nuevos activos y renovación de activos cuya vida útil se ha cumplido como:

- Medidores de agua para consumo.
- Equipos de laboratorio para control de calidad.
- Turbidímetros, potenciómetros y medidores cloro residual en línea para las PTAP.
- Cortadoras de concreto, apisonadores, motobombas, vibrador para concreto, martillo a gasolina y varillas de desatoro para la atención a reclamos.
- Macromedidores, válvulas de purga de aire y válvulas reguladoras de presión, en cámaras de sectorización y a la salida de las PTAP de Cajamarca.
- Geófono acústico y detector de tuberías para reducción de pérdidas.
- Hidrojet para limpieza de redes de alcantarillado a presión.
- Grupos electrógenos.
- Renovación de red primaria de agua potable.
- Retroexcavadoras y un camión cisterna.
- Equipos de detección de fugas como datalogger, geófono acústico, georadar, correlador, entre otros.
- Motobombas, moto furgón, generador eléctrico, amoladora eléctrica y rotomartillo, entre otros, para mantenimiento.
- Computadoras y equipos de oficina.

I.5. Plan Maestro Optimizado 2019 – 2049

El documento presentado por la empresa de SEDACAJ S.A., nos brinda una mayor información actualizada sobre su problemática, su situación actual operativa, comercial y económica; las inversiones proyectadas para mejorar el servicio, entre otros. De su revisión se puede obtener la siguiente información:

- Las inversiones planteadas con donaciones del estudio tarifario anterior como la ampliación de la capacidad de la planta de tratamiento El Milagro se terminó en el primer trimestre del 2019, la ampliación de la planta de tratamiento de Santa Apolonia no se ejecutó y la construcción del reservorio N°04 terminó con problemas en su ejecución.

- Se indica que uno de los principales problemas son las temporadas de estiaje en la ciudad de Cajamarca, donde aparte de disminuir la oferta por la temporada, los agricultores la usan para el riego. Este comportamiento se identifica en el río Porcón, donde en la imagen siguiente se puede apreciar como el volumen captado durante épocas de estiaje disminuye y, en consecuencia, la continuidad promedio mensual decae.



Imagen N° 4: Comparación de la evolución de continuidad promedio, volúmenes captados y temporadas de estiaje (2015 – 2018). Generado de la información adicional remitida en el Plan Maestro Optimizado de SEDACAJ S.A. para el periodo 2019 – 2049. (SEDACAJ S.A., 2019)

- Las ciudades bajo la administración de la EPS siguen sin plantas de tratamiento de agua residual.
- La información remitida de registros de continuidad y presión a la entrega del PMO no recogen información del área abastecida por el reservorio R-05.
- El programa de inversiones contempla proyectos para el uso de agua subterránea en temporadas de estiaje y la ampliación de la capacidad de la planta El Milagro, ya que el volumen captado para esta no se ve afectado en épocas de estiaje. Un nuevo reservorio en lugar del reservorio existente R-4. La instalación de nuevas y renovación de redes de distribución, redes colectoras, medidores y conexiones en las tres localidades.

I.6. Resumen de la información recopilada

De toda la recopilación de la información preliminar, podemos concluir que:

- SEDACAJ S.A. recibe apoyo por parte de terceros como el Gobierno Nacional, Gobierno Regional, Banco de Desarrollo de Alemania (KFW), Asociación los Andes de Cajamarca (ALAC), entre otros, a través de préstamos o donaciones.
- Las inversiones priorizadas en el estudio tarifario 2014 para solucionar la problemática de la oferta no fueron suficientes, ya que, aparte su retraso en ejecución, el plan maestro del 2019 menciona problemas con la oferta brindada en épocas de estiaje. Lo cual se aprecia ocurre en el río Porcón.
- Las ciudades de Contumazá y San Miguel no cuentan con muchos problemas, lo cual se verificará en la inspección de campo y recolección de información.
- Las metas de gestión propuestas durante el periodo regulatorio 2014 – 2019 han sido cumplidas hasta el tercer año regulatorio con más del 95%, lo cual ha beneficiado a la empresa para acceder al saneamiento financiero (Decreto Legislativo 1359), extinción de la deuda con el Banco de Desarrollo de Alemania (KFW).
- La información del SICAP indica que la empresa cumple con lo mencionado en el Reglamento Nacional de Edificaciones y con lo indicado en el Reglamento de calidad de agua para consumo humano (2010); sin embargo, la información del equipo de estudios estadísticos indica que existen usuarios que perciben cloro en exceso. Acorde al estudio realizado en Dhaka, a partir de 0,71 ppm se comenzó a percibir cloro, lo cual concuerda con los puntos de monitoreo del SICAP, en los cuales los resultados remitidos son superiores a 1 ppm.
- La información del equipo de estudios estadísticos indica que los usuarios perciben baja continuidad del servicio entre una a doce horas; y que, acorde a la información de continuidad remitida por la empresa, existe un área abastecida por el reservorio R-05 en la cual no se realiza toma de datos, ubicada en la zona alta de Cajamarca.

- El financiamiento recibido por OTASS plantea inversiones que permitirán adquirir un nuevo activo o renovar activos existentes. Estos están orientados a mejorar la capacidad operativa y comercial.
- Se requiere un viaje a fin de constatar información remitida en el PMO y realizar la priorización de las inversiones programadas en el mismo.

II. Diagnóstico situacional

II.1. Situación Empresarial

Con el Decreto Supremo N° 016 – PCM – 90, se crea la filial de SENAPA denominada SEDACAJ S.A. y con la ley 26338 – Ley General de Servicios de Saneamiento se convierte en una empresa municipal de personería jurídica con autonomía financiera y administrativa, donde sus principales accionistas son las Municipalidades provinciales de Cajamarca, Contumazá y San Miguel con un porcentaje de participación de 92,57%, 4,09% y 3,34% respectivamente.

Actualmente, solo se brinda los servicios a las ciudades de los distritos de Cajamarca, Contumazá y San Miguel.

i. Situación Económica y financiera

A continuación se presenta el análisis de los resultados integrales y financieros durante el periodo 2014 – 2018 de la empresa SEDACAJ S.A.

Estado de resultados integrales

Resultado bruto

Este monto se ve afectado por los ingresos obtenidos y los costos relacionados a la prestación de los servicios.

Durante el periodo 2014 – 2018, la empresa ha aumentado sus ingresos anualmente debido a actualizaciones tarifarias realizadas por cumplimiento de metas y por la acumulación de más del 3% de IPM, así como también la solicitud de nuevos usuarios; sin embargo, el costo de venta se incrementó el último año debido a nuevas obras transferidas por parte de la Municipalidad Provincial de Cajamarca.

Resultado Operativo

Este monto descuenta al resultado bruto los gastos que se generan por administración, venta y distribución; además de añadir otros ingresos operativos

relacionados a depreciaciones, redondeos de facturación, penalidades contractuales, alquileres, entre otros. En este caso en particular, la empresa consideró la deducción de la deuda y moras del Banco de Desarrollo de Alemania (KFW) debido al Decreto Legislativo 1359 publicado el 22 de julio del 2018 como un ingreso operativo.

Resultado Neto

Este monto descuenta del resultado operativo los ingresos y gastos financieros por intereses, diferencia de cambios, entre otros.

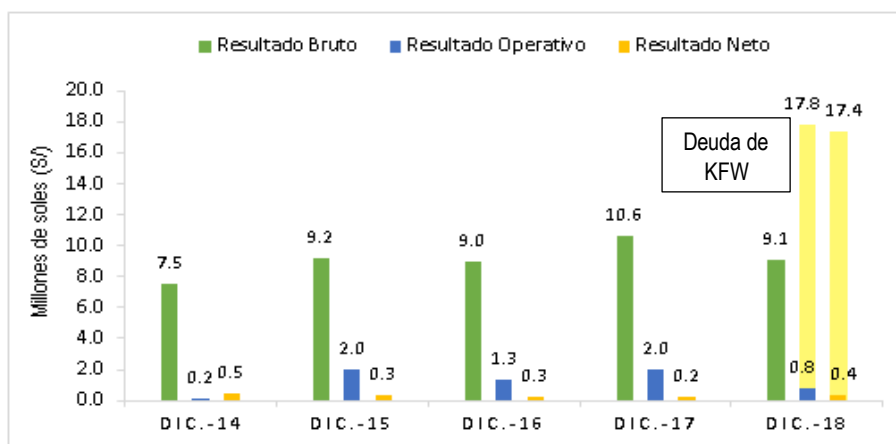


Imagen N° 5: Estado de resultados (2014 – 2018). Estudio Tarifario de SEDACAJ S.A. 2019 – 2024. (SEDACAJ S.A., 2019).

Todos los resultados han salido positivos, concluyendo que los ingresos han sido suficientes para cubrir los costos operativos de la prestación del servicio, sin embargo, aún existen oportunidades de mejora de la gestión de gastos, además, las medidas de saneamiento financiero fortalecen la sostenibilidad financiera de la empresa.

Estado de situación financiera

Los estados de situación financiera presentan la evolución de los activos, pasivos y patrimonio durante el periodo 2014 – 2018.

Activos

Los activos se han incrementado durante el periodo indicado principalmente por tasación de terrenos, edificaciones y construcciones en 2015, transferencias de obras concluidas y bancarias para ejecución de proyectos.

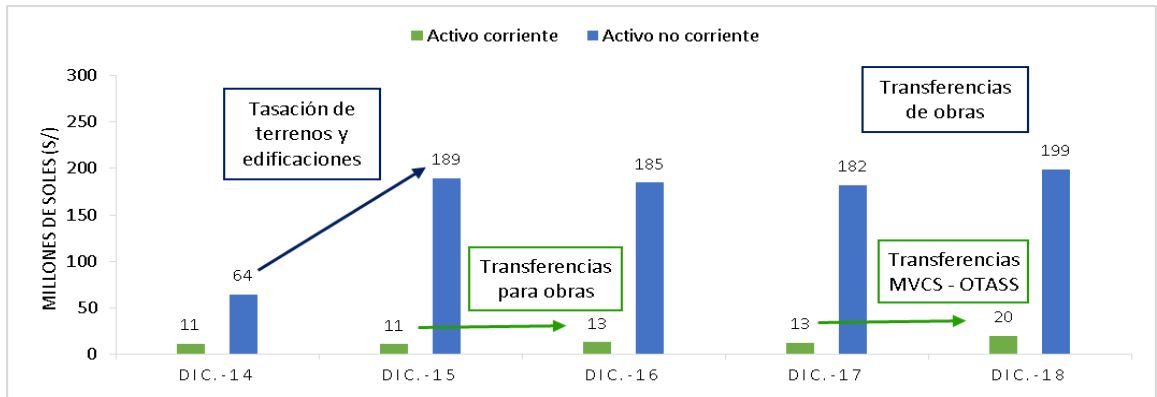


Imagen N° 6: Evolución de los activos (2014 – 2018). Estudio Tarifario de SEDACAJ S.A. 2019 – 2024. (SEDACAJ S.A., 2019).

Pasivos

Los pasivos se han incrementado durante el periodo indicado principalmente por la revaluación de los activos y deudas con FONAVI en 2015; así como la deducción de la deuda de KfW en el 2018.

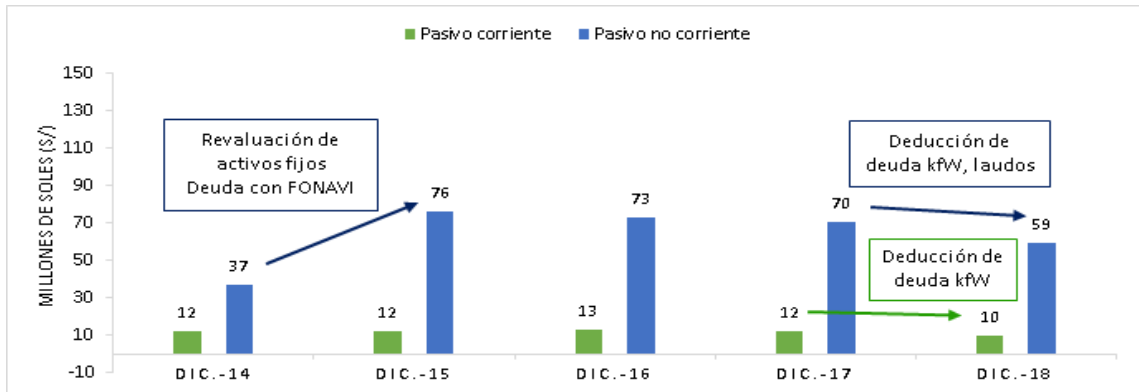


Imagen N° 7: Evolución de los pasivos (2014 – 2018). Estudio Tarifario de SEDACAJ S.A. 2019 – 2024. (SEDACAJ S.A., 2019).

Patrimonio

Durante el periodo evaluado, el patrimonio se ve afectado por la tasación de terrenos y las transferencias de obras por parte de la Municipalidad Provincial de Cajamarca y de ALAC.

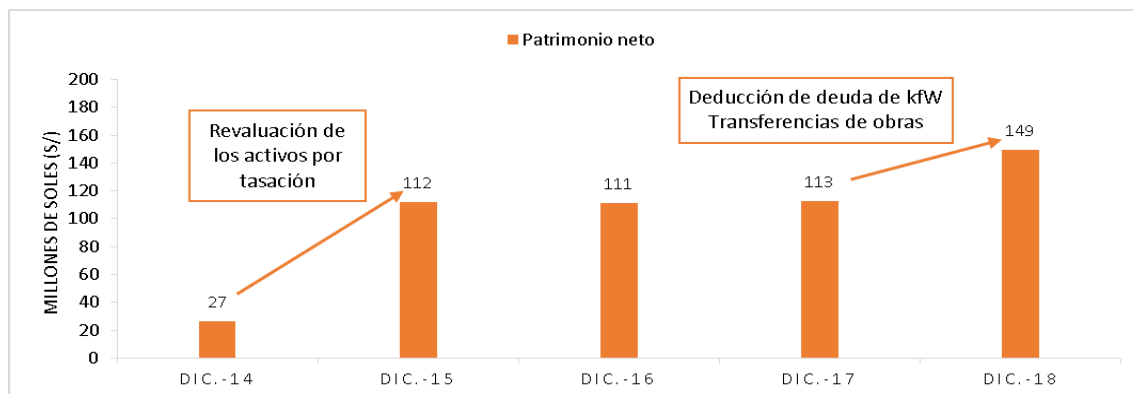


Imagen N° 8: Evolución del patrimonio (2014 – 2018). Estudio Tarifario de SEDACAJ S.A. 2019 – 2024. (SEDACAJ S.A., 2019).

Ratios financieros

En el análisis de ratios no incluye las transferencias realizadas por terceros hacia la empresa ya que no reflejarían adecuadamente la gestión de la misma.

Liquidez, indica si la empresa es capaz de afrontar las deudas a corto plazo. Este índice tiende a incrementarse en el periodo analizado debido a los mayores ingresos que tuvo la empresa y a la reducción de las deudas a corto plazo por la extinción de la deuda con el Banco de Desarrollo de Alemania (KfW). Este ratio representa que por cada S/ 1 de deuda, la empresa tiene S/ 1,09 de activos líquidos para pagar.

Solvencia, se analiza el índice de deuda y endeudamiento. El primero relacionado a afrontar las deudas que tiene la empresa respecto al patrimonio existente, el cual como se ha evidenciado anteriormente con el crecimiento del patrimonio y disminución del pasivo por extinción de la deuda con el Banco de Desarrollo de Alemania (KfW), este índice mejora. El segundo relaciona la capacidad de afrontar las deudas respecto a los activos, este también presenta una mejoría debido a la extinción de la deuda y las nuevas obras transferidas, lo cual disminuyó el pasivo e incrementó los activos.

Rentabilidad, se evalúan la rentabilidad del total de activos (ROA) y rentabilidad financiera (ROE). El ROA indica la capacidad de generar ganancias basado en los activos y el ROE, la capacidad de generar ganancias respecto a los inversores (patrimonio). El comportamiento de estos índices se ve afectado por la tasación de terrenos, la transferencia de obras y la extinción de la deuda con el Banco de Desarrollo de Alemania (KfW).

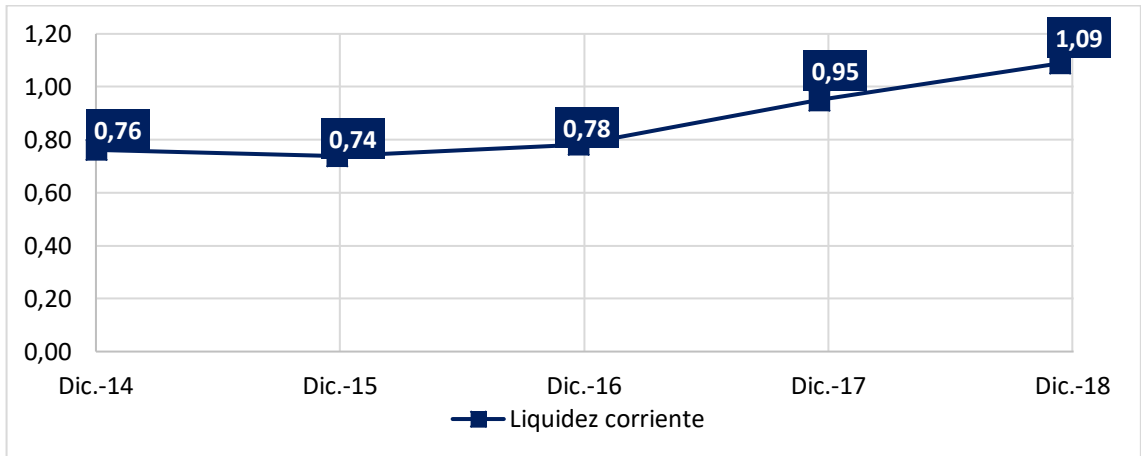


Imagen N° 9: Evolución de indicadores de liquidez (2014 – 2018). Estudio Tarifario de SEDACAJ S.A. 2019 – 2024. (SEDACAJ S.A., 2019).

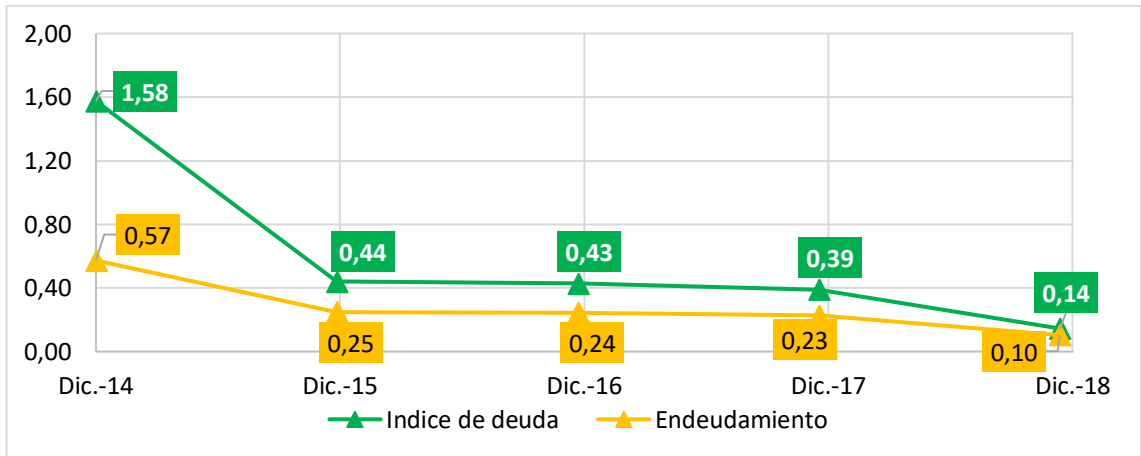


Imagen N° 10: Evolución de indicadores de solvencia (2014 – 2018). Estudio Tarifario de SEDACAJ S.A. 2019 – 2024. (SEDACAJ S.A., 2019).

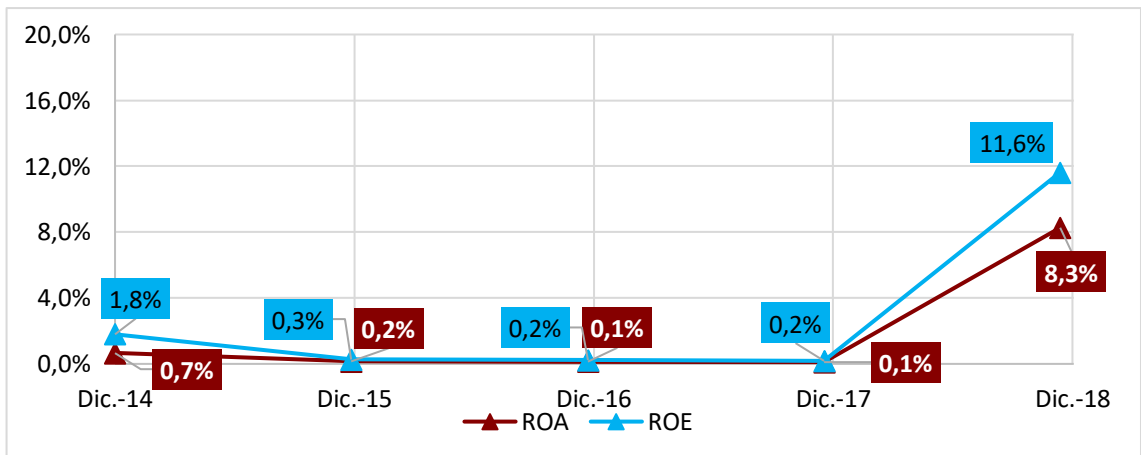


Imagen N° 11: Evolución de indicadores de rentabilidad (2014 – 2018). Estudio Tarifario de SEDACAJ S.A. 2019 – 2024. (SEDACAJ S.A., 2019).

ii. Situación comercial

La siguiente información es un extracto del diagnóstico comercial del Estudio tarifario de SEDACAJ S.A. periodo 2019 – 2024, el cual tiene como fuente la información remitida por la empresa y la base comercial.

Población administrada por SEDACAJ

Acorde al Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), la población administrada en el año 2017 es de 190 208 habitantes. Aproximadamente el 96% de esta población se encuentra en Cajamarca.

Tabla 4:

Población administrada por SEDACAJ en el año 2017

Descripción	Unidad	Cajamarca	Contumazá	San Miguel
Población	Hab.	182 971	3 248	3 989
Viviendas	V. Ocupadas	46 420	1 071	1 285
Densidad	Hab./vivienda	3,94	3,03	3,10

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2018). *XII Censo de Población y VII de Vivienda realizados en el año 2017.*

Durante el periodo 2014 al 2018, se ha incrementado un total de 4 451 conexiones de agua potable y 4 814 conexiones de alcantarillado.

Tabla 5:

Conexiones de agua potable y alcantarillado (2014-2018)

Años	2014	2015	2016	2017	2018
Agua potable					
Cajamarca	38 028	38 912	40 230	41 526	42 170
Contumazá	1 068	1 098	1 116	1 137	1 161
San Miguel	1 374	1 462	1 503	1 551	1 590
Total	40 470	41 472	42 849	44 214	44 921
Alcantarillado					
Cajamarca	38 009	38 923	40 081	41 490	42 539
Contumazá	1 008	1 031	1 059	1 075	1 095
San Miguel	1 197	1 271	1 322	1 365	1 394
Total	40 214	41 225	42 462	43 930	45 028

Fuente: Estudio tarifario SEDACAJ S.A. 2019 - 2024. (2019). *Información remitida de 2014 a 2017 de reportes comerciales y base comercial 2018.*

El incremento del número de conexiones de agua potable y alcantarillado concuerda con el incremento de ingresos, costos de venta y activos presentados anteriormente.

Tabla 6:

Unidades de uso de agua potable (2018)

2018	UU total	UU activas	UU medidas	Medición Operativa	Medición Total
Cajamarca	46 646	42 412	41 889	98,8%	89,8%
Contumazá	1 162	1 095	1 095	100,0%	94,2%
San Miguel	1 594	1 464	1 460	99,7%	91,6%
Total	49 402	44 971	44 444	98,8%	90,0%

Fuente: Estudio tarifario SEDACAJ S.A. 2019 - 2024. (2019). *Base comercial 2018*.

II.2. Situación de los servicios de saneamiento

Se procede a desarrollar el diagnóstico de los servicios de agua potable y alcantarillado de las ciudades de Cajamarca, San Miguel y Contumazá basado en la información remitida y la inspección de campo realizada.

i. Cajamarca

Fuentes

La cantidad de agua permitida captar para la ciudad de Cajamarca es de 400 l/s, distribuido en 200 l/s en el río Grande y 100 l/s tanto para el río Porcón como para el río Ronquillo (Resolución N° 039-1999-CTAR-CAJ/DRA-ATDRC, por parte de la Autoridad Nacional de Agua – ANA).

La imagen siguiente muestra que el caudal promedio mensual captado es menor al permitido y en los últimos meses se incrementa con la operación parcial de la nueva planta modular de El Milagro.

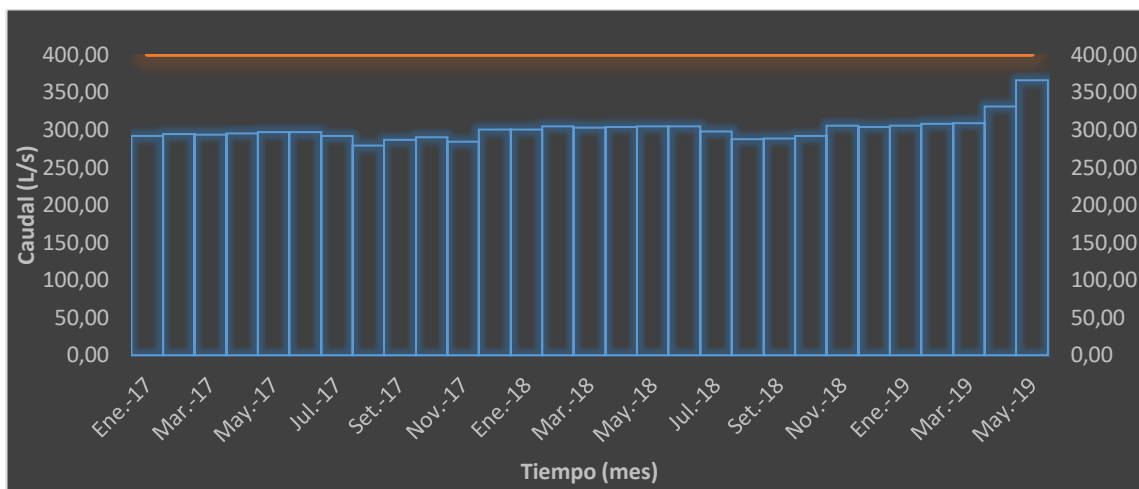


Imagen N° 12: Caudal promedio mensual captado en la ciudad de Cajamarca (enero 2017 – mayo 2019). Fuente: Información remitida por SEDACAJ S.A. durante elaboración de estudio tarifario.

Asimismo, los caudales promedio máximos mensuales del año 2018 del río Porcón y del Ronquillo no llegan a la cantidad permitida. La empresa indica que el motivo es por la disminución del agua en épocas de estiaje y el uso del agua por los agricultores en las partes altas de la cuenca.

Tabla 7:

Caudal promedio, máximo y mínimo del 2018

Fuente	Caudal promedio (l/s)	Caudal máximo (l/s)	Caudal mínimo (l/s)
Río Grande	195,21	200,00	168,61
Río Porcón	42,54	65,58	34,27
Río Ronquillo	61,63	70,00	46,40

Fuente: Estudio tarifario SEDACAJ S.A. 2019 - 2024. (2019). *Información remitida durante elaboración del estudio tarifario de SEDACAJ S.A. del periodo 2019 - 2024*

Ante esta problemática de falta de agua, la empresa ha gestionado incrementar la producción del a PTAP El Milagro con la adquisición de una planta de tratamiento patentada de 120 l/s y la ampliación del decantador del módulo II en 40 l/s. Además, se plantea para las épocas de estiaje la construcción de pozos tubulares a través del proyecto con código PMI 2347984, el cual está a cargo de la Municipalidad Provincial de Cajamarca, y que la empresa busca cofinanciar la iniciativa.



Imagen N° 13: Sistema de agua potable de la ciudad de Cajamarca (2019). Generado de la información adicional remitida en el Plan Maestro Optimizado de SEDACAJ S.A. para el periodo 2019 – 2049. (SEDACAJ S.A., 2019)

Captaciones de agua

Para captar agua se utilizan estructuras de captación tipo barraje en cada uno de los ríos. La captación Ronquillo diseñada para un caudal de 80 l/s fue construida en 1940; mientras que las captaciones del río Grande y Porcón fueron construidas en 1980 para un caudal de diseño de 150 y 50 l/s respectivamente.

Plantas de tratamiento de agua potable

Cabe indicar que todas las plantas de tratamiento, tienen un mantenimiento programado cada tres meses. Tanto en el sector El Milagro como en la PTAP Santa Apolonia, se tiene un laboratorio de procesos donde realizan la medición de turbidez, Ph y cloro residual, además de evaluar la dosis usada con prueba de jarras.

El Milagro

El agua a tratar proviene de las fuentes Río Grande y Porcón. Está conformada por dos plantas de tratamiento, la primera del tipo hidráulico de filtración rápida,

que denominaremos PTAP Antigua, y la segunda, que inició operación el 2019, es del tipo patentada, que denominaremos PTAP Patentada.

Antes del ingreso a las plantas de tratamiento, se realiza un tratamiento previo al agua cruda que consta con dosificación de cal, pre sedimentador y una canaleta Parshall con dosificación de polímero solo en épocas de alta turbiedad; estas unidades pertenecen a la PTAP antigua.



a. Tubo dosificador de cal



b. Pre-sedimentador



c. Tubo dosificador de polímero



d. Regla graduada de Parshall

Imagen N° 14: Pretratamiento en el sector El Milagro. Estudio Tarifario de EPS SEDACAJ S.A. para el periodo 2019 – 2024 (2019).

PTAP Antigua El Milagro

El caudal de agua pre tratada es medido en el canal Parshall con una regla graduada y una vez derivado a cada PTAP, se usan macromedidores electromagnéticos.

La PTAP antigua tiene un canal donde se dosifica sulfato de cobre a través de dos tanques de mezcla de polietileno. Posteriormente se ingresa a dos módulos con unidades de mezcla rápida donde se dosifica sulfato de aluminio.



a. Cámara de macromedidor

b. Tanques de dosificación (CuSO₄)

c. Unidad de mezcla rápida



d. Registro de macromedidor

Imagen N° 15: Ingreso a la PTAP Antigua El Milagro. Estudio Tarifario de EPS SEDACAJ S.A. para el periodo 2019 – 2024 (2019).

El primer módulo diseñado para tratar 120 l/s, cuenta con un (01) floculador vertical de tres canales, dos (02) decantadores de lamelas de flujo horizontal y cuatro (04) filtros de lecho mixto y tasa constante.

El segundo módulo está diseñado para 80 l/s, sus unidades son (01) floculador vertical de tres canales, un (01) decantador sin lamelas y cuatro (04) filtros de lecho mixto y tasa constante.

En el año 2016 se realizó la evaluación de la PTAP donde se menciona la capacidad del segundo módulo puede incrementarse debido a que las unidades de floculación y filtración tienen una capacidad de diseño superior a 80 l/s. En ese sentido, a través de financiamiento de ALAC, el decantador convencional se convertirá en un decantador con placas paralelas para aumentar su capacidad en 40 l/s. Con la ampliación de este módulo, la PTAP Antigua pasará a tener una capacidad de 240 l/s.

PTAP Patentada El Milagro

Esta PTAP ha sido financiada por ALAC a través del proyecto “Mejoramiento del sistema de tratamiento de agua potable de la ciudad de Cajamarca”, entró en operación a fines del mes de abril del 2019 de manera progresiva. Tiene una capacidad de 120 l/s, la tecnología pertenece a la empresa WESTECH, denominada planta modular compacta de proceso Trident HS, cuenta con dos módulos en paralelo y, durante la visita, los macromedidores de cada uno de los módulos registran una lectura aproximada de 65,4 y 66 l/s.

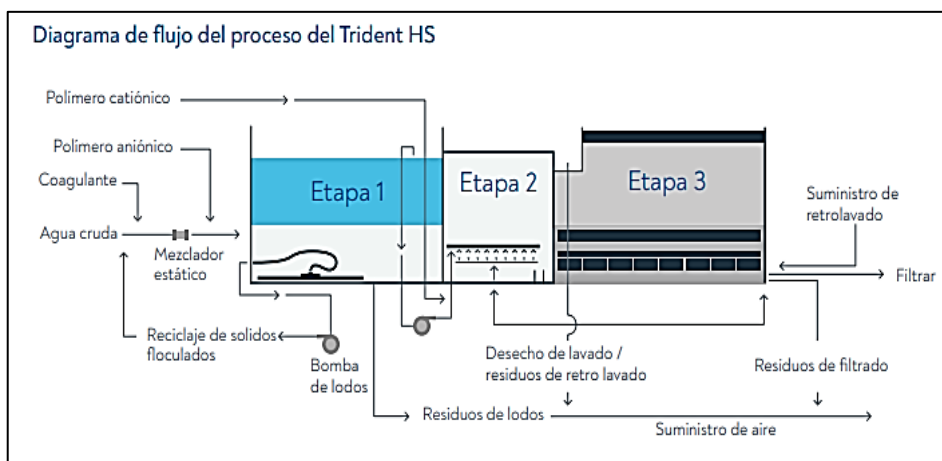


Imagen N° 16: Diagrama de flujo del proceso del Trident HS. Adaptado de Westech, recuperado de https://westech.com.pe/wp-content/uploads/2020/10/Trident-HS_Westech.pdf

La operación de esta PTAP patentada, traerá consigo nuevos costos de operación y mantenimiento, relacionados a remuneración de personal capacitado para la operación de esta tecnología, compra de insumos como coagulante y polímeros; así mismo el pago mensual de energía eléctrica, entre otros.

El agua filtrada se deriva a una cisterna común con el agua tratada de la PTAP antigua, en esta cisterna se realiza el proceso de desinfección con cloro gas usando cilindros de 907 kg.

Santa Apolonia

A diferencia de la PTAP Antigua El Milagro, esta corresponde al tipo hidráulico de filtración lenta. Consta una (01) unidad de mezcla rápida, donde se realiza la mezcla de sulfato de cobre y sulfato de aluminio con el agua cruda; y dos módulos cada uno con un (01) floculador, un (01) sedimentador, dos (02) filtros lentos en

paralelo y de manera intercalada. La unidad de desinfección es común a ambos módulos y utiliza cilindros de 68 kg.



a. Tanque de sulfato de cobre



b. Dosificación de Sulfato de Aluminio



c. Unidad de mezcla rápida



d. Vista de sedimentador



e. Vista de filtro lento



f. Registro de macromedidor

Imagen N° 17: Fotografías de PTAP Santa Apolonia. Estudio Tarifario de EPS SEDACAJ S.A. para el periodo 2019 – 2024 (2019).

El ingreso de flujo a la PTAP Santa Apolonia se registra con un medidor Parshall, mientras que la salida es registrado por un macromedidor que como se ve en la imagen registra 61 l/s, este medidor se ubica en el ingreso a la estación de bombeo cercana.

Reservorios de almacenamiento

Las plantas de tratamiento del sector El Milagro se encargan de abastecer a los reservorios R-2 y R-6, sin embargo, en el área de este último se ubica el reservorio R-4, el cual está inoperativo. Estos reservorios tienen el área de abastecimiento más extensa y atienden a la población en las zonas medias y bajas de la ciudad. La planta de tratamiento Santa Apolonia abastece a las zonas altas de la ciudad a través del reservorio R-1 del cual se bombea agua al reservorio R-3 y, de este, se rebombeea al reservorio R-5; además de almacenar agua para el bombeo, se alimenta a población.

Todos los reservorios cuentan con macromedidores, cerco perimétrico de protección y personal de operación, asimismo, el monitoreo lo realiza un operador que toma muestra de todos los reservorios. A continuación se resume las características de los reservorios:

Tabla 8:

Características de reservorios en Cajamarca

Cód.	Ubicación	Tipo	Situación	Capacidad (m3)	Sector que abastece
R-1	Jr. Cruz de Piedra 150	Apoyado	Operativo	1000	R1
R-2	Mz. A-80 Barrio Pencapampa	Apoyado	Operativo	2500	R2
R-3	Jr. Loreto 569 – Barrio Santa Apolonia	Apoyado	Operativo	700	R3
R-4	Jr. Pelatéareos K-5A – Barrio Santa Elena Alto	Apoyado	Inoperativo	1500	
R-5	Mz. C-22A – Barrio Delta	Apoyado	Operativo	350	R5
R-6	Jr. Pelatéareos K-5A – Barrio Santa Elena Alto	Apoyado	Operativo	1600	R6

Fuente: Estudio tarifario SEDACAJ S.A. 2019 - 2024. (2019). *Información remitida durante elaboración del estudio tarifario de SEDACAJ S.A. del periodo 2019 - 2024*

Abastecimiento de zona alta

A través de una línea de conducción, que cuenta con un macromedidor, el agua tratada de Santa Apolonia ingresa al reservorio R-1. En la caseta se tiene dos equipos de bombeo de 75 HP con un caudal de 45 l/s, estos equipos impulsan el agua hacia el reservorio R-3 y operan de manera alternada en el horario de 18:00

a 05:00 (11 horas) y de 06:00 a 10:00 (04 horas). Adicionalmente, se tiene una línea de aducción hacia la red.



a. Vista de reservorio R-1



b. Instalación hidráulica

TIEMPO	CAUDAL	OTROS DATOS
05:00	23 l/s	
06:00	23 l/s	
07:00	23 l/s	
08:00	23 l/s	
09:00	23 l/s	
10:00	23 l/s	
11:00	23 l/s	
12:00	23 l/s	
13:00	23 l/s	
14:00	23 l/s	
15:00	23 l/s	
16:00	23 l/s	
17:00	23 l/s	
18:00	23 l/s	
19:00	23 l/s	
20:00	23 l/s	
21:00	23 l/s	
22:00	23 l/s	
23:00	23 l/s	
00:00	23 l/s	
01:00	23 l/s	
02:00	23 l/s	
03:00	23 l/s	
04:00	23 l/s	
05:00	23 l/s	

c. Hoja de registro de horario de bombeo



d. Salida con macromedidor

Imagen N° 18: Fotografías de reservorio R-1. Estudio Tarifario de EPS SEDACAJ S.A. para el periodo 2019 – 2024 (2019).

El reservorio R-3 permite almacenar agua tanto para distribuir a la red y realizar un rebombeo hacia el reservorio R-5 a través de dos equipos de bombeo de 75 HP con un caudal de 23 l/s, las cuales funcionan cada una de forma interdiaria en un horario de 02:00 a 05:00 (03 horas).



a. Vista de reservorio R-3



b. Macromedidor de ingreso

PS SEDACAJ S.A.
 Producción y Distribución de Agua Potable
 Calle 10 de Agosto 1000

EDUCACIÓN SUPERIOR TECNOLÓGICA DEL PERÚ
 INSTITUTO TECNOLÓGICO DE LA SIERRA SUR
 CARRERA INGENIERÍA DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE

ALUMNO: [Nombre] N°: [Número]

FECHA	HORA	IMPULSOS	PRECISIÓN	PRECISIÓN	PRECISIÓN	PRECISIÓN	PRECISIÓN	PRECISIÓN	PRECISIÓN
13/09/2019	13:00	13400	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
13/09/2019	13:30	13400	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
13/09/2019	14:00	13400	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
13/09/2019	14:30	13400	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
13/09/2019	15:00	13400	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
13/09/2019	15:30	13400	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
13/09/2019	16:00	13400	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
13/09/2019	16:30	13400	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
13/09/2019	17:00	13400	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
13/09/2019	17:30	13400	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
13/09/2019	18:00	13400	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
13/09/2019	18:30	13400	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
13/09/2019	19:00	13400	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
13/09/2019	19:30	13400	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
13/09/2019	20:00	13400	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
13/09/2019	20:30	13400	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
13/09/2019	21:00	13400	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
13/09/2019	21:30	13400	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
13/09/2019	22:00	13400	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
13/09/2019	22:30	13400	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
13/09/2019	23:00	13400	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
13/09/2019	23:30	13400	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
13/09/2019	00:00	13400	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

c. Macromedidor en I. impulsión

d. Registro de funcionamiento



e. Macromedidor en I. aducción

Imagen N° 19: Fotografías de reservorio R-3. Estudio Tarifario de EPS SEDACAJ S.A. para el periodo 2019 – 2024 (2019).

El reservorio R-5 abastece a las zonas más altas de la ciudad. Asimismo, la empresa no realiza la medición de la continuidad ni presión en el área de abastecimiento.



a. Vista de reservorio R-5

b. Macromedidor de salida

Imagen N° 20: Fotografías de reservorio R-5. Estudio Tarifario de EPS SEDACAJ S.A. para el periodo 2019 – 2024 (2019).

Abastecimiento de zona media y baja

El reservorio R-2 recibe agua de las plantas del sector El Milagro. Este reservorio cuenta con dos líneas de aducción, una de las líneas se dirige al R-6. Uno de los macromedidores se encuentra inoperativo.



a. Vista de reservorio R-2



b. Registro de macromedidores

Imagen N° 21: Fotografías de reservorio R-2. Estudio Tarifario de EPS SEDACAJ S.A. para el periodo 2019 – 2024 (2019).

Desde el Reservorio R-2 se dirige agua por gravedad a los reservorios R-4 y R-6. Sin embargo, el primero de ellos se encuentra inoperativo.



a. Vista de reservorio R-4 y R-6



b. Reservorio R-6



c. Líneas de aducción



d. Punto de monitoreo

Imagen N° 22: Fotografías de reservorio R-6. Estudio Tarifario de EPS SEDACAJ S.A. para el periodo 2019 – 2024 (2019).

Sistema de distribución y recolección

Distribución de agua potable

Antigüedad de redes de agua potable

En total existen 37,6 km de redes matrices y 253,8 km de redes secundarias con las cuales se distribuye el agua tratada de los reservorios a toda la ciudad de Cajamarca.

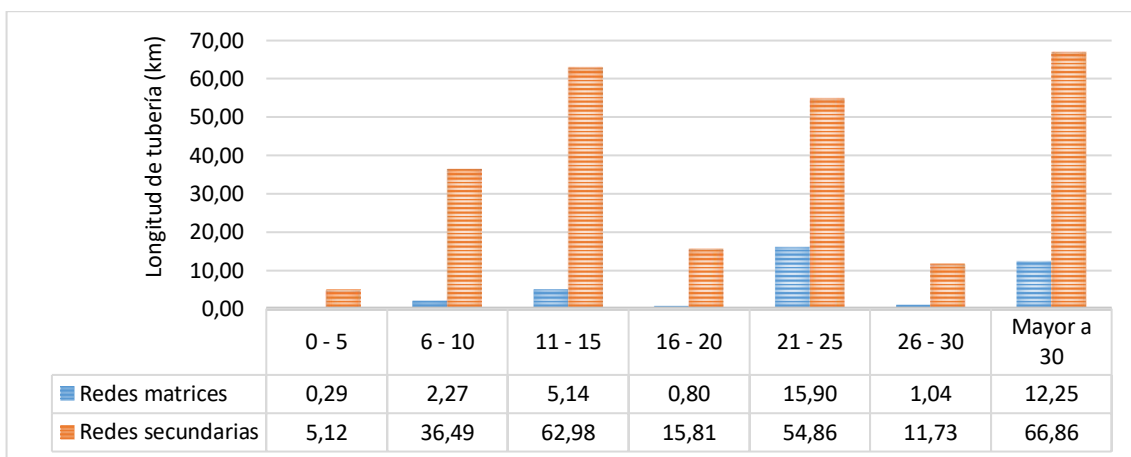


Imagen N° 23: Antigüedad de redes de agua potable en km (2019) de Cajamarca. Estudio Tarifario de SEDACAJ S.A. 2019 – 2024. (SEDACAJ S.A., 2019).

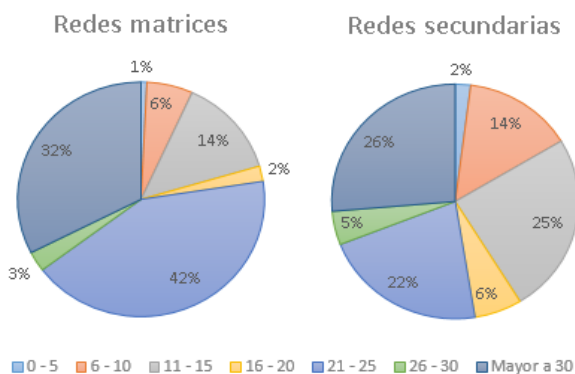


Imagen N° 24: Distribución porcentual de redes de agua potable por antigüedad de Cajamarca (2019). Estudio Tarifario de SEDACAJ S.A. 2019 – 2024. (SEDACAJ S.A., 2019).

Con respecto a la imagen anterior, se identifica que el 32% de las redes matrices y el 26% de las redes secundarias de agua potable superan los 30 años de antigüedad.

En cuanto a la continuidad del servicio, la empresa indica que el área abastecida por el reservorio R-5 tiene en promedio 2 horas de servicio.

Continuidad promedio

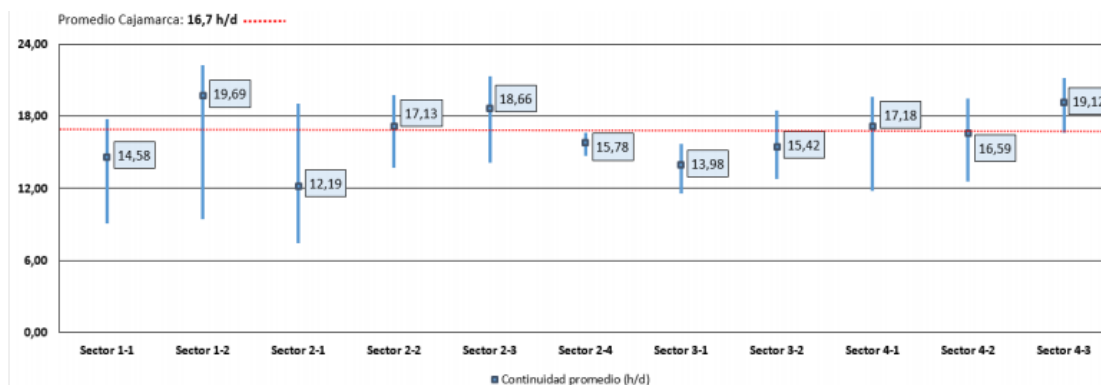


Imagen N° 25: Continuidad promedio por sub-sector en la ciudad de Cajamarca (abril 2017 – marzo 2018). Estudio Tarifario de SEDACAJ S.A. 2019 – 2024. (SEDACAJ S.A., 2019).

De la imagen anterior se puede identificar que durante el periodo analizado, solo cinco (05) sub-sectores tienen una continuidad promedio superior al promedio anual de la ciudad (16,7 h/d). La situación está proyectada a mejorar con el funcionamiento de la nueva PTAP Patentada El Milagro, la estación de bombeo del reservorio R-2 a R-1 proyectada, el funcionamiento en épocas de estiaje de pozos tubulares y los nuevos reservorios proyectados.

Presión promedio

La presión promedio en los sectores de la ciudad de Cajamarca se encuentra dentro de lo indicado en el RNE, presión dinámica mayor a 10 m.c.a. y presión estática menor a 50 m.c.a., en la siguiente imagen se puede evidenciar este comportamiento.

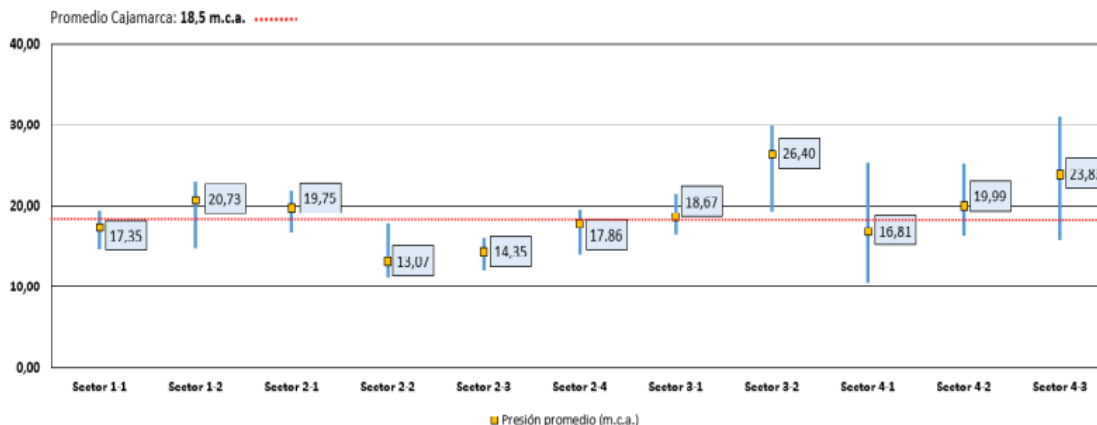


Imagen N° 26: Presión promedio por sub-sector en la ciudad de Cajamarca (abril 2017 – marzo 2018). Estudio Tarifario de SEDACAJ S.A. 2019 – 2024. (SEDACAJ S.A., 2019).

Monitoreo de puntos de cloro residual

Durante la inspección de campo se pudo analizar la cantidad de cloro residual en los puntos lejanos de la ciudad respecto a los reservorios R-2 y R-6, debido a que son las áreas de abastecimiento que cuentan con mayor longitud de red. En ese sentido, en conjunto con los operadores y equipos de medición se realizó la medición de 4 puntos de monitoreo, dos puntos medios y dos puntos lejanos.

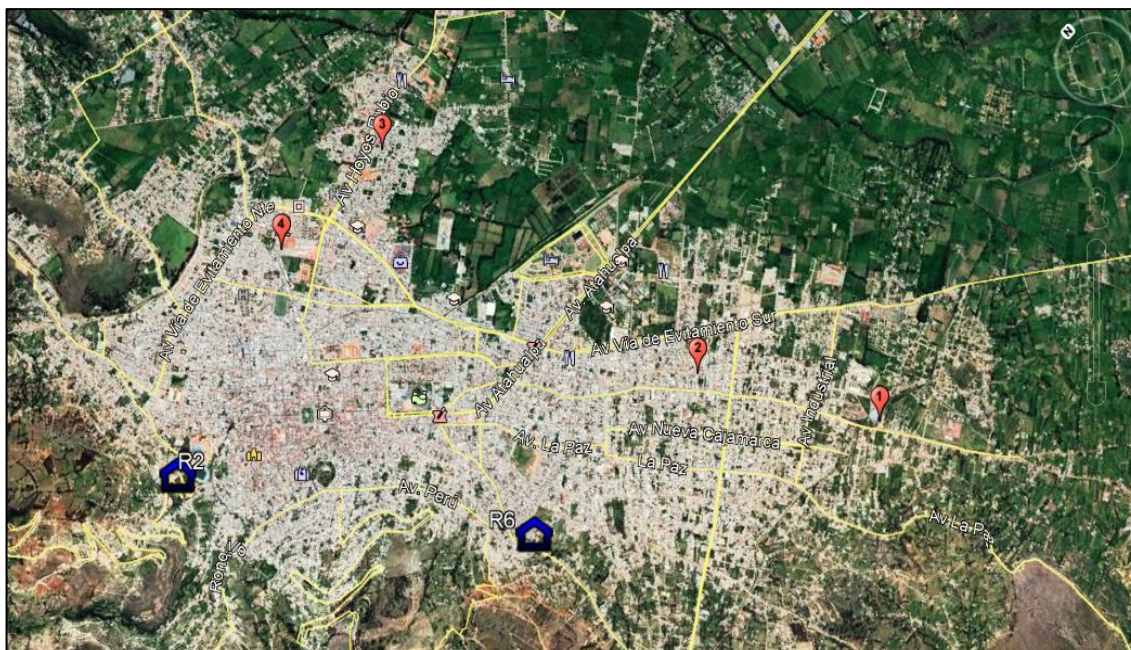


Imagen N° 27: Ubicación de los puntos de toma de muestra durante la inspección (2019).

Los resultados del monitoreo se muestran en el cuadro siguiente:

Tabla 9:

Resultados del análisis realizado en puntos de monitoreo de Cajamarca (2019)

N	Ubicación	Latitud	Longitud	Tu (UNT)	Co (uS/cm)	Clr (mg/L)
1	Colegio Julio Ramón Riviera	-7,18646	-78,48917	0,36	696	0,22
2	Cevichería "Donde Mario"	-7,17497	-78,49593	0,42	694	0,57
3	Alfredo Roccha – Urb. Columbia	-7,00645	-78,50091	0,47	694	0,04
4	D'Onofrio Club Café – Santa Teresa de Jourmet	-7,14786	-78,51841	0,66	695	0,69

Fuente: Inspección de campo en el sistema de agua potable de Cajamarca (2019).

Nota: Tu: Turbiedad, Co: Conductividad, Clr: Cloro residual

Los resultados del monitoreo indican el cumplimiento de lo indicado en el Decreto supremo N°031-2010-SA: Reglamento de la calidad de agua para consumo humano, para los parámetros de turbiedad, conductividad y cloro residual. Sin embargo, los valores de cloro residual menores a 0,5 mg/l argumenta la empresa se deben a que son sistemas de abastecimiento indirecto.

Recolección de aguas residuales

En total existen 277,76 km de colectores secundarios y 13,89 km de colectores principales, los cuales se recolectan el agua residual en la ciudad de Cajamarca.

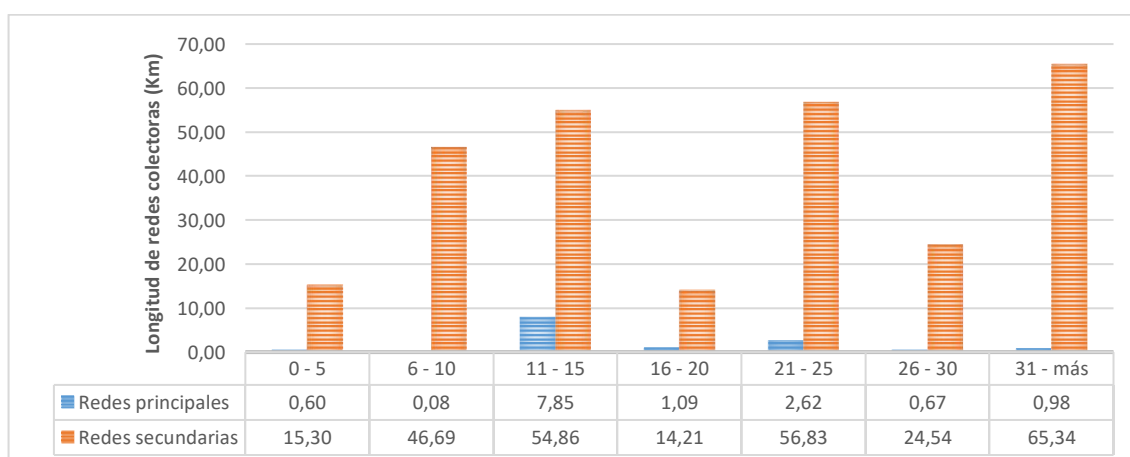


Imagen N° 28: Antigüedad de redes de alcantarillado en km de Cajamarca (2019).

Estudio Tarifario de SEDACAJ S.A. 2019 – 2024. (SEDACAJ S.A., 2019).

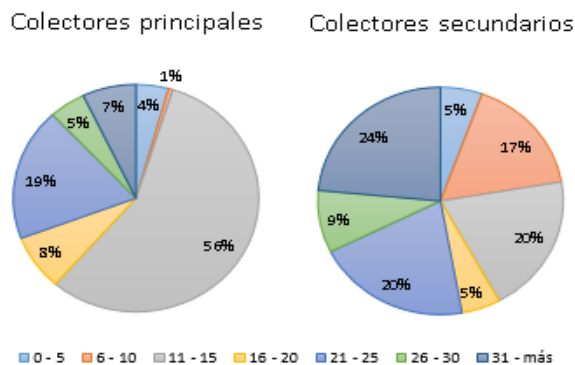


Imagen N° 29: Distribución porcentual de redes de alcantarillado por antigüedad de Cajamarca (2019). Estudio Tarifario de SEDACAJ S.A. 2019 – 2024. (SEDACAJ S.A., 2019).

Con respecto a la imagen anterior, se identifica que el 7% de los colectores principales y el 24% de los colectores secundarios de aguas residuales superan los 30 años de antigüedad.

Adicionalmente, cuenta con dos cámaras de bombeo, ambas con equipos de bombeo de 15 HP, denominadas Las Torrecitas y Ajoscancha. La última recién comenzará a operar.

Se cuenta con 13 km de red emisor pero la PTAR de lagunas con la que cuenta SEDACAJ S.A. en la ciudad de Cajamarca está inoperativa.

ii. San Miguel

Fuentes

La autoridad Nacional del Agua – ANA a través de la licencia aprobada con resolución N°0123-2009-MA-ANA-ALA-J permite el uso de 10 l/s del canal de riego Tayca. El agua de este canal es compartida con los agricultores y presenta riesgos de inundación en épocas de avenida.

Como se ve en la siguiente imagen, el caudal promedio mensual captado se aproximó en un mes al caudal autorizado por la licencia de uso en el mes de noviembre del 2018.

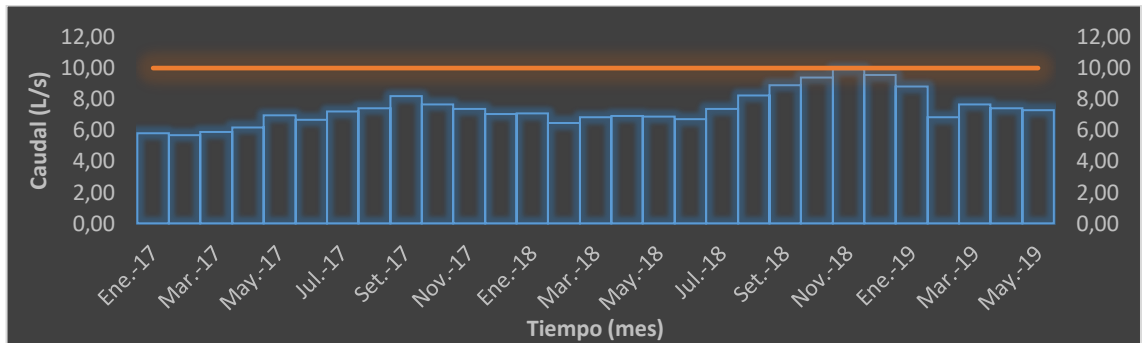


Imagen N° 30: Caudal promedio mensual captado en la ciudad de San Miguel (enero 2017 – mayo 2019). Información remitida por SEDACAJ S.A. durante elaboración de estudio tarifario.

Captaciones

En la ciudad de San Miguel se tiene solo una captación, denominada Tayca. Esta corresponde a una derivación de un canal de regantes ubicado a 2680 msnm. En la misma zona se ubica un pre-sedimentador para realizar un tratamiento previo a fin de evitar el ingreso de agua con mucha turbiedad a la planta de tratamiento.



a. Captación Tayca



b. Pre-sedimentador



c. Captación Santa Rosa



d. Medidor de caudal

Imagen N° 31: Fotografías de captaciones en San Miguel. Estudio Tarifario de EPS SEDACAJ S.A. para el periodo 2019 – 2024 (2019).

Cabe indicar que, la obra de “Construcción de captación y línea de conducción Santa Rosa” para el cambio de fuente a cargo del Gobierno Regional de Cajamarca se encontraba paralizada al momento de la visita por servidumbre de paso. La culminación y puesta en operación de esta captación tipo toma lateral permitirá disponer de agua cruda evitando la problemática actual de compartir el agua con los regantes y la turbiedad en época de avenida (alrededor de 1000 UNT).

Planta de tratamiento:

La planta de tratamiento de San Miguel tiene una capacidad de diseño de 10 l/s. Está compuesta por una (01) unidad de mezcla rápida donde se inyectan cal y el coagulante (sulfato de aluminio), una (01) unidad de floculación horizontal de tres tramos, un (01) decantador, una batería de seis (06) filtros rápidos mecánicos y una (01) cámara de contacto donde se realiza la desinfección con un sistema de goteo. Se encuentra protegida con cerco de madera con alambres y púas.

El laboratorio de control de procesos se encuentra equipado para medir la alcalinidad, pH, cloro residual, turbiedad y determinar las curvas de dosificación concentración y tiempo de contacto óptimo del coagulante. Durante la inspección de campo, se realizó el monitoreo de rutina del operador, el cual se puede ver en la siguiente imagen:

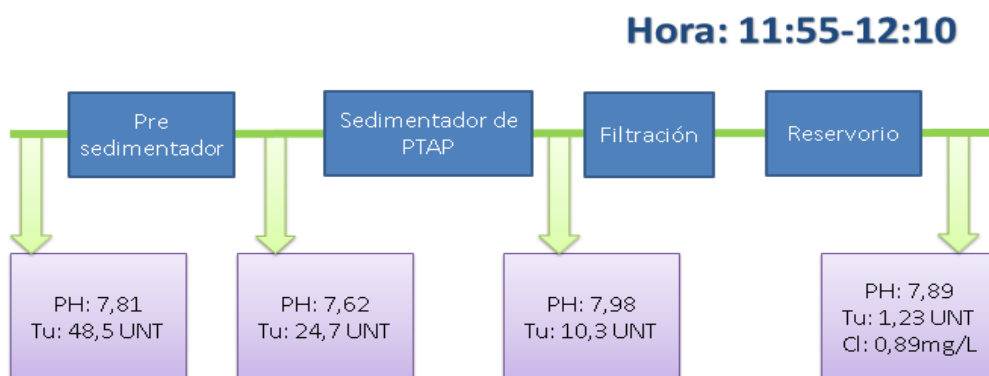


Imagen N° 32: Resultado de monitoreo realizado en la PTAP San Miguel. Inspección realizada al sistema de agua de San Miguel (2019).

Los resultados obtenidos en la salida del reservorio, concuerdan con los límites del reglamento de calidad de agua para consumo humano. Con una turbiedad menor a 5 UNT, pH entre 6,5 a 8,5 y con cloro residual mayor a 0,5 mg/L.

La PTAP tiene equipos de medición en línea de los parámetros de turbiedad y pH instalados con financiamiento de OTASS. Adicionalmente, la obra de PROREGION, la cual se encuentra en expediente de saldo de obra, realizó la adquisición de dosificadores, sistema de desinfección de cloro, equipo de bombeo para lavado de filtros, entre otros, pero a la fecha los equipos se encuentran abandonados en la PTAP, debido a que la obra no ha sido recepcionada.



a. Monitoreo en línea de pH y turbidez



b. Dosificador inoperativo



c. Dosificación de insumos químicos



d. Filtros a presión



e. Sistema de cloración inoperativo



f. Tanque de cloración por goteo

Imagen N° 33: Fotografías de la planta de tratamiento de agua de San Miguel. Estudio Tarifario de EPS SEDACAJ S.A. para el periodo 2019 – 2024 (2019).

Almacenamiento:

El agua tratada se almacena en un reservorio del tipo apoyado de 210 m³. La caseta de válvulas cuenta con equipos de medición en línea y no tiene medidor de registro. El cloro residual se mide a la salida del reservorio.



Imagen N° 34: Fotografía del reservorio de agua de San Miguel. Estudio Tarifario de EPS SEDACAJ S.A. para el periodo 2019 – 2024 (2019).

Sistema de distribución y recolección

Distribución de agua potable

Antigüedad de redes de agua potable

En total existen 0,56 km de redes matrices y 15,81 km de redes secundarias con las cuales se distribuye el agua tratada del reservorio a toda la ciudad de San Miguel.

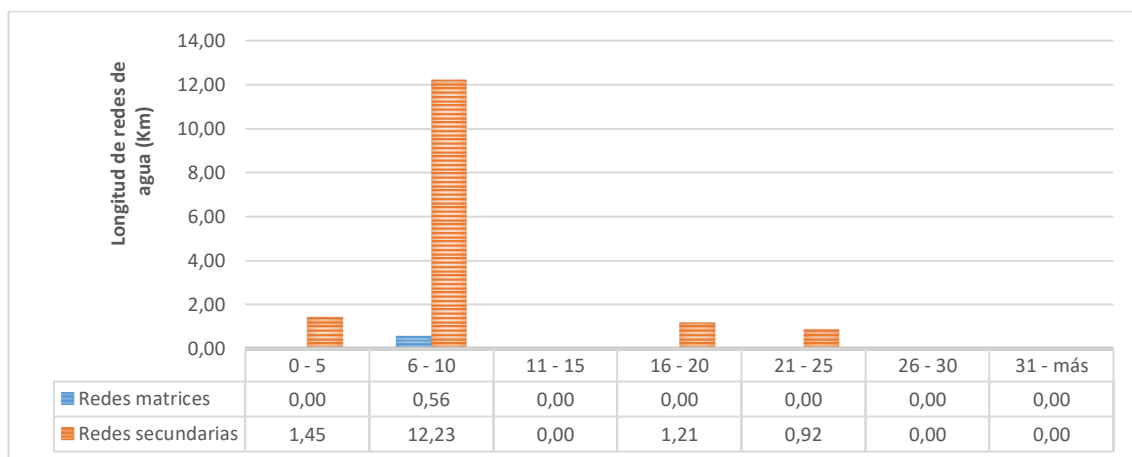


Imagen N° 35: Antigüedad de redes de agua potable en km de San Miguel (2019). Estudio Tarifario de SEDACAJ S.A. 2019 – 2024. (SEDACAJ S.A., 2019).

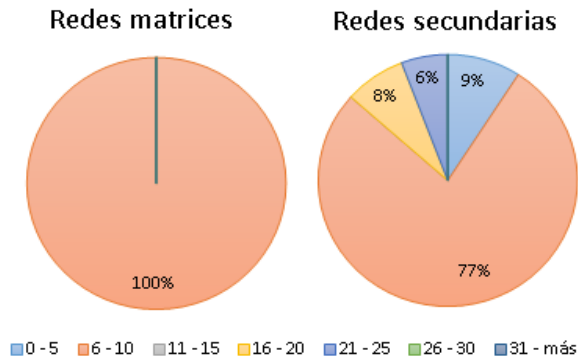


Imagen N° 36: Distribución porcentual de redes de agua potable por antigüedad de San Miguel (2019). Estudio Tarifario de SEDACAJ S.A. 2019 – 2024. (SEDACAJ S.A., 2019).

Con respecto a la imagen anterior, se identifica que el 6% de las redes secundarias de agua potable superan los 30 años de antigüedad.

Continuidad promedio

En cuanto a la continuidad del servicio, acorde a la información que brinda la empresa, la ciudad cuenta con 24 horas de servicio.

Presión promedio

La presión promedio en la ciudad de San Miguel está dentro de lo indicado en el RNE, presión dinámica mayor a 10 m.c.a. y presión estática menor a 50 m.c.a.

Monitoreo de puntos de control de cloro

Durante la inspección de campo se pudo analizar la cantidad de cloro residual en tres (03) puntos lejanos de la ciudad respecto al reservorio.



Imagen N° 37: Ubicación de los puntos de toma de muestra durante la inspección (2019).

Los resultados del monitoreo se muestran en el cuadro siguiente:

Tabla 10:

Resultados del análisis realizado en puntos de monitoreo de San Miguel (2019)

N	Ubicación	Latitud	Longitud	Tu (UNT)	Clr (mg/L)	Con (h/d)
1	Vivienda – Paralela a Jr. Prolongación 28 de Julio	-7,00342	-78,85513	1,70	0,91	24
2	Palacio Municipal de San Miguel	-6,99999	-78,85154	1,78	0,88	24
3	Vivienda Carretera Chilite	-7,00645	-78,84974	0,76	0,48	24

Fuente: Inspección de campo en el sistema de agua potable de San Miguel (2019).

Nota: Tu: Turbiedad, Clr: Cloro residual, Con: Continuidad percibida.

Acorde al Decreto supremo N°031-2010-SA: Reglamento de la calidad de agua para consumo humano, la turbiedad está dentro del límite para consumo humano

y cumple con tener la cantidad mínima de cloro residual, a excepción del punto 3, sin embargo no se encuentra tan alejado de 0,5 mg/L.

Recolección de aguas residuales

En total existen 1,91 km de redes colectoras secundarias y 13,22 km de redes colectoras principales con las cuales se recolecta el agua residual de los usuarios de la ciudad de San Miguel.

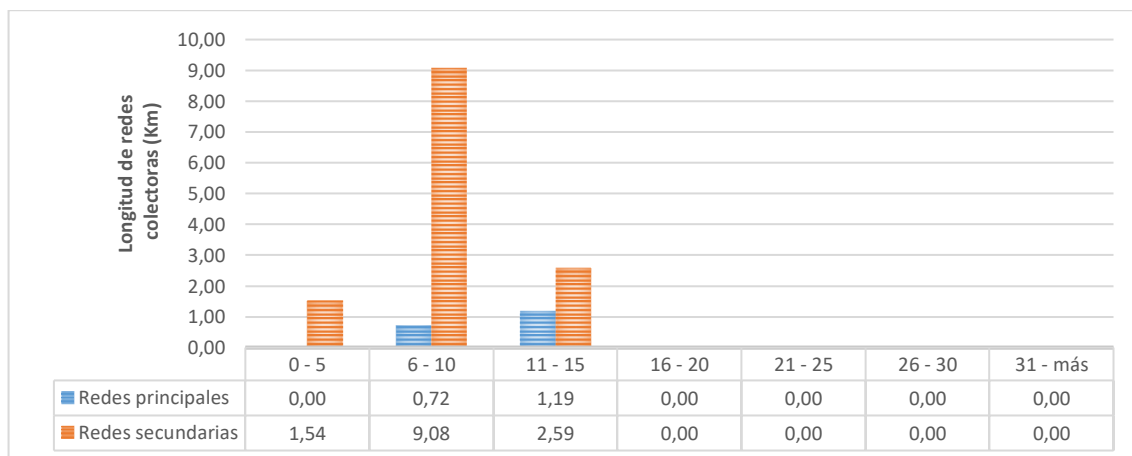


Imagen N° 38: Antigüedad de redes de alcantarillado en km de San Miguel (2019). Estudio Tarifario de SEDACAJ S.A. 2019 – 2024. (SEDACAJ S.A., 2019).

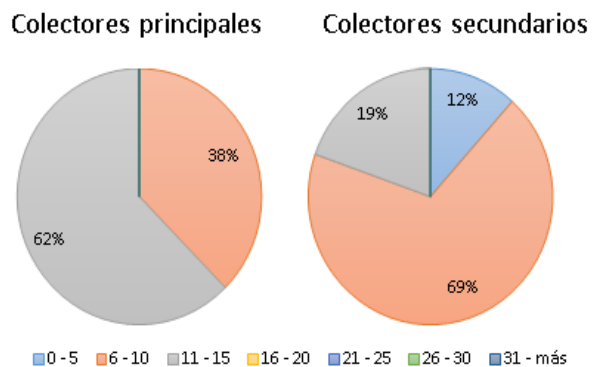


Imagen N° 39: Distribución porcentual de redes de alcantarillado por antigüedad de San Miguel (2019). Estudio Tarifario de SEDACAJ S.A. 2019 – 2024. (SEDACAJ S.A., 2019).

Con respecto a la imagen anterior, se identifica que el 100% de las redes colectoras son menores a 30 años de antigüedad.

El emisor tiene 102 m de longitud. La PTAR no ha sido culminada y proviene de la ejecución del proyecto "Construcción del sistema de Tratamiento de aguas

residuales en San Miguel de Pallaques”, el que se encuentra a la fecha del 2019 paralizado y en coordinaciones para elaboración del expediente de saldo de obra. La tecnología de tratamiento consiste en pre tratamiento hidráulico, tanques Imhoff y lagunas de estabilización. Debido al largo tiempo de paralización, una vivienda se ha ubicado junto a las lagunas de la PTAR y en la parte alta, se tienen marcas de lotización.

iii. Contumazá

Fuentes

La licencia aprobada por la Autoridad Nacional del Agua – ANA permite el uso de 17 l/s en conjunto de las dos fuentes de agua subterránea que tiene en su administración (Resolución N° 0145-2009-ANA/ALAJ).

Captaciones

Las captaciones son del tipo manantial de ladera, denominadas Montegrande y Shamón. Ambas captaciones no cuentan con medidores de caudal que puedan registrar el caudal captado. Acorde a los operadores, ambas fuentes tienen buena calidad, sin embargo, la calidad del agua del manantial Shamón varía por temporadas.

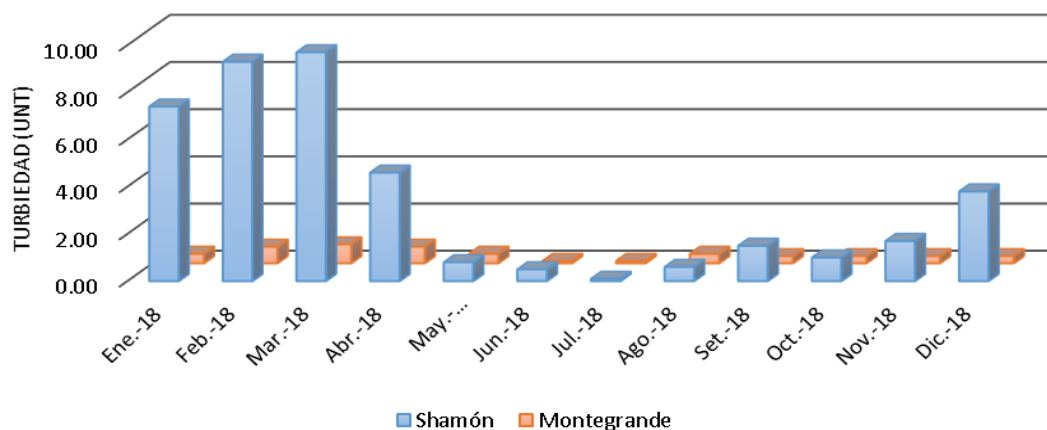


Imagen N° 40: Turbiedad promedio de los manantiales de Contumazá (2018). Estudio Tarifario de SEDACAJ S.A. 2019 – 2024. (SEDACAJ S.A., 2019).

Planta de tratamiento Mishcayacu

La planta de tratamiento de Contumazá denominada PTAP Mishcayacu es del tipo hidráulico de filtración lenta, diseñada para 8 l/s, aunque los operadores indican que durante el 2018 el caudal de tratamiento fue de 4,6 l/s.

La planta está conformada por una (01) unidad de mezcla rápida donde el uso de insumos químicos está restringido solo cuando se presente turbiedad, una (01) unidad de floculación vertical de tres tramos, un (01) sedimentador, dos (02) filtros lentos.

Esta PTAP no cuenta con un laboratorio de control de procesos y, a pesar de eso, cuentan con equipos para la medición de parámetros como turbiedad, cloro residual libre y pH y guardan un registro de sus mediciones.

Almacenamiento

La ciudad cuenta con un reservorio de 180 m³. La caseta posee equipos de medición en línea de turbiedad y pH. El medidor de caudal en la salida nunca funcionó. La desinfección se realiza en el reservorio con hipoclorito de calcio al 65%, usando 600 gr.

Sistema de distribución y recolección

Distribución de agua potable

Antigüedad de redes de agua potable

En total existen 0,55 km de redes matrices y 13,75 km de redes secundarias con las cuales se distribuye el agua tratada del reservorio a toda la ciudad de Contumazá.

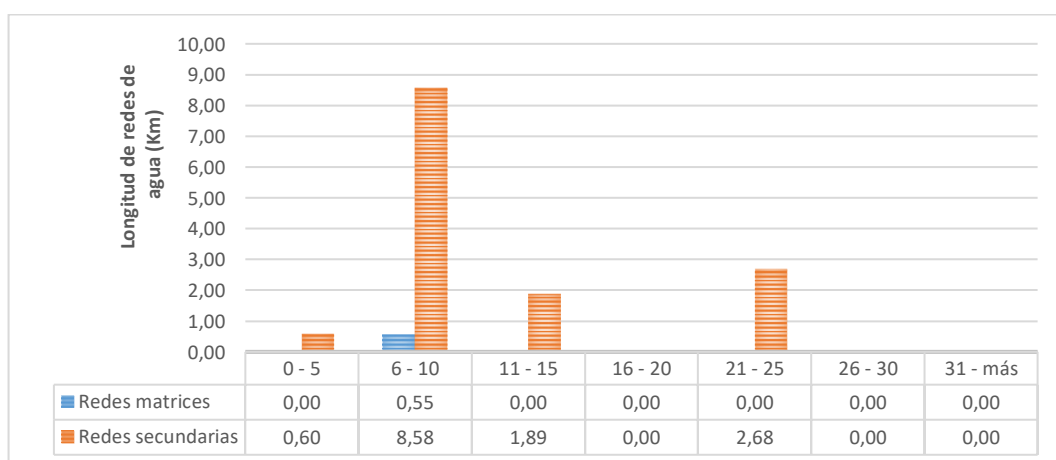


Imagen N° 41: Antigüedad de redes de agua potable en km de Contumazá (2019). Estudio Tarifario de SEDACAJ S.A. 2019 – 2024. (SEDACAJ S.A., 2019).

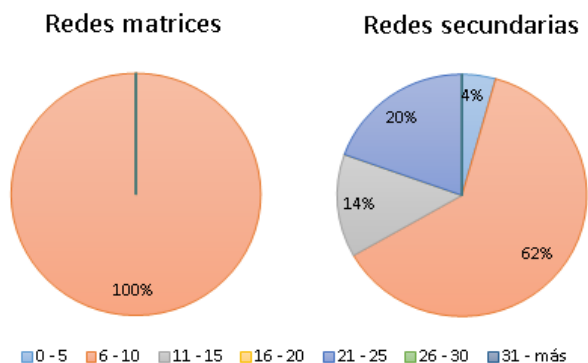


Imagen N° 42: Distribución porcentual de redes de agua potable por antigüedad de Contumazá (2019). Estudio Tarifario de SEDACAJ S.A. 2019 – 2024. (SEDACAJ S.A., 2019).

Con respecto a la imagen anterior, se identifica que el 100% de las redes secundarias de agua potable son menores a 30 años de antigüedad.

Continuidad promedio

En cuanto a la continuidad del servicio, acorde a la información que brinda la empresa, la ciudad cuenta con 24 horas de servicio.

Presión promedio

Las mediciones de presión se muestran en la siguiente imagen, donde se aprecia la detección de presiones mayores a 50 m.c.a., en zonas altas, medias y bajas.

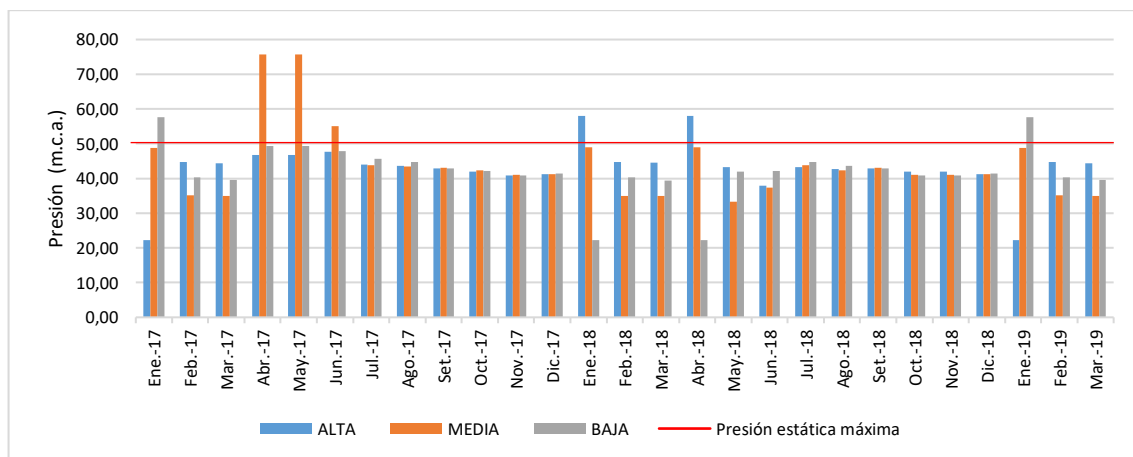


Imagen N° 43: Presión por zona alta, media y baja en la ciudad de Contumazá (2019). Estudio Tarifario de SEDACAJ S.A. 2019 – 2024. (SEDACAJ S.A., 2019).

Como se observa, la presión en periodo estático sobrepasa los 50 m.c.a., en tal sentido, no se cumpliría con la recomendación del RNE en donde se indica que la presión estática no debe exceder de 50 m.c.a.

Red de recolección de aguas residuales

En total existen 1,91 km de redes colectoras secundarias y 13,22 km de redes colectoras principales con las cuales se recolecta el agua residual de los usuarios de la ciudad de San Miguel.

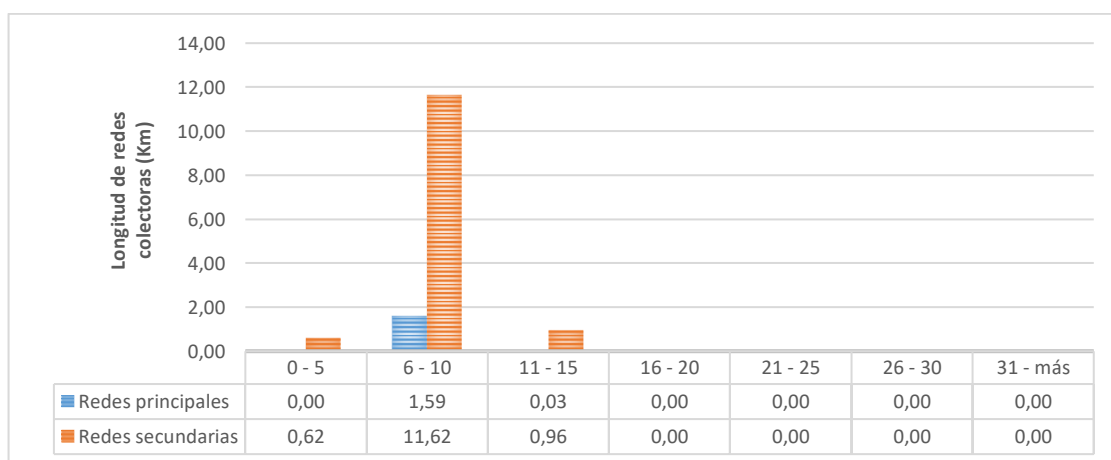


Imagen N° 44: Antigüedad de redes de alcantarillado en km de Contumazá (2019). Estudio Tarifario de SEDACAJ S.A. 2019 – 2024. (SEDACAJ S.A., 2019).

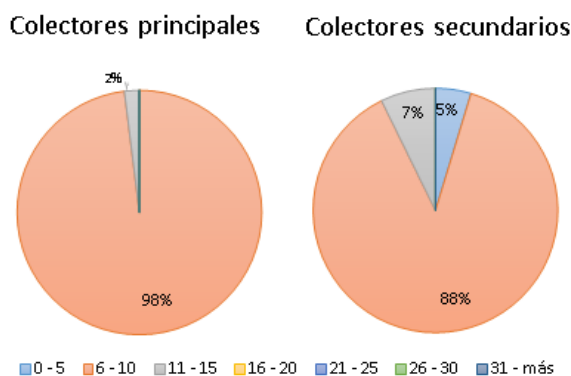


Imagen N° 45: Distribución porcentual de redes de alcantarillado por antigüedad de Contumazá (2019). Estudio Tarifario de SEDACAJ S.A. 2019 – 2024. (SEDACAJ S.A., 2019).

Con respecto a la imagen anterior, se identifica que el 100% de las redes colectoras son menores a 30 años de antigüedad.

El emisor tiene 283 m de longitud y se encarga de derivar las aguas residuales hacia la PTAR. La planta aún no ha sido culminada y es parte del proyecto

“Instalación de un sistema de tratamiento de aguas residuales en la ciudad de Contumazá, provincia de Contumazá – Cajamarca”. La tecnología que conforma esta planta de tratamiento consiste en pre tratamiento hidráulico, tanque Imhoff, humedales y desinfección con cloro gas. Este proyecto está paralizado por constantes precipitaciones pluviales y por temas con servidumbre de paso.

iv. Principales problemas encontrados:

Entre los problemas encontrados en el diagnóstico operativo de los sistemas se tiene los siguientes:

A pesar que la empresa indica que las épocas de estiaje afectan los caudales de todos los ríos, no hay información que lo contraste, sin embargo, sí se puede identificar que el caudal captado del río Ronquillo disminuye en épocas de estiaje. En la ciudad de Cajamarca, existen diferentes zonas que no cuentan con servicios de agua ni alcantarillado, muchas de ellas por abastecerse con el proyecto del MVCS “Ampliación y mejoramiento del sistema de agua potable y alcantarillado en la ciudad de Cajamarca, Cajamarca, Cajamarca”. Aun así, existen dos zonas denominadas La Paccha y Las Torrecitas.

En la ciudad de Cajamarca, la continuidad promedio del servicio en épocas de estiaje disminuye y existen zonas altas con continuidad de 2 horas de servicio.

Las redes de la ciudad de Cajamarca, tanto de agua potable como de alcantarillado, tienen una antigüedad mayor a 30 años; lo que las hace susceptibles a sufrir roturas o aniegos debido a su tiempo de operación.

Se requiere más micromedidores tanto nuevos como para renovar, a fin de garantizar que los usuarios paguen por lo que realmente consumen. Asimismo, requerirá de hacer la verificación del parque de medidores cada cinco años.

Las presiones en la ciudad de San Miguel y en la ciudad de Contumazá requieren ser reguladas por superar en ocasiones los 50 m.c.a.

No se cuenta con plantas de tratamiento de aguas residuales.

III. Estimación y proyección de la demanda de los servicios de saneamiento

Para la estimación de la demanda en los servicios de saneamiento, comenzamos con la estimación de la tasa de crecimiento poblacional de las tres ciudades administradas por la empresa a través de los censos realizados por el INEI.

Posteriormente, se introduce la información de la proyección poblacional al modelo tarifario de SUNASS, el cual determinará la demanda de los servicios en función a la base comercial de la empresa.

III.1. Estimación de la tasa de crecimiento poblacional

Con la información de los censos de los años 1981, 1993, 2007 y 2017, y en base a métodos matemáticos, se seleccionó la tasa de la metodología con menor diferencia absoluta.

En este caso, se seleccionaron tasas determinadas con la metodología aritmética, siendo las tasas de 1,98%, 1,45% y 0,42% para las ciudades de Cajamarca, Contumazá y San Miguel respectivamente.

III.2. Proyección poblacional dentro del ámbito de la empresa

Con las tasas de crecimiento antes mencionadas, se realiza la proyección poblacional para el periodo regulatorio de cinco años (2019 – 2024)

Tabla 11:

Proyección poblacional

Ciudad	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Cajamarca	186 590	190 209	193 828	197 448	201 067	204 686
Contumazá	4 047	4 104	4 162	4 220	4 278	4 335
San Miguel	3 262	3 275	3 289	3 303	3 316	3 330
Total	193 899	197 589	201 280	204 970	208 661	212 351

Fuente: Estudio Tarifario de EPS SEDACAJ S.A. para el periodo 2019 – 2024 (2019).

III.3. Proyección de la población servida

Acorde al modelo tarifario, la población servida se calcula basado en el número de conexiones residenciales, número de conexiones no residenciales, densidad de vivienda y un factor, determinado de la base comercial de la empresa.

$$Ps = (NCR + NCNR \times F) \times DC$$

Donde:

Ps = Población servida (habitantes).

NCR = Número de conexiones residenciales (conexiones).

NCNR = Número de conexiones no residenciales (conexiones).

F = Relación de conexiones residenciales / no residenciales

DC = Densidad de conexiones (conexión/habitante).

En cuanto a la determinación de la cobertura por servicio, el modelo lo determina en base a la siguiente fórmula:

$$C = (Ps \times 100\%) / P$$

P = Población total (habitantes).

Ps = Población servida (habitantes).

Con las siguientes fórmulas, se tienen los siguientes cuadros que indican la cobertura y población servida por cada servicio para el periodo regulatorio.

Tabla 12:

Cobertura proyectada del servicio de agua potable

Ciudad	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Cajamarca	82,1%	82,9%	83,5%	84,2%	84,8%	85,4%
Contumazá	97,0%	97,6%	98,1%	98,6%	99,1%	99,6%
San Miguel	99,8%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Fuente: Estudio Tarifario de EPS SEDACAJ S.A. para el periodo 2019 – 2024 (2019).

Tabla 13:

Población servida proyectada del servicio de agua potable

Ciudad	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Cajamarca	153 278	157 591	161 903	166 216	170 529	174 841
Contumazá	3 165	3 195	3 226	3 257	3 287	3 318
San Miguel	4 039	4 104	4 162	4 220	4 278	4 335

Fuente: Estudio Tarifario de EPS SEDACAJ S.A. para el periodo 2019 – 2024 (2019).

Tabla 14:

Cobertura proyectada del servicio de alcantarillado

Ciudad	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Cajamarca	82,4%	82,2%	82,0%	81,9%	81,7%	81,6%
Contumazá	91,7%	92,2%	92,8%	93,3%	93,9%	94,4%
San Miguel	86,8%	87,4%	87,9%	88,5%	89,0%	89,6%

Fuente: Estudio Tarifario de EPS SEDACAJ S.A. para el periodo 2019 – 2024 (2019).

Tabla 15:

Población servida proyectada del servicio de alcantarillado

Ciudad	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Cajamarca	153 707	156 367	159 028	161 688	164 348	167 008
Contumazá	2 991	3 021	3 052	3 082	3 113	3 143
San Miguel	3 512	3 586	3 660	3 735	3 809	3 883

Fuente: Estudio Tarifario de EPS SEDACAJ S.A. para el periodo 2019 – 2024 (2019).

Las tablas anteriores muestran el crecimiento de la cobertura en cada año, sin embargo, la cobertura del servicio de alcantarillado para la ciudad de Cajamarca disminuye debido a que la cantidad de conexiones vegetativas de alcantarillado que se han estimado soliciten el servicio anualmente ocasiona un crecimiento de la población servida en menor magnitud respecto al crecimiento poblacional.

III.4. Conexiones por servicio de saneamiento proyectadas

Para la proyección de las conexiones de agua potable y alcantarillado, se utilizó la información de las conexiones vegetativas de los años 2015 al 2017 por cada servicio y por cada localidad.

Asimismo, se requiere la densidad de conexión, razón de conexiones con una unidad de uso respecto del total de conexiones y conexiones con más de una unidad de uso. Siendo estos dos últimos datos obtenidos de la base comercial.

Tabla 16:

Conexiones de agua potable proyectadas

Ciudad	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Cajamarca	45 389	46 389	47 389	48 389	49 389	50 389
Contumazá	1 162	1 172	1 182	1 192	1 202	1 212
San Miguel	1 594	1 616	1 636	1 655	1 674	1 693

Fuente: Estudio Tarifario de EPS SEDACAJ S.A. para el periodo 2019 – 2024 (2019).

Tabla 17:

Conexiones de alcantarillado proyectadas

Ciudad	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Cajamarca	45 770	46 370	46 970	47 570	48 170	48 770
Contumazá	1 096	1 106	1 116	1 126	1 136	1 146
San Miguel	1 398	1 423	1 448	1 473	1 498	1 523

Fuente: Estudio Tarifario de EPS SEDACAJ S.A. para el periodo 2019 – 2024 (2019).

III.5. Volúmenes demandados y facturados de agua potable

El volumen demandado de agua potable se ha obtenido del modelo tarifario, el cual se calcula con los volúmenes facturados medidos y no medidos; y los volúmenes estimados de pérdidas técnicas, pérdidas no técnicas y consumo de la población no servida.

El volumen facturado se obtiene de los consumos de la base comercial de la empresa y su proyección se ve afectada por el incremento de medidores, la renovación de medidores y al crecimiento del número de conexiones.

Tabla 18:

Proyección de volúmenes producidos y facturados de agua potable (en miles m³)

Producido

Ciudad	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Cajamarca	11 205	11 218	11 109	11 255	11 291	11 477
Contumazá	158	156	157	158	159	160
San Miguel	274	272	275	278	281	284

Facturado

Ciudad	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Cajamarca	7 138	7 151	7 345	7 413	7 618	7 828
Contumazá	118	117	119	121	123	125
San Miguel	203	201	206	210	214	218

Fuente: Estudio Tarifario de EPS SEDACAJ S.A. para el periodo 2019 – 2024 (2019).

III.6. Volúmenes demandado y facturados de alcantarillado

El volumen demandado del servicio de alcantarillado se ha obtenido del modelo tarifario, el cual se calcula considerando los volúmenes de agua potable

determinados como la relación de la cobertura de alcantarillado respecto la cobertura de agua potable, además del factor de contribución al alcantarillado.

El volumen facturado se obtiene de los consumos de la base comercial de la empresa y su proyección se ve afectada por el incremento de medidores, la renovación de medidores y al crecimiento del número de conexiones.

Tabla 19:

Proyección de volúmenes demandados y facturados de alcantarillado (en miles m³)

Demandado

Ciudad	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Cajamarca	6 774	6 741	6 831	6 799	6 889	6 979
Contumazá	103	102	103	104	105	106
San Miguel	172	172	175	178	180	183

Facturado

Ciudad	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Cajamarca	7 254	7 216	7 357	7 383	7 537	7 691
Contumazá	116	115	118	120	122	124
San Miguel	188	188	192	197	202	207

Fuente: Estudio Tarifario de EPS SEDACAJ S.A. para el periodo 2019 – 2024 (2019).

IV. Balance de oferta - demanda

Para el análisis del balance oferta – demanda, se ha obtenido la demanda del modelo tarifario y la oferta de la información remitida por la empresa durante la elaboración del estudio tarifario

IV.1. Captaciones de agua cruda

Las ciudades de Cajamarca, Contumazá y San Miguel cuentan con la aprobación del ANA para captar 400, 17 y 10 l/s acorde a las licencias de uso de agua, los cuales son suficientes para cubrir la demanda.

Adicionalmente, las capacidades de diseño promedio de las captaciones han sido de 280, 8 y 10 l/s, las cuales son menores a lo indicado en las licencias de uso. Cabe mencionar que el caudal de producción de la PTAP El Milagro es mayor al caudal de diseño de las captaciones, sin embargo, la empresa informa que no tienen problemas en operación ni mantenimiento de las captaciones, pudiendo

incluso captar mayor cantidad de agua para la futura operación de la planta patente y la ampliación de la planta hidráulica. Por tal motivo, se considera como oferta disponible para la captación el caudal de la licencia de uso.

Asimismo, la empresa cuenta con poca disponibilidad de agua en épocas de estiaje, por lo que se está proyectando la construcción de tres pozos de 30 l/s a partir del segundo año regulatorio. La empresa, además, debe de gestionar la adquisición de licencias de uso de agua subterránea y actualización de licencia de uso de agua superficial.

Tabla 20:

Balance de oferta – demanda de captación de agua cruda

Cajamarca

Descripción	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Oferta	400,00	430,00	460,00	490,00	490,00
Demanda	355,70	352,20	356,90	358,00	363,90
Balance	44,30	77,80	103,10	132,00	126,10

Contumazá

Descripción	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Oferta	17,00	17,00	17,00	17,00	17,00
Demanda	5,00	5,00	5,00	5,10	5,10
Balance	12,00	12,00	12,00	11,90	11,90

San Miguel

Descripción	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Oferta	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
Demanda	8,60	8,70	8,80	8,90	9,00
Balance	1,40	1,30	1,20	1,10	1,00

Fuente: Estudio Tarifario de EPS SEDACAJ S.A. para el periodo 2019 – 2024 (2019).

IV.2. Tratamiento de agua potable

Las plantas de tratamiento en Cajamarca se tienen diseñadas para una capacidad total de 400 l/s, siendo el 20% de esa capacidad de la PTAP Santa Apolonia y el resto a las plantas del sector El Milagro. Asimismo, se realizará una ampliación de 40 l/s en un módulo de la planta hidráulica, obteniendo una capacidad total de 440 l/s. Las capacidades de diseño de las plantas de tratamiento de Contumazá y San

Miguel son de 8 y 10 l/s respectivamente. La oferta de tratamiento de la empresa es capaz de cubrir la demanda del servicio.

Tabla 21:

Balance de oferta – demanda de tratamiento de agua

Cajamarca

Descripción	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Oferta	400,00	440,00	440,00	440,00	440,00
Demanda	355,70	352,20	356,90	358,00	363,90
Balance	44,30	87,80	83,10	82,00	76,10

Contumazá

Descripción	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Oferta	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00
Demanda	5,00	5,00	5,00	5,10	5,10
Balance	3,00	3,00	3,00	2,90	2,90

San Miguel

Descripción	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Oferta	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
Demanda	8,60	8,70	8,80	8,90	9,00
Balance	1,40	1,30	1,20	1,10	1,00

Fuente: Estudio Tarifario de EPS SEDACAJ S.A. para el periodo 2019 – 2024 (2019).

IV.3. Almacenamiento

En cuanto a almacenamiento, en la ciudad de Cajamarca se tiene 6150 m³, considerando los 5 reservorios operativos, durante el quinquenio se proyecta la construcción de tres reservorios de 1000 m³ y un reservorio de 1500 m³ en reemplazo del reservorio R-4. En las ciudades de Contumazá y San Miguel, se tiene una capacidad de almacenamiento de 180 y 210 m³. Con esto, se espera a final del quinquenio cumplir con la demanda del servicio.

Tabla 22:

Balance de oferta – demanda de almacenamiento de agua

Cajamarca

Descripción	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Oferta	6 150,0	7 150,0	8 150,0	10 650,0	10 650,0
Demanda	6 590,0	6 599,0	6 711,0	6 824,0	6 959,0
Balance	-449,0	-437,0	1 439,0	3 826,0	3 691,0

Contumazá

Descripción	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Oferta	180,0	180,0	180,0	180,0	180,0
Demanda	107,1	107,8	108,5	109,1	109,8
Balance	72,9	72,2	71,5	70,9	70,2

San Miguel

Descripción	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Oferta	210,0	210,0	210,0	210,0	210,0
Demanda	186,2	188,2	190,3	192,4	194,5
Balance	23,8	21,8	19,7	17,6	15,5

Fuente: Estudio Tarifario de EPS SEDACAJ S.A. para el periodo 2019 – 2024 (2019).

IV.4. Tratamiento de agua residual

En el tratamiento de agua residual, la empresa no cuenta con oferta en ninguna de las tres ciudades.

En Cajamarca existe en formulación un proyecto de Iniciativa Privada Cofinanciada (IPC), por un plazo de 23 años. Este proyecto plantea la construcción de una PTAR nueva conjuntamente con la optimización de la red de alcantarillado. En Contumazá y San Miguel, existen los proyectos paralizados de “Instalación de un sistema de tratamiento de aguas residuales en la ciudad de Contumazá, provincia de Contumazá – Cajamarca” y “Construcción del sistema de Tratamiento de aguas residuales en San Miguel de Pallaques”, financiados por el MVCS-PNSU.

V. Proyectos de inversión propuestos

Ante la problemática de la empresa, se tiene programado proyectos de inversión con recursos directamente recaudados, proyectos no culminados con

financiamiento de terceros y reservas para mecanismos de retribución por servicios ecosistémicos y gestión de riesgo de desastres.

V.1. Programación de inversiones con recursos propios

En total, el monto asciende a 29,83 millones de soles, sin considerar IGV.

Tabla 23:

Inversión propuesta para el periodo regulatorio (en miles de soles)

Descripción	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Total
Agua potable						
Ampliación	2 279	2 279	2 279	840	771	8 446
Renovación	2 210	497	1 944	1 492	2 425	8 568
Institucional	1 275	761	904	197	197	3 334
Sub-Total	5 764	3 536	5 127	2 528	3 393	20 348
Alcantarillado						
Ampliación	0	0	0	1 792	1 613	3 405
Renovación	0	0	0	1 883	2 711	4 594
Institucional	211	211	707	0	0	1 482
Sub-Total	211	211	707	3 675	4 324	9 481
Total	5 975	4 100	5 834	6 203	7 717	29 829

Fuente: Estudio Tarifario de EPS SEDACAJ S.A. para el periodo 2019 – 2024 (2019).

La solución a los principales problemas, se citan a continuación:

Zonas con baja continuidad en la ciudad de Cajamarca:

El incremento de la capacidad de tratamiento en el sector El Milagro con la adquisición de la planta patente trae consigo la posibilidad de incremento de la continuidad del servicio, por tal es necesario realizar inversiones que promuevan el incremento en determinados sectores.

Se plantea a fin de mejorar las áreas de abastecimiento en la zona alta y apoyar a la producción de la PTAP Santa Apolonia, la construcción de una estación de bombeo hacia el R-1. Esta acción debido a que mejorará la continuidad del servicio en las zonas que cuentan con dos horas de agua, se programó para el primer año con 1,34 millones de soles.

Asimismo, se prevé la construcción de un (01) reservorio R-4 de 1500 m³ de capacidad para apoyar al sector de abastecimiento del R-6, lo cual se programó para el tercer año con 1,45 millones de soles.

Afectación de las fuentes de aguas captadas

Con la información de la base comercial de la empresa del periodo enero 2018 a mayo 2019, se tiene que conexiones, de todo tipo de categoría, con medidores instalados a partir del 2014 consumen como máximo 15,58 m³/mes en promedio. Al quinto año regulatorio se tiene 50 389 conexiones de agua, sin considerar la cantidad de conexiones provenientes del proyecto CUI 2335453 “Ampliación y mejoramiento de redes de agua y alcantarillado 2016-2019 de la ciudad de Cajamarca” que son 1 935 adicionales. La cantidad de conexiones indicadas daría un consumo máximo en Cajamarca de 815 207,92 m³ mensuales, que considerando un porcentaje de pérdidas de 32% como se estima en el quinto año, se obtendría un total de 1 198 835,18 m³ mensuales, equivalente a 456 l/s.

La producción de agua a mayo 2019, indica un caudal de 359,31 l/s con el funcionamiento en su totalidad de la planta patentada. Si se considera que las plantas del sector El Milagro trabajen en toda su capacidad y que se incrementará en 40 l/s, se tendrá una producción de 419 l/s.

Por lo antes explicado, para abastecer a todos estos nuevos usuarios, la empresa plantea la construcción de tres pozos tubulares que incrementaran en 30 l/s la oferta de la empresa por cada pozo, además de la construcción de tres reservorios de 1000 m³, uno para cada pozo. Este proyecto requerirá de una inversión de 6,40 millones de soles priorizado para los tres primeros años en montos iguales.

Áreas con falta de servicio priorizadas

Existen diversas zonas en la ciudad y en sus periferias que se encuentran sin servicio de agua y alcantarillado, muchas de estas ya cubiertas por el proyecto CUI 2335453. La empresa ha considerado dos zonas que no se encuentran incluidas en este proyecto para formular expedientes técnicos La Paccha y Las Torrecitas, y realizar la ejecución de obra del sector Las Torrecitas. Esta inversión será de 7,85 millones de soles.

Posibles riesgos de rotura o aniego por antigüedad de tuberías

Existen zonas de la ciudad de Cajamarca con redes de distribución y recolección con antigüedad superior a 30 años, esta antigüedad las hace susceptibles a problemas operativos, en tal sentido, la empresa requiere de un monto de 5,31 millones de soles para priorizar acciones de mejoramiento en diferentes sectores.

Sincerar la facturación por medición de lecturas

La modificatoria del reglamento de la calidad de prestación menciona en el artículo 101, inciso b, que todo medidor menor o igual a 20 mm deberá pasar por una verificación periódica, por lo menos una vez cada cinco años. A lo cual, propuso la un cronograma de verificación de 3 935 medidores cada año, para lo que necesitará 0,98 millones de soles. Asimismo, la empresa propuso la adquisición de un banco de medidores y su certificación para poder realizar las calibraciones ella misma.

Adicionalmente, se programó la renovación de 13 790 medidores por exceder los cinco años de antigüedad y a quienes están facturando por promedio. Este programa requerirá de una inversión de 2,49 millones de soles.

Cabe indicar también que la empresa requiere la instalación de medidores para los usuarios que se encuentran facturando por asignación de consumo. Este programa requerirá de una inversión de 0,73 millones de soles.

En total de acciones para sincerar la facturación, corresponde a 4,2 millones de soles.

Otras inversiones en el ámbito de SEDACAJ.

El resto de inversiones están relacionadas al fortalecimiento en la gestión de la empresa tales como el fortalecimiento del área de catastro técnico, construcción de área de atención al cliente, saneamiento físico legal de sus terrenos, entre otros.

También se cuenta con inversiones requeridas para el cumplimiento normativo o por la dirección de fiscalización como:

Construcción de laboratorio de procesos en Contumazá: Acorde al reglamento de la calidad de prestación, en el artículo 56 indica que las empresas deben contar con un laboratorio de control de procesos de tratamiento completamente equipado.

Instalación de válvulas reductoras de presión en red de distribución y macromedidores en las plantas de tratamiento de Contumazá y San Miguel: La instalación de válvulas reductoras de presión se debe a las presiones altas detectadas en Contumazá y para regular las presiones en San Miguel según recomendación del Reglamento Nacional de Edificaciones. Asimismo, la instalación de medidores fue requerido por la dirección de Fiscalización para el manejo de información de la producción de agua y verificación de porcentaje de agua no facturada.

Plan de Control de Calidad (PCC): Acorde al reglamento de calidad de agua para consumo humano, los sistemas de agua requieren tener su PCC aprobado, y posteriormente formular y aprobar el Plan de Adecuación Sanitaria (PAS). En ese sentido, esta acción contempla la elaboración de los planes y pequeñas inversiones que se requieran.

V.2. Programación de inversiones con recursos de terceros

i. Inversiones por financiamiento de OTASS

A través de las resoluciones Directorales N°054-2017-OTASS/DE y N°065-2018-OTASS/DE publicadas en 2018 y 2019 respectivamente, la empresa recibió transferencias para financiamiento de fichas de inversión.

A junio 2019 se ha realizado la ejecución del 21% del total del financiamiento, quedando pendiente 6,14 millones de soles (sin IGV).

ii. Inversiones por financiamiento de MVCS

En el ámbito de la empresa se cuenta con el proyecto CUI 2335453 “Ampliación y mejoramiento de redes de agua y alcantarillado 2016-2019 de la ciudad de Cajamarca”. Este proyecto cuenta con estudio a nivel de perfil financiado por el MVCS en el año 2019 y considera la ampliación en la zona urbana y periférica de Cajamarca (Caseríos Cruz Blanca, San Vicente, Urubamba, Huacariz y parte de otras zonas periféricas). Acorde a la empresa este proyecto está S/ 21 295 970,46.

iii. Inversiones por financiamiento con iniciativa privada cofinanciada (IPC)

Se cuenta con el proyecto “Mejoramiento y ampliación del servicio de abastecimiento de agua para el uso poblacional en la ciudad de Cajamarca”. Este plantea realizar un mejoramiento de la red de aducción y distribución, construcción

de reservorios y planta de tratamiento de agua potable (PTAP), rehabilitación de reservorios y PTAP existentes a fin de lograr el 100% de cobertura y 24 horas de continuidad. El monto de inversión corresponde a 71,50 millones de dólares.

El siguiente proyecto es "Tratamiento de aguas residuales para disposición final o reúso, ciudad de Cajamarca". Este comprende el diseño, financiación, construcción, operación y mantenimiento de una planta de tratamiento de aguas residuales. El monto e inversión es 55,70 millones de dólares.

V.3. Reservas para el cumplimiento normativo

Acorde al reglamento del decreto legislativo 1280, en el artículo 28 menciona que los prestadores incorporan en sus procesos de desarrollo la gestión del riesgo de desastres así como medidas de adaptación al cambio climático. Asimismo, en el artículo 27 se indica que la SUNASS debe incluir en la tarifa el monto de la retribución por servicios ecosistémicos. Estos recursos se administran en cuentas del sistema financiero diferenciadas.

El presupuesto de MRSE asciende a 2 893 980 soles, están orientados a realizar actividades para la conservación y recuperación de fuentes de agua, así como de generación de información con equipos, fortalecer capacidades y sensibilizar a contribuyentes. Cabe indicar que, en vista que en Cajamarca, la PTAP Santa Apolonia es solo abastecida por la captación Ronquillo, se ha priorizado realizar actividades de recuperación en el río Ronquillo con el 69,23% del presupuesto, ya que esta fuente es afectada en épocas de estiaje.

El presupuesto de GRD asciende a 1 186 645 soles, estas actividades están orientadas a elaboración del plan de contingencias, un monto para acción a emergencias, protección de captaciones contra inundación y reforzamiento de líneas de conducción. A la fecha de elaboración del estudio, la empresa contaba con 959 663 soles acumulados en la reserva en el quinquenio regulatorio anterior.

VI. Costos de explotación

Los costos de explotación del servicio de agua potable y alcantarillado proyectados durante el quinquenio se presentan a continuación.

Tabla 24:

Costos de explotación del servicio de agua y alcantarillado

Costos de explotación	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Captación	422 015	444 519	470 090	498 515	503 025
Tratamiento	2 825 273	2 825 273	2 825 273	2 825 273	2 825 273
Reservorio	504 101	515 890	527 589	554 163	554 163
Redes de distribución	2 536 490	2 603 411	2 670 181	2 736 803	2 803 264
Colectores	1 365 898	1 366 294	1 366 689	1 367 083	1 367 477
Otros costos de explotación	1 126 714	1 201 154	1 213 124	1 214 740	1 216 372

Fuente: Adaptado del Estudio Tarifario de EPS SEDACAJ S.A. para el periodo 2019 – 2024 (2019).

Dentro de los costos de explotación, los principales incrementos se realizan en captación y reservorio. Estos principalmente por la operación y mantenimiento de los nuevos pozos tubulares y reservorios que se han proyectado.

Adicionalmente, se tienen “otros costos de explotación”, entre los cuales se detallan nuevos costos de mantenimiento de equipos nuevos adquiridos, operación y mantenimiento de nueva infraestructura y optimización de la gestión empresarial. Se muestra la tabla siguiente.

Tabla 25:

Otros costos de explotación del servicio de agua y alcantarillado

Descripción	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Por equipos nuevos	3 802	69 551	69 551	69 551	69 551
Equipos de laboratorio para control de calidad	3 802	3 802	3 802	3 802	3 802
Macromedidores para cajas de sectorización	0	26 667	26 667	26 667	26 667
Equipos de detección de fugas	0	7 200	7 200	7 200	7 200
Equipos de cómputo para gestión empresarial-Cajamarca	0	23 882	23 882	23 882	23 882

Descripción	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Mantenimiento de válvulas controladoras de presión y macromedidores (San miguel)	0	4 000	4 000	4 000	4 000
Mantenimiento de válvulas controladoras de presión y macromedidores (Contumazá)	0	4 000	4 000	4 000	4 000
Por infraestructura nueva	755 544	757 110	757 110	757 110	757 110
Operación de laboratorio de medidores	0	65 030	65 030	65 030	65 030
Incremento en insumos por ampliación de módulo II	59 749	59 749	59 749	59 749	59 749
Planta modular patentada El Milagro	484 595	484 595	484 595	484 595	484 595
Funcionamiento de la Estación de bombeo de agua potable a R1	0	116 536	116 536	116 536	116 536
Funcionamiento de la Estación de bombeo de agua residual Ajoscancha	31 200	31 200	31 200	31 200	31 200
Evaluación de la planta de tratamiento de agua potable	180 000	0	0	0	0
Por gestión de la empresa	367 368	374 493	386 463	388 079	389 711
Actualización de catastro técnico y comercial	34 000	34 000	34 000	34 000	34 000
Personal para atención a reclamos	58 118	58 118	58 118	58 118	58 118
Toma de inventario de infraestructura y terrenos	50 000	50 000	50 000	50 000	50 000

Descripción	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Plan de Fortalecimiento de Capacidades	142 500	149 625	161 595	163 211	164 843
Pólizas de seguro	82 750	82 750	82 750	82 750	82 750
Total	1 126 714	1 201 154	1 213 124	1 214 740	1 216 372

Fuente: Estudio Tarifario de EPS SEDACAJ S.A. para el periodo 2019 – 2024 (2019).

Entre los costos citados anteriormente, se incluyeron costos para el cumplimiento normativo del reglamento de calidad de prestación, ya que en su artículo 82 menciona que las empresas deben contratar una póliza de seguros con cobertura por responsabilidad civil por daños a personas y bienes de terceros; y responsabilidad pública, asimismo, en el artículo 58 indica que las empresas deberán realizar la evaluación integral de todas las plantas de tratamiento de agua potable por lo menos una vez cada cinco años. Adicionalmente, en el reglamento del decreto legislativo 1280, en su artículo 165, expresa que la SUNASS evalúa la inclusión en el estudio tarifario. Considerando su importancia, se estableció como costo operativo para que cada cinco años se cuente con presupuesto para formular el plan de fortalecimiento de capacidades.

VII. Tarifa media, estructura tarifaria, fórmula tarifaria y metas de gestión

El modelo tarifario de SUNASS será usado para la determinación de la tarifa media y de la fórmula tarifaria, para este cálculo es necesario la información económico-financiero, operativo, comercial de la empresa, contar con inversiones requeridas y los nuevos costos que se incurrirá para la gestión, operación y mantenimiento de los servicios.

VII.1. Tarifa media de mediano plazo

La tarifa media de mediano plazo requerida para dar sostenibilidad a la prestación de los servicios de saneamiento durante todo el quinquenio, acorde al reglamento de SUNASS, es igual al costo medio a mediano plazo (CMP).

El costo medio a mediano plazo proviene del análisis de flujo libre de los servicios de agua potable y alcantarillado, el cual cuenta con las variables de base capital, costo totales, inversiones totales, impuestos, variación de trabajo y volúmenes facturados de todo el quinquenio, actualizados con la tasa de descuento, esta tasa se denomina WACC, y su valor para el estudio fue de 4,23%.

A continuación, se presenta la fórmula del costo medio a mediano plazo:

$$CMP = \frac{K_0 + \sum_{t=1}^5 \frac{C_t + I_t + \Delta WK_t + Ip_t}{(1+r)^t} - \frac{K_5}{(1+r)^5}}{\sum_{t=1}^5 \frac{Q_t}{(1+r)^t}}$$

Donde:

K_0 : Base capital inicial

C_t : Costos totales en el año t

I_t : Inversiones totales en el año t con recursos propios

ΔWK : Variación de la capital del trabajo

Ip_t : Impuesto (predial, aporte por regulación y ITF)

El costo medio, y por tanto, la tarifa media para el servicio de agua potable y alcantarillado serán de 2,289 y 1,117 soles/m³ respectivamente.

VII.2. Estructura tarifaria

Una vez determinada la tarifa media, se procede a realizar la estructura tarifaria. La determinación de la estructura tarifaria se basa en los rangos de consumo, las unidades de uso y el volumen promedio para cada una de las cinco categorías reconocidas: Social, Doméstico, Estatal, Comercial e Industrial.

Cabe indicar que la tarifa está compuesta por un cargo fijo y un cargo variable, el último está sujeto al consumo medido o a la asignación de consumo. La estructura tarifaria es la determinación de los cargos variables para cada categoría y rango de consumo.

El principio base de la estructura tarifaria es que los ingresos que resulten de su aplicación para un determinado año deben ser iguales a los ingresos que resulte de aplicar la formula tarifaria para ese año.

La estructura tarifaria se establece de manera diferenciada para el servicio de agua potable, alcantarillado y tratamiento de aguas residuales debe tener su estructura tarifaria.

Del cargo fijo

El cargo fijo está asociado a costos eficientes que son independientes del nivel de consumo, generalmente vinculados a lectura de medidores, facturación, actualización del catastro comercial y cobranza de conexiones activas.

El monto del cargo fijo no puede exceder al 10% del promedio mensual de los últimos doce meses de los ingresos generados por los servicios de saneamiento, el cargo fijo se aplica a todos los usuarios.

Del cargo variable

El monto de cargo variable es la diferencia del total de ingresos y el monto del cargo fijo.

Las tarifas del cargo variable se aplican sobre la base de rangos de consumo crecientes y continuos, con excepción de la categoría social. Estos rangos de consumo se basan en la distribución de frecuencia de consumos de los usuarios, los cuales permiten identificar dónde se ubica la mayor concentración de usuarios. Se debe cumplir el siguiente criterio de jerarquía:

$$T_s \leq T_{d1} < T_{d2} < T_e < T_c < T_i$$

Donde:

T_s : Tarifa social

T_{d1} : Tarifa doméstica subsidiada

T_{d2} : Tarifa doméstica no subsidiada

T_e : Tarifa estatal

T_c : Tarifa comercial

T_i : Tarifa industrial

La finalidad de la estructura tarifaria es brindar acceso a los usuarios con bajos recursos a un consumo de subsistencia, el cual es el volumen mínimo consumido al mes con el que se cubren las necesidades básicas, a través de un subsidio cruzado realizado por las categorías con mayor consumo de agua.

Adicionalmente, se usaron los "Planos Estratificados por Ingreso a Nivel de Manzanas de las Grandes Ciudades 2017", elaborados por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), para realizar un subsidio focalizado a los usuarios domésticos del primer rango de consumo ubicados en las manzanas de estrato bajo y medio bajo. Ante esto se considera un factor de subsidio para el primer rango a los usuarios de categoría doméstica, dicho factor para esta oportunidad fue 0,935.

A continuación se presentan las dos estructuras tarifarias determinadas para Cajamarca y para las ciudades de San Miguel y Contumazá.

Tabla 26:

Estructura tarifaria propuesta de la ciudad de Cajamarca

Categoría	Rango (m3/mes)	Tarifa (S/ /m3)		Cargo fijo (S/)	Asignación de consumo (m ³)
		Actual	Propuesta		
Social	0 a más	1,160	0,529	4,00	10,00
	0 a 8	1,242	0,566		
Doméstico	8 a 16	1,640	0,746	4,00	15,00
	16 a más	2,812	1,280		
Comercial	0 a 30	2,230	1,007	4,00	30,00
	30 a más	4,480	2,041		
Industrial	0 a 60	4,480	2,041	4,00	100,00
	60 a más	6,097	2,778		
Estatal	0 a 30	2,230	1,007	4,00	100,00
	30 a más	4,480	2,041		

Fuente: Estudio Tarifario de EPS SEDACAJ S.A. para el periodo 2019 – 2024 (2019).

Tabla 27:

Estructura tarifaria propuesta de las ciudades de San Miguel y Contumazá

Categoría	Rango (m3/mes)	Tarifa (S/ /m3)		Cargo fijo (S/)	Asignación de consumo (m ³)
		Actual	Propuesta		
Social	0 a más	0,527	0,247	4,00	15,00
	0 a 8	0,527	0,247		
Doméstico	8 a 16	0,953	0,446	4,00	15,00
	16 a más	1,854	0,870		
Comercial	0 a 30	1,542	0,735	4,00	30,00
	30 a más	3,168	1,486		
Industrial	0 a más	3,168	1,486	4,00	60,00
Estatal	0 a 30	1,542	0,735	4,00	50,00
	30 a más	3,168	1,486		

Fuente: Estudio Tarifario de EPS SEDACAJ S.A. para el periodo 2019 – 2024 (2019).

VII.3. Formula tarifaria

La fórmula tarifaria considera las actualizaciones de la tarifa necesarias durante el periodo regulatorio, el modelo generó como resultado una actualización tarifaria

en el primer año de 7% para todas las localidades y en el tercer año de 7,5% solo para Cajamarca.

Tabla 28:

Actualizaciones tarifarias programadas

Descripción	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Cajamarca	7,0%	0,0	7,5%	0,0	0,0
Contumazá	7,0%	0,0	0,0	0,0	0,0
San Miguel	7,0%	0,0	0,0	0,0	0,0

Fuente: Adaptado del Estudio Tarifario de EPS SEDCAJ S.A. para el periodo 2019 – 2024 (2019).

VII.4. Metas de gestión

La aplicación de la actualización tarifaria del primer año regulatorio se realizará a partir del primer ciclo de facturación posterior a la publicación de la resolución del estudio tarifario, sin embargo, la actualización del tercer año regulatorio se realiza condicionada al cumplimiento de las metas de gestión.

Tabla 29:

Metas de gestión a nivel de empresa

Metas de gestión	Und	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Incremento anual de medidores ¹	Número	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000
Renovación anual de medidores ²	Número	16 964	2 496	2 496	2 496	2 496
Agua no facturada	%	36	34	34	33	32
Actualización del catastro técnico de agua potable y alcantarillado	%	100	100	100	100	100
Actualización del catastro comercial de agua potable y alcantarillado	%	100	100	100	100	100
Relación de trabajo	%	71	71	69	68	68
Contrato de MRSE ³	Número	0	1	0	0	0
Registro de datos del sistema de monitoreo hidrológico ⁵	Número	0	0	365	365	365
Ejecución de reserva MRSE ⁶	%	0	0	0	40	40
Implementación de medidas para la gestión de riesgos de desastres y adaptación al cambio climático	Documento	0	1	1	1	1

1/ Se refiere a la instalación de medidores por primera vez

2/ Se refiere a la instalación de medidores en conexiones que ya cuentan con medidor. Su reemplazo o reposición se efectúa por robo, manipulación, superar el volumen de registro indicado por proveedor o deterioro de vida útil. Con financiamiento de OTASS serán renovados 14 468 medidores, el resto serán con recursos propios.

3/ Suscripción de contrato con el/los contribuyentes para la implementación del MRSE.

4/ Registro diario de los equipos instalados en el sistema de monitoreo hidrológico.

5/ Se refiere a la ejecución del presupuesto proyectado acumulado.

Fuente: Estudio Tarifario de EPS SEDACAJ S.A. para el periodo 2019 – 2024 (2019).

Tabla 30:

Metas de gestión a nivel de localidad

Metas de gestión	Und	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Continuidad promedio							
Cajamarca	Hora/día	17	19	21 ¹	21	21	21
San Miguel	Hora/día	24	24	24	24	24	24
Contumazá	Hora/día	24	24	24	24	24	24
Presión promedio							
Cajamarca	m.c.a.	19	19	19	19	19	19
San Miguel	m.c.a.	32	32	32	32	32	32
Presión máxima							
Contumazá	m.c.a.	75	75	50	50	50	50

1/ En caso se obtenga la licencia de uso de agua actualizada en el primer año, la meta será 21, de lo contrario continuará siendo 19.

Fuente: Estudio Tarifario de EPS SEDACAJ S.A. para el periodo 2019 – 2024 (2019).

Las metas de gestión propuestas están relacionadas a los proyectos de inversión y a mejorar la gestión empresarial, se plantean a nivel de empresa y a nivel de localidad.

Asimismo, para asegurar la ejecución de reservas de Mecanismos de Retribución por Servicios Ecosistémicos (MRSE) y Gestión de Riesgos de Desastres y Adaptación al Cambio Climático (GRD y ACC) se ha visto conveniente la propuesta de metas de gestión relacionadas a dichas reservas.

VIII. Impacto regulatorio

El nuevo quinquenio regulatoria trae consigo la conformación de una nueva estructura tarifaria. Acorde al artículo 182 del reglamento del Decreto Legislativo 1280, la SUNASS está facultada a mejorar el sistema de subsidios cruzados sin afectar el equilibrio económico financiero del prestador, aplicable a usuarios en situación de pobreza y extrema pobreza. Por tal motivo, se implementó el uso de “Planos Estratificados por Ingreso a Nivel de Manzanas de las Grandes Ciudades 2017”, elaborados por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI).

La estructura tarifaria de la empresa contempla lo siguiente:

- Subsidios cruzados focalizados sobre la base de los planos estratificados.

- Asignación de un solo volumen de consumo a cada rango por categoría.
- Definición de dos clases: Residencial y No Residencial.
- La clase Residencial incluirá las categorías: social y doméstico.
- La clase No Residencial incluirá a las categorías: comercial, estatal e industrial.

La aplicación de la nueva estructura tarifaria y las fórmulas tarifarias garantizan que la suma de los ingresos totales (Por servicio, por colateral, financieros, otros ingresos y excedentes del año anterior) cubran los costos totales (Administrativos, ventas, operación y mantenimiento) además de las inversiones programadas, así como, la variación del capital de trabajo y las deudas (beneficios sociales, provisión litigios laborales, laudos, tributos, PROREGIÓN y FONAVI).

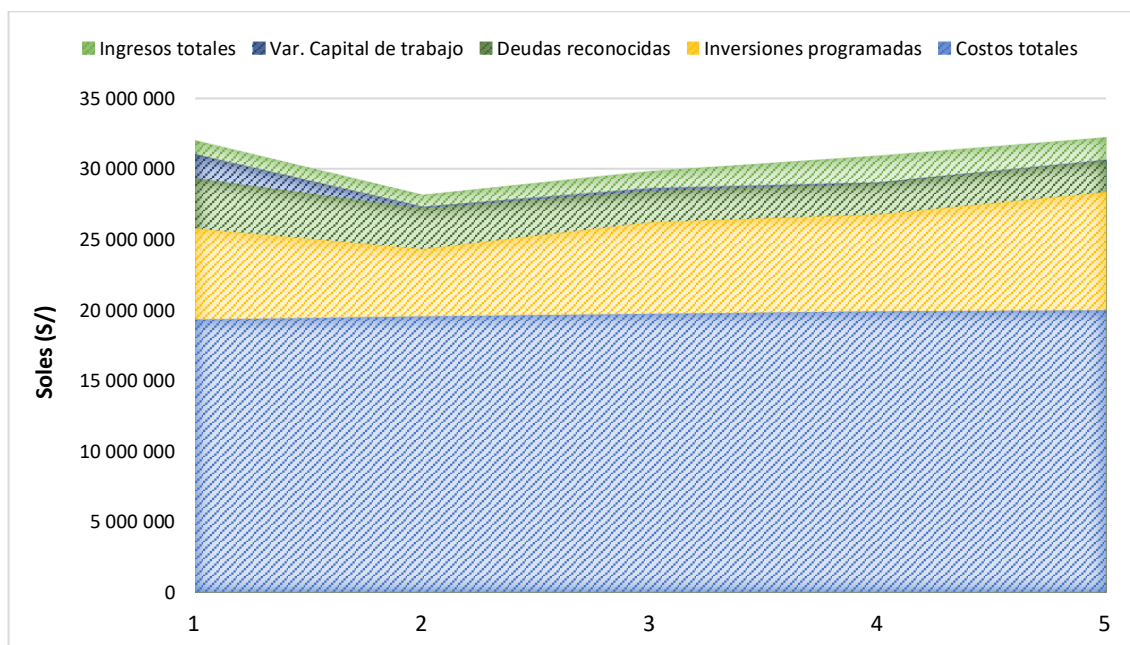


Imagen N° 46: Proyección de ingresos, variación de capital de trabajo, costos totales e inversiones programadas durante el quinquenio regulatorio

A continuación se analiza el impacto en las distintas categorías de usuarios residencial y no residencial, haciendo la distinción en los usuarios domésticos. Podemos dividir los usuarios domésticos en beneficiados (UBP) y no beneficiados (UNBP), donde los usuarios beneficiados son los pertenecientes a las manzanas estratificadas en un nivel socioeconómico bajo y medio bajo, gracias a los planos estratificados del INEI.

Tabla 31:

Impacto tarifario a usuarios medidos en Cajamarca

Categoría	Rango (m3/mes)	Consumo promedio	Facturación (S/)		Variación (S/)
			Actual	Propuesta	
Doméstico no beneficiado	0 a 8	4,2	13,04	13,63	0,59
	8 a 16	12,1	31,42	33,29	1,87
	16 a más	25,9	89,50	92,09	2,59
Doméstico beneficiado	0 a 8	4,2	13,04	13,23	0,19
	8 a 16	12,1	31,42	32,53	1,11
	16 a más	25,9	89,50	91,33	1,82
Social	0 a más	70,33	255,64	144,90	-110,74
Comercial	0 a 30	11,02	43,87	46,81	2,94
	30 a más	65,08	381,20	389,24	8,04
Industrial	0 a 60	10,66	62,27	86,75	24,48
	60 a más	124,05	999,47	1137,17	137,70
Estatal	0 a 30	11,67	37,04	49,30	12,26
	30 a más	206,44	1399,39	1476,98	77,59

Fuente: Estudio Tarifario de EPS SEDACAJ S.A. para el periodo 2019 – 2024 (2019).

Tabla 32:

Impacto tarifario a usuarios medidos en San Miguel y Contumazá

Categoría	Rango (m3/mes)	Consumo promedio	Facturación (S/)		Variación (S/)
			Actual	Propuesta	
Doméstico no beneficiado	0 a 8	3,5	7,70	7,90	0,20
	8 a 20	13	19,20	20,20	1,00
	20 a más	20	30,07	31,84	1,77
Doméstico beneficiado	0 a 8	3,5	7,70	7,76	0,06
	8 a 20	13	19,20	19,88	0,68
	20 a más	20	30,07	31,51	1,44
Social	0 a más	6	7,83	10,20	2,37
Comercial	0 a 30	10,01	29,07	31,62	2,55
	30 a más	84,43	376,58	384,22	7,65
Industrial	0 a más	6,62	30,69	41,08	10,39
	0 a 30	11,92	23,10	36,75	13,64
Estatal	30 a más	124,53	374,16	604,46	230,29
	0 a 8	3,5	7,70	7,90	0,20

Fuente: Estudio Tarifario de EPS SEDACAJ S.A. para el periodo 2019 – 2024 (2019).

Para la ciudad de Cajamarca, se aprecia que si un usuario doméstico no beneficiado consume hasta 8 m³, su facturación se incrementa hasta S/ 1,10 y

para consumos hasta 16 m³, la facturación se incrementa en S/ 2,60; mientras que, en comparación a lo anterior, la facturación en un usuario doméstico beneficiado se incrementa hasta 0,40 y 1,80 soles respectivamente.

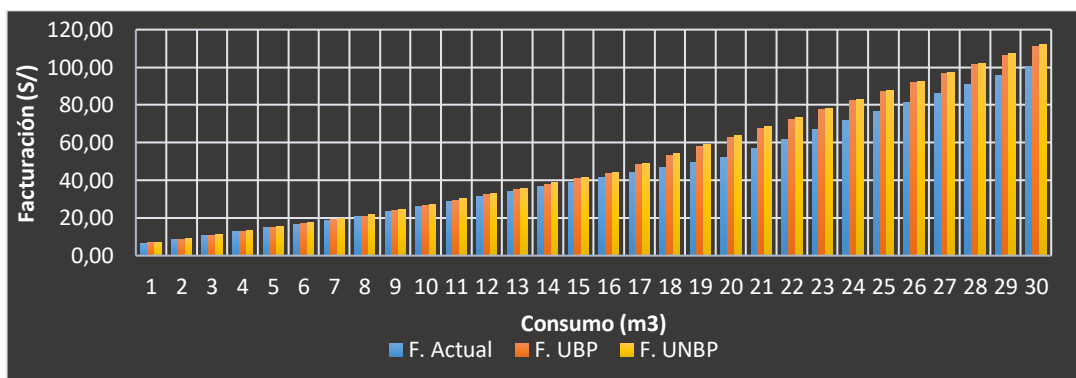


Imagen N° 47: Análisis de facturación de usuarios domésticos en Cajamarca (Incluye IGV)

Nota: F. Actual es la facturación actual de la empresa antes del estudio tarifario.

F. UBP, es la facturación de usuarios beneficiados proyectada

F. UNBP, es la facturación de usuarios no beneficiados proyectada.

Para la ciudad de Contumazá y San Miguel, si un usuario doméstico no beneficiado consume hasta 8 m³, su facturación se incrementará hasta 0,50 y para consumos hasta 20 m³, la facturación se incrementará en 1,80 soles; mientras que, en comparación a lo anterior, la facturación en un usuario doméstico beneficiado se incrementa hasta 0,10 y 1,40 soles respectivamente.

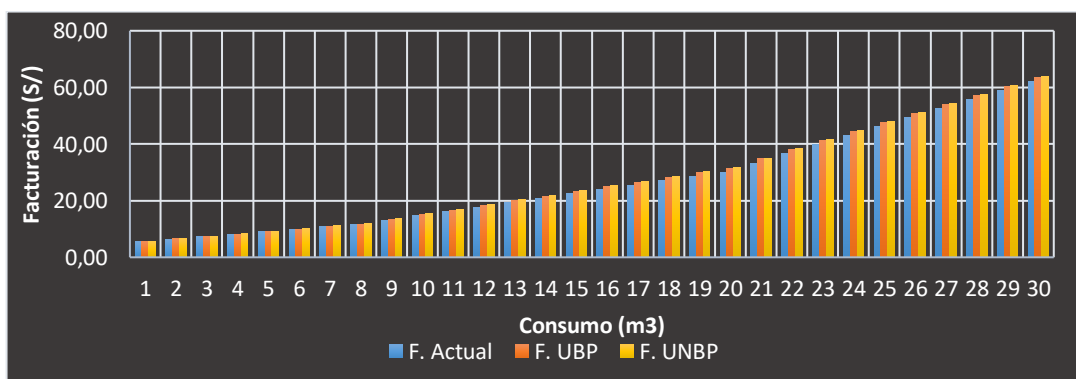


Imagen N° 48: Análisis de facturación de usuarios domésticos en Contumazá y San Miguel (Incluye IGV)

Nota: F. Actual es la facturación actual de la empresa antes del estudio tarifario.

F. UBP, es la facturación de usuarios beneficiados proyectada

F. UNBP, es la facturación de usuarios no beneficiados proyectada.

El impacto regulatorio mostrado ha sido realizado solo para el primer año tomando en consideración la modificación de la estructura tarifaria con la clasificación por estrato socioeconómico y la actualización tarifaria de 7,5% programada.

Finalmente, para analizar la capacidad de pago de los usuarios se comparará con el ingreso promedio mensual de acuerdo a la Encuesta Nacional de Hogares (ENAH) 2017.

La tabla siguiente muestra el porcentaje de los ingresos destinados a pagar los servicios de saneamiento respecto al ingreso máximo en cada percentil y al ingreso promedio. Estos porcentajes se han realizado para el volumen promedio de cada rango de consumo, siendo para el primer, segundo y tercer rango los consumos de 4,2, 12,1 y 25,9 m³.

Cabe indicar que, la organización mundial de la salud (OMS) considera que la cantidad adecuada de agua para consumo humano es de 100 l/r/d (siendo r, residente), la cual indica debe satisfacer todas las necesidades de las personas. La dotación de 100 l/r/d equivale según la densidad de vivienda a 12 m³/mes (similar al consumo promedio del segundo rango), lo cual corresponde a una facturación de 33,05 soles/mes.

Tabla 33:

Porcentaje de ingresos destinados al servicio de saneamiento

Percentil	Ingresos mensuales	% Ingresos destinados al servicio de saneamiento		
		(0 - 8)	(8 - 16)	(16 - más)
10%	374	3,64%	8,90%	24,62%
20%	517	2,64%	6,44%	17,81%
30%	644	2,12%	5,17%	14,30%
40%	785	1,74%	4,24%	11,73%
50%	972	1,40%	3,42%	9,47%
60%	1177	1,16%	2,83%	7,82%
70%	1508	0,90%	2,21%	6,11%
80%	1967	0,69%	1,69%	4,68%
90%	2922	0,47%	1,14%	3,15%
Promedio	1452	0,94%	2,29%	6,34%

Fuente: Adaptado del Estudio Tarifario de EPS SEDACAJ S.A. para el periodo 2019 – 2024 (2019), el porcentaje determinado incluye IGV del pago del servicio.

Asimismo, teniendo en consideración lo recomendado por la OMS, los usuarios del segundo rango con un consumo promedio de $12,1 \text{ m}^3$, destinarían al pago de los servicios un promedio de 2,29% de sus ingresos, lo cual se encuentra por debajo del 5% como se indica en los estudios realizados por el Banco Mundial (Komives et al, 2006) y en el documento del Programa Iniciativa de Agua Potable y Saneamiento del Banco Interamericano de Desarrollo (BID, 2007).

De manera adicional, el análisis de los sistemas tarifarios de veinticuatro empresas de América Latina realizado por ADERASA (Asociación de entes reguladores de agua potable y saneamiento de las Américas) en 2006 dio como resultado que en promedio se toma un 5% del total de ingresos, pero varía desde 1,8% (Arequipa, Perú) y el 9,8% (Costa Rica).

Teniendo esto en consideración, la base comercial de Cajamarca reportó que el consumo promedio máximo registrado durante el periodo de enero 2018 a mayo 2019 fue de $13,52 \text{ m}^3/\text{mes}$. Esto para un usuario doméstico con 24 horas de consumo y medidor menor de 5 años de instalado, a diferencia del valor de $15,58 \text{ m}^3/\text{mes}$, el cual es a nivel general de las categorías de usuarios.

En ese sentido, un usuario doméstico facturaría un monto equivalente a 37,33 soles al mes, lo cual indica que el porcentaje que se destina al pago de los servicios es de 2,57% del promedio de ingresos. Siendo este valor menor a los del 5% relacionado a otros estudios a nivel de Latinoamérica e internacional.

CAPITULO III: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

I. Conclusiones

- La tarifa media a mediano plazo para los servicios de agua y alcantarillado es de 2,289 y 1,117 soles/m³ respectivamente.
- Del diagnóstico operativo realizado a las tres ciudades podemos concluir:
 - En la ciudad de Cajamarca se han realizado obras que amplían la capacidad de tratamiento, sin embargo, las fuentes de agua se ven afectadas en épocas de estiaje, lo que afecta la continuidad del servicio. Ante esta situación, se propone realizar abastecimiento por agua subterránea en épocas de estiaje. En cuanto a las aguas residuales, no se cuentan con tratamiento.
 - La ciudad de San Miguel tiene 24 horas de servicio y presiones cercanas a 50 m.c.a., no cuenta con registro de volumen de tratamiento ni con tratamiento de aguas residuales. La fuente de agua se ve afectada por uso de agricultores en la parte alta, motivo por el cual se tiene un proyecto de cambio de fuente.
 - La ciudad de Contumazá tiene 24 horas de servicio y presiones superiores a 50 m.c.a., no cuenta con registro de volumen de tratamiento ni con tratamiento de aguas residuales, aunque sí con un proyecto paralizado.
- El análisis del balance oferta-demanda indica que:
 - Cajamarca realizará inversiones que incrementarán la oferta.
 - San Miguel y Contumazá tienen la capacidad suficiente para cubrir la demanda.
- Las inversiones proyectadas con recursos propios para resolver la problemática son las que se enlistan a continuación:

Para la ciudad de Cajamarca:

ID	Nombre de proyecto	Total (S/)
CAJ-01	Ampliación y mejoramiento de redes de agua potable y alcantarillado en el sector 11 - Las Torrecitas, de la ciudad de Cajamarca	7 691 649
CAJ-02	Ampliación y mejoramiento del sistema de agua potable y alcantarillado en la ciudad de Cajamarca	6 397 179
CAJ-03	Instalación de nuevos medidores de agua para conexiones domiciliarias para la EPS SEDACAJ S.A.	702 500
CAJ-04	Renovación de medidores para conexiones domiciliarias para la EPS SEDACAJ S.A.	2 250 380
CAJ-05	Renovación de redes de agua potable y alcantarillado en el ámbito de SEDACAJ S.A. en la ciudad de Cajamarca	5 308 663
CAJ-06	Ejecución del sistema de bombeo del R2 al R1	1 336 972
CAJ-07	Mejoramiento y puesta en marcha del reservorio N°04 del sistema de abastecimiento de agua potable de la ciudad de Cajamarca	1 446 968
CAJ-08	Expediente Técnico: Ampliación y mejoramiento del sistema de agua potable y Alcantarillado en el sector La Paccha, Cajamarca	153 712
CAJ-09	Creación del almacén general, archivo general y estacionamiento vehicular de la EPS SEDACAJ S.A.	1 934 401
CAJ-10	Ejecución Plan de Control de Calidad - Programa de Control de Calidad de los Sistemas de agua potable de la ciudad de Cajamarca, San Miguel de Pallaques, Contumazá	245 200
CAJ-11	Verificación periódica de medidores de agua para conexiones domiciliarias para la EPS SEDACAJ S.A.	907 500
CAJ-12	Acreditación de laboratorio de medidores	198 662
CAJ-13	Toma de Inventario del Activo Fijo de la Infraestructura Sanitaria y Terrenos en aplicación de las Normas Internacionales de Información Financiera (NIIF) de la EPS SEDACAJ S.A. y adecuación de software al manejo de NIIF.	25 424
CAJ-14	Fortalecimiento de la oficina de catastro técnico	121 500
CAJ-15	Sala de espera para atención al cliente	84 217
CAJ-16	Identificación y optimización de los principales procesos de la empresa	150 000
CAJ-17	Saneamiento físico legal de inmuebles	60 000
CAJ-18	Contratación de consultoría profesional y evaluaciones para retiro voluntario	50 000
Sub-total Cajamarca		29 064 926

Para la ciudad de Contumazá:

ID	Nombre del Proyecto	Total (\$/)
CON-01	Instalación de nuevos medidores de agua para conexiones domiciliarias para la EPS SEDACAJ S.A.	7 025
CON-02	Renovación de medidores para conexiones domiciliarias para la EPS SEDACAJ S.A.	156 311
CON-03	Verificación periódica de medidores de agua para conexiones domiciliarias para la EPS SEDACAJ S.A.	35 650
CON-04	Instalación de válvulas reductoras y sostenedoras de presión en Contumazá y Macromedidores en la PTAP Mishcayacu	198 909
CON-05	Ambiente para el laboratorio de procesos de Contumazá	72 875
Sub-total Contumazá		470 770

Para la ciudad de San Miguel:

ID	Nombre del Proyecto	Total (\$/)
SM-01	Instalación de nuevos medidores de agua para conexiones domiciliarias para la EPS SEDACAJ S.A.	21 075
SM-02	Renovación de medidores para conexiones domiciliarias para la EPS SEDACAJ S.A.	79 508
SM-03	Verificación periódica de medidores de agua para conexiones domiciliarias para la EPS SEDACAJ S.A.	40 600
SM-04	Instalación de válvulas reductoras y sostenedoras de presión en San Miguel y Macromedidores en la PTAP San Miguel	152 269
Sub-total San Miguel		293 451

- Las metas de gestión se han propuesto teniendo en consideración los proyectos programados durante el quinquenio, la mejora en la gestión empresarial y las nuevas reservas propuestas.
 - Incremento y renovación de medidores
 - Reducción de agua no facturada
 - Actualización de catastro comercial y técnico.
 - Relación de trabajo
 - Contrato de MRSE
 - Registro de datos del sistema de monitoreo hidrológico

- Ejecución de la reserva de MRSE
 - Implementación de medidas para la gestión de riesgos de desastres y adaptación al cambio climático.
 - Continuidad promedio
 - Presión promedio
 - Presión máxima.
- La fórmula tarifaria que se obtuvo del modelo tarifario es como se escribe en el siguiente cuadro:

Descripción	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Cajamarca	7,0%	0,0	7,5%	0,0	0,0
Contumazá	7,0%	0,0	0,0	0,0	0,0
San Miguel	7,0%	0,0	0,0	0,0	0,0

- El porcentaje de los ingresos que destinan los usuarios al pago de los servicios de saneamiento está por debajo de lo que indican otros estudios a nivel de Latinoamérica y a nivel internacional, siendo 2,29% en comparación al máximo indicado de un 5% de los ingresos.

II. Recomendaciones

- Los análisis de oferta – demanda, realizados por el modelo tarifario recoge la información anual, sin embargo, como en esta ocasión, las empresas tienen problemas en las fuentes de agua por temporadas de estiaje debido a los efectos del cambio climático. Por tanto, análisis mensuales son recomendados.
- La empresa no cuenta con información de medición de los caudales de los ríos (registros). Los cuales son necesarios para analizar la posibilidad de buscar nuevas fuentes de agua ante la reducción del caudal captado. Es recomendable que las empresas manejen esta información.
- La empresa ha realizado la búsqueda de financiamiento para ciertos proyectos que mejoran los servicios como la adquisición de una planta patente por ALAC y ampliación de cobertura por el MVCS. Sin embargo, toda empresa que realice esta actividad debe priorizar las gestiones a través de la creación de equipos de trabajo, en vista que la inversión de

ALAC estaba priorizada para el segundo año del quinquenio 2014 – 2019, pero fue puesto en operación a inicios del 2019.

III. Referencias bibliográficas

- ADERASA (Asociación de Entes Reguladores de Agua Potable y Saneamiento de las Américas) (2006), *Las tarifas de agua potable y alcantarillado en América Latina, Grupo de Tarifas y Subsidios*, Public-Private Infrastructure Advisory Facility (PPIAF), Banco Mundial.
- Barrantes Cáceres, R. (2018, marzo). *Teoría de la regulación*. Departamento de Economía, Pontífice Universidad Católica del Perú. <http://files.pucp.edu.pe/departamento/economia/ME004.pdf>
- BID (Banco Interamericano de Desarrollo) (2007), *Iniciativa de Agua y Saneamiento*, Washington, D.C.
- Dammert, A.; Mollineli, F. y Carbajal, M. (2013). *Teoría de la regulación económica* (1.a ed.). Editorial Fondo editorial de la Universidad de San Martín de Porres.
- Decreto Legislativo 1280 de 2016 [con fuerza de ley]. Por medio del cual se aprueba la ley marco de la gestión y prestación de los servicios de saneamiento. 19 de diciembre de 2016. Diario oficial “El Peruano” Año XXXIII - N° 13916
- Decreto Legislativo 1359 de 2018 [con fuerza de ley]. Por medio del cual se establece medidas para el saneamiento financiero sobre las deudas de las empresas prestadoras de servicios de saneamiento. 22 de julio de 2018. Diario oficial “El Peruano” Año XXXV - N° 14586.
- Decreto Supremo 19 de 2017 [VIVIENDA]. Por la cual se aprueba el reglamento del decreto legislativo 1280. 26 de junio de 2017.
- Dirección General de Salud Ambiental del Ministerio de Salud (2011, febrero). Reglamento de la calidad de agua para consumo humano. MINSA.
- Domingo et ál. (2016). *Regulación económica para economías en desarrollo*. Departamento de Economía - FCS, Universidad de la República, Montevideo. <http://leandro-zipitria.com/libro-regulacion/>
- Howard G, Bartram J (2003). *Domestic Water Quantity, Service Level & Health*. OMS. <https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:9MMs561Ed3>

[YJ:https://www3.paho.org/hq/index.php?option=com_docman%26view%3Ddownload%26alias%3D17220-agua-seguridad-alimentaria-esenciales-salud-220%26category_slug%3Dsalud-ambiental-2618%26Itemid%3D270%26lang%3Des+%&cd=1&hl=es-419&ct=clnk&gl=pe](https://www3.paho.org/hq/index.php?option=com_docman%26view%3Ddownload%26alias%3D17220-agua-seguridad-alimentaria-esenciales-salud-220%26category_slug%3Dsalud-ambiental-2618%26Itemid%3D270%26lang%3Des+%&cd=1&hl=es-419&ct=clnk&gl=pe)

Komives, Kristin et al (2006), Agua, electricidad y pobreza. Quién se beneficia de los subsidios a los servicios públicos, Banco Mundial en coedición con Mayol Ediciones, Bogotá.

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2006). *Reglamento Nacional de Edificaciones*. Editorial Megabyte.

Okumura Suzuki, P. A. (2008, agosto). *Breves apuntes en torno a las fallas de mercado y el monopolio natural*. *Advocatus*, (018), 363-372. <https://revistas.ulima.edu.pe/index.php/Advocatus/article/view/2984/2894>

Reyes Espejo, Raúl (2006, noviembre). *Introducción a la regulación de tarifas de servicios públicos*. Oficina de estudios económicos, OSINERG. <http://www.administracion.usmp.edu.pe/institutoconsumo/wp-content/uploads/2013/08/Regulacion-Tarifaria-de-los-servicios-Publicos.pdf>

Resolución de Consejo Directivo 10 de 2006 [SUNASS]. Por la cual se aprueba el sistema de indicadores de gestión de las empresas de servicios de saneamiento. 11 de marzo de 2006.

Resolución de Consejo Directivo 9 de 2007 [SUNASS]. Por la cual se aprueba el reglamento general de tarifas. 5 de febrero de 2007.

Resolución de Consejo Directivo 11 de 2007 [SUNASS]. Por la cual se aprueba el reglamento de calidad de prestación de servicios de saneamiento. 5 de febrero de 2007.

SUNASS (2007, abril). *Determinación de la fórmula tarifaria, estructura tarifaria y metas de gestión aplicable a la empresa SEDACAJ S.A., para el período 2006-2011*. SUNASS. <https://www.sunass.gob.pe/nuestras-funciones/regular/estudios-tarifarios/estudios-tarifarios-aprobados/#1596472382794-28cb1794-e824>

SUNASS (2014, febrero). *Estudio Tarifario, Determinación de la fórmula tarifaria, estructura tarifaria y metas de gestión aplicable a la Entidad Prestadora de Servicios de Saneamiento Cajamarca Sociedad Anónima, EPS SEDACAJ*

S.A. SUNASS. <https://www.sunass.gob.pe/nuestras-funciones/regular/estudios-tarifarios/estudios-tarifarios-aprobados/#1596472382794-28cb1794-e824>

Vierendel (2019, abril). *Abastecimiento de agua y alcantarillado* (5ª ed.). CIENCIAS.

IV. Anexos

IV.1. Estimación de tasa de crecimiento y proyección poblacional

Cajamarca

EPS SEDACAJ S.A.	TITULO:	ESTIMACIÓN DEL CRECIMIENTO POBLACIONAL URBANO
	SOLICITANTE:	Gerencia de Regulación Tarifaria (GRT)
	LOCALIDAD:	Cajamarca
	FECHA:	jueves, 25 de Julio de 2019

I.- INFORMACIÓN CENSAL

AÑO	POBLACIÓN
	Localidad
1981	57,547
1993	87,390
2007	150,197
2017	182,971

Tasa de crecimiento poblacional de la Región o País 0.70%

II.- ESTIMACIÓN DE LA POBLACIÓN FUTURA

1.0 MÉTODO ARITMETICO

MODELOS MATEMATICOS
METODO ARITMETICO
 $Pf = Po (1 + r) ^ t$

1.1.-Grupos de 2 Datos Censales

Censos		Poblacion		Tasa (Hab/año)
Año - Inicio	Año - Fin	Pob-Inicio	Pob - Fin	
1981	1993	57,547	87,390	4.32%
1981	2,007	57,547	150,197	6.19%
1981	2017	57,547	182,971	6.05%
1993	2007	87,390	150,197	5.13%
1993	2017	87,390	182,971	4.56%
2007	2017	150,197	182,971	2.18%

1.2.- Grupos de 3 Datos Censales

Censos			Tasa (%)	
1981	1993	2,007	r 7 ==>	4.76%
1981	1993	2017	r 8 ==>	4.48%
1981	2007	2017	r 9 ==>	5.08%
1993	2,007	2017	r 10 ==>	3.90%

1.3.-Grupos de 4 Datos Censales

Censos				Tasa (%)	
1981	1993	2,007	2017	r 11 ==>	4.04%

1.4.- Aplicando Mínimos Cuadrados

Censo	Población	x	y	x^2	xy
		t	Pf	t^2	t * Pf
1981	57,547	-36	57,547	1,296	-2,071,692
1993	87,390	-24	87,390	576	-2,097,360
2007	150,197	-10	150,197	100	-1,501,970
2017	182,971	0	182,971	0	0
Sumas total		-70	478,105	1,972	-5,671,022

b = 3619.141988
r = 1.96%

Censos				Tasa (%)	
1,981	1,993	2,017	2,017	r 12 ==>	1.98%

1.5.-Selección de la tasa de Crecimiento

Tasa (%)	Población de Años Censales				Diferencia Absoluta
	1981	1993	2007	2017	
Censo	57,547	87,390	150,197	182,971	0
4.32%	-101,687	-6,801	103,899	182,971	299,723
6.19%	-224,911	-88,950	69,671	182,971	539,324
6.05%	-215,815	-82,887	72,197	182,971	521,639
5.13%	-155,174	-42,459	89,042	182,971	403,725
4.56%	-117,210	-17,150	99,587	182,971	329,906
2.18%	39,239	87,150	143,045	182,971	25,700
4.76%	-130,488	-26,001	95,899	182,971	355,724
4.48%	-112,036	-13,700	101,025	182,971	319,845
5.08%	-151,536	-40,033	90,052	182,971	396,651
3.90%	-74,169	11,545	111,543	182,971	246,215
4.04%	-83,341	5,429	108,995	182,971	264,051
1.98%	52,682	96,112	146,780	182,971	17,004

Tasa de Crecimiento Seleccionada : 1.98% hab / año

2.0. MÉTODO GEOMETRICO (LOCALIDAD)

MODELOS MATEMATICOS

METODO GEOMETRICO

$$Pf = Po(1+r)^t$$

2.1.-Grupos de 2 Datos Censales

Censos		Poblacion (Localidad)		Tasa (Hab/año)
Año - Inicio	Año - Fin	Pob-Inicio	Pob - Fin	
1981	1993	57,547	87,390	3.54%
1981	2,007	57,547	150,197	3.76%
1981	2017	57,547	182,971	3.27%
1993	2007	87,390	150,197	3.94%
1993	2017	87,390	182,971	3.13%
2007	2017	150,197	182,971	1.99%

2.2.-Grupos de 3 Datos Censales

Censos			Tasa (%)	
1981	1993	2,007	r 7 ==>	3.75%
1981	1993	2017	r 8 ==>	3.26%
1981	2007	2017	r 9 ==>	3.15%
1993	2,007	2017	r 10 ==>	2.97%

2.3.-Grupos de 4 Datos Censales

Censos				Tasa (%)	
1981	1993	2,007	2017	r 11 ==>	3.15%

2.4.- Aplicando Mínimos Cuadrados

Censo	Población	x	y	x ²	xy
		t	Pf	t ²	t * Pf
1981	57,547	-36	4.76	1,296	-171
1993	87,390	-24	4.94	576	-119
2007	150,197	-10	5.18	100	-52
2017	182,971	0	5.26	0	0
Sumas total		-70	20	1,972	-342

$$b = 0.013511282$$

$$r = 3.16\%$$

Censos				Tasa (%)	
1981	1993	2,007	2017	r 12 ==>	1.98%

2.5.- selección de la tasa de crecimiento

Tasa (%)	Población de Años Censales				Diferencia Absoluta
	1981	1993	2007	2017	
Censo	57,547	87,390	150,197	182,971	0
3.54%	52,247	79,342	129,176	182,971	34,368
3.76%	48,473	75,473	126,513	182,971	44,675
3.27%	57,547	84,621	132,690	182,971	20,277
3.94%	45,455	72,307	124,275	182,971	53,097
3.13%	60,395	87,390	134,482	182,971	18,563
1.99%	89,906	113,934	150,197	182,971	58,902
3.75%	48,560	75,563	126,576	182,971	44,434
3.26%	57,658	84,730	132,761	182,971	20,207
3.15%	59,876	86,888	134,160	182,971	18,867
2.97%	63,840	90,683	136,571	182,971	23,212
3.15%	59,941	86,952	134,201	182,971	18,829
3.16%	59,700	86,718	134,051	182,971	18,971

$$\text{Tasa} = 3.13\% \text{ %}$$

3.0. MÉTODO PARABOLICO

MODELOS MATEMATICOS

METODO PARABOLICO

$$Pf = Po + Bt + Ct^2$$

3.1.-Grupos de 3 Datos Censales

Combinaciones					
1,981	1,993	2,007	==>	t=0 en 1,981	
1,981	1,993	2,017	==>	t=0 en 1,981	
1,981	2,007	2,017	==>	t=0 en 1,981	
1,993	2,007	2,017	==>	t=0 en 1,993	

Combinaciones			A	B	C
1,981	1,993	2,007	57,547	1564.16	76.896
1,981	1,993	2,017	57,547	1988.38	41.545
1,981	2,007	2,017	57,547	3770.06	-7.946
1,993	2,007	2,017	87,390	5191.36	-50.367

3.2.-Minimos Cuadrados

Minimos cuadrados : $Pf = A + Bt + Ct^2$

t	Pf	t Pf	t^2	Pf t^2	t^3	t^4
0	182,971	0	0	0	0	0
-10	150,197	-1,501,970	100	15,019,700	-1,000	10,000
-24	87,390	-2,097,360	576	50,336,640	-13,824	331,776
-36	57,547	-2,071,692	1,296	74,580,912	-46,656	1,679,616
-70	478105	-5671022	1972	139937252	-61480	2021392

Construccion de la Matriz de coeficientes

1972	-61,480	7,136,948
-61480	2,021,392	-220,881,560

Det. Coef. =	2.064E+08
Det. B =	8.468E+11
Det. C =	3.201E+09

Censos				Coeficientes		
				A	B	C
1981	1993	2,007	2017	182,971	4,102.68	15.51

3.3.-Selección de la ecuacion cuadratica

Curva	Años Censales				Sumatoria	Diferencia	Diferencia absoluta
	2,017	2,007	1,993	1,981			
Curva Departament	182,971	150,197	87,390	57,547	478,105	0	0
Pf1	213,514	150,197	87,390	57,547	508,648	30,543	30,543
Pf2	182,971	137,329	87,390	57,547	465,237	12,868	12,868
Pf3	182,971	150,197	101,643	57,547	492,358	14,253	14,253
Pf4	182,971	150,197	87,390	17,841	438,399	39,706	39,706
Pf5	182,971	143,495	93,440	55,375	475,282	2,823	14,924

Combinacion seleccionada				A	B	C
1981	1993	2017		57547	1988.38	41.55

Correccion de la ecuacion cuadratica por desplazamiento de ejes

** Si se selecciona la gráfica 4, se deberá hacer desplazamiento de ejes mediante

$$Pf = Po + B(t + (2017 - 1981)) + C(t + (2017 - 1981))^2$$

Primer censo	Ultimo censo	N° de años (n)	A+n*B+ n^2*C	B+2n*C	C
1,981	2,017	36	57547		
			71581.50	1988.38	
			53842.50	2991.25	41.55
Ecuacion cuadratica seleccionada (reajustada)			182971.00	4979.63	41.55

N° de años	Año	Censo	Aritmético	Geometrico	Curva parabolico
DATOS CENSALES	1981	57,547	57,547	57,547	57,547
	1993	87,390	87,390	87,390	87,390
	2007	150,197	150,197	150,197	150,197
	2017	182,971	182,971	182,971	182,971
0	1,981		52,682	60,395	57,547
	1,993		96,112	87,390	87,390
10	2,007		146,780	134,482	137,329
	2,017	182,971	182,971	182,971	182,971
11	2,018	184,252	186,590	188,692	187,992
12	2,019	185,542	190,209	194,592	193,096
13	2,020	186,840	193,828	200,677	198,284
14	2,021	188,148	197,448	206,952	203,554
15	2,022	189,465	201,067	213,423	208,908
16	2,023	190,792	204,686	220,096	214,344
17	2,024	192,127	208,305	226,978	219,864
18	2,025	193,472	211,924	234,075	225,467
19	2,026	194,826	215,543	241,395	231,153
20	2,027	196,190	219,162	248,943	236,922
21	2,028	197,563	222,782	256,727	242,774
22	2,029	198,946	226,401	264,754	248,709
23	2,030	200,339	230,020	273,032	254,727
24	2,031	201,741	233,639	281,570	260,829
25	2,032	203,154	237,258	290,374	267,013
26	2,033	204,576	240,877	299,453	273,281
27	2,034	206,008	244,496	308,817	279,631
28	2,035	207,450	248,116	318,473	286,065
Diferencia absoluta		0	390,921	947,592	711,182

Contumazá

EPS SEDACAJ S.A.	TITULO:	ESTIMACIÓN DEL CRECIMIENTO POBLACIONAL URBANO
	SOLICITANTE:	Gerencia de Regulación Tarifaria (GRT)
	LOCALIDAD:	Contumazá
	FECHA:	jueves, 25 de Julio de 2019

I.- INFORMACIÓN CENSAL

AÑO	POBLACIÓN
	Localidad
1981	2,448
1993	3,335
2007	3,221
2017	3,248

Tasa de crecimiento poblacional de la Región o País 0.70%

II.- ESTIMACIÓN DE LA POBLACIÓN FUTURA

1.0 MÉTODO ARITMETICO

MODELOS MATEMATICOS
METODO ARITMETICO

$$Pf = Po (1 + r)^t$$

1.1.- Grupos de 2 Datos Censales

Censos		Poblacion		Tasa (Hab/año)
Año - Inicio	Año - Fin	Pob-Inicio	Pob - Fin	
1981	1993	2,448	3,335	3.02%
1981	2,007	2,448	3,221	1.21%
1981	2017	2,448	3,248	0.91%
1993	2007	3,335	3,221	-0.24%
1993	2017	3,335	3,248	-0.11%
2007	2017	3,221	3,248	0.08%

1.2.- Grupos de 3 Datos Censales

Censos			Tasa (%)	
1981	1993	2,007	r 7 ==>	1.26%
1981	1993	2017	r 8 ==>	0.93%
1981	2007	2017	r 9 ==>	0.90%
1993	2,007	2017	r 10 ==>	-0.11%

1.3.- Grupos de 4 Datos Censales

Censos				Tasa (%)	
1981	1993	2,007	2017	r 11 ==>	0.93%

1.4.- Aplicando Mínimos Cuadrados

Censo	Población	x	y	x^2	xy
		t	Pf	t^2	t * Pf
1981	2,448	-36	2,448	1,296	-88,128
1993	3,335	-24	3,335	576	-80,040
2007	3,221	-10	3,221	100	-32,210
2017	3,248	0	3,248	0	0
Sumas total		-70	12,252	1,972	-200,378

b = 13.68255578
r = 0.42%

Censos				Tasa (%)	
1,981	1,993	2,007	2,017	r 12 ==>	0.42%

1.5.- Selección de la tasa de Crecimiento

Tasa (%)	Población de Años Censales				Diferencia Absoluta
	1981	1993	2007	2017	
Censo	2,448	3,335	3,221	3,248	0
3.02%	-283	894	2,267	3,248	6,125
1.21%	1,828	2,301	2,854	3,248	2,021
0.91%	2,187	2,540	2,953	3,248	1,324
-0.24%	3,533	3,438	3,327	3,248	1,295
-0.11%	3,375	3,333	3,283	3,248	992
0.08%	3,150	3,183	3,221	3,248	855
1.26%	1,772	2,264	2,838	3,248	2,130
0.93%	2,156	2,520	2,945	3,248	1,384
0.90%	2,195	2,546	2,956	3,248	1,307
-0.11%	3,374	3,332	3,283	3,248	991
0.93%	2,155	2,519	2,944	3,248	1,385
0.42%	2,755	2,920	3,111	3,248	833

Tasa de Crecimiento Seleccionada : 0.42% hab / año

2.0. MÉTODO GEOMETRICO (LOCALIDAD)

MODELOS MATEMATICOS

METODO GEOMETRICO

$$Pf = Po (1 + r)^t$$

2.1.-Grupos de 2 Datos Censales

Censos		Poblacion (Localidad)		Tasa (Hab/año)
Año - Inicio	Año - Fin	Pob-Inicio	Pob - Fin	
1981	1993	2,448	3,335	2.61%
1981	2,007	2,448	3,221	1.06%
1981	2017	2,448	3,248	0.79%
1993	2007	3,335	3,221	-0.25%
1993	2017	3,335	3,248	-0.11%
2007	2017	3,221	3,248	0.08%

2.2.-Grupos de 3 Datos Censales

Censos			Tasa (%)	
1981	1993	2,007	r 7 ==>	0.74%
1981	1993	2017	r 8 ==>	0.32%
1981	2007	2017	r 9 ==>	0.52%
1993	2,007	2017	r 10 ==>	0.16%

2.3.-Grupos de 4 Datos Censales

Censos				Tasa (%)	
1981	1993	2,007	2017	r 11 ==>	0.40%

2.4.- Aplicando Minimos Cuadrados

Censo	Población	x	y	x ²	xy
		t	Pf	t ²	t * Pf
1981	2,448	-36	3.39	1,296	-122
1993	3,335	-24	3.52	576	-85
2007	3,221	-10	3.51	100	-35
2017	3,248	0	3.51	0	0
Sumas total		-70	14	1,972	-242

$$b = 0.002120539$$

$$r = 0.49\%$$

Censos				Tasa (%)	
1981	1993	2,007	2017	r 12 ==>	0.42%

2.5.- selección de la tasa de crecimiento

Tasa (%)	Población de Años Censales				Diferencia Absoluta
	1981	1993	2007	2017	
Censo	2,448	3,335	3,221	3,248	0
2.61%	1,285	1,750	2,510	3,248	3,459
1.06%	2,221	2,521	2,923	3,248	1,339
0.79%	2,448	2,690	3,003	3,248	863
-0.25%	3,552	3,448	3,330	3,248	1,325
-0.11%	3,379	3,335	3,284	3,248	994
0.08%	3,152	3,184	3,221	3,248	855
0.74%	2,495	2,724	3,019	3,248	860
0.32%	2,899	3,011	3,147	3,248	849
0.52%	2,691	2,865	3,083	3,248	851
0.16%	3,069	3,128	3,197	3,248	852
0.40%	2,811	2,950	3,120	3,248	849
0.49%	2,724	2,889	3,093	3,248	850

$$\text{Tasa} = 0.32\%$$

3.0. MÉTODO PARABOLICO

MODELOS MATEMATICOS

METODO PARABOLICO

$$Pf = Po + B t + C t^2$$

3.1.-Grupos de 3 Datos Censales

Combinaciones				
1,981	1,993	2,007	==>	t=0 en 1,981
1,981	1,993	2,017	==>	t=0 en 1,981
1,981	2,007	2,017	==>	t=0 en 1,981
1,993	2,007	2,017	==>	t=0 en 1,993

Combinaciones			A	B	C
1,981	1,993	2,007	2,448	111.79	-3.156
1,981	1,993	2,017	2,448	99.76	-2.154
1,981	2,007	2,017	2,448	49.25	-0.751
1,993	2,007	2,017	3,335	-14.47	0.452

3.2.-Minimos Cuadrados

$$\text{Mínimos cuadrados: } Pf = A + B t + C t^2$$

t	Pf	t Pf	t^2	Pf t^2	t^3	t^4
0	3,248	0	0	0	0	0
-10	3,221	-32,210	100	322,100	-1,000	10,000
-24	3,335	-80,040	576	1,920,960	-13,824	331,776
-36	2,448	-88,128	1,296	3,172,608	-46,656	1,679,616
-70	12252	-200378	1972	5415668	-61480	2021392

Construccion de la Matriz de coeficientes

1972	-61,480	26,982
-61480	2,021,392	-989,388

Det. Coef. =	2.064E+08
Det. B =	-6.286E+09
Det. C =	-2.922E+08

Censos				Coeficientes		
				A	B	C
1981	1993	2,007	2017	3,248	-	30.46
						-1.42

3.3.-Selección de la ecuacion cuadratica

Curva	Años Censales				Sumatoria	Diferencia	Diferencia absoluta
	2,017	2,007	1,993	1,981			
Curva Departament	3,248	3,221	3,335	2,448	12,252	0	0
Pf1	2,382	3,221	3,335	2,448	11,386	866	866
Pf2	3,248	3,586	3,335	2,448	12,617	365	365
Pf3	3,248	3,221	2,931	2,448	11,848	404	404
Pf4	3,248	3,221	3,335	3,574	13,378	1,126	1,126
Pf5	3,248	3,411	3,163	2,510	12,332	80	423

Combinacion seleccionada			A	B	C
1981	1993	2017	2448	99.76	-2.15

Correccion de la ecuacion cuadratica por desplazamiento de ejes

** Si se selecciona la gráfica 4, se deberá hacer desplazamiento de ejes mediante

$$Pf = Po + B(t + (2017 - 1981)) + C(t + (2017 - 1981))^2$$

Primer Censo	Ultimo censo	N° de años (n)	A+n*B+ n^2*C	B+2n*C	C
1,981	2,017	36	2448	99.76	-2.15
			3591.50	-155.08	
			-2791.50		
Ecuacion cuadratica seleccionada (reajustada)			3248.00	-55.32	-2.15

N° de años	Año	Censo	Aritmético	Geometrico	Curva parabolico
DATOS CENSALES	1981	2,448	2,448	2,448	2,448
	1993	3,335	3,335	3,335	3,335
	2007	3,221	3,221	3,221	3,221
	2017	3,248	3,248	3,248	3,248
0	1,981		2,755	2,899	2,448
	1,993		2,920	3,011	3,335
	2,007		3,111	3,147	3,586
10	2,017	3,248	3,248	3,248	3,248
11	2,018	3,271	3,262	3,258	3,191
12	2,019	3,294	3,275	3,269	3,129
13	2,020	3,317	3,289	3,279	3,063
14	2,021	3,340	3,303	3,289	2,992
15	2,022	3,363	3,316	3,300	2,918
16	2,023	3,387	3,330	3,310	2,839
17	2,024	3,411	3,344	3,321	2,755
18	2,025	3,434	3,357	3,331	2,668
19	2,026	3,458	3,371	3,342	2,576
20	2,027	3,483	3,385	3,352	2,479
21	2,028	3,507	3,399	3,363	2,379
22	2,029	3,532	3,412	3,373	2,274
23	2,030	3,556	3,426	3,384	2,165
24	2,031	3,581	3,440	3,395	2,051
25	2,032	3,606	3,453	3,406	1,934
26	2,033	3,632	3,467	3,416	1,811
27	2,034	3,657	3,481	3,427	1,685
28	2,035	3,683	3,494	3,438	1,554
Diferencia absoluta		0	1,707	2,258	18,049

San Miguel

EPS SEDACAJ S.A.	TÍTULO:	ESTIMACIÓN DEL CRECIMIENTO POBLACIONAL URBANO
	SOLICITANTE:	Gerencia de Regulación Tarifaria (GRT)
	LOCALIDAD:	Cajamarca
	FECHA:	Jueves, 25 de Julio de 2019

I.- INFORMACIÓN CENSAL

AÑO	POBLACIÓN
	Localidad
1981	2,077
1993	2,264
2007	3,631
2017	3,989

Tasa de crecimiento poblacional de la Región o País 0.70%

II.- ESTIMACIÓN DE LA POBLACIÓN FUTURA

1.0 MÉTODO ARITMETICO

MODELOS MATEMATICOS
METODO ARITMETICO

$Pf = Po (1 + r)^t$

1.1.- Grupos de 2 Datos Censales

Censos		Poblacion		Tasa (Hab/año)
Año - Inicio	Año - Fin	Pob-Inicio	Pob - Fin	
1981	1993	2,077	2,264	0.75%
1981	2,007	2,077	3,631	2.88%
1981	2017	2,077	3,989	2.56%
1993	2007	2,264	3,631	4.31%
1993	2017	2,264	3,989	3.17%
2007	2017	3,631	3,989	0.99%

1.2.- Grupos de 3 Datos Censales

Censos			Tasa (%)	
1981	1993	2,007	r 7 ==>	2.67%
1981	1993	2017	r 8 ==>	2.37%
1981	2007	2017	r 9 ==>	2.35%
1993	2,007	2017	r 10 ==>	2.93%

1.3.- Grupos de 4 Datos Censales

Censos				Tasa (%)	
1981	1993	2,007	2017	r 11 ==>	2.20%

1.4.- Aplicando Mínimos Cuadrados

Censo	Población	x	y	x^2	xy
		t	Pf	t^2	t * Pf
1981	2,077	-36	2,077	1,296	-74,772
1993	2,264	-24	2,264	576	-54,336
2007	3,631	-10	3,631	100	-36,310
2017	3,989	0	3,989	0	0
Sumas total		-70	11,961	1,972	-165,418

b = 57.71399594
r = 1.45%

Censos				Tasa (%)	
1,981	1,993	2,007	2,017	r 12 ==>	1.45%

1.5.- Selección de la tasa de Crecimiento

Tasa (%)	Población de Años Censales				Diferencia Absoluta
	1981	1993	2007	2017	
Censo	2,077	2,264	3,631	3,989	0
0.75%	2,912	3,271	3,690	3,989	1,900
2.88%	-143	1,234	2,841	3,989	4,040
2.56%	317	1,541	2,969	3,989	3,145
4.31%	-2,204	-140	2,269	3,989	8,048
3.17%	-570	950	2,723	3,989	4,870
0.99%	2,573	3,045	3,596	3,989	1,313
2.67%	157	1,434	2,925	3,989	3,456
2.37%	591	1,723	3,045	3,989	2,613
2.35%	611	1,737	3,051	3,989	2,573
2.93%	-214	1,187	2,822	3,989	4,177
2.20%	828	1,882	3,111	3,989	2,151
1.45%	1,911	2,604	3,412	3,989	725

Tasa de Crecimiento Seleccionada : 1.45% hab / año

2.0. MÉTODO GEOMETRICO (LOCALIDAD)

MODELOS MATEMATICOS

METODO GEOMETRICO

$$Pf = Po (1 + r)^t$$

2.1.-Grupos de 2 Datos Censales

Censos		Poblacion (Localidad)		Tasa (Hab/año)
Año - Inicio	Año - Fin	Pob-Inicio	Pob - Fin	
1981	1993	2,077	2,264	0.72%
1981	2,007	2,077	3,631	2.17%
1981	2017	2,077	3,989	1.83%
1993	2007	2,264	3,631	3.43%
1993	2017	2,264	3,989	2.39%
2007	2017	3,631	3,989	0.94%

2.2.-Grupos de 3 Datos Censales

Censos			Tasa (%)	
1981	1993	2,007	r 7 ==>	1.67%
1981	1993	2017	r 8 ==>	1.60%
1981	2007	2017	r 9 ==>	1.72%
1993	2,007	2017	r 10 ==>	2.00%

2.3.-Grupos de 4 Datos Censales

Censos				Tasa (%)	
1981	1993	2,007	2017	r 11 ==>	1.43%

2.4.- Aplicando Mínimos Cuadrados

Censo	Población	x	y	x^2	xy
		t	Pf	t^2	t * Pf
1981	2,077	-36	3.32	1,296	-119
1993	2,264	-24	3.35	576	-81
2007	3,631	-10	3.56	100	-36
2017	3,989	0	3.60	0	0
Sumas total		-70	14	1,972	-236

$$b = 0.008374986$$

$$r = 1.95\%$$

Censos				Tasa (%)	
1981	1993	2,007	2017	r 12 ==>	1.45%

2.5.- selección de la tasa de crecimiento

Tasa (%)	Población de Años Censales				Diferencia Absoluta
	1981	1993	2007	2017	
Censo	2,077	2,264	3,631	3,989	0
0.72%	3,080	3,357	3,712	3,989	2,178
2.17%	1,841	2,382	3,218	3,989	768
1.83%	2,077	2,582	3,328	3,989	621
3.43%	1,184	1,775	2,847	3,989	2,167
2.39%	1,706	2,264	3,150	3,989	852
0.94%	2,843	3,183	3,631	3,989	1,686
1.67%	2,197	2,680	3,380	3,989	788
1.60%	2,251	2,724	3,403	3,989	862
1.72%	2,156	2,647	3,362	3,989	731
2.00%	1,952	2,477	3,271	3,989	698
1.43%	2,396	2,840	3,462	3,989	1,064
1.95%	1,992	2,511	3,289	3,989	673

$$\text{Tasa} = 1.83\%$$

3.0. MÉTODO PARABOLICO

MODELOS MATEMATICOS

METODO PARABOLICO

$Pf = Po + Bt + Ct^2$

3.1.-Grupos de 3 Datos Censales

Combinaciones					
1,981	1,993	2,007	==>	t=0 en 1,981	
1,981	1,993	2,017	==>	t=0 en 1,981	
1,981	2,007	2,017	==>	t=0 en 1,981	
1,993	2,007	2,017	==>	t=0 en 1,993	

Combinaciones			A	B	C
1,981	1,993	2,007	2,077	-22.29	3.156
1,981	1,993	2,017	2,077	-3.18	1.564
1,981	2,007	2,017	2,077	77.08	-0.666
1,993	2,007	2,017	2,264	133.72	-2.577

3.2.-Minimos Cuadrados

Minimos cuadrados : $Pf = A + Bt + Ct^2$

t	Pf	t Pf	t^2	Pf t^2	t^3	t^4
0	3,989	0	0	0	0	0
-10	3,631	-36,310	100	363,100	-1,000	10,000
-24	2,264	-54,336	576	1,304,064	-13,824	331,776
-36	2,077	-74,772	1,296	2,691,792	-46,656	1,679,616
-70	11961	-165418	1972	4358956	-61480	2021392

Construccion de la Matriz de coeficientes

1972	-61,480	113,812
-61480	2,021,392	-3,507,352

Det. Coef. =	2.064E+08
Det. B =	1.443E+10
Det. C =	8.066E+07

Censos				Coeficientes		
				A	B	C
1981	1993	2,007	2017	3,989	69.90	0.39

3.3.-Selección de la ecuacion cuadratica

Curva	Años Censales				Sumatoria	Diferencia	Diferencia absoluta
	2,017	2,007	1,993	1,981			
Curva Departament	3,989	3,631	2,264	2,077	11,961	0	0
Pf1	5,365	3,631	2,264	2,077	13,337	1,376	1,376
Pf2	3,989	3,051	2,264	2,077	11,381	580	580
Pf3	3,989	3,631	2,906	2,077	12,603	642	642
Pf4	3,989	3,631	2,264	288	10,172	1,789	1,789
Pf5	3,989	3,329	2,537	1,979	11,834	127	672

Combinacion seleccionada			A	B	C
1981	1993	2017	2077	-3.18	1.56

Correccion de la ecuacion cuadratica por desplazamiento de ejes

** Si se selecciona la gráfica 4, se deberá hacer desplazamiento de ejes mediante

$Pf=Po+B(t+(2017-1981))+C(t+(2017-1981))^2$

Primer Censo	Ultimo censo	N° de años (n)	A+n*B+ n^2*C	B+2n*C	C
1,981	2,017	36	2077	-3.18	1.56
Ecuacion cuadratica seleccionada (reajustada)			3989.00	109.40	1.56

N° de años	Año	Censo	Aritmético	Geometrico	Curva parabolico
DATOS CENSALES	1981	2,077	2,077	2,077	2,077
	1993	2,264	2,264	2,264	2,264
	2007	3,631	3,631	3,631	3,631
	2017	3,989	3,989	3,989	3,989
0	1,981		1,911	2,077	2,077
	1,993		2,604	2,582	2,264
	2,007		3,412	3,328	3,051
10	2,017	3,989	3,989	3,989	3,989
11	2,018	4,017	4,047	4,062	4,100
12	2,019	4,045	4,104	4,136	4,214
13	2,020	4,073	4,162	4,212	4,331
14	2,021	4,102	4,220	4,289	4,452
15	2,022	4,131	4,278	4,367	4,575
16	2,023	4,159	4,335	4,447	4,702
17	2,024	4,189	4,393	4,529	4,831
18	2,025	4,218	4,451	4,612	4,964
19	2,026	4,247	4,508	4,696	5,100
20	2,027	4,277	4,566	4,782	5,239
21	2,028	4,307	4,624	4,869	5,382
22	2,029	4,337	4,682	4,958	5,527
23	2,030	4,368	4,739	5,049	5,675
24	2,031	4,398	4,797	5,141	5,827
25	2,032	4,429	4,855	5,236	5,982
26	2,033	4,460	4,912	5,331	6,140
27	2,034	4,491	4,970	5,429	6,301
28	2,035	4,523	5,028	5,528	6,465
Diferencia absoluta		0	4,899	8,902	17,036

IV.2. Consumo promedio máximo en usuarios de SEDACAJ S.A.

Evaluación de consumos (enero 2018 - mayo 2019)

Criterios:

- Conexiones con medidor instalados desde 2014
- Con 24 horas de servicio

Todas las categorías

Periodo	N° usuarios	Promedio	Mínimo	Máximo
201801	818	11.86	0.00	60.00
201802	821	11.79	0.00	58.27
201803	827	11.85	0.00	55.00
201804	823	11.84	0.00	75.00
201805	1513	15.58	0.00	1599.00
201806	1521	15.50	0.00	1599.00
201807	1523	15.54	0.00	1599.00
201808	1518	15.40	0.00	1599.00
201809	840	13.06	0.00	50.00
201810	1522	15.44	0.00	1599.00
201811	1524	15.40	0.00	1599.00
201812	1528	15.39	0.00	1599.00
201901	1528	15.38	0.00	1599.00
201902	1532	15.47	0.00	1599.00
201903	1535	15.40	0.00	1599.00
201904	1535	15.34	0.00	1599.00
201905	1529	15.29	0.00	1599.00

Consumo promedio mensual máximo

15.58

Solo doméstico

Periodo	N° usuarios	Promedio	Mínimo	Máximo
201801	789	11.71	0.00	37.00
201802	793	11.68	0.00	28.00
201803	799	11.79	0.00	55.00
201804	797	11.78	0.00	75.00
201805	1388	13.52	0.00	78.00
201806	1396	13.49	0.00	78.00
201807	1398	13.50	0.00	78.00
201808	1393	13.43	0.00	34.00
201809	813	12.90	0.00	24.00
201810	1400	13.46	0.00	30.00
201811	1401	13.45	0.00	30.00
201812	1405	13.43	0.00	30.00
201901	1405	13.43	0.00	30.00
201902	1408	13.46	0.00	61.00
201903	1410	13.43	0.00	97.00
201904	1410	13.36	0.00	30.00
201905	1405	13.36	0.00	30.00

Consumo promedio mensual máximo

13.52

IV.3. Programa de inversiones con recursos propios

Cajamarca

ID	Nombre del Proyecto	Cantidad	Unidad	CRONOGRAMA DE DESEMBOLSO S/					Total
				Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	
CAJ-01	Ampliación y mejoramiento de redes de agua potable y alcantarillado en el sector 11 - Las Torrecitas, de la ciudad de Cajamarca	1	Gib	0	0	384 582	3 845 825	3 461 242	7 691 649
CAJ-02	Ampliación y mejoramiento del sistema de agua potable y alcantarillado en la ciudad de Cajamarca	1	Gib	2 132 393	2 132 393	2 132 393	0	0	6 397 179
CAJ-03	Instalación de nuevos medidores de agua para conexiones domiciliarias para la EPS SEDACAJ S.A.	5000	und	140 500	140 500	140 500	140 500	140 500	702 500
CAJ-04	Renovación de medidores para conexiones domiciliarias para la EPS SEDACAJ S.A.	12 482	und	450 004	450 004	450 004	450 004	450 364	2 250 380
CAJ-05	Renovación de redes de agua potable y alcantarillado en el ámbito de SEDACAJ S.A. en la ciudad de Cajamarca	1	Gib	376 430	0	0	1 517 610	3 414 623	5 308 663
CAJ-06	Ejecución del sistema de bombeo del R2 al R1	1	Gib	1 336 972	0	0	0	0	1 336 972
CAJ-07	Mejoramiento y puesta en marcha del reservorio N°04 del sistema de abastecimiento de agua potable de la ciudad de Cajamarca	1500	m3	0	0	1 446 968	0	0	1 446 968
CAJ-08	Expediente Técnico: Ampliación y mejoramiento del sistema de agua potable y Alcantarillado en el sector La Paccha, Cajamarca	1	Gib	0	153 712	0	0	0	153 712
CAJ-09	Creación del almacén general, archivo general y estacionamiento vehicular de la EPS SEDACAJ S.A.	1	Gib	10 500	923 901	1 000 000	0	0	1 934 401
CAJ-10	Ejecución Plan de Control de Calidad - Programa de Control de Calidad de los Sistemas de agua potable de la ciudad de Cajamarca, San Miguel de Pallaques, Contumazá	1	Gib	245 200	0	0	0	0	245 200
CAJ-11	Verificación periódica de medidores de agua para conexiones domiciliarias para la EPS SEDACAJ S.A.	18150	und	181 500	181 500	181 500	181 500	181 500	907 500
CAJ-12	Acreditación de laboratorio de medidores	1	Gib	198 662	0	0	0	0	198 662
CAJ-13	Toma de Inventario del Activo Fijo de la Infraestructura Sanitaria y Terrenos en aplicación de las Normas Internacionales de Información Financiera (NIIF) de la EPS SEDACAJ S.A. y adecuación de software al manejo de NIIF.	1	Gib	25 424	0	0	0	0	25 424
CAJ-14	Fortalecimiento de la oficina de catastro técnico	1	Gib	41 500	50 000	30 000	0	0	121 500
CAJ-15	Sala de espera para atención al cliente	1	Gib	84 217	0	0	0	0	84 217
CAJ-16	Identificación y optimización de los principales procesos de la empresa	1	Gib	150 000	0	0	0	0	150 000
CAJ-17	Saneamiento físico legal de inmuebles	1	Gib	60 000	0	0	0	0	60 000
CAJ-18	Contratación de consultoría profesional y evaluaciones para retiro voluntario	1	Gib	50 000	0	0	0	0	50 000
Sub-total Cajamarca				5 483 302	4 032 009	5 765 947	6 135 438	7 648 229	29 064 926

Contumazá

ID	Nombre del Proyecto	Cantidad	Unidad	CRONOGRAMA DE DESEMBOLSO S/					Total
				Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	
CON-01	Instalación de nuevos medidores de agua para conexiones domiciliarias para la EPS SEDACAJ S.A.	50	und	1 405	1 405	1 405	1 405	1 405	7 025
CON-02	Renovación de medidores para conexiones domiciliarias para la EPS SEDACAJ S.A.	867	und	31 190	31 190	31 190	31 190	31 551	156 311
CON-03	Verificación periódica de medidores de agua para conexiones domiciliarias para la EPS SEDACAJ S.A.	713	und	7 100	7 100	7 150	7 150	7 150	35 650
CON-04	Instalación de válvulas reductoras y sostenedoras de presión en Contumazá y Macromedidores en la PTAP Mishcayacu	1	Gib	198 909	0	0	0	0	198 909
CON-05	Ambiente para el laboratorio de procesos de Contumazá	1	Gib	72 875	0	0	0	0	72 875
Sub-total Contumazá				311 479	39 695	39 745	39 745	40 106	470 770

San Miguel

ID	Nombre del Proyecto	Cantidad	Unidad	CRONOGRAMA DE DESEMBOLSO S/					Total
				Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	
SM-01	Instalación de nuevos medidores de agua para conexiones domiciliarias para la EPS SEDACAJ S.A.	150	und	4 215	4 215	4 215	4 215	4 215	21 075
SM-02	Renovación de medidores para conexiones domiciliarias para la EPS SEDACAJ S.A.	441	und	15 866	15 866	15 866	15 866	16 046	79 508
SM-03	Verificación periódica de medidores de agua para conexiones domiciliarias para la EPS SEDACAJ S.A.	812	und	8 150	8 150	8 100	8 100	8 100	40 600
SM-04	Instalación de válvulas reductoras y sostenedoras de presión en San Miguel y Macromedidores en la PTAP San Miguel	1	Gib	152 269	0	0	0	0	152 269
Sub-total San Miguel				180 499	28 231	28 181	28 181	28 361	293 451

IV.4. Inversiones por transferencias de OTASS

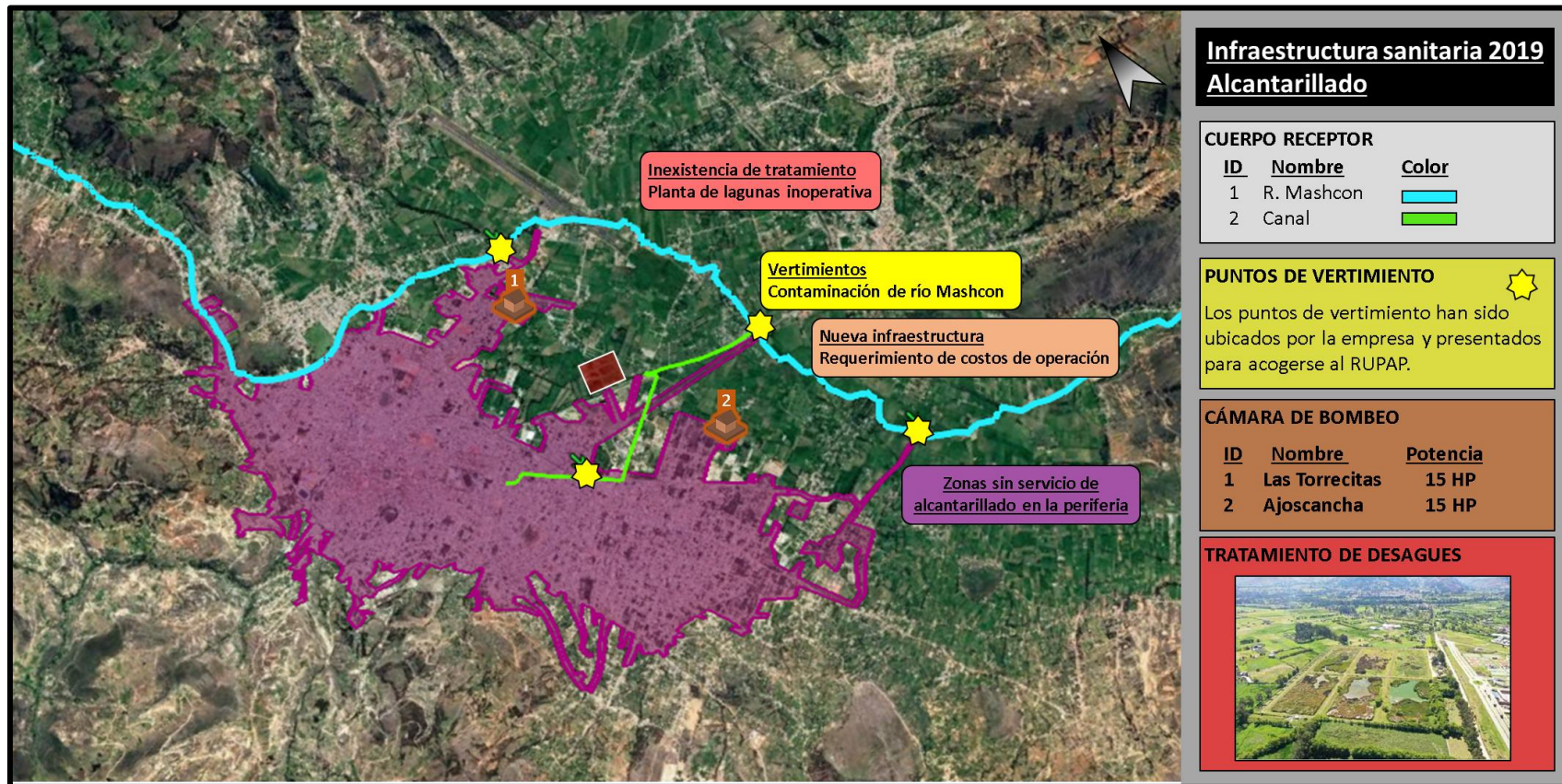
Ítem	Código de proyecto	Nombre de la Ficha de Inversión	Monto Transferido (S/)	Monto sin IGV (S/)	Pendiente de ejecución (S/)
1	F-01-GC	Adquisición e instalación de micromedidores por exceso de vida útil.	2 729 851	2 313 433	2 313 433
2	F-01-GO	Renovación y adquisición de equipos de laboratorio para control de calidad de agua de la EPS SEDACAJ S.A.	212 910	180 432	0
3	F-02-GO	Reemplazo y adquisición de equipos de análisis de agua en línea, para la optimización de los procesos de tratamiento de agua potable de la EPS SEDACAJ S.A.	603 485	511 428	0
4	F-03-GO	Adquisición de equipos y herramientas para incrementar la capacidad de respuesta a los reclamos operacionales de agua, alcantarillado y otras actividades conexas de la EPS SEDACAJ S.A.	207 326	175 700	0
5	F-04-GO	Suministro e instalación de macromedidores, válvulas de purga de aire y válvulas reguladoras de presión, en cámaras de sectorización de los sectores 2 y 3 del área de influencia del reservorio N°2 ya la salida de las PTAP El Milagro y PTAP Santa Apolonia de la EPS SEDACAJ S.A.	206 476	174 979	174 945
6	F-05-GO	Mejoramiento de la capacidad operativa de la división de mantenimiento y control de pérdidas de la EPS SEDACAJ S.A.	120 856	102 420	0
7	F-06-GO	Adquisición de un equipo combinado autopropulsado para limpieza de tuberías de alcantarillado con un chorro de agua a presión elevada y succionador, sobre chasis 6X4 para la EPS SEDACAJ S.A.	1 584 000	1 342 373	1 342 373
8	F-07-GO	Reposición del grupo electrógeno de la PTAP El Milagro de la EPS SEDACAJ S.A.	132 782	112 527	0
9	F-08-GO	Renovación de la red primaria de agua potable del Jr. Amazonas en la localidad de Cajamarca.	697 947	591 480	0
10	F-OX-GO	Adquisición de maquinaria para el Área Operacional de la EPS SEDACAJ S.A.	1 237 880	1 049 051	1 049 051
11	F-01-GO	Adquisición de equipos de detección de fugas de la EPS SEDACAJ S.A.	616 913	522 808	522 808
12	F-02-GO	Adquisición de equipos y herramientas para mantenimiento.	615 802	521 866	521 866
13	F-GA-01	Adquisición de equipos de cómputo para mejorar la gestión empresarial en el ámbito de la EPS SEDACAJ S.A.	255 742	216 731	216 730
		Total (S/)	9 221 969	7 815 228	6 141 206

IV.5. Esquemas – SEDACAJ S.A.

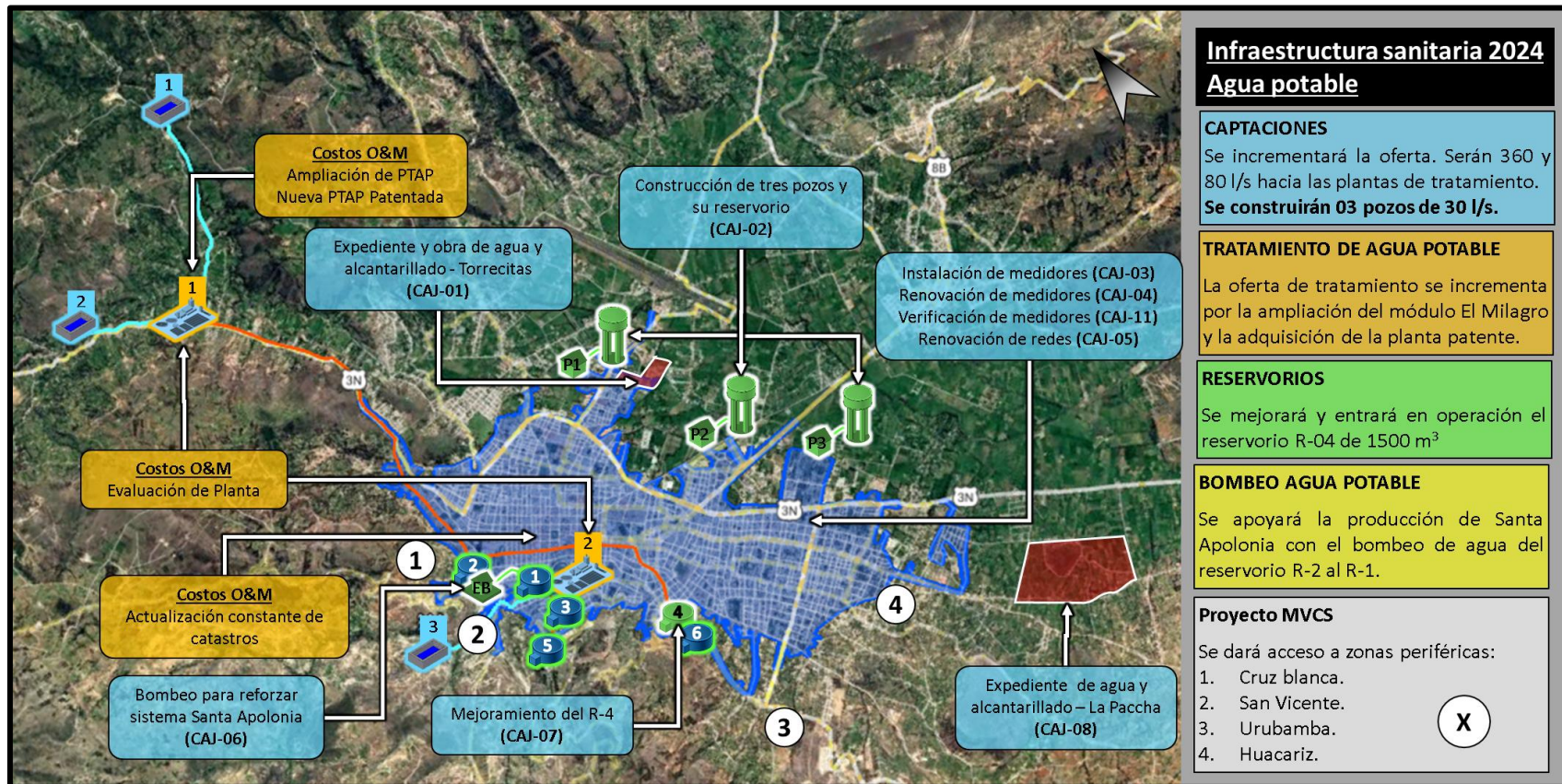
Cajamarca



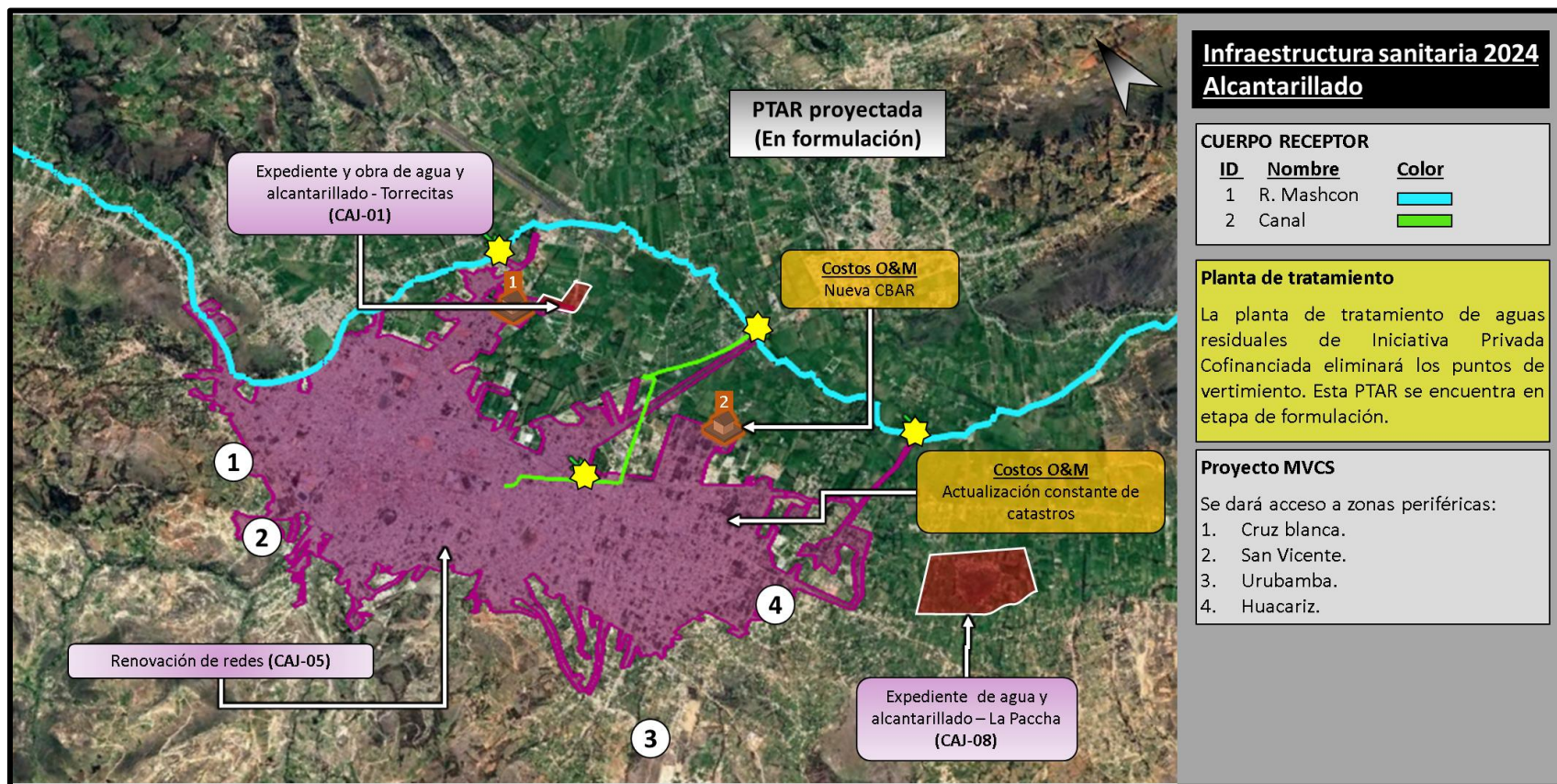
Esquema actual del sistema de agua potable de la ciudad de Cajamarca (2019)



Esquema actual del sistema de alcantarillado de la ciudad de Cajamarca (2019)

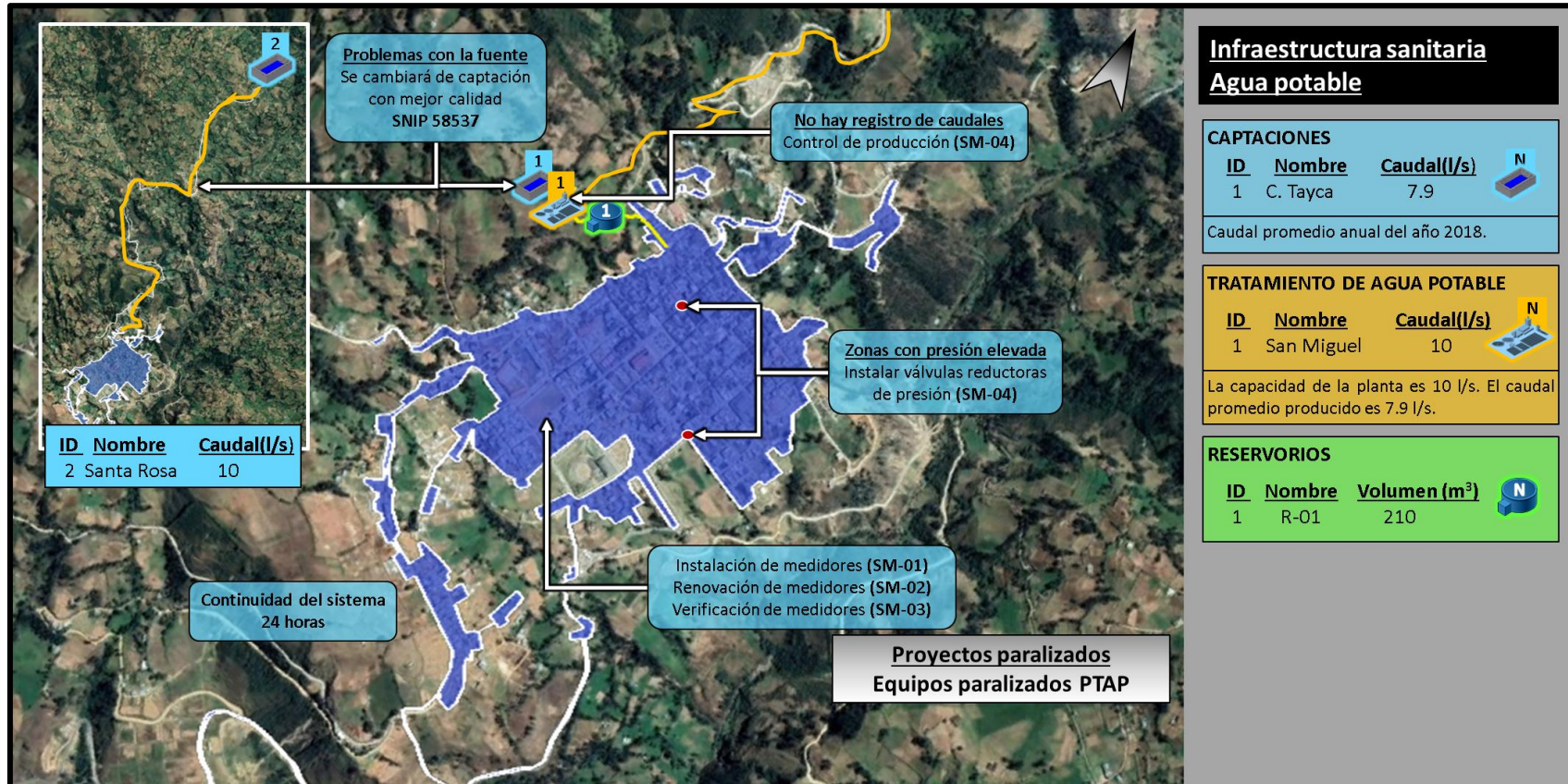


Esquema proyectado a fin del periodo regulatorio del sistema de agua potable de la ciudad de Cajamarca

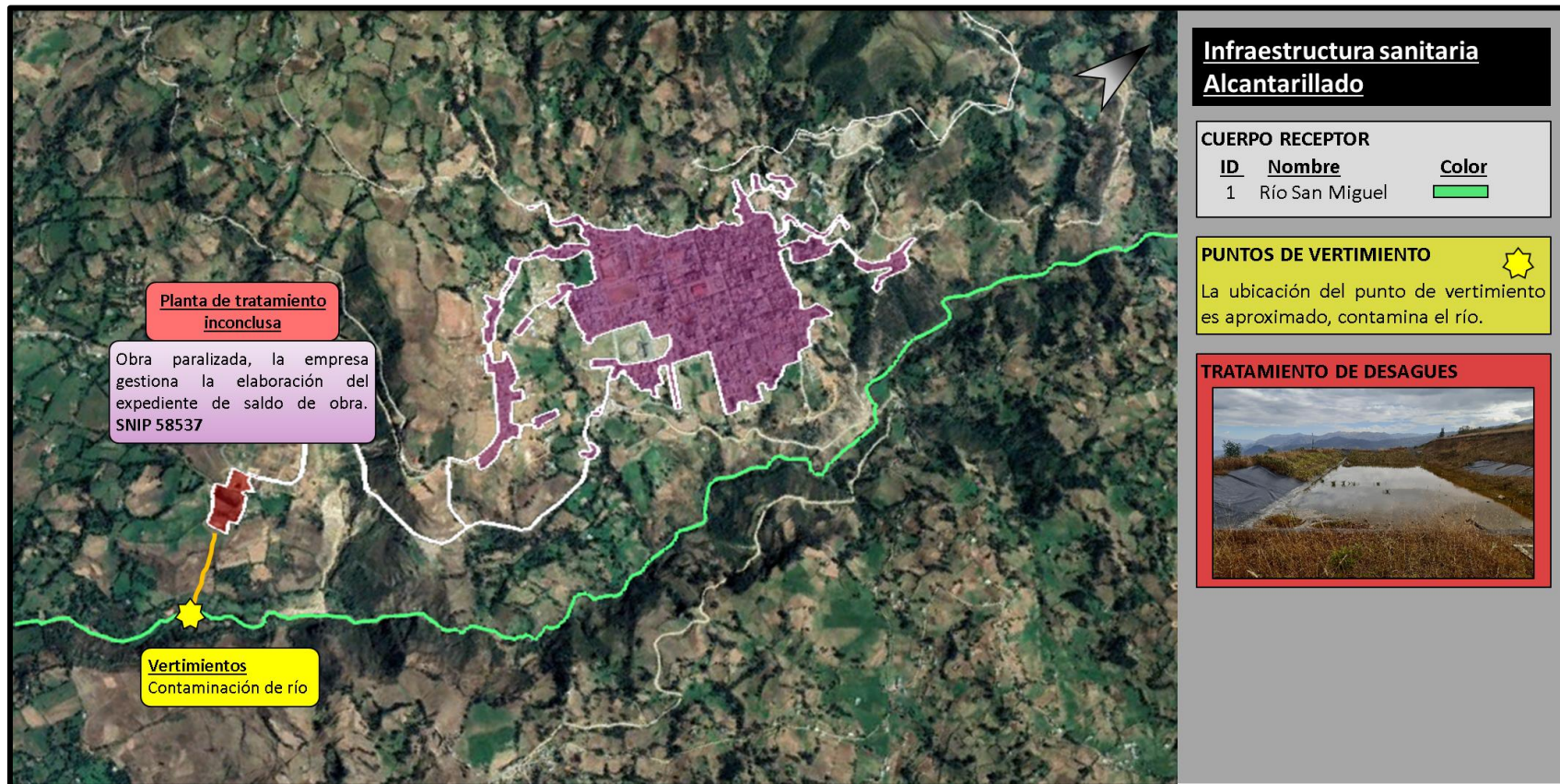


Esquema proyectado a fin del periodo regulatorio del sistema de alcantarillado de la ciudad de Cajamarca (2024)

San Miguel

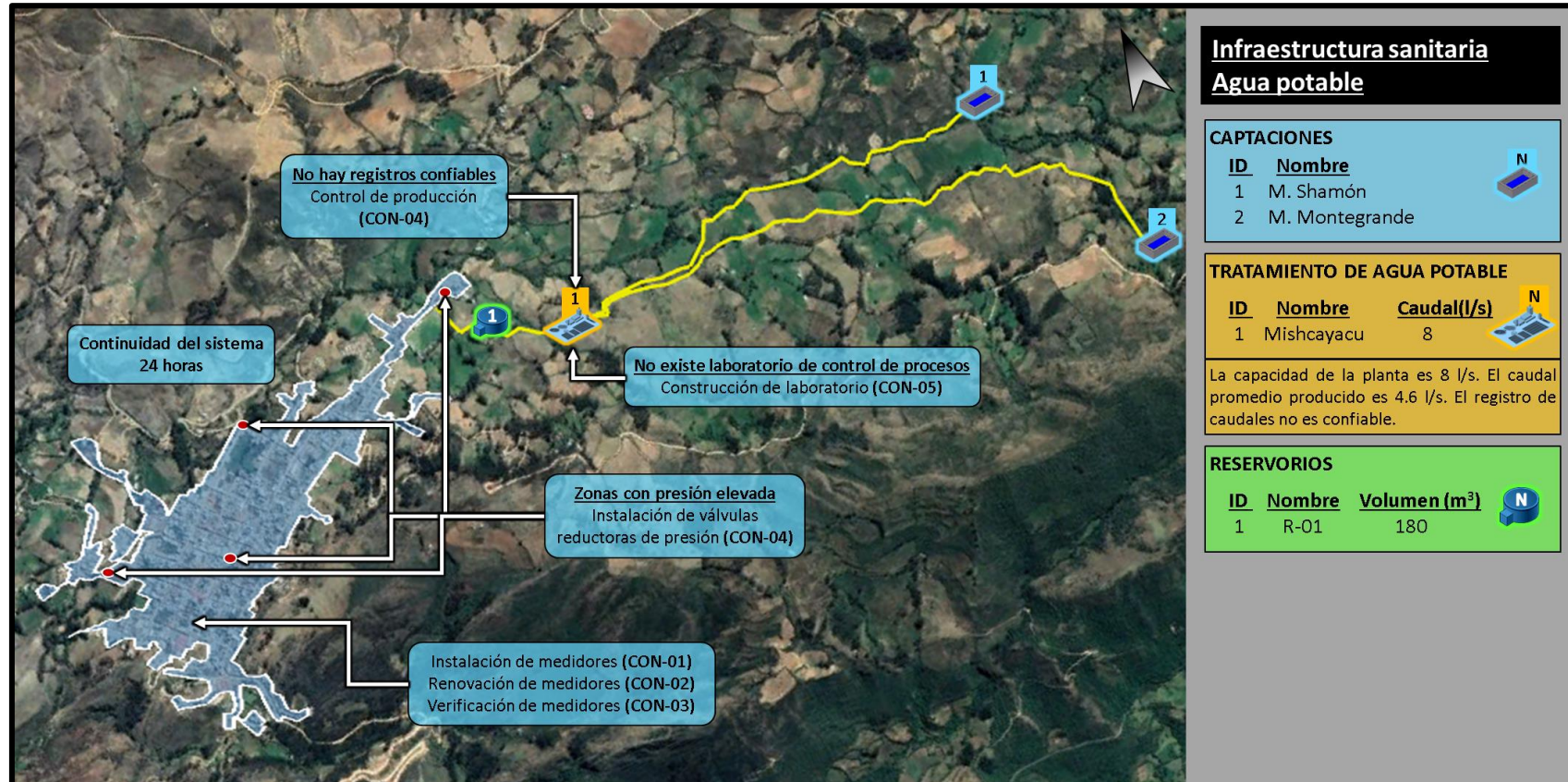


Esquema del sistema de agua potable de la ciudad de San Miguel con intervenciones identificadas

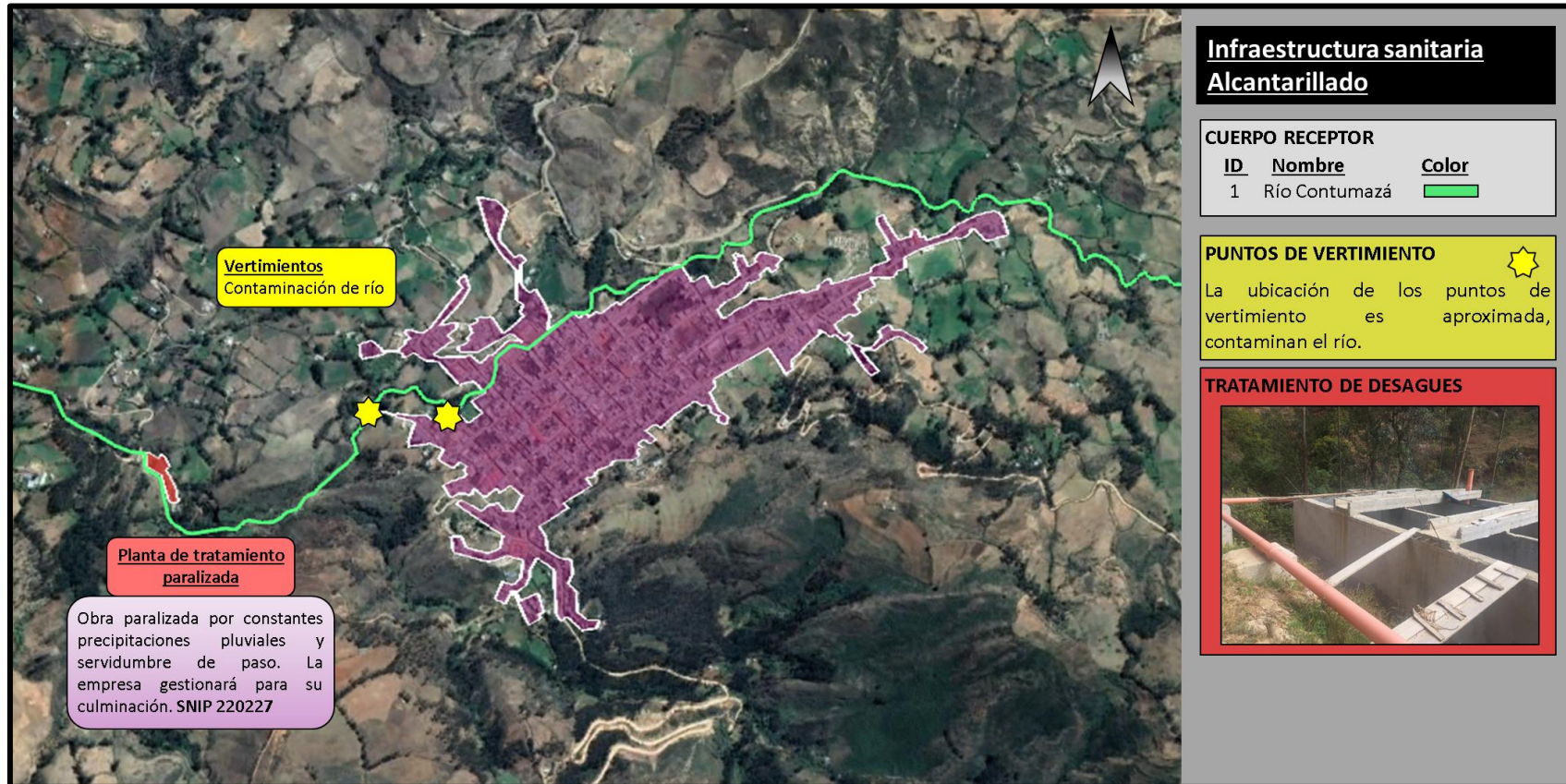


Esquema del sistema de alcantarillado de la ciudad de San Miguel con intervenciones identificadas

Contumazá



Esquema del sistema de agua potable de la ciudad de Contumazá con intervenciones identificadas



Esquema del sistema de alcantarillado de la ciudad de Contumazá con intervenciones identificadas