

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL



TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

**“Modelamiento y diseño de sistemas de agua potable y
alcantarillado para la A.P.V. PROFAM Perú distrito Santa
Rosa - Lima, 2017–2037”**

**PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO SANITARIO**

ELABORADO POR

Eulogio Meza, Josselyn Zadith

ASESOR

Ing. Yuri Marco Sánchez Merlo

LIMA- PERÚ

2021

DEDICATORIA

A mi pequeño compañero, mi hijo Zair,
quien cada día, con sus ganas de aprender
me inspira a crecer profesionalmente,
con ética y amor por la carrera,
para ser un ejemplo para él.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios quien, con sus misteriosos caminos, me llevo por el mundo de la ingeniería sanitaria, también por haberme acompañado a lo largo de mis estudios.

A mis padres, mi eterno agradecimiento por su apoyo y comprensión; especialmente a mi madre por ser mi fortaleza y a mis hermanos por ser mi motivación para culminar la carrera.

A la Universidad Nacional de Ingeniería, por su formación.

Al Ingeniero Yuri Marco Sánchez Merlo, por su valioso apoyo y guía en la elaboración de este informe a través de sus acertadas observaciones.

A CONHYDRA S.A. E.S.P. Sucursal del Perú y todo el personal que muy amablemente, colaboraron con la información para el desarrollo de este informe.

RESUMEN

El presente trabajo de suficiencia profesional tiene como objetivo diseñar y desarrollar el modelo hidráulico de los sistemas de agua potable y alcantarillado para la Asociación Pro Vivienda PROFAM Perú del distrito de Santa Rosa en el periodo de diseño del 2017 al 2037. El proyecto tiene como propósito la disminución de casos de enfermedades diarreicas y gastrointestinales de la población mejorando así su calidad de vida. La verificación hidráulica del sistema agua potable se realizó en base a un análisis en estado estático mediante el método de los polígonos de Thiessen para definir la asignación de caudal, y para el modelamiento hidráulico del sistema de alcantarillado se adoptó la condición de tirante normal en los colectores de salida de cuenca y se realizó en un tiempo de análisis estático. El resultado de este análisis hidráulico planteó para el sistema de agua potable una alternativa única que considera dos cisternas y tres reservorios; y respecto al sistema de alcantarillado se plantearon dos alternativas, donde una de ellas consiste en descargar las aguas residuales por gravedad a la PTAR PROFAM proyectada, y la otra considera un drenaje de las aguas residuales por medio de una serie de cámaras de bombeo y rebombeo para descargar en un colector proyectado en la carretera Panamericana Norte. Finalmente, para la evaluación económica de las alternativas, se utilizó la metodología costo beneficio para el sistema de agua potable y la metodología costo efectividad para el sistema de alcantarillado; concluyendo que el sistema de agua potable es social y financieramente viable, y para el sistema de alcantarillado que la segunda alternativa es la opción más técnica y económicamente viable.

Palabras clave: Diseño, modelamiento, agua potable, alcantarillado, evaluación económica.

ABSTRACT

The present work of professional sufficiency aims to design and develop the hydraulic model of drinking water and sewerage systems for the Pro Housing Association PROFAM Peru in the district of Santa Rosa in the design period from 2017 to 2037. The project aims to reduce cases of diarrheal and gastrointestinal diseases of the population to improve their quality of life. The hydraulic verification of the drinking water system was carried out based on a static analysis using the Thiessen polygon method; to define the flow allocation, and for the hydraulic modeling of the sewerage system, the normal flow condition was adopted in the basin outlet collectors and was carried out in a static analysis time. The result of this hydraulic analysis proposed a single alternative for the potable water system that considers two cisterns and three reservoirs; and with respect to the sewerage system, two alternatives were proposed, one of which consists of discharging wastewater by gravity to the projected PROFAM WWTP, and the other considers wastewater drainage through a series of pumping and overpumping chambers to discharge into a collector projected on the Panamericana Norte highway. Finally, for the social and economic evaluation of the alternatives, the cost-benefit methodology was used for the potable water system and the cost-effectiveness methodology for the sewerage system; concluding that the potable water system is socially and financially viable, and for the sewerage system that the second alternative is the most technically and economically viable option.

Keywords: Design, modeling, drinking water, sewerage, economic evaluation.

PRÓLOGO

El desarrollo del proyecto me puso en manifiesto una realidad, por la que pasan muchas habilitaciones urbanas en Lima Norte, ya que no cuentan con un sistema de almacenamiento, ni de distribución de agua potable por parte de SEDAPAL. El sistema existente de abastecimiento de agua potable de la Asociación Pro Vivienda PROFAM Perú, ADESESEP y el Proyecto Integral Santa Rosa se limita a la compra de agua a camiones cisternas que operan todos los días desde las 8:00 am a 1:00 pm. Asimismo, estas habilitaciones no cuentan con un sistema de redes de recolección de excretas y aguas residuales operadas por SEDAPAL, por lo que el 100% de los lotes de las habilitaciones beneficiadas utilizan pozos sépticos, pozos ciegos o letrinas, donde eliminan sus excretas, ya sea por cada lote o como baños públicos construidos por agrupación de lotes. A partir de esta realidad se tiene como finalidad proponer el diseño y modelamiento de los sistemas de agua potable y alcantarillado para la A.P.V. PROFAM Perú y ofrecerle alternativas de solución; y para ello se realizó la evaluación de los sistemas de agua potable y alcantarillado existentes en campo en el año 2015 para conceptualizar estas alternativas.

Entonces, se plantea que el sistema de agua potable considere empalmarse a la línea de conducción Chillón en la Av. Panamericana Norte e impulsar hacia dos cisternas y de estas a tres reservorios; y para el sistema de alcantarillado planteamos dos alternativas, una de ellas consiste en descargar las aguas residuales a la PTAR PROFAM proyectada; y la otra considera un drenaje de las aguas residuales por medio de una serie de cámaras de bombeo y rebombeo para descargar en un colector proyectado en la carretera Panamericana Norte. Luego, al aplicar la evaluación económica, resulta que el sistema de agua potable es viable y que la mejor alternativa para alcantarillado era conducir las aguas residuales a través de rebombeos.

En este proyecto aprendí sobre diseño y modelamiento hidráulico gracias a los profesionales de Conhydra S.A. E.P.S. Sucursal del Perú, por ello que todo lo aprendido de este proyecto consideré necesario plasmarlo en este trabajo de suficiencia profesional que espero le sea de utilidad.

ÍNDICE

CAPÍTULO I: GENERALIDADES.....	1
1.1. Antecedentes referenciales	1
1.2. Planteamiento de la realidad problemática	4
1.3. Objetivos	6
1.3.1. Objetivo General:.....	6
1.3.2. Objetivos Específicos:	6
1.4. Marco legal.....	6
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	9
2.1. Sistemas de agua potable y alcantarillado	9
2.2. Datos básicos de diseño	10
2.2.1. Área de influencia y área de estudio	10
2.2.2. Población futura y tasa de crecimiento.....	10
2.2.3. Periodo de diseño y periodo óptimo de diseño.....	11
2.2.4. Consumo de agua potable	12
2.2.5. Caudales de diseño	14
2.3. Diseño del sistema de agua potable y alcantarillado	15
2.3.1. Parámetros y criterios del sistema de agua potable	16
2.3.2. Parámetros y criterios del sistema de alcantarillado.....	18
2.4. Modelamiento de sistemas de agua potable y alcantarillado	22
2.4.1. Modelamiento hidráulico del sistema de agua potable	22
2.4.2. Modelamiento hidráulico de alcantarillado	25
2.5. Evaluación económica de las alternativas de solución	26
2.5.1. Metodología de evaluación costo-beneficio	27
2.5.2. Metodología de evaluación costo-efectividad.....	29
CAPÍTULO III: DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO	30
3.1. Zona de estudio.....	30

3.1.1.	Ubicación geográfica	30
3.1.2.	Área de influencia y área de estudio.....	32
3.1.3.	Habilitaciones beneficiadas con el proyecto	34
3.1.4.	Características demográficas	36
3.2.	Evaluación de sistemas existentes	41
3.2.1.	Sistema de agua potable	41
3.2.2.	Sistema de alcantarillado.....	47
3.3.	Cálculo poblacional	52
3.4.	Diseño y modelamiento del sistema de agua potable	53
3.4.1.	Periodo óptimo de diseño	55
3.4.2.	Demanda de agua potable	55
3.4.3.	Brecha de la demanda-oferta	57
3.4.4.	Cálculo de reservorios.....	58
3.4.5.	Cálculo de cisternas	58
3.4.6.	Modelamiento de líneas de conducción e impulsión	59
3.4.7.	Modelamiento de redes de distribución	64
3.4.8.	Análisis de resultados.....	70
3.5.	Diseño y modelamiento del sistema de alcantarillado.....	71
3.5.1.	Periodo óptimo de diseño	71
3.5.2.	Demanda de alcantarillado	72
3.5.3.	Planteamiento de alternativas de solución.....	74
3.5.4.	Diseño del sistema de rebose.....	78
3.5.5.	Diseño del sistema de bombeo.....	81
3.5.6.	Resultados del modelamiento.....	82
3.5.7.	Análisis de los resultados	84
3.6.	Evaluación de las alternativas	88
3.6.1.	Metodología de evaluación costo-beneficio	94

3.6.2.	Metodología de evaluación costo-efectividad	94
3.6.3.	Evaluación privada	94
3.6.4.	Análisis de sensibilidad.....	95
3.6.5.	Análisis de riesgo de rentabilidad social del PIP	97
3.6.6.	Análisis de sostenibilidad.....	98
3.6.7.	Impacto ambiental	100
3.6.8.	Plan de implementación	102
3.6.9.	Financiamiento	102
3.6.10.	Selección de alternativa	103
3.6.11.	Matriz del marco lógico del proyecto	104
3.6.12.	Línea de base para evaluación de impacto	105
CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES		107
CAPÍTULO V: RECOMENDACIONES		110
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		XIII

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro N°1:	Morbilidad de enfermedades relacionadas con el agua (2014).....	5
Cuadro N° 2:	Factores de economía a escala (FEE) según sus componentes ..	12
Cuadro N° 3:	Consumo mensual promedio según su tipo de uso	13
Cuadro N° 4:	Equivalencias de diámetros nominales y diámetros internos.....	17
Cuadro N° 5:	Coef. Hazen y Williams para diferentes escenarios de diseño....	23
Cuadro N° 6:	Elementos que componen el modelo físico de agua potable	24
Cuadro N° 7:	Elementos que componen el modelo físico de alcantarillado.....	26
Cuadro N° 8:	Tarifa por categoría	27
Cuadro N° 9:	Localización del área de influencia del proyecto.....	32
Cuadro N° 10:	Habilitaciones beneficiadas	35
Cuadro N° 11:	Evolución de la población del distrito de Santa Rosa	36
Cuadro N° 12:	Enfermedades relacionadas con el agua 2014 y 2015	37
Cuadro N° 13:	Momentos de lavado de manos.....	37

Cuadro N° 14: Ingreso mensual de la familia	38
Cuadro N° 15: Gasto mensual por los servicios	39
Cuadro N° 16: Matriz de involucrados.....	40
Cuadro N° 17: Sectores de abastecimiento 214-A, 214-B y 291	42
Cuadro N° 18: Puntos de descarga y lotes totales por área de drenaje	48
Cuadro N° 19: Eliminación de excretas.....	49
Cuadro N° 20: Componentes de la PTAR Conchitas	51
Cuadro N° 21: Tasa crecimiento anual de población	52
Cuadro N° 22: Período óptimo de diseño del Sistema de agua potable	55
Cuadro N° 23: Conexiones totales según su tipo de uso	55
Cuadro N° 24: Demanda proyectada para el sistema de agua potable	56
Cuadro N° 25: Balance demanda-oferta de agua potable	57
Cuadro N° 26. Volumen requerido por reservorio proyectado.....	58
Cuadro N° 27: Volumen total de las Cisternas	58
Cuadro N° 28: Dimensionamiento de líneas de conducción e impulsión.....	59
Cuadro N° 29: Demanda de agua para los distintos escenarios	65
Cuadro N° 30: Zonas de presión proyectadas para el Sector 214-A	66
Cuadro N° 31: Resultado de presiones y velocidades en el sector 214-A.....	66
Cuadro N° 32: Zonas de presión proyectadas para el sector 214-B.....	67
Cuadro N° 33: Resultado de presiones y velocidades en el sector 214-B.....	68
Cuadro N° 34: Zonas de presión proyectadas para el Sector 291.....	69
Cuadro N° 35: Resultado de presiones y velocidades en el sector 291	69
Cuadro N° 36: Período óptimo de diseño del sistema de alcantarillado	72
Cuadro N° 37: Conexiones totales según su tipo de uso por área de drenaje....	72
Cuadro N° 38: Demanda proyectada para el sistema de alcantarillado.....	73
Cuadro N° 39: Caudal de rebose para las estructuras	78
Cuadro N° 40: Caudal de rebose para las estructuras	79
Cuadro N° 41: Cámaras de bombeo de la alternativa N°1	81
Cuadro N° 42: Cámaras de bombeo de la alternativa N°2	82
Cuadro N° 43: Resultados de tensión tractiva, tirante y velocidad (Alt. 1).....	83
Cuadro N° 44: Resultados de tensión tractiva, tirante y velocidad (Alt. 2).....	84
Cuadro N° 45: Inversión del sistema de agua potable	89
Cuadro N° 46: Inversión de la alternativa 1 del sistema de alcantarillado	90
Cuadro N° 47: Inversión de la alternativa 2 del sistema de alcantarillado	91

Cuadro N° 48: Sensibilidad de los indicadores a variaciones de la inversión.	96
Cuadro N° 49: Sensibilidad de los indicadores a variaciones de los beneficios.	96
Cuadro N° 50. Sensibilidad de los indicadores a variaciones de los costos de O&M.	97
Cuadro N° 51: Aspectos Generales sobre la Ocurrencia de Peligros en la zona	97
Cuadro N° 52: Medidas de prevención, mitigación, remediación y compensación de impactos ambientales	100
Cuadro N° 53: Plan de implementación	102
Cuadro N° 54: Matriz de marco lógico	104
Cuadro N° 55: Línea base para el sistema de agua potable	105
Cuadro N° 56: Línea base para el sistema de alcantarillado	106

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1: Antecedentes del proyecto.....	2
Figura N° 2: Esquema del sistema de agua potable	9
Figura N° 3: Esquema de alcantarillado.....	10
Figura N° 4: Sección de tubería.....	21
Figura N° 5: Macro localización del proyecto	30
Figura N° 6: Micro localización del proyecto	31
Figura N° 7: Área de estudio del proyecto	32
Figura N° 8: Accesos al área de estudio	33
Figura N° 9: Área de expansión y área consolidada	34
Figura N° 10: Habilitaciones beneficiadas.....	35
Figura N° 11: Sectores de abastecimiento 214-A, 214-B y 291.....	41
Figura N° 12: Esquema de producción de agua potable	42
Figura N° 13: Cámara de derivación (Km. 39 de la Panamericana Norte)	45
Figura N° 14: Cámara de derivación (Km. 43 de la Panamericana Norte)	45
Figura N° 15: Esquema de distribución primaria existente Matriz Chillón.....	46
Figura N° 16: Áreas de drenaje	47
Figura N° 17: Buzón existente BE-1	49
Figura N° 18: Caudales de aporte de los Colectores Calle 51 y Av. 150.....	50
Figura N° 19: Esquema PTAR Conchitas	51
Figura N° 20: Esquema del sistema de agua potable proyectado	54

Figura N° 21: Balance demanda-oferta.....	57
Figura N° 22: Gradiente Hidráulico de la Línea de conducción	60
Figura N° 23: Gradiente Hidráulico de la línea de impulsión (CP-01 a la CP-02)	61
Figura N° 24: Gradiente Hidráulico de la línea de impulsión (CP-02 al RAP-01)	62
Figura N° 25: Gradiente Hidráulico de la línea de impulsión (CP-02 al RAP-02)	63
Figura N° 26: Gradiente Hidráulico de la línea de impulsión (CP-01 al RAP-03)	64
Figura N° 27: Esquema de velocidades del sistema de agua potable (Año 20) .	70
Figura N° 28: Esquema de presiones del sistema de agua potable (Año 20).....	71
Figura N° 29: Descarga de aguas residuales para la alternativa 1	75
Figura N° 30: Descarga de aguas residuales para la alternativa 2.....	77
Figura N° 31 Línea de rebose CP-01 proyectada	80
Figura N° 32: Gradiente hidráulico de la línea de rebose proyectada	80
Figura N° 33: Esquema de tirante hidráulico de la alternativa 1 (Año 20)	86
Figura N° 34: Esquema de la tensión tractiva de la alternativa 1 (Año 20).....	87
Figura N° 35: Esquema de velocidades de la alternativa 1 (Año 20).....	88

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo I: Cálculo de líneas de impulsión

Anexo II: Cálculo de cisternas

Anexo III: Cálculo de reservorios

Anexo IV: Cálculo de cámara de bombeo de desagüe

Anexo V: Planos

CAPÍTULO I: GENERALIDADES

1.1. Antecedentes referenciales

En todo el mundo, alrededor de 3 de cada 10 personas (2100 millones de personas), carecen de acceso a agua potable y disponible en el hogar; y 6 de cada 10 (4500 millones), carecen de un saneamiento seguro (OMS, 2017); por ello uno de los objetivos para el desarrollo sostenible (ODS 6) es lograr el acceso a servicios de saneamiento e higiene adecuados y equitativos para todos; y con el fin de lograrlo es necesario adoptar medidas inmediatas para mejorar el acceso a estos servicios, evitando así la infección y para contener la propagación de la COVID-19 y otras enfermedades (ONU, 2020).

En la región de América Latina, ha mejorado el índice de cobertura de los servicios; sin embargo, tan solo el 65% de la población tiene acceso al agua potable y 22% al saneamiento. Al mismo tiempo, más de un 80% de la población se localiza en zonas urbanas, en especial en las megaciudades, y muchas de estas áreas con gran actividad económica e importantes centros urbanos se localizan en zonas con baja disponibilidad hídrica, como es el caso de Lima Metropolitana que presenta un acelerado crecimiento poblacional y expansión demográfica urbana (CEPAL, 2018).

Uno de los principales objetivos de toda población es la adquisición de agua de calidad para el consumo humano; asimismo en todo establecimiento de asentamiento humano se busca como primera necesidad, el diseño de un sistema de agua potable con el fin de mejorar la calidad de vida de los pobladores (Celestino et al. 2018).

Esta situación no es ajena al 7% (más de 800 mil personas) de la población de Lima y Callao que no administra la empresa de Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima S.A. (SEDAPAL) ubicados en los casi 2500 asentamientos humanos y distribuidos en aproximadamente 28 distritos de Lima y Callao que

durante este estado emergencia reciben de agua a través de cisternas (SEDAPAL, 2021).

SEDAPAL en su afán por cerrar las brechas de infraestructura de agua y alcantarillado, viene ejecutando obras que hacen posible cumplir esa finalidad, lo que permitirá mejorar la condición de vida de los pobladores. Entonces, se encuentra elaborando una serie de estudios, entre los cuales destaca el proyecto “Instalación de los Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado para la A.P.V. PROFAM Perú – Distrito de Santa Rosa”.

Este proyecto fue priorizado para obtener la viabilidad con la aprobación del perfil teniendo en consideración el agudo problema de abastecimiento de agua potable y de alcantarillado por el que atraviesan las habilitaciones Asociación Pro vivienda PROFAM Perú (A.P.V. PROFAM Perú), la Asociación de Ex-servidores del Ejército del Perú (ADESESEP) y el Proyecto Integral de Viviendas Santa Rosa de Lima (P.I.V. Santa Rosa de Lima).

CONHYDRA S.A. E.S.P. Sucursal del Perú se encargó de la elaboración del estudio de pre inversión a nivel de perfil para obtener la viabilidad del proyecto, esta empresa fue contratada y supervisada por SEDAPAL, a quien además se le ha delegado mediante acuerdo de Directorio N°001-2013/011-FONAFE la facultad de evaluar y declarar la viabilidad del proyecto de inversión pública en saneamiento que se encontraba en la fase de pre inversión.

Dentro de este proyecto “PROFAM” se desarrolló entre otros estudios, el modelamiento y diseño de los sistemas de agua potable y alcantarillado, el mismo que será desarrollado en el presente informe de suficiencia profesional.

Figura N° 1: Antecedentes del proyecto

<p>2014 La Gerencia de Desarrollo e Investigación de SEDAPAL plasma en el "Plan Maestro de los Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado" un diagnóstico en base al cual realiza su programa de inversiones donde incluye al presente proyecto.</p>	<p>2015 Ampliación de vigencia del D.S. 079-2011-EF, que prioriza el proyecto en el 2011, hasta el 31 de diciembre del 2015, para obtener la declaratoria de viabilidad con la aprobación del estudio de pre inversión a nivel de perfil según D.S. N° 011-2015-PCM</p>	<p>2017 SEDAPAL declara la viabilidad del estudio de pre inversión, a nivel del perfil del proyecto, a cargo de la firma CONHYDRA S.A. y fue aprobado por el Equipo de Planeamiento Físico y Preinversión – SEDAPAL, con facultades otorgadas por el FONAFE.</p>	<p>2019 El Programa Agua Segura para Lima y Callao - PASLC ha previsto la elaboración del Estudio Definitivo y Expediente Técnico del proyecto cuyo objetivo es definir a detalle la alternativa seleccionada en el estudio de preinversión, declarado Viable.</p>
---	---	--	--

Fuente: Elaboración propia

SEDAPAL para garantizar la oferta de agua para la zona de estudio de PROFAM ejecutó los proyectos: "Línea de conducción ramal norte", "Obras complementarias a la línea de conducción ramal norte" y "Optimización de los sistemas de agua potable y alcantarillado en la Gerencia de Servicios Norte – Área de influencia Planta Huachipa – Área de drenaje Comas – Chillón", con los cuales se tenía previsto mejorar y ampliar los servicios de agua potable y alcantarillado en los distritos de Comas y Carabayllo, para que cuenten con el abastecimiento desde las líneas provenientes del Sistema Chillón y aprovecharlas íntegramente para los distritos de Puente Piedra, Ancón, Santa Rosa y Ventanilla, esta nueva situación permitirá atender la demanda creciente en el distrito de Santa Rosa.

El distrito de Santa Rosa cuenta con proyectos de ampliación de la cobertura y rehabilitación que ejecutó SEDAPAL colindantes al presente proyecto; por el norte colinda con el proyecto "Ampliación y Mejoramiento del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado para el Esquema Santa Rosa y Ancón y anexos" y por el sur, el proyecto "Ampliación y Mejoramiento del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado para el Macro Proyecto Pachacútec del Distrito de Ventanilla – Etapa I".

Además, este distrito cuenta con proyectos que SEDAPAL viene elaborando en áreas colindantes, como la "Instalación de los sistemas de agua potable y alcantarillado del esquema Integral Villas de Ancón – Distrito de Ancón" el cual contempla el cierre de la Planta de Tratamiento de Agua Residual (PTAR) Ancón

y la construcción de una nueva planta de tratamiento denominado PTAR Conchitas, el que se construirá en un área cercana a la PTAR Ancón.

1.2. Planteamiento de la realidad problemática

Son frecuentes los casos de enfermedades diarreicas y gastrointestinales en la A.P.V. PROFAM Perú, el P.I.V. Santa Rosa de Lima y la ADESESEP; lo anterior es causado por la falta de acceso a agua potable, la disposición inadecuada de aguas residuales y por los malos hábitos de higiene, y esto debido a que la población de estas habilitaciones no dispone de ningún sistema de redes de distribución de agua potable, ni un sistema de redes de recolección de excretas y aguas residuales, tampoco con una planta para el tratamiento de estas aguas residuales instalado en la zona, realizando así malas prácticas de higiene.

El sistema existente de abastecimiento de agua potable se limita a la comercialización de agua a través de camiones cisternas que operan todos los días desde las 8:00 am hasta la 1:00 pm en la zona, luego el agua es depositada en cilindros o cisternas precariamente construidos, inclusive los pobladores perciben que no tienen suficiente agua para cubrir sus necesidades y solo pueden pagar por una escasa provisión, ya que por este servicio alrededor del 99.8% de la población pagan un promedio de S/15.00 por 1100 litros de agua, lo que equivale a pagar S/13.63 por m³ de agua al mes.

Estos camiones cisternas son abastecidos por el reservorio R-12 (RAE-01) de 2700 m³ de capacidad el cual fue reparado como parte de las obras del proyecto "Habilitación de surtidores para el abastecimiento del programa Pachacútec y anexos", este reservorio es uno de los primeros construidos para abastecer a la ciudadela Pachacútec y es abastecido mediante una línea de conducción que se inicia en la derivación N.º II-2 de la línea de conducción del sistema Chillón (SEDAPAL, 2015).

Los pobladores para eliminar sus excretas utilizan pozos sépticos, pozos ciegos o letrinas y sus aguas de lavado son vertidas en patios traseros, terrenos baldíos o vías públicas. Además, dada la topografía del terreno donde se ubican las

habilitaciones no permite descargar las áreas de drenaje por gravedad, por lo que no están integradas al sistema de alcantarillado existente. En el área de influencia se puede aseverar que el 100% de los lotes de las habilitaciones beneficiadas se ha visto en la necesidad de acondicionar sus viviendas con sistemas que permitan la eliminación de las excretas, ya sean de manera precaria (silos, letrinas) como en un menor porcentaje de tipo arrastre hidráulico, poniendo en riesgo su salud (Conhydra, 2015).

Según la Dirección de Red de Salud Lima Norte IV (2014), a la cual pertenece la posta de salud PROFAM, la precariedad de su sistema de disposición de excretas ocasiona en la zona un índice considerable de enfermedades gastrointestinales y parasitosis, causando morbilidad por enfermedades de origen hídrico (Véase Cuadro N°1); asimismo indirectamente ocasionan incrementos de gastos en la salud, contaminación y dificultad del desarrollo urbano y local.

Cuadro N°1: Morbilidad de enfermedades relacionadas con el agua (2014)

Morbilidad	Total	%
Caries dental	693	14.82
Enfermedades de la pulpa y de los tejidos periapicales	300	6.41
Parasitosis intestinales, sin otra especificación	186	3.98
Gingivitis y enfermedades periodontales	171	3.66
Anemias por deficiencia de hierro	162	3.46
Otras Morbilidades	3165	67.67
Total	4,677	100

Fuente: Dirección de Red de Salud Lima Norte IV (2014)

En este contexto el MVCS, como ente rector de la política de saneamiento, en el plan nacional de saneamiento ha propuesto garantizar la ampliación de la cobertura, la sostenibilidad de los sistemas y el mejoramiento de la calidad de los servicios de saneamiento mediante la busca de la eficiencia económica, empresarial y el cuidado del medio ambiente y la salud de las personas.

Por todo lo anterior expuesto, el objetivo de este informe de suficiencia profesional es diseñar y desarrollar el modelo hidráulico los sistemas de agua potable y alcantarillado para la A.P.V. PROFAM Perú, distrito de Santa Rosa para contribuir

a ampliar la cobertura y mejorar la calidad y sostenibilidad de los servicios de agua potable, alcantarillado, tratamiento de aguas servidas y disposición de excretas.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General:

Diseñar y desarrollar el modelo hidráulico los sistemas de agua potable y alcantarillado durante el periodo 2017-2037 de la A.P.V. PROFAM Perú, el P.I.V. Santa Rosa de Lima y la ADESESEP del distrito de Santa Rosa, provincia de Lima, departamento de Lima.

1.3.2. Objetivos Específicos:

- Realizar el modelamiento hidráulico de las alternativas de solución planteadas de los sistemas de agua potable y alcantarillado en los escenarios 2017, 2027 y 2037 de la A.P.V. PROFAM Perú, el P.I.V. Santa Rosa de Lima y la ADESESEP del distrito de Santa Rosa.
- Evaluar la viabilidad, acorde a criterios técnicos y económicos de las alternativas de solución del diseño y modelamiento del sistema de agua y alcantarillado realizados para la A.P.V. PROFAM Perú, el P.I.V. Santa Rosa de Lima y la ADESESEP del distrito de Santa Rosa.

1.4. Marco legal

La Ley Marco de la Gestión y Prestación de los Servicios de Saneamiento, aprobado por Decreto Legislativo N°1280, en su artículo N°3, declara de necesidad pública y de preferente interés nacional la gestión y la prestación de los servicios de saneamiento con el propósito de promover el acceso universal de la población a los servicios de saneamiento sostenibles y de calidad para proteger su salud y el ambiente. Además, en la novena disposición complementaria transitoria, dispone que el "Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS) se encuentra facultado para formular, ejecutar y supervisar proyectos de

inversión en agua y saneamiento, financiados con recursos públicos y otros provenientes de la cooperación internacional, en el ámbito de responsabilidad de la empresa SEDAPAL”.

El Reglamento de la Ley Marco de la Gestión y Prestación de los Servicios de Saneamiento, aprobado por Decreto Supremo N° 019-2017-VIVIENDA, establece la organización y gestión eficiente de los prestadores de servicios de saneamiento, política de integración, la regulación económica, la promoción en la protección del ambiente, la gestión del riesgo de desastres e inclusión social, así como la promoción de la inversión pública y privada orientada al incremento de la cobertura, el aseguramiento de la calidad y la prestación eficiente y sostenible de los servicios..

La política sectorial a nivel regional se enmarca dentro del Plan Maestro 2005-2030 de SEDAPAL, siendo este un documento metodológico que sirve de guía para resolver la problemática institucional, comercial y operacional del abastecimiento y distribución de agua, así como de la recolección y disposición final de aguas servidas de la población. El Plan Maestro tiene por objetivo proporcionar una visión de futuro sobre los niveles de calidad de los servicios que SEDAPAL se propone alcanzar hasta el año 2030 en los 43 distritos de Lima Metropolitana y los 6 distritos de la Provincia Constitucional del Callao.

El Decreto Supremo N° 008-2017-VIVIENDA, crea el Programa “Agua Segura para Lima y Callao”, en su artículo N°2, el objetivo del programa es “gestionar proyectos de inversión en agua y saneamiento en el ámbito de responsabilidad de la empresa SEDAPAL, con la finalidad de cerrar la brecha de infraestructura en agua y saneamiento”, cuyo ámbito de intervención comprende la provincia de Lima, la provincia constitucional del Callao y otras provincias, distritos o zonas del departamento de Lima.

La Ley de Desarrollo y Complementaria de Formalización de la propiedad Informal, Acceso al Suelo y Dotación de Servicios Básicos N°28687 reglamentada mediante Decreto Supremo N°006-2006-Vivienda brinda potestad a las municipalidades para la emisión de constancias de posesión de terrenos dirigidas

a la obtención de servicios de saneamiento básico en el ámbito urbano o una extensión de éste.

La política sectorial a nivel local de la Municipalidad de Santa Rosa se encuentra enmarcada en la Ley N°28687, la cual le brinda la potestad para la emisión de constancias de posesión de terrenos dirigidas a la obtención de servicios de saneamiento básico en el ámbito urbano. Además, el proyecto se enmarca en el Plan de Desarrollo Concertado del Distrito de Santa Rosa (2008-2017), donde uno de los objetivos de la línea estratégica de desarrollo urbano es promover y participar en la construcción de la infraestructura de saneamiento, así como promover la participación del sector público regional y el Gobierno Central en la construcción de proyectos de redes de saneamiento de los diversos AA. HH, Asociaciones y Urbanizaciones.

El Decreto Supremo N°115-2010-EF establece medidas extraordinarias para acelerar la ejecución de 24 proyectos de inversión pública en saneamiento priorizados por el MVCS y la declaratoria de viabilidad de estos proyectos, con la aprobación del estudio de preinversión a nivel de perfil, elaborados según las exigencias mínimas establecidas en la R.M. N°559-2006-EF/15 y sus modificatorias, entre los que figura el proyecto "Instalación de los sistemas de agua potable y alcantarillado para la Asociación PRO Vivienda PROFAM Perú, distrito de Santa Rosa", con código único N°2339705.

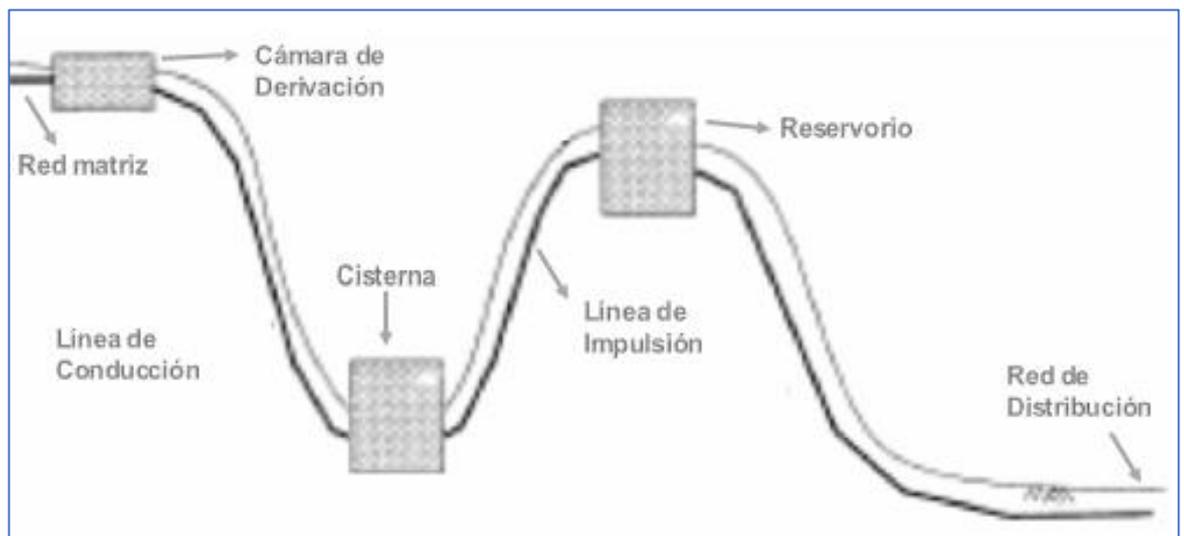
Continuando con el ciclo del SNIP, a través de Resolución N° 301-2017-GG del 05.09.2017, se autorizó el paso a la fase de inversión para lo cual se requiere elaborar el estudio definitivo y expediente técnico a fin de definir y desarrollar a detalle la alternativa seleccionada en el estudio a nivel de pre inversión, calificada como viable.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Sistemas de agua potable y alcantarillado

El sistema de distribución de agua potable, se refiere al conjunto de estructuras, equipos e instalaciones que tiene por objeto transportar el agua desde la fuente de abastecimiento hasta los puntos de consumo en condiciones adecuadas de calidad, cantidad, presión y continuidad. Este sistema comprende los siguientes componentes (Figura N°2): fuente de abastecimiento, línea de conducción, línea de impulsión, almacenamiento, línea de aducción, redes de distribución y conexiones domiciliarias (SEDAPAL, 2010).

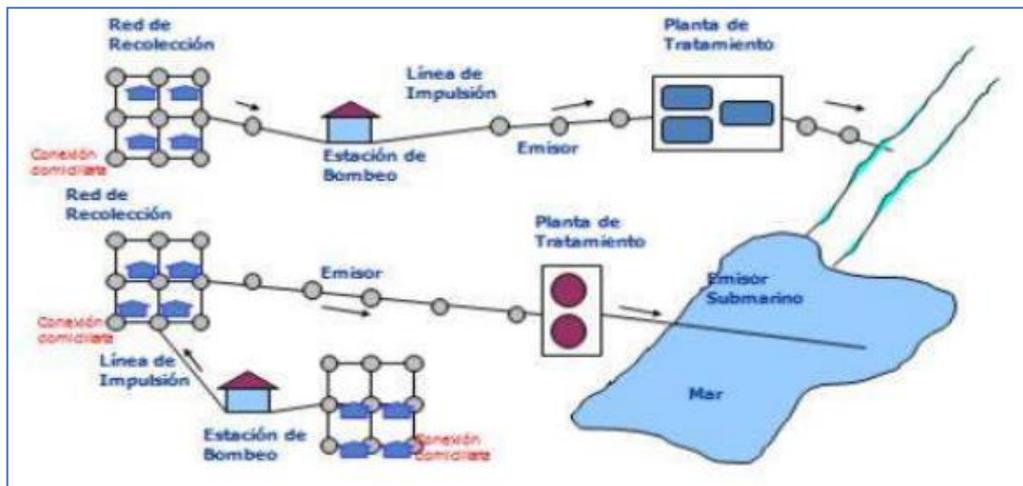
Figura N° 2: Esquema del sistema de agua potable



Fuente: Adaptado de Arocha, S. (1997)

El sistema de alcantarillado es el conjunto de estructuras, equipos e instalaciones que tiene por objeto recolectar aguas residuales (desechos provenientes de la actividad humana o industrial) de origen doméstico, multifamiliar, social, comercial, industrial o estatal, desde las conexiones hasta su adecuada disposición final. Este sistema comprende los siguientes componentes (Figura N°3): conexiones domiciliarias, colectores, cámara de inspección, interceptores, estaciones de bombeo, emisores y disposición final (SEDAPAL, 2010).

Figura N° 3: Esquema de alcantarillado



Fuente: SEDAPAL (2019)

2.2. Datos básicos de diseño

2.2.1. Área de influencia y área de estudio

El área de estudio es donde se localiza la infraestructura existente de los servicios del sistema de agua potable y alcantarillado, es decir, el área donde se localizan los afectados por el problema identificado (población actual y potencial) y el área de ubicación de los posibles elementos que conformen el proyecto. En cambio, el área de influencia es el ámbito en el cual se ubican los afectados por el problema que se busca resolver, en nuestro caso es donde se ubican las viviendas o establecimientos que en la situación actual aún no cuentan con los servicios de sistema de agua potable y alcantarillado (MEF, 2015).

2.2.2. Población futura y tasa de crecimiento

El cálculo de la población de diseño para los proyectos de obras generales y redes secundarias se efectuará sobre la base de la determinación de densidades de población y regulaciones de la zonificación. Asimismo, es importante determinar la tasa de crecimiento poblacional para calcular la población futura y la demanda para todo el periodo de diseño del sistema de agua potable y alcantarillado.

En base a los censos realizados por INEI se genera una curva de crecimiento base, por otro lado, se realizan las proyecciones de la población con los principales modelos matemáticos generando curvas de crecimiento, entre las cuales se selecciona la curva que define el tipo de modelo de crecimiento poblacional. Según López, R. (1995), si el aumento de la población es proporcional al tamaño de ésta, entonces la curva de crecimiento se asemeja al modelo geométrico y el patrón crecimiento se expresa mediante la siguiente ecuación:

$$P_f = P_{uc}(1 + r)^{T_f - T_{uc}} \quad (1)$$

Donde:

P_f =Población proyectada

P_{uc} =Población del último censo

r =Tasa de crecimiento anual

T_f =Año de la proyección

T_{uc} =Año del último censo

2.2.3. Periodo de diseño y periodo óptimo de diseño

Según Arocha, S. (1997), el periodo de diseño puede definirse como el tiempo para el cual el sistema es eficiente, ya sea por la capacidad en la conducción del caudal deseado o por la resistencia física de las instalaciones.

El periodo de diseño del proyecto se determina a partir de la identificación de las etapas de pre inversión, inversión y post inversión; en donde, la etapa de pre inversión comprende la identificación de un problema donde se analiza las posibles alternativas de solución y los menores costos sociales. La etapa de inversión comprende las actividades de ejecución del proyecto donde se considera la realización de estudios definitivos de ingeniería, elaboración de expedientes técnicos y ejecución de obras; y, finalmente la etapa de post inversión comprende operación y mantenimiento del proyecto ejecutado y la evaluación posterior (MEF, 2011).

El periodo óptimo de diseño es el número de años durante el cual la capacidad de producción de un componente de un sistema de agua potable o alcantarillado cubre la demanda proyectada minimizando el valor actual de inversión, operación y mantenimiento durante el periodo de análisis del proyecto (SEDAPAL, 2010). El periodo óptimo de diseño se calcula con el FEE (factor de economía escala) establecido por el Ministerio de Economía y Finanzas para cada componente, asimismo se considera la demanda a diseñar (Véase Cuadro N°2).

Cuadro N° 2: Factores de economía a escala (FEE) según sus componentes

Componente	Factor
1. Sistema de agua potable	
Reservorios Apoyados de concreto armado	0.67058
Líneas de conducción fierro fundido dúctil	0.43656
Redes de distribución PVC A-7.5	0.50413
2. Sistemas de alcantarillado	
Tubería alcantarillado PVC (profundidad 2 m.)	0.26979
Bomba - desagües	0.46208

Fuente: MEF (2015)

2.2.4. Consumo de agua potable

El consumo de agua potable es variable de acuerdo al tipo de uso, las costumbres de la población y actividad económica desarrollada en la habilitación. Para una habilitación urbana en asentamientos humanos mayores de 2000 habitantes, se recomienda calcular la demanda en base a un estudio de consumos técnicamente justificado. De no haber información, se estudia el consumo de lugares aledaños al área de influencia del proyecto con las características similares en el uso del agua (R.N.E., 2006).

El consumo se clasifica según el tipo de usuarios por las categorías: social, doméstica, multifamiliar, comercial, industrial y estatal. SEDAPAL registra el consumo mediante la instalación de medidores de consumo a clientes, con fines de medición y facturación del agua potable. En el siguiente cuadro se puede observar los valores de consumo para los diferentes tipos de uso con medidor y sin medidor de una habilitación urbana cercana al área de influencia del proyecto.

Cuadro N° 3: Consumo mensual promedio según su tipo de uso

CONSUMOS PROMEDIO											
DOMÉSTICO (m ³ /mes)		COMERCIAL (m ³ /mes)		INDUSTRIAL (m ³ /mes)		ESTATAL (m ³ /mes)		SOCIAL (m ³ /mes)		MULTIFAMILIAR (m ³ /mes)	
CM ¹	SM ²	CM	SM	CM	SM	CM	SM	CM	SM	CM	SM
14.58	18.95	60.84	79.09	18.90	27.00	54.72	71.14	35.88	46.64	22.33	29.03

(1) CM: con medidor

(2) SM: sin medidor

Fuente: Equipo Gestión de Proyectos Norte – EGP-N SEDAPAL (2015)

La categoría social son aquellas unidades de uso en las que se desarrollen programas y actividades de servicio social, tales como: Clubes de Madres, Comités de Vaso de Leche, Comedores Populares, Programas No Estandarizados de Educación Inicial (PRONOEI) y lugares donde se alberguen personas en situación de abandono o en extrema pobreza. Adicionalmente, están comprendidos dentro de esta categoría: los solares, callejones y quintas, abastecidos mediante un servicio común, instalación de piletas públicas, y cuarteles del Cuerpo General de Bomberos (SUNASS, 2016).

La categoría doméstica, se caracteriza por las casas y departamentos destinados exclusivamente a la habitación, en forma permanente y sin fines de lucro. En estos casos, el uso del agua potable es para satisfacer las necesidades domésticas de las familias (SUNASS, 2016).

La categoría comercial son aquellas unidades de uso donde se comercializan bienes y servicios. Esta categoría incluye actividades de riego de parques y jardines públicos, asimismo en las que funcionen panaderías, pastelerías y bagueterías artesanales que simultáneamente comercializan otros productos al por menor; también en las que funcionan instituciones civiles con un fin social o no lucrativo y que no se encuentran previstas expresamente en las categorías social y doméstica (SUNASS, 2016).

La categoría industrial son aquellas unidades de uso en cuyo interior se desarrollan actividades de asierro, construcción, cultivo, crianza, extracción, fabricación, sacrificio de animales y transformación de materiales (SUNASS, 2016).

La categoría estatal son aquellas unidades de uso destinadas al funcionamiento de las entidades integrantes de los Poderes Legislativo, Ejecutivo y Judicial, Organismos Constitucionalmente Autónomos; así como los Gobiernos Regionales y Locales. Además, se excluye la actividad empresarial del Estado (SUNASS, 2016).

2.2.5. Caudales de diseño

Los caudales de diseño del sistema proyectado de agua potable y alcantarillado se deben calcular para cada componente, por ejemplo: línea de impulsión, línea de conducción, distribución y reservorios. Conociendo el requerimiento de la fuente de abastecimiento para la zona de acuerdo a las habilitaciones y lotes identificados del área de estudio, se definirán para el inicio y fin del periodo de diseño (R.N.E., 2006).

- Caudal máximo diario (Q_{md}): Se define como el día de máximo consumo de una serie de registros observados durante los 365 días del año. De acuerdo a la Norma OS.100 los coeficientes deberán ser fijados en base al análisis de información estadística comprobada (R.N.E., 2006). Se determina según la siguiente ecuación:

$$Q_{md} = K1 \times Q_p \quad (2)$$

Donde:

Q_{md} = Caudal máximo diario (lt/s)

$K1$ = Coeficiente de variación diaria

Q_p = Caudal promedio (lt/s)

- Caudal máximo horario (Q_{mh}): Se define como la hora de máximo consumo del día de máximo consumo de agua, acorde a la Norma OS.100 los coeficientes deberán ser fijados en base al análisis de información estadística (R.N.E., 2006). Se determina según la siguiente ecuación:

$$Q_{mh} = K2 \times Q_p \quad (3)$$

Donde:

Q_{mh} = Caudal máximo horario (lt/s)

K_2 = Coeficiente de variación horaria

Q_p = Caudal promedio (lt/s)

2.3. Diseño del sistema de agua potable y alcantarillado

Para el pre diseño del sistema de agua potable se debe tomar en cuenta las siguientes consideraciones, tales como: la topografía del terreno en el área de influencia, las avenidas principales, el punto de empalme en la línea de conducción, el crecimiento poblacional, las áreas de expansión, caudales de diseño y las presiones de servicio.

Para el diseño se debe tener en cuenta la demanda de agua potable y la descarga de desagües del total de la población presente y futura a servir para todo el horizonte de tiempo considerado en la evaluación del proyecto.

Los pre diseños y diseños deben considerar todos los requerimientos técnicos (especificaciones, tipo de material a emplear, metrados, equipamiento, etc.) que garanticen la correcta ejecución y funcionamiento de los sistemas de agua potable, alcantarillado, tanto para las obras generales como secundarias.

El diseño de una red de agua potable consiste en identificar la ubicación del punto de captación o empalme, diseñar la línea de conducción o impulsión hasta el reservorio o cisterna y la distribución del flujo a las distintas conexiones domiciliarias.

De la misma forma, se debe coordinar con la Dirección Municipal de Transporte Urbano DMTU y otras dependencias de la Municipalidad Metropolitana de Lima, la Municipalidad distrital de la zona de influencia, Concesionario de energía eléctrica, SEDAPAL, EMAPE, Telefónica del Perú, Calidda, Ministerio de Agricultura, Ministerio de Cultura, Ministerio del Ambiente y otros a fin de prevenir las posibles interferencias con obras a su cargo en la zona que involucra el proyecto.

2.3.1. Parámetros y criterios del sistema de agua potable

Los parámetros a utilizar en los cálculos son los siguientes: tipo de tubería a usar, velocidad recomendada de conducción y distribución, protección contra acumulación de aire en los puntos altos y sistema de evacuación de sedimentos en los puntos bajos. Tomando como datos básicos el caudal a conducir, longitud de tubería, entre otros. Asimismo, se consideran los siguientes parámetros:

- Coeficientes de fricción ("C" de Hazen-Williams): Son considerados en el cálculo hidráulico y se definen según el tipo de tubería. Entonces para las tuberías de hierro fundido dúctil (HFD) y polietileno de alta densidad (HDPE) se considera un valor de 140, y para el policloruro de vinilo (PVC) se utiliza un valor de 150 (R.N.E., 2006).
- Velocidad de flujo: La velocidad de flujo para las líneas de agua potable será en lo posible no menor de 0.60 m/s y no mayor a 3 m/s. En casos justificados se aceptará una velocidad máxima de 5 m/s; lo cual no aplica para líneas de impulsión. (SEDAPAL, 2010).
- Zonas de presión: Se definirán en función a la topografía, teniendo presente las presiones máximas y mínimas en la red de distribución del área de influencia del reservorio, de 50 a 10 metros de columna de agua (m.c.a.) (R.N.E., 2006).
- Golpe de ariete: Se debe hacer un análisis de golpe de ariete en las tuberías, una vez que las líneas de agua potable hayan sido diseñadas, con el fin de verificar que en ninguna parte de éstas se produzcan presiones por encima de aquellas admitidas por los materiales de las tuberías que conforman la red (SEDAPAL, 2010).
- Válvulas extractoras de aire: Se colocan en los puntos altos de las líneas de conducción y cuando se presenten cambios en la dirección de los tramos con pendiente positiva. En los tramos donde la pendiente se mantiene uniforme se colocarán válvulas cada 2 kilómetros como máximo. El dimensionamiento de

las válvulas se determinará en función del caudal, presión y diámetro de la tubería (R.N.E., 2006).

- Válvulas de purga: Se ubicarán estas válvulas en los puntos bajos de las líneas de conducción para lo cual se debe tener en consideración la calidad del agua y la modalidad de funcionamiento de la línea de conducción. El dimensionamiento de las válvulas se determinará en función de la velocidad de drenaje y serán instaladas en una cámara de concreto armado (SEDAPAL, 2010).
- Pérdidas físicas de agua: Se refiere al volumen de agua que se pierde debido a fallas en la infraestructura física instalada, como fisuras, roturas y filtraciones (SEDAPAL, 2010). Según el Equipo de Gestión de Proyectos Norte de SEDAPAL (EGP-N), para las habilitaciones urbanas de Lima, se considera un 25% de pérdida.
- Diámetros internos: Los cálculos hidráulicos se hará considerando los diámetros reales internos de las tuberías (SEDAPAL, 2010). Se debe utilizar los datos de la tabla de equivalencia presentados en el siguiente cuadro:

Cuadro N° 4: Equivalencias de diámetros nominales y diámetros internos

Diámetro nominal (mm)	Diámetros internos de presión (mm)	
	Polietileno de alta densidad (HDPE)	Hierro dúctil (HD)
80	79.2	-
100	96.8	100
150	158.6	150
200	198.2	200
250	198.2	250
300	246.8	300

Fuente: SEDAPAL (2010)

Las redes de distribución se proyectarán conformando un circuito cerrado (malla). El dimensionamiento de la red de distribución de agua potable se realizará en base a cálculos hidráulicos que aseguren el caudal y la presión adecuada en cualquier punto de la red. El cálculo hidráulico del sistema de distribución se realizará

mediante el método de Hardy Cross, mientras que el cálculo hidráulico de las tuberías se realizará acorde a la siguiente ecuación de Hazen – Williams:

$$Q = 0.2785 \times C \times D^{2.63} \times S^{0.54} \quad (4)$$

Donde:

Q = Caudal o flujo volumétrico en [m³/s].

C = Coeficiente que depende de la rugosidad del tubo.

D = Diámetro interior en [m].

S = Pendiente - Pérdida de carga por unidad de longitud del conducto [m/m].

2.3.2. Parámetros y criterios del sistema de alcantarillado

Según el Reglamento Técnico de Proyectos elaborado por SEDAPAL (2010), el sistema de alcantarillado será diseñado por gravedad, salvo casos especiales debidamente sustentados, además está constituido por todos los colectores, tanto principales como secundarios y las conexiones domiciliarias, estaciones de bombeo, líneas de impulsión de desagüe, cámaras de inspección (buzones, cámaras especiales de desagüe). Los parámetros a utilizar en los cálculos son los siguientes:

- Coeficiente de retorno (C): Este coeficiente representa el 80% del caudal de agua potable consumida, según la Norma OS.070 (R.N.E., 2006).
- Caudal por infiltración: Se deberá considerar como contribución al alcantarillado el agua proveniente de la precipitación (dependiendo de la zona de estudio) y el agua de infiltración proveniente de la permeabilidad del suelo principalmente en terrenos saturados de aguas freáticas, a través de fisuras en los colectores, juntas mal ejecutadas y en la unión de colectores con las cámaras de inspección. Se puede calcular según la tasa de contribución de infiltración que depende de las condiciones locales como el nivel de acuífero, naturaleza del subsuelo, material de la tubería y tipo de junta utilizada; el valor adoptado debe estar entre 0.05 y 1 l/sxkm (R.N.E., 2006).

- **Coefficiente de rugosidad:** El coeficiente de rugosidad “n” de la fórmula de Manning mide la resistencia al flujo en las tuberías según su tipo de material (R.N.E., 2006). Para el cálculo hidráulico se utiliza el coeficiente de Manning “n”, en caso el tipo de tubería sea el hierro fundido dúctil se usa el valor de 0.013 (Brière, 2014); para el polietileno de alta densidad (HDPE) y el policloruro de vinilo (PVC) se utiliza 0.009 (SEDAPAL, 2010).
- **Pendiente mínima:** Las pendientes de las tuberías deben cumplir la condición de autolimpieza aplicando el criterio de tensión tractiva. Cada tramo debe ser verificado por el criterio de Tensión Tractiva Media (σ_t) con un valor mínimo $\sigma_t = 1.0$ Pa, calculada para el caudal inicial (Q_i), valor correspondiente para un coeficiente de Manning $n = 0.013$. (SEDAPAL, 2010). La pendiente mínima que satisface esta condición puede ser determinada por la siguiente ecuación:

$$S_o = 0.055 \times Q_i^{-0.57} \quad (5)$$

Donde:

S_o = Pendiente en la Tubería (m/m)

Q_i = Caudal inicial (l/s)

- **Tensión tractiva:** Se denomina a la capacidad de auto limpieza de la tubería de alcantarillado, es decir, la posibilidad que sean arrastradas las partículas en suspensión, que dependerá del esfuerzo cortante que la corriente de agua ejerza sobre las paredes interiores donde podría ocurrir la sedimentación. El valor mínimo que se recomienda para la Fuerza Tractiva es de 1 Pa para hierro fundido dúctil (HD) que tiene un coeficiente de Manning de 0.013 y de 0.6 Pa para PVC y HDPE (SEDAPAL, 2010). La ecuación para el cálculo de la tensión tractiva media es la siguiente:

$$\sigma_t = \gamma RH S_o \quad (6)$$

Donde:

γ = Peso específico del líquido.

RH = Radio Hidráulico.

S_o = Pendiente

- Tirante máximo: El tirante máximo para el valor del caudal máximo futuro será igual o inferior al 75% del diámetro interno del colector, admitiendo un régimen de flujo uniforme y permanente (SEDAPAL, 2010).
- Profundidad de instalación: La profundidad mínima de instalación de una tubería será definida por el recubrimiento mínimo de 1,00 m sobre la clave del colector en relación con el nivel de la calzada; salvo en vías peatonales donde el recubrimiento podrá ser menor y deben ser justificados (R.N.E., 2006).
- Ubicación de elementos de inspección: los elementos de inspección se ubicarán en los arranques de la red, en todos los empalmes de colectores, cambios de dirección y pendiente, en los cambios de diámetro y en los cambios de material de las tuberías. Las distancias máximas entre cámaras o tubos de inspección (no visitables) estarán en función de los equipos de limpieza previstos y disponibles (R.N.E., 2006).
- Diámetro mínimo: se considera un diámetro mínimo nominal (DN) de 200 mm para las tuberías principales que recolectan aguas residuales de ramales de colector, así como de las redes secundarias. Asimismo, se presentará el sustento técnico que permita definir los diámetros a considerar. (SEDAPAL, 2010).
- Velocidad de flujo: La velocidad en sistema de alcantarillado, debe ser como mínimo de 0.60 m/s y como máximo 5 m/s. debido a que las aguas que circulan por los alcantarillados, contienen normalmente partículas que podrían sedimentarse y formar obstrucciones, se suele diseñar con pendientes que sean superiores a un valor mínimo que garantice velocidades suficientemente altas para producir el arrastre de los materiales en suspensión (R.N.E., 2006).
- La capacidad de conducción de la tubería depende de su sección transversal, pendiente y rugosidad del material con que se construyan (R.N.E., 2006), para determinar esta capacidad fluyendo a tubo lleno, en general se calcula utilizando la siguiente ecuación de Manning:

$$Q = (A \cdot R^{2/3}) \cdot (S^{1/2}) / n \quad (7)$$

Donde:

R = Radio medio hidráulico (m)

S = Pendiente

n = Coeficiente de rugosidad de Manning

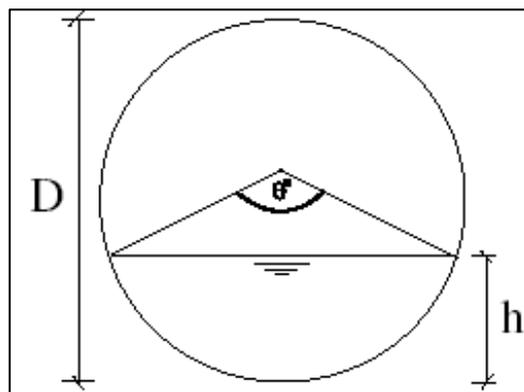
A = Sección transversal (m²)

Q = Caudal (m³/s)

Para tuberías con sección parcialmente llena (Véase Figura N°4), uno de los principales parámetros para evaluar el correcto funcionamiento de las redes de alcantarillado será la verificación de la capacidad de conducción de las tuberías vs la demanda al año 20, asimismo se debe considerar que el tirante máximo admisible es de 75% (h/D) para el caudal máximo horario. Entonces, la capacidad de conducción de las tuberías de alcantarillado, se calculan utilizando las siguientes ecuaciones 8 y 9:

$$\theta^\circ = 2 \arccos \left(1 - 2 \frac{h}{D} \right) \quad (8)$$

Figura N° 4: Sección de tubería



Fuente: Elaboración propia

$$Q = \frac{D^{\frac{8}{3}}}{7257.15 \times n \times (2 \pi \theta^\circ)^{\frac{2}{3}}} \times (2\pi\theta^\circ - 360 \text{sen}\theta^\circ)^{\frac{5}{3}} \times S^{\frac{1}{2}} \quad (9)$$

Donde:

S = Pendiente de la tubería

n = Coeficiente de rugosidad de Manning.

D = Diámetro de la tubería

Q = Caudal (m^3/s)

h = altura de agua

θ° = ángulo central (en grado sexagesimal)

2.4. Modelamiento de sistemas de agua potable y alcantarillado

Los modelos hidráulicos ofrecen una herramienta valiosa para ser más eficiente la operación y gestión de las redes de distribución de agua. El proceso de modelación comprende desde la definición del alcance de un proyecto, pasando por la selección del software de modelación y su aprendizaje, la preparación y descripción del sistema de ingreso de datos, la obtención de los datos de entrada y la carga del modelo para obtener de esta manera el modelo inicial; paralelamente se recolectan datos de campo y se aplica la verificación de estos datos para obtener el modelo calibrado. A este modelo calibrado se desarrollan alternativas y se aplican las mismas para tener las soluciones.

El periodo de diseño de un proyecto de saneamiento normalmente alcanza los 20 años, dentro de los cuales se deberá evaluar tres escenarios, éstos son: año 1, año 10 y año 20; siendo el año “1” el año de la “puesta en marcha del sistema de redes de agua potable o de alcantarillado”; en el escenario del año 10 se evalúa la fase operativa de los sistemas de y finaliza con el escenario del año 20, donde se realiza el cálculo para un caudal máximo de la demanda (MEF, 2015).

2.4.1. Modelamiento hidráulico del sistema de agua potable

Considerando que la tubería va a tener un deterioro a partir del año de su instalación, se calculan los coeficientes de Hazen y Williams de acuerdo al modelo J.A. López (1986), quien revisó una colección amplia de datos históricos de

rugosidad y calidad de agua de una variedad de fuentes de muchos años y da un procedimiento basado teóricamente para predecir valores futuros del factor C.

La siguiente ecuación se usa para la predicción de factores C en función del material, la edad de las tuberías y la calidad del agua:

$$C = 18 + \left[\log \left\{ \frac{[K_{so} + a(T - T_0)]}{D} \right\} (-37,2) \right] \quad (10)$$

Donde:

$K_{so} = D(10^{[(18-C)/37,2]})$ Donde C es el inicial del R.N.E. (Norma OS – 050), altura de la rugosidad en el tiempo cero (L)

$a = 0.02535$ (mm/año) con Índice de Langelier (IL) = 0 para agua potable, Índice de crecimiento de la altura de rugosidad (L/T)

t = Tiempo (T)

D = Diámetro (L)

Según la fórmula anteriormente descrita, se calculó el coeficiente de Hazen y Williams para los distintos escenarios al Año 0, 10 y 20 para distintos materiales de tubería, como se muestra en el siguiente cuadro.

Cuadro N° 5: Coef. Hazen y Williams para diferentes escenarios de diseño

DN (mm)	DI (mm)	Material	C inicial (Año 0)	Kso	C (Año 10)	C (Año 20)
90	79.2	HDPE	140	0.04426	109.64	99.01
110	96.8	HDPE	140	0.05410	112.31	101.96
160	141	HDPE	140	0.07880	117.03	107.31
200	176.2	HDPE	140	0.09847	119.63	110.35
100	105.8	HD	140	0.05913	113.46	103.24
150	157.4	HD	140	0.08797	118.33	108.82
200	209.2	HD	140	0.1169	121.51	112.62
250	260.4	HD	140	0.1455	123.76	115.40
300	311.6	HD	140	0.1741	125.47	117.58

Fuente: Elaboración propia

WaterGEMS es un software de la empresa Bentley que permite simular y sobre todo diseñar, en régimen estático y en régimen dinámico, los sistemas de distribución de agua (De la Cruz, 2020).

Para efectuar el cálculo hidráulico con el programa de cómputo WaterGEMS (V8i), se deben modelar las redes secundarias de los sectores de abastecimiento en base a los prototipos mostrados en el siguiente cuadro:

Cuadro N° 6: Elementos que componen el modelo físico de agua potable

Prototipo	Simbología	Descripción
Tank		Modela los tanques de almacenamiento, cuyo volumen es finito y el nivel de agua es variable.
Pipe		Modela las tuberías de las líneas primarias y secundarias.
Pump		Modelan bombas ubicadas en las estaciones de bombeo, para incrementar la carga hidráulica en el sistema.
Junction		Modela la demanda (Máxima y Mínima), asimismo podría representarnos un cambio de dirección, un cambio de diámetro o cambio de pendiente.
Pressure Reduction Valve		Modela las válvulas reductoras de presión, que permiten regular la presión a un valor predeterminado.
Throttle Control Valve		Modela las válvulas de control (Impedimento)
Hydrant		Modela los hidrantes o también llamados grifos contra incendio.

Fuente: Adaptado de Sánchez, Y. (2020)

En la secuencia de desarrollo de un modelo hidráulico es importante calcular y definir las características físicas de cada uno de los componentes hidráulicos de los sistemas de agua potable. Entonces como información de entrada de la tubería se necesita conocer el diámetro, material, longitud, coeficiente de fricción y coeficientes de pérdidas locales o menores; para los nodos se necesita conocer su elevación; para los tanques de almacenamiento se necesita conocer el tipo (Cabecera o flotante), nivel máximo y mínimo, nivel de fondo o base, elevación de terreno y forma de la sección (circular u otra); y para las válvulas reductoras de presión se necesita conocer el diámetro, elevación y coeficientes de pérdidas locales o menores.

Al determinar el número total de lotes se utilizará información proporcionada por los planos topográficos y estos a su vez se deben ingresar al ArcGIS, generando un archivo en formato shapefile, los que son ingresados al programa WaterGEMS para su conteo e ingreso de los caudales unitarios de diseño.

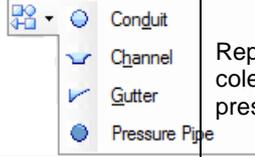
Finalmente, en los planos de agua potable por escenario deberá incluir planimetría (manzanas, avenidas, nombre de habilitaciones, nombre de calles), datos de tuberías o pipe (N° pipe), datos de unión o junction (N° junction) y sentido de flujo. Además, en los planos se deberá identificar por colores y rangos las presiones en los nodos, las velocidades en las tuberías y las zonas de presión.

2.4.2. Modelamiento hidráulico de alcantarillado

Se deberá desarrollar el modelamiento hidráulico de alcantarillado considerando la información que se obtenga de los estudios desarrollados, en donde se deberá identificar los colectores principales y sus contribuyentes, las áreas de drenaje, y su efecto aguas abajo del área de estudio.

El modelamiento del sistema de alcantarillado se realizó mediante el empleo de la herramienta informática SewerGEMS en su versión V8i, desarrollada por la firma Bentley, que permite analizar los sistemas de recolección de alcantarillado sanitario con herramientas integradas de hidráulica. Está basado en un modelo de onda dinámica para simular sistemas de recolección de aguas residuales y permite el soporte a plataformas Stand Alone, AutoCAD, MicroStation y ArcGIS (Jiménez, 2019). SewerGEMS (v8i) cuenta con elementos característicos (prototipo) que permiten simular las distintas estructuras que componen la red de alcantarillado (Véase Cuadro N°7).

Cuadro N° 7: Elementos que componen el modelo físico de alcantarillado

PROTOTIPO	SIMBOLOGÍA	DESCRIPCIÓN
Conduit Channel Gutter Pressure Pipe		Representan distintas tipologías de conducciones, como ser colector a gravedad, canal abierto, cuneta y tubería a presión.
Manhole		Cámara de inspección (buzones).
Outfall		Salida del sistema. Permite establecer condiciones de borde de nivel.
Pump		Bomba.

Fuente: Adaptado de Sánchez, Y. (2020)

La salida del sistema será modelada mediante el elemento “Outfall”. El programa permite seleccionar distintos patrones de condición de borde como son: caída libre, tirante normal, curvas de nivel de agua vs tiempo. La simulación hidráulica del sistema de alcantarillado se debe proyectar en un tiempo de análisis estático (Conhydra, 2016).

En planos de alcantarillado por escenario se debe incluir planimetría (manzanas, avenidas, nombre de habilitaciones, nombre de calles), datos de tuberías o pipe (N° pipe), datos de buzón o manhole (N° manhole) y sentido de flujo. De igual importancia, se considera que en los planos se deben identificar por colores y rangos: la tensión tractiva media, el tirante en las tuberías y las zonas de áreas de drenaje del proyecto.

2.5. Evaluación económica de las alternativas de solución

La evaluación es el proceso que permite determinar si una decisión a tomar es conveniente o no. En el caso de las inversiones públicas o privadas esta evaluación se puede realizar en diferentes momentos: evaluación ex ante, evaluación intermedia o de seguimiento y evaluación ex post. Para determinar si un PIP es viable, se realiza la evaluación ex ante y se requiere que sea rentable socialmente, es decir, los beneficios sociales sean mayores a los costos sociales (MEF, 2015).

Para hacer la evaluación económica, es necesario conocer la tarifa aplicada por SEDAPAL, la que fue aprobada mediante Resolución del Consejo Directivo N° 022– 2015–SUNASS (Véase Cuadro N°8). Para efectos de la evaluación social, por simplificación, se recomienda establecer dos grupos de usuarios; el primero, sólo con los usuarios domésticos y, el segundo, denominado “no doméstico”, que agrupa a las otras categorías de usuarios (comerciales, industriales, públicos y sociales).

Cuadro N° 8: Tarifa por categoría

Categoría	Rangos de consumo	Tarifa (S/. / m ³)	
	m ³ /mes	Agua potable	Alcantarillado ⁽¹⁾
Social	0 a más	1,116	0,504
Doméstico	0 - 10	1,116	0,504
	oct-25	1,295	0,586
	25 – 50	2,865	1,293
Comercial	50 a más	4,858	2,193
	0 a 1000	4,858	2,193
Industrial	1000 a más	5,212	2,352
	0 a 1000	4,858	2,193
Estatal	1000 a más	5,212	2,351
	0 a más	3,195	1,396

Fuente: Resolución de Consejo Directivo N° 022 – 2015 – SUNASS – CD.

La evaluación social se utiliza para medir la contribución neta del proyecto al bienestar de la sociedad, se puede realizar aplicando dos metodologías: costo-beneficio y costo-eficacia. Para el caso de agua potable se utiliza el costo-beneficio dado que se pueden estimar los beneficios; en cambio, para los proyectos de alcantarillado, dada la dificultad para estimar los beneficios sociales, mediante una cuantificación monetaria, por lo general, se utiliza el método de costo-eficacia (MEF, 2015).

2.5.1. Metodología de evaluación costo-beneficio

La metodología costo – beneficio se utiliza para evaluar económicamente el sistema de agua potable; por ello, se deben determinar cómo indicadores de la rentabilidad social, el Valor Actual Neto Social (VANS) y la Tasa Interna de Retorno (TIRS); y con esto calcular la rentabilidad de las alternativas y/o del proyecto (MEF, 2015). Para calcular el VANS se aplica la siguiente ecuación:

$$VANS = \sum_{t=1}^n \frac{(BSI - CSI)_t}{(1 + TSD)^t} \quad (11)$$

Donde:

BSI = Beneficio social incremental

CSI = Costo social incremental

n = Horizonte de evaluación del PIP

TSD = Tasa social de descuento (9%)

Para calcular la TIRS se aplica la siguiente ecuación:

$$VANS = \sum_{t=1}^n \frac{(BSI - CSI)_t}{(1 + TIRS)^t} = 0 \quad (12)$$

Donde:

BSI = Beneficio social incremental

CSI = Costo social incremental

n = Horizonte de evaluación del PIP

El BSI está vinculado con el mayor consumo de agua potable de parte de los usuarios, así como la liberación de recursos por parte de los usuarios potenciales que aún no están conectados al servicio público, una vez que abandonen sus formas de abastecimiento de agua según la situación existente. El CSI corresponde a los costos en que se incurrirá por la ejecución del proyecto, tanto en inversión, reposición y O&M durante la fase operativa del PIP. En los proyectos de agua potable, por lo general, se adopta como horizonte de evaluación, una fase operativa de 20 años (MEF, 2015).

El proyecto es económicamente viable, según los indicadores de rentabilidad social, si el Valor Actual Neto social (VANS) es mayor o igual a cero y la Tasa Interna de Retorno social (TIRS) es mayor o igual que la tasa de descuento social (TSD), que ha sido establecida por Ministerio de Economía y Finanzas y es 9% (MEF, 2015).

2.5.2. Metodología de evaluación costo-efectividad

En el caso del alcantarillado sanitario, se utiliza el método costo-eficacia, donde como indicador de efectividad se toma la sumatoria de los habitantes/año que van a contar con el servicio, una vez se ejecute el proyecto de inversión. (MEF, 2015). Para calcular este indicador se aplica la siguiente ecuación:

$$CE = \frac{VACS}{\Sigma IE} \quad (13)$$

Donde:

CE = Costo eficacia. Se expresa en unidades monetarias por habitante.

VACS = Valor actual de costos sociales incrementales.

ΣIE = Indicador de eficacia.

Para el proyecto de alcantarillado se aplica la sumatoria del número de habitantes servidos durante los años de la post inversión en la situación «con proyecto» (fase operativa del proyecto sanitario).

El VACS se obtiene a partir del flujo de costos sociales proyectados para el horizonte de evaluación, utilizando la tasa social de descuento vigente (9%). Por otra parte, el indicador de eficacia se estima como la sumatoria de la población servida incremental que se tiene año a año durante la fase de post inversión, con el propósito de obtener una ratio de costo por habitante/año (MEF, 2015).

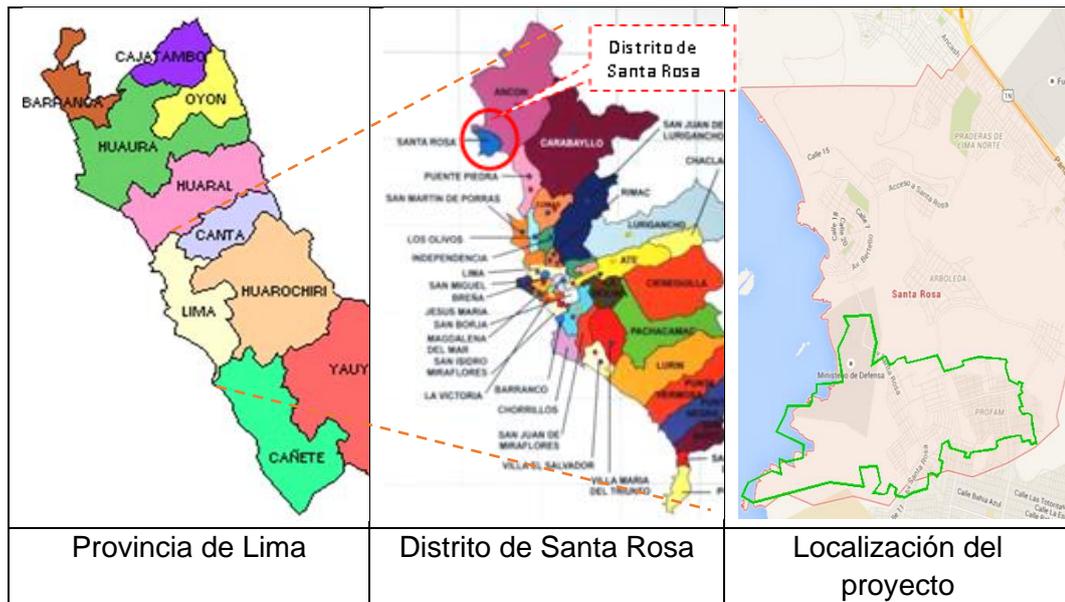
CAPÍTULO III: DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO

3.1. Zona de estudio

3.1.1. Ubicación geográfica

Las habilitaciones beneficiarias se encuentran ubicadas en el distrito de Santa Rosa, que es uno de los 43 distritos que conforman la provincia de Lima, localizado en el departamento de Lima (Véase Figura N°5), a 28.5 km al norte de Lima Metropolitana, con una altitud promedio de 79 m.s.n.m. y cuyo código de UBIGEO es 150139.

Figura N° 5: Macro localización del proyecto

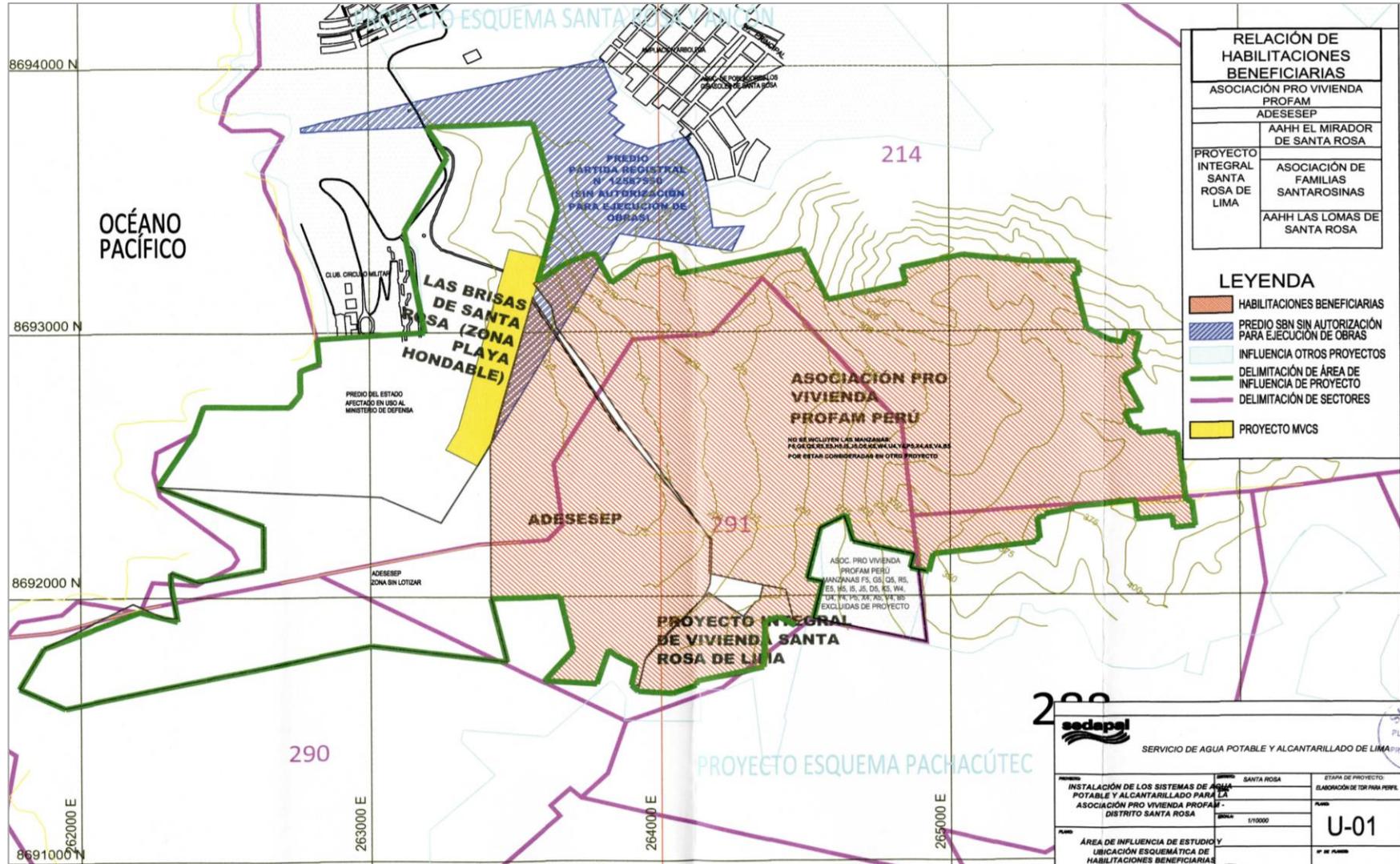


Fuente: Elaboración propia

Los límites del área de influencia son:

- Por el Norte : AA.HH. La Arboleda, Santa Rosa, Lima
- Por el Sur : Ciudad Pachacútec, Ventanilla, Callao
- Por el Este : AA.HH. Las Lomas, Ventanilla, Callao
- Por el Oeste : Océano Pacífico.

Figura N° 6: Micro localización del proyecto



Fuente: SEDAPAL (2015)

3.1.2. Área de influencia y área de estudio

El área de influencia del proyecto se encuentra delimitado en la figura N°6, está conformada por las habilitaciones beneficiarias incluidas dentro de los sectores 214 y 291, dentro del cuadrante georreferenciado con coordenadas UTM WGS 84 que se muestra a continuación en el siguiente cuadro:

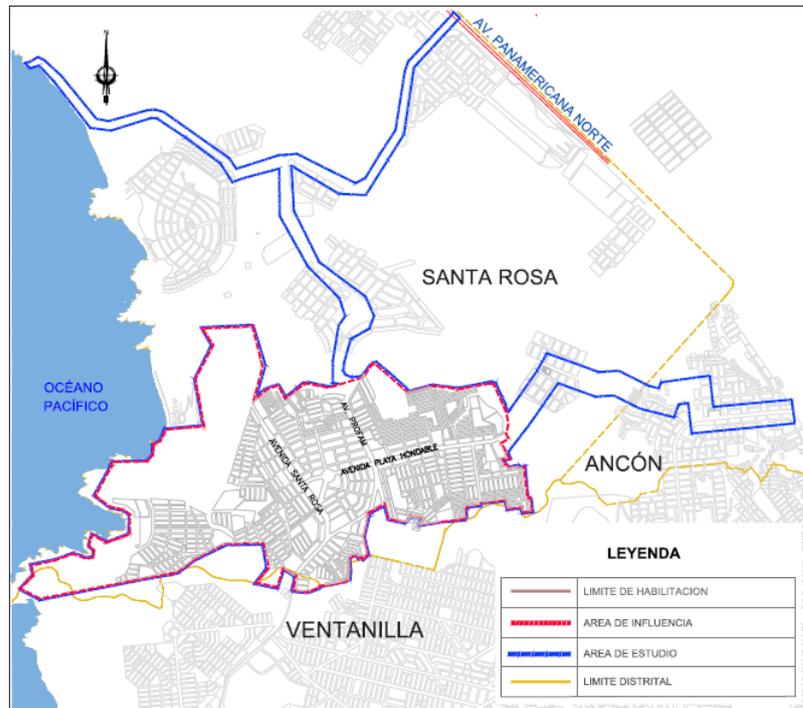
Cuadro N° 9: Localización del área de influencia del proyecto

Sector	Este	Norte	Zona
Dentro de los sectores 214 y 291	261000	8694000	18 S
	261000	8691000	18 S
	266000	8694000	18 S
	266000	8691000	18 S

Fuente: Conhydra S.A. E.S.P. Sucursal Perú

El área de estudio que incluye al área de influencia y las rutas de acceso al proyecto, cuenta con una superficie aproximada total de 568.35 ha (Véase figura N°7). Esta área además involucra todos los componentes del sistema de agua potable y alcantarillado existente y las posibles estructuras a proyectarse.

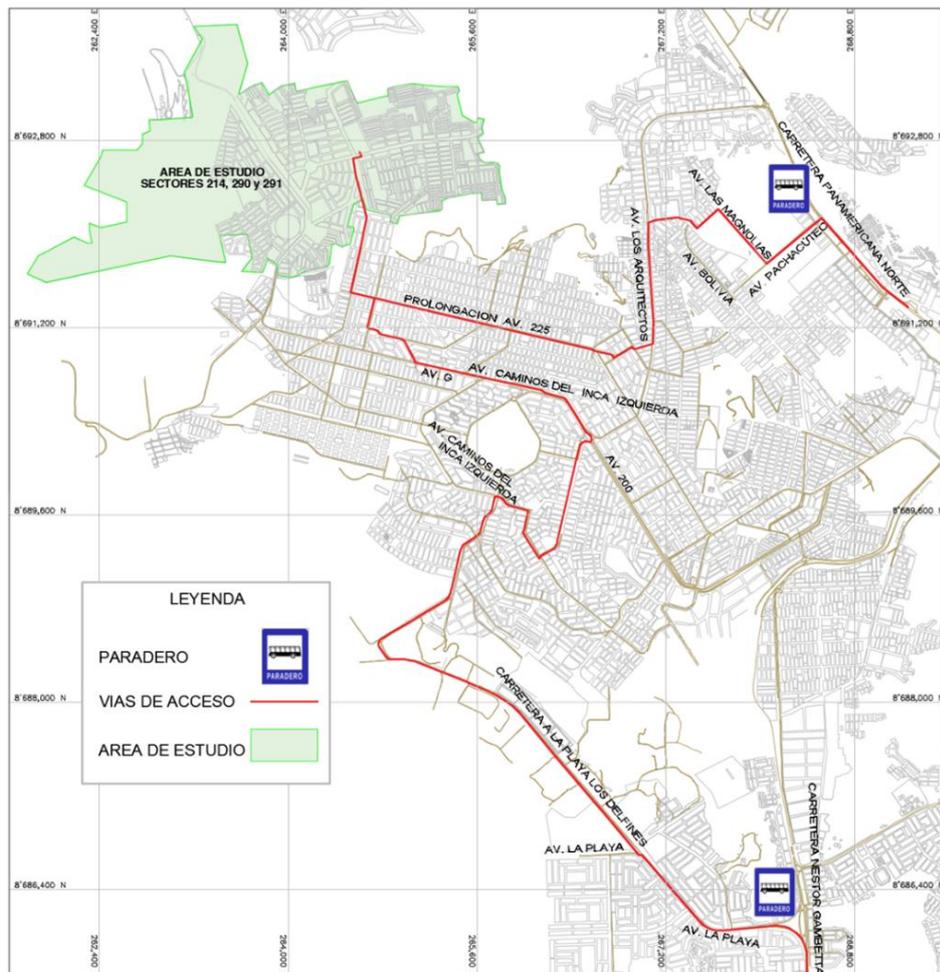
Figura N° 7: Área de estudio del proyecto



Fuente: Conhydra S.A. E.S.P. Sucursal Perú, 2015

Para llegar al área de estudio existen dos vías principales de acceso principales, a través de la Panamericana Norte o la Carretera Néstor Gambetta. Por la Panamericana Norte a la altura de la Institución Educativa “Nuestra Señora de la Misericordia” N° 3720 (paradero Hogar de Niñas); la Av. Pachacútec, Av. Las Magnolias, Av. Bolivia, Av. Los Arquitectos y Av. 225 acceden al área de estudio por la Av. PROFAM. Para el acceso por la Carretera Néstor Gambetta a la altura del paradero Metro; la Av. La Playa, la carretera Los Delfines, Av. Camino del Inca Izquierdo y la Av. G acceden al área de estudio por la Av. PROFAM (Véase Figura N°8).

Figura N° 8: Accesos al área de estudio

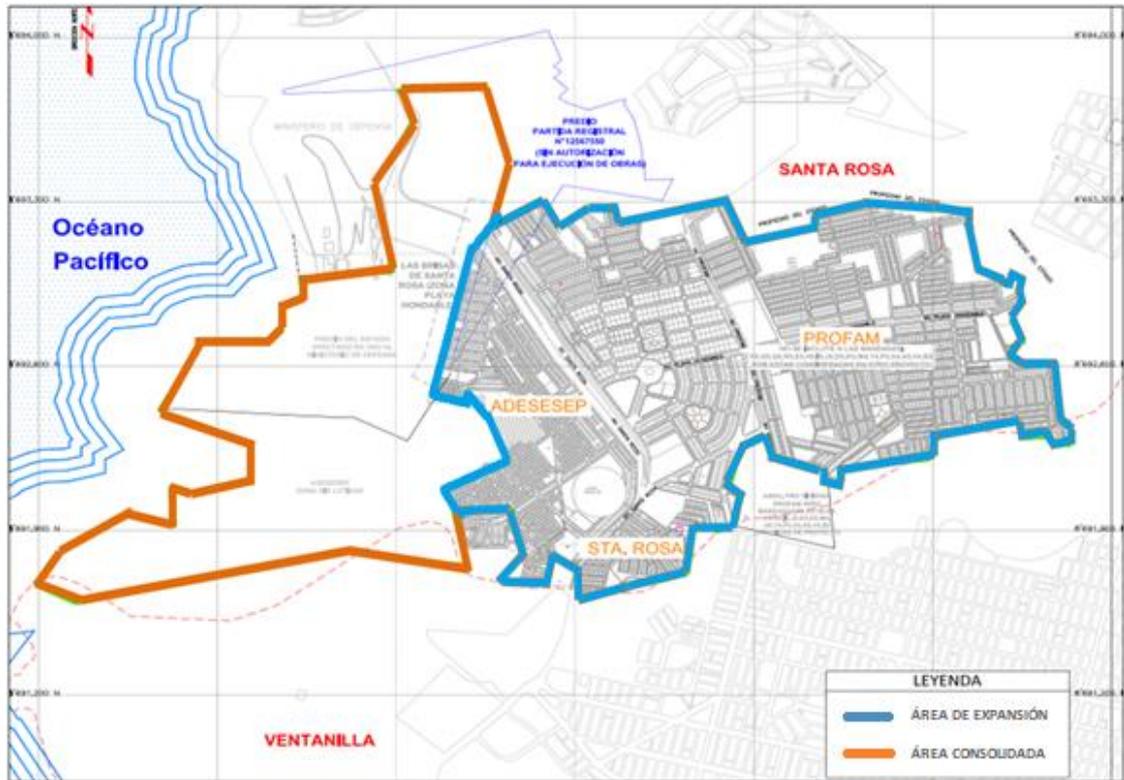


Fuente: Conhydra S.A. E.S.P. Sucursal Perú, 2015

El presente proyecto se ubica en una zona de expansión urbana formal o en vías de formalización, lo que le ha permitido proyectar la prestación de servicios tan

básicos como la electricidad y el agua. El área de estudio del proyecto presenta déficit habitacional, siendo las áreas de expansión urbana formales altamente demandadas por tener acceso a servicios básicos. En la siguiente figura se aprecia un área de expansión y un área consolidada claramente marcadas.

Figura N° 9: Área de expansión y área consolidada



Fuente: Conhydra S.A. E.S.P. Sucursal Perú, 2015

3.1.3. Habilitaciones beneficiadas con el proyecto

Las habilitaciones urbanas beneficiadas pertenecientes al proyecto son: la A.P.V. PROFAM Perú, ADESESEP, y el P.I.V. Santa Rosa de Lima. La información del cuadro N°10 fue determinada por el Equipo Social de Conhydra y obtenida en base a la sistematización de las fichas catastrales, producto del trabajo de campo que desarrollaron a través de la toma de encuestas, taller participativo, reuniones con los pobladores, dirigentes de las habilitaciones e instituciones correspondientes, como la Municipalidad Distrital de Santa Rosa.

Cuadro N° 10: Habilitaciones beneficiadas

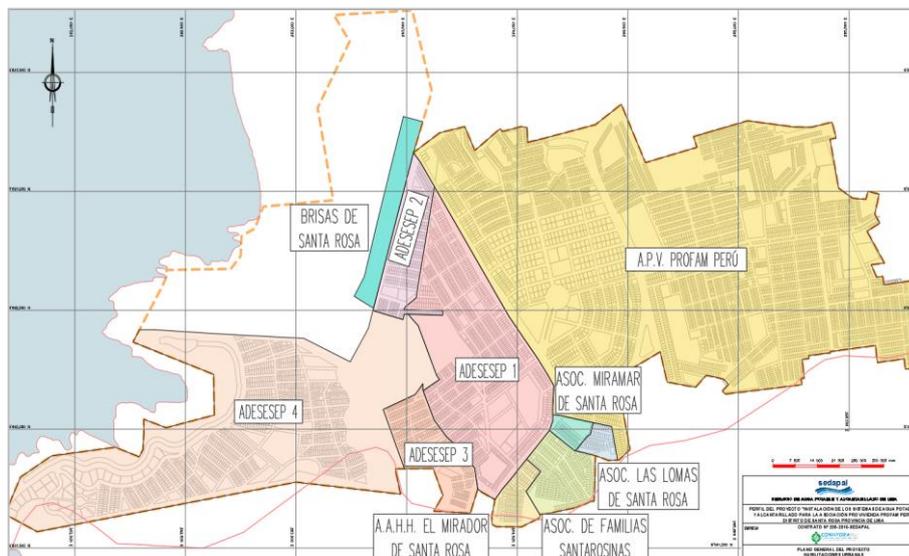
Sectores de abastecimiento	Habilitaciones a beneficiarse	Lotes habitados domésticos (2015)	Población beneficiada (2015)	Lotes totales*
Sector 214 - A	A.P.V. PROFAM Perú	1208	3854	2547
Sector 214 - B	A.P.V. PROFAM Perú	1570	5008	2634
	Asoc. Miramar de Santa	0	0	33
Sector 214-B Proyecto Integral Santa	Asoc. Las Lomas de Santa	18	57	45
	A.H. El Mirador de Santa	62	198	102
	Asoc. de Familias	153	488	266
Sector 291	ADESESEP 1,2 y 3	699	2230	1872
	ADESESEP 4	7	22	1074
	Brisas de Santa Rosa	0	0	2700
Total de viviendas		3,717	11,858	11273

(*) Lotes totales, se refiere a la suma de lotes habitados y no habitados.

Fuente: Conhydra S.A. E.S.P. Sucursal Perú (2015)

Asimismo, se señala un área de terreno de 100,00.00 m² destinado a fines de vivienda por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, denominado Brisas de Santa Rosa con estimado de 2700 lotes, los cuales se consideró para efectos de cálculo de la demanda y descarga de aguas residuales (Véase Figura N°10). De la misma forma, las habilitaciones que no cuenten con saneamiento físico legal, sólo serán consideradas para efecto de los cálculos hidráulicos y de demanda.

Figura N° 10: Habilitaciones beneficiadas



Fuente: Conhydra S.A. E.S.P. Sucursal Perú, 2015

Es necesario también señalar que las manzanas F-5, G-5, Q-5, R-5, E-5, H-5, I-5, D-5, K-5, W-4, U-4, Y-4, P-5, X-4, A-5, V4 y B5 de la habilitación A.P.V. PROFAM Perú han sido excluidas del proyecto PROFAM, debido a que serán atendidas a través del proyecto “Ampliación y mejoramiento del sistema de agua potable y alcantarillado para el Macro Proyecto Pachacútec del distrito de Ventanilla, Región Callao – Perú”.

3.1.4. Características demográficas

3.1.4.1. Crecimiento demográfico

El crecimiento de la población del distrito de Santa Rosa en el periodo 1972 al 2007, se ha multiplicado 48 veces, dado que de 225 habitantes según el censo de 1972 ha pasado a tener una población de 10,903 habitantes según el censo del 2007. En el mismo periodo Lima Metropolitana ha duplicado su población como se puede apreciar en el siguiente cuadro.

Cuadro N° 11: Evolución de la población del distrito de Santa Rosa

Ámbito	Evolución de la población según censos			
	1972	1981	1993	2007
Lima Metropolitana	3418452	4835793	6434323	7042429
Santa Rosa	225	518	3962	10903

Fuente: Censos INEI 1972- 2007

Al año 2015, según la ficha catastral realizado por el Equipo Social de Conhydra, se comprobó que existen 3,710 viviendas habitadas, sin considerar ADESESEP 4.

3.1.4.2. Salud

La Dirección de Red de Salud Lima Norte IV perteneciente a la Red Puente Piedra recopila los datos de morbilidad de enfermedades de la Posta de Salud PROFAM Perú, la misma que atiende en el área de influencia del proyecto, estos datos de morbilidad se muestran en el siguiente cuadro:

Cuadro N° 12: Enfermedades relacionadas con el agua 2014 y 2015

Morbilidad	Año 2014		Año 2015*	
	Total	%	Total	%
Caries dental	693	14.82	143	5.63
Parasitosis intestinales	186	3.98	206	8.11
Anemias	162	3.46	80	3.15
Otras Morbilidades	3,636	77.74	2111	83.11
Total	4,677	100.00	2540	100.00

(*) Se considero solo el 1er semestre del 2015

Fuente: Censos INEI 1972- 2007

De acuerdo a la información de los cuadros de morbilidad de enfermedades se puede indicar que existen incidencias de enfermedades que se relacionan con la carencia de agua potable en la zona de estudio, con el uso de agua no potabilizada o transportada indebidamente en camiones cisternas, y malos hábitos de higiene; todo esto agravados por la precariedad o carencia del sistema de disposición de excretas, lo que ocasiona en la zona de estudio un alto índice e incremento de enfermedades gastrointestinales y parasitosis.

Uno de los aspectos fundamentales para evitar el riesgo de transmisión de enfermedades, es conocer los momentos de lavado de manos, por lo que el equipo social de Conhydra realizó encuestas a los pobladores, los resultados están detallados en el siguiente cuadro.

Cuadro N° 13: Momentos de lavado de manos

Momentos de lavado de manos	N°	%
Al levantarse	26	6.4
Después de ir al baño	110	27.1
Antes de comer	158	38.9
Antes de cocinar	100	24.6
Cada vez que se ensucia	102	25.1
Todas las anteriores	161	39.7
Total	657	100.0

Fuente: Encuesta Socio-económica de Conhydra (2015)

Analizando la realidad de la zona en estudio podemos decir que se pone en riesgo la salud de las familias por no desarrollar adecuadamente este hábito de limpieza. De acuerdo a la aplicación de la encuesta socioeconómica realizada por el equipo

social se registró que los niños han sufrido de diarrea producto de alimentos contaminados y agua mal tratada y que por lo general han acudido al puesto de salud de la zona. Otro dato relevante es de 32 casos de niños que han sufrido de enfermedades a la piel posiblemente producto de la falta de higiene por los escasos del recurso hídrico y de la contaminación del medio ambiente por no contar con un sistema de alcantarillado que garantice la salubridad de la población en edad de riesgo.

3.1.4.3. Pobreza

Los ingresos mensuales de las familias están de acuerdo a las ganancias acumuladas por todos sus integrantes y tenemos que el 50.1% tiene un ingreso familiar de S/.501.00 hasta S/.1000.00 y el 89.0% tiene un ingreso inferior a S/.1500 nuevos soles; además el ingreso promedio es de S/. 918.00 nuevos soles del total de los encuestados (Véase Cuadro N°14).

Cuadro N° 14: Ingreso mensual de la familia

Ingreso mensual (S/.)	N°	%
Hasta 500	111	20.1
De 501 a 1000	277	50.1
De 1001 a 1500	104	18.8
De 1501 a 2000	29	5.2
De 2001 a 2500	08	1.4
De 2501 a 3000	01	0.2
De 3001 a 3500	02	0.4
De 3501 a 4000	03	0.5
De 4001 a más	18	3.3
Total	553	100.0

Fuente: Encuesta Socio-económica de Conhydra (2015)

Para los gastos que se generan por los servicios antes mencionados, tenemos que más de la mitad (57.6%) realiza un gasto moderado de S/.100.00 nuevos soles y el 0.7% realiza un gasto mensual de S/.301.00 hasta S/.400.00, además el gasto promedio que realizan las personas encuestadas es de S/.104.00 mensual y el monto que más se repite es S/.65.00 mensuales (Véase Cuadro N°15). Por lo general las familias que viven en la zona de estudio son inmigrantes de provincias en busca de un trabajo, que por lo general es de obreros, vendedores ambulantes o mano de obra no calificada en general.

Cuadro N° 15: Gasto mensual por los servicios

Gastos mensuales (S/.)	N°	%
Hasta 100	234	57.6
De 101 hasta 150	105	25.9
De 151 hasta 250	58	14.3
De 251 hasta 300	06	1.5
De 301 hasta 400	03	0.7
De 401 a más	00	0.0
Total	406	100.0

Fuente: Encuesta Socio-económica de Conhydra (2015)

3.1.4.4. Entidades involucradas

Para identificar a las entidades involucradas en el proyecto de inversión, se realizó una matriz de involucrados, en la cual se detallan los acuerdos y compromisos de estos en el proyecto y se nota en el siguiente cuadro.

Cuadro N° 16: Matriz de involucrados

Involucrados	Problemas	Intereses	Estrategias del PIP	Acuerdos y compromisos
SEDAPAL	<ul style="list-style-type: none"> • Existe una limitada cobertura de los servicios de agua y alcantarillado dentro de su jurisdicción. 	Brindar un servicio adecuado de abastecimiento de agua y alcantarillado.	Identificación de proyectos de instalación, ampliación o mejoramiento de los servicios de agua, alcantarillado.	<ul style="list-style-type: none"> • Participar el financiamiento del proyecto. • Asumir la operación y el mantenimiento del proyecto. • Cumplir con los estándares de calidad de los servicios.
Población beneficiada	<ul style="list-style-type: none"> • Acceden al agua de forma inadecuada y costosa, pues se proveen de cisternas. Y lo almacenado no alcanza para cubrir sus necesidades. • Disponen sus excretas y aguas residuales en cualquier lugar cercano a sus viviendas, poniendo en riesgo su salud. 	Acceder a los servicios de agua y alcantarillado.	Brindar de forma responsable información para la formulación del proyecto.	<ul style="list-style-type: none"> • Participar en la capacitación en buenas prácticas de higiene y buen uso del agua. • Cumplir con sus obligaciones mensuales de pago por los servicios recibidos.
Municipalidad distrital de Santa Rosa	<ul style="list-style-type: none"> • Limitada cobertura de agua y alcantarillado en su distrito. 	Contribuir al desarrollo adecuado de la población bajo su jurisdicción.	Promover la participación del sector público en la construcción de redes de saneamiento.	<ul style="list-style-type: none"> • Brindar facilidades administrativas y documentación necesaria de los predios. Que el PIP se enmarque en el Plan de Desarrollo Urbano del distrito.
MVCS	<ul style="list-style-type: none"> • Existencia de áreas que no cuentan con servicios de agua potable y alcantarillado en el Perú. 	Cierre de brechas y la mejora de la calidad del servicio de saneamiento a nivel Nacional.	Apoyo financiero a proyectos de saneamiento de las inversiones requeridas en la fase de preinversión.	<ul style="list-style-type: none"> • Financiamiento en la fase de preinversión e inversión del proyecto.
Ministerio de salud	<ul style="list-style-type: none"> • No mejoran indicadores de salud, ya que las personas adquieren enfermedades por falta de higiene. 	Reducción de los casos infecciosos gastrointestinales.	Promover buenos hábitos de higiene y buen uso del agua entre la población.	<ul style="list-style-type: none"> • Participar en las campañas conjuntas sobre buenas prácticas de higiene.
Ministerio de defensa	<ul style="list-style-type: none"> • El predio perteneciente al ministerio no cuenta con condiciones adecuadas de servicios de agua y saneamiento. 	Operativizar su predio en condiciones adecuadas de acceso a servicios básicos.	Ninguno	Ninguno.

Fuente: Adaptado del perfil de Estudio de Pre inversión a nivel de Perfil del Proyecto (2017)

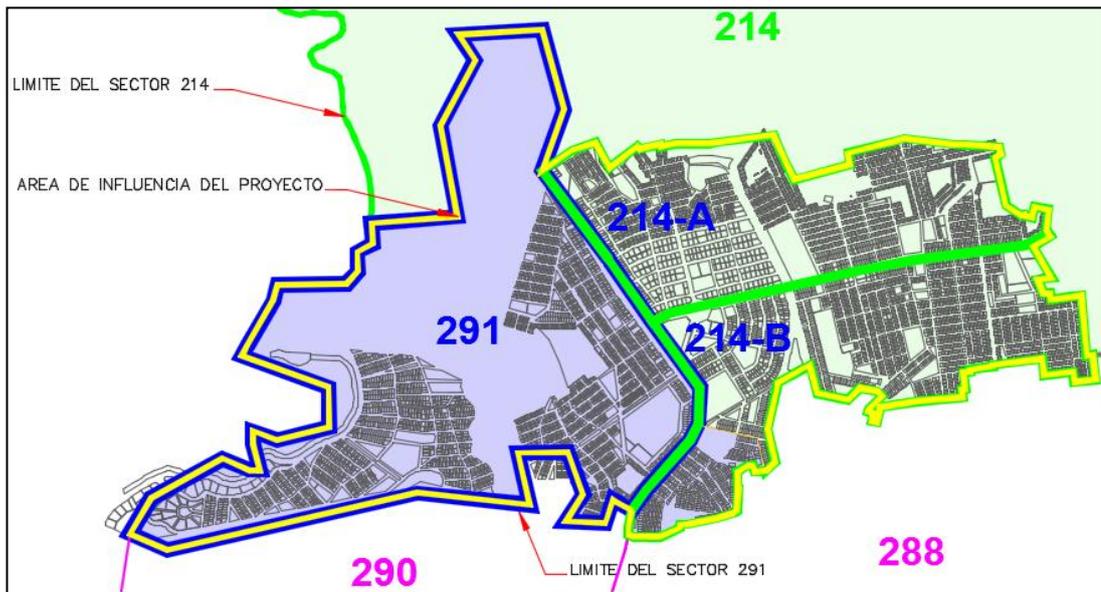
3.2. Evaluación de sistemas existentes

3.2.1. Sistema de agua potable

3.2.1.1. Sectorización

El área de estudio involucra todos los componentes del sistema de agua potable y las posibles estructuras a proyectarse dentro del límite de los sectores establecidos por la Gerencia de Desarrollo e Investigación en el estudio del Plan Maestro Optimizado de SEDAPAL, el cual abarca los sectores 214, 288, 290 y 291. De acuerdo a la siguiente figura se observan dos sectores (291 y 214) que abarcarían gran parte del área de influencia del proyecto.

Figura N° 11: Sectores de abastecimiento 214-A, 214-B y 291



Fuente: Conhydra S.A. E.S.P. Sucursal Perú (2015)

El proyecto abarca un área de 435.49 ha. y presenta un total de 11526 lotes totales habitados y no habitados distribuidos en cada sector de abastecimiento, según el siguiente cuadro.

Cuadro N° 17: Sectores de abastecimiento 214-A, 214-B y 291

Sectores de abastecimiento	Área (ha)	Habilitaciones involucradas	N° total de lotes*
214-A	103.46	PROFAM, áreas de expansión	2800
214-B	102.73	PROFAM – P.I. Santa Rosa	3080
291	229.30	ADESESEP, Brisas de Santa Rosa	5646

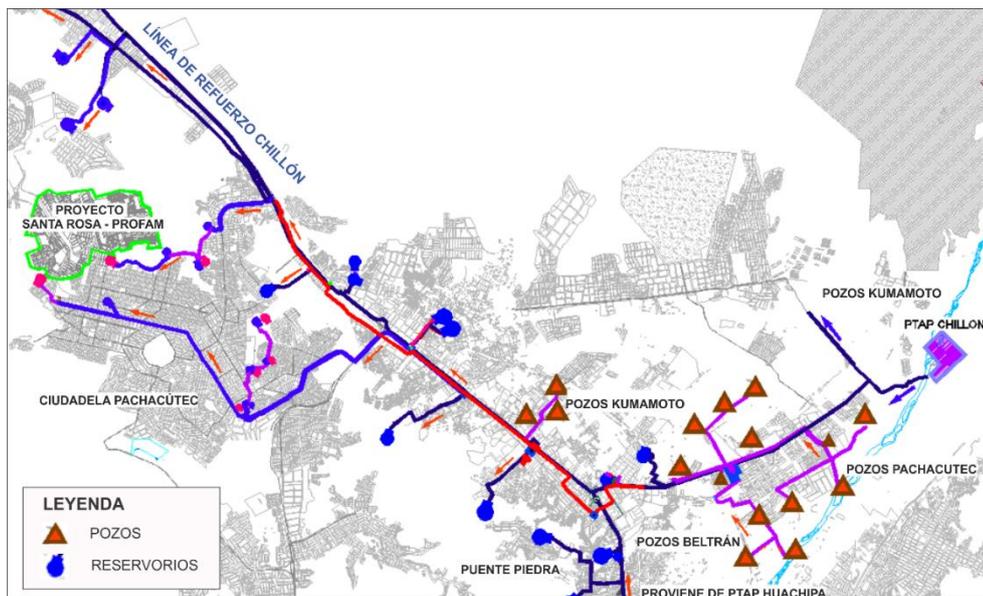
(*) Lotes totales, se refiere a la suma de lotes habitados y no habitados.

Fuente: Adaptado de Conhydra (2015)

3.2.1.2. Producción de agua potable

En el área del proyecto no se cuenta con un sistema de abastecimiento de agua potable; sin embargo, en las zonas aledañas si cuentan con el servicio y toman como fuentes de abastecimiento las aguas superficiales de la cuenca del río Chillón, las cuales son tratadas en la Planta Chillón; las aguas subterráneas de los acuíferos del valle Chillón por medio de una batería de pozos, y las aguas superficiales de la cuenca del río Rímac son tratadas en la Planta Huachipa conduciendo un caudal de 1200 lps tratado para reforzar el actual sistema por medio del ramal Norte. El proceso de producción de agua potable para las habilitaciones beneficiarias es llevado a cabo en dos plantas potabilizadoras: PTAP Chillón y PTAP Huachipa (Véase Figura N°12).

Figura N° 12: Esquema de producción de agua potable



Fuente: Conhydra S.A. E.S.P. Sucursal Perú (2015)

La PTAP Chillón a la fecha tiene una capacidad de procesamiento de 2.00 m³/s, caudal que es distribuido en los distritos de Comas, Carabayllo, Puente Piedra, Ventanilla, Santa Rosa y Ancón. En esta época de estiaje para compensar la disminución del caudal ofertado, se hace uso del caudal extraído por una de una batería de 28 pozos que entran en operación, con equipamiento ubicados en la zona de Carabayllo - Puente Piedra con un caudal de extracción promedio de 1000.00 l/s.

Actualmente se vienen realizando obras que provienen desde la PTAP Huachipa, para reforzar el caudal hacia los distritos de Ventanilla, Santa Rosa y Ancón, que incrementará la disponibilidad de agua potable en 1.2 m³/s. La PTAP Chillón sirve también para abastecer los distritos de Comas y Carabayllo, con las obras actuales estos dos distritos serán abastecidos por la nueva planta de tratamiento de agua potable Huachipa, liberando este caudal para ser utilizados por los pobladores de los distritos de Ancón, Santa Rosa y Ventanilla.

3.2.1.3. Sistema de distribución primaria

El Equipo de Gestión de Proyectos Norte – SEDAPAL (2015) indica que en el estudio del “Modelamiento Hidráulico Actualizado del Sistema Chillón y Ramal Norte” se incluyen el esquema de PROFAM, Santa Rosa y Ancón, así como el Esquema Integral Villas de Ancón; donde se indica que se proyecta una línea paralela a la existente en el tramo Villa Estela – Villa Ancón que se empalmará a la línea de refuerzo del sistema Chillón e integrará con el Ramal Norte proyectada en el Esquema Macro Proyecto Pachacútec. En esta línea proyectada del tramo Villa Estela – Villa Ancón se ha dispuesto la cámara de derivación (CD-01) para el esquema PROFAM.

Cabe resaltar que se ha realizado el proyecto “Instalación de los sistemas de agua potable y alcantarillado del esquema Integral Villas de Ancón – Distrito de Ancón”, este tendrá dentro de sus alcances la demanda requerida para este y otros proyectos asegurando la oferta de agua que se usará en el presente proyecto. Se

utilizará una derivación (tubería de diámetro 350 mm HD) en la línea de conducción que abastecerá a la población beneficiada.

Para ello realizaron modelamientos en diversos escenarios, donde se puede observar el comportamiento de la línea de conducción considerando los caudales que se necesitarán para los proyectos que forman parte de este sistema, entre ellos el presente proyecto; donde se llega a la conclusión que con las obras existentes y el funcionamiento de las obras proyectadas para el reforzamiento de la Matriz Chillón tomando como escenario el año 2018 se garantiza el servicio de agua potable con un superávit de 279.43 lps

Asimismo, en el estudio se plantea para la alternativa 1 el punto de empalme con la línea de refuerzo Chillón (proyectada en el Esquema Macro Proyecto Pachacútec), en la intersección de la Av. Panamericana Norte y la Av. Los Arquitectos, se encuentra una línea de gradiente hidráulica de 253.45 m.c.a.; en el punto de empalme de la intersección de la Av. Panamericana Norte y la Av. Los Arquitectos (coordenadas X=268053.8 y Y=8693087.5).

La matriz Chillón es la línea de conducción que tiene como inicio en la PTAP Chillón ubicado en la cota 319 msnm con coordenadas UTM-WGS1984: 282315 E, 8692177 N y que abastece actualmente los distritos de Comas, Carabayllo, Puente Piedra, Ventanilla, Santa Rosa y Ancón.

El segundo ramal de la matriz Chillón, denominado Matriz Chillón-Huacoy-Ancón, que abastece a los distritos de Puente Piedra, Ventanilla, Santa Rosa y Ancón, y recorre la Av. San Juan hasta llegar a la Av. Panamericana Norte por donde continúa su recorrido alimentando a los reservorios de cabeceras que se encuentran ubicados a ambos lados de la Av. Panamericana, esta línea de conducción está conformada por tuberías de Hierro Dúctil de DN 1200, 1000, 900, 600 y 500mm. Esta matriz cuenta con diferentes cámaras de derivación, de las cuales las más cercanas a la zona del proyecto son las cámaras de derivación ubicadas en el Km. 39 y 43 de la Panamericana Norte.

La cámara de derivación Km. 39 de la Panamericana Norte (Véase Figura N°13) se encuentra ubicada entre las avenidas Panamericana Norte y la Avenida Los Arquitectos; la línea de conducción tendrá su origen en la Matriz Chillón de DN 500 mm, la tubería que sale de la cámara es de DN 300 mm y va en dirección hacia el reservorio RRE-04 cuyo volumen de almacenamiento es de 1000 m³.

Figura N° 13: Cámara de derivación (Km. 39 de la Panamericana Norte)



Fuente: Elaboración propia

La cámara de derivación Km. 43 de la Panamericana Norte (Véase Figura N°14) se encuentra ubicada entre las avenidas Panamericana Norte y la Avenida Alejandro Bertello. La línea de conducción tendrá su origen en la Matriz Chillón de DN 350 mm, la tubería que sale de la cámara es de DN 250 mm y va en dirección hacia los reservorios RE-6 (Ancón), R- Gemelos Sta. Rosa y el RE-05 (Arboleda 1).

Figura N° 14: Cámara de derivación (Km. 43 de la Panamericana Norte)

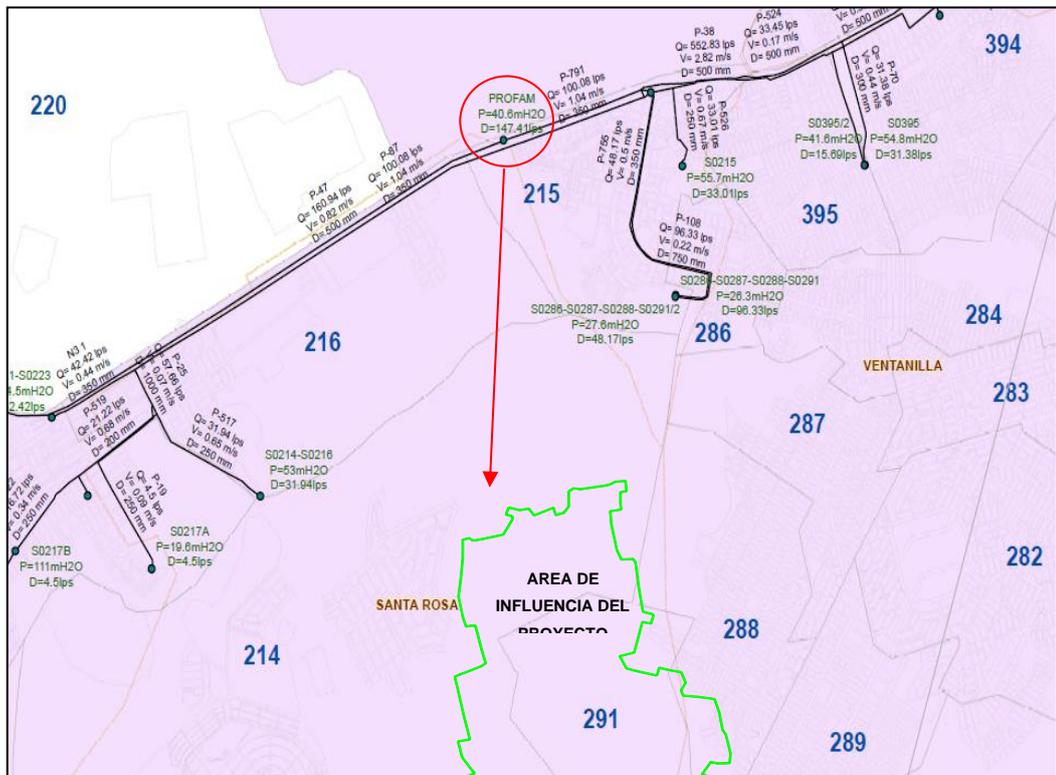


Fuente: Elaboración propia

En el 2015 se tuvo programado la puesta en operación de la “Línea de Derivación” del Ramal Norte hacia el área de influencia del Proyecto Chillón, que forma parte del Esquema Pachacútec; la cual permitirá conducir un caudal estimado de 1.2 m³/s conectará a la cámara de interconexión CI-B que pertenece a los trabajos de reforzamiento de la línea Chillón mediante una tubería de 1000 mm HD, estas aguas serán provenientes de la PTAP Huachipa.

Además, como se mencionó anteriormente con el Plan Maestro Optimizado de SEDAPAL, se realizaron evaluaciones mediante escenarios en diferentes años, garantizando el caudal necesario para el proyecto de PROFAM. De acuerdo al análisis de modelamiento hidráulico de la matriz Chillón, se tiene los siguientes resultados para el año 2018, como se observa en la figura N°15, donde se estima un caudal de 147.41 lps para el proyecto PROFAM, con una presión de 40.6 mH2O.

Figura N° 15: Esquema de distribución primaria existente Matriz Chillón



Fuente: Equipo Técnico Norte (2015)

3.2.2. Sistema de alcantarillado

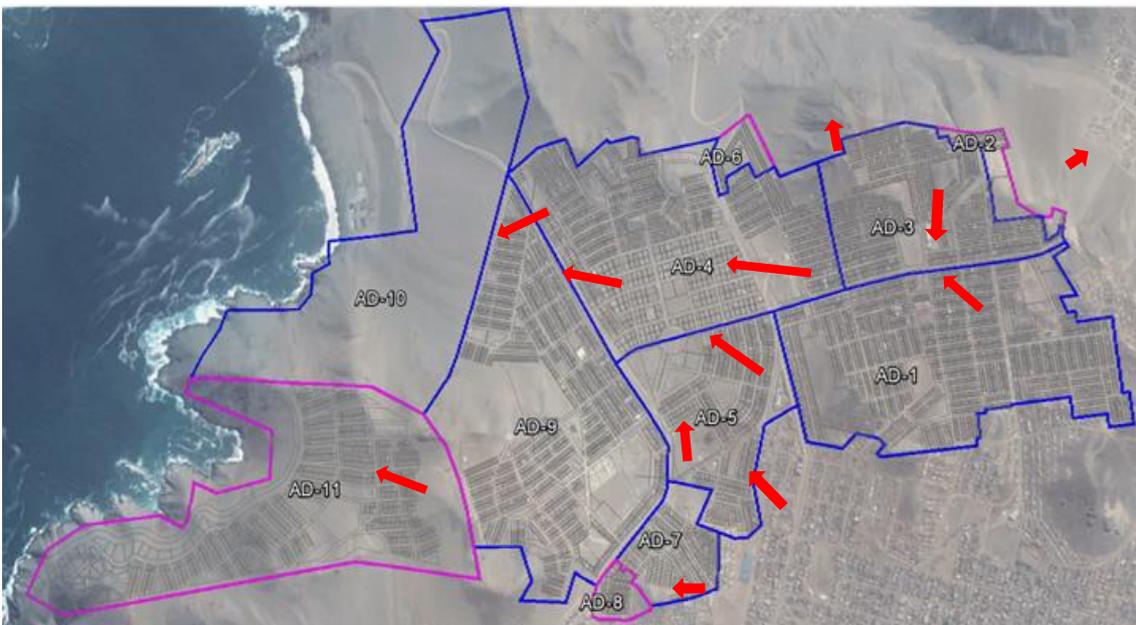
En el área del proyecto no existe un sistema que sea capaz de transportar las aguas residuales por lo que es necesario la instalación y construcción de un sistema de alcantarillado, pero si se encontraron redes existentes en las zonas aledañas como es en el caso de Pachacútec.

3.2.2.1. Áreas de drenaje

Las áreas de drenaje identificadas dentro del área de influencia del proyecto “Instalación de los sistemas de agua potable y alcantarillado para la Asociación PRO Vivienda PROFAM Perú, distrito de Santa Rosa” se muestran en la siguiente figura y están determinadas por la topografía del terreno.

El área de drenaje natural de las habilitaciones beneficiadas discurre en su mayoría hacia las playas de Santa Rosa (Véase Cuadro N°18), requiriéndose realizar estudios técnico-legales sobre la posibilidad de plantear una PTAR (Planta de Tratamiento de Aguas Residuales) y contar con la disposición de los terrenos para ese fin.

Figura N° 16: Áreas de drenaje



Fuente: SEDAPAL (2015)

Cuadro N° 18: Puntos de descarga y lotes totales por área de drenaje

Área de drenaje	Lotes totales (2015)	Área (ha)	Punto de descarga
AD-1	2194	60.85	Av. Playa Hondable
AD-2	38	5.03	Calle Nazca
AD-3	961	30.73	Av. Playa Hondable
AD-4	1481	64.70	Av. Santa Rosa
AD-5	485	29.19	Av. Santa Rosa
AD-6	67	3.67	Calle Manu
AD-7	329	10.45	Av. Santa Rosa
AD-8	72	2.82	Calle Los Ruiseñores
AD-9	1872	73.98	Zona Playa Hondable
AD-10	2700	8.63	Zona Playa Hondable
AD-11	1074	77.46	Calle Santa María
AE-1	234	5.64	Calle El Salvador
AE-2	74	2.54	Calle Viru
AE-3	36	2.82	Calle El Carmen
AE-4	65	3.38	Calle Huarmey
AE-6	78	6.75	Calle Manu

Fuente: Conhydra (2015)

Algunas áreas de drenaje señaladas, discurren hacia poblaciones aledañas que cuentan o están en proceso de ejecución de redes de alcantarillado, por tanto, el diseño hidráulico, deberá determinar si estas estructuras son capaces de recepcionar los nuevos caudales de aporte producidos.

3.2.2.2. Conexiones domiciliarias de alcantarillado

Como resultado de la aplicación de la ficha catastral en el área de influencia se puede aseverar que el 100% de los lotes de las habilitaciones beneficiadas se ha visto en la necesidad de acondicionar sus viviendas con sistemas que permitan la eliminación de las excretas, ya sean de manera precaria (silos, letrinas) como en un menor porcentaje de tipo arrastre hidráulico.

De las viviendas habitadas, se ha obtenido que la modalidad de eliminación de excretas que presenta mayor frecuencia es el uso de silos al interior del lote, registrados en el 62.3% de viviendas, como segunda modalidad más frecuente es representada por el 10.3% de lotes que cuentan con letrinas con arrastre; así

mismo respecto a la eliminación de excretas al exterior de la vivienda se observa que el 1.8% de viviendas hace uso del lote vecino y las demás modalidades de eliminación de excretas se observan que son porcentajes poco representativos (Véase Cuadro N°19).

Cuadro N° 19: Eliminación de excretas

Modalidad de eliminación de excretas		N.º	%
Eliminación de excretas al interior de la vivienda	Bacín	10	0.3
	Letrina con arrastre	387	10.3
	Letrina seca	60	1.6
	Silo al interior de lote	2345	62.3
	Otro	2	0.1
Eliminación de excretas al exterior de la vivienda	Empaqueta	3	0.1
	Letrina seca	3	0.1
	Lote vecino	69	1.8
	Silo fuera del lote	39	1.0
No respuesta		845	22.5
Total		3763	100.0

Fuente: Ficha de Levantamiento Catastral, Conhydra (2015)

3.2.2.3. Sistema de recolección secundaria

El buzón existente BE-1 (Véase Figura N°17) que pertenece al Proyecto Esquema Pachacútec está ubicado entre la intersección del Pje.4 y la Av. Santa Rosa, en el límite del Proyecto Esquema Pachacútec como se ve en la siguiente imagen. Este buzón recolectara las aguas servidas del AD-8.

Figura N° 17: Buzón existente BE-1

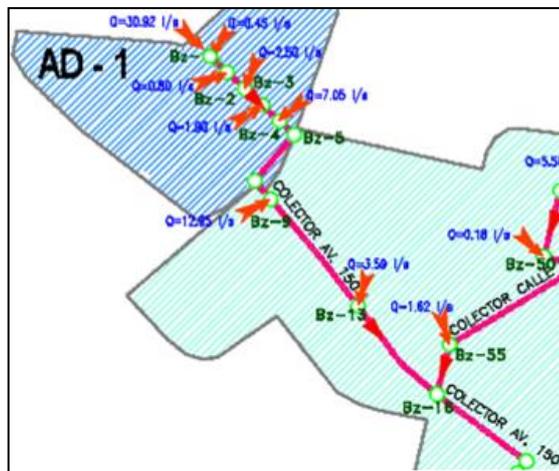


Fuente: Elaboración propia

3.2.2.4. Colectores primarios y líneas de rebose

Asimismo se analizó las estructuras hidráulicas existentes que puedan brindar posibles puntos de empalme para un sistema proyectado, como son los colectores principales existentes son el colector Calle Av. 150 de DN 200mm PVC-UF S-25 según su modelamiento hidráulico esta dimensionada para recolectar 36.20 l/s del área de drenaje AD-1 y parte del área de drenaje AD-4 del Proyecto Esquema Pachacútec, está ubicado a lo largo de la Av. Santa Rosa y la Av. 150 Izquierda (Véase Figura N°18).

Figura N° 18: Caudales de aporte de los Colectores Calle 51 y Av. 150



Fuente: SEDAPAL(2015)

3.2.2.5. Tratamiento y disposición final de las aguas servidas

Tanto La PTAR Ventanilla, PTAR de Ancón y PTAR Santa Rosa administradas y operadas por SEDAPAL, se encuentra trabajando en su máxima capacidad, no pudiendo recibir nuevos aportes. SEDAPAL viene elaborando el proyecto "Instalación de los sistemas de agua potable y alcantarillado del esquema Integral Villas de Ancón – Distrito de Ancón" el cual contempla el cierre de la Planta de Tratamiento de Agua Residual (PTAR) Ancón y la construcción de una nueva planta de tratamiento denominado PTAR Conchitas, el que se construirá en un área cercana a la PTAR Ancón.

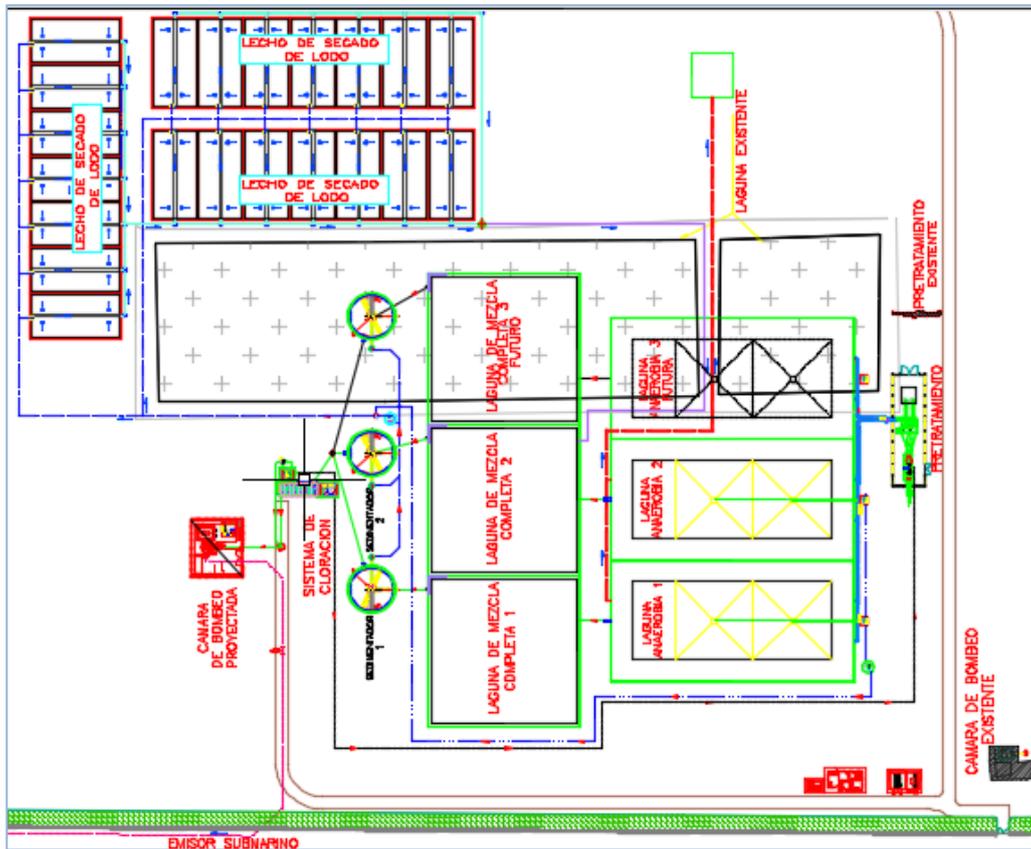
La PTAR Conchitas tendrá capacidad para tratar 105.28 l/s en promedio, tendrá por componentes un canal de ingreso, cámara de rejas, desarenador, laguna anaerobia, laguna de mezcla completa, sedimentador secundario, sistema de cloración y lechos de secado (Véase Cuadro N°20 y Figura N°19).

Cuadro N° 20: Componentes de la PTAR Conchitas

Componente	Características	Capacidad (L/S)
Canal de Entrada	Conformado por cámaras de entrada y desarenador	105.28
Laguna Anaerobia	Cada laguna contará con 2 tolvas para retiro de lodos, de 26 m de lado en el borde superior, y 2 m de lado en el borde inferior, de 0.60 m de profundidad	105.28
Laguna de Mezcla completa	se proyectan tres lagunas de mezcla completa cada una de 50.00 m de largo, 50.0 m de ancho y 3.00 metros de profundidad, donde se aplica aire mediante 4 aireadores de 10 HP.	35 cada unidad
Sedimentador	Los sedimentadores (3), de forma circular de 15.20m de diámetro interior y 15.80 m de diámetro exterior, el ingreso es por la parte central baja mediante tuberías de 250mm, la salida por el borde exterior conformado por un vertedero de concreto de 0.40 m de ancho y 0.38 m de altura.	35 c/u
Cámara de contacto	Constituida por una cámara de contacto de 12.00 m x 4.20 m y una caseta de cloración, en donde se instalarán los equipos de cloración; el tiempo de contacto será de 30 minutos	105.28
Lechos de secado	Se dispondrán mediante 14 unidades de un Ancho de 15m y de Largo de 30m.	105.28

Fuente: SEDAPAL (2015)

Figura N° 19: Esquema PTAR Conchitas



Fuente: Conhydra (2015)

3.3. Cálculo poblacional

En el distrito de Santa Rosa, se utilizaron los datos de los censos realizados durante el periodo 1993-2007 descritos en la Cuadro N°11 y la fórmula N°1 descrita en el marco teórico, teniendo como resultado a la tasa de crecimiento intercensal del distrito de Santa Rosa en 7.614% y para el ámbito de Lima en 2.074%.

En el presente proyecto, como se mencionó anteriormente existen áreas marcadas que son el área de expansión y al área consolidada, para el cálculo de la población se utilizó la tasa de 7.6%, que es la tasa de crecimiento del distrito, hasta que alcance el número total de lotes(un crecimiento horizontal), una vez copado todos los lotes del área estudiada, la tasa de crecimiento que se considera es el 2%, que es la tasa de crecimiento de Lima metropolitana (crecimiento de la densidad habitacional); esto se puede notar en el siguiente cuadro.

Cuadro N° 21: Tasa crecimiento anual de población

Periodo	Año	Tasa de crecimiento	Total	N° viviendas	Densidad poblacional de total de lotes
Base	2015	7.614%	11,835	3,710	1.67
-1	2016	7.614%	12,736	3,914	1.80
0	2017	7.614%	13,706	4,129	1.93
1	2018	7.614%	15,768	4,656	2.22
2	2019	7.614%	16,968	4,912	2.39
3	2020	7.614%	18,260	5,182	2.57
4	2021	7.614%	19,650	5,467	2.77
5	2022	7.614%	21,147	5,767	2.98
6	2023	7.614%	22,757	6,084	3.21
7	2024	7.614%	24,489	6,418	3.45
8	2025	7.614%	26,354	6,771	3.72
9	2026	7.614%	27,685	6,973	3.90
10	2027	7.614%	28,683	7,082	4.04
11	2028	2.074%	29,264	7,083	4.13
12	2029	2.074%	29,857	7,084	4.21
13	2030	2.074%	30,462	7,085	4.29

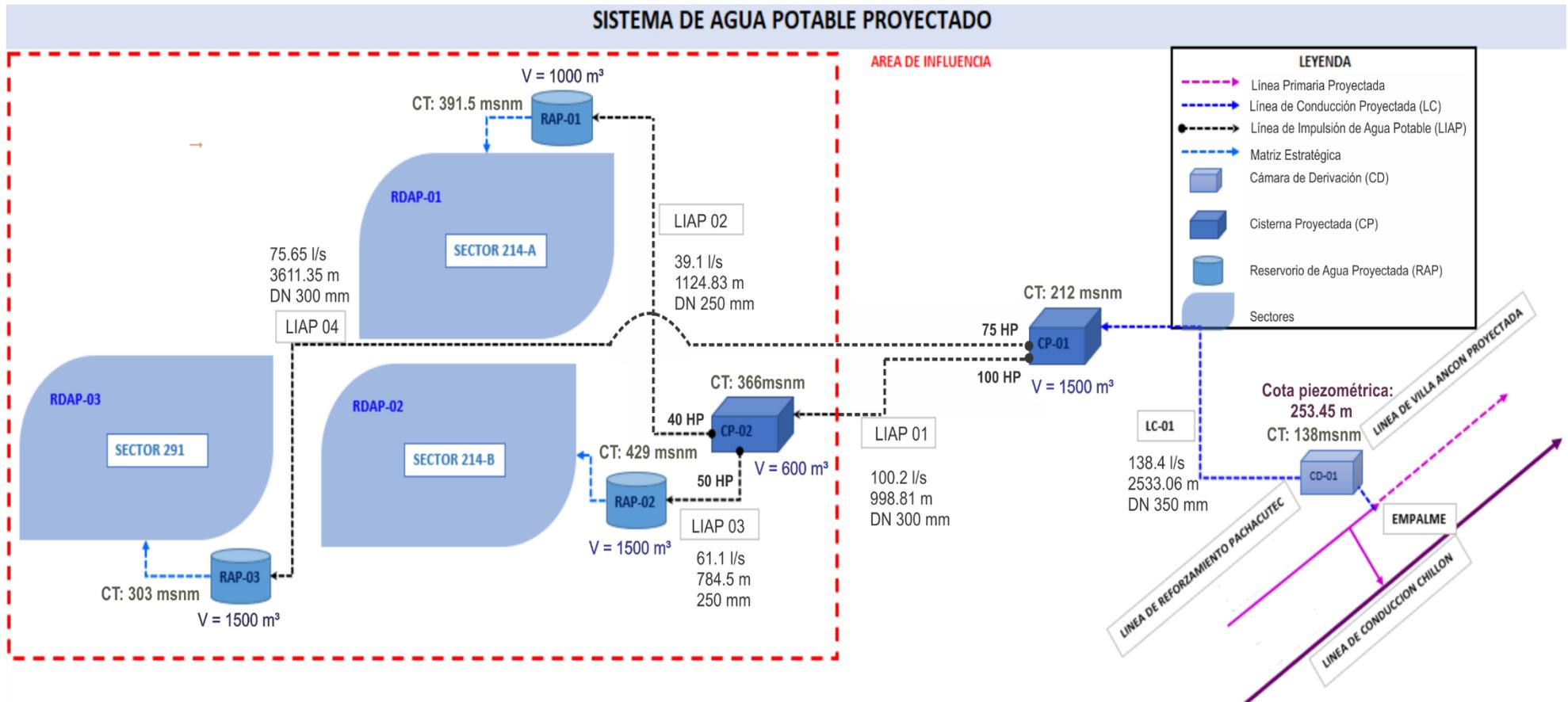
Periodo	Año	Tasa de crecimiento	Total	N° viviendas	Densidad poblacional de total de lotes
14	2031	2.074%	31,079	7,086	4.38
15	2032	2.074%	31,708	7,087	4.47
16	2033	2.074%	32,351	7,088	4.56
17	2034	2.074%	33,006	7,090	4.65
18	2035	2.074%	33,675	7,091	4.75
19	2036	2.074%	34,357	7,092	4.84
20	2037	2.074%	35,053	7,093	4.94

Fuente: Elaboración propia.

3.4. Diseño y modelamiento del sistema de agua potable

Como sistema de agua potable propuesto para el proyecto PROFAM, se considera un punto de empalme en la línea de refuerzo del sistema Chillón, de este punto sale una línea de conducción hasta llegar a la CP-01, desde aquí se realiza un bombeo para la CP-02 y otro para el RAP-03. Además de la CP-02 salen dos bombes independientes para el RAP-01 y el RAP-02. Finalmente, de cada uno de los reservorios proyectados salen las troncales estratégicas y redes de distribución para abastecer la población del área de estudio (Véase Figura N°20).

Figura N° 20: Esquema del sistema de agua potable proyectado



Fuente: Elaboración propia.

3.4.1. Periodo óptimo de diseño

Para determinar el periodo óptimo de diseño de los componentes del sistema de agua potable se utilizarán los factores de economía de escala, descritos en el cuadro N°22, entonces resumen del periodo óptimo de diseño esta descrito en el siguiente cuadro:

Cuadro N° 22: Período óptimo de diseño del Sistema de agua potable

Unidades	Periodo de diseño para expansión sin déficit inicial (x)	Periodo de diseño para expansión con déficit inicial (xop)	Periodo de diseño de las estructuras
Línea de Conducción	15.19	20.41	20
Línea de Impulsión	15.19	20.45	20
RAP 1	8.33	12.03	13
RAP 2	8.33	12.20	13
RAP 3	8.33	10.81	11
Redes de Agua	13.17	18.13	18

Fuente: Elaboración propia.

3.4.2. Demanda de agua potable

Para realizar el cálculo de la demanda, se necesita conocer el número de lotes totales por tipo de uso (domestico, comercial, industrial, social, estatal y multifamiliar), tal como se indica en el cuadro N°23 y la demanda proyectada en el cuadro N°24.

Cuadro N° 23: Conexiones totales según su tipo de uso

Sector	Domestico	Comercial	Industrial	Social	Estatal	Multifamiliar	Total
Sector 214-A	2,300	31	191	15	10	0	2,547
Sector 214-B	2,533	48	5	26	22	0	2,634
	434	2	0	5	5	0	446
Sector 291	1,826	14	0	11	21	0	1,872
	1,031	2	0	1	6	34	1,074
	2,700	0	0	0	0	0	2,700
Sector 214-A (Expansión)	73	0	0	0	1	0	74
	36	0	0	0	0	0	36
	65	0	0	0	0	0	65
	78	0	0	0	0	0	78

Cuadro N° 24: Demanda proyectada para el sistema de agua potable

Año		Población Total	Consumo de agua (l/día) ^{*(1)}							Pérdidas (%)	Demanda de agua			Demanda de volumen de almacenamiento (m ³) ⁽⁶⁾
			Doméstica	Comercial	Industrial	Social	Estatal	Multi Familiar	Total ⁽²⁾		Qad ⁽³⁾ (lt/seg)	Qmd ⁽⁴⁾ (lt/seg)	Qmh ⁽⁵⁾ (lt/seg)	
Base	2015	14,355	0	0	0	0	0	0	0	0.00%	0.00	0	0	0
-1	2016	15,448	0	0	0	0	0	0	0	0.00%	0.00	0	0	0
0	2017	16,625	0	0	0	0	0	0	0	0.00%	0.00	0	0	0
1	2018	17,890	2,566,758	182,374	53,070	36,712	52,927	10,794	2,902,637	25.00%	44.79	58.23	80.63	1,590
2	2019	19,252	2,707,770	182,470	57,111	39,508	56,957	11,616	3,055,432	25.00%	47.15	61.30	84.87	1,665
3	2020	20,718	2,856,529	182,913	61,459	42,516	61,294	12,500	3,217,211	25.00%	49.65	64.54	89.37	1,745
4	2021	22,296	3,013,460	183,391	66,139	45,753	65,960	13,452	3,388,154	25.00%	52.29	67.97	94.12	1,829
5	2022	23,993	3,179,012	183,904	70,951	49,236	70,982	14,476	3,568,562	25.00%	55.07	71.59	99.13	1,918
6	2023	25,820	3,353,660	185,709	76,129	52,985	76,387	15,578	3,760,448	25.00%	58.03	75.44	104.46	2,012
7	2024	27,786	3,537,902	187,651	81,702	57,019	82,203	16,764	3,963,241	25.00%	61.16	79.51	110.09	2,112
8	2025	29,901	3,678,355	189,740	87,699	59,950	88,461	18,041	4,122,247	25.00%	63.61	82.70	114.51	2,187
9	2026	31,066	3,801,243	191,989	94,153	63,105	95,197	19,414	4,265,101	25.00%	65.82	85.57	118.48	2,251
10	2027	39,106	4,690,786	194,409	101,098	66,500	102,445	20,893	5,176,129	25.00%	79.88	103.84	143.78	3,079
11	2028	39,910	4,692,832	195,118	103,134	67,195	104,569	21,326	5,184,174	25.00%	80.00	104.00	144.00	3,083
12	2029	49,833	5,744,291	195,842	105,211	67,906	106,738	21,768	6,241,756	25.00%	96.32	125.22	173.38	3,681
13	2030	50,859	5,747,001	196,581	107,332	68,631	108,951	22,220	6,250,716	25.00%	96.46	125.40	173.63	3,687
14	2031	51,902	5,749,315	197,336	109,497	69,371	111,211	22,680	6,259,410	25.00%	96.60	125.57	173.87	3,691
15	2032	55,361	6,011,693	198,106	111,707	70,126	113,517	23,151	6,528,300	25.00%	100.75	130.97	181.34	3,844
16	2033	56,494	6,013,868	198,891	113,963	70,898	115,871	23,631	6,537,121	25.00%	100.88	131.15	181.59	3,849
17	2034	57,650	6,016,043	199,694	116,266	71,685	118,274	24,121	6,546,082	25.00%	101.02	131.33	181.84	3,854
18	2035	58,830	6,018,221	200,513	118,616	72,488	120,727	24,621	6,555,185	25.00%	101.16	131.51	182.09	3,859
19	2036	60,034	6,020,399	201,349	121,015	73,308	123,230	25,132	6,564,433	25.00%	101.30	131.69	182.35	3,864
20	2037	61,262	6,022,579	202,202	123,464	74,145	125,786	25,653	6,573,829	25.00%	101.45	131.88	182.61	3,869

(*) Para hallar el consumo se ha utilizado el consumo promedio de los sectores 214 y 216 por su proximidad y semejanza a la población de PROFAM.

(1) El consumo de agua por tipo de conexión, se calcula de la siguiente manera: Consumo de agua (lt/d) = Cantidad del tipo de conexión x Consumo por tipo de conexión (m³/mes) x1000x30

(2) El consumo de agua total se calcula sumando los tipos de consumo de agua: doméstica, comercial, industrial, social, estatal y multifamiliar en unidades lt/día.

(3) Se calcula según lo siguiente: Qad (lt/seg) = Consumo de agua total (lt/día) / (1- Pérdidas (25%)) x(1min/60seg) x(1h/60min) x(1d/24h)

(4) Se calcula según lo siguiente: Qmd (lt/seg) = Qad (lt/seg) x K1(1.3), según R.N.E. (2006)

(5) Se calcula según lo siguiente: Qmh (lt/seg) = Qad (lt/seg) x K2 (1.8), según R.N.E. (2006)

(6) El volumen total o demandado se calcula sumando el volumen de regulación, volumen contra incendio (50m³) acorde al R.N.E. (2006) y volumen de reserva. Para esto, se considera:

$V_{reg} = \text{Coeficiente de volumen de regulación} \times Qad \text{ (m}^3/\text{año)} \times 86.4 \times \text{Factor de funcionamiento (1.33)}$ y $V_{reserva} = \text{Coeficiente de volumen de reserva (0.07)} \times Qmd \times 86.4$

Fuente: Conhydra(2015)

3.4.3. Brecha de la demanda-oferta

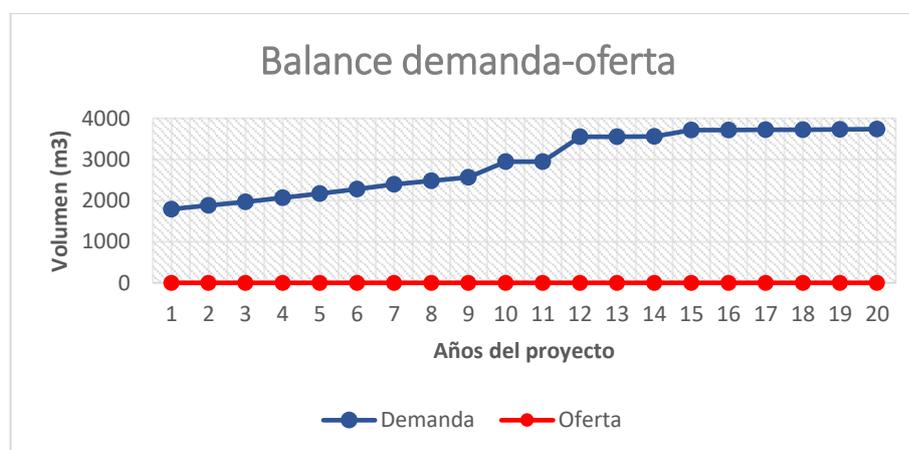
Luego de calcular la demanda, se realiza el balance de la oferta-demanda de agua potable, teniendo en consideración que acorde a la evaluación del sistema de agua potable en el área de estudio la oferta neta de agua potable es 0.00 m³/año. Los resultados se describen en la siguiente tabla y figura.

Cuadro N° 25: Balance demanda-oferta de agua potable

Año	Oferta actual (m ³ /día)	Demanda Proyectada (m ³ /día)	Balance (m ³ /día)	
1	2018	0	1793	-1793
2	2019	0	1879	-1879
3	2020	0	1971	-1971
4	2021	0	2067	-2067
5	2022	0	2169	-2169
6	2023	0	2278	-2278
7	2024	0	2392	-2392
8	2025	0	2482	-2482
9	2026	0	2563	-2563
10	2027	0	2945	-2945
11	2028	0	2949	-2949
12	2029	0	3548	-3548
13	2030	0	3553	-3553
14	2031	0	3557	-3557
15	2032	0	3710	-3710
16	2033	0	3714	-3714
17	2034	0	3719	-3719
18	2035	0	3724	-3724
19	2036	0	3729	-3729
20	2037	0	3736	-3736

Fuente: Conhydra (2015)

Figura N° 21: Balance demanda-oferta



Fuente: Conhydra (2015)

3.4.4. Cálculo de reservorios

Para determinar los reservorios proyectados de agua potable (RAP) se realizaron los cálculos descritos en el Anexo III, por ello, se consideró el volumen de regulación, volumen contra incendio y volumen de reserva para poder obtener el volumen requerido por cada sector y escoger el volumen para el diseño de estos. Como resultado, se plantea construir 3 reservorios denominados: RAP-01 (capacidad de 1000 m³), RAP-02 (capacidad de 1500 m³) y RAP-03 (capacidad de 1500 m³) (Véase Cuadro N°25).

Cuadro N° 26. Volumen requerido por reservorio proyectado

Reservorio	Sector	Volumen de regulación (m ³)	Volumen contra incendio (m ³)	Volumen de reserva (m ³)	Volumen requerido (m ³)	Volumen escogido (m ³)
RAP-01	214-A	641	50	175	866	1000
RAP-02	214-B	1008	50	275	1333	1500
RAP-03	291	1130	50	308	1488	1500

Fuente: Elaboración propia.

3.4.5. Cálculo de cisternas

Para determinar el volumen de las cisternas proyectadas (CP) se realizaron los cálculos descritos en el Anexo II, donde se realiza un balance de masas tomando como punto de partida las horas de bombeo proyectadas y el ingreso de agua a la CP-01, tomando en cuenta las recomendaciones de SEDAPAL. Con base a los cálculos realizados, se obtuvo para las dos cisternas un volumen total de 2076 m³, donde la CP-01 tiene un volumen de 1500 m³ y la CP-02 un volumen de 600 m³, equilibrando de la mejor manera el sistema (Véase Cuadro N°26).

Cuadro N° 27: Volumen total de las Cisternas

Qmd (año 2037):	138.4 L/s
Volumen por consumo doméstico	11956.46 m ³ /día
% de consumo medio diario:	17.36%
Volumen de consumo:	2075.78 m ³
Volumen total de las Cisternas	2076 m ³

Fuente: Elaboración propia.

3.4.6. Modelamiento de líneas de conducción e impulsión

El sistema de agua potable propuesto para el proyecto PROFAM considera un punto de empalme en la línea de refuerzo del sistema Chillón, de este punto sale una línea de conducción hasta llegar a la CP-01; desde aquí, se realiza un bombeo para la CP-02 y otro para el RAP-03, además de la cisterna proyectada (CP-02) salen dos bombeos independientes hacia el RAP-01 y el RAP-02. Luego, se realizó el modelamiento hidráulico de las líneas de conducción e impulsión proyectadas para el periodo de diseño para los siguientes escenarios: Año 1 (2018) utilizando el caudal máximo diario para el Año 10 (2027) y el año 20 (2037), utilizando el programa WaterGEMS, cuyos cálculos están descritos en el Anexo I para las líneas de impulsión, y el resumen se encuentra en el siguiente cuadro.

Cuadro N° 28: Dimensionamiento de líneas de conducción e impulsión

TIPO DE LÍNEA PROYECTADA	CAUDAL TRANSPORTADO (L/s)	LONGITUD (m)	DIAMETRO (mm)	VELOCIDAD (m/s)
Conducción: Empalme a la CP-01	138.4	2533.06	350	1.34
Impulsión: CP-01 a la CP-02	100.2	998.81	300	1.31
Impulsión: CP-02 al RAP-01	39.1	1124.83	250	0.73
Impulsión: CP-02 al RAP-02	61.1	784.5	250	1.15
Impulsión: CP-01 al RAP-03	75.6	3611.35	300	0.99

Fuente: Elaboración propia.

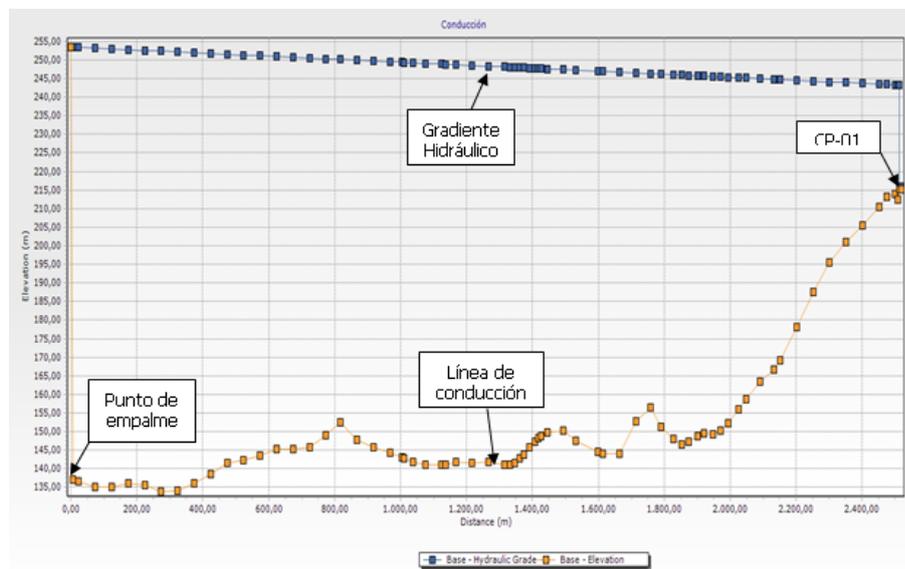
3.4.6.1. Línea de conducción: Empalme a la CP-01

La línea de conducción parte desde el punto de empalme ubicado en la intersección de la Panamericana Norte con la Av. Los Arquitectos, en las coordenadas X=268053.8 y Y=8693087.5, hasta llegar a la Cisterna 01 (CP-01) proyectada. Esta línea estará conformada por tubería de Hierro Dúctil K-9, con

una longitud de 2533.06 y un diámetro nominal de 350 mm, a través de la cual transportará un caudal de 138.4 L/s.

Con los datos suministrados por SEDAPAL del punto de empalme, se verificaron las pérdidas por fricción, velocidades, presiones y se garantizó que la línea de energía sea suficiente para transportar el agua hasta llegar a la CP-01. Finalmente, se realizó la simulación del sistema utilizando el software WaterGEMS y como resultado, se obtuvo el gradiente hidráulico de la línea de conducción presentada en la siguiente figura.

Figura N° 22: Gradiente Hidráulico de la Línea de conducción



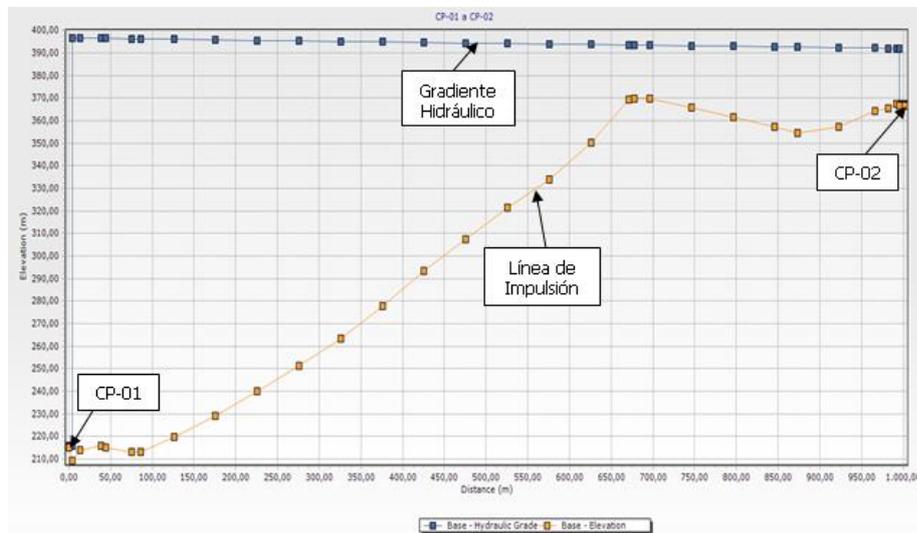
Fuente: Elaboración propia.

3.4.6.2. Línea de impulsión: CP-01 a la CP-02

En la CP-01 se proyectan 3 bombas funcionando y 1 de reserva, cada una diseñada para un $Q_b=33.40$ L/s, Altura Dinámica Total (ADT) =180.68 m y una potencia comercial de motor igual a 100 HP. La línea de impulsión estará conformada por tubería de Hierro Dúctil K-9 en todos sus tramos, esta tendrá un diámetro nominal de 250 mm desde que sale del cuerpo de cada bomba hasta el punto donde confluyen los caudales de todas las bombas. A partir de este punto se impulsará el caudal total de bombeo (100.2 L/s) a través de una tubería de 300 mm con una longitud aproximada de 998.81 m hasta llegar a la CP-02.

Se verificaron las pérdidas por fricción, velocidades, presiones y se garantizó que la línea de energía suministrada por las bombas cuente con cabeza suficiente para transportar el agua hasta la cota donde se encuentra ubicada la CP-02. Además, se realizó la simulación del sistema utilizando el software WaterGEMS y se obtiene el gradiente hidráulico (Véase figura N°23) de la impulsión el cual comprueba que las bombas le confieren la energía suficiente al agua para realizar el desplazamiento entre la CP-01 y la CP-02.

Figura N° 23: Gradiente Hidráulico de la línea de impulsión (CP-01 a la CP-02)



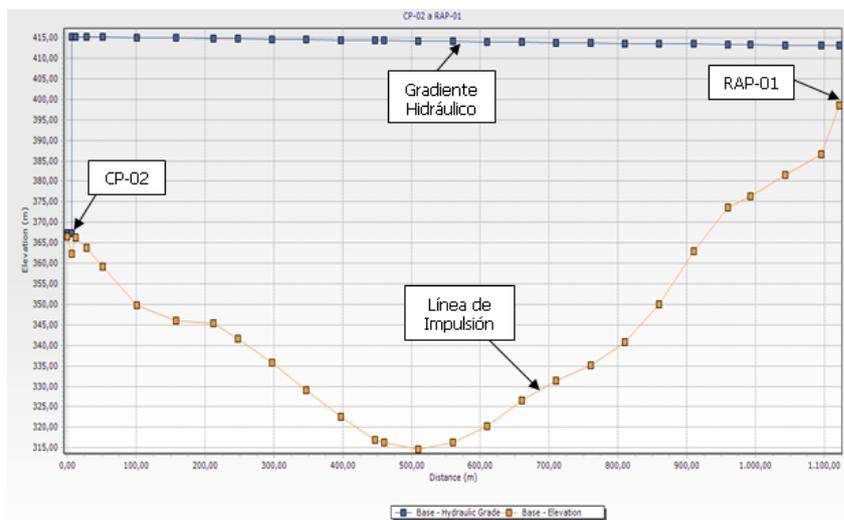
Fuente: Elaboración propia.

3.4.6.3. Línea de impulsión: CP-02 al Reservorio-01 (RAP-01):

En la CP-02 se proyecta 1 bomba funcionando y 1 de reserva, para impulsar el caudal hasta el RAP-01; cada bomba será diseñada para un $Q_b=39.1$ L/s, $ADT=47.94$ m y una potencia comercial de motor igual a 40 HP. La línea de impulsión estará conformada por tubería de Hierro Dúctil K-9 en todos sus tramos, esta tendrá una longitud aproximada de 1124.83 m y un diámetro nominal de 250 mm desde que sale del cuerpo de la bomba hasta llegar al RAP-01, impulsando un caudal total de 39.1 L/s.

Se verificaron las pérdidas por fricción, velocidades, presiones y se garantizó que la línea de energía suministrada por la bomba cuenta con cabeza suficiente para transportar el agua hasta la cota donde se encuentra ubicado el RAP-01. Además, se realizó la simulación del sistema utilizando el software WaterGEMS y se obtiene el gradiente hidráulico (Véase figura N°24) de la impulsión, el cual comprueba que la bomba le confiere la energía suficiente al agua para realizar el desplazamiento entre la CP-02 y el RAP-01.

Figura N° 24: Gradiente Hidráulico de la línea de impulsión (CP-02 al RAP-01)



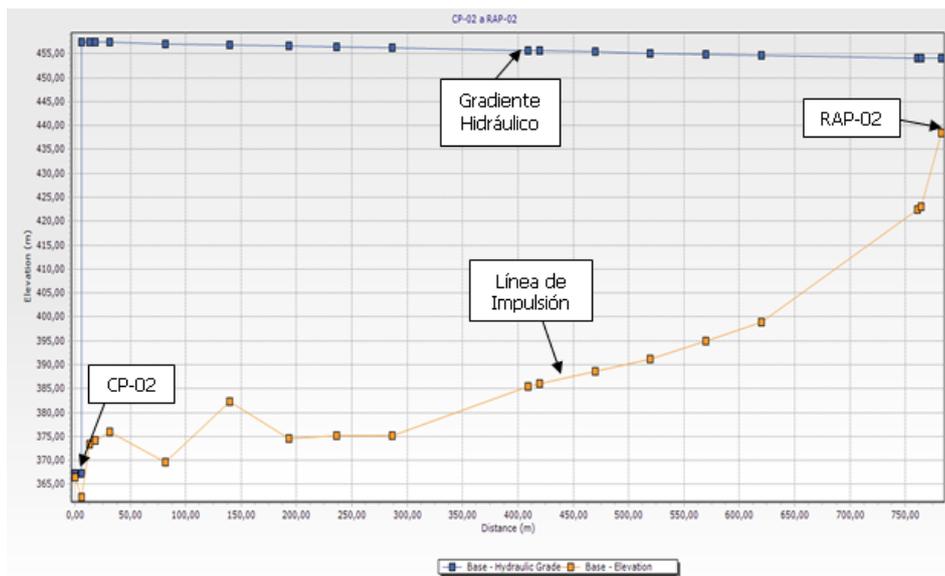
Fuente: Elaboración propia.

3.4.6.4. Línea de impulsión Cisterna-02 (CP-02) al Reservorio-02 (RAP-02):

En la CP-02 se proyectan 2 bombas funcionando y 1 de reserva, cada una diseñada para un $Q_b=30.6$ L/s, $ADT=90.16$ m y una potencia comercial de motor igual a 50 HP. La línea de impulsión estará conformada por tubería de Hierro Dúctil K-9 en todos sus tramos, esta tendrá un diámetro nominal de 200 mm desde que sale del cuerpo de cada bomba hasta el punto donde confluyen los caudales de todas las bombas. A partir de este punto se impulsará el caudal total de bombeo (61.1 L/s) a través de una tubería de 250 mm con una longitud aproximada de 784.5 m, hasta llegar al RAP-02.

Se verificaron las pérdidas por fricción, velocidad, presiones y se garantizó que la línea de energía suministrada por las bombas cuente con cabeza suficiente para transportar el agua hasta la cota donde se encuentra ubicado el RAP-02. Además, se realizó la simulación del sistema utilizando el software WaterGEMS y se obtiene el gradiente hidráulico (Véase figura N°25) de la impulsión, el cual comprueba que las bombas le confieren la energía suficiente al agua para realizar el desplazamiento entre la CP-02 y el RAP-02.

Figura N° 25: Gradiente Hidráulico de la línea de impulsión (CP-02 al RAP-02)



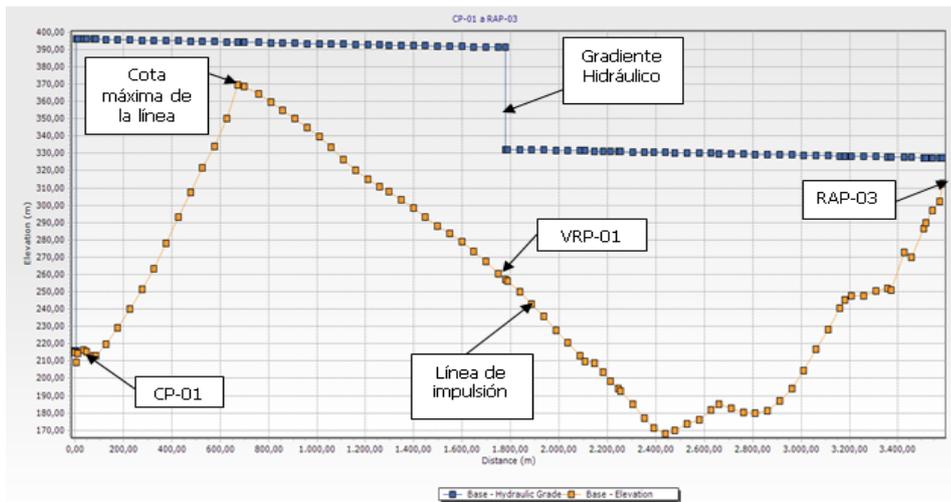
Fuente: Elaboración propia.

3.4.6.5. Línea de impulsión Cisterna-01 (CP-01) al Reservorio-03 (RAP-03):

En la CP-01 se proyectan 3 bombas funcionando y 1 de reserva, cada una diseñada para un $Q_b=25.2$ L/s, $ADT=180.17$ m y una potencia comercial de motor igual a 75 HP. La línea de impulsión estará conformada por tubería de Hierro Dúctil K-9 en todos sus tramos, esta tendrá un diámetro nominal de 200 mm desde que sale del cuerpo de cada bomba hasta el punto donde confluyen los caudales de todas las bombas. A partir de este punto se impulsará el caudal total de bombeo (75.65 L/s) a través de una tubería de 300 mm con una longitud aproximada de 3611.35 m, hasta llegar al RAP-03.

Se verificaron las pérdidas por fricción, velocidades, presiones y se garantizó que la línea de energía suministrada por las bombas en la CP-01 cuente con cabeza suficiente para transportar el agua hasta la cota máxima de diseño de la línea de impulsión. Adicionalmente a por la topografía del terreno desde este punto hasta llegar al RAP-03, se hizo necesario la instalación de una válvula reductora de presión, para garantizar el funcionamiento adecuado a lo largo de la línea. Además, se realizó la simulación del sistema utilizando el software WaterGEMS y se obtiene el gradiente hidráulico (Véase figura N°26) de la impulsión, el cual comprueba que las bombas le confieren la energía suficiente al agua para realizar el desplazamiento entre la CP-01 y el RAP-03.

Figura N° 26: Gradiente Hidráulico de la línea de impulsión (CP-01 al RAP-03)



Fuente: Elaboración propia.

3.4.7. Modelamiento de redes de distribución

La evaluación del modelamiento hidráulico corresponde los sectores de abastecimiento 214-A, 214-B y 291 en los cuales se puede notar cuadros comparativos para cada escenario (2018, 2027 y 2037) en los cuales se muestran los resultados de las presiones en los nodos y la velocidad de los tramos de tubería. En el siguiente cuadro se presenta la demanda para los tres escenarios por cada sector.

Cuadro N° 29: Demanda de agua para los distintos escenarios

RESERVORIO	SECTOR	ESCENARIO 2018	ESCENARIO 2027	ESCENARIO 2037
		Qmín (l/s)	Qmh (l/s)	Qmh (l/s)
RAP-01	214-A	12.2	39.8	40.6
RAP-02	214-B	21.7	62.8	63.5
RAP-03	291	6.4	41.2	78.6

Fuente: Elaboración propia.

Una vez implementado el modelo físico de la red, se asignan caudales de salidas en los nudos, además esta cantidad depende de la cantidad de conexiones en cierto tramo de la red de distribución de cada sector de abastecimiento.

3.4.7.1. Sector 214-A

Este sector es abastecido por el reservorio apoyado proyectado RAP-01, en él se ha configurado un modelo con las redes principales y secundarias incluyendo los ramales menores. El reservorio RAP-01 será de 1000 m³ de capacidad, con cota de fondo 391.5 msnm. El sector tiene cotas de terreno que varía entre 385 hasta los 115 msnm, debido a este desnivel se ha generado 11 subsectores cuyas presiones en su interior variarán en lo posible de 10 a 35 m.c.a., para evitar sobrepresiones en el sistema, para ello se han proyectado un total de 14 cámaras reductoras de presión, siendo instaladas al ingreso de los subsectores y también en la troncal estratégica.

Estos subsectores se denominan: Subsector 01, Subsector 02, Subsector 03, Subsector 04, Subsector 05, Subsector 06, Subsector 07, Subsector 08, Subsector 09, Subsector 10 y Subsector 11. Para el Subsector 01 se han considerado la instalación de 02 cámaras reductoras de presión denominadas CRP-1A y CRP-1B ubicadas al final de las Calles Nazca y Virú debido al desnivel de terreno que va desde los 360 hasta los 309. Entonces, los resultados de las zonas de presión proyectadas para los subsectores del sector 214-A se presentan en el siguiente cuadro.

Cuadro N° 30: Zonas de presión proyectadas para el Sector 214-A

Subsector	Cota Mínima	Cota Máxima	Válvula Reductora de Presión
Subsector 214-A1	309	385	
Subsector 214-A2	330	355	CRP-1
Subsector 214-A3	305	330	CRP-2
Subsector 214-A4	280	310	CRP-3
Subsector 214-A5	255	280	CRP-4
Subsector 214-A6	230	255	CRP-5
Subsector 214-A7	205	230	CRP-6
Subsector 214-A8	225	250	CRP-7
Subsector 214-A9	180	205	CRP-8
Subsector 214-A10	155	180	CRP-9
Subsector 214-A11	115	155	CRP-10

Fuente: Elaboración propia.

Se ha proyectado una troncal estratégica que tiene como inicio el reservorio proyectado RAP-01 y reparte caudales mediante tuberías de derivación hacia todas las zonas de presión. La troncal estratégica será de material Hierro Dúctil (HD) con diámetros que varía desde los 250 hasta 100 mm. El modelamiento hidráulico cuenta con 406 nudos y 477 tramos de tubería. Del reporte de nudos y tuberías de la corrida del sistema de tuberías se presentan los resultados en el siguiente cuadro.

Cuadro N° 31: Resultado de presiones y velocidades en el sector 214-A

PRESIÓN	2018	2027	2037
	Año 1	Año 10	Año 20
<10m	0.2%	0.5%	0.5%
≥10m, <35m	71.7%	71.9%	71.9%
≥35m	28.1%	27.6%	27.6%
VELOCIDAD	2018	2027	2037
	Año 1	Año 10	Año 20
<0.6 m/s	100.0%	99.6%	99.6%
≥0.6, <3 m/s	0.00%	0.4%	0.4%

Fuente: Elaboración propia.

3.4.7.2. Sector 214-B

Este sector es abastecido por el reservorio apoyado proyectado RAP-02, en él se ha configurado un modelo con las redes principales y secundarias incluyendo los ramales menores.

El reservorio RAP-02 será de 2000 m³ de capacidad, con cota de fondo 429 msnm. El sector tiene cotas de terreno que varía entre 420 hasta los 180 msnm, debido a este desnivel se ha generado 11 subsectores cuyas presiones en su interior variarán en lo posible de 10 a 35 m.c.a., para evitar sobrepresiones en el sistema, para ello se han proyectado un total de 13 cámaras reductoras de presión, siendo instaladas al ingreso de los subsectores y también en la troncal estratégica. Estos subsectores se denominan: Subsector 01, Subsector 02, Subsector 03, Subsector 04, Subsector 05, Subsector 06, Subsector 07, Subsector 08, Subsector 09, Subsector 10 y Subsector 11. Entonces, los resultados de las zonas de presión proyectadas para los subsectores del sector 214-B se presentan en el siguiente cuadro.

Cuadro N° 32: Zonas de presión proyectadas para el sector 214-B

Subsector	Cota Mínima	Cota Máxima	Válvula Reductora de Presión
Subsector 214-B1	395	420	
Subsector 214-B2	370	395	CRP-1
Subsector 214-B3	345	370	CRP-2
Subsector 214-B4	320	345	CRP-3
Subsector 214-B5	295	320	CRP-5
Subsector 214-B6	270	295	CRP-6
Subsector 214-B7	245	270	CRP-7
Subsector 214-B8	220	245	CRP-8
Subsector 214-B9	180	220	CRP-9
Subsector 214-B10	340	360	CRP-4
Subsector 214-B11	270	295	CRP-18

Fuente: Elaboración propia.

Se ha proyectado una troncal estratégica que tiene como inicio el reservorio proyectado RAP-02 y reparte caudales mediante tuberías de derivación hacia todas las zonas de presión. La troncal estratégica será de material Hierro Dúctil (HD) con diámetros que varía desde los 300 hasta 100 mm.

Debido a que el reservorio proyectado RAP-02 será el que cubra la demanda futura del AAHH Hijos de PROFAM se ha considerado dicha demanda en el modelamiento hidráulico añadiendo el caudal en forma puntual en el nudo denominado "HIJOS DE PROFAM".

El modelamiento hidráulico cuenta con 421 nudos y 505 tramos de tubería. Del reporte de nudos y tuberías del sistema se presenta el resultado en el siguiente cuadro.

Cuadro N° 33: Resultado de presiones y velocidades en el sector 214-B

PRESION	2018	2018	2037
	Año 1	Año 10	Año 20
<10m	0.0%	0.2%	0.2%
≥10m, <35m	76.0%	76.5%	76.7%
≥35m	24.0%	23.3%	23.0%
VELOCIDAD	2018	2018	2037
	Año 1	Año 10	Año 20
≥0.6, <3 m/s	100.0%	99.8%	99.8%
<0.6 m/s	0.00%	0.2%	0.2%

Fuente: elaboración propia

3.4.7.3. Sector 291

Este sector es abastecido por el reservorio apoyado proyectado RAP-03, en él se ha configurado un modelo con las redes principales y secundarias incluyendo los ramales menores.

El reservorio RAP-03 será de 2500 m³ de capacidad, con cota de fondo 303 msnm. El sector tiene cotas de terreno que varía entre 300 hasta los 88 msnm, debido a este desnivel se han generado 08 subsectores cuyas presiones en su interior variarán en lo posible de 10 a 35 m.c.a. para de evitar sobrepresiones en el sistema, para ello se han proyectado un total de 11 cámaras reductoras de presión, siendo instaladas al ingreso de los subsectores y también en la troncal estratégica. Estos subsectores se denominan: Subsector 01, Subsector 02, Subsector 03, Subsector 04, Subsector 05, Subsector 06, Subsector 07 y Subsector 08. Entonces, los resultados de las zonas de presión proyectadas para los subsectores del sector 291 se presentan en el siguiente cuadro.

Cuadro N° 34: Zonas de presión proyectadas para el Sector 291

Subsector	Cota Mínima	Cota Máxima	Válvula Reductora de Presión
Subsector 291-1	270	300	
Subsector 291-2	250	270	CRP-2
Subsector 291-3	225	250	CRP-3
Subsector 291-4	195	225	CRP-4
Subsector 291-5	170	195	CRP-5
Subsector 291-6	145	170	CRP-6
Subsector 291-7	120	145	CRP-7
Subsector 291-8	90	120	CRP-8

Fuente: Elaboración propia

Se ha proyectado una troncal estratégica que tiene como inicio el reservorio RAP-03 y reparte caudales mediante tuberías de derivación hacia todas las zonas de presión. La troncal estratégica será de material Hierro Dúctil con diámetros que varía desde 300 hasta 100mm.

En el modelamiento hidráulico de este sector se ha considerado un caudal puntual para ADESESEP 4 (área de expansión) cuyo caudal se ha añadido al nudo J-68 asimismo se ha considerado un caudal puntual en el nudo J-255 destinado a fines de viviendas por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, denominado Brisas de Santa Rosa en el que se ha considerado como una población inicial a partir del año 5 del periodo del proyecto. El modelamiento hidráulico cuenta con 246 nudos y 295 tramos de tubería. Del reporte de nudos y tuberías del sistema se presenta el resultado en el siguiente cuadro.

Cuadro N° 35: Resultado de presiones y velocidades en el sector 291

Presión	2018 Año 1	2027 Año 10	2037 Año 20
<10m	0.0%	0.0%	0.0%
≥10m, <35m	79.3%	79.7%	80.5%
≥35m	20.7%	20.3%	19.5%
Velocidad	2018 Año 1	2027 Año 10	2037 Año 20
<0.6 m/s	100.0%	99.0%	93.90%
≥0.6, <3 m/s	0.0%	1.0%	6.1%

Fuente: Elaboración propia

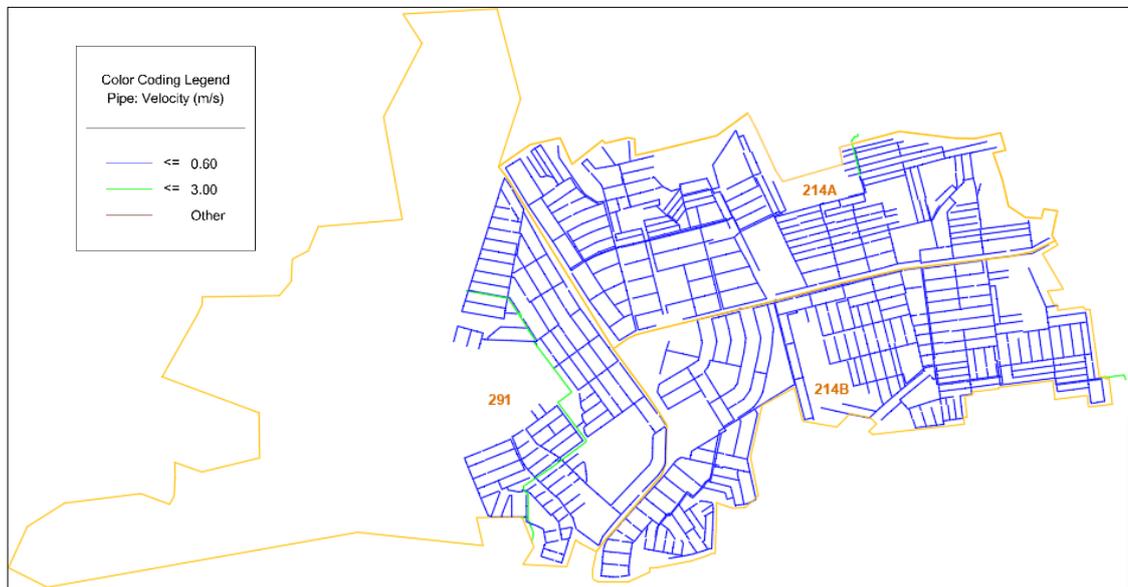
3.4.8. Análisis de resultados

El planteamiento de los escenarios se realizó con la finalidad de conocer el comportamiento hidráulico de las redes de alcantarillado y verificar si los resultados del modelamiento cumplen con la normativa nacional descrita en el marco teórico de los parámetros de presión y velocidad.

Del reporte de los resultados del modelamiento hidráulico de nudos y tuberías del sistema de agua potable para el escenario 2037(año 20) del proyecto, se realizan los esquemas de los resultados de velocidad y presión en las figuras N°26 y 27.

De acuerdo a la figura N°26, en cuanto a los resultados de velocidades se puede apreciar en el esquema que cerca del 1.64% de las tuberías se encuentran dentro del rango recomendado de 0.6 a 3 m/s; y se tiene que el 98.36% de las velocidades están por encima del rango.

Figura N° 27: Esquema de velocidades del sistema de agua potable (Año 20)

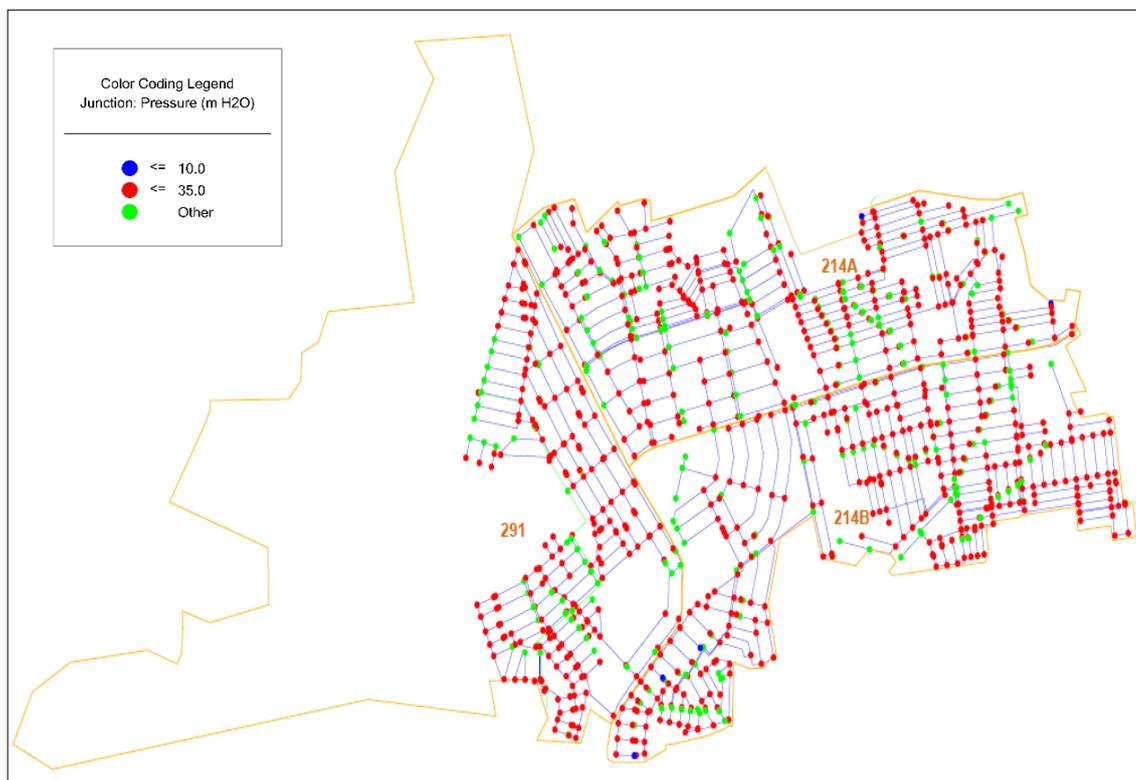


Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a la figura N°27, no existen presiones negativas, además el 0.28% del total de uniones tienen presiones mayores a 0 y menores a 10 m.c.a; además el

76.14% de los nodos tiene presiones superiores a 10 y menores a 35 m.c.a.; sin embargo, el 1.77% de los nodos tiene presiones mayores a 50 m.c.a.

Figura N° 28: Esquema de presiones del sistema de agua potable (Año 20)



Fuente: Elaboración propia.

3.5. Diseño y modelamiento del sistema de alcantarillado

3.5.1. Periodo óptimo de diseño

Para determinar el periodo óptimo de diseño de los componentes del sistema de alcantarillado se utilizarán los factores de economía de escala, descritos en el cuadro N°2, entonces el resumen del periodo óptimo de diseño esta descrito en el siguiente cuadro.

Cuadro N° 36: Período óptimo de diseño del sistema de alcantarillado

Unidades	Periodo de diseño para expansión sin déficit inicial (x)	Periodo de diseño para expansión con déficit inicial (xop)	Periodo de diseño de las estructuras
Colector	20.3	26.4	20.0
Línea de Rebose	16.6	22.3	20.0
Redes de Alcantarillado	16.6	22.3	20.0
PTAR	16.3	22.0	20.0

Fuente: Elaboración propia.

3.5.2. Demanda de alcantarillado

El cálculo de la demanda de alcantarillado se realiza por área de drenaje basados principalmente en factores topográficos, pendientes y cercanía a los colectores principales, cuyo detalle de las conexiones se presenta en el siguiente cuadro.

Cuadro N° 37: Conexiones totales según su tipo de uso por área de drenaje

Área de drenaje	Doméstico	Comercial	Industrial	Social	Estatal	Multifamiliar
AD-1	2,107	41	5	24	17	0
AD-2	36	0	0	0	2	0
AD-3	946	8	0	6	1	0
AD-4	1,252	23	191	9	6	0
AD-5	469	7	0	3	6	0
AD-6	66	0	0	0	1	0
AD-7	322	1	0	3	3	0
AD-8	69	1	0	1	1	0
AD-9	1,826	14	0	11	21	0
AD-10	2,700	0	0	0	0	0
AD-11	1,031	2	0	1	6	34
AE-1	233	1	0	0	0	0
AE-2	73	0	0	0	1	0
AE-3	36	0	0	0	0	0
AE-4	65	0	0	0	0	0
AE-6	78	0	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia.

Entonces, una vez que conocemos las conexiones totales, se puede calcular la demanda proyectada durante el periodo de diseño para el sistema de alcantarillado, tal como se muestra en el siguiente cuadro.

Cuadro N° 38: Demanda proyectada para el sistema de alcantarillado

Año	Población (Total)	Aporte de agua residual al alcantarillado (L/día) ⁽¹⁾								Q por pérdidas (L/s) ⁽³⁾	Q por infiltración (L/s) ⁽⁴⁾	Q medio, d (L/s) ⁽⁵⁾	Q máx, h (L/s) ⁽⁶⁾	Q mín, h (L/s) ⁽⁷⁾
		Doméstico	Comercial	Industrial	Social	Estatal	Multifamiliar	Total ⁽²⁾						
Base	2015	12,555	0	0	0	0	0	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
-1	2016	13,511	0	0	0	0	0	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0	2017	14,540	0	0	0	0	0	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1	2018	15,647	1795895	143579	34546	28298	3612	0	2005930	3.9	3.7	30.8	55.4	15.4
2	2019	16,838	1894557	147373	37176	29943	3887	0	2112937	4.1	3.7	32.2	58.0	16.1
3	2020	18,119	1998544	148589	40007	31713	4183	0	2223035	4.3	3.7	33.7	60.6	16.8
4	2021	19,485	2106866	149897	43053	33516	4501	0	2337832	4.5	3.7	35.2	63.4	17.6
5	2022	20,955	2221139	151305	46323	35339	4844	0	2458950	4.7	3.7	36.9	66.4	18.4
6	2023	22,536	2341689	152819	49658	37302	5213	0	2586682	5.0	3.7	38.6	69.5	19.3
7	2024	23,910	2435551	154450	53247	39413	5610	0	2688271	5.2	3.7	40.0	72.0	20.0
8	2025	25,100	2506400	155262	57110	41685	6037	0	2766493	5.3	3.7	41.0	73.9	20.5
9	2026	26,330	2577432	155349	61266	43932	6496	0	2844476	5.5	3.7	42.1	75.8	21.0
10	2027	27,640	2652367	155442	65739	45747	8180	0	2927476	5.6	3.7	43.2	77.8	21.6
11	2028	46,536	4377625	158167	82547	49551	78855	16833	4763578	9.2	4.7	69.1	124.3	34.5
12	2029	47,493	4379618	158251	84206	50162	80490	17182	4769910	9.2	4.7	69.2	124.5	34.6
13	2030	48,469	4381612	158337	85900	50786	82159	17538	4776333	9.2	4.7	69.2	124.6	34.6
14	2031	49,466	4383608	158424	87629	51423	83863	17902	4782849	9.2	4.7	69.3	124.8	34.7
15	2032	50,483	4385604	158513	89394	52072	85602	18273	4789460	9.2	4.7	69.4	125.0	34.7
16	2033	51,521	4387602	158604	91196	52736	87377	18652	4796168	9.3	4.7	69.5	125.1	34.8
17	2034	52,580	4389601	158697	93035	53413	89189	19039	4802974	9.3	4.7	69.6	125.3	34.8
18	2035	53,661	4391602	158792	94912	54104	91039	19434	4809882	9.3	4.7	69.7	125.5	34.8
19	2036	54,765	4393603	158889	96828	54809	92927	19837	4816893	9.3	4.7	69.8	125.6	34.9
20	2037	55,891	4395606	158988	98784	55490	94854	20248	4823970	9.3	4.7	69.9	125.8	34.9

(1) El aporte de alcantarillado, se calcula de la siguiente manera: Aporte de alcantarillado (lt/d) = Consumo de agua según tipo de conexión (lt/d) x 0.8

(2) El aporte total de alcantarillado se calcula sumando los tipos de consumo de agua: domestica, comercial, industrial, social, estatal y multifamiliar en unidades lt/día.

(3) Se calcula según lo siguiente: Q por pérdidas (lt/s) = (Consumo total de agua(lt/d) x Pérdida (25%)) / (1-Pérdida (25%)) x 0.4 x 1d/24h x 1h/3600s

(4) Se calcula según lo siguiente: Q por infiltración (lt/s) = Tasa de contribución por infiltración (0.05 l/s x km) x Longitud área de drenaje (km)

(5) Se calcula según lo siguiente: Qmd (lt/s) = Aporte de alcantarillado (lt/d) x 1d/86400s + Qpor pérdidas (lt/s) + Qpor infiltración (lt/s)

(6) Se calcula según lo siguiente: Qmh máx. (lt/s) = Qmd (lt/s) x k2(1.8), según R.N.E. (2006) el k2 está entre 1.8-2.5

(7) Se calcula según lo siguiente: Qmh mín. (lt/s) = Qmd (lt/s) x k1(0.5), según R.N.E. (2006) el k1 es 0.5

Fuente: Conhydra (2015)

3.5.3. Planteamiento de alternativas de solución

En cuanto al sistema de alcantarillado, se evaluaron dos alternativas, la primera alternativa considera un drenaje de las aguas residuales hacia dos cámaras de bombeo y la alternativa 2 consiste en descargar las aguas residuales a una PTAR proyectada para PROFAM.

Se plantearon 2 alternativas basadas en la topografía del terreno, donde se realizan los trazos de acuerdo al relieve y accidentes topográficos en campo. Posteriormente se determina de acuerdo a las pendientes las áreas de drenaje, configurando así el sentido de la escorrentía de los caudales de aporte de aguas residuales. Finalmente se realiza el modelamiento hidráulico en el programa SewerGEMS (versión V8i) considerando los distintos escenarios, determinándose así los distintos diámetros y clases de tubería a utilizar y profundidades de buzones.

3.5.3.1. Alternativa 1

Esta alternativa considera un drenaje de las aguas residuales hacia dos cámaras de bombeo, la primera (CBD-4) recolectará una porción de las aguas residuales (AD-10, AD-11, AD-9 y parte de AD-4) y bombeará el desagüe hacia otra Cámara de Re-Bombeo proyectada (CBD-4A) que impulsará el mismo caudal hasta la Cámara 5 (CBD-5) la cual también coleccionará otra parte del desagüe (AD-5 y AD-7), y rebombeará estos dos caudales hacia una Cámara de Rebombeo (CBD-5A) el cual impulsará todo ese caudal hacia el colector principal, que llevará el total del aporte del proyecto, e irá por gravedad hasta otra cámara de bombeo proyectada (CBD-6) ubicada a 2Km de distancia del área del proyecto, la cual bombeará todo el desagüe con una línea de impulsión de 600m de longitud hacia una Cámara de Re-bombeo (CBD-6A) y ésta a finalmente impulsará por 390m hacia un buzón proyectado (Bz-72) a partir del cual continuará el colector principal por gravedad con un recorrido de 1.3 Km para finalmente descargar en un colector proyectado en la carretera Panamericana. En total el Colector Principal tendrá 5.5 Km de longitud (Véase Figura N°28).

Para esta alternativa se han planteado 8 escenarios, todos para el año 20, ya que el comportamiento para los años 1 y 10 con solo descarga residual es semejante al de la primera alternativa. Por tanto, los 8 escenarios son para una situación de solo descarga residual en el año 20 y los otros escenarios consideran los reboses de las estructuras proyectadas:

1. Año 20 (2037) Escenario definitivo descarga de las aguas residuales
2. Año 20 (2037) Escenario definitivo descarga + Rebose RAP-1
3. Año 20 (2037) Escenario definitivo descarga + Rebose RAP-2
4. Año 20 (2037) Escenario definitivo descarga + Rebose RAP-3
5. Año 20 (2037) Escenario definitivo descarga + Rebose CP-2
6. Año 20 (2037) Escenario definitivo descarga + Rebose CB-4
7. Año 20 (2037) Escenario definitivo descarga + Rebose CB-5
8. Año 20 (2037) Escenario definitivo descarga + Rebose CB-6

Figura N° 29: Descarga de aguas residuales para la alternativa 1



Fuente: Elaboración propia

3.5.3.2. Alternativa 2

Consiste en descargar las aguas residuales a una PTAR proyectada para PROFAM (Véase Figura N°29). Los escenarios se establecieron considerando los diámetros que se generarían cuando solo se da la descarga residual versus los diámetros que se consideran cuando se adiciona las descarga por reboses (del RAP-1, RAP-2, RAP-3 y CP-2), estos escenarios se realizan para los años 1, 10 y 20, como cálculo final se presentan los escenarios los resultados solo con el agua residual para los años 1, 10 y 20 y los escenarios con reboses para el año 20.

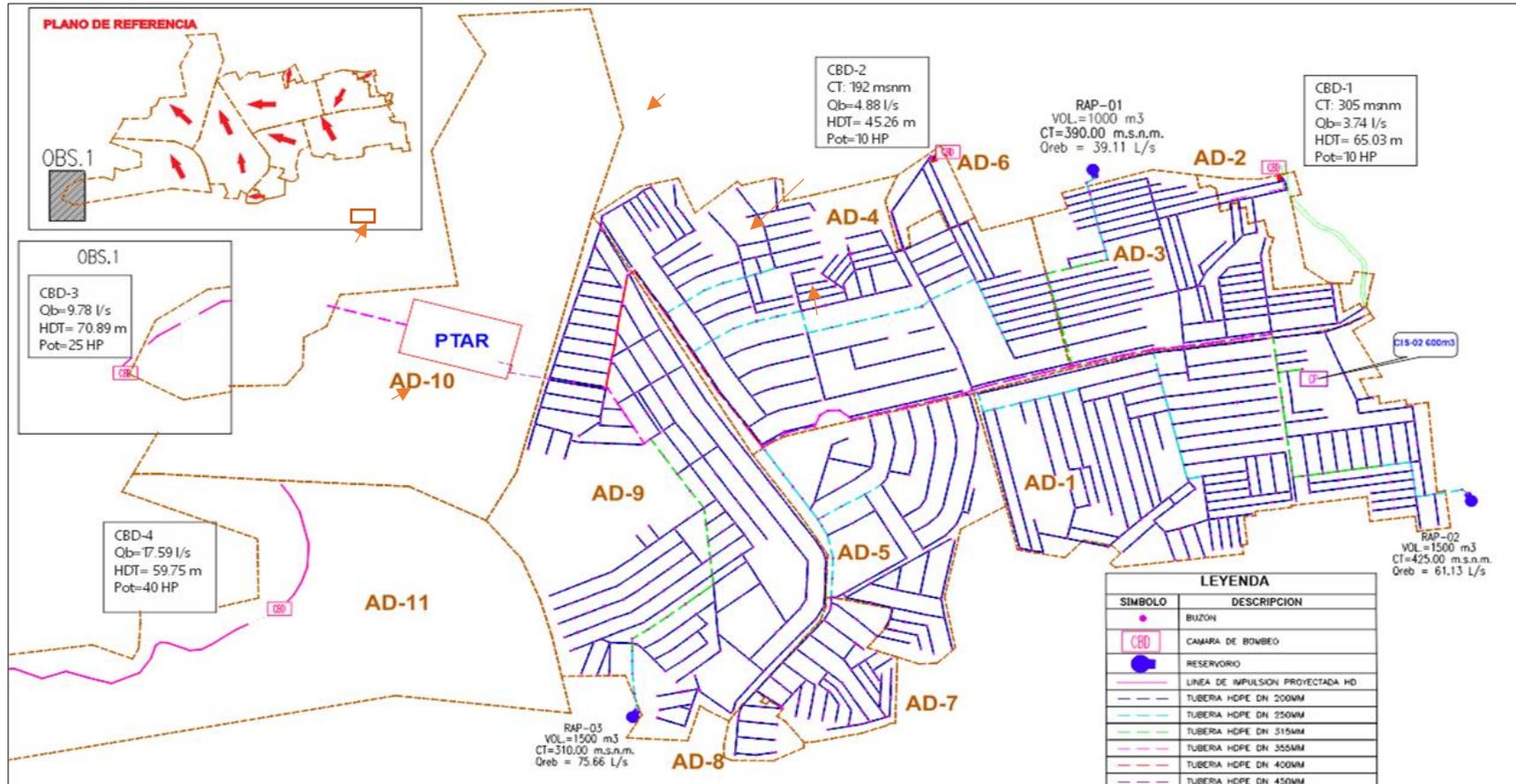
Dado lo anterior, se presentan los siguientes escenarios:

1. Año 1 (2018) Escenario definitivo descarga de las aguas residuales
2. Año 10(2027) Escenario definitivo descarga de las aguas residuales
3. Año 20(2037) Escenario definitivo descarga de las aguas residuales
4. Año 20(2037) Escenario definitivo descarga + Rebose RAP-1
5. Año 20(2037) Escenario definitivo descarga + Rebose RAP-2
6. Año 20(2037) Escenario definitivo descarga + Rebose RAP-3
7. Año 20(2037) Escenario definitivo descarga + Rebose CP-2

Para todos los escenarios las aguas residuales de las áreas de drenaje AD-1, AD-3, AD-4, AD-5, AD-7, AD-9 y AD-10 serán transportadas por gravedad hasta la PTAR PROFAM proyectada.

Los aportes de las áreas de drenaje AD-2, AD-6 y AD-11 que serán transportadas por bombeo se consideran en las AD-3 (B3-52), AD-4 (B4-78A) y AD-9 (Bz-36), respectivamente. Por otro lado, el aporte de la zona de expansión AE-1 se consideró como caudal puntual en el AD-1 (B1-44), el aporte de la zona de expansión AE-2 se consideró como caudal puntual en el AD-2 (B3-99Q), el aporte de la zona de expansión AE-3 se consideró como caudal puntual en el AD-3 (B3-75), el aporte de la zona de expansión AE-4 se consideró como caudal puntual en el AD-4 (B4-30), y el aporte de la zona AE-6 se consideró como caudal puntual en el AD-6 (B6-9).

Figura N° 30: Descarga de aguas residuales para la alternativa 2



Fuente: Elaboración propia

3.5.4. Diseño del sistema de rebose

3.5.4.1. Cálculo del caudal de rebose de la alternativa 1

Las estructuras proyectadas en la Alternativa 1 son las siguientes:

- 3 Reservorios (RAP-1, RAP-2 y RAP-3)
- 2 Cisternas (CP-1 y CP-2)
- 9 Cámaras de Bombeo de Desagüe (CB-1, CB-2, CB-3, CB-4, CB-4A, CB-5, CB-5A, CB-6 y CB-6A, de las cuales, solo se está considerando los reboses de las cámaras CB-4, CB-5 y CB-6 para los escenarios, ya que las Cámaras CB-4A, CB-5A y CB-6A son rebombes y sus caudales de rebose son los mismos de sus antecesoras y con un comportamiento similar. Las CB-1, CB-2 y CB-3 no se considera sus reboses en los escenarios).

Los caudales de rebose para estas estructuras, que se utilizarán en los distintos escenarios que se plantean en la simulación hidráulica, se muestran en el siguiente cuadro.

Cuadro N° 39: Caudal de rebose para las estructuras

Estructura	Q rebose (L/s)	Descarga a
RAP-1	39.11	B3-74
RAP-2	61.13	B1-1
RAP-3	75.66	B9-274
CP-1	131.77	B-1
CP-2	100.21	B1-86A
CB-4	50.34	B9-253A
CB-5	9.06	B5-101
CB-6	148.45	Bz-70

Fuente: Elaboración propia.

3.5.4.2. Cálculo del caudal de rebose de la alternativa 2

Las estructuras proyectadas en la Alternativa 2 son las siguientes:

- 3 Reservorios (RAP-1, RAP-2 y RAP-3)
- 2 Cisternas (CP-1 y CP-2)
- 4 Cámaras de Bombeo de Desagüe (CB-1, CB-2, CB-3 y CB-4, no se considera sus reboses en los escenarios)

Los caudales de rebose para estas estructuras, que se utilizarán en los distintos escenarios que se plantean en la simulación hidráulica, se muestran en el siguiente cuadro.

Cuadro N° 40: Caudal de rebose para las estructuras

Estructura	Q rebose (L/s)	Descarga a
RAP-1	39.11	B3-74
RAP-2	61.13	B1-1
RAP-3	75.66	B9-274
CP-1	131.77	B-1
CP-2	100.21	B1-86A

Fuente: Elaboración propia.

3.5.4.3. Sistema de rebose para la Cisterna 01 (CP-01)

Para evacuar las aguas de rebose de la cisterna denominada (CP-1), considerando que la estructura está proyectada en una zona donde no es posible incorporar sus aguas al sistema de alcantarillado PROFAM, se plantea el diseño de 2479.5 m de tubería a presión en diámetro de 315 mm en material HDPE. La línea de rebose proyectada inicia en la caja de rebose de la Cisterna 1 (CP-1), localizada en la Asociación Productiva La Arboleda en las coordenadas UTM WGS1984 (E: 265951.919, N: 8693432.867), sube por todo la Avenida Revolución y luego sale a la Panamericana Norte por el norte de Villa Estela, luego continua su recorrido hasta descargar finalmente en la cámara de derivación CD-01 ubicado en la Panamericana (Véase Figura N°30).

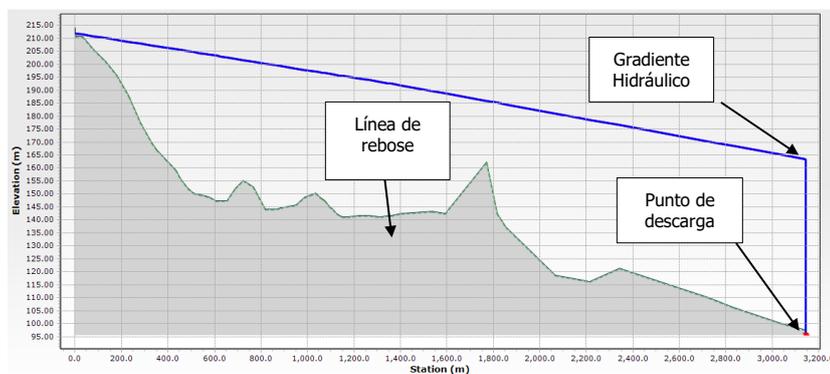
Figura N° 31 Línea de rebose CP-01 proyectada



Fuente: Elaboración propia.

Del modelamiento se resume la siguiente información para la línea de rebose de la CP-01, con una capacidad de 131.8 L/s, conservando una presión mínima de 0.31 m.c.a. cerca de la salida de la cisterna y una presión máxima de 69.4 m.c.a, se observa en la simulación resultados con valores de velocidad de 2.18 m/s que está dentro de los límites sugeridos por el RNE y en la siguiente figura se presenta el gradiente hidráulico de la línea de rebose proyectada.

Figura N° 32: Gradiente hidráulico de la línea de rebose proyectada



Fuente: Elaboración propia.

3.5.5. Diseño del sistema de bombeo

3.5.5.1. Alternativa 1

En la alternativa N°1 del planteamiento de propuestas de solución, se considera un drenaje de las aguas residuales por medio de una serie de cámaras de bombeo y rebombeo. El sistema de bombeo tendrá como inicio en la cámara de bombeo de desagüe denominada CBD-4, ésta recolectará una porción de las aguas residuales (AD-10, AD-11, AD-9 y parte de AD-4) y bombeará el desagüe hacia otra Cámara de Re-Bombeo proyectada denominada CBD-4A que impulsará el mismo caudal hasta la Cámara 5 (CBD-5) la cual también colectará otra parte del desagüe (AD-5 y AD-7), y rebombeará estos dos caudales hacia una Cámara de Re-bombeo (CBD-5A) el cual impulsará todo ese caudal hacia el colector principal que se encuentra ubicado en la Av. PROFAM, que llevará el total del aporte del proyecto, e irá por gravedad hasta otra cámara de bombeo proyectada (CBD-6) ubicada a 2Km de distancia del área del proyecto, la cual bombeará todo el desagüe con una línea de impulsión de 600m de longitud hacia una Cámara de Re-bombeo (CBD-6A) y ésta a finalmente impulsará por 390m hacia un buzón proyectado (Bz-72) a partir del cual continuará el colector principal por gravedad con un recorrido de 1.3 Km para finalmente descargar en un colector proyectado en la carretera Panamericana para su disposición final en la PTAR proyectada Villas de Ancón. En total el Colector Principal tendrá 5.5 Km de longitud.

En todas las cámaras de bombeo se proyectará un equipo adicional de bombeo para reserva y los cálculos realizados están descritos en el Anexo IV; en el siguiente cuadro se describe las características de los equipos de bombeo.

Cuadro N° 41: Cámaras de bombeo de la alternativa N°1

Cámara	HDT (m)	N° de Equipos de bombeo en funcionamiento	N° de Equipos de bombeo en Reserva	Q bombeo Unitario (L/s)	Potencia Comercial (HP)
CB-1	70.89	1.00	1.00	9.78	25.00
CB-2	59.75	1.00	1.00	17.59	40.00
CB-3	65.03	1.00	1.00	3.74	10.00
CB-4	50.08	2.00	1.00	29.52	50.00
CB-4A	47.98	2.00	1.00	29.52	50.00
CB-5	47.76	2.00	1.00	35.51	60.00

CB-5A	49.91	2.00	1.00	35.51	60.00
CB-6	47.76	3.00	1.00	53.70	80.00
CB-6A	30.19	3.00	1.00	53.70	50.00

Fuente: Elaboración propia.

3.5.5.2. Alternativa 2

En la alternativa N°2 las áreas AD-2, AD-6, AD-11 (como futura área de expansión) y Áreas de Expansión AE-2 y AE-6 se dirigen en sentido contrario de la siguiente manera: AD-2 hacia A.H. Hijos de la Tierra Prometida, AD-6 hacia el A.H. Hijos de la Arboleda y AD-11 su escorrentía natural va hacia la Ca. Santa María de ADESESEP 4 a orillas del mar.

Para estas áreas de drenaje se plantean acorde a los cálculos descritos en el Anexo IV, 4 estaciones de bombeo (Véase Cuadro N°41). Es propio mencionar que las áreas de drenaje AD-2 y AD-6 requieren cada una de una estación de bombeo CBD-1 caudal de bombeo (9.88) L/s y CBD-2 de 4.79L/s. Para el área AD-11 como futura área de expansión se proponen dos estaciones de bombeo de CBD-3 de 15.24 L/s y CBD-4 de 31.25 L/s.

Cuadro N° 42: Cámaras de bombeo de la alternativa N°2

Cámara	HDT (m)	L (m)	N° de Equipos de bombeo en funcionamiento	N° de Equipos de bombeo en Reserva	Q bombeo (L/s)	Potencia Calculada (HP)
CB-1	65.03	194.27	1	1	3.74	7.46
CB-2	45.26	332.27	1	1	4.88	6.77
CB-3	70.89	886.98	1	1	9.78	21.26
CB-4	59.75	613.00	1	1	17.59	32.22

Fuente: Elaboración propia.

3.5.6. Resultados del modelamiento

3.5.6.1. Alternativa 1

El modelamiento hidráulico cuenta con 1364 buzones (según reporte son 1503 buzones, de los cuales 139 son virtuales porque se duplicaron para modelar los arranques), 2 descargas (una hacia el colector proyectado en la Carretera Panamericana a la salida del Buzón Bz-91 y otra hacía un buzón existente del

Proyecto Esquema Pachacútec), 1495 tramos de redes de recolección, 40 tramos de 6 líneas de impulsión y 6 cámaras de bombeo (la CBD-3, CBD-4, CBD-4A, CBD-5, CBD-5^a, CBD-6 y CBD-6A). A continuación, analizaremos los resultados de los 8 escenarios de esta alternativa en el siguiente cuadro.

Cuadro N° 43: Resultados de tensión tractiva, tirante y velocidad (Alt. 1)

Tractiva (Pa)	Esc. 1	Esc. 2	Esc. 3	Esc. 4	Esc. 5	Esc. 6	Esc. 7	Esc. 8
<0.6	0.0%	0.0%	3.27%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
>0.6	100.0%	100.0%	96.73%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
Tirante (%)	Esc. 1	Esc. 2	Esc. 3	Esc. 4	Esc. 5	Esc. 6	Esc. 7	Esc. 8
<75%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
>75%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Velocidad (m/s)	Esc. 1	Esc. 2	Esc. 3	Esc. 4	Esc. 5	Esc. 6	Esc. 7	Esc. 8
<5.00	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
>5.00	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar en el cuadro anterior, los resultados obtenidos del simulador presentan un comportamiento similar. Se observa que las velocidades en los 1500 tramos cumplen para una descarga de agua residual. Cuando se adiciona los caudales de reboses las velocidades aumentan en los últimos tramos del colector principal, sin embargo, en ningún caso sobrepasa los límites permitidos.

En términos generales las velocidades se encuentran dentro de los límites adecuados garantizando un adecuado comportamiento en las redes de alcantarillado. Por otro lado, la tensión tractiva cumple en todos los tramos considerando un caudal mínimo de 1.50 L/s en todos los escenarios.

3.5.6.2. Alternativa 2

El modelamiento hidráulico cuenta con 1306 buzones (según reporte son 1461 buzones, de los cuales 155 son virtuales porque se duplicaron para modelar los arranques), 2 descargas (una hacia PTAR PROFAM y otra hacía un buzón existente del Proyecto Esquema Pachacútec), 1461 tramos de redes de recolección, 13 tramos de 2 líneas de impulsión y 2 cámaras de bombeo (la CB-1 y CB-2). A continuación, analizaremos los resultados de estos elementos en los diferentes escenarios en el siguiente cuadro.

Cuadro N° 44: Resultados de tensión tractiva, tirante y velocidad (Alt. 2)

Tractiva (Pa)	Esc. 1	Esc. 2	Esc. 3	Esc. 4	Esc. 5	Esc. 6	Esc. 7	Esc. 8
<0.6	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
>0.6	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
Tirante (%)	Esc. 1	Esc. 2	Esc. 3	Esc. 4	Esc. 5	Esc. 6	Esc. 7	Esc. 8
<75%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
>75%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Velocidad (m/s)	Esc. 1	Esc. 2	Esc. 3	Esc. 4	Esc. 5	Esc. 6	Esc. 7	Esc. 8
<5.00	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
>5.00	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar en el cuadro anterior, los resultados obtenidos del simulador presentan un comportamiento similar. Se observa que para los 3 primeros escenarios (solo agua residual para los años 1, 10 y 20), las velocidades en los 1461 tramos cumplen para una descarga de agua residual. Y para el parámetro de tensión tractiva y tirante hidráulico, cumple para todos los escenarios.

En términos generales las velocidades se encuentran dentro de los límites adecuados garantizando un adecuado comportamiento en las redes de alcantarillado. Por otro lado, la tensión tractiva cumple en todos los tramos considerando un caudal mínimo de 1.50 L/s en todos los escenarios.

3.5.7. Análisis de los resultados

El planteamiento de los escenarios se dio con la finalidad de hacer el descarte en la elección de diámetros, ya que para un escenario donde solo existen aportes domésticos, el colector principal debería comenzar con 200mm e ir aumentando gradualmente hasta 450mm, de la misma manera que los colectores secundarios de los reboses, con diámetros iniciales de 200mm cumplen con los parámetros. Para ambas alternativas, en los escenarios planteados, el comportamiento hidráulico de las redes de alcantarillado es similar, cumpliendo con los parámetros de tensión tractiva, pendiente y velocidad.

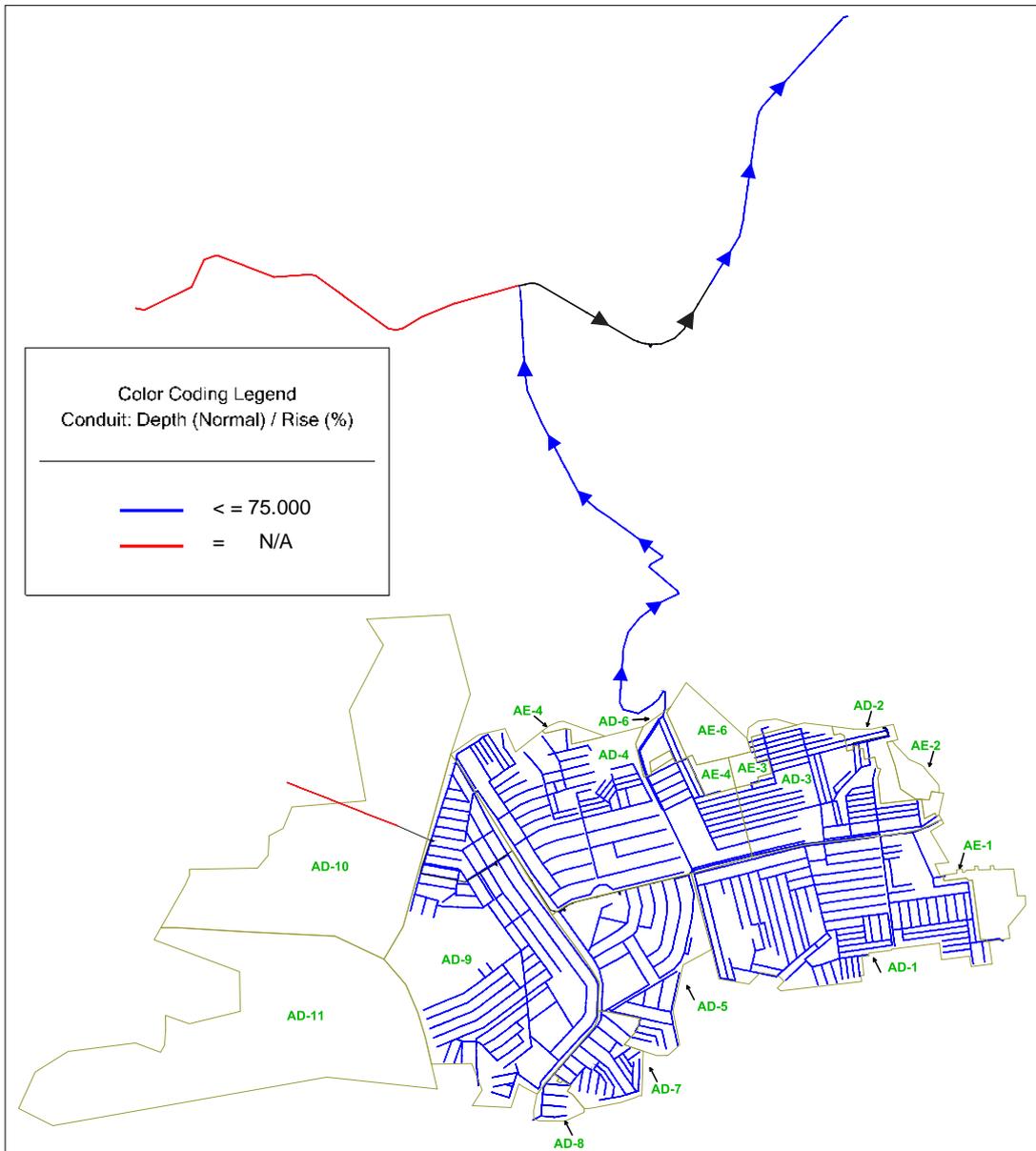
Para estos diámetros se está asegurando una tractiva mayor a 0.6 Pa, y que la tubería trabaje con un tirante menor al 75% (sin presión) para un escenario normal

(sin rebose) y para un caso eventual de rebose. Si bien para el caso en que suceda el rebose las velocidades van a escapar al máximo permitido (mayores a 5 m/s), (duración de pocas horas mientras el personal de operación y mantenimiento brindan una solución) no consideramos que debiera elevarse más aun el diámetro porque generaría sobre dimensionamiento (y por tanto sobre costo) del sistema, el cual sí tiene la capacidad de soportar las cargas adicionales para estos episodios.

Dicho esto, se utilizará como ejemplo el escenario 3 de la alternativa 1 para realizar esquemas del resultado de tensión tractiva, velocidades y tirante hidráulico, que se muestran en las siguientes figuras N°32, 33 y 34.

De acuerdo a la figura N°32 para el escenario 2037(Año 20) del proyecto, se nota que acorde a los resultados de la modelación, el 100% de las tuberías trabajan con un tirante menor al 75% (color azul). Además, no se tomó en consideración para esta modelación las tuberías proyectadas con rebose, que están codificadas con rojo.

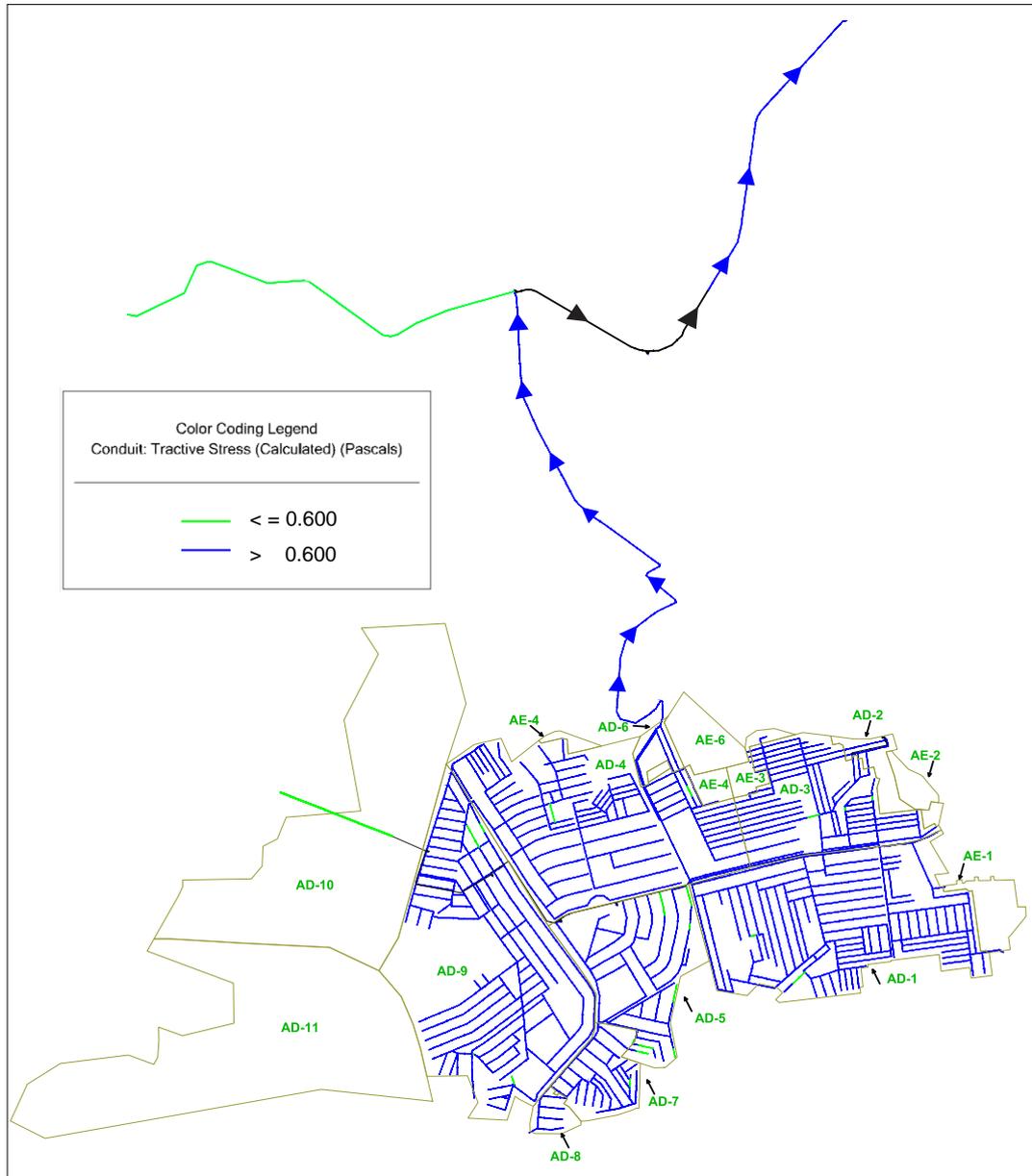
Figura N° 33: Esquema de tirante hidráulico de la alternativa 1 (Año 20)



Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a la figura N°33 para el escenario 2037(Año 20) del proyecto, se nota que acorde a los resultados de la modelación, el 96.73% de las tuberías trabajan con una tensión tractiva mayor a 0.6 pascal (color azul). Además, no se tomó en consideración para esta modelación las tuberías proyectadas con rebose, que están codificadas con verde.

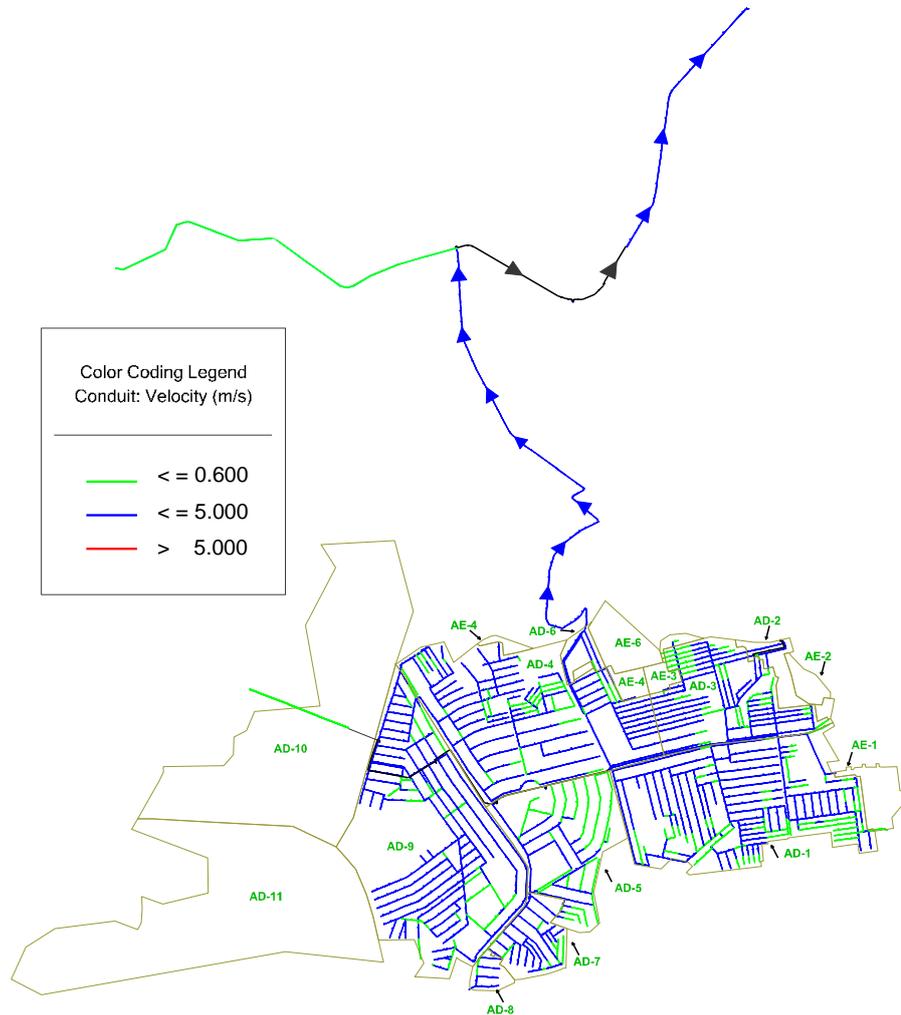
Figura N° 34: Esquema de la tensión tractiva de la alternativa 1 (Año 20)



Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a la figura N°34 para el escenario 2037(Año 20) del proyecto, se nota que acorde a los resultados de la modelación, el 75.57% de las tuberías trabajan con una velocidad mayor a 0.6 m/s (color azul) y el 100% de las tuberías trabaja con velocidades menores a 5 m/s. Además, no se tomó en consideración para esta modelación las tuberías proyectadas con rebose, que están codificadas con verde.

Figura N° 35: Esquema de velocidades de la alternativa 1 (Año 20)



Fuente: Elaboración propia.

3.6. Evaluación de las alternativas

El cálculo de los costos será expresado a precios de mercado en soles (S/.) y la corrección de precios se efectuó aplicando los factores de corrección para cada componente de la inversión y de los costos de operación y mantenimiento, utilizando como base una estructura estándar de costos a los cuales se aplicaron los parámetros de evaluación normados por el Ministerio de Economía y Finanzas. A continuación, se detalla en el cuadro N°45 el presupuesto resultante de la alternativa única propuesta para el sistema de agua y para cada alternativa de solución del sistema de alcantarillado, siendo el cuadro N°46 (Alternativa 1) y el cuadro N°4 (Alternativa 2).

Cuadro N° 45: Inversión del sistema de agua potable

ITEM	Descripción	Presupuesto a precios de mercado	FC	Total a Precios Social (S/.)
1	Obras civiles	10401861.31		7895012.734
1.1	Obras provisionales y preliminares	48874.07	0.759	37095.41913
1.2	Seguridad y salud, programa de mitigación y prevención	61798	0.759	46904.682
1.3	Reservorio apoyado proyectado RAP-01 (V=1000 m ³)	1249936.64	0.759	948701.9098
1.4	Reservorio apoyado proyectado RAP-02 (V=1500 m ³)	1416157.64	0.759	1074863.649
1.5	Reservorio apoyado proyectado RAP-03 (V=1500 m ³)	2629312.95	0.759	1995648.529
1.6	Cisterna proyectado CP-01 (V=1500 m ³)	1701483.04	0.759	1291425.627
1.7	Cisterna proyectado CP-02 (V = 600 m ³)	3294298.97	0.759	2500372.918
2	Equipamiento hidráulico y electromecánico	8101243.17		6788841.776
2.1	Reservorio apoyado proyectado RAP-01 (V=1000 m ³)	375511.24	0.838	314678.4191
2.2	Reservorio apoyado proyectado RAP-02 (V=1500 m ³)	398256.63	0.838	333739.0559
2.3	Reservorio apoyado proyectado RAP-03 (V=1500 m ³)	424837.57	0.838	356013.8837
2.4	Cisterna proyectada CP-01 (V=1500 m ³)	3852145.21	0.838	3228097.686
2.5	Cisterna proyectada CP-02 (V=600 m ³)	2487123.52	0.838	2084209.51
2.6	Sistema de comunicaciones y SCADA	563369	0.838	472103.222
3	Líneas de agua potable	8008372.07		6422714.4
3.1	Obras provisionales y preliminares	12505.93	0.802	10029.75586
3.2	Seguridad y salud, programa de mitigación y prevención, plan de desvíos de tránsito vehicular y peatonal	186008.47	0.802	149178.7929
3.3	Línea de impulsión de CP-01 a CP-02	566006.28	0.802	453937.0366
3.4	Línea de impulsión de CP-02 a RAP-01	520884.08	0.802	417749.0322
3.5	Línea de impulsión de CP-02 a RAP-02	506082.27	0.802	405877.9805
3.6	Línea de impulsión de CP-01 a RAP-03	1635430.55	0.802	1311615.301
3.7	Línea de conducción	1481145.66	0.802	1187878.819
3.8	Línea troncal RAP-01	1027487.55	0.802	824045.0151
3.9	Línea troncal RAP-02	1246465.48	0.802	999665.315
3.10	Línea troncal RAP-03	826355.8	0.802	662737.3516
4	Total obras generales, secundarias incl. Micromedición	9711560.31		7788671.369
4.1	Obras provisionales - preliminares	57306.67	0.802	45959.94934
4.2	Seguridad y salud, programa de mitigación y prevención, plan de desvíos de tránsito vehicular y peatonal	231700.14	0.802	185823.5123
4.3	Redes secundarias de agua potable	6888269.95	0.802	5524392.5
4.4	Conexiones de agua potable	2534283.55	0.802	2032495.407
A	Costo directo	34223036.86		28895240.28
B	Gastos generales	5976801.082		4767714.646
C	Utilidad	2897842.949		2311619.222
	Total Costo Directo + GG + Utilidad	45097680.89		35974574.15
	IGV	8117582.56		6475423.347
	Total Costo Directo + GG + Utilidad + IGV	53215263.45		42449997.49

ITEM	Descripción	Presupuesto a precios de mercado	FC	Total a Precios Social (S/.)
D	Intervención social	556979.9301	0.909	506294.7565
E	Suministro eléctrico	64375.38119	0.909	58517.22151
F	Estudios y diseños del proyecto	2587581.977	0.909	2352112.017
G	Trámite de pagos de canon por uso de radios (2 años)	53848.18287	0.909	48947.99823
H	Monitoreo ambiental etapa ejecución de la obra	81454.61122	0.909	74042.2416
I	Arqueología	208411.1757	0.909	189445.7587
J	Supervisión de estudios - expediente técnico y obras	3307398.46	0.909	3006425.2
K	Total presupuesto II: puesta en marcha y puesta en servicio	1423190.179	0.909	1293679.872
PRESUPUESTO TOTAL		61498503.35		49979462.56

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro N° 46: Inversión de la alternativa 1 del sistema de alcantarillado

ITEM	Descripción	Presupuesto a precios de mercado	FC	Total a Precios Social (S/.)
1	Líneas de alcantarillado	5549994.03		4284595.391
1.1	Obras provisionales y preliminares	5141.87	0.772	3969.52364
1.2	Seguridad y salud, programa de mitigación y prevención, plan de desvíos de tránsito vehicular y peatonal	290651.08	0.772	224382.6338
1.3	Línea de impulsión CB-3 A B3-52	16290.23	0.772	12576.05756
1.4	Línea de impulsión CB-4 A B9-310	122459.41	0.772	94538.66452
1.5	Línea de impulsión CB-4A B5-101A	112298.57	0.772	86694.49604
1.6	Línea de impulsión CB-5 a B5-102	63243.92	0.772	48824.30624
1.7	Línea de impulsión CB-5A a BZ-16A	78885.31	0.772	60899.45932
1.8	Línea de impulsión CB-6 a BZ-71	296920.5	0.772	229222.626
1.9	Línea de impulsión CB-6A a BZ-72	183663.11	0.772	141787.9209
1.10	Colector Hondable (PRINCIPAL)	797031.44	0.772	615308.2717
1.11	Colector rebose Amazonas (RAP 2)	328059.18	0.772	253261.687
1.12	Colector rebose el Carmen (RAP 1)	283104.63	0.772	218556.7744
1.13	Colector rebose el Pisonay (RAP 3)	430764.04	0.772	332549.8389
1.14	Colector rebose CP-01	509742.72	0.772	393521.3798
1.15	Colector rebose CP-02	22045.23	0.772	17018.91756
1.16	Colector rebose CB-04	144630.37	0.772	111654.6456
1.17	Colector rebose CB-05	3221.65	0.772	2487.1138
1.18	Colector rebose CB-06	507994.53	0.772	392171.7772
1.19	Colector Nazca	77915.73	0.772	60150.94356
1.20	Colector Santiago	79977.2	0.772	61742.3984
1.21	Colector 20	38418.26	0.772	29658.89672
1.22	Colector Santa Rosa	119339.76	0.772	92130.29472
1.23	Colector 32	204723.44	0.772	158046.4957

ITEM	Descripción	Presupuesto a precios de mercado	FC	Total a Precios Social (S/.)
1.24	Colector Cañete	84637.07	0.772	65339.81804
1.25	Reposición De Pavimentos	748834.78	0.772	578100.4502
2	Redes y conexiones de alcantarillado	18407421.22		14210529.18
2.1	Seguridad y salud, programa de mitigación y prevención, plan de desvíos de tránsito vehicular y peatonal	544756.36	0.772	420551.9099
2.2	Redes de alcantarillado	12065415.25	0.772	9314500.573
2.3	Conexión domiciliaria	5797249.61	0.772	4475476.699
A	Costo directo	38,181,032.62		18495124.57
B	Gastos generales	3833186.44		2959219.932
C	Utilidad	1916593.22		1479609.966
	Total Costo Directo + GG + Utilidad	29707194.91		22933954.47
	IGV	5347295.084		4860691.231
	Total Costo Directo + GG + Utilidad + IGV	35054489.99		27794645.7
D	Intervención social	272715.6435	0.909	247898.52
E	Suministro eléctrico	70315.78596	0.909	63917.04944
F	Estudios y diseños del proyecto	1057620.018	0.909	961376.596
G	Trámite de pagos de canon por uso de radios (2 años)	36062.48138	0.909	32780.79558
H	Monitoreo ambiental etapa ejecución de la obra	41032.22228	0.909	37298.29005
I	Arqueología	110495.4146	0.909	100440.3318
J	Supervisión de estudios - expediente técnico y obras	1471357.542	0.909	1337464.005
	PRESUPUESTO TOTAL ALCANTARILLADO Y PTAR	38114089.1		30575821.29

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro N° 47: Inversión de la alternativa 2 del sistema de alcantarillado

ITEM	Descripción	Presupuesto a precios de mercado	FC	Total a Precios Social (S/.)
1	Líneas de alcantarillado	3335520.97	2575022.19	2575022.19
1.1	Obras provisionales y preliminares	4979.66	3844.30	3844.30
1.2	Seguridad y salud, programa de mitigación y prevención, plan de desvíos de tránsito vehicular y peatonal	152894.87	118034.84	118034.84
1.3	Línea de impulsión CB-1 a B3-52	19697.46	15206.44	15206.44
1.4	Línea de impulsión CB-2 a B4-78A	33631.75	25963.71	25963.71
1.5	Colector Hondable (principal)	1028972.38	794366.68	794366.68
1.6	Colector rebose Amazonas (rap 2)	286285.85	221012.68	221012.68
1.7	Colector rebose el Carmen (rap 1)	291436.68	224989.12	224989.12
1.8	Colector rebose el Pisonay (rap 3)	370685.96	286169.56	286169.56
1.9	Colector rebose CP-01	516369.8	398637.49	398637.49
1.10	Colector rebose CP-02	30354.81	23433.91	23433.91
1.11	Colector Nazca	78460.33	60571.37	60571.37

ITEM	Descripción	Presupuesto a precios de mercado	FC	Total a Precios Social (S/.)
1.12	Colector Santiago	78601.46	60680.33	60680.33
1.13	Colector 20	38465.65	29695.48	29695.48
1.14	Colector Santa Rosa	122024.32	94202.78	94202.78
1.15	Colector 32	197819.42	152716.59	152716.59
1.16	Colector Cañete	84840.57	65496.92	65496.92
2	Planta de tratamiento de desagüe	22226134.69	17447515.73	17447515.73
2.1	Obras provisionales - preliminares	8809.07	6915.12	6915.12
2.2	Seguridad y salud, programa de mitigación y prevención, plan de desvíos de tránsito vehicular y peatonal	132480.17	103996.93	103996.93
2.3	Movimiento de tierras	3425444.25	2688973.74	2688973.74
2.4	Sistema de tratamiento preliminar (Cámara de rejas, desarenador y canaleta Parshall)	142128.63	111570.97	111570.97
2.5	Caja de distribución de caudales (entrada y salida)	32179.12	25260.61	25260.61
2.6	Tanques de aireación 3 und.	3951526.88	3101948.60	3101948.60
2.7	Clarificador 3 und.	1307121.28	1026090.20	1026090.20
2.8	Cámara de bombeo de Lodo 1 und.	40444.61	31749.02	31749.02
2.9	Espesador de Lodos 3 und.	327197.4	256849.96	256849.96
2.10	Digestor aireado de lodos 3 und.	342603.01	268943.36	268943.36
2.11	Sala de tanque de gas	72675.93	57050.61	57050.61
2.12	Tanque de contacto con cloro	152486.27	119701.72	119701.72
2.13	Cámara de bombeo de Lodo 2	51676.12	40565.75	40565.75
2.14	Lecho de secado de lodos 3 und.	1435288.41	1126701.40	1126701.40
2.15	Estructuras complementarias: almacén	26806.12	21042.80	21042.80
2.16	Estructura complementaria: caseta de tablero eléctrico 1	57400.31	45059.24	45059.24
2.17	Estructura complementaria: caseta de tablero eléctrico 2	57400.31	45059.24	45059.24
2.18	Estructura complementaria: caseta de tablero eléctrico 3	57400.31	45059.24	45059.24
2.19	Estructura complementaria: caseta de tablero eléctrico 4	57400.31	45059.24	45059.24
2.20	Estructura complementaria: caseta de sopladores	36555.69	28696.22	28696.22
2.21	Estructura complementaria: caseta de sopladores para reactores	63485.01	49835.73	49835.73
2.22	Estructura complementaria: caseta de decantadores centrífugos	96301.32	75596.54	75596.54
2.23	Estructura complementaria: sala de computo, sala de control, vestidores, laboratorio y SSHH	98761.37	77527.68	77527.68
2.24	Estructura complementaria: caseta de guardianía	36192.81	28411.36	28411.36
2.25	Instalaciones eléctricas, automatización y control de la PTAR	4160621.29	3266087.71	3266087.71
2.26	Equipamiento hidráulico y electromecánico de la PTAR	2455906.12	1927886.30	1927886.30
2.27	Tuberías de interconexión	303188.46	238002.94	238002.94
2.28	Cerco perimétrico	1483338.04	1164420.36	1164420.36
2.29	Acondicionamiento de exteriores e interiores de la PTAR	1813316.07	1423453.11	1423453.11
3	Emisor terrestre y submarino	8707646.16	6835502.24	6835502.24
3.1	Seguridad y salud, programa de mitigación y prevención, plan de desvíos de tránsito vehicular y peatonal	114313.05	89735.74	89735.74
3.2	Emisor terrestre tubería HDPE DN 450 flexible	8593333.11	6745766.49	6745766.49

ITEM	Descripción	Presupuesto a precios de mercado	FC	Total a Precios Social (S/.)
4	Redes y conexiones de alcantarillado	18530269.34	14305367.93	14305367.93
4.1	Seguridad y salud, programa de mitigación y prevención, plan de desvíos de tránsito vehicular y peatonal	323270.2	249564.59	249564.59
4.2	Redes de alcantarillado	14406256.18	11121629.77	11121629.77
4.3	Conexión domiciliaria	3800742.96	2934173.57	2934173.57
A	Costo directo	52799571.16	41163408.09	41163408.09
B	Gastos generales	8711929.241	6791962.33	6791962.33
C	Utilidad	4223965.693	3293072.65	3293072.65
	Total Costo Directo + GG + Utilidad	65735466.09	51248443.07	51248443.07
	IGV	11832383.9	9224719.75	9224719.75
	Total Costo Directo + GG + Utilidad + IGV	77567849.99	60473162.82	60473162.82
D	Intervención social	777842.5363	707058.87	707058.87
E	Suministro eléctrico	89902.53881	81721.41	81721.41
F	Estudios y diseños del proyecto	3613651.443	3284809.16	3284809.16
G	Trámite de pagos de canon por uso de radios (2 años)	75200.92713	68357.64	68357.64
H	Monitoreo ambiental etapa ejecución de la obra	113754.2988	103402.66	103402.66
I	Arqueología	291053.7143	264567.83	264567.83
J	Supervisión de estudios - expediente técnico y obras	4618901.09	4198581.09	4198581.09
K	Total presupuesto II: puesta en marcha y puesta en servicio	1987536.351	1806670.54	1806670.54
	PRESUPUESTO TOTAL ALCANTARILLADO Y PTAR	89135692.89		70988332.02

Fuente: Elaboración propia.

3.6.1. Metodología de evaluación costo-beneficio

Para calcular los indicadores de rentabilidad correspondientes basados en los costos y beneficios, se han utilizado las ecuaciones 11 y 12 descritas en el marco teórico, siendo los indicadores de evaluación resultantes los siguientes:

VAN social: 113,166,744.51

TIR social: 28.63%

Los indicadores que resultan de la evaluación social del proyecto demuestran que la alternativa de solución del proyecto de mejoramiento y ampliación del sistema de agua propuesto es viable desde el punto de vista económico.

3.6.2. Metodología de evaluación costo-efectividad

Para calcular los indicadores de rentabilidad correspondientes basados en los costos efectividad se ha establecido el flujo de caja en el horizonte del planteamiento del proyecto. En base a este flujo los indicadores de evaluación resultantes son los siguientes:

ALTERNATIVA 1:

VAC social : 79,987,824.58

Promedio población beneficiaria : 39,576

Índice costo efectividad : 2,021.11

ALTERNATIVA 2:

VAC social : 40,045,551.14

Promedio población beneficiaria : 39,576

Índice costo efectividad : 1011.86

3.6.3. Evaluación privada

Para realizar la evaluación privada se tomó en cuenta los siguientes criterios:

- La inversión tomada en cuenta en el año “0” es la inversión total que incluye el sistema de agua, alcantarillado y PTAR.
- Los costos incrementales tomados en cuenta son la suma de los costos tanto del sistema de agua, alcantarillado y PTAR.
- La tasa de descuento tomada en cuenta es la que determino la SUNASS en el proyecto de estudio tarifario denominado “Determinación de la formula tarifaria, estructuras tarifarias y metas de gestión aplicables a la empresa servicio de agua potable y alcantarillado de Lima. SEDAPAL S.S para el quinquenio regulatorio 2015-2020”. Para el caso de SEDAPAL, la tasa de descuento utilizada es 4.97%.

ALTERNATIVA 1:

VAN privado :	9,812,791.00.
TIR privado :	4.23%

ALTERNATIVA 2:

VAN privado :	22,476,022.00.
TIR privado :	7.00%

3.6.4. Análisis de sensibilidad

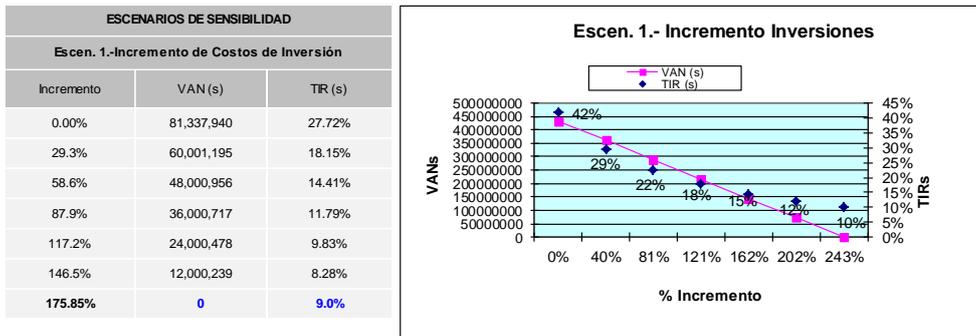
El análisis de sensibilidad fue realizado solo para el sistema de agua potable puesto que para el alcantarillado y PTAR no existen líneas de corte.

En este sentido se toma en cuenta tres variables: la inversión, beneficios y costos de operación y mantenimiento; con el fin de analizar cómo sus variaciones afectan los flujos de beneficios y costos. Se han definido rangos de variación de estos tres factores que el proyecto podrá enfrentar sin afectar su rentabilidad social hasta el límite que la rentabilidad social se anule (VAN=0). Considerando los resultados de la evaluación y la variación de los tres factores antes mencionados se obtuvo los siguientes resultados:

Variación del factor inversión: el rango que se tomó en cuenta para la variación del factor inversión fue de 0% a 175.85% del monto de inversión. Dentro de este

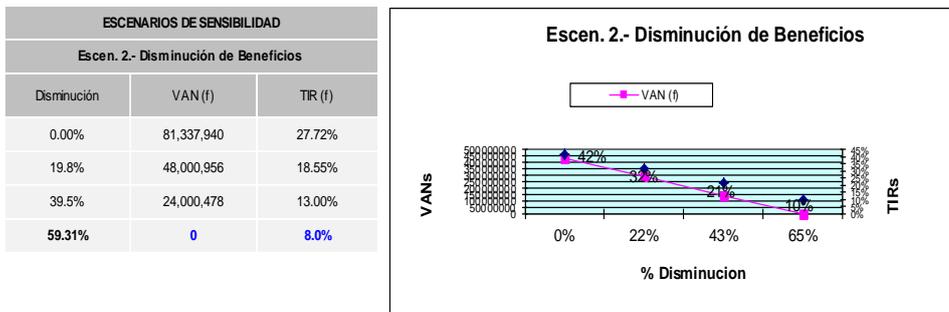
rango se halló que la inversión deja de ser socialmente rentable cuando la inversión se incrementa en un 175.85%. Es en este límite que el VAN se hace cero y la TIR igual a la tasa de descuento de 8%.

Cuadro N° 48: Sensibilidad de los indicadores a variaciones de la inversión.



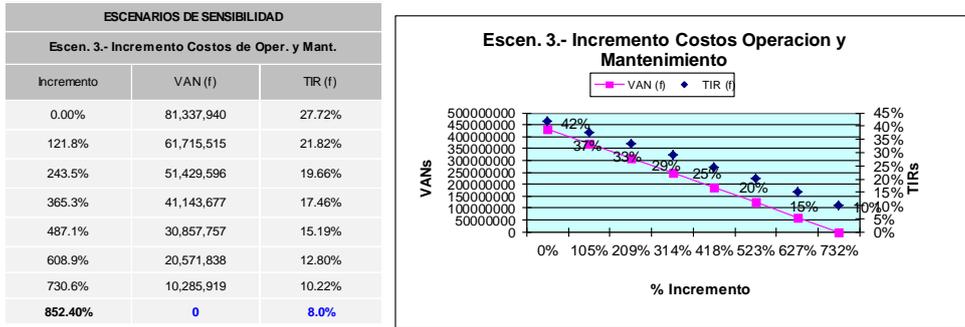
Variación del factor beneficios: el rango que se tomó en cuenta para la variación del factor beneficios fue de 0% a -59.31% de los beneficios. Dentro de este rango se halló que la inversión deja de ser socialmente rentable cuando los beneficios se reducen en -59.31%. Es en este límite que el VAN se hace cero y la TIR iguala a la tasa de descuento de 8%.

Cuadro N° 49: Sensibilidad de los indicadores a variaciones de los beneficios.



Variación del factor costos de operación y mantenimiento: el rango que se tomó en cuenta para la variación del factor costos de operación y mantenimiento fue de 0% a 852.40% del monto de dichos costos. Dentro de este rango se halló que la inversión deja de ser socialmente rentable cuando los beneficios se reducen en 852.40%. Es en este límite que el VAN se hace cero y la TIR iguala a la tasa de descuento de 8%.

Cuadro N° 50. Sensibilidad de los indicadores a variaciones de los costos de O&M.



3.6.5. Análisis de riesgo de rentabilidad social del PIP

En este punto se debe indicar que de acuerdo al análisis de riesgo realizado no se encontraron factores inminentes como lluvias intensas, inundaciones, huacos, deslizamientos, derrumbes, incendios o sismos en el área de estudio que puedan afectar a la rentabilidad del proyecto.

Cuadro N° 51: Aspectos Generales sobre la ocurrencia de peligros

1. ¿Existen antecedentes de peligros en la zona en la cual se pretende ejecutar el proyecto				2. ¿Existen estudios que pronostica la probable ocurrencia de peligros en la zona bajo análisis? ¿Qué tipo de peligros?			
Peligro	Si	No	Comentarios	Peligro	Si	No	Comentarios
Inundaciones	-	X		Inundaciones	-	X	
Lluvias Intensas	-	X		Lluvias Intensas		X	A través de estudios de SENAMHI
Sismo	X	-	De gran magnitud	Sismo	X		CISMID (Lima, incluye área de proyecto)
Sequia	X	-	Es una zona seca	Sequia	X	-	
Derrumbe/Deslizamientos	X	-	Pircas, rocas, Escombros	Derrumbe/Deslizamientos	X		INDECI
Otros	X	-	Antrópicos	Otros	-	X	

3.6.6. Análisis de sostenibilidad

La sostenibilidad del proyecto está basada en la capacidad operativa de SEDAPAL con respecto a la coordinación para la ejecución y operación y mantenimiento del proyecto, pues esta institución es la responsable del mismo. La capacidad operativa de SEDAPAL se encuentra respaldada por el pago tarifario de los usuarios.

Recursos para la Operación Y Mantenimiento

La fuente de recursos para la operación y mantenimiento del sistema de agua, alcantarillado y tratamiento de aguas residuales es la tarifa pagada por las familias beneficiarias del proyecto, las cuales en un 100% durante el trabajo de campo mostraron la disposición de pago.

Capacidad de pago

La capacidad de pago se tiene como la proporción del ingreso familiar que se destina al pago de los servicios de agua potable y alcantarillado. Según la Organización Panamericana de la Salud (OPS), así como el BID (Banco Interamericano de Desarrollo), esta proporción no debe superar el 5% de los ingresos disponibles de las familias beneficiarias por el proyecto. En esta sección se analiza la capacidad de pago de los usuarios teniendo como guía {este 5% del ingreso familiar. Para estimar la capacidad de pago se tuvo en cuenta los resultados de la encuesta socioeconómica aplicada a una muestra de la población.

Estimación de la capacidad de pago

A través de las encuestas se estimó que el ingreso de las familias en el área de influencia es en promedio de S/918.00 soles (S/11,016.00 anuales) y considerando el 5% como la proporción máxima del ingreso que se debería destinar al pago de los servicios de agua potable y alcantarillado, se determinó que el promedio de la capacidad de pago es de S/45.90 mensual por familia.

Tarifa media de operación y mantenimiento comparada con la capacidad de pago de los usuarios.

Teniendo en cuenta que la capacidad de pago está definida como el máximo ingreso destinado a cubrir gastos en agua y alcantarillado, es conveniente realizar una comparación con la tarifa media de operación y mantenimiento de largo plazo resultante para ver si los beneficiarios se encuentran en la posibilidad de pagar dicha tarifa, bajo el supuesto de sostenibilidad financiera del proyecto (las inversiones son cubiertas por recursos nacionales y los beneficiarios mayormente de estado económico bajo, solo cubren los costos de operación y mantenimiento).

Capacidad de gestión del operador

SEDAPAL tiene como objetivo la prestación de los servicios de saneamiento como agua potable y alcantarillado sanitario. Ejecuta la política del sector en la operación, mantenimiento, control y desarrollo de los servicios básicos, con funciones específicas en aspectos de normatividad, planeamiento y programación.

No uso o uso ineficiente del servicio de saneamiento

El escenario del no uso del sistema de saneamiento no es una posibilidad ya que es una necesidad básica de la población beneficiaria contar con este servicio, motivo por el cual priorizaron el presente proyecto frente al gobierno nacional durante mucho tiempo. En cuanto al escenario del uso ineficiente del servicio, es un riesgo que el operador mitigara al contar con la experiencia en la gestión de los servicios.

Conflictos sociales

La ejecución del proyecto no generará ningún tipo de conflicto social, por el contrario, su dimensionamiento contempla la inclusión de población que aún no ocupa el territorio con una vivienda, pero que el futuro si lo hará. Al mismo tiempo durante la formulación del proyecto y el trabajo de campo se evidencio gran expectativa por la ejecución del proyecto motivo por el cual la población brindo todas las facilidades al equipo social para realizar y agilizar el trabajo de formulación del proyecto.

3.6.7. Impacto ambiental

En adelante se identifican los impactos medioambientales que generaría el proyecto y el planteamiento de las medidas de mitigación:

Cuadro N° 52: Medidas de prevención, mitigación, remediación y compensación de impactos ambientales

Etapa	Medidas de prevención, mitigación, remediación y compensación de impactos ambientales		
	Impacto identificado	Tipo de medida	Medida propuesta
Ejecución	Emisión de material particulado	Preventiva	· Humedecimiento continuo en el material extraído de la zanja para evitar la generación de polvos: se humedecen al menos una vez al día.
	Emisiones de gases de combustión	Preventiva y Compensatoria	· El contratista debe llevar a cabo un mantenimiento oportuno de los vehículos y equipos a fin de evitar la mala combustión.
			· Evitar el uso de los equipos durante más de 4 horas al día, y los equipos y unidades vehiculares deben tener mantenimiento oportuno y adecuado.
	Ruidos molestos (61 dB-75 dB).	Preventiva y Compensatoria	· Delimitar y señalar adecuadamente el área de trabajo e informar a los trabajadores mediante charlas de inducción de 5 minutos sobre la importancia del uso de los EPP.
			· Las maquinarias de trabajo deberán usar silenciadores para apaciguar el ruido, además de contar con su mantenimiento respectivo.
	Contaminación accidental del suelo por derrame de grasas, aceites y combustible, de manera mínima.	Preventiva	· Se colocarán debajo de los equipos y envases (durante su permanencia en la obra) parihuelas con una cama de arena fina para absorber y contener las posibles fugas de fluidos del equipo; los mismos que serán evacuados a las zonas que la Municipalidad Local autorice.
			· El abastecimiento de combustible y aceite será por medio de una bomba manual y manguera hasta el tanque de combustible o depósito de aceite del Equipo.
			· Evitar el ingreso de materiales no selectos a la zanja, acumulando el material a una distancia prudente del borde, o colocando tablonces de contención, de ser necesario.
	Medidas de prevención, mitigación, remediación y compensación de impactos ambientales		
	Impacto identificado	Tipo de medida	Medida propuesta
		· Sensibilización a los trabajadores sobre la disposición de los RRSS.	

	Disposición inadecuada de los residuos sólidos y efluentes líquidos generados por los trabajadores de la obra.	Preventiva y Correctiva	· Acondicionamiento de baños portátiles para la contención de aguas servidas generadas por los trabajadores.
	Posibles inconvenientes para el tráfico de transeúntes y pobladores	Preventiva	· Se adecuarán los espacios del proyecto con señalización de seguridad en las zonas de mayor riesgo.
Operación y Mantenimiento	Contaminación del agua	Control	· Se recomienda realizar un monitoreo para verificar el nivel de calidad de agua.
	Desabastecimiento del servicio	Preventiva	· Ejecutar programas de limpieza periódica del sistema de agua. · Formular manuales de operación y mantenimiento para el sistema de tuberías primarias diseñado, haciendo referencia a los manuales en uso existentes en las unidades responsables de la operación de los sistemas. · Los materiales de las tuberías deben ser inertes a los procesos químicos que se pueden producir como consecuencia de la erosión interna.
Cierre y Abandono	Generación de ruido, polvo, etc.	Preventiva	· Humedecimiento de la zona
	Molestias localizadas, mínimas y temporales		· Utilización de filtros para maquinarias.
	Generación de ruidos molestos (61dB-75dB), polvo, desmonte, etc.	Preventiva	· Humedecimiento continuamente el material barrido para evitar la generación de polvos: se humedecen al menos 02 veces al día. · El contratista debe llevar a cabo un mantenimiento oportuno de los equipos y unidades vehiculares a fin de reducir la emisión de ruidos. Evidenciar el mantenimiento con sus comprobantes de pago respectivo. No deben pasar los parámetros estándar.
	Modificación del paisaje natural.	Correctiva y Compensatoria	· Revegetar, promoviendo la estabilidad y el acceso a la vida silvestre, de manera que guarde armonía con la morfología existente, efectuando luego la nivelación

Fuente: Conhydra (2015)

3.6.8. Plan de implementación

La implementación del PIP está sujeta a la viabilidad del proyecto que se proyecta se concrete al mes de mayo de 2016. Además, se la elaboración de los TDRs para la elaboración del expediente técnico y su convocatoria de cinco meses. Cabe indicar que el año cero es el año 2017, siendo su proyección como inicio de inversión (expediente técnico y estudio definitivo aprobados). El inicio de obra sin embargo está sujeto a la aprobación de los estudios definitivos por lo cual su ejecución se proyecta a partir del 2017 con un tiempo de 18 meses. El detalle de la programación de actividades se anexa al presente estudio.

Cuadro N° 53: Plan de implementación

COMPONENTES	Trimestres(Nuevos Soles)							Total por componente
	3er Trimestre 2018	4to Trimestre 2018	1er Trimestre 2019	2do Trimestre 2019	3er Trimestre 2019	4to Trimestre 2019	1er Trimestre 2020	
OBRAS CIVILES AP	0	0	355.186	5.243.940	4.076.343	0	0	9.675.469
EQUIPAMIENTO HIDRAULICO Y ELECTROMECANICO	0	0	0	0	5.470.523	1.292.493	219.790	6.982.806
LINEAS DE AGUA POTABLE	0	0	43.507	3.815.123	4.149.742	0	0	8.008.372
REDES SECUNDARIAS Y CONEXIONES DE AGUA POTABLE	0	0	0	0	3.600.742	4.810.577	1.300.240	9.711.559
OBRAS CIVILES ALC	0	0	210.156	1.437.302	1.366.076	249.477	0	3.263.091
EQUIPAMIENTO HIDRAULICO Y ELECTROMECANICO ALC	0	0	0	1.719.581	4.525.825	4.594.156	0	10.839.562
LINEAS DE ALCANTARILLADO	0	0	100.940	1.190.339	2.204.624	910.594	1.143.497	5.549.994
REDES DE ALCANTARILLADO	0	0	0	0	6.266.175	9.164.799	2.976.447	18.407.421
GGUU Componentes Directos	0	0	170.349	3.217.528	7.603.212	5.045.303	1.353.594	17.389.986
INTERVENCIÓN SOCIAL - EXPEDIENTE TECNICO	119.418	119.418	79.612	0	0	0	0	318.448
INTERVENCIÓN SOCIAL - OBRA	0	0	46.764	140.291	140.291	140.291	93.528	561.165
SUMINISTRO ELECTRICO	0	0	37.799	113.398	75.599	0	0	226.796
ESTUDIO Y DISEÑO DE PROYECTO	1.279.215	1,279,215	852.810	0	0	0	0	3,411,240
RAMITE DE PAGOS DE CANON POR USO DE RADIOS EN BANDA LICENCIADA POR UN PERIDO DE 24 MESES (2 años)	0	0	0	0	38,772	58,158	19,386	116,316
MONITOREO AMBIENTAL ETAPA EJECUCIÓN DE LA OBRA	0	0	11,029	33,086	33,086	33,086	22,058	132,345
PROYECTO DE EVALUACION ARQUEOLOGICA (ETAPA DE ESTUDIO)	64,820	21,607	0	0	0	0	0	86,427
PLAN DE MONITOREO ARQUEOLOGICO (ETAPA DE OBRA)	0	0	22,497	67,491	67,491	67,491	44,994	269,964
SUPERVISION DE ESTUDIOS - EXPEDIENTE TECNICO	169,281	169,281	112,854	0	0	0	0	451,416
SUPERVISION DE ESTUDIOS - OBRAS (INCLUYE GGU)	0	0	357,858	1,073,573	1,073,573	1,073,573	715,715	4,294,292
18%	293,892	286,114	432,245	3,249,312	7,328,173	4,939,200	1,420,065	17,949,001
Total por periodo	1,926,626	1,875,635	2,833,606	21,301,044	48,040,247	32,379,198	9,309,314	117,665,670

Fuente: Conhydra (2015)

3.6.9. Financiamiento

El costo total del proyecto estimado para su ejecución del año cero asciende a S/123,918,965.38 soles con 38/100 céntimos incluyendo IGTV.

Esta inversión estará financiada por SEDAPAL S.A a través de la asignación de recursos propios o la gestión de los mismos para 14 proyectos priorizados mediante D.S – 001 – 2015 – PCM.

La Gerencia de Servicios Norte y en forma específica el Centro de Servicios de Callao la que se encargara de la etapa de post inversión del proyecto la cual implica asumir la administración, operación y mantenimiento del proyecto.

3.6.10. Selección de alternativa

Los indicadores de rentabilidad de la metodología costo-beneficio (VANS y TIRS) del proyecto para la única alternativa del sistema de agua potable, son los siguientes:

VAN social: 113,139,475

TIR social: 28.55%

El indicador de rentabilidad de la metodología costo-efectividad del sistema de alcantarillado (ICE) para cada alternativa propuesta tiene como resultado:

ICE(ALT1): S/. 2021.11 x hab

ICE(ALT2): S/. 1011.86 x hab

En resumen, se puede notar que la única alternativa para agua potable es viable económicamente; y respecto al sistema de alcantarillado, la alternativa 1 presenta mejores resultados del indicador de rentabilidad (ICE) respecto a la alternativa 2, siendo este el motivo por el que se opta por la elección.

3.6.11. Matriz del marco lógico del proyecto

Cuadro N° 54: Matriz de marco lógico

	RESUMEN DE OBJETIVOS	INDICADORES	MEDIOS DE VERIFICACIÓN	SUPUESTOS
FIN	Mejora de la calidad de vida de la población de PROFAM	Al año 5 el 85% de la población encuestada considera que ha mejorado su calidad de vida.	Encuesta de evaluación de impacto del proyecto a través del IDH.	Contexto económico estable.
PROPÓSITO	Disminución de casos de enfermedades diarreicas y gastrointestinales de la población de PROFAM.	Al año 5: el acceso a los servicios de saneamiento impactar en la disminución de 40% de incidencia de enfermedades de origen hídrico. .	Evaluación Ex – post del proyecto	Es política del gobierno continuar priorizando proyectos.
COMPONENTES	Existencia de servicio de agua potable	Al año 1: el 100% de la población cuenta con servicio de agua potable hasta por 20 años.	Evaluación de culminación del proyecto.	La inflación se mantiene en un nivel que no afecte la rentabilidad del proyecto. La población cuenta con mayores recursos económicos para la atención de otras necesidades.
	Existencia de sistema de recolección y tratamiento de agua residuales	Al año 1: el 100% de la población cuenta con servicio alcantarillado y tratamiento de aguas residuales hasta por 20 años.	Registro de avance físico y financiero.	
	Adecuados hábitos y prácticas de higiene.	Al año 1: el 80% de la población pone en práctica adecuados hábitos y prácticas de higiene.	Informe de Valorización y Liquidación de Obras.	
ACTIVIDADES	Se instalará 2533.07 ml de línea de conducción. Se construirán dos cisternas Se instalarán 6516.37 m de línea de impulsión Se construirán tres reservorios	Al año 1: se instaló el sistema de agua potable para la Asociación pro vivienda PROFAM, con una inversión en costo directo de S/34,277,243.40.	Valorizaciones de obra. Cuadernos de obra.	Aprobación y autorización de presupuesto de inversión según calendario de cronograma físico y financiero aprobado.
	Se considera un drenaje de las aguas residuales por medio de una serie de cámaras de bombeo y rebombeo.	Al año 1: se instaló un sistema de alcantarillado y PTAR con una inversión de costo directo S/38, 181,032.62.		
	Capacitación en educación sanitaria y ambiental	Al año 1: se realizó acciones de capacitación con una inversión de S/1,037, 945.65. Los costos indirectos del proyecto ascienden a: S/.44,169,448.81 El presupuesto total del proyecto asciende a S/117, 665,670.48.		

Fuente: Conhydra (2015)

3.6.12. Línea de base para evaluación de impacto

Cuadro N° 55: Línea base para el sistema de agua potable

Nombre	Definición	Unidad	Indicador base	Indicador esperado
Número de nuevas conexiones de agua potable	Número de nuevas conexiones domiciliarias de agua potable realizadas por el proyecto.	N°	0	3710
Ratio de continuidad de tratamiento de agua	Número de horas de operación de la planta de tratamiento en el año / 8760 horas	%	0	100
Continuidad a nivel domiciliario	Número promedio de horas diarias del servicio de agua potable a domicilio	hora/día	0	24
Población servida de agua potable	Población atendida por las conexiones del sistema de agua, incluyendo aquellos que son atendidos por conexión domiciliaria activa y piletas públicas.	N°	0	11835
Cobertura de agua potable domiciliaria	Porcentaje de la población atendida por el sistema de agua. Se obtiene dividiendo la población con conexión activa entre población total.	%	0	100
Tasa de conexiones activas	Porcentaje de las conexiones activas en las conexiones añadidas por el proyecto.	%	0	100
Consumo de agua potable per cápita	Volumen de agua per cápita. consumido por día	l / d	0	100
Incremento de las practicas higiénicas en las familias.	Frecuencia de lavado de manos, baño, lavado de ropa y limpieza del hogar por día o por semana.	veces / día, semana	2	3
Costo familiar del agua	Promedio mensual de gastos relacionados al agua, incluyendo tarifa por agua por tubería, tanque de agua, costo de agua embotellada, etc.	Sol / m ³	13.636	2.07
Tiempo familiar para conseguir agua	Tiempo promedio por familia necesario para conseguir agua según tiempo laboral / no laboral y tiempo de niños	Min-hab / día	Cada 7 días	Diario
Incidencia de las enfermedades de origen hídrico	Porcentaje de enfermedades parasitarias intestinales	%	8.11	4.866
Micromedición	Porcentaje de las conexiones con micro medidor.	%	0	100

Fuente: Conhydra(2015)

Cuadro N° 56: Línea base para el sistema de alcantarillado

Nombre	Definición	Unidad	Indicador base	Indicador esperado
Capacidad de tratamiento	Capacidad instalada/operacional de planta de tratamiento de agua residual añadida o recuperada por el proyecto	%	0	100%
Población servida con alcantarillado	Población atendida por las conexiones de desagüe.	N°	0	100
Ratio de continuidad operativa de la PTAR	Porcentaje de horas operativas de la PTAR por año	%	0	100
Tasa de eliminación de la carga de DBO	Porcentaje de la carga de DBO eliminada por la PTAR	%	0	100
Cobertura de alcantarillado	Porcentaje de la población atendida por el sistema de alcantarillado. Población con conexión activa entre población total.	%	0	100
Número de conexiones activas	Número de conexiones activas realizadas usando la red de alcantarillado del proyecto	N°	0	3710
Volumen de tratamiento de desagües	Promedio anual y mensual del caudal de desagüe tratado en cada PTAR	l/s	0	168.82
Ratio de utilización de PTAR	Promedio diario de volumen de tratamiento / capacidad instalada de tratamiento.	%	0	100
Tasa de tratamiento de aguas residuales	Porcentaje de agua residual tratada del total de desagüe generado en un sistema.	%	0	100
Percepción de la población sobre la mejora del saneamiento ambiental	Porcentaje de población que considera que la condición de saneamiento relacionada al desagüe en la comunidad, ha mejorado después del proyecto.	%	0	100
Incidencia de las enfermedades de origen hídrico	Número de casos por mil habitantes por año en la zona de influencia. Enfermedades de origen hídrico incluyen las estomacales, infecciones intestinales, diarrea, parasitarias, et.	N°	206	12.36

Fuente: Conhydra (2015)

CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES

- Según la evaluación de los sistemas existentes de agua potable y alcantarillado, en el área del proyecto no existe un sistema que sea capaz de transportar las aguas residuales ni un sistema de abastecimiento que pueda otorgar de agua potable a la población de A.P.V. PROFAM Perú, Asoc. Miramar de Santa Rosa, ADESESEP; y el P.I.V. Santa Rosa de Lima, por lo que es necesario la instalación y construcción de un sistema integral de agua potable y alcantarillado.
- Según el planteamiento de la alternativa única de diseño y modelamiento hidráulico para agua potable, se concluye que el sistema de agua potable, considerando 25% pérdidas, se realiza a través de una línea de conducción (2533.07 m de DN 350 mm HD) desde el punto de empalme con la línea de refuerzo Chillón hasta la cisterna proyectada (CP-01) y mediante 4 líneas de impulsión (6516.37 m con diámetros de 250 mm y 300 mm) se bombea el agua desde las cisternas (CP-01 con capacidad de 1500 m³ y CP-02 de 600 m³) hacia los tres reservorios (RAP-01 de 1000 m³, RAP-02 de 1500 m³ y RAP-03 de 1500 m³), de estos hacia las redes secundarias (69694,83 m de tubería de PVC con diámetro mínimo de 79.2 mm) y conexiones domiciliarias.
- Según el planteamiento de la alternativa seleccionada de diseño y modelamiento hidráulico para alcantarillado,, se concluye que el sistema de recolección(tuberías HDPE con diámetro mínimo de 187.6 mm) desde las conexiones domiciliarias se da mediante sistemas de bombeo hacia un colector proyectado perteneciente al proyecto Esquema Piedras Gordas a través de varios rebombes, con lo cual se utilizan 9 cámaras de bombeo (Qb de 9.78, 17.59, 3.74, 59.04, 59.04, 71.01, 71.01,161.11 y 161.11 L/s) hacia un buzón proyectado (BZ-72) a partir del cual continuará el colector principal por gravedad con un recorrido de 1.3 km (PVC) para finalmente descargar en un colector proyectado en la carretera panamericana para su disposición final en la PTAR proyectada Villas de Ancón.

- De acuerdo a los resultados de la modelación hidráulica realizada para los sectores de abastecimiento 214-A, 214-B y 291 del sistema de agua potable se observó que para el año 20, el sector 214-A tiene el 71.9% de los nodos dentro del rango óptimo entre 10 a 35 m.c.a., el sector 214-B tiene el 76.7% de los nodos dentro del rango óptimo y para el sector 291 se tiene el 80.5% de los nodos dentro del rango óptimo; concluyéndose que estarán funcionando dentro del rango de presiones establecido por la normativa vigente.
- De acuerdo al modelamiento de alcantarillado, las 2 alternativas de solución para que la población pueda acceder a un sistema de alcantarillado. En la alternativa 1, de los resultados del modelamiento para el año 20 del proyecto, se nota que el 96.3% tiene la tensión tractiva de las tuberías dentro del rango óptimo (>0.6 pascales), el 100% tiene el tirante hidráulico de las tuberías dentro del rango óptimo ($<75\%$) y el 100% tiene la velocidad de las tuberías dentro del rango óptimo establecido por la normativa vigente. En la alternativa 2, de los resultados del modelamiento se observó que para el año 20, el 100% tiene la tensión tractiva de las tuberías dentro del rango óptimo (>0.6 pascales), el 100% tiene el tirante hidráulico de las tuberías dentro del rango óptimo ($<75\%$) y el 100% tiene la velocidad de las tuberías dentro del rango óptimo establecido por la normativa vigente. Además, se debe considerar que el proyecto es vulnerable en lo que respecta a algún mal funcionamiento de las bombas proyectadas dentro de las CBD, falta de suministro de energía eléctrica y exceso de caudal en las redes proyectadas.
- Según la evaluación económica realizada para la única alternativa propuesta del sistema de agua potable mediante la metodología costo-beneficio, se obtiene un VANS de 81,337,939.86 y un TIRS con 28.63%; por lo que los indicadores de rentabilidad social demuestran que el proyecto es económicamente viable.
- Según la evaluación económica realizada para el sistema de alcantarillado mediante la metodología de Costo–efectividad, se obtiene para la alternativa 1 un ICE de 2,021.11 y para la alternativa 2 un ICE de 1011.86, por lo que la primera alternativa es la opción más técnica y económicamente viable.

- Desde el punto de vista del ámbito ambiental, durante las etapas del proyecto se generarán impactos negativos que afectarían al medio físico (aire, agua y suelo), biológico y socioeconómico; siendo el más recurrente la generación de ruido y material particulado, para los cuales se establecen medidas de prevención, mitigación, control y compensación ambiental para asegurar la viabilidad ambiental del proyecto.
- La sostenibilidad del proyecto está basada en la capacidad operativa de Sedapal con respecto a la coordinación para la ejecución y operación y mantenimiento del proyecto, pues esta institución es la responsable del mismo. La capacidad operativa de Sedapal se encuentra respaldada por el pago tarifario de los usuarios

CAPÍTULO V: RECOMENDACIONES

- Se recomienda mejorar el diseño hidráulico considerando en los cálculos del consumo de agua potable el nivel socioeconómico (NSE) predominante, el coeficiente de consumo diario (k_1) y coeficiente de consumo horario (k_2) de los sectores 214 y 216 que son semejantes al área de influencia de PROFAM por su proximidad, para que nos den valores más cercanos a la realidad, ya que los patrones de consumo de agua varían según las zonas y el nivel socioeconómico.
- Para la evaluación existente se recomienda que la entidad competente, SEDAPAL proporcione datos de presión y caudal en el punto de empalme con la línea de refuerzo Chillón en los diferentes escenarios del modelamiento hidráulico, así como valores en época de estiaje y avenida complementando así las evaluaciones al año 10 y al año 20 del proyecto PROFAM; para que, con esta evaluación existente de la línea en el punto de empalme, se pueda realizar un modelamiento con mayor exactitud.
- Para la evaluación de las PTAR existentes, se recomienda analizar los costos de gestión y administración de estas; para poder compararlos posteriormente con los costos de ejecución, operación y mantenimiento de una PTAR y de cámaras de bombeo de desagüe proyectadas.
- Para elaborar el modelamiento hidráulico se recomienda que los datos físicos iniciales como la demanda base se hagan según el número de conexiones cercanas hacia una tubería, mas no hacia el número de conexiones cercana a los nodos y/o buzones, utilizando las nuevas herramientas de las versiones más recientes de los programas empleados en este informe (WaterGEMS, SewerGEMS y ArcGIS) para una mejor precisión del modelo. Asimismo, se recomienda que la cota de tapa de los buzones sea de acuerdo al levantamiento topográfico para evitar errores de diseño en las alternativas propuestas, ya que se debe cumplir con el criterio de pendientes mínimas establecida en la normativa nacional vigente.

- Para la selección de alternativas, se recomienda elaborar un plan de acción y respuesta a emergencias teniendo en cuenta la vulnerabilidad de las cámaras de bombeo y el rebose de las mismas; y en base a criterios de eficacia, eficiencia, aprendizaje y actualización permanente, para garantizar la continuidad del proyecto ante cualquier eventualidad.
- Para garantizar la sostenibilidad del proyecto, se recomienda complementar este estudio considerando identificar los impactos ambientales generados por el componente emisario submarino y las cámaras de bombeo para poder establecer las medidas de prevención, mitigación, control y compensación pertinentes, abarcando todos los componentes del proyecto y orientar el proyecto hacia el desarrollo sostenible.
- Para evitar los impactos ambientales negativos en la etapa de operación del proyecto, se recomienda que los trabajadores estén capacitados con los lineamientos descritos en los manuales de Operación y Mantenimiento elaborados por SEDAPAL, asimismo se debe considerar que cuenten con una fuente primaria de información técnica, como son fichas técnicas de los equipos de bombeo, válvulas de control y de los equipos instalados en la Planta de tratamiento de las aguas residuales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arocha, S. (1997). Abastecimientos de agua: Teoría y diseño. Caracas, Venezuela.
- Banco Interamericano de Desarrollo; Comisión Económica para América Latina y el Caribe (2018). *Proceso Regional de las Américas- Foro Mundial del agua 2018*. Recuperado de: <https://publications.iadb.org/es/proceso-regional-de-las-americas-foro-mundial-del-agua-2018-informe-regional-america-latina-y-el>
- Brière, F. (2014). Drinking-Water Distribution, Sewage, and Rainfall Collection. 3er edición. pp.25
- Celestino, Saby; Kagawa, Yurika y Poma, Marco. (2018). Planeamiento Estratégico del Sistema de Agua y Saneamiento en el Perú. Recuperado el 15 de junio de: http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/12638/CELESTINO_KAGAWA_PLANEAMIENTO_SANEAMIENTO.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Conhydra S.A. E.S.P. Sucursal del Perú (2017). Estudio de Pre inversión a nivel de Perfil del Proyecto: “Instalación de los sistemas de agua potable y alcantarillado para la asociación pro vivienda PROFAM Perú – distrito de Santa Rosa”.
- Conhydra S.A. E.S.P. Sucursal del Perú (2015). Ficha catastral del estudio social del proyecto: “instalación de los sistemas de agua potable y alcantarillado para la asociación pro vivienda PROFAM Perú – distrito de Santa Rosa”.
- De la Cruz, Rodrigo. (2020). WaterGEMS frente al diseño convencional de redes de agua para la ciudad de Querecotillo. Universidad de Piura. Piura, Perú.
- Dirección de Red de Salud Lima Norte IV. (2014). Compendio Estadístico anual.
- Jimenes, E. (2019). Utilización del software SewerGEMS V8i para el diseño de redes de alcantarillado. Universidad de Piura. Piura, Perú.
- López, A.J. (1986). Procedimiento para calcular y predecir la rugosidad interna de las tuberías. Recuperado el 15 de junio de: https://www.academia.edu/33290946/PROCEDIMIENTO_PARA_CALCULAR_Y_PREDECIR_LA_RUGOSIDAD_INTERNA_DE_LAS_TUBERIAS

- Ministerio de Economía y Finanzas (2015). Guía para la identificación, formulación y evaluación de proyectos de inversión pública de servicios de saneamiento básico urbano, a nivel de perfil, incorporando la gestión de riesgo en un contexto de cambio climático. Lima, Perú.
- Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento. (2006). Reglamento Nacional de Edificaciones.
- Organización de las Naciones Unidas (2020). Objetivo 6: Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/water-and-sanitation/>
- Organización Mundial de la Salud. (2017). “2100 millones de personas carecen de agua potable en el hogar y más del doble no disponen de saneamiento seguro”.
- Sánchez, Y. (2020). Modelamiento computarizado de sistemas de distribución de agua. Lima, Perú.
- Sánchez, Y. (2020). Modelamiento computarizado de sistemas alcantarillado. Lima, Perú.
- Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima (2010). “Reglamento de elaboración de proyectos de agua potable y alcantarillado para habilitaciones urbanas de Lima metropolitana y Callao.”
- Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima (2021). “SEDAPAL garantiza distribución de agua gratuita a poblaciones vulnerables de Lima y Callao”. Lima, Perú. Recuperado de: <https://www.sedapal.com.pe/notas-de-prensa/sedapal-garantiza-distribucion-de-agua-gratuita-a-poblaciones-vulnerables-de-lima-y-callao>
- Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima (2015). Plan Maestro 2015 – 2044. Lima, Perú.
- Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (2016). Resolución de Consejo Directivo N.º 016-2016-SUNASS-CD. Lima, Perú.

ANEXOS

ANEXO I
CÁLCULO DE LÍNEAS DE
IMPULSIÓN

a) Datos de diseño

Los datos de diseño de la línea de impulsión de cisterna CP-01 CP-02, son los siguientes:

- Caudal Máximo Diario (Qmd): 75.1 L/s(Año 2037)
- Tiempo de bombeo diario(t): 18 horas
- Temperatura media del agua (T°): 24 °C
- Aceleración de la gravedad (g): 9.81 m/s²

Caudal de diseño para el bombeo

$$Qb = \frac{Qb * 24}{t}$$

Caudal de diseño del bombeo (Qb) = 100.2L/s

b) Chequeo de la tubería de succión

$$As = \frac{\pi * \varnothing_s^2}{4}$$

$$Vs = \frac{Qb}{As}$$

- Bombas en funcionamiento (Nb): 3 un
- Caudal de chequeo del bombeo (Qb): 33.40 L/s
- Diámetro interno tubería de succión (Øs): 10 pulgadas
- Área de la tubería de succión (As) 0.053 m²
- Velocidad en la tubería de succión (Vs): 0.63 m/s
- Velocidad máx. recomendada (Vmáx): 1.60 m/s
- Velocidad mín. recomendada (Vmín): 0.45 m/s

La tubería de succión proyectada será de Ø10 pulg, a través de la cual pasarán 33.4 L/s, lo cual genera una velocidad de 0.63 m/s.

Altura dinámica total de succión (Hd.s)

$$J = \left(\frac{Qb}{0.2785 * C * \varnothing_s^{2.63}} \right)^{1/0.54}$$

- Altura estática de succión(hs) = 1.2 m
- Caudal de succión (Qb) = 33.40 L/s
- Diámetro de la tubería de succión (Øs) = 0.260 m
- Coeficiente de Hazen - Williams (C) = 140 (Tubería de HD)
- Pérdida unitaria de carga (J) = 0.0015 m/m

Pérdidas totales en la succión

Las pérdidas que se generan en cada accesorio, se relacionan como longitud equivalente.

Accesorio	Diámetro (pulg)	Cantidad (un o m)	Le,s = (m) ⁽²⁾
Válvula pie de coladera	10	1	48.3
Longitud recta de tubería	10	6.0	6.0
Long. total equivalente = Σ Le,s			54.2

- Longitud total equivalente ; $\Sigma le,i = 54.22$ m
- Pérdidas totales en la impulsión de Acero; $J \times \Sigma le,i = 0.0794$ m

Pérdidas por fricción en la succión

Estas pérdidas se relacionan con la fricción del líquido contra las paredes de la tubería.

$$K_s = \frac{V_s^2}{2g} \quad H_{ds} = h_s + \left(J * \sum L_{e_s} \right) + K_s$$

- Velocidad en la tubería de succión ; $V_s = 0.63$ m/s
- Pérdidas por fricción en la succión ; $K_s = 0.02$ m
- Altura dinámica en la succión ; $H_{d,s} = 1.30$ m

c) Chequeo de la tubería de impulsión

$$A_i = \frac{\pi * \phi_i^2}{4} \quad V_i = \frac{Q_b}{A_i} \quad R = \frac{\phi_s}{\phi_i} > 1$$

Velocidad en la tubería de Hierro Dúctil

- Diámetro interno tubería de impulsión ; $\phi_i = 0.260$ m
- Área de la tubería de impulsión ; $A_i = 0.053$ m²
- Velocidad en la tubería de impulsión ; $V_i = 0.63$ m/s
- Verif. de la relación entre ϕ_i y ϕ_s ; $R = 1.00$

Velocidad en la tubería de Hierro Dúctil

- Diámetro interno tubería de impulsión ; $\phi_i = 0.312$ m
- Área de la tubería de impulsión ; $A_i = 0.076$ m²
- Velocidad en la tubería de impulsión ; $V_i = 1.31$ m/s
- Altura estática de impulsión ; $h_i = 157.26$ m

Pérdidas en la tubería de Hierro Dúctil

$$J = \left(\frac{Q_b}{0.2785 * C * \phi_s^{2.63}} \right)^{1/0.54}$$

- Diámetro de la tubería de impulsión ; $\phi_i = 0.260$ m
- Coeficiente de Hazen - Williams ; $C = 140$
- Pérdida unitaria de carga ; $J = 0.001$ m/m

- Diámetro de la tubería de impulsión; $\varnothing_i = 0.312 \text{ m}$
- Coeficiente de Hazen - Williams; $C = 140$
- Pérdida unitaria de carga ; $J = 0.0047 \text{ m/m}$

Pérdidas totales en la impulsión

Accesorio	Diámetro (pulg)	Cantidad (un o m)	Le,i = (m)
Ampliación	8x10	1	1.9
Tee paso directo	10	1	12.0
Válvula de control de bomba	10	1	24.1
Válvula mariposa	10	1	1.3
Ampliación	10x12	1	2.3
Longitud recta de tubería	10	0.7	0.7
Long. total equivalente = $\Sigma Le,i$			42.3

- Longitud total equivalente; $\Sigma le,i = 42.25 \text{ m}$
- Pérdidas totales en la impulsión de Acero; $J \times \Sigma le,i = 0.06 \text{ m}$

Accesorio	Diámetro (pulg)	Cantidad (un o m)	Le,i = (m)
Codo de 45°	12	16	55.0
Yee	12	4	19.2
Válvula mariposa	12	4	6.2
Codo de 90°	12	4	18.9
Tee paso directo	12	2	28.7
Salida de tubería	12	1	7.0
Longitud recta de tubería	12	1059.7	1,059.7
Long. total equivalente = $\Sigma Le,i$			1,194.78

- Longitud total equivalente; $\Sigma le,i = 1194.78 \text{ m}$
- Pérdidas totales en la impulsión de Acero; $J \times \Sigma le,i = 5.59 \text{ m}$

Pérdidas por fricción en la descarga

- Velocidad en la tubería de descarga; $V_i = 0.97 \text{ m/s}$
- Pérdidas por fricción en la descarga ; $K_i = 0.05 \text{ m}$
- Altura dinámica en la impulsión; $H_{d,i} = 162.96 \text{ m}$

d) Obtención de la altura dinámica total, HDT

$$H_d = H_{di} + H_{ds}$$

- Altura dinámica; $H_d: 164.26 \text{ m}$
- Factor de seguridad, $F: 16.43 \text{ m}$
- Altura dinámica total, TDH, $(H_d+F): 180.68 \text{ m}$

e) Potencia del motor de la bomba

$$P = \frac{\gamma * Q_b * TDH}{75 * \eta} \quad \gamma = \frac{\rho}{\rho_w}$$

- Caudal de bombeo (Q_b): 33.4 L/s
- Altura dinámica total (H_d): 180.68 m

- Densidad del agua en el sitio (r): 997.33 Kg/m³
- Densidad del agua a 4°C (rw): 1,000 Kg/m³
- Densidad relativa del agua (g): 0.997
- Eficiencia teórica de la bomba (h): 82.0%
- Potencia teórica requerida del motor (P): 99.8 HP
- Potencia comercial del motor (P): 100.00 HP

Se impulsará un caudal de 33.4 L/s a una altura dinámica total de 180.68 m, trabajando con una eficiencia del 82%, y con un motor comercial de 100 HP.

f) Golpe de ariete

Es una sobrepresión que se genera en la tubería de impulsión, debido principalmente a los eventuales cortes de energía eléctrica o a la suspensión del flujo.

Velocidad de aceleración de la onda calculado (a)

$$a = \sqrt{\frac{Kv}{\rho * \left(1 + \frac{Kv * d}{E * e}\right)}} \quad h_{golpe} = \frac{a * V}{g}$$

- Temperatura media del agua (T^o) = 24 °C
- Aceleración de la gravedad (g) = 9.81 m/s²
- Densidad del agua en el sitio (r) = 997.33 Kg/m³
- Módulo de Bulk del agua a la temperatura del sitio (Kv) = 2.20E+09Pa
- Diámetro interior de la tubería (d) = 311.6 mm
- Módulo de Elasticidad (E) = 2.75E+09Pa
- Espesor del tubo (e) = 7.2 mm
- a = 248.85 m/s
- Carga por sobrepresión de Golpe de Ariete (h_{golpe}) = 33.23 m
- Presión cuando ocurra golpe de ariete (P_{máx}) = 190.49 m

ITEM N°	DESCRIPCIÓN	VALOR
1	Caudal de bombeo	33.40 L/s
2	Diámetro de la impulsión	0.312 m
3	Material tubería de impulsión	HD
4	Coef. de rugosidad impulsión	140
5	Velocidad en la impulsión	0.97 m/s
6	Altura estática de impulsión	157.3 m
7	Altura dinámica de succión	1.3 m
8	Altura dinámica total	180.68 m
9	Eficiencia teórica de la bomba	82.0 %
10	Potencia comercial del motor	100.0 HP
11	Máximo golpe de ariete	190.5 m

Este cálculo se aplicó también para las otras líneas de impulsión proyectadas para el sistema de agua potable de este proyecto.

ANEXO II
CÁLCULO DE CISTERNAS

a) Cálculo del volumen total requerido por las cisternas

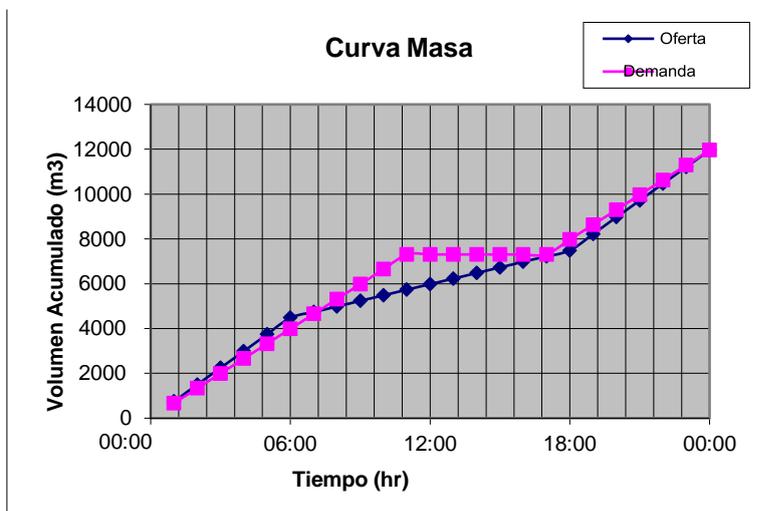
Caudal que bombea la cisterna: hacia Arboleda 2 Qb: 8.67 L/s (18h)
 hacia RAP-3 Qb: 75.65 L/s (18h)
 hacia CP-2 Qb: 100.19 L/s (18h)

Caudal que recibe la cisterna: desde empalme Qb: 276.8 L/s (18h)
 matriz Chillón

Volumen total requerido por las cisternas

Tiempo	Volumen Acumulado		Diferencia	Volumen por Hora			
	Oferta (m3)	Demanda (m3)		Oferta	RAP-1	RAP-2	Demanda
01:00	747	664	83.14	747.36	664.22	747	664
02:00	1495	1328	166.27	747.36	664.22	1495	1328
03:00	2242	1993	249.41	747.36	664.22	2242	1993
04:00	2989	2657	332.54	747.36	664.22	2989	2657
05:00	3737	3321	415.68	747.36	664.22	3737	3321
06:00	4484	3985	498.82	747.36	664.22	4484	3985
07:00	4733	4650	83.71	249.12	664.22	4733	4650
08:00	4982	5314	-331.39	249.12	664.22	4982	5314
09:00	5232	5978	-746.50	249.12	664.22	5232	5978
10:00	5481	6642	-1161.60	249.12	664.22	5481	6642
11:00	5730	7306	-1576.70	249.12	664.22	5730	7306
12:00	5979	7306	-1327.58	249.12		5979	7306
13:00	6228	7306	-1078.46	249.12		6228	7306
14:00	6477	7306	-829.34	249.12		6477	7306
15:00	6726	7306	-580.22	249.12		6726	7306
16:00	6975	7306	-331.10	249.12		6975	7306
17:00	7224	7306	-81.98	249.12		7224	7306
18:00	7474	7971	-497.09	249.12	664.22	7474	7971
19:00	8221	8635	-413.95	747.36	664.22	8221	8635
20:00	8968	9299	-330.82	747.36	664.22	8968	9299
21:00	9716	9963	-247.68	747.36	664.22	9716	9963
22:00	10463	10628	-164.54	747.36	664.22	10463	10628
23:00	11210	11292	-81.41	747.36	664.22	11210	11292
00:00	11958	11956	1.73	747.36	664.22	11958	11956

Luego se realiza el diagrama curva masa con los datos obtenidos en la tabla:

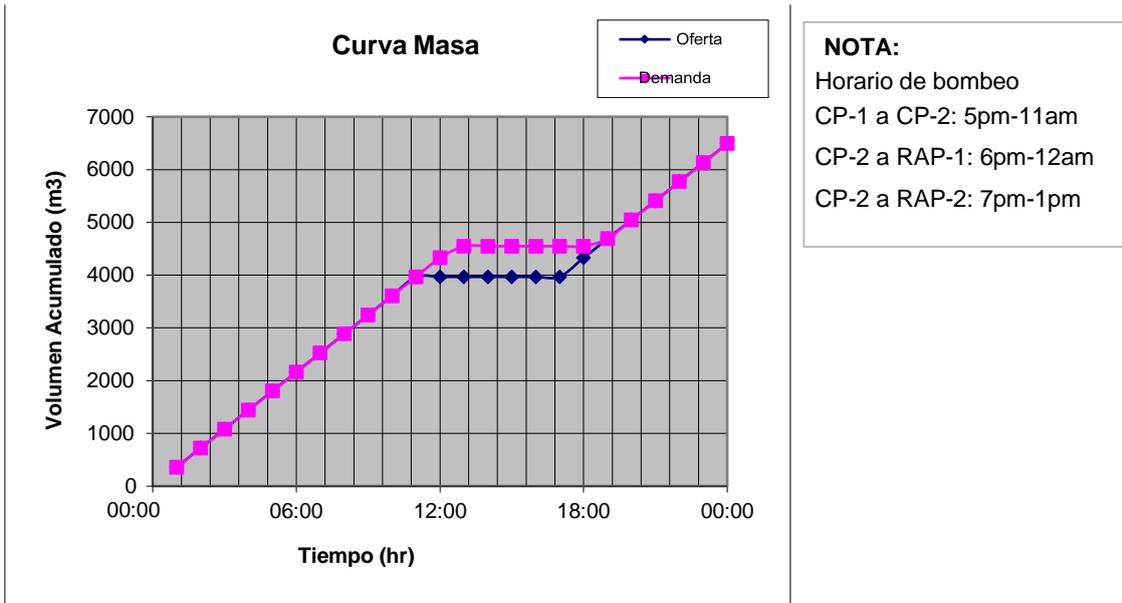


NOTA:

Horario de bombeo
 CP-1 a CP-2:5pm-11am CP-
 1 a RAP-3:5pm-11am

Los horarios y caudales ofertados de agua potable (es decir la alimentación por conducción desde la matriz Chillón) han sido dados por la entidad.

Luego se realiza el diagrama curva masa con los datos obtenidos en la tabla:



$$V1 = 0.00 \text{ m}^3$$

$$V2 = -580.68 \text{ m}^3$$

$$\text{Diferencia} = 580.68 \text{ m}^3$$

Volumen Cisterna CP-2 =	600 m3
--------------------------------	---------------

Por lo tanto, CP-1 = 2100 - 600

Volumen Cisterna CP-1 =	1500 m3
--------------------------------	----------------

ANEXO III
CÁLCULO DE RESERVORIOS

a) Cálculo del volumen de almacenamiento

Cálculo de volumen almacenado del reservorio RAPO2

Año		Consumo de agua (l/día) *						Pérdidas (%)	Demanda de agua		Vol _{reg} (m ³) (4)	Vol _{ci} (m ³) (5)	Vol _{Res} (m ³) (6)	Total (m ³) (7)	
		Doméstica	Comercial	Industrial	Social	Estatal	Multif.		Total (1)	Qad (lt/s) (2)					Qmd (lt/s) (3)
Base	2015	0	0	0	0	0	0	0	0.00%	0.00	0.00	0	0	0	0
-1	2016	0	0	0	0	0	0	0	0.00%	0.00	0.00	0	0	0	0
0	2017	0	0	0	0	0	0	0	0.00%	0.00	0.00	0	0	0	0
1	2018	1,509,520	101,371	2,504	16,815	25,379	0	1,655,589	25.00%	24.13	31.37	695	50	190	935
2	2019	1,625,347	101,767	2,751	18,469	27,876	0	1,776,210	25.00%	25.39	33.01	731	50	200	981
3	2020	1,750,062	102,203	3,021	20,285	30,618	0	1,906,190	25.00%	26.72	34.74	770	50	210	1,030
4	2021	1,884,347	102,681	3,319	22,281	33,630	0	2,046,257	25.00%	28.12	36.56	810	50	221	1,081
5	2022	2,028,935	103,206	3,319	24,473	36,938	0	2,196,870	25.00%	29.60	38.48	853	50	233	1,135
6	2023	2,184,618	103,783	3,319	26,880	40,571	0	2,359,171	25.00%	31.16	40.51	897	50	245	1,192
7	2024	2,352,246	104,417	3,319	29,524	44,562	0	2,534,068	25.00%	32.81	42.65	945	50	258	1,253
8	2025	2,139,538	105,113	3,319	32,428	48,946	0	2,329,344	25.00%	33.72	43.83	971	50	265	1,286
9	2026	2,193,100	105,878	3,319	35,618	53,760	0	2,391,676	25.00%	34.29	44.57	987	50	270	1,307
10	2027	2,250,773	106,718	3,319	39,122	59,049	0	2,458,980	25.00%	34.89	45.36	1,005	50	274	1,329
11	2028	2,244,392	106,831	3,319	39,594	59,760	0	2,453,896	25.00%	34.92	45.40	1,006	50	275	1,330
12	2029	2,238,062	106,946	3,319	40,071	60,481	0	2,448,877	25.00%	34.96	45.45	1,007	50	275	1,332
13	2030	2,231,781	107,061	3,319	40,554	61,210	0	2,443,924	25.00%	34.99	45.49	1,008	50	275	1,333
14	2031	2,225,550	107,178	3,319	41,043	61,947	0	2,439,037	25.00%	35.03	45.54	1,009	50	275	1,334
15	2032	2,219,368	107,297	3,319	41,537	62,694	0	2,434,215	25.00%	35.06	45.58	1,010	50	276	1,336
16	2033	2,213,235	107,417	3,319	42,038	63,450	0	2,429,458	25.00%	35.10	45.63	1,011	50	276	1,337
17	2034	2,207,150	107,538	3,319	42,545	64,214	0	2,424,766	25.00%	35.14	45.68	1,012	50	276	1,338
18	2035	2,201,113	107,661	3,319	43,057	64,988	0	2,420,139	25.00%	35.18	45.73	1,013	50	277	1,340
19	2036	2,195,124	107,786	3,319	43,576	65,772	0	2,415,576	25.00%	35.21	45.78	1,014	50	277	1,341
20	2037	2,189,182	107,912	3,319	44,102	66,564	0	2,411,078	25.00%	35.25	45.83	1,015	50	277	1,343

(*) Para determinar el consumo por cada tipo de conexión, se multiplica los valores hallados de cantidad de conexiones por año con los datos de consumo por tipo de conexión en el anterior cuadro.

Para hallar el consumo se ha utilizado el consumo promedio de los sectores 214 y 216 por su proximidad y semejanza a la población de PROFAM.

(1) El consumo de agua total resulta de la suma del consumo por tipo de conexión: doméstica, comercial, industrial, social, estatal y multifamiliar.

(2) Se calcula según: $Qad(l/s) = \text{Consumo Total (1)} / (1 - \text{Pérdidas}(\%)) * (24 * 60 * 60)$

(3) Se calcula según: $Qmd(l/s) = Qad(1) * k1$; siendo $k1=1.3$.

(4) El volumen de regulación se calcula según: $Vreg=C*Qad*86.4 * \text{Factor de funcionamiento (1.33)}$

(5) El volumen contra incendio se considera $50m^3$, acorde al Reglamento Nacional de Edificaciones (2006).

(6) El volumen de reserva se calcula sumando $Vreg=\text{Coeficiente de volumen de reserva (0.07)} * Qmd * 86.4$

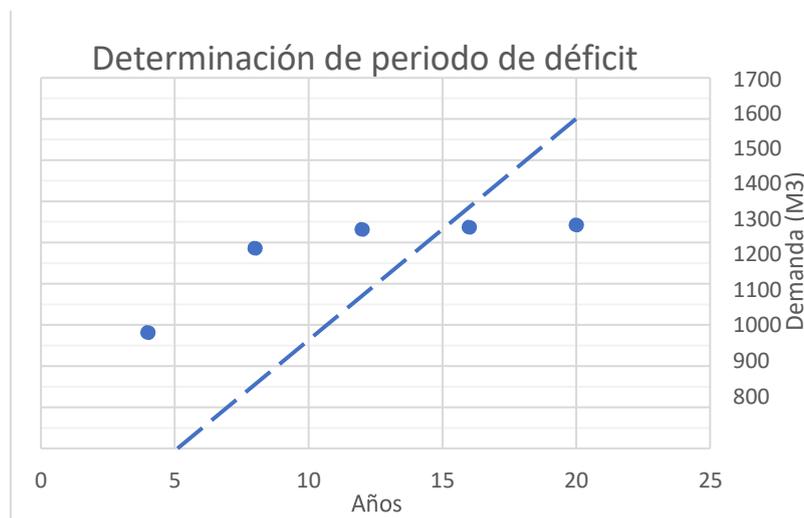
(7) El volumen total o demandado se calcula sumando (3), (4) y (5), que son el volumen de regulación, volumen contra incendio y volumen de reserva.

Fuente: Conhydra (2015)

b) Determinación del periodo de déficit

Para determinar el periodo de déficit, se realizó el cuadro de Proyección de demanda ingresando la información del volumen de almacenamiento o demanda del reservorio RAP02, considerando el año "0" (cero) como el año de la ejecución de la obra. Además, se consideró el valor de la oferta es el de la capacidad actual existente, en cero.

Año	Demanda (m3)
0	0
4	1081
8	1286
12	1332
16	1337
20	1343



La ecuación obtenida por mínimos cuadrados, es la siguiente:

$$\text{Demanda} = b + m \times \text{año}$$

Se calcula los valores de la pendiente y la constante, resultando $m=53.753$ y $b=525.514$; luego se reemplaza en la ecuación, cuando la demanda se iguala a la oferta y se calcula el periodo de déficit (X_0).

$$\begin{aligned}\text{Demanda} &= b + m \times \text{año} \\ 0 &= 525.514 + 53.753 \times X_0 \\ X_0 &= -9.8\end{aligned}$$

El periodo de déficit es el número de años transcurridos desde el momento en que la oferta sin proyecto fue superada por la demanda hasta que se formuló el proyecto. Si se cuenta con datos de proyección de demanda, puede ingresarse dicha información en "PERIODO DEFICIT"; para los demás cálculos se utilizará el valor redondeado, 10.

c) Cálculo del periodo óptimo de diseño

Datos iniciales:

- Factor de economía a escala (a): 0.67058
- Tasa de descuento (r): 9%
- Periodo de déficit (xo): 10 años

Periodo de diseño para expansión sin déficit inicial (X)

$$X = 2.6 * (1 - FEE)^{1.12} * 1/r$$

$$X = 2.6 * (1 - 0.67)^{1.12} * 1/0.09$$

$$X = 8.33$$

Periodo de diseño para expansión con déficit inicial (Xop)

$$Xop = X + ((1 - FEE)/r)^{0.7} + Xo^{0.9} / (Xo + X)^{0.6}$$

$$Xop = 8.33 + ((1 - 0.67)/0.09)^{0.7} + 10^{0.9} / (10 + 8.33)^{0.6}$$

$$Xop = 12.2$$

Entonces el periodo de diseño de las estructuras del reservorio proyectado es en el año 13, correspondiendo también al año de evaluación.

Del cuadro, se tiene que para el año 13, la demanda de agua potable para el reservorio es de 1333 m³, entonces se plantea la construcción de un reservorio apoyado denominado RAP-02 ubicado en las coordenadas 265900 E, 8692339 N y con las siguientes características:

- Cap. de almacenamiento: 1500 m³
- Tipo de reservorio: Apoyado
- Material: concreto armado
- Cota de terreno: 429 m.s.n.m.
- Disposición final: Suministro de agua potable al Sector de 214B.

Este cálculo se aplicó también para todos los reservorios proyectados (RAP01, RAP02 y RAP03) del sistema de agua potable de este proyecto.

ANEXO IV
CÁLCULO DE CÁMARA DE
BOMBEO DE DESAGÜE

a) Datos iniciales

• Caudal de aporte bombeo de CB-5:	71.01 lps
• Caudal de aporte bombeo de CB-X (santa rosa):	29.81 lps
• Caudal de aporte bombeo de CB-3:	3.74 lps
• Contribución promedio de desagüe (Qpd) AD-1:	13.48 lps
• Contribución promedio de desagüe (Qpd) AE-1:	1.31 lps
• Contribución promedio de desagüe (Qpd) AD-3:	5.71 lps
• Contribución promedio de desagüe (Qpd) AE-3:	0.22 lps
• Contribución promedio de desagüe (Qpd) AD4:	2.40 lps
• Contribución promedio de desagüe (Qpd) AE-4:	0.38 lps
• Contribución promedio de desagüe (Qpd) AD-6:	0.42 lps
• Contribución promedio de desagüe (Qpd) AE-6:	0.49 lps
• Contribución máximo horario (Qmhd):	148.50 lps
• Contribución mínima de desagüe (Qmin):	116.77 lps
• Periodo de retención mínimo (t):	10 min
• Periodo de retención máximo (t1):	30 min

b) Cálculo

Como: $Q_{ms} = KQ$
 $Q_{min} = Q$

Obtenemos: $K = Q_{m\acute{a}x}/Q_{min} = 1.27$
 $a = t_1/t = 3.00$

Planteando la ecuación cuadrática: $(K-a)k^2 + (a-K^2)k + K(K-1)(1+a) = 0$

Debe cumplirse que: $(a-k^2)^2 > 4(K-a)k(k-1)(1+a)$
 $1.91197168 > -9.555182$
 $-1.73K^2 + 1.38K + 1.38 = 0$

Solución: $k_1 = 1.38$
 $k_1' = -0.58$

Alternativa 01: **Para $k_1' = -0.58$**

El caudal de bombeo = $Q_b = k_1 * Q_{min}$ $Q_b = -67.68$ lps

Volumen útil de la cámara de bombeo (Alternativa 1)

$$\begin{aligned} \text{Vútil} &= t * Q * K * (k_1 - 1) / (k_1 + K - 1) \\ \text{Vútil} &= 457061.94 \text{ lt} \\ \text{Vútil} &= 457.06 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Alternativa 02:

Para $k_1 = 1.38$

El caudal de bombeo = $Q_b = k_1 * Q_{min}$

$Q_b = 161.11 \text{ lps}$

Volumen útil de la cámara de bombeo (Alternativa 2)

$$\begin{aligned} V_{\text{útil}} &= t * Q * K * (k_1 - 1) / (k_1 + K - 1) \\ V_{\text{útil}} &= 20486.02 \text{ lt} \\ V_{\text{útil}} &= 20.49 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Finalmente adoptamos:

$$\begin{aligned} V_{\text{útil}} &= 20.49 \text{ m}^3 & d &= 6.0 \\ Q_b &= 161.11 \text{ lps} & H_{\text{útil}} &= 0.72 \\ H_{\text{total}} &= 4.12 \end{aligned}$$

c) Verificación del Periodo de retención

Periodo de retención mínimo: $t = 10 \text{ min}$
tiempo mínimo de llenado = 2.30 min.
tiempo máximo de llenado = 2.92 min.

Periodo de retención máximo: $t_1 = 30 \text{ min}$
tiempo mínimo de bombeo = 7.70 min.
tiempo máximo de bombeo = 27.08 min.

d) Dimensionamiento del Equipo de Bombeo

Diámetro económico según fórmula de BRESSE

$$D = K(x/24)^{0.25} * (Q_b)^{0.5}$$

Siendo:

- $K = (0.7 - 1.6)$ mínimos $K=1.3$
- $Q_b =$ Caudal de bombeo (m^3/s)
- $x =$ Número de horas de bombeo = 18
- Diámetro económico en m

Por lo tanto: $Q_{\text{bombeo}} = 161.11 \text{ lps}$

Reemplazando datos: **$D = 0.486 \text{ m}$**

Analizando y verificando las velocidades para los siguientes diámetros:

Propiedades físicas de la tubería

Cota de succión = 41.65 msnm
Cota de llegada = 81.79 msnm
Presión mínima de salida (m) = 2.00
Longitud = 632.30 m
Constante Hazzen y Williams = 140

Parámetros económicos

Tasa de interés = 11%
Tiempo (años) = 20

e) Golpe de ariete

Un efecto que comúnmente se presenta en los sistemas de bombeo es el conocido como "Golpe de Ariete", el cual es una sobrepresión que se genera en la tubería de impulsión, debido principalmente a los eventuales cortes de energía eléctrica o a la suspensión del flujo. Por lo anterior, se procederá a continuación a calcular el efecto, con el ánimo de conocer la resistencia que debe tener la tubería en los puntos críticos donde se presente dicho fenómeno de sobrepresión.

Velocidad de aceleración de la onda calculado (a)

$$a = \sqrt{\frac{Kv}{\rho * \left(1 + \frac{Kv * d}{E * e}\right)}} \quad h_{golpe} = \frac{a * V}{g}$$

- Temperatura media del agua (T^o) = 24 °C
- Aceleración de la gravedad (g) = 9.81 m/s²
- Densidad del agua en el sitio (r) = 997.33 Kg/m³
- Módulo de Bulk del agua a la temperatura del sitio (Kv) = 2.20E+09Pa
- Diámetro interior de la tubería (d) = 400.0 mm
- Módulo de Elasticidad (E) = 2.75E+09Pa
- Espesor del tubo (e) = 7.2 mm
- a = 220.32 m/s

*Carga por sobrepresión de Golpe de Ariete (h_{golpe}) = 27.90 m

* Presión cuando ocurra golpe de airete (P_{máx}) = 75.66 m

ITEM N°	DESCRIPCIÓN	VALOR		
1	Diámetro (pulg)	14	16	18
2	Velocidad (m/seg)	1.62	1.24	0.98
3	Perdida por fricción	3.74	1.95	1.10
4	Perdida carga por accesorio	3.36	1.97	1.23
5	Perdida carga por succión	3.26	1.70	0.96
6	Altura dinámica total	52.50	47.76	45.43
7	Número de equipos	3.00	3.00	3.00
8	Caudal unitario	53.70	53.70	53.70
9	Eficiencia (n)	0.50	0.50	0.50
10	Potencia bomba	75.18	68.40	65.06
11	Potencia motor	86.46	78.66	74.82
12	Potencia Comercial	125.00	80.00	75.00
13	Equipo de reserva	1.00	1.00	1.00

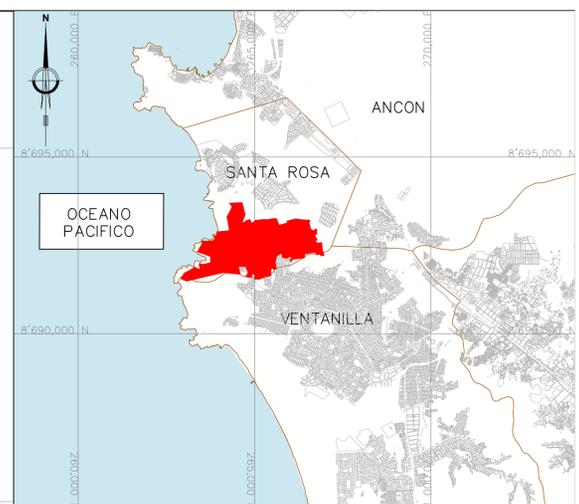
Este cálculo se aplicó también para los otras cámaras de bombeo proyectadas para el sistema de alcantarillado de este proyecto.

ANEXO V

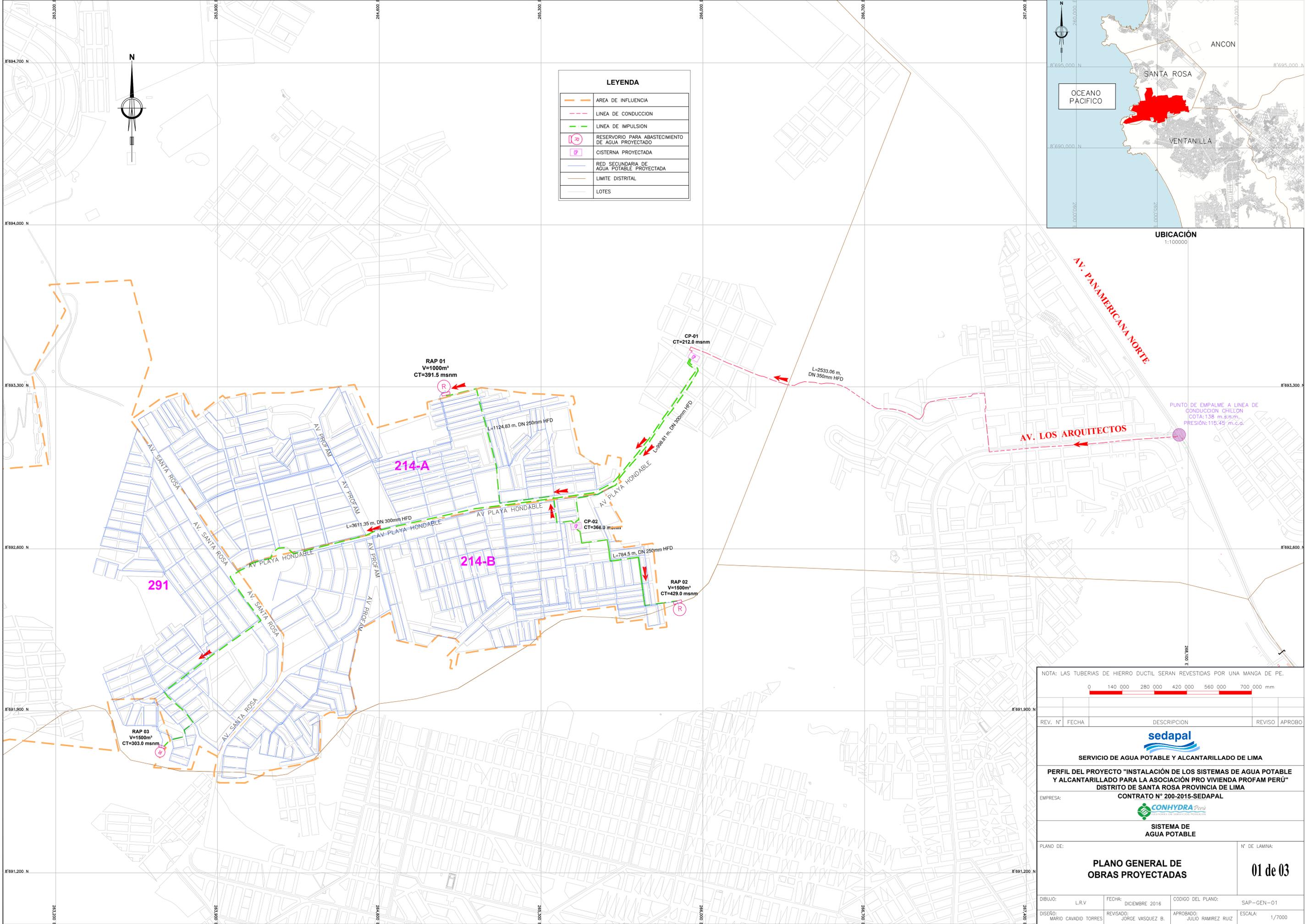
PLANOS



LEYENDA	
	AREA DE INFLUENCIA
	LINEA DE CONDUCCION
	LINEA DE IMPULSION
	RESERVORIO PARA ABASTECIMIENTO DE AGUA PROYECTADO
	CISTERNA PROYECTADA
	RED SECUNDARIA DE AGUA POTABLE PROYECTADA
	LIMITE DISTRITAL
	LOTES



UBICACIÓN
1:100000



NOTA: LAS TUBERIAS DE HIERRO DUCTIL SERAN REVESTIDAS POR UNA MANGA DE PE.
 0 140 000 280 000 420 000 560 000 700 000 mm

REV. N°	FECHA	DESCRIPCION	REVISO	APROBO

sedapal
 SERVICIO DE AGUA POTABLE Y ALICANTARILLADO DE LIMA

PERFIL DEL PROYECTO "INSTALACIÓN DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y ALICANTARILLADO PARA LA ASOCIACIÓN PRO VIVIENDA PROFAM PERÚ" DISTRITO DE SANTA ROSA PROVINCIA DE LIMA
 EMPRESA: CONTRATO N° 200-2015-SEDAPAL

CONHYDRA Perú
 SISTEMAS DE AGUA POTABLE

PLANO DE: **PLANO GENERAL DE OBRAS PROYECTADAS** N° DE LAMINA: **01 de 03**

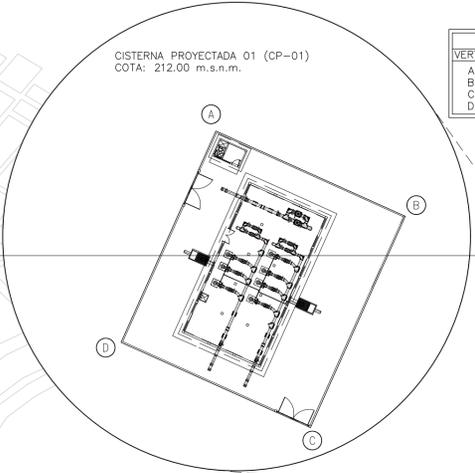
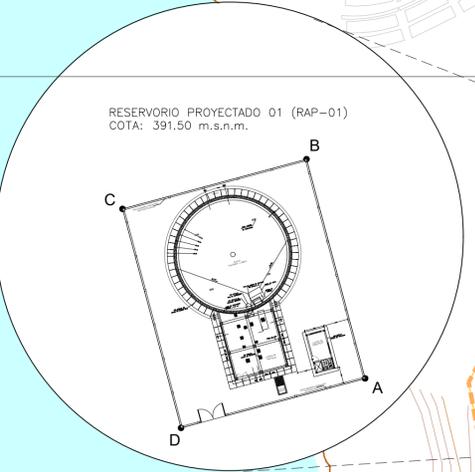
DIBUJO: L.R.V	FECHA: DICIEMBRE 2016	CODIGO DEL PLANO: SAP-GEN-01
DISERNO: MARIO CAVADID TORRES	REVISADO: JORGE VASQUEZ B.	APROBADO: JULIO RAMIREZ RUIZ
ESCALA: 1/7000		



UBICACION ESTRUCTURA RAP-1

VERT.	LADO	LONG.	ESTE	NORTE
A	A-B	32.11	264898.668	8693283.414
B	B-C	27.00	264890.357	8693314.434
C	C-D	32.07	264864.288	8693307.399
D	D-A	27.00	264872.589	8693276.421

AREA = 866.50 m²
PERIMETRO = 118.18 ml



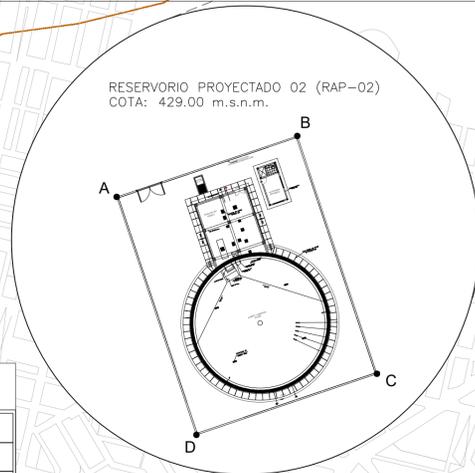
UBICACION DE ESTRUCTURA

VERT.	ESTE	NORTE
A	264457.295	8693332.057
B	264461.995	8693321.671
C	264448.329	8693315.487
D	264443.629	8693325.873



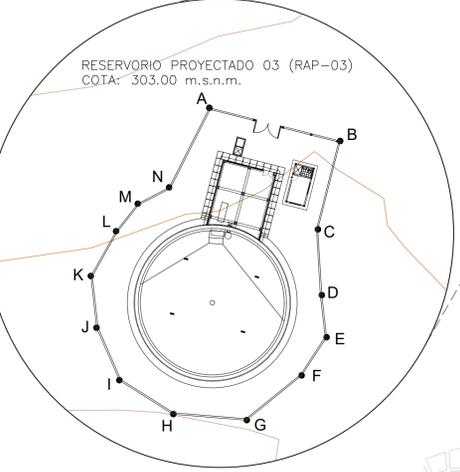
UBICACION DE ESTRUCTURA

VERT.	ESTE	NORTE
A	265388.417	8693267.598
B	265385.094	8693282.226
C	265376.318	8693280.232
D	265379.641	8693265.605



UBICACION DE ESTRUCTURA

VERT.	LADO	LONG.	ESTE	NORTE
A	A-B	27.00	265880.471	8692356.928
B	B-C	35.50	265906.057	8692364.551
C	C-D	27.00	265917.355	8692331.910
D	D-A	35.50	265891.776	8692322.268



UBICACION DE ESTRUCTURA

VERTICE	LADO	DISTANCIA	ANG. INTERNO	ESTE (X)	NORTE (Y)
A	A-B	19.1323	257°25'30"	263644.2057	8691741.5173
B	B-C	12.8700	289°59'30"	263662.7489	8691736.8050
C	C-D	9.3364	162°19'10"	263669.5809	8691724.3319
D	D-E	5.9982	176°58'47"	263660.1395	8691715.0122
E	E-F	8.4510	219°37'44"	263660.8194	8691709.0503
F	F-G	10.0310	197°50'41"	263657.2831	8691703.6527
G	G-H	10.4298	222°29'58"	263649.4850	8691697.3431
H	H-I	8.9800	207°37'32"	263639.0877	8691698.1855
I	I-J	8.1327	214°17'30"	263631.4843	8691702.9438
J	J-K	7.3709	197°11'58"	263628.2341	8691710.3980
K	K-L	7.2700	219°47'23"	263627.4159	8691717.7240
L	L-M	4.9611	188°59'41"	263630.9868	8691724.0877
M	M-N	4.9959	204°10'22"	263634.0720	8691727.9479
N	N-A	12.6278	144°14'59"	263638.5066	8691730.2487
TOTAL		128.5921	2880°0'0"		

El área es de: 110 Hm²
Suma de Ángulos: 180 x(n-2) = 2160°00'00"

ESCALA 1:7500

	AREA DE INFLUENCIA
	LINEA DE CONDUCCION
	LINEA DE IMPULSION
	LIMITE SECTOR DE ABASTECIMIENTO
	LIMITE DISTRITAL
	MANZANAS
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PROYECTADO



REV. N°	FECHA	DESCRIPCION	REVISO	APROBO

sedapal
SERVICIO DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE LIMA

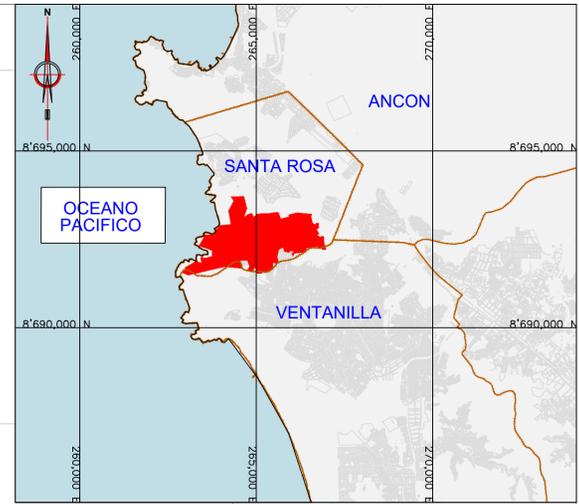
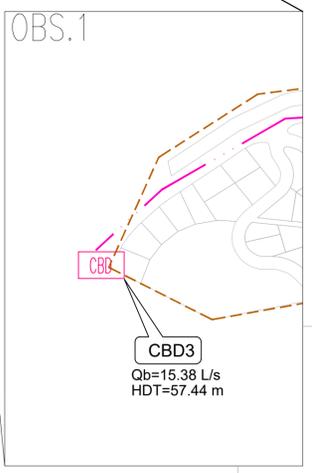
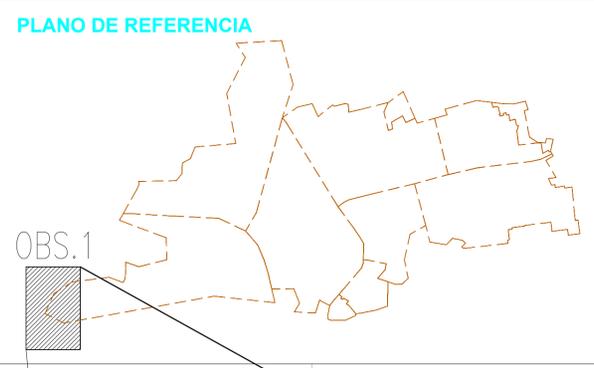
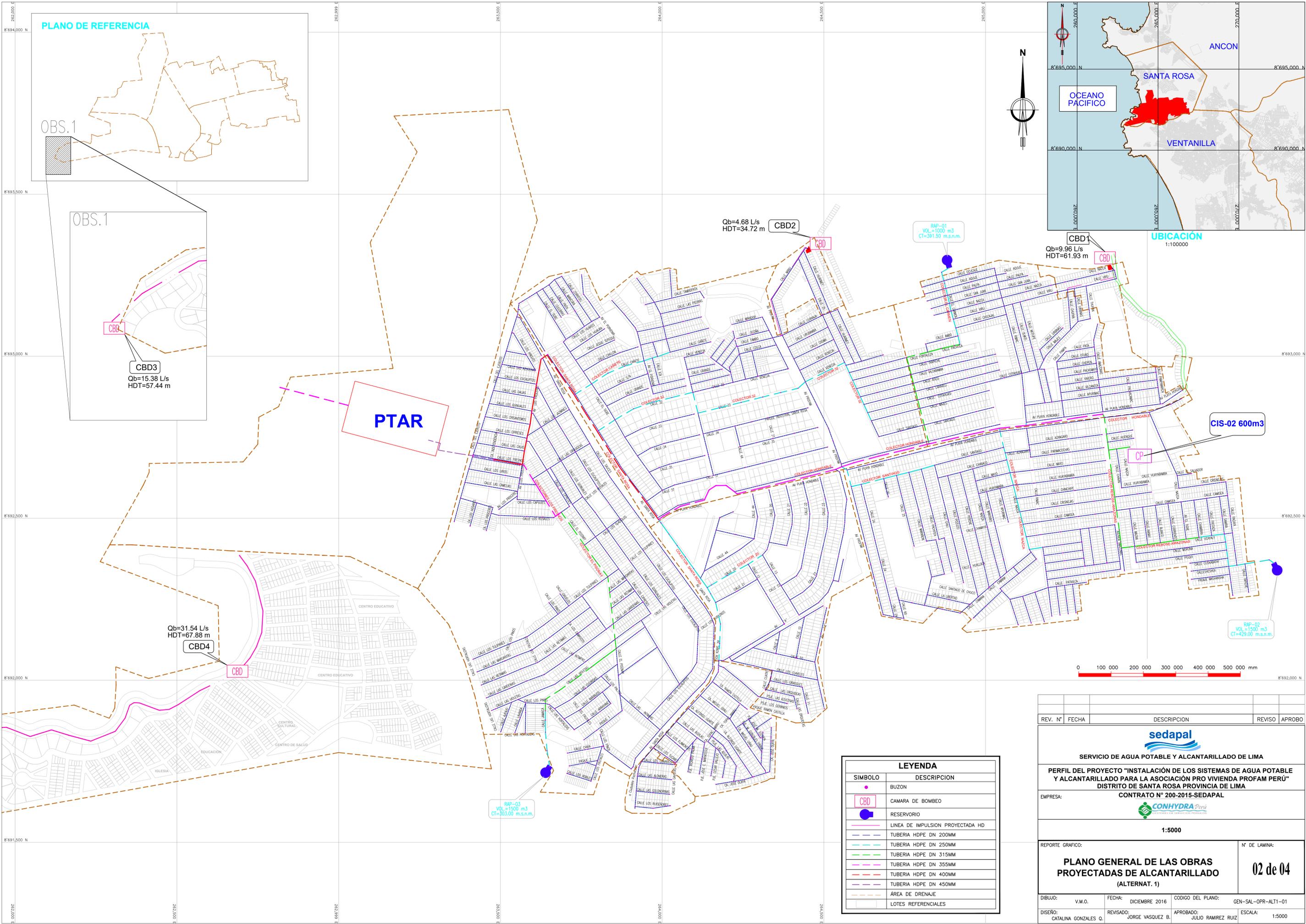
PERFIL DEL PROYECTO "INSTALACIÓN DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO PARA LA ASOCIACIÓN PRO VIVIENDA PROFAM PERÚ" DISTRITO DE SANTA ROSA PROVINCIA DE LIMA

EMPRESA: **CONHYDRA Perú**
CONTRATO N° 200-2015-SEDAPAL

SISTEMA DE AGUA POTABLE

PLANO DE: **PLANO GENERAL DE LA UBICACION DE LAS ESTRUCTURAS PROYECTADAS** N° DE LAMINA: **02 de 03**

DIBUJO: L.R.V	FECHA: DICIEMBRE 2016	CODIGO DEL PLANO: SAP-GEN-02	
DISEÑO: MARIO CAVADIT TORRES	REVISADO: JORGE VASQUEZ B.	APROBADO: JULIO RAMIREZ RUIZ	ESCALA: 1/7500



PTAR

Qb=4.68 L/s
HDT=34.72 m
CBD2

RAP-01
VOL=1000 m³
CI=391.50 m.s.n.m.

Qb=9.96 L/s
HDT=61.93 m
CBD1

Qb=31.54 L/s
HDT=67.88 m
CBD4

CIS-02 600m3

RAP-02
VOL=1500 m³
CI=429.00 m.s.n.m.

RAP-03
VOL=1500 m³
CI=303.00 m.s.n.m.

LEYENDA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
●	BUZÓN
■	CAMARA DE BOMBEO
●	RESERVORIO
—	LÍNEA DE IMPULSION PROYECTADA HD
—	TUBERIA HDPE DN 200MM
—	TUBERIA HDPE DN 250MM
—	TUBERIA HDPE DN 315MM
—	TUBERIA HDPE DN 355MM
—	TUBERIA HDPE DN 400MM
—	TUBERIA HDPE DN 450MM
—	ÁREA DE DRENAJE
—	LOTES REFERENCIALES



REV. N°	FECHA	DESCRIPCIÓN	REVISO	APROBO	
<p>SERVICIO DE AGUA POTABLE Y ALICANTARILLADO DE LIMA</p> <p>PERFIL DEL PROYECTO "INSTALACIÓN DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y ALICANTARILLADO PARA LA ASOCIACIÓN PRO VIVIENDA PROFAM PERÚ" DISTRITO DE SANTA ROSA PROVINCIA DE LIMA</p> <p>EMPRESA: CONHYDRA Perú</p> <p>CONTRATO N° 200-2015-SEDAPAL</p> <p>1:5000</p>					
<p>REPORTE GRAFICO:</p> <p>PLANO GENERAL DE LAS OBRAS PROYECTADAS DE ALICANTARILLADO (ALTERNAT. 1)</p>				<p>N° DE LAMINA:</p> <p>02 de 04</p>	
DIBUJO:	V.M.O.	FECHA:	DIEMBRE 2016	CODIGO DEL PLANO:	GEN-SAL-OPR-ALT1-01
DISÑO:	CATALINA GONZALES O.	REVISADO:	JORGE VASQUEZ B.	APROBADO:	JULIO RAMIREZ RUIZ
				ESCALA:	1:5000

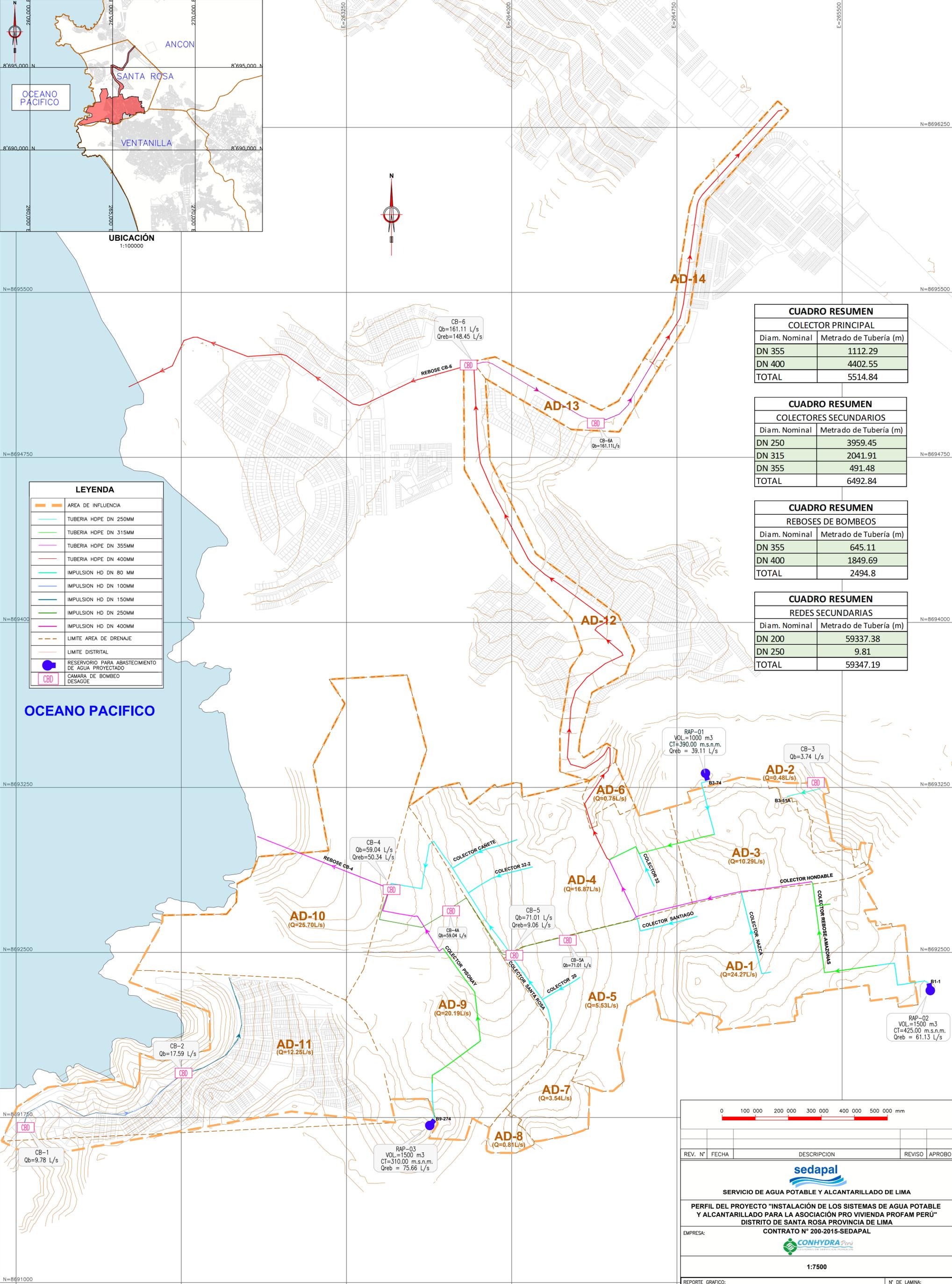


UBICACIÓN
1:100000



LEYENDA

	AREA DE INFLUENCIA
	TUBERIA HDPE DN 250MM
	TUBERIA HDPE DN 315MM
	TUBERIA HDPE DN 355MM
	TUBERIA HDPE DN 400MM
	IMPULSION HD DN 80 MM
	IMPULSION HD DN 100MM
	IMPULSION HD DN 150MM
	IMPULSION HD DN 250MM
	IMPULSION HD DN 400MM
	LIMITE AREA DE DRENAJE
	LIMITE DISTRITAL
	RESERVORIO PARA ABASTECIMIENTO DE AGUA PROYECTADO
	CAMARA DE BOMBEO DESAGÜE



CUADRO RESUMEN
COLECTOR PRINCIPAL

Diam. Nominal	Metrado de Tubería (m)
DN 355	1112.29
DN 400	4402.55
TOTAL	5514.84

CUADRO RESUMEN
COLECTORES SECUNDARIOS

Diam. Nominal	Metrado de Tubería (m)
DN 250	3959.45
DN 315	2041.91
DN 355	491.48
TOTAL	6492.84

CUADRO RESUMEN
REBOSES DE BOMBEO

Diam. Nominal	Metrado de Tubería (m)
DN 355	645.11
DN 400	1849.69
TOTAL	2494.8

CUADRO RESUMEN
REDES SECUNDARIAS

Diam. Nominal	Metrado de Tubería (m)
DN 200	59337.38
DN 250	9.81
TOTAL	59347.19



REV. N°	FECHA	DESCRIPCIÓN	REVISO	APROBO

sedapal
SERVICIO DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE LIMA

PERFIL DEL PROYECTO "INSTALACIÓN DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO PARA LA ASOCIACIÓN PRO VIVIENDA PROFAM PERÚ" DISTRITO DE SANTA ROSA PROVINCIA DE LIMA

EMPRESA: **CONHYDRA Perú**
CONTRATO N° 200-2015-SEDAPAL

1:7500

REPORTE GRAFICO:		N° DE LAMINA:	
PLANO GENERAL DE LAS OBRAS PROYECTADAS DE ALCANTARILLADO Y AREAS DE DRENAJE (ALTERNAT. 2)		01	
DIBUJO: V.M.O.	FECHA: DICIEMBRE 2016	CODIGO DEL PLANO: GEN-SAL-OPR-ADR-ALT2-01	
DISÑO: CATALINA GONZALES O.	REVISADO: JORGE VASQUEZ B.	APROBADO: JULIO RAMIREZ RUIZ	ESCALA: 1:7500

