

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

ESCUELA DE POSGRADO



Título

**SOSTENIBILIDAD PARA UNA RED DE REÚSO DE AGUA RESIDUAL
URBANA EN LA CIUDAD DE LIMA**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE MAGÍSTER EN
GESTIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS**

AUTOR

BIEBERACH MUGRUZA, HUMBERTO JOSEPH

ASESOR

SOLIS SOSA, BEN OMAR HELI

Agosto, 2019

RESUMEN

La elevada demanda de agua de la ciudad de Lima, ha forzado al Estado a realizar importantes inversiones que incorporen nuevas fuentes de agua para el consumo humano, como son la ejecución de tres trasvases desde la cuenca del Mantaro, un trasvase adicional proyectado a ejecutarse en los próximos años, así también la perforación de pozos para el abastecimiento mediante agua subterránea y, actualmente, la desalinización de agua de mar. Sin embargo, este incremento de oferta de agua potable no ha logrado paliar los altos consumos poblacionales de este servicio de saneamiento. Esto debido a una inadecuada gestión integral del agua urbana, que no ha logrado hacer uso eficiente de los recursos hídricos de la cuenca del río Rímac utilizados por la ciudad de Lima.

Actualmente, en la ciudad de Lima se vienen realizando altos consumos de agua potable para fines de riego de las áreas verdes municipales, a través de conexiones domiciliarias activas o de forma clandestina a la red pública de SEDAPAL. Ya que el acceso al agua potable es, en términos generales, la alternativa más económica para el riego de las áreas verdes, esto a pesar de las altas tarifas comerciales establecidas por SEDAPAL. Como consecuencia, el difícil acceso a fuentes hídricas alternativas como las superficiales o subterráneas; ya sea por motivos normativos, económicos o sociales; imposibilita que distritos de la ciudad de Lima, cada uno con realidades diferentes, puedan asegurar el acceso al recurso hídrico requerido para el riego de sus áreas verdes.

A partir de entrevistas y recopilación de información bibliográfica, se desarrolló un planteamiento de mejora en la gestión integral del agua urbana considerando el reúso de las aguas residuales tratadas, las cuales serán producidas y aprovechadas por la misma ciudad para el riego de las áreas verdes de las municipalidades distritales. Reemplazando de esta manera el uso indebido del agua potable con fines de riego, reduciendo la demanda de agua potable, contribuyendo a la mejora el ornato de la ciudad y mejorando la calidad de vida de sus habitantes.

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN.....	8
2.	MARCO TEÓRICO.....	10
2.1.	ESTRÉS HÍDRICO	11
2.2.	GESTIÓN INTEGRADA DE AGUAS URBANAS.....	13
2.3.	REÚSO DE AGUAS RESIDUALES	17
2.4.	DESARROLLO SOSTENIBLE.....	21
3.	IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA.....	24
4.	HIPÓTESIS.....	31
5.	OBJETIVO.....	31
5.1.	Objetivo general.....	31
5.2.	Objetivos específicos.....	32
6.	METODOLOGÍA.....	32
7.	ANÁLISIS	35
7.1.	POLÍTICAS Y NORMATIVAS ENFOCADAS AL REÚSO DE LAS AGUA RESIDUALES Y AGUAS SUBTERRÁNEAS.....	35
7.1.1.	Políticas enfocadas al reúso de agua residual:.....	35
7.1.1.1.	Objetivos de desarrollo sostenible.....	37
7.1.1.2.	Plan nacional de saneamiento 2017 - 2021	37
7.1.1.3.	Plan nacional de acción ambiental – Perú 2011 al 2021.....	37
7.1.2.	Normativas enfocadas al reúso de agua residual	37
7.1.2.1.	Decreto legislativo N° 1280 – Ley marco de la gestión y prestación de los servicios de saneamiento.....	38
7.1.2.2.	La ley N° 29338 - Ley de recursos hídricos.....	39
7.1.2.3.	Normativa para la operación y mantenimiento de la PTAR:.....	40
7.1.3.	Normativas para el uso de aguas subterráneas para riego.....	41
7.2.	IDENTIFICACIÓN	42
7.2.1.	Diagnóstico de la situación actual.....	42
7.2.1.1.	Diagnóstico del área de influencia:	42
7.2.1.2.	Diagnóstico de los servicios de tratamiento y riego de áreas verdes:	43
7.2.1.3.	Diagnóstico de los involucrados en el proyecto.....	58
7.2.2.	Definición del problema, sus causas y efectos:.....	69
7.2.2.1.	Definición del problema central.....	70
7.2.2.2.	Análisis de causas	70
7.2.2.3.	Análisis de efectos.....	71
7.2.3.	Alternativa de solución.....	72

7.3.	FORMULACIÓN	73
7.3.1.	Modalidad de ejecución	73
7.3.2.	Horizonte de evaluación.....	76
7.3.3.	Análisis de la demanda.....	76
7.3.4.	Análisis de la oferta	79
7.3.4.1.	Sub Sistema PTAR Carapongo:	82
7.3.4.2.	Sub Sistema PTAR San Antonio de Carapongo:.....	83
7.3.4.3.	Sub Sistema PTAR Santa Clara.....	83
7.3.5.	Balance oferta – demanda	83
7.3.6.	Planteamiento técnico de la alternativa de solución.....	84
7.3.6.1.	Fuente de agua:.....	84
7.3.6.2.	Almacenamiento de agua:	85
7.3.6.3.	Distribución de agua:.....	86
7.3.7.	Costos a precio de mercado	88
7.3.8.	Tarifa estimada para el servicio de reúso de aguas residuales	91
7.4.	EVALUACIÓN	94
7.4.1.	Evaluación de la demanda.....	94
7.4.1.1.	Demanda de agua potable	94
7.4.1.2.	Demanda de aguas subterráneas.....	97
7.4.1.3.	Demanda de agua superficial	99
7.4.2.	Evaluación económica.....	102
7.4.2.1.	Costos de inversión	102
7.4.2.2.	Costos de operación y mantenimiento	107
7.4.3.	Evaluación social	109
7.4.3.1.	Inequidad de acceso al agua superficial.....	109
7.4.3.2.	Inequidad de acceso al agua potable para riego.....	112
7.4.4.	Evaluación ambiental	118
8.	CONCLUSIONES	121
9.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	126
10.	ANEXOS	130

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 01.	Oferta de agua suministrada a la cuenca del río Rímac mediante trasvases.....	26
Tabla 02.	Demanda de agua potable poblacional al año 2015.....	26
Tabla 03.	Demanda de agua potable según OMS.....	27
Tabla 04.	PTAR con fines de reúso de las Municipalidades de Lima.....	44
Tabla 05.	Calidad de los efluentes de agua de 18 de las PTAR de Lima.....	45
Tabla 06.	Resoluciones de autorización de reúso de agua residual tratada en la cuenca del río Rímac.	46
Tabla 07.	Área verde municipal por tipo de recurso hídrico con el cual se riega.....	54
Tabla 08.	Clubes zonales y parques metropolitanos administrados por Serpar.	55
Tabla 09.	Benchmarking Regulatorio de las Empresas Prestadores 2018 - SEDAPAL.	59
Tabla 10.	Problemas identificados con las fuentes actuales de riego.	61
Tabla 11.	Análisis de costo unitario para riego de agua con cisterna.....	63
Tabla 12.	Demanda anual de agua de riego para los 17 distritos por donde discurre el río Surco.	65
Tabla 13.	Costo para el riego de las áreas verdes.....	67
Tabla 14.	Comparativo de costos del riego de áreas verdes respecto a los ingresos anuales municipales.....	69
Tabla 15.	Características PTAR administradas por SEDAPAL según PMO 2015.....	80
Tabla 16.	Calidad de agua del efluente de 03 PTAR de la Zona Este.	81
Tabla 17.	Proyección de aguas residuales producidas en el período 2012 – 2042.	82
Tabla 18.	Proyección de volumen de regulación demandado por PTAR.....	85
Tabla 19.	Costo a precio de mercado de la alternativa planteada.	88
Tabla 20.	Costos estimados de Inversión, Inversiones Futuros, Costos de Operación y Mantenimiento y Consumo para el cálculo de la Tarifa	92
Tabla 21.	Cálculo de la tarifa de abastecimiento de agua de reúso.	93
Tabla 22.	Costo para el riego de las áreas verdes actual y con reúso de agua residual.	94
Tabla 23.	Montos estimados de inversión para la construcción de PTAR por municipio.....	105
Tabla 24.	Incremento anual de consumos de agua potable para riego de áreas verdes municipales.	115

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 01.</i>	Ámbito de intervención de la ALA Chillón – Rímac – Lurín.	15
<i>Figura 02.</i>	Reúso de aguas residuales en la agricultura por países.	19
<i>Figura 03.</i>	Factores a evaluar en un escenario de desarrollo sostenible.	24
<i>Figura 04.</i>	Crecimiento poblacional urbano en el Perú y en Lima Metropolitana.	25
<i>Figura 05.</i>	Consumo per cápita diario por distrito de la ciudad de Lima.	29
<i>Figura 06.</i>	Políticas enfocadas al reúso de agua residual.	36
<i>Figura 07.</i>	Área de influencia de los 28 distritos a evaluar.	43
<i>Figura 08.</i>	Planta de Tratamiento de aguas residuales Maria Reiche en el distrito de Miraflores.	51
<i>Figura 09.</i>	Porcentaje de área verde municipal por recurso hídrico para su riego.	55
<i>Figura 10.</i>	Plantas de tratamiento de agua residual en Lima Metropolitana.	58
<i>Figura 11.</i>	Ingreso promedio anual por municipio distrital en millones de soles.	60
<i>Figura 12.</i>	Imágenes de riego por camiones cisterna. (01) Distrito de Miraflores / (02) Distrito San Martín de Porres / (03) Distrito San Juan de Miraflores / (04) Distrito San Isidro. .	65
<i>Figura 13.</i>	Costo Anual en Millones de Soles del riego de áreas verdes municipales, según funcionamiento actual del sistema.	68
<i>Figura 14.</i>	Comparativo de costos en S/m ³ de acceso y distribución de recurso hídrico para riego de áreas verdes municipales.	71
<i>Figura 15.</i>	Hectáreas de áreas verdes municipales por distrito.	78
<i>Figura 16.</i>	Demanda de agua (m ³ /d) para riego de áreas verdes municipales.	79
<i>Figura 17.</i>	Balance Oferta - Demanda	84
<i>Figura 18.</i>	Red de distribución de agua de reúso para los 28 distritos evaluados.	87
<i>Figura 19.</i>	Porcentaje de incidencia del consumo de agua potable utilizada para el riego de áreas verdes municipales.	95
<i>Figura 20.</i>	Riego de las áreas verdes de la berma de la Vía Expresa con agua potable	96
<i>Figura 21.</i>	Riego tecnificado en Av. Izaguirre abastecido con agua subterránea, distrito de San Martín de Porres.	98
<i>Figura 22.</i>	Planta de tratamiento de agua Río Surco de la municipalidad de San Isidro. .	100
<i>Figura 23.</i>	(01) Derivación del río Surco en el distrito de San Borja. / (02) Derivación del río surco en desuso en el distrito de San Luis.	101
<i>Figura 24.</i>	Red de canales del río Rímac del año 1900.	111
<i>Figura 25.</i>	Costo anual estimado del riego con agua potable por distrito en Millones de Soles.	113
<i>Figura 26.</i>	(01) Inauguración Av. Canta Callao / (02) Av. Canta Callao actualmente. Distrito de San Martín de Porres.	115

Figura 27. Comparativo de porcentaje del costo de riego de áreas verdes con respecto a los ingresos promedios anuales por municipio..... 117

Figura 28. Superficie en m² de área verde urbana por habitante en Lima Metropolitana.120



1. INTRODUCCIÓN

Los procesos de urbanización que se han desarrollado en el mundo en el último siglo, han tenido repercusiones en el consumo de los recursos hídricos. Se estima que en las próximas décadas se tendrá el más rápido incremento de áreas urbanas de la historia de la humanidad, con 2.6 mil millones de personas adicionales en las zonas urbanas para el año 2050. El vertiginoso crecimiento urbanístico de la ciudad de Lima ha generado un incremento en la demanda de agua para consumo, por lo que, para satisfacer este crecimiento de la demanda, es una tendencia mundial que las zonas urbanas exploten nuevas fuentes de agua como aguas superficiales, acuíferos y/o procesos de desalinización de agua de mar (Robert I. McDonald, 2014).

El escenario actual de escasez hídrica en el cual se encuentra la ciudad de Lima, se debe, entre otras cosas, a que Lima concentra aproximadamente 10 millones de personas al año 2017 con una tasa de crecimiento anual de 2%. A esto se le suma el hecho de que la ciudad de Lima se encuentra ubicada en una zona desértica, donde la precipitación anual promedio es de 9 mm. Estas características hacen de Lima, después de El Cairo, la segunda ciudad más grande ubicada en un desierto (aquafondo, 2015).

Esta escasez hídrica ha generado que, en la ciudad de Lima, se encuentre actualmente con problemas de abastecimiento de agua para consumo humano y de agua para otros usos, como es el mantenimiento de las áreas verdes municipales. Para satisfacer este crecimiento acelerado de la demanda de agua, es una tendencia mundial que las zonas urbanas exploten nuevas fuentes, tales como aguas superficiales, acuíferos y/o agua de mar. En el caso de Lima, para hacer frente al desabastecimiento de agua potable por el crecimiento urbanístico, la EPS SEDAPAL, empresa encargada de brindar los servicios de saneamiento en la ciudad, ha participado de la ejecución de obras destinadas al incremento de la oferta de agua captada en el río Rímac, principal fuente de agua superficial, a partir de trasvases de agua desde la cuenca del Mantaro ubicados en la parte superior de la cuenca (SUNASS, 2015).

Respecto a la oferta de agua subterránea, según su último estudio tarifario, actualmente SEDAPAL se encuentra administrando 378 pozos operativos de 463 pozos existentes,

con una capacidad actual máxima de producción de 13.16 m³/s para uso poblacional y agrícola. Estos altos consumos de agua del acuífero, acompañado de un deficiente monitoreo y gestión de uso de aguas subterráneas, responsabilidad que actualmente recae sobre la EPS SEDAPAL, sumado a la presencia de pozos clandestinos o no controlados, ha generado la disminución del nivel freático del acuífero ocasionando problemas de intrusión marina en los pozos más cercanos a la zona costera (SUNASS, 2015). Adicional a ello, la EPS SEDAPAL se encuentra en etapa de ejecución de su primera planta de tratamiento de agua potable (PTAP) con una capacidad de 400 l/s, a través de procesos de desalinización de agua de mar con fines de abastecimiento de agua potable para 04 distritos de la zona sur de la ciudad de Lima. Por lo tanto, se puede decir que los esfuerzos de las instituciones públicas para satisfacer el incremento de la demanda de agua potable, como en muchos otros países, ha sido el de incrementar la oferta de agua.

Respecto a la demanda de agua potable, la Organización Mundial de la Salud (OMS) recomienda que una persona debería consumir 100 l de agua potable al día para atender todas sus necesidades (Howard, 2003). Al respecto, la SUNASS mediante artículo periodístico de febrero del año 2017, hace de conocimiento público el consumo de agua potable diario per cápita de los distritos de la ciudad de Lima. Este artículo dejaba notar que 21 de los 41 distritos analizados superaban los 100 l/hab/d, siendo los distritos periurbanos, con menores recursos y menor acceso al servicio de agua potable los que cuentan con menores consumos de agua, entre estos, es el distrito de Chosica, la que tiene el menor consumo, tan sólo de 15.20 l/hab/d. Y los distritos céntricos con mayor cantidad de áreas verdes por habitante, ingresos económicos y continuidad del servicio de agua potable son los que superan este indicador, siendo San Isidro el de mayor consumo, con 447.50 l/hab/d.

Por otra parte, según la Ley Orgánica de Municipalidades, es competencia de la Municipalidad Metropolitana de Lima acrecentar y conservar las áreas verdes de la metrópoli, y de las municipalidades distritales la de asegurar la preservación y ampliación de las áreas verdes urbanas y periurbanas. Sin embargo, este es un trabajo complejo, debido a las escasas fuentes hídricas de la ciudad y las dificultades para acceder a estas. En la presente tesis se analizará los problemas económicos, sociales, normativos y ambientales más comunes que presentan 28 distritos de la ciudad de Lima para satisfacer esta demanda de agua para riego.

Adicional a ello, la presente tesis propone una mejora en la gestión integral de las aguas urbanas a partir del reúso de las aguas residuales en el riego de las áreas verdes municipales, reemplazando de esta manera el uso actual del agua potable, así como de las fuentes hídricas superficiales y subterráneas. Por lo que, a partir del levantamiento de información de campo de las demandas de agua para riego de las áreas verdes de 28 distritos de la ciudad de Lima, del funcionamiento actual de sus sistemas de riego; así como de recojo de información de acceso público como el estado financiero de los municipios, las normativas y políticas nacionales involucradas en los servicios de saneamiento, el reúso de aguas residuales, el uso de aguas subterráneas y superficiales; se pudo analizar factores técnicos, económicos, sociales y ambientales que demostraron que el planteamiento realizado es viable, soportable y equitativo, por lo tanto sostenible.

Además, se tomó en cuenta experiencias en otros países, que también cuentan con escasez hídrica pero no en un escenario tan crítico como el de la ciudad de Lima y donde se han establecido sistemas de distribución de agua de reúso municipal. Cabe destacar que, al año 2016 ya 60 países reúsan las aguas residuales municipales, entre ellos se tiene a China, México, Estados Unidos, Qatar, Israel, Kuwait, Singapur, etc (AIDIS, 2016). Es importante mencionar que, debido a la complejidad en la gestión integral de las aguas urbanas por los múltiples actores participantes, cada uno con sus propios intereses, no existe un planteamiento universal de cómo realizar el reúso de las aguas residuales urbanas.

2. MARCO TEÓRICO

Para dar inicio al análisis de la sostenibilidad de una red de reúso de agua residual en la ciudad de Lima, se busca evaluar la situación actual de la ciudad, haciendo uso de los conceptos de gestión integrada de aguas urbana y estrés hídrico. A partir de ello, se buscará analizar un planteamiento adecuado que mejore la situación actual, para lo cual se hará uso del concepto de reúso de agua residual y de sostenibilidad, mediante los cuales se evaluará los aspectos sociales, ambientales y económicos, con el objetivo que este planteamiento mejore el escenario de estrés hídrico y la gestión integrada de aguas urbanas.

2.1. ESTRÉS HÍDRICO

Para determinar si Lima se encuentra en un escenario de escasez o estrés hídrico, se evaluará cómo se conceptualizó este último término, así como su relación con la Escasez Hídrica, y como este ha evolucionado en el tiempo. A partir de ello se podrá definir si la ciudad de Lima se encuentra dentro de alguno de estos escenarios.

Los procesos de urbanización que se han desarrollado en el mundo en el último siglo, han tenido repercusiones en el consumo de los recursos hídricos. Se estima que, en las próximas décadas, se tendrá el más rápido incremento de áreas urbanas de la historia de la humanidad, con 2.6 mil millones de personas adicionales en las zonas urbanas para el año 2050. Este vertiginoso crecimiento urbano genera en consecuencia un incremento en la demanda de agua para consumo, por lo que, para satisfacer este crecimiento de la demanda, es una tendencia mundial que las zonas urbanas exploten nuevas fuentes de agua como aguas superficiales, acuíferos y/o mediante procesos de desalinización de agua de mar (Robert I. McDonald, 2014).

Es debido a este crecimiento en la demanda de agua que se han creado programas como el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), la cual tiene como objetivo básico promover un aprovechamiento eficaz de los recursos hídricos, basados en un desarrollo sostenible con el cuidado del medio ambiente acompañado de una gobernanza que permita su adecuado funcionamiento sin comprometer a las futuras generaciones (PNUMA, 2018). Entonces, es el PNUMA quien define al estrés hídrico como un contexto en el que la demanda de agua es mayor a la cantidad disponible en un determinado período de tiempo o cuando el uso del agua es considerado no apto, debido a sus bajos índices de calidad, para el consumo. Por otro lado, para poder dar un valor numérico que relacione la demanda de agua de uso poblacional y el agua abastecida, la UNESCO establece que en un escenario de escasez de agua, se podría considerar que la dotación per cápita anual de agua potable se encuentre menor a $1,700 \text{ m}^3$, menos de $1,000 \text{ m}^3$ se establece un escenario de estrés hídrico y si es menor a 500 m^3 es un estrés absoluto (THE UNITED NATIONS WORLD WATER, 2012).

A nivel nacional, según los datos mostrados por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) se puede observar que el crecimiento poblacional urbano del Perú, y

sobre todo de la ciudad de Lima, se ha incrementado vertiginosamente en las últimas décadas. Por lo que, la empresa estatal prestadora del Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima (SEDAPAL), se ha visto forzada a incrementar su infraestructura con el objetivo de satisfacer el aumento de la demanda de agua potable. Además la SUNASS, mediante el estudio quinquenal tarifario del 2015 de la EPS SEDAPAL, muestra el esquema de oferta actual y futura de fuentes de agua para el abastecimiento de agua potable de Lima Metropolitana y Callao, donde la adición de infraestructura hidráulica de los trasvases MARCA I, MARCA III y MARCA IV, ingresa actualmente un caudal de 7.31 m³/s de agua a la cuenca del río Rímac, además se proyecta un incremento a futuro de otro trasvase llamado MARCA II, el cual adicionaría un caudal de 4.75 m³/s. Esto se debe a que el río Rímac, principal fuente de agua superficial de abastecimiento para la ciudad de Lima, es insuficiente. Su régimen natural de escorrentía es de 05 meses al año (diciembre a abril) de 30 m³/s y en tiempo de estiaje (mayo a noviembre) la escorrentía cuenta con un caudal de 7.8 m³/s (SUNASS, 2015).

A pesar de ello, SEDAPAL se ve en la necesidad de mantener en funcionamiento 463 pozos profundos, de los cuales, actualmente, se encuentran 378 operativos, a partir de estos se obtiene un caudal de extracción del acuífero de 8.43 m³/s para uso poblacional y 4.73 m³/s para uso agrícola. Esta sobreexplotación del acuífero ha generado un descenso de 20 m en el nivel freático del acuífero de Lima. Por otro lado, la cuenca del río Chillón también abastece la demanda de agua poblacional de la ciudad de Lima con un suministro de 1 m³/s en época de estiaje y 2 m³/s en época de avenida (SUNASS, 2015).

A partir del incremento de esta infraestructura, es que SEDAPAL ha logrado captar un caudal total de 23.56 m³/s a través de fuentes superficiales y subterráneas de agua, siendo que la demanda de agua poblacional al año 2015 fue de 21.72 m³/s (SUNASS, 2015), se podría pensar que a partir de este incremento de infraestructura hidráulica se ha logrado contrarrestar cualquier posible escenario de estrés hídrico en la ciudad de Lima. Sin embargo, el fenómeno del Niño Costero presentado en el Perú el año 2017, permitió vislumbrar un escenario de estrés hídrico en la ciudad de Lima, ya que si bien es cierto el caudal del río Rímac se incrementó de forma vertiginosa, caudales registrados por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI) en la Estación Chosica de hasta 94.8 m³/s en el mes de Marzo, dejando 991,700 personas afectadas, 106

fallecidos y 215,691 viviendas afectadas, además de daños en infraestructura, ganadería, agricultura, etc.

Este incremento de caudal también trajo consigo huaycos, producidos principalmente en la subcuenca del río Huaycoloro (afluente del río Rímac), que generaron arrastres de suelo erosionado particulado, produciendo un incremento inusitado en la turbidez de agua del río, llegando a medidas de 200,000 NTU; además de restos sólidos arrastrados hasta la bocatoma de La Atarjea, principal planta de tratamiento de agua potable (PTAP) de SEDAPAL. Se debe tener en cuenta que la Atarjea sólo tiene la capacidad de tratar, en situaciones críticas, una turbiedad máxima de 25,000 NTU (Vera, 2018).

Por lo tanto, se puede decir que, debido a esta disminución presentada en la calidad de agua, el agua quedó no apta para pasar por los procesos de potabilización de la Atarjea, por lo que SEDAPAL se vio forzada a cerrar la bocatoma, lo que resultó en el corte de agua en 26 distritos (Diario El Comercio, 2018). Es a partir de este escenario de estrés hídrico generado por el Niño Costero del año 2017, que se pudo evidenciar el alto grado de vulnerabilidad y la baja resiliencia con la que cuenta la ciudad de Lima para enfrentar un escenario de estrés hídrico.

En conclusión, Lima Metropolitana es una ciudad con un alto grado de probabilidad de recaer en un escenario de estrés hídrico, con una elevada vulnerabilidad y baja resiliencia. Este, puede ser generado debido al incremento de la demanda de agua para consumo humano; ya que como se ha mencionado, la ciudad de Lima ha sufrido un acelerado crecimiento poblacional urbano en las últimas décadas; o por la disminución de la calidad de agua del río Rímac; principal fuente hídrica que abastece a la ciudad de Lima, debido al incremento de huaycos en las zonas altas de la cuenca o por intrusión marina por la sobreexplotación del acuífero.

2.2. GESTIÓN INTEGRADA DE AGUAS URBANAS

Para hacer frente a esta situación de vulnerabilidad ante un posible escenario de estrés hídrico en la ciudad de Lima, es necesario pensar en herramientas de gestión adecuadas para mejorar la eficiencia en el uso de los recursos hídricos, los cuales han demostrado ser escasos en la ciudad de Lima. A partir de ello, cabe destacar la creación de la Ley N°

29338 - Ley de Recursos Hídricos del año 2009, mediante la cual se establece a la gestión Integrada de los Recursos Hídricos, que es definida por la Asociación Mundial del Agua como “un proceso que promueve el desarrollo coordinado y la gestión de los recursos hídricos, de las tierras y afines con el fin de maximizar el bienestar económico y social resultante de manera equitativa sin comprometer la sostenibilidad de los ecosistemas vitales” (UN-Water, 2008), es por ello que es presentado por el consejo de cuenca como la herramienta principal para lograr eficiencia y sostenibilidad en el manejo de las cuencas hidrográficas y las aguas subterráneas. De esta forma, se pretende lograr mejoras en la conservación, calidad e incremento del agua, para así satisfacer la demanda actual de agua para las futuras generaciones (Ley de Recursos Hídricos, 2009).

Según la Ley de Recursos Hídricos es el Ministerio de Agricultura a través de la Autoridad Nacional de Agua (ANA) la institución pública encargada de la creación de los consejos de recursos hídricos. Es por ello que, mediante Decreto Supremo N° 007-2016-MINAGRI, se crea el Consejo de Recursos Hídricos de Cuenca Interregional Chillón-Rímac-Lurín, el cual pertenece al ámbito de intervención de la Autoridad Administrativa del Agua Cañete Fortaleza (AAA Cañete-Fortaleza), órgano descentralizado encargado de atender las necesidades hídricas de 17 cuencas hidrográficas y cuya oficina se encuentra en la ciudad de Huaral, a 80 km de la ciudad de Lima. Por lo que, como se muestra en la Figura 01, se establecieron 05 Autoridades Locales del Agua (ALA) dentro de su jurisprudencia, entre estas la de Chillón-Rímac-Lurín (ANA, 2018).



Fuente: (ANA, 2019)

Figura 01. Ámbito de intervención de la ALA Chillón – Rímac – Lurín.

Como se mencionó, el Consejo de Recursos Hídricos de Cuenca Interregional Chillón-Rímac-Lurín fue creado, recientemente, el año 2016, y a pesar que todavía no se puede hablar de sus logros o avances en el cumplimiento de metas, se pueden identificar ciertos factores que pueden jugar en contra del cumplimiento de una adecuada integración entre los diferentes actores de la cuenca y, muy por el contrario, crear una tendencia a desarrollar una gestión desintegrada del agua. Si uno observa los integrantes del Consejo de Cuenca se puede comprobar cómo este se encuentra altamente representado por diferentes actores de Lima Metropolitana y, escasamente, representado por las zonas altas de las cuencas, puesto que de los 19 integrantes sólo reconoce a la Comunidad Campesina de Santa Cruz de Cocachacra como representante de la zona rural de las 03 cuencas Chillón – Rímac - Lurín, y a la Municipalidad Distrital de Antioquía como una pequeña ciudad de la parte media de la cuenca de Lurín. Por lo tanto, las zonas rurales de la parte alta de las 03 cuencas hidrográficas, al tener una baja o nula representatividad en el consejo de cuenca, no tendrán la oportunidad de integrar sus demandas y peculiaridades a partir de sus propios conocimientos de gestión del recurso hídrico y estarán siendo incluidos dentro del mapa de actores del consejo, para de una forma política, legal e

institucionalizada, se logre subordinarlos a las necesidades de los actores de la parte baja de la cuenca. Se demuestra de esta manera, de forma similar a lo descrito por el autor Guevara en el libro “¿Escasez de agua? Restos para la gestión de la cuenca del río Ica”, que las decisiones del plan de gestión de la cuenca Interregional Chillón-Rímac-Lurín, responde a las necesidades de la parte baja de la cuenca a partir de legalizar una “*inclusión excluyente y manipuladora*” (Guevara, 2014).

Por lo tanto, para nuestro caso de reúso de las aguas residuales urbanas, si bien no tiene una relación directa que requiera la interrelación de los usuarios de la cuenca baja (urbana) con los pobladores de la cuenca alta (rural), como lo menciona la Ley de Recursos Hídricos; el acceso a una nueva fuente de recurso hídrico, la cual es producida por la parte alta de la ciudad de Lima (aprox. 400 msnm) y puede ser aprovechada por la parte baja de la misma ciudad (min. 40 msnm), involucraría al consejo de cuenca Interregional Chillón-Rímac-Lurín de forma directa, ya que permitiría liberar recursos hídricos actualmente utilizados por el riego de las áreas verdes urbanas, como son las aguas del río Surco, del río Huatica, aguas subterráneas y, de forma más significativa, el uso del agua potable con fines de riego.

De lo mencionado, se puede decir que la mejora en la gestión integrada de las aguas urbanas beneficiaría directamente a la gestión integrada del recurso hídrico que promueve la Ley del Recurso Hídrico a través de Consejo de Cuenca, esto debido a que se optimizaría el uso de agua urbana de la cuenca disminuyendo la demanda de agua de la parte baja de la cuenca. Es por este motivo, que se hace uso del concepto de gestión integrada de aguas urbanas, el cual es definido por el Water Partnership Program como:

“Un proceso flexible, participativo e iterativo que integra los elementos del ciclo de aguas urbanas (suministro de agua, saneamiento, gestión de aguas pluviales y gestión de residuos) con el desarrollo urbano de la ciudad y la gestión de cuencas fluviales para maximizar los beneficios económicos, sociales y medioambientales de manera equitativa” (Water Partnership Program, 2012).

Este concepto toma vital importancia como parte de la gestión integrada de los recursos hídricos, ya que logra reconocer al acelerado crecimiento urbano no planificado a nivel mundial, tomando en cuenta que para el año 2030 el 47% de la población del mundo se

encontrará viviendo en megaciudades (más de 10 millones de habitantes) ubicadas en áreas que sufran de estrés hídrico (Water Partnership Program, 2012). Por lo tanto, para el análisis del reúso de las aguas residuales en la ciudad de Lima se debe tener en cuenta ¿cómo es el funcionamiento del ciclo de las aguas urbanas de nuestra ciudad? Es decir, ¿cuáles son las principales fuentes de agua potable y de agua para riego de áreas verdes municipales? ¿quiénes son los actores que producen estas aguas residuales municipales y en qué cantidad? ¿quién es el encargado de recolectar, tratar y disponer estas aguas residuales? ¿quienes demandan una fuente de agua adecuada para el riego de las áreas verdes de la ciudad? ¿cómo se han venido regando estas áreas verdes? ¿cuáles son las deficiencias en la gestión integrada de las aguas urbanas de la ciudad de Lima?

En conclusión, si bien es cierto que el concepto de gestión integrada de recursos hídricos promulgado y fomentado por la política nacional peruana es de vital importancia en la toma de decisiones en temas referentes al aprovechamiento y conservación sostenible de los recursos hídricos, este concepto es aplicado también con el objetivo de integrar a los usuarios de la cuenca baja con las comunidades de las cuencas altas, de forma tal que los primeros puedan reconocer la importancia de los servicios ecosistémicos que brindan estas comunidades a la parte baja de la cuenca.

Del párrafo anterior, se podría decir que el reúso de las aguas residuales urbanas no cumple con una función integradora de la cuenca, por lo que el concepto de gestión integrada de aguas urbanas, desarrollado por la Water Partnership Program, es un concepto que se encuentra más ligado al reúso de las aguas residuales urbanas en la ciudad de Lima y que podrían ser aprovechadas por la misma ciudad.

2.3. REÚSO DE AGUAS RESIDUALES

A pesar de que el uso de las aguas residuales para la agricultura ha sido una práctica común en el tiempo a nivel mundial, este uso no siempre fue manejado a través de normativas que aseguren los estándares de calidad de agua del efluente del tratamiento de las aguas residuales, el cual es dependiente del tipo de uso que se quiera dar. En este sentido Restrepo (2017), hace una revisión histórica de las experiencias de reúso del agua residual (Restrepo, 2017).

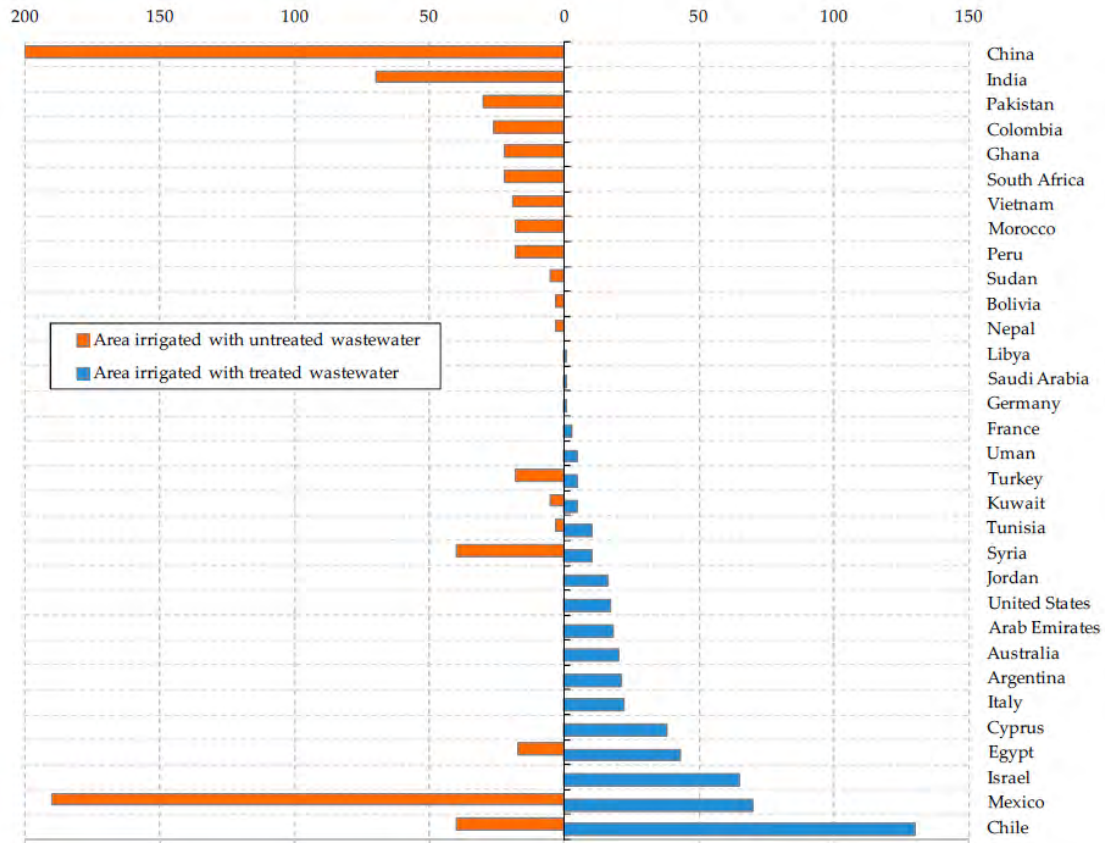
Según el autor, durante la Edad de Bronce (3200 – 1100 AC), las civilizaciones prehistóricas hacían uso de las aguas residuales en la agricultura, la cual fue una práctica común de estos primigenios grupos humanos, manteniéndose de esta manera por muchos períodos. La primera evidencia de esta mala práctica se dio en la antigua Grecia, quienes descargaban lo acumulado en las letrinas públicas a través de canales que desembocaban en los campos agrícolas, para ser usados como fertilizantes. Entre los años 1550 y 1700 DC, el uso directo de las aguas residuales en la agricultura se había extendido en los países de Alemania, Escocia e Inglaterra. Para el siglo XIX, era común que las ciudades de Estados Unidos y Europa realicen esta práctica, la cual era un proceder que estaba amparada en las leyes de ciudades como Londres, París y Boston. Esta fue la forma principal para resolver el problema de la disposición de los grandes volúmenes de aguas residuales que generaba el crecimiento urbano de las ciudades. Para el año 1872, París fue la primera gran ciudad que irrigaba las zonas agrícolas periurbanas con aguas residuales de forma directa. En el año 1897, Australia inició el riego de su primer campo de cultivo con aguas residuales.

Esta mala práctica de recolección y vertimiento de agua residual cruda urbana en los campos de cultivo de las grandes ciudades, que llegó a su apogeo en el siglo XIX, trajo consigo catastróficas consecuencias epidémicas, la proliferación de enfermedades de origen hídrico, como el cólera y la tifoidea. Estas epidemias fueron la causa que dio inicio a cambios en los sistemas de saneamiento urbano, y fue el desarrollo de los sistemas de alcantarillado enterrados a mediados del siglo XIX. Sin embargo, el uso de las aguas residuales urbanas en las zonas agrícolas se vio incrementado hasta inicios del siglo XX.

En el año 1973, el World Health Organization (WHO) publicó el documento que traducido sería “Reúso de efluentes: Métodos de tratamiento de aguas residuales y cuidados sanitarios”, con el principal objetivo de proteger la salud pública y facilitar el reúso de las aguas residuales en la agricultura. Esta guía fue actualizada en el año 1989 y 2006 a partir de estudios epidemiológicos e información complementaria, respecto a los riesgos mínimos considerados para proteger la salud pública, así como pautas de vigilancia.

Como se muestra en la Figura 02, para el año 2017, The Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) reporta que aproximadamente 10% del área

total de campos agrícolas son irrigadas con aguas residuales urbanas no tratadas o tratadas parcialmente, cubriendo un área aproximada de 20 millones de hectáreas en 50 países (Jimenez Blanca, 2008).



Fuente: (Jimenez Blanca, 2008)

Figura 02. Reúso de aguas residuales en la agricultura por países.

Según lo mencionado por los autores José Matos Mar y Rubén Matos Lagos en su libro “AGUAS RESIDUALES, AGRICULTURA Y ALIMENTACIÓN EN LA GRAN LIMA”, la ciudad de Lima también hizo uso de las aguas residuales para irrigar las áreas de cultivo aledañas a la ciudad desde la fundación española en 1535. A continuación, se resumen el desarrollo del sistema de alcantarillado y del reúso de las aguas residuales de Lima Metropolitana según estos autores.

El sistema de desagües del virreinato, se caracterizaba por contener un conjunto de acequias que tenían sus cauces en el eje de las calles y desembocaban en los canales de riego indígenas que cruzaban la ciudad. Entre estos, los más representativos por su mayor capacidad de conducción, son los de Huatica, Surco, Magdalena y Piedra Liza.

Para el año 1590, la red de acequias y canales de riego funcionaba como portadora de las aguas residuales domésticas, vertiendo sus aguas en los grandes canales de riego, en huertas y en campos de cultivo. Para ese entonces Lima Metropolitana tenía una población aproximada de 60,000 habitantes. Por lo tanto, los grandes canales de riego tenían la capacidad suficiente para diluir el contenido orgánico de las aguas residuales generadas por la ciudad.

Sin embargo, para el año 1857, Lima Metropolitana tenía una población de 94,195 habitantes y las aguas residuales generadas por la ciudad desbordaron la capacidad de las acequias y de los canales de riego. Convirtiéndolas en causante de la proliferación de una serie de enfermedades de origen hídrico. Lima Metropolitana, para ese entonces se encontraba atravesada por 1,090 acequias, de las cuales 894 servían para el riego de las áreas verdes de todo tipo de jardines particulares, previamente recibido las aguas residuales de las viviendas por donde pasaba. Para ese entonces, las acequias eran portadoras de un sinfín de inmundicias, con aguas pútridas, generando hedores y contaminando el aire de la ciudad, así como generando enfermedades endémicas y la epidemia de fiebre amarilla de 1969.

Las nuevas propuestas de solución del estado, de sistemas improvisados de alcantarillado, los cuales desfogaban sus efluentes en los canales de riego, fueron los causantes del incremento de la mortalidad por infecciones gastrointestinales, siendo la principal causa la fiebre tifoidea, la cual para el año 1901, causó la muerte de 176 personas. Para inicios del siglo XX, los canales del valle del río Rímac, vertederos de aguas residuales y focos de contaminación, irrigaban más de 20,651 ha de tierras agrícolas. Por lo que, en 1904 se inicia el actual sistema de recolección de aguas residuales, a cargo del ingeniero Julio Ribeyro (José Matos Mar, 1990).

Actualmente, el concepto de reúso de agua residual municipal, se define como al agua residual de origen municipal, que puede pasar por diferentes procesos de tratamiento (primarios, secundarios y terciarios) con el objetivo de llegar hasta el punto de hacerla reutilizable (ASANO, 1994). La calidad del efluente de agua generado en este proceso de tratamiento, se encuentra ligado con el reúso que se quiera dar, siendo que, en la actualidad, existen una gran variedad de aplicaciones de agua de reúso a evaluar.

2.4. DESARROLLO SOSTENIBLE

Para analizar el concepto de desarrollo y sostenibilidad, se tomará como punto de partida el período de crecimiento económico vertiginoso generado por el capitalismo luego de la Segunda Guerra Mundial, a partir del cual, los centros de poder y economía ortodoxa manejaron dos ideas claras: La primera es que la paz permitía mayor estabilidad en el crecimiento económico, lo que permitía que los países subdesarrollados sigan con línea económica de los países desarrollados. La segunda, es la idea de que los recursos naturales son ilimitados, por lo tanto, el crecimiento no tiene limitaciones (Gómez de Segura, 2014).

A partir de este punto, según lo mencionado por las autoras Pilar Saura y María Hernández, la evolución del concepto de desarrollo sostenible distingue tres etapas en su proceso evolutivo. La primera etapa es la concientización de los países sobre la degradación del medio ambiente, la segunda es la conservación y protección de los recursos naturales, y la tercera es la incorporación de la preocupación sobre la relación hombre y medio ambiente, lo cual implica factores culturales, sociales, económicos y políticos (Pilar Saura Calixto, 2008).

En la primera etapa de concientización de la degradación del medio ambiente y la proliferación de problemas ambientales, la mayoría suscitados en los países desarrollados, es que en la década de los sesenta se empieza a tomar conciencia de los efectos negativos generados por la industrialización. A partir de ello se evidenció que las consecuencias de la acumulación de emisiones generaban impactos a nivel planetario, como cambio climático, daño a la capa de ozono, contaminación del océano, deforestación, etc. Hay que resaltar que muchos de estos impactos repercutían de mayor manera en los países subdesarrollados, debido a que estos eran más vulnerables a impactos meteorológicos. Siendo que en los sesenta se firman los primeros acuerdos internacionales sobre contaminación marina y vertimientos (Pilar Saura Calixto, 2008).

Sin embargo, el acelerado deterioro del medio ambiente, la sobreexplotación de los recursos naturales y sus posibles consecuencias en el desarrollo económico social, fue la causa principal para que tenga lugar la primera “Conferencia de Naciones Unidas sobre Medio Ambiente”, celebrada en Estocolmo en 1972. En ella se establecen 26 principios

básicos en el manejo ambiental y se declara *“Hemos llegado a un momento en la historia en el que debemos orientar nuestros actos en todo el mundo atendiendo con mayor cuidado a las consecuencias que puedan tener para el medio”* (Pilar Saura Calixto, 2008).

Para la segunda etapa de conservación y protección de los recursos naturales, el objetivo marcado es la intensificación en la sensibilización del ciudadano respecto a los problemas ambientales, a partir del fomento en la educación ambiental. (Pilar Saura Calixto, 2008)

En el año 1982, la Asamblea General de las Naciones Unidas aprobara la Carta Mundial de la Tierra y creara en 1983 la Comisión Mundial del Medio Ambiente y del Desarrollo, la cual era presidida por Gro Harlem Brundtland; esta presentó, después de un largo proceso participativo en todo el planeta, en el año 1987 el Informe *“Nuestro Futuro Común”*. El concepto de desarrollo sostenible es aceptado a nivel mundial a partir de la definición presentada mediante el Informe Brundtland, que lo define como *“El desarrollo sostenible es el desarrollo que satisface las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades”* (Gómez de Segura, 2014).

Para la tercera etapa de modelo de desarrollo humano, se asumiría el concepto de desarrollo sostenible del Informe Brundtland en los Principios de sostenibilidad de la Declaración de Río (1992), donde se establecen veintisiete principios que influyen en el desarrollo sostenible, como lo es la ciudad del medio ambiente, el tema económico y el social. Una de las más importantes interpretaciones del concepto de desarrollo sostenible del Informe Brutdland es la teoría de las tres sostenibilidades: Sostenibilidad económica, sostenibilidad ambiental y sostenibilidad social. Estos conceptos son fomentados por la Unión Europea (UE), el Banco Mundial (BM), la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), entre otros; estos se inician debido a la necesidad de cuantificar mediante indicadores la sostenibilidad ecológica, económica y social. (Naciones Unidas, 1992).

En la Conferencia Mundial de Johannesburgo (2002), también conocido como RIO +10, se produjo un gran cambio en el concepto de desarrollo sostenible, orientándolo al concepto de crecimiento económico. Ante la intensificación del proceso de destrucción

del planeta en RÍO +20 – la primera que se titula “Conferencia sobre Desarrollo Sostenible”, con el informe “El futuro que deseamos”, vuelve a equipararse el peso, y se reconoce que sólo las sociedades cohesionadas pueden avanzar hacia la sostenibilidad por lo que: “No hay sostenibilidad sin equidad y justicia” (Gómez de Segura, 2014).

Como análisis de las últimas conferencias mundiales sobre el desarrollo sostenible (Río 1992, Río+10, Río+20), se podría decir que el término es referente pero no se llega a definir. Mientras que el Informe Brundtland define su término de desarrollo, hace referencia al desarrollo económico y social, por lo que se interpreta como crecimiento ilimitado. Mientras que el principio 5 de la Declaración de Río+10 menciona “reforzar los pilares del desarrollo sostenible (económico, social y protección ambiental), así como la Conferencia de Río+20 afirma en su párrafo 1 que los participantes “*renuevan su compromiso con el desarrollo sostenible y con asegurar la promoción de un futuro sostenible, económica, social y ambiental para nuestro planeta*”, convirtiéndose de esta manera en el referente de las políticas propuestas por los países participantes (Gómez de Segura, 2014).

Por otro lado, el término de sostenibilidad, el cual fue utilizado por primera vez en Europa en el libro de Sylvicultura Oeconomica, del científico y forestalista alemán H.C. Von Carlowitz, ha venido siendo utilizado de forma dominante como un término ecológico, sin embargo, en su uso regular cotidiano tiene un sentido más negativo, refiriéndose a situaciones insostenibles o insostenibles. Como definición, se puede decir que la sostenibilidad es una actividad o acción que es capaz de ser mantenida indefinidamente. Por otro lado, una de las principales conclusiones de la conferencia sobre la escala sostenible de la Economía del Estado Estacionario (EEE) es que la economía humana es un subsistema del sistema terrestre que permite que “*el subsistema económico sea capaz de existir indefinidamente dentro de la capacidad que tienen los ecosistemas de la Tierra*”. Sin embargo, en el principio 1 de la Declaración se hace mención que esta vivencia armónica con la naturaleza es más un derecho humano: “*Los seres humanos (...) tienen derecho a una vida saludable y productiva en armonía con la naturaleza*” (Gómez de Segura, 2014).

Se toma como ejemplo de ello, que este sea amigable con el medio ambiente pero que genere un bien social, por lo tanto, este sería un proyecto soportable; de la misma manera

que sea amigable con el medio ambiente y económicamente rentable, por lo tanto, sería un proyecto viable; y que sea económicamente rentable y que pueda beneficiar a todas las personas sin discriminación alguna, por lo que sería equitativo. Se entiende que, si este proyecto cumple con ser viable, soportable y equitativo, se podría concluir que este sería un proyecto sostenible. Para esquematizar mejor lo mencionado se presenta la Figura 03.

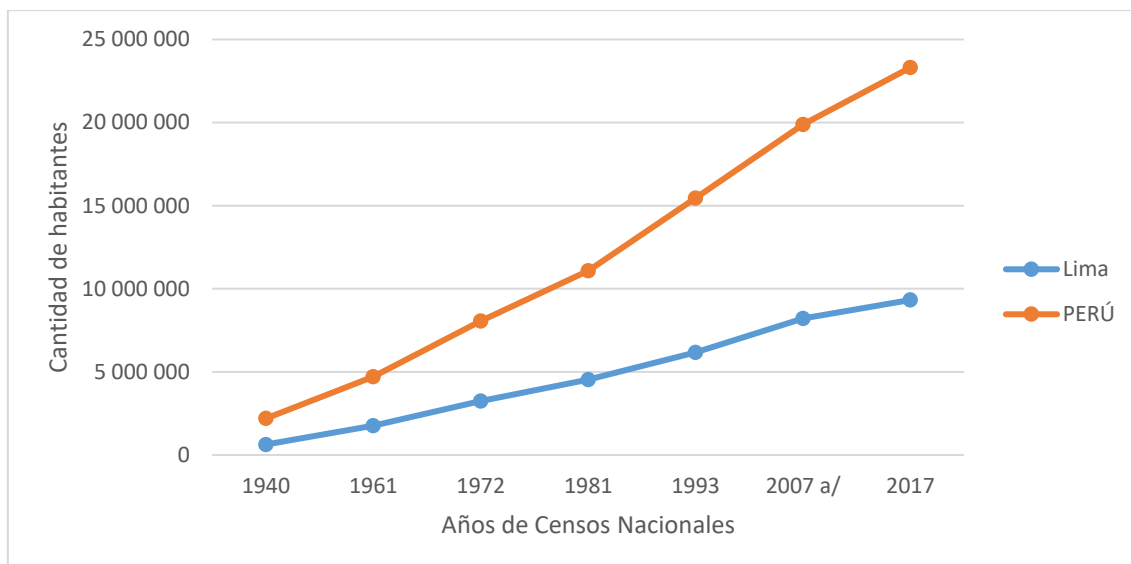


Fuente: (Vallejo, 2018).

Figura 03. Factores a evaluar en un escenario de desarrollo sostenible.

3. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

La escasez hídrica generada en la ciudad de Lima debido al crecimiento poblacional, la baja precipitación, las pocas fuentes de agua y por fenómenos meteorológicos, han generado problemas de abastecimiento de agua para consumo humano. Esto sumado a una deficiente gestión integrada de aguas urbanas, hace de la ciudad de Lima una ciudad con posibilidades de recaer en un estado de estrés hídrico y con alto grado de vulnerabilidad ante el cambio climático.



Fuente: INEI, 2018.

Figura 04. Crecimiento poblacional urbano en el Perú y en Lima Metropolitana.

Según lo mostrado en la Figura 04 sobre el crecimiento poblacional en Lima y el Perú, los datos presentados por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), para el año 2017, Lima Metropolitana presentaba una población de 9'324,796 habitantes con una tasa de crecimiento anual del 2%. Por lo que, se espera que para el año 2030 se cuente con más de 11 millones de habitantes (INEI, 2017). Por otro lado, la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS), en el estudio quinquenal tarifario del 2015 de la EPS SEDAPAL, muestra el esquema de la oferta actual y futura de fuentes de agua para el abastecimiento de agua potable de Lima Metropolitana y Callao. Como se puede observar con la Tabla 01, mediante los trasvases MARCA I, MARCA III y MARCA IV se logra ingresar un caudal de agua de 7.31 m³/s a la cuenca del río Rímac. Adicional a ello, se proyecta una incorporar a futuro el trasvase MARCA II con un caudal de 4.75 m³/s (SUNASS, 2015).

Tabla 01. *Oferta de agua suministrada a la cuenca del río Rímac mediante trasvases.*

Embalse	Volumen total de embalse MMC	% de Reserva ecológico y estructural	% de reserva ante sequía	Volumen disponible MMC	Oferta m³/s
Marca I	37.05	25%	10%	27.79	1.32
Marca III	120	25%	10%	90	4.28
Marca IV (Huascacocha)	48	25%	10%	36	1.71
TOTAL	205.05			153.79	7.31

Fuente: (SUNASS, 2015)

Adicionalmente, la Tabla 02 muestra el volumen demandado de agua potable en el presente quinquenio.

Tabla 02. *Demanda de agua potable poblacional al año 2015*

DEMANDA DE AGUA POTABLE (m³/s)				
Año 01	Año 02	Año 03	Año 04	Año 05
20.93	21.21	21.55	21.86	22.13

Fuente: (SUNASS, 2015)

Siendo el río Rímac la fuente superficial principal de abastecimiento para la ciudad de Lima, se debe considerar que esta cuenta con un régimen natural de escorrentía de 05 meses al año (diciembre a abril), con escorrentía natural de hasta 30 m³/s y en tiempo de estiaje (mayo a noviembre) la escorrentía alcanza 7.8 m³/s (SUNASS, 2015).

Debido al escenario de escasez hídrica en la cual se encuentra la ciudad de Lima, SEDAPAL se cuenta con 463 pozos existentes, de los cuales 378 se encuentran operativos, con una capacidad de 8.43 m³/s para uso poblacional y 4.73 m³/s para uso agrícola. Siendo que la sobreexplotación del acuífero ha ocasionado al 2014 un descenso de la napa freática de 20 metros, ocasionando pérdida de capacidad de extracción de cada pozo, mayores costos de energía, deterioro del acuífero por salinización debido a intrusión marina (SUNASS, 2015).

Según publicación realizada por la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS), en Febrero del año 2017, el consumo de agua potable diario

percápita por habitante, en algunos distritos; como San Isidro, Miraflores, La Molina, San Borja, Lince, Santiago de Surco, Jesús María, Barranco, Magdalena, Pueblo Libre, San Miguel, Lima, Surquillo, San Luis, Breña, La Victoria, Los Olivos, Rímac, San Martín de Porres, Chorrillos y El Agustino; sobrepasan lo indicado por la Organización Mundial de la Salud (OMS), la cual menciona que una persona debería consumir 100 l de agua potable al día para atender todas sus necesidades, como se muestra en la Tabla 03.

Tabla 03. *Demanda de agua potable según OMS.*

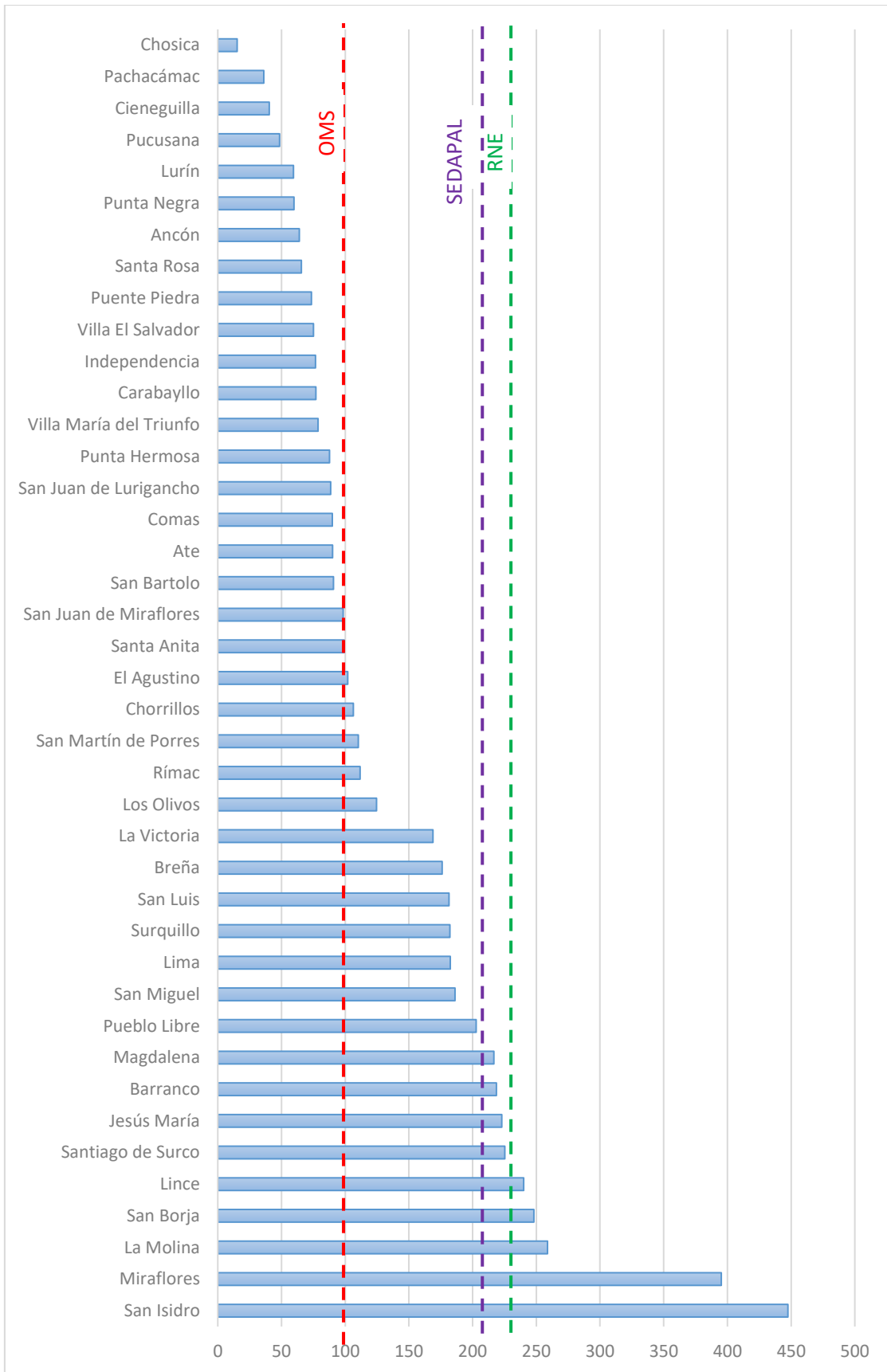
Nivel del servicio	Medición del acceso	Necesidades atendidas	Nivel del efecto en la salud
Sin acceso (cantidad recolectada generalmente menor de 5 l/hbt/d)	Más de 1.000 m ó 30 minutos de tiempo total de recolección	Consumo – no se puede garantizar Higiene – no es posible (a no ser que se practique en la fuente)	Muy alto
Acceso básico (la cantidad promedio no puede superar 20 l/hbt/d)	Entre 100 y 1.000 m ó de 5 a 20 minutos de tiempo total de recolección	Consumo – se debe asegurar Higiene – el lavado de manos y la higiene básica de la alimentación es posible; es difícil garantizar la lavandería y el baño a no ser que se practique en la fuente	Alto
Acceso intermedio (cantidad promedio de aproximadamente 50 l/hbt/d)	Agua abastecida a través de un grifo público (o dentro de 100 m ó 5 minutos del tiempo total de recolección)	Consumo – asegurado Higiene – la higiene básica personal y de los alimentos está asegurada; se debe asegurar también la lavandería y el baño	Bajo
Acceso óptimo (cantidad promedio de 100 l/r/d y más)	Agua abastecida de manera continua a través de varios grifos	Consumo – se atienden todas las necesidades Higiene – se deben atender todas las necesidades	Muy bajo

Fuente: (Howard, 2003)

Sin embargo, la situación más crítica se encuentra en los distritos; como El Agustino, San Isidro, Miraflores, La Molina, San Borja, Lince, Santiago de Surco, Jesús María, Barranco, Magdalena y Pueblo Libre; que sobrepasan la dotación de agua de 200 l/hab/d establecida en el Reglamento de elaboración de Proyectos de Agua Potable y Alcantarillado Para Habilitaciones Urbanas de Lima Metropolitana y Callao. Cabe destacar que, en el Reglamento Nacional de Edificaciones, en la Norma OS.100. Consideraciones Básicas De Diseño De Infraestructura Sanitaria, en la cual se menciona que la dotación promedio diaria de agua potable en climas templados y cálidos es de 220

l/hab/d (MVCS, 2006). Para esquematizar lo mencionado, se presenta la Figura 05 con el comparativo de los consumos de agua por distrito y los límites establecidos por la OMS y lo recomendado por el MVCS.





Elaboración Propia / Fuente SUNASS

Figura 05. Consumo per cápita diario por distrito de la ciudad de Lima.

A partir de una simple inspección de la Figura 05 se puede concluir que, de los 41 distritos analizados por la SUNASS, 21 de estos presentan un consumo promedio de agua potable mayor a lo requerido para atender sus necesidades básicas, mientras que 10 de estos distritos presentan un consumo mayor a lo estimado por SEDAPAL para los cálculos de diseño de sus infraestructuras.

Por otra parte, tomando en consideración que la ciudad de Lima, se encuentra ubicada en la parte baja de la cuenca del río Rímac, en zona desértica con una precipitación anual promedio de tan solo de 9 mm, con una alta vulnerabilidad de caer en un escenario de estrés hídrico y con un alto consumo per cápita de agua potable. Esta baja disponibilidad de fuentes hídricas ha generado que las áreas verdes municipales y su flora en general, dependan significativamente de conexiones a la red pública de agua potable de SEDAPAL, en otros casos también de fuentes superficiales y subterráneas. Salvo distritos como Villa María del Triunfo, que en época de invierno enverdece naturalmente a causa de la tupida neblina que nutre la flora del distrito.

Actualmente, el servicio de mantenimiento del ornato de los distritos está a cargo de las municipalidades distritales y provinciales, e involucra estrechamente a la participación de los vecinos. Pero los altos costos de mantenimiento de las áreas verdes, debido en parte importante a los costos generados de acceso a una fuente hídrica y su distribución, ha generado que muchos municipios no cuenten con la capacidad de encargarse del mantenimiento de la totalidad de sus áreas verdes, generando de esta manera el mal estado de parques, bermas y jardines.

Tomando en cuenta que, la cantidad y el estado de las áreas verdes municipales se relaciona directamente con la calidad de vida de los vecinos, se fomenta la participación ciudadana para el cuidado de las áreas verdes municipales desatendidas por los municipios. Generando así, el incremento de la demanda de agua para riego de parte de los municipios y vecinos, siendo regularmente la fuente más cercana, por consecuencia la más económica, la de las redes de distribución de agua potable.

Por lo tanto, así como a nivel mundial, el acelerado crecimiento urbano de la ciudad de Lima ha generado que SEDAPAL realice importantes inversiones en infraestructura hidráulica que incremente la oferta de agua, ya sea partir de trasvases desde la cuenca del

Mantaro, la explotación del acuífero de la cuenca del río Rímac y últimamente mediante la desalinización de agua de mar. Sin embargo, el Niño Costero del 2017 desnudó una alta vulnerabilidad del sistema de agua potable de la ciudad de Lima, produciendo un escenario de estrés hídrico, causado por la alta turbiedad de los continuos huaycos de la cuenca que impedía la potabilización del agua. Es por ello que, se identifica la necesidad de una mejora en la gestión integrada del agua urbana, de forma tal que, en lugar de incrementar la oferta de agua, se busque disminuir la demanda de agua potable. Esto a partir del reemplazo del uso de agua potable con fines de riego de áreas verdes municipales, por una nueva fuente de agua, el reúso de las aguas residuales urbanas.

4. HIPÓTESIS

Se establece como hipótesis que, uno de los principales motivos de las elevadas demandas de agua potable generada por la población de la ciudad de Lima Metropolitana, se debe a usos diferenciados al de consumo humano, como es el riego de áreas verdes. Por lo tanto, el alto costo de acceso al agua potable para riego, las características de la calidad de agua potable y del agua de reúso, el uso de una nueva fuente de agua, la escases de agua, la topografía de la ciudad, los bajos costos de operación y mantenimiento, las normativas y políticas nacionales; generan las condiciones económicas, sociales y ambientales necesarias para asegurar la sostenibilidad de un planteamiento de reúso de agua residual para el riego de las áreas verdes en 28 distritos de la parte baja de la cuenca del río Rímac.

5. OBJETIVO

5.1. Objetivo general

Evaluar la sostenibilidad del planteamiento de una red de reúso de agua residual urbana para 28 distritos de la ciudad de Lima, pertenecientes a la cuenca del río Rímac, con fines de riego de áreas verdes, a partir de un enfoque multidisciplinario que contemple su desarrollo económico, medioambiental y social. Por lo que este debe demostrar ser viable, equitativo y soportable.

5.2. Objetivos específicos

- i. Realizar el diagnóstico de la situación actual de acceso al recurso hídrico con fines de riego de las áreas verdes de 28 distritos de la ciudad de Lima, ubicada en la parte baja de la cuenca del río Rímac.
- ii. Analizar la oferta y demanda de agua residual tratada para el riego de las áreas verdes de 28 distritos de la ciudad de Lima.
- iii. Elaborar un planteamiento multidisciplinario de una red de reúso de agua residual urbana tratada para la ciudad de Lima.
- iv. Evaluar la sostenibilidad del planteamiento realizado a partir de un enfoque que contemple su desarrollo económico, medioambiental y social. Por lo que este debe demostrar ser viable, equitativo y soportable.

6. METODOLOGÍA

La metodología utilizada para el desarrollo y análisis realizado en el presente estudio, responde a una investigación mixta. Esto debido a que, para el análisis realizado se ha requerido una metodología con enfoques tanto cuantitativo como cualitativo.

Como punto de partida para comprobar la hipótesis se realizó un análisis cualitativo de la información relacionada a las políticas públicas, leyes y normativas nacionales enfocadas al reúso de las aguas residuales con fines de riego de las áreas verdes municipales. De la misma manera, se analizó las relacionadas con el servicio de tratamiento de las aguas residuales, así como del riego de las áreas verdes por fuentes superficiales y subterráneas. Este análisis nos dio una base de cómo realizar una propuesta acorde a las políticas, objetivos y normativas nacionales.

Una vez identificado que el reúso de las aguas residuales es un política nacional e internacional y que se encuentra incorporado dentro del Objetivo N° 06 de los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Se realizó el diagnóstico de la situación actual de la ciudad de Lima, enfocada en la gestión de las aguas urbanas, desde las fuentes de abastecimiento de agua, los consumos de agua para riego de áreas verdes y el poblacional, el tratamiento y la disposición final de las aguas residuales, ya sea mediante vertimientos a cuerpos de agua o reúso de las mismas.

Reconociendo la complejidad de la ciudad de Lima, se enfocó el análisis a 28 distritos de la ciudad de Lima, cuyos criterios de selección fueron:

- Se ubiquen dentro de la cuenca del río Rímac, por ser principal fuente de agua superficial de agua de la ciudad de Lima.
- Se encuentren por debajo de los 450 msnm, parte baja de la cuenca. Esto debido a que, en el planteamiento desarrollado, se aprovecha la pendiente topográfica de la ciudad para el abastecimiento de los distritos que se encuentren por debajo de este nivel. De esta manera se logra un ahorro significativo en el uso de costosos sistemas de bombeo requeridos para la actual distribución del agua para riego.
- Se estén comprendidos entre los distritos con altos consumos de agua publicado por Sunass.
- Se pueda contar con la información necesaria para el análisis requerido diferenciado por distritos (condición que no se pudo obtener con la provincia del Callao).

Una vez identificados los distritos a evaluar, se buscó recopilar información de cada uno de los 28 distritos seleccionados. Siendo que se ingresaron cartas de solicitud, requiriendo a la municipalidad distrital se sirva informar, ya sea a través de entrevista, carta o correo, de la situación actual de las áreas verdes dentro de su ámbito de intervención, de su sistema de riego y de las fuentes hídricas con las que cuenta acceso. De la misma manera, se solicitó información a la Autoridad Administrativa del Agua Cañete - Fortaleza de las autorizaciones de reúso de agua residual tratada en la cuenca del río Rímac.

Cabe resaltar que sólo 22 de los 28 distritos seleccionados dieron respuesta a la carta de solicitud de información, por lo que se recopiló información de otras fuentes o de estudios realizados respecto a la cantidad de áreas verdes y los sistemas de riego utilizados. Obteniendo de esta manera un estimado total de los 28 distritos evaluados.

Con el objetivo de realizar un adecuado planteamiento y evaluación económica, se recopiló información de los ingresos anuales promedios de las 28 municipalidades distritales, a partir de consultas amigables realizadas en la página del Ministerio de Economía y Finanzas. Así como también, de los indicadores de gestión de la EPS

SEDAPAL, encargada de la administración de los servicios de saneamiento en la ciudad de Lima y publicados por la Sunass, organismo encargado de la regulación del mismo.

A partir de la recopilación de esta información, se identificó los principales problemas para el riego de las áreas verdes municipales, así como de los costos operativos e inversiones realizadas para acceder a nuevas fuentes de agua para riego. Adicional a ello, se realizaron los cálculos de la demanda de agua para riego, en el cual se consideró información de rendimientos de agua de los entrevistados, encargados del mantenimiento de las áreas verdes de sus distritos y que, por temas políticos, han cambiado de municipio en los últimos años.

Por otro lado, se hizo envío de una carta de solicitud de información a la EPS SEDAPAL, sin embargo, no se obtuvo respuesta. Por lo tanto, se recopiló información de estudios relacionados al diagnóstico de las plantas de tratamiento de las aguas residuales en el ámbito de intervención de SEDAPAL y de la calidad de sus efluentes, con la finalidad de determinar las mejoras requeridas para su reúso con fines de riego de áreas verdes.

A partir de la recopilación de información mencionada, y haciendo uso de un análisis cuantitativo se procedió a realizar la formulación del planteamiento de mejora a la gestión integrada del agua urbana, a partir del reúso de las aguas residuales efluentes de las plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR) de San Antonio de Carapongo, Carapongo y Santa Clara; las cuales tienen la capacidad de producción necesaria para satisfacer la demanda de agua de riego de los 28 distritos evaluados. Otro factor importante para la selección de estas PTAR, es su ubicación geográfica, siendo que las 03 se encuentran a más de 450 msnm, por lo que cuentan con la energía potencial necesaria para presurizar toda una red de distribución de agua de reúso en la ciudad de Lima, o al menos en los 28 distritos evaluados.

Una vez elaborado el planteamiento técnico, se procedió a evaluar su viabilidad haciendo uso de la Guía metodológica para la formulación y evaluación de proyectos de inversión de reúso de aguas residuales, elaborado por el economista Wilber Oré Suarez. En el mismo se puede evaluar factores económicos, sociales y ambientales para determinar ser viable, equitativo y soportable.

7. ANÁLISIS

Identificado el problema de los altos consumos de agua potable realizados por la población de Lima Metropolitana, se buscará realizar un planteamiento adecuado de solución a partir de una mejora en la gestión integrada de las aguas urbanas. Reconociendo como una fuente alternativa de agua al reúso de las aguas residuales urbanas, que produce la ciudad de Lima en las zonas altas de la ciudad (>500 msnm) en beneficio de las zonas bajas (< a 450 msnm).

Este planteamiento de solución buscará demostrar ser sostenible, es decir, que deberá ser viable, soportable y equitativo. Esto se demostrará a partir de la evaluación económica, evaluación social e impacto ambiental, para ello se seguirá la *“Guía metodológica para la formulación y evaluación de proyectos de inversión de reúso de aguas residuales”*, descrita en la Tesis del Ingeniero Economista Wilber Oré Suárez. En la cual, se divide el análisis de la sostenibilidad de un proyecto de reúso de agua residual en tres etapas: Identificación, Formulación y Evaluación (Suárez, 2012).

Adicional a ello, se deberá analizar experiencias anteriores en el reúso de las aguas residuales y estudios realizados a nivel nacional e internacional, así como el marco normativo y de políticas nacionales que soporten el planteamiento integrada de reúso de las aguas residuales urbanas para el riego de las áreas verdes urbanas de la ciudad de Lima.

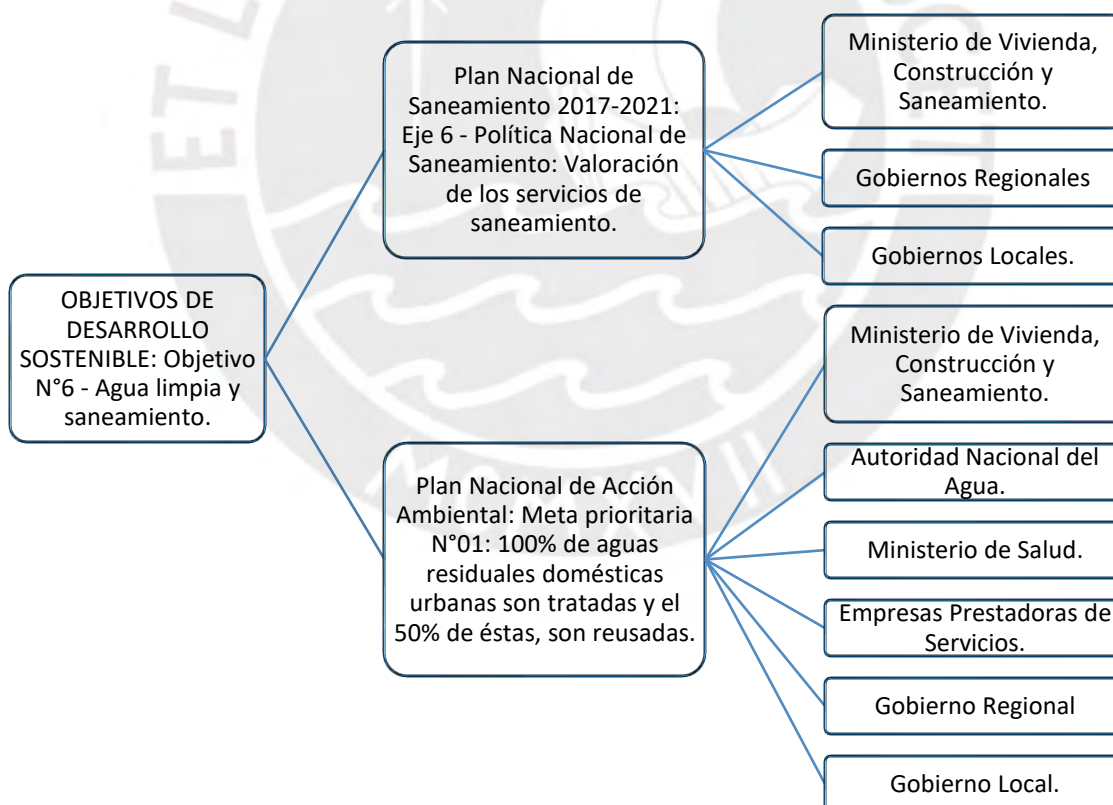
7.1. POLÍTICAS Y NORMATIVAS ENFOCADAS AL REÚSO DE LAS AGUA RESIDUALES Y AGUAS SUBTERRÁNEAS

7.1.1. Políticas enfocadas al reúso de agua residual:

Para darnos una idea del contexto nacional en el reúso de las aguas residuales en Lima Metropolitana o en el Perú, analizaremos las políticas de estado que hacen referencia al reúso de las aguas residuales y a las normativas que rigen la participación de las instituciones públicas, así como la intervención del privado para realizar este reúso de agua residual.

Con la participación del Perú, entre 195 Estados Miembros de las Naciones Unidas, en la Cumbre Internacional realizada en la Organización de las Naciones Unidas (ONU), el año 2015, se establecieron 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), estableciendo la Agenda 2030 para lograr un mundo sin pobreza, en el que se proteja el medio ambiente y donde todas las personas gocen de paz y una vida próspera.

Entre los ODS, se incluye en el Objetivo 6 el incremento en el tratamiento de las aguas residuales, al aumento sustancial de su reciclado y reutilización. Es por ello, que el Perú no ha sido esquivo a este objetivo, estableciendo normativas y políticas públicas enfocadas en el reúso de agua residual tratada, con diferentes fines. En la Figura 06 se representan las políticas públicas que se encuentran ligadas a los servicios de saneamiento y al reúso de las aguas residuales, mostrando además a las instituciones responsables de fomentar el reúso de las aguas residuales, así como normar el reúso de las aguas residuales.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 06. Políticas enfocadas al reúso de agua residual

7.1.1.1. Objetivos de desarrollo sostenible

Con el objetivo de disminuir la pobreza, proteger el Medio Ambiente y garantizar la prosperidad equitativa para la población, la Asamblea General de las Naciones Unidas aprobaron la Agenda 2030, mediante el cual se aprueban 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible. En el cual, el Objetivo 6 de “AGUA LIMPIA Y SANEAMIENTO” menciona entre sus metas que: *“Para 2030, mejorar la calidad del agua mediante la reducción de la contaminación, la eliminación del vertimiento y la reducción al mínimo de la descarga de materiales y productos químicos peligrosos, la reducción a la mitad del porcentaje de aguas residuales sin tratar y un aumento sustancial del reciclado y la reutilización en condiciones de seguridad a nivel mundial”*, en el cual se hace denotar el reconocimiento del reúso de las aguas residuales. (UNESCO, 2017)

7.1.1.2. Plan nacional de saneamiento 2017 - 2021

Al 2013, Lima Metropolitana tenía una capacidad de tratamiento de aguas residuales del 62%, proyectando alcanzar el 100% entre el 2015 – 2020 (SUNASS, 2015); sin embargo, estas cifras no reconocen el reúso de esta agua residual municipal. Este reúso se contempla en el Eje 06, como una Política Nacional de Saneamiento: Valoración de los servicios de saneamiento, *“Fomentar la sustitución del empleo de agua potable en usos no domésticos por el agua residual tratada”* (MVCS, 2017).

7.1.1.3. Plan nacional de acción ambiental – Perú 2011 al 2021

Por otro lado, la Meta prioritaria N° 01 del Plan Nacional de Acción Ambiental – Perú 2011 al 2021: *100% de aguas residuales domésticas urbanas son tratadas y el 50% de éstas, son reusadas*. Bajo la responsabilidad del MVCS y la SUNASS; y corresponsabilidad de la Autoridad Nacional de Agua (ANA), el Ministerio de Salud (MINSa), la EPS, el Gobierno Regional y el Gobierno Local (MINAM, 2011).

7.1.2. Normativas enfocadas al reúso de agua residual

Tomando en consideración las consecuencias en la salud pública que podría generar el mal uso de las aguas residuales para el riego de las áreas verdes de la zona urbana, en el Perú se cuenta con una normativa que asegure la calidad de las aguas residuales a ser

reusadas. Para ello, se ha creado un marco normativo adecuado para fomentar el reúso de las aguas residuales. A continuación, se pasará a explicar cuáles son los organismos e instituciones responsables de brindar los servicios de saneamiento a las zonas urbanas, su regulación, el control, monitoreo y fiscalizadores, siendo de nuestro interés el servicio de alcantarillado y tratamiento de las aguas residuales.

7.1.2.1. Decreto legislativo N° 1280 – Ley marco de la gestión y prestación de los servicios de saneamiento

Mediante Decreto Legislativo N° 1280 – LEY MARCO DE LA GESTIÓN Y PRESTACIÓN DE LOS SERVICIOS DE SANEAMIENTO, en su Artículo 01.- Prestación de los servicios de saneamiento, se reconoce al Servicio de Tratamiento de Aguas Residuales para disposición final o reúso, como uno de los tipos de servicio de saneamiento.

Así como, en su Artículo 04.- Rol del Estado en materia de los servicios de saneamiento, en el acápite 4.3, se menciona que *“Los gobiernos regionales y los gobiernos locales, sus autoridades y representantes, de acuerdo a la Ley N° 27867, Ley Orgánica de Gobiernos Regionales, la Ley N° 27972, Ley Orgánica de Municipalidades, la presente Ley, su reglamento y las normas sectoriales, son responsables de asegurar la prestación eficiente de los servicios de saneamiento usando los medios institucionales, económicos y financieros que lo garanticen”* (CONGRESO DE LA REPÚBLICA, 2016).

Para nuestro caso, en la ciudad de Lima, es SEDAPAL la empresa encargada de brindar el servicio de saneamiento a la provincia de Lima y a la provincia constitucional del Callao. Empresa estatal de derecho privado creada mediante Decreto Legislativo N° 150 del 12 de junio de 1981. Cabe resaltar que, SEDAPAL a diferencia de las otras Empresas de Saneamiento a nivel nacional funciona como una entidad adscrita al MVCS, por lo tanto, no depende de las municipalidades distritales ni de la provincial de Lima, sino funciona de una manera autónoma.

Se debe tomar en cuenta que el MVCS, según lo mencionado en el Artículo 5 del D.L. N° 1280, es el Ente Rector en materia de saneamiento, por lo tanto, le corresponde

planificar, diseñar, normar y ejecutar las políticas del estado en materia de saneamiento, entre estas el tratamiento de aguas residuales para su reúso.

Mediante el artículo 07 del D.L. N° 1280, se establece que la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS), en su condición de órgano regulador, ejerce funciones establecidas en la Ley N° 27332, Ley Marco de los Organismos Reguladores de la Inversión Privada en los Servicios Públicos. Según su función reguladora establecida en la mencionada ley, comprende la facultad de fijar las tarifas de los servicios de saneamiento en el ámbito nacional, así como sancionar y fiscalizar el cumplimiento de las mismas.

Por otro lado, en el Artículo N°26, se hace mención que son los prestadores de servicios de saneamiento quienes están facultados para brindar a terceros, la comercialización del agua residual tratada con fines de reúso. Así como de comercializar con el agua residual sin tratamiento para fines de reúso, a condición que los terceros realicen las inversiones y asuman los costos de operación y mantenimiento.

Cabe destacar adicionalmente, que según lo mencionado en el Artículo 76, los precios a cobrar por los servicios colaterales, donde estaría incluido la comercialización de las aguas residuales tratadas, se establecen mediante resolución de la Sunass y que los que no hayan sido establecidos por el regulador, pueden ser fijados libremente. Por lo tanto, según lo mencionado en el Estudio Tarifario 2015 - 2020 de SEDAPAL, no se encuentra estipulado dicha tarifa para reúso del agua residual.

7.1.2.2. La ley N° 29338 - Ley de recursos hídricos

La Ley N° 29338 - Ley de Recursos Hídricos, otorga funciones a la Autoridad Nacional del Agua mediante su Artículo N° 15, entre los cuales se menciona que, determina el valor de las retribuciones económicas por el vertimiento de aguas residuales en fuentes naturales de agua. El reúso del agua residual tratada, eliminaría este pago por vertimiento del efluente, beneficiando económicamente a SEDAPAL.

Cabe destacar que, mediante el Artículo 59.- Permiso de uso sobre aguas residuales, se establece que el permiso de uso sobre aguas residuales es otorgado por la ANA, es de

duración indeterminada y una determinada cantidad de agua. Cabe destacar que estas aguas residuales provienen de las filtraciones resultantes del uso de derecho de las licencias de uso de agua, y que sus titulares no son responsables de los perjuicios que se puedan generar por la variabilidad de la cantidad o calidad de agua.

Mediante Artículo 82.- Reutilización de agua residual, se establece que: *“La Autoridad Nacional, a través del Consejo de Cuenca, autoriza el reúso del agua residual tratada, según el fin para el que se destine la misma, en coordinación con la autoridad sectorial competente y, cuando corresponda, con la Autoridad Ambiental Nacional”*. Adicionalmente, en el mismo artículo, se menciona que el titular de la licencia de uso está facultado a para hacer reúso de las aguas residuales generadas, siempre que estos tengan el mismo fin para el cual fue otorgada, de no ser así se requiera la autorización (Congreso de la República, 2009).

7.1.2.3. Normativa para la operación y mantenimiento de la PTAR:

Para el funcionamiento de una planta de tratamiento de aguas residuales y el reúso de su efluente, se deben considerar las siguientes normativas, las cuales se encargan de:

- **Calidad del agua a ser tratada para reúso:** Los valores máximos admisibles (VMA) de las descargas de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario, aprobada mediante Decreto Supremo N° 021-2009-VIVIENDA. Esta normativa tiene como finalidad evitar el deterioro de la infraestructura sanitaria, sí como asegurar su adecuado funcionamiento, garantizando el tratamiento de sus aguas residuales.
- **Calidad del agua de reúso:** Los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) de Agua, aprobados mediante Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM: Mediante el cual se establecen los valores máximos de los parámetros de calidad de agua para el riego de vegetales, en su Categoría 3 y subcategoría D1. El riego de los parques públicos se considera como Agua para riego no restringido, el cual se encuentra incluido en la mencionada subcategoría.
- **Bienestar humano y al ambiente:** Los Límites Máximos Permisibles (LMP) para efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales establecidos mediante Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM, establecen la concentración de elementos, sustancias, parámetros físicos, químicos o biológicos, que caracterizan

al efluente, y al ser excedida pueden causar daño a la salud o al ambiente. Su cumplimiento es exigible por el MINAM.

- **Monitoreo de los efluentes de la PTAR:** En el Artículo N° 4.- Programa de Monitoreo del Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM, se establece que los titulares de las PTAR están obligados a realizar el monitoreo de sus efluentes. El MVCS es responsable por la administración de los datos obtenidos del monitoreo reportado periódicamente. En el organigrama del MVCS, se puede reconocer a la Dirección General de Asuntos Ambientales, la responsable de realizar el mencionado monitoreo.

7.1.3. Normativas para el uso de aguas subterráneas para riego

Mediante Decreto Legislativo N° 1185, que regula el régimen especial de monitoreo y gestión de uso de aguas subterráneas a cargo de las entidades prestadoras de servicios de saneamiento, se le otorga a las Empresas Prestadoras del Servicio de Saneamiento, en este caso SEDAPAL, dentro de su ámbito de intervención, recaudar la retribución económica por el uso de aguas subterráneas. Esta retribución económica es transferida por la EPS a la Autoridad Nacional de Agua (ANA) (Congreso de la República, 2015).

La Ley N° 29338 - Ley de Recursos Hídricos, menciona en su artículo 91 que los usuarios que accedan a un permiso de uso de agua, independientemente del origen de la misma, deben realizar un pago de retribución por el uso de agua, el cual se fija en una tarifa por volumen de agua utilizada, la cual es establecida por la ANA (Congreso de la República, 2009).

Adicional a ello, mediante Decreto Supremo N° 024-2014-MINAGRI, se Aprueban valores de retribuciones económicas a pagar por uso de agua superficial y subterránea con fines agrarios y no agrarios a aplicarse en el año 2015, para nuestro estudio se tomará en cuenta estos valores para la estimación de costos de operación de los sistemas actuales de riego. En el caso de uso de agua superficial con fines no agrarios, categoría de uso como OTRO USO, en soles por metro cúbico serán diferenciados por la disponibilidad hídrica que esté presente, siendo para la cuenca Chillón – Rímac – Lurín categorizada como BAJA disponibilidad hídrica, por lo que genera una tarifa de 0.0900 S/m³. Igualmente, para el caso de uso de agua subterránea con fines no agrarios, categoría de uso como

OTRO USO, en soles por metro cúbico serán diferenciados por el estado del acuífero del cual se requiera abastecer, siendo para la cuenca Chillón – Rímac – Lurín categorizada como un acuífero EN EQUILIBRIO, por lo que genera una tarifa de 0.0600 S/m³ (MINAGRI, 2014).

7.2. IDENTIFICACIÓN

7.2.1. Diagnóstico de la situación actual

Para el proceso de recojo de información se consideró inicialmente la identificación de los principales actores en la gestión integrada de las aguas urbanas, los cuales intervienen en el consumo de agua potable, la generación de aguas residuales, la empresa prestadora encargada del servicio de saneamiento, las entidades a cargo del riego de las áreas verdes municipales y las instituciones que norman y regulan el reúso de las aguas residuales. Adicional a ello, se buscó información de experiencias en el reúso de las aguas residuales en Lima, a nivel Nacional y en otros países, así como las políticas públicas nacionales y de organismos internacionales respecto al reúso de las aguas residuales urbanas.

7.2.1.1. Diagnóstico del área de influencia:

Para determinar el área de influencia del proyecto, en primer lugar, se debe tener en cuenta la parte alta de la ciudad de Lima (≥ 500 msnm), la cual está conformada por las áreas de drenaje de los sub sistemas de la PTAR Carapongo, San Antonio de Carapongo y Santa Clara. Los cuales recolectan las aguas residuales de las zonas de Huachipa, Santa Eulalia, Chaclacayo, Chosica, la zona este de Ate Vitarte, así como los Asentamientos Humanos de Horacio Zevallos, Santa Clara y Barrio Rímac para su tratamiento y disposición final.

Como se muestra en la Figura 07 los distritos propuestos a hacer uso de las aguas residuales tratadas en el riego de sus áreas verdes municipales serán los que se encuentren en la parte baja de la ciudad de Lima (≤ 450 msnm), siendo estos los de: Villa El Salvador, San Juan De Miraflores, Chorrillos, Santiago de Surco, Miraflores, San Borja, San Isidro, Jesús María, El Agustino, La Victoria, La Molina, San Juan De Lurigancho, Cercado de Lima, Rímac, Lince, Pueblo Libre, Magdalena, San Martín De Porres, Los Olivos, Comas, Villa María Del Triunfo, San Miguel, Breña, Independencia, Barranco, Surquillo, San Luis y Santa Anita.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 07. Área de influencia de los 28 distritos a evaluar.

7.2.1.2. Diagnóstico de los servicios de tratamiento y riego de áreas verdes:

Con el objetivo de identificar la situación actual del riego de áreas verdes municipales, se ingresó cartas a los 28 municipios de los distritos ubicados dentro del ámbito de intervención. Y se les solicitó la siguiente información:

- Áreas verdes que se encuentran dentro de su jurisdicción, diferenciado por tipo de riego o recurso hídrico utilizado para su riego.

- Listado de infraestructura y proyectos de sistemas de riego tecnificado que se hayan ejecutado dentro de su jurisdicción.
- Listado de plantas de tratamiento de aguas residuales con fines de reúso que cuenta su municipio, con las características de las mismas.

A partir del ingreso de documentos, así como del trámite documentario y las respuestas obtenidas, se pudo reconocer la variedad en las capacidades institucionales y de gestión de cada una de las municipalidades. Se solicitó entregar la información vía mail, entrevista personal y/o carta oficial. En los documentos adjuntos se presentan las fichas resumen de la información obtenida.

En el “*Estudio de opciones de tratamiento y reúso de aguas residuales en Lima Metropolitana*”, elaborado por el Ingeniero Moscoso, se presentó la información mostrada en la Tabla 04, sobre las plantas de tratamiento de aguas residuales de las municipalidades de Lima que hacían reúso (Moscoso Cavallini, 2011):

Tabla 04. *PTAR con fines de reúso de las Municipalidades de Lima.*

Nombre	Operador	Caudal (l/s)
El Mirador	Municipalidad Distrital de Ventanilla	3.5
Avenida Universitaria	Municipalidad de Lima Metropolitana	3
Callao	Municipalidad Provincial del Callao	13.9
Manco Capac	Municipalidad de Lima Metropolitana	3
Sinchi Roca	Municipalidad de Lima Metropolitana	25
Yoque Yupanqui	Municipalidad de Lima Metropolitana	4
Miraflores	Municipalidad Distrital de Miraflores	0.9
Paseo del Bosque	Municipalidad Distrital de San Borja	2
Surco	Municipalidad Distrital de Surco	17.5
Alameda Solidaridad	Municipalidad Distrital de Villa el Salvador	6
Alameda de la Juventud	Municipalidad Distrital de Villa el Salvador	5
Oasis de Villa	Municipalidad Distrital de Villa el Salvador	0.2
Huerto Comunal	Municipalidad Distrital de Villa María del Triunfo	2
Punta Hermosa	Municipalidad Distrital de Punta Hermosa	3

Fuente: SEDAPAL 2009, IPES 2008, Proinversión 2011 y Lima Water 2011.

Por otro lado, en el mencionado estudio también se realizó el análisis de la calidad de agua del efluente de 18 de las PTAR mencionadas en la Tabla 04, cuyos resultados se muestran en la Tabla 05:

Tabla 05. *Calidad de los efluentes de agua de 18 de las PTAR de Lima.*

Planta	Sólidos suspendidos (mg/l)		DBO5 (mg/l)		Coliformes Termotolerantes (NMP/100 ml)		Helmintos (huevos/l)	
	Crudo	Tratado	Crudo	Tratado	Crudo	Tratado	Crudo	Tratado
Club La Unión	250	11	74	16	3.00E+07	8.00E+05	17	2
Ventanilla	852	28	402	76	3.00E+08	1.00E+06	14	2
Puente Piedra	358	11	535	19	3.90E+08	5.10E+04	10	2
Av. Universitaria			280	2	3.30E+07	1.80E+01	21	0
Nueva sede-Atarjea	250	51	300	30	4.60E+07	8.00E+05	10	0
San Antonio Carapongo	334	43	391	29	1.30E+09	1.60E+06	14	1
Carapongo	302	24	275	24	3.00E+09	4.00E+05	15	0
Miraflores			134	73	3.30E+08	3.50E+06	23	0
Inmaculada			190	85	4.60E+07	1.70E+03	10	0
San Juan	731	29	556	28	5.40E+08	4.90E+03	6	0
Huáscar/Parque 26	641	63	559	134	2.90E+08	2.30E+03	6	0
Oasis de Villa			82	73	1.70E+07	1.30E+05	8	0
José Gálvez	439	137	460	44	1.60E+09	1.00E+06	11	0
Nuevo Lurín	476	103	612	103	7.00E+07	2.20E+06	15	1
San Pedro de Lurín	382	348	40	190	5.00E+07	1.30E+07	15	2
San Bartolo	782	32	515	39	6.30E+08	8.00E+02	60	0
Julio C. Tello	924	165	805	84	3.60E+08	3.00E+05	15	0
Pucusana	525	252	348	65	7.00E+07	7.00E+04	7	0

Fuente: IPES 2008, SEDAPAL 2009 y Proinversión 2011.

Siendo que, los Estándares de Calidad Ambiental de Agua aprobados mediante Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, menciona en la Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales, en Agua para riego no restringido, donde se menciona que esta categoría corresponde al riego para parque públicos que; el valor máximo de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅) debe ser de 15 mg/l, el valor máximo del parámetro de

Coliforme Termotolerantes es de 1000 NMP/100 ml y que el valor máximo para Huevos de Helmintos es de 1 Huevo/l. Por lo tanto, sólo la PTAR de la Av. Universitaria se encuentra funcionando adecuadamente, produciendo un efluente con las características que las normas vigentes exigen para el riego de las áreas verdes municipales.

Por otro lado, según lo mencionado en el estudio de “*Diagnóstico de las plantas de tratamiento de aguas residuales en el ámbito de operación de las entidades prestadoras de servicios de saneamiento*”, elaborado por la Sunass con apoyo de la Cooperación Alemana el año 2015. SEDAPAL cuenta con 26 PTAR y según el Estudio Tarifario de la EPS SEDAPAL para el quinquenio del 2015 – 2020, elaborado por la Sunass, se estima que para el año 2017 se contaría con una capacidad de tratamiento de 24.89 m³/s (Loose, 2015).

Para determinar el reúso de las aguas residuales en la ciudad de Lima, se solicitó a la Autoridad Administrativa del Agua (AAA) Cañete – Fortaleza, unidad descentralizada de la ANA y encargada de la emisión de las resoluciones de autorización de reúso de aguas residuales industriales, municipales y domésticas tratadas vigentes en la cuenca del río Rímac; se informe sobre las autorizaciones emitidas en la cuenca del Río Rímac, obteniendo como respuesta la información mostrada en la Tabla 06:

Tabla 06. *Resoluciones de autorización de reúso de agua residual tratada en la cuenca del río Rímac.*

N°	Empresa	Unidad	Reúso	Resolución De Autorización De Reúso De Agua Residual Tratada
1	Lima Golf Club	Planta De Tratamiento Lima Golf Club	Agua Residual Municipal Tratada	<u>1155-2017-ANA-AAA-CAÑETE-FORTALEZA</u>
2	Aguas Del Callao	Planta De Tratamiento De Aguas Residuales PTAR	Agua Residual Domestica Tratada	<u>3022-2017-ANA-AAA-CAÑETE-FORTALEZA</u>
3	Aguas Del Callao	Planta De Tratamiento De Aguas Residuales PTAR Oquendo	Agua Residual Domestica Tratada	<u>1823-2017-ANA-AAA-CAÑETE-FORTALEZA</u>

N°	Empresa	Unidad	Reúso	Resolución De Autorización De Reúso De Agua Residual Tratada
4	Nicoll Perú S.A.	Planta Industrial Plásticos De Lurín	Agua Residual Doméstica Tratada	<u>1234-2018-ANA-AAA-CAÑETE-FORTALEZA</u>
5	Metalúrgica Peruana S.A.	Planta De Tratamientos De Aguas Residuales Domesticas	Agua Residual Domestico Tratada	<u>2249-2016-ANA-AAA-CAÑETE-FORTALEZA</u>
6	Comisión De Regantes Sub Sector De Riego Ate	PTAR Santa Clara	Agua Residual Doméstica Tratada	<u>0032-2013-ANA-DGCRH</u>
7	Emape Lima S.A.	PTAR San Bartolo	Agua Residual Doméstica Tratada	<u>059-2013-ANA-AAA-CAÑETE-FORTALEZA</u>
8	Volvo Perú S.A	Planta Volvo	Agua Residual Doméstica Tratada	<u>2742-2017-2014-ANA.CAÑETE FORTALEZA</u>
9	Termochilca S.A.C.	PTAR -Central Térmica Santo Domingo De Los Olleros	Agua Residual Doméstica Tratada	<u>2517-2017-ANA-AAA-CAÑETE-FORTALEZA0</u>
10	Cerámicas San Lorenzo S.A.C.	PTAR-San Lorenzo	Agua Residual Industrial Tratada	<u>2393-2017-ANA-AAA-CAÑETE-FORTALEZA</u>
11	Cerámicas San Lorenzo S.A.C.	PTAR--Planta N° 3 Lurín	Agua Residual Domestica Tratada	<u>2257-2015-ANA-AAA-CAÑETE-FORTALEZA/ MOD 2301-2017-ANA-AAA-CAÑETE-FORTALEZA</u>
12	Lago Masías Málaga	PTAR -San Bartolo SEDAPAL	Agua Residual Doméstica Municipal Tratada	<u>0473-2018-ANA-AAA-CAÑETE-FORTALEZA</u>
13	Asociación De Propietarios De La Lotización Cajamarquilla	PTAR-Refinería De Zinc-Votorantin Metais	Agua Residual Industrial Tratada	<u>019-2018-ANA-AAA-CAÑETE-FORTALEZA</u>
14	Serpar Lima	PTAR - Cahuide	Aguas Residuales Domesticas Y Municipalidades Tratadas	<u>273-2016-ANA-AAA-CAÑETE-FORTALEZA</u>
15	Aguas De San Miguel S.A.C.	PTAR San Miguel li - Punto De Captación En Av. José De La Riva Agüero	Agua Residual Domestica	<u>3015-2017-ANA-AAA-CAÑETE-FORTALEZA</u>

N°	Empresa	Unidad	Reúso	Resolución De Autorización De Reúso De Agua Residual Tratada
16	Aguas De San Miguel S.A.C.	PTAR San Miguel I - Punto De Captación Elmer Faucett Con Av. Los Precursores	Agua Residual Domestica	<u>3016-2017-ANA-AAA-CAÑETE-FORTALEZA</u>
17	Empresa Peruplast S.A	2PTAR -Biolep + Disal - Planta Lurín	Agua Residual Domestica	<u>2489-2016-ANA-AAA-CAÑETE-FORTALEZA</u>
18	Empresa Peruplast S.A	Planta De Galvano/ Área Galvano Y Purga De Planta De Osmosis	Agua Residual Industrial	<u>070-2018-ANA-AAA-CAÑETE-FORTALEZA</u>
19	Municipalidad Distrital De San Juan De Miraflores	PTAR San Juan De SEDAPAL	Agua Residual Municipal Tratada	<u>1853-2017-ANA-AAA-CAÑETE-FORTALEZA</u>
20	Lelis Evangelina Bendesu Chalco	PTAR San Pedro De Frigorífico Camal San Pedro S.A.C.	Agua Residual Industrial Tratada	<u>1854-2017-ANA-AAA-CAÑETE-FORTALEZA</u>
21	Negociaciones Jesús Rodríguez SRL	PTAR Camal Casa Blanca	Agua Residual Industrial Tratada	<u>2786-2017-ANA-AAA-CAÑETE-FORTALEZA</u>
22	Industrias Del Papel	Planta Maltería Backus	Agua Residual Industrial Tratada	<u>R.D. N°-0487-2018-ANA-AAA.CAÑETE-FORTALEZA</u>
23	Municipalidad De Ate	Planta Maltería Backus	Agua Residual Industrial Y Doméstica Tratada	<u>R.D. N°-1235-2018-ANA-AAA.CAÑETE-FORTALEZA</u>
24	Los Portales S.A.	PTAR Alto Bujama	Agua Residual Domestica Tratada	<u>R.D. N°-0605-2018-ANA-AAA.CAÑETE-FORTALEZA</u>
25	Compañía De Minas Buenaventura S.A.A	Unidad Uchuchacua - Estacion Eu-20	Agua Residual Industrial Y Doméstica Tratada	<u>R.D. N°-1007-2014-ANA-AAA.CAÑETE-FORTALEZA</u>
26	Comisión De Regantes De Ingenio	PTAR Domestico De La Empresa Embotelladora San Miguel Del Sur SAC	Agua Residual Industrial Y Domestica Tratada	<u>R.D. N°-90-2018-ANA-AAA.CAÑETE-FORTALEZA, MOD R.D. N°-230-2018-ANA-AAA.CAÑETE-FORTALEZA</u>

N°	Empresa	Unidad	Reúso	Resolución De Autorización De Reúso De Agua Residual Tratada
27	Comisión De Regantes Chancay Bajo- Comisión De Regantes Jesús Del Valle Esquivel	Proyecto Mejoramiento Del Sistema De Agua, Inst. Sist. Alcantarillado Del C.P. Nueva Estrella	Agua Residual Doméstica Tratada	<u>2992-2017-ANA-AAA-CAÑETE-FORTALEZA</u>
28	Comisión De Regantes Retes Naturales - Agropecuaria La Providencia S.A.C	EDAR (PTAR) - La Providencia	Agua Residual Doméstica Tratada	<u>R.D. N° 2466-2016-ANA-AAA.CAÑETE-FORTALEZA</u>

Fuente: Autoridad Administrativa del Agua Cañete – Fortaleza (2018).

Del cuadro anterior, se puede concluir que actualmente existen 28 PTAR en la cuenca del río Rímac que cuentan con autorización para el reúso de aguas residuales, de las cuales 19 PTAR tratan agua residual municipal y/o doméstica.

Dentro del ámbito de intervención identificado, se pudo observar que mediante Resolución Directoral N° 32-2013-ANA-DGCRH, se otorga a SEDAPAL el reúso de las aguas residuales tratadas efluentes de la PTAR SANTA CLARA. Cuyo uso efectivo lo realizará la Comisión de Regantes del Sub Sector de Riego de ATE, por un volumen anual de hasta 13'629,772.80 m³, para fines de riego de cultivos de tallo corto y alto. Esta autorización se da mediante Convenio firmado entre las partes, mediante el cual se acuerda consentimiento de la Comisión de Regantes para permitir la descarga del efluente de la PTAR al canal de riego de ATE y para el reúso del mismo por un plazo de 06 años, a partir del 10.12.2012. La AAA no informó sobre la ampliación del plazo del mencionado convenio, pero a la fecha continúa a cargo de la operación y el mantenimiento de la PTAR SANTA CLARA, así como del vertimiento de su efluente en el canal de riego de ATE.

Respecto a las Municipalidades Distritales, se puede observar que la Municipalidad Provincial del Callao cuenta con 02 PTAR que producen 1'131,500 m³/año en total; la Municipalidad Distrital de San Miguel cuenta con 02 PTAR que produce 383,250 m³/año en total y la Municipalidad Distrital de San Juan de Miraflores cuenta con 01 PTAR que

produce 631,100 m³/año. Todas estas PTAR cuentan con autorizaciones de reúso de agua residual, siendo que las Municipalidades mantienen convenio interinstitucional con SEDAPAL para el acceso a las aguas residuales, comprometiéndose a cumplir con la adecuada operación de las PTAR y de los ECA.

Para cumplir con este objetivo, la Municipalidad Distrital de San Miguel y la Provincial del Callao, celebraron contrato de Asociación Público Privada (APP) con las empresas AGUAS DE SAN MIGUEL S.A.C y AGUAS DEL CALLAO S.A.C. en las cuales las inversiones iniciales de diseño, instalación, ejecución, operación y mantenimiento las realiza el sector privado. Estas empresas aseguran que su efluente cumpla con los ECA AGUA, renovando la autorización de reúso del agua residual con la AAA CAÑETE-FORTALEZA, realizando los análisis de agua con laboratorios certificados por INACAL, haciendo envío de forma semestral del monitoreo de la calidad de los efluentes de agua a la Dirección General de Asuntos Ambientales (DGAA) del MVCS y de forma trimestral a las Municipalidades del Callao y San Miguel.

A cambio de este servicio de tratamiento de aguas residuales con fines de reúso, las Municipalidades se comprometen a comprar el volumen total del efluente de las PTAR, mediante el pago de una tarifa por m³ de agua. Sin embargo, para determinar el real costo operativo generado por el uso de las aguas residuales tratadas, a esta tarifa se le debe adicionar el costo de la distribución ejercido por las cisternas de agua para riego, de los operadores, el combustible, la cochera, mantenimiento, etc. Por lo tanto, se podría decir que el costo para realizar el riego de las áreas verdes municipales con aguas residuales tratadas es mayor que el pago de la tarifa por las partes para el tratamiento del agua residual.

Según entrevista realizada a representante de la Subgerencia De Áreas Públicas Y Áreas Verdes de la Municipalidad Distrital de Miraflores, desde marzo del 2017 entró en funcionamiento la PTAR del Parque María Reiche (ver Figura 08), la cual al igual que en el Callao y San Miguel, se ejecutó mediante APP. Según lo mencionado por el entrevistado, el contrato de concesión tiene un período de vigencia de 25 años, en el cual la empresa concesionaria CAPITAL WATER, se debe encargar de la operación y mantenimiento de la PTAR, así como de todos los trámites administrativos y permisos correspondientes para su funcionamiento. Sin embargo, al consultar con la AAA Cañete-

Fortaleza, a la fecha 05 de octubre del 2018, no se contaba con la Autorización de reúso del agua residual, siendo responsabilidad del concesionario la obtención y renovación del mismo. Por otro lado, se informó que la tarifa actual es de S/. 2.80 por m³ y que actualmente se está produciendo un caudal de 750 m³/d. Para el caso de Miraflores, como costo operativo adicional a esta tarifa se le debe considerar el costo de las los rebombes desde las cisternas instaladas en los 15 parques a los cuales hace el riego. Se debe tener en cuenta que un sistema presurizado mediante electrobombas, funciona de forma intermitente, es decir que el primer bombeo impulsa el efluente de agua desde la PTAR hacia los 15 parques y posterior a ello, se realiza un rebombeo para realizar el riego de las áreas verdes. Este tipo de sistemas incrementan significativamente los costos de operación de los sistemas de riego tecnificado.



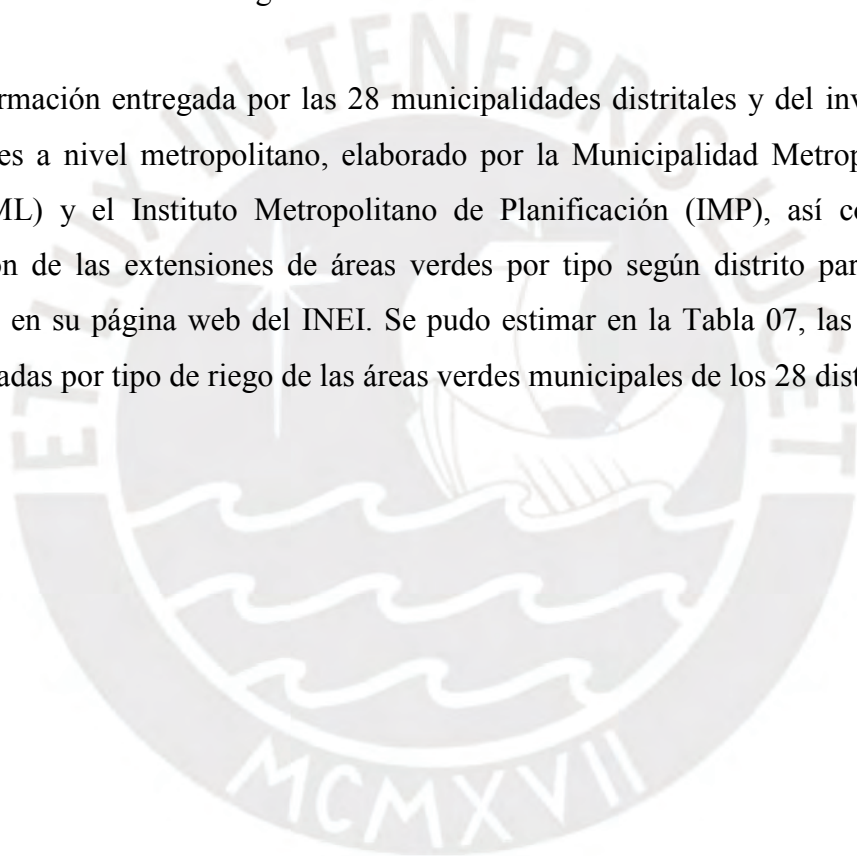
Fuente: Joseph Bieberach - 2019

Figura 08. Planta de Tratamiento de aguas residuales Maria Reiche en el distrito de Miraflores.

En el caso de la Municipalidad Distrital de La Molina, ésta informó mediante Carta N° 79-2019-MDLM-SG e Informe N° 134-2018-MDLM-GGAOP/SGEP, que actualmente viene realizando el riego de 37,328 m² de áreas verdes mediante agua tratada. De la misma

manera, la Municipalidad Distrital de Comas dio respuesta a la solicitud de información ingresada en su Municipio, mediante entrevista telefónica con representante de la Municipalidad, quien informó que cuentan con una PTAR ubicada entre la 4ta y 5ta zona de Collique, la cual se encarga del riego de los parques desde la 6ta zona hasta la 1era zona, toda la av. Revolución, parque Palmeras, parque Plaza Cívica, Collique 3era zona, Parque Julio C. Tello en la 1era zona de Collique y la Alameda Micael Bastidas en la entrada a Collique. A pesar que ambas municipalidades cuentan con PTAR, de la información solicitada a la AAA CAÑETE – FORTALEZA, no se evidenció que estas cuenten con la autorización para el reúso de las aguas residuales, siendo la supervisión de la ANA quien verifica el encargado de fiscalizar.

De la información entregada por las 28 municipalidades distritales y del inventario de áreas verdes a nivel metropolitano, elaborado por la Municipalidad Metropolitana de Lima (MML) y el Instituto Metropolitano de Planificación (IMP), así como de la información de las extensiones de áreas verdes por tipo según distrito para el 2012, presentado en su página web del INEI. Se pudo estimar en la Tabla 07, las fuentes de agua utilizadas por tipo de riego de las áreas verdes municipales de los 28 distritos.



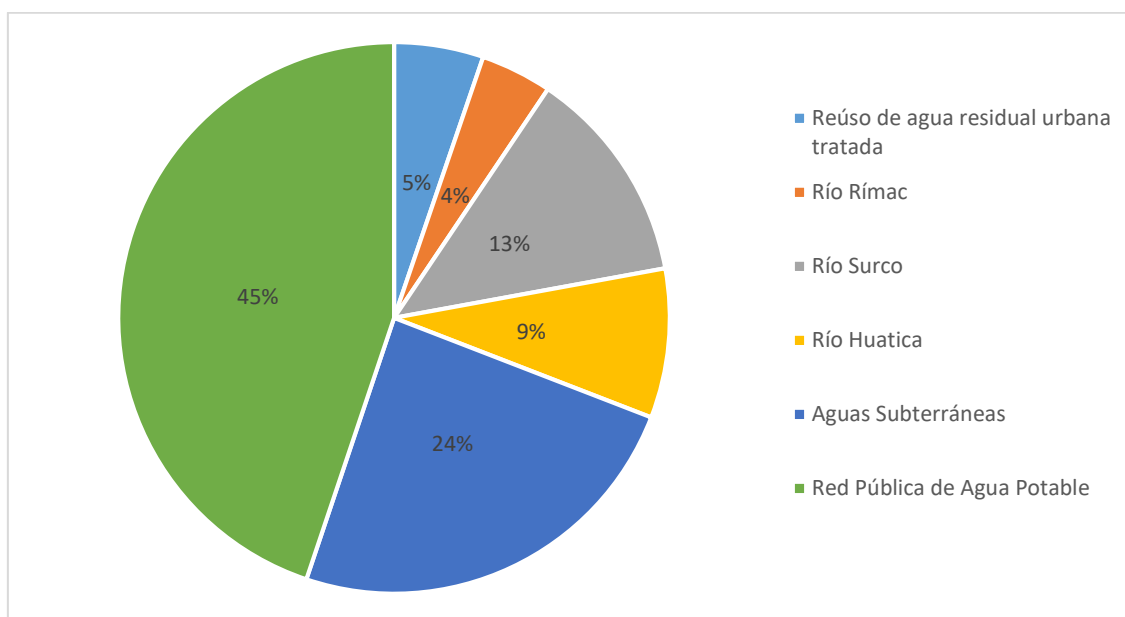
Distrito	ÁREA VERDE POR TIPO DE RECURSO HÍDRICO (m ²)												
	Reúso de agua residual urbana tratada		Río Rímac	Río Surco			Río Huatica			Aguas Subterráneas		Red Pública de Agua Potable	
	Cisterna	Rebombeo	Cisterna	Cisterna	Directo	Rebombeo	Cisterna	Directo	Rebombeo	Rebombeo	Cisterna	Directo	Cisterna
Villa El Salvador	319,366												490,175
San Juan De Miraflores	12,997												683,043
Chorrillos										897,612			99,735
Surco				168,782	337,564	56,261					56,261		1,725,327.3
Miraflores		150,000			240,000	120,000					120,000		570,000
San Borja							624,445	392,553			193,154		142,548
San Isidro				326,938	350,291	420,349							70,058
Jesús María							291,729	181,931	13,936				177,331
El Agustino							264,608	33,601					121,804
La Victoria								117,420			368,271		90,733
La Molina	37,328				669,981								828,704
San Juan De Lurigancho			540,000								453,420		806,580
Cercado De Lima			507,174										338,116
Rímac													147,899
Lince				55,054	23,673	106,295							22,198
Pueblo Libre							85,368	103,770					119,281

Distrito	ÁREA VERDE POR TIPO DE RECURSO HÍDRICO (m ²)												
	Reúso de agua residual urbana tratada		Río Rímac	Río Surco			Río Huatica			Aguas Subterráneas		Red Pública de Agua Potable	
	Cisterna	Rebombero	Cisterna	Cisterna	Directo	Rebombero	Cisterna	Directo	Rebombero	Rebombero	Cisterna	Directo	Cisterna
Magdalena					217,000						113,000	70,000	
San Martín De Porres										603,228	402,152	1,005,381	
Los Olivos										1,539,890	192,486	192,486	
Comas		422,786								211,393	211,393	1,268,358	
Villa María Del Triunfo										127,700		183,764	
San Miguel	240,333										52,397	580,548	
Breña												93,301	23,325
Independencia	80,000	48,000									96,000	96,000	
San Luis					27,935							903,216	
Barranco												109,304	27,326
Santa Anita					55,248						435,080	200,275	
Surquillo							12,745	68,703				83,325	

Tabla 07. Área verde municipal por tipo de recurso hídrico con el cual se riega.

Fuente: INEI (2015), IMP y MML (2010) y Elaboración Propia (2019).

De los datos obtenidos y como se muestra en la Figura 09, se puede concluir que el consumo de agua potable para el riego de las áreas verdes municipales, de los 28 distritos seleccionados en el ámbito de intervención pertenecientes a la ciudad de Lima, representa el 45% del total de la demanda de agua para riego, mientras que el reúso de las aguas residuales tan solo el 5% del total de las áreas.



Fuente: INEI (2015), IMP y MML (2010) y Elaboración Propia (2019).

Figura 09. Porcentaje de área verde municipal por recurso hídrico para su riego.

Por otro lado, en la Tabla 08, se muestra la lista de clubes y parques cuya administración se encuentra a cargo del organismo público descentralizado de la Municipalidad Distrital de Lima, Servicios de Parques de Lima (SERPAR), con una parte importante de áreas verdes de la ciudad de Lima. Adicional a ello, Serpar ha ejecutado diversas plantas de tratamiento de aguas residuales para el riego de las áreas verdes de los parques metropolitanos y clubes zonales:

Tabla 08. Clubes zonales y parques metropolitanos administrados por Serpar.

DESCRIPCIÓN	DISTRITO	AREA (m ²)
Club Zonal Huáscar	Villa El Salvador	666,970
Club Zonal Cápac Yupanqui	Rímac	31,749
Club Zonal Sinchi Roca	Comas	543,758

DESCRIPCIÓN	DISTRITO	AREA (m ²)
Club Zonal Huiracocha	San Juan De Lurigancho	234,764
Club Zonal Flor De Amancaes	Villa María Del Triunfo	83,000
Club Zonal Manco Cápac	Carabayllo	60,000
Club Zonal Huayna Cápac	San Juan De Miraflores	168,190
Club Zonal Santa Rosa	Santa Rosa	122,000
Club Zonal Cahuide	Ate Vitarte	170,800
Club Zonal Lloque Yupanqui	Los Olivos	91,100
Parque De La Muralla	Cercado De Lima	25,000
Parque De La Exposición	Cercado De Lima	112,804
Parque De Los Anillos	Ate Vitarte	33,000
Parque Coronel Miguel Baquero	Cercado De Lima	2,500
Parque Universitario	Cercado De Lima	2,800
Parque Los Soldados Del Perú	Cercado De Lima	2,000
Parque Alameda Las Malvinas	Cercado De Lima	32,715
Parque Alameda Salvador Allende	Villa María Del Triunfo	90,000
Parque Del Migrante “José María Arguedas”	La Victoria	3,000

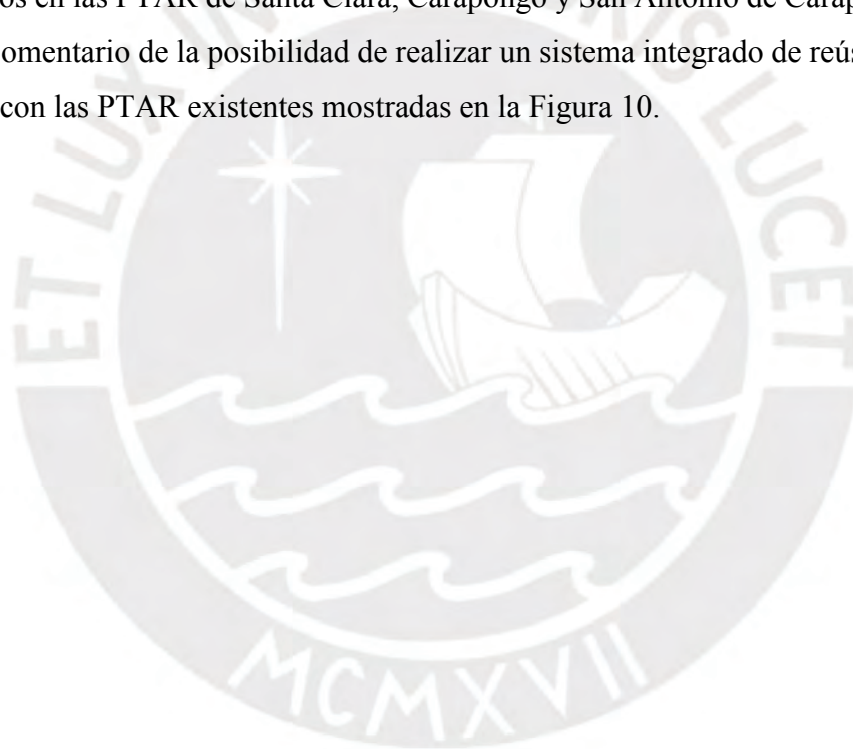
Fuente: SERPAR.

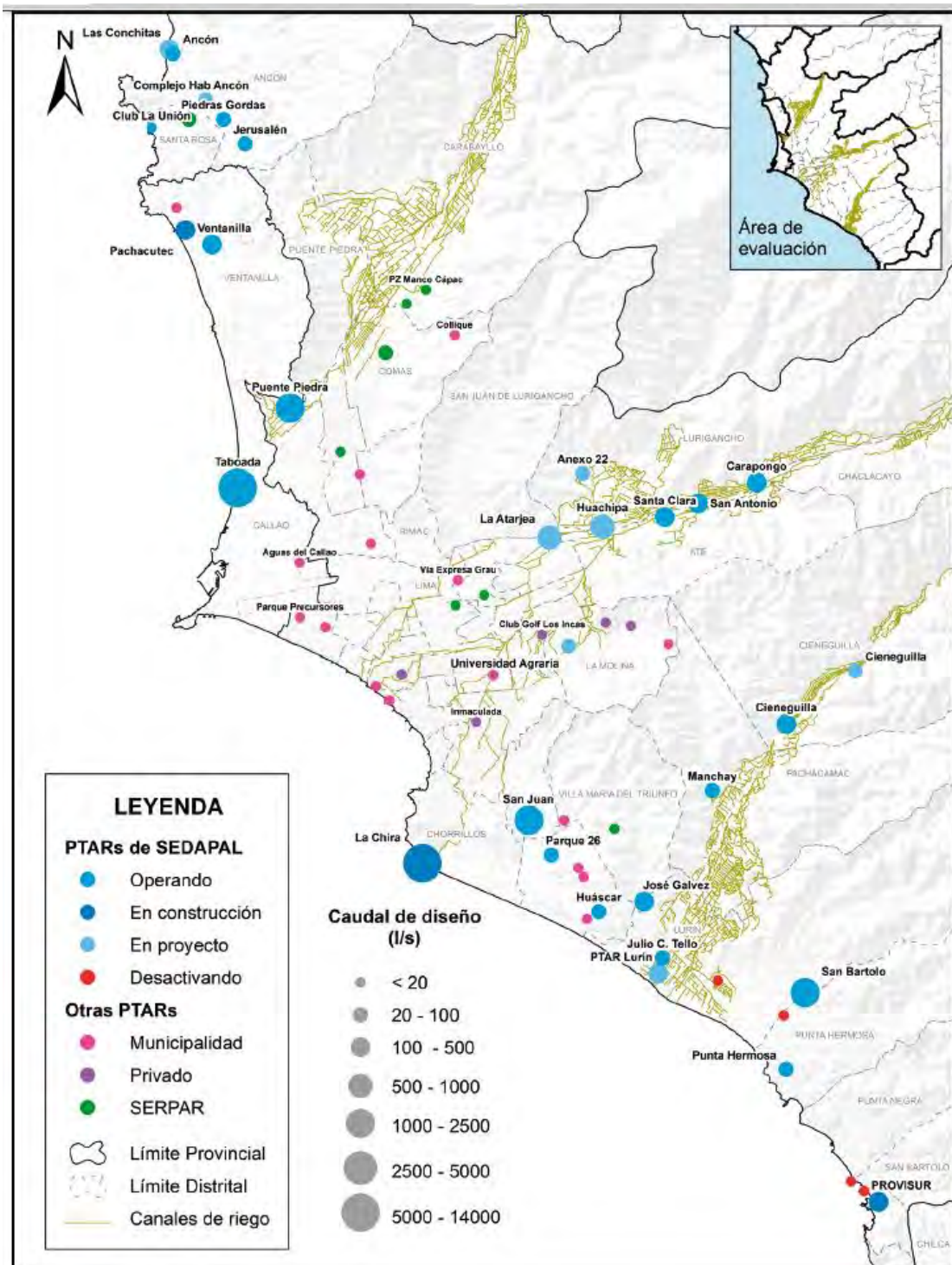
Por lo descrito, se solicitó a Serpar mediante Carta N° 003-2018/PUCP/MGRH/HJBM, ingresada el 12 de julio del 2018, otorgue la siguiente información:

- Información de las plantas de tratamiento de aguas residuales con fines de reúso en regadío de áreas verdes. Listado de PTARs, ubicación, tipo de tratamiento, caudal de diseño, resolución de aprobación de reúso de agua emitido por la ANA, costos de la instalación, costo de la operación y mantenimiento (incluyendo de los lodos generados), quien es el encargado de realizar la operación y el mantenimiento de estas PTAR y registro de los monitoreos del efluente de agua.
- Información de infraestructura de riego (tuberías, aspersores, etc.) de áreas verdes como parques zonales, parques metropolitanos, parques, plazas, bermas, jardines, óvalos y alamedas; que no cuenten con suministro de agua para su funcionamiento.
- Datos de las superficies de áreas verdes de Lima Metropolitana en metros cuadrados (m²) a su cargo.

- Información de las formas de riego de áreas verdes de Lima Metropolitana, ya sea haciendo uso de agua potable, agua cruda superficial, agua tratada superficial, agua subterránea, agua de reúso de agua residual y/o otras alternativas.
- Información de los costos de operación y mantenimiento de las cisternas destinadas al riego de las áreas verdes de la ciudad de Lima.

Cabe resaltar que, a pesar del seguimiento realizado, no se pudo obtener respuesta alguna de Serpar, por lo que no se cuenta con información diagnóstico del funcionamiento de las PTAR instaladas en los parques zonales a su cargo. Sin embargo, del estudio realizado por el Observatorio del Agua se pudo extraer un esquema de la ubicación de las PTAR existente en el ámbito de intervención de SEDAPAL. Para nuestro estudio nos enfocaremos en las PTAR de Santa Clara, Carapongo y San Antonio de Carapongo, pero que da el comentario de la posibilidad de realizar un sistema integrado de reúso de aguas residuales con las PTAR existentes mostradas en la Figura 10.





Fuente: (Observatorio del Agua: Chillón - Rímac - Lurín, 2018)

Figura 10. Plantas de tratamiento de agua residual en Lima Metropolitana.

7.2.1.3. Diagnóstico de los involucrados en el proyecto

a. Indicadores de gestión de la EPS SEDAPAL:

Respecto al servicio de saneamiento y al tratamiento de las aguas residuales con fines de reúso, la responsabilidad recae en la EPS SEDAPAL. Según los resultados de los

indicadores de la gestión y prestación de los servicios de saneamiento de las empresas prestadoras (IGPSS) presentados por la SUNASS, mediante el Benchmarking Regulatorio de las Empresas Prestadores 2018 como se muestra en la Tabla 09. Se menciona que el acceso a los servicios de saneamiento del ámbito de la EPS SEDAPAL, se encuentran al 2017 con 95.82% de cobertura del servicio de agua potable, 91.91% de cobertura del servicio de alcantarillado y 92.39% de tratamiento preliminar de sus aguas residuales (SUNASS, 2018).

Tabla 09. *Benchmarking Regulatorio de las Empresas Prestadores 2018 - SEDAPAL.*

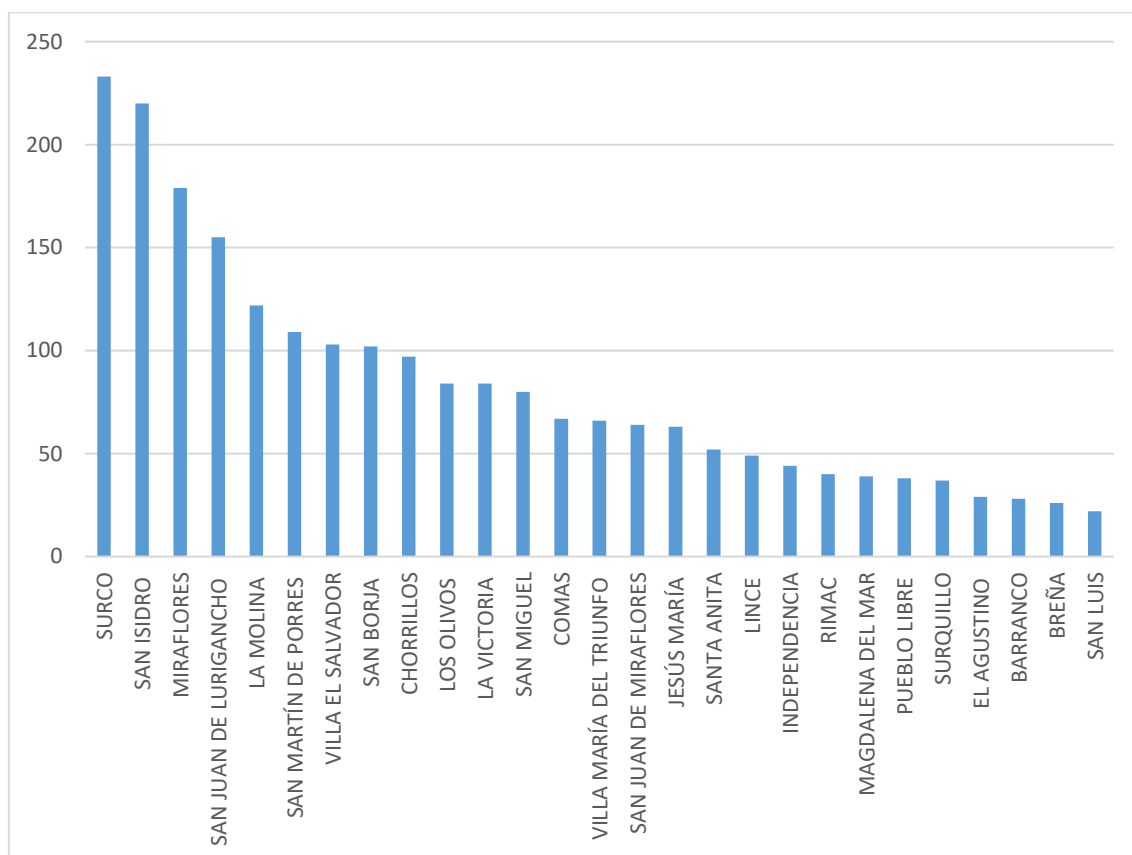
TIPO DE INDICADOR	AREA	INDICADOR	UNIDAD	VALOR 2017
ACCESO	AGUA POTABLE	Cobertura de agua potable	%	95.62
	ALCANTARILLADO	Cobertura de alcantarillado	%	91.91
CALIDAD	AGUA POTABLE	Continuidad	h/d	21.39
		Presión	mca	23.87
		Densidad de Reclamos	N° Rcl/1000 conex	99
		Densidad de Roturas	roturas/km	0.19
	ALCANTARILLADO	Densidad de atoros	atoros/km	2.56
SOSTENIBILIDAD	FINANCIERA	Relación de trabajo	%	71.57
	PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN	Gestión del Riesgo de desastres (GRD)	%	100
	AMBIENTAL	Usuarios No Domésticos en la aplicación de los Valores Máximos Admisibles (VMA)	%	100
		Tratamiento de aguas residuales	%	92.39
		Conexiones activas con micromedición	%	90.67
		Micromedición	%	87.16
		Agua No Facturada (ANF)	%	25.62

Fuente: (SUNASS, 2018)

b. Ingreso promedio anual por municipalidad distrital:

Con respecto a los Municipios, se hizo la CONSULTA AMIGABLE DE INGRESOS en el Portal de Transparencia Económica del Ministerio de Economía y Finanzas (MEF), del

cual se obtuvo los ingresos de los años 2013 al 2018 de los 28 distritos. Para realizar el comparativo de los Ingresos anuales de los demás 27 municipios, se elaboró los promedios de los ingresos anuales de los últimos 05 años, el cual se ha representado en la Figura 11 (MEF, 2019).



Fuente: (MEF, 2019)

Figura 11. Ingreso promedio anual por municipio distrital en millones de soles.

Si bien podría ser que las municipalidades se encuentren comprometidas con gastos corrientes, el nivel de ingreso nos puede ayudar a aproximar su capacidad para realizar inversiones, por lo que la Figura 11 nos puede dar una idea de cuáles son los municipios con mayor capacidad de inversión. Siendo los distritos de Surco, San Isidro, Miraflores los de mayor ingreso promedio anual, con montos promedio de los últimos 05 años de S/. 233'320,359, S/. 220'302,280 y S/. 179'421,610, respectivamente. Así como los distritos de Barranco, Breña y San Luis los de menor ingreso promedio anual con S/. 28'857,674, S/. 26'055,842 y S/. 22'120,578. Por lo tanto, se puede vislumbrar una marcada diferencia presupuestal entre los municipios, lo cual se encuentra ligado con la capacidad de inversión de cada distrito para la instalación de PTAR para el reúso de agua residual, así como también para el mantenimiento de sus áreas verdes.

c. Problemas identificados para el riego de las áreas verdes

De las entrevistas realizadas, de la información recogida vía correo electrónico o de las respuestas mediante carta enviadas por la municipalidad. En la Tabla 10 se muestra lo que se pudo identificar como diferentes problemas en los actuales sistemas de riego, los cuales eran recurrentes por fuente hídrica en los diferentes distritos:

Tabla 10. *Problemas identificados con las fuentes actuales de riego.*

Recurso hídrico para el riego	Problemas identificados
Reúso de agua residual urbana tratada (Administración Directa)	Incumplimiento de autorizaciones de reúso de agua residual.
	Incumplimiento de los monitoreos semestrales de la calidad de agua del efluente.
	Debido a la falta de presión hidráulica, se requiere continuos bombeos que incrementan los costos operativos.
	Baja capacidad técnica operativa de las Municipalidades Distritales.
	Carencia de red de riego tecnificado.
	Incremento de costos operativos, por adquisición, pago de operador, combustible, mantenimiento de cisternas y motobombas.
Reúso de agua residual urbana tratada (Asociación Pública Privada)	Debido a la falta de presión hidráulica, se requiere continuos rebombeos que incrementan los costos operativos.
	Incremento de costos operativos, por adquisición, pago de operador, combustible y mantenimiento de cisternas
Río Surco	Baja calidad de agua, sólidos provenientes de los mercados.
	Temporadas de sequía por cierre del canal, se prioriza el ingreso a la Atarjea.
	Caudal intermitente y variable en el año.
	No todos los usuarios realizan el mantenimiento del canal.
	Riego por inundación, desperdicio del agua.

Recurso hídrico para el riego	Problemas identificados
	<p>Incremento de costos operativos, por adquisición, pago de operador, combustible, mantenimiento de cisternas y motobombas. Para el riego de las áreas verdes alejadas del canal.</p> <p>No existe control de repartición de caudales entre los usuarios.</p>
Río Huatica	<p>Baja calidad de agua. Principalmente por sólidos provenientes de mercados y carbón activado vertido por SEDAPAL.</p> <p>Temporadas de sequía, produce cierre del canal.</p> <p>Caudal intermitente y variable en el año.</p> <p>No todos los usuarios realizan el mantenimiento del canal.</p> <p>Riego por inundación, desperdicio del agua.</p> <p>Incremento de costos operativos, por adquisición, pago de operador, combustible, mantenimiento de cisternas y motobombas. Para el riego de las áreas verdes alejadas del canal.</p> <p>No existe control de repartición de caudales entre los usuarios.</p>
Aguas Subterráneas	<p>Incumplimiento de obtención de permiso de uso de agua subterránea.</p> <p>Altos costos de bombeo debido a disminución en el nivel freático.</p> <p>Altos costos de pago por el uso del agua a la ANA y por la Gestión del acuífero a SEDAPAL.</p> <p>Incremento de costos operativos, por adquisición, pago de operador, combustible, mantenimiento de cisternas y motobombas. Para el riego de las áreas verdes alejadas del canal.</p>
Red Pública de Agua Potable	<p>Altos costos establecidos por SEDAPAL, se considera tarifa comercial.</p>

Fuente: Elaboración propia

d. Incremento del costo de operación y mantenimiento por tipo de riego

Una vez identificados los problemas más comunes que presentan los diferentes distritos de Lima para el riego de sus áreas verdes, se buscará identificar el costo por m² de agua que se encuentran pagando actualmente, por tipo de fuente de agua. Se debe tener en cuenta que, para ingresar los costos generados por el riego de áreas verdes por m², en la Tabla 11 se muestra el análisis de costo unitario adicionado por el uso de los camiones cisterna para el riego:

Tabla 11. *Análisis de costo unitario para riego de agua con cisterna.*

Partida	01.01 Riego de áreas verdes municipales con camión cisterna					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 10,000	EQ. 10,000	Costo unitario directo por: m2		0.18
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
MO.01	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0001	27.54	0.00
MO.02	OPERARIO	hh	1.0000	0.0008	20.12	0.02
MO.03	PEON	hh	1.0000	0.0008	14.40	0.01
						0.03
Equipos						
EQ.01	Camión cisterna 4x2 (agua) 122 HP 1500 gal	hm	1.0000	0.0008	155.61	0.12
EQ.02	Motobomba 5 HP de 2" incluye manguera	hm	1.0000	0.0008	27.33	0.02
						0.15
Herramientas						
HE.01	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.17	0.01
						0.01

Fuente: Elaboración propia.

Del análisis de costo unitario anterior, se pudo obtener el costo estimado de S/. 0.18 por m² para el riego de las áreas verdes con camión cisterna, tomando en consideración una cisterna de 4000 galones, con una distancia promedio de recorrido de 10 km hasta el punto de riego, 02 viajes por día y un rendimiento de riego de 10 000 m² por viaje, rendimiento de combustible de 20 km de recorrido por gln de petróleo y una motobomba de 5 HP con un rendimiento de 1.4 litros por hora (l/h) de consumo del combustible.

Adicional a ello, se ha considerado a partir de las entrevistas realizadas al personal operativo de mantenimiento de los parques, rendimientos de consumo de agua para riego, diferenciados por estación, siendo que en verano la demanda de agua de riego es de 1.30 gln/m²/d en verano y 0.31 gln/m²/d en invierno, por lo tanto, para nuestra estimación se

hizo uso del rendimiento promedio entre las estaciones, se estima 0.80 gln/m²/d (aprox. 3.03 l/m²/d).

Por otro lado, se ha identificado que existen costos adicionales de riego por el uso de sistemas de bombeo, los cuales tienen como finalidad presurizar las tuberías que riegan las áreas verdes, cuyos aspersores normalmente requieren presiones superiores a 7.5 mca. Estos sistemas de bombeo se encuentran regularmente ubicadas en cisternas de agua, acondicionadas para almacenar agua captada a partir de diferentes fuentes de agua, como son: El río Surco, como es el caso de San Isidro; el canal Huatica, como es el caso de Jesús María; Aguas residuales tratadas, como es el caso de Miraflores; o aguas subterráneas, como es el caso de Los Olivos.

Por lo tanto, es adecuado estimar los costos que generan estos rebombes. Para ello se realizan los siguientes supuestos y consideraciones: Se estimó a partir del costo del consumo eléctrico que genera el funcionamiento de una electrobomba de 2 HP (1.4914 kw-h), la cual tiene la capacidad de producir un caudal de 3.05 lps y una presión de agua de 35 mca, tomando en cuenta 2 horas de encendido diario y una tarifa con simple medición de energía para usuarios con consumos menores a 100 kw-h de 38.59 S/./kw-h. Estas estimaciones nos generan un costo de 5.284 S/m³ para el riego de áreas verdes con sistemas tecnificados. Cabe resaltar que no se ha considerado en el supuesto, los costos del mantenimiento de las electrobombas ni la reposición de los equipos luego de cumplido el período de vida útil de las electrobombas. En la Figura 12 se muestra el riego realizado mediante camiones cisterna en diferentes distritos de la ciudad de Lima.



(01) Fuente: Judith Jimenez – 2019



(02) Fuente: Humberto Bieberach - 2019



(03) Fuente: Aquafondo - 2019

(04) Fuente: Joseph Bieberach - 2019

Figura 12. Imágenes de riego por camiones cisterna. (01) Distrito de Miraflores /

(02) Distrito San Martín de Porres / (03) Distrito San Juan de Miraflores / (04)

Distrito San Isidro.

e. Costo de acceso al recurso hídrico del río Surco

Según lo mencionado por Girón (2017), la demanda de agua de riego de las áreas verdes de los 17 distritos por los que recorre el río Surco es de 47,123.29 m³/d; adicional a ello se presenta la Tabla 12 donde se presenta un costo estimado de acceso a diferentes fuentes de recursos hídricos (Girón, 2017). Esta demanda es superior a la estimada inicialmente por el INEI (2015). Esto se debe principalmente a los rendimientos diferenciados en un riego por inundación mediante canal (río surco) y un sistema de riego presurizado.

Tabla 12. *Demanda anual de agua de riego para los 17 distritos por donde discurre el río Surco.*

Tipo de agua	Costo de riego (S/m ³)	Volumen de agua (m ³ /año)	Costo de riego anual (S/año)
Agua potable	4.50	2'200,000	9'900,000
Agua del canal	0.10	13'300,000	1'330,000
Agua del pozo (Cisterna)	12.00	160,000	1'920,000
Agua residual tratada	3.50	100,000	350,000
TOTAL		15'760,000	13'500,000

Fuente: (Girón, 2017).

f. Costo de acceso al recurso hídrico del canal de riego de Huatica

Mediante Informe N° 076-2018-MPL-GDUA-SGGA, el Subgerente de Recursos Naturales de la Municipalidad Distrital de Pueblo Libre menciona que, el riego por

gravedad a canal, abastece 03 veces a la semana con agua proveniente del canal Huatica y se realiza de manera secuencial a lo largo de la red de canales con la que cuenta el distrito, cubriendo en gran parte la necesidad de riego de los parques más grandes del distrito (09 parques) con un total de 79,132.83 m² y las bermas centrales de las principales avenidas del distrito (07) con un total de 24,637.00 m². Por el acceso a este recurso hídrico se tiene que realizar un pago de 19,359.46 soles al año, tomando en consideración del rendimiento promedio anual de agua de riego de áreas verdes presentada anteriormente (0.80 gln/m²/d), se tendría un costo estimado de 0.17 S./m³.

g. Costo de uso del agua subterránea

Actualmente, según se menciona en la Ley N° 29338 - Ley de Recursos Hídricos, los usuarios que accedan a un permiso de uso de agua, deben realizar un pago de retribución por el uso de agua, el cual se fija en una tarifa por volumen de agua utilizada, la cual es establecida por la ANA. Mediante Decreto Supremo N° 024-2014-MINAGRI, para el caso de uso de agua subterránea con fines no agrarios, categoría de uso como OTRO USO, en soles por metro cúbico serán diferenciados por el estado del acuífero del cual se requiera abastecer, siendo para la cuenca Chillón – Rímac – Lurín categorizada como un acuífero EN EQUILIBRIO, por lo que genera una tarifa de 0.06 S/m³

Por otro lado, según lo mencionado en el Decreto Legislativo N° 1185, autoriza a la SUNASS a aprobar la metodología, los criterios técnico-económicos y el procedimiento aplicable para determinar la tarifa de monitoreo y gestión de uso de aguas subterráneas que cobrarán las EPS sujetas a dicha norma.

Este servicio brindado por SEDAPAL tiene el objetivo de cautelar el aprovechamiento eficiente y sostenible del recurso hídrico subterráneo, contribuyendo con asegurar la prestación de los servicios de saneamiento y preservar la disponibilidad futura de dicho recurso para los Usuarios de las aguas subterráneas y comprende 02 componentes:

- (i) Componente de Monitoreo de Aguas Subterráneas.
- (ii) Componente de Gestión de Aguas Subterráneas

En el Estudio Tarifario: Servicio de Monitoreo y Gestión de Uso de Aguas Subterráneas de SEDAPAL S.A., se establece una tarifa de 1.564 S/m³ para consumos mensuales menores a 100 m³ y una tarifa de 1.825 S/m³ para consumos mayores a 100 m³.

h. Costo de uso de agua potable para riego de áreas verdes

Para determinar el costo para realizar el riego de las áreas verdes mediante el agua potable obtenida directamente de la red pública de SEDAPAL, mediante una conexión domiciliaria que consta con un micromedidor, SUNASS establece en el Estudio Tarifario de SEDAPAL un sistema diferenciado por tipo de consumo, en el cual el riego de las áreas verdes corresponde al tipo de consumo comercial. Por lo tanto, para el riego de las áreas verdes municipales corresponde una tarifa de 4.858 S/m³ para consumos mensuales menores a 100 m³ y una tarifa de 5.212 S/m³ para consumos mayores a 100 m³.

i. Costo de acceso al recurso hídrico de las Municipalidades Distritales

De los puntos anteriormente analizados, se puede mostrar en la Tabla 13 un resumen de los costos que genera el acceso a las diferentes fuentes de agua, así como de la operación y mantenimiento de los diferentes sistemas de riego que se viene realizando en los 28 distritos

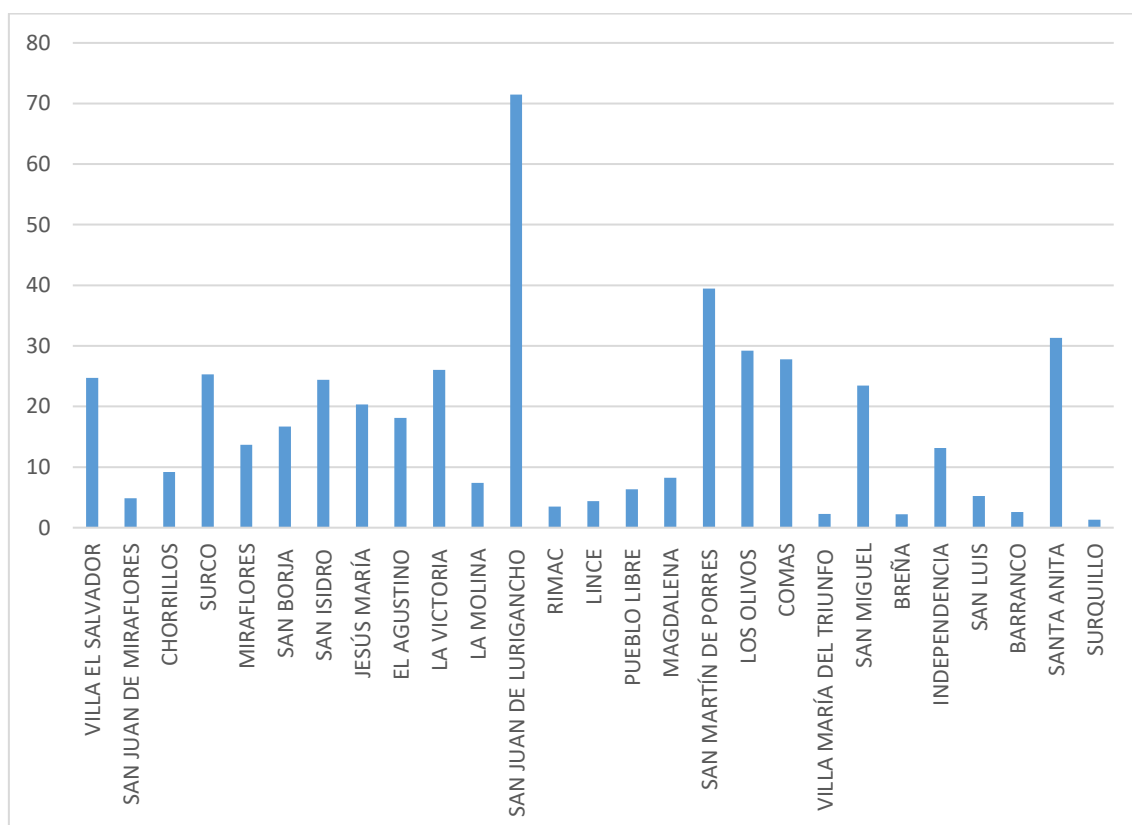
Tabla 13. *Costo para el riego de las áreas verdes.*

Recurso hídrico para riego	Tipo de Riego	Costo (S/m³)
Reúso de agua residual urbana tratada	Riego directo	2.800
	Riego tecnificado (*)	8.084
	Camión Cisterna	62.057
Río Surco	Riego por Inundación	0.100
	Riego tecnificado (*)	5.384
	Camión Cisterna	59.357
Agua Potable	Riego directo	5.212
	Camión Cisterna	64.469
Aguas Subterráneas	Riego directo	3.389
	Riego tecnificado (*)	8.673
	Camión Cisterna	62.646
Río Huatica	Riego por Inundación	0.170
	Riego tecnificado (*)	5.454
	Camión Cisterna	59.427

(*) Considerando rebombero.

Fuente: Elaboración propia.

Por lo tanto, de la multiplicación de las áreas obtenidas por tipo de recurso hídrico mostrada en la Tabla 07 y los costos por tipo de fuente mostrada en la Tabla 13, se pudo obtener la Figura 13 con el costo estimado anual total de riego de las áreas verdes por distrito.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 13. Costo Anual en Millones de Soles del riego de áreas verdes municipales, según funcionamiento actual del sistema.

Se debe considerar que estos costos son estimados del que generaría si el sistema de riego de cada distrito funcionara acorde a lo planteado. Es decir, que los camiones cisterna reciban el mantenimiento y combustible; que el efluente de PTAR cumpla con los LMP, que se realice el pago por el uso de las aguas subterráneas, así como por la gestión del acuífero, etc.

Como ejemplo, se puede mencionar que el costo de las cisternas es calculado por m² de riego, sin embargo, de las entrevistas realizadas se pudo obtener información que existen municipalidades que no realizan el riego de sus áreas verdes, justamente por no realizar el mantenimiento de sus camiones cisternas, debido a su antigüedad, por los altos costos

de combustible que generan, etc. Por lo que, en la Tabla 14 se presenta el porcentaje de lo representaría el costo del riego de las áreas verdes municipales, si el sistema de cada uno de los municipios funcionara eficientemente, respecto a los ingresos promedios anuales municipales, siendo que estos podrían representar hasta un total de 14% de sus ingresos anuales.

Tabla 14. *Comparativo de costos del riego de áreas verdes respecto a los ingresos anuales municipales.*

Item	Distrito	Ingreso anual (M S/.)	Costo Anual Riego (M S/.)	% de costo de riego de áreas verdes
1	Villa El Salvador	103	25	24%
2	San Juan De Miraflores	64	5	8%
3	Chorrillos	97	9	9%
4	Surco	233	25	11%
5	Miraflores	179	14	8%
6	San Borja	102	17	16%
7	San Isidro	220	24	11%
8	Jesús María	63	20	32%
9	El Agustino	29	18	62%
10	La Victoria	84	26	31%
11	La Molina	122	7	6%
12	San Juan De Lurigancho	155	71	46%
13	Cercado De Lima (*)			
14	Rímac	40	3	9%
15	Lince	49	4	9%
16	Pueblo Libre	38	6	17%
17	Magdalena	39	8	21%
18	San Martín De Porres	109	39	36%
19	Los Olivos	84	29	35%
20	Comas	67	28	41%
21	Villa María Del Triunfo	66	2	3%
22	San Miguel	80	23	29%
23	Breña	26	2	8%
24	Independencia	44	13	30%
25	San Luis	22	5	24%
26	Barranco	28	3	9%
27	Santa Anita	52	31	60%
28	Surquillo	37	1	4%

Fuente: Elaboración propia.

(*) No se obtuvo información de los ingresos anuales del distrito del Cercado de Lima, por estar incorporado en el presupuesto de la municipalidad metropolitana.

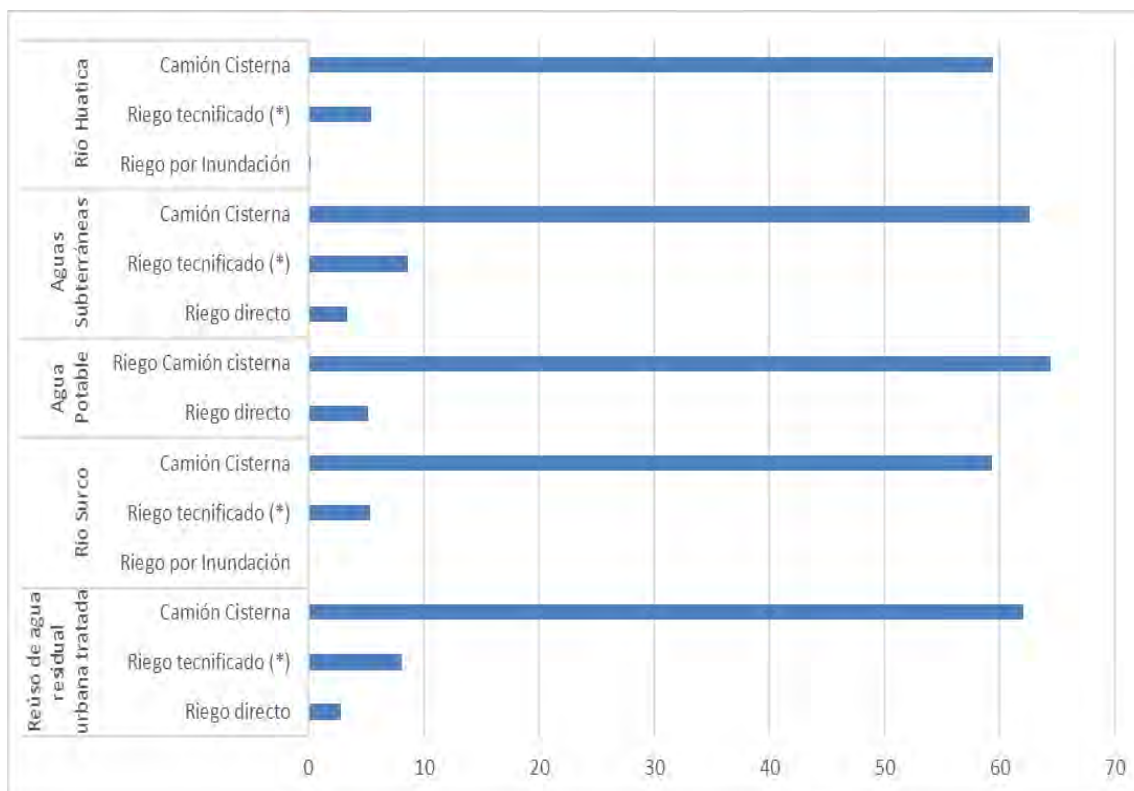
7.2.2. Definición del problema, sus causas y efectos:

7.2.2.1. Definición del problema central

Del diagnóstico realizado, se puede observar que el 45% de las áreas verdes municipales de los 28 distritos en estudio son regadas con agua potable, lo cual representa un total 1,131 ha. Tomando un rendimiento de riego mínimo de 0.80 gln/m²/d, se puede obtener un consumo aproximado de 34,261 m³/d de agua potable, lo cual representa el consumo de 285,510 habitantes. Por lo tanto, el uso del agua potable con fines de riego es un problema debido a que genera desabastecimiento que afecta a la población directamente.

7.2.2.2. Análisis de causas

En este punto, analizaremos el motivo principal por el que las Municipalidades Distritales recurren al agua potable para el riego de sus áreas verdes. Siendo que, según la información recogida y a partir de las estimaciones de los costos generados por el riego de áreas verdes mediante camiones cisternas y sistemas de rebombeo, se pudo obtener los costos operativos realizados en los diferentes distritos en evaluación mostrados en la Tabla 13. A partir del cual se puede identificar que, si se compara los costos de acceso al recurso hídrico, el acceso al agua potable representa el costo más elevado (5.212 S/m³). Sin embargo, si se considera el costo generado por tipo de riego, el agua potable, debido a su fácil acceso por contar con redes de distribución en toda la ciudad, es la alternativa más económica, como se muestra en la Figura 14.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 14. Comparativo de costos en S/m³ de acceso y distribución de recurso hídrico para riego de áreas verdes municipales.

Sin embargo, esta no es la única causa identificada del problema central, debido a que existen causas indirectas por las cuales no se aprovechan las aguas residuales como una fuente de agua para riego, como son:

1. Altos costos de inversión para la instalación de PTAR.
2. Altos costos de operación y mantenimiento de las PTAR.
3. Alta capacidad técnica especializada para la operación de las PTAR.
4. Complejos procesos normativos para la obtención de permisos de funcionamiento y el monitoreo de la calidad de agua de la PTAR.

7.2.2.3. Análisis de efectos

A partir de las causas identificadas, se hará mención a los principales efectos generados por el riego de las áreas verdes municipales con el agua potable, así como los efectos secundarios que está generando el alto costo de acceso a esta fuente hídrica para el riego de las áreas verdes.

El principal efecto negativo del riego de las áreas verdes municipales con agua potable, son los incrementos de las demandas de agua potable, las cuales no se dirigen a cumplir con la finalidad pública de dotar de agua de calidad a la población.

Adicional a ello, a partir de la información levantada en campo, se pudo identificar diferentes efectos secundarios, como son:

1. Limitada cantidad de áreas verdes en los distritos con bajos recursos económicos.
2. Conexiones clandestinas a la red pública de agua potable.
3. Informalidad en el registro de los pozos de agua utilizados.
4. Informalidad en los permisos de reúso de las aguas residuales.
5. Incumplimiento del monitoreo del efluente de las aguas residuales de las PTAR utilizadas para reúso.
6. Incumplimiento de los pagos por el uso de las aguas subterráneas a la ANA, así como en la gestión del acuífero a SEDAPAL.
7. Deterioro de los espacios verdes urbanos debido a la escasa disponibilidad hídrica.
8. Desaprovechamiento de la capacidad instalada de almacenamiento e infraestructura de riego.
9. Inadecuado sistema de riego de áreas verdes (riego por inundación, con camión cisterna y con rebombeos de agua).
10. Bajos índices de reúso de aguas residuales urbanas.
11. Altos costos de mantenimiento de las áreas verdes urbanas.
12. Alta contaminación ambiental por ausencia de áreas verdes.
13. Inequidad social de distribución del recurso hídrico para el riego de las áreas verdes.

7.2.3. Alternativa de solución

Como alternativa de solución, se propone la “Creación del servicio integrada de reúso de aguas residuales urbanas para el riego de las áreas verdes de 28 distritos de la ciudad de Lima”.

Las fuentes de agua serán los efluentes de agua residual tratada de:

1. PTAR Santa Clara: Ubicada a 400 msnm, caudal de diseño de 0.437 m³/s y un sistema de tratamiento mediante Lodos Activados.

2. PTAR San Antonio de Carapongo: Ubicada a 433 msnm, caudal de diseño de 0.134 m³/s y un sistema de tratamiento mediante Lodos Activados.
3. PTAR Carapongo: Ubicada a 506 msnm, caudal de diseño de 0.500 m³/s y un sistema de tratamiento mediante lagunas anaerobias, lagunas aireadas y tratamiento secundario de sedimentación.

Instalación de 143 km de tubería HDPE PE 100 PN 6 de diferentes diámetros, los cuales se están sobredimensionando con la finalidad de no recaer en costos bajos en la estimación. Esta red de distribución iniciará desde las 03 cisternas enterradas proyectadas a la salida de cada una de las PTAR existentes, cuyas dimensiones son proporcionales a los caudales de diseño de las mismas. Hasta un punto de suministro para cada uno de los 28 distritos de Lima. Incluyen cámaras reductoras de presión, válvula de aire y purga, así como válvulas de control. Adicional a ello, se está considerando un sistema Scada a acoplarse al existente instalado por SEDAPAL.

7.3. FORMULACIÓN

7.3.1. Modalidad de ejecución

Para elaborar el sustento de la formulación del planteamiento técnico elaborado, se ha analizado los beneficios y perjuicios que traería que la ejecución de la estrategia se ejecute mediante la modalidad de la Asociación Público Privada (APP) o mediante el vigente Sistema Nacional de Programación Multianual y Gestión de Inversiones (INVIERTE PE).

Por un lado, las APP son una modalidad que fue creada con la finalidad de fomentar la participación del sector privado en los proyectos de inversión pública. Mediante el cual, el privado se encarga de crear, desarrollar y mantener la infraestructura pública o de brindar un servicio de carácter público. Como retribución, el marco legal vigente, permite a la empresa privada cobrar una tarifa por el uso de esta infraestructura o servicio público.

Entre los principales beneficios que puede ofrecer las APP, se puede mencionar que:

- Permite el desarrollo de proyectos sin comprometer recursos fiscales durante su proceso de elaboración.

- A medida que el concesionario sea más especializado en la ejecución y operación de una infraestructura o en brindar un servicio, este puede generar una mayor rentabilidad a comparación del estado. Esta es la razón por la que el concesionario puede brindar un mejor servicio a un menor costo.
- Tomando como base que la empresa concesionaria es especializada en un tema, esta debería tener mayores facultades para asumir los riesgos que representa el desarrollo del proyecto. Previniendo de mejor manera que el riesgo se materialice o, de ser el caso, mitigarlo al menor costo posible (Segura, 2017).

Por otro lado, los proyectos ejecutados por la modalidad de APP, para el caso peruano, han presentado ciertas deficiencias, como son (Segura, 2017):

- El marco normativo confuso, los procesos de licitación dirigidos, la poca promoción de convocatoria y el limitado portafolio de proyectos, debido a la poca planificación realizada por las instituciones estatales. Han generado un mercado poco atractivo para la concurrencia de empresas especializadas de talla A- o superior. Por lo tanto, el beneficio del valor por dinero de la modalidad de APP no se tendría asegurada.
- El incumplimiento del estado en sus obligaciones contractuales en el saneamiento de predios, ha generado que sea de uso común la generación de adendas en sus procesos. Esta dificultad de poder identificar las modificaciones contractuales es un riesgo alto a asumir para las empresas concesionarias.
- El estado no cuenta con la capacidad de elaborar proyectos de APP con la calidad técnica necesaria para disminuir la cantidad de adendas y generación de sobrecostos, por lo que, es poco confiable o de alto riesgo participar de un APP de estas características.
- Las iniciativas privadas se encuentran por encima de la capacidad del estado, debido a que estos complejizan la planificación, superar la capacidad de respuesta del Estado, podría incrementar la percepción de corrupción y porque la información desarrollada por el proponente limita la competencia con otras empresas.
- Los altos niveles de endeudamiento, baja capacidad técnica para estimar la demanda de los servicios y el establecimiento de tarifas, así como los largos

períodos de concesión, han generado continuas molestias en la población por el pago correspondiente para el acceso al servicio.

Siendo que, la modalidad de APP cuenta con beneficios y riesgos a asumir en comparación con un proyecto de inversión pública regular, ¿Qué criterios deberíamos establecer para seleccionar la modalidad más conveniente para el planteamiento desarrollado? Para dar respuesta a esta interrogante, nos basaremos en lo mencionado por Alonso Segura, en el libro “Las Alianzas Público-Privadas (APP) en el Perú: Beneficios y riesgos”, en donde menciona que el criterio de decisión a considerarse es el valor por dinero, es decir, que se debe seleccionar la modalidad que genere los mayores estándares de calidad del servicio a los usuarios por el menor costo posible, considerando la totalidad del horizonte del proyecto. De la misma manera, Patricia Benavente refiere sobre la pregunta anterior, que la selección de la modalidad debe basarse en criterios técnicos, los cuales deben estar dirigidos a asegurar para el estado el uso más eficiente de sus recursos financieros (Segura, 2017).

Por lo tanto, para nuestro planteamiento se recomendará que la modalidad de ejecución se considere un proyecto de inversión pública tradicional. El cual se sustenta en las siguientes consideraciones:

- Las 03 PTAR, cuyo efluente será la fuente de agua para el reúso en riego de áreas verdes municipales, son existentes. Por lo tanto, se considera que la inversión inicial de optimización de las 03 PTAR no justifica un endeudamiento por 15 años como mínimo para que sea participe de un APP, ni los montos de inversión muy elevados para no poder ser asumidos desde el tesoro público.
- La EPS SEDAPAL es la empresa con mayor experiencia en la ejecución de proyectos de redes de distribución y líneas de conducción de agua en la ciudad de Lima. Por lo tanto, se considera la empresa más especializada en este tema, debido a todo el conocimiento adquirido a través de los años sobre conflictos sociales, interferencias y costos que podría generar la ejecución y la operación de la propuesta formulada.
- Según la ley N°1280, ley marco del servicio de saneamiento, la responsabilidad de la comercialización de las aguas residuales de las 03 PTAR seleccionadas caería sobre la empresa que cuente con el permiso de uso de agua, en este caso SEDAPAL.

- Los costos operativos del tratamiento de las aguas residuales realizado por las 03 PTAR seleccionadas, se encuentran contemplados dentro de la tarifa de alcantarillado del estudio tarifario de SEDAPAL, aprobado por el ente regulador Sunass. Por lo tanto, la comercialización de su efluente disminuiría los costos del servicio de tratamiento de las aguas residuales y/o del servicio de reúso de las aguas residuales, sin sacrificar la calidad del servicio. Por lo tanto, se aseguraría el uso más eficiente de los recursos financieros del estado.
- Según lo mencionado en la definición de economía de alcance, el costo medio de brindar un servicio de forma individual es mayor al costo medio de brindar ese servicio en conjunto con otros servicios. Esto se sustenta en que, al hacerlo en conjunto se pueden aprovechar costos operativos que serían duplicados en caso se hagan individualmente, como son los costos de las herramientas, las instalaciones y el know-how.
- Tomando en cuenta lo mencionado en el punto anterior, de la misma manera sería más eficiente que SEDAPAL se encargue de la inversión, operación y el cobro por el servicio de abastecimiento de agua de reúso con fines de riego.

7.3.2. Horizonte de evaluación

Para establecer el período del horizonte de la evaluación a realizarse, se seguirá lo establecido en el contrato de Asociación Pública Privada ejecutada por la Municipalidad distrital de Miraflores y la empresa Capital Water, por un período de 25 años. Por considerarse una experiencia de éxito, a pesar que no cuenta con licencia para el reúso según lo informado por el ANA, en el involucramiento del sector privado en el reúso de las aguas residuales para el riego de las áreas verdes municipales, como lo ha ejecutado de la misma manera el Municipalidad Provincial del Callao y la Municipalidad Distrital de San Miguel.

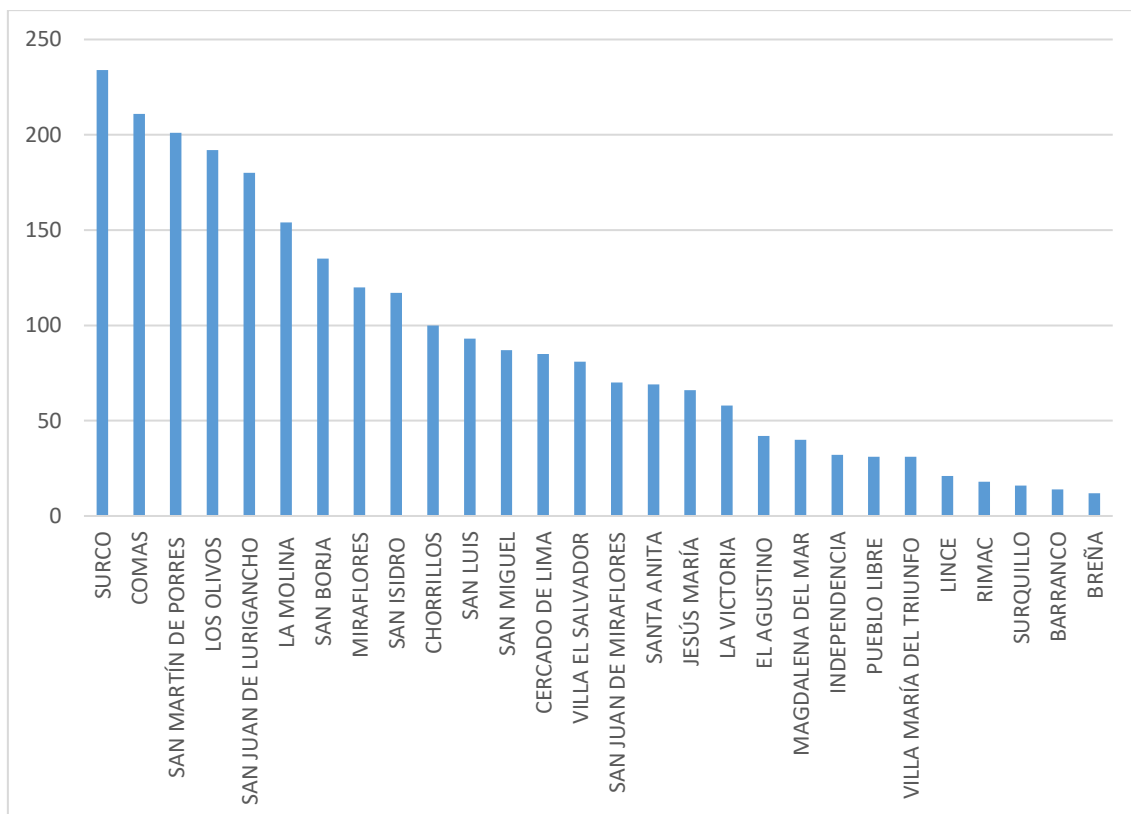
7.3.3. Análisis de la demanda

Al año 2013, Lima Metropolitana contaba con una capacidad de tratamiento de las aguas residuales que genera del 62%, con una proyección de alcanzar el 100% en el quinquenio del 2015 – 2020 (SUNASS, 2015), sin embargo, estos no reconocen el reúso de esta agua residual municipal. Por otro lado, este reúso de aguas residuales municipales se encuentra

contemplado en el Eje 06 como una de las Políticas Nacionales de Saneamiento: Valoración de los servicios de saneamiento, entre estos, se tiene el “Fomentar la sustitución del empleo de agua potable en usos no domésticos por el agua residual tratada” (MVCS, 2017). Así como, es una de las metas prioritarias establecidas en el Plan Nacional de Acción Ambiental – Perú 2011 al 2021: 50% de las aguas residuales urbanas reusadas, la cual tiene como responsable al Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento (MVCS) y a la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS); así como co-responsables a la Autoridad Nacional de Agua (ANA), Ministerio de Salud (MINSA), Empresa Prestadora de Servicios de Saneamiento (EPS), Gobierno Regional y Gobierno Local (MINAM, 2011).

Con el objetivo de cerrar esta brecha, se puede plantear los siguientes tipos de reúso de agua para la ciudad de Lima, en específico para los distritos que sobrepasan los 100 l/hab/d mostrados en la Figura 05.

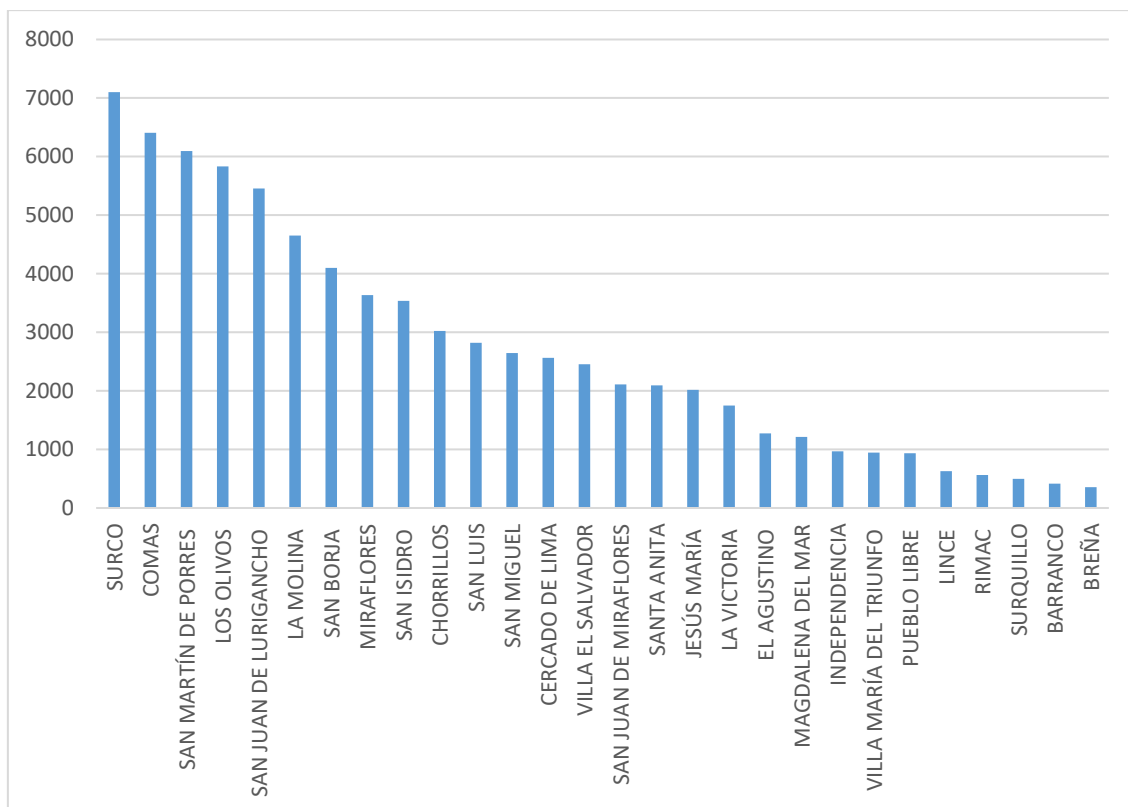
Este tipo de reúso estaría referido al riego de áreas verdes, según lo presentado de los datos estadísticos del INEI del año 2012 y de la información recogida de las entrevistas realizadas, en los 28 distritos de la ciudad de Lima propuestos se tiene un total de áreas verdes urbanas de 2,510 ha, como se muestra en la Figura 15 (INEI, 2012):



Fuente: Elaboración propia, (INEI, 2012)

Figura 15. Hectáreas de áreas verdes municipales por distrito.

Siguiendo lo mencionado anteriormente, se tomará una demanda de agua de riego promedio anual de $3.03 \text{ l/m}^2/\text{d}$, dato entregado por el equipo operativo de riego de parques del distrito de Los Olivos, Chorrillos, entre otros. Tomando en consideración esta dotación promedio diaria de agua para riego de áreas verdes, se pudo estimar la demanda total de agua de riego de los 28 distritos, siendo en total de $76,053 \text{ m}^3/\text{d}$, cuyo desagregado se presenta en la Figura 16.



Fuente: Elaboración propia, (INEI, 2012).

Figura 16. Demanda de agua (m³/d) para riego de áreas verdes municipales.

Se debe tener en cuenta que, se reconoce el proceso de crecimiento urbanístico desarrollado en los distritos de la ciudad de Lima, el cual tiene tendencia a sacrificar áreas destinada para parques y jardines. Para el presente estudio se ha considerado que se mantendrá constante dentro del horizonte del proyecto. Por lo tanto, la demanda de agua de reúso para riego de las áreas verdes de los 28 distritos de Lima se proyecta como constante.

Sin embargo, siendo que la alternativa de solución a proponer, considera una red de distribución de agua de reúso, se estima que las áreas verdes pertenecientes al sector privado podrían demandar el recurso para su riego, lo cual incrementaría su demanda dentro del horizonte del proyecto.

7.3.4. Análisis de la oferta

La iniciativa del agua de reúso se ha dado hace varias décadas, este se sustenta en la limitada disponibilidad de las fuentes de agua en la ciudad de Lima, la alta contaminación de sus aguas superficiales y el elevado costo del agua potable establecido por SEDAPAL,

quien categoriza al riego como un Uso Comercial. Según datos presentados por el Ing. Moscoso, las iniciativas públicas muestran deficiencias en la aplicación de tecnologías no validadas, así como en su operación y mantenimiento, estas condiciones no garantizan la calidad exigida para el reúso en el riego de las áreas verdes (Moscoso Cavallini, 2011).

Como parte de la OFERTA inicial, se ha identificado 03 plantas de tratamiento de aguas residuales administradas por SEDAPAL, las cuales se encuentran ubicadas en las partes altas de Lima Metropolitana, con una capacidad de tratamiento total de 92,534.40 m³/d, y esta oferta es superior a la demanda requerida para el riego de las áreas verdes municipales. Adicionalmente, se debe considerar que las 03 PTAR se ubican en cotas mayores a los 400 msnm, por lo que cuentan con la altura necesaria para presurizar un sistema de distribución mediante tuberías, sin la necesidad de utilizar equipos de bombeo.

En la Tabla 15 se muestra la altura a la que se encuentran las PTAR, el caudal que estas producen y el incremento de su oferta en el tiempo, debido a la tendencia de crecimiento poblacional hacia ese sector reconocido en el Plan Maestro Optimizado de SEDAPAL, son los principales motivos por los cuales se ha seleccionado estas PTAR dentro del planteamiento.

Tabla 15. *Características PTAR administradas por SEDAPAL según PMO 2015.*

PUNTO	DISTRITO	DESCRIPCION	Z (msnm)	Caudal Diseño (l/s)	Caudal Actual (l/s)
1	ATE	PTAR Santa Clara	400	437	140
2	Ate – Vitarte	PTAR Carapongo	506	500	382
3	Lurigancho - Chosica	PTAR San Antonio De Carapongo	433	134	80

Fuente: (Moscoso Cavallini, 2011)

Respecto a la calidad del efluente de agua, se tiene que la PTAR de Santa Clara actualmente se encuentra haciendo reúso de sus aguas residuales con fines agrícolas, pese a que no se pudo obtener información de la calidad de agua del efluente, en el estudio de LIWA se menciona que presenta 0.8 E+01 NMP de coliformes termotolerantes. Este parámetro, sumado a los tratamientos con los que cuenta la PTAR, de lodos activados con

aireación extendida - filtración – desinfección, nos permite asegurar que cuenta con parámetros más exigentes que los solicitados en los Estándares de Calidad Ambiental para el riego de tallo corto. Por otro lado, respecto a la calidad del efluente de agua de las PTAR de Santa Clara, Carapongo y San Antonio de Carapongo, se muestra en la Tabla 16 los resultados presentados del estudio de LIWA (Moscoso Cavallini, 2011):

Tabla 16. *Calidad de agua del efluente de 03 PTAR de la Zona Este.*

PTAR	Tecnología	Sólidos Suspendidos (mg/l)	DBO5 (mg/l)	Coliformes termotolerantes (NMP/100ml)	Helminfos (huevos/l)
Santa Clara	Lodos activados aireación extendida - filtración - desinfección	-	<15	1.00E+01	-
Carapongo	Lagunas anaerobias y aireadas	24	24	4.00E+05	0
San Antonio De Carapongo	Lodos activados - aireación extendida	43	29	1.60E+06	1

Fuente: (Moscoso Cavallini, 2011)

Como se mostró en el cuadro anterior, según los datos presentados por Moscoso (2011) se muestra que el efluente de agua de las PTAR de Carapongo y San Antonio de Carapongo superan los Estándares de Calidad Ambiental de Agua en la Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales, en Agua para riego no restringido, donde se menciona que esta categoría corresponde al riego para parques públicos que; el valor máximo de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅) debe ser de 15 mg/l, el valor máximo del parámetro de Coliforme Termotolerantes es de 1000 NMP/100. Por lo tanto, estas 02 PTAR requieren un tratamiento terciario de filtración, seguido por desinfección.

Para determinar la variación de la oferta en el horizonte de diseño, se ha verificado en el Plan Maestro Optimizado 2015 - 2044 (PMO) de los Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado de SEDAPAL, la proyección de las áreas de drenaje de los Sub Sistema de las PTAR de Santa Clara, Carapongo y San Antonio de Carapongo.

7.3.4.1. Sub Sistema PTAR Carapongo:

Actualmente, el área de drenaje que abastece a la PTAR Carapongo, abarca la margen derecha del río Rímac, desde Huachipa hasta el límite con el distrito de Santa Eulalia, así como desde el puente Ricardo Palma hasta el límite con Chaclacayo.

En el PMO se proyecta ampliar el colector Chosica con la finalidad de recolectar las aguas residuales de Chosica. Adicional a ello se proyecta la creación del Colector California, con una longitud de 6 633.04 m, que se iniciará en el A.H. Barrio Rímac siguiendo por la calle Los Cañaverales y la línea férrea, para desaguar en el colector Chosica. Posterior a ello, se proyectará el colector hacia la margen izquierda del Río Rímac hasta la habilitación urbana California.

Estas inversiones generan la necesidad de ampliar la capacidad de la PTAR de Carapongo, lo cual se encuentra considerado en el PMO, no menciona el caudal proyectado. Sin embargo, como se muestra en la Tabla 17, según el PMO se proyecta que el Colector Chosica, que alimenta la PTAR Carapongo, al año 2042 cuente con un caudal de 285.40 l/s. Tomando en consideración que al año 2015, la PTAR se encontraba tratando un caudal de 382 l/s, mediante una extrapolación de los caudales promedios de aguas residuales del colector Chosica, por lo menos se verá incrementada la capacidad de la PTAR en 100 l/s desde el año 2015 al 2045. Por lo tanto, la PTAR de Carapongo ofertaría al año 2045 un caudal mínimo de 482 l/s, menor a su caudal de diseño de 500 l/s.

Tabla 17. *Proyección de aguas residuales producidas en el período 2012 – 2042.*

COLECTOR	Caudal Promedio de contribución al Desagüe Q (l/s)						
	2012	2017	2022	2027	2032	2037	2042
CHOSICA	193	199.5	223.3	236.7	254.7	266.4	285.4

Fuente: SEDAPAL, 2012

Por lo tanto, se considera que la capacidad de la PTAR deberá incrementarse a esta medida.

7.3.4.2. Sub Sistema PTAR San Antonio de Carapongo:

Actualmente, el área de drenaje que abastece a la PTAR San Antonio de Carapongo cuenta con una extensión de 1 337 ha. Abarca la margen derecha del río Rímac, por el este limita con el área de drenaje de Carapongo, limita con el puente Los Ángeles y por el oeste hasta el área de drenaje de la PTAR La Atarjea.

En el PMO se proyecta ampliar la PTAR hasta alcanzar una capacidad total de 152 l/s, así mismo se proyecta la creación del colector primario Chacrasana.

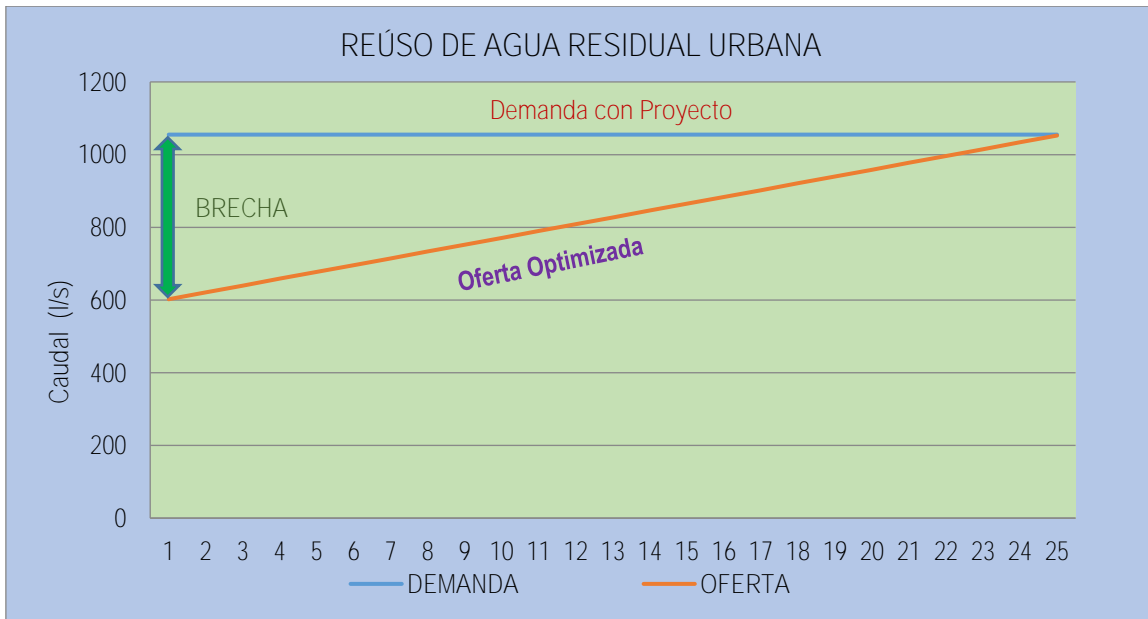
7.3.4.3. Sub Sistema PTAR Santa Clara

Actualmente, el área de drenaje que abastece a la PTAR Santa Clara cuenta con una extensión de 1 448 ha. Se encuentra ubicada en la margen izquierda del Río Rímac, en el límite con el distrito de Lurigancho y recolecta las aguas residuales de los AA.HH. Horacio Zevallos, Santa Clara y la zona este de Ate Vitarte, así como de la margen derecha Carapongo y puente Huachipa.

EL PMO menciona que tiene un caudal actual de 250 l/s y prevista a futuro de 437 l/s.

7.3.5. Balance oferta – demanda

En la Figura 17 se muestra las curvas de las proyecciones de la oferta y la demanda en el horizonte del proyecto seleccionado, siendo que la oferta alcanza al final del período óptimo de diseño a la demanda.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 17. Balance Oferta - Demanda

Para la elaboración del Figura 17, se ha considerado para la estimación de la demanda que es una constante en el tiempo, debido a que se estima que la cantidad de áreas verdes municipales serán constantes en el tiempo, debido a que el proceso urbanístico de las ciudades tiene tendencia a disminuir, por otro lado el esquema planteado podría incorporar en el tiempo áreas verdes privadas, como por ejemplo de los colegios, universidades, cementerios, canchas de fútbol, parques zonales, etc.

Por otro lado, para la estimación de la oferta se ha considerado el incremento de la capacidad de tratamiento de las PTAR mediante las ampliaciones mencionadas en el Plan Maestro Optimizado de SEDAPAL.

7.3.6. Planteamiento técnico de la alternativa de solución

7.3.6.1. Fuente de agua:

Para el abastecimiento de agua de reúso, se plantea utilizar el efluente de agua de las PTAR de Santa Clara, Carapongo y San Antonio de Carapongo, las cuales cuentan con las siguientes características:

- a. PTAR SANTA CLARA: No requiere trabajos de mejoramiento u optimización, debido a que su caudal de diseño de 437 l/s, cubre la demanda requerida por los

colectores que lo alimentan. Con respecto a la calidad de agua, esta PTAR cuenta con procesos primarios, secundarios y terciarios. Por lo que, se puede considerar que su efluente cumple con los Estándares de Calidad Ambiental del Agua y que no requiere ampliaciones en sus procesos de tratamiento.

- b. PTAR CARAPONGO: Requiere trabajos de mejoramiento u optimización, debido a que su caudal de diseño de 500 l/s, cubre la demanda requerida por los colectores que lo alimentan. Con respecto a la calidad de agua, esta PTAR cuenta con procesos primarios y secundarios, por lo que se recomienda la instalación de un tratamiento terciario mediante desinfección, con el objetivo de que cumplan con los Estándares de Calidad Ambiental del Agua para el riego de plantas de tallo corto.
- c. PTAR SAN ANTONIO DE CARAPONGO: Requiere trabajos de mejoramiento u optimización, debido a que su caudal de diseño de 134 l/s, cubre la demanda requerida por los colectores que lo alimentan. Con respecto a la calidad de agua, esta PTAR cuenta con procesos primarios y secundarios, por lo que se recomienda la instalación de un tratamiento terciario mediante desinfección, con el objetivo de que cumplan con los Estándares de Calidad Ambiental del Agua para el riego de plantas de tallo corto.

7.3.6.2. Almacenamiento de agua:

Como volumen de almacenamiento necesario se ha considerado el 25% del volumen de la demanda diaria por PTAR, de tal forma que se pueda regular el sistema de riego de áreas verdes, siendo que el mismo se muestra en la Tabla 18.

Tabla 18. *Proyección de volumen de regulación demandado por PTAR*

Item	DESCRIPCION	Caudal Diseño (l/s)	Volumen de Regulación (m3)
1	Santa Clara	0.437	9,439
2	Carapongo	0.5	10,800
3	San Antonio De Carapongo	0.134	2,894

Fuente: Elaboración propia.

7.3.6.3. Distribución de agua:

En el Figura 18, se grafica la red de distribución del agua de reúso propuesta, el cual considera la instalación de 142 km de tubería de HDPE PE 100 SDR 11 NTP 4427:2008; 4 492m de línea de aducción de DN 800 mm, 13 000 m de línea de aducción de DN 1000 mm, 59 566 m de DN 900 mm para la red principal, 2 773 m de DN 500 mm para la red secundaria a abastecer el distrito de San Juan de Lurigancho y 62 901 m de DN 250 mm para las redes secundarias a abastecer los demás distritos.





Fuente: Elaboración propia / Google Earth.

Figura 18. Red de distribución de agua de reúso para los 28 distritos evaluados.

En la Figura 18 se representa en color azul las líneas de aducción, en color rojo las redes principales y el color verde las secundarias.

7.3.7. Costos a precio de mercado

En la Tabla 19, se presenta el costo de lo que significaría la ejecución del planteamiento realizado.

Tabla 19. Costo a precio de mercado de la alternativa planteada.

Item	Descripción	Unidad	Metrado	Costo Unitario (S/.)	Costo Parcial (S/.)
I.-	<u>PRESUPUESTO DE OBRAS GENERALES Y PRINCIPALES PARA LA PROPUESTA TÉCNICA:</u>				
A.1	<u>OBRAS GENERALES</u>				
01.00	OBRAS CIVILES				15,659,737.84
	OBRAS PROVISIONALES Y PRELIMINARES	Glb	1	48,874.07	48,874.07
	SEGURIDAD Y SALUD, PROGRAMA DE MITIGACION Y PREVENCION, PLAN DE DESVIOS DE TRÁNSITO VEHICULAR Y PEATONAL	Glb	1	182,647.40	182,647.40
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES CARAPONGO	Und	1	2,389,749.46	2,389,749.46
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN ANTONIO DE CARAPONGO	Und	1	2,389,749.46	2,389,749.46
	RESERVORIO APOYADO PROYECTADO RAP-01 (V=10,000m3)	Und	1	3,286,641.19	3,286,641.19
	RESERVORIO APOYADO PROYECTADO RAP-02 (V=11,000m3)	Und	1	4,732,763.31	4,732,763.31
	RESERVORIO APOYADO PROYECTADO RAP-03 (V=3,000m3)	Und	1	2,629,312.95	2,629,312.95
02.00	EQUIPAMIENTO HIDRAÚLICO, ELÉCTRICO Y SCADA				5,347,736.74
	SISTEMA DESINFECCIÓN - PTAR CARAPONGO	Glb	1	1,483,887.79	1,483,887.79
	SISTEMA DESINFECCIÓN - PTAR SAN ANTONIO DE CARAPONGO	Glb	1	1,483,887.79	1,483,887.79
	CISTERNA ENTERRADA PROYECTADO RAP-01 (V=10,000m3)	Glb	1	531,046.96	531,046.96
	CISTERNA ENTERRADA PROYECTADO RAP-02 (V=11,000m3)	Glb	1	764,707.63	764,707.63
	CISTERNA ENTERRADA PROYECTADO RAP-03 (V=3,000m3)	Glb	1	424,837.57	424,837.57
	SISTEMA DE COMUNICACIONES Y SCADA	Glb	1	659,369.00	659,369.00
03.00	LINEAS DE AGUA POTABLE				145,713,594.68
	OBRAS PROVISIONALES Y PRELIMINARES	Glb	1.00	12,505.93	12,505.93
	SEGURIDAD Y SALUD, PROGRAMA DE MITIGACION Y PREVENCION, PLAN DE DESVIOS DE TRÁNSITO VEHICULAR Y PEATONAL	Glb	1.00	186,008.47	186,008.47
	Corte+rotura y reposición de pavimento flexible asfalto caliente de e=2"	m	28,546.40	159.38	4,549,725.23
	Reposición de grass	m	114,185.60	31.71	3,620,825.38
	Excavac. zanja (maq) p/tub terr-normal DN 250 de 1.26 a 1.50 m	m	62,901.00	9.21	579,318.21
	Excavac. zanja (maq) p/tub terr-normal DN 500 de 1.51 a 1.75 m	m	2,773.00	16.60	46,031.80
	Excav. zanja(máq)p/tub t-normal delez nab DN 800 - 1000 de 1,76 m a 2,00 m prof.	m	77,058.00	46.11	3,553,144.38
	Entibado metálico ambas caras, tipo cajón (Box), de zanjas de 1.76 a 2.00 m de prof. (Incl. Instalación, mantenimiento y retiro)	m	77,058.00	151.76	11,694,322.08

Item	Descripción	Unidad	Metrado	Costo Unitario (S/.)	Costo Parcial (S/.)
	Refine y nivel de zanja terr-normal para tub DN 250	m	62,901.00	1.86	116,995.86
	Refine y nivel de zanja terr-normal para tub DN 500	m	2,773.00	2.59	7,182.07
	Refine y nivel de zanja t-normal delez. p/tub. DN 800 - 1000 para toda prof.	m	77,058.00	4.19	322,873.02
	Relleno y compact. Zanja (pulso) p/tub t-normal 250 de 1.26 a 1.50 m	m	62,901.00	26.61	1,673,795.61
	Relleno y compact. Zanja (pulso) p/tub t-normal 500 de 1.51 a 1.75 m	m	2,773.00	44.07	122,206.11
	Relleno comp.zanja(máq)p/tub.t-normal"D" DN 800 - 1000 de 1,76 m a 2,00 m prof.	m	77,058.00	74.46	5,737,738.68
	Elim. Desmonte (carg+v) t-normal p/tub DN 250	m	62,901.00	16.13	1,014,593.13
	Elim. Desmonte (carg+v) t-normal p/tub DN 500	m	2,773.00	33.19	92,035.87
	Elimin. desmonte(c+v) t-normal"D" D=10km p/tub. DN 800 - 1000 para toda prof.	m	77,058.00	53.88	4,151,885.04
	Sum. E inst. de tub. HDPE PE 100, SDR 17, DNE 250 mm. INC. P. HIDRAULICA	m	62,901.00	119.19	7,497,170.19
	Sum. E inst. de tub. HDPE PE 100, SDR 17, DNE 500 mm. INC. P. HIDRAULICA	m	2,773.00	349.59	969,413.07
	Sum. E inst. de tub. HDPE PE 100, SDR 17, DNE 800 mm. INC. P. HIDRAULICA	m	4,492.00	1,006.38	4,520,658.96
	Sum. E inst. de tub. HDPE PE 100, SDR 17, DNE 900 mm. INC. P. HIDRAULICA	m	59,566.00	1,172.38	69,833,987.08
	Sum. E inst. de tub. HDPE PE 100, SDR 17, DNE 1000 mm. INC. P. HIDRAULICA	m	13,000.00	1,532.46	19,921,980.00
	Codo termofusión HDPE DN 250mm x 45° PN 4	und	45.00	1,231.81	55,431.45
	Codo termofusión HDPE DN 250mm x 90° PN 4	und	26.00	1,231.81	32,027.06
	Codo termofusión HDPE DN 500mm x 45° PN 4	und	1.00	2,089.60	2,089.60
	Codo termofusión HDPE DN 500mm x 90° PN 4	und	3.00	2,089.60	6,268.80
	Codo termofusión HDPE DN 800mm x 45° PN 4	und	4.00	3,756.00	15,024.00
	Codo termofusión HDPE DN 900mm x 45° PN 4	und	73.00	4,192.00	306,016.00
	Codo termofusión HDPE DN 900mm x 90° PN 4	und	54.00	4,192.00	226,368.00
	Codo termofusión HDPE DN 1000mm x 22.5° PN 4	und	4.00	5,469.25	21,877.00
	Codo termofusión HDPE DN 1000mm x 45° PN 4	und	4.00	6,916.80	27,667.20
	Reducción termofusión HDPE DN 1000 x 800 mm PN 4	und	2.00	6,916.80	13,833.60
	Reducción termofusión HDPE DN 1000 x 900 mm PN 4	und	2.00	6,916.80	13,833.60
	Tee termofusión HDPE DN 1000 x 800 mm PN 4	und	1.00	6,916.80	6,916.80
	Tee termofusión HDPE DN 1000 x 900 mm PN 4	und	1.00	6,916.80	6,916.80
	Tee termofusión HDPE DN 900 x 500 mm PN 4	und	1.00	6,916.80	6,916.80
	Tee termofusión HDPE DN 900 x 250 mm PN 4	und	27.00	6,916.80	186,753.60
	Instalación de accesorios de HDPE DN 250 (Electrofusión)	und	71.00	152.80	10,848.80
	Instalación de accesorios de HDPE DN 500 (Electrofusión)	und	4.00	203.72	814.88
	Instalación de accesorios de HDPE DN 800 (Electrofusión)	und	4.00	824.56	3,298.24
	Instalación de accesorios de HDPE DN 900 (Electrofusión)	und	155.00	901.25	139,693.75
	Instalación de accesorios de HDPE DN 1000 (Electrofusión)	und	14.00	992.78	13,898.92
	concreto f'c=175kg/cm2 para anclajes de accesorios DN 250	und	71.00	58.13	4,127.23
	concreto f'c=175kg/cm2 para anclajes de accesorios DN 500	und	4.00	108.27	433.08
	concreto f'c=175kg/cm2 para anclajes de accesorios DN 800	und	4.00	116.26	465.04

Item	Descripción	Unidad	Metrado	Costo Unitario (S/.)	Costo Parcial (S/.)
	concreto f'c=175kg/cm2 para anclajes de accesorios DN 900	und	155.00	189.47	29,367.85
	concreto f'c=175kg/cm2 para anclajes de accesorios DN 1000	und	14.00	216.54	3,031.56
	Válvulas de aire (Inc. Construc. Cámara y Acces. Hidráulicos)	und	143.00	19,357.17	2,768,075.31
	Válvulas de purga (Inc. Construc. Cámara y Acces. Hidráulicos)	und	26.00	18,392.62	478,208.12
	Cámaras de control (Inc. Construc. Cámara y Acces. Hidráulicos)	und	38.00	29,184.09	1,108,995.42
	COSTO DIRECTO				166,721,069.25
	ESTIMACIÓN POR INTERFERENCIAS (10%)				16,672,106.93
	SUB-TOTAL				183,393,176.18
	IGV				33,010,771.71
	COSTO TOTAL EJECUCIÓN DE OBRA				216,403,947.89

B.- <u>SERVICIOS PARA ELABORACION DE ESTUDIOS Y EJECUCIÓN DE LA OBRA :</u>				
B1.1	INTERVENCION SOCIAL		879,614.96	1,037,945.65
B1.1	INTERVENCION SOCIAL -ESTUDIO		318,449.28	
B1.2	INTERVENCION SOCIAL-OBRA		561,165.68	
B2	SUMINISTRO ELÉCTRICO		226,796.00	267,619.28
B3	ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL PROYECTO		3,411,239.54	4,025,262.66
B4	TRAMITE DE PAGOS DE CANON POR USO DE RADIOS EN BANDA LICENCIADA POR UN PERIDO DE 24 MESES (2 años)		116,315.65	137,252.47
B5	MONITOREO AMBIENTAL		132,345.02	156,167.12
B6	ARQUEOLOGÍA		356,391.07	420,541.46
B6.1	PROYECTO DE EVALUACIÓN ARQUEOLÓGICA (ETAPA DE ESTUDIO)		86,426.93	
B6.2	PLAN DE MONITOREO ARQUEOLOGICO (ETAPA DE OBRA)		269,964.14	
B7	SUPERVISION DE ESTUDIOS - EXPEDIENTE TÉCNICO Y OBRAS (INCLUYE GGU)		4,745,705.40	5,599,932.37
B7.1	SUPERVISION DE ESTUDIOS - EXPEDIENTE TÉCNICO		451,415.06	
B7.2	SUPERVISION DE OBRAS		4,294,290.34	
	TOTAL COSTO DE SERVICIOS PARA ELABORACION DE ESTUDIOS Y EJECUCIÓN DE LA OBRA (B)			11,644,721.01

Como costo total de inversión se tiene estimado:

Item	Descripción	Totales S/. Incluye GG+U e IGV
	RESÚMEN:	
A.-	Presupuesto de obras generales y principales para la propuesta técnica:	216,403,947.89
B.-	Servicios para elaboración de estudios y ejecución de la obra:	11,644,721.01
	TOTAL PRESUPUESTOS: I y II:	228,048,668.90

Fuente: Elaboración propia.

Se debe tener en cuenta, que el presupuesto fue estimado sobre costos de proyectos ejecutados por SEDAPAL, información extraída desde su página web correspondiente a sus procesos de selección (SEDAPAL, 2019).

Adicional a ello, se ha considerado un 10% del costo directo, referente a las posibles interferencias que se puedan encontrar en el proceso constructivo. A pesar que, de la información recolectada, no se encontró información sobre costos adicionales asumidos en los expedientes técnicos por el tema de interferencias para redes de agua potable, más que el de protección de otras instalaciones. Esto debido principalmente que, al ser una red de agua presurizada, las pendientes y profundidades de la tubería pueden ser variables y adaptables a las interferencias identificadas en campo evitando reubicación de otras instalaciones. Por otro lado, para el cruce de avenidas principales existen procedimientos constructivos de instalación de tuberías tipo “topo”, que permiten realizar la instalación de la tubería sin la necesidad de ejecutar zanjas o interrumpir el tráfico.

El 10% considerada toma como base lo establecido por el MEF en el marco del Sistema Nacional de Inversión Pública (SNIP), referente al porcentaje del incremento del monto de inversión en su ejecución respecto al monto de su viabilidad, sin que este requiera una verificación de su viabilidad.

7.3.8. Tarifa estimada para el servicio de reúso de aguas residuales

Para la estimación de la tarifa del servicio de tratamiento de aguas residuales y de distribución de agua de reúso, se consideró reinversiones anuales de ampliaciones de redes de distribución de agua residual.

Esto debido a que, en el año 0 de ejecución del proyecto se busca iniciar con el suministro en todos los distritos, sin embargo, cabe destacar que desde este punto de suministro la Municipalidad deberá solicitar la cantidad de puntos de abastecimientos requeridos o de empalmes a sus redes existentes de riego tecnificado.

Del año 01 al año 25 se plantea reinversiones anuales de 5.79 km de redes secundarias de distribución de agua de reúso, con el objetivo de que disminuya la demanda del uso de camiones cisterna para el traslado de agua de reúso hacia zonas alejadas y se incrementen los sistemas de riego tecnificado para el riego de las áreas verdes.

Adicional a ello, si bien no se ha considerado la demanda de agua de reúso de las áreas verdes privadas como colegios, estadios, clubes, cementerios, campos de golf, etc. Se considera que el incremento de las redes de distribución secundarias responde a satisfacer esta demanda a futuro.

En los anexos se presentan los cálculos de la demanda de agua de reúso, los costos de reinversiones, costos de operación y mantenimiento total y de la tarifa de agua de reúso. Los mismos que son parte del sustento para el cálculo presentado en la Tabla 20, mediante el cual se determinó la tarifa de agua de reúso.

Tabla 20. *Costos estimados de Inversión, Inversiones Futuros, Costos de Operación y Mantenimiento y Consumo para el cálculo de la Tarifa*

Años	Inversión* (Nuevos Soles)	Inversión* (Nuevos Soles)	Costos O & M (Nuevos Soles)	Total Costos (Nuevos Soles)	Consumo M3/Año	WACC	VALOR ACTUAL		
						4.3%	Valor Actual Costos I, O&M (Nuevos Soles)	COSTOS O&M INC REP. (S/.)	Consumos M3
0	228,048,669			228,048,669		1	228,048,669		
1	-	853,473	1,184,253	2,037,726	18,984,672	0.96	1,952,968	1,134,994	18,195,009
2	-	853,473	1,206,067	2,059,540	19,576,287	0.92	1,891,771	1,107,821	17,981,614
3	-	853,473	1,227,880	2,081,354	20,167,903	0.88	1,832,287	1,080,945	17,754,492
4	-	853,473	1,249,694	2,103,167	20,759,518	0.84	1,774,477	1,054,388	17,515,153
5	-	853,473	1,271,508	2,124,981	21,351,133	0.81	1,718,307	1,028,170	17,265,008
6	-	853,473	1,293,321	2,146,794	21,942,749	0.77	1,663,740	1,002,308	17,005,368
7	-	853,473	1,315,135	2,168,608	22,534,364	0.74	1,610,739	976,820	16,737,457
8	-	853,473	1,336,948	2,190,422	23,125,980	0.71	1,559,269	951,717	16,462,412
9	-	853,473	1,358,762	2,212,235	23,717,595	0.68	1,509,294	927,013	16,181,291
10	-	853,473	1,380,576	2,234,049	24,309,210	0.65	1,460,778	902,718	15,895,073

Años	Inversión* (Nuevos Soles)	Inversión* (Nuevos Soles)	Costos O & M (Nuevos Soles)	Total Costos (Nuevos Soles)	Consumo M3/Año	WACC	VALOR ACTUAL			
						4.3%	Valor Actual Costos I, O&M (Nuevos Soles)	COSTOS O&M INC REP. (S/.)	Consumos M3	
11	-	853,473	1,402,389	2,255,863	24,900,826	0.63	1,413,688	878,839	15,604,670	
12	-	853,473	1,424,203	2,277,676	25,492,441	0.60	1,367,987	855,385	15,310,925	
13	-	15,196,157	1,446,016	16,642,174	26,084,056	0.58	9,579,641	832,362	15,014,619	
14	-	853,473	1,467,830	2,321,303	26,675,672	0.55	1,280,620	809,775	14,716,472	
15	-	853,473	1,489,644	2,343,117	27,267,287	0.53	1,238,886	787,626	14,417,151	
16	-	853,473	1,511,457	2,364,931	27,858,902	0.51	1,198,409	765,918	14,117,269	
17	-	853,473	1,533,271	2,386,744	28,450,518	0.49	1,159,156	744,654	13,817,390	
18	-	853,473	1,555,084	2,408,558	29,042,133	0.47	1,121,094	723,834	13,518,034	
19	-	853,473	1,576,898	2,430,371	29,633,748	0.45	1,084,194	703,457	13,219,675	
20	-	853,473	1,598,712	2,452,185	30,225,364	0.43	1,048,423	683,524	12,922,748	
21	-	853,473	1,620,525	2,473,999	30,816,979	0.41	1,013,753	664,031	12,627,651	
22	-	853,473	1,642,339	2,495,812	31,408,595	0.39	980,152	644,977	12,334,745	
23	-	853,473	1,664,152	2,517,626	32,000,210	0.38	947,593	626,360	12,044,359	
24	-	853,473	1,685,966	2,539,439	32,591,825	0.36	916,047	608,175	11,756,789	
25	-	853,473	1,707,780	2,561,253	33,183,441	0.35	885,486	590,420	11,472,303	
VALOR ACTUAL								270,257,429	21,086,233	373,887,676

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 21. *Cálculo de la tarifa de abastecimiento de agua de reúso.*

CIP (Inv+O&M) =	270,257,428.55	S/. 0.723	por m³
	373,887,676.07		

Para el cálculo de esta tarifa, se consideró el costo total de la operación y mantenimiento de las PTAR de Santa Clara, Carapongo y San Antonio de Carapongo, a la estimación de la tarifa de agua de reúso. Sin embargo, en la realidad estos costos operativos de la PTAR se encuentran considerado en el estudio tarifario de SEDAPAL, por lo que se incluye en el cobro de las tarifas por el servicio de alcantarillado de los usuarios.

De los costos estimados de riego de áreas verdes para los 28 distritos evaluados de la ciudad de Lima, se puede realizar el comparativo, para determinar que la tarifa de reúso de agua residual de un proyecto integrada es menor que todas las actuales formas de riego, exceptuando las de riego por inundación del río Surco y Huatica. Los cuales se estima que, al internalizar las externalidades de baja calidad de agua, de costos de mantenimiento de los canales, de las consecuencias por la estacionalidad de la dotación de agua y del desperdicio de agua por hacer uso de un sistema de riego por inundación; es competitivo

con el costo tarifario de un proyecto integrado de agua de reúso, como se muestra en la Tabla 22.

Tabla 22. *Costo para el riego de las áreas verdes actual y con reúso de agua residual.*

Recurso hídrico para riego	Tipo de Riego	Costo (S/m³)
Proyecto integrado de agua de reúso	Riego directo	0.723
Reúso de agua residual urbana tratada	Riego directo	2.800
	Riego tecnificado (*)	8.084
	Camión Cisterna	62.057
Río Surco	Riego por Inundación	0.100
	Riego tecnificado (*)	5.384
	Camión Cisterna	59.357
Agua Potable	Riego directo	5.212
Aguas Subterráneas	Riego directo	3.389
	Riego tecnificado (*)	8.673
	Camión Cisterna	62.646
Río Huatica	Riego por Inundación	0.170
	Riego tecnificado (*)	5.454
	Camión Cisterna	59.427

Fuente: Elaboración propia.
 (*) Considerando rebombeo.

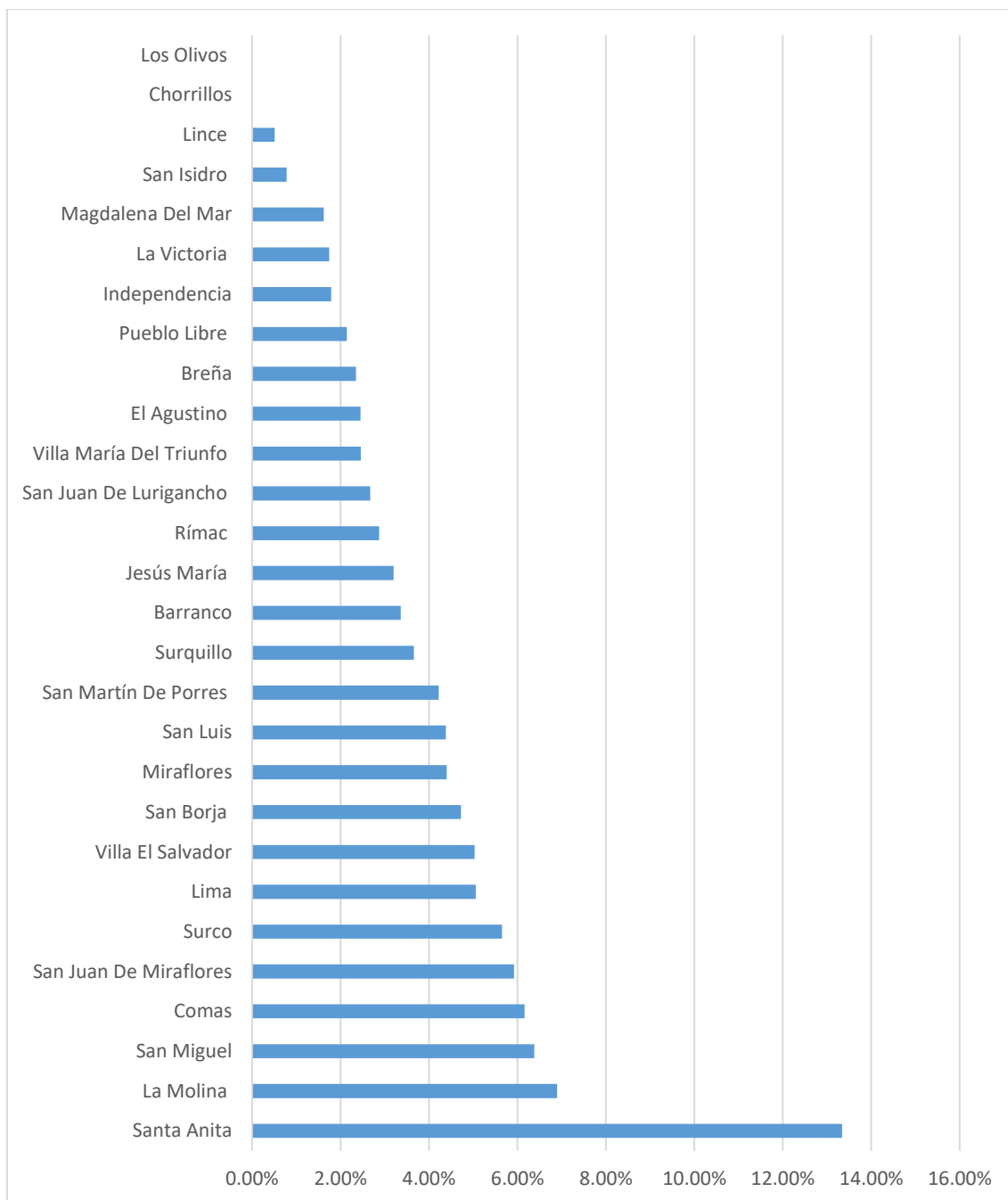
7.4. EVALUACIÓN

En el presente punto se evaluará si los resultados obtenidos del análisis y del planteamiento realizado, cumplen con la hipótesis elaborada como punto de partida de la presente tesis.

7.4.1. Evaluación de la demanda

7.4.1.1. Demanda de agua potable

Para determinar el porcentaje de incidencia de la demanda de agua potable con fines de riego de áreas verdes municipales mostrada en la Figura 19, se tomó la información levantada de campo respecto a las áreas regadas con agua potable en los 28 distritos seleccionados de Lima Metropolitana. Los cuales se comparó con la dotación de agua multiplicado por la población actual, según datos censales 2017 del INEI.



Fuente: Elaboración propia / INEI / SUNASS.

(*) Considerando rebombeo.

Figura 19. Porcentaje de incidencia del consumo de agua potable utilizada para el riego de áreas verdes municipales.

Por lo tanto, tomando en consideración el consumo per cápita de agua potable, la cantidad poblacional de cada distrito y las áreas verdes regadas con agua potable; se pudo obtener en la Figura 19 el porcentaje de agua potable utilizado para el riego de las áreas verdes municipales de los 28 distritos seleccionados, el cual en promedio es del 3.91%.

Del porcentaje anterior, se debe tener en cuenta que se ha considerado las áreas verdes que cuenten con acometidas de agua de la red pública a nombre de los municipios; así como, las áreas verdes que se riegan con agua potable, las cuales pueden ser por medio de conexiones clandestinas, instaladas por los propios vecinos, o del riego de personas que cuentan con tarifa plana de suministro de agua potable en sus viviendas.

Respecto a la demanda actual de agua potable con fines de riego de áreas verdes municipales, el planteamiento realizado en el presente estudio va dirigido a reemplazar esta demanda por el reúso de aguas residuales domésticas. Por lo que, su implementación incrementaría en 34,261 m³/d, el volumen de agua potable distribuido para la población de la ciudad de Lima. Lo cual, para una dotación de agua potable de 120 l/hab/d, según el RNE para una ciudad en clima templado y lotes de área menor o igual a 90 m², como se considera el caso de las periferias de Lima Metropolitana, se podría abastecer hasta a 285,510 personas adicionales.

Se debe tomar en cuenta que, para la estimación anterior, no se consideró las áreas verdes privadas que se riegan actualmente con agua potable (Figura 20). Siendo que, existe una amplia demanda de agua de reúso en el sector privado también. Por lo que, se podría decir que estas metas de reemplazo del inadecuado uso del agua potable en usos diferentes al de consumo humano, se podría ver incrementado significativamente.



Fuente: Lesly Bieberach - 2019.

Figura 20. Riego de las áreas verdes de la berma de la Vía Expresa con agua potable

7.4.1.2. **Demanda de aguas subterráneas**

Actualmente para satisfacer la demanda de agua para riego municipal, los 28 distritos realizan su abastecimiento a partir de diferentes fuentes de recurso hídrico. De los cuales se puede decir, que el incumplimiento de las normativas nacionales es una situación común entre la mayoría de los distritos. Este incumplimiento se encuentra ligado a la fuente hídrica.

Para el caso de la demanda de agua subterránea para el riego de las áreas verdes municipales, de los 12 distritos que actualmente hacen uso de esta fuente hídrica, dejando de lado a la Municipalidad de Miraflores, que terceriza el servicio de riego, y a la Municipalidad de La Victoria, que mantiene convenio interinstitucional para mantenimiento del 18% de áreas verdes con el Banco Interbank y el resto lo terceriza. Los demás distritos, no cuentan con los permisos de uso de agua subterránea en la totalidad de sus pozos, esto debido a diferentes causas.

Para la Municipalidad Distrital de Los Olivos, que cuenta con 03 pozos destinados al riego de áreas verdes, sólo uno de ellos no cuenta con permiso de uso de agua, debido a que el trámite para su obtención se encontraba con observaciones. Por lo que, se puede decir que se encuentran regularizando el uso de sus pozos.

Por otro lado, respecto a la gestión de uso de aguas subterráneas a cargo de las entidades prestadoras de servicios de saneamiento, no se identificó ninguna Municipalidad que haya realizado el pago correspondiente a SEDAPAL. Para el mismo caso de la Municipalidad de Los Olivos, se nos hizo mención mediante entrevista, que el pago estimado del año 2018 ascendía a un monto de S/ 3'000,000. Siendo este monto muy elevado, resultaba poco viable su pago.

Cabe destacar el caso de San Martín de Porres, que cuenta con aproximadamente 25 pozos artesanales en funcionamiento, adicional a 03 pozos tubulares. Entre estos, el principal pozo tubular de San Diego, alimenta una red de distribución de agua de riego, la cual recorre las Av. Canta Callao, Av. Izaguirre, Av. Los Alisos, Av. Perú y Av. Los Próceres (Figura 21), realizando el riego de parques y bermas. Abastece además cisternas de almacenamiento de agua, las cuales cuentan con equipos de rebombeo para realizar el

riego tecnificado. Actualmente, ninguno de estos pozos cuenta con permisos de uso de agua subterránea ni realizan el pago correspondiente por la gestión del acuífero, pero según lo que nos mencionaron mediante entrevistas, se encuentran alineados al uso de las aguas subterráneas como principal y única fuente de agua, por lo que prevén incrementar sus redes de riego tecnificado a las zonas que faltan.



Fuente: Christopher Bieberach - 2019.

Figura 21. Riego tecnificado en Av. Izaguirre abastecido con agua subterránea, distrito de San Martín de Porres.

Actualmente, debido a la disminución del nivel freático de los acuíferos costeros, como es el caso de la cuenca del río Rímac, el Estado peruano ha creado normativas adecuadas para restringir el libre acceso a esta fuente subterránea, previendo el financiamiento necesario para poder llevar una adecuada gestión del acuífero y de su capacidad de producción a cargo de la EPS. Sin embargo, ello ha derivado en que los costos del uso de este tipo de recurso hídrico se hayan visto incrementados significativamente, volviéndose insostenibles para algunas municipalidades distritales, que dependen actualmente de este recurso para el riego de sus áreas verdes. Por lo que, se ven obligados a la clandestinidad o a la negativa de pagar por los servicios de gestión del acuífero, servicio brindado por la EPS y recientemente incorporado.

Es por ello, que el planteamiento elaborado de distribución del reúso de las aguas residuales, contempla el reemplazo total del uso de esta fuente de agua para el riego de las áreas verdes, el cual se estima en un volumen de 19,080 m³/d. Permitiendo, además, el aprovechamiento de la infraestructura instalada para el riego tecnificado.

En este punto, cabe destacar que, de todas las entrevistas realizadas a las Municipalidades de los distritos de Miraflores, Jesús María, San Isidro, Los Olivos, Chorrillos, Comas, Rímac, Barranco, San Juan de Miraflores, Magdalena, Breña, San Juan de Lurigancho y San Martín de Porres; la totalidad de los entrevistados mostraron interés en la integración a una red de distribución de reúso de agua residual tratada. Esto debido principalmente a los problemas que tienen con la escasez de fuentes hídricas actuales y los altos costos que representa la operación y mantenimiento de los actuales sistemas de riego, lo cual es un problema común de todos los municipios distritales.

7.4.1.3. Demanda de agua superficial

De la información recogida de las municipalidades de los 28 distritos de la ciudad de Lima, se pudo identificar como fuentes superficiales al canal de riego del río Surco, el canal de Huatica y el río Rímac, cuya fuente es utilizada directamente por la municipalidad de San Juan de Lurigancho para el riego mediante camiones cisterna.

Como fuente superficial principal, se tiene al Río Surco, el cual alimenta a los distritos de Santiago de Surco, Miraflores, San Borja, San Isidro, La Molina, Lince, Magdalena del Mar, Surquillo y Chorrillos.

Siendo que, es común denominador que los Municipios reconocen la baja calidad de agua con la que cuenta el fluido, se recogió información de la Municipalidad Distrital de San Isidro, quien mencionó que realizan monitoreos de la calidad de agua del río Surco, al ingreso a su Planta de Tratamiento ubicada en la Av. Javier Prado. De los resultados obtenidos, se mencionó que estos no tienen mayores concentraciones de materia orgánica, por lo que el efluente de la planta de tratamiento cumple con los ECA Agua para riego. Cabe destacar que, la mencionada planta de tratamiento de agua del río Surco, sólo cuenta con pretratamiento, es decir procesos de cribado, desarenado o sedimentación para tratar sólidos suspendidos.

De la misma manera, la Municipalidad Distrital de Santiago de Surco (Figura 22), La Molina y San Borja, cuentan con componentes de tratamiento para los sólidos suspendidos. Los demás distritos realizan el riego de forma directa.



Fuente: Joseph Bieberach - 2019.

Figura 22. Planta de tratamiento de agua Río Surco de la municipalidad de San Isidro.

En el caso de la Municipalidad Distrital de Chorrillos, se hizo mención que a pesar de estar dentro del recorrido del río Surco, estos no utilizan sus aguas. Esto se debe a que, por encontrarse al final del recorrido del Río Surco, el caudal de agua que les llega es casi nulo en algunas épocas del año y nulo en épocas de estiaje. Por este motivo, los canales del río no reciben mantenimiento, por lo que se podría decir que se encuentra en estado de abandono.

Por otro lado, los municipios usuarios del río Surco mencionaron que, en épocas de estiaje era común que el canal del río Surco se quede sin agua, ya que se cierran las compuertas de ingreso al canal, priorizando el abastecimiento de agua de la Planta de Tratamiento de Agua Potable de la Atarjea. Por lo que, en esos meses de estiaje, las Municipalidades tienen que recurrir a fuentes alternativas de agua, como es el agua potable o agua subterránea.

Con el objetivo de satisfacer la demanda de agua de riego para las áreas verdes municipales que se encuentren distantes del recorrido del río Surco, municipalidades como Santiago de Surco, Miraflores, San Borja, San Isidro, La Molina, Lince, Surquillo y Chorrillos (Figura 23); también cuentan con cisternas de almacenamiento de agua para abastecer a los camiones cisterna encargados del riego.



(01) Fuente: Joseph Bieberach – 2019.

(02) Fuente: Joseph Bieberach – 2019.

Figura 23. (01) Derivación del río Surco en el distrito de San Borja. / (02)

Derivación del río surco en desuso en el distrito de San Luis.

Como fuente superficial secundaria, se tiene al Río Huatica, el cual alimenta a los distritos de Santa Anita, Jesús María, El Agustino, La Victoria, Cercado de Lima, Pueblo Libre y Jesús María. Siendo que, es común denominador que los Municipios reconocen la baja calidad de agua con la que cuenta el fluido, principalmente por sólidos suspendidos provenientes de los mercados y carbón activado de la planta de tratamiento de SEDAPAL. No se obtuvo información de ningún municipio que realice el tratamiento de estas aguas previo a su uso, por lo que su totalidad se utiliza para el riego directo.

Actualmente la PTAR de Santa Clara, realiza su vertimiento a este canal, por lo que la Comisión de Regantes Sub Sector de Riego Ate ha solicitado el permiso para el reúso de sus aguas residuales a la AAA Cañete Fortaleza.

En el caso de la Municipalidad Distrital de Magdalena, se hizo mención que a pesar de estar dentro del recorrido del río Huatica, el uso de sus aguas representa el 54% de las áreas verdes regadas en su distrito. Esto debido a que, por encontrarse al final del recorrido del Río Huatica, el caudal de agua que les llega es insuficiente y nulo en épocas

de estiaje. Debido a ello, se ha buscado contar con otras alternativas de acceso a agua para regadío, como agua potable, agua subterránea y una propuesta para la instalación de reúso de agua residual.

Por otro lado, los municipios usuarios del río Huatica mencionaron que, en épocas de estiaje era común que el canal del río Huatica disminuye significativamente su caudal, ya que el río Rímac se queda sin caudal, priorizando el abastecimiento de agua de la Planta de Tratamiento de Agua Potable de la Atarjea. Por lo que, en esos meses de estiaje, se depende del vertimiento de agua efluente de la PTAR de Santa Clara.

Con el objetivo de satisfacer la demanda de riego de las áreas verdes municipales que se encuentran distantes del río Huatica, municipalidades como Pueblo Libre y Jesús María cuentan con infraestructura enterrada de almacenamiento de agua, que cumplen la función de suministrar de agua, mediante motobombas, a los camiones cisterna para la distribución y riego.

7.4.2. Evaluación económica

Para realizar la evaluación económica, existen dos factores económicos determinantes a ser tomados en cuenta por las municipalidades para la selección del reúso de las aguas residuales, como fuente principal para el riego de las áreas verdes dentro de su jurisdicción: el costo de inversión y el costo de operación y mantenimiento.

7.4.2.1. Costos de inversión

El primer factor determinante a tomar en cuenta, sería el monto de inversión que representa un proyecto de inversión pública para el reúso de las aguas residuales. Para este análisis se puede tomar en cuenta las experiencias de la Municipalidad Distrital de Miraflores (MDM) y la Municipalidad de San Miguel. En ambos casos la ejecución de la obra fue mediante el mecanismo de Asociación Pública Privada (APP).

En el caso de la MDM, la empresa Capital Water participa como Empresa Concesionaria del servicio de operación de la planta de tratamiento de aguas residuales María Reiche,

ubicada en el parque del mismo nombre, para el reúso de las aguas residuales con fines de riego de áreas verdes del distrito.

La APP firmada entre la MDM y la Empresa Capital Water, tiene un período de 25 años, en el cual la empresa garantizará el tratamiento de 273,750 m³ anuales de aguas residuales, captadas de la red de alcantarillado de la EPS SEDAPAL. El objetivo es que el efluente de agua sea utilizado para el riego de parques y jardines municipales. Para ello, se debe asegurar el cumplimiento de los LMP para efluentes de PTAR y de la Categoría 3, Subcategoría D1 de los ECA de Agua, así como se menciona en la Resolución Directoral N° 350-2016-ANA-AAA-CAÑETE-FORTALEZA. Adicional a lo mencionado, la Empresa se encarga de todos los trámites administrativos para el cumplimiento de la Normativa nacional, como es la obtención de la Autorización con fines de reúso de agua residual emitida por la AAA Cañete Fortaleza y el muestreo y envío de los monitoreos mensuales de la calidad del efluente de agua a la DGAA del MVCS.

Dentro de las responsabilidades asumidas por la MDM, se tiene el consumo total del agua producida por la PTAR María Reiche para el riego de sus parques y jardines. El pago de una tarifa de 2.80 S/m³ de agua producida. La inversión inicial ejecutada tuvo un monto referencial de S/. 2'923,830.00, presentado por la MDM en el Resumen Ejecutivo de la Iniciativa Privada. Adicionalmente, la MDM concesionó las áreas del terreno donde se encontraba la antigua PTAR María Reiche.

Por lo tanto, la empresa concesionaria realizó una inversión significativa para poder brindar el recurso hídrico de agua de reúso para el riego del 12.5% de las áreas verdes de la MDM. A pesar que esta inversión, hubiera significado sólo el 1.63% del ingreso promedio anual de la MDM, se obtenía mayores beneficios encargar a una empresa especializada que se dedique exclusivamente a la operación y mantenimiento de la PTAR, ya que de esta manera se asegura una buena calidad del efluente de agua.

Por otro lado, se tiene el caso de la Municipalidad Distrital de Independencia que cuenta con una PTAR en funcionamiento, encargada de regar un área aproximada de 48,000 m². Esta PTAR no cuenta con permiso de reúso de agua residual emitido por la AAA, se encuentra funcionando al 50% de su capacidad debido a la baja calidad del efluente

generado y las continuas quejas de los vecinos por los malos olores que produce su efluente.

Esta deficiencia operativa y el no cumplimiento de la normativa se puede deber a que, a diferencia de Miraflores, no se cuenta con una empresa especializada encargada de la operación y mantenimiento de una PTAR, y que el equipo técnico de la propia Municipalidad no cuenta con la capacidad para asumir esa función. Caso similar tiene la Municipalidad Distrital de Comas, la cual cuenta con una PTAR con deficiencias operativas, incumplimiento de la normativa nacional sobre permiso de reúso de agua residual y monitoreos de los efluentes. Por otro lado, la Municipalidad Metropolitana de Lima cuenta con una PTAR inoperativa ubicada en la Av. Colonial. En todas estas municipalidades se lograron realizar las inversiones iniciales para la construcción de las PTAR, sin embargo, no se puede asegurar la sostenibilidad de su operación por no contar con equipo técnico capacitado para ello.

De lo mencionado se puede concluir, que una inversión en la creación de una PTAR no asegura un adecuado funcionamiento de reúso de aguas residuales tratadas, ya que la sostenibilidad del mismo depende de otros factores económicos, sociales y ambientales. Como en el caso de las municipalidades de Comas, Independencia y Lima Metropolitana se pudo identificar que realizaron la inversión, pero no lograron la sostenibilidad del sistema.

Tomando como base los costos de inversión realizada por la MDM en la PTAR de María Reiche, S/. 2'923,830 para un caudal de 750 m³/d. En la Tabla 23 se muestra la estimación de los costos a ejecutar, en caso los 28 distritos decidieran instalar PTAR independientes para cubrir el 100% de sus demandas de agua de riego. Obteniendo una inversión de S/. 296'543,764. Adicional a ello, se muestra lo que la inversión en la construcción de PTARs por distrito representaría para las municipales, siendo entre el 5% hasta el 50% del monto de su ingreso promedio anual. Por lo que, se puede concluir que no todos los municipios tendrían la capacidad económica de realizar inversiones para la ejecución de las PTARs suficientes que cubran la demanda de agua para riego.

Tabla 23. *Montos estimados de inversión para la construcción de PTAR por municipio.*

Punto	Distrito	Ingreso promedio anual	Monto estimado de inversión (s/.)	% ingresos para inversión
1	Villa El Salvador	102,774,908	9,562,519	9%
2	San Juan De Miraflores	64,355,100	8,221,815	13%
3	Chorrillos	96,687,314	11,780,935	12%
4	Surco	233,320,359	27,690,277	12%
5	Miraflores	179,421,610	14,174,728	8%
6	San Borja	102,276,883	15,978,450	16%
7	San Isidro	220,302,280	13,792,428	6%
8	Jesús María	63,147,197	7,854,308	12%
9	El Agustino	28,857,674	4,961,308	17%
10	La Victoria	83,615,521	6,808,878	8%
11	La Molina	122,285,054	18,143,799	15%
12	San Juan De Lurigancho	155,448,605	21,262,092	14%
13	Cercado De Lima	2,792,355,309	9,984,794	0%
14	Rímac	39,785,299	2,183,782	5%
15	Lince	48,639,358	2,447,739	5%
16	Pueblo Libre	37,725,677	3,643,118	10%
17	Magdalena Del Mar	38,817,236	4,724,909	12%
18	San Martín De Porres	109,190,488	23,751,658	22%
19	Los Olivos	83,942,463	22,737,008	27%
20	Comas	66,525,877	24,970,319	38%
21	Villa María Del Triunfo	66,183,789	3,679,098	6%
22	San Miguel	79,643,449	10,315,398	13%
23	Breña	26,055,842	1,377,617	5%
24	Independencia	44,369,002	3,779,927	9%
25	Barranco	28,196,323	1,613,911	6%
26	Surquillo	37,284,764	1,946,347	5%
27	Santa Anita	51,953,185	8,157,591	16%

Punto	Distrito	Ingreso promedio anual	Monto estimado de inversión (s/.)	% ingresos para inversión
28	San Luis	22,120,578	10,999,010	50%
Inversión Total (S/.)			296,543,764.47	

Fuente: Elaboración propia.

Tomando en consideración el análisis previo, donde se determina que no todas las Municipalidades cuentan con los montos de inversión necesarios para la ejecución de PTAR que cubran su demanda de agua de riego, ya que sólo la instalación de PTAR, sin incluir la distribución, presurización, operación y mantenimiento de los sistemas de riego, podrían significar hasta el 50% de su ingreso anual. Se podría decir que, uno de los principales problemas en la gestión del reúso de las aguas residuales urbanas que se viene desarrollando actualmente, a partir de la instalación de pequeñas PTAR por municipio y no de una forma integral en la ciudad, genera que los costos de inversión, operación y mantenimiento sólo puedan ser cubiertos por las municipalidades con mayores ingresos.

Adicional a ello, se debe considerar que la instalación de PTAR, incluye la concesión de terrenos para su instalación, lo que representa un punto crítico para el proceso urbanístico acelerado que viene teniendo la ciudad de Lima. Los costos de los terrenos en la ciudad de Lima prácticamente se han triplicado en los últimos 15 años, por lo que tener acceso a terrenos disponibles para la instalación de PTAR, sería una tarea complicada para la mayoría de distritos.

Es por lo mencionado, que el planteamiento realizado, busca una solución en la gestión de este recurso hídrico de reúso de aguas residuales a partir de la optimización de las PTAR existentes, las cuales se encuentran en operación a cargo de la EPS SEDAPAL, siguiendo los lineamientos de reúso de las aguas residuales, promovidos por las ODS, Plan Nacional de Saneamiento y Plan Nacional de Acción Ambiental. Para cumplir con estos objetivos se desarrolló un marco normativo y legal que soporta y promueve este tipo de intervenciones, siendo el de mayor envergadura la Ley Marco De La Gestión Y Prestación De Los Servicios De Saneamiento.

Realizando un comparativo entre los montos de inversión de un planteamiento técnico de reúso de agua residuales a partir de un sistema que integre su distribución a 28 distritos, mostrado en la Tabla 19, y de la inversión que representaría ejecutar PTARs independientes por distrito, mostrada en la Tabla 23. La primera opción de un sistema integrado de distribución de agua de reúso es 68.5 millones de soles menor que la opción de construir PTARs independientes por distrito, siendo que esta segunda opción es la tendencia actual de reúso de aguas residuales. Cabe destacar que, a diferencia de la primera opción, el monto de inversión de la segunda opción no toma en cuenta el costo de la distribución de los efluentes de agua de la PTAR, a través de la adquisición de flotas de camiones cisterna, así como de su operación, mantenimiento y renovación; tampoco considera la instalación de las tuberías de impulsión; de los equipos de bombeo y rebombeo, imprescindibles para la impulsión de agua hacia los parques desde la PTAR. Por lo que, debido a los costos futuros de las inversiones requeridas en la segunda opción se tendría una mayor diferencia de costos del valor actual entre ambas inversiones, a favor de la primera opción.

Por lo tanto, se puede concluir que la mejora en la gestión integrada de agua urbana; a partir de la optimización de la infraestructura existente de tratamiento de aguas residuales y de la comercialización de sus efluentes con fines de riego mediante una red de distribución; es una alternativa viable en comparación de la instalación de PTAR para reúso de aguas residuales de forma focalizada por municipio, siendo esta la tendencia actual.

7.4.2.2. Costos de operación y mantenimiento

El segundo factor determinante a tomar en cuenta, es la tarifa de acceso al recurso hídrico, ya que las Municipalidades cuentan con diferenciados ingresos anuales, con diferentes cantidades de áreas verdes, así como diferente disponibilidad de recurso hídrico. Actualmente, la PTAR María Reiche produce al menos 750 m³/d, cuenta con una línea de impulsión y sistemas de bombeos para el riego de 15 parques de la costa verde. Adicional a ello se cuenta con camiones cisternas para las áreas que no pueden ser regadas directamente y en total, se riega con aguas de reúso un aproximado de 150,000 m², por lo tanto, actualmente la MDM se encuentra pagando un monto estimado de S/. 766,500 por el acceso al recurso hídrico de reúso de aguas residuales domésticas sin tomar en cuenta

los costos adicionales a considerar por el transporte de agua mediante camiones cisterna y sistemas de rebombeo para presurizar los sistemas de riego tecnificado.

Siendo que, el monto anual pactado de pago mediante APP, representa el 0.4% del promedio de sus ingresos anuales, por lo tanto, esta inversión no es significativa. De igual manera, el riego de áreas verdes por agua potable que actualmente realiza la MDM, es de aproximadamente 570,000 m² y el monto de pago por el servicio representa el 1.8% de sus ingresos anuales. Sin embargo, los pagos tarifarios para el acceso al recurso hídrico de reúso de agua residual deben ser incorporados a los costos de la distribución del mismo, como se muestra en la Tabla 22Tabla 13, siendo el más costoso el realizado mediante camión cisterna.

Como muestra de los altos costos operativos incurridos por el uso de las cisternas de agua para riego, se podría mencionar a las municipalidades del Rímac y San Juan de Miraflores. Mediante convenio se han abastecido del efluente de la PTAR de CITRAR y de SAN JUAN, respectivamente. La primera operada por la Universidad Nacional de Ingeniería y la segunda por la EPS SEDAPAL. Sin embargo, los altos costos operativos de las cisternas, causaron que la Municipalidad del Rímac ya no realice el riego mediante el mismo. De la misma manera, la Municipalidad de San Juan de Miraflores realiza el recojo parcial del efluente de PTAR, debido a que no cuenta con la capacidad de camiones cisterna para el riego de las áreas verdes correspondientes.

Por lo tanto, se concluye que los costos de operación y mantenimiento de PTAR focalizadas por distritos, no asegura la sostenibilidad de las mismas, debido a:

- Altos costos operativos requeridos para contratar equipo técnico especializado en la operación y mantenimiento de los sistemas de tratamiento de aguas residuales.
- Altos costos para sistemas de distribución mediante camiones cisterna.
- Altos costos operativos y de capacidad técnica para el funcionamiento de equipos de rebombeo, en sistemas de distribución y riego tecnificado.

Adicional a ello, se puede mencionar como segunda conclusión que, según el análisis realizado, la tarifa recomendada para el reúso de las aguas residuales, mediante el planteamiento desarrollado, es altamente competitiva con respecto a las tarifas estimadas

de uso de otras fuentes de agua, como son agua potable, agua subterránea y las aguas superficiales por canales.

Esto debido a que, una red de distribución presurizada por la diferencia de niveles producida por la misma topografía favorable de la ciudad de Lima y su distribución poblacional, disminuye significativamente los costos operativos, ya que prescinde de la adquisición, operación y mantenimiento de camiones cisterna o en caso contrario de los sistemas de bombeo y rebombeo requeridos para el traslado de agua.

7.4.3. Evaluación social

7.4.3.1. Inequidad de acceso al agua superficial

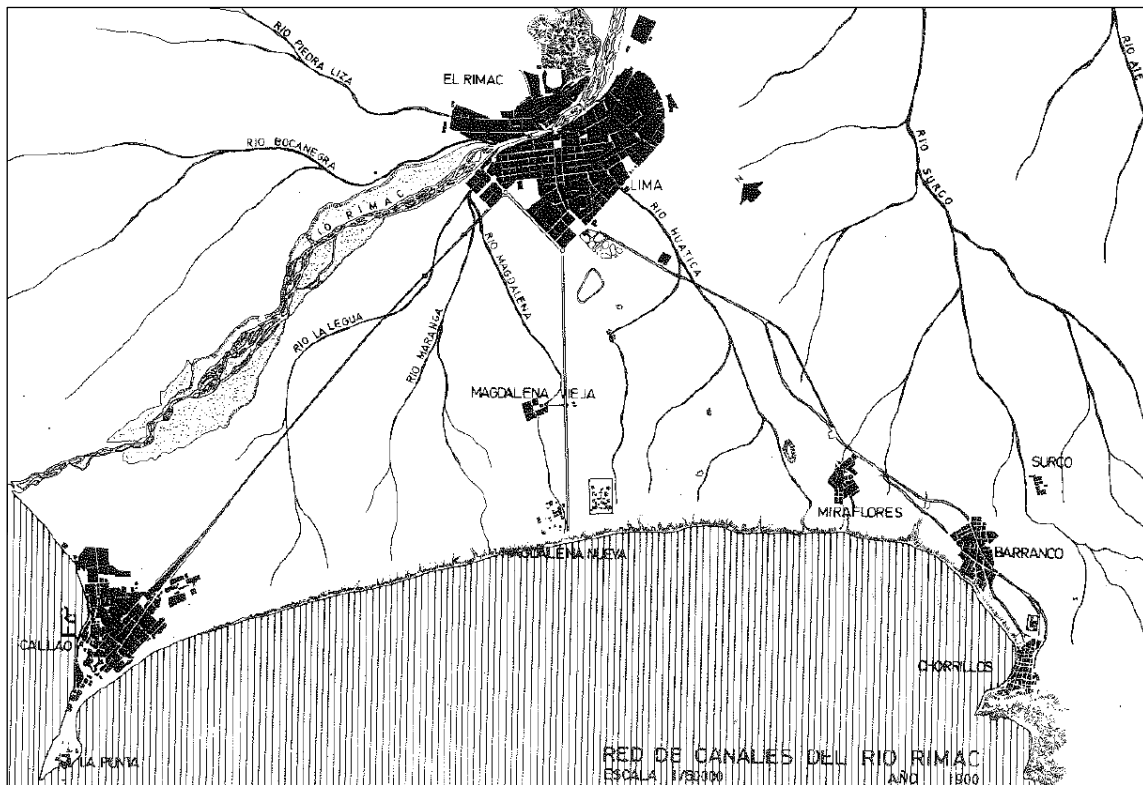
Actualmente, los menores costos para el riego de las áreas verdes, son de los municipios que acceden al recurso mediante canales que trasladan aguas superficiales, pero que este acceso sólo beneficia a 14 de los 28 distritos evaluados, siendo 07 distritos abastecidos por el Río Surco y 07 distritos por el río Huatica. De ello, se puede concluir que existe una resaltante inequidad en la distribución del recurso hídrico para riego de las áreas verdes municipales.

Esta inequidad en la distribución de agua para riego, responde a la forma de crecimiento de la ciudad de Lima, alrededor de los canales de riego existentes incluso antes de la llegada de la expedición de Francisco Pizarro. Se estima que esta construcción de canales data de unos 2,000 años antes de cristo, con ellos las etnias Caraguayllos, Marangas y Sulcos, atendieron sus necesidades de agua. Por lo que, para la llegada de los españoles en el año 1535, se encontraron con una gran campiña irrigada por un sistema de canales con redes de acequias que distribuían su cauce. Es por ello, que la ciudad de Lima, se acomodó alrededor de cuatro grandes canales; como son el Canal de Santa Clara (ahora conocido como canal Huatica), canal del río Surco, Canal Magdalena y canal de Bocanegra; que a su vez alimentaban diez canales secundarios, los cuales alimentaban una gran cantidad de canales medianos y estos a innumerables pequeñas acequias. Por lo que, para ese tiempo no había calle en Lima Metropolitana que no cuente con su acueducto (José Matos Mar, 1990).

Para el año 1636, Lima Metropolitana ya contaba con una población de 60 000 habitantes, estas acequias y canales pasaron a ser conductoras del abastecimiento de agua y a la vez, receptoras de las aguas residuales generadas por la población. Lo cual no generó mayores inconvenientes, debido a que la carga orgánica producida por la población aún se diluía en el caudal de los medianos y grandes canales. Por lo que la expansión de canales, se dio hacia el distrito del Rímac, al otro lado del Río Rímac. Los huertos y jardines de Lima Metropolitana, eran famosos por su colorido, olor y belleza (Cobo, 1639).

Para el año 1857, Lima Metropolitana contaba con una población de 94,195 habitantes, así como con 1,090 acequias. Muchas de estas recibían las descargas de aguas residuales de las primeras casas para luego alimentar de agua a las siguientes. Otras se dedicaban exclusivamente a la recolección de las aguas residuales y residuos domésticos. Por lo que, las acequias ahora eran portadoras de un sin fin de inmundicias, convirtiéndose de esta manera en un foco de infección de males endémicos (Fuentes, 1866).

Para principios del siglo XX, Lima Metropolitana contaba con una población de aproximadamente 120,000 habitantes, a partir del año 1904 se dio inicio al proceso de construcción de un sistema de alcantarillado subterráneo para la gran Lima Metropolitana. Hasta este momento el crecimiento poblacional se había acomodado alrededor del acceso al agua y de la facilidad que brindaban estos canales para eliminar los desperdicios poblacionales (ver Figura 24).



Fuente: (José Matos Mar, 1990)

Figura 24. Red de canales del río Rímac del año 1900

Sin embargo, el crecimiento poblacional vertiginoso del siglo XX, imposibilitó que se pudieran estimar alcantarillas que tengan la capacidad para conducir las aguas residuales de los nuevos asentamientos humanos. Siendo que para el año 1931, la población de Lima Metropolitana contaba con 408,436 hab., para 1940 ya se contaba con 645,172 hab. Ya con el crecimiento de los sistemas de agua potable y alcantarillas, la población dejó de asentarse en zonas con acequias para el abastecimiento de agua y descarga de aguas residuales. Sino que a partir del año 1943 se inició el crecimiento de la ciudad hacia la zona norte, zona este y luego la zona sur (José Matos Mar, 1990).

De acuerdo al Plan Maestro desarrollado entre los años 1940 – 1950, el sistema de alcantarillado se diseñó para una población al año 1985 de 2 millones de personas. Sin embargo, la gran migración de 1950 hasta 1970, desbordó estas expectativas, siendo que para el censo del 1972 ya se contaba con una población de más de 3 millones de habitantes y para el año 1988 de más de 7 millones. Esta migración, en su mayoría se estableció en las periferias de la ciudad, avanzando hacia los valles del río Chillón y Lurín. Por lo que, la ciudad de Lima creció sin reparos ni consideraciones de acceso al agua, mucho menos

de acceso a las acequias, las cuales ya estaban quedando en desuso, debido justamente al crecimiento urbanístico acelerado de la ciudad (José Matos Mar, 1990).

Por lo tanto, se puede concluir que la actual inequidad de acceso a una fuente superficial de agua para riego de los 28 distritos analizados, responde a cómo se ha venido desarrollando el crecimiento urbanístico de la ciudad. Siendo que inicialmente, en un período de 350 años la ciudad creció en del 100% de su población, por lo que la población se asentó acorde al crecimiento de las acequias alimentadas por los canales prehispánicos. Sin embargo, en el siglo XX, el crecimiento urbanístico acelerado, siendo que la población se incrementó en el 5,733%, hizo que los nuevos distritos periféricos crezcan sin mayores consideraciones del acceso al agua o de la descarga de sus residuos.

Sin embargo, es este crecimiento poblacional desordenado hacia las periferias, en este caso hacia el este, que permitirá contar con una fuente de recurso hídrico. Como es el caso del reúso de las aguas residuales domésticas, generadas por la población de las partes altas de la ciudad, asentadas en los distritos de Ate Vitarte en dirección hacia Chosica. Los cuales alimentan los diferentes colectores que descargan sus aguas a las PTAR de Santa Clara, Carapongo y San Antonio de Carapongo.

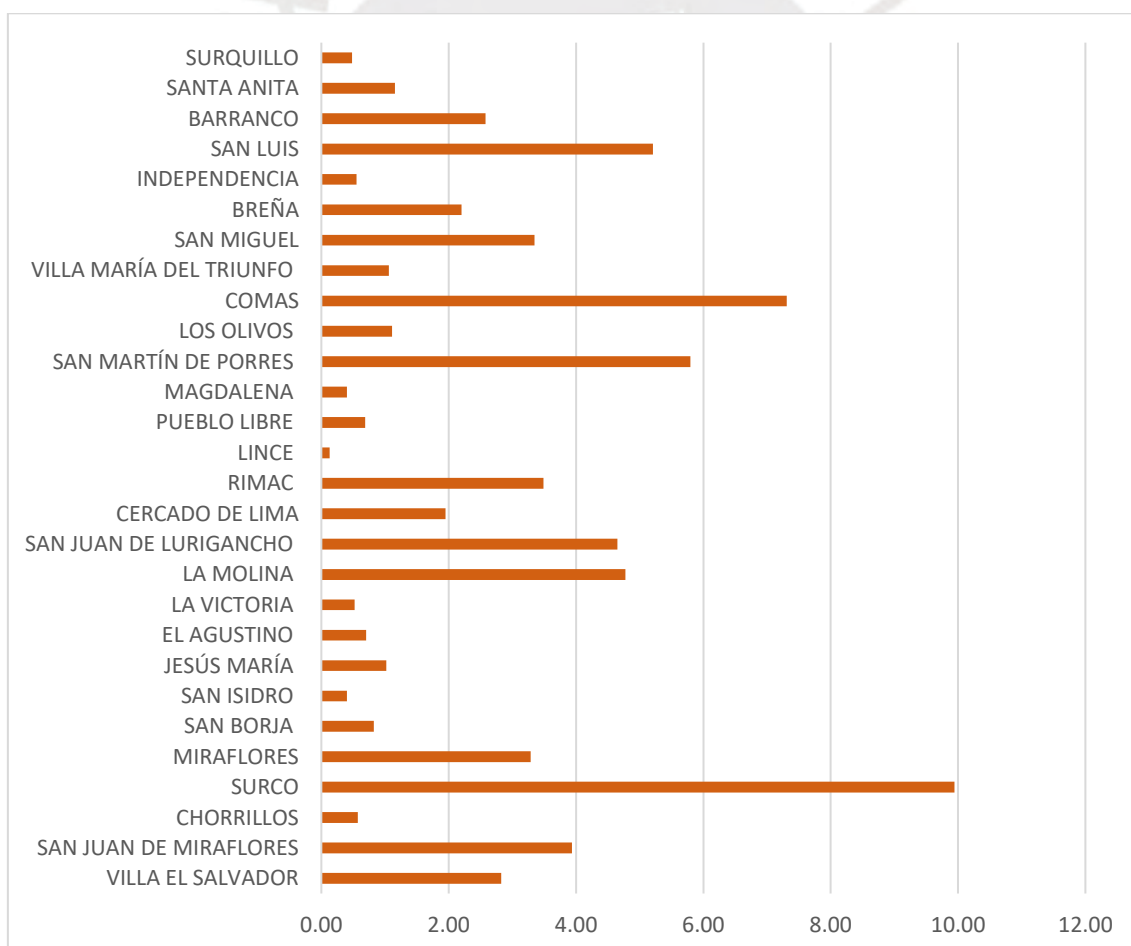
7.4.3.2. Inequidad de acceso al agua potable para riego

Considerando que, desde enero del año 2013, con la finalidad de desincentivar el uso de agua potable para el riego de las áreas verdes municipales, Sunass otorgó a SEDAPAL se incorpore a su tarifa comercial, el pago del uso del agua potable con fines riego de las áreas verdes municipales. Siendo que, para ese año los municipios pagaban una tarifa de S/. 2.42 por m³ y que actualmente, según su estudio tarifario 2015-2020, se paga un monto de 5.99 S/m³, es decir, ha pasado a ser más del doble de lo que se pagaba inicialmente.

Según el análisis realizado, esta estrategia, que tenía como objetivo principal la disminución del agua potable con fines de riego, no ha tenido el éxito esperado. Muy por el contrario, según la información recogida de campo, ha generado efectos negativos en el uso de agua potable para el riego de áreas verdes.

Uno de los efectos negativos más relevantes, es el incremento en la clandestinidad del uso del agua potable, a través de la instalación de conexiones clandestinas, ya sean instaladas por trabajadores del mismo municipio o por los habitantes aledaños a parques, los cuales, en vista de la desatención del riego de sus áreas verdes, optan por realizar estos actos ilícitos para lograr el acceso al agua con fines de riego. Se debe tener en cuenta que, al incrementarse la clandestinidad, se incrementó el desperdicio de agua, ya que no existe una medición de su uso, por lo tanto, un control adecuado del mismo.

Un segundo efecto negativo reconocido, es el incremento en la morosidad de las municipalidades de menos recursos, que no gozan de fuentes alternativas de recurso hídrico para el riego de sus áreas verdes. Esto debido a que, como se muestra en la Figura 25, los altos costos que genera el riego con agua potable, son difíciles de pagar por muchos municipios.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 25. Costo anual estimado del riego con agua potable por distrito en Millones de Soles.

Al respecto, se pudo identificar que el acceso al agua superficial de los canales del río Surco y Huatica, no ha resuelto el problema del uso del agua potable para el riego de áreas verdes. Siendo que Santiago de Surco es el distrito con mayor pago por agua potable para riego de sus áreas verdes, a pesar de contar con acceso al canal del río Surco. Esto quedó evidenciado en los reportes periodísticos publicados en febrero del 2013, una vez ejecutado la modificación tarifaria del uso de agua potable para el riego de áreas verdes.

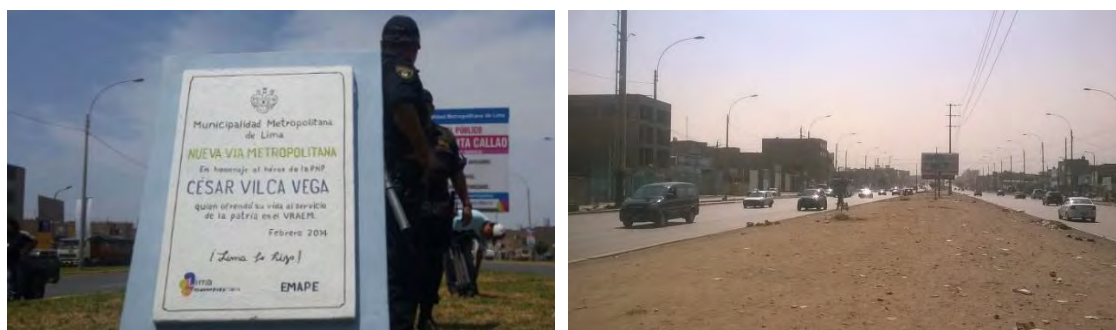
De la misma manera, los alcaldes municipales de los distritos de Pueblo Libre y Jesús María, señalaron en entrevista a medios locales, que el regado de las áreas verdes de su distrito se ha convertido en un problema para la administración edil por las tarifas que ha elevado SEDAPAL y que en la actualidad los canales de regadío tienen menos agua y que se requiere realizar las coordinaciones necesarias entre las municipalidades de Lima y SEDAPAL para que puedan viabilizar las plantas de tratamiento de agua que permitan contar con el líquido elemento necesario para regar los parques y jardines (AGENCIA PERUANA DE NOTICIAS, 2013).

Un tercer efecto negativo significativo identificado es el incremento de áreas verdes que pasaron a ser desatendidas debido a este incremento tarifario en el uso del agua potable para su riego. Si bien es cierto, no se cuenta con un dato estimado, de la cantidad de parques que quedaron desatendidos por ello, en las entrevistas realizadas se pudo percibir que este fue un punto de quiebre para la no atención de áreas verdes a cargo de las municipalidades.

La discontinuidad de los trabajadores públicos en los diferentes municipios, es un factor importante de que no exista información respecto a esas áreas que pasaron a ser desatendidas. Sin embargo, muchos entrevistados tenían experiencia desarrollada en otros municipios, por lo cual quedó la idea generalizada de áreas desatendidas, sin contar con un registro de ello.

Estos efectos negativos adquieren mayor significancia cuando, son los municipios con menores recursos los que no cuentan con la capacidad financiera para realizar los pagos del consumo de agua potable para riego, por lo que se dejan desatendidas áreas verdes

dentro de su jurisprudencia. Por consecuencia, las personas con menos recursos se ven obligas a prescindir de áreas verdes, disminuyendo así su calidad de vida (ver Figura 26).



(01) Fuente: El Comercio - 2014 (02) Foto: Cristopher Bieberach - 2019
 Figura 26. (01) Inauguración Av. Canta Callao / (02) Av. Canta Callao

actualmente. Distrito de San Martín de Porres.

Un efecto llamativo de la aplicación de esta nueva estructura tarifaria para el uso de agua potable en el riego de áreas verdes, se menciona en un reporte periodístico del diario El Comercio, publicado en marzo del 2017. Donde se menciona, que según reportes de SEDAPAL, en enero del 2017 se consumió 30% más de agua potable para riego que en el mismo mes del 2016. Adicionalmente, se presenta la Tabla 24 con los consumos del mes de enero de algunos distritos que son parte del presente estudio (El Comercio, 2017). Como dato resaltante, cabe mencionar, que el alcalde de la Municipalidad de Comas, comentó que se estaba evaluando la instalación de 10 PTAR para su distrito, por un monto de estimado de 36 millones de soles.

Tabla 24. *Incremento anual de consumos de agua potable para riego de áreas verdes municipales.*

Distrito	Consumo Enero 2016 (m³)	Consumo Enero 2017 (m³)
Lima	94,123	115,500
Surco	73,185	114,279
La Molina	62,611	94,201
San Juan de Lurigancho	55,004	82,468
Callao	81,148	82,395
San Miguel	33,265	45,187
San Borja	26,207	35,465

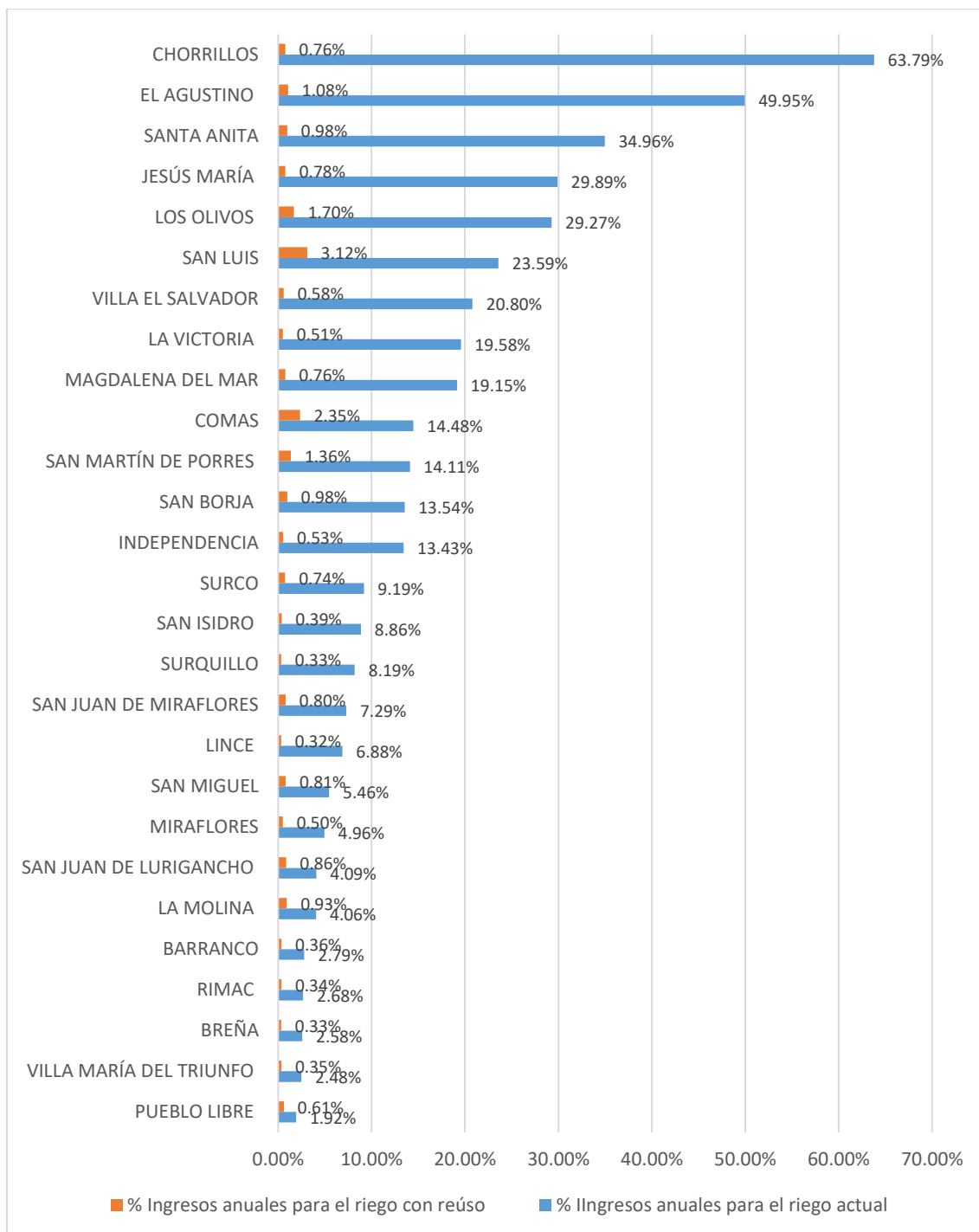
Distrito	Consumo Enero 2016 (m³)	Consumo Enero 2017 (m³)
San Martín de Porres	27,446	34,994
Miraflores	22,397	30,106
San Isidro	25,438	27,431
Villa El Salvador	18,515	24,263

Fuente: (El Comercio, 2017)

Estos efectos negativos, se pueden sustentar en dos factores importantes:

- A pesar del incremento tarifario, como se mostró en la Tabla 22, el uso del agua potable para riego, sigue siendo una de las alternativas más rentables. Esto debido a que, al encontrarse la red de distribución presurizada y cercana al área verde a regar, se ahorran los costos del pago de transporte mediante camión cisterna o sistemas de rebombeo.
- Las Municipalidades Distritales tienen como obligación encargarse del buen ornato de su distrito, por lo tanto, del mantenimiento de sus áreas verdes, así como del adecuado uso de sus recursos financieros. Por lo que, en caso no se cuenten con nuevas fuentes de recurso hídrico, que económica, social y ambientalmente sean viables para su uso en riego, se encontrarán impedidas de disminuir su consumo de agua potable con estos fines.

De lo mencionado, se busca que la alternativa planteada logre una distribución y acceso equitativo de agua de reúso para el riego de las áreas verdes municipales. Para ello, considerando la tarifa obtenida de reúso de agua residual, en la Figura 27 se muestra el porcentaje de lo que representaría el riego de las áreas verdes municipales por distrito respecto a sus ingresos promedios anuales. Los cuales se vieron disminuidos significativamente respecto al costo del sistema de riego actual mostrado en la Figura 13.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 27. Comparativo de porcentaje del costo de riego de áreas verdes con el planteamiento realizado con respecto a los ingresos promedios anuales por municipio.

A partir de la Figura 27, se puede concluir que el planteamiento realizado de riego de las áreas verdes municipales por un sistema integrado de reúso de aguas residuales, en caso de ser ejecutado. Generaría que todos los municipios, gasten menos del 5% de sus

ingresos promedios anuales en el riego de sus áreas verdes. De esta manera, se aseguraría una distribución equitativa del recurso hídrico para el riego, asegurando que todas las municipalidades tengan la capacidad para realizar su pago, por lo que se podría garantizar una disminución en su morosidad.

7.4.4. Evaluación ambiental

Para realizar la evaluación ambiental de lo que significaría la ejecución de un sistema integrado de reúso de aguas residuales urbanas en la ciudad Lima, se debe entender que una adecuada gestión del manejo de este recurso hídrico para el riego de las áreas verdes municipales, se encuentra intrínsecamente ligado a una mejora en la distribución y el mantenimiento de las áreas verdes municipales.

Por lo tanto, el sustento de los beneficios ambientales que generaría la implementación de la propuesta desarrollada, se soporta en los beneficios estéticos, ecológicos y sociales que generan las áreas verdes a las zonas urbanas. Según lo mencionado por Andrade (2012), a partir de la información de diferentes estudios seleccionados, pudo reconocer diversas funciones que son desempeñadas por las áreas verdes urbanas, tales como (Andrade, 2012):

- Mejoran el ornato de la ciudad.
- Mejoran en las condiciones climáticas: Proporcionan sombra, retención de agua atmosférica (lluvia, neblina, nubes, etc.), incrementan la evapotranspiración, regulador de la temperatura del aire.
- Disminuyen la contaminación atmosférica y sonora: protección acústica, las hojas cumplen un papel de base para acumulación de partículas suspendidas en el aire, disminuyen la contaminación visual, disminuyen la velocidad del viento.
- Mejoran de la calidad de agua y de aire.
- Retienen el dióxido de carbono (CO₂).
- Disminuyen la tensión, fatiga y el estrés debido al efecto terapéutico del contacto humano – naturaleza.
- Áreas ideales para el uso en actividades recreativas y de descanso.
- Permiten el reconocimiento de la vegetación oriunda de la zona pre existente de la ciudad.

- Posibilitan la existencia de una flora y fauna interna a la ciudad.
- Reducen la erosión, el polvo y el riesgo a inundaciones.
- Generan empleo, mercado de viveros municipales y de personal para el mantenimiento de las áreas verdes.

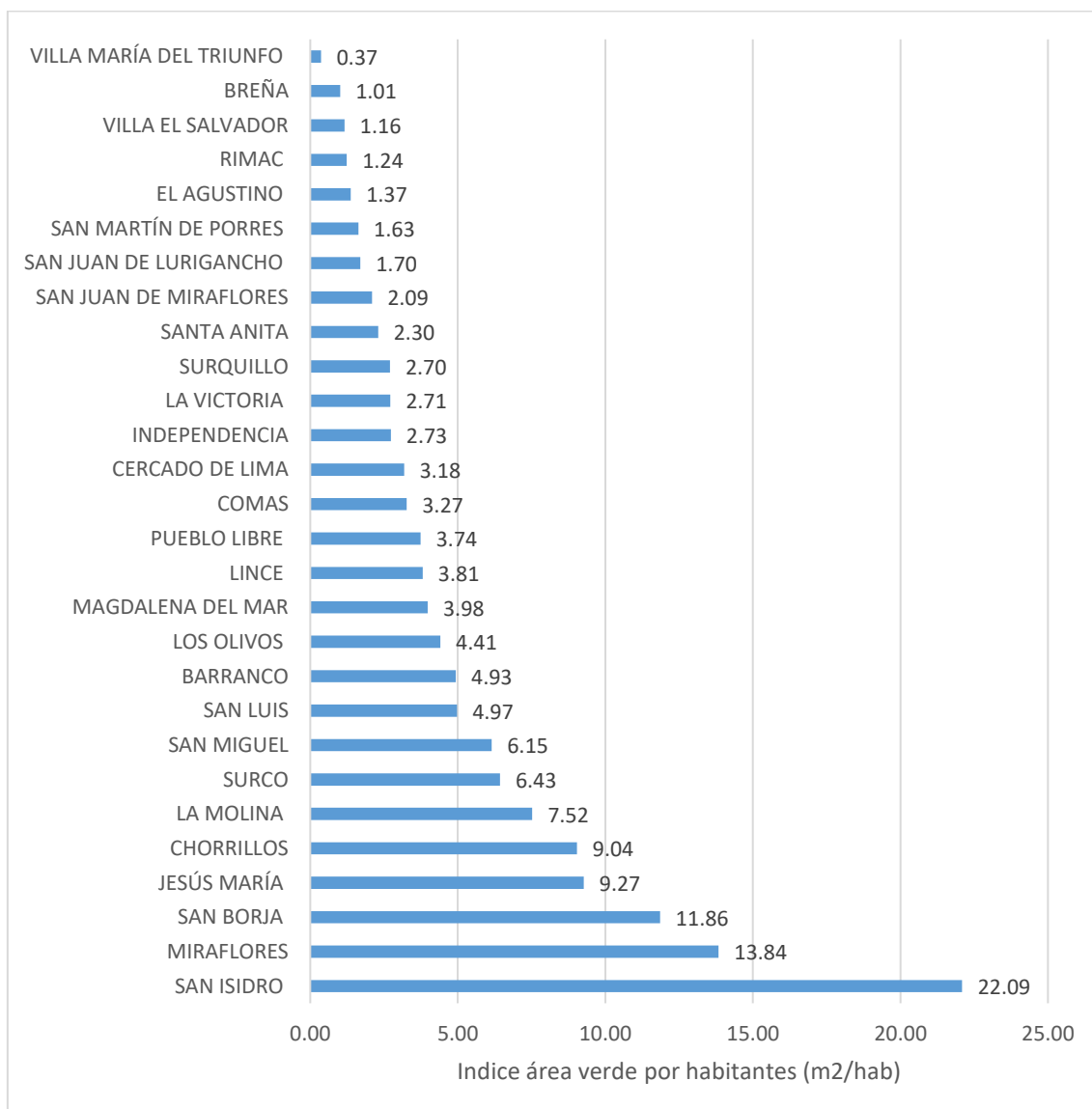
De lo mencionado se puede concluir, que las áreas verdes son esenciales para el desarrollo urbano sostenible. Siendo que estas, definen la identidad y el atractivo de la ciudad, y su presencia contribuye directamente con la calidad de vida de los habitantes de la ciudad.

Siguiendo los lineamientos presentados por el Ministerio del Ambiente (MINAM) en su página web, se menciona que la Organización Mundial de la Salud (OMS) resalta la importancia de las áreas verdes urbanas como una necesidad, por lo que su protección y conservación puede requerir la participación directa del Estado. Lo mencionado se encuentra altamente relacionado con la situación actual de las áreas verdes municipales de los 28 distritos, cuya conservación y mantenimiento, recae como responsabilidad principal en las autoridades municipales, por lo que su desatención genera reclamos constantes de los pobladores hacia los municipios.

El MINAM señala también, que parte del problema deficitario de las áreas verdes urbanas, es debido a los altos costos de mantenimiento y de planificación que se presenta en las ciudades (Ministerio del Ambiente, 2019).

Con la finalidad de establecer un indicador de área verde por habitante que ayude a entender la situación actual de los 28 distritos de la ciudad de Lima, se menciona una recomendación supuestamente planteada por la OMS de un estándar mínimo de 9 m² de áreas verdes por habitante. Sin embargo, según el artículo periodístico “La falacia de los 9 metros cuadrados de áreas verdes por habitante”, escrito por Ana Teyssier, se menciona que, desde hace más de 30 años, se hace uso de un estándar entre 9 y 15 m²/hab, pero que no se han encontrado registros oficiales emitidos por la OMS estableciendo ese estándar. Y que, al parecer, fue producto de una sugerencia planteada en alguna reunión de expertos donde participaron también funcionarios de la OMS y se comenzó a utilizar como patrón. (Teyssier, 2018)

Para nuestro estudio, si bien es cierto, este padrón de 9 m² de áreas verdes por habitante, no está establecido oficialmente, nos permite darnos una idea de la situación actual en la cual se encuentran las áreas verdes municipales de la ciudad de Lima. Por lo que, según datos presentados por el MINAM, a través del Sistema Nacional de Información Ambiental (SINIA), se menciona:



Fuente: (Sinia, 2018)

Figura 28. Superficie en m² de área verde urbana por habitante en Lima Metropolitana.

De la Figura 28, se podría concluir que la ciudad de Lima, no cumple con la cantidad de áreas verdes mínimas establecidas por la OMS, que aseguren una adecuada calidad de

vida de sus habitantes. Siendo que, de los 28 distritos analizados sólo los distritos de Chorrillos, Jesús María, San Borja, Miraflores y San Isidro cumplen con esta condición.

Por lo tanto, uno de los principales beneficios para la mejora en la gestión integrada de las aguas urbanas a partir del reúso de las aguas residuales en la ciudad de Lima, es el incremento de áreas verdes municipales bien cuidadas, incrementando de esta manera la calidad de vida de los ciudadanos. Por lo tanto, los beneficios ambientales del planteamiento realizado se encuentran directamente ligados a los beneficios y funciones que desempeñan las áreas verdes para la ciudad.

8. CONCLUSIONES

El crecimiento poblacional vertiginoso de la ciudad de Lima, ha generado un incremento de la demanda de agua potable urbana. Por lo que SEDAPAL, empresa encargada de la administración de los servicios de saneamiento, se ha visto obligada a explotar diferentes fuentes de agua, tales como el agua superficial del Río Rímac y el río Chillón; las aguas subterráneas abastecidas desde 463 pozos; los canales alimentados por los trasvases de agua por el MARCA I, MARCA III y MARCA IV; y actualmente se encuentra en ejecución una planta desalinizadora al sur de Lima.

Sin embargo, a pesar del incremento de infraestructura, con el Niño Costero del 2017 se denotó un escenario de estrés hídrico en la ciudad de Lima. Si bien es cierto, la cantidad de agua no se vio disminuida, debido a que hubo un significativo incremento en las precipitaciones de la cuenca, la calidad de agua sufrió una alteración importante debido al aumento excesivo de la turbidez. Estos han sobrepasado el umbral de potabilización de la principal planta de tratamiento de agua potable de la ciudad de Lima.

Para hacerle frente a esta situación de vulnerabilidad ante un posible escenario de Estrés Hídrico en la ciudad de Lima, es adecuado pensar en estrategias de gestión adecuadas para mejorar la eficiencia en el uso de los recursos hídricos, los cuales han demostrado ser escasos. Por lo mencionado, se identificó una nueva fuente de recurso hídrico como lo es el agua residual tratada generada en las partes altas de la ciudad de Lima, para el aprovechamiento en el riego de las áreas verdes municipales de los distritos de la cuenca del Río Rímac ubicados en las partes bajas de la ciudad (< 450 msnm). Esta nueva fuente

reemplazaría el alto consumo de agua potable de los municipios para el riego de sus áreas verdes urbanas.

Para cumplir con este objetivo, el planteamiento realizado buscó demostrar ser sostenible en el tiempo, por lo que se evaluó económica, social y ambientalmente. Para ello, a través de entrevistas, se buscó información de campo de los 28 distritos involucrados, respecto a la situación actual de sus áreas verdes municipales. La información solicitada se refería a la cantidad de áreas verdes actuales, las fuentes hídricas de las cuales se abastecen, su experiencia en el uso de estas fuentes y su experiencia en el reúso de aguas residuales. Destacando que, de las 13 entrevistas realizadas a trabajadores de las municipalidades distritales, involucrados en la conservación de sus áreas verdes, la totalidad de los entrevistados mostraron interés en la integración a una red de distribución de reúso de agua residual tratada. Esto debido principalmente a los problemas que tienen con la escasez de fuentes hídricas y los altos costos que representa la operación y mantenimiento de los actuales sistemas de riego, lo cual es un problema común de todos los municipios distritales.

Para dar soporte al planteamiento, se hizo un análisis de las políticas y normativas enfocadas a la promoción del uso de las aguas residuales. Siendo de esta manera que, se pudo identificar que el reúso de las aguas residuales se encuentra demarcado en el Objetivo 6 de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). A nivel nacional se puede mencionar que se encuentra contemplado en el Plan Nacional de Saneamiento 2017 – 2021 y en la Meta prioritaria N° 01 del Plan Nacional de Acción Ambiental, con el objetivo al año 2021 que el 50% de las aguas residuales urbanas tratadas sea reusadas.

Que de las 14 PTAR existentes en Lima Metropolitana operadas directamente por el equipo técnico de las municipalidades, sólo la que se ubica en la Av. Universitaria se encuentra funcionando adecuadamente, produciendo un agua con las características que las normas vigentes exigen para el riego de las áreas verdes municipales.

El agua del río Surco alimenta 17 distritos de Lima, tiene un costo de 0.10 S/m³, pero presenta diferentes problemas para su uso para riego de las áreas verdes municipales, el más resaltante es la mala calidad de agua debido a descargas de aguas residuales domésticas en su recorrido.

La tarifa comercial de agua potable de la red de SEDAPAL, establecida para riego de las áreas verdes municipales es de 5.212 S/m³. Y las regadas con aguas subterráneas generan un costo de 12 Soles/m³.

Que la ciudad de Lima, cuenta con una oferta no optimizada para el reúso de las aguas residuales tratadas con fines de riego de áreas verdes municipales; esto debido a que los efluentes de las PTAR de Santa Clara, Carapongo y San Antonio de Carapongo, cuentan con una producción de efluente de 52 mil m³/d, pero con una capacidad de producción a futuro de 92.5 mil m³/d; siendo que efluente podría ser utilizado para satisfacer la demanda de agua para riego de los 28 distritos evaluados, demanda estimada en 76 mil m³/d.

Que, debido a las diferencias en los ingresos financieros anuales entre las municipalidades, se podría concluir que uno de los principales problemas en la gestión del reúso de las aguas residuales urbanas que se viene desarrollando actualmente, a partir de la instalación de pequeñas PTAR por municipio y no de una forma integral en la ciudad, es que sólo puedan acceder a esta fuente hídrica las municipalidades con mayores ingresos, debido a que los costos de inversión, operación y mantenimiento sólo podrían ser cubiertos por estos municipios.

La ciudad de Lima, no cuenta con la infraestructura necesaria para la distribución equitativa del recurso hídrico de agua residual urbana tratada con fines de reúso en riego de áreas verdes municipales. Por lo que, las municipalidades actualmente hacen uso de diferentes tipos de fuentes de agua para riego que no permiten alcanzar una eficiencia económica del uso y la gestión del recurso hídrico.

Que como falla de mercado se debe reconocer el problema de identificar las externalidades, al hacer uso de una fuente de agua contaminada para el riego de las áreas verdes municipales como lo es el agua del río Surco o aguas residuales sin tratar. Las cuales generan enfermedades al exponerse a su contacto directo.

Que, para resolver los problemas económicos del lado de la oferta, se plantea considerar la ejecución y operación de la infraestructura hidráulica necesaria, con el objetivo de

poner a disposición de las municipalidades distritales el recurso hídrico. Entre las metas se debe tomar en cuenta:

- ✓ Mejoramiento de 02 plantas de tratamiento de aguas residuales.
- ✓ Creación de 03 reservorios para almacenamiento y regulación del efluente de agua.
- ✓ Creación de red de distribución de agua de reúso al ámbito de intervención de cada municipio distrital.

Actualmente, el reúso de las aguas residuales, se viene desarrollando mediante intervenciones focalizadas por distritos. Pero los costos de operación y mantenimiento de PTAR focalizadas por distritos, no asegura la sostenibilidad de las mismas, debido a:

- Altos costos operativos requeridos para contratar equipo técnico especializado en la operación y mantenimiento de los sistemas de tratamiento de aguas residuales.
- Altos costos para sistemas de distribución mediante camiones cisterna.
- Altos costos operativos y de capacidad técnica para el funcionamiento de equipos de rebombeo, en sistemas de distribución y riego tecnificado.

Según el análisis realizado, la tarifa recomendada de S/. 0.723 por m³ para el reúso de las aguas residuales, mediante el planteamiento desarrollado, es altamente competitiva con respecto a las tarifas estimadas de uso de otras fuentes de agua, como son agua potable, agua subterránea y las aguas superficiales por canales. Esto es posible, debido a que la topografía favorable de la ciudad de Lima y su distribución poblacional, disminuyen significativamente los costos operativos, prescindiendo de la adquisición, operación y mantenimiento de camiones cisterna o, en caso contrario, de los sistemas de bombeo y rebombeo requeridos para el traslado de agua.

Que, debido a los bajos costos de inversión que requeriría la ejecución del proyecto debido a que las 03 PTAR son existentes, a que los costos operativos del tratamiento de las aguas residuales de Lima Metropolitana se encuentran considerados en el estudio tarifario de SEDAPAL, que brindar el servicio de distribución de agua de reúso en conjunto con los servicios de saneamiento es más barato que hacerlo independiente; que SEDAPAL es la empresa Nacional con mayor experiencia en tratamiento y distribución de agua y que además es la responsable directa sobre la comercialización del efluente de las 03 PTAR; se recomienda que el cobro de la tarifa, así como de la operación y

mantenimiento del sistema integrado de reúso de las aguas residuales sea administrado en su totalidad por la EPS SEDAPAL, asegurando así su sostenibilidad.

La actual inequidad de acceso a una fuente superficial de agua para riego de los 28 distritos analizados, responde a cómo se ha venido desarrollando el crecimiento urbanístico de la ciudad. Siendo que, una vez fundada la ciudad de Lima, en un período de 350 años se incrementó sólo el 100% de su población, asentándose acorde al crecimiento de las acequias alimentadas por los canales prehispánicos. Sin embargo, en el siglo XX, el crecimiento urbanístico fue acelerado, tal es así que la población se incrementó en el 5,733%, e hizo que los nuevos distritos periféricos crezcan sin mayores consideraciones del acceso al agua o de la descarga de sus residuos.

Con la finalidad de desincentivar el uso de agua potable para el riego de las áreas verdes municipales, Sunass otorgó a SEDAPAL se incorpore a su tarifa comercial, el pago del uso del agua potable con fines riego de las áreas verdes municipales. Sin embargo, esta estrategia no ha tenido el éxito esperado, ya que, según el análisis realizado ha generado el incremento en la clandestinidad del uso del agua potable, a través de la instalación de conexiones clandestinas, se incrementó el desperdicio de agua, incremento en la morosidad de las municipalidades de menos recursos, incremento de áreas verdes que pasaron a ser desatendidas.

El planteamiento realizado de riego de las áreas verdes municipales por un sistema integrado de reúso de aguas residuales, generaría que todos los municipios, gasten menos del 5% de sus ingresos promedios anuales en el riego de sus áreas verdes. De esta manera, se aseguraría una distribución equitativa del recurso hídrico para el riego, asegurando que todas las municipalidades tengan la capacidad para realizar su pago, por lo que se podría garantizar una disminución en su morosidad.

De la evaluación ambiental realizada, la mejora de la gestión integrada del agua urbana a partir del reúso de las aguas residuales tratadas con fines de riego de las áreas verdes se encuentra estrechamente ligada a los beneficios y funciones que representan las áreas verdes dentro de la ciudad, siendo la más representativa la mejora de la calidad de vida de sus habitantes.

Finalmente, se concluye que el planteamiento de una red de reúso de agua residual urbana para 28 distritos de la ciudad de Lima Metropolitana es viable en términos económicos y ecológicos, equitativo en forma económica y social; y soportable en términos ecológicos y sociales.

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGENCIA PERUANA DE NOTICIAS. (24 de 02 de 2013). *Pedirán reducir tarifa de agua para riego de parques*. Obtenido de <https://andina.pe/agencia/noticia-pediran-reducir-tarifa-agua-para-riego-parques-448581.aspx>
- AIDIS. (2016). *USO SEGURO DEL AGUA PARA EL REÚSO*. Dra. Pilar Tello Espinoza, Dra Petia Mijailova, Dr. Rolando Chamy.
- ANA. (06 de 10 de 2018). *Autoridad Nacional del Agua*. Obtenido de Autoridad Administrativa del Agua Cañete - Fortaleza: <http://www.ana.gob.pe/organos-desconcentrados/autoridad-administrativa-del-agua-canete-fortaleza>
- ANA. (20 de 07 de 2019). *Autoridad Nacional del Agua*. Obtenido de Consejo de Recursos Hídricos de Cuenca Chillón - Rímac - Lurín: <http://www.ana.gob.pe/consejo-de-cuenca/chillon-rimac-lurin/portada>
- Andrade, R. d. (2012). Urbanismo y planificación: Áreas Verdes Urbanas. *Summa Humanitatis*, 21-22.
- aquafondo. (1 de 11 de 2015). *Lima, mega ciudad en el desierto*. Obtenido de http://aquafondo.org.pe/wp-content/uploads/2015/11/1._Lima_-_Megaciudad_en_el_Desierto.pdf
- ASANO, T. (1994). Irrigación con efluente de desagüe tratado. *Springer*, Berlin.
- Cobo, P. B. (1639). *Historia del Nuevo Mundo*. Madrid: Biblioteca de Autores Españoles.
- Congreso de la República. (23 de Marzo de 2009). LEY Nº 29338. *LEY DE RECURSOS HÍDRICOS*. Lima, Lima, Perú: El Peruano.
- Congreso de la República. (16 de 08 de 2015). DECRETO LEGISLATIVO Nº 1185. *DECRETO LEGISLATIVO QUE REGULA EL RÉGIMEN ESPECIAL DE MONITOREO Y GESTIÓN DE USO DE AGUAS SUBTERRÁNEAS A CARGO DE LAS ENTIDADES PRESTADORAS DE SERVICIOS DE SANEAMIENTO*. Lima, Lima, Perú: Diario El Peruano.
- CONGRESO DE LA REPÚBLICA. (29 de DICIEMBRE de 2016). DECRETO LEGISLATIVO Nº 1280. *DECRETO LEGISLATIVO QUE APRUEBA LA LEY MARCO DE LA GESTIÓN Y PRESTACIÓN DE LOS SERVICIOS DE SANEAMIENTO*. LIMA, LIMA, PERÚ: EL PERUANO.
- Diario El Comercio. (06 de Octubre de 2018). *El Comercio*. Obtenido de <https://elcomercio.pe/lima/SEDAPAL-confirmando-corte-agua-26-distritos-huacos-161347>

- El Comercio. (06 de 03 de 2017). *El Comercio*. Obtenido de Lima y Callao gastaron S/7,3 mlls en agua potable para regar: <https://elcomercio.pe/lima/lima-callao-gastaron-s-7-3-mlls-agua-potable-regar-143027?foto=2>
- F Zeman, E. S. (2012). *Metropolitan Sustainability : Understanding and Improving the Urban Environment*. California, Los Angeles, USA: S . P I N C E T L.
- Fuentes, M. A. (1866). *Estadística General de Lima*. Lima.
- Girón, M. O. (Diciembre de 2017). La ciudad nos agrade”: Gestionando conflictos por el agua en Lima Metropolitana. El caso del canal de riego Surco (2008 – 2016). Lima, Lima, Perú: ESCUELA DE POSGRADO - PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ.
- Gómez de Segura, R. B. (2014). *Del desarrollo sostenible según Brundtland a la sostenibilidad como biominerías*. Bilbao: Universidad del País Vasco - hegoa.
- Guevara, A. (2014). LA GESTIÓN (DES)INTEGRADA DEL AGUA EN LA CUENCA ALTA DEL RÍO ICA: EL CASO DE SANTA ROSA DE TAMBO, HUANCVELICA. En G. D. MARÍA TERESA ORÉ, *¿Escasez de agua? Restos para la gestión de la cuenca del río Ica* (págs. 173-226). Lima: Fondo Editorial PUCP.
- Howard, G. (2003). *Domestic Water Quantity, Service Level and Health*. Switzerland: World Health Organization.
- INEI. (2012). *INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA*. Obtenido de <https://www.inei.gob.pe/>
- INEI. (15 de 10 de 2017). *Instituto Nacional de Estadística e Informática*. Obtenido de <https://www.inei.gob.pe/>
- Jimenez Blanca, T. A. (2008). *Water reuse - An International Survey of current practice, issues and needs*. London: IWA Publishing.
- José Matos Mar, R. M. (1990). *AGUAS RESIDUALES, AGRICULTURA Y ALIMENTACIÓN EN LA GRAN LIMA*. LIMA: José Matos Mar.
- K-WATER - YOOSHIN ENGINEERING - PYUNGHWA ENGINEERING. (2015). *Plan Maestro para el Proyecto Restauración del Río Rímac*. Lima.
- Ley de Recursos Hídricos. (23 de Marzo de 2009). LEY N° 29338. *LEY N° 29338: LEY DE RECURSOS HÍDRICOS*. Lima, Lima, Perú: CONGRESO DE LA REPÚBLICA.
- Loose, D. (2015). *Diagnóstico de las plantas de tratamiento de aguas residuales en el ámbito de operación de las entidades prestadoras de servicios de saneamiento*. Lima: Cooperación Alemana, Sunass.
- MEF. (10 de 03 de 2019). *Ministerio de Economía y Finanzas*. Obtenido de Portal de Transparencia Económica : <https://www.mef.gob.pe/es/portal-de-transparencia-economica>
- MINAGRI. (28 de Diciembre de 2014). DECRETO SUPREMO N° 024-2014-MINAGRI. *Aprueban valores de Retribuciones Económicas a pagar por uso de agua superficial y subterránea y por el vertimiento de agua residual tratada a aplicarse en el año 2015*. Lima, Lima, Perú: Diario El Peruano.

- MINAM. (19 de 12 de 2011). PLAN NACIONAL DE ACCIÓN AMBIENTAL. *PLANAA - PERÚ 2011-2021*. LIMA, LIMA, PERÚ: MINISTERIO DEL AMBIENTE.
- Ministerio del Ambiente. (11 de 05 de 2019). *Sistema Nacional de Información Ambiental*. Obtenido de SINIA: <https://sinia.minam.gob.pe/indicadores/superficie-area-verde-urbana-habitante>
- Moscoso Cavallini, J. C. (2011). *Estudio de opciones de tratamiento y reúso de aguas residuales en Lima Metropolitana*. Lima: University of Stuttgart.
- MVCS. (2006). REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES. *IS 010: INSTALACIONES SANITARIAS DE EDIFICACIONES*. LIMA, PERU: Decreto Supremo N° 011-2006-VIVIENDA.
- MVCS. (2006). REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES. *NORMA OS.030: ALMACENAMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO*. LIMA, PERU: Decreto Supremo N° 011-2006-VIVIENDA.
- MVCS. (25 de Junio de 2017). DECRETO SUPREMO N° 018-2018-VIVIENDA. *Decreto Supremo que aprueba el Plan Nacional de Saneamiento 2017 - 2021*. Lima, Lima, Perú: El Peruano.
- Naciones Unidas. (1992). La Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo. *Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo*. Río de Janeiro.
- Observatorio del Agua: Chillón - Rímac - Lurín. (2018). *Análisis geoespacial de canales de riego en relación a las plantas de tratamiento de aguas residuales y áreas verdes en el ámbito de Lima Metropolitana*. Lima: Cooperación Alemana.
- Pilar Saura Calixto, M. Á. (2008). *La evolución del concepto de sostenibilidad y su incidencia en la educación ambiental*. Salamanca: Universidad de Salamanca.
- PNUMA. (02 de Octubre de 2018). *United Nations Environment Programme*. Obtenido de United Nations Environment Programme: <https://www.unenvironment.org/es/sobre-onu-medio-ambiente>
- Prada, E. P. (2016). *RECARGA DEL ACUÍFERO DE LIMA MEDIANTE EL USO DE AGUAS RESIDUALES TRATADAS*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Restrepo, M. F. (11 de Octubre de 2017). Wastewater Reuse in Agriculture: A Review about Its Limitations and Benefits. *Sustainability* .
- Robert I. McDonald, K. W. (2014). Water on an urban planet: Urbanization and the reach of urban water infrastructure. *ELSEVIER*, 1-10.
- SEDAPAL. (12 de 05 de 2019). *SEDAPAL*. Obtenido de Procesos de selección para proyectos y obras: <http://www.SEDAPAL.com.pe/expedientes-tecnicos>
- Segura, P. B. (2017). Luces y sombras del modelo de APP en la experiencia peruana. En J. E. Patricia Benavente, *Las Alianzas Público-Privadas (APP) en el Perú: Beneficios y riesgos* (págs. 20-61). Lima: Escuela de Gobierno y Políticas Públicas - Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Sinia. (07 de Agosto de 2018). *Sistema Nacional de Información Ambiental*. Obtenido de Superficie de área verde urbana por habitante: <https://sinia.minam.gob.pe/indicadores/superficie-area-verde-urbana-habitante>

- Suárez, W. O. (2012). *Integración de tratamiento y reúso: Propuesta metodológica para la formulación y evaluación de proyectos de inversión de reúso de aguas residuales domésticas*. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería - Facultad de Ingeniería Económica.
- SUNASS. (2010). *DETERMINACIÓN DE LA FÓRMULA TARIFARIA, ESTRUCTURA TARIFARIA Y METAS DE GESTIÓN APLICABLES A LA EMPRESA DE SERVICIO DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO - SEDAPAL S.A.* LIMA.
- SUNASS. (2014). *DETERMINACIÓN DE LA FÓRMULA TARIFARIA, ESTRUCTURA TARIFARIA Y METAS DE GESTIÓN APLICABLES A SEDAPAL S.A. PARA EL QUINQUENIO REGULATORIO 2015-2020*. Lima: Gerencia de Regulación Tarifaria.
- SUNASS. (2015). *DETERMINACION DE LA FORMULA TARIFARIA, ESTRUCTURA TARIFARIA Y METAS DE GESTIÓN APLICABLES A LA EMPRESA DE SERVICIO DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO - SEDAPAL S.A.* LIMA: SGS: Elaboración de Estudios Tarifarios.
- SUNASS. (2015). *DETERMINACIÓN DE LA FÓRMULA TARIFARIA, ESTRUCTURAS TARIFARIAS Y METAS DE GESTIÓN APLICABLES A LA EMPRESA SERVICIO DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE LIMA - SEDAPAL S.A. PARA EL QUINQUENIO REGULATORIO 2015 - 2020*. LIMA.
- SUNASS. (2018). *Benchmarking Regulatorio 2018*. Lima: SUNASS.
- Teyssier, A. (24 de 09 de 2018). La falacia de los 9 metros cuadrados de áreas verdes por habitante. *OPINIÓN*, págs. <http://www.e-consulta.com/opinion/2018-09-24/la-falacia-de-los-9-metros-cuadrados-de-areas-verdes-por-habitante>.
- THE UNITED NATIONS WORLD WATER. (2012). *MANAGING WATER UNDER UNCERTAINTY AND RISK. DEVELOPMENT REPORT 4 - VOLUME 1*. Fontenoy, Paris, France: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.
- TOLEDO, A. I. (2017). *EFICIENCIA HÍDRICA EN EL MANTENIMIENTO DE AREAS VERDES PÚBLICAS EN ZONAS URBANAS DESÉRTICAS: EL CASO DEL DISTRITO DE SAN BORJA, LIMA*. LIMA: PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ.
- UNESCO. (2017). *Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2017. Aguas residuales: El recurso desaprovechado*. Perú: Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura.
- University of Stuttgart - LIWA - Ing. Julio César Moscoso Cavallini. (2011). *ESTUDIO DE OPCIONES DE TRATAMIENTO Y REUSO DE AGUAS RESIDUALES EN LIMA METROPOLITANA*. LIMA: Ministerio Federal de Educación e Investigación .
- UN-Water. (2008). *Status Report on IWRM and Water Efficiency plan for CSD16*. 16ta sesion de la Comisión de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas.
- Vallejo, C. (22 de Enero de 2018). *Escuela de organización industrial*. Obtenido de Sostenibilidad e Innovación Responsable: www.eoi.es/blogs/sostenibilidad
- Vera, H. F. (06 de Octubre de 2018). *EL FENÓMENO: El Niño Costero*. Obtenido de SCRIBD: <https://es.scribd.com/document/365466980/Primer-Articulo-SEDAPAL>

Water Partnership Program. (2012). *Gestión Integral de Aguas Urbanas - Síntesis*. Washington DC 20433: Oficina de Publicaciones, Banco Mundial.

10. ANEXOS

ANEXO 01: FICHAS RESUMEN DE LA INFORMACIÓN ENTREGADA POR LOS 28 DISTRITOS.

ANEXO 02: CUADRO DE REINVERSIONES.

ANEXO 03: CUADRO COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.

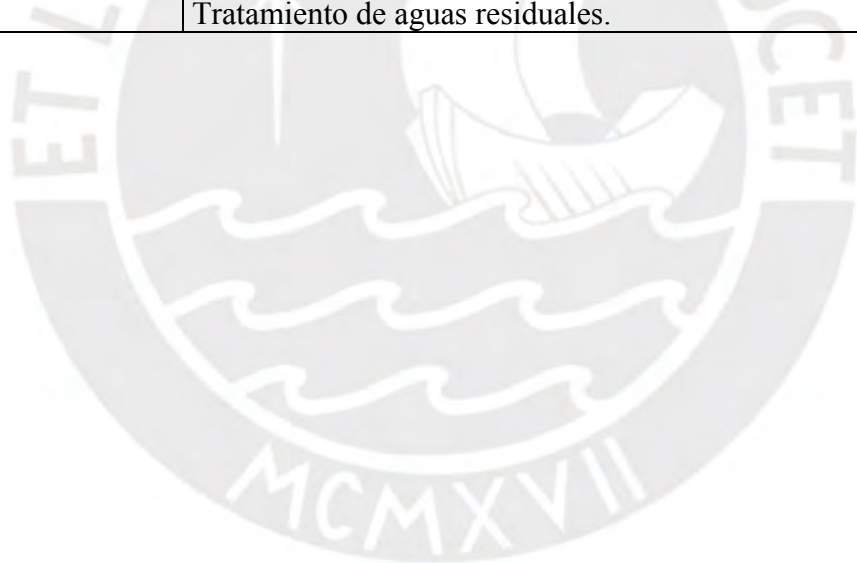


EMPRESA:	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE MIRAFLORES
ENTREVISTADO:	VICTOR CABRERA
AREA:	SUBGERENCIA DE AREAS PÚBLICAS Y ÁREAS VERDES
DOCUMENTO:	Carta N° S/N
RESPUESTA:	ENTREVISTA
PREGUNTA N 01:	Listado de infraestructura y proyectos de sistemas de riego tecnificado que se hayan ejecutado dentro de su jurisdicción.
	CAPITAL WATER, empresa concesionaria por un período de 25 años ubicada en el Parque María Reiche, se ejecutó el proceso de iniciativa privada por Asociación Pública Privada, se encarga del tratamiento de agua residual doméstica en el Distrito de Miraflores – Lima, para su reutilización en el riego de las áreas verdes (parques y jardines). La Municipalidad Distrital de Miraflores realiza el riego de sus parques y jardines a través de un sistema automatizado de tuberías y cisternas instaladas en diferentes partes del distrito. Este proceso a su vez permite liberar agua potable para consumo humano, agua que antes era utilizada para el riego de las áreas verdes.
PREGUNTA N 02:	Cómo realiza el riego de áreas verdes la municipalidad de Miraflores
	1200000 m ² de áreas verdes, 50% SEDAPAL, 30% al río Surco, 10% pozos.
PREGUNTA N 03:	Listado de plantas de tratamiento de aguas residuales con fines de reúso cuenta su municipio, con las características de las mismas.
	Las soluciones para el sector urbano emplean la tecnología MBBR (Moving Bed Bio Reactor), basada en el desarrollo de biomasa en soportes plásticos (carriers) que se encuentran suspendidos en el licor mezcla del reactor biológico. Estos soportes facilitan el crecimiento de mayor cantidad de microorganismos por unidad de volumen que en un sistema convencional. Es una solución efectiva, compacta, eficiente en el uso de recursos, completamente automatizada y con mínimo requerimiento de mantenimiento. El diseño modular incluye tratamiento primario, secundario y biológico; adaptable para municipalidades urbanas, comunidades aisladas y tierras de uso agrícola o industrial en diferentes medios geográficos. La PTAR actualmente produce al menos 750 m ³ /d a un costo de 2.80 S/m ³ , cumple con los ECA, hace mención de que cuenta con los trámites normativos vigentes, presentan sus monitoreos mensuales, cuenta con una línea de impulsión y sistemas de bombeos para 15 parques de la costa verde, adicional a ello por cisternas también se riega, en total se riega con reúso 150,000 m ² de áreas verdes.

EMPRESA:	MUNICIPALIDAD METROPOLITANA DE LIMA
ENTREVISTADO:	ENRIQUE CRUZ GUZMAN
AREA:	SUBGERENTE DE RECURSOS NATURALES
DOCUMENTO:	Carta N° 06-2018/PUCP/MGRH-HJBM
RESPUESTA:	Carta N° 03-2018-MML-GSCGA-SRN
PREGUNTA N 01:	Listado de infraestructura y proyectos de sistemas de riego tecnificado que se hayan ejecutado dentro de su jurisdicción.
	Plaza de Armas, Plaza San Martín, Plaza Bélgica, Parque Monserrate, Parque Medicina, Rampa de Chabuca, Plazuela Buenos Aires, Parque Cercado y en la Berma Lateral de la Av. Colonial, cuentan con sistema de riego tecnificado.
PREGUNTA N 02:	Áreas verdes que se encuentran dentro de su jurisdicción, diferenciado por tipo de riego o recurso hídrico utilizado para su riego.
	Respecto a la cantidad de áreas verdes en el Cercado de Lima, se tiene 845 289.78 m ² , las cuales la mayoría son regados con agua del río y menor cantidad con punto de agua. En cuanto al costo de riego con punto de agua es de 3'114,463.42 soles (Año 2017).
PREGUNTA N 03:	Listado de pozos en funcionamiento destinados al riego de áreas verdes de su municipio.
	La MML no cuenta con pozos en funcionamiento destinados para el riego de áreas verdes.
PREGUNTA N 04:	Listado de plantas de tratamiento de aguas residuales con fines de reúso que cuenta su municipio, con las características de las mismas.
	La MML, cuenta con una planta de tratamiento de aguas residuales ubicada en la Av. Colonial, la misma que no se encuentra en funcionamiento.

EMPRESA:	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PUEBLO LIBRE																																	
ENTREVISTADO:	JAVIER JESUS ALZAMORA LOPEZ																																	
AREA:	SUBGERENTE DE RECURSOS NATURALES																																	
DOCUMENTO:	Carta N° 25-2018/PUCP/MGRH-HJBM																																	
RESPUESTA:	INFORME N°076-2018-MPL-GDUA-SGGA																																	
PREGUNTA N 01:	Áreas verdes que se encuentren dentro de su jurisdicción, diferenciado por tipo de riego o recurso hídrico utilizado para su riego																																	
	<p>Pueblo Libre, cuentan con 119 espacios verdes urbanos, con una extensión de 308,418.00 m²; según se detalla en la siguiente tabla:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">AREAS VERDES DEL DISTRITO DE PUEBLO LIBRE</th> </tr> <tr> <th>Categoría de Área Verde</th> <th>Cantidad de Vías</th> <th>Área Total (m²)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Avenidas</td> <td>23</td> <td>44,006.00</td> </tr> <tr> <td>Boulevard</td> <td>1</td> <td>900.00</td> </tr> <tr> <td>Jardines</td> <td>5</td> <td>3,598.00</td> </tr> <tr> <td>Óvalos</td> <td>5</td> <td>290.11</td> </tr> <tr> <td>Paseos</td> <td>1</td> <td>2,921.00</td> </tr> <tr> <td>Plazas</td> <td>2</td> <td>6,980.87</td> </tr> <tr> <td>Parques</td> <td>79</td> <td>248,742.02</td> </tr> <tr> <td>Triangulo Viales</td> <td>3</td> <td>980.00</td> </tr> <tr> <td>Total</td> <td>119</td> <td>308,418.00</td> </tr> </tbody> </table>	AREAS VERDES DEL DISTRITO DE PUEBLO LIBRE			Categoría de Área Verde	Cantidad de Vías	Área Total (m ²)	Avenidas	23	44,006.00	Boulevard	1	900.00	Jardines	5	3,598.00	Óvalos	5	290.11	Paseos	1	2,921.00	Plazas	2	6,980.87	Parques	79	248,742.02	Triangulo Viales	3	980.00	Total	119	308,418.00
AREAS VERDES DEL DISTRITO DE PUEBLO LIBRE																																		
Categoría de Área Verde	Cantidad de Vías	Área Total (m ²)																																
Avenidas	23	44,006.00																																
Boulevard	1	900.00																																
Jardines	5	3,598.00																																
Óvalos	5	290.11																																
Paseos	1	2,921.00																																
Plazas	2	6,980.87																																
Parques	79	248,742.02																																
Triangulo Viales	3	980.00																																
Total	119	308,418.00																																
	El servicio de riego de las áreas verdes del distrito se realiza por administración directa bajo tres modalidades:																																	
	<p>Riego por Canal de Regadío (Gravedad): El riego por gravedad o canal, se abastece tres veces a la semana con agua proveniente del canal Huatica y se realiza de manera secuencial a lo largo de la red de canales que cuenta el distrito cubriendo en gran parte la necesidad de riego de los parques más grandes del distrito (9) con un total de 79,132.83 m² y las bermas centrales de las principales avenidas del distrito (7) con un total de 24,637.00 m²; Este tiene un costo anual de 19,359.46 soles.</p>																																	
	<p>Riego por Camión Cisterna: La frecuencia de riego por este sistema es de 2 veces, por semana en el verano y una vez por semana en el invierno. Este servicio se brinda por descarga controlada a través de motobomba desde el tanque cisterna al área verde. Este sistema permite atender un total de 57 áreas verdes que equivale a 90,288.59 m² de áreas verdes. El distrito cuenta con 2 camiones cisterna de 4,000 galones de capacidad. El abastecimiento de agua para el riego por cisterna se realiza desde nuestro depósito de concreto de 10 m³ de capacidad de almacenamiento que es abastecida directamente del canal de Huatica ubicada en la Cuadra 3 de la Av. Colombia (Local de Serenazgo).</p>																																	

	<p>Por Punto de Agua (SEDAPAL): La necesidad de este servicio de agua para riego, radica en que la necesidad de riego de las áreas verdes del distrito no es cubierta con el agua proveniente del canal de regadío, ya que, o no tienen implementado un sistema de canal o son de difícil acceso para los camiones cisterna; tal es así que el sistema de riego por puntos de agua de SEDAPAL, que son conexiones directas de la red de agua potable, atiende 45 áreas verdes que conjugan un total de 119,280.6 m².</p>
PREGUNTA N 02:	Listado de infraestructura y proyectos de sistemas de riego tecnificado que se hayan ejecutado dentro de su jurisdicción.
	La Municipalidad de Pueblo Libre, cuenta con el proyecto “MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DE LA POZA DE SEDIMENTACION DE LAS AGUAS DEL CANAL DEL RIO HUATICA PARA EL RIEGO DE LAS AREAS VERDES DEL DSITRITO DE PUEBLO – LIBRE – PROVINCIA DE LIMA – DEPARTAMENTO DE LIMA”, el que ya cuenta con Código Único 2351062 de Inversión en INVIERTE.PE del Ministerio de Economía y Finanzas.
PREGUNTA N 03:	Listado de plantas de tratamiento de aguas residuales con fines de reúso que cuenta su municipio, con las características de la misma.
	La municipalidad de Pueblo Libre no cuenta con Planta de Tratamiento de aguas residuales.



EMPRESA:	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SAN BORJA																																																														
ENTREVISTADO:	William Pérez-Albela																																																														
AREA:	Gerencia de Medio Ambiente																																																														
DOCUMENTO:	Carta N° 11-2018/PUCP/MGRH-HJBM																																																														
RESPUESTA:	CORREO ELECTRÓNICO																																																														
PREGUNTA N 01:	Áreas verdes que se encuentren dentro de su jurisdicción, diferenciado por tipo de riego o recurso hídrico utilizado para su riego																																																														
	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">N°</th> <th rowspan="2">DESCRIPCIÓN</th> <th>AREA</th> <th colspan="5">SISTEMA DE RIEGO</th> </tr> <tr> <th>(M2)</th> <th>GRAVEDAD</th> <th>MOTOBOMBA</th> <th>CISTERNA</th> <th>PTOS.AGUA</th> <th>ASPERION</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>PARQUES PUBLICOS</td> <td>693,402.00</td> <td>288,433.60</td> <td>59,699.30</td> <td>15,630.90</td> <td>99,793.10</td> <td>229,845.10</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>BERMA DE AVENIDAS</td> <td>414,969.50</td> <td>240,642.80</td> <td>37,421.80</td> <td>61,949.00</td> <td>9,369.20</td> <td>65,586.70</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>TRIANGULOS</td> <td>12,653.70</td> <td>642.30</td> <td>0.00</td> <td>12,011.40</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>PASAJES</td> <td>7,097.30</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>7,097.30</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>OTRAS AREAS</td> <td>224,576.50</td> <td>94,725.80</td> <td>0.00</td> <td>96,464.90</td> <td>33,385.80</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td colspan="2">TOTAL</td> <td>1,352,699.00</td> <td>624,444.50</td> <td>97,121.10</td> <td>193,153.50</td> <td>142,548.10</td> <td>295,431.80</td> </tr> </tbody> </table>	N°	DESCRIPCIÓN	AREA	SISTEMA DE RIEGO					(M2)	GRAVEDAD	MOTOBOMBA	CISTERNA	PTOS.AGUA	ASPERION	1	PARQUES PUBLICOS	693,402.00	288,433.60	59,699.30	15,630.90	99,793.10	229,845.10	2	BERMA DE AVENIDAS	414,969.50	240,642.80	37,421.80	61,949.00	9,369.20	65,586.70	3	TRIANGULOS	12,653.70	642.30	0.00	12,011.40	0.00	0.00	4	PASAJES	7,097.30	0.00	0.00	7,097.30	0.00	0.00	5	OTRAS AREAS	224,576.50	94,725.80	0.00	96,464.90	33,385.80	0.00	TOTAL		1,352,699.00	624,444.50	97,121.10	193,153.50	142,548.10	295,431.80
N°	DESCRIPCIÓN			AREA	SISTEMA DE RIEGO																																																										
		(M2)	GRAVEDAD	MOTOBOMBA	CISTERNA	PTOS.AGUA	ASPERION																																																								
1	PARQUES PUBLICOS	693,402.00	288,433.60	59,699.30	15,630.90	99,793.10	229,845.10																																																								
2	BERMA DE AVENIDAS	414,969.50	240,642.80	37,421.80	61,949.00	9,369.20	65,586.70																																																								
3	TRIANGULOS	12,653.70	642.30	0.00	12,011.40	0.00	0.00																																																								
4	PASAJES	7,097.30	0.00	0.00	7,097.30	0.00	0.00																																																								
5	OTRAS AREAS	224,576.50	94,725.80	0.00	96,464.90	33,385.80	0.00																																																								
TOTAL		1,352,699.00	624,444.50	97,121.10	193,153.50	142,548.10	295,431.80																																																								
PREGUNTA N 02:	Listado de infraestructura y proyectos de sistemas de riego tecnificado que se hayan ejecutado dentro de su jurisdicción.																																																														
	GRAVEDAD --> Agua de rio (Canal Surco) Motobomba --> Agua de rio (Canal Surco) Punto de Agua --> Agua potable (SEDAPAL) Aspersión --> Agua de rio (Canal Surco) Cisterna --> Agua de Pozo (Subterránea)																																																														
PREGUNTA N 03:	Listado de plantas de tratamiento de aguas residuales con fines de reúso que cuenta su municipio, con las características de la misma.																																																														
	San Borja aún no cuenta con una PTAR, pero hay un perfil elaborado y se estima que la construcción inicie en el 2019. Sin embargo, si contamos con 2 Plantas de Tratamiento de Agua del Canal Surco.																																																														

EMPRESA:	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE JESÚS MARÍA
ENTREVISTADO:	DIANA ASTUYARI
AREA:	GESTIÓN AMBIENTAL
DOCUMENTO:	Carta N° 13-2018/PUCP/MGRH-HJBM
RESPUESTA:	ENTREVISTA Y CORREO ELECTRÓNICO

Áreas verdes que se encuentren dentro de su jurisdicción, diferenciado por tipo de riego o recurso hídrico utilizado para su riego.

PREGUNTA N 01:

NOMBRE DEL ÁREA VERDE A INVENTARIAR	<> Sistema de Riego (m ² regados)					
	Tecnificado		Convencional			
	Aspersión	Goteo	Inundación o Gravedad	Dispersión con Camion Cisterna	Uso de manguera del punto de Agua	Motobomba
664,927.74	35,291.04	0.00	181,930.62	291,729.49	142,040.30	13,936.30

PREGUNTA N 02:	Listado de infraestructura y proyectos de sistemas de riego tecnificado que se hayan ejecutado dentro de su jurisdicción.
	Riego tecnificado es a partir de la conexión de SEDAPAL, adicionado con sistemas de bombeo de parques. El río Huatica riega el resto de áreas verdes, se informa que tienen problemas de contaminación por presencia de ajos y el carbón activado vertido por SEDAPAL. Tienen problemas de desabastecimiento en caso de cierre o falta de mantenimiento del río Huatica, en el momento del fenómeno del niño costero se hizo uso del pozo del Lawn Tennis, del cual se recolectó mediante cisternas y se hizo uso del riego de los parques. Menciona que el desabastecimiento de agua en esa época generó grandes problemas en el distrito, en general de gente mayor.
PREGUNTA N 03:	Listado de plantas de tratamiento de aguas residuales con fines de reúso que cuenta su municipio, con las características de la misma.
	No cuentas con plantas de tratamiento de aguas residuales.



EMPRESA:	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SAN ISIDRO	
ENTREVISTADO:	Gerardo Ito	
CARGO:	Supervisor de Riego	
DOCUMENTO:	Carta N° 12-2018/PUCP/MGRH-HJBM	
RESPUESTA:	ENTREVISTA Y CORREO ELECTRÓNICO	
PREGUNTA N 01:	Áreas verdes que se encuentren dentro de su jurisdicción, diferenciado por tipo de riego o recurso hídrico utilizado para su riego	
	El Distrito de San Isidro cuenta con 1'167,635.35 m ² información al 2018. El agua de río Surco es captada del río Rímac, se ve contaminada en el camino hacia San Isidro, no tiene gran carga orgánica al momento de su captación, sólo sólidos suspendidos de ajos u ollucos provenientes del mercado de Santa Anita. Antes se tenía 36% riego tecnificado de agua río Surco, 30% por inundación del río Surco por gravedad (se tiene proyectado mejoras en su riego tecnificado), camiones cisterna recoger agua de 04 pozas del río Surco y riega el 28%, puntos de agua de bermas o jardines aislado de agua de SEDAPAL 1.58%, existe zona mixta 3.09% de agua poatable y cisterna. 2 veces por semana les toca riego de río Surco por 12 h. se paga por 600 lps pero solo llega 200 lps. El río Surco sale del río Rímac, cuando hay bajo caudal en el río se prioriza el ingreso a la Atarjea.	
PREGUNTA N 02:	Listado de infraestructura y proyectos de sistemas de riego tecnificado que se hayan ejecutado dentro de su jurisdicción.	
	Plaza Luis Aldana.	Plaza 31
	Parque El Bosque El Olivar.	Parque General La Fuente.
	Parque Mariscal Manuel Gamarra.	Parque Manuel Vicente Villarán.
	Parque Alberto Hurtado Abadia	Plaza Bollar
PREGUNTA N 03:	Listado de plantas de tratamiento de aguas residuales con fines de reúso que cuenta su municipio, con las características de la misma.	
	3.a Planta de Tratamiento de Agua de Riego Javier Prado. El agua captada del canal del Rio Surco es procesada mediante rejas manuales y automáticas; decantación con sedimentadores de placas paralelas y desinfección, tiene una capacidad de tratamiento de 600 litros/sundo.	

3.b Planta de tratamiento de agua residual Godofredo – Parque Ecológico, proyectado con proceso primarios y secundarios 2.5 lps.



EMPRESA:	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE LOS OLIVOS
ENTREVISTADO:	Ex Funcionario
CARGO:	Encargado de riego de áreas verdes
DOCUMENTO:	Carta N° 23-2018/PUCP/MGRH-HJBM
RESPUESTA:	Entrevista Telefónica
PREGUNTA N 01:	Áreas verdes que se encuentren dentro de su jurisdicción, diferenciado por tipo de riego o recurso hídrico utilizado para su riego
	Nos hace mención que el área de riego se encuentra en los datos del INEI.
PREGUNTA N 02:	Listado de infraestructura y proyectos de sistemas de riego tecnificado que se hayan ejecutado dentro de su jurisdicción.
	Se cuenta con 03 pozos para el riego de las áreas verdes con aguas subterráneas, con una profundidad aproximada de 100 m. De estos pozos, los 02 ubicados en el río Chillón cuentan con permiso de uso de la ANA y el 3er pozo de los Rosales cuenta con observaciones al trámite de permiso de uso de agua. También menciona que no se realiza el pago de la tarifa por la gestión del acuífero a la EPS SEDAPAL, debido a que presenta un costo muy alto aprox. S/. 3'000,000, el cual entró en vigencia a partir del 2018. Se cuenta con redes de riego tecnificado para el mejor aprovechamiento del recurso, se cuenta con cisternas y cámaras de bombeo de agua.
PREGUNTA N 03:	Listado de plantas de tratamiento de aguas residuales con fines de reúso que cuenta su municipio, con las características de la misma.
	No cuenta con plantas de tratamiento de aguas residuales, no realiza reúso de aguas residuales.

EMPRESA:	MUNICIPALIDAD DISTRITAL CHORRILLOS
ENTREVISTADO:	Sr. Pinto
CARGO:	Encargado mantenimiento de áreas verdes
DOCUMENTO:	Carta N° 09-2018/PUCP/MGRH-HJBM
RESPUESTA:	Entrevista Telefónica
PREGUNTA N 01:	Áreas verdes que se encuentren dentro de su jurisdicción, diferenciado por tipo de riego o recurso hídrico utilizado para su riego
	Nos hace mención que el área de riego se encuentra en los datos del INEI.
PREGUNTA N 02:	Listado de infraestructura y proyectos de sistemas de riego tecnificado que se hayan ejecutado dentro de su jurisdicción.
	Cuenta con 02 pozos subterráneos, 15 camiones cisterna, no cuentan con permisos de uso de agua subterránea, tampoco realizan el pago de la tarifa de la gestión del acuífero a la EPS SEDAPAL. Hace mención de demanda de agua de 1.30 gln/m ² /d en verano y 0.31 gln/m ² /d en invierno. No se hace uso del río Surco debido a que no le han hecho el mantenimiento del canal, ya que el distrito no participa como usuario de riego. Por lo que el canal se encuentra colapsado en su trayectoria en el distrito, uno de los principales motivos es porque pasa por terrenos privados.
PREGUNTA N 03:	Listado de plantas de tratamiento de aguas residuales con fines de reúso que cuenta su municipio, con las características de la misma.
	No cuenta con plantas de tratamiento de aguas residuales, no realiza reúso de aguas residuales.

EMPRESA:	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE LA MOLINA												
ENTREVISTADO:	Ing. Cesar Augusto Palomino Galvan												
CARGO:	Subgerencia de Estudios y Proyectos												
DOCUMENTO:	Carta N° 16-2018/PUCP/MGRH-HJBM												
RESPUESTA:	Carta N° 79-2019-MDLM-SG e Informe N° 134-2018-MDLM-GGAOP/SGEP												
PREGUNTA N 01:	Áreas verdes que se encuentren dentro de su jurisdicción, diferenciado por tipo de riego o recurso hídrico utilizado para su riego												
	<table border="1"> <tr> <th colspan="3">TOTAL DE AREAS VERDES PUBLICAS SEGÚN TIPO DE RECURSO HIDRICO EN METROS CUADRADOS</th> </tr> <tr> <th colspan="3">Cant. De Area Verde regada según:</th> </tr> <tr> <th>Pto agua</th> <th>Canal</th> <th>Agua Tratada</th> </tr> <tr> <td>828,703.97</td> <td>669,980.53</td> <td>37,328.00</td> </tr> </table>	TOTAL DE AREAS VERDES PUBLICAS SEGÚN TIPO DE RECURSO HIDRICO EN METROS CUADRADOS			Cant. De Area Verde regada según:			Pto agua	Canal	Agua Tratada	828,703.97	669,980.53	37,328.00
TOTAL DE AREAS VERDES PUBLICAS SEGÚN TIPO DE RECURSO HIDRICO EN METROS CUADRADOS													
Cant. De Area Verde regada según:													
Pto agua	Canal	Agua Tratada											
828,703.97	669,980.53	37,328.00											
PREGUNTA N 02:	Listado de infraestructura y proyectos de sistemas de riego tecnificado que se hayan ejecutado dentro de su jurisdicción.												
	13 proyectos ejecutados y 14 proyectos en ejecución o elaboración.												
PREGUNTA N 03:	Listado de plantas de tratamiento de aguas residuales con fines de reúso que cuenta su municipio, con las características de la misma.												
	<table border="1"> <tr> <th colspan="2">Planta de tratamiento de aguas residuales</th> </tr> <tr> <th>Cantidad</th> <th>Tipo</th> </tr> <tr> <td>1</td> <td>Lodos Activados</td> </tr> </table>	Planta de tratamiento de aguas residuales		Cantidad	Tipo	1	Lodos Activados						
Planta de tratamiento de aguas residuales													
Cantidad	Tipo												
1	Lodos Activados												

EMPRESA:	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE COMAS
ENTREVISTADO:	Anónimo
CARGO:	Trabajador de Gerencia de gestión ambiental
DOCUMENTO:	Carta N° 24-2018/PUCP/MGRH-HJBM
RESPUESTA:	Entrevista personal
PREGUNTA N 01:	Áreas verdes que se encuentren dentro de su jurisdicción, diferenciado por tipo de riego o recurso hídrico utilizado para su riego
	<p>No cuenta con el dato exacto de la cantidad de áreas verdes. Pero para el riego de las áreas verdes, la Municipalidad Distrital de Comas hace uso de:</p> <p>a) Planta de tratamiento de aguas residuales, ubicada entre la 4ta y 5ta zona de Collique, cercano al Hospital de Collique, la cual riega los parques desde la 6ta zona hasta la 1era zona, toda la av. Revolución, parque Palmeras, parque Plaza Cívica Collique 3ra zona, Parque Julio C. Tello en la 1era zona de Collique y la Alameda Micael Bastidas en la entrada a Collique. Se realiza bombeo del efluente a un reservorio apoyado, a partir de ahí por gravedad se alimentan todas las redes hacia los parques.</p> <p>b) Aguas subterráneas, cuenta con 02 pozos, uno artesanal y un pozo tubular. Adicional a ello captan agua del subsuelo que emana agua en los meses de abril a octubre, ubicado en la ladera del río Chillón. Este manantial cuenta con un canal de agua existente, el cual realiza el riego por inundaciones de las áreas verdes, sin embargo, el mismo se llena de basura los meses que no tiene funcionamiento y el municipio no cuenta con recursos para darle el mantenimiento, por lo que no se encuentra operativo siempre.</p> <p>c) Conexiones de agua potable, se informó que se cuenta con 120 conexiones de agua, pero que, debido a su alto costo, el municipio no ha podido realizar los pagos a SEDAPAL por el consumo de agua potable para el riego de áreas verdes.</p> <p>Adicionalmente a lo mencionado, el municipio cuenta con 04 camiones cisternas de agua para riego, de los cuales 02 se encuentran operativos pero no usan continuamente debido a los altos costos de combustible (motobomba y camión) y personal que este genera, los otros 02 camiones cisterna no se encuentran operativos debido a los altos costos del mantenimiento de los camiones cisterna. No se realiza el riego de todas las áreas verdes, motivo por el cual en general estas se encuentran en mal estado.</p>
PREGUNTA N 02:	Listado de infraestructura y proyectos de sistemas de riego tecnificado que se hayan ejecutado dentro de su jurisdicción.
	La Planta de tratamiento de aguas residuales, ubicada entre la 4ta y 5ta zona de Collique, cercano al Hospital de Collique, la cual riega los parques desde la 6ta zona hasta la 1era zona, toda la av. Revolución, parque Palmeras, parque Plaza Cívica Collique 3ra zona, Parque Julio C. Tello en la 1era zona de Collique y la Alameda Micael Bastidas en la entrada a Collique.

PREGUNTA N 03:	Listado de plantas de tratamiento de aguas residuales con fines de reúso que cuenta su municipio, con las características de la misma.
	01 planta de tratamiento de aguas residuales, no conoce las características de la misma.



EMPRESA:	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE LINCE																																																																																					
ENTREVISTADO:	Ing. Charlie Farfán Carrillo																																																																																					
CARGO:	Gerencia de Gestión Ambiental																																																																																					
DOCUMENTO:	Carta N° 09-2018/PUCP/MGRH-HJBM																																																																																					
RESPUESTA:	Correo electrónico																																																																																					
PREGUNTA N 01:	Áreas verdes que se encuentren dentro de su jurisdicción, diferenciado por tipo o recurso hídrico utilizado para su riego																																																																																					
PREGUNTA N 02:	Listado de infraestructura y proyectos de sistemas de riego tecnificado que se ha ejecutado dentro de su jurisdicción.																																																																																					
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>UBICACIÓN</th> <th></th> <th>AREA (M2)</th> <th>TIPO DE RIEGO</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>CASTILLA SUR</td> <td>AREA DE RESERVA AMBIENTAL</td> <td>53000</td> <td>RIEGO TECNIFICADO</td> <td>R</td> </tr> <tr> <td>CASTILLA NORTE</td> <td>AREA DE RESERVA AMBIENTAL</td> <td>47000</td> <td>RIEGO TECNIFICADO</td> <td>R</td> </tr> <tr> <td>RUIZ GALLO</td> <td>PARQUE</td> <td>9704</td> <td>RIEGO TECNIFICADO</td> <td></td> </tr> <tr> <td>BOMBEROS</td> <td>PARQUE</td> <td>2700</td> <td>RIEGO TECNIFICADO</td> <td></td> </tr> <tr> <td>REVILLA</td> <td>PARQUE</td> <td>6295</td> <td>RIEGO TECNIFICADO</td> <td>R</td> </tr> <tr> <td>SANTOS DUMONT</td> <td>PARQUE</td> <td>17134</td> <td>INUNDACION</td> <td>R</td> </tr> <tr> <td>ELIAS AGUIRRE</td> <td>PARQUE</td> <td>6539</td> <td>INUNDACION</td> <td>R</td> </tr> <tr> <td>NOVOA CAVA</td> <td>PARQUE</td> <td>1491</td> <td>INUNDACION</td> <td></td> </tr> <tr> <td>DON BOSCO</td> <td>PARQUE</td> <td>2460</td> <td>INUNDACION</td> <td></td> </tr> <tr> <td>AV. AREQUIPA</td> <td>BERMA CENTRAL</td> <td>5843</td> <td>RIEGO TECNIFICADO</td> <td></td> </tr> <tr> <td>AV. CESAR VALLEJO</td> <td>BERMA CENTRAL</td> <td>7392</td> <td>CAMION CISTERNA</td> <td>R</td> </tr> <tr> <td>AV. CANEVARO</td> <td>BERMA CENTRAL</td> <td>1950</td> <td>CAMION CISTERNA</td> <td>R</td> </tr> <tr> <td>AV. PARDO DE ZELA</td> <td>BERMA CENTRAL</td> <td>850</td> <td>CAMION CISTERNA</td> <td>R</td> </tr> <tr> <td>AV. IQUITOS</td> <td>BERMA CENTRAL</td> <td>5687</td> <td>CAMION CISTERNA</td> <td>R</td> </tr> <tr> <td>BERMAS LATERALES</td> <td>JARDINES DE AISLAMIENTO</td> <td>39175</td> <td>CAMION CISTERNA</td> <td>R</td> </tr> <tr> <td>TOTAL M2</td> <td></td> <td>207220</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	UBICACIÓN		AREA (M2)	TIPO DE RIEGO		CASTILLA SUR	AREA DE RESERVA AMBIENTAL	53000	RIEGO TECNIFICADO	R	CASTILLA NORTE	AREA DE RESERVA AMBIENTAL	47000	RIEGO TECNIFICADO	R	RUIZ GALLO	PARQUE	9704	RIEGO TECNIFICADO		BOMBEROS	PARQUE	2700	RIEGO TECNIFICADO		REVILLA	PARQUE	6295	RIEGO TECNIFICADO	R	SANTOS DUMONT	PARQUE	17134	INUNDACION	R	ELIAS AGUIRRE	PARQUE	6539	INUNDACION	R	NOVOA CAVA	PARQUE	1491	INUNDACION		DON BOSCO	PARQUE	2460	INUNDACION		AV. AREQUIPA	BERMA CENTRAL	5843	RIEGO TECNIFICADO		AV. CESAR VALLEJO	BERMA CENTRAL	7392	CAMION CISTERNA	R	AV. CANEVARO	BERMA CENTRAL	1950	CAMION CISTERNA	R	AV. PARDO DE ZELA	BERMA CENTRAL	850	CAMION CISTERNA	R	AV. IQUITOS	BERMA CENTRAL	5687	CAMION CISTERNA	R	BERMAS LATERALES	JARDINES DE AISLAMIENTO	39175	CAMION CISTERNA	R	TOTAL M2		207220		
UBICACIÓN		AREA (M2)	TIPO DE RIEGO																																																																																			
CASTILLA SUR	AREA DE RESERVA AMBIENTAL	53000	RIEGO TECNIFICADO	R																																																																																		
CASTILLA NORTE	AREA DE RESERVA AMBIENTAL	47000	RIEGO TECNIFICADO	R																																																																																		
RUIZ GALLO	PARQUE	9704	RIEGO TECNIFICADO																																																																																			
BOMBEROS	PARQUE	2700	RIEGO TECNIFICADO																																																																																			
REVILLA	PARQUE	6295	RIEGO TECNIFICADO	R																																																																																		
SANTOS DUMONT	PARQUE	17134	INUNDACION	R																																																																																		
ELIAS AGUIRRE	PARQUE	6539	INUNDACION	R																																																																																		
NOVOA CAVA	PARQUE	1491	INUNDACION																																																																																			
DON BOSCO	PARQUE	2460	INUNDACION																																																																																			
AV. AREQUIPA	BERMA CENTRAL	5843	RIEGO TECNIFICADO																																																																																			
AV. CESAR VALLEJO	BERMA CENTRAL	7392	CAMION CISTERNA	R																																																																																		
AV. CANEVARO	BERMA CENTRAL	1950	CAMION CISTERNA	R																																																																																		
AV. PARDO DE ZELA	BERMA CENTRAL	850	CAMION CISTERNA	R																																																																																		
AV. IQUITOS	BERMA CENTRAL	5687	CAMION CISTERNA	R																																																																																		
BERMAS LATERALES	JARDINES DE AISLAMIENTO	39175	CAMION CISTERNA	R																																																																																		
TOTAL M2		207220																																																																																				
PREGUNTA N 03:	Listado de plantas de tratamiento de aguas residuales con fines de reúso que cuenta el municipio, con las características de la misma.																																																																																					
	No cuenta con plantas de tratamiento de aguas residuales, no realiza reúso de aguas residuales.																																																																																					

EMPRESA:	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE LA VICTORIA																																						
ENTREVISTADO:	Ing. Galo Lopez																																						
CARGO:	Encargado de áreas verdes - Ingeniero Forestal																																						
DOCUMENTO:	Carta N° 15-2018/PUCP/MGRH-HJBM																																						
RESPUESTA:	Correo electrónico																																						
PREGUNTA N 01:	Áreas verdes que se encuentren dentro de su jurisdicción, diferenciado por tipo de riego o recurso hídrico utilizado para su riego																																						
	<p>El entrevistado mandó un excel detallado con las áreas verdes del distrito, con la metodología de riego, el costo generado y el recurso hídrico utilizado para ello. El cual, en resumen, se presentan los siguientes cuadros:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="5">RESUMEN DE ÁREAS VERDES POR CRITERIO DE ATENCIÓN</th> </tr> <tr> <th>CANTIDAD</th> <th>Total de áreas verdes</th> <th>Atendidos por INTERBANK</th> <th>Atendidos por la MML</th> <th>Atendidos por la SGAVYSA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td># de áreas verdes</td> <td>108</td> <td>17</td> <td>3</td> <td>88</td> </tr> <tr> <td>Área Total (m²)</td> <td>576,424</td> <td>103,046</td> <td>43,100</td> <td>430,278</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">RESUMEN DE ÁREAS VERDES POR TIPO</th> </tr> <tr> <th>TIPO DE ÁREA VER</th> <th>CANTIDAD</th> <th>ÁREA (m²)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Parques</td> <td>75</td> <td>402,855</td> </tr> <tr> <td>Avenidas</td> <td>17</td> <td>151,400</td> </tr> <tr> <td>Calles</td> <td>16</td> <td>22,169</td> </tr> <tr> <td>TOTAL:</td> <td>108</td> <td>576424</td> </tr> </tbody> </table>	RESUMEN DE ÁREAS VERDES POR CRITERIO DE ATENCIÓN					CANTIDAD	Total de áreas verdes	Atendidos por INTERBANK	Atendidos por la MML	Atendidos por la SGAVYSA	# de áreas verdes	108	17	3	88	Área Total (m ²)	576,424	103,046	43,100	430,278	RESUMEN DE ÁREAS VERDES POR TIPO			TIPO DE ÁREA VER	CANTIDAD	ÁREA (m ²)	Parques	75	402,855	Avenidas	17	151,400	Calles	16	22,169	TOTAL:	108	576424
RESUMEN DE ÁREAS VERDES POR CRITERIO DE ATENCIÓN																																							
CANTIDAD	Total de áreas verdes	Atendidos por INTERBANK	Atendidos por la MML	Atendidos por la SGAVYSA																																			
# de áreas verdes	108	17	3	88																																			
Área Total (m ²)	576,424	103,046	43,100	430,278																																			
RESUMEN DE ÁREAS VERDES POR TIPO																																							
TIPO DE ÁREA VER	CANTIDAD	ÁREA (m ²)																																					
Parques	75	402,855																																					
Avenidas	17	151,400																																					
Calles	16	22,169																																					
TOTAL:	108	576424																																					

RESUMEN DE ÁREAS VERDES POR TIPO DE RIEGO					
CANTIDAD	REGADO POR LA MML	REGADO POR INTERBANK	REGADOS POR LA SGAVYSA		
			CISTERNAS	GRAVEDAD	PUNTO DE AGUA
PARQUES	2	1	37	18	17
AVENIDAS			13	4	
CALLES			16		
TOTAL	2	1	66	22	17

RENDIMIENTO DEL AGUA SEGÚN TIPO DE RIEGO				
CRITERIO	CISTERNA	GRAVEDAD	PUNTO DE AGUA	OBS
# DE ÁREAS VERDES	66	22	19	1 PQ lo riega INTERBANK
ÁREA (En m ²)	298,821	131,020	146,583	
COSTO MENSUAL DEL AGUA	(*)	5833.33	133,000	
COSTO DEL m ² / mes	#¡VALOR!	0.045	0.91	
COSTO MENSUAL DEL SERVICIO	(**)	(**)	(**)	
(*)	No se tiene información al respecto			
(**)	Debe sincerarse la información para el cálculo del servicio			

PREGUNTA N 02:	Listado de infraestructura y proyectos de sistemas de riego tecnificado que se hayan ejecutado dentro de su jurisdicción.
	No tenemos más que un parque con riego tecnificado (la PLaza Manco Capac) y dos más por implementar.
PREGUNTA N 03:	Listado de plantas de tratamiento de aguas residuales con fines de reúso que cuenta su municipio, con las características de la misma.
	Respecto a PTAR, no tenemos aún ninguna obra.

EMPRESA:	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SURQUILLO																	
ENTREVISTADO:	Ing. Christian A. Vargas																	
CARGO:	Encargado de áreas verdes																	
DOCUMENTO:	Carta N° 30-2018/PUCP/MGRH-HJBM																	
RESPUESTA:	Correo electrónico																	
PREGUNTA N 01:	Áreas verdes que se encuentren dentro de su jurisdicción, diferenciado por tipo de riego o recurso hídrico utilizado para su riego																	
	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Nombre</th> <th colspan="3">TIPO DE RIEGO</th> <th colspan="2">PROCEDENCIA DE AGUA</th> </tr> <tr> <th>Gravedad</th> <th>Cisterna</th> <th>Punto de agua</th> <th>SEDAPAL</th> <th>RIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ÁREAS VERDES TOTALES</td> <td>68,702.56</td> <td>14,277.35</td> <td>83,325.20</td> <td>83,325.20</td> <td>81,448.12</td> </tr> </tbody> </table>	Nombre	TIPO DE RIEGO			PROCEDENCIA DE AGUA		Gravedad	Cisterna	Punto de agua	SEDAPAL	RIO	ÁREAS VERDES TOTALES	68,702.56	14,277.35	83,325.20	83,325.20	81,448.12
Nombre	TIPO DE RIEGO			PROCEDENCIA DE AGUA														
	Gravedad	Cisterna	Punto de agua	SEDAPAL	RIO													
ÁREAS VERDES TOTALES	68,702.56	14,277.35	83,325.20	83,325.20	81,448.12													
PREGUNTA N 02:	Listado de infraestructura y proyectos de sistemas de riego tecnificado que se hayan ejecutado dentro de su jurisdicción.																	
	No cuentan con sistemas de riego tecnificado.																	
PREGUNTA N 03:	Listado de plantas de tratamiento de aguas residuales con fines de reúso que cuenta su municipio, con las características de la misma.																	
	No realizan reúso de agua.																	

EMPRESA:	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE RÍMAC
ENTREVISTADO:	Anónimo
CARGO:	Funcionario público
DOCUMENTO:	Carta N° 18-2018/PUCP/MGRH-HJBM
RESPUESTA:	Entrevista personal
PREGUNTA N 01:	Áreas verdes que se encuentren dentro de su jurisdicción, diferenciado por tipo de riego o recurso hídrico utilizado para su riego
	No se cuenta con el dato exacto, pero se puede encontrar en la página del INEI. Hasta el año pasado se realizaba el riego mediante las aguas residuales tratadas en la PTAR de la Universidad Nacional de Ingeniería, sin embargo, no se ha seguido realizando el mismo debido a los altos costos que genera la operación y mantenimiento de las cisternas. Actualmente se está realizando el riego total de las áreas verdes con agua potable.
PREGUNTA N 02:	Listado de infraestructura y proyectos de sistemas de riego tecnificado que se hayan ejecutado dentro de su jurisdicción.
	No cuentan con sistemas de riego tecnificado.
PREGUNTA N 03:	Listado de plantas de tratamiento de aguas residuales con fines de reúso que cuenta su municipio, con las características de la misma.
	Hasta el año pasado se estaba realizando el riego con el fluyente del agua de la PTAR - UNITRAR, de la Universidad Nacional de Ingeniería.

EMPRESA:	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE INDEPENDENCIA
ENTREVISTADO:	Norma Rentería Changa / Carlos Moreno
CARGO:	Técnico Subgerencia de Áreas Verdes y Saneamiento
DOCUMENTO:	Carta N° 32-2018/PUCP/MGRH-HJBM
RESPUESTA:	Correo electrónico
PREGUNTA N 01:	Áreas verdes que se encuentren dentro de su jurisdicción, diferenciado por tipo de riego o recurso hídrico utilizado para su riego
	Aproximadamente 320,000 m ² de áreas verdes, de los cuales 15% es mediante reúso de aguas residuales; 25% mediante reúso de aguas residuales y camiones cisterna; 30% es de pozos de agua ubicados en el distrito de Puente Piedra trasladado con camiones cisterna, el Municipio de Puente Piedra no cobra por la venta de agua de sus pozos; 30 a 40% proveniente de la red pública de SEDAPAL.
PREGUNTA N 02:	Listado de infraestructura y proyectos de sistemas de riego tecnificado que se hayan ejecutado dentro de su jurisdicción.
	La av. Condorcarqui, Huamachuco, Chinchaysuyo y Antisuyo, parque forestal y Santa Rosa se riegan directamente desde la PTAR. Sin uso de rebombes.
PREGUNTA N 03:	Listado de plantas de tratamiento de aguas residuales con fines de reúso que cuenta su municipio, con las características de la misma.
	El municipio cuenta con 01 PTAR, no se tenía el código de inversión del proyecto, se encuentra trabajando al 50% de su capacidad, la población cercana ha presentado continuas quejas por los malos olores.

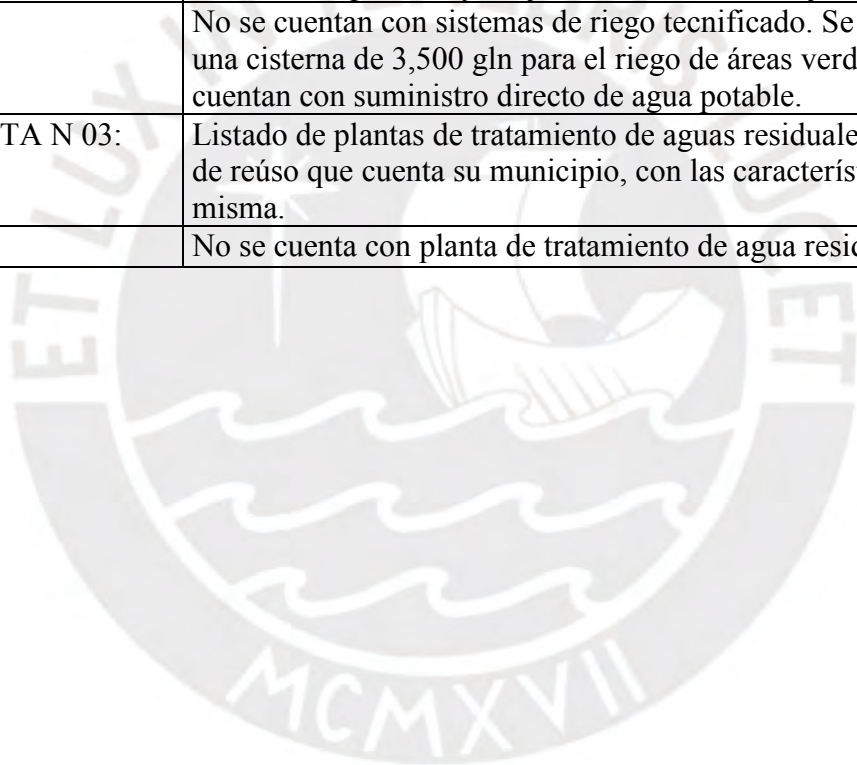
EMPRESA:	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE BARRANCO
ENTREVISTADO:	JULIO MORÓN PASACHE
CARGO:	Ingeniero Encargado de Áreas Verdes
DOCUMENTO:	Carta N° 29-2018/PUCP/MGRH-HJBM
RESPUESTA:	Entrevista telefónica
PREGUNTA N 01:	Áreas verdes que se encuentren dentro de su jurisdicción, diferenciado por tipo de riego o recurso hídrico utilizado para su riego
	Hace uso de 01 manantial ubicado en la playa de los Yuyos. La mayoría de parques se riegan con agua potable, en épocas del año se riega la totalidad de áreas verdes con esta fuente. No cuentan con inventario de áreas verdes.
PREGUNTA N 02:	Listado de infraestructura y proyectos de sistemas de riego tecnificado que se hayan ejecutado dentro de su jurisdicción.
	No cuentan con riego tecnificado, hacen uso de camión cisterna para el riego de parques.
PREGUNTA N 03:	Listado de plantas de tratamiento de aguas residuales con fines de reúso que cuenta su municipio, con las características de la misma.
	No cuentan con plantas de tratamiento de aguas residuales.



EMPRESA:	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SAN JUAN DE MIRAFLORES
ENTREVISTADO:	FRANCISCO SARMIENTO
CARGO:	Jefe de Ornato y Áreas Verdes
DOCUMENTO:	Carta N° 08-2018/PUCP/MGRH-HJBM
RESPUESTA:	Entrevista personal
PREGUNTA N 01:	Áreas verdes que se encuentren dentro de su jurisdicción, diferenciado por tipo de riego o recurso hídrico utilizado para su riego
	No se cuenta con inventario de áreas verdes, actualmente se encuentran desarrollando el mismo. De la información con la que se cuenta actualmente, se informa que se tiene 93 parques consolidados con un área de 253,850 m ² . Adicional a ello, se informa que en total se cuenta con 255 parques. EL riego de los parques se realiza principalmente con agua potable, el resto con el agua de la PTAR de SEDAPAL mediante el recojo por camiones cisternas.
PREGUNTA N 02:	Listado de infraestructura y proyectos de sistemas de riego tecnificado que se hayan ejecutado dentro de su jurisdicción.
	No cuentan con sistemas de riego tecnificado. Cuentan con 04 cisternas, de las cuales la de 9000 gln se encuentra averiada, sólo funcionan 02 cisternas de 3000 gln y 01 de 5000 gln. Se debe tener en cuenta que se vienen realizando 04 viajes cada una, las cuales se realizan en 03 turnos diarios. Recogen el agua de la PTAR de SEDAPAL y realizan el riego de bermas centrales principalmente.
PREGUNTA N 03:	Listado de plantas de tratamiento de aguas residuales con fines de reúso que cuenta su municipio, con las características de la misma.
	Cuentan con convenio con la EPS SEDAPAL para el uso del efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales ubicada en su jurisdicción. Se hizo mención que posiblemente la calidad de agua de reúso sea de baja calidad, ya que genera malos olores. Los planteamientos de mejora al futuro considerando el reúso de las aguas residuales.

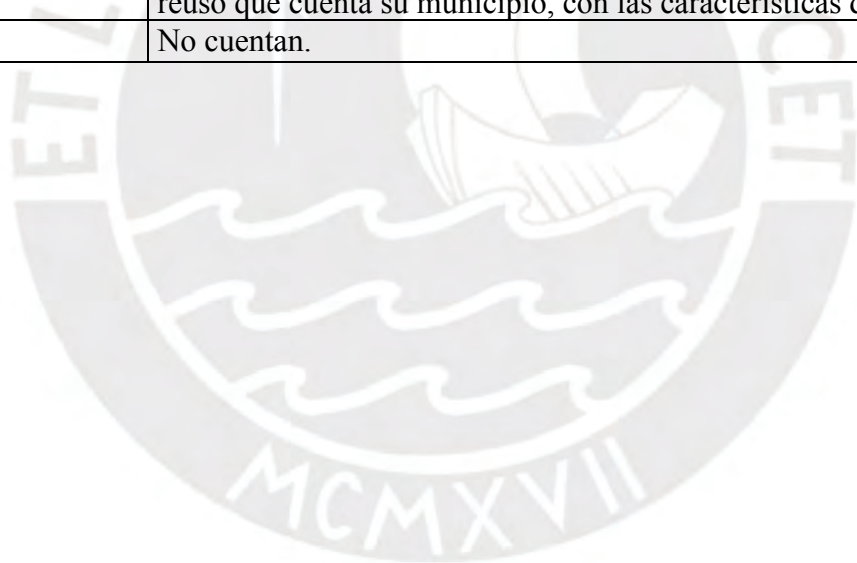
EMPRESA:	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE MAGDALENA
ENTREVISTADO:	VICTOR CABERO
CARGO:	Coordinador de Áreas Verdes
DOCUMENTO:	Carta N° 21-2018/PUCP/MGRH-HJBM
RESPUESTA:	Entrevista personal
PREGUNTA N 01:	Áreas verdes que se encuentren dentro de su jurisdicción, diferenciado por tipo de riego o recurso hídrico utilizado para su riego
	Se informó que se cuenta con 40 hectáreas de área verde en total en el distrito. De los cuales se riegan 11.30 ha con agua de pozo ubicado en la costa verde. Se riegan aproximadamente 07 ha con agua potable de la red pública de SEDAPAL. La diferencia de estas áreas se riega con agua del río Surco, por ser usuarios, el cual es de uso temporal los días viernes de 3 a 6 h y esporádicamente los días sábados, el desvío de agua se realiza en la avenida Grau. Se hizo mención que el recurso hídrico no es suficiente del canal, por lo que se hace uso de fuentes alternativas. Se hizo mención que en alguna oportunidad se emitió un recibo de SEDAPAL de uno de los puntos de suministro por el monto aproximado de S/. 9,000.00. Por otro lado, no se contaba con información de que el pozo cuente con la autorización de funcionamiento de la ANA o si SEDAPAL realizaba el cobro por la gestión del acuífero, la infraestructura no cuenta con macromedición, por lo tanto, no se cree que este cuente con los permisos respectivos.
PREGUNTA N 02:	Listado de infraestructura y proyectos de sistemas de riego tecnificado que se hayan ejecutado dentro de su jurisdicción.
	No se cuenta con riego tecnificado. Se hace uso de 03 camiones cisterna de 5000 gln, los cuales se abastecen del agua de pozo.
PREGUNTA N 03:	Listado de plantas de tratamiento de aguas residuales con fines de reúso que cuenta su municipio, con las características de la misma.
	No cuentan con plantas de tratamiento de aguas residuales. Se presentará idea de proyecto como propuesta para aprobación del presupuesto participativo.

EMPRESA:	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE BREÑA
ENTREVISTADO:	Lic. Elmer Barboza Carranza
CARGO:	Gerencia de Servicios Comunes y Gestión Ambiental
DOCUMENTO:	Carta N° 27-2018/PUCP/MGRH-HJBM
RESPUESTA:	CARTA N° 022-2019-GSCGA-MDB y Entrevista personal
PREGUNTA N 01:	Áreas verdes que se encuentren dentro de su jurisdicción, diferenciado por tipo de riego o recurso hídrico utilizado para su riego
	La totalidad de las áreas verdes se riegan con agua potable. Se informó que se cuentan con un área verde total de 116,625.88 m ² . Divididos en 73,503 m ² de área verde neta, 41,035 área verde civil, 1,952 área verde por habilitar y el resto área verde civil a habilitar.
PREGUNTA N 02:	Listado de infraestructura y proyectos de sistemas de riego tecnificado que se hayan ejecutado dentro de su jurisdicción.
	No se cuentan con sistemas de riego tecnificado. Se cuenta con una cisterna de 3,500 gln para el riego de áreas verdes que no cuentan con suministro directo de agua potable.
PREGUNTA N 03:	Listado de plantas de tratamiento de aguas residuales con fines de reúso que cuenta su municipio, con las características de la misma.
	No se cuenta con planta de tratamiento de agua residual.



EMPRESA:	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SANTIAGO DE SURCO
ENTREVISTADO:	Pedro Carlos Montoya Romero
CARGO:	Secretario General
DOCUMENTO:	Carta N° 10-2018/PUCP/MGRH-HJBM
RESPUESTA:	CARTA N° 2388-2018-SG-MSS
PREGUNTA N 01:	Áreas verdes que se encuentren dentro de su jurisdicción, diferenciado por tipo de riego o recurso hídrico utilizado para su riego
	Según el cuadro enviado se tiene un total de 2'344,195.47 m ² de áreas verdes, entre andenes, cementerio, estadio, arboleda, laterales, islas, pasajes, óvalos, triángulos, avenidas y parques.
PREGUNTA N 02:	Listado de infraestructura y proyectos de sistemas de riego tecnificado que se hayan ejecutado dentro de su jurisdicción.
	Para el servicio de regadío del distrito, se utilizan dos plantas de tratamiento de aguas residuales: La Planta de recuperación de las aguas del Río Surco (Planta Intihuatana) y la Planta de Tratamiento María Graña Ottone; las cuales sirven para el procesamiento de las aguas de regadío del canal de Surco, que después de ser tratadas abastecen a las diferentes áreas verdes del distrito.
PREGUNTA N 03:	Listado de plantas de tratamiento de aguas residuales con fines de reúso que cuenta su municipio, con las características de la misma.
	La Planta de tratamiento María Graña Ottone cuenta con una poza de almacenamiento desde donde se abastecen los camiones cisterna municipales. Luego de ello el riego se realiza de 03 formas: Riego por inundación. - Se realiza por los canales de regadío, los mismos que llegan a las diferentes áreas verdes y son regados por gravedad. Este servicio se realiza en dos turnos. Riego por camiones cisterna: Se realiza a través de camiones cisternas municipales y cisternas contratadas, los mismos que son llenadas en los diferentes puntos de abastecimiento como: Planta Intihuatana, Planta Graña y Poza de la FAP. Riego de puntos de agua. - Se realiza el riego de las áreas verdes por los puntos de agua instalados en ellos por la empresa SEDAPAL.

EMPRESA:	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SAN JUAN DE LURIGANCHO
ENTREVISTADO:	Sara Farfán
CARGO:	Gerencia de desarrollo ambiental
DOCUMENTO:	Carta N° 17-2018/PUCP/MGRH-HJBM
RESPUESTA:	Entrevista telefónica
PREGUNTA N 01:	Áreas verdes que se encuentren dentro de su jurisdicción, diferenciado por tipo de riego o recurso hídrico utilizado para su riego
	Se estima 1'800,000 m ² de áreas verdes en todo el distrito, de los cuales el 50% se encuentra concesionado para que el mantenimiento lo realice una empresa privada, la cual se encarga de conseguir la fuente hídrica; el 30% se riega con agua del río Rímac y el 20% algunos vecinos riegan sus áreas verdes con agua de la red de SEDAPAL.
PREGUNTA N 02:	Listado de infraestructura y proyectos de sistemas de riego tecnificado que se hayan ejecutado dentro de su jurisdicción.
	No cuentan, se cuentan con camiones cisterna que recogen el agua del río Rímac para realizar el riego.
PREGUNTA N 03:	Listado de plantas de tratamiento de aguas residuales con fines de reúso que cuenta su municipio, con las características de la misma.
	No cuentan.



EMPRESA:	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SAN MARTÍN DE PORRES
ENTREVISTADO:	Ing. Dante Babilonia Sánchez
CARGO:	Encargado de riego del distrito SMP
DOCUMENTO:	Carta N° 22-2018/PUCP/MGRH-HJBM
RESPUESTA:	Entrevista personal
PREGUNTA N 01:	Áreas verdes que se encuentren dentro de su jurisdicción, diferenciado por tipo de riego o recurso hídrico utilizado para su riego
	<p>Se hace mención de un aproximado de áreas verdes, referente a lo proporcionado por el INEI. De lo cual se podría establecer que el 50% de estas áreas se encuentran siendo regadas mediante agua subterránea de un pozo tubular de San Diego, ubicado en la ladera del río Rímac. Desde este pozo se bombea el agua con electrobombas de 50 kw y se traslada mediante línea de impulsión que pasa por la Av. Canta Callao, Av. Izaguirre, Av. Los Alisos, Av. Perú y Av. Los Próceres, donde alimenta una cisterna de agua ubicada en el Parque Zonal Mayta Capac. A partir de esta cisterna se realiza un rebombeo para la av. Los Próceres y el propio parque zonal. Se informa que el pozo de San Diego, junto a otros 02 pozos tubulares de 50 m de profundidad promedio, cuentan con permisos de uso de agua otorgado por la ANA, por lo que el municipio realizado los pagos correspondientes por el uso del agua. Sin embargo, aún no se han realizado los pagos respectivos a la gestión del acuífero a la EPS SEDAPAL. Por otro lado, se informó que también se cuenta con 25 pozos artesanales de 20 m de profundidad aproximada, los cuales se encuentra abasteciendo directamente a los parques donde fueron ejecutados, estos no cuentan con permisos de uso de agua de la ANA, los cuales se encuentran en regulación.</p> <p>De lo mencionado, el otro 25% de áreas verdes se riegan con agua de la red pública de SEDAPAL, mediante conexiones de agua instaladas por la Municipalidad, el otro 25% de las áreas verdes se encuentra desatendido por lo que es de uso común que se cuenten con conexiones clandestinas ejecutadas por los vecinos para la atención de sus áreas verdes. Estas conexiones continuamente son detectadas y eliminadas por SEDAPAL.</p>
PREGUNTA N 02:	Listado de infraestructura y proyectos de sistemas de riego tecnificado que se hayan ejecutado dentro de su jurisdicción.
	Para el sistema de riego se cuenta con camiones cisternas que recogen el agua de un surtido ubicado en el parque zonal Mayta Capac, abastecido por agua de pozo tubular. Adicional a ello se cuenta con riego tecnificado alimentado de la línea de impulsión que se abastece del pozo tubular de San Diego, estos cuentan en algunos casos con acoples rápidos y riego de manguera o aspersores instalados. Por otro lado, las conexiones directas de la red de SEDAPAL realizan el riego mediante mangueras.

PREGUNTA N 03:	Listado de plantas de tratamiento de aguas residuales con fines de reúso que cuenta su municipio, con las características de la misma.
	No realizan reúso de agua residuales en el distrito y no tienen planes a futuro de realizarlo. Al contrario, se planea ampliar las redes de riego tecnificado a las áreas verdes restantes suministrada con aguas subterráneas y solicitar la incorporación de nuevas conexiones de agua potable a la EPS SEDAPAL.



ANEXO 02: CUADRO DE REINVERSIONES.

REINVERSIONES PARA EL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

DESCRIPCIÓN	Reposición	Períodos (años)	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
1.0 PTAR - SANTA CLARA						5,156,055.46
Reposición de equipos de bombeo	100%	13.00	Und	4	33,802.02	135,208.08
Reposición de equipos sopladores	100%	13.00	Und	6	641,289.70	3,847,738.20
Reposición equipos retorno de lodos	100%	13.00	Und	8	69,658.80	557,270.40
Reposición de equipos de dosificación	100%	13.00	Glb	1	53,097.62	53,097.62
Reposición de equipos de tratamiento de lodos	100%	13.00	Glb	1	562,741.16	562,741.16
2.0 PTAR CARAPONGO						4,593,314.30
Reposición de equipos de bombeo	100%	13.00	Und	4	33,802.02	135,208.08
Reposición de equipos sopladores	100%	13.00	Und	6	641,289.70	3,847,738.20
Reposición equipos retorno de lodos	100%	13.00	Und	8	69,658.80	557,270.40
Reposición de equipos de dosificación	100%	13.00	Glb	1	53,097.62	53,097.62
3.0 PTAR SAN ANTONIO DE CARAPONGO						4,593,314.30
Reposición de equipos de bombeo	100%	13.00	Und	4	33,802.02	135,208.08
Reposición de equipos sopladores	100%	13.00	Und	6	641,289.70	3,847,738.20
Reposición equipos retorno de lodos	100%	13.00	Und	8	69,658.80	557,270.40
Reposición de equipos de dosificación	100%	13.00	Glb	1	53,097.62	53,097.62
TOTAL						14,342,684.06

REINVERSIONES PARA EL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA RESIDUAL PARA REÚSO

DESCRIPCIÓN	Creación	Tiempo de Ajuste	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
1.0 Red De Distribución						853,473.29
Excavac. zanja (maq) p/tub terr-normal DN 63 mm de 1.26 a 1.50 m	4%	1.00	m	142,732.00	9.21	52,582.47
Refine y nivel de zanja terr-normal para tub DN 63 mm	4%	1.00	m	142,732.00	1.26	7,193.69
Relleno y compact. Zanja (pulso) p/tub t-normal DN 63 mm de 1.26 a 1.50 m	4%	1.00	m	142,732.00	8.37	47,786.67
Elim. Desmote (carg+v) t-normal p/tub DN DN 63 mm	4%	1.00	m	142,732.00	16.13	92,090.69
Suministro e instalación de tubería HDPE PEAD-100 SDR17 PN 16 DN 63mm	4%	1.00	m	142,732.00	7.41	42,305.76
Codo termofusion HDPE DN 63mm x 45° PN 4	4%	1.00	und	8.00	40.78	13.05
Codo termofusion HDPE DN 63mm x 90° PN 4	4%	1.00	und	5.00	40.78	8.16
Tee termofusion HDPE DN 250 x 63 mm PN 4	4%	1.00	und	2.00	60.83	4.87
Instalación de accesorios de HDPE DN 63 (Electrofusión)	4%	1.00	und	15.00	68.66	41.20
Concreto f'c=175kg/cm2 para anclajes de accesorios DN 63	4%	1.00	und	15.00	58.13	34.88
Válvulas de aire (Inc. Construc. Cámara y Acces. Hidráulicos)	4%	1.00	und	1.00	933.04	37.32
Válvulas de purga (Inc. Construc. Cámara y Acces. Hidráulicos)	4%	1.00	und	1.00	1,077.68	43.11
Corte + rotura y reposición de pavimento flexible asfalto caliente de e=2"	4%	1.00	m	114,185.60	127.50	582,364.83
Reposición de grass	4%	1.00	m	28,546.40	25.37	28,966.60

* No se considera costos de reinversion en el año 20 del proyecto.

DESCRIPCIÓN	INVERSIONES ANUALES FUTURAS A PRECIOS DE MERCADO (NUEVOS SOLES)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
REINVERSIONES PARA EL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES												
1.0 PTAR - SANTA CLARA	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Reposición de equipos electromecánicos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2.0 PTAR CARAPONGO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Reposición de equipos electromecánicos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3.0 PTAR SAN ANTONIO DE CARAPONGO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Reposición de equipos electromecánicos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
REINVERSIONES PARA EL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA RESIDUAL PARA REÚSO												
1.0 Red De Distribución	853,473.29	853,473.29	853,473.29	853,473.29	853,473.29	853,473.29	853,473.29	853,473.29	853,473.29	853,473.29	853,473.29	853,473.29
Ampliación de redes de distribución	853,473.29	853,473.29	853,473.29	853,473.29	853,473.29	853,473.29	853,473.29	853,473.29	853,473.29	853,473.29	853,473.29	853,473.29
subtotal anual	853,473.29	853,473.29	853,473.29	853,473.29	853,473.29	853,473.29	853,473.29	853,473.29	853,473.29	853,473.29	853,473.29	853,473.29

DESCRIPCIÓN	INVERSIONES ANUALES FUTURAS A PRECIOS DE MERCADO (NUEVOS SOLES)												
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
REINVERSIONES PARA EL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES													
1.0 PTAR - SANTA CLARA	5,156,055.46	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Reposición de equipos electromecánicos	5,156,055.46	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2.0 PTAR CARAPONGO	4,593,314.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Reposición de equipos electromecánicos	4,593,314.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3.0 PTAR SAN ANTONIO DE CARAPONGO	4,593,314.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Reposición de equipos electromecánicos	4,593,314.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
REINVERSIONES PARA EL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA RESIDUAL PARA REÚSO													
1.0 Red De Distribución	853,473.29	853,473.29	853,473.29	853,473.29	853,473.29	853,473.29	853,473.29	853,473.29	853,473.29	853,473.29	853,473.29	853,473.29	853,473.29
Ampliación de redes de distribución	853,473.29	853,473.29	853,473.29	853,473.29	853,473.29	853,473.29	853,473.29	853,473.29	853,473.29	853,473.29	853,473.29	853,473.29	853,473.29
subtotal anual	15,196,157.35	853,473.29	853,473.29	853,473.29	853,473.29	853,473.29	853,473.29	853,473.29	853,473.29	853,473.29	853,473.29	853,473.29	853,473.29

ANEXO 03: CUADRO COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Año	Costos de Operación (S/.)			Costos de Mtto (S/.)	Total Costos de O&M (S/.)
	Costos Fijos	Costos Variables	Total		
1	143,146.80	755,695.10	898,841.90	285,411.26	1,184,253.16
2	143,146.80	777,508.71	920,655.51	285,411.26	1,206,066.77
3	143,146.80	799,322.31	942,469.11	285,411.26	1,227,880.37
4	143,146.80	821,135.92	964,282.72	285,411.26	1,249,693.98
5	143,146.80	842,949.52	986,096.32	285,411.26	1,271,507.58
6	143,146.80	864,763.13	1,007,909.93	285,411.26	1,293,321.19
7	143,146.80	886,576.74	1,029,723.54	285,411.26	1,315,134.79
8	143,146.80	908,390.34	1,051,537.14	285,411.26	1,336,948.40
9	143,146.80	930,203.95	1,073,350.75	285,411.26	1,358,762.00
10	143,146.80	952,017.55	1,095,164.35	285,411.26	1,380,575.61
11	143,146.80	973,831.16	1,116,977.96	285,411.26	1,402,389.21
12	143,146.80	995,644.76	1,138,791.56	285,411.26	1,424,202.82
13	143,146.80	1,017,458.37	1,160,605.17	285,411.26	1,446,016.42
14	143,146.80	1,039,271.97	1,182,418.77	285,411.26	1,467,830.03
15	143,146.80	1,061,085.58	1,204,232.38	285,411.26	1,489,643.63
16	143,146.80	1,082,899.18	1,226,045.98	285,411.26	1,511,457.24
17	143,146.80	1,104,712.79	1,247,859.59	285,411.26	1,533,270.85
18	143,146.80	1,126,526.39	1,269,673.19	285,411.26	1,555,084.45
19	143,146.80	1,148,340.00	1,291,486.80	285,411.26	1,576,898.06
20	143,146.80	1,170,153.60	1,313,300.40	285,411.26	1,598,711.66
21	143,146.80	1,191,967.21	1,335,114.01	285,411.26	1,620,525.27

Año	Costos de Operación (S/.)			Costos de Mtto (S/.)	Total Costos de O&M (S/.)
	Costos Fijos	Costos Variables	Total		
22	143,146.80	1,213,780.81	1,356,927.61	285,411.26	1,642,338.87
23	143,146.80	1,235,594.42	1,378,741.22	285,411.26	1,664,152.48
24	143,146.80	1,257,408.02	1,400,554.82	285,411.26	1,685,966.08
25	143,146.80	1,279,221.63	1,422,368.43	285,411.26	1,707,779.69

