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

OBSERVATORIO DEL AGUA
CHILLÓN
RÍMAC
LURÍN

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN 4

1. ÁREA DE ESTUDIO Y PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES (PTARs) 5

2. ÁREAS VERDES EN LIMA METROPOLITANA 8

3. PTARs y CANALES DE RIEGO 11

3.1 CUENCA DEL RÍO CHILLÓN 13

3.1.1 PTAR PUENTE PIEDRA 13

3.2 CUENCA DEL RÍO RÍMAC 15

3.2.1 PTAR CARAPONGO 15

3.2.2 PTAR SAN ANTONIO DE CARAPONGO 17

3.2.3 PTAR SANTA CLARA 19

3.2.4 PTAR ANEXO 22 21

3.2.5 PTAR HUACHIPA (NUEVO) 23

3.2.6 PTAR LA ATARJEA (NUEVO) 25

3.3 CUENCA DEL RÍO LURÍN 28

3.3.1 PTAR JULIO C. TELLO 28

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 30

ANEXO: CUADRO RESUMEN 31

LISTA DE FIGURAS

Figura 1-1 Área de estudio y las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales en Lima Metropolitana .. 5
Figura 2-1 Imágenes Satelitales y áreas verdes espacialmente .. 10
Figura 3-1 Plantas de Tratamiento en Lima Metropolitana .. 11
Figura 3-2 PTAR Puente Piedra y canal de conducción de aguas residuales .. 14
Figura 3-3 PTAR Carapongo y canal de conducción de aguas residuales .. 16
Figura 3-4 PTAR San Antonio de Carapongo y canal de conducción de aguas residuales .. 18
Figura 3-5 PTAR Santa Clara y canal de conducción de aguas residuales .. 20
Figura 3-6 PTAR Anexo 22 y canal de conducción de aguas residuales .. 22
Figura 3-7 PTAR Huachipa y canal de conducción de aguas residuales .. 25
Figura 3-8 PTAR La Atarjea y canal de conducción de aguas residuales .. 26
Figura 3-9 PTAR Julio C. Tello y canal de conducción de aguas residuales .. 29

LISTA DE TABLAS

Tabla 1-1 Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales operadas por SEDAPAL .. 6
Tabla 1-2 Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales No operadas por SEDAPAL .. 7
Tabla 2-1 Demanda de Agua para riego de áreas verdes (2014) .. 8
Tabla 2-2 Demanda potencial de agua para riego de nuevas áreas verdes .. 9
Tabla 2-3 Imágenes Satelitales utilizadas para identificar áreas verdes .. 10
Tabla 3-1 Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales cercanas a Canales de Riego .. 12
Tabla 3-2 Canales de Riego como posibles conductores de agua de PTARs .. 12
Tabla 3-3 PTAR Puente Piedra y canal de conducción .. 13
Tabla 3-4 PTAR Carapongo y canal de conducción .. 15
Tabla 3-5 PTAR San Antonio de Carapongo y canal de conducción .. 17
Tabla 3-6 PTAR Santa Clara y canal de conducción .. 19
Tabla 3-7 PTAR Anexo 22 y canal de conducción .. 21
Tabla 3-8 PTAR Huachipa y canal de conducción .. 23
Tabla 3-9 PTAR La Atarjea y canal de conducción .. 25
Tabla 3-10 PTAR Puente Piedra y canal de conducción .. 28

INTRODUCCIÓN

Durante el primer trimestre del 2017 se llevó a cabo el servicio de consultoría "Diseño de un Sistema de Información Geográfica en el Software ArcGIS, de la Red de Canales de Riego de las Cuencas Chillón Rímac y Lurín en el ámbito de Lima Metropolitana" para conocer el estado situacional de los canales de riego que, en el contexto de la dinámica urbana de Lima y Callao, adquieren una relevancia e importancia nueva para conducir y distribuir tanto las aguas de los ríos Chillón, Rímac y Lurín, como las aguas residuales tratadas, para el riego de parques y jardines de la ciudad.

El Sistema de Información Geográfica con la información de los canales de riego en Lima Metropolitana es gestionado y analizado por el Observatorio del Agua y ayudará a los tomadores de decisión identificar, conceptualizar y elaborar proyectos de iniciativas público – privadas para la mejora o ampliación de sus áreas verdes y, también, proyectos de reúso de aguas residuales para el riego de áreas verdes mediante pequeñas plantas de tratamiento.

En ese contexto, el presente documento tiene el objetivo de realizar un análisis geoespacial de los canales de riego existentes en Lima Metropolitana con relación a las plantas de tratamiento de aguas residuales (PTARs) y áreas verdes con la finalidad de mostrar las posibilidades de reúso de aguas residuales para el riego de áreas verdes. Asimismo, evaluar e identificar los canales de riego existentes que serían la mejor opción para la conducción y distribución de aguas residuales tratadas.

El presente documento cuenta con tres partes principales; en primer lugar, se muestra la ubicación de las plantas de tratamiento de aguas residuales, existentes y proyectadas, y su caudal de diseño (l/s), ya que esta variable es un criterio importante en el análisis geoespacial. En segundo lugar, se hizo uso de las tecnologías de información para identificar áreas verdes, mediante el uso de dos imágenes Satelitales SPOT 6 de 6 m de resolución espacial, correspondiente al año 2015 y 2017. Finalmente, teniendo estos tres componentes principales, PTARs, canales y áreas verdes, se prosiguió con el análisis geoespacial para identificar qué canales existentes pueden ser usados en la conducción de aguas residuales para el riego de áreas verdes.

Este trabajo se realizó por la cooperación alemana para el desarrollo, implementada por la Deutsche Gesellshaft für Internacionale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, en el marco del Proyecto Adaptación de la Gestión de los Recursos Hídricos en Zonas Urbanas al Cambio Climático con Participación del Sector Privado - ProACC, el cual tiene como contraparte a la Autoridad Nacional del Agua (ANA).

1 ÁREA DE ESTUDIO Y PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES (PTARs)

El área de estudio se ubica en la provincia de Lima, en el ámbito de Lima Metropolitana; en la Figura 1-1 se presenta la ubicación de las PTARs, existentes y proyectadas, y sus caudales de diseño incluyendo la ampliación y mejoramiento a futuro.

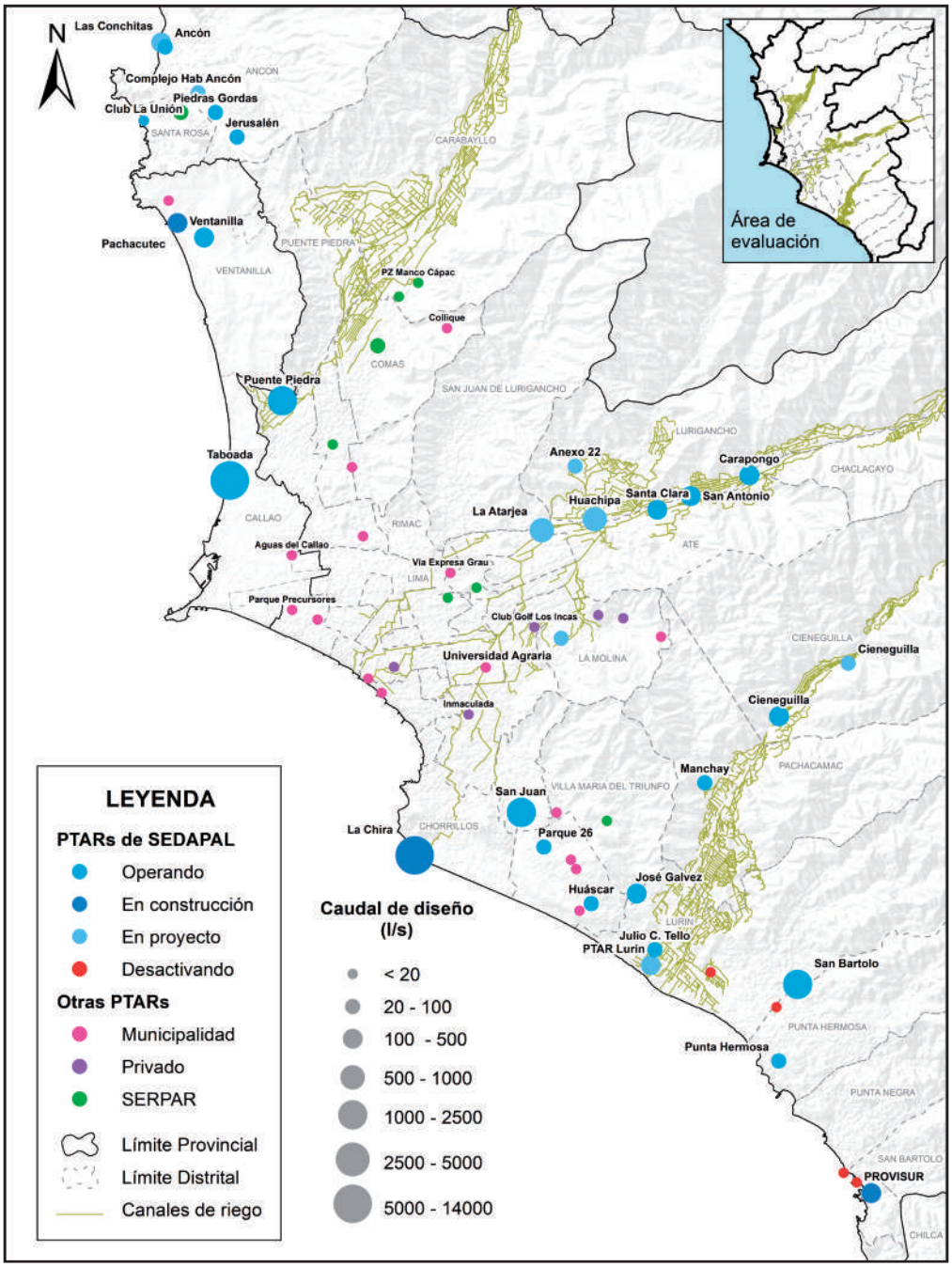

Figura 1-1 Área de estudio y las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales en Lima Metropolitana

Fuente: Elaboración propia, PTARs del estudio PROACC (2016) y SEDAPAL (web). Canales del Estudio PROACC (2017)

De acuerdo al estudio realizado en el marco del proyecto PROACC (2016)[1] e información de SEDAPAL[2], actualmente existen alrededor de 24 Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (PTARs) operadas por SEDAPAL, 3 están en proceso de construcción y 9 en proyecto, resaltando que estás ultimas remplazarán a 5 PTARs existentes (ver Tabla 1-1).

Tabla 1-1:
Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales operadas por SEDAPAL

Op.	Nombre	Ubicación	Tecnología	Tratamiento	Coord. UTM WGS 84		Q_{actual} (l/s)	$Q_{diseño}$ (l/s)	Estado	N°
					Este	Norte				
SEDAPAL	Ancón	Ancón	Lagunas de Oxidación	Secundario	263761	8699574	41.2	75.0	Operando	1
	Jerusalén	Ancón	Lagunas Facultativas	Secundario	268192	8694025	18.0	30.0	Operando	2
	Piedras Gordas	Ancón	Lagunas Facultativas	Secundario	266856	8695540	15.0	70.0	Operando	3
	Club La Unión	Santa Rosa	Filtro Percolador	Secundario	262438	8695026	4.1	18.0	Operando	4
	Puente Piedra	San Martín	Lodos Activados (LA) - SBR	Secundario	270960	8677775	625.0	1300.0	Operando	5
	San Antonio	Ate Vitarte	LA Aireación Extendida	Secundario	296099	8671912	93.1	152.0	Operando	6
	Carapongo	Ate Vitarte	Anaerobio-Aerobio	Secundario	299714	8673195	360.9	500.0	Operando	7
	Santa Clara	Ate Vitarte	LA Aireación, Filtros de arena	Terciario	294045	8671067	162.4	437.0	Operando	8
	Cieneguilla	Cieneguilla	Lodos Activados	Secundario	301533	8658343	81.3	118.0	Operando	9
	José Gálvez	Villa Maria del Triunfo	Anaerobio, Aerobio	Secundario	292775	8647438	105.4	130.0	Operando	10
	Huáscar	Villa El Salvador	Lagunas Anaerobicas, Anaerobio - Aerobio	Secundario	289977	8646828	87.4	100.0	Operando	11
	Parque 26	Villa El Salvador	Lagunas Anaerobicas, Anaerobio - Aerobio	Secundario	287071	8650308	87.4	100.0	Operando	12
	San Juan	San Juan de Miraflores	Lagunas Aireadas	Secundario	285672	8652424	388.1	1800.0	Operando	13
	Manchay	Pachacamac	Lodos Activados (LA)-SBR	Terciario	296970	8654262	32.0	60.0	Operando	14
	San Bartolo	Lurín	Lagunas Aireadas	Secundario	302676	8641842	839.0	1700.0	Operando	15
	Julio C.Tello	Lurín	Lagunas de oxidación (Anerobi o- Aerobio)	Secundario	294031	8643958	20.4	25.0	Operando	16
	Punta Hermosa	Punta Hermosa	Lagunas de Oxidación	Secundario	301521	8637130	14.9	25.0	Operando	17
	Taboada	Callao	Pre-Aireación	Preliminar avanzado	267731	8672878	9580.3	14000.0	Operando	18
	Ventanilla	Ventanilla	Anerobio - Aerobio	Secundario	266145	8687826	269.4	500.0	Operando	19
	TOTAL						12825.3	21140.0		
	Pachacutec	Ventanilla	Lodos Activados	Secundario	264517	8688721	70.0	333.0	En Construcción	20
	PROVISUR	Santa María	Lodos Activados Filtración MBR	Terciario	307214	8628988	110.0	204.0	En Construcción	21
	La Chira	Chorrillos	Desbaste, Desarenado, Microtamizado	Primario	279108	8649791	5000.0	6300.0	En Construcción	22
	TOTAL						5180.0	6837.0		
	Complejo Hab Ancón	Ancón	Lodos Activados	Secundario	265797	8696750	30.0	100.0	En Proyecto	23
	Las Conchitas	Ancón	Lodos Activados	Secundario	263511	8699835	100.0	300.0	En Proyecto	24
	Huachipa	Lurigancho	Lodos Activados	Secundario	290203	8670496	400.0	900.0	En Proyecto	25
	Atarjea	El Agustino	Lodos Activados y Filtración con discos	Secundario	286945	8669821	450.0	900.0	En Proyecto	26
	Anexo 22	Lurigancho	Lodos Activados y Filtración con discos	Secundario	288996	8673762	45.0	92.4	En Proyecto	27
	Cieneguilla	Cieneguilla	Lodos Activados	Secundario	305805	8661625	30.0	100.0	En Proyecto	28
	Universidad Agraria	La Molina	Lodos Activados	Secundario	288132	8663159	80.0	100.0	En Proyecto	29
	PTAR Lurín	Lurín	Lodos Activados y Aireación prolongada	Secundario	293638	8643020	100.0	360.0	En Proyecto	30
	Nuevo Pucusana	Chilca	Lodos Activados	Secundario	309402	8619841	20.0	85.0	En Proyecto	31
	TOTAL						1255.0	2937.4		
	San Pedro de Lurín	Lurín	Lagunas Aireadas y Facultativas	Secundario	297371	8642595	30.9	24.0	Desactivación	32
	Nuevo Lurín	Punta Hermosa	Lagunas de Oxidación	Primario	301385	8640443	70.0	21.0	Desactivación	33
	Balneario Norte	San Bartolo	Lodos Activados	Secundario	305518	8630248	0.5	13.0	Desactivación	34
	Balneario Sur	San Bartolo	Lodos Activados	Secundario	306320	8629661	8.0	24.0	Desactivación	35
	Pucusana	Chilca	Lagunas de Oxidación	Secundario	309349	8619923	1.3	24.0	Desactivación	36
	TOTAL						110.7	106.0		

Fuente: Elaboración propia, PTARs del estudio PROACC (2016) y SEDAPAL. $Q_{diseño}$: Incluyen mejoras a futuro.
Caudal actual = promedio del primer semestre del 2014, según Estudio PROACC (2016)
Caudal actual para PTARs en proyecto= caudal inicial cuando entre en operación, según Estudio PROACC (2016)

[1] Estudio: Tecnologías para el reúso de Aguas Residuales
[2] Web: http://www.sedapal.com.pe/tratamiento-de-aguas-residuales. Plan Maestro Optimizado 2015-2044

Cabe resaltar que las PTARs Taboada y La Chira, tienen un caudal de diseño de 14000 l/s y 6300 l/s respectivamente, cuya descarga va directamente al mar, luego de un tratamiento preliminar.

Por otro lado, existen alrededor de 29 PTARs operadas por otras entidades, entre públicas y privadas, de las cuales 16 son operadas por distintas municipalidades, 8 son operadas por SERPAR (Servicio de Parques) y alrededor de 5 son operadas por el sector privado (ver Tabla 1-2).

Tabla 1-2:
Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales No operadas por SEDAPAL

Op.	Nombre	Ubicación	Tecnología	Tratamiento	Coord. UTM WGS 84		Q_{actual} (l/s)	$Q_{diseño}$ (l/s)	Estado	N°
					Este	Norte				
MUNICIPALIDAD	Huerto Comunal	Villa María del Triunfo	Lodos Activados	Secundario	287852	8652430	2.0	5.0	Operando	1
	Alameda Solidaridad	Villa el Salvador	Lodos Activados	Secundario	289062	8648955	6.0	6.0	Operando	2
	Alameda de la Juventud	Villa el Salvador	Lodos Activados	Secundario	288734	8649524	5.0	5.0	Operando	3
	Oasis de Villa	Villa el Salvador	Humedal Artificial	Secundario	289257	8646383	0.2	0.3	Operando	4
	El Mirador	Ventanilla	Humedal Artificial	Secundario	263977	8690106	3.5	3.5	Operando	5
	Malecón Godofredo García	San Isidro	LA HBC + Filt	Terciario	276257	8660678	0.2	0.2	Operando	6
	Paseo del Bosque	San Borja	Lodos Activados y Filtración	Terciario	283490	8661362	2.0	2.0	Operando	7
	Estadio Municipal Musa	La Molina	Lodos Activados	Secundario	294278	8663256	0.5	0.5	Operando	8
	Collique	Comas	Lodos Activados	Secundario	281106	8682257	8.0	5.2	Operando	9
	Izaguirre	Los Olivos	Lodos Activados y Filtración	Terciario	275265	8673697	9.0	9.0	Operando	10
	Intercambio Vial Habich	San Martín de Porres	Lodos Activados y Filtración	Terciario	275938	8669438	2.0	2.0	Operando	11
	Vía Expresa Grau	El Agustino	Lodos Activados y Filtración	Terciario	281317	8667187	1.2	1.2	Operando	12
	Aguas del Callao	Carmen de La Legua	Lodos Activados - AGAR	Terciario	271550	8668270	13.9	13.9	Operando	13
	Parque María Reiche	Miraflores	Lodos Activados Filtración MBBR + UF		277081	8659805	8.7	8.7	Operando	14
	Parque Precursores	San Miguel	Lodos Activados Filtración MBBR + UF	Terciario	271574	8664910	2.9	2.9	Operando	15
	Parque Juan Pablo II	San Miguel	Lodos Activados Filtración MBBR + UF	Terciario	273135	8664310		9.3	Operando	16
	TOTAL						74.4	74.5		
SEPARAR	Universitaria	Carabayllo	Lodos Activados y Filtración	Terciario	278142	8684198	3.4	4.0	Operando	17
	PZ Manco Capac	Carabayllo	Lodos Activados y Filtración	Terciario	279332	8685043	3.0	3.0	Operando	18
	PZ Sinchi Roca	Comas	Lodos Activados y Filtración	Terciario	276845	8681173	25.0	25.0	Operando	19
	PZ Yoque Yupanqui	Los Olivos	Lodos Activados y Filtración	Terciario	274075	8675091	4.0	4.0	Operando	20
	PZ Santa Rosa	Santa Rosa	Filtros Percoladores	Secundario	264730	8695544	41.1	25.0	Operando	21
	PZ Cahuide	Ate Vitarte	Lodos Activados Filtración MBR	Terciario	282923	8666276	3.7	3.7	Operando	22
	PZ El Migrante	La Victoria	Lodos Activados y Filtración	Terciario	281157	8665648	1.0	1.0	Operando	23
	PZ Flor de Amancaes	Villa María del Triunfo	Lodos Activados y Filtración	Terciario	290950	8651919	1.7	1.7	Operando	24
	TOTAL						45.5	67.4		
PRIVADO	Jardines de la Paz	La Molina	Lodos Activados – Aireación extendida	Terciario	290418	8664581	5.3	6.0	Operando	25
	Inmaculada	Surco	Lagunas Facultativas	Secundario	282437	8658467	4.5	4.6	Operando	26
	Club Golf Los Incas	Surco	Lagunas Facultativas	Terciario	286483	8663840	15.0	15.0	Operando	27
	Club Golf La Planicie	La Molina	Lagunas aireadas y Filtración	Secundario	291957	8664395	15.0	15.0	Operando	28
	Club Golf de Lima	San Isidro	Lagunas aireadas	Terciario	277839	8661391	15.0	15.0	Operando	29
	TOTAL						54.8	55.6		

Fuente: Elaboración propia, PTARs del estudio PROACC (2016) y SEDAPAL.
Caudal actual = promedio del primer semestre del 2014, según Estudio PROACC (2016)

2 ÁREAS VERDES EN LIMA METROPOLITANA

La Organización Mundial de la Salud (OMS) recomienda que las ciudades tengan un estándar mínimo de 9 m2 de áreas verdes por habitante. Sin embargo, Lima metropolitana solo llega a los 3.2 m2/habitante según el Plan Metropolitano de desarrollo Urbano de Lima (PLAM 2035).

De acuerdo al estudio realizado en el marco del proyecto PROACC (2016)[3], se identificaron 2714.5 ha de áreas verdes en los distritos de la provincia de Lima, específicamente Lima metropolitana, observándose que la demanda de agua para el riego de áreas verdes es aproximadamente 2361.1 l/s (Escenario 1) y 1663.6 l/s (Escenario 3). Donde, el Escenario 1 es el menos eficiente y el Escenario 2B el más eficiente, debido al uso de riego tecnificado (ver Tabla 2-1).

Tabla 2-1:
Demanda máxima de agua para riego al 2035 considerando las áreas verdes útiles del 2014 por distritos de Lima y escenarios de riego

N°	Distrito	Área verde util	Demanda Max. Agua (l/s)		
		Habilitada (ha)	ESC. 1	ESC. 2A	ESC. 2B
LIMA NORTE		661.93	566.2	428.6	405.7
1	Ancón	36.42	30.7	22.3	22.3
2	Santa Rosa	6.67	5.7	4.1	4.1
3	Puente Piedra	37.96	32.5	23.3	23.3
4	Carabayllo	91.31	80.1	63.8	55.9
5	Independencia	23.29	19.9	14.3	14.3
6	Cómas	175.36	153.9	122.5	107.5
7	Los Olivos	159.95	134.7	98	98
8	San Martín de Porres	130.97	108.7	80.3	80.3
LIMA CENTRO		935.06	816.1	687.2	573
9	Rímac	29.59	25.3	18.1	18.1
10	Cercado de Lima	91.8	77.4	68.1	56.3
11	La Victoria	47.8	43.4	35.4	29.3
12	San Luis	26.44	24.2	20.1	16.2
13	Breña	3.76	3.3	2.3	2.3
14	Jesus María	53.02	46.5	37	32.5
15	Lince	12.56	11.1	8.8	7.7
16	Pueblo Libre	24.09	20.7	15.8	14.8
17	Magdalena del Mar	23.82	20.5	15.6	14.6
18	San Miguel	136.56	115.1	83.7	83.7
19	San Borja	110.85	104.1	98.4	68
20	Santiago de Surco	141.92	130.1	117.4	86.9
21	Surquillo	24.04	22	18.3	14.7
22	San Isidro	86.84	76.9	68.1	53.2
23	Miraflores	96.95	74.4	64.8	59.4
24	Barranco	25.02	21.1	15.3	15.3

N°	Distrito	Área verde util	Demanda Max. Agua (l/s)		
		Habilitada (ha)	ESC. 1	ESC. 2A	ESC. 2B
LIMA ESTE		646.61	575.8	476.2	396.3
25	San Juan de Lurigancho	172.38	145.3	105.6	105.6
26	Lurigancho - Chosica	21.35	18.7	14	13.1
27	Chaclacayo	17.36	15.3	12.2	10.7
28	Ate - Vitarte	152.52	142.3	122.9	93.4
29	Santa Anita	61.33	49.2	42.8	37.6
30	El Agustino	64.92	59.5	49.5	39.8
31	Cieneguilla	12.5	11.4	9.8	7.7
32	La Molina	144.25	134.1	119.4	88.4
LIMA SUR		470.93	403	293.1	288.6
33	Villa María del Triunfo	43.64	37.3	26.7	26.7
34	Villa El Salvador	212.02	181.3	129.9	129.9
35	San Juan de Miraflores	83.96	70.8	51.5	51.5
36	Chorrillos	52.79	46.3	36.9	32.4
37	Pachacamac	6.98	6	4.3	4.3
38	Lurín	31.92	27.3	19.5	19.5
39	Punta Hermosa	17.51	15	10.7	10.7
40	San Bartolo	4.97	4.3	3.1	3.1
41	Punta Negra	12.16	10.4	7.5	7.5
42	Santa María del Mar	2.96	2.6	1.8	1.8
43	Pucusana	2.02	1.7	1.2	1.2
TOTAL		2714.53	2361.1	1885.1	1663.6

ESC.1: Mismos sistemas de riego (inundación 15%, mangueras-aspersión 37%, camión cisterna-aspersión 37%, y riego tecnificado por micro-aspersión y goteo 9%).

ESC.2A: Sistema de riego mejorado, remplazando el sistema de riego por mangueras y camión cisterna.

ESC.2B: Solo sistemas de riego tecnificados.

Fuente: PEAIE -2035, 2014.

[3] Estudio: Tecnologías para el reúso de Aguas Residuales, PROACC (2016)

A fin de incrementar las áreas verdes en el ámbito de Lima Metropolitana, en el marco del plan PEAIE (2035)[4], se hizo una proyección de áreas verdes al 2035, donde las áreas verdes incrementarían de 2714.5 ha a 4834 ha y la demanda potencial de agua, proyectada al 2035, sería de 2949.3 l/s (ver Tabla 2-2).

Tabla 2-2:
Demanda potencial de agua de las áreas verdes proyectadas de Lima

N°	Distrito	Áreas verdes proyectadas - 2035 (ha)			Demanda potencial de agua (l/s)
		Área verde útil 2014	Área verde nueva	TOTAL	
1	Ancón	36.42	1280.02	1316.44	803.03
2	Ate	152.52	65.36	217.88	132.91
3	Barranco	25.02		25.02	15.27
4	Breña	3.76		3.76	2.29
5	Carabayllo	91.31	109.16	200.47	122.29
6	Cercado de Lima	91.8	1.98	93.78	57.21
7	Chaclacayo	17.36	34.98	52.34	31.93
8	Chorrillos	52.79		52.79	32.2
9	Cieneguilla	12.5	36.87	49.37	30.12
10	Cómas	175.36	3.5	178.86	109.1
11	El Agustino	64.92		64.92	39.6
12	Independencia	23.29		23.29	14.21
13	Jesus Maria	53.02		53.02	32.34
14	La Molina	144.25		144.25	88
15	La Victoria	47.8	3.4	51.2	31.23
16	Lince	12.56		12.56	7.66
17	Los Olivos	159.95		159.95	97.57
18	Lurigancho, Chosica	21.35	163.08	184.43	112.5
19	Lurín	31.92	190.33	222.25	135.57
20	Magdalena del Mar	23.82		23.82	14.53
21	Miraflores	96.95		96.95	59.14
22	Pachacamac	6.98	19.15	26.13	15.94
23	Pucusana	2.02		2.02	1.23
24	Pueblo Libre	24.09		24.09	14.69
25	Puente Piedra	37.96	45.08	83.04	50.65
26	Punta Hermosa	17.51		17.51	10.68
27	Punta Negra	12.16		12.16	7.42
28	Rímac	29.59	25	54.59	33.3
29	San Bartolo	4.97		4.97	3.03
30	San Borja	110.85		110.85	67.62
31	San Isidro	86.84		86.84	52.97
32	San Juan de Lurigancho	172.38		172.38	105.15
33	San Juan de Miraflores	83.96		83.96	51.22
34	San Luis	26.44		26.44	16.13
35	San Martín de Porres	130.97	16.04	147.01	89.68
36	San Miguel	136.56		136.56	83.3
37	Santa Anita	61.33		61.33	37.41
38	Santa María del Mar	2.96	82.08	85.04	51.87
39	Santa Rosa	6.67	12.3	18.97	11.57
40	Santiago de Surco	141.92		141.92	86.57
41	Surquillo	24.04		24.04	14.66
42	Villa El Salvador	212.02	20	232.02	141.53
43	Villa María del Triunfo	43.64	12	55.64	33.94
TOTAL		2714.53	2120.33	4834.86	2949.3

Fuente: PEAIE -2035, 2014.

Es así que el Plan PEAIE (2035)[5] propone que estás áreas verdes actuales y las nuevas áreas proyectadas cuenten con un sistema de riego sostenible, es decir, se dé un uso eficiente a los recursos hídricos. Lo cual implicaría que la fuente de agua de riego provenga de aguas residuales tratadas, promoviendo el reúso de aguas residuales y el uso de los sistemas de riego tecnificado.

Identificación de Áreas Verdes Espacialmente

Debido a que no se dispone de información espacial actualizada de las áreas verdes en el ámbito de Lima Metropolitana, se hizo uso de Imágenes Satelitales para poder identificar la distribución espacial de las áreas verdes. En la Tabla 2-3 se muestran las Imágenes Satelitales utilizadas, SPOT 7 de enero del 2015 y SPOT 6 del 2017, de 6 m de resolución espacial y de 4 bandas espectrales, incluyendo la del Infrarrojo cercano (NIR), el cual permitirá identificar la vegetación utilizando el índice de vegetación NDVI (Normalized Difference Vegetation Index).

[4] Plan de Espacios abiertos e Infraestructura Ecológica con riego sostenible (PEAIE-2035)
[5] Plan de Espacios abiertos e Infraestructura Ecológica con riego sostenible (PEAIE-2035)

Tabla 2-3:
Imágenes Satelitales utilizadas para identificar áreas vedes

Imágenes Satelitales		Resolución espacial: 6x6 metros / N° de bandas: 4			
		Fecha	*Row*	*Column*	Ámbito
1	SPOT7_MS_201501291508267	29/01/2015	39335	21403	Chillón y Rímac
2	SPOT6_MS_201703131502221	13/03/2017	12083	12481	Lurín

Fuente: PLAM 2035, PROACC 2016.

En la Figura 2-1 se muestra la extensión de las imágenes satelitales, donde la SPOT 7 (cuadrante N°1) abarca la parte baja del sector hidráulico Chillón en el ámbito de la provincia de Lima y la parte baja del sector hidráulico Rímac, en el ámbito de Lima Metropolitana.

En cuanto al sector Chillón, la vegetación identificada corresponde principalmente a áreas agrícolas de cultivo; y las áreas verdes resaltadas en la parte baja del sector Rímac, en su mayoría corresponden a parques, jardines y bermas centrales, en el ámbito de Lima Metropolitana.

Asimismo, la imagen SPOT 6 (cuadrante N°2) abarca la parte baja de la cuenca del río Lurín, donde la vegetación resaltada corresponde, principalmente, áreas agrícolas de cultivo del subsector Lurín.

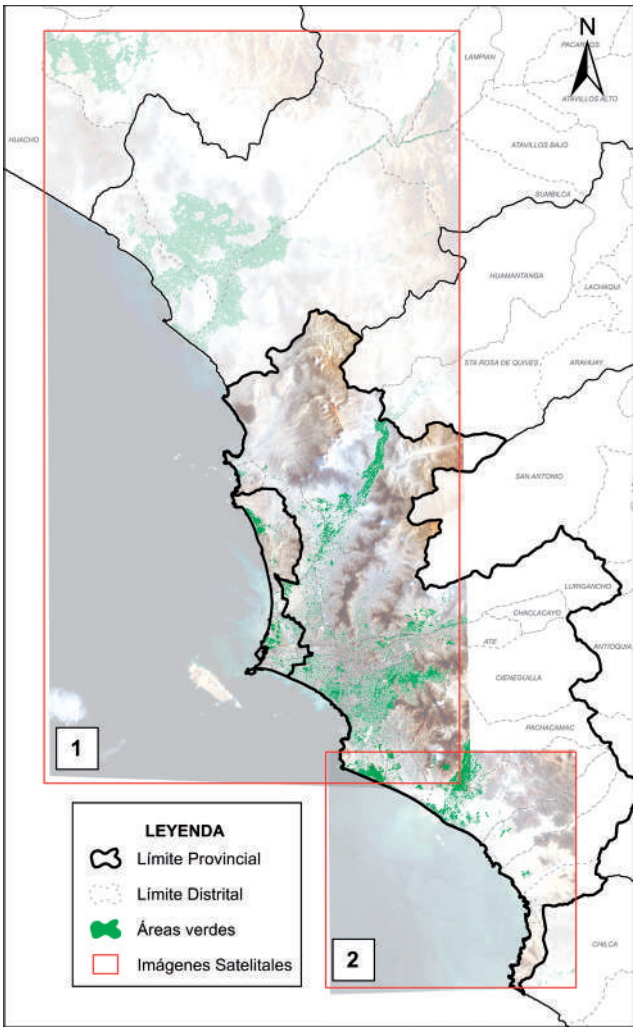

Figura 2-1 Imágenes Satelitales y áreas verdes espacialmente

Fuente: PLAM 2035, PROACC 2016

3 PTARs Y CANALES DE RIEGO

En la Figura 3-1 se muestran la ubicación de las PTARs, los canales de irrigación existentes, que podrían servir como conductor de sus aguas residuales tratadas, y las áreas verdes, estimadas utilizando las imágenes satelitales. La selección de estas PTARs proviene de un análisis previo, para lo cual, se consideraron dos criterios importantes.

El primero, fue considerar las PTARs con un caudal de diseño mayor a los 20 l/s, ya que ese caudal es considerable para ser transportando por los canales de conducción; y el segundo criterio fue, seleccionar las PTAR que se encuentran cercanas a los canales de irrigación existentes. Quedando varias PTARs fuera del análisis (Por ejemplo: PTARs Ventanilla, San Bartolo, San Juan, PTAR Cieneguilla, entre otros. Ver Figura 1-1)

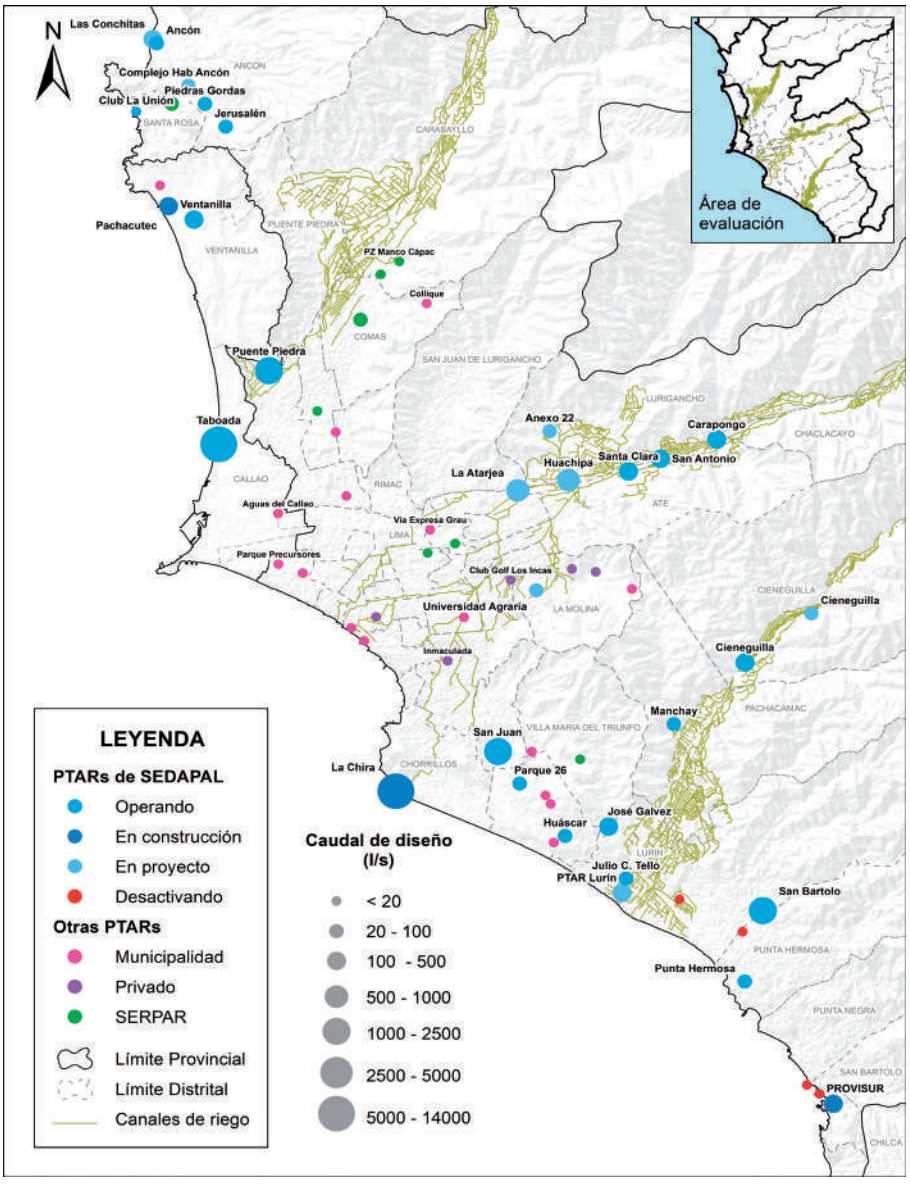

Figura 3-1 Plantas de Tratamiento en Lima Metropolitana

Fuente: Estudio PROACC (2016), SEDAPAL

De esta manera, se obtuvieron que solo 8 PTARs cumplían con estos criterios de selección, observándose los detalles de cada PTAR en la Tabla 3-1. Asimismo, cabe resaltar que los nuevos proyectos de La Atarjea, Huachipa y Santa Clara, son los proyectos más ambicioso con un caudal máximo de diseño de 900 l/s, 900 l/s y 437 l/s respectivamente, cuyas aguas podrían ser conducidas por los Canales de Irrigación existentes, como se verá detalladamente en el siguiente ítem.

Tabla 3-1:
Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales cercanas a Canales de Riego

Nombre	Distrito	Tecnología	Coord. UTM WGS84		Q actual* (l/s)	Q diseño (l/s) con mejoras	Estado	Cuenca
			Este	Norte				
Puente Piedra	San Martín de Porres	Lodos Activados (LA) - SBR	270960	8677775	625	1300	Operando	Chillón
Carapongo	Ate Vitarte	Anaerobio - Aerobio	299714	8673195	360.9	500	Operando	Rímac
San Antonio	Ate Vitarte	LA Aireación Extendida.	296099	8671912	93.1	152	Operando	Rímac
Santa Clara	Ate Vitarte	LA, Aireación, Filtros de Arena.	294045	8671067	162.4	437	Operando	Rímac
Anexo 22	Lurigancho	Lodos Activados y Filtración con Discos	288996	8673762	**45.0	92.4	En Proyecto	Rímac
Huachipa	Lurigancho	Lodos Activados	290203	8670496	**400.0	900	En Proyecto	Rímac
La Atarjea	El Agustino	Lodos Activados y Filtración con Discos	286945	8669821	**450.0	900	En Proyecto	Rímac
Julio C. Tello	Lurín	Lagunas de oxidación (Anaerobio - Aerobio)	294031	8643958	20.2	25	Operando	Lurín

Fuente: Estudio PROACC (2016), SEDAPAL.
**Caudal promedio del primer semestre del 2014, según Estudio PROACC (2016)*
***Caudal inicial cuando entre en operación, según Estudio PROACC (2016)*

En la Tabla 3-2 se muestran las características de los nueve canales de irrigación, entre Canales de Derivación y Laterales, más cercanos a las PTAR (2do criterio de selección), como alternativas para la conducción de aguas residuales tratadas. Asimismo, se muestran dos canales "propuesto" para la conducción de agua, con la finalidad de empalmar con los canales de riego existentes, caso Puente Piedra y Carapongo.

Tabla 3-2:
Canales de Riego como posibles conductores de agua de PTARs

PTAR	Nombre del Canal	Sector	Subsector	Fuente	Orden	Tipo	Qmax de operación (m^3/s)	L (km.)
Puente Piedra	C. OQUENDO	Chillón	S.S.H. Chuquitanta	CD Chuquitanta	L1	Tierra	0.4	2.3
	ASCENCIO	Chillón	S.S.H. Chuquitanta	L1 Centro Oquendo	L2	Tierra / Revestido	0.04	2
	Propuesto							**1.3**
Carapongo	LA ESTRELLA	Rímac	S.S.H. Estrella	Río Rímac	CD	Tierra / Revestido	1.5	8.3
	Propuesto							**0.7**
San Antonio	NIEVERIA	Rímac	S.S.H. Nievería	Río Rímac	CD	Tierra / Revestido	0.7	13.7
Santa Clara	ATE	Rímac	S.S.H. Ate	Río Rímac	CD	Tierra / Revestido	1.2	13.3
Anexo 22	HUACHIPA	Rímac	S.S.H. Huachipa	Río Rímac	CD	Tierra / Revestido	1.8	6.4
	CABALLERIZA	Rímac	S.S.H. Huachipa	CD Huachipa	L1	S/D	-	0.5
Huachipa	CIRCUNVALACION	Rímac	S.S.H. Huachipa	L1 Capitana Baja	L2	Tierra / Revestido	-	2.6
La Atarjea	SURCO	Rímac	S.S.H. Surco	Río Rímac	CD	Tierra / Revestido	1.5	29.4
Julio C. Tello	MAMACONA	Lurín	S.S.H. Lurin	Río Lurín	CD	Tierra	0.32	2.7

Orden: CD = Canal de Derivación, L1 = Lateral de 1er orden y L1 = Lateral de 2do orden.
Fuente: Estudio de Canales de Riego PROACC (2017)

3.1 CUENCA DEL RÍO CHILLÓN

3.1.1 PTAR PUENTE PIEDRA

Tabla 3-3
PTAR Puente Piedra y canal de conducción

PTAR PUENTE PIEDRA	
Municipalidad:	San Martin de Porres (Usuario Potencial con interés)
Operador:	SEDAPAL
Caudal máximo de diseño:	625 l/s, Con ampliación y mejoramiento 1300 l/s.
Área verde a beneficiar:	92.9 ha
Área Agrícola a beneficiar:	180 ha
Característica del canal de conducción propuesto y existente	
Longitud propuesta:	1.3 km
Longitud de canal existente:	"L1 Centro Oquendo" = 2.3 km y "L2 Ascencio" = 2 km
L1 Centro Oquendo	B=1.1m, H=0.8m, Q_{opmax} = 0.4 m^3/s**
L2 Ascencio	B=0.7m, H=0.4m, Q_{opmax} = 0.04 m^3/s**

Fuente: Estudio LAIF, SEDAPAL (Web: http://www.sedapal.com.pe/tratamiento-de-aguas-residuales).
***Datos del Inventario de Infraestructura Hidráulica 2008.*

La Planta de Tratamiento de Puente Piedra, se ubica en el margen izquierdo del rio Chillón, en terrenos del ex fundo Chuquitanta, en el distrito de San Martin de Porres. La construcción de la moderna Planta de Tratamiento de Aguas Servidas “Puente Piedra” fue impulsada por SEDAPAL para tratar los desagües de la población del cono norte de Lima.

Esta PTAR está diseñada para procesar en una primera etapa 422 l/s, y actualmente opera en un rango de 625 l/s. Sin embargo, con las ampliaciones y mejoramiento proyectados a futuro, se quiere llegar a los 1300 l/s. Su efluente es apto para el riego de la zona agropecuaria del valle del Chillón y áreas verdes, que según se detalla en la Tabla 3-3, estaría en el orden de 180 ha y 92.9 ha respectivamente.

En la Figura 3-2 se muestra la ubicación exacta de la PTAR de Puente Piedra, las áreas verdes (parques) y los canales de conducción de agua (canales de riego) existentes. En tal sentido, se muestra que el canal Lateral “L1 Centro Oquendo” y “L2 Ascencio”, con una longitud de 2.3 km y 2.0 km respectivamente. Ambos canales de riego pueden servir como conductores de las aguas tratadas hacia los parques para la irrigación de áreas verdes.

Como canal propuesto, se consideró una longitud es de 1.3 km aproximadamente, para poder empalmar con los canales de riego existentes, resaltando que para poder llegar a los parques se necesita una longitud mayor de canal, cuyo criterio de diseño de conducción dependerá de la topografía del terreno, por ello se muestra la dirección hacia donde podría continuar el diseño de canales de conducción (flecha roja).

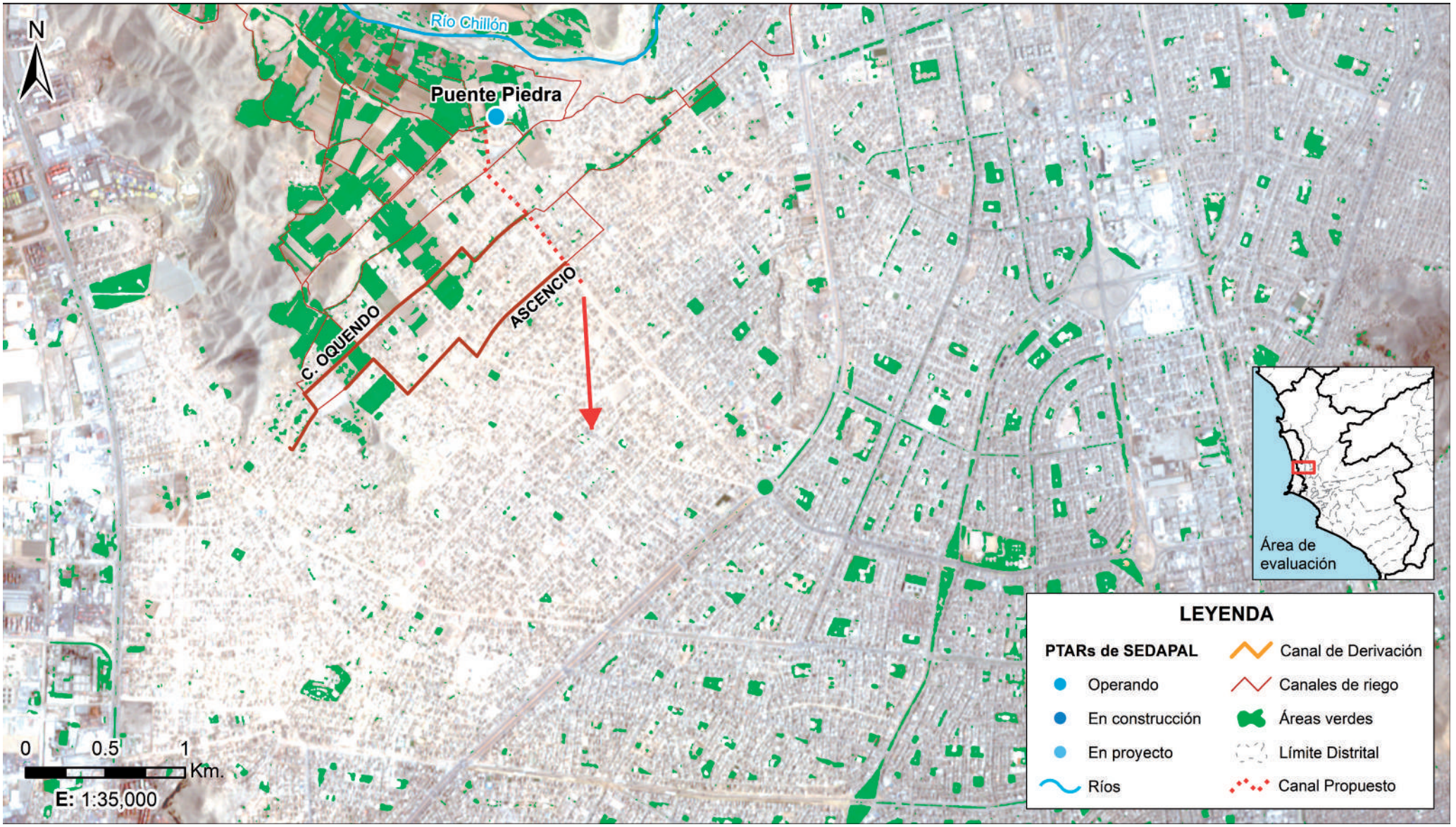

Figura 3-2 PTAR Puente Piedra y canal de conducción de aguas residuales

Fuente: Estudio PROACC (2016), Canales del diseño de GDB Canales de Riego PROACC (2017). Áreas verdes estimadas con imágenes satelitales.

3.2 CUENCA DEL RÍO RÍMAC

3.2.1 PTAR CARAPONGO

Tabla 3-4:
PTAR Carapongo y canal de conducción

PTAR CARAPONGO	
Municipalidad:	Ate Vitarte
Operador:	SEDAPAL
Caudal máximo de diseño:	500 l/s
Área a beneficiar:	61.5 ha
Característica del canal de conducción propuesto y existente	
Longitud propuesta:	0.73 km
Longitud de canal existente:	"CD La Estrella" = 8.3 km
CD La Estrella	B=1.5m, H=1.2m, Q_{opmax} = 1.5 m^3/s**

Fuente: Estudio LAIF, SEDAPAL (Web: http://www.sedapal.com.pe/tratamiento-de-aguas-residuales).
***Datos del expediente de sectorización Rímac.*

Con la cooperación del Gobierno de Japón en el año 1988, se construyó la PTAR Carapongo, ubicada al margen izquierdo del río Rímac, inicialmente diseñada para tratar un caudal de 140 l/s de desagües de Chosica, Chaclacayo y poblaciones ribereñas. Debido al incremento del caudal, en el año 2002, se reconvirtió la planta a un sistema de tratamiento anaerobio-aerobio, que actualmente tiene un caudal de diseño de 500 l/s, cuyas aguas tratadas podrían beneficiar a 61.5 ha de áreas verdes (Ver Tabla 3-4).

La Figura 3-3 muestra la ubicación de la PTAR Carapongo y las áreas verdes a beneficiarse con el reúso de estas aguas tratadas, cabe resaltar que, como ser parte de un subsector hidráulico, existen varios terrenos agrícolas que no son parques. Asimismo, se observa la línea de conducción propuesta, con 0.73 km de longitud, y el Canal de Derivación La Estrella, como principal conductor de las aguas tratadas hacia las áreas verdes, con una longitud de 8.3 km.

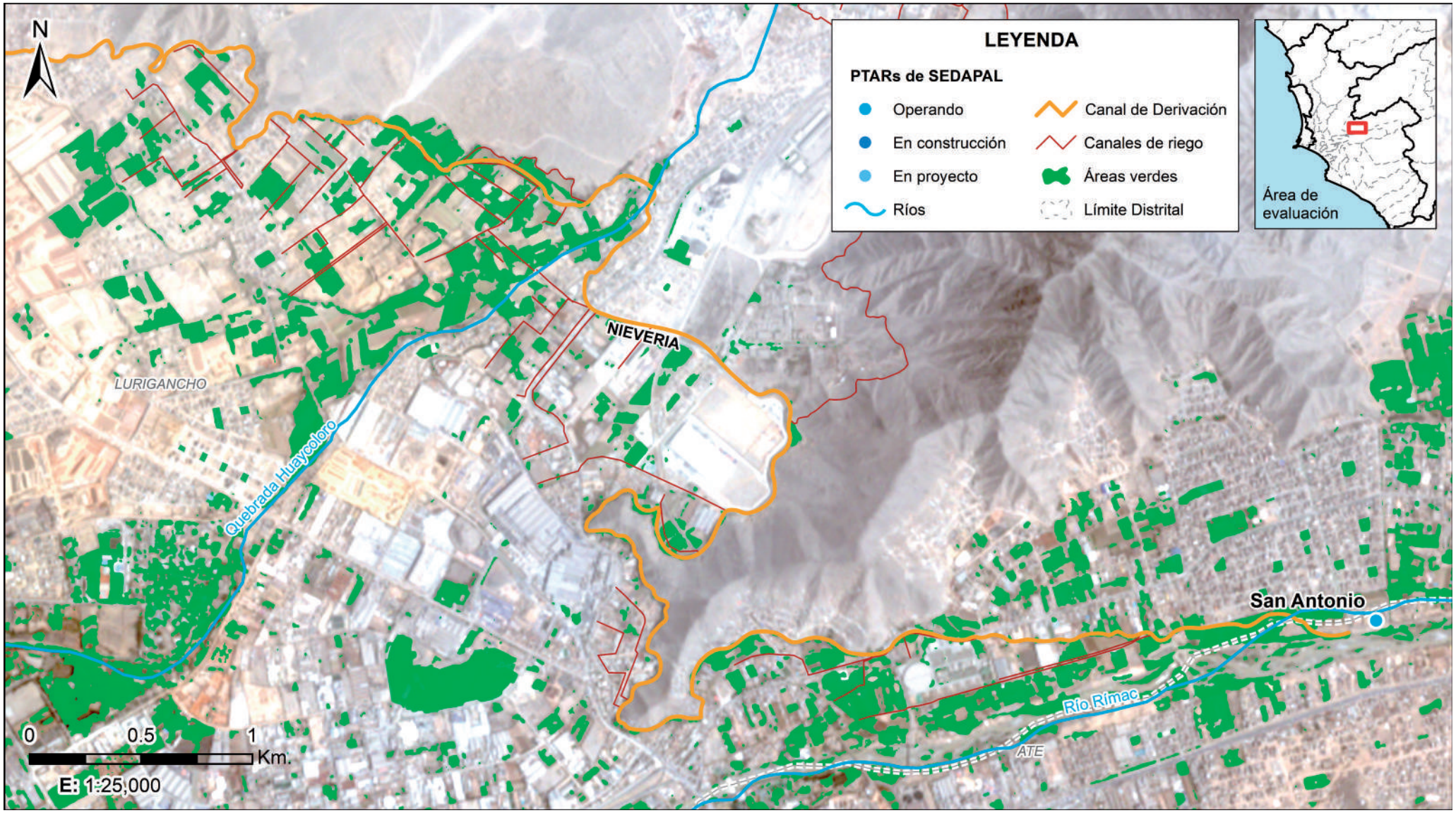

Figura 3-3 PTAR Carapongo y canal de conducción de aguas residuales

Fuente: Estudio PROACC (2016), Canales del diseño de GDB Canales de Riego PROACC (2017). Áreas verdes estimadas con imágenes satelitales.

3.2.2 PTAR SAN ANTONIO DE CARAPONGO

Tabla 3-5:
PTAR San Antonio de Carapongo y canal de conducción

PTAR SAN ANTONIO DE CARAPONGO	
Municipalidad:	Lurigancho
Operador:	SEDAPAL
Caudal máximo de diseño:	22 l/s, Con ampliación y mejoramiento 152 l/s.
Área a beneficiar:	11.0 ha
Característica del canal de conducción propuesto y existente	
Longitud propuesta:	-
Longitud de canal existente:	"CD Nievería" = 13.7 km
CD Nievería	Q_{opmax} = 0.7 m^3/s**

Fuente: Estudio LAIF, SEDAPAL (Web: http://www.sedapal.com.pe/tratamiento-de-aguas-residuales).
***Datos del Expediente de sectorización Rímac.*

La PTAR San Antonio de Carapongo, es una pequeña planta que se ubica en el margen derecho del río Rímac y fue construida por la Urbanizadora Carozzi, inversiones el Pino SAC en Joint Venture y transferida al ERDF en mayo 2004.

Esta planta opera tratando las aguas residuales provenientes de las Urb. San Antonio de Carapongo y las terrazas de Caraponguillo (Lurigancho-Lima), en principio con un caudal de diseño de 22 l/s según reporte de SEDAPAL, sin embargo, se ha previsto la ampliación y mejora de esta PTAR, proyectando un caudal de diseño de 152 l/s. Asimismo, con el uso de estas aguas tratadas se estaría beneficiando a 11 ha de áreas verdes aproximadamente (ver Tabla 3-5).

En la Figura 3-4 se muestra la ubicación de la PTAR San Antonio de Carapongo y el Canal de Derivación (CD) Nievería, como una opción para la conducción de las aguas tratadas. Cabe resaltar que esta zona corresponde al Subsector hidráulico Nievería, es por ello que la mayor parte del área está ocupada por terrenos agrícolas.

De esta manera, se evaluó que el CD Nevería, sería la mejor opción para transportar las aguas tratadas para el riego de áreas agrícolas y parques.

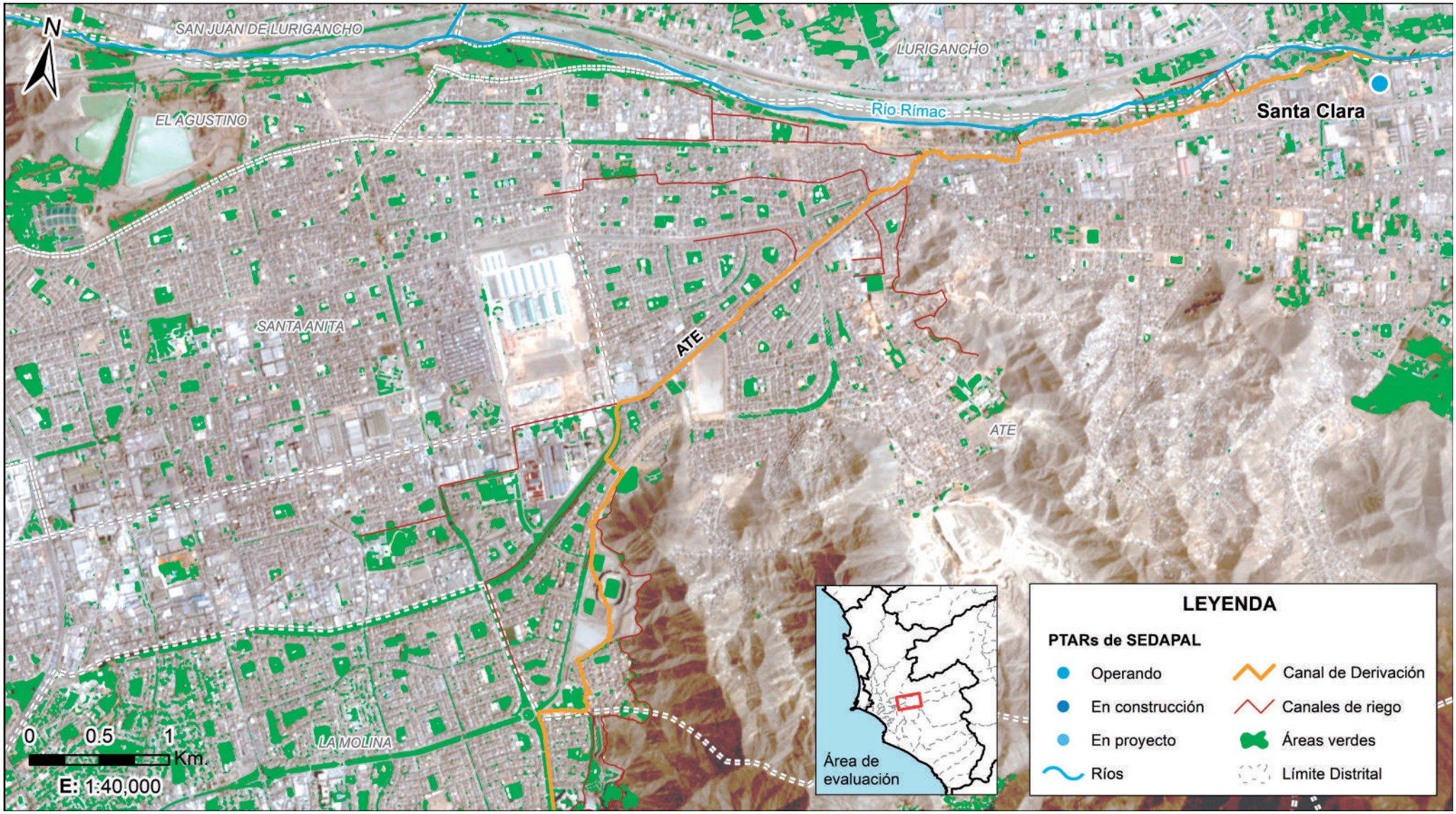

Figura 3-4 PTAR San Antonio de Carapongo y canal de conducción de aguas residuales

Fuente: Estudio PROACC (2016), Canales del diseño de GDB Canales de Riego PROACC (2017). Áreas verdes estimadas con imágenes satelitales.

3.2.3 PTAR SANTA CLARA

Tabla 3-6:
PTAR Santa Clara y canal de conducción

PTAR SANTA CLARA	
Municipalidad:	Ate Vitarte
Operador:	SEDAPAL
Caudal máximo de diseño:	437 l/s
Área verde:	334.6 ha*
Característica del canal de conducción propuesto y existente	
Longitud propuesta:	-
Longitud de canal existente:	"CD Ate" = 13.3 km
CD Ate	Q_{opmax} = 1.2 m^3/s**

Fuente: Estudio LAIF, SEDAPAL (Web: http://www.sedapal.com.pe/tratamiento-de-aguas-residuales).
**Área a beneficiarse según reporte ANA, DGCRH (Dirección de Calidad de Recursos Hídricos)*
***Datos del expediente de sectorización Rímac.*

La PTAR Santa Clara se encuentra ubicado al margen izquierdo del río Rímac, en el distrito de Ate Vitarte. La construcción de esta PTAR estuvo a cargo del Consorcio La Gloria, y actualmente la titularidad de la PTAR pertenece a la empresa SEDAPAL.

SEDAPAL considera al reúso de aguas residuales tratadas como uno de los principales ejes a desarrollar en el próximo quinquenio 2015 – 2020, de modo que pueda liberar recursos hídricos actualmente empleados para riego al abastecimiento poblacional. Es así que, la PTAR Santa Clara posee un caudal máximo de diseño de 437 l/s que sirven para abastecer de agua a gran parte del subsector Hidráulico Ate. (ver Tabla 3-6).

Como se mencionó, La PTAR Santa Clara, vierte sus aguas residuales tratadas hacia el canal de derivación Ate, siguiendo la línea de conducción mostrada en la Figura 3-5. Cabe resaltar que el canal de Ate abastece de agua, en su mayoría a áreas verdes, por ello, se debería ampliar la capacidad de tratamiento de aguas a fin de remplazar el agua captada del río Rímac por aguas residuales tratadas e incrementar las áreas verdes en el distrito de Ate, Santa Anita y La Molina.

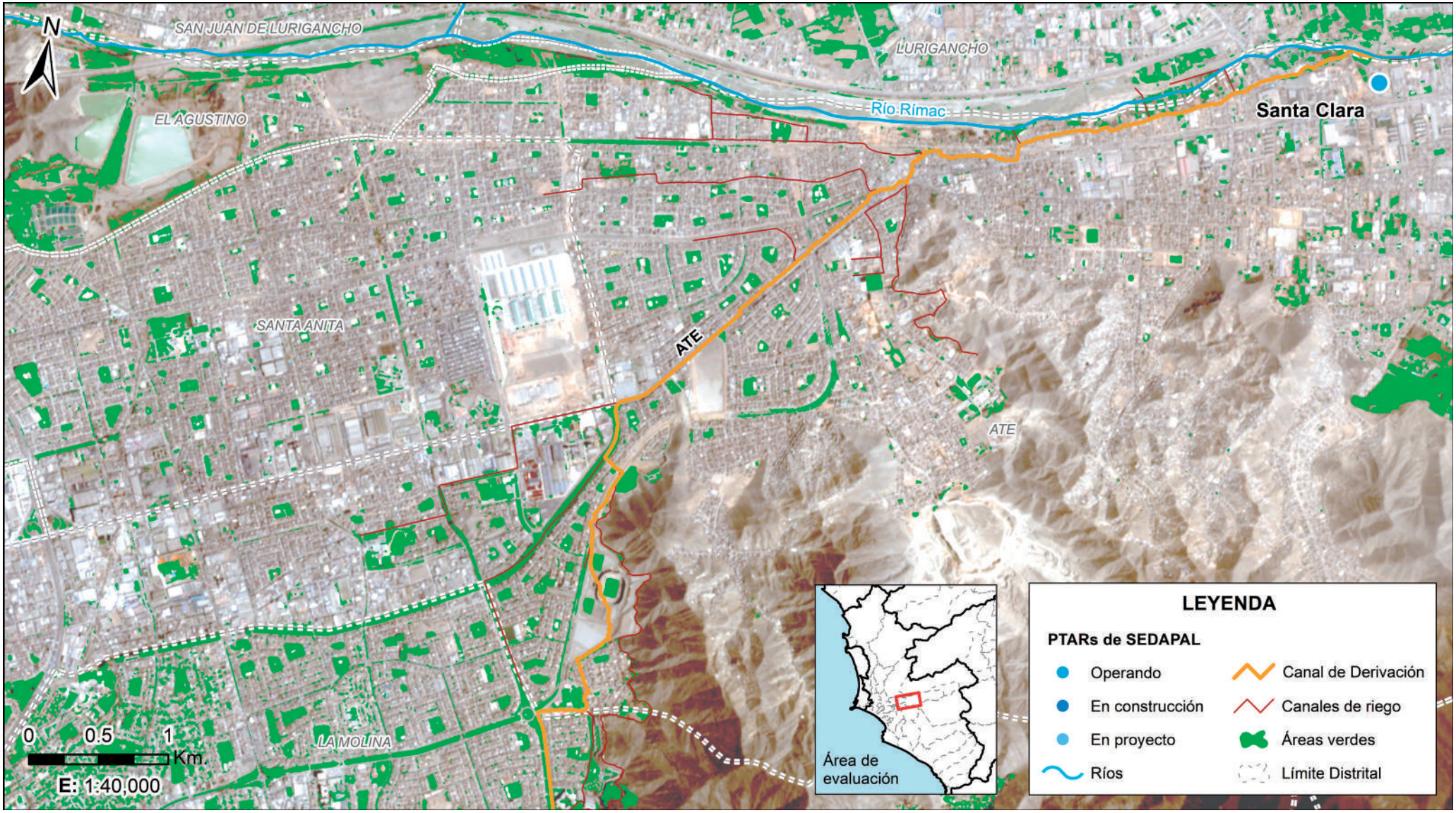

Figura 3-5 PTAR San Clara y canal de conducción de aguas residuales

Fuente: Estudio PROACC (2016), Canales del diseño de GDB Canales de Riego PROACC (2017). Áreas verdes estimadas con imágenes satelitales.

3.2.4 PTAR ANEXO 22

Tabla 3-7:
PTAR Anexo 22 y canal de conducción

PTAR ANEXO 22	
Municipalidad:	Lurigancho
Operador:	SEDAPAL
Caudal máximo de diseño:	92.4 l/s
Área verde a beneficiar:	-
Área Agrícola a beneficiar:	-
Característica del canal de conducción propuesto y existente	
Longitud propuesta:	-
Longitud de canal existente:	"L1 Caballeriza"=0.5 km y "CD Huachipa" = 6.4 km
CD Huachipa	Q_{opmax} = 1.8 m^3/s**

Fuente: SEDAPAL (Web: http://www.sedapal.com.pe/tratamiento-de-aguas-residuales).
***Datos del expediente de sectorización Rímac.*

La PTAR Anexo 22, se encuentra en proyecto y pretende estar ubicada en el distrito de Lurigancho. Esta PTAR es una de las cinco nuevas plantas de tratamiento de aguas residuales contempladas en el PMO-SEDAPAL[6], y tiene un caudal de diseño de 92.4 l/s (Ver Tabla 3-7).

En la Figura 3-6 se muestra las áreas verdes correspondientes a este subsector de Huachipa, notándose que, en su mayoría, corresponden a áreas agrícolas y escasos parques. Por lo tanto las aguas residuales tratadas, servirían como fuente de agua para incrementar las áreas recreacionales ya que se observan pocos parques en la zona.

Es así que entre los canales de riego existentes, como posibles conductores del agua residual tratada, se encuentran el canal lateral de primer orden"L1 caballeriza" con aproximadamente 0.5 km de longitud y el canal de derivación "CD Huachipa" de 6.4 km de longitud.

[6] Plan Maestro Optimizado de SEDAPAL (2015-2020)

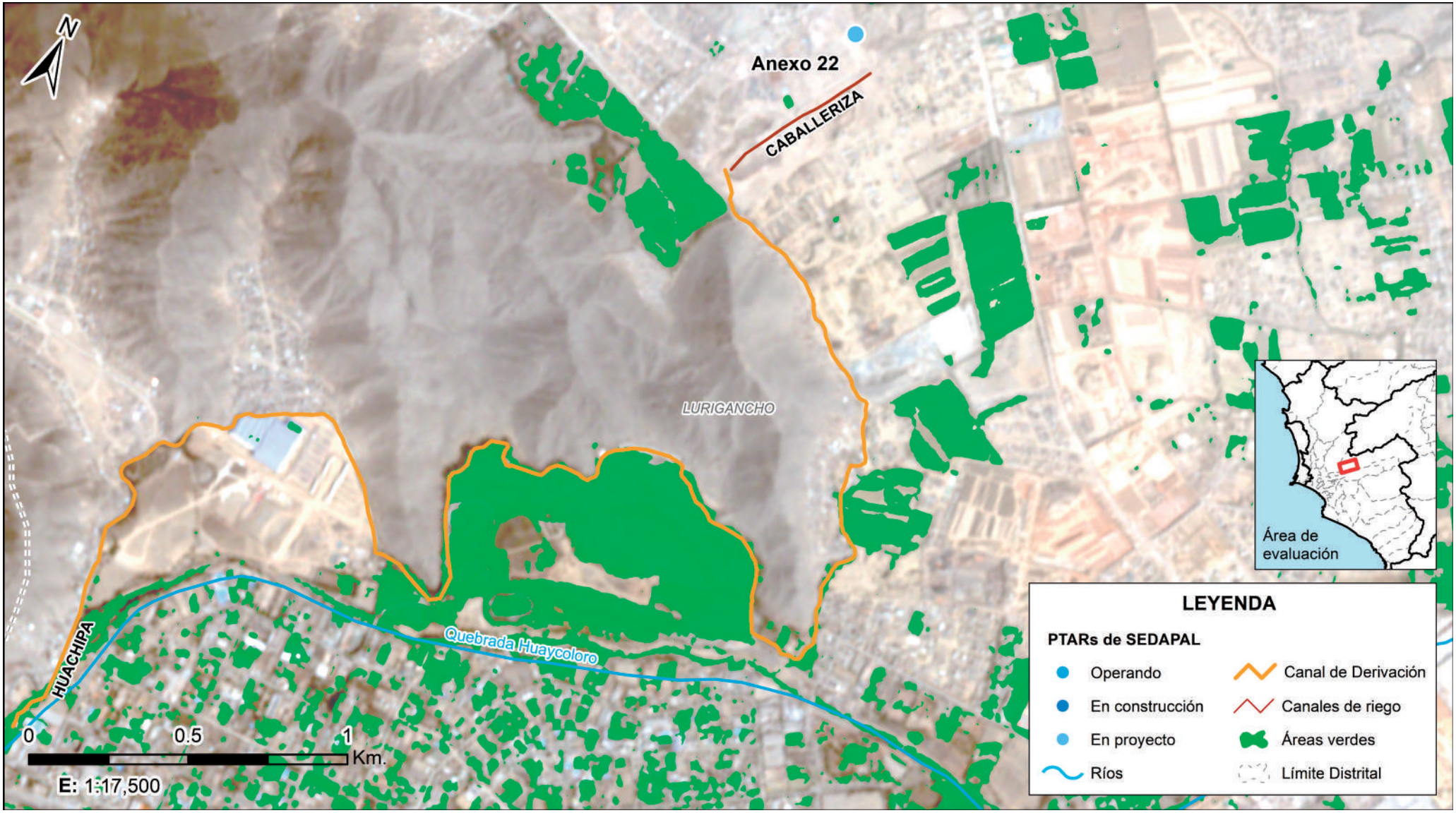

Figura 3-6 PTAR Anexo 22 y canal de conducción de aguas residuales

Fuente: Estudio PROACC (2016), Canales del diseño de GDB Canales de Riego PROACC (2017). Áreas verdes estimadas con imágenes satelitales.

3.2.5 PTAR HUACHIPA (NUEVO)

Tabla 3-8:
PTAR Huachipa y canal de conducción

PTAR HUACHIPA	
Municipalidad:	Ate Vitarte
Operador:	SEDAPAL
Caudal máximo de diseño:	900 l/s
Área verde a beneficiar:	-
Área Agrícola a beneficiar:	-
Característica del canal de conducción propuesto y existente	
Longitud propuesta:	-
Longitud de canal existente:	"L2 Circunvalación" = 2.6 km

Fuente: SEDAPAL (Web: http://www.sedapal.com.pe/tratamiento-de-aguas-residuales).
***Datos del expediente de sectorización Rímac*

El nuevo proyecto de la PTAR Huachipa se encuentra ubicado al margen derecho del río Rímac, en el distrito de Lurigancho. Las aguas residuales que recibe provienen de Chaclacayo, Chosica y poblaciones ribereñas, con un caudal de diseño de aproximadamente 900 l/s (ver Tabla 3-8). De acuerdo a la información obtenida, el agua tratada puede ser reutilizada para cultivos de tallo alto, áreas verdes y reforestación.

En la Figura 3-7 se muestra la ubicación de la PTAR Huachipa y las áreas verdes identificadas en el área de influencia. Cabe notar que por estar ubicado en el ámbito del subsector hidráulico Huachipa, la mayor parte de las áreas verdes corresponde a áreas agrícolas. Por ello, las aguas residuales tratadas de esta PTAR pueden ser usadas para irrigar áreas verdes y reforestación.

Asimismo, se muestra que al canal lateral de riego “L2 Circunvalación”, de 2.6 km de longitud, sería una opción para la conducción de estas aguas residuales tratadas, debido al gradiente positivo, donde la diferencia de cotas desde la PTAR hasta la entrada del canal es de 3m aproximadamente (Según elevación de Google Earth).

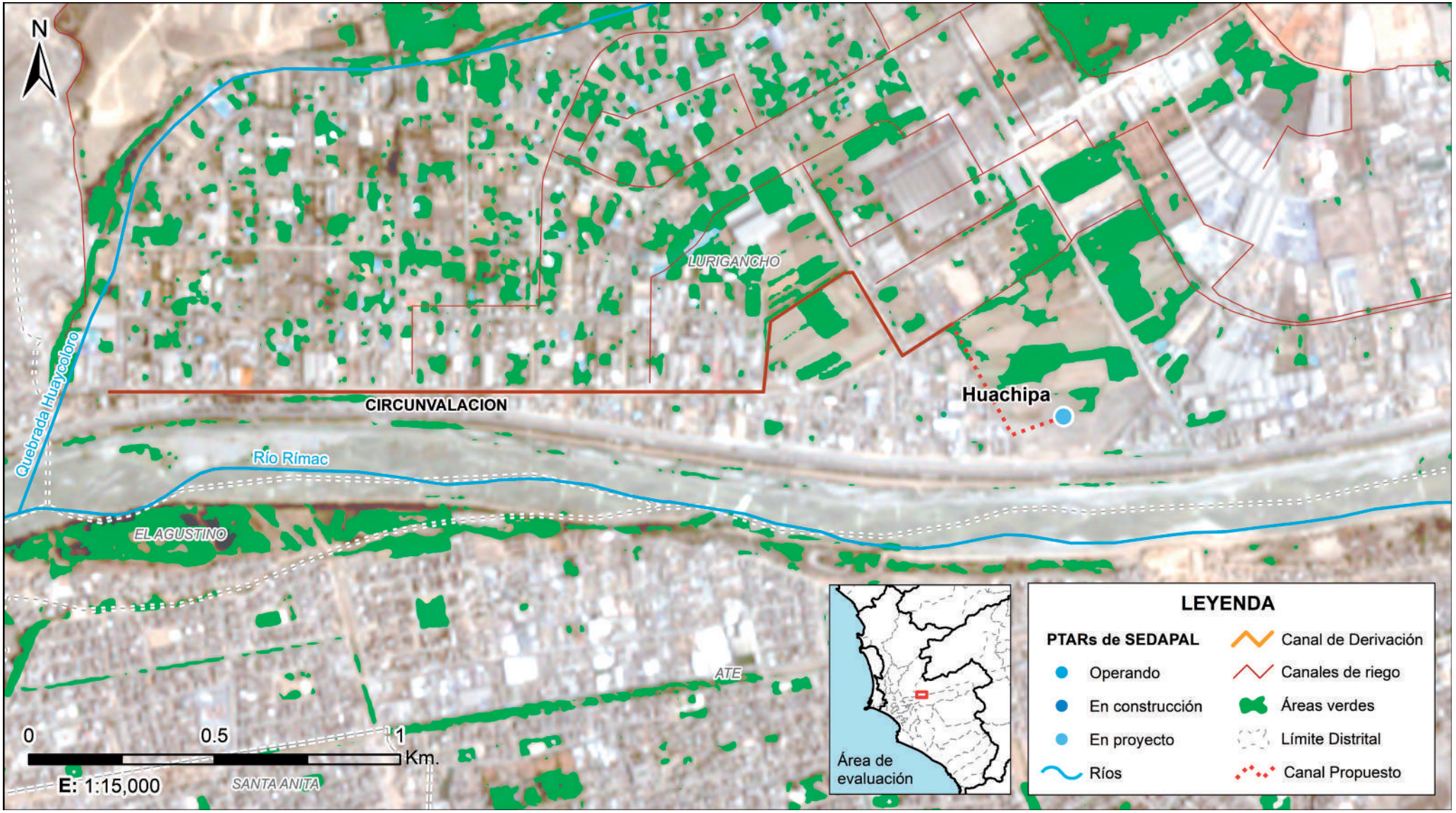

Figura 3-7 PTAR Anexo 22 y canal de conducción de aguas residuales

Fuente: Estudio PROACC (2016), Canales del diseño de GDB Canales de Riego PROACC (2017). Áreas verdes estimadas con imágenes satelitales.

3.2.6 PTAR LA ATARJEA (NUEVO)

Tabla 3-9:
PTAR La Atarjea y canal de conducción

PTAR LA ATARJEA	
Municipalidad:	El Agustino
Operador:	SEDAPAL
Caudal máximo de diseño:	900 l/s
Área verde a beneficiar:	773 ha*
Área Agrícola a beneficiar:	-
Característica del canal de conducción propuesto y existente	
Longitud propuesta:	-
Longitud de canal existente:	"CD Surco" = 26.7 km
CD Surco	Q_{opmax} = 1.5 m^3/s**

Fuente: SEDAPAL (Web: http://www.sedapal.com.pe/tratamiento-de-aguas-residuales).
**Calculado a partir de la vegetación con imágenes satelitales, usando una cercanía de 500m hacia los canales laterales.*
***Datos del expediente de sectorización Rímac.*

El nuevo proyecto La PTAR La Atarjea está ubicado en el distrito del Agustino, al margen izquierdo del río Rímac. Es uno de los los proyectos más importantes de SEDAPAL contempladas en el PMO-SEDAPAL[7].

Esta planta fue propuesta con la finalidad de remplazar las aguas superficiales de canal Surco por aguas residuales tratadas, por ello se encuentra estratégicamente ubicada cerca de la bocatoma del canal Surco, con un caudal de diseño de 900 l/s (Ver Tabla 3-9). De esta forma, se liberaría este caudal para ser aprovechado por las plantas Huachipa y/o La Atarjea con fines de abastecimiento poblacional.

En la Figura 3-8 se muestra la ubicación de la nueva planta La Atarjea, cuya ubicación estratégica permite que las aguas tratadas sean vertidas hacia el Canal de riego Surco, siendo el principal conductor de aguas tratadas para el riego de áreas verdes.

Asimismo, en la Figura se observa la continuación del Canal Surco, ya que este canal tiene una extensión mayor a los 29 km, también se puede observar la gran extensión de áreas verdes que son irrigadas por el Canal Surco, abarcando varios distritos de Lima Metropolitana.

Cabe resaltar que el Canal Surco, se encuentra en el ámbito del Subsector Hidráulico Surco, que está conformado por el Canal Huatica y Surco y abastecen de agua para la irrigación, principalmente, de áreas verdes. Es así que haciendo uso de las imágenes satelitales se pudo estimar las áreas verdes que son irrigadas por el Canal Surco y sus laterales, teniendo un total de 773 ha a beneficiar.

[7] Plan Maestro Optimizado de SEDAPAL (2015-2020)

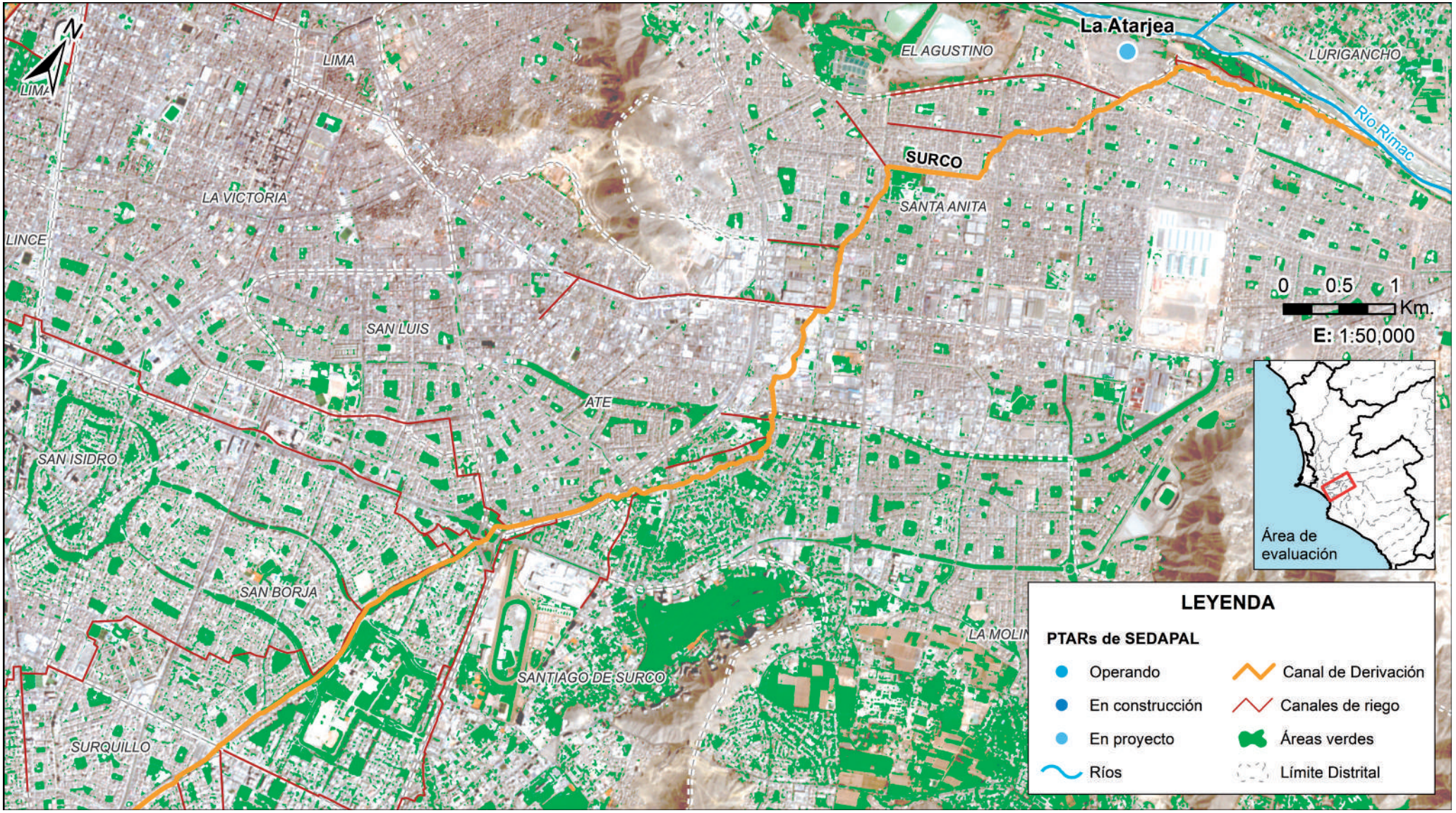

Figura 3-8 PTAR La Atarjea y canal de conducción de aguas residuales

Fuente: Estudio PROACC (2016), Canales del diseño de GDB Canales de Riego PROACC (2017). Áreas verdes estimadas con imágenes satelitales.

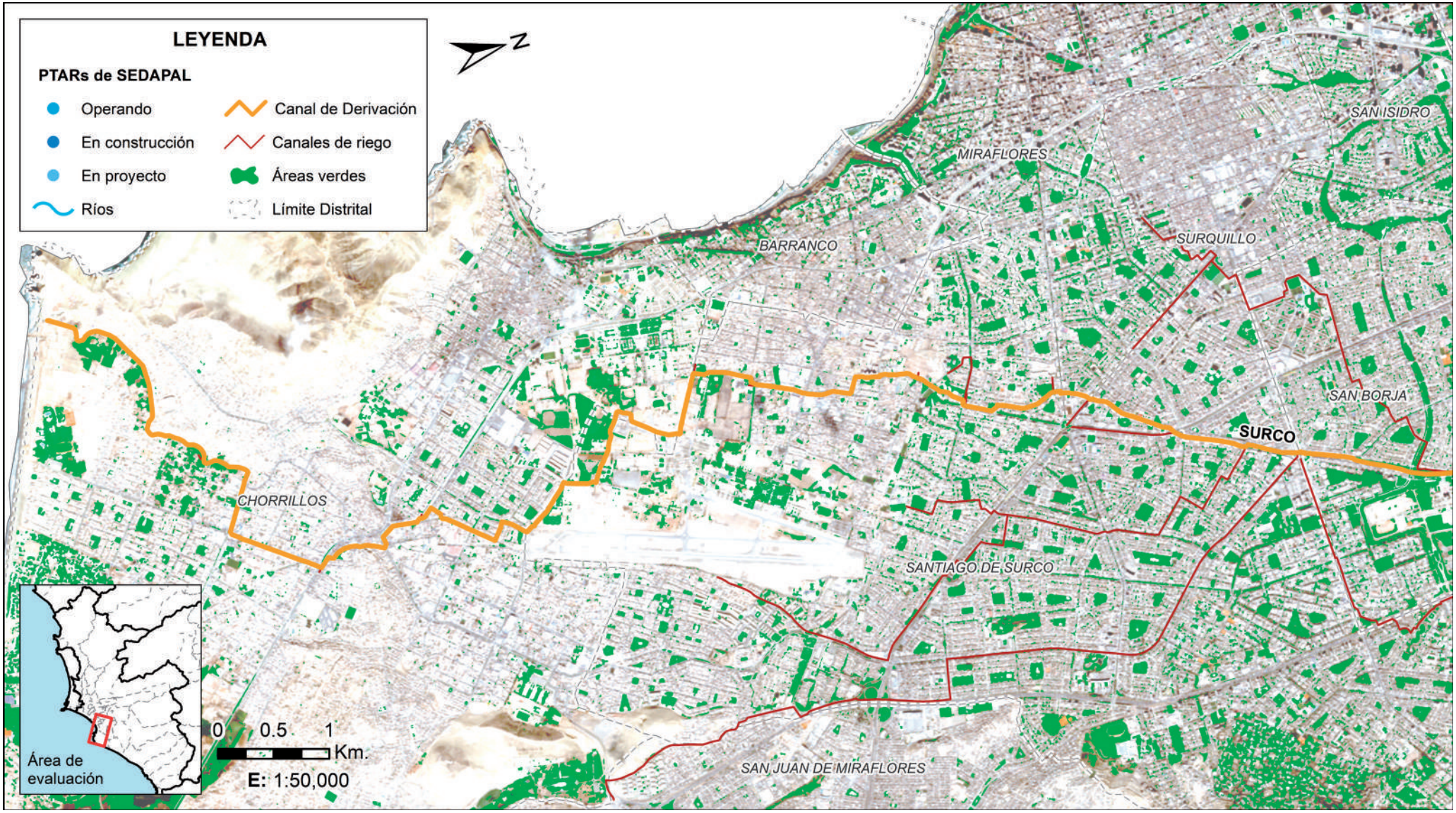

Figura 3-8/2 PTAR La Atarjea y canal de conducción de aguas residuales

Fuente: Estudio PROACC (2016), Canales del diseño de GDB Canales de Riego PROACC (2017). Áreas verdes estimadas con imágenes satelitales.

3.3 CUENCA DEL RÍO LURÍN

3.3.1 PTAR JULIO C. TELLO

Tabla 3-10:
PTAR Julio C. Tello y canal de conducción

PTAR JULIO C. TELLO	
Municipalidad:	Lurín
Operador:	SEDAPAL
Caudal máximo de diseño:	25 l/s
Área verde a beneficiar:	-
Área Agrícola a beneficiar:	-
Característica del canal de conducción propuesto y existente	
Longitud propuesta:	-
Longitud de canal existente:	"CD Mamacona" = 2.7 km
L1 Centro Oquendo	B=1.2.1m, H=0.8m, Q_{opmax} = 0.32 m^3/s**

Fuente: SEDAPAL (Web: http://www.sedapal.com.pe/tratamiento-de-aguas-residuales).
***Datos del Inventario de Infraestructura Hidráulica 2008.*

La Planta de Tratamiento de Aguas Residuales J C. Tello se encuentra ubicada en el distrito de Lurín, al margen derecho del río Lurín. En el año 2010, a través de la obra "Instalación de Redes Secundarias y Conexiones Domiciliarias de Agua Potable y Alcantarillado en el A.H. Julio Cesar Tello Sector", el EOM-PTAR implementó la tecnología anaerobia para tratar 25 l/s como caudal de diseño, operando de manera satisfactoria a bajos costos (ver Tabla 3-10).

En la Figura 3-9 se muestra la ubicación de la PTAR Julio C. Tello y las áreas verdes dentro del ámbito, observándose que en su mayoría corresponden a áreas de cultivo. Asimismo, se muestra que el canal de Derivación "CD Mamacona", con una longitud de 2.7 km aproximadamente, puede servir como conductor de las aguas residuales tratadas a fin de cambiar los derechos de agua superficial por los de aguas residuales.

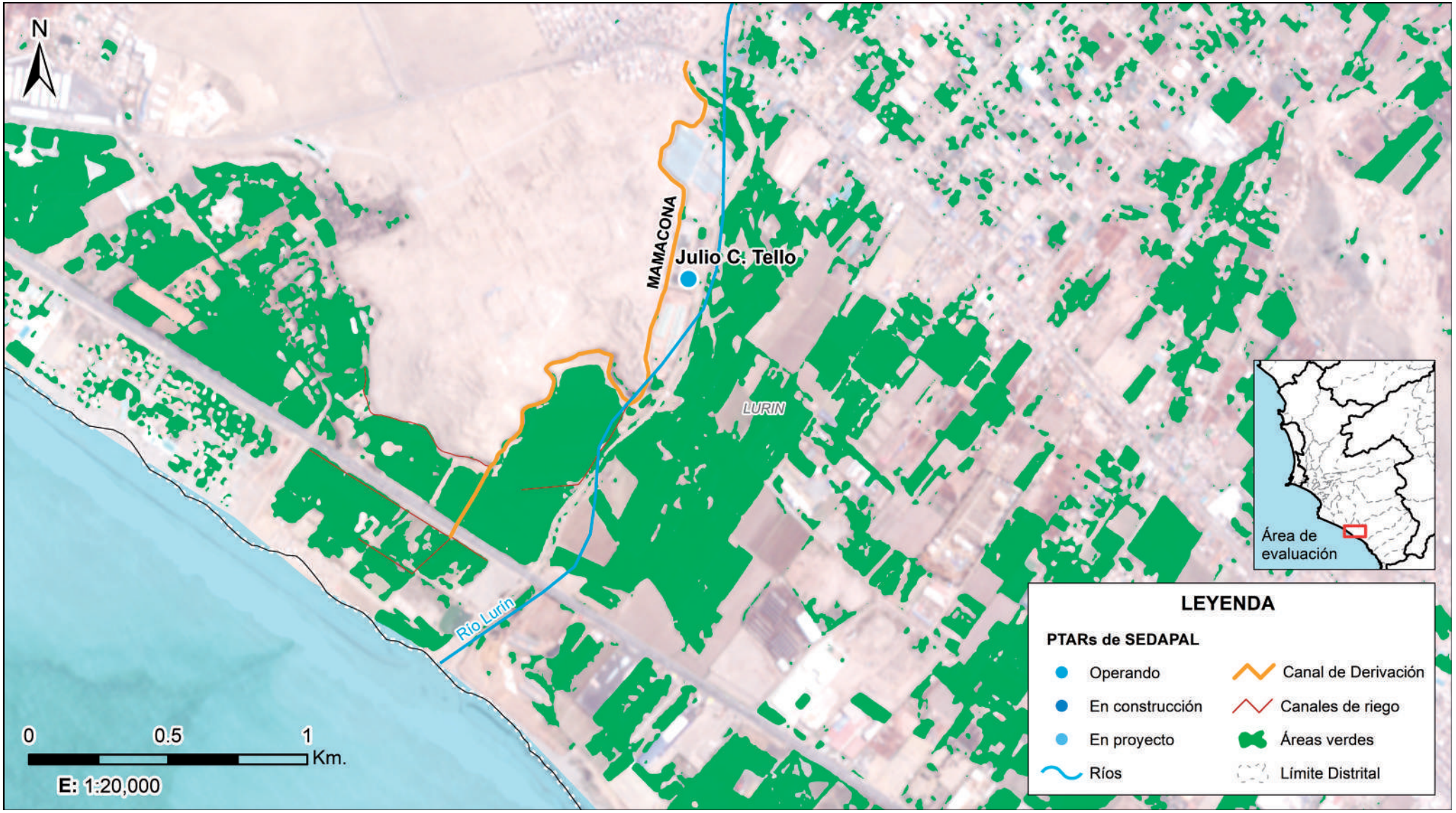

Figura 3-9 PTAR Julio C. Tello y canal de conducción de aguas residuales

Fuente: Estudio PROACC (2016), Canales del diseño de GDB Canales de Riego PROACC (2017). Áreas verdes estimadas con imágenes satelitales.

4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Se realizó el análisis geoespacial, integrando los tres componentes principales: canales de irrigación, plantas de tratamiento de aguas Residuales (PTARs) y la identificación de áreas verdes. El caudal de diseño de las PTARs fue un criterio importante para la selección de las PTARs, considerándose aquellos que tienen un caudal de diseño mayor a 20 l/s. Otro criterio para la selección fue la proximidad de las PTARs al sistema de canales de riego y la topografía favorable.

- El uso de imágenes satelitales, funcionó adecuadamente como una herramienta que permitió la ubicación espacial de las áreas verdes. Además, se pudo estimar que el canal Surco beneficia a alrededor de 773 ha de áreas verdes en el ámbito de Lima metropolitana.

- SEDAPAL considera al reúso de aguas residuales tratadas como uno de los principales ejes a desarrollar en el próximo quinquenio 2015 – 2020, de modo que pueda liberar recursos hídricos actualmente empleados para riego para ser destinados al abastecimiento poblacional. Con ese objetivo se ha construido la PTAR Santa Clara, se proyecta la PTAR Atarjea y la ampliación de la PTAR Puente Piedra.

- La PTAR Santa Clara, tiene un caudal de diseño de 437 l/s, sin embargo actualmente opera 162.4 l/s, y descarga sus aguas tratadas al canal de derivación “CD Ate”, que con sus 13.3 km de longitud transporta sus aguas principalmente hacia las áreas verdes del subsector hidráulico Ate.

- SEDAPAL, proyecta construir la PTAR Atarjea, con un caudal de 900 l/s cada una, para descargar al Canal de Derivación “CD Surco”, de 29.4 km de longitud, para irrigar 773 ha de áreas verdes. Asimismo, SEDAPAL ha proyectado la mejora de la PTAR Puente Piedra, que actualmente opera 625 l/s, incrementando su caudal de diseño a los 1300 l/s. Sin embargo, debido a la capacidad del canal, la PTAR podría trasportar solamente 400 l/s por los canales Laterales de “L1 Centro Oquendo” y “L2 Ascencio” con 2.3 km y 2.0 km de longitud respectivamente.

- Actualmente, solo la PTAR Santa Clara, con sus 162.4 l/s de agua residual tratada (actual), descarga sus aguas al canal de derivación “CD Ate” y beneficia el Subsector Ate. Asimismo, de los 1261.6 l/s de agua residual tratada disponible de las PTAR mencionadas en el estudio, 1036.6 l/s podrían descargar y distribuir sus aguas por los canales, considerando la capacidad actual de los canales de irrigación existentes.

- Si se consideran las mejoras a futuro, el máximo desempeño de las PTARs y las PTARs proyectadas (Caso: Puente piedra, La Atarjea, Huachipa) se tendrían hasta 4306.4 l/s de agua residual tratada, de los cuales, 2906.4 l/s podrían transportarse por los canales de irrigación existentes para el riego de áreas verdes y áreas agrícolas. Siendo este último un caudal considerable para abastecer la demanda de agua de 2949.26 l/s requeridos según PEAIE-2035.

- De acuerdo a los resultados presentados, se concluye que es posible utilizar los canales de irrigación existentes en los subsectores hidráulicos, como líneas de conducción de agua residual tratada, para la irrigación de áreas verdes y las áreas verdes proyectadas a futuro. Sin embargo en algunos casos como la PTAR Carapongo, PTAR Huachipa y PTAR Puente Piedra, es necesario construir tramos de canales para conectar los PTARs con los canales existentes. Además si la demanda de agua residual tratada aumenta, se pudría ampliar la capacidad de conducción de los canales asociados a las PTAR Puente Piedra y Huachipa.

- Realizar un análisis geoespacial, depende de la información disponible. En el caso del presente trabajo, no se contaba con información espacial detallada de las áreas verdes, que permita la descripción en cuanto a su fuente de agua o sistema de riego. Es por ello, que se recomienda a las entidades correspondientes, el uso de geodatabases que permitan la descripción cualitativa de las áreas verdes, que faciliten el análisis de la información espacial.

- Se recomienda el uso de imágenes satelitales para identificar y monitorear el desarrollo temporal de las áreas verdes y visualizar la ubicación espacial, asimismo poder hacer cálculos de las áreas correspondientes. Resaltando que la resolución espacial utilizada, dependerá del objetivo del estudio.

ANEXO: CUADRO RESUMEN

Características de la PTAR								Características de los Canales							Caudal$_{PTAR}$ por canales		Área de riego	
N°	PTAR	Distrito	Tecnología	Coord. UTM WGS84		Q_{Actual} (l/s)	$Q_{diseño}$ (l/s) con mejoras a futuro	Nombre del Canal	Sector hidráulico	Subsector	Orden	Q_{max} operación (m3/s)	Longitud (km)	Geometría del canal	Q_{Actual} (l/s)	Q_{Futuro} (l/s)	Área agrícola (ha)	Área verde (ha)
				Este	Norte									$B_{(m)} \times H_{(m)}$				
1	Puente Piedra	San Martín de Porres	Lodos Activados (LA) - SBR	270960	8677775	625	1300	C. Oquendo	Chillón	S.S.H. Chuquitanta	L1	0.40	2.3	1.1x0.8	400	400	180	92.9
								Ascencio	Chillón	S.S.H. Chuquitanta	L2	0.04	2	0.7x0.4				
								Propuesto				-	1.3	-				
2	Carapongo	Ate Vitarte	Anaerobio - Aerobio	299714	8673195	360.9	500	La Estrella	Rímac	S.S.H. Estrella	CD	1.5	8.3	1.5x1.2	360.9	500	61.5	
								Propuesto					0.7	-				
3	San Antonio	Ate Vitarte	LA Aireación Extendida.	296099	8671912	93.1	152	Nievería	Rímac	S.S.H. Nievería	CD	0.7	13.7	-	93.1	152	11	
4	Santa Clara	Ate Vitarte	LA, Aireación, Filtros de Arena.	294045	8671067	162.4	437	Ate	Rímac	S.S.H. Ate	CD	1.2	13.3	-	162.4	437	334.6	
5	Anexo 22	Lurigancho	Lodos Activados y Filtración con Discos	288996	8673762		92.4	Huachipa	Rímac	S.S.H. Huachipa	CD	1.8	6.4	-		92.4	-	
								Caballeriza	Rímac	S.S.H. Huachipa	L1	-	0.5	-				
6	Huachipa	Lurigancho	Lodos Activados	290203	8670496		900	Circunvalación	Rímac	S.S.H. Huachipa	L2	-	2.6	-		400	-	
7	La Atarjea	El Agustino	Lodos Activados y Filtración con Discos	286945	8669821		900	Surco	Rímac	S.S.H. Surco	CD	1.5	29.4	-		900	773.0*	
8	Julio C. Tello	Lurín	Lagunas de oxidación (Anaerobio - Aerobio)	294031	8643958	20.2	25	Mamacona	Lurín	S.S.H. Lurin	CD	0.32	2.7	1.2x0.8	20.2	25	-	
Total						**1261.6**	**4306.4**						83.2		**1036.6**	**2906.4**	1453	

Proyectado

En Operación

Fuente: Estudio PROACC (2016), Canales del diseño de GDB Canales de Riego PROACC (2017). Áreas verdes estimadas con imágenes satelitales.
QPTAR: es el caudal de agua residual tratada, actual y futuro (considerando la capacidad máxima de tratamiento de las PTARs), que puede ser transportada por los canales existentes.
**Calculado a partir de la vegetación con imágenes satelitales, usando una cercanía de 500m hacia los canales laterales.*

El Observatorio del Agua de Chillón Rímac Lurín está conformado por:

ANA
Autoridad Nacional del Agua

Senamhi
SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DEL PERÚ

SECTOR ENERGÍA Y MINAS
INGEMMET
INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO

sedapal

enel

UNACEM
CONSTRUYENDO OPORTUNIDADES

MUNICIPALIDAD METROPOLITANA DE LIMA

REGION CALLAO

GOBIERNO REGIONAL DE LIMA
Verdad, Firmeza y Lealtad

Con el apoyo de:

cooperación alemana
DEUTSCHE ZUSAMMENARBEIT

Implementada por
giz