

Universidad Nacional
Federico Villarreal

VICERRECTORADO DE
INVESTIGACION

FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO

**“EVALUACIÓN DE LA HUELLA HÍDRICA DIRECTA DEL DISTRITO DE
CHORRILLOS COMO UNA HERRAMIENTA DE GESTIÓN DE RECURSOS
HÍDRICOS”**

**TESIS PARA OPTAR
TÍTULO PROFESIONAL INGENIERO AMBIENTAL**

AUTOR

ALIAGA LAZARO EDGARDO DAVID

ASESOR

VENTURA BARRERA CARMEN VENTURA

JURADO

DR. ARGUEDAS MADRID CESAR JORGE

MG. ZUÑIGA DÍAZ WALTER BENJAMIN

MAG. GÓMEZ ESCRIBA BENIGNO PAULO

ING. ROJAS LEÓN GLADYS

LIMA - PERU

2019

DEDICATORIA

Con mucho cariño dedico esta tesis, a mis padres Sr. David y Sra. Brígida, a mi tío Raúl, mis hermanas Jeny y Marita, quienes significan mucho para mí.

AGRADECIMIENTO

Primeramente agradezco a Dios por las oportunidades dadas en lo personal y profesional, a mis padres por el apoyo moral para seguir superándome y lograr los objetivos trazados.

A la Ing. Carmen Ventura por brindarme su apoyo permanente en la conducción del presente trabajo de investigación como asesora y así también como profesora en mi etapa de formación profesional, a los profesores que dedicaron un tiempo de su vida para enseñarnos y guiarnos en esta hermosa carrera y por ultimo a todo el personal administrativo por el apoyo durante proceso de trámite.

Y por último al Equipo de Gestión Ambiental y Servicios Ecosistémicos (EGASE), de la Empresa SEDAPAL por el constante apoyo en todas las etapas en las que se ha requerido para la realización de este trabajo.

RESUMEN

Esta investigación proporciona un procedimiento para determinar la Huella Hídrica Directa del distrito de Chorrillos, el cual se agrupó en 04 sectores de acuerdo a las actividades que realizan y al tipo de tarifa que aplica la Empresa SEDAPAL a sus clientes. Para este fin se aplicó la adaptación de la metodología estandarizada por la Water Footprint Network (WFN), la cual propone calcular las Huellas hídricas verdes, azul y gris de cada sector y así también realizar un análisis de sostenibilidad de acuerdo a los resultados obtenidos. Posteriormente se procedió a calcular la Huellas hídricas verde, azul y gris para los años 2016 y 2017. Para la HH verde se realizó un análisis del tamaño de las áreas verdes de cada sector y la precipitación efectiva, dando como resultado un valor igual a 42,454.75 m³ y 39,068.12 m³ respectivamente. La HH azul de acuerdo de las actividades de cada sector, nos ha dado como resultado un valor igual a 16.91 MMC y 17.44 MMC respectivamente. Y por último la Huella hídrica gris para los años 2016 y 2017 su valor total igual a 563.33 MMC y 466.51 MMC respectivamente. Posteriormente se realizó el análisis de sostenibilidad ambiental y social. La sostenibilidad de la Huella hídrica azul (ámbito ambiental), nos da como resultado que durante los años 2016 y 2017 el distrito de Chorrillos se encuentra en estrés hídrico, la sostenibilidad Huella hídrica azul residencial (ámbito social), da como resultado que en el año 2016 y 2017 que una persona en el distrito de Chorrillos presento un consumo per capital igual a 106.42 Litros/día y 108.87 Litros/día respectivamente. Dichos valores está por encima de lo establecido por la necesita 100 Litros/día, y de acuerdo a esta comparación se determinó que la Huella hídrica azul residencial Per Capital del distrito de Chorrillos es insostenible socialmente.

Palabras Claves: Huella Hídrica Directa, Sostenibilidad Ambiental y Social

ABSTRACT

This investigation provides a procedure to determine the Direct Water Footprint of the Chorrillos district, which was grouped into 04 sectors according to the activities they carry out and the type of tariff applied by the SEDAPAL Company to its customers. For this purpose, the adaptation of the standardized methodology was applied by the Water Footprint Network (WFN), which proposes to calculate the green, blue and gray water footprints of each sector and also perform a sustainability analysis according to the results obtained. Subsequently, the green, blue and gray water footprints were calculated for the years 2016 and 2017. For the green HH, an analysis was made of the size of the green areas of each sector and the actual rainfall, resulting in a value equal to 42,454.75 m³ and 39,068.12 m³ respectively. The blue HH, according to the activities of each sector, gave us a value equal to 16.91 MMC and 17.44 MMC, respectively. And finally the gray water footprint for the years 2016 and 2017 its total value equal to 563.33 MMC and 466.51 MMC respectively. Subsequently, the environmental and social sustainability analysis was carried out. The sustainability of the blue water footprint (environmental scope), gives us as a result that during the years 2016 and 2017 the district of Chorrillos is in water stress, the sustainability Blue water footprint residential (social area), results in that in the 2016 and 2017 that a person in the district of Chorrillos presented a consumption per capital equal to 106.42 liters / day and 108.87 liters / day respectively. These values are above what was established by the need 100 liters / day, and according to this comparison it was determined that the blue water footprint residential Capital of the district of Chorrillos is socially unsustainable.

Key Words: Direct Water Footprint, Environmental and Social Sustainability.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	1
ABSTRACT	2
INTRODUCCIÓN	12
CAPÍTULO I:	14
ASPECTOS METODOLÓGICOS	14
1.1. ANTECEDENTES.....	14
1.1.1. Antecedentes internacionales	14
1.1.2. Antecedentes nacionales	15
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	18
1.2.1. Descripción del problema	18
1.2.2. Formulación del Problema	20
1.3. OBJETIVOS	20
1.3.1. Objetivo general	20
1.3.2. Objetivos específico	20
1.4. HIPÓTESIS.....	21
1.5. VARIABLES	21
1.6. JUSTIFICACIÓN	23
1.7. IMPORTANCIA.....	23
CAPÍTULO II	25
MARCO TEÓRICO	25
2.1. MARCO CONCEPTUAL	26
2.1.1. Gestión integrada de recursos hídricos	26
2.1.2. Oferta hídrica	26
2.1.3. Demanda hídrica	28
2.1.4. Uso consuntivo del agua y no consuntivo.....	28

2.1.5. Uso poblacional del agua en el Perú	29
2.1.6. Diferencia entre el estrés hídrico y escasez de agua	29
2.1.7. Diferencia entre uso y consumo de agua.....	31
2.1.8. Huella Hídrica (HH).....	32
2.1.9. Componentes de la Huella Hídrica.....	33
2.1.10. Sostenibilidad	34
2.1.11. Teledetección y el medio ambiente	35
2.2. MARCO LEGAL NACIONAL	39
2.2.1. Sistema normativo en la gestión del agua	40
2.2.2. Valores de calidad de las aguas residuales en el Marco Legal Peruano .	40
2.3. USO Y MANEJO DEL AGUA EN LIMA METROPOLITANA.....	43
2.3.1. Sistema de abastecimiento	44
2.3.2. Sistema de distribución	48
2.3.3. Sistema de recolección	53
2.3.4. Tratamiento de aguas residuales	54
CAPITULO III.....	56
MATERIALES Y MÉTODOS	56
3.1. MATERIALES Y EQUIPOS.....	56
3.1.1. Información del servicio de agua potable y desagüe.....	56
3.1.2. Imágenes Sentinel 2 A	57
3.1.3. Datos climatológicos del distrito.....	57
3.1.4. Información del SERNANP	57
3.1.5. Datos del INEI.....	57
3.1.6. Equipos.....	58
3.1.7. Software	58
3.2. MÉTODOS	58

3.2.1. Tipo de investigación	58
3.2.2. Nivel de investigación.....	59
3.2.3. Muestra.....	59
3.3. MÉTODOLOGIA	60
3.3.1. Definición del alcance.....	62
3.3.2. Cuantificación de la Huella Hídrica (HH).....	63
3.3.3. Análisis de sostenibilidad.....	88
3.3.4. Etapas de la investigación	93
CAPITULO IV	95
CARACTERIZACIÓN FÍSICA DEL ÁREA DE ESTUDIO	95
4.1. UBICACIÓN	95
4.1.1. Ubicación política	95
4.1.2. Posición geográfica	95
4.1.3. Límites.....	95
4.1.4. Altitud	95
4.1.5. Vías de acceso	95
4.2. DESCRIPCIÓN DEL MEDIO FÍSICO	98
4.2.1. Geología	98
4.2.2. Climatología.....	102
4.2.3. Recurso Hídrico	102
4.3. DESCRIPCIÓN DEL MEDIO SOCIAL	105
4.3.1. Población actual	105
4.3.2. Servicio de saneamiento.....	105
CAPÍTULO V.....	111
PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN	111
5.1. PROCESAMIENTOS DE IMÁGENES SATELITALES.....	111

5.1.1. Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI).....	112
5.1.2. Variación de áreas verdes 2016 y 2017.....	113
5.2. PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN METEOROLÓGICA	116
CAPÍTULO VI	119
RESULTADOS Y ANÁLISIS	119
6.1. RESULTADO.....	119
6.1.1. Huella hídrica total sectorial	119
6.1.2. Huella hídrica total.....	127
6.2. ANÁLISIS DE RESULTADOS	131
6.3. ANÁLISIS DE SOSTENIBILIDAD	134
6.3.1. Dimensión ambiental	134
6.3.2. Dimensión social.....	143
CAPÍTULO VII	147
DISCUSIÓN DE RESULTADOS	147
7.1. CUANTIFICACIÓN DE LA HUELLA HÍDRICA DIRECTA.....	147
7.1.1. Huella hídrica verde	147
7.1.2. Huella hídrica azul	147
7.1.3. Huella hídrica gris	149
7.2. ANÁLISIS DE SOSTENIBILIDAD	150
7.2.1. Dimensión ambiental	150
7.2.2. Dimensión social.....	151
CAPÍTULO VIII	152
HERRAMIENTA DE GESTIÓN DE RECURSOS HIDRICOS	152
8.1. MEDIDAS GENERALES DE SOSTENIBILIDAD	152
8.1.1. ESTRATEGIAS A IMPLEMENTAR	152
8.1.2. Sector residencial	153

8.1.3. Sector comercial e industrial	153
8.1.4. Sector público.....	153
CAPÍTULO IX	155
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	155
9.1. CONCLUSIONES	155
9.2. RECOMENDACIONES	159
BIBLIOGRAFÍA	160
ANEXOS	166

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Variables de la Investigación	21
Tabla 2 Disponibilidad Hídrica del Perú en las tres vertientes hidrográficas	27
Tabla 3 Disponibilidad Hídrica subterránea	27
Tabla 4 Características de las imágenes Sentinel 2 A.....	38
Tabla 5 Límites Máximos Permisibles (LMP) de efluentes para su vertimiento a un cuerpo de agua.	41
Tabla 6 Parámetros y frecuencia del monitoreo de muestras de afluentes y efluentes de las PTAR	41
Tabla 7 ECA-Agua de algunas Categorías de cuerpos de agua establecida	42
Tabla 8 Equipos de los Centros de Servicios de la empresa SEDAPAL	43
Tabla 9 Relación de Pozos de agua subterránea por distrito.....	47
Tabla 10 Producción de Agua Potable en los años 2016 y 2017	48
Tabla 11 Longitud de redes de agua potable año 2016-2017 (en km)	49
Tabla 12 Continuidad del servicio de agua potable a diciembre 2016-2017 (en horas/día).....	50
Tabla 13 Estructura Tarifaria para Lima Metropolitana	52
Tabla 14 Longitud de redes de alcantarillado año 2016-2017 (en km).....	54
Tabla 15 Relación de Plantas de Agua Residuales de Lima Metropolitana (año 2017)	55
Tabla 16 Imágenes Sentinel 2A	57

Tabla 17 Fuente de datos utilizados	64
Tabla 18 Limitaciones y acciones tomadas.....	65
Tabla 19 Áreas verdes privadas de uso público	71
Tabla 20 Tasas de consumo de agua para subsectores.....	83
Tabla 21 Eficiencia de riego según tecnología	87
Tabla 22 Sistema Hidrográfico del distrito de Chorrillos	103
Tabla 23 Número de conexiones por tipo de tarifa en el distrito de Chorrillos hasta el año 2017.....	106
Tabla 24 Parámetros meteorológicos del distrito de Chorrillos.....	116
Tabla 25 Huella hídrica residencial año 2016.....	119
Tabla 26 Huella hídrica residencial año 2017.....	120
Tabla 27 Huella hídrica comercial año 2016	121
Tabla 28 Huella hídrica comercial año 2017	122
Tabla 29 Huella hídrica industrial año 2016.....	123
Tabla 30 Huella hídrica industrial año 2017	124
Tabla 31 Huella hídrica público año 2016	125
Tabla 32 Huella hídrica público año 2017	126
Tabla 33 Huella hídrica total del distrito de Chorrillos año 2016.....	127
Tabla 34 Contribución de las huellas hídricas verde, azul y gris, en la huella hídrica total año 2016.....	128
Tabla 35 Huella hídrica total del distrito de Chorrillos año 2017.....	129
Tabla 36 Contribución de las huellas hídricas verde, azul y gris, en la huella hídrica total año 2017.....	130
Tabla 37 Caudal mensual promedio del río Rímac – 1965-2017 $l/(m^3/s)$	135
Tabla 38 Disponibilidad real de agua por parte del río Rímac año 2016 (m^3/mes)	136
Tabla 39 Disponibilidad real de agua por parte del río Rímac año 2017 (m^3/mes)	137
Tabla 40 Población estimada por distrito de la Provincia de Lima año 2016 – 2017 y fuente de abastecimiento	138
Tabla 41 Población estimada por distrito de la Provincia Constitucional del Callao año 2016 – 2017 y fuente de abastecimiento	139
Tabla 42 Disponibilidad real de agua del distrito de Chorrillos año 2016.....	139
Tabla 43 Disponibilidad real de agua del distrito de Chorrillos año 2017.....	140

Tabla 44 Evaluación del Índice de escasez de agua año 2016.....	141
Tabla 45 Evaluación del Índice de escasez de agua año 2017	142
Tabla 46 Huella hídrica azul residencial per capital del distrito de Chorrillos año 2016	144
Tabla 47 Huella hídrica azul residencial per capital del distrito de Chorrillos año 2017	145

ÍNDICE DE MAPAS

Mapa 1. Ubicación de los Sistemas Marcas.....	45
Mapa 2. Ubicación del área de estudio	97
Mapa 3. Geológico	101
Mapa 4. Hidrográfico	104
Mapa 5. Red de agua potable	107
Mapa 6. Red de alcantarillado.....	109
Mapa 7. Dilución de las aguas residuales	110
Mapa 8. Área verde 2016	114
Mapa 9. Área verde 2017	115

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquema de la diferencia entre uso y consumo de agua.....	32
Figura 2. Representación esquemática de los componentes de la Huella Hídrica	34
Figura 3. Firma Espectral para la Vegetación Sana	36
Figura 4. Firma Espectral para Distintas Coberturas de la Tierra.....	37
Figura 5. Exigencia de LMP de vertimientos del efluente de PTAR (LMP-v), LMP para reúso del efluente (LMP-r) y ECA-agua	40
Figura 6. Continuidad del servicio por centros de servicio en el año 2017 (en horas/día)	50
Figura 7. Evolución del Agua No Facturada 2017 (en %).....	51
Figura 8. Los cuatro pasos para la evaluación de la Huella Hídrica	61
Figura 9. Balance Hídrico de la Huella Hídrica Directa (Huellas hídricas verde, azul y gris) del distrito de Chorrillos	68
Figura 10. Rango de índice de escasez de la Huella hídrica azul expresado en colores	90
Figura 11. Bandas 4 y 8 de la imagen Sentinel 2A del año 2016	111

Figura 12. Bandas 4 y 8 de la imagen Sentinel 2A del año 2017	112
Figura 13. Aplicando el NDVI con las bandas 8 y 4 para el año 2016.....	112
Figura 14. Identificación del área verde Total del distrito de chorrillos.....	113
Figura 15. Determinación de la Evapotranspiración de Referencia (ET _o) mediante el programa CROPWAT 8.0.....	117
Figura 16. Determinación de la Precipitación Efectiva mediante el programa CROPWAT 8.0	118
Figura 17. Volumen de agua fresca usada por el sector residencial en el año 2016	120
Figura 18. Volumen de agua fresca usada por el sector residencial en el año 2017	121
Figura 19. Volumen de agua fresca usada por el sector comercial en el año 2016 .	122
Figura 20. Volumen de agua fresca usada por el sector comercial en el año 2017 .	123
Figura 21. Volumen de agua fresca usada por el sector industrial en el año 2016 ..	124
Figura 22. Volumen de agua fresca usada por el sector industrial en el año 2017 ..	125
Figura 23. Volumen de agua fresca usada por el sector público en el año 2016	126
Figura 24. Volumen de agua fresca usada por el sector público en el año 2017	127
Figura 25. Porcentaje de contribución por cada sector en la huella hídrica del año 2016	128
Figura 26. Porcentaje de contribución de las Huellas hídricas verde, azul y gris, en la huella hídrica total año 2016.....	129
Figura 27. Porcentaje de contribución por cada sector en la huella hídrica del año 2017	130
Figura 28. Porcentaje de contribución de las huellas hídricas verde, azul y gris, en la Huella hídrica total año 2017	131
Figura 29. Comparación entre la disponibilidad real, la Huella hídrica azul y el índice de escasez año 2016	141
Figura 30. Comparación entre la disponibilidad real, la Huella hídrica azul y el índice de escasez año 2017	142
Figura 31. Comparación mensual entre la Huella hídrica azul residencia per capital con lo requerido por la OMS (Litros/día), en el año 2016.....	144
Figura 32. Comparación mensual entre la Huella hídrica azul residencia per capital con lo requerido por la OMS (Litros/día), en el año 2017.....	146

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Fórmula para determinar la Huella Hídrica en un distrito	66
Ecuación 2. Fórmula para determinar la Huella Hídrica de un sector	66
Ecuación 3. Fórmula para determinar la Huella hídrica verde de un distrito	72
Ecuación 4. Formula general para determinar la Huella hídrica azul	72
Ecuación 5. Fórmula para el cálculo la Huella hídrica azul del sector residencial	73
Ecuación 6. Fórmula utilizada para calcular la Huella hídrica azul residencial	73
Ecuación 7. Fórmula para calcular la evapotranspiración de riego residencial	74
Ecuación 8. Fórmula para calcular el volumen de riego residencial.....	75
Ecuación 9. Fórmula para calcular la evaporación de agua por uso doméstico.....	76
Ecuación 10. Fórmula para calcular el volumen de agua residual residencial.....	77
Ecuación 11. Huella hídrica azul del sector comercial	78
Ecuación 12. Fórmula para la evaporación de agua por uso comercial	79
Ecuación 13. Fórmula para calcular el volumen de agua residual comercial	80
Ecuación 14. Fórmula para calcular la Huella hídrica azul del sector industrial	81
Ecuación 15. Huella hídrica azul del sector público	84
Ecuación 16. Fórmula para la evaporación de agua por uso público.....	85
Ecuación 17. Fórmula para calcular el volumen de agua residual público	86
Ecuación 18. Fórmula para el cálculo de la Huella hídrica gris.....	87
Ecuación 19. Fórmula para determinar el requerimiento natural del ecosistema	89
Ecuación 20. Fórmula para determinar el requerimiento real de agua	89
Ecuación 21. Fórmula para determinar la sostenibilidad Huella hídrica azul.....	90
Ecuación 22. Fórmula para determinar la sostenibilidad Huella hídrica gris	92

INTRODUCCIÓN

La escasez de recurso hídrico es uno de los principales condicionantes ambientales para el desarrollo de regiones donde la disponibilidad hídrica es naturalmente bajo, es sobreexplotada o ha sido contaminada por actividades antrópicas, lo que crea grandes retos para satisfacer la creciente demanda de agua potable (AQUAFONDO, 2017).

La empresa SEDAPAL es la encargada del Servicio de Agua Potable y Alcantarillado en Lima y Callao, la cual cuenta con 03 Plantas de Tratamiento de Agua Potable, las cuales captan las aguas de los ríos Rímac y Chillón, así también cuenta con 21 Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (19 bajo su administración y 02 concesionadas). El caudal del río Rímac de los meses de Abril a Diciembre es regulado por el agua de las represas que se ubican en los sistemas Marcas (I, II, III, IV y V).

Durante los años 2016 y 2017, el distrito de Chorrillos presentó un servicio de agua potable de 23.88 horas/día, proveniente de la PTAP La Atarjea y Pozos de Agua (SEDAPAL, 2018), presentado 04 tipos de usuarios (social, doméstico, comercial, industrial y Estatal).

Durante los últimos años, la población del distrito de Chorrillos ha ido en aumento, generando un aumento de la demanda de agua fresca, la cual es abastecida el río Rímac; asimismo se generan mayores volúmenes de aguas residuales que son tratadas en la PTAR La Chira y luego vertidas en la playa La Chira.

Ante esta problemática nació el interés de conocer cuánto es el volumen de agua fresca que consume y contamina anualmente el distrito de Chorrillos y si es sostenible ambiental y socialmente, realizando la cuantificación de la Huella Hídrica Directa, la cual nos permitió realizar un análisis de sostenibilidad ambiental y social. Esto

permitió conocer el consumo anual de agua fresca del distrito, mediante la adaptación de la metodología estandarizada de la Water Footprint Network (WFN), basada en la cuantificación de la Huella hídrica verde, azul y gris de cada sector, asimismo conocer el caudal de la fuente de agua superficial para determinar la sostenibilidad, adicionalmente conocer la calidad de la fuente que abastece de agua potable, la calidad del efluente que se vierte y la calidad del cuerpo receptor donde se vierte.

El tipo de investigación es aplicada y el nivel de investigación es explicativa, debido a que se centra en explicar de qué manera las precipitaciones, volumen de agua fresca, las áreas verdes, el volumen de agua residual generada, calidad del efluente, etc., influyen en la huella hídrica directa y si es sostenible ambiental y socialmente.

El objetivo de esta investigación es calcular la Huella Hídrica Directa del distrito de Chorrillos, mediante la metodología Water Footprint Network (WFN), con la finalidad de proponerlo como una herramienta de Gestión de Recursos Hídricos.

CAPÍTULO I:

ASPECTOS METODOLÓGICOS

1.1. ANTECEDENTES

1.1.1. Antecedentes internacionales

De Miguel Garcia (2013), en su tesis titulado “La huella hídrica como indicador de presiones: aplicación a la cuenca del Duero y al sector porcino español”, el cual tuvo como objeto; Evaluar mediante su aplicación, la metodología de la huella hídrica (HH) como indicador que proporcione información útil y veraz sobre la presión que ejercen las distintas actividades humanas sobre los recursos hídricos. Evaluado para la agricultura en la cuenca del Duero, y el sector porcino español

La metodología utilizada para calcular la huella hídrica es la propuesta por la Water Footprint Network (WFN), la WFN ha desarrollado un manual “The Water Footprint Assessment Manual” (Hoekstra et al., 2011). Para la agricultura en la cuenca del Duero se utilizó el modelo denominado CWU Model calcula, en un contexto espacial el volumen de agua evapotranspirada por los cultivos (componentes verde y azul de la HH), así como el volumen de agua necesario para asimilar el nitrógeno lixiviado al ser usado como fertilizante (componente gris de la HH).

En el caso del sector porcino, la HH se referirá a la apropiación de agua derivada de la producción de su alimentación, el volumen de agua consumido para bebida y limpieza de las granjas, el agua contaminada como consecuencia de la gestión de sus residuos y el volumen de agua consumido y contaminado durante el proceso de transformación de los productos secundarios.

Se concluyó que para el caso de la agricultura en la cuenca Duero se presenta una Huella Hídrica media de $644\text{m}^3/\text{t}$ cuyas aportaciones son las siguientes (Huella hídrica

verde 59.63%, Huella hídrica azul 19.88% y Huella hídrica gris 20.49%) y en el sector porcino español, se obtuvo una Huella Hídrica media de 19.511 hm³ /año.

Ivanova Yulia (2013), en su tesis titulado “Evaluación de la huella hídrica de la ciudad de Bogotá como una herramienta de gestión del recurso hídrico en el área urbana”, el cual tuvo como objetivo; explicar los cambios en la gestión del agua en grandes ciudades a través del indicador de huella hídrica.

La metodología usada para calcular la huella hídrica es la propuesta por la Water Footprint Network (WFN) (Hoekstra et al., 2011), teniendo en cuenta la disponibilidad y confiabilidad de la información secundaria, conceptos que no se comparten con el autor de la metodología, en el trabajo fueron planteados algunos ajustes y limitaciones. Se concluyó que la ciudad de Bogotá ha tenido unos avances significativos en el tema de la regulación de los consumos del agua, logrando disminuirlos en un 17.6 % en el período comprendido entre los años 1993 y 2008. La huella hídrica Total correspondiente al año 2008 un valor de 1006 millones de metros cúbicos al año representando de la siguiente manera (Huella hídrica azul 44.2% y la Huella hídrica gris 55.8%).

1.1.2. Antecedentes nacionales

AQUAFONDO (2017), en coordinación con la Empresa SEDAPAL, realizó el estudio llamado “Huella hídrica de los usuarios de agua de Lima Metropolitana”, el cual tuvo como objetivo; Estimar la huella hídrica directa de los usuarios de agua en el ámbito de Lima Metropolitana y sus distritos locales, así como evaluar la sostenibilidad de la huella hídrica azul.

La metodología para el cálculo de la huella hídrica de los usuarios de agua de Lima Metropolitana se basa en la metodología de la Water Footprint Network (WFN), en el documento llamado “The Water Footprint Assessment Manual – Setting the global standard. (Hoekstra et al., 2011^a).

Se concluyó que para el año 2016 la Huella hídrica directa de Lima Metropolitana fue un Total de 2,406.4 MMC, la cual está conformada por la Huella hídrica azul con un valor de 638 MMC que fue consumida por sectores residencial, comercial, industrial y público; y por lo tanto no estuvo disponible para otros usuarios y la Huella hídrica gris con un valor de 1,768.4 MMC, volumen de agua fresca requerida para diluir la contaminación en los efluentes generados por el sector residencial, comercial, industrial y público.

Castillo Valencia, Mariana (2014), en su tesis titulada “Huella Hídrica del campus de la Pontificia Universidad Católica del Perú en el 2014”, el cual tuvo como objetivo; cuantificar y explicar la HH de los consumos directos e indirectos de agua en el campus de la PUCP.

La metodología utilizada para calcular la huella hídrica en este trabajo de investigación es de la Water Footprint Network (WFN), que brinda una acertada y amplia información espacio-temporal real de cómo el agua es apropiada para distintos propósitos humanos (Hoekstra et al., 2011). Esta metodología presenta cuatro fases de evaluación; i) Establecimiento de objetivo y su alcance, ii) contabilidad de la Huella Hídrica, iii) Evaluación de la Sostenibilidad y iv) Formulación de sugerencias. (Hoekstra et al., 2010.).

Se concluyó que el valor de la Huella hídrica del campus PUCP en el año 2014, fue un Total de 15720567.19 m³, que está conformada por la huella directa y huella indirecta

que están conformadas con un valor de 12, 324,729.51m³ y 3, 395,838m³ respectivamente.

Mallma Capcha, Tito (2015), en su tesis titulada “Huella hídrica de los productos agrícolas de la región Junín comercializadas en la ciudad de Lima”, el cual tuvo como objetivo; Evaluar la huella hídrica de los principales productos agrícolas de la región Junín que son comercializadas en el mercado de la ciudad de Lima.

La metodología usada, fue el desarrollo de un modelo conceptual que inicia con datos meteorológicos de la zona, en base a estos datos se estimó la evapotranspiración de referencia (ET_o), eligiéndose luego los cultivos a los cuales se asignaron los valores del coeficiente de cultivo (K_c) según estudios realizados en dicha zona. Con ello, se ha determinado la evapotranspiración del cultivo (ET_c), que conjuntamente con la superficie del terreno (por unidad de hectárea), sirvió para estimar el requerimiento de agua del cultivo (RAC). Con este resultado y el rendimiento de cada cultivo (RC) se ha determinado el contenido de agua virtual (V) de cada producto agrícola, el cual es expresado en litros de agua virtual por kilo del producto.

Se concluyó que el contenido de agua virtual más alto corresponde a la quinua con 5 682,02 litros de agua por kilo y el más bajo a la zanahoria con unos 259,70 litros de agua por kilo.

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.2.1. Descripción del problema

Debido a su emplazamiento y características climáticas de la costa peruana, Lima Metropolitana no cuenta con el recurso agua suficiente para abastecer a la población de los 49 distritos que comprende (43 de ellos situados en Lima Provincia y 6 en la Provincia constitucional del Callao), siendo la escasez de agua la principal amenaza ambiental para el futuro. Desde 1956 la empresa de Servicios de Agua Potable y Alcantarillado de Lima (SEDAPAL), es la encargada de la captación, tratamiento y distribución del agua potable, así también como la recolección, tratamiento, vertimiento y/o reusó de las aguas residuales.

Al año 2017 Lima Metropolitana cuenta con 03 Plantas de Tratamiento de Agua Potable (PTAP), 467 pozos de agua subterránea y 21 Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR). En los períodos de estiajes SEDAPAL regula el abastecimiento de agua por medio de sus presas ubicados en los Sistemas Marcas I, II, III, IV y V.

El distrito de Chorrillos conforma uno de los 43 distritos situados en Lima Provincia, conteniendo a “Los Pantanos de Villa” una Área Natural Protegida de categoría de Refugio de Vida. Los Pantanos de Villa son un humedal de Tipo 8 y de Tipo 10 la cual se establece sobre una superficie de 263.27 hectáreas.

El distrito Chorrillos alberga a 336,054 habitantes en el 2017 (INEI 2017), con un área de 38.9 Km² y una altura media de 43 m.s.n.m., para el año 2000 el servicio de agua potable en algunas zonas estaba restringido por horas, ya que solo abastecía la Planta de Tratamiento de Agua Potable - La Atarjea, a partir del funcionamiento de los pozos subterráneos el servicio pasó a ser de 23.88 horas/diarias promedio en el 100% de las conexiones domiciliarias, en la actualidad el distrito de Chorrillos cuenta con 11 pozos

subterráneos. Mensualmente el Equipo de Reducción y Control de Fugas (ERCF) de SEDAPAL registran pérdidas de agua potable que van del 5% hasta el 30%, de los volúmenes de agua distribuida en relación con el volumen de agua facturada, esto debido a las emergencias reportadas y/o las filtraciones producidas a lo largo de las líneas de distribución. Respecto a las aguas residuales las redes de alcantarillado secundarias están conectadas a redes de alcantarillado primarias que conduce estos efluentes a la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales La Chira, cuyo efluente son vertidos en la playa la Chira del mencionado distrito, la calidad de estos efluentes viene cumpliendo con los Límites Máximos Permisibles establecidos en el *Decreto Supremo N°003-2010-MINAM*.

Durante los últimos años, la población del distrito de Chorrillos ha ido en aumento, albergando en la actualidad el 3.30% de la población total de Lima Metropolitana, de continuar con la migración poblacional la demanda de agua será mayor; generando una extracción masiva de aguas de los pozos subterráneos y mayor captación de las aguas del río Rímac para su posterior potabilización, asimismo se generan mayores volúmenes de aguas residuales que son tratadas en la PTAR La Chira y luego vertidas en la playa La Chira, generando una contaminación al cuerpo de agua receptor.

Por tal motivo, en el presente trabajo de investigación se evaluará la variación de la Huella Hídrica Directa del distrito de Chorrillos para los años 2016 y 2017, influenciado por el aprovechamiento del agua de precipitación, consumo de agua fresca, calidad del agua tratada en la PTAP La Atarjea, la calidad del efluente de la PTAR La Chira y la calidad del agua de la playa La Chira con la finalidad de conocer el volumen de agua fresca consumida y contaminada, durante el desarrollo de las actividades diarias y su impacto generado por su uso y/o vertimiento de los efluentes.

1.2.2. Formulación del Problema

1.2.2.1. Problema Principal

1. ¿Cómo influiría la Huella Hídrica Directa del distrito Chorrillos en su gestión de recursos hídricos?

1.2.2.2. Problemas secundarios

1. ¿Qué volumen de agua de precipitación es aprovechado por las áreas verdes del distrito de chorrillos?
2. ¿Qué volumen de agua fresca ha consumido el sector Residencial, Comercial, Industrial y Público para el desarrollo de sus actividades anualmente?
3. ¿Qué parámetro se considerará para determinar la carga de contaminante del efluente de la PTAR La Chira y cuánto será el volumen de agua fresca de la playa La Chira que se requiere para diluir los contaminantes?
4. ¿Cómo mejoraría el estudio de la huella hídrica directa en la Gestión de los Recursos Hídricos y qué medidas se podrán adoptar para que el consumo de agua sea sostenible en el futuro?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo general

1. Calcular la Huella Hídrica Directa del distrito de Chorrillos, mediante la metodología Water Footprint Network (WFN), con la finalidad de proponerlo como una herramienta de Gestión de Recursos Hídricos.

1.3.2. Objetivos específico

1. Calcular la Huella hídrica verde de las áreas verdes privadas, privadas de uso público y público.

2. Calcular la Huella hídrica azul de los sectores residencial, comercial, industrial y Público.
3. Determinar el parámetro crítico del efluente que represente la dilución de todos los contaminantes y calcular la Huella hídrica gris de los sectores residencial, comercial, industrial y público.
4. Proponer la Huella hídrica directa como herramienta de Gestión de Recursos Hídricos que el gobierno local de Chorrillos puede incorporar y proponer medidas generales de sostenibilidad del uso del agua para el distrito de Chorrillos.

1.4. HIPÓTESIS

El análisis y cuantificación de la Huella Hídrica Directa en el distrito de Chorrillos, permitirá demostrar la no sostenibilidad ambiental y socialmente del consumo de agua.

1.5. VARIABLES

Tabla 1
Variables de la Investigación

Categoría	Variables			Indicadores	Instrumento de medición
	Dependiente	Subdependiente	Independiente		
Huella Hídrica Directa	<i>Huella Hídrica Verde</i>	<i>Áreas verdes</i>	Precipitación efectiva	mm	USDA SCS (P)
			Áreas verdes publicas	m ²	Compendio estadístico 2017- INEI
			Áreas verdes Privadas	m ²	Sistema Geográfica de información (SIG)
			Áreas verdes privadas de uso Público	m ²	Estudio de opciones de tratamiento y reusó de aguas residuales en lima metropolitana
	<i>Huella Hídrica Azul</i>	<i>Residencial</i>	Áreas verdes privadas	m ²	Sistema Geográfica de información (SIG)
			Evaporación domestica	m ³ /mes	Water Footprint Network
			Evapotranspiración	m ³ /mes	CROPWAT 8.0
			Agua fresca	m ³ /mes	Volumen de agua facturado por la EPS – SEDAPAL

Categoría	Variables			Indicadores	Instrumento de medición	
	Dependiente	Subdependiente	Independiente			
			Coefficiente de Cultivo (Kc)	adimensional	FAO	
			Agua Residual	m ³ /mes	Water Footprint Network	
		<i>Comercial</i>	Áreas verdes privadas de uso Público	Áreas verdes privadas de uso Público	m ²	Estudio de opciones de tratamiento y reuso de aguas residuales en lima metropolitana
				Evapotranspiración	m ³ /mes	CROPWAT 8.0
			Coefficiente de Cultivo (Kc)	adimensional	FAO	
			Agua Residual	m ³ /mes	Water Footprint Network	
			Agua fresca	m ³ /mes	Volumen de agua facturado por la EPS – SEDAPAL	
			<i>Público</i>	Áreas verdes publicas	Áreas verdes publicas	m ²
		Evapotranspiración			m ³ /mes	CROPWAT 8.0
		Coefficiente de Cultivo (Kc)		adimensional	FAO	
		Agua Residual		m ³ /mes	Water Footprint Network	
		Agua fresca		m ³ /mes	Volumen de agua facturado por la EPS – SEDAPAL	
		<i>Industrial</i>	Tasa de consumo	Tasa de consumo	%	Tasas de Consumo de agua para subsectores industriales
			Agua fresca	Agua fresca	m ³ /mes	Volumen de agua facturado por la EPS – SEDAPAL
			Agua residual	Agua residual	m ³ /mes	Water Footprint Network
		<i>Huella Hídrica Gris</i>	<i>Efluente</i>	Volumen agua residual	m ³ /mes	Vol. (Residencial + Comercial +Industrial+ Público)
				(C _{efl}) Selección de Parámetro	mg/L	Water Footprint Network
			<i>Afluente</i>	Volumen agua facturado	m ³ /mes	Vol.(Residencial + Comercial +Industrial+ Público)
				(C _{efl}) Selección de Parámetro	m ³ /mes	Water Footprint Network
	<i>Cuerpo receptor</i>		(C _{max}) Parámetro seleccionado	mg/L	D.S N°004-2017-MINAM (ECA)	
(C _{nat}) Parámetro seleccionado (campo)			mg/L	Monitoreo Ambiental (Informe Mensual PTAR La chira)		

Fuente: Elaboración Propia

1.6. JUSTIFICACIÓN

El presente tema de investigación se centra en determinar la Huella Hídrica Directa de los diferentes sectores en el distrito de Chorrillos, para los años 2016 y 2017, y el análisis de sostenibilidad ambiental. En el distrito de Chorrillos se registran distintas actividades de los diferentes sectores (domesticas, comerciales, industriales y Público) que hacen uso del agua generando un gran impacto al medio ambiente y es importante conocer estos datos actuales para poder mejorar el uso de los recursos hídricos.

- Técnico - Científico

De los resultados obtenidos nos permitirá proyectar el uso del agua disponible en el distrito de Chorrillos, en base a los requerimientos de los sectores, mejorando la eficiencia de uso del recurso hídrico en el ámbito de estudio con fines de mejorar el uso racional del recurso hídrico disponible. En este aspecto la reutilización del agua residual tratado en la PTAR La Chira se llevaría a cabo mediante la implementación de tecnologías limpias para mejorar la calidad del efluente y así cumplir con los LMP para fines de riego, así como implementar tecnologías de riego que tengan mayor eficiencia que el riego por inundación.

1.7. IMPORTANCIA

El presente trabajo tiene una gran importancia, ya que con esta metodología empleada se podrá determinar la Huella Hídrica Directa de los diferentes sectores del distrito de Chorrillos, asimismo conocer los valores de las Huellas Hídricas Verde, Azul y Gris. Y poder proponer medidas generales de sostenibilidad para el distrito.

Huella hídrica establece una relación directa entre los sistemas hídricos y el consumo humano, el cual puede determinar factores como la escasez del agua y puede permitir

la mejora de la gestión del recurso hídrico por parte del gobierno local y/o gobierno central.

La metodología aplicada para este trabajo de investigación puede ser replicada para análisis de otros estudios de huella hídrica directa a nivel de distrito o ciudad.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

El presente capítulo, se centra en describir los conceptos básicos de la Huella Hídrica, cuyos resultados de evaluación son considerados como indicador de uso de agua y puede ser considerado fundamental para las tomas de decisión en la Gestión de Recursos Hídricos Urbanos. La organización Water Footprint Network (WFN) considera la Huella Hídrica como un indicador multidimensional el cual está compuesto por siguientes variables: HH verde, HH azul y HH gris.

La huella hídrica directa esta geográficamente delimitado (distrito, provincias, departamentos o nación) viene hacer un indicador explícito, ya que nos permite evaluar los volúmenes de uso y la contaminación del agua por unidad de tiempo para cada sector usuario (Domestico, Comercial, Industrial e Público). Sin embargo, no incluye información sobre los impactos positivos o negativos que se genera por el consumo de agua de las fuentes locales.

Para determinar las áreas verdes de intervención en el estudio de la huella hídrica, la teledetección ofrece una herramienta útil para el tratamiento de imágenes de satélite para este fin.

Determinar la variación de las áreas verdes de una ciudad en el tiempo es un poco complicado, debido a la distribución y tamaño que representan. Ante esta limitación se viene empleando la herramienta de la teledetección la cual permite conocer las áreas verdes mediante una clasificación supervisada o no supervisada.

2.1. MARCO CONCEPTUAL

2.1.1. Gestión integrada de recursos hídricos

Es el proceso sistemático que promueve desarrollo y el manejo concertado de los recursos hídricos, el suelo y otros recursos relacionados de un territorio a fin de maximizar el bienestar económico y social de manera equitativa sin comprometer la sostenibilidad de los ecosistemas vitales. Aumentando la oferta y el abastecimiento de agua que permita hacer frente no solo a las demandas hídricas actuales y futuras de uso y gestión multisectorial, sino también a los desafíos que puedan presentarse debido al cambio global que se produzca dentro del territorio. (Autoridad Nacional del Agua, 2016)

2.1.1.1. Gestión de recursos hídricos

Se considera en administrar en forma eficiente el desarrollo hídrico para garantizar el uso sostenible a largo plazo para las generaciones futuras. Las cuales permitirán conciliar las demandas con la disposición hídrica, tanto en aspectos cuantitativos como cualitativos. (Autoridad Nacional del Agua, 2015)

2.1.2. Oferta hídrica

Es el caudal disponible en las fuentes superficiales y subterráneas de acuerdo con las mediciones directas efectuadas en la cuenca aforada. (Autoridad Nacional del Agua, 2016).

2.1.2.1. Oferta hídrica en el Perú

Anualmente el Perú dispone de un volumen promedio de 1, 768,512 MMC de agua, del cual el 97.2 % del volumen proviene de la vertiente del Amazonas, en donde se establece el 30 % de la población; el 0.50 % de la vertiente del Titicaca que alberga a

un 5 % de la población y el 1.80 % restante, en la vertiente del Pacífico reúne al 65 % de la población. (Ver Tabla 2) (Autoridad Nacional del Agua, 2016).

Tabla 2

Disponibilidad Hídrica del Perú en las tres vertientes hidrográficas

Vertiente Hidrográfica	Disponibilidad Hídrica					Distribución hídrica por Población (m ³ /hab/año)
	Aguas Superficiales		Aguas Subterráneas (MMC)	Total		
	(MMC)	(%)		(MMC)	(%)	
Pacífico	35,632	2.02	2,849	38,481	2.18	2,067*
Amazonas	1 719,814	97.42	Sin datos	1 719,814	97.27	198,121*
Titicaca	9,877	0.56	Sin datos	9,877	0.56	10,7735*
Total	1 765,323	100.00	2,849	1 768,172	100.00	62,655

(*) Sobre umbral de desarrollo como promedio a nivel de vertiente

Fuente: Autoridad Nacional del Agua

2.1.2.1.1. Disponibilidad hídrica subterránea

Es el volumen agua utilizable por una persona natural o jurídica utilizable en diferentes actividades del hombre como la agricultura, generación de energía eléctrica, abastecimiento de agua potable, minería, etc. Esto mediante una licencia de uso de agua por parte de la Autoridad Nacional del Agua (ANA).

Hasta el año 2012 la ANA ha realizado inventarios de fuentes de aguas subterráneas y monitoreo de acuífero en 50 valles de los 52 valles de la costa peruana, identificando 50,112 pozos, de los cuales solo 32,407 pozos están siendo explotados. (Ver Tabla 3) (Autoridad Nacional del Agua, 2012).

Tabla 3

Disponibilidad Hídrica subterránea

Total de Valles	Total de Pozos	Pozos Utilizados	Volumen Explotado
50	50,112	32,407	1620 MMC/año

Fuente: Autoridad Nacional del Agua

2.1.3. Demanda hídrica

Es el volumen de agua requerida por los usuarios que se necesita para el desarrollo de las actividades económicas productivas de una población. (Autoridad Nacional del Agua, 2016). En una cuenca hidrográfica la demanda hídrica es de uso consuntivo y no consuntivo.

La demanda hídrica de una cuenca por lo general está dividida por demanda hídrica poblacional y productiva. (Balairon Pérez , 2002).

2.1.3.1. Demanda hídrica poblacional

Es el volumen de agua que requiere una determinada población para satisfacer necesidades primarias. (Diaz Bustos, 2017)

2.1.3.2. Demanda hídrica productiva

Es el volumen de agua que requieren personas naturales o jurídicas para utilizarlo con fines productivos. (Diaz Bustos, 2017)

2.1.4. Uso consuntivo del agua y no consuntivo

El uso consuntivo es definido como *“Flujo para usos consuntivos y basada en las demandas de agua que disminuyen la disponibilidad cuantitativa y cualitativa del fluido en el cuerpo hídrico. Siendo así, podemos decir que caudal consuntivo es cuando hay un consumo de parte del agua captada o deterioro de su calidad”*. (AGEVAP, 2013). Los usos consuntivos se pueden dar en el abastecimiento poblacional, en el sector industrial, minero y pecuario, turístico y recreativo.

Uso no consuntivo, es el agua que se utiliza y es devuelta posteriormente al medio del cual ha sido extraída, aunque no al mismo lugar. A pesar de todo, esta agua puede presentar diversas alteraciones fisicoquímicas y biológicas en función del uso que se le haya dado.

Dentro de la huella hídrica se considera el uso consuntivo del agua, como el agua evapotranspirada, incorporada en un producto, o devuelta a una cuenca distinta o en un momento distinto del cual fue extraída. La huella hídrica, sin embargo, excluye el uso no consuntivo de agua o agua que regresa a la misma cuenca y que se encuentra disponible para usos de otros consumidores en la parte más baja de la cuenca. (WWF Perú, 2013).

2.1.5. Uso poblacional del agua en el Perú

La Ley N° 29338 - Ley de Recursos Hídricos Art. 39, define el uso poblacional del agua como *“La captación del agua de una fuente o red pública, debidamente tratada, con el fin de satisfacer las necesidades humanas básicas: preparación de alimentos y hábitos de aseo personal. Se ejerce mediante derechos de uso de agua otorgados por la Autoridad Nacional”*.

Se ejerce mediante licencias de uso de agua otorgadas a las entidades encargadas del suministro de agua poblacional, las que son responsables de implementar, operar y mantener los sistemas de abastecimiento de agua potable. El Estado garantiza a todas las personas el derecho de acceso a los servicios de agua potable, a través de la regulación, supervisión y fiscalización de estas entidades; sin perjuicio de ello, en estados de escasez hídrica, los distintos niveles de gobierno responsables de la regulación de los servicios de suministro de agua potable pueden dictar medidas de racionamiento. (SPDA, 2018)

2.1.6. Diferencia entre el estrés hídrico y escasez de agua

Según el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), se denomina estrés hídrico cuando la demanda de agua excede la cantidad disponible durante un período determinado o cuando su baja calidad restringe su uso. Así, se

produce un deterioro de los recursos de agua destinada al consumo tanto en cantidad (sobreexplotación de los acuíferos, ríos secos, etc.) como en calidad (Eutrofización, contaminación, intrusión salina, etc.). (MINAM, 2018)

Habitualmente, los hidrólogos miden la escasez de agua a través de la relación agua/población. La escasez de agua se define como el punto en el que, el impacto agregado de todos los usuarios, bajo determinado orden institucional, afecta al suministro o a la calidad del agua, de forma que la demanda de todos los sectores, incluido el medioambiental, no puede ser completamente satisfecha. La escasez de agua es pues un concepto relativo y puede darse bajo cualquier nivel de oferta o demanda de recursos hídricos. La escasez puede ser una construcción social (producto de la opulencia, las expectativas y unas costumbres arraigadas) o consecuencia de la variación en los patrones de la oferta, derivados, por ejemplo, del cambio climático. (Programme World Water Assessment , 2012)

El estrés hídrico es un índice de medición, durante muchos años se han elaborado distintos índices. Durante varios años el más conocido de estos índices o indicadores fue el que divide los recursos anuales en agua azul renovable de un país por su número de habitantes. Este índice fue propuesto por una profesora sueca Falkenmark en 1989 y es usualmente conocido como índice de Falkenmark. Según este indicador cualquier país que tiene un índice de menos de 1700 m³ /persona y año está en situación de estrés hídrico si tiene menos de 1.000 m³ /persona y año pasa a la situación de escasez de agua y si tiene menos de 500 m³ / persona y año ya está por encima del límite. Los límites de Falkenmark todavía son utilizados con frecuencia por divulgadores, pero generalmente han sido sustituidos por nuevos índices más complejos y sofisticados. Una razón es que el indicador de Falkenmark se refiere solamente al agua azul y no

tiene en cuenta el agua verde (agua procedente de las precipitaciones que queda retenida en las capas superficiales del suelo y es accesible a las raíces de las plantas permitiendo la función clorofílica). (Llamas Madurga, Aldaya M., Garrido Colmenero, & López-Gunn, 2009)

2.1.7. Diferencia entre uso y consumo de agua

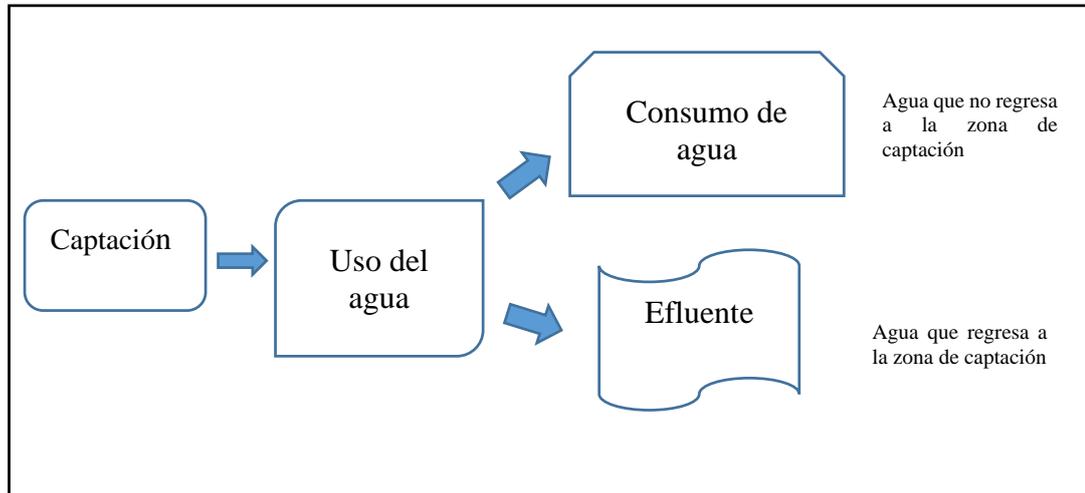
Es importante resaltar la diferenciación entre el consumo y el uso de agua. El agua que se consume es extraída de la cuenca, es decir, un volumen de agua consumido ya no estará disponible para otros usuarios en la misma cuenca o dentro del mismo período de tiempo. Mientras que el agua que se usa, se devuelve a la misma cuenca, pero posiblemente en otras condiciones. De acuerdo a la definición, si la Huella hídrica azul es el agua consumida, ya no regresa a la cuenca. En caso esta agua retorne contaminada, es considerada como parte de la Huella hídrica gris. (AQUAFONDO, 2017).

El uso del agua comprende las formas en que la población aprovecha el agua, puede ser “consuntivo”, es decir que se consume efectivamente durante alguna actividad, como la agrícola, poblacional, industrial, etc., o “no consuntivo”, donde se utiliza el agua sin consumirse efectivamente, como en la actividad energética, donde luego del aprovechamiento por las hidroeléctricas, puede estar apta para otros fines, como los agrícolas (Autoridad Nacional del Agua, 2016). También se puede definir al “uso” como la utilización de agua y la posibilidad de que otras personas la utilicen.

El consumo de agua se utiliza para describir el agua extraída de la cuenca hidrográfica pero no retornada a la misma cuenca hidrográfica, habiéndose consumido debido a la evaporación, a la transpiración, a la integración en un producto o por liberación en una cuenca hidrográfica diferente o en el mar (ISO 14046:2014, 2014). La Huella Hídrica

se centra en el consumo de agua, la cual se da inmediatamente después de su uso. Tal como se puede observar en la Figura 1.

Figura 1. Esquema de la diferencia entre uso y consumo de agua



Fuente: Elaboración Propia

2.1.8. Huella Hídrica (HH)

En el año 2002, Arjen Hoekstra introdujo el concepto de Huella Hídrica, la cual ha sido difundida por la Water Footprint Network (WFN), definiéndolo como un cuantificador de volumen de agua consumido y contaminado de forma directa e indirectamente, durante la producción de un producto o la realización de un servicio. (AQUAFONDO, 2017).

La HH total está compuesta por la HH verde, HH azul y HH gris.

2.1.8.1. *Huella Hídrica directa e indirecta*

2.1.8.1.1. *Huella Hídrica directa*

Es el volumen de agua consumida y contaminada durante el proceso de fabricación de un producto o durante el manejo del recurso agua de forma directa, no relacionado con un insumo (AQUAFONDO, 2017).

2.1.8.1.2. *Huella Hídrica indirecta*

Es el volumen de agua incorporada o contaminada en la cadena de producción de un producto (AQUAFONDO, 2017).

2.1.9. Componentes de la Huella Hídrica

2.1.9.1. *La huella hídrica verde*

Es el volumen de agua de precipitación que se almacena en el suelo y que es aprovechado por la vegetación, estando relacionado con la evapotranspiración.

2.1.9.2. *La huella hídrica azul*

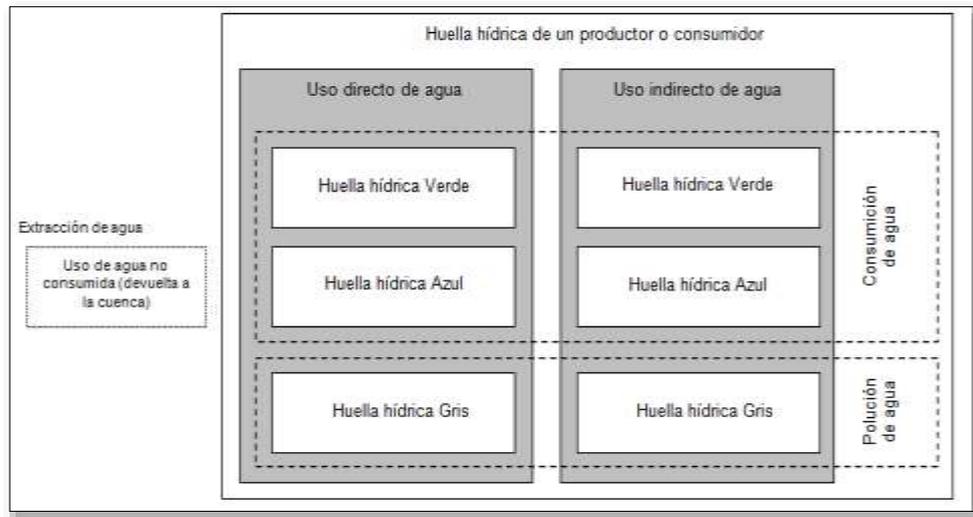
Es el volumen de agua fresca consumida, sea de fuentes superficiales (ríos, lagos, lagunas, etc.) o subterránea. Este consumo incluye la evaporación, la incorporación en productos, la devolución de agua extraída a otra cuenca o al mar y la devolución de agua extraída en otro período de tiempo. Es todo el volumen de agua que por uno de estos mecanismos es extraído de la cuenca y por lo tanto ya no estará disponible para otros usuarios en la misma cuenca. (AQUAFONDO, 2017).

2.1.9.3. *La huella hídrica gris*

Es el volumen de agua fresca que se requiere para diluir los contaminantes del efluente, que han sido vertidos a un cuerpo de agua, y que este cumpla con los Estándares de Calidad Ambiental. (AQUAFONDO, 2017)

Una Huella hídrica gris positiva no indica necesariamente que existe una contaminación ambiental, sino que una parte de la capacidad natural de un cuerpo de agua para asimilar sustancias ya fue usada. Sólo existe un problema de contaminación si la cantidad de contaminantes excede la capacidad natural para asimilar sustancias del cuerpo de agua (AQUAFONDO, 2017).

Figura 2. Representación esquemática de los componentes de la Huella Hídrica



Fuente: Adaptada de Hoekstra et al. 2011.

2.1.10. Sostenibilidad

La Huella Hídrica dentro de un espacio geográfico debe ejecutar algunos procedimientos la cual garantizara la sostenibilidad, teniendo como dimensión a la parte ambiental y social.

2.1.10.1. Sostenibilidad ambiental

El agua consumida debe cumplir ciertas condiciones, el cual lo garantizara como un indicador de recursos hídricos, cuáles son estas condiciones, uno puede ser los "Estándares de Calidad Ambiental - Agua" que el estado peruano ha aprobado por medio del Ministerio del Ambiente. Además, los caudales de ríos y aguas subterráneas deberían permanecer dentro de ciertos límites en comparación con la escorrentía natural, para mantener la dependencia del río y del agua subterránea.

2.1.10.2. Sostenibilidad social

El planeta tierra dispone de agua dulce, el cual un mínimo porcentaje de este volumen se asigna a la población para satisfacer sus necesidades. Una parte del volumen de agua potable facturado en el suministro de agua doméstico se dispone aseo personal,

preparación de alimentos y para beber; asimismo se deberá disponer un mínimo volumen para elaboración de alimentos y así asegurar su suministro. Un suministro de agua doméstico mínimo para beber, lavar y cocinar debe garantizarse en la cuenca o nivel de cuenca fluvial. La asignación mínima del volumen de agua para la elaboración de alimentos debe cerciorarse a nivel territorial y universal, garantizando la seguridad alimentaria a través de las importaciones de alimentos. (Hoekstra A. Y., Chapagain, Aldaya, & Mekonnen, 2011)

2.1.11. Teledetección y el medio ambiente

La teledetección es una herramienta que puede aplicarse en un gran número de trabajos, dentro de la ingeniería ambiental. Debido a que nos permite obtener información a distancia de los objetos situados sobre la superficie terrestre, es adecuada para el seguimiento de procesos que varían de forma continua en el territorio. En principio, cualquier fenómeno en el que se produzca una variación de la respuesta espectral de la superficie terrestre, tanto en el espacio como en el tiempo, es susceptible de ser estudiado por teledetección. (Ruiz Verdú, 2008). Ahora, antes de plantearse la utilización de la teledetección en una aplicación concreta, hay que analizar si cumple al menos una de las dos condiciones siguientes:

- El coste de su uso es inferior al de un estudio convencional.
- Aporta información que no puede obtenerse por otros medios

2.1.11.1. Dominio Óptico

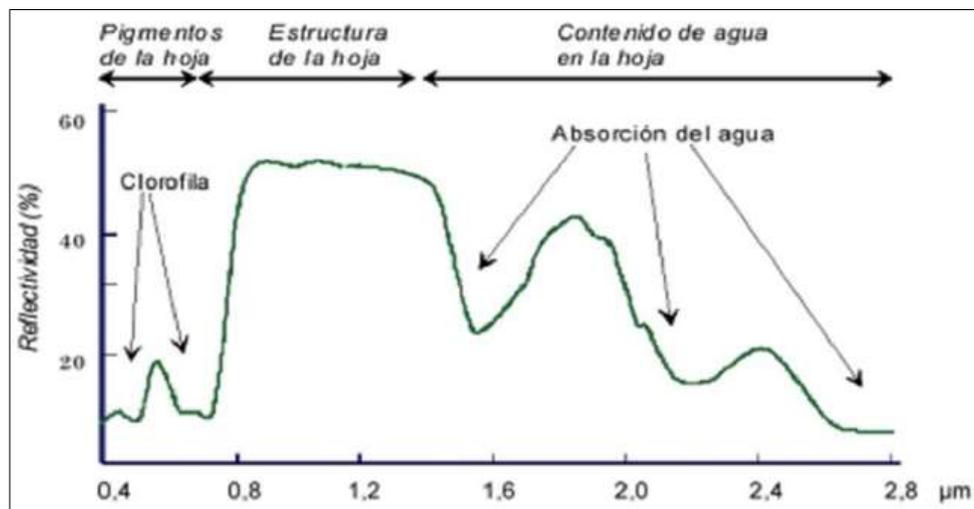
Es el grupo de longitudes de onda directamente dependientes de la energía solar, comprendida entre el visible y el SWIR (0.4 a 2.5 μ m) (Chuvieco Salinero, 2006).

2.1.11.1.1. Comportamiento espectral de la vegetación en el espectro óptico

Según (Chuvieco Salinero, 2006), los factores que afectan la radiancia final detectada por el sensor son:

La reflectividad de la hoja, que por lo general es el elemento más visible desde una plataforma espacial, esto es debido a la presencia de pigmentos fotosintéticos de las hojas, la clorofila absorbe en la zona del rojo, la estructura celular que da la elevada reflectividad en el infrarrojo cercano, y al contenido de humedad. Las características geométricas de la planta, su área foliar, la forma de la hoja, su distribución en la planta, la geometría del dosel y el componente leñoso.

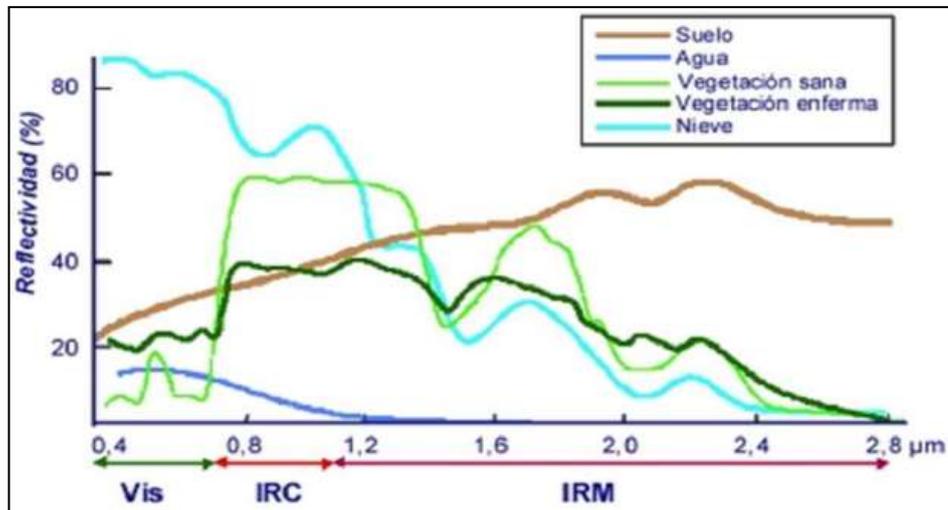
Figura 3. Firma Espectral para la Vegetación Sana



Fuente: García, V. A. LANDSAT (sin año).

Podemos observar en la Figura 3, el comportamiento de la vegetación sana en el espectro visible + Infrarrojo cercano, donde hay absorción de energía por el proceso de fotosíntesis y absorción por agua, así como los picos donde mejor refleja energía la vegetación.

Figura 4. Firma Espectral para Distintas Coberturas de la Tierra



Fuente: García, V. A. LANDSAT (sin año).

En la Figura. 4 podemos observar el comportamiento de varias coberturas de la tierra en el espectro electromagnético.

2.1.11.2. Programa Copernicus

Consta de cinco tipos de satélites. Los Sentinel-1 se dedican a observar la Tierra mediante radar, mientras que los Sentinel-2 y Sentinel-3 tienen como objetivo la observación de la Tierra y sus océanos, por su parte, los Sentinel-4 y Sentinel-5 se dedican a estudiar la atmósfera.

2.1.11.2.1. Sentinel 2 A

Se lanzó al espacio el 26/06/2015 y su gemelo SENTINEL 2B se espera para 2016 en la misma órbita, pero con un desfase de 180°, proporcionando una alta frecuencia de revisita. Cuentan con 13 bandas con resoluciones de 10 – 60m. (RVTE, 2015)

Sentinel 2 lleva una cámara multispectral de alta resolución, basada en las misiones francesas SPOT y en los satélites estadounidenses Landsat, con 13 bandas espectrales que aportan una nueva perspectiva de la superficie terrestre y de la vegetación. Utiliza un sistema de barrido a lo largo de la trayectoria (push broom) para generar una imagen

de 290 kilómetros de ancho y poder ofrecer muy altas prestaciones geométricas y espectrales en sus datos. La cámara cuenta con dos grandes planos focales, uno en las bandas del visible (VIS) y del infrarrojo próximo (NIR) y el otro, en el infrarrojo medio (SWIR). Cada uno de ellos está equipado con 12 detectores con un Total de 450.000 píxeles. (Europea Agencia Espacial, 2018)

Tabla 4

Características de las imágenes Sentinel 2 A

Bandas	Intervalos de longitud de onda (µm)	Tamaño de píxel (m)	Descripción
Banda2	490nm	10	Azul
Banda3	560nm	10	Verde
Banda4	665nm	10	Rojo
Banda8	842nm	10	Visible e infrarrojo cercano (VNIR)
Banda5	705nm	20	Visible e infrarrojo cercano (VNIR)
Banda6	740nm	20	Visible e infrarrojo cercano (VNIR)
Banda7	783nm	20	Visible e infrarrojo cercano (VNIR)
Banda8a	865nm	20	Visible e infrarrojo cercano (VNIR)
Banda11	1610nm	20	Onda corta infrarroja (SWIR)
Banda12	2190nm	20	Onda corta infrarroja (SWIR)
Banda1	443nm	60	Ultra azul (Costa y aerosol)
Banda9	940nm	60	Onda corta infrarroja (SWIR)
Banda10	1375nm	60	Onda corta infrarroja (SWIR)

Fuente: Agencia Espacial Europea (ESA)

2.1.11.3. Clasificación No Supervisada

En este método de agrupación, los píxeles de la imagen son asignados a diferentes clases espectrales sin la interferencia del usuario. Las clases son asignadas considerando únicamente la información espectral de los píxeles. Generalmente el único parámetro que se establece en este proceso, es el número N de clases que queremos obtener. El programa busca y determina cuales son las N clases espectralmente más sobresalientes. Las clases resultantes son anónimas, es decir, no tienen una etiqueta asignada que nos diga a qué tipo de cubierta terrestre corresponden,

es sólo un número de clase. El paso siguiente consiste en identificar a qué tipo de cubierta corresponden y su reagrupamiento posterior en un número más reducido de clases (Richards, 1986).

2.2. MARCO LEGAL NACIONAL

En el Perú, la Autoridad Nacional del Agua es la encargada de otorgar las licencias para el uso y vertimiento, y esta se encuentra regida mediante la Ley de Recursos Hídricos- Ley N°29338 – ANA. La provincia de Lima y la provincial constitucional del Callao, cuentan con el servicio de agua potable y desagüe; la cual se encuentra bajo la responsabilidad de la Empresa SEDAPAL. Cabe recalcar que la SUNASS es el organismo que se encarga de normar, regular, supervisar y fiscalizar a las empresas que prestan servicio de saneamiento, la cual fue creada por Decreto Ley N° 25965.

Para el año 2017, el sistema de saneamiento en el distrito de Chorrillos cuenta con redes de distribución de agua potable, la cual distribuye el agua que se potabiliza en la PTAP La Atarjea y de los Pozos de agua; y redes de alcantarillado que captan los efluentes de los usuarios las cuales son derivados a la PTAR La Chira para su tratamiento y posterior vertimiento cumpliendo con los Límites Máximos Permisibles de vertimiento promulgado por el Ministerio del Ambiente en coordinación con el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. El cuerpo receptor donde es vertido el efluente de la PTAR La Chira es evaluado con los Estándares de Calidad Ambiental para cuerpos de agua la cual es establecida por el Ministerio del Ambiente. La implementación y mejoras de las normativas para la gestión del agua, ha hecho reducir la Huella Hídrica Directa de la provincia de Lima y la provincial constitucional del Callao.

2.2.1. Sistema normativo en la gestión del agua

2.2.1.1. Ley de Recursos Hídricos (Ley N°29338)

Artículo II.- “Finalidad La presente Ley tiene por finalidad regular el uso y gestión integrada del agua, la actuación del Estado y los particulares en dicha gestión, así como en los bienes asociados a esta”.

2.2.2. Valores de calidad de las aguas residuales en el Marco Legal Peruano

Para el sector saneamiento, el marco legal peruano ha establecido 02 normas que garantiza la operación de una PTAR. Ver Figura 5.

Figura 5. Exigencia de LMP de vertimientos del efluente de PTAR (LMP-v), LMP para reúso del efluente (LMP-r) y ECA-agua



Fuente: Diagnóstico de las Plantas de Tratamiento de Agua Residuales en el Ámbito de operación de las Entidades Prestadoras de Servicio de Saneamiento – SUNASS

2.2.2.1. Límites Máximos Permisibles (LMP) – Decreto Supremo N°

003-2010-MINAM

Los LMP establecen el grado de concentración de las sustancias o elementos. Estos pueden ser de origen biológico, químico y físico, las cuales se encuentran presentes en el efluente de las PTAR, y son evaluados antes que entre en contacto a un cuerpo de

agua. Los LMP son obligatorios para todas las PTAR sin distinción de tamaño, ni de nivel de tratamiento. En la Tabla 5, se muestran los LMP vigentes. (SUNASS, 2015)

Tabla 5

Límites Máximos Permisibles (LMP) de efluentes para su vertimiento a un cuerpo de agua.

Parámetro	Unidad	LMP de efluentes para vertidos a cuerpos de aguas
Aceites y grasas	mg/L	20
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	10,000
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	100
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	200
pH	unidad	6.5-8.5
Sólidos Totales en Suspensión	mL/L	150
Temperatura	°C	<35

Fuente: Decreto Supremo N.º 003-2010-MINAM

Tabla 6

Parámetros y frecuencia del monitoreo de muestras de afluentes y efluentes de las PTAR

Parámetros		Frecuencia del monitoreo según el caudal de operación promedio anual			
Afluentes	Efluentes	<10 l/s	> 10 a 100 l/s	>100 a 300 l/s	> 300 l/s
Aceites y Grasas		anual	semestral	trimestral	mensual
Coliformes termotolerantes					
DBO5					
DQO					
pH					
Sólidos Totales en Suspensión					
Temperatura					
Caudal (lectura horaria o más frecuente)		1 por semestre	1 por trimestre	1 por mes	diaria

Fuente: SUNASS, con base en la Resolución Ministerial N.º 273-2013-VIVIENDA

**2.2.2.2. Estándares de calidad Ambiental (ECA – agua) Decreto
Supremo N° 004-2017-MINAM**

Los ECA-Agua establecen el grado de concentración de las sustancias o elementos extraños presentes en un cuerpo de agua. Cabe recalcar que estas concentraciones no representan riesgo significativo al ambiente ni a la salud de las personas. Estos elementos o sustancias pueden ser de origen biológico, físico y/o químico. Cuando se vierte el efluente de la PTAR al cuerpo receptor de agua, se origina una zona de mezcla, luego de la cual, el cuerpo receptor de agua debe cumplir los valores del ECA-Agua, que dependen de la categoría de uso del cuerpo receptor. (SUNASS, 2015). Ver Tabla 7.

Tabla 7

ECA-Agua de algunas Categorías de cuerpos de agua establecida

Parámetros	Unidades	Factor de Dilución (FD) del LMP necesario en un cuerpo natural libre de contaminación para el cumplimiento del ECA					
		Cat.1A2 ²	Cat.1A3 ²	Cat.1B1 ²	Cat.2C3 ²	Cat.3 ²	Cat.4 ²
		ECA	ECA	ECA	ECA	ECA	ECA
DBO5	mg/L	5	10	5	10	15	10
DQO	mg/L	20	30	30	--	40	--
SST	mg/L	1000	1500	--	70	--	≤ 30
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	2000	20000	200	1000	1000	2000
Aceites y grasas	mg/L	1.7	1.7	--	2	5	5

(2) Categoría 1 = Poblacional y recreacional:

Subcategoría A2 = aguas superficiales que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional.

Subcategoría A3 = aguas superficiales que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado.

Subcategoría B1 = aguas superficiales destinadas para recreación por contacto primario.

Categoría 2 = Actividades marino-costeras; subcategoría C3 = otras actividades

Categoría 3 = Riego de vegetales y bebida de animales; riego de vegetales de tallo alto.

Categoría 4 = Conservación del ambiente acuático, ecosistemas costeros marinos.

Fuente: SUNASS, con base en la Decreto Supremo N.º 004-2017-MINAM

2.3. USO Y MANEJO DEL AGUA EN LIMA METROPOLITANA

Considerando que Lima se encuentra en una región árida sin precipitación (10 mm al año), el agua siempre será una preocupación. Al año 2017 SEDAPAL es la empresa pública que abastece de agua potable al 97% de la población y alcantarillado al 90.9%. Eso implica que más de 292,560 personas aún no cuentan con agua potable y 887,432 millones carecen de alcantarillado. El agua no facturada en el año 2017 fue de 175,689 miles de m³. (SEDAPAL, 2018).

La empresa SEDAPAL para poder brindar un buen servicio a los 49 distritos de Lima Metropolitana, ha distribuido funciones en diferentes Gerencias y Equipos, estableciendo (07) Centros de Servicios que cuentan con equipos administrativos, comerciales y operativos. Ver Tabla 8.

Tabla 8

Equipos de los Centros de Servicios de la empresa SEDAPAL

Gerencia	Centro de Servicio	Equipos
Servicio Norte	C.S Comas	Equipo Administración Norte (EA-N)
		Equipo Técnico Norte (ET-N)
		Equipo Operación y Mantenimiento de Redes Comas (EOMR-C)
	C.S Callao	Equipo Administración Norte (EA-N)
		Equipo Técnico Norte (ET-N)
		Equipo Operación y Mantenimiento de Redes Callao (EOMR-Ca)
Servicio Centro	C.S Ate Vitarte	Equipo Administración Centro (EA-C)
		Equipo Técnico Centro (ET-C)
		Equipo Operación y Mantenimiento de Redes Ate Vitarte (EOMR-AV)
	C.S Breña	Equipo Administración Centro (EA-C)
		Equipo Técnico Centro (ET-C)
		Equipo Operación y Mantenimiento de Redes Breña (EOMR-B)
	C.S San Juan de Lurigancho	Equipo Administración Centro (EA-C)
		Equipo Técnico Centro (ET-C)
		Equipo Operación y Mantenimiento de Redes San Juan de Lurigancho (EOMR-SJL)
	C.S Surquillo	Equipo Administración Sur (EA-S)

Gerencia	Centro de Servicio	Equipos
Servicio Sur		Equipo Técnico Sur (ET-S)
		Equipo Operación y Mantenimiento de Redes Surquillo (EOMR-S)
	C.S Villa El Salvador	Equipo Administración Sur (EA-S)
		Equipo Técnico Sur (ET-S)
		Equipo Operación y Mantenimiento de Redes Villa El Salvador (EOMR-VES)
Comercial	C.S. Comas	Equipo Comercial Comas (EC-C)
	C.S. Callao	Equipo Comercial Callao (EC-Ca)
	C.S. Ate Vitarte	Equipo Comercial Ate Vitarte (EC-AV)
	C.S. Breña	Equipo Comercial Breña (EC-B)
	C.S. San Juan de Lurigancho	Equipo Comercial San Juan de Lurigancho (EC-SJL)
	C.S. Surquillo	Equipo Comercial Surquillo (EC-S)
	C.S. Villa El Salvador	Equipo Comercial Villa el Salvador (EC-VES)

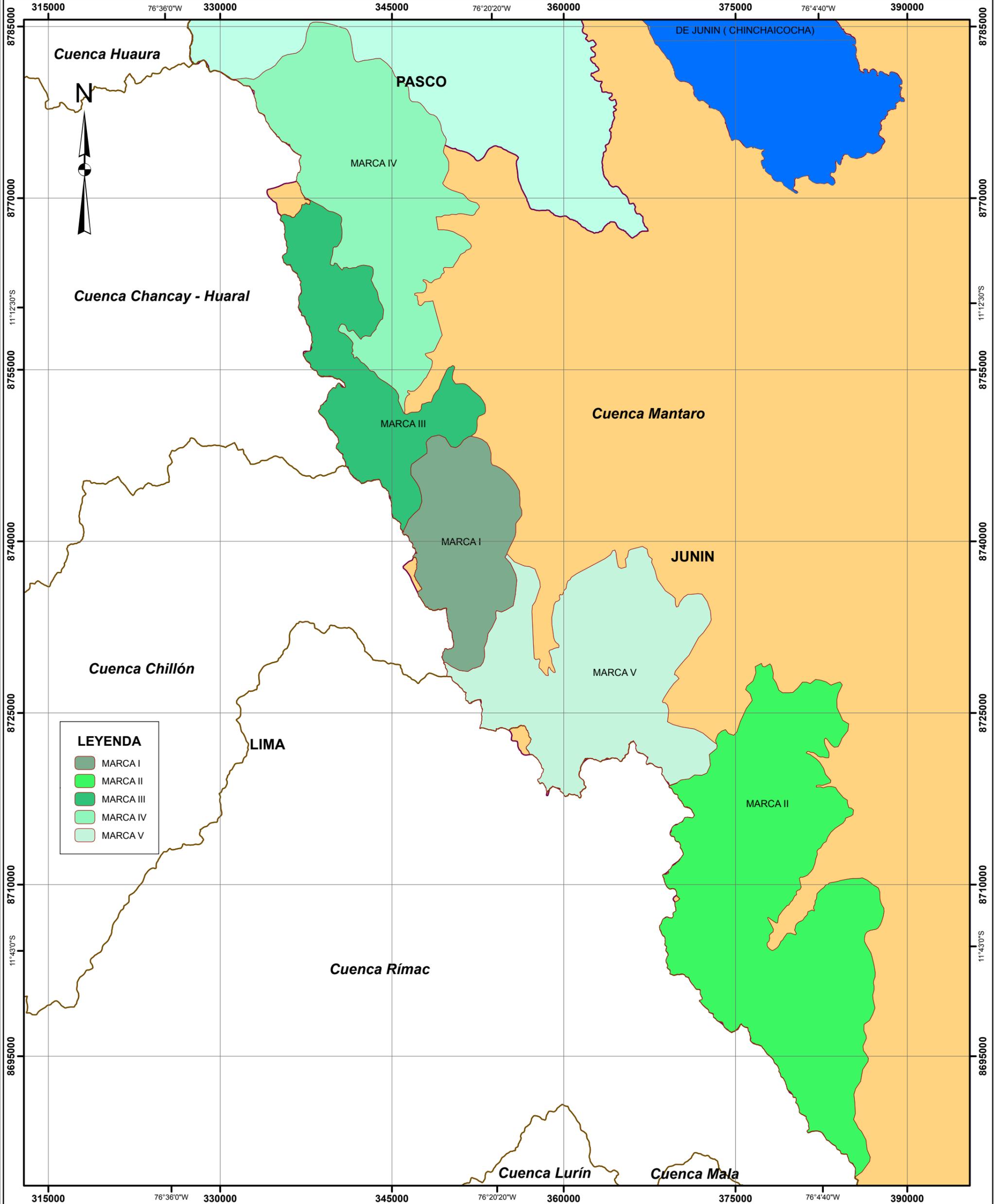
Fuente: Empresa de Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima - SEDAPAL

El distrito de Chorrillos se encuentra supervisado por los equipos del Centro de Servicio Surquillo.

2.3.1. Sistema de abastecimiento

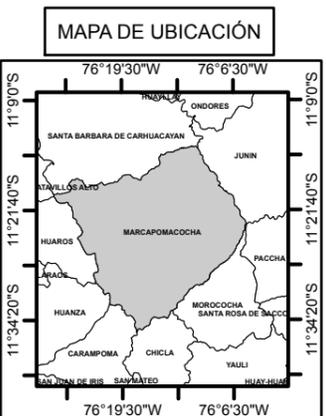
2.3.1.1. Producción

Si bien los ríos Rímac, Chillón y Lurín atraviesan la ciudad, estos tienen muy poco caudal en la época de estiaje, por lo que la empresa SEDAPAL viene desarrollando proyectos ubicados en el Alto Mantaro provincia de Junín, conocido como Sistema Marca I, II, III, IV y V. Estos Sistemas Marcas se encargan de regular el caudal en el río Rímac. Asimismo, antes de la captación en las plantas de tratamientos de agua, estas aguas se aprovechan para la generación hidroeléctrica en Huinco, Callahuanca, Moyopampa y Huampani. Ver Mapa 1. (SEDAPAL, 2018).



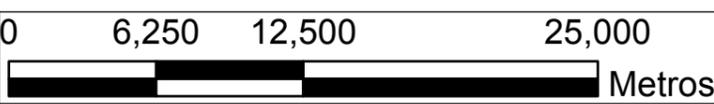
LEYENDA

- MARCA I
- MARCA II
- MARCA III
- MARCA IV
- MARCA V



SIGNOS CONVENCIONALES

- Lago
- Sistema Marca
- Cuenca
- Departamento



UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL Facultad de Ingeniería Geográfica, Ambiental y Ecoturismo Escuela de Ingeniería Ambiental		
MAPA: UBICACIÓN DE LOS SISTEMAS MARCAS		
TESIS: "EVALUACIÓN DE LA HUELLA HÍDRICA DEL DISTRITO DE CHORRILLOS COMO UNA HERRAMIENTA DE GESTIÓN DE RECURSOS HÍDRICOS"		
Escala: 1/300 000 Datum Horizontal WGS84 Proyección Transversal de Mercator Sistema de Coordenadas - UTM - Zona 18		
Elaborado:	Fecha:	Mapa N°:
Bach. Aliaga Lazaro, Edgardo David	Junio 2018	01
Aprobado por: Mg. Ing. Geog. Carmen Luz Ventura Barrera		
Fuente: SEDAPAL - (EGASE)		

La empresa SEDAPAL cuenta con la producción de 03 plantas de tratamientos de agua potable, las cual dos están bajo la administración de SEDAPAL y la otra se encuentra en concesión:

- Planta de Tratamiento de Agua Potable - Huachipa: Capta las aguas del río Rímac por el margen derecho, esta planta tiene un caudal de producción de agua tratada final de $10\text{m}^3/\text{s}$, con un régimen de operación continuo (24 h/d. 365 d/año). Este volumen de agua tratada es destinado para la población de Lima Norte.
- Planta de Tratamiento de Agua Potable – La Atarjea: Cuenta con las Plantas “1 y 2”, cada planta presenta su propia bocatoma, desarenador, estanque regulador, sedimentadores, decantadores y filtros. Las plantas 1 y 2, presentan un caudal de producción de agua tratada final que varía entre $15\text{-}20\text{ m}^3/\text{s}$, con un régimen de operación continuo (24 h/d. 365 d/año). Este volumen de agua está destinado para la población de Lima Norte, Centro y Sur.
- Planta de Tratamiento de Agua Potable – Chillón: Esta planta está bajo la concesión del Consorcio Agua Azul S.A. La planta de producción de agua de Chillón, que tiene una capacidad instalada de $2,5\text{m}^3/\text{s}$. El agua producida es entregada a la Empresa SEDAPAL, que la distribuye a cerca de 800.000 usuarios en los distritos de Carabaylo, Comas, Ventanilla, Ancón, Puente Piedra y Santa Rosa. El contrato de concesión expira en 2027.

La producción de agua potable por parte de las Plantas de Tratamiento de Agua Potable no abastecería para un servicio de 24 horas, debido a los diversos tipos de usuarios del servicio en Lima Metropolitana, es por ello que la Empresa SEDAPAL extrae agua

subterránea de los 467 pozos (439 pozos SEDAPAL y 28 pozos Chillón), ubicados en las cuencas del río Lurín, Rímac y Chillón. Ver Tabla 9.

Tabla 9

Relación de Pozos de agua subterránea por distrito

Distrito	Tipo	N° de pozos
Ate	Pozos SEDAPAL	67
Barranco	Pozos SEDAPAL	1
Bellavista	Pozos SEDAPAL	7
Carmen de la Legua	Pozos SEDAPAL	2
Callao	Pozos SEDAPAL	31
Carabayllo	Pozos SEDAPAL	31
	Pozos Chillón	28
Chaclacayo	Pozos SEDAPAL	4
Chorrillos	Pozos SEDAPAL	11
Cieneguilla	Pozos SEDAPAL	10
Comas	Pozos SEDAPAL	21
El Agustino	Pozos SEDAPAL	11
La Molina	Pozos SEDAPAL	6
La Punta	Pozos SEDAPAL	1
Lima	Pozos SEDAPAL	6
Lince	Pozos SEDAPAL	1
Los Olivos	Pozos SEDAPAL	23
Lurigancho - Chosica	Pozos SEDAPAL	27
Lurín	Pozos SEDAPAL	3
Miraflores	Pozos SEDAPAL	3
Pachacámac	Pozos SEDAPAL	16
Pucusana	Pozos SEDAPAL	4
Pueblo Libre	Pozos SEDAPAL	4
Puente Piedra	Pozos SEDAPAL	34
San Martín de Porres	Pozos SEDAPAL	27
San Borja	Pozos SEDAPAL	3
San Isidro	Pozos SEDAPAL	5
San Miguel	Pozos SEDAPAL	13
Santa Anita	Pozos SEDAPAL	27
San Juan de Lurigancho	Pozos SEDAPAL	15
Surco	Pozos SEDAPAL	22
Surquillo	Pozos SEDAPAL	3
Total		467

Fuente: SEDAPAL – Equipo Aguas Subterráneas (EASu)

La Empresa SEDAPAL clasifica en dos grupos el volumen de producción de agua potable:

- Producción superficial: son las generadas en las plantas Huachipa, Atarjea y Chillón
- Producción de agua subterránea: son las extraídas de los pozos de SEDAPAL y Chillón.

En el año 2017 la empresa SEDAPAL produjo 699 010 Miles de metros cubico, 2.2% menos que el año 2016. Ver Tabla 10.

Tabla 10

Producción de Agua Potable en los años 2016 y 2017

Tipo de Producción de Agua Potable	Unidad	Año	
		2016	2017
Producción Superficial	Miles m ³	564,049	563,633
Plantas Atarjea	Miles m ³	511,361	515,519
Planta Huachipa	Miles m ³	35,360	18,048
Planta Chillón	Miles m ³	17,328	30,426
Producción Agua Subterránea	Miles m ³	150,696	130,691
Pozos SEDAPAL	Miles m ³	127,742	113,260
Pozos Chillón	Miles m ³	22,954	17,431
Volumen Total de Producción	Miles m ³	714,745	694,324

Fuente: SEDAPAL – Equipo Planeamiento Operativo y Financiero (EPOF)

2.3.2. Sistema de distribución

2.3.2.1. Longitud de redes de agua

Después de la producción de agua potable la Empresa SEDAPAL, se encarga de distribuirla a los 49 distritos de Lima Metropolitana mediante las redes de distribución primaria y secundaria, para este trabajo se cuentan con los siguientes equipos operativos:

- Equipo Distribución Primaria “EDP”

- Equipo Operación y Mantenimiento de Redes “EOMR”

Las redes de distribución primaria son supervisadas por el EDP, siendo estas las que conducen el agua potable producida en las PTAP hacia las redes secundarias. Las redes de distribución secundaria son las encargadas de la distribución hacia los usuarios y las cuales son supervisadas por el EOMR.

El incremento de longitud de estas redes de agua potable es directamente proporcional a los usuarios que acceden a este servicio. Por lo tanto, las redes de distribución primaria y secundaria han ido aumentando su longitud en comparación al año anterior.

Ver Tabla 11.

Tabla 11

Longitud de redes de agua potable año 2016-2017 (en km)

Centros de Servicios	2016			2017		
	Primarias	Secundarias	Total	Primarias	Secundarias	Total
Comas	157	3,894	4,051	157	3,748	3,905
Callao	100	1,707	1,807	127	2,031	2,158
Ate Vitarte	94	1,910	2,004	94	1,928	2,022
Breña	70	1,178	1,248	70	1,185	1,255
San Juan de Lurigancho	65	1,261	1,326	66	1,267	1,333
Surquillo	119	1,744	1,863	119	1,750	1,869
Villa El Salvador	122	1,944	2,066	122	1,955	2,077
Total	727	13,638	14,365	755	13,864	14,619

Fuente: SEDAPAL – Equipo Registro y Control Patrimonial (ERCP)

2.3.2.2. Continuidad del servicio

El servicio de agua potable no es continuo en Lima Metropolitana, esto es debido a la falta de infraestructuras que permitan el almacenamiento temporal del agua potable como reservorios o que el volumen de agua bombeado de las PTAP hacia los distritos esté por debajo de las demandas requeridas. La Empresa SEDAPAL en los últimos años ha venido aumentando la continuidad del servicio de agua potable en varios

distritos (Ver Tabla 12), debido a que se han estado desarrollando proyectos de infraestructuras (Explotación de pozos y construcción de reservorios). (SEDAPAL, 2018).

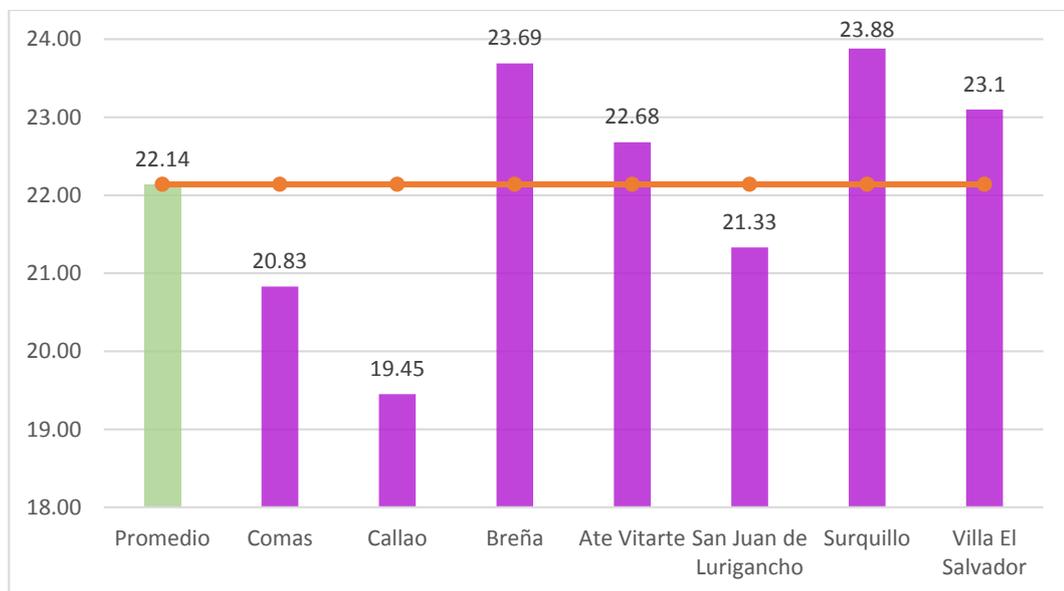
Tabla 12

Continuidad del servicio de agua potable a diciembre 2016-2017 (en horas/día)

Centro de Servicios	Años		Variación	
	2016	2017	Abs.	%
Continuidad del Servicio promedio	21.83	22.14	0.31	1.43%
Comas	20.44	20.83	0.38	1.90%
Callao	19.11	19.45	0.34	1.80%
Breña	23.69	23.69	0	0.00%
Ate Vitarte	22.4	22.68	0.28	1.30%
San Juan de Lurigancho	20.36	21.33	0.98	4.80%
Surquillo	23.68	23.88	0.2	0.80%
Villa El Salvador	23.1	23.1	0	0.00%

Fuente: SEDAPAL – EOMR: AV, B, Ca, C, SJL, S y VES

Figura 6. Continuidad del servicio por centros de servicio en el año 2017 (en horas/día)



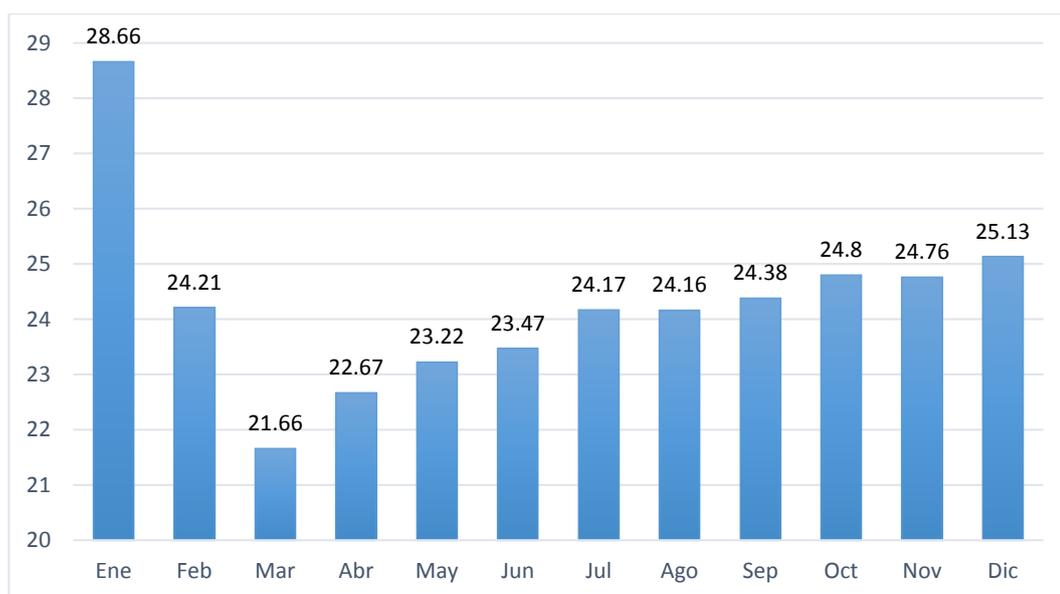
Fuente: Elaboración Propia

2.3.2.3. Índice de agua no contabilizada

Este índice, nos permite conocer los volúmenes de agua potabilizada, pero que no han sido considerados en las facturas de los usuarios, representando pérdidas económicas para la empresa SEDAPAL, estos volúmenes de agua se pierden en el sistema de distribución debido a las filtraciones, conexiones clandestinas por parte de usuarios (industriales, comerciales y/o domésticos) o por falta de medidores en las cajas de agua de los usuarios. La empresa SEDAPAL mediante el Equipo Control y Reducción de Fugas (ECRF) realiza trabajos de detección de fugas en las redes de distribución las cuales son reportar a los Equipos de Operación y Mantenimiento de Redes (EOMR - distribución) para que reparen las fugas. Para el caso de las conexiones clandestinas el Equipo de Prevención y Fraude (EPF) detecta las conexiones y las clausura esto con apoyo de la policía local.

Durante el año 2017 la empresa SEDAPAL ha registrado perdida de volumen de agua tal como se puede observar en la figura 7.

Figura 7. Evolución del Agua No Facturada 2017 (en %)



Fuente: SEDAPAL – Equipo Planeamiento Operativo y Financiero (EPOF)

Este índice, no tiene relación con los consumos directos del agua por parte de los usuarios del servicio, por lo cual no se consideró en el estudio como un elemento de la Huella Hídrica azul, debido a que no se tiene información exacta de las circunstancias en la que se perdió estos volúmenes de agua.

2.3.2.4. Estructura tarifaria

La Empresa de Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima- SEDAPAL S.A. presenta una estructura tarifaria, la cual se encuentra verificada y aprobada por la Gerencia de Supervisión y Fiscalización de la SUNASS.

Esta tarifa solo es aplicada para los sectores usuarios de los distritos de Lima Metropolitana. Ver Tabla 13.

Tabla 13

Estructura Tarifaria para Lima Metropolitana

Clase Categoría	Rangos de Consumos m ³ /mes	Tarifa (S/. /m ³)	
		Agua potable	Alcantarillado ⁽¹⁾
RESIDENCIAL			
Social	0 a más	1,227	0,544
Doméstico Subsidiado	0-10	1,227	0,544
	10 - 20	1,368	0,632
	20 - 50	1,445	0,853
	50 a más	5,239	2,365
Doméstico No Subsidiado	0 - 20	1,445	0,853
	20 - 50	2,051	1,194
	50 a más	5,239	2,365
NO RESIDENCIAL			
Comercial	0 a 1000	5,239	2,365
	1000 a más	5,621	2,536
Industrial	0 a más	5,621	2,536
Estatal	0 a más	3,445	1,506

(1) incluyen los servicios de recolección y tratamiento de aguas residuales
Fuente: SEDAPAL – Gerencia de Desarrollo e Investigación

Para los fines de la investigación los usuarios de la categoría residencial: Social y Domestico se han agrupado como un solo sector llamado Residencial, debido a las actividades diarias que realizan, entre ellas tenemos: lavar utensilios, regar áreas verdes, cocinar, aseo personal, etc. Los usuarios de la categoría no residencial: comercial, industrial y Público son considerados como sectores independientes debido a las actividades diarias que realizan. Ante esta clasificación en el trabajo de investigación se trabaja con 4 sectores: Residencial, Comercial, Industrial y Público.

2.3.3. Sistema de recolección

2.3.3.1. Longitud de redes de alcantarillado

Las aguas residuales generadas por los distintos sectores (domiciliario, comercial, industrial y Público) de los 49 distritos de Lima Metropolitana son recolectadas mediante las redes de alcantarillado primarias y secundarias, para este trabajo se cuentan con los siguientes equipos operativos:

- Equipo Recolección Primaria “ERPrim”
- Equipo Operación y Mantenimiento de Redes “EOMR”

Las redes de recolección primaria son supervisadas por el ERPrim, siendo estas las que conducen las aguas residuales captadas de las redes de recolección secundarias hacia las PTAR. La recolección del agua residual generada por los usuarios es mediante las redes de recolección secundarias las cuales son supervisadas por el EOMR.

El incremento de longitud de estas redes de alcantarillado es directamente proporcional a los usuarios que acceden a este servicio. Por lo tanto, las redes primarias y secundarias han ido aumentando su longitud en comparación al año anterior. Ver Tabla

Tabla 14

Longitud de redes de alcantarillado año 2016-2017 (en km)

Centros de Servicios	2016			2017		
	Primarias	Secundarias	Total	Primarias	Secundarias	Total
Comas	234	3,350	3,584	233	3,216	3,449
Callao	138	1,520	1,658	143	1,867	2,010
Ate Vitarte	126	1,688	1,814	126	1,704	1,830
Breña	159	1,137	1,296	159	1,141	1,300
San Juan de Lurigancho	55	989	1,044	55	995	1,050
Surquillo	140	1,641	1,781	140	1,646	1,786
Villa El Salvador	82	1,729	1,811	82	1,741	1,823
Total	934	12,054	12,988	938	12,310	13,248

Fuente: SEDAPAL – Equipo Registro y Control Patrimonial (ERCP)

2.3.4. Tratamiento de aguas residuales

2.3.4.1. Caudal tratado de aguas residuales

Las aguas residuales generadas por las actividades de la población, son impulsadas hacia las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales, con la finalidad de cumplir con la normativa ambiental vigente para el vertimiento del efluente a un cuerpo receptor o reusarlas.

Lima Metropolitana cuenta con 21 Plantas de Tratamientos de Aguas Residuales las cuales 19 se encuentran bajo la administración de la Empresa SEDAPAL y 02 se encuentran en concesión, siendo estas las PTAR Taboada y PTAR La Chira. Ver Tabla 15. Dichas plantas han tenido una operación mensual continua durante los años 2016 y 2017. (SEDAPAL, 2018)

Tabla 15

Relación de Plantas de Agua Residuales de Lima Metropolitana (año 2017)

Sector	Zona	N°	PTAR	Proceso	Nivel de Tratamiento	Caudal Diseño Planta (m ³ /s)
1	Norte	1	Taboada	Tratamiento Preliminar avanzado	Primario	14
		2	Puente Piedra	Lodos activados	Secundario	0.422
		3	Ventanilla	Lagunas anaerobias, lagunas aireadas, sedimentación y pulimento	Secundario	0.28
		4	Ancón	Lagunas de oxidación	Secundario	0.02
		5	Santa Rosa	Filtros percoladores	Secundario	0.012
2	Centro	6	Santa Clara	Lodos activados	Secundario	0.437
		7	Carapongo	Laguna anaerobia, lagunas aireadas y sedimentación	Secundario	0.5
		8	San Antonio	Lodos activados	Secundario	0.134
3	Sur 1	9	Cieneguilla	Lodos activados	Secundario	0.117
		10	Manchay	Lodos activados	Terciario	0.06
		11	J.C. Tello	Laguna anaerobia, laguna aireada y sedimentación	Secundario	0.025
		12	San Pedro de Lurín	Laguna anaerobia y laguna aireada.	Secundario	0.024
4	Sur 3	13	Punta Hermosa	Lagunas de oxidación	Primario	0.01
		14	San Bartolo (*)	Lagunas aireadas, sedimentación y lagunas de pulimento	Secundario	1.7
		15	Balneario San Bartolo Sur	Lodos activados	Secundario	0.024
		16	Balneario San Bartolo Norte	Lodos activados	Secundario	0.018
		17	Pucusana	Lagunas de oxidación	Secundario	0.024
5	Sur 2	18	San Juan	Lagunas aireadas, sedimentación, lagunas de pulimento, emisor submarino	Secundario	0.4
		19	Huáscar - PQ 26	Laguna anaerobia, lagunas aireadas sedimentación y lagunas de pulimento.	Secundario	0.1
		20	José Gálvez	Reactores anaerobios, lagunas aireadas y sedimentación.	Secundario	0.064
		21	La Chira			11.3

Fuente: SEDAPAL – Equipo Gestión de Plantas de Aguas Residuales (EG-PTAR)

CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. MATERIALES Y EQUIPOS

3.1.1. Información del servicio de agua potable y desagüe

- **Volumen del agua potable facturada**

La información del volumen del agua facturada en el distrito de Chorrillos, fue proporcionada por la Empresa SEDAPAL, mediante el equipo el Equipo Comercial Surquillo (EC-S), dicha información presenta un registro mensual de los años 2016 y 2017, correspondientes a los distintos sectores usuarios (Público, Residencial, Comercial e Industrial).

- **Calidad del agua de mar**

La información de la calidad del agua del río Rímac, fue proporcionada por la Empresa SEDAPAL, mediante el equipo el Equipo Gestión Integral de Planta (EGIP), dicha información mensual presenta concentración de contaminantes de los años 2016 y 2017.

- **Calidad del agua residual tratada**

La información de la calidad del efluente de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales La Chira, fue proporcionada por la Empresa SEDAPAL, mediante el equipo el Equipo Gestión Ambiental y Servicios Ecosistémicos, dicha información presenta un registro mensual de los años 2016 y 2017.

- **Calidad del agua de mar**

La información de la calidad de agua de mar de la playa La Chira, fue proporcionada por la Empresa SEDAPAL, mediante el equipo el Equipo Gestión Ambiental y

Servicios Ecosistémicos, dicha información presenta un registro mensual de los años 2016 y 2017.

3.1.2. Imágenes Sentinel 2 A

Las imágenes satelitales Sentinel 2 A, se descargaron de la página de la U.S Geological Survey (USGS)

Tabla 16

Imágenes Sentinel 2A

ID	Tipo de Imagen	Fecha
01	Satelital	27/03/2016
02	Satelital	12/03/2017

Fuente: U.S Geological Survey (USGS)

3.1.3. Datos climatológicos del distrito

El distrito de Chorrillos no cuenta con una estación meteorológica operativa actualmente, ante este inconveniente se va hacer uso de la información meteorológica de un año normal que comprende un promedio de 20 años (período 1990–2010), dicha información es obtenida de la Línea Base del EIA-d de la PTAR La Chira, la cual fue aprobada por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.

3.1.4. Información del SERNANP

Información cartográfica escala 1/100 000 que se utilizara por parte del SERNANP es la siguiente: Archivos Shapefile del Área Natural Protegida “Refugio de vida silvestre Los Pantanos de Villa”.

3.1.5. Datos del INEI

Información de la poblacional proyectada del distrito de Chorrillos para los años 2016 y 2017.

3.1.6. Equipos

Los equipos empleados para el procesamiento de información en la parte gabinete, así también en la etapa campo son los siguientes:

- 01 Computador Intel® Core(TM) i3
- Impresora-Escáner (EPSON L365)
- Cámara fotográfica
- Equipo GNSS navegador, Marca GARMIN
- Memoria externa (1 TB)

3.1.7. Software

Utilizados para el procesamiento y automatización de la información cartográfica, así para el procesamiento de data meteorológica, el cual nos permitirá calcular el volumen de agua requerida para el riego de las áreas verdes.

- ARCGIS 10.2
- ENVI 5.0
- CROPWAT 8.0
- EXCEL

3.2. MÉTODOS

3.2.1. Tipo de investigación

La investigación es aplicativo, porque los objetos de la investigación: Las precipitaciones, las áreas verdes, consumo de agua de los sectores, la calidad del efluente de la PTARs La Chira, son parte de la realidad concreta que se da en el tiempo (año 2016 y 2017) y en el espacio del distrito del Chorrillos. A su vez, la investigación es un estudio de tipo predominantemente cuantitativo ya que es secuencial y probatorio.

PASOS DEL MÉTODO APLICATIVO

- Delimitación del problema
- Estudio del material bibliográfico (información teórica).
- Formulación de hipótesis.
- Recolección de información (registro de datos de la EPS- SEDAPAL)
- Reconocimiento y delimitación del área de estudio.
- Procesamiento de información (organización, clasificación, comparación, interpretación de los datos).

3.2.2. Nivel de investigación

La investigación es explicativa, porque su interés se centra en explicar de qué manera la variable independiente influye en la variable dependiente (Huellas Hídrica verde, azul y gris). En ese sentido, se tratará de explicar de qué manera las precipitaciones, volumen de agua fresca, las áreas verdes, el volumen de agua residual generada, calidad del efluente, influyen en la Huella Hídrica Directa y si es sostenible ambiental y socialmente.

3.2.3. Muestra

La muestra de esta investigación esta categorizado de la siguiente manera:

3.2.3.1. Universo de análisis

- 04 sectores usuarios de la Empresa SEDAPAL

3.2.3.2. Universo

- Distrito de Chorrillos

3.2.3.3. Ámbito Espacial

- Distrito de Chorrillos

3.2.3.4. *Espacio Temporal*

- Del año 2016 y 2017

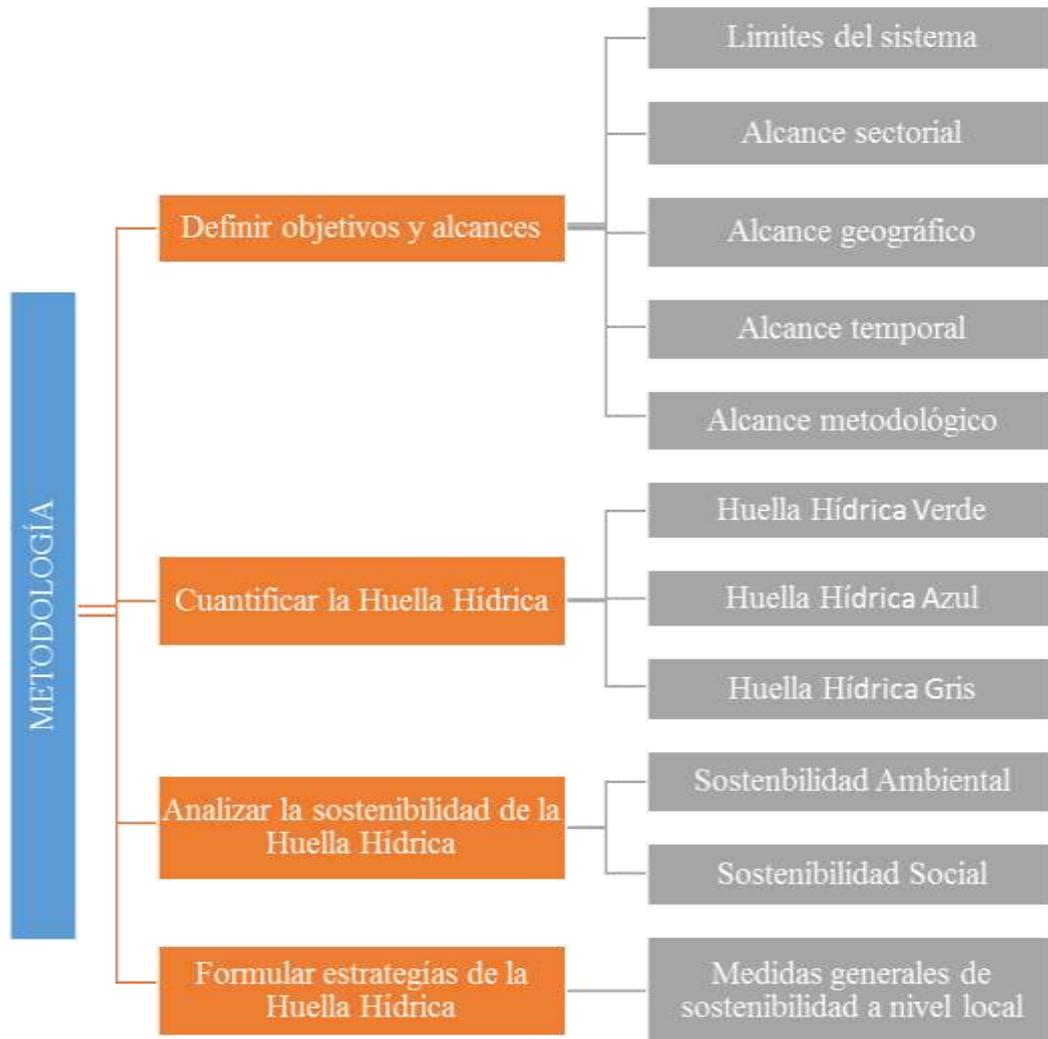
3.2.3.5. *Muestra*

- Sectores usuarios del servicio de agua potable y alcantarillado (residencial, comercial, industrial y público)

3.3. MÉTODOLOGÍA

La metodología aplicada para el cálculo de la Huella Hídrica Directa del distrito de Chorrillos, es la adaptación de la metodología estandarizada de la Water Footprint Network (WFN). Según la metodología de la WFN, para la estimación de la Huella Hídrica se deben realizar los siguientes pasos (Ver Figura 8.):

Figura 8. Los cuatro pasos para la evaluación de la Huella Hídrica



Fuente: Adaptado de Hoekstra A. Y., Chapagain, Aldaya, & Mekonnen, 2011

El presente trabajo de investigación cubrirá los 4 pasos de evaluación. El primer paso se encuentra parcialmente establecida, ya que en el capítulo I se estableció los objetivos generales y específicos del trabajo de tesis, las que se han considerado las mismas para la evaluación de la Huella Hídrica. El segundo paso se refiere a la recolección de información solicitada y/o generada para el posterior cálculo de la Huella Hídrica Directa. El tercer paso se analizarán los resultados de los resultados de la Huella Hídrica, desde un enfoque social y ambiental. El cuarto y último paso de la

metodología consiste en formular estrategias que nos permita reducir el consumo de agua que resultado del cálculo de la Huella Hídrica en el distrito de Chorrillos.

3.3.1. Definición del alcance

Límites del sistema

Los límites del sistema, son por un lado el inicio de la red de distribución de agua potable y por otro el punto de descarga de las aguas residuales al cuerpo de agua receptor.

Alcance sectorial

El estudio incluye los sectores residencial, comercial, industrial e Público.

Alcance geográfico

Los límites geográficos del área de estudio son el límite del distrito de Chorrillos. Los resultados de la Huella Hídrica estarán disponibles por sectores usuarios del distrito de Chorrillos.

Alcance temporal

Los años de estudio para el cálculo de la Huella Hídrica son los años 2016 y 2017; y los datos se expresan mensualmente.

Alcance metodológico

Se consideraron para el cálculo la HH verde, HH azul y la HH gris.

3.3.1.1. Identificación de sectores del área de estudio

En el distrito de Chorrillos se identificaron 04 tipos de sectores, de acuerdo a la estructura de tarifas que presenta la Empresa SEDAPAL, las cuales son las siguientes:

- Residencial
- Comercial
- Industrial

- Estatal o Público

3.3.2. Cuantificación de la Huella Hídrica (HH)

La cuantificación de la Huella Hídrica Directa del distrito de Chorrillos, se realizó en 02 etapas: la recolección de datos y la aplicación del método de cuantificación de las 03 HH verde, HH azul y HH gris de cada sector ya mencionado.

3.3.2.1. Recolección de datos

Este trabajo presento limitaciones, la cual fue identificado durante la etapa de cuantificación de las HH verde, HH azul y HH gris. La Empresa SEDAPAL, es la que cuenta con la información de la calidad del agua del río Rímac, volumen de agua facturado en el distrito, la calidad del efluente de la PTAR La Chira y la calidad del agua de mar de la playa La Chira. Por otro lado también se utilizó la información del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI).

3.3.2.1.1. Datos recolectados

Las principales fuentes de información fueron los registros de SEDAPAL. La siguiente tabla muestra los datos utilizados y los cambios realizados: Ver Tabla 17.

Tabla 17

Fuente de datos utilizados

Información	Descripción de la información entregada	Fuente	Cambios realizados
Volumen de agua facturado por SEDAPAL	Volúmenes de agua facturados mensualmente del distrito de Chorrillos. Los volúmenes facturados incluyen agua superficial y subterránea distribuida por la red de SEDAPAL. No incluyen las fuentes propias (pozos).	SEDAPAL (Equipo Comercial Surquillo)	Ninguno
Volumen de agua subterránea utilizado	Volumen de agua extraído mensualmente de los pozos ubicados en Chorrillos.	SEDAPAL (Equipo Agua Subterránea)	Ninguno
Volumen de agua superficial utilizado	Volumen de agua captado por las PTAP	SEDAPAL (Equipo Gestión Integral de Planta)	Ninguno
Volumen de agua no facturada	Volumen de agua no facturada incluye pérdidas en la red de distribución y agua utilizada para pruebas hidráulicas, limpieza de tuberías etc. Se entregó el porcentaje de agua no facturada mensual y por centro de servicio.	SEDAPAL (Equipo Control y Reducción de Fugas)	Se ha asignado el porcentaje del Centro de Servicios Surquillo al distrito
Volumen de agua tratada	Volúmenes mensuales de agua tratada en cada una de las diferentes PTAR.	SEDAPAL (Equipo Gestión de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales)	Ninguno
Parámetros de calidad de agua tratada de la PTAR La Chira	Parámetros fisicoquímicos del agua tratada en la PTAR La Chira	SEDAPAL (Equipo Gestión Ambiental y Servicios Ecosistémicos)	Ninguno
Extensión de áreas verdes (propias, propias de uso publica y publicas)	Digitalizado por SEDAPAL	SEDAPAL (Equipo Tecnologías de la Información y Comunicaciones)	Esta información fue generada hace más de 5 años, la cual fue actualizada mediante el uso de la teledetección

Fuente: Elaboración Propia

3.3.2.1.2. Limitación de los datos recolectados

La Tabla 18. Resume las limitaciones encontradas respecto a los datos utilizados y las acciones tomadas para estimar los datos faltantes.

Tabla 18

Limitaciones y acciones tomadas

Información	Limitación	Asunción / Acciones tomadas
Volumen de agua distribuido por cisternas en el distrito	No hay información de volúmenes de agua distribuido con cisternas.	Según el Anuario Estadístico de SEDAPAL (2016) se distribuyen 3,179,000 m ³ por año en camiones cisterna y según estimaciones propias en base a la encuesta de hogares 2007 son 4,283,175 m ³ por año, entre fuente superficial y subterránea. Además, se ha estimado que 12,849,545 m ³ son distribuidos por terceros cada año. Para los cálculos se usó el volumen estimado y solamente el volumen distribuido por SEDAPAL.
Parámetros de calidad de agua tratada de la antigua PTAR La Chira	No existe información de la calidad de los parámetros del efluente vertido por la antigua PTAR La Chira	Ante la falta de esta información nos apoyaremos del EIA-d “Planta de tratamiento de Agua Residual La Chira”, Capítulo IV “Línea Base”. En dicho capítulo desarrollan evaluación de la calidad del agua de mar y del efluente. (Waslh Perú S.A., 2012)
Extensión de áreas verdes privadas.	Se tuvieron problemas al distinguir las áreas verdes privadas. El dato de áreas verdes privadas en el distrito de Chorrillos puede tener un error significativo.	Para determinar estas áreas nos apoyamos de la evaluación de cobertura vegetal mediante la teledetección.
Información meteorológica de los años 2016 y 2017	La estación meteorológica del SENAMHI, no se encuentra operativa hace varios años.	Ante la falta de esta información nos apoyaremos del EIA-d “Planta de tratamiento de Agua Residual y Emisario Submarino – PTAR La Chira”, Capítulo IV “Línea Base Física Marina”. En dicho capítulo desarrollan Clima y Meteorología. (Waslh Perú S.A., 2012)

Fuente: Elaboración Propia

3.3.2.2. *Aplicación de la metodología de cuantificación de Huella Hídrica*

La Huella Hídrica Directa del distrito de Chorrillos, va ser igual a la suma de la Huella Hídrica Directa de cada sector identificado. (Huellas de Ciudades, 2015).

Ecuación 1. Fórmula para determinar la Huella hídrica en un distrito

$$\mathbf{HH\ Ciudad = HHSector\ 1 + HH\ Sector\ 2 + \dots + HH\ Sector\ n}$$

Cada sector va representar la suma de la cuantificación de la HH verde, HH azul y HH gris, siendo representado de la siguiente manera:

Ecuación 2. Fórmula para determinar la Huella hídrica de un sector

$$\mathbf{HH\ Sector = HH\ Azul + HH\ Verde + HH\ Gris}$$

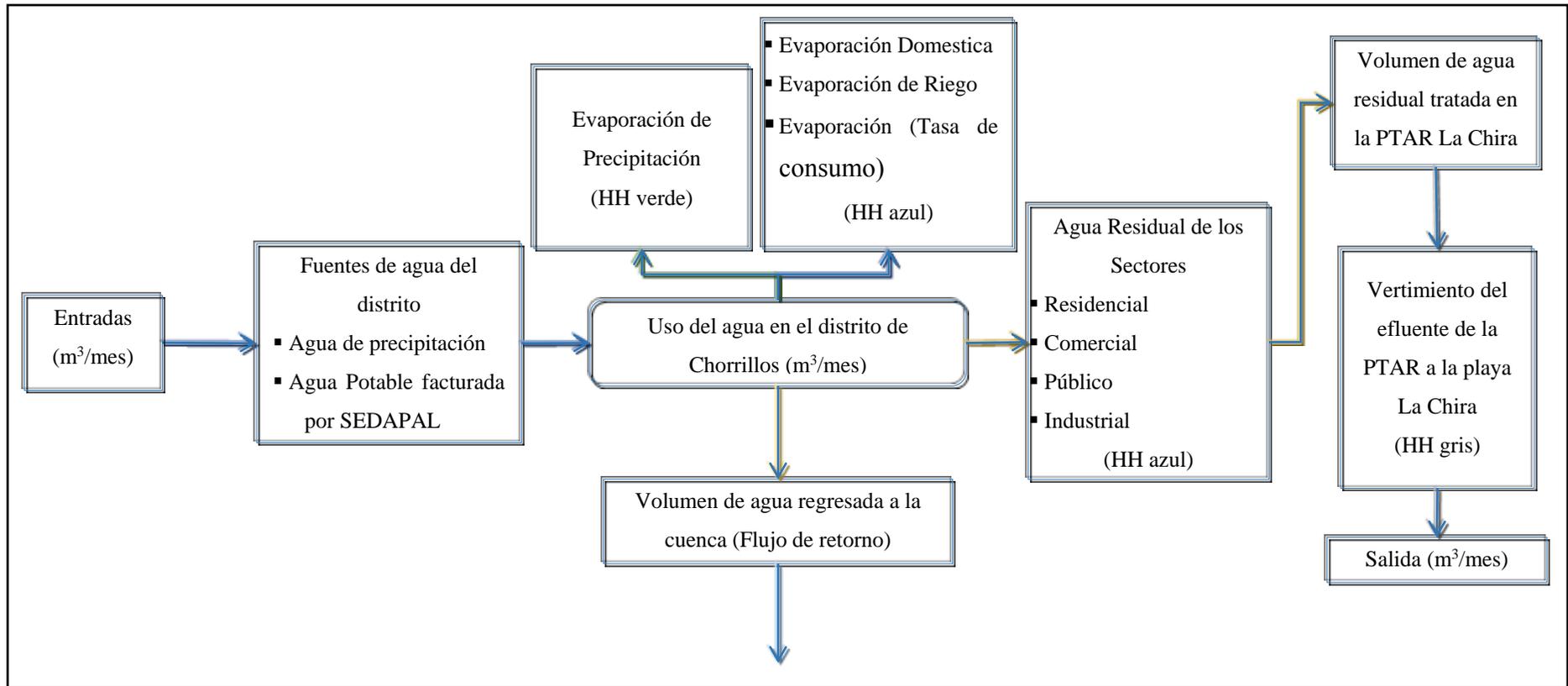
Según Hoekstra e al. (2011a) la metodología para la Huella Hídrica de una municipalidad u otra unidad administrativa, que puede ser una ciudad, es igual a la metodología aplicada para una cuenca o una nación. Hay dos enfoques para los cálculos: el enfoque descendente (top-down approach) y el enfoque ascendente (bottom-up approach).

Según la WFN la HH azul es un indicador que cuantifica el consumo del agua dulce y la HH gris corresponde a la contaminación de agua dulce superficial. Ello implica que en la metodología de la WFN, un volumen de agua descargado al mar es considerado parte de la Huella hídrica azul. Esto se debe a que la Huella hídrica azul representa el volumen de agua consumido y si se descarga el agua fresca al mar ya no estará disponible para otros usuarios. Por lo tanto, la mayor parte del agua usada en Lima formaría parte de la Huella hídrica azul porque las aguas residuales tratadas son descargadas al mar.

Siguiendo la metodología de la Water Footprint Network el flujo de agua residual del distrito de Chorrillos se dispone de la siguiente manera:

- El volumen de agua residual que después de su tratamiento en la PTAR La Chira se descarga directamente a la playa La Chira. Este volumen de agua se sumó a la Huella hídrica azul.

Figura 9. Balance Hídrico de la Huella Hídrica Directa (Huellas hídricas verde, azul y gris) del distrito de Chorrillos



Fuente: Elaboración Propia

3.3.2.2.1. *Huella hídrica verde*

Para realizar la cuantificación de la Huella Hídrica verde, son necesario las siguientes informaciones:

- Superficie de cobertura de áreas verdes (privadas, privadas de uso público y públicos)
- Datos promedio mensuales de precipitación de cada mes del año 2016 y 2017.

La Huella Hídrica verde puede ser cuantificada mediante el cálculo directo de la Precipitación efectiva multiplicado con el tamaño de las superficies de las áreas verdes de cada sector.

En el distrito de Chorrillos se encuentra la estación meteorológica – Pantanos de Villa. Dicha estación no se encuentra operativa desde el año 2006, ante esta limitación nos apoyamos en el Estudio de Impacto Ambiental Detallado “Planta de tratamiento de Agua Residual y Emisario Submarino – PTAR La Chira”, en el capítulo IV “Línea Base Física Marina”. En dicho capítulo desarrollan Climatología y Meteorología. En el estudio el clima representa una información de 20 años normales. Para la Huella Hídrica verde, nos permite determinar la precipitación efectiva de los 12 meses de los años 2016 y 2017.

Cálculo de la precipitación efectiva

Este parámetro es una fracción de la precipitación Total utilizada para satisfacer las necesidades de agua del cultivo; quedando excluidas de la infiltración profunda, la escorrentía superficial y la evaporación de la superficie del suelo. Haciendo uso de la información de los datos promedios mensuales, se halló para cada mes la precipitación efectiva (este dato también se puede obtener mediante el CROPWAT 8.0), mediante la siguiente formula, que tiene dos opciones según sea el caso (si la precipitación en la

región de estudio es menor o igual a 250 mm al mes, o si esta es mayor a 250 mm al mes). Estas dos opciones de fórmula están basadas en el método de precipitación efectiva del Servicio de Conservación de Suelos del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA SCS), método utilizado por la WFN:

$$a) Pe = Pt \left(125 - \left(\frac{0.2 \times Pt}{125} \right) \right); \text{ para } Pt < 250 \text{ mm}$$

$$b) Pe = (125 + (0.1 \times Pt)); \text{ para } Pt > 250 \text{ mm}$$

Siendo: Pe= Precipitación efectiva mensual (mm).

Pt= Precipitación Total mensual (mm).

Para las operaciones de cálculo se deberá transformar a metros, multiplicando por 0.001 a cada resultado mensual.

Teledetección para determinar las áreas verdes

Para calcular las Huellas Hídrica verde y azul, se deberá determinar las áreas verdes del distrito de Chorrillos (Privadas, Privadas de uso público y Públicas). Esta información se deberá solicitar a la municipalidad distrital de Chorrillos o a la municipalidad Metropolitana de Lima, para este trabajo no se obtuvo información directa de dichas instituciones, sino que nos apoyamos del Compendio Estadístico 2017 (Provincia de Lima) para conocer las áreas verdes publicas; del Estudio de Opciones de Tratamiento y Reuso de Aguas Residuales en Lima Metropolitana (Ver Tabla 19), para conocer las áreas verdes privadas de uso Público y para el caso de las áreas verdes privadas no se dispone de información. Así que para este caso nos apoyamos de la Teledetección, que mediante las imágenes Sentinel 2A, se pudo determinar las áreas con cobertura vegetal (pastos, arbusto, etc.).

Tabla 19

Áreas verdes privadas de uso público

Distrito	Áreas verdes privadas de uso público (ha)
Lima	5
Ate	11
Chorrillos	105
La Molina	36
Lurigancho Chosica	133*
Magdalena del Mar	3
Pueblo Libre	9
San Isidro	49
Santiago De Surco	55
Villa El Salvador	60

*Se sumaron 60ha (área de Campo Fe)

Fuente: (Coscoso Cavallini, 2011)

Estas áreas verdes generadas contienen las áreas verdes privadas, privadas de uso público y públicas. En tal sentido deberá realizar una operación de sustracción del área verde total generado con las áreas privadas de uso público y áreas verdes públicas. Resultado de esta operación obtendremos las áreas verdes privadas de los años 2016 y 2017.

El índice de vegetación de diferencia normalizada conocido por NDVI por sus siglas en Inglés (Normalized difference Vegetation Index) propuesto en 1974 por Rouse et al., (Gilbert, Gonzales Piqueras, & García Haro, 1997) establece una relación entre la radiación del infrarrojo cercano menos radiación roja dividida por la radiación del infrarrojo cercano más la radiación roja. Matemáticamente se muestra de la siguiente manera:

$$\text{Normalized-Difference Vegetation Index, NDVI} = \frac{irc - r}{irc + r}$$

Donde *irc* corresponde al valor del pixel en el infrarrojo cercano y *r* corresponde al valor que adquiere en la región del rojo. El cálculo de NDVI para un pixel dado

siempre resulta en un número que se encuentra entre -1 y +1; el índice adopta valores mayores de cero cuando el tipo de cubierta del terreno es vegetación verde fotosintéticamente activa.

Estas áreas determinadas deberán ser expresadas en metro cuadrado, debido a que la precipitación efectiva se encuentra en la unidad metro, y se cuantificara de la siguiente manera:

Ecuación 3. Fórmula para determinar la Huella hídrica verde de un distrito

$$\text{HH verde} \left(\frac{\text{m}^3}{\text{mes}} \right) = \left(\text{Pe} \left(\frac{\text{m}}{\text{mes}} \right) \times (\text{AV}(\text{p})(\text{m}^2) + \text{AV}(\text{pup})(\text{m}^2) + \text{AV}(\text{pu})(\text{m}^2)) \right)$$

Siendo:

Pe= Precipitación efectiva mensual (m/mes).

AV (p)= Área verde privada (m²)

AV (pup)= Área verde privada de uso público (m²)

AV (pu)= Área verde público (m²)

3.3.2.2.2. Huella hídrica azul

La HH azul nos permitirá cuantificar el volumen de agua dulce consumida por los 04 sectores identificados en el distrito de Chorrillos, mientras que la Huella hídrica gris está relacionada con el volumen de agua dulce superficial contaminada, como producto de los procesos de producción. La fórmula planteada por (Hoekstra A. Y., Chapagain, Aldaya, & Mekonnen, 2011), para la HH Azul es la siguiente:

Ecuación 4. Formula general para determinar la Huella hídrica azul

$$\text{HH Azul} \left(\frac{\text{m}^3}{\text{mes}} \right) = \text{Evaporación agua azul} \left(\frac{\text{m}^3}{\text{mes}} \right) + \text{Incorporación agua azul} \left(\frac{\text{m}^3}{\text{mes}} \right) + \text{Agua devuelta a otra cuenca, en otro periodo o al mar} \left(\frac{\text{m}^3}{\text{mes}} \right)$$

1. Sector Residencial

El sector residencial se puede definir como el sector urbano de viviendas. Según (Manco Silva, Guerrero Erazo, & Ocampo Cruz, 2012) el consumo de agua en ese sector está determinado por el factor climático, el factor social y el factor económico. (Hanak & Neumark, 2006).

Asumiendo que el agua incorporada en productos en el sector residencial es cero y que el agua no es devuelta a la misma cuenca inmediatamente después del uso, la cuantificación se dará de la siguiente manera:

Ecuación 5. Fórmula para el cálculo la Huella hídrica azul del sector residencial

$$\text{HH. azul residencial } \left(\frac{\text{m}^3}{\text{mes}}\right) = \text{Evaporación agua azul} \left(\frac{\text{m}^3}{\text{mes}}\right) + \text{Agua residual descargada al mar} \left(\frac{\text{m}^3}{\text{mes}}\right)$$

Considerando que la evaporación de agua azul es el resultado de la suma de la evaporación de agua por el uso doméstico (excluyendo el riego de jardines) y la evapotranspiración de jardines, y que las aguas residuales producidas en el distrito de Chorrillos, son descargadas al mar como efluente de la PTAR La Chira. La fórmula para calcular la Huella hídrica azul residencial se plantea entonces de la siguiente manera:

Ecuación 6. Fórmula utilizada para calcular la Huella hídrica azul residencial

$$\text{HH. azul residencial} \left(\frac{\text{m}^3}{\text{mes}}\right) = \text{EvapDom} \left(\frac{\text{m}^3}{\text{mes}}\right) + \text{EvapRiegoResi} \left(\frac{\text{m}^3}{\text{mes}}\right) + \text{DesMar} \left(\frac{\text{m}^3}{\text{mes}}\right)$$

Donde:

- EvapDom: Volumen de agua evaporado por el uso doméstico excluyendo el riego de áreas verdes (m^3/mes)
- EvapRiegoResi: Evapotranspiración de riego residencial

- DesMar: Volumen de agua residual residencial tratada en la PTAR La Chira y descargado al mar.

Consideraciones realizadas:

Evapotranspiración de riego residencial

Es el volumen de agua necesario que se debe aplicar a los jardines que albergan a la especie “césped americano”. En un primer paso el programa CROPWAT 8.0. Determino la evapotranspiración del Césped americano, bajo características climáticas determinadas en la zona de estudio (ET₀), en un segundo paso se corrige los requerimientos por un factor “Coeficiente de cultivo” (K_c), que indica en cuánto los requerimientos de una especie de planta o un cultivo específico difieren de los requerimientos de la vegetación estándar y por último se restó el volumen de agua que se encuentra retenido en el suelo, debido a la precipitación que llega a la superficie (Huella Hídrica verde). En la Universidad La Agraria de la Molina, se desarrolló un trabajo de investigación para determinar el coeficiente de cultivo (K_c) del césped americano durante la estación de otoño (Marzo – Julio) el cual nos determinó valores Máximos 0.9 y Mínimos 0.62. (Padilla Soldevilla , 2016). Para este trabajo se trabajara con el valor máximo y será representativo para los 12 meses del año.

Ecuación 7. Fórmula para calcular la evapotranspiración de riego residencial

$$\text{EvaRiegoResidencial} \left(\frac{\text{m}^3}{\text{mes}} \right) = (\text{ET}_{00} * \text{Kc}) \left(\frac{\text{m}^3}{(\text{m}^2 \text{ y mes})} \right) * \text{Área jardines}(\text{m}^2) - \text{Hv}$$

Donde:

- EvaRiegoResidencial: Evapotranspiración de riego residencial
- ET₀₀: Volumen de agua requerido por un tipo de vegetación estándar (m³/(m² y mes))

- Área de jardines: Áreas verdes privadas (m²)
- Hv: Huella Hídrica verde

Volumen de agua de riego

El volumen de agua utilizado para el riego de jardines se debe considerar aparte, ya que a causa del clima desértico de Lima el volumen de agua potable usado para este fin es considerable. Según (Hanak & Neumark, 2006), el uso de agua en áreas exteriores es mayor en áreas con un clima caliente y seco y más aún en comunidades donde el agua no es cara. En estas áreas, el uso de agua en áreas exteriores, comprende hasta un 80% del volumen Total de agua utilizado. Además, considerarlo como parte del cálculo de la Huella hídrica azul puede resaltar las diferencias de consumo per cápita entre distritos con gran extensión de áreas verdes privadas y distritos que casi no cuentan con este elemento urbano. No existe referencia bibliográfica para el riego de áreas verdes con manguera, pero es un tipo de riego muy controlado y se asume una eficiencia de 80%, igual al riego tecnificado. Una eficiencia de 80% significa que 80% del agua aplicada es absorbida por las plantas y se pierde a través de la evapotranspiración.

El volumen de agua utilizado para el riego de jardines residenciales se determina de la siguiente manera:

Ecuación 8. Fórmula para calcular el volumen de riego residencial

$$\text{VolRiegoResidencial} \left(\frac{\text{m}^3}{\text{mes}} \right) = \frac{(\text{ET}00 * \text{Kc}) \left(\frac{\text{m}^3}{(\text{m}^2 \text{ y mes})} \right) * \text{Areas jardines (m}^2) - \text{Huella verde}}{0.8}$$

Donde:

- VolRiegoResidencial: Volumen de agua utilizado para riego de jardines (m^3/m^2 y mes)
- ETOo: Volumen de agua requerido por un tipo de vegetación estándar (m^3/m^2 y mes)
- Área de jardines: Áreas verdes privadas (m^2)
- Kc: Coeficiente de cultivo

Evaporación domestica

La evaporación de agua por el uso residencial, excluyendo el riego de jardines, se asume como 10% del agua utilizada, acorde con la metodología para los cálculos de Huella Hídrica nacionales por Mekonnen y Hoekstra (2011b). Se cuantifica de la siguiente manera:

Ecuación 9. Fórmula para calcular la evaporación de agua por uso doméstico

$$\text{EvapDomestica} \left(\frac{m^3}{\text{mes}} \right) = [\text{VolUtil} \left(\frac{m^3}{\text{mes}} \right) - \text{VolRiegoResidencial} \left(\frac{m^3}{\text{mes}} \right)] \times 0.1$$

Donde:

- EvapDoméstico: Volumen de agua evaporado por el uso doméstico excluyendo el riego de jardines (m^3/mes).
- VolUtil: Volumen de agua facturado (m^3/mes) por SEDAPAL.
- VolRiegoResidencial: Volumen de agua utilizada para el riego de jardines (m^3/mes).

El área verde privado se obtuvo mediante el procesamiento de imágenes satelitales de los años 2016 y 2017, tal como se explicó en el capítulo de Huella Hídrica verde.

El volumen de agua no facturada se compone de fugas en conexiones y redes, agua utilizada para limpieza de reservorios y tuberías de agua potable y alcantarillado, agua utilizada para pruebas hidráulicas, pérdidas en surtidores de camiones cisterna y uso contra incendios. Según un estudio de (Nippon Koei LAC CO., 2017), las fugas recargan el acuífero Rímac-Chillón y por lo tanto no se considera como agua consumida. Lo mismo se puede asumir para las pérdidas en surtidores de camiones cisterna. Los volúmenes utilizados para limpieza y pruebas hidráulicas entran a la red de alcantarillado y tampoco forman parte de la Huella Hídrica. Como único flujo de agua que se pierde de la cuenca está el agua utilizado por los bomberos contra incendios. Este flujo no se toma en cuenta en este estudio por no ser utilizado por uno de los tres sectores de usuarios estudiados.

Volumen de agua residual residencial

La variable DesMar, corresponde al efluente residencial que es tratada en las PTAR La Chira. Este valor es sumado a la ecuación porque conceptualmente aporta a la Huella Hídrica azul residencial, debido a que esta agua que no se encuentra disponible para otros usuarios dentro de la misma cuenca.

Ecuación 10. Fórmula para calcular el volumen de agua residual residencial

$$\text{DesMar} \left(\frac{\text{m}^3}{\text{mes}} \right) = [\text{VolUtil} \left(\frac{\text{m}^3}{\text{mes}} \right) - \text{VolRiegoResidencial} \left(\frac{\text{m}^3}{\text{mes}} \right)] \times 0.9$$

Donde:

- DesMar: Volumen de agua residual residencial (m^3/mes).
- VolUtil: Volumen de agua facturado (m^3/mes) por SEDAPAL.
- VolRiegoComercial: Volumen de agua utilizada para el riego de jardines (m^3/mes).

En resumen, los datos utilizados para el cálculo de la HH Azul residencial fueron los siguientes:

- Volúmenes de agua facturada por SEDAPAL para el sector residencial por distrito [m^3/mes].
- Áreas verdes privados [m^2].
- Datos meteorológicos para el cálculo de la evapotranspiración de los jardines [precipitación, temperatura máxima, temperatura mínima, humedad, velocidad de viento y horas sol].

2. Sector Comercial

La Huella Hídrica del sector comercial se constituye de tres partes: i) El consumo de agua por el uso personal de los colaboradores de las empresas, ii) El consumo de agua durante las actividades comerciales de cada empresa y iii) Agua residual descargada al mar.

Ecuación 11. Huella hídrica azul del sector comercial

$$\begin{aligned} \text{HH azul comercial} \left(\frac{\text{m}^3}{\text{mes}} \right) \\ = \text{EvapRiegoCom} \left(\frac{\text{m}^3}{\text{mes}} \right) + \text{DesMar} \left(\frac{\text{m}^3}{\text{mes}} \right) + \text{EvapComer} \left(\frac{\text{m}^3}{\text{mes}} \right) \end{aligned}$$

Donde:

- EvapRiegoCom: Evapotranspiración de riego comercial
- DesMar: Volumen de agua residual comercial tratada en la PTAR La Chira y descargado al mar.
- EvapComer: Volumen de agua evaporado por las actividades comerciales excluyendo el riego de jardines (m^3/mes).

Consideraciones realizadas:

Evapotranspiración de riego comercial

El sector comercial presenta una eficiencia de riego de 80% debido a que los usuarios usan aspersores y/o mangueras para regar sus áreas verdes, esto quiere decir que el volumen de agua que va ser utilizada para el riego de áreas verdes privadas de uso público, solo el 80% es aprovechada por las plantas mediante la evapotranspiración, este volumen forma parte de la Huella hídrica azul del sector, el 20% del volumen de agua restante regresa a la cuenca por infiltración y por lo tanto no forma parte de la Huella Hídrica azul debido a que este volumen de agua puede ser aprovechado por otras personas. En conclusión, el cálculo de desarrolló es similar al del sector residencial.

Evaporación comercial

En el sector comercial se puede asumir que el agua no se utiliza como un factor de producción, sino principalmente para fines de limpieza de las instalaciones, higiene personal, uso de servicios higiénicos y lavado de vajillas (FFLA, 2015). Se asumió un factor de evaporación de 20%, que es altamente incierto, sin embargo, no existen referencias en literatura sobre tasas de evaporación en unidades comerciales. En conclusión, para el presente estudio se utilizó el factor de estimado de 20%. Se sugiere mejorar este estimado con un estudio más detallado.

Ecuación 12. Fórmula para la evaporación de agua por uso comercial

$$\text{EvapComercial} \left(\frac{\text{m}^3}{\text{mes}} \right) = [\text{VolUtil} \left(\frac{\text{m}^3}{\text{mes}} \right) - \text{VolRiegoComer} \left(\frac{\text{m}^3}{\text{mes}} \right)] \times 0.2$$

Donde:

- EvapComer: Volumen de agua evaporado por las actividades comerciales excluyendo el riego de jardines (m³/mes).
- VolUtil: Volumen de agua facturado (m³/mes) por SEDAPAL.
- VolRiegoComercial: Volumen agua utilizada para el riego de jardines (m³/mes).

Volumen de agua residual comercial

La variable DesMar, corresponde al efluente comercial que es tratada en las PTAR La Chira. Este valor es sumado a la ecuación porque conceptualmente aporta a la Huella hídrica azul comercial, debido a que esta agua que no se encuentra disponible para otros usuarios dentro de la misma cuenca.

Ecuación 13. Fórmula para calcular el volumen de agua residual comercial

$$\text{DesMar} \left(\frac{\text{m}^3}{\text{mes}} \right) = [\text{VolUtil} \left(\frac{\text{m}^3}{\text{mes}} \right) - \text{VolRiegoComer} \left(\frac{\text{m}^3}{\text{mes}} \right)] \times 0.8$$

Donde:

- DesMar: Volumen de agua residual comercial (m³/mes).
- VolUtil: Volumen de agua facturado (m³/mes) por SEDAPAL.
- VolRiegoComercial: Volumen de agua utilizada para el riego de jardines (m³/mes).

La información utilizada para el cálculo de la Huella Hídrica azul del sector comercial es la siguiente:

- Volúmenes de agua facturada por SEDAPAL para el sector comercial del distrito [m³/mes].
- Áreas verdes privadas de uso público del distrito [m²].

- Datos meteorológicos para el cálculo de la evapotranspiración de los jardines [precipitación, temperatura máxima, temperatura mínima, humedad, velocidad de viento y horas sol].

3. Sector Industrial

No existe información general sobre los efluentes del sector industrial en el distrito de Chorrillos, la única forma de poder estimar este flujo sería a través de una encuesta. Sin embargo, el volumen de efluente es también una incógnita para muchas empresas, especialmente para aquellas que no tratan sus aguas residuales, sino las descargan directamente a la red de alcantarillado.

Otra forma de calcular la Huella del sector industrial es usar una tasa de consumo fija. La tasa de consumo es el porcentaje de agua facturada que se consume durante el proceso y depende de los procesos aplicados en este subsector. Además del consumo de agua en procesos industriales, se suma la incorporación de agua en productos y la evaporación de agua durante el uso sanitario y doméstico del agua por el personal de las empresas.

Con esta información disponible, se puede calcular la Huella hídrica azul del sector industrial con la siguiente fórmula:

Ecuación 14. Fórmula para calcular la Huella hídrica azul del sector industrial

$$\text{HH azul industrial} \left(\frac{\text{m}^3}{\text{mes}} \right) = \left[\sum_{i=1}^n \text{TasaCons}_i \% \times \text{VolUtil} \left(\frac{\text{m}^3}{\text{mes}} \right) \right] + \text{DesMar} \left(\frac{\text{m}^3}{\text{mes}} \right)$$

Donde:

- i : Subsector industrial (número de subsectores = n)
- TasaConsi: Tasa de consumo del subsector industrial i (%)
- VolUtili: Volumen de agua facturado (m^3/mes) por SEDAPAL

- DesMar: Volumen de agua residual industrial tratada en la PTAR La Chira y descargado al mar (m³/mes).

Tasa de consumo para el sector industrial

(Hoekstra A. Y., Chapagain, Aldaya, & Mekonnen, 2011) Asume una pérdida evaporativa de 5% para procesos industriales, sin embargo, no se explica en detalle cómo se obtuvo este valor, pero se entiende que sólo cuantifica las pérdidas de procesos industriales y los volúmenes incorporados en productos sin considerar el uso del agua por el personal de la empresa. Un estudio elaborado por el (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, 2017) asumió pérdidas del sector industrial de 25% para México y 15% para Chile, las cuales incluyen pérdidas por el uso personal, por incorporación de agua en productos y por evaporación de procesos industriales. Según (The United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, 2009), la tasa de consumo para el sector industrial se encuentra entre 5% y 10% del volumen de agua utilizado. Para el sector industrial manufacturero de Canadá, el consumo de agua fue determinado como un 9.3% del agua utilizado (Statistics Canada, 2014).

Para el presente estudio, se usaron las tasas de consumo de (Statistics Canada, 2014), las cuales están disponibles para diferentes subsectores industriales e indican el porcentaje del volumen de agua utilizado que se pierde. Estas tasas incluyen pérdidas evaporativas de procesos industriales, uso sanitario e incorporación de agua en productos. La Tabla 5 muestra las tasas de consumo de agua para los subsectores industriales según (Statistics Canada, 2014).

Para los usuarios de agua de SEDAPAL se ha relacionado cada CUA (Código de Uso de Agua) con cada uno de los grupos industriales. Además, se ha agregado el grupo

industrial “Desconocido”. Las industrias en este grupo no se asignaron a uno de los grupos industriales de la Tabla 20 y por lo tanto se utilizó la tasa de consumo promedio de 18.3%. Las empresas que no fueron asignadas a un grupo por falta de coincidencia de su rubro con su nombre o porque no hay una tasa de consumo para este grupo, fueron asignadas al grupo “otras” utilizando la tasa de consumo promedio de 25%.

Tabla 20

Tasas de consumo de agua para subsectores

Rubro	Tasa de Consumo¹
Madera	33.6
Químicos	29.5
Bebidas y tabaco	26.5
Minerales non-metálicos	34.5
Minerales primarios	15.8
Caucho y plástico	16.5
Petróleo y carbón	10.0
Metales fabricados	3.3
Alimentos	9.8
Fábricas y productos textiles ²	14.3
Maquinaria	2.8
Equipos de transporte	6.2
Papel	3.1
Otras ³	25

¹ Porcentaje de consumo del agua utilizado

² Sin prendas de vestir

³ Prendas de vestir, cuero, impresiones y actividades relacionadas, muebles y manufactura de productos relacionados.

Fuente: Statistic Canada, 2014

La información utilizada para el cálculo de la Huella Hídrica azul del sector industrial es la siguiente:

- Volúmenes de agua facturada por SEDAPAL para el sector industrial del distrito [m³/mes].

4. Sector público

El sector público demanda agua para el riego de áreas verdes públicas y para otras actividades. En este estudio al sector público se les han considerado instituciones y organismos administrativos del estado, así también la municipalidad del distrito de Chorrillos. Su cálculo estará en base a la evapotranspiración del riego, evaporación pública y DesMar.

Ecuación 15. Huella hídrica azul del sector público

$$\text{HH. azul publico} \left(\frac{\text{m}^3}{\text{mes}} \right) = \text{EvapRiegoPubli} \left(\frac{\text{m}^3}{\text{mes}} \right) + \text{DesMar} \left(\frac{\text{m}^3}{\text{mes}} \right) + \text{EvapPúbli} \left(\frac{\text{m}^3}{\text{mes}} \right)$$

Donde:

- EvapRiegoPúbli: Evapotranspiración de riego público
- DesMar: Volumen de agua residual pública tratada en la PTAR La Chira y descargado al mar.
- EvapPúbli: Volumen de agua evaporado por las actividades públicas excluyendo el riego de jardines (m^3/mes).

Consideraciones realizadas:

Evapotranspiración de riego público

El sector público presenta una eficiencia de riego de 50% debido a que la municipalidad de Chorrillos usa camiones cisternas para para regar las áreas verdes públicas. Esto quiere decir que el volumen de agua que va ser utilizada para el riego de áreas verdes públicas, solo el 50% es aprovechada por las plantas mediante la evapotranspiración, este volumen forma parte de la huella hídrica azul del sector, el 50% del volumen de agua restante regresa a la cuenca por infiltración y por lo tanto no forma parte de la Huella hídrica azul debido a que este volumen de agua puede ser

aprovechado por otras personas. En conclusión, el cálculo es similar al de los sectores residencial y/o comercial, solo variando el valor de la eficiencia de riego.

Evaporación pública

En el sector público, se puede asumir que el agua no se utiliza como un factor de producción, sino principalmente para fines de limpieza de las instalaciones, higiene personal y uso de servicios higiénicos, por parte de los trabajadores y funcionarios durante su jornada laboral. Se asumió un factor de evaporación de 20%, que es altamente incierto, sin embargo, no existen referencias en literatura sobre tasas de evaporación en unidades comerciales. En conclusión, para el presente estudio se utilizó el factor de estimado de 20%. Se sugiere mejorar este estimado con un estudio más detallado.

Ecuación 16. Fórmula para la evaporación de agua por uso público

$$\text{EvapPúbli} \left(\frac{\text{m}^3}{\text{mes}} \right) = [\text{VolUtil} \left(\frac{\text{m}^3}{\text{mes}} \right) - \text{VolRiegoPúbli} \left(\frac{\text{m}^3}{\text{mes}} \right)] \times 0.2$$

Donde:

- Evappúbli: Evaporación de agua por las actividades comerciales excluyendo el riego de jardines (m³/mes).
- VolUtil: Volumen de agua facturado (m³/mes) por SEDAPAL.
- VolRiegoPúbli: Volumen de agua utilizada para el riego de jardines (m³/mes).

Volumen de agua residual pública

La variable DesMar, corresponde al efluente público que es tratada en las PTAR La Chira. Este valor es sumado a la ecuación porque conceptualmente aporta a la Huella Hídrica azul público, debido a que esta agua que no se encuentra disponible para otros usuarios dentro de la misma cuenca.

Ecuación 17. Fórmula para calcular el volumen de agua residual público

$$\text{DesMar} \left(\frac{\text{m}^3}{\text{mes}} \right) = [\text{VolUtil} \left(\frac{\text{m}^3}{\text{mes}} \right) - \text{VolRiegoPúbli} \left(\frac{\text{m}^3}{\text{mes}} \right)] \times 0.8$$

Donde:

- DesMar: Volumen de agua residual pública (m³/mes).
- VolUtil: Volumen de agua facturado (m³/mes) por SEDAPAL.
- VolRiegoPúbli: Volumen de agua utilizada para el riego de jardines (m³/mes).

La información utilizada para el cálculo de la Huella Hídrica azul del sector público es la siguiente:

- Volúmenes de agua facturada por SEDAPAL para el sector público del distrito [m³/mes].
- Áreas verdes públicas del distrito [m²].
- Datos meteorológicos para el cálculo de la evapotranspiración de los jardines [precipitación, temperatura máxima, temperatura mínima, humedad, velocidad de viento y horas sol].

La eficiencia de riego de cada tecnología, la cual indica el porcentaje de agua que es utilizada por la vegetación. El agua no utilizada se infiltra al suelo y se mantiene ahí o recarga el acuífero local. Para cada fuente de agua (río, canal, agua subterránea, etc.) se ha asumido diferentes tecnologías de eficiencia de riego, tal como se muestra en la Tabla 21.

Tabla 21

Eficiencia de riego según tecnología

Fuente de agua	Río, con canal de riego	Red pública - SEDAPAL	Agua residual tratada	Agua subterránea	Camión cisterna
Tecnología	Inundación	Aspersión/manguera	Aspersión/manguera	Aspersión/Manguera	Inundación
Eficiencia (%)	40	80	80	80	50
Fuente	MINAGRI, 2015 (riego tradicional o tendido)	MINAGRI, 2015 (riego presurizado)	MINAGRI, 2015 (riego presurizado)	MINAGRI, 2015 (riego presurizado)	No hay referencia. Se asume una eficiencia mayor que por inundación y menor que por riego presurizado.

3.3.2.2.3. Huella hídrica gris

Para el caso de focos puntuales de agua, la fórmula para el cálculo de la Huella Hídrica gris es la siguiente:

Ecuación 18. Fórmula para el cálculo de la Huella hídrica gris

$$\text{Huella hídrica Gris} \left(\frac{\text{L}}{\text{mes}} \right) = (Eflu \times Cefl - Abstr \times Cact) / (Cmax - Cnat)$$

Donde:

- Cmax: Concentración máxima. Los valores se tomaron del DS 004-2017-MINAM (mg/L)
- Cnat: Concentración natural del cuerpo de agua (mg/L)
- Efl: Volumen de efluentes (L)
- Cefl: Concentración del contaminante en el efluente (mg/L)
- Abstr: Volumen de agua extraída (L)
- Cact: Concentración real de la toma de agua extraída (mg/L)

La cual ha sido calculada individualmente para cada uno de los tres sectores estudiados.

Consideraciones realizadas

La Huella Hídrica gris se contabiliza sólo para el contaminante más crítico ya que se asume que el volumen de agua necesario para diluir este contaminante también diluye a los otros contaminantes.

Para este trabajo se optó por la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), debido a que es el parámetro de contaminación orgánico más utilizado para evaluar la calidad del efluente de una PTAR y el más común en los desagües de una ciudad.

La concentración promedio mensual de la DBO, se determinará de acuerdo a los resultados del monitoreo ambiental mensual de la PTAR La Chira, la cual fue proporcionada por el Equipo Gestión Ambiental y Servicios Ecosistémicos – SEDAPAL.

3.3.3. Análisis de sostenibilidad

3.3.3.1. Dimensión ambiental

Una vez que se tenga el cálculo de la Huella Hídrica y de sus componentes que la conforman, se dará una interpretación a los valores del resultado mediante la evaluación e la sostenibilidad. Este trabajo de investigación solo abordará las dimensiones social y ambiental, la económica no se analizó debido que para este trabajo no se ha considerado si es que han realizado algún tipo de costo por parte de la población, empresas o municipalidad.

Debido a que los mayores aportantes a la Huella Hídrica son las Huellas Azul y Gris, se analizara la sostenibilidad de estas dos huellas. La Huella Hídrica verde no se

consideró en el análisis de sostenibilidad debido a que su aporte es insignificante en el distrito de Chorrillos.

Toda evaluación de sostenibilidad deberá hacerse a nivel de cuenca hidrográfica, esto significa que se debe tomar en cuenta la cuenca entera del río que abastece de agua al lugar de estudio. Con estas condiciones es apropiado comparar la Huella hídrica azul estudiada con la disponibilidad del agua azul de la cuenca correspondiente al distrito de Chorrillos, o evaluar la Huella hídrica gris calculada y la capacidad de asimilación de contaminantes en el volumen de agua correspondiente al distrito. (Hoekstra A. Y., Chapagain, Aldaya, & Mekonnen, 2011).

Para el reconocimiento de los puntos críticos se debe trabajar con información mensual, para este trabajo la información del caudal de agua del río Rímac se solicitó a la empresa SEDAPAL, debido a que cuentan con varias estaciones hidrometeorológicas instaladas en la parte alta y media de la Cuenca del río Rímac.

El caudal ecológico de un río se considera el 80% del volumen total de escurrimiento, siendo la diferencia de 20% el volumen de agua que puede ser usado y/o consumido por la población, este porcentaje es considerado como la disponibilidad real de agua. Para su determinación se aplica la siguiente ecuación:

Ecuación 19. Fórmula para determinar el requerimiento natural del ecosistema

$$\mathbf{Requerimiento\ natural = Disponibilidad\ natural \times 80\%}$$

Ecuación 20. Fórmula para determinar el requerimiento real de agua

$$\mathbf{Disponibilidad\ real\ de\ agua = Disponibilidad\ natural - Requerimiento\ natural}$$

3.3.3.1.1. Análisis de la sostenibilidad Huella hídrica azul

Este análisis se desarrollará de acuerdo al resultado de la división de la HH Azul total del distrito entre la disponibilidad real de agua, de la fuente donde se está extrayendo el agua para el uso y/o consumo de la población del distrito de Chorrillos. El resultado de esta división nos da un índice de escasez de agua mensual o también llamado sostenibilidad de la HH azul.

Ecuación 21. Fórmula para determinar la sostenibilidad Huella hídrica azul

$$\text{Sostenibilidad Huella azul} = \frac{\Sigma \text{Huella azul mensual}}{\text{Disponibilidad real mensual}}$$

Si el resultado de esta división es mayor a 1, se puede aducir que existe una escasez de agua en el distrito, y si el valor es menor a 1 se aduce que durante ese mes no ha existido escasez de agua, como se puede ver en la Figura 10.

Figura 10. Rango de índice de escasez de la Huella hídrica azul expresado en colores

a) Menor a 1	Yellow	b) Entre 1 y 1.5	Orange
c) Entre 1.5 y 2	Red-Orange	d) Mayor a 2	Red

Fuente: Hoekstra y Mekonnen, 2011

Adaptación: Huella de ciudades, 2015

- a) Escasez de agua azul muy baja: Si dicha división resulta en una cantidad menor a uno, se puede aducir que durante ese mes no ha existido escasez de agua, (Huellas de Ciudades, 2015). La Huella Hídrica azul mensual es menor que el 20% del escurrimiento natural de la cuenca y no excede la disponibilidad del agua azul. El escurrimiento del río es muy poco o nada modificado, por lo que el requerimiento ambiental de la cuenca no se transgrede.
- b) Escasez de agua azul moderada: La Huella Hídrica azul mensual excede entre el 20 y 30% del escurrimiento natural de la cuenca. El escurrimiento es

moderadamente modificado, razón por la cual el requerimiento ambiental de la cuenca no se respeta, no se cumple en su totalidad. (Castillo Valencia, 2014)

- c) Escasez de agua azul significativa: La Huella Hídrica azul mensual excede entre el 30 y 40% del escurrimiento natural de la cuenca. El escurrimiento del río se encuentra significativamente modificado. Entonces el requerimiento ambiental de la cuenca definitivamente no se cumple. (Castillo Valencia, 2014)
- d) Escasez de agua azul severa: La Huella Hídrica azul mensual excede el 40% del escurrimiento natural de la cuenca, razón por la cual se sostiene que el escurrimiento se percibe seriamente modificado. El requerimiento ambiental de la cuenca es ampliamente transgredido. (Castillo Valencia, 2014).

3.3.3.1.2. *Sostenibilidad de la Huella hídrica gris*

El análisis de Sostenibilidad de la Huella Hídrica gris sigue un procedimiento muy similar al de la dimensión ambiental de la Huella hídrica azul. Así también se muestra a distribución de la Huella Hídrica gris a lo largo del año 2016 y 2017. La disponibilidad real para el distrito de Chorrillos, parte del caudal de río Rímac se compara con la cantidad necesaria establecida para disolver el contaminante elegido: la DBO₅. La cuantificación de la Huella hídrica gris resulta en un índice de contaminación, que de la misma manera que en la Huella hídrica azul, puede expresarse en términos de porcentaje y en este caso se hace referencia a niveles de contaminación (%). Para determinar la contaminación de agua, se apunta a hallar un índice de contaminación hídrica, el que es igual a la división del total de la Huella hídrica gris para cada mes entre el volumen de agua real disponible para cada mes para la universidad (Huellas de Ciudades, 2015). Este se halla con el siguiente cálculo:

Ecuación 22. Fórmula para determinar la sostenibilidad Huella hídrica gris

$$\text{Índice de contaminación hídrica} = \frac{\text{Huella gris mensual}}{\text{Disponibilidad real mensual}}$$

Los niveles o rangos de índices de contaminación hídrica son los mismos de los índices de escasez de agua azul y asimismo se han establecido los mismos colores.

Estos rangos son:

- a) Índice de contaminación hídrica muy baja: Si la división anterior resulta en una cantidad menor a uno, se puede concluir que el impacto ambiental en cuanto a la contaminación de agua no existe o no es significativo. (Castillo Valencia, 2014).
- b) Índice de contaminación hídrica moderada: La Huella hídrica gris por cada mes está entre el 20 y 30% del escurrimiento natural de la cuenca. Este es moderadamente afectado por la contaminación. (Castillo Valencia, 2014)
- c) Índice de contaminación hídrica significativa: La Huella hídrica gris mensual se ubica entre el 30 y 40% del escurrimiento natural de la cuenca. El escurrimiento del río se encuentra significativamente afectado por la contaminación. (Castillo Valencia, 2014)
- d) Índice de contaminación hídrica severa: La Huella hídrica gris de cada a mes excede el 40% del escurrimiento natural de la cuenca, razón por la cual se sostiene que el escurrimiento se percibe seriamente modificado por la contaminación. (Castillo Valencia, 2014)

3.3.3.2. Dimensión social

En lo que se refiere a sostenibilidad social, se requiere asignar una cantidad de agua dulce para las necesidades humanas básicas, como: abastecimiento de agua para beber, lavar y cocinar, y una dotación para producir los alimentos suficientes que requiera la

comunidad de la cuenca (Vázquez del Mercado Arribas, 2012). Así mismo, la equidad de la distribución del consumo de agua es un criterio para la evaluación social.

El análisis de sostenibilidad social en este estudio se ha realizado para el sector residencial, donde se utiliza el agua para dos propósitos principales: 1. Para el uso doméstico, que comprende actividades como lavar, limpiar y cocinar. 2. Para el riego de los jardines.

3.3.3.2.1. Sostenibilidad de la Huella hídrica azul domestica

Se evaluará la sostenibilidad sólo de la Huella del uso doméstico del agua. Esta evaluación permite comparar la eficiencia del uso de agua en las casas por los mismos usuarios.

3.3.4. Etapas de la investigación

1. Pre-campo gabinete

Etapa de la investigación en la cual se realizó la recolección, clasificación y el análisis sistemático de la información existente del consumo de agua potable y el manejo de las aguas residuales del distrito de Chorrillos, por parte de la Empresa SEDAPAL.

2. Campo

En esta etapa consiste el reconocimiento de los componentes para el abastecimiento de agua potable, así también el manejo de las aguas residuales, con el fin de corroborar o corregir lo planteado en la etapa anterior, en esta etapa nos ayudara a conocer el diagnostico actual del área de estudio.

3. Post-campo gabinete

Se realizará el procesamiento de información solicitada a la Empresa SEDAPAL, ajustes en la determinación de mis áreas verdes, para la determinación de determinación de la Huella Hídrica, así también realizar consultas a profesionales

relacionados al tema de investigación. En esta etapa se desarrollarán las siguientes evaluaciones y análisis:

❖ **Cartográfico para la determinación de mis áreas verdes**

- Selección y adquisición de imágenes Sentinel 2A
- Delimitación del área de estudio
- Clasificación no supervisada
- Cartografía de áreas verdes

❖ **Huella Hídrica Directa**

- Determinación y clasificación de las áreas verdes del distrito
- Procesamiento de información meteorológica
- Huella hídrica verde
- Clasificación de sectores usuarios
- Selección y ordenamiento de información de consumo de agua por sectores
- Calculo de la Huella hídrica azul
- Selección y ordenamiento de información de la calidad del efluente tratado en la PTAR La Chira
- Calculo de la Huella hídrica gris
- Evaluación de la Sostenibilidad ambiental y social.

CAPITULO IV

CARACTERIZACIÓN FÍSICA DEL ÁREA DE ESTUDIO

4.1. UBICACIÓN

4.1.1. Ubicación política

El distrito de Chorrillos se encuentra ubicado en el Departamento de Lima, Provincia de Lima, en la Costa Peruana a Orillas del Océano Pacífico, a una distancia aproximada de 20 Km. del centro de la Ciudad de Lima.

4.1.2. Posición geográfica

El distrito se encuentra en la coordenada 12,1876° Longitud Sur y en la coordenada 77, 0078° Latitud Oeste.

4.1.3. Limites

El distrito limita por el norte con el distrito de Barranco, el noreste con el distrito de Santiago de Surco, el este con el distrito de San Juan de Miraflores, el sur este con el distrito de Villa el Salvador y el Oeste con el Océano Pacífico.

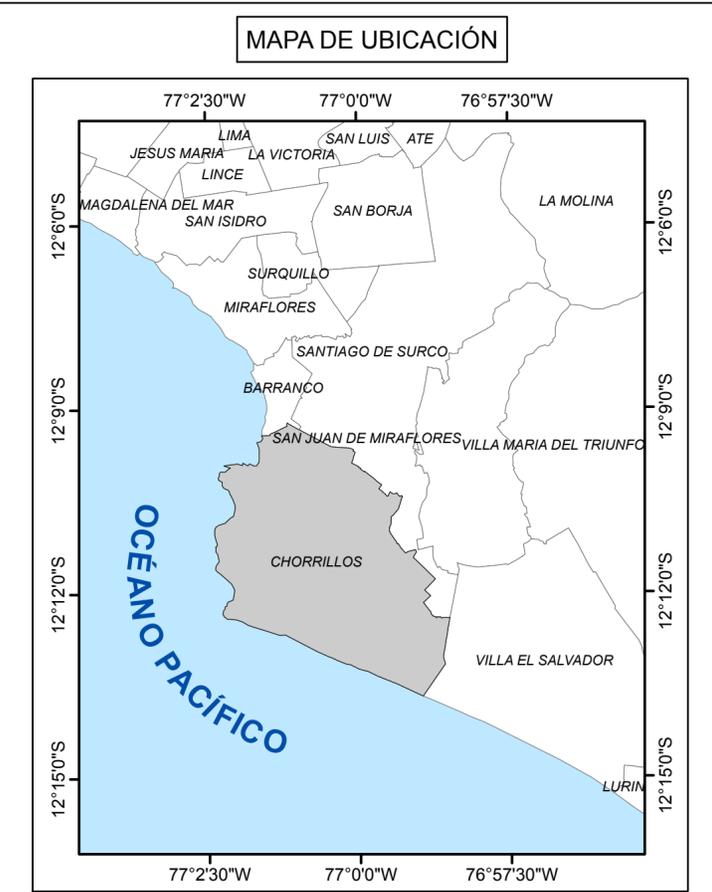
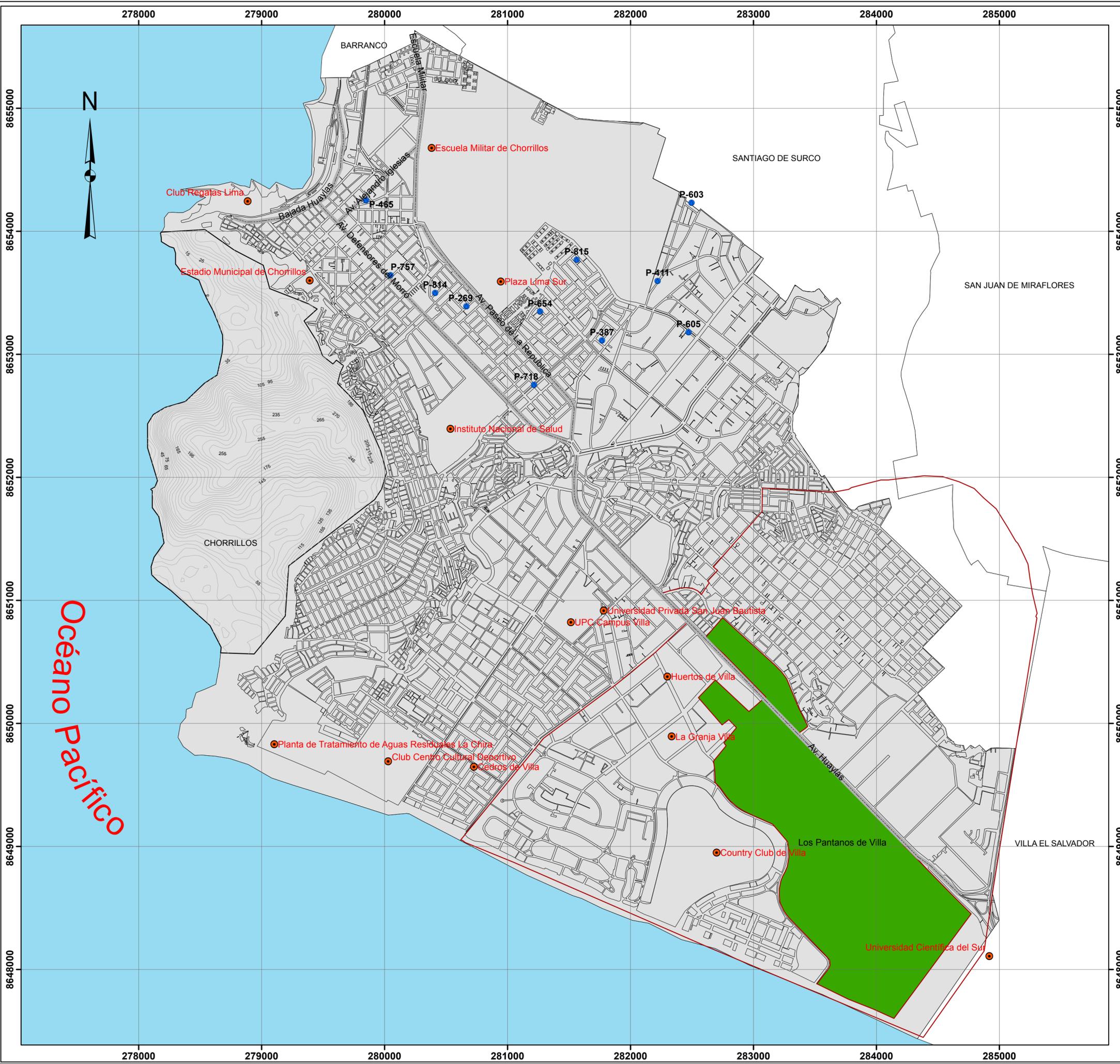
4.1.4. Altitud

El distrito se encuentra a una altitud de 46 m.s.n.m., pertenece a la región chala de los pisos altitudinales debido a que extiende a lo largo del litoral peruano y se ubica entre los 0 a 500 m.s.n.m.

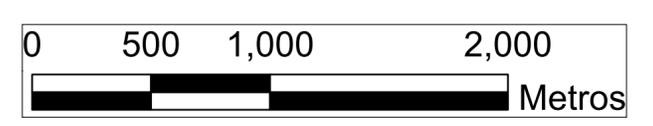
4.1.5. Vías de acceso

El área de estudio es accesible por la carretera Panamericana Sur que abarca los distritos de Santa Anita, San Borja, Santiago de Surco y San Juan de Miraflores. Esta carretera asfaltada presenta dos vías de acceso hacia Chorrillos, la primera opción es la Av. Gral. Alipio Ponce Vázquez cuya distancia es de 28,4 Km. y la Segunda opción es el Jr. Guardia Civil cuya distancia es de 20,5 Km.

También se puede acceder a través del circuito de playas que inicia desde el Callao y presenta una distancia de 25,2 Km. Para este recorrido se inicia por la Av. Argentina, Juan Pablo II y Sta. Rosa hacia la Av. Costanera en la Perla con una distancia de 4,2 Km. Luego se continúa hacia San Miguel en un recorrido de 4,1 Km. Finalmente se toma todo Circuito de Playas hacia la Av. Defensores del Morro en Chorrillos en un recorrido de 16,9 Km. Ver Mapa 2.



- SIGNOS CONVENCIONALES**
- Empresas e Instituciones
 - Pozos de agua
 - Avenidas
 - Zona de Anotiguamiento
 - Área natural protegida
 - Curvas de nivel
 - Morro Solar
 - Manzanas
 - Distritos



	<p>UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL</p> <p>Facultad de Ingeniería Geográfica, Ambiental y Ecoturismo</p> <p>Escuela de Ingeniería Ambiental</p>	
MAPA: UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO		
<p>TESIS: "EVALUACIÓN DE LA HUELLA HÍDRICA DEL DISTRITO DE CHORRILLOS COMO UNA HERRAMIENTA DE GESTIÓN DE RECURSOS HÍDRICOS"</p>		
<p>Escala: 1/21 000</p> <p>Datum Horizontal WGS84</p> <p>Proyección Transversal de Mercator</p> <p>Sistema de Coordenadas - UTM - Zona 18</p>		
Elaborado:	Fecha:	Mapa N°:
Bach. Altaga Lazaro, Edgardo David	Junio 2018	02
Revisado por: Mg. Ing. Geog. Carmen Luz Ventura Barrera		
Fuente: SEDAPAL - (EGASE)		

Océano Pacífico

4.2. DESCRIPCIÓN DEL MEDIO FÍSICO

4.2.1. Geología

En el área del distrito de Chorrillos, aflora una secuencia sedimentaria que abarca desde el cretáceo inferior al cuaternario reciente. Durante el cretáceo inferior en el distrito de Chorrillos tuvieron lugar la unidad estratigráfica del Morro Solar. Y durante la era del cuaternario reciente tuvo lugar los sedimentos no consolidados. La geología del Morro Solar está conformada principalmente por tres formaciones, Marcavilca, La Herradura y el Salto del Fraile. Los sedimentos no consolidados están representados por depósito detríticos cuaternarios, los cuales comprenden los materiales detríticos aluviales, de playa y eólicos. (CISMID-UNI, 2010)

a) Era del Cretáceo

En el macizo del Morro Solar se pueden reconocer tres unidades estratigráficas, bien definidas que pertenecen al cretácico inferior. El espesor de los sedimentos es aproximadamente de unos 450m. Las principales formaciones de los estratos que afloran en el morro solar son: Marcavilca, La Herradura y el Salto del Fraile.

Formación Salto del Fraile.

Esta formación está compuesta por una serie de estratos de cuarcita, constituyendo la parte inferior de la estratigrafía que aflora en el área del Morro Solar, su espesor Total no se conoce por no aflorar su base, la potencia visible de las cuarcitas es aproximadamente 70 m; en el techo suprayacen lutitas de la formación La Herradura. La formación Salto del Fraile aflora solamente en las faldas del cerro virgen, en el extremo Nor-Oeste (NW) del Morro Solar, esto se puede observar en los cortes de las pistas que va de chorrillos al balneario de La Herradura.

Formación La Herradura.

Esta formación aflora en la parte central del macizo, se puede subdividir en dos miembros, La Virgen y La Herradura.

La Virgen se compone de lutitas de color negro, de estratificación muy fina, contiene nódulos calcáreos achatados. El espesor varía entre 15 y 25m: Al intemperizarse las lutitas dan origen a un suelo polvoriento y oscuro que hace un marcado contraste con el suelo arenoso y claro producido por la desintegración de la cuarcita de la formación Salto del Fraile. Estas lutitas afloran en la parte Nor – Oeste del Morro Solar, conocido como cerro soldado desconocido; hacia arriba, ellas pasan gradualmente a areniscas finamente estratificadas, de grano muy pequeño que constituyen los estratos inferiores de la formación. La Herradura suprayacente, se trata pues de un contacto gradacional que parcialmente está cubierto; su ubicación es bastante incierta.

Formación Marcavilca.

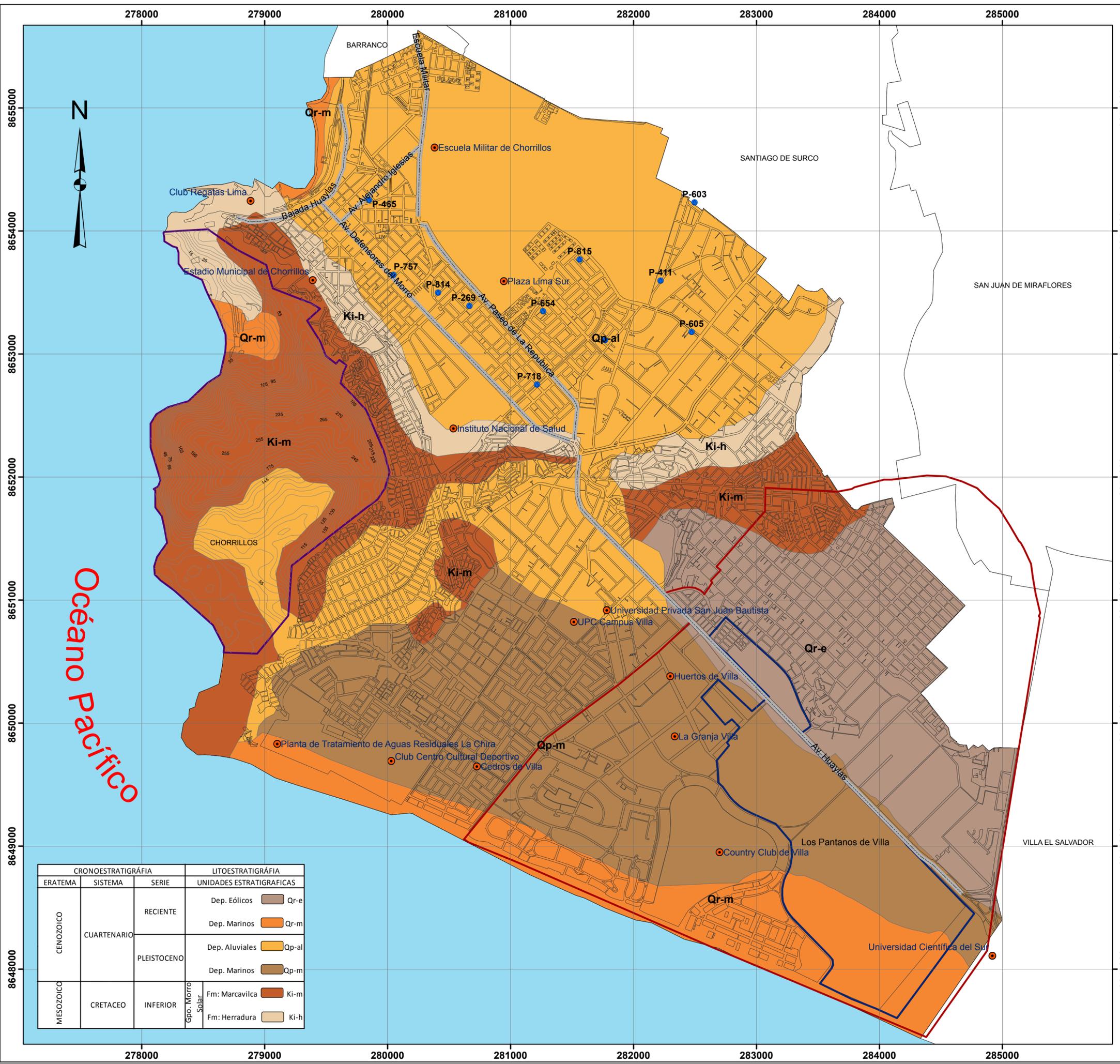
La formación Marcavilca esta principalmente constituida por areniscas. La subdivisión litológica se basa en sus colores y su estratificación, tenemos tres miembros: Morro Solar, Marcavilca y La Chira. El miembro Morro Solar es la parte inferior de la formación Marcavilca, está constituido generalmente por areniscas abigarradas, negras, brunas, violetas y rojas, estratificadas finamente, se presentan delgados lechos de lutitas. Las areniscas están compuestas por granos muy pequeños y sub angulares de cuarzo, envueltos en un cemento limonítico.

b) Cuaternario

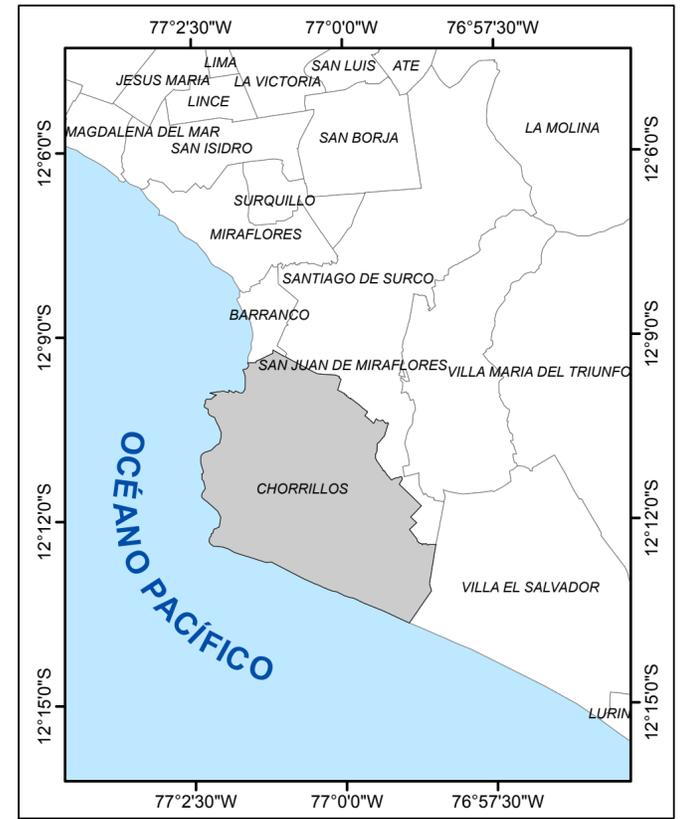
En el distrito de Chorrillos afloran sedimentos no consolidados de edad cuaternaria, estos sedimentos por su origen se han dividido en tres partes:

- Depósitos de origen Eólicos.
- Depósitos de origen Aluvial
- Depósitos de playa.

Al sur del cerro Marcavilca y en los alrededores de los cerros Conchan, se encuentran grandes extensiones cubiertas por arenas de origen eólico que se han acumulado debido a la acción obstaculizante del ramal sur, formados por los cerros Marcavilca y manchado. Ver Mapa 3.

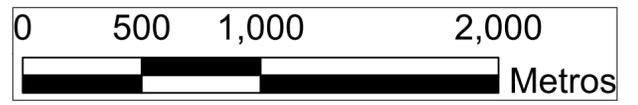


MAPA DE UBICACIÓN



SIGNOS CONVENCIONALES

- Empresas e Instituciones
- Pozos de agua
- Avenidas
- Curvas de nivel
- Área natural protegida
- Zona de Anortiguamiento
- Morro Solar
- Manzanas
- Distritos



CRONOESTRATIGRAFÍA			LITOESTRATIGRAFÍA	
ERATEMA	SISTEMA	SERIE	UNIDADES ESTRATIGRAFICAS	
CENOZOICO	CUARTENARIO	RECIENTE	Dep. Eólicos	Qr-e
			Dep. Marinos	Qr-m
		PLEISTOCENO	Dep. Aluviales	Qp-al
Dep. Marinos	Qp-m			
MESOZOICO	CRETACEO	INFERIOR	Fm: Marcavilca	Ki-m
			Fm: Herradura	Ki-h

UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
Facultad de Ingeniería Geográfica, Ambiental y Ecoturismo
Escuela de Ingeniería Ambiental

MAPA: GEOLÓGICO

TESIS: "EVALUACIÓN DE LA HUELLA HÍDRICA DEL DISTRITO DE CHORRILLOS COMO UNA HERRAMIENTA DE GESTIÓN DE RECURSOS HÍDRICOS"

Escala: 1/21 000
Datum Horizontal WGS84
Proyección Transversal de Mercator
Sistema de Coordenadas - UTM - Zona 18

Elaborado:	Fecha:	Mapa N°:
Bach. Aliaga Lazaro, Edgardo David	Junio 2018	03

Revisado por: Mg. Ing. Geog. Carmen Luz Ventura Barrera

Fuente: Centro Peruano Japonés de Investigación Sísmica y Mitigación de Desastres

4.2.2. Climatología

El clima se clasifica como árido y seco. Con precipitaciones casi inexistentes salvo en los meses de invierno con valores mínimos. La temperatura media está alrededor de 20°C, las máximas de 21.7°C, pudiendo incluso sobrepasar este en os meses de verano y las mínimas alrededor de 16°C, descendiendo incluso a los 14°C en los meses de invierno (junio – septiembre). (Waslh Perú S.A., 2012)

La Humedad Relativa presenta un promedio alrededor de 87% y pocas veces baja a menos de 60%. El viento está dominado principalmente por las brisas costeras definida por el diferente calentamiento entre el mar y la tierra, la dirección dominante son los que proviene del SW. Las velocidades correspondientes están entre 2,0 a 4,6 y 4.6 a 6.6 m/s, clasificados como flojitos y flojos.

4.2.3. Recurso Hídrico

El distrito de Chorrillos presenta un área de 38.9 km², el cual 2.6 km² se encuentra comprendido dentro del área de influencia de la Cuenca del río Rímac, dicho área representa el 0.1% del área Total de la Cuenca; el área restante se ubica dentro de la Intercuenca con código 1375539.

Dentro del distrito de Chorrillos podemos encontrar Los Pantanos de Villa, la cual se encuentra integrado al sistema hidrológico del río Rímac a través del acuífero Ate-Surco-Chorrillos, en una depresión natural que permite el flujo de aguas del acuífero (que a su vez se recarga de las aguas del lecho del río, de las infiltraciones de las áreas agrícolas, de la red de canales y del riego de parques y jardines). Esto se manifiesta en 9 puquiales u ojos de agua, 2 en Lomas de Villa y 7 en Villa Baja. La planicie de Villa se encuentra a 35 m por debajo del nivel de la planicie de Chorrillos garantizando el flujo de agua subterránea a los pantanos. (Waslh Perú S.A., 2012)

Asimismo, constituye una zona de acumulación fluvio-marino-eólica distinguiéndose un ambiente litoral y deltaico marginal del río Rímac donde se han desarrollado áreas lagunares e hidromórficas. Las características de porosidad y permeabilidad del área favorecen los escurrimientos provenientes del acuífero.

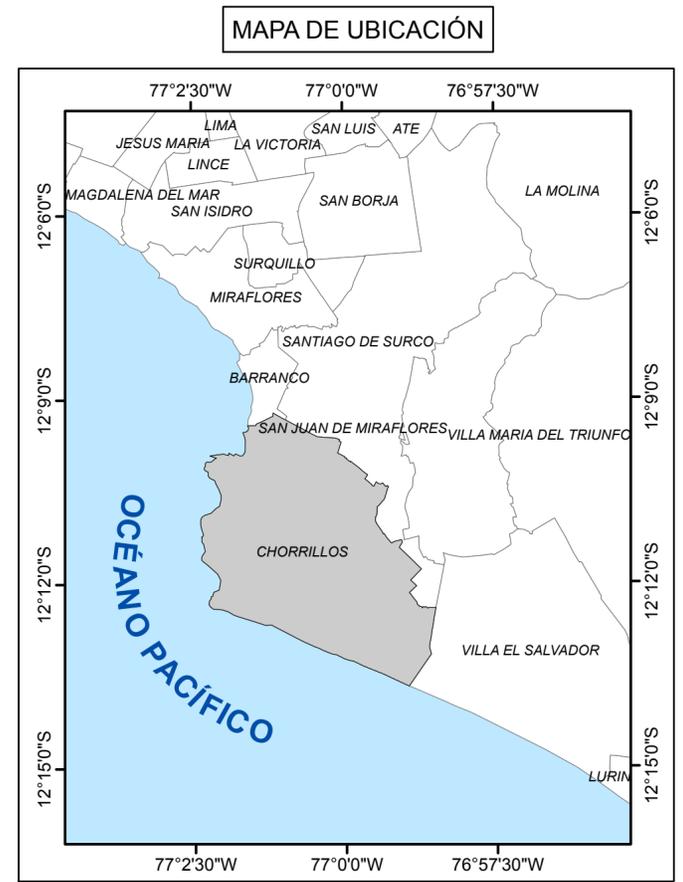
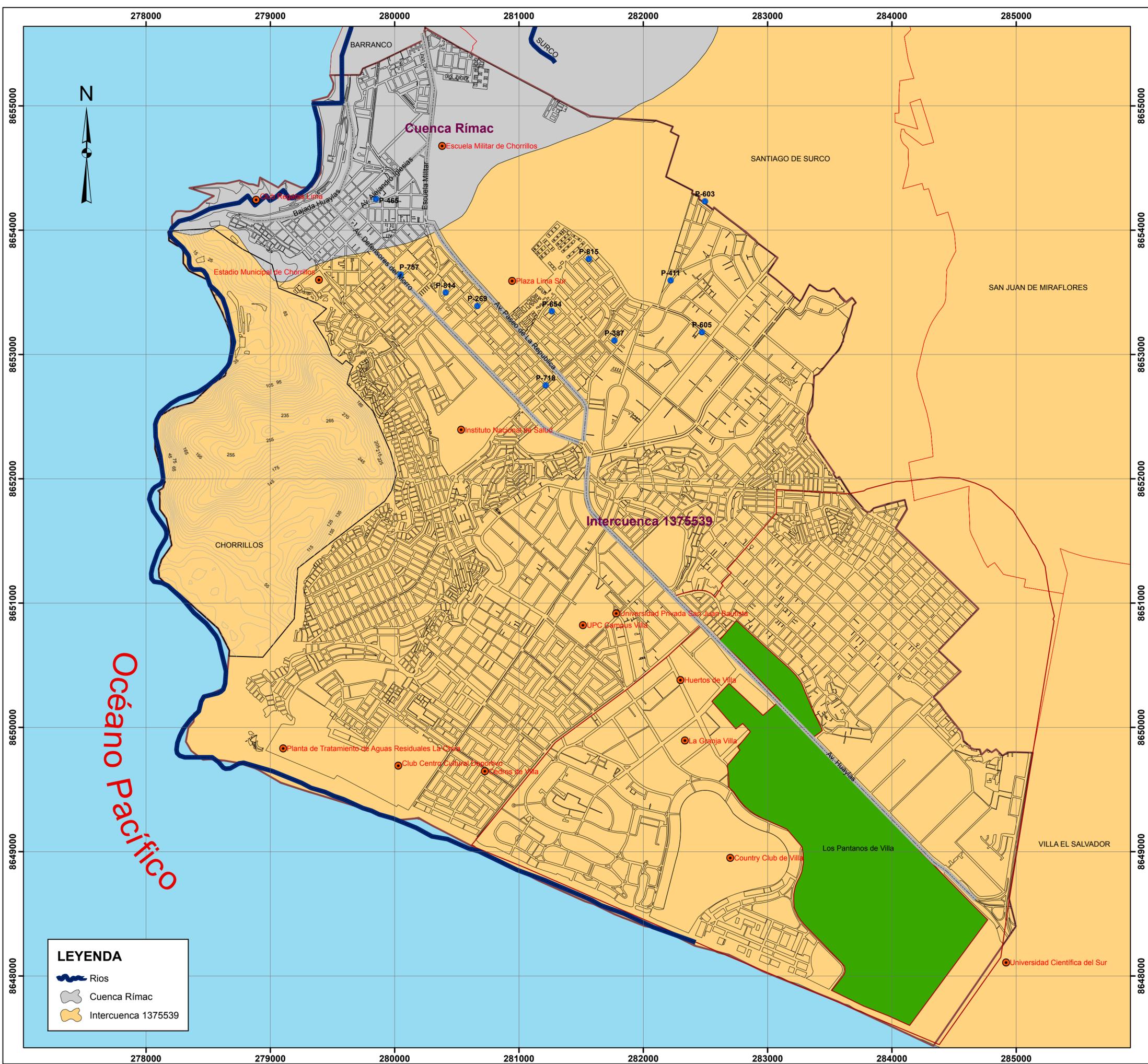
Del acuífero del Rímac, también llegan aguas subterráneas a través del canal Surco (norte a sur) y a través del área denominada cuello de Villa (formada por los Cerros Morro Solar y los Cerros Zig Zag), sin embargo, el escurrimiento de las aguas del Rímac a través de este cuello está disminuyendo. Del canal Surco llega agua, pero sólo con regularidad de enero a marzo, ya que su uso primordial es agrícola. Este canal se contamina con aguas servidas. Ver Mapa 4.

Tabla 22

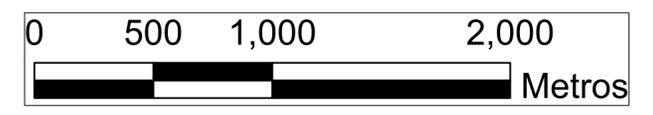
Sistema Hidrográfico del distrito de Chorrillos

Colector	Cuenca	Km²	Código Intercuenca	Km²
Vertiente del Pacífico	Rímac	2.6 km ²	1375539	36.3 km ²

Fuente: Instituto Geográfico Nacional



- SIGNOS CONVENCIONALES**
- Empresas e Instituciones
 - Pozos de agua
 -
 -
 -
 -
 -
 -
 -



- LEYENDA**
- Ríos
 - Cuenca Rímac
 - Intercuenca 1375539

UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL Facultad de Ingeniería Geográfica, Ambiental y Ecoturismo Escuela de Ingeniería Ambiental		
MAPA: HIDROGRÁFICO		
TESIS: "EVALUACIÓN DE LA HUELLA HÍDRICA DEL DISTRITO DE CHORRILLOS COMO UNA HERRAMIENTA DE GESTIÓN DE RECURSOS HÍDRICOS"		
Escala: 1/21 000 Datum Horizontal WGS84 Proyección Transversal de Mercator Sistema de Coordenadas - UTM - Zona 18		
Elaborado:	Fecha:	Mapa N°:
Bach. Aliaga Lazaro, Edgardo David	Junio 2018	04
Revisado por: Mg. Ing. Geog. Carmen Luz Ventura Barrera		
Fuente: Autoridad Nacional del Agua - Elaboración Propia		

4.3. DESCRIPCIÓN DEL MEDIO SOCIAL

4.3.1. Población actual

Actualmente para el 2017 el distrito de chorrillos alberga 336,054 habitantes (INEI, 2017); las cuales se encuentran distribuidos en asentamientos humanos y urbanizaciones.

4.3.2. Servicio de saneamiento

4.3.2.1. Servicio de agua potable

La población completa del distrito de chorrillos, se abastecen de agua captada del río Rímac, tratada en la Planta de Tratamiento de Agua Potable La Atarjea (PTAP-La Atarjea); el agua tratada es transportada mediante las líneas de conducción y son almacenadas en reservorios para su posterior distribución, este volumen de agua no cubre la demanda de la población para servicio de 24 horas.

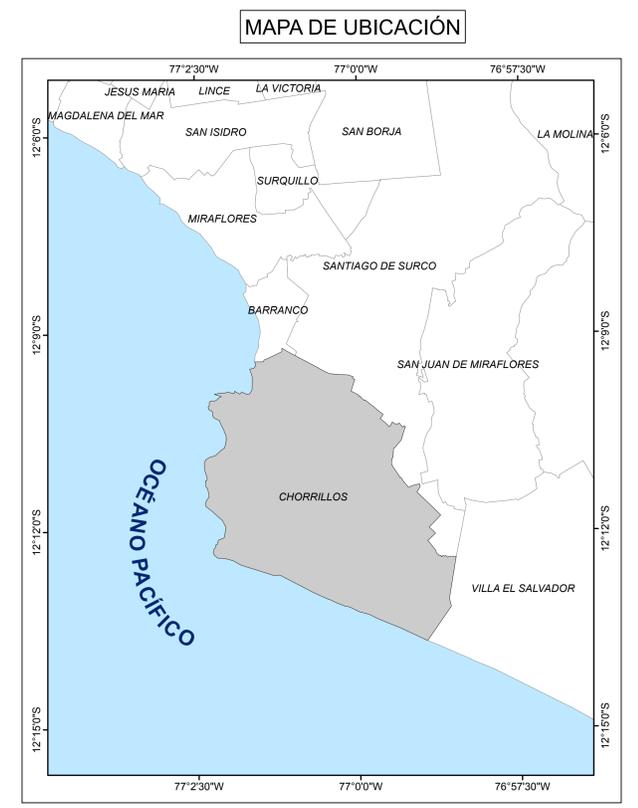
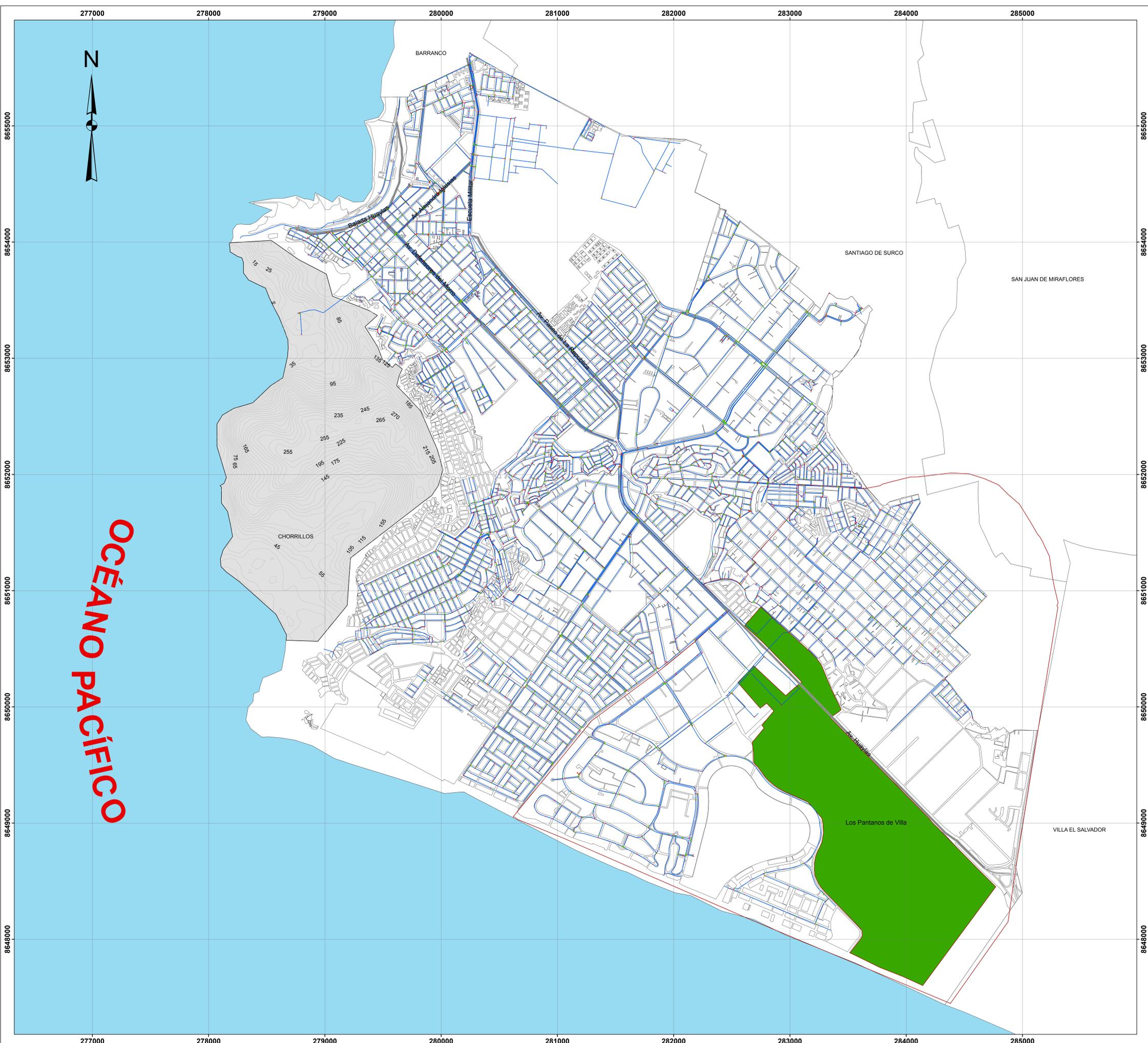
Para cubrir la demanda de un servicio de 24 horas, la Empresa SEDAPAL viene haciendo uso de las agua subterráneas, en el distrito de Chorrillos actualmente se ubican 11 pozos de agua. La empresa SEDAPAL continuamente realiza aforos a los pozos de agua y monitoreos de calidad del agua. El extraída del pozo requiere que se le adicione cloro para que puedan cumplir con lo establecido en el DS N° 031-2010-SA. “Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano”. En el 2017 el servicio de agua potable es de 23.88 horas/diarias promedio en el 100% de las conexiones domesticas (residencial, comercial, industrial y Público). Ver Tabla 23. Ver Mapa 5.

Tabla 23

Número de conexiones por tipo de tarifa en el distrito de Chorrillos hasta el año 2017

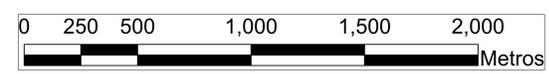
Meses	Residencial		Comercial	Industrial	Público	Total
	Social	Domestico				
Enero	144	30,389	1,633	350	24	32,540
Febrero	145	30,346	1,627	345	24	32,487
Marzo	145	30,324	1,632	352	23	32,476
Abril	145	30,253	1,625	353	23	32,399
Mayo	151	30,232	1,630	357	23	32,393
Junio	152	30,235	1,651	358	23	32,419
Julio	147	30,227	1,650	356	23	32,403
Agosto	145	30,025	1,630	343	23	32,166
Septiembre	151	30,172	1,651	352	23	32,349
Octubre	150	30,168	1,664	355	23	32,360
Noviembre	150	30,166	1,664	354	23	32,357
Diciembre	151	30,222	1,670	352	21	32,416

Fuente: Equipo Comercial Surquillo (EC-S)



SIGNOS CONVENCIONALES

-  Empalme
-  Red de Agua Potable
-  Avenidas
-  Zona de Anortiguamiento
-  Área natural protegida
-  Curvas de nivel
-  Morro Solar
-  Manzanas
-  Distritos
-  Válvulas



UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
 Facultad de Ingeniería Geográfica, Ambiental y Ecoturismo
 Escuela de Ingeniería Ambiental



MAPA: RED DE AGUA POTABLE

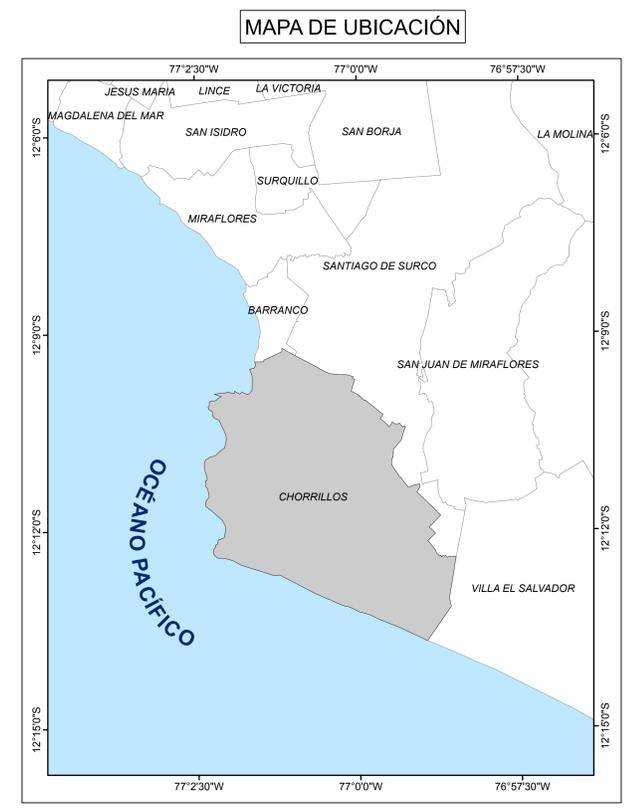
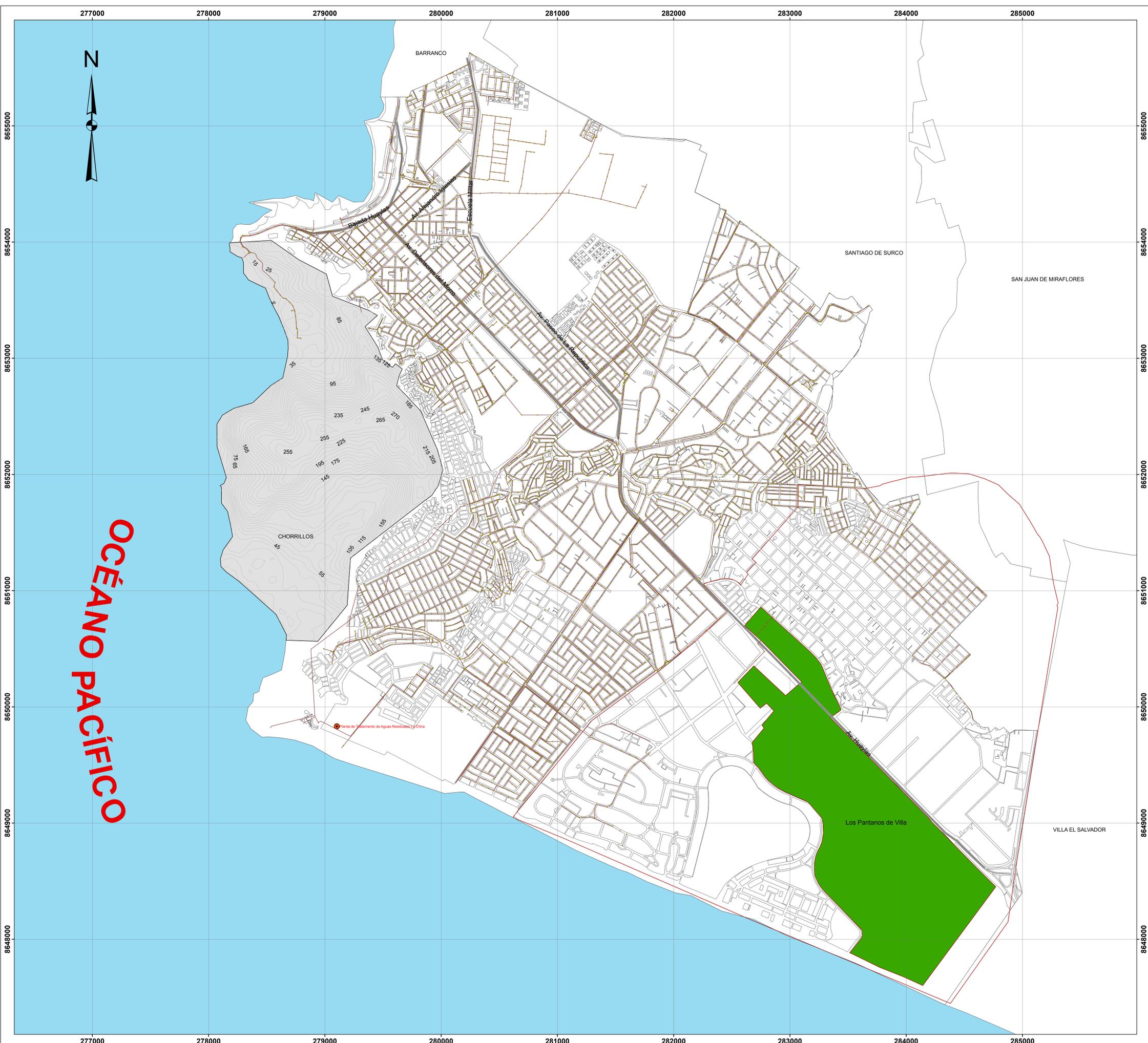
TESIS: "EVALUACIÓN DE LA HUELLA HÍDRICA DEL DISTRITO DE CHORRILLOS COMO UNA HERRAMIENTA DE GESTIÓN DE RECURSOS HÍDRICOS"

Escala: 1/11 000
 Datum Horizontal WGS84
 Proyección Transversal de Mercator
 Sistema de Coordenadas - UTM - Zona 18

Elaborado:	Fecha:	Mapa N°:
Bach. Aliaga Lazaro, Edgardo David	Junio 2018	05
Revisado por: Mg. Ing. Geog. Carmen Luz Ventura Barrera		
Fuente: SEDAPAL (EOMR-S) - Año 2018		

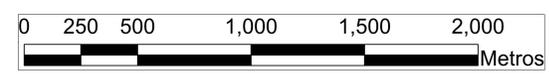
4.3.2.2. *Servicio de alcantarillado*

Las aguas residuales generadas por los usuarios de la empresa SEDAPAL en el distrito de Chorrillos, están conectados a una red alcantarillado, siendo tratadas en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales La Chira (PTAR La Chira); cuyo efluente es transportado hacia la zona de exclusión ubicada en la playa La Chira mediante una línea de difusor submarino. La zona de exclusión también es la zona de dilución de aguas residuales. Ver mapa 6 y 7.



SIGNOS CONVENCIONALES

-  Red de Alcantarillado
-  PTAR - La Chira
-  Avenidas
-  Zona de Anortiguamiento
-  Área natural protegida
-  Curvas de nivel
-  Morro Solar
-  Manzanas
-  Distritos
-  Buzones



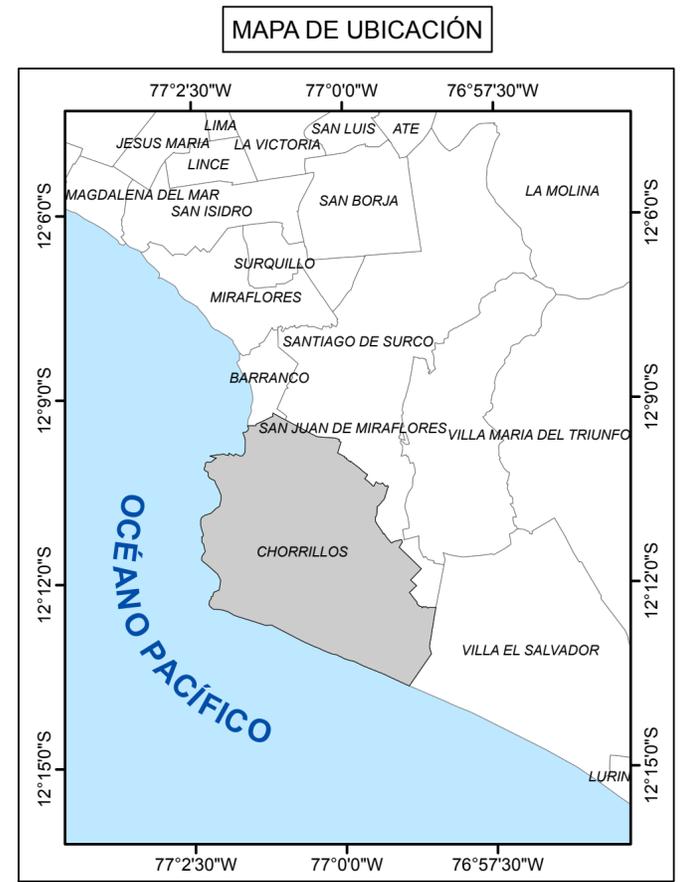
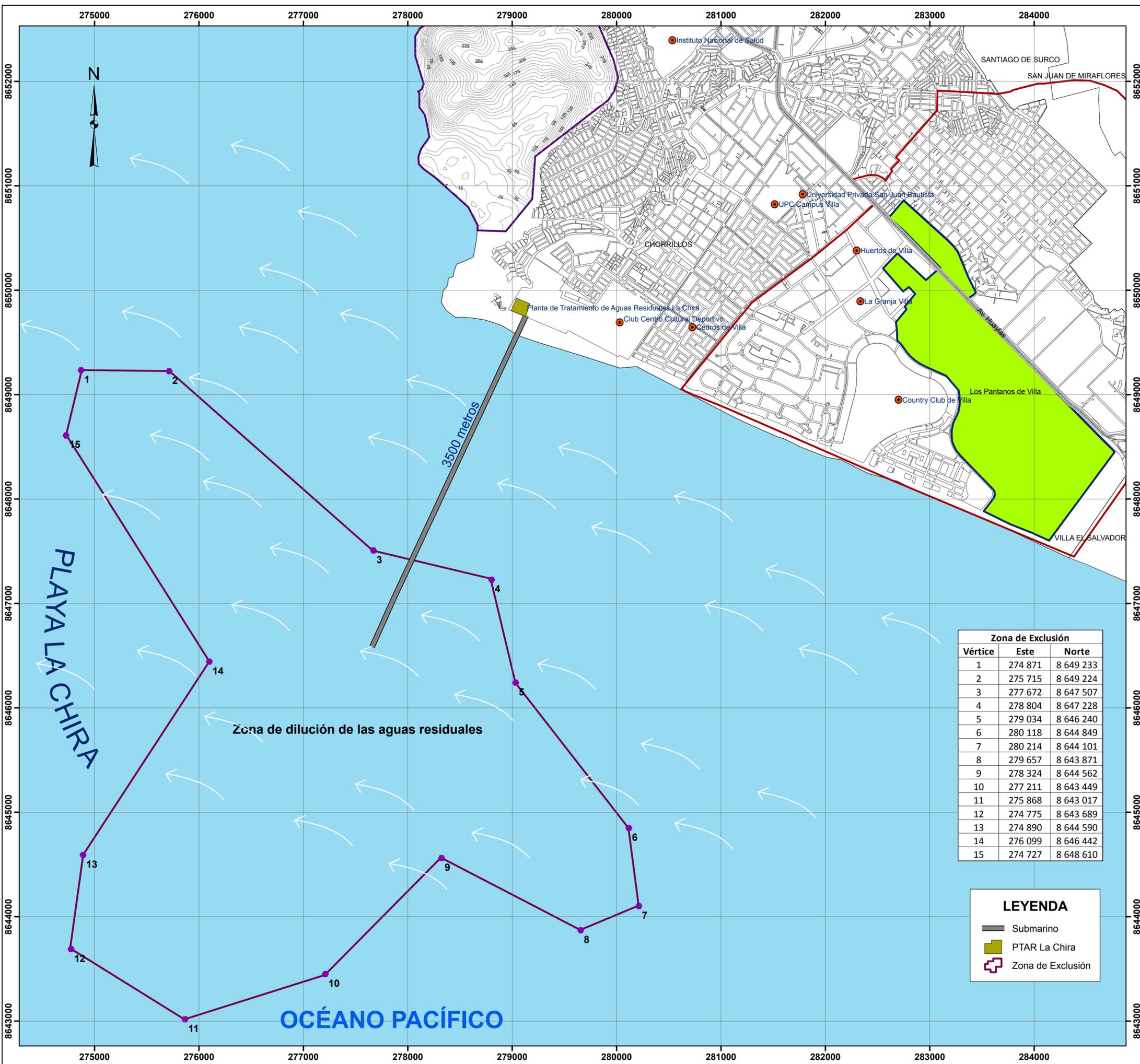
UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
 Facultad de Ingeniería Geográfica, Ambiental y Ecoturismo
 Escuela de Ingeniería Ambiental

MAPA: RED DE ALCANTARILLADO

TESIS: "EVALUACIÓN DE LA HUELLA HÍDRICA DEL DISTRITO DE CHORRILLOS COMO UNA HERRAMIENTA DE GESTIÓN DE RECURSOS HÍDRICOS"

Escala: 1/11 000
 Datum Horizontal WGS84
 Proyección Transversal de Mercator
 Sistema de Coordenadas - UTM - Zona 18

Elaborado:	Fecha:	Mapa N°:
Bach. Aliaga Lazaro, Edgardo David	Junio 2018	06
Revisado por: Mg. Ing. Geog. Carmen Luz Ventura Barrera		
Fuente: SEDAPAL (EOMR-S) - Año 2018		

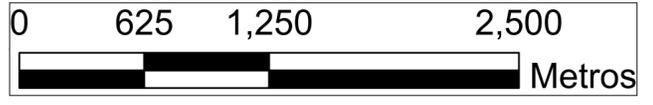


SIGNOS CONVENCIONALES

- Empresas e Instituciones
- Pozos de agua
- Avenidas
- Curvas de nivel
- Zona de Exclusión
- Área natural protegida
- Zona de Anortiguamiento
- Morro Solar
- Manzanas
- Distritos

Zona de Exclusión		
Vértice	Este	Norte
1	274 871	8 649 233
2	275 715	8 649 224
3	277 672	8 647 507
4	278 804	8 647 228
5	279 034	8 646 240
6	280 118	8 644 849
7	280 214	8 644 101
8	279 657	8 643 871
9	278 324	8 644 562
10	277 211	8 643 449
11	275 868	8 643 017
12	274 775	8 643 689
13	274 890	8 644 590
14	276 099	8 646 442
15	274 727	8 648 610

- LEYENDA**
- Submarino
 - PTAR La Chira
 - Zona de Exclusión



UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
 Facultad de Ingeniería Geográfica, Ambiental y Ecoturismo
 Escuela de Ingeniería Ambiental

MAPA: DILUCIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES

TESIS: "EVALUACIÓN DE LA HUELLA HÍDRICA DEL DISTRITO DE CHORRILLOS COMO UNA HERRAMIENTA DE GESTIÓN DE RECURSOS HÍDRICOS"

Escala: 1/25 000
 Datum Horizontal WGS84
 Proyección Transversal de Mercator
 Sistema de Coordenadas - UTM - Zona 18

Elaborado:	Fecha:	Mapa N°:
Bach. Aliaga Lazaro, Edgardo David	Junio 2018	07
Revisado por: Mg. Ing. Geog. Carmen Luz Ventura Barrera		
Fuente: SEDAPAL - (EGASE)		

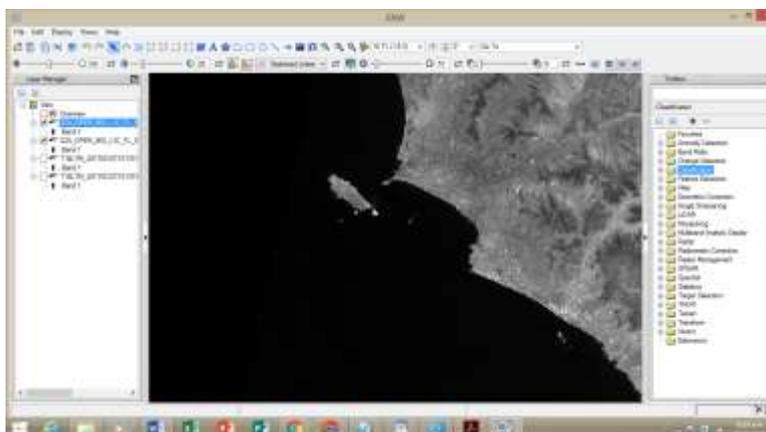
CAPÍTULO V

PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN

5.1. PROCESAMIENTOS DE IMÁGENES SATELITALES

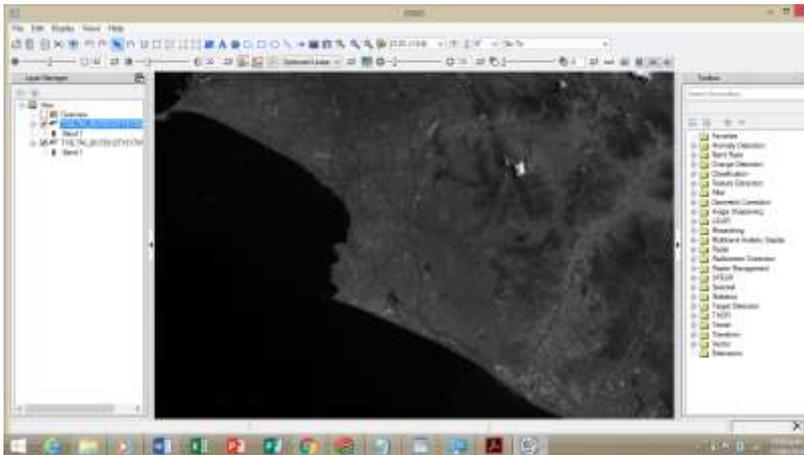
Las imágenes satelitales seleccionada para este trabajo son las Sentinel 2A, las cuales han sido procesadas en el software ENVI 5.0, dicho software nos permitirá determinar la cobertura vegetal del distrito de Chorrillos, mediante la clasificación no supervisada “Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI)”. Las imágenes satelitales seleccionadas son del mes de marzo para los años 2016 y 2017; las cuales no presentan interferencias y facilitara el procesamiento. Debido a la ubicación del lugar de estudio y a la calidad de la imagen Sentinel 2A, no se ha desarrollado un procesamiento de corrección de estas imágenes satelitales, solo se procedió a determinar el Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI), la cual nos permitirá determinar las áreas verdes del distrito de Chorrillos de los años mencionados. Una vez desarrollado la clasificación no supervisada se determinará las áreas verdes de los años 2016 y 2017; en la cual nos apoyaremos del software ArcGis 10.2.1 para la determinación de las áreas y conocer su variación.

Figura 11. Bandas 4 y 8 de la imagen Sentinel 2A del año 2016



Fuente: Elaboración Propia

Figura 12. Bandas 4 y 8 de la imagen Sentinel 2A del año 2017



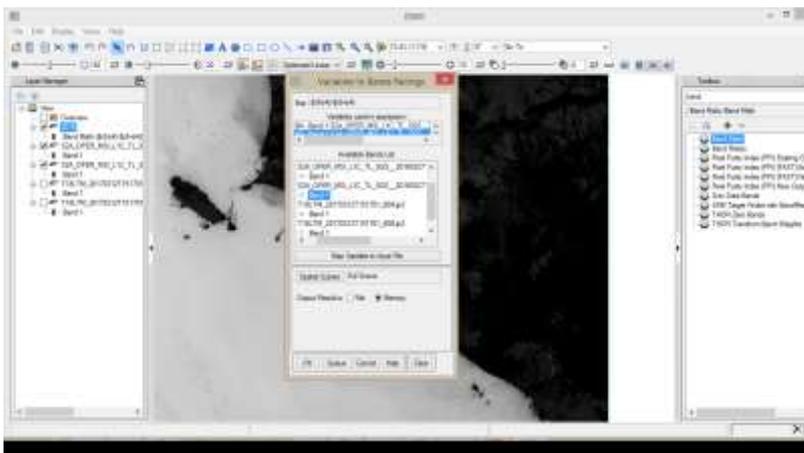
Fuente: Elaboración Propia

5.1.1. Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI)

Este método es utilizado para el cartografiado de superficies de cobertura vegetal; y su utilidad consiste en atenuar los detalles de otros elementos como el suelo, la iluminación, agua, etc., que podrían cartografiarse cuando se utilizan imágenes satelitales, el álgebra de bandas es el siguiente (Sentinel 2A):

$$\text{Normalized-Difference Vegetation Index, (NDVI)} = \frac{\text{Banda8} - \text{Banda4}}{\text{Banda8} + \text{Banda4}}$$

Figura 13. Aplicando el NDVI con las bandas 8 y 4 para el año 2016

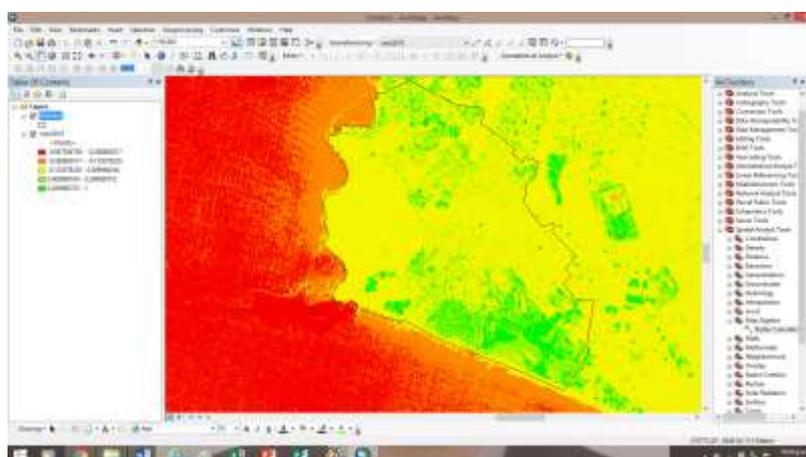


Fuente: Elaboración Propia

5.1.2. Variación de áreas verdes 2016 y 2017

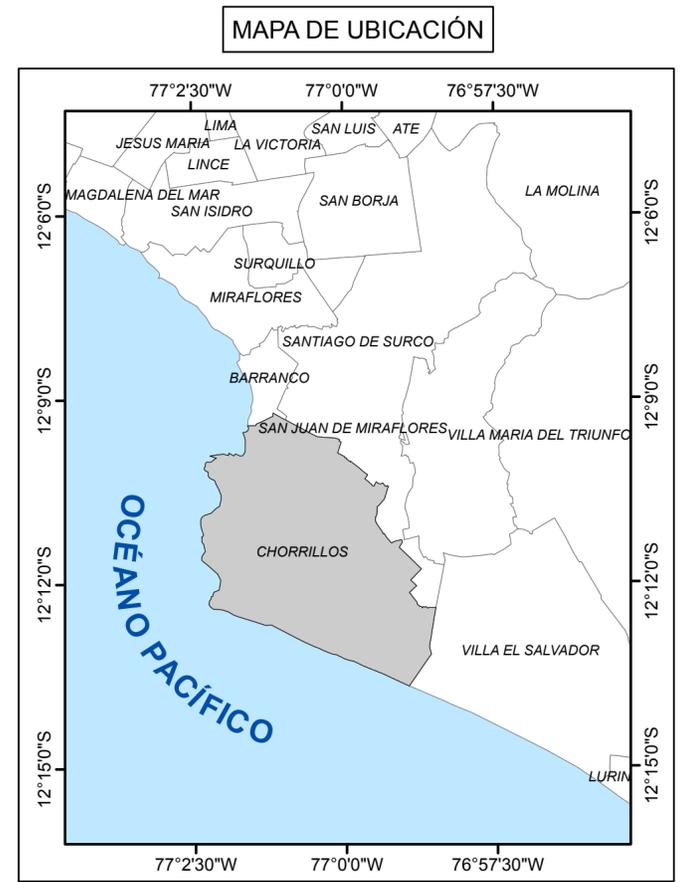
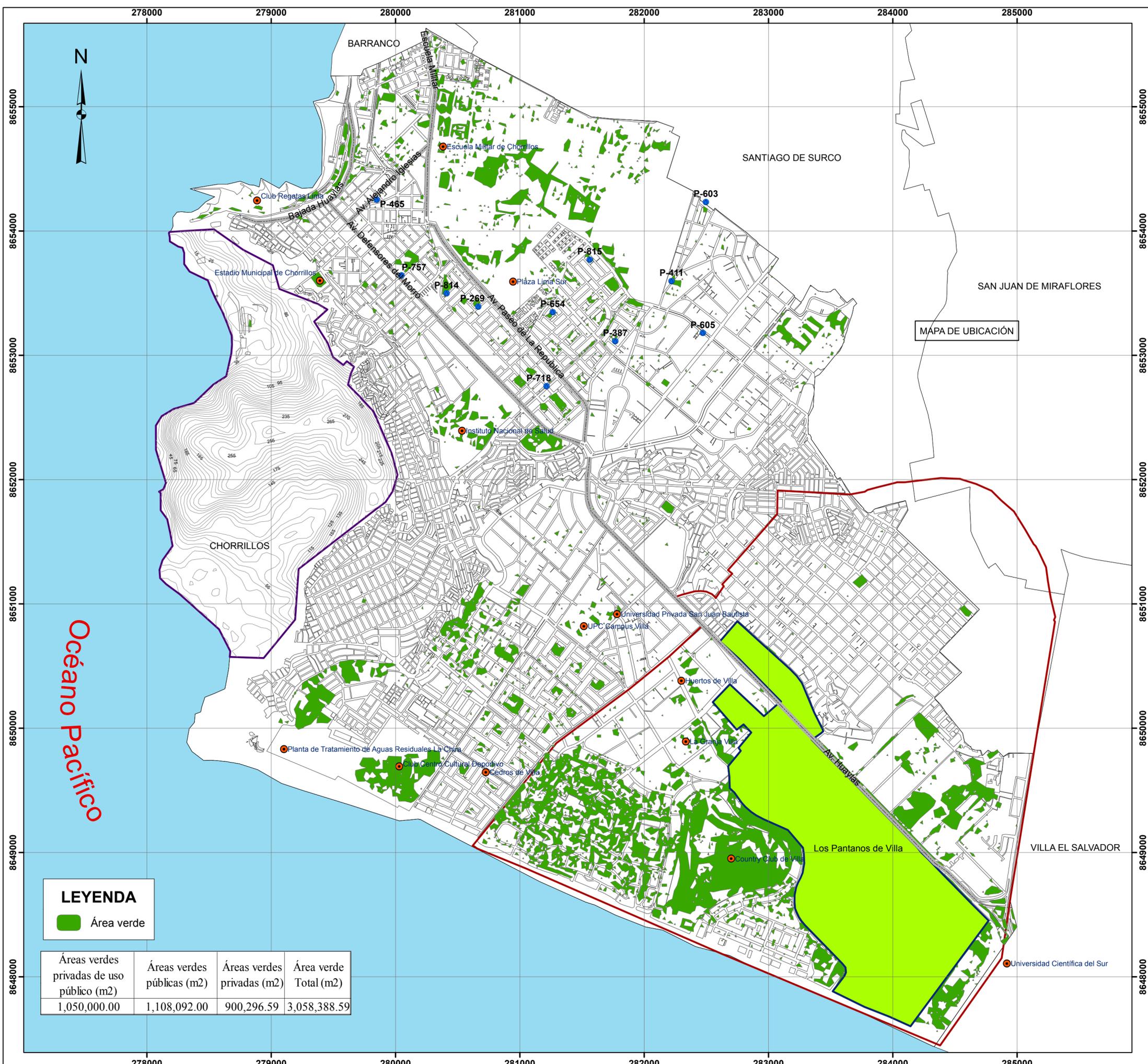
Una vez realizada el NDVI con las bandas 8 y 4 de las imágenes Sentinel 2A, se procede a trabajar dichos resultados en el software ArcGIS 10.2.1 (Ver Figura 13), el cual nos permitirá transformar la información de formato Raster a Shapefile. Para determinar el área de cobertura vegetal se realizó una clasificación (Ver Figura 13). Esto permitirá un mayor detalle para determinar mis áreas verdes, para este trabajo se han considerado los pixeles que contengan valores de $0.29 - 1$.

Figura 14. Identificación del área verde Total del distrito de chorrillos

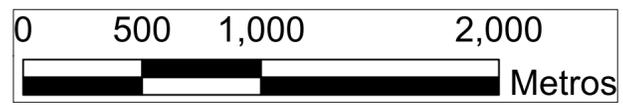


Fuente: Elaboración Propia

En este trabajo se ha considerado la cobertura vegetal como área verde, haciendo este énfasis se explica que la superficie del área verde determinado es la Total, la cual está compuesto por las superficies de las áreas verdes públicas, privadas de uso público y privadas. Las superficies de las áreas verdes públicas y privadas de uso público se tienen información, el cual el objetivo principal de capítulo es determinar la superficie del área verde privado y el cual se determinó para los años 2016 y 2017. Ver Mapa 8 y 9.



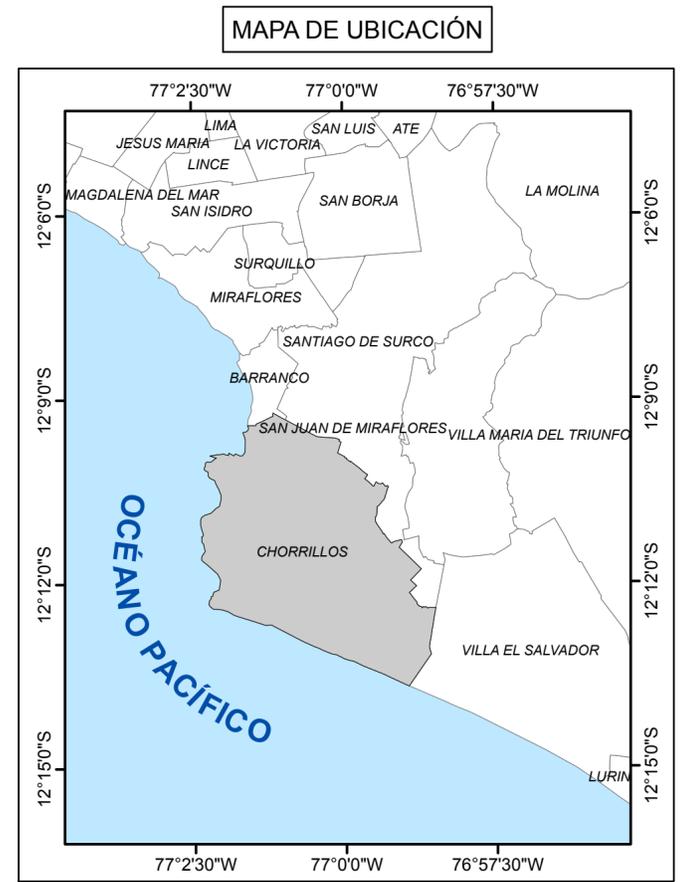
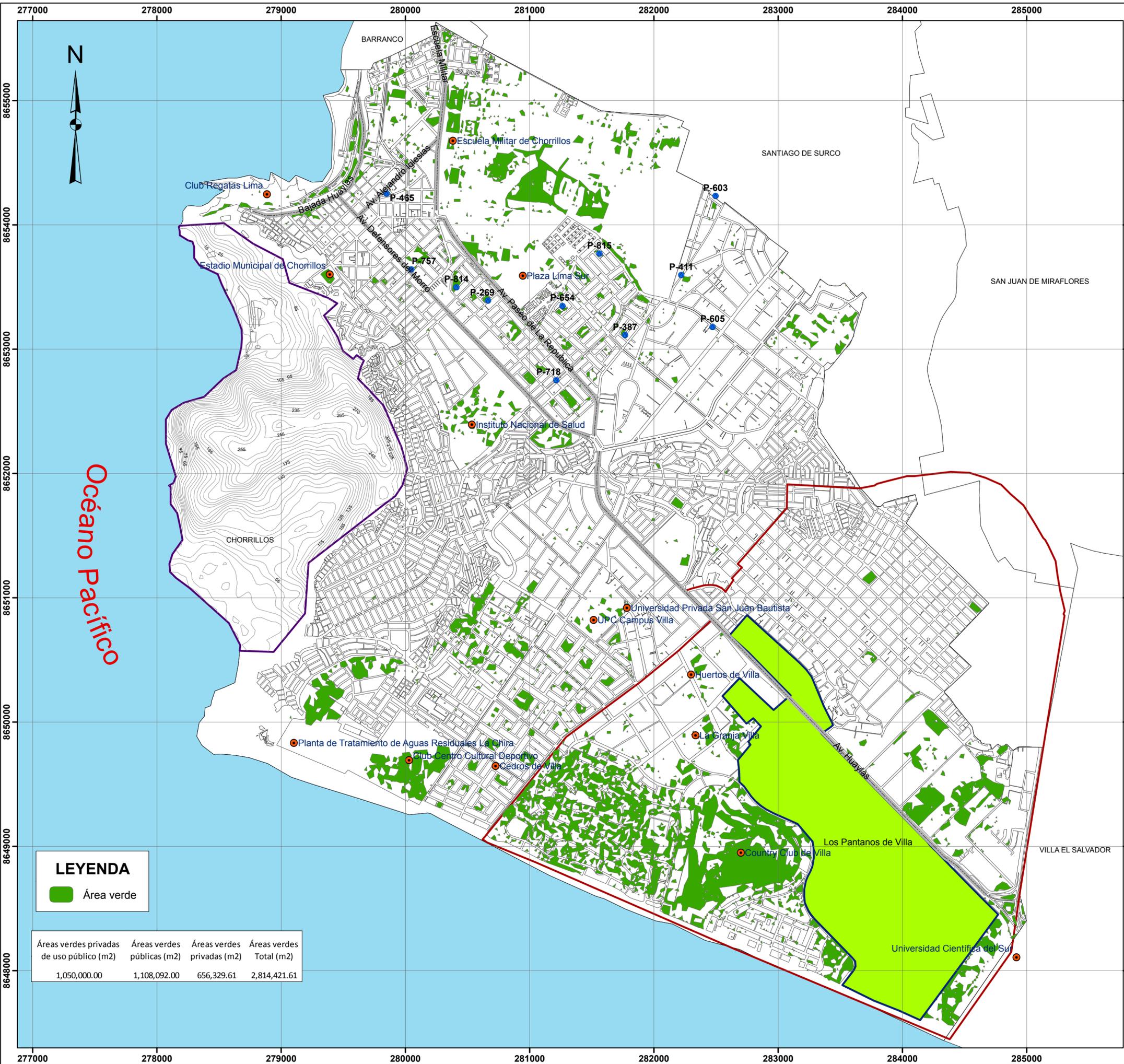
- SIGNOS CONVENCIONALES**
- Empresas e Instituciones
 - Pozos de agua
 - Avenidas
 - Curvas de nivel
 - Área natural protegida
 - Zona de Anotiguamiento
 - Morro Solar
 - Manzanas
 - Distritos



LEYENDA

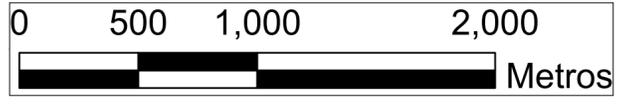
Área verde			
Áreas verdes privadas de uso público (m ²)	Áreas verdes públicas (m ²)	Áreas verdes privadas (m ²)	Área verde Total (m ²)
1,050,000.00	1,108,092.00	900,296.59	3,058,388.59

UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL Facultad de Ingeniería Geográfica, Ambiental y Ecoturismo Escuela de Ingeniería Ambiental		
MAPA: ÁREAS VERDES 2016		
TESIS: "EVALUACIÓN DE LA HUELLA HÍDRICA DEL DISTRITO DE CHORRILLOS COMO UNA HERRAMIENTA DE GESTIÓN DE RECURSOS HÍDRICOS"		
Escala: 1/21 000 Datum Horizontal WGS84 Proyección Transversal de Mercator Sistema de Coordenadas - UTM - Zona 18		
Elaborado:	Fecha:	Mapa N°:
Bach. Alaga Lazaro, Edgardo David	Junio 2018	08
Revisado por: Mg. Ing. Geog. Carmen Luz Ventura Barrera		
Fuente: Sentinel 2A - Elaboración Propia		



SIGNOS CONVENCIONALES

- Empresas e Instituciones
- Pozos de agua
-
-
-
-
-
-
-
-



LEYENDA

- Área verde

Áreas verdes privadas de uso público (m ²)	Áreas verdes públicas (m ²)	Áreas verdes privadas (m ²)	Áreas verdes Total (m ²)
1,050,000.00	1,108,092.00	656,329.61	2,814,421.61

UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
Facultad de Ingeniería Geográfica, Ambiental y Ecoturismo
Escuela de Ingeniería Ambiental

MAPA: ÁREAS VERDES 2017

TESIS: "EVALUACIÓN DE LA HUELLA HÍDRICA DEL DISTRITO DE CHORRILLOS COMO UNA HERRAMIENTA DE GESTIÓN DE RECURSOS HÍDRICOS"

Escala: 1/21 000
Datum Horizontal WGS84
Proyección Transversal de Mercator
Sistema de Coordenadas - UTM - Zona 18

Elaborado:	Fecha:	Mapa N°:
Bach. Aliaga Lazaro, Edgardo David	Junio 2018	09

Revisado por: Mg. Ing. Geog. Carmen Luz Ventura Barrera

Fuente: Sentinel 2A - Elaboración Propia

5.2. PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN METEOROLÓGICA

La estación meteorológica “Pantanos de Villa – 000624”, ubicada en el distrito de Chorrillos no se encuentra operativa desde el año 2006, ante esta limitación nos apoyamos de la información meteorológica mensual de un año normal que comprende un promedio de 20 años (período 1990–2010), dicha información se encontró en el Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto “Planta de Tratamiento de Aguas Residuales y Emisario Submarino – PTAR La Chira”. (Ver cuadro 24).

Tabla 24

Parámetros meteorológicos del distrito de Chorrillos

Meses	Temp. Min °C	Temp. Max °C	Precipitación mensual (mm)	HR %	Viento m/s	Insolación horas
Ene	21.2	23.6	8	81	6.2	0.3
Feb	20.8	25	0.1	80	6.7	2.5
Mar	19.2	25.6	0.2	81	7.2	4.4
Abr	15.3	25.1	0	82	7.8	6.7
May	11.5	23.9	0.2	85	8	8.1
Jun	10.7	22.5	0.5	84	8.3	7.6
Jul	12.4	21.2	0.6	82	8.3	5.7
Ago	12.7	20.3	0.9	82	8.3	5
Set	12.9	19.9	0.4	83	8.3	4.7
Oct	14.5	19.9	0.2	82	7.7	3.5
Nov	16.5	20.5	0	81	7.1	2.2
Dic	18.9	21.9	2.9	81	6.5	1.1

Nota: El parámetro meteorológico radiación solar se determinó mediante el programa CROPWAT 8.0
Fuente: Estudio de Impacto Ambiental del proyecto “Planta de Tratamiento de Aguas Residuales y Emisario Submarino – PTAR La Chira

La evapotranspiración de referencia (ET_o) mensual de los años 2016 y 2017. Se calculó mediante el procesamiento de la información meteorológica en el programa CROPWAT 8.0. (Ver Figura 15)

Figura 15. Determinación de la Evapotranspiración de Referencia (ET_o) mediante el programa CROPWAT 8.0

ET _o Penman-Monteith Mensual - untitled							
País	Peru			Estación	Pantanos de Villa		
Altitud	5	m.	Latitud	12.21	°S	Longitud	76.98 °E
Mes	Temp Min	Temp Max	Humedad	Viento	Insolación	Rad	ET _o
	°C	°C	%	m/s	horas	MJ/m ² /día	mm/día
Enero	21.2	23.6	81	6.2	0.3	10.5	3.09
Febrero	20.8	25.0	80	6.7	2.5	13.9	3.68
Marzo	19.2	25.6	81	7.2	4.4	16.2	3.87
Abril	15.3	25.1	82	7.8	6.7	18.1	3.83
Mayo	11.5	23.9	85	8.0	8.1	18.2	3.36
Junio	10.7	22.5	84	8.3	7.6	16.5	3.07
Julio	12.4	21.2	82	8.3	5.7	14.5	2.93
Agosto	12.7	20.3	82	8.3	5.0	15.0	2.92
Septiembre	12.9	19.9	83	8.3	4.7	16.1	2.91
Octubre	14.5	19.9	82	7.7	3.5	15.2	2.97
Noviembre	16.5	20.5	81	7.1	2.2	13.4	3.01
Diciembre	18.9	21.9	81	6.5	1.1	11.7	3.01
Promedio	15.6	22.4	82	7.5	4.3	14.9	3.22

Fuente: Elaboración Propia

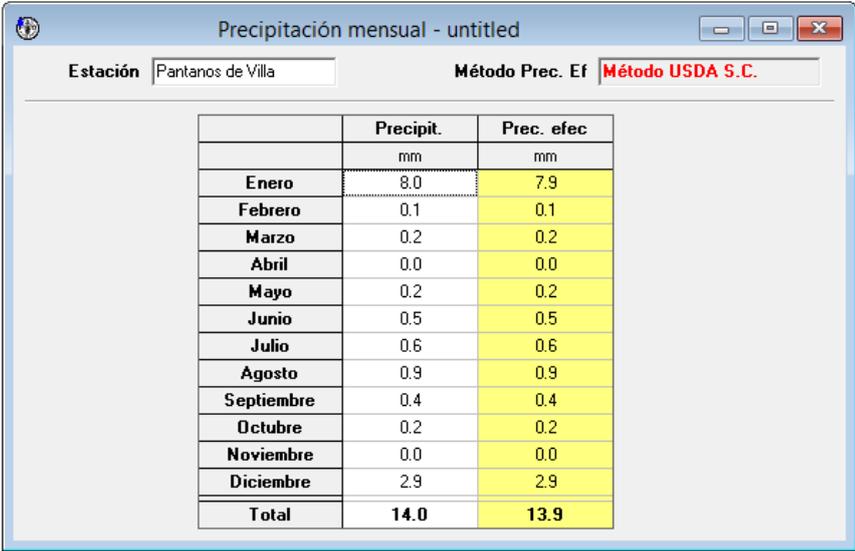
El cálculo de la Huella Hídrica verde está directamente relacionado con la precipitación efectiva, existiendo dos opciones de fórmula están basadas en el método de precipitación efectiva del Servicio de Conservación de Suelos del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA SCS), método utilizado por la WFN:

$$a) Pe = Pt \left(125 - \left(\frac{0.2 \times Pt}{125} \right) \right); \text{ para } Pt < 250 \text{ mm}$$

$$b) Pe = (125 + (0.1 \times Pt)); \text{ para } Pt > 250 \text{ mm}$$

Otra forma de determinarlo es mediante el programa CROPWAT 8.0, el cual nos permite determinar el método e insertar los valores de la precipitación mensual, determinándonos la precipitación efectiva para cada mes (Ver Figura 15). Estos valores multiplicándolos con el área de las áreas verdes (privadas, públicas y privadas de uso público) nos determina la Huella Hídrica verde.

Figura 16. Determinación de la Precipitación Efectiva mediante el programa CROPWAT 8.0



The screenshot shows the 'Precipitación mensual - untitled' window in CROPWAT 8.0. The 'Estación' field is set to 'Pantanos de Villa' and the 'Método Prec. Ef' is set to 'Método USDA S.C.'. A table displays the following data:

	Precipit.	Prec. efec
	mm	mm
Enero	8.0	7.9
Febrero	0.1	0.1
Marzo	0.2	0.2
Abril	0.0	0.0
Mayo	0.2	0.2
Junio	0.5	0.5
Julio	0.6	0.6
Agosto	0.9	0.9
Septiembre	0.4	0.4
Octubre	0.2	0.2
Noviembre	0.0	0.0
Diciembre	2.9	2.9
Total	14.0	13.9

Fuente: Elaboración Propia

CAPÍTULO VI

RESULTADOS Y ANÁLISIS

En el presente capítulo se presentará los resultados obtenidos de los cálculos realizados a los distintos sectores usuarios de la Empresa SEDAPAL del distrito de Chorrillos, las cuales fueron desarrolladas mediante la metodología propuesta en el capítulo IV. Posteriormente se realizará el análisis de sostenibilidad de acuerdo a los resultados obtenidos.

6.1. RESULTADO

6.1.1. Huella hídrica total sectorial

Se calculará la Huella Hídrica total de cada sector evaluado de acuerdo a su aprovechamiento de agua de precipitación, volumen de agua fresca consumida y volumen de agua contaminado. Dicho procedimiento se detalla en el Anexo 02.

6.1.1.1. *Huella hídrica residencial*

Se sumará la Huella Hídrica verde + Huella Hídrica azul + Huella Hídrica gris del sector durante los años 2016 y 2017. Ver Tabla 25 y 26.

Tabla 25

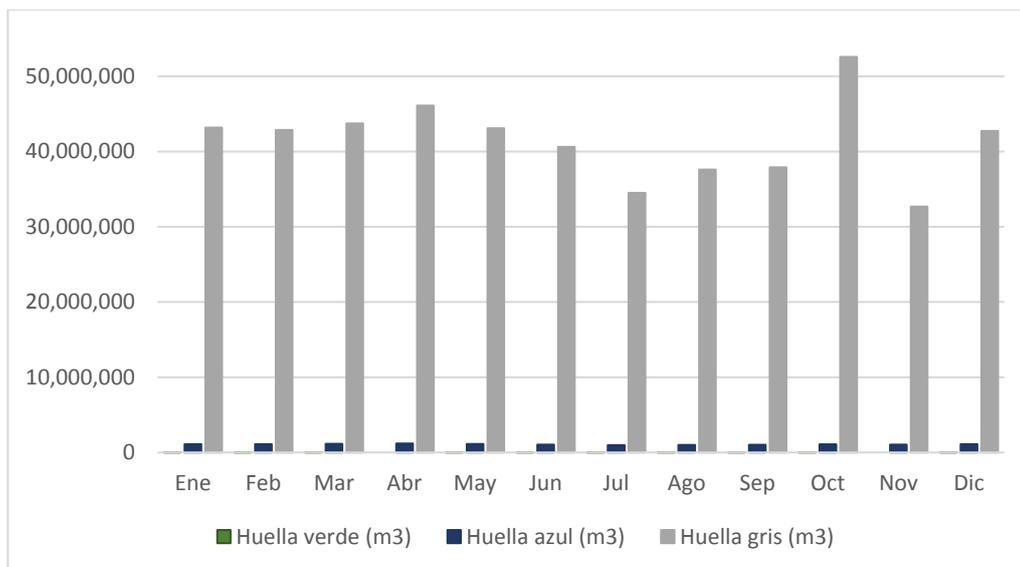
Huella hídrica residencial año 2016

Meses	Huella hídrica verde (m ³)	Huella hídrica azul (m ³)	Huella hídrica gris (m ³)	Huella hídrica residencial Total (m ³)
Ene	7,110.18	1,097,154.68	43,179,098.23	44,283,363.09
Feb	90.02	1,106,140.58	42,876,046.89	43,982,277.49
Mar	180	1,137,559.08	43,742,269.66	44,880,008.74
Abr	0	1,189,757.08	46,109,059.08	47,298,816.16
May	180	1,109,458.66	43,108,570.33	44,218,208.99
Jun	449.79	1,039,867.06	40,608,841.16	41,649,158.01
Jul	539.66	961,293.78	34,512,052.91	35,473,886.35
Ago	809.1	999,717.93	37,603,777.90	38,604,304.93
Sep	359.89	1,021,402.89	37,891,233.86	38,912,996.64
Oct	180	1,078,698.68	52,581,735.60	53,660,614.28

Meses	Huella hídrica verde (m ³)	Huella hídrica azul (m ³)	Huella hídrica gris (m ³)	Huella hídrica residencial Total (m ³)
Nov	0	1,035,202.22	32,675,648.61	33,710,850.83
Dic	2,598.75	1,106,700.18	42,738,400.01	43,847,698.94
Total	12,497.39	12,882,952.82	497,626,734.24	510,522,184.45

Fuente: Elaboración Propia

Figura 17. Volumen de agua fresca usada por el sector residencial en el año 2016



Fuente: Elaboración Propia

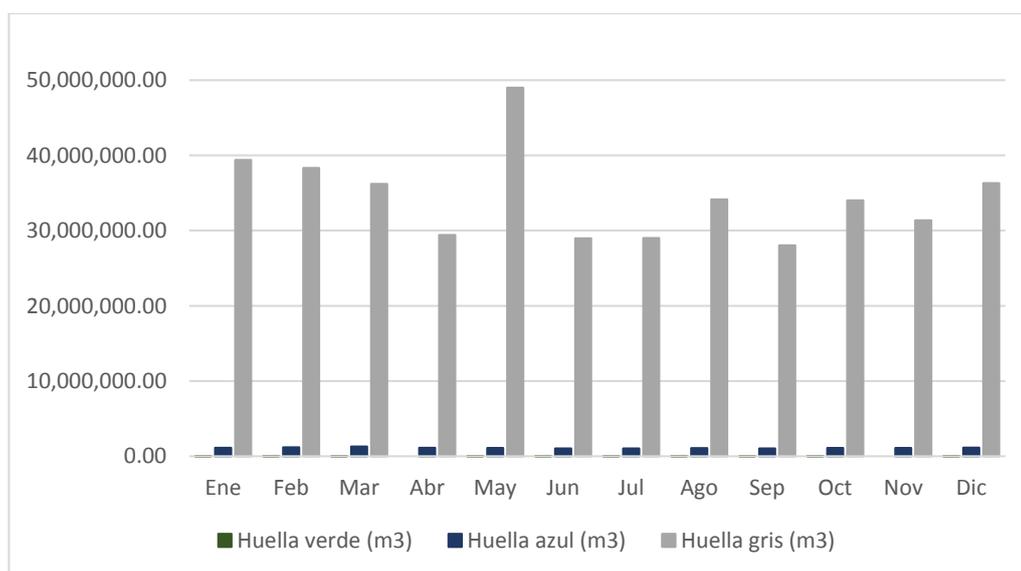
Tabla 26

Huella hídrica residencial año 2017

Meses	Huella hídrica verde (m ³)	Huella hídrica azul (m ³)	Huella hídrica gris (m ³)	Huella hídrica residencial Total (m ³)
Ene	5,183.43	1,122,889.14	39,396,011.08	40,524,083.65
Feb	65.62	1,195,181.06	38,340,780.04	39,536,026.72
Mar	131.22	1,287,161.34	36,205,796.28	37,493,088.84
Abr	0	1,119,530.23	29,409,443.85	30,528,974.08
May	131.22	1,111,361.06	49,016,414.23	50,127,906.51
Jun	327.9	1,034,637.18	28,968,875.07	30,003,840.15
Jul	393.42	1,034,333.12	29,011,969.53	30,046,696.07
Ago	589.85	1,077,941.99	34,152,794.97	35,231,326.81
Sep	262.36	1,047,638.63	28,025,893.42	29,073,794.41
Oct	131.22	1,108,308.45	34,028,707.30	35,137,146.97
Nov	0	1,105,156.02	31,373,935.49	32,479,091.51
Dic	1,894.52	1,146,266.16	36,305,089.54	37,453,250.22
Total	9,110.76	13,390,404.38	414,235,710.79	427,635,225.93

Fuente: Elaboración Propia

Figura 18. Volumen de agua fresca usada por el sector residencial en el año 2017



Fuente: Elaboración Propia

6.1.1.2. Huella hídrica comercial

Se sumará la Huella Hídrica verde + Huella Hídrica azul + Huella Hídrica gris del sector durante los años 2016 y 2017. Ver Tabla 27 y 28.

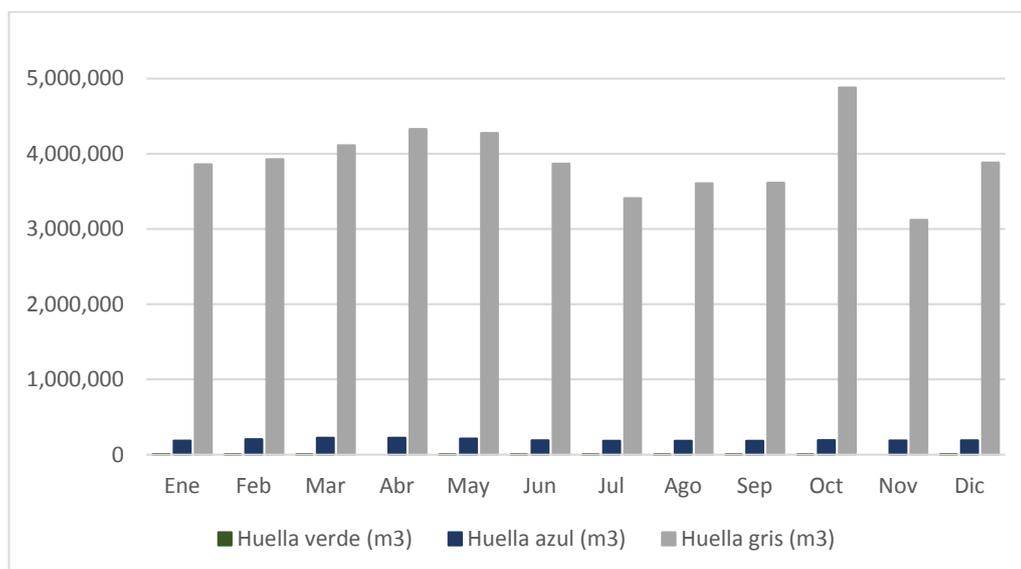
Tabla 27

Huella hídrica comercial año 2016

Meses	Huella hídrica verde (m³)	Huella hídrica azul (m³)	Huella hídrica gris (m³)	Huella hídrica comercial Total (m³)
Ene	8,292.48	185,479.07	3,860,014.65	4,053,786.20
Feb	104.98	205,834.41	3,927,552.19	4,133,491.58
Mar	209.93	223,230.72	4,112,999.34	4,336,439.99
Abr	0	224,414.50	4,329,111.92	4,553,526.42
May	209.93	212,622.27	4,275,775.01	4,488,607.21
Jun	524.58	189,984.92	3,867,810.70	4,058,320.20
Jul	629.4	183,948.95	3,410,359.65	3,594,938.00
Ago	943.64	184,643.76	3,606,731.81	3,792,319.21
Sep	419.73	184,156.77	3,615,145.40	3,799,721.90
Oct	209.93	191,685.22	4,881,560.15	5,073,455.30
Nov	0	188,739.50	3,121,954.04	3,310,693.54
Dic	3,030.87	190,819.08	3,883,596.68	4,077,446.63
Total	14,575.47	2,365,558.16	46,892,611.55	49,272,745.18

Fuente: Elaboración Propia

Figura 19. Volumen de agua fresca usada por el sector comercial en el año 2016



Fuente: Elaboración Propia

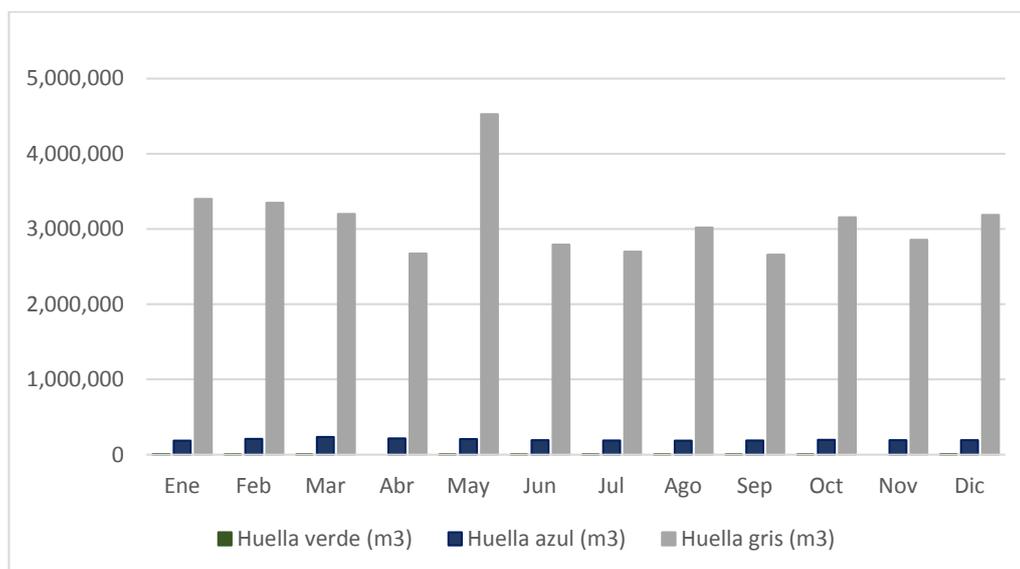
Tabla 28

Huella hídrica comercial año 2017

Meses	Huella hídrica verde (m³)	Huella hídrica azul (m³)	Huella hídrica gris (m³)	Huella hídrica comercial Total (m³)
Ene	8,292.48	186,269.07	3,400,259.43	3,594,820.98
Feb	104.98	209,165.41	3,347,437.81	3,556,708.20
Mar	209.93	234,140.72	3,200,734.35	3,435,085.00
Abr	0	216,140.50	2,673,683.91	2,889,824.41
May	209.93	207,297.27	4,526,299.24	4,733,806.44
Jun	524.58	192,806.92	2,791,419.39	2,984,750.89
Jul	629.4	187,870.95	2,698,669.88	2,887,170.23
Ago	943.64	186,515.76	3,018,384.04	3,205,843.44
Sep	419.73	188,368.77	2,657,631.47	2,846,419.97
Oct	209.93	196,732.22	3,154,785.99	3,351,728.14
Nov	0	193,048.50	2,855,964.76	3,049,013.26
Dic	3,030.87	193,089.08	3,186,898.94	3,383,018.89
Total	14,575.47	2,391,445.17	37,512,169.21	39,918,189.85

Fuente: Elaboración Propia

Figura 20. Volumen de agua fresca usada por el sector comercial en el año 2017



Fuente: Elaboración Propia

6.1.1.3. Huella hídrica industrial

Se sumará la Huella Hídrica azul + Huella Hídrica gris del sector durante los años 2016 y 2017. Ver Tabla 29 y 30.

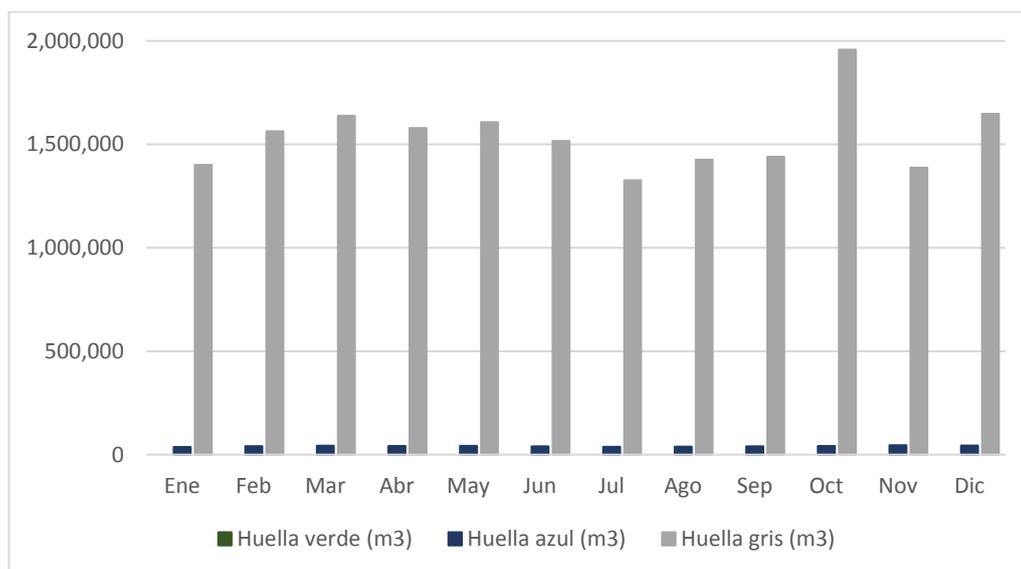
Tabla 29

Huella hídrica industrial año 2016

Meses	Huella hídrica verde (m³)	Huella hídrica azul (m³)	Huella hídrica gris (m³)	Huella hídrica industrial Total (m³)
Ene	---	36,616	1,400,891.84	1,437,507.84
Feb	---	40,882	1,563,621.38	1,604,503.38
Mar	---	42,847	1,638,509.09	1,681,356.09
Abr	---	41,289	1,579,180.86	1,620,469.86
May	---	42,028	1,607,527.85	1,649,555.85
Jun	---	39,643	1,516,460.27	1,556,103.27
Jul	---	37,527	1,326,380.25	1,363,907.25
Ago	---	38,642	1,425,635.77	1,464,277.77
Sep	---	39,718	1,439,513.81	1,479,231.81
Oct	---	41,107	1,957,849.37	1,998,956.37
Nov	---	44,913	1,387,674.47	1,432,587.47
Dic	---	43,799	1,647,301.82	1,691,100.82
Total	---	489,011	18,490,546.78	18,979,557.78

Fuente: Elaboración Propia

Figura 21. Volumen de agua fresca usada por el sector industrial en el año 2016



Fuente: Elaboración Propia

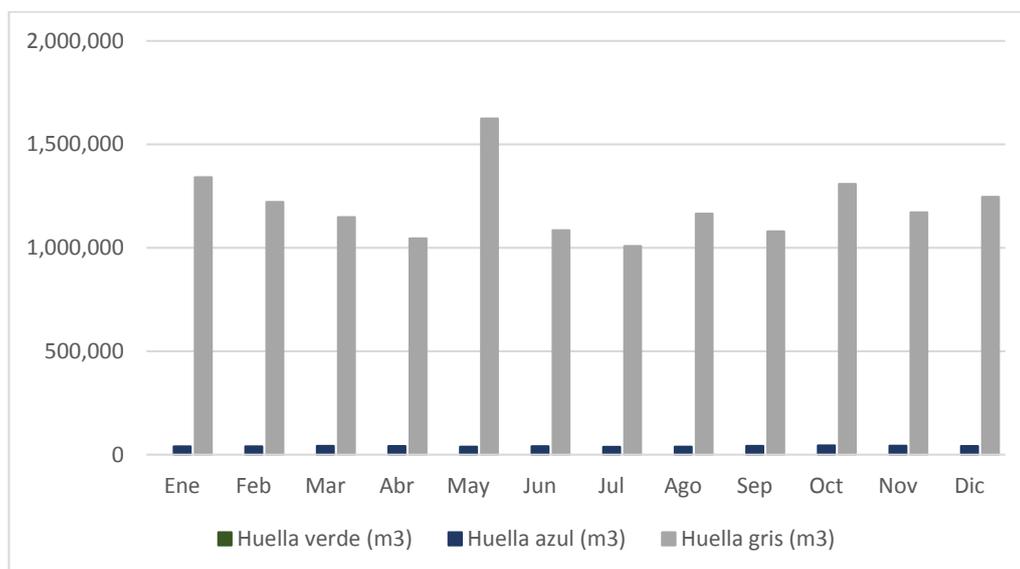
Tabla 30

Huella hídrica industrial año 2017

Meses	Huella hídrica verde (m³)	Huella hídrica azul (m³)	Huella hídrica gris (m³)	Huella hídrica industrial Total (m³)
Ene	---	40,096	1,341,058.20	1,381,154.20
Feb	---	39,731	1,221,556.80	1,261,287.80
Mar	---	42,412	1,148,320.56	1,190,732.56
Abr	---	41,103	1,045,604.98	1,086,707.98
May	---	38,260	1,624,777.14	1,663,037.14
Jun	---	40,380	1,085,188.68	1,125,568.68
Jul	---	37,479	1,008,198.29	1,045,677.29
Ago	---	38,435	1,164,890.84	1,203,325.84
Sep	---	42,194	1,079,662.16	1,121,856.16
Oct	---	44,562	1,308,667.92	1,353,229.92
Nov	---	43,166	1,171,259.74	1,214,425.74
Dic	---	41,249	1,246,310.08	1,287,559.08
Total	---	489,067	14,445,495.40	14,934,562.40

Fuente: Elaboración Propia

Figura 22. Volumen de agua fresca usada por el sector industrial en el año 2017



Fuente: Elaboración Propia

6.1.1.4. Huella hídrica público

Se sumará la Huella Hídrica verde + Huella Hídrica azul + Huella Hídrica gris del sector durante los años 2016 y 2017. Ver Tabla 31 y 32.

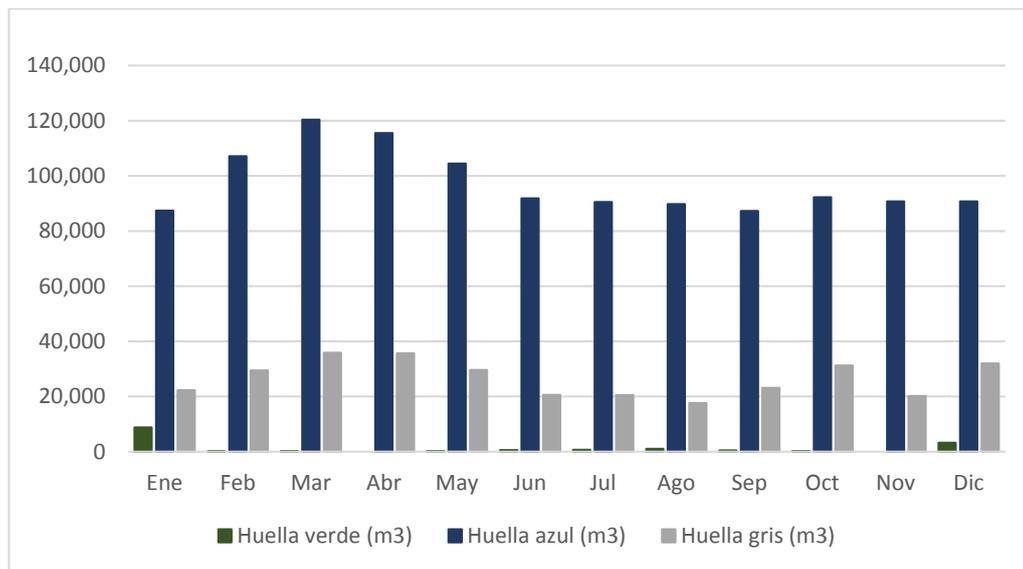
Tabla 31

Huella hídrica público año 2016

Meses	Huella hídrica verde (m³)	Huella hídrica azul (m³)	Huella hídrica gris (m³)	Huella hídrica público Total (m³)
Ene	8,751.27	87,373.45	22,244.15	118,368.87
Feb	110.79	107,106.23	29,413.01	136,630.03
Mar	221.55	120,382.47	35,872.76	156,476.78
Abr	0	115,541.79	35,654.24	151,196.03
May	221.55	104,447.43	29,601.26	134,270.24
Jun	553.6	91,847.14	20,595.93	112,996.67
Jul	664.22	90,513.98	20,549.74	111,727.94
Ago	995.85	89,767.19	17,628.81	108,391.85
Sep	442.95	87,272.84	23,126.33	110,842.12
Oct	221.55	92,269.28	31,228.51	123,719.34
Nov	0	90,722.64	20,167.74	110,890.38
Dic	3,198.56	90,728.90	32,010.49	125,937.95
Total	15,381.89	1,167,973.34	318,092.98	1,501,448.21

Fuente: Elaboración Propia

Figura 23. Volumen de agua fresca usada por el sector público en el año 2016



Fuente: Elaboración Propia

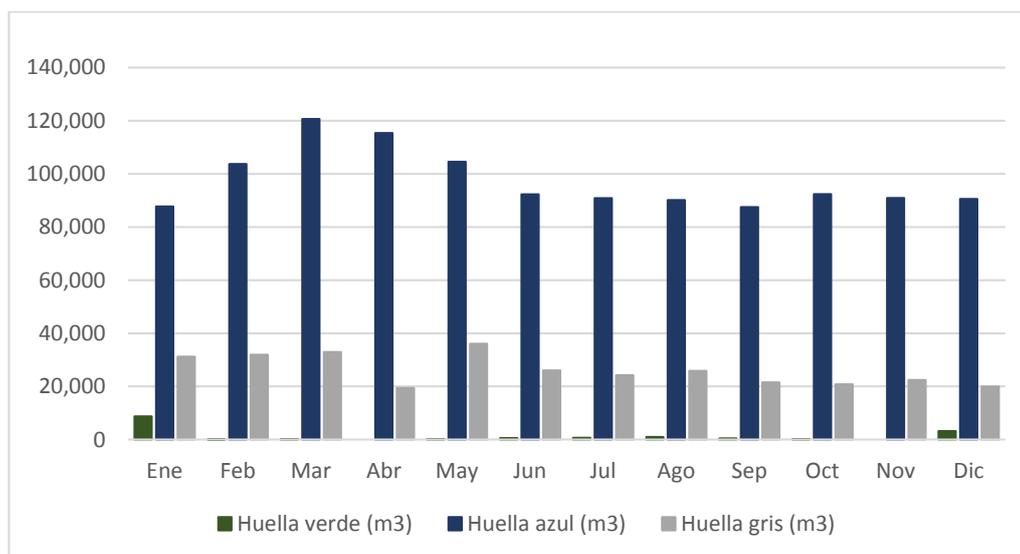
Tabla 32

Huella hídrica público año 2017

Meses	Huella hídrica verde (m³)	Huella hídrica azul (m³)	Huella hídrica gris (m³)	Huella hídrica azul público Total (m³)
Ene	8,751.27	87,732.45	31,178.85	127,662.57
Feb	110.79	103,711.23	31,906.11	135,728.13
Mar	221.55	120,667.47	32,938.89	153,827.91
Abr	0	115,369.79	19,438.65	134,808.44
May	221.55	104,524.43	36,060.67	140,806.65
Jun	553.6	92,288.14	26,050.48	118,892.22
Jul	664.22	90,839.98	24,209.33	115,713.53
Ago	995.85	90,150.19	25,824.99	116,971.03
Sep	442.95	87,481.84	21,553.09	109,477.88
Oct	221.55	92,323.28	20,805.01	113,349.84
Nov	0	90,899.64	22,404.40	113,304.04
Dic	3,198.56	90,534.90	19,987.87	113,721.33
Total	15,381.89	1,166,523.34	312,358.35	1,494,263.58

Fuente: Elaboración Propia

Figura 24. Volumen de agua fresca usada por el sector público en el año 2017



Fuente: Elaboración Propia

6.1.2. Huella hídrica total

Se sumará todas las huellas hídricas sectoriales y se determinará la huella hídrica total del distrito de Chorrillos de los años 2016 y 2017, para su posterior interpretación.

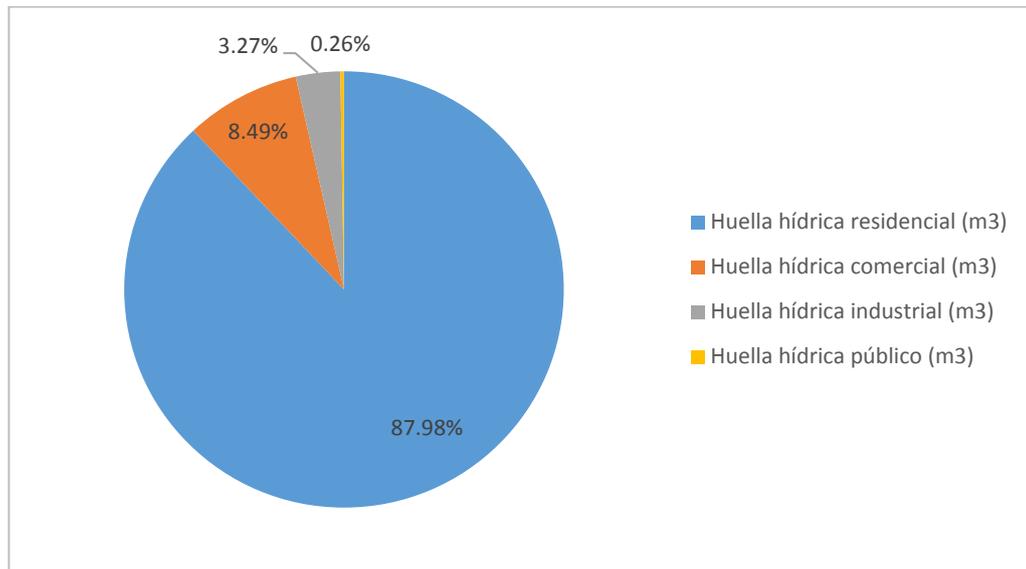
Tabla 33

Huella hídrica total del distrito de Chorrillos año 2016

Meses	Huella hídrica residencial (m³)	Huella hídrica comercial (m³)	Huella hídrica industrial (m³)	Huella hídrica público (m³)	Huella hídrica Total (m³)
Ene	44,283,363.09	4,053,786.20	1,437,507.84	118,368.87	49,893,026.00
Feb	43,982,277.49	4,133,491.58	1,604,503.38	136,630.03	49,856,902.48
Mar	44,880,008.74	4,336,439.99	1,681,356.09	156,476.78	51,054,281.60
Abr	47,298,816.16	4,553,526.42	1,620,469.86	151,196.03	53,624,008.47
May	44,218,208.99	4,488,607.21	1,649,555.85	134,270.24	50,490,642.29
Jun	41,649,158.01	4,058,320.20	1,556,103.27	112,996.67	47,376,578.15
Jul	35,473,886.35	3,594,938.00	1,363,907.25	111,727.94	40,544,459.54
Ago	38,604,304.93	3,792,319.21	1,464,277.77	108,391.85	43,969,293.76
Sep	38,912,996.64	3,799,721.90	1,479,231.81	110,842.12	44,302,792.47
Oct	53,660,614.28	5,073,455.30	1,998,956.37	123,719.34	60,856,745.29
Nov	33,710,850.83	3,310,693.54	1,432,587.47	110,890.38	38,565,022.22
Dic	43,847,698.94	4,077,446.63	1,691,100.82	125,937.95	49,742,184.34
Total	510,522,184.45	49,272,746.18	18,979,557.78	1,501,448.20	580,275,936.61

Fuente: Elaboración Propia

Figura 25. Porcentaje de contribución por cada sector en la huella hídrica del año 2016



Fuente: Elaboración Propia

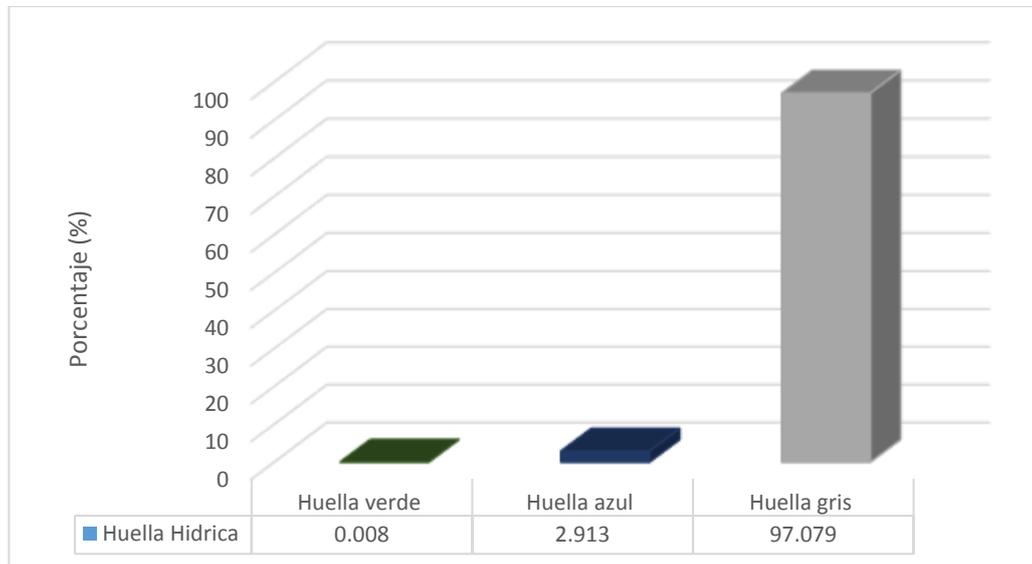
Tabla 34

Contribución de las huellas hídricas verde, azul y gris, en la huella hídrica total año 2016

Meses	Huella hídrica verde (m ³)	%	Huella hídrica azul (m ³)	%	Huella hídrica gris (m ³)	%	Huella hídrica total (m ³)
Ene	24,153.93	0.049	1,406,623.20	2.819	48,462,248.87	97.132	49,893,026.00
Feb	305.79	0.001	1,459,963.22	2.928	48,396,633.47	97.071	49,856,902.48
Mar	611.48	0.001	1,524,019.27	2.985	49,529,650.85	97.014	51,054,281.60
Abr	0.00	0	1,571,002.37	2.93	52,053,006.10	97.07	53,624,008.47
May	611.48	0.001	1,468,556.36	2.909	49,021,474.45	97.09	50,490,642.29
Jun	1,527.97	0.004	1,361,342.12	2.873	46,013,708.06	97.123	47,376,578.15
Jul	1,833.28	0.005	1,273,283.71	3.14	39,269,342.55	96.855	40,544,459.54
Ago	2,748.59	0.006	1,312,770.88	2.986	42,653,774.29	97.008	43,969,293.76
Sep	1,222.57	0.003	1,332,550.50	3.008	42,969,019.40	96.989	44,302,792.47
Oct	611.48	0.001	1,403,760.18	2.307	59,452,373.63	97.692	60,856,745.29
Nov	0.00	0	1,359,577.36	3.525	37,205,444.86	96.475	38,565,022.22
Dic	8,828.18	0.018	1,432,047.16	2.879	48,301,309.00	97.103	49,742,184.34
Total	42,454.75	0.008	16,905,496.33	2.913	563,327,985.53	97.079	580,275,936.61

Fuente: Elaboración Propia

Figura 26. Porcentaje de contribución de las Huellas hídricas verde, azul y gris, en la huella hídrica total año 2016



Fuente: Elaboración Propia

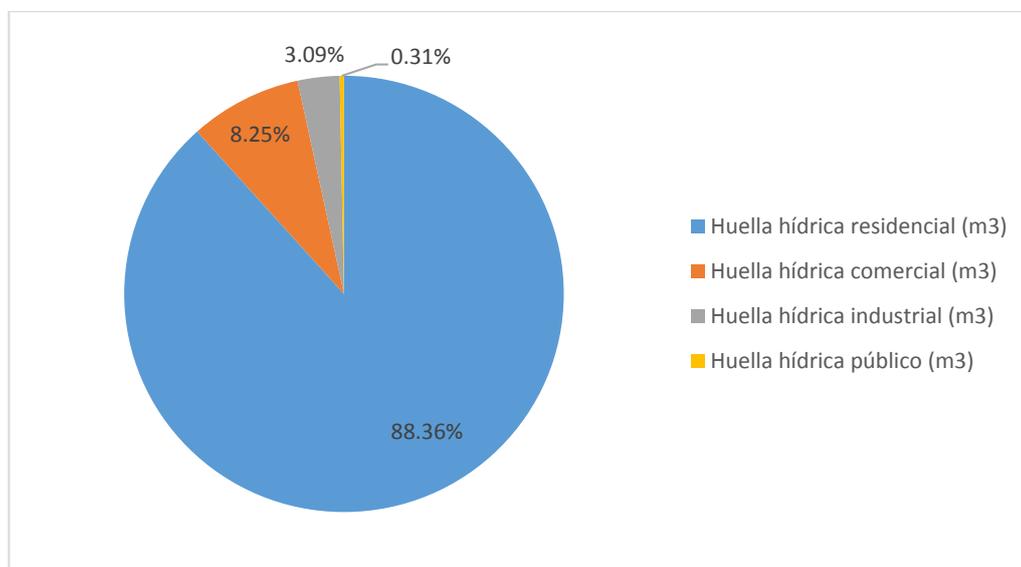
Tabla 35

Huella hídrica total del distrito de Chorrillos año 2017

Meses	Huella hídrica residencial (m ³)	Huella hídrica comercial (m ³)	Huella hídrica industrial (m ³)	Huella hídrica público (m ³)	Huella hídrica Total (m ³)
Ene	40,524,083.65	3,594,820.98	1,381,154.20	127,662.57	45,627,721.39
Feb	39,536,026.72	3,556,708.20	1,261,287.80	135,728.13	44,489,750.86
Mar	37,493,088.84	3,435,085.00	1,190,732.56	153,827.91	42,272,734.31
Abr	30,528,974.08	2,889,824.41	1,086,707.98	134,808.44	34,640,314.90
May	50,127,906.51	4,733,806.44	1,663,037.14	140,806.65	56,665,556.75
Jun	30,003,840.15	2,984,750.89	1,125,568.68	118,892.22	34,233,051.94
Jul	30,046,696.07	2,887,170.23	1,045,677.29	115,713.53	34,095,257.12
Ago	35,231,326.81	3,205,843.44	1,203,325.84	116,971.03	39,757,467.12
Sep	29,073,794.41	2,846,419.97	1,121,856.16	109,477.88	33,151,548.42
Oct	35,137,146.97	3,351,728.14	1,353,229.92	113,349.84	39,955,454.87
Nov	32,479,091.51	3,049,013.26	1,214,425.74	113,304.04	36,855,834.55
Dic	37,453,250.22	3,383,018.89	1,287,559.08	113,721.33	42,237,549.51
Total	427,635,225.93	39,918,189.85	14,934,562.40	1,494,263.58	483,982,241.76

Fuente: Elaboración Propia

Figura 27. Porcentaje de contribución por cada sector en la huella hídrica del año 2017



Fuente: Elaboración Propia

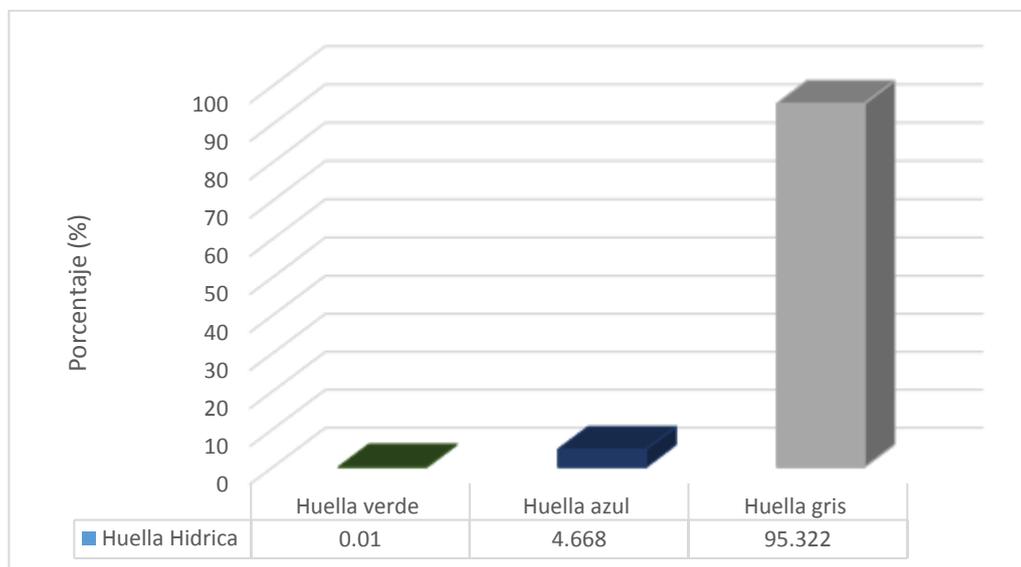
Tabla 36

Contribución de las huellas hídricas verde, azul y gris, en la huella hídrica total año 2017

Meses	Huella hídrica verde (m ³)	%	Huella hídrica azul (m ³)	%	Huella hídrica gris (m ³)	%	Huella hídrica total (m ³)
Ene	22,227.18	0.049	1,436,986.66	3.149	44,168,507.55	96.802	45,627,721.39
Feb	281.39	0.001	1,547,788.70	3.479	42,941,680.77	96.52	44,489,750.86
Mar	562.7	0.001	1,684,381.53	3.985	40,587,790.08	96.014	42,272,734.31
Abr	-	-	1,492,143.52	4.308	33,148,171.38	95.692	34,640,314.90
May	562.7	0.001	1,461,442.76	2.719	55,203,551.29	97.280	56,665,556.75
Jun	1,406.08	0.004	1,360,112.24	3.973	32,871,533.62	96.023	34,233,051.94
Jul	1,687.04	0.005	1,350,523.05	3.961	32,743,047.03	96.034	34,095,257.12
Ago	2,529.34	0.006	1,393,042.94	3.504	38,361,894.84	96.49	39,757,467.12
Sep	1,125.04	0.003	1,365,683.24	4.12	31,784,740.14	95.877	33,151,548.42
Oct	562.7	0.001	1,441,925.95	3.609	38,512,966.22	96.39	39,955,454.87
Nov	-	-	1,432,270.16	3.886	35,423,564.39	96.114	36,855,834.55
Dic	8,123.95	0.019	1,471,139.14	3.483	40,758,286.42	96.498	42,237,549.51
Total	39,068.12	0.008	17,437,439.89	3.603	466,505,733.73	96.389	483,982,241.76

Fuente: Elaboración Propia

Figura 28. Porcentaje de contribución de las huellas hídricas verde, azul y gris, en la Huella hídrica total año 2017



Fuente: Elaboración Propia

6.2. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Después de calcular la huella hídrica en el distrito de Chorrillos, se identificó que existe una reducción en el año 2017 respecto al año 2016, identificando que el sector residencial es el que más aporta, seguido por el sector comercial, industrial y público respectivamente:

Huella hídrica verde

El aprovechamiento del agua de precipitación se vio disminuido debido a la reducción de áreas verdes privadas para el año 2017, esta variación se determinó mediante la teledetección (cobertura vegetal), las áreas verdes públicas y las áreas verdes privadas de uso público se consideraron el mismo tamaño para los dos años de evaluación. De igual manera la precipitación efectiva para los meses de los años 2016 y 2017 es de igual intensidad, debido a que se trabajó con una información meteorológica mensual

de un año normal que comprende un promedio de 20 años (período 1990–2010) Ver Tabla 24, dicha información fue recopilada del EIA-d del Proyecto “Planta de Tratamiento de Aguas Residuales y Emisario Submarino – PTAR La Chira”.

De acuerdo al proceso de evaluación se determinó que la Huella hídrica verde en el año 2016 fue de 42,454.75 m³, reduciéndose a 39,068 m³ en el año 2017. Cabe recalcar que para los años 2016 y 2017 la contribución de la Huella hídrica verde fue de 0.008%, respectivamente. Siendo esta la de menor contribución debido a que en la zona costera la precipitación pluvial es mínima.

Huella hídrica azul

Al igual que la Huella hídrica verde, la Huella hídrica azul se vio influenciada por la reducción de áreas verdes privadas en el año 2017, para determinar la evapotranspiración de las áreas verdes, se consideró como referencia al césped americano, debido a que es la especie predominante, y tomando un valor del Kc de 0.9, de acuerdo a (Padilla Sildevilla, 2016). Una vez determinada la evapotranspiración referencial mensual para cada sector se restó su Huella hídrica verde respectivamente, ese volumen determinado viene a ser la evapotranspiración de riego, dicho en otras palabras, es la fracción del volumen de agua regado, que ha sido vital para la permanencia del césped americano.

Para los sectores residencial, comercial y público; se consideró una evaporación sectorial, debido a que realizan distintas actividades como aseo personal, limpieza de equipos, limpieza de locales, entre otros. De acuerdo a este análisis toda el agua facturada, no se transforma en agua residual, sino que una parte de este volumen de agua se pierde por medio de la evaporación y dichos porcentajes de evaporación han sido considerados de acuerdo a una referencia. En el sector residencial se consideró

una referencia de 10%, en el caso de los sectores comercial y público, al no tener una referencia se consideró un 20%, debido a las actividades que se realizan, las cuales ya han sido mencionadas.

En el distrito de Chorrillos se han identificado 35 empresas industriales inscritas en el Ministerio de producción, el cual se identificó el tipo de producción que desarrollan, esto nos permitió calcular la Tasa de Consumo Industrial Media (TCIM), el cual nos dio un valor medio de 18.13% de TCIM, permitiendo determinar la pérdida evaporativa industrial.

El volumen de agua residual generado por los sectores del distrito de Chorrillos es recolectado por las redes secundarias de alcantarillado, las cuales son derivadas a la PTAR La Chira y luego vertidos en la Playa La Chira”.

De acuerdo al proceso de evaluación se determinó la Huella hídrica azul en el año 2016 fue de 16, 905,496.33 m³, aumentando a 17, 437,439.89 m³ en el año 2017. Cabe recalcar que para los años 2016 y 2017 la contribución de la Huella hídrica azul fue de 2.913% y 3.603%, respectivamente.

Huella hídrica gris

De acuerdo a su ecuación para cuantificarlo, primero se determinó la concentración de contaminante, para nuestro trabajo se consideró la concentración de la DBO₅, debido a que viene a ser un parámetro referencial en las aguas residuales, su concentración mensual para el efluente y el cuerpo de agua viene a ser el promedio mensual de acuerdo a los resultados presentado en los informes de monitoreo ambiental “Calidad del efluente y calidad de agua de mar” tomado por la empresa AGQ Labs, El volumen del efluente viene a ser el volumen mensual total generado por los 04 sectores, el volumen del afluyente, se consideró el volumen de agua facturado mensual total de los

04 sectores. Para la DBO₅ del afluente, se consideró el mismo valor medio anual para todos los meses de cada año 4.72 mg/L para el año 2016 y 3.56 mg/L para el año 2017.

De acuerdo al proceso de evaluación se determinó la Huella hídrica gris en el año 2016 fue de 563, 327,985.53 m³, disminuyendo a 466, 505,73.75 m³ en el año 2017.

En este trabajo se calculó la huella hídrica directa del distrito de Chorrillos, mediante la suma de las 03 huellas verde, azul y gris. El cual para el 2016 nos dio un total de 580, 275,936.61 m³, y para el 2017 se redujo a 483, 982,241.76 m³.

Para los años 2016 y 2017 la contribución de la Huella hídrica gris es la que más ha con un 97.079% y 96.389%, respectivamente. La Huella hídrica gris se encuentra influenciado por la calidad y cantidad del efluente, como se conoce las aguas residuales tratadas en la PTAR La Chira no se reutilizan y por ello se necesita un gran volumen de agua fresca para diluir los contaminantes del efluente y así poder cumplir con los valores establecidos en la normativa ambiental peruana “Estándares de Calidad Ambiental para cuerpos de Agua.

6.3. ANÁLISIS DE SOSTENIBILIDAD

6.3.1. Dimensión ambiental

Debido a que los mayores aportantes a la Huella Hídrica son las Huellas Hidrica azul y gris, se analizara la sostenibilidad de estas dos huellas. La Huella hídrica verde no se consideró en el análisis de sostenibilidad debido a que su aporte es insignificante en el distrito de Chorrillos.

De acuerdo a la ubicación geográfica, el distrito de Chorrillos se encuentra ubicado dentro de la Cuenca del río Rímac, y que el agua potable que llega a la población es producto de la Planta de Tratamiento de Agua Potable La Atarjea y se complementa con el agua extraída de los pozos de agua. Dicho lo mencionado, se evaluará la

sostenibilidad de la Huella hídrica azul respecto a la disponibilidad de agua mensual del río Rímac, para los años 2016 y 2017. Ver Tabla 37.

Tabla 37

Caudal mensual promedio del río Rímac – 1965-2017 l/(m³/s)

Mes/año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1965	17.8	50.32	42.95	19.59	15.33	12.05	12.24	11.2	12.44	13.45	13.47	15.98
1970	66.31	35.69	31.13	27.84	21.83	18.44	17.04	16.76	18.18	18.73	18.66	27.27
1975	23.15	26.38	65.54	32.73	21.95	18.67	16.38	18.4	17.81	17.96	20.49	20.59
1980	25.22	25.38	32.19	24.16	17.51	17.18	15.36	15.15	16.41	19.04	20.28	24.61
1981	31.89	74.32	64.5	31	18.53	17.67	18.05	18.35	17.82	17.52	20.71	25.37
1982	31.05	78.06	44.79	29.34	19.38	16.31	16.74	16.41	15.26	16.47	20.37	19.69
1983	23.11	20.23	31.27	37.07	19.83	19.54	16.73	17.8	17.21	19.03	19.41	26.18
1984	26.42	80.29	68.02	45.96	26.92	20.79	19.87	18.95	17.01	19.59	21.99	34.25
1985	23.62	37.67	52.47	48.38	23.21	19.13	16.08	20.1	18.15	18.58	18.51	24.69
1986	50.05	68.92	66.74	52.27	34.22	21.06	20.58	19.5	16.68	17.1	18.52	23.23
1987	47.84	51.8	35.72	22.26	18.63	17.04	16.27	17.51	17.67	16.85	17.56	21.67
1988	37.24	55.66	36.73	42.28	20.29	16.84	17.17	18.11	16.67	16.03	16.05	18.95
1989	41.15	61.58	61.18	51.7	22.8	18.2	16.83	16.73	17.18	18.01	19.74	17.96
1990	27.44	18.99	17.43	13.47	11.54	10.37	9.81	9.29	10.25	13.04	19.38	21.71
1991	21.75	27.66	54.2	25.52	19.66	15.8	15.16	15.63	16.57	16.68	16.1	15.94
1992	18.59	13.41	22.8	16.99	11.86	11.45	12.35	12.45	12.34	12.35	12.07	12.61
1993	26.36	43.86	49.86	30.67	19.32	13.46	14.61	14.92	14.98	15.66	28.01	44.94
1994	50.66	67.99	62.42	48.92	30.62	21.99	19.29	19.53	19.87	21.67	20.66	21
1995	24.22	21.48	32.38	29.15	16.99	15.45	15.46	17.9	18.2	17.05	16.75	19.03
1996	32.08	48	45.42	37.62	20.72	21.61	18.8	20.87	20.13	17.83	16.37	16.14
1997	23.71	41.17	24.94	14.6	14.5	15.11	15.24	15.19	15.23	17.05	19.64	26.62
1998	36.54	40.08	43.07	29.79	23.92	22.49	20.88	19.3	19.84	21.18	22.4	21.2
1999	20.23	49.94	41.93	35.1	25.36	20.54	20.72	20.52	20.66	20.55	20.42	25.88
2000	39.43	50.18	65.75	41.46	28.91	22.71	22.03	22.35	22.74	23.78	22.38	25.48
2001	54.56	53.7	66.74	40.89	25.68	22.75	22.51	22.59	22.6	23.06	24.65	23.6
2002	23.99	30.88	44.86	36.87	23.46	22.23	22.69	23.16	22.88	23.12	24.81	24.88
2003	32.2	35.86	51.15	37.38	23.7	22.78	22.92	22.9	22.98	22.76	22.92	22.9
2004	19.82	31.15	25.99	22.77	18.03	17.17	16.57	16.46	16.91	17	21.92	29.02
2005	32.98	29.96	35.41	30.17	21.06	20.51	20.41	21.41	22.18	21.26	20.86	20.12
2006	27.55	36.21	48.07	41.66	20.74	18.58	18.84	19.39	20.49	19.91	20.07	26.78
2007	39.39	40.95	56.87	47.84	27.57	21.34	20.8	20.98	20.88	21.67	21.78	22.08
2008	34.78	44.47	37.8	27.75	20.31	19.18	19.45	19.05	19.1	19.22	19.55	22.03
2009	30.27	55.07	52.69	47.34	25.49	20.43	20.17	20.57	22.07	22.58	30.42	38.27
2010	50.7	49.92	55.9	41.44	24.85	21.76	21.71	22.42	22.67	22.42	21.59	31.55
2011	45.6	62.55	57	56.29	28.29	22.03	21.68	22.27	22.86	24.18	24.19	30.99
2012	31.74	59.24	50.84	55.93	29.05	22.24	21.75	21.89	22.25	23.44	30.23	31.08

Mes/año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
2013	33	49.6	65.57	35.17	25.87	24.59	24.4	24.67	24.71	25.61	26.99	30.14
2014	34.62	36.36	59.7	30.9	28.83	25.95	25	24.75	25.58	26.9	27.52	28.58
2015	35	37.97	46.52	35.05	26.77	24.37	23.92	24.42	24.62	25	24.36	26.89
2016	24.46	34.39	38.27	27.17	20.76	22.09	22.61	23.21	23.45	24.11	24.08	23.52
2017	43.08	54.67	60.52	47.49	32.13	24.72	22.83	23.94	24.92	25.49	26.56	24.72
Min	17.8	13.41	17.43	13.47	11.54	10.37	9.81	9.29	10.25	12.35	12.07	12.61
Max	66.31	80.29	68.02	56.29	34.22	25.95	25	24.75	25.58	26.9	30.42	44.94
Prom	33.16	44.68	47.50	35.37	22.60	19.43	18.83	19.20	19.28	19.83	21.28	24.59

1/ Datos proporcionados por EDEGEL - Aforo tomado en Sheque y Tamboraque

2/ El caudal de los meses de Abril a Diciembre es regulado

Fuente: Gerencia de Producción y Distribución Primaria / Equipo Gestión Integral de Plantas – Anuario Estadístico 2017

Una vez conocido el caudal promedio mensual (m^3/s) de los años 2016 y 2017, se calculará el caudal mensual (m^3/mes), este dato viene a ser la disponibilidad mensual (A). Posteriormente se calculó la disponibilidad real de agua que viene a ser el 20% de la disponibilidad natural, el 80% restante viene a ser el requerimiento natural o también conocido como caudal ecológico. Ver Tablas 38 y 39.

Tabla 38

Disponibilidad real de agua por parte del río Rímac año 2016 (m^3/mes)

Meses	Días	Caudal promedio mensual (m^3/s)	Caudal mensual (m^3/mes) (A)	Requerimiento natural (m^3/mes) (80%A)	Disponibilidad real de agua (m^3/mes) (20%A)
Ene	31	24.46	65,513,664	52,410,931.2	13,102,732.8
Feb	29	34.39	86,167,584	68,934,067.2	17,233,516.8
Mar	31	38.27	102,502,368	82,001,894.4	20,500,473.6
Abr	30	27.17	70,424,640	56,339,712	14,084,928
May	31	20.76	55,603,584	44,482,867.2	11,120,716.8
Jun	30	22.09	57,257,280	45,805,824	11,451,456
Jul	31	22.61	60,558,624	48,446,899.2	12,111,724.8
Ago	31	23.21	62,165,664	49,732,531.2	12,433,132.8
Sep	30	23.45	60,782,400	48,625,920	12,156,480
Oct	31	24.11	64,576,224	51,660,979.2	12,915,244.8
Nov	30	24.08	62,415,360	49,932,288	12,483,072
Dic	31	23.52	62,995,968	50,396,774.4	12,599,193.6

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 39

Disponibilidad real de agua por parte del río Rímac año 2017 (m³/mes)

Meses	Días	Caudal promedio mensual (m ³ /s)	Caudal mensual (m ³ /mes) (A)	Requerimiento natural (m ³ /mes) (80%A)	Disponibilidad real de agua (m ³ /mes) (20%A)
Ene	31	43.08	115,385,472	92,308,377.6	23,077,094.4
Feb	28	54.67	132,257,664	105,806,131.2	26,451,532.8
Mar	31	60.52	162,096,768	129,677,414.4	32,419,353.6
Abr	30	47.49	123,094,080	98,475,264	24,618,816
May	31	32.13	86,056,992	68,845,593.6	17,211,398.4
Jun	30	24.72	64,074,240	51,259,392	12,814,848
Jul	31	22.83	61,147,872	48,918,297.6	12,229,574.4
Ago	31	23.94	64,120,896	51,296,716.8	12,824,179.2
Sep	30	24.92	64,592,640	51,674,112	12,918,528
Oct	31	25.49	68,272,416	54,617,932.8	13,654,483.2
Nov	30	26.56	68,843,520	55,074,816	13,768,704
Dic	31	24.72	66,210,048	52,968,038.4	13,242,009.6

Fuente: Elaboración Propia

Una vez que se calculó la disponibilidad real de agua por parte del río Rímac, se determinara que porcentaje de este volumen de agua corresponde al distrito de Chorrillos, identificando que distrito son beneficiados por la producción de agua que se realiza por medio de las Plantas de Tratamiento de Agua Potable La Atarjea y Huachipa. Cabe recalcar que ambas PTAP captan el agua del río Rímac para su potabilización y distribución. De acuerdo con la información entregada por la Empresa SEDAPAL, el volumen de agua potabilizada en las PTAP La Atarjea y Huachipa no llega a los siguientes distritos: Ancón, Santa Rosa, Santa María del Mar, San Bartolo, Punto Negra, Punta Hermosa, Pucusana, Pacacámac, Lurín, Lurigancho, Cieneguilla, Chaclacayo y Mi Perú.

Tabla 40

Población estimada por distrito de la Provincia de Lima año 2016 – 2017 y fuente de abastecimiento

Distrito	2016	2017	Planta de Tratamiento de Agua Potable que abastece
Chaclacayo	43,809	44,197	---
Cieneguilla	48,382	49,707	---
Lurigancho	224,098	229,307	---
Lurín	87,256	89,416	---
Pachacámac	133,256	136,921	---
Pucusana	17,519	18,002	---
Punta Hermosa	7,792	7,979	---
Punta Negra	8,149	8,369	---
San Bartolo	7,884	8,073	---
Santa María del Mar	1,651	1,694	---
Santa Rosa	19,272	19,802	---
Ancón	40,529	41,474	Chillón
Carabayllo	309,899	317,952	Huachipa y Chillón
Puente Piedra	363,194	373,062	Huachipa y Chillón
Miraflores	81,776	81,619	La Atarjea
Magdalena del Mar	54,789	54,925	La Atarjea
Pueblo Libre	76,122	76,129	La Atarjea
Rímac	163,913	162,897	La Atarjea
San Borja	112,317	112,712	La Atarjea
San Isidro	53,836	53,460	La Atarjea
San Juan de Miraflores	409,886	415,870	La Atarjea
San Luis	58,026	58,461	La Atarjea
San Martín de Porres	714,952	729,974	La Atarjea
San Miguel	136,369	137,247	La Atarjea
Santa Anita	233,315	238,290	La Atarjea
Santiago de Surco	350,855	357,577	La Atarjea
Surquillo	91,409	91,474	La Atarjea
Villa El Salvador	472,442	482,027	La Atarjea
Villa María del Triunfo	457,069	465,735	La Atarjea
Cercado de Lima	268,777	265,693	La Atarjea
Ate	645,803	661,786	La Atarjea
Barranco	29,482	28,970	La Atarjea
Breña	75,322	74,711	La Atarjea
Chorrillos	330,756	336,054	La Atarjea
El Agustino	193,319	195,304	La Atarjea
Independencia	218,582	220,372	La Atarjea
Jesús María	71,634	71,680	La Atarjea
La Molina	175,681	179,785	La Atarjea
La Victoria	169,239	166,657	La Atarjea

Distrito	2016	2017	Planta de Tratamiento de Agua Potable que abastece
Lince	49,651	49,064	La Atarjea
Los Olivos	377,915	384,711	La Atarjea
San Juan de Lurigancho	1,114,686	1,138,453	La Atarjea y Huachipa
Comas	531,027	537,263	La Atarjea, Huachipa y Chillón

Fuente: Compendio Estadístico: Provincia de Lima 2017 – Elaboración Propia

Tabla 41

Población estimada por distrito de la Provincia Constitucional del Callao año 2016 – 2017 y fuente de abastecimiento

Distrito	2016	2017	Planta de Tratamiento de Agua Potable que abastece
Callao	406,760	406,686	La Atarjea
Bellavista	71,859	71,899	La Atarjea
Carmen de La Legua	40,765	40,425	La Atarjea
La Perla	58,917	59,411	La Atarjea
La Punta	3,270	3,152	La Atarjea
Ventanilla	385,596	398,017	Chillón y Huachipa
Mi Perú	60,977	62,906	---

Fuente: Compendio Estadístico: Provincia Constitucional del Callao 2017 – Elaboración Propia

Una vez identificado los distritos que son beneficiados por el agua superficial del río Rímac, se calculó la disponibilidad real de agua superficial del río Rímac para el distrito de Chorrillos, mediante el porcentaje que representa la población del distrito de Chorrillos al respecto a la población total beneficiada.

Tabla 42

Disponibilidad real de agua del distrito de Chorrillos año 2016

Meses	Disponibilidad real de agua (m³/mes) (20%A)	Población Total beneficiada	Población del distrito de Chorrillos	Porcentaje (%)	Disponibilidad real para el distrito de Chorrillos (m³)
Ene	13,102,732.80	9,359,210	330,756	3.5	463,052.70
Feb	17,233,516.80	9,359,210	330,756	3.5	609,035.28
Mar	20,500,473.60	9,359,210	330,756	3.5	724,490.06
Abr	14,084,928	9,359,210	330,756	3.5	497,763.64
May	11,120,716.80	9,359,210	330,756	3.5	393,007.94
Jun	11,451,456	9,359,210	330,756	3.5	404,696.31
Jul	12,111,724.80	9,359,210	330,756	3.5	428,030.32

Meses	Disponibilidad real de agua (m ³ /mes) (20%A)	Población Total beneficiada	Población del distrito de Chorrillos	Porcentaje (%)	Disponibilidad real para el distrito de Chorrillos (m ³)
Ago	12,433,132.80	9,359,210	330,756	3.5	439,388.93
Sep	12,156,480	9,359,210	330,756	3.5	429,611.98
Oct	12,915,244.80	9,359,210	330,756	3.5	456,426.85
Nov	12,483,072	9,359,210	330,756	3.5	441,153.79
Dic	12,599,193.60	9,359,210	330,756	3.5	445,257.55

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 43

Disponibilidad real de agua del distrito de Chorrillos año 2017

Meses	Disponibilidad real de agua (m ³ /mes) (20%A)	Población Total beneficiada	Población del distrito de Chorrillos	Porcentaje (%)	Disponibilidad real para el distrito de Chorrillos (m ³)
Ene	23,077,094.40	9,499,504	336,054	3.5	816,374.19
Feb	26,451,532.80	9,499,504	336,054	3.5	935,748.16
Mar	32,419,353.60	9,499,504	336,054	3.5	1,146,865.51
Abr	24,618,816	9,499,504	336,054	3.5	870,914.06
May	17,211,398.40	9,499,504	336,054	3.5	608,869.61
Jun	12,814,848	9,499,504	336,054	3.5	453,337.45
Jul	12,229,574.40	9,499,504	336,054	3.5	432,632.84
Ago	12,824,179.20	9,499,504	336,054	3.5	453,667.55
Sep	12,918,528	9,499,504	336,054	3.5	457,005.23
Oct	13,654,483.20	9,499,504	336,054	3.5	483,040.35
Nov	13,768,704	9,499,504	336,054	3.5	487,081.02
Dic	13,242,009.60	9,499,504	336,054	3.5	468,448.70

Fuente: Elaboración Propia

6.3.1.1. Sostenibilidad de la Huella hídrica azul

Para analizar la Sostenibilidad de la HH azul, se debe conocer el índice de escasez, que viene a ser igual a la división de la Huella hídrica azul mensual entre el volumen de disponibilidad real de agua mensual del distrito de Chorrillos (Huellas de Ciudades, 2015). Ver Tablas 44 y 45.

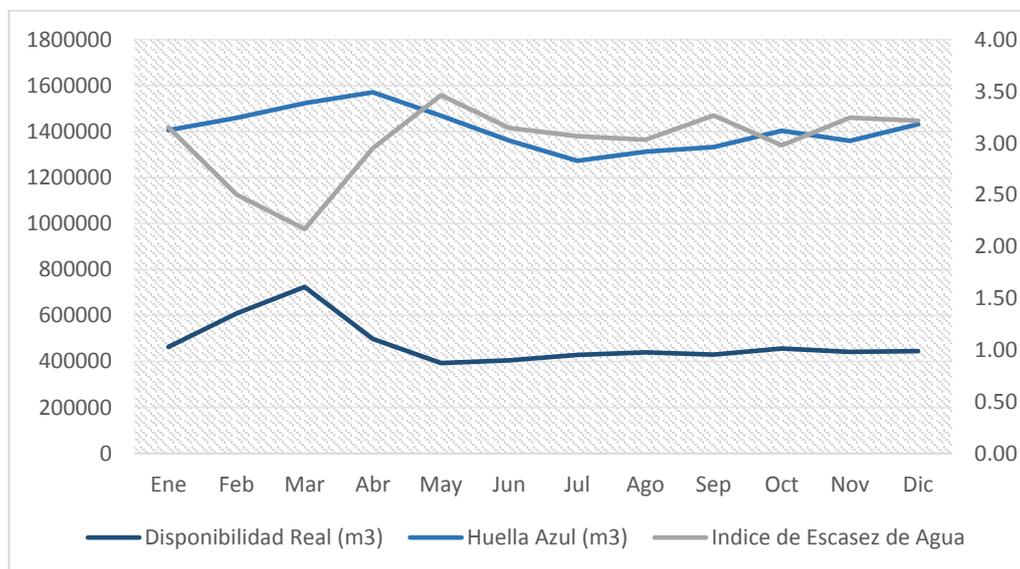
Tabla 44

Evaluación del Índice de escasez de agua año 2016

Meses	Disponibilidad real para el distrito de Chorrillos (m ³)	Huella hídrica azul del distrito de Chorrillos (m ³)	Índice de escasez
Ene	463052.70	1,406,623.20	3.15
Feb	609035.28	1,459,963.22	2.50
Mar	724490.06	1,524,019.27	2.17
Abr	497763.64	1,571,002.37	2.95
May	393007.94	1,468,556.36	3.46
Jun	404696.31	1,361,342.12	3.15
Jul	428030.32	1,273,283.71	3.07
Ago	439388.93	1,312,770.88	3.03
Sep	429611.98	1,332,550.50	3.27
Oct	456426.85	1,403,760.18	2.98
Nov	441153.79	1,359,577.36	3.25
Dic	445257.55	1,432,047.16	3.22
Promedio			3.02

Fuente: Elaboración Propia

Figura 29. Comparación entre la disponibilidad real, la Huella hídrica azul y el índice de escasez año 2016



Fuente: Elaboración Propia

Durante el año 2016, los valores mensuales de la Huella hídrica azul exceden más del 40% a la disponibilidad real. El valor mensual del indicador nos muestra que el distrito de Chorrillos se encuentra en una situación estrés hídrico severo durante todo el año

2016. Por lo tanto, se puede concluir que la Huella hídrica azul directa no es sostenible en ningún mes del año.

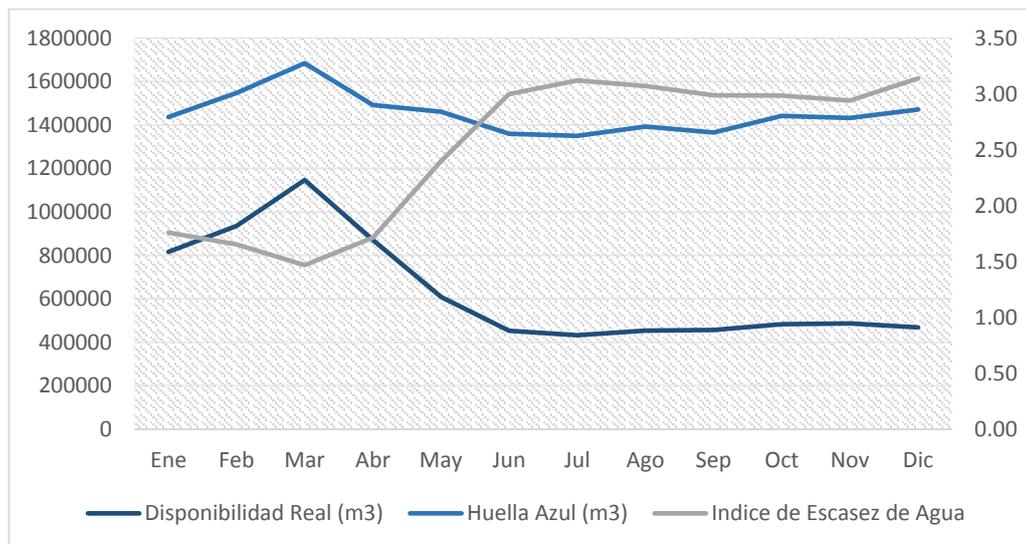
Tabla 45

Evaluación del Índice de escasez de agua año 2017

Meses	Disponibilidad real para el distrito de Chorrillos (m ³)	Huella hídrica azul del distrito de Chorrillos (m ³)	Índice de escasez
Ene	816,374.19	1,436,986.66	1.76
Feb	935,748.16	1,547,788.70	1.65
Mar	1,146,865.51	1,684,381.53	1.47
Abr	870,914.06	1,492,143.52	1.71
May	608,869.61	1,461,442.76	2.40
Jun	453,337.45	1,360,112.24	3.00
Jul	432,632.84	1,350,523.05	3.12
Ago	453,667.55	1,393,042.94	3.07
Sep	457,005.23	1,365,683.24	2.99
Oct	483,040.35	1,441,925.95	2.99
Nov	487,081.02	1,432,270.16	2.94
Dic	468,448.70	1,471,139.14	3.14
Promedio			2.52

Fuente: Elaboración Propia

Figura 30. Comparación entre la disponibilidad real, la Huella hídrica azul y el índice de escasez año 2017



Fuente: Elaboración Propia

Durante el año 2017, los valores mensuales de la Huella hídrica exceden más del 40% a la disponibilidad real. El valor mensual del indicador nos muestra que el distrito de Chorrillos se encuentra en una situación estrés hídrico severo durante todo el año 2017. Por lo tanto, se puede concluir que la Huella hídrica azul directa no es sostenible en ningún mes del año.

6.3.1.2. Sostenibilidad Huella hídrica gris

El agua residual generada por las actividades de los sectores del distrito de Chorrillos, es tratada en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales La Chira y vertida en la playa La Chira. Según lo mencionado, en el río Rímac no se disuelve ningún contaminante del efluente de la PTAR La Chira. Por lo tanto, ni es viable evaluar la sostenibilidad de la Huella hídrica gris para el distrito de Chorrillos.

6.3.2. Dimensión social

Conocido también como sostenibilidad social, esta evaluación consiste a la cantidad de agua dulce que necesita la población para que realicen sus necesidades básicas, como: abastecimiento de agua para beber, lavar y cocinar.

6.3.2.1. Sostenibilidad de la Huella hídrica azul residencial

Una manera de evaluar la sostenibilidad social o del uso de agua en el distrito de Chorrillos, es comparar la Huella Hídrica azul residencial per cápita con lo establecido por la Organización Mundial de la Salud (OMS), que una persona debe consumir 100 Litros de agua por día para satisfacer las necesidades tanto como consumo como de higiene.

Los resultados de la evaluación se encuentran en las siguiente Tablas.

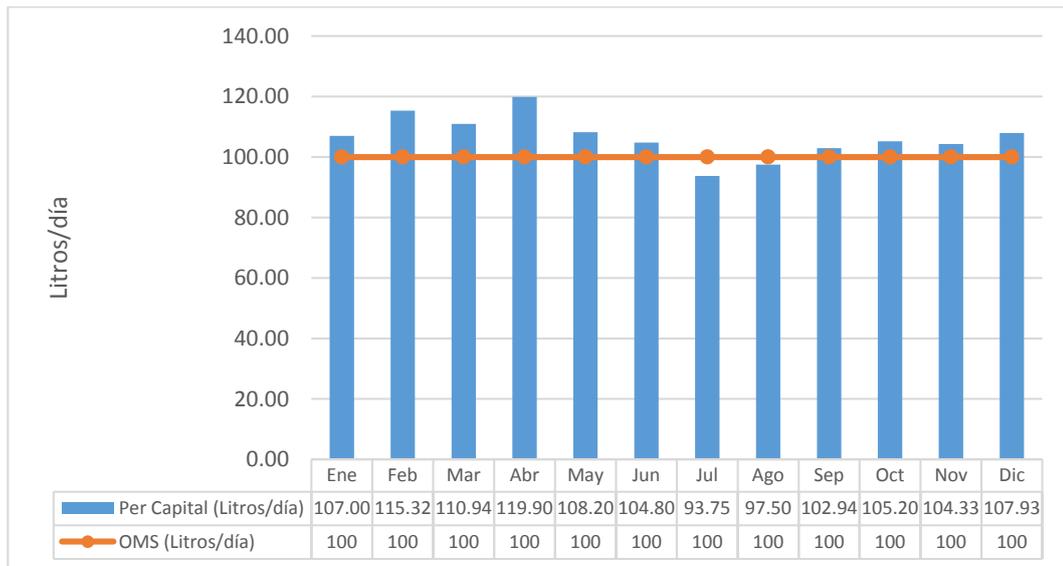
Tabla 46

Huella hídrica azul residencial per capital del distrito de Chorrillos año 2016

Meses	Días	Organización Mundial de la Salud (Litros/día)	Huella hídrica residencial (m ³)	Población del distrito	Huella hídrica azul residencial Per Capital (m ³ /mes)	Huella hídrica azul residencial Per Capital (Litros/día)
Ene	31	100	1,097,154.68	330756	3.32	107.00
Feb	29	100	1,106,140.58	330756	3.34	115.32
Mar	31	100	1,137,559.08	330756	3.44	110.94
Abr	30	100	1,189,757.08	330756	3.60	119.90
May	31	100	1,109,458.66	330756	3.35	108.20
Jun	30	100	1,039,867.06	330756	3.14	104.80
Jul	31	100	961,293.78	330756	2.91	93.75
Ago	31	100	999,717.93	330756	3.02	97.50
Sep	30	100	1,021,402.89	330756	3.09	102.94
Oct	31	100	1,078,698.68	330756	3.26	105.20
Nov	30	100	1,035,202.22	330756	3.13	104.33
Dic	31	100	1,106,700.18	330756	3.35	107.93

Fuente: Elaboración Propia

Figura 31. Comparación mensual entre la Huella hídrica azul residencia per capital con lo requerido por la OMS (Litros/día), en el año 2016



Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo al análisis de sostenibilidad social en el año 2016, cada persona del distrito de Chorrillos consume anualmente 38.95 m³ de agua, llevados a consumo diario una sería igual a 106.42 Litros/día. Dicho valor está por encima de lo establecido por la Organización Mundial de la Salud (OMS), que nos menciona que una persona necesita 100 Litros/día, para que pueda satisfacer las necesidades tanto como consumo como de higiene. La evaluación mensual del consumo per capital nos dio a conocer que en los meses de julio y agosto la población ha consumido 93.75 y 97.50 Litros/día respectivamente. Por lo expuesto, se concluye que la Huella hídrica azul residencial Per Capital del distrito de Chorrillos es insostenible socialmente, ya que presenta valores por encima del establecido por la OMS.

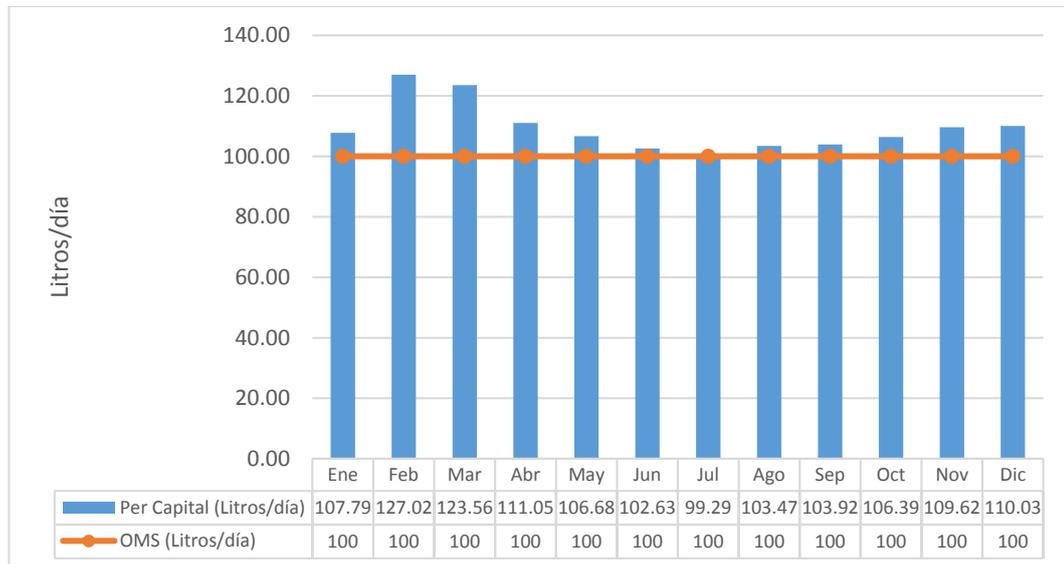
Tabla 47

Huella hídrica azul residencial per capital del distrito de Chorrillos año 2017

Meses	Días	Organización Mundial de la Salud (Litros/día)	Huella hídrica residencial (m ³)	Población del distrito	Huella hídrica azul residencial Per Capital (m ³ /mes)	Huella hídrica azul residencial Per Capital (Litros/día)
Ene	31	100	1,122,889.14	336054	3.34	107.79
Feb	28	100	1,195,181.06	336054	3.56	127.02
Mar	31	100	1,287,161.34	336054	3.83	123.56
Abr	30	100	1,119,530.23	336054	3.33	111.05
May	31	100	1,111,361.06	336054	3.31	106.68
Jun	30	100	1,034,637.18	336054	3.08	102.63
Jul	31	100	1,034,333.12	336054	3.08	99.29
Ago	31	100	1,077,941.99	336054	3.21	103.47
Sep	30	100	1,047,638.63	336054	3.12	103.92
Oct	31	100	1,108,308.45	336054	3.30	106.39
Nov	30	100	1,105,156.02	336054	3.29	109.62
Dic	31	100	1,146,266.16	336054	3.41	110.03

Fuente: Elaboración Propia

Figura 32. Comparación mensual entre la Huella hídrica azul residencia per capital con lo requerido por la OMS (Litros/día), en el año 2017



Fuente: Elaboración Propia

Para el año 2017, cada persona del distrito de Chorrillos consumo anualmente 39.85 m³ de agua, llevados a consumo diario una seria igual a 108.87 Litros/día. Dicho valor está por encima de lo establecido por la Organización Mundial de la Salud (OMS). En el mes de julio la población ha consumido 99.29 Litros/día. Por lo expuesto, se concluye que la Huella hídrica azul residencial Per Capital del distrito de Chorrillos es insostenible socialmente, ya que presenta valores por encima del establecido por la OMS.

CAPÍTULO VII

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

7.1. CUANTIFICACIÓN DE LA HUELLA HÍDRICA DIRECTA

En la presente tesis se desarrolló de acuerdo a la metodología establecida por la Water Footprint Network, dicha metodología menciona que la Huella Hídrica Directa de una ciudad, distrito y/o departamento está influenciado por las Huellas verde, azul y gris. Dicha metodología esta estandarizada, pero eso no limita a no poder realizar algunos ajustes de acuerdo a las limitaciones del área de estudio. La discusión de resultados será en base a los resultados de la Huella Hídrica Directa del año 2016, debido a que el estudio “Huella Hídrica de los Usuarios de agua en Lima Metropolitana” fue elaborado por AQUAFONDO en el año 2018, con los datos del año 2016. Dicho estudio presenta resultados de la Huella hídrica azul y gris del distrito de Chorrillos.

7.1.1. Huella hídrica verde

En el estudio elaborado por AQUAFONDO no fue considerado, debido a que consideraron mínima la precipitación de Lima Metropolitana, para el trabajo de investigación si se consideró la precipitación, de acuerdo al cálculo de la Huella hídrica verde existe aprovechamiento de las aguas de precipitación y este resultado ha influenciado en el cálculo de la de la Huella hídrica azul.

7.1.2. Huella hídrica azul

El resultado de la Huella hídrica azul del sector residencial en el trabajo de AQUAFONDO es de 10.6 MMC, un valor menor al hallado en el presente trabajo que nos dio como resultado 12.9 MMC. Esta variación de resultados se debe a que en este trabajo se consideró la Huella hídrica verde, el cual influye en el valor de evapotranspiración de agua de riego y por ende consumo de agua, por otro lado

también influyó el tamaño del área verde privado, que al no tener una información se determinó mediante la teledetección y el Sistema de Información Geográfica, el cual nos dio un valor de 900,296.59 m². El tamaño de las áreas verdes privadas que se utilizó en el estudio de AQUAFONDO es incierto.

El resultado de la Huella hídrica azul del sector comercial en el trabajo de (AQUAFONDO, 2017) es de 1.71 MMC, cuyo valor es menor al hallado en el presente trabajo que nos dio como resultado 2.37 MMC. De acuerdo a la información recopilada en este sector se encuentra 03 grandes clubes (Country Club Villa, Club Cultural Lima y Club Regatas), según la información de la empresa SEDAPAL, estos clubes se encuentran en el grupo de grandes clientes y por ende no se tiene el volumen de consumo de agua mensual. Por lo tanto, solo se les considero la evapotranspiración de riego de estas áreas verdes privadas de uso público, cabe recalcar que el tamaño de las áreas verdes es información recopilada en cual fue considerado en ambos estudios. El volumen de agua facturado por este sector en el año 2016 fue utilizado para las distintas actividades comerciales, así que nuestro cálculo de esta Huella hídrica azul está basado en la evaporación comercial, evapotranspiración de riego comercial y volumen de agua residual generada. En el trabajo de (AQUAFONDO, 2017) se calculó la Huella hídrica azul considerando el número de trabajadores de este sector por cada distrito y por medio de esa información calcularon el volumen de agua residual generado, adicionalmente al igual que en el sector residencial al no considerar la Huella hídrica verde esta influye en el valor de evapotranspiración de agua de riego comercial.

El resultado de la Huella hídrica azul del sector industrial en el trabajo de AQUAFONDO es de 0.66 MMC, un valor mayor al hallado en el presente trabajo que nos dio como resultado 0.49 MMC. En este sector la Huella hídrica azul viene a ser

igual al volumen de agua facturada debida a que una fracción del volumen de agua se pierde por la por las distintas actividades (perdidas evaporativas) y la otra parte de la fracción se vuelve agua residual. La diferencia puede ser que AQUAFONDO haya tenido información adicional de volumen facturado por alguna empresa industrial que cuenta con una fuente de agua propia (pozo de agua).

El resultado de la Huella hídrica azul del sector público en el trabajo de AQUAFONDO es de 1.80 MMC, un valor mayor al hallado en el presente trabajo que nos dio como resultado 1.17 MMC. La metodología de evaluación de para este sector se ha considerado la misma sin variación, al igual que en el sector industrial la diferencia se puede haber dado que en el trabajo de AQUAFONDO haya tenido información adicional de volumen facturado por alguna entidad pública que cuenta con una fuente de agua propia (pozo de agua).

Adicionando se menciona que en el trabajo realizado por AQUAFONDO se trabajó con información de la Autoridad Nacional del Agua - ANA y de la Empresa SEDAPAL. A comparación de este trabajo de investigación que solo se trabajó con la información de la Empresa SEDAPAL.

7.1.3. Huella hídrica gris

El valor de la Huella hídrica gris en el distrito de Chorrillos presenta un valor igual a 22.00 MMC, a comparación de los 563.33 MMC, esto se debe al volumen de agua residual que se generaron en los 4 sectores, adicionalmente el cálculo de la Huella hídrica gris en el estudio de AQUAFONDO, se calculó como si el efluente generado por las PTAR se vertiera a un cuerpo de agua Cat. 3, que de acuerdo a su metodología consideraron a la DBO₅ una concentración igual 15 mg/L como concentración máxima de su cuerpo de agua, cosa que de acuerdo al vertimiento de los efluentes tratados en

la PTAR La Chira son vertido a la playa La Chira, dicho cuerpo de agua presenta un valor de concentración máxima igual a 10 mg/L, debido que pertenece a un cuerpo de agua Cat. 2 subcat 3C.

Cnat: La concentración de la DBO₅ del cuerpo de agua fue de acuerdo a los resultados de los monitoreos mensuales que se realizan dentro de la zona de exclusión marina de la playa La Chira (calidad de agua de mar), en el estudio de AQUAFONDO el valor de esta concentración fue igual a 4.2 mg/L y se consideró para todos los meses del año.

CEfl: Para nuestro trabajo se consideró el promedio mensual de los valores diarios de la calidad del efluente, de acuerdo a los resultados de los monitoreos realizado por el Consorcio La Chira, en el estudio de AQUAFONDO no menciona el valor de esta concentración que fue considera para el cálculo de la Huella hídrica gris.

Cact: Para el año 2016 se consideró el valor de la DBO₅ igual a 4.72 mg/L, este valor es el promedio anual por lo tanto fue considera para todos los meses del año, en el estudio de AQUAFONDO mencionan el mismo valor de concentración. Cabe recalcar que este valor fue proporcionado por la Empresa SEDAPAL.

7.2. ANÁLISIS DE SOSTENIBILIDAD

7.2.1. Dimensión ambiental

De acuerdo a la sostenibilidad de la Huella hídrica azul evaluado para el 2016, se muestra que durante todos los meses el distrito de Chorrillos se encuentra en una situación de estrés hídrico, llegando a la conclusión que no es sostenible en ningún mes del año. En el trabajo realizado por AQUAFONDO, realizan un análisis general de Lima Metropolitana en la cual llegan a la conclusión que la Huella hídrica azul directa no es sostenible en ningún mes del año.

7.2.2. Dimensión social

De acuerdo al análisis de sostenibilidad social en el año 2016, cada persona del distrito de Chorrillos consume anualmente 38.95 m^3 de agua, es un valor mayor a lo calculado en el trabajo realizado por AQUAFONDO, que determina que en el distrito de Chorrillos una persona consume 31.9 m^3 al año. Si dicho valor presentado lo dividimos entre el número de días y posteriormente lo volvemos a litros tendríamos que una persona consume 87.2 Litros al día, valor que representaría que el distrito de Chorrillos es sostenible socialmente, a comparación de nuestro resultado que una persona consume 106.42 Litros al día y que con este resultado el distrito de Chorrillos se vuelve insostenible socialmente. Esta diferencia se debe a que nuestra Huella hídrica azul residencial es mayor a la del trabajo realizado por AQUAFONDO.

CAPÍTULO VIII

HERRAMIENTA DE GESTIÓN DE RECURSOS

HIDRICOS

El estudio de la Huella Hídrica Directa nos permite conocer el volumen agua fresca que se ha consumido en el distrito de Chorrillos por cada uno de sus sectores usuarios, mediante el cálculo de sus 03 Huellas Hídricas verde, azul y gris. Entonces se puede considerar los resultados del estudio de la Huella Hídrica como un indicador para la Gestión de Recursos Hídricos, ya que permite conocer el volumen de agua de precipitación aprovechado, el consumo de agua superficial y/o subterránea y por último el volumen de agua fresca que se necesita para diluir la concentración de contaminantes de sus efluentes que son vertidos a un cuerpo receptor y que estas cumplan con la normativa ambiental peruana vigente.

La municipalidad de Chorrillos mediante la Gerencia de Obras y Desarrollo Urbano, la cual se encarga de supervisar el mantenimiento de las áreas verdes, manejo de residuos sólidos, entre otras actividades que involucra la parte socio-ambiental. Pueda utilizar esta información para identificar e implementar medidas generales que garanticen la sostenibilidad socio-ambiental del distrito.

8.1. MEDIDAS GENERALES DE SOSTENIBILIDAD

8.1.1. ESTRATEGIAS A IMPLEMENTAR

Los resultados de la Huella Hídrica Directa del distrito de Chorrillos nos sitúan en un escenario futuro desfavorable si continúa creciendo. Sin embargo, existen diversas estrategias que pueden ser implementadas por cada uno de los sectores evaluados en el presente estudio.

8.1.2. Sector residencial

Las estrategias para el sector residencial deben orientarse a promover cambios en los hábitos de consumo de los usuarios, logrando el uso eficiente y racional del agua, a fin de reducir la Huella Hídrica azul del sector.

Del mismo modo, reduciendo la Huella Hídrica azul per cápita del distrito que presento valores por encima de lo establecido por la Organización Mundial de la Salud, se contribuye a que otros usuarios puedan contar con este recurso.

8.1.3. Sector comercial e industrial

Los sectores comercial e industrial reúnen a los actores con mayor capacidad de acción e inversión por lo que son un público objetivo estratégico en los procesos de sensibilización.

En este sentido, se debe fomentar la implementación de opciones tecnológicas que permitan el uso más eficiente del agua, así como el reusó de sus aguas residuales (en actividades internas y externas). Con la finalidad de reducir el volumen de aguas residuales y por ende reduciría su Huella Hídrica Directa sectorial.

8.1.4. Sector público

Al igual que en el sector residencial las estrategias deben orientarse a promover cambios en los hábitos de consumo de los usuarios, logrando el uso eficiente y racional del agua, a fin de reducir la Huella hídrica azul del sector.

Fomentar la implementación de opciones tecnológicas que permitan el uso más eficiente del agua en la hora de regar sus áreas verdes públicas por parte de la municipalidad que usan la inundación como tecnología de riego.

8.1.4.1. *Municipalidad distrital de Chorrillos*

Implementar estrategias de uso racional del recurso hídrico en coordinación con la empresa SEDAPAL, la ANA, y el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento; mediante la sensibilización con el objetivo de reducir el consumo de agua, reutilizar las aguas residuales y difundiendo la importancia de este recurso en relación con el cambio climático.

Finalmente, una estrategia muy significativa por parte de la municipalidad de Chorrillos mediante la Gerencia de Obras y Desarrollo Urbano, consiste en realizar un convenio interinstitucional con la empresa SEDAPAL mediante la Gerencia de Gestión de Aguas Residuales y la Gerencia de Desarrollo e Investigación. Con la finalidad de hacer uso de las aguas residuales tratadas en la PTAR La Chira, para no verterlo directamente a la playa La Chira ya que esto contribuiría en una reducción de hasta 80% de la Huella Hídrica Directa Azul.

CAPÍTULO IX

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

9.1. CONCLUSIONES

- El distrito de Chorrillos ha presentado avances significativos en temas relacionados para la regulación del consumo de agua; y eso se ha visto representado en el cálculo de la Huella Hídrica Directa, presentado una reducción de 16.59% en el año 2017 respecto al año 2016. Los valores de sus 03 componentes (Huella hídrica verde, azul y gris) fueron calculados de acuerdo a la metodología adaptada por la Water Footprint Network (WFN), este cálculo de componentes se determinó para cada sector usuario del distrito. Esta evaluación nos permitió conocer el volumen total de agua fresca que ha consumido y contaminado cada sector e identificar el mayor y/o menor aportante, el cual permitirá implementar medidas para reducirlo y así garantizar la sostenibilidad socio-ambiental.
- La Huella hídrica verde solo han sido considerado para los sectores residencial, comercial y público; debido a que el sector industrial se considera despreciable el tamaño de sus áreas verdes. La cuantificación se determinó mediante la multiplicación entre la precipitación efectiva y el tamaño de sus áreas verdes de los sectores considerados. El tamaño de las áreas verdes de los sectores comercial y público, han sido determinado de acuerdo a la información recopilada, ante la falta de información del tamaño de las áreas verdes del sector residencial, se calculó mediante la teledetección y el SIG. Dando como resultado que el tamaño de las áreas verdes del sector residencial para los años 2016 y 2017 es igual a 900,296.59 m² y 656,329.61 m² respectivamente. La

Huella hídrica verde calculado para los años 2016 y 2017 respectivamente de los siguientes sectores son: residencial 12,497.38 m³ y 9,110.78 m³; comercial 14,575.48 m³ para ambos años y público 15,381.88 m³ para ambos años.

- La huella hídrica azul de los sectores residencial, comercial, industrial y público, se cuantificó mediante la metodología propuesta por la Water Footprint Network (WFN), ha esta metodología adoptada se le realizó algunos ajustes de acuerdo a la limitación de información que se tenía, entre algunas de ellas es que no se contaba con el número de trabajadores del sector público ni del sector comercial el cual no nos permitió calcular el volumen de agua residual que se generaría en dichos sectores, ante esta limitación se consideró una evaporación sectorial que viene hacer el 20% de la diferencia entre el volumen de agua facturada menos el volumen de agua de riego requerido; y el 80% restante viene hacer el volumen de agua residual, adicionalmente el cálculo para el sector residencial e industrial se desarrolló de acuerdo a lo establecido en la metodología de la WNF. La Huella hídrica azul calculado para los años 2016 y 2017 respectivamente de los siguientes sectores son: residencial 12.88 MMC y 13.39 MMC; comercial 2.66 MMC y 2.39 MMC; industrial 0.49 MMC para ambos años y público 1.17 MMC para ambos años.
- El parámetro crítico elegido para calcular la Huella hídrica gris fue la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅), debido a que este parámetro de contaminación orgánico es el más utilizado para evaluar la calidad del efluente de una PTAR y el más común en los desagües de una ciudad. Las aguas residuales generadas por los 04 sectores evaluados, son tratados en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales La Chira, para luego ser vertidas en la playa

La Chira, en un área llamada zona de exclusión marina. La fuente de abastecimiento de agua es el río Rímac el cual es captada en la bocatoma de la Planta de Tratamiento de Agua Potable La Atarjea. Una vez identificado el cuerpo de agua donde se realiza la dilución del contaminante y la fuente de abastecimiento de agua se procedió a la recopilación de información (calidad del efluente, calidad de agua de mar y calidad de agua del río Rímac), por parte de la empresa SEDAPAL. Para los años 2016 y 2017 la Huella hídrica gris total fue igual a 563.33 MMC y 466.50 MMC respectivamente. Para el año 2016 la aportación de los 04 sectores a la Huella hídrica gris fue la siguiente: residencial 497.62 MMC, comercial 46.89 MMC, industrial 18.49 MMC y público 0.318 MMC. Y para el año 2017 la aportación fue la siguiente: residencial 414.23 MMC, comercial 37.51 MMC, industrial 14.44 MMC y público 0.312 MMC.

- A partir del estudio realizado se demostró que la huella hídrica puede ser considerada como un indicador de la gestión del recurso hídrico en un distrito, ya que nos permite conocer el volumen de agua de precipitación aprovechado, el consumo de agua superficial y/o subterránea y por último el volumen de agua fresca que se necesita para diluir la concentración de contaminantes de sus efluentes que son vertidos a un cuerpo receptor y que estas cumplan con la normativa ambiental peruana vigente. Y de acuerdo a los resultados que se obtiene el distrito de Chorrillos puede formular algunos elementos para la gestión del agua en el distrito:
 - Implementar estrategias de uso racional del recurso hídrico en coordinación con la empresa SEDAPAL, la ANA, y el Ministerio de Vivienda,

Construcción y Saneamiento; mediante la sensibilización con el objetivo de reducir el consumo de agua, reutilizar las aguas residuales y difundiendo la importancia de este recurso en relación con el cambio climático.

- Finalmente, una estrategia muy significativa por parte de la municipalidad de Chorrillos mediante la Gerencia de Obras y Desarrollo Urbano, consiste en realizar un convenio interinstitucional con la empresa SEDAPAL mediante la Gerencia de Gestión de Aguas Residuales y la Gerencia de Desarrollo e Investigación. Con la finalidad de hacer uso de las aguas residuales tratadas en la PTAR La Chira, para no verterlo directamente a la playa La Chira ya que esto contribuiría en una reducción de hasta 80% de la Huella Hídrica Directa Azul.
- De acuerdo a los resultados de la cuantificación de la Huella Hídrica Directa de cada sector y al análisis de la sostenibilidad ambiental y social respectivamente, se han propuesto medidas generales de sostenibilidad para cada sector, las cuales son considerado como estrategias que nos llevara a un escenario favorable, para mayor detalle se explica en el Capítulo 8.1.

9.2. RECOMENDACIONES

- Continuar en base al presente trabajo de investigación, nuevas líneas de investigación de la Huella Hídrica Directa en otros distritos, ya que también puede ser aplicado para instituciones y/o empresas.
- Difundir los resultados, para que la población tome conciencia cuanto es la cantidad de agua fresca que consume diariamente con el propósito de que valore este recurso.
- El distrito de Chorrillos presenta un gran potencial para reducir su Huella hídrica azul. Según resultados de este estudio, la municipalidad de Chorrillos utilizó para los años 2016 y 2017 un total de aproximadamente 2.3 MMC de agua fresca para el riego de áreas verdes. Estos volúmenes de agua pueden ser reemplazados por agua residual tratada haciendo uso de tecnología que podrían ser financiadas por iniciativas y asociaciones público privadas.
- Para estudios posteriores sería necesario contar con un plano catastral del distrito actualizado, el cual nos permita conocer el tamaño de las áreas verdes privadas, públicas y privadas de uso público. El cual nos permitirá calcular con más exactitud las huellas hídricas verde y azul.
- Contar con una base de datos meteorológicos del área de estudio para poder calcular la precipitación efectiva y la evapotranspiración para el año de estudio elegido.
- Los estudios de Huella Hídrica Directa no es conveniente llevarlo a escalas provinciales o departamentales, debido a que puede haber mucha limitación en torno a información.

BIBLIOGRAFÍA

- Acuña, E., & San Gil, J. (2005). *Clasificación No Supervisada de Bosque y Análisis Multitemporal sobre Imágenes de Satélite en el área de Influencia de la CAS a Escala 1:100.000*.
- AGEVAP. (2013). *AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS DE NOVAS TRANSPOSIÇÕES DE VAZÃO NO RÍO PARAÍBA DO SUL*. Energy Consulting and Analytics.
- Aguado, J. C. (2011). Estudio Nacional de Huella Hídrica Colombia Sector Agrícola. *Revista Internacional de Sostenibilidad, Tecnología y Humanismo*(7), 106.
- ANA. (2013). *Plan nacional de recursos hídricos del Perú*. Lima: Ministerio de Agricultura y Riego.
- AQUAFONDO. (2017). *Huella Hídrica Directa de los usuarios de agua en el ámbito de Lima Metropolitana*. Lima: A2G Sostenibilidad y Cambio Climático.
- Arévalo D., Lozano J., & Sabogal J. (2011). Estudio Nacional de Huella Hídrica Colombia Sector Agrícola. *Revista Internacional de Sostenibilidad Tecnología y Humanismo N° 7. Cataluña. España*.
- Autoridad Nacional del Agua (ANA). (2016). *Estrategia Nacional para El Mejoramiento de la Calidad de los Recursos Hídricos*. Lima: Ministerio de Agricultura y Riego.
- Autoridad Nacional del Agua. (2012). *Política y Estrategia Nacional de Recursos Hídricos*. Lima: ANA.
- Autoridad Nacional del Agua. (2015). *La Gestión Integrada de Recursos Hídricos: Un Reto para el Perú*. Lima: ANA.
- Autoridad Nacional del Agua. (2016). *Estrategia Nacional para el Mejoramiento de la Calidad de los Recursos Hídricos*. Lima: ANA.
- Autoridad Nacional del Agua. (2016). *Glosario de recursos hídricos*. Lima: ANA.
- Balairon Pérez , L. (2002). *Gestión de recursos hídricos*. Barcelona, España: Ediciones UPB.

- Bava, J., & Dogliotti, A. (2000). *Teledetección con Imágenes Satelitales: Generalidades*. Buenos Aires: Grupo de Teledetección IAFE. Argentina.
- Castillo Valencia, M. (2014). *Huella Hídrica del campus de la Pontificia Universidad del Perú en el 2014*. Lima: Pontificia Universidad.
- Chapagain A. , K., & Hoekstra A. , Y. (2004). Water footprints of Nations. Value of Water Research Report Series. 16. *UNESCO: IHE, Institute for water education. Delf, the Netherlands*.
- Chuvieco Salinero, E. (2006). *Teledetección Ambiental: La Observación de la Tierra desde el Espacio*. Barcelona, España: 2da. Ed. Edit. Ariel.
- CISMID-UNI. (2010). *Microzonificación sísmica del distrito de Chorrillos*. Lima: MVCS.
- Corponariño. (2009). *Índice de escasez de agua superficial de la cuenca del río Pasto*.
- Coscoso Cavallini, J. (2011). *Estudio de Opciones de Tratamiento y Reusó de Aguas Residuales en Lima Metropolitana*. Lima: Ministerio Federal de Educación e Investigación.
- de Miguel Garcia, Á. (2013). *La huella hídrica como indicador de presiones: aplicación a la cuenca del Duero y al sector porcino español*. Madrid: Universidad de Alcalá.
- Diaz Bustos, J. E. (2017). *Determinación de la disponibilidad hídrica superficial mediante el balance hídrico en la Cuenca del Río Cumbaza - San Martín, 2016*. Tarapoto: Universidad Peruana Unión.
- Ercin E., A., & Hoekstra A., Y. (2014). Water footprint escenarios for 2050. *Journal of the International Society for Ecological Economics*, 12.
- Europea Agencia Espacial. (1 de Mayo de 2018). *Sentinel 2*. Obtenido de https://m.esa.int/esl/ESA_in_your_country/Spain/SENTINEL_2
- FFLA. (2015). *Proyecto Huella de Ciudades: Resultados Estratégicos y Guía Metodológica*. Bolivia: Banco de Desarrollo de América Latina.
- Gilabert, M., Gonzales Piqueras, J., & García Haro, J. (1997). Acerca de los índices de Vegetación. *Revista de Teledetección*, 1-10.

- González, F. (1990). *Ensayos Ambiente y Desarrollo: reflexiones acerca de la relación entre los conceptos: ecosistema, cultura y desarrollo*. Bogotá D.C.: Javergraf.
- Hanak, E., & Neumark, D. (2006). *Lawns and Water Demand in California*. California: Public Policy Institute of California, Vol 2.
- Hoekstra, A. Y., Chapagain, A. K., Aldaya, M. M., & Mekonnen, M. M. (2011). *The Water Footprint Assessment Manual*. Washington, DC: Water Footprint Network.
- Hoekstra, A., Chapagain, A., Aldaya, M., & Mekonnen, M. (2010). *Manual de Evaluación de la huella hídrica. Definiendo una norma*. Water Footprint Network.
- Huellas de Ciudades. (2015). *Manual para la evaluación de la Huella Hídrica*. Huella de Ciudades.
- IDEAM. (2004). *Metodología para el cálculo del índice de escasez de agua superficial*. Bogotá .
- INEI. (2017). *Compendio Estadístico Provincia Constitucional del Callao*. Lima: Instituto Nacional de Estadística e Informática.
- INEI. (2017). *Compendio Estadístico Provincia de Lima 2017*. Lima: Instituto Nacional de Estadística e Informática.
- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. (2017). *Evaluación de la Huella Hídrica en cuencas hidrográficas: Experiencias piloto en latinoamérica*. San Jose - Costa Rica: Union Europea.
- ISO 14046:2014. (2014). *Huella del agua*. America Latina: Organización Internacional de Normalización.
- Ivanova, Y. (2013). *Evaluación de la Huella Hídrica de la Ciudad de Bogotá como una Herramienta de Gestión del Recurso Hídrico en El Área Urbana*. Bogota D.C: PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA.
- Llamas Madurga, M. r., Aldaya M., M. M., Garrido Colmenero, A., & López-Gunn, E. (2009). Soluciones para la escasez del agua en España y su aplicación a otras regiones. *X Programa de Promoción de la Cultura Científica y Tecnológica*, 42.

- Mallma Capcha, T. (2015). *Huella Hídrica de los Productos Agrícolas de la Región Junín Comercializadas en la Ciudad de Lima*. Lima: Universidad Nacional Agraria la Molina.
- Manco Silva, D. G., Guerrero Erazo, J., & Ocampo Cruz, A. M. (2012). Eficiencia en el consumo de agua de uso residencial. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, vol. 11, No. 21 pp. 23 – 38.
- MINAGRI. (2017). *Aprovechamiento de los recursos hídricos para uso agrario*. Lima: Ministerio de Agricultura y Riego.
- MINAM. (2015). *Estrategia Nacional ante el Cambio Climático*. Lima: Ministerio del Ambiente.
- MINAM. (2017). *Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM*. Lima: Ministerio del Ambiente.
- MINAM. (1 de abril de 2018). *Ministerio del Ambiente*. Obtenido de Portal del Cambio Climático: <http://cambioclimatico.minam.gob.pe/manejo-de-la-tierra-y-el-agua/manejo-del-agua/que-es-el-estres-hidrico/>
- Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento. (2009). *Valores Máximos Admisibles (VMA) de las descargas de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario D.S. N° 021-2009-VIVIENDA*. Lima: MVCS.
- Ministerio del Ambiente. (2010). *Límites Máximos Permisibles para los efluentes de Plantas de Tratamiento Residuales Domésticas o Municipales Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM*. Lima: MINAM.
- Nippon Koei LAC CO., L. (. (2017). *Manejo Integrado de Recursos Hídricos para el Abastecimiento de Agua Potable de Lima Metropolitana*. Lima: SEDAPAL.
- Padilla Sildevilla, J. G. (2016). *Coeficiente de Cultivo para el Césped Americano (Stenotaphrum secundatum) Utilizando Lisímetros de Drenaje, durante la Estacion de Otoño - UNALM*. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Padilla Soldevilla , J. G. (2016). *Coeficiente de cultivo para el césped americano (Stenotaphrum secundatum) utilizando lisímetros de drenaje,*

durante la estación de otoño - UNALM. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina.

- Pidwirny, M. (2006). *Fundamentos de Geografía Física, 2da Edición.* Obtenido de <http://www.physicalgeography.net/fundamentals/1b.html>
- Pontificia Universidad la Católica del Perú. (2010). *Huella hídrica.* Lima.
- Programa Global Andino PGA. (2012). Edición N° 3. Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación COSUDE. *II Seminario Internacional de Huella Hídrica.*
- Programme World Water Assessment . (2012). *Gestión del informe del agua bajo Incertidumbre y Riesgo.* Paris - Francia: UNESCO.
- Richards, J. (1986). *Remote sensing digital Image Analysis, an introduction.* Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- RITCHER, D., DAVIS, M., APSE, C., & KONRAD, C. (2011). *Short communication: a presumptive standard for environmental flow protection.* Virginia- USA: River Research and Applications. Doi: 10.1002/rra.1511.
- Ruiz Verdú, A. (2008). *Aplicación de la Teledetección en Ingeniería Ambiental.* Madrid: Escuela de Organización Industrial.
- RVTE. (22 de junio de 2015). *Noticias - Ciencia y Tecnologías.* Obtenido de <http://www.rtve.es/noticias/20150622/nuevo-satelite-sentinel-2a-mejora-imagenes-observacion-tierra/1165640.shtml>
- SEDAPAL. (2018). *Anuario Estadístico 2017.* Lima: Gerencia de Desarrollo e Investigación.
- SPDA. (31 de Marzo de 2018). *Legislación Ambiental.* Obtenido de http://www.legislacionambientalspda.org.pe/index.php?option=com_content&view=article&id=225&Itemid=3350
- Statistics Canada. (2014). *Industrial water use.* Ottawa: Minister of Industry.
- SUNASS. (2015). *Diagnóstico de las Plantas de Tratamiento de Agua Residuales en el Ámbito de operación de las Entidades Prestadoras de Servicio de Saneamiento.* Lima: SUNASS.
- The United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. (2009). *Water in a changing world.* Paris: UNESCO.

- UNESCO. (2003). *WATER FOR PEOPLE, WATER FOR LIFE* . Paris: Mundi-Prensa.
- Uribe Vanegas, M. (2014). *Evaluación de la Huella Hídrica Azul y Gris de la Central Hidroeléctrica Miel I de Isagen S.A E.S.P.* Medellin: Universidad EAFIT.
- Vázquez del Mercado Arribas, R. (2012). *Huella hídrica de América Latina: retos y oportunidades*. Mexico: Aqua-LAC.
- Waslh Perú S.A. (2012). *Estudio de Impacto Ambiental Proyecto "Planta de Tratamiento de Aguas Residuales y Emisario Submarino - PTAR La Chira"*. Lima: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento .
- WWF Perú. (2013). *Huella Hídrica del Sector Agropecuario del Perú*. Lima: Autoridad Nacional del Agua.

ANEXOS

ANEXO N°01

Carta de aprobación a la solicitud de Acceso a la Información - SEDAPAL



SERVICIO DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE LIMA

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres"
"Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional"

Carta N° 0606 -2018-EGLA

Lima, 20 Noviembre 2018

Señora
Edgardo David Aliaga Lazaro
Jr. Cahuide José Olaya I Mz D Lote 2
Chorrillos.-

Asunto : Atención a Solicitud de Acceso a la Información Pública – Ley N° 27806

Referencia: Requerimiento Web N° 0311-2018 recibida el 07.11.2018 Reg. 164107

Es grato dirigirme a usted, con relación a su pedido de información efectuado con el documento de la referencia, a través del cual, y en mérito a la Ley N° 27806 - Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública, solicita copia volumente del agua potable facturada por distrito de Chorrillos año 2016 – 2017, calidad de efluente de la PTAR La Chira, calidad de agua de mar en La Chira y caudal y calidad del Río Rímac de los años 2016 – 2017.

Al respecto, debemos señalar que el artículo 10° del Texto Único Ordenado de la Ley N° 27806 establece que: "Las entidades de la Administración Pública tienen la obligación de proveer la información requerida si se refiere a la contenida en documentos escritos, fotografías, grabaciones, soporte magnético o digital, o en cualquier otro formato, siempre que haya sido creada u obtenida por ella o que se encuentre en su posesión o bajo su control"; asimismo, el párrafo tercero del artículo 13° de la referida norma, señala que: "La solicitud de información no implica la obligación de las entidades de la Administración Pública de crear o producir información con la que no cuente o no tenga obligación de contar al momento de efectuarse el pedido... Esta ley tampoco permite que los solicitantes exijan a las entidades que efectúen evaluaciones o análisis de la información que posean".

Bajo este contexto, el pedido de información referente a la calidad del efluente de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales PTAR La Chira, corresponde a una información reservada, de acuerdo a lo establecido en el Numeral 13.2.2. del Anexo N° 01 Información Confidencial por Gerencias y Equipo – Procedimiento de Atención de Solicitudes de Información – DGM-PR014.

Finalmente, teniendo en cuenta lo expresado en el párrafo anterior, el Equipo Gestión de Proyecto Público Privados, el Equipo Gestión Integral de Plantas y el Equipo Gestión Comercial y Micromedición; ha puesto a su disposición la información que posee, por lo que conforme a lo establecido en el artículo 10° del TUO de la Ley N° 27806 y en el artículo 13° de su Reglamento, la documentación señalada en el párrafo anterior, podrá ser recabada en el horario de 09:00 a.m. a 12:30 p.m. y de 14:00 a 16:00, en la Oficina del Equipo Gestión Legal y Administrativa de SEDAPAL, previo pago del costo de reproducción en CD, el cual asciende a la suma de S/ 1,42 (Uno con 42/100 Nuevos Soles), correspondiente a un total de 01 CD ($1 \times S/1,42 = S/1,42$).

Sin otro particular, me despido de usted,

Atentamente,

Maribel Cieza García
Funcionaria Responsable de la Entrega
de Información COP La Atarjea

fyms

OFICINA PRINCIPAL LA ATARJEA:
Avenida Rómulo Pralle 210 - El Agustino - Central Telefónica 317 3000
Consultas e Informes : **Aguafono** 317 8000

www.sedapal.com.pe

CENTROS DE SERVICIOS
Comas: Av. Víctor Andrés Belaúnde Deste Cuadra 5 - Urb. El Relatillo
Callao: Av. Guardia Chalaca N° 1131
Barranca: Av. Tingo María N° 600 - Cercado
San Juan de Lurigancho: Av. Próceres de la Independencia N° 3105 - Canto Grande
Ate: Vistarte: Av. Nicolás Ayllón N° 2309
Surquillo: Av. Angamos Este N° 1450
Villa El Salvador: Av. Separadora Industrial N° 300 Ter. Sector

ANEXO N°02

Cuantificación de la Huella Hídrica Directa

Cuantificación de la Huella Hídrica Directa

1.1. Huella hídrica verde

Para determinar la Huella Hídrica verde en el distrito de Chorrillos, primero se determinó la superficie del área de cobertura vegetal (área verde), ante la falta de información del valor de la superficie existente de área verde en el distrito, se hizo uso de la técnica de observación y medición remota (teledetección) y el Sistema de Información Geográfica (SIG), la cual nos permitió determinar las superficies de las áreas verdes privadas. Una vez realizado el procedimiento descrito en el Capítulo 5.1, se obtuvo el valor de las superficies de las áreas verdes privadas de uso público, áreas verdes públicas y áreas verdes privadas. Ver Tabla 1.

Tabla 1

Tamaño de las áreas verdes de acuerdo al tipo de usuario

Año	Áreas verdes privadas de uso público (m²)(*)	Áreas verdes públicas (m² (**))	Áreas verdes privadas (m²)	Área verde Total (m²)	Mapa N°
2016	1,050,000.00	1,108,092.00	900,296.59	3,058,388.59	05
2017	1,050,000.00	1,108,092.00	656,329.61	2,814,421.61	06

* Estudio de Opciones de Tratamiento y Reuso de Aguas Residuales en Lima Metropolitana (Coscoso Cavallini, 2011)

** Compendio Estadístico Provincia de Lima 2017 (INEI, 2017; SEDAPAL, 2018)

Fuente: Elaboración Propia

Determinándose una reducción de 243,966.98 m² de área verde en el 2017 respecto al 2016, influenciado directamente en la Huella Hídrica verde y Huella Hídrica azul. Por último, se debe determinar la precipitación efectiva mensual del área de estudio, mediante el programa CROPWAT 8.0, tal como se describe en el Capítulo 3.3.

Una vez determinado la Precipitación Efectiva (mm/mes) mediante se multiplicará por 10⁻³ para pasarlo a (m³/m²), con la finalidad que al multiplicarlo con el valor de las superficies de las áreas verdes nos dará la Huella hídrica verde. (Ver Tabla 2)

Tabla 2

Precipitación efectiva mensual para los años 2016-2017

Meses	Precipitación mensual (mm)	Precipitación efectiva (mm)	Precipitación efectiva (m ³ /m ²)
Enero	8	7.90	0.00790
Febrero	0.1	0.10	0.00010
Marzo	0.2	0.20	0.00020
Abril	0	0.00	0.00000
Mayo	0.2	0.20	0.00020
Junio	0.5	0.50	0.00050
Julio	0.6	0.60	0.00060
Agosto	0.9	0.90	0.00090
Septiembre	0.4	0.40	0.00040
Octubre	0.2	0.20	0.00020
Noviembre	0	0.00	0.00000
Diciembre	2.9	2.89	0.00289

Fuente: Elaboración Propia

Una vez hallado los valores de Precipitación efectiva mensual se multiplica por el valor de las superficies de las áreas verdes privadas de uso público, áreas verdes públicas y áreas verdes privadas y de esta forma se obtuvo los siguientes resultados:

1.1.1. Sector residencial

La disminución de la superficie de las áreas verdes privadas en el distrito, ha influenciado directamente en los valores del resultado de la Huella hídrica verde del sector. (Ver Tabla 3 y 4).

Tabla 3

Huella hídrica verde del sector residencial año 2016

Meses	PP efectiva (m ³ /m ²)	Área verde (m ²)	HH. verde (m ³)
Enero	0.00790	900,296.59	7,110.18
Febrero	0.00010	900,296.59	90.02
Marzo	0.00020	900,296.59	180.00
Abril	0.00000	900,296.59	0.00
Mayo	0.00020	900,296.59	180.00
Junio	0.00050	900,296.59	449.79
Julio	0.00060	900,296.59	539.66
Agosto	0.00090	900,296.59	809.10

Meses	PP efectiva (m³/m²)	Área verde (m²)	HH. verde (m³)
Septiembre	0.00040	900,296.59	359.89
Octubre	0.00020	900,296.59	180.00
Noviembre	0.00000	900,296.59	0.00
Diciembre	0.00289	900,296.59	2,598.75
TOTAL			12,497.38

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 4

Huella hídrica verde del sector residencial año 2017

Meses	PP efectiva (m³/m²)	Área verde (m²)	HH. verde (m³)
Enero	0.00790	656,329.61	5,183.43
Febrero	0.00010	656,329.61	65.62
Marzo	0.00020	656,329.61	131.22
Abril	0.00000	656,329.61	0.00
Mayo	0.00020	656,329.61	131.22
Junio	0.00050	656,329.61	327.90
Julio	0.00060	656,329.61	393.42
Agosto	0.00090	656,329.61	589.85
Septiembre	0.00040	656,329.61	262.36
Octubre	0.00020	656,329.61	131.22
Noviembre	0.00000	656,329.61	0.00
Diciembre	0.00289	656,329.61	1,894.52
TOTAL			9,110.78

Fuente: Elaboración Propia

1.12. Sector comercial

El área de jardines privados de uso público (Moscoso Cavallini, 2011), que es el área verde de clubes grandes, debido a que estos se encuentran dentro del sector comercial y no del sector residencial. El distrito de Chorrillos se tiene información de 03 clubes con su respectiva superficie de área verde el cual fue considerado en este estudio. (Ver Tabla 5 y 6)

Tabla 5

Huella hídrica verde del sector comercial año 2016

Meses	Precipitación efectiva (m ³ /m ²)	Áreas verdes privadas de uso público			Huella hídrica verde (m ³)			Huella hídrica verde Total (m ³)
		Country Club Villa (m ²) (1.1)	Club Cultural Lima (m ²) (1.2)	Club Regatas (m ²) (1.3)	HH. verde (1.1)	HH. verde (1.2)	HH. verde (1.3)	
Enero	0.00790	650,000	310,000	90,000	5,133.44	2,448.26	710.78	8,292.48
Febrero	0.00010	650,000	310,000	90,000	64.99	31.00	9.00	104.98
Marzo	0.00020	650,000	310,000	90,000	129.96	61.98	17.99	209.93
Abril	0.00000	650,000	310,000	90,000	0.00	0.00	0.00	0.00
Mayo	0.00020	650,000	310,000	90,000	129.96	61.98	17.99	209.93
Junio	0.00050	650,000	310,000	90,000	324.74	154.88	44.96	524.58
Julio	0.00060	650,000	310,000	90,000	389.63	185.82	53.95	629.40
Agosto	0.00090	650,000	310,000	90,000	584.16	278.60	80.88	943.64
Septiembre	0.00040	650,000	310,000	90,000	259.83	123.92	35.98	419.73
Octubre	0.00020	650,000	310,000	90,000	129.96	61.98	17.99	209.93
Noviembre	0.00000	650,000	310,000	90,000	0.00	0.00	0.00	0.00
Diciembre	0.00289	650,000	310,000	90,000	1,876.25	894.83	259.79	3,030.87
TOTAL					9,022.92	4,303.24	1,249.33	14,575.48

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 6

Huella hídrica verde del sector comercial año 2017

Meses	Precipitación efectiva (m ³ /m ²)	Áreas verdes privadas de uso público			Huella hídrica verde (m ³)			Huella hídrica verde Total (m ³)
		Country Club Villa (m ²) (1.1)	Club Cultural Lima (m ²) (1.2)	Club Regatas (m ²) (1.3)	HH. verde (1.1)	HH. verde (1.2)	H. verde (1.3)	
Enero	0.00790	650,000	310,000	90,000	5,133.44	2,448.26	710.78	8,292.48
Febrero	0.00010	650,000	310,000	90,000	64.99	31.00	9.00	104.98
Marzo	0.00020	650,000	310,000	90,000	129.96	61.98	17.99	209.93
Abril	0.00000	650,000	310,000	90,000	0.00	0.00	0.00	0.00
Mayo	0.00020	650,000	310,000	90,000	129.96	61.98	17.99	209.93
Junio	0.00050	650,000	310,000	90,000	324.74	154.88	44.96	524.58
Julio	0.00060	650,000	310,000	90,000	389.63	185.82	53.95	629.40
Agosto	0.00090	650,000	310,000	90,000	584.16	278.60	80.88	943.64
Septiembre	0.00040	650,000	310,000	90,000	259.83	123.92	35.98	419.73
Octubre	0.00020	650,000	310,000	90,000	129.96	61.98	17.99	209.93
Noviembre	0.00000	650,000	310,000	90,000	0.00	0.00	0.00	0.00
Diciembre	0.00289	650,000	310,000	90,000	1,876.25	894.83	259.79	3,030.87
TOTAL					9,022.92	4,303.24	1,249.33	14,575.48

Fuente: Elaboración Propia

Los 03 clubes mencionados se encuentran en la categoría de grandes clientes, debido a que sus consumos superan los 1000 m³ mensuales, según lo mencionado por la empresa SEDAPAL. Estos clubes cuentan con fuentes de agua propia (pozos de aguas) y la empresa SEDAPAL solo se encarga de cobrarles por el uso del agua, más no por el consumo.

1.13. Sector público

El mantenimiento de las áreas verdes públicas se encuentra a cargo de la municipalidad distrital. Durante los años 2016 y 2017, no se ha registrado un aumento o disminución de su superficie. (Ver Tablas 7 y 8).

Tabla 7

Huella hídrica verde del sector público año 2016

Meses	PP efectiva (m ³ /m ²)	Área verde (m ²)	HH. verde (m ³)
Enero	0.00790	110,8092	8,751.27
Febrero	0.00010	110,8092	110.79
Marzo	0.00020	110,8092	221.55
Abril	0.00000	110,8092	0.00
Mayo	0.00020	110,8092	221.55
Junio	0.00050	110,8092	553.60
Julio	0.00060	110,8092	664.22
Agosto	0.00090	110,8092	995.85
Septiembre	0.00040	110,8092	442.95
Octubre	0.00020	110,8092	221.55
Noviembre	0.00000	110,8092	0.00
Diciembre	0.00289	110,8092	3,198.56
TOTAL			15,381.88

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 8

Huella hídrica verde del sector público año 2017

Meses	PP efectiva (m ³ /m ²)	Área verde (m ²)	HH. verde (m ³)
Enero	0.00790	110,8092	8,751.27
Febrero	0.00010	110,8092	110.79
Marzo	0.00020	110,8092	221.55
Abril	0.00000	110,8092	0.00
Mayo	0.00020	110,8092	221.55
Junio	0.00050	110,8092	553.60
Julio	0.00060	110,8092	664.22
Agosto	0.00090	110,8092	995.85
Septiembre	0.00040	110,8092	442.95
Octubre	0.00020	110,8092	221.55
Noviembre	0.00000	110,8092	0.00
Diciembre	0.00289	110,8092	3,198.56
TOTAL			15,381.88

Fuente: Elaboración Propia

1.14. Huella hídrica verde total

Una vez determinado la Huella hídrica verde de los sectores residencial, comercial y público, se sumarán para determinar la Huella hídrica verde Total del distrito de Chorrillos. Ver Tabla 9 y 10.

Tabla 9

Huella hídrica verde total del distrito de Chorrillos año 2016

Meses	Sector			Total (m ³)
	Residencial (m ³)	Comercial (m ³)	Público (m ³)	
Enero	7,110.18	8,292.48	8,751.27	24,153.93
Febrero	90.02	104.98	110.79	305.79
Marzo	180.00	209.93	221.55	611.48
Abril	0.00	0.00	0.00	0
Mayo	180.00	209.93	221.55	611.48
Junio	449.79	524.58	553.60	1527.97
Julio	539.66	629.40	664.22	1833.28
Agosto	809.10	943.64	995.85	2748.59
Septiembre	359.89	419.73	442.95	1222.57
Octubre	180.00	209.93	221.55	611.48
Noviembre	0.00	0.00	0.00	0
Diciembre	2,598.75	3,030.87	3,198.56	8,828.18
TOTAL	12,497.39	14,575.47	15,381.89	42,454.75

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 10

Huella hídrica verde total del distrito de Chorrillos año 2017

Meses	Sector			Total (m ³)
	Residencial (m ³)	Comercial (m ³)	Público (m ³)	
Enero	5,183.43	8,292.48	8,751.27	22,227.18
Febrero	65.62	104.98	110.79	281.39
Marzo	131.22	209.93	221.55	562.7
Abril	0.00	0.00	0.00	0
Mayo	131.22	209.93	221.55	562.7
Junio	327.90	524.58	553.60	1,406.08
Julio	393.42	629.40	664.22	1,687.04
Agosto	589.85	943.64	995.85	2,529.34
Septiembre	262.36	419.73	442.95	1,125.04
Octubre	131.22	209.93	221.55	562.7
Noviembre	0.00	0.00	0.00	0
Diciembre	1894.52	3030.87	3198.56	8,123.95
TOTAL	9,110.76	14,575.47	15,381.89	39,068.12

Fuente: Elaboración Propia

1.2. Huella hídrica azul

Para determinar el cálculo de la Huella hídrica azul, se deberán conocer el volumen de la evaporación doméstica, evapotranspiración y el volumen del efluente generado por las actividades realizadas de los diferentes sectores del distrito. Así también identificar la fuente y el volumen de agua fresca que abastece al distrito de Chorrillos.

Para este trabajo el consumo de agua fresca se consideró al volumen de agua potable facturado, como se describió en anteriormente la Empresa SEDAPAL, es la encargada de prestar este servicio. El abastecimiento mensual de agua potable en el distrito de Chorrillos se viene dando de las siguientes formas:

- Abastecimiento por parte de la Planta de Tratamiento de Agua Potable La Atarjea, el cual deriva un porcentaje del volumen de agua tratada al distrito de Chorrillos, las cuales son almacenadas en reservorios para su posterior distribución, este volumen de agua no abastece al distrito para un servicio de 24 horas por ello se hace uso de la siguiente fuente.
- Aprovechamiento de agua subterránea, el cual la Empresa SEDAPAL hace la extracción mediante el funcionamiento de los pozos de agua distribuido en el distrito, cabe recalcar que de los 11 pozos de agua no se encuentran distribuidos en el distrito, no todos se encuentran en funcionamiento las 24 horas, algunos se encuentran en reserva, mantenimiento y/o desmontados. Ver Tabla 11 y 12.

Tabla 11

Consumo mensual de agua subterránea de los pozos de agua del distrito de Chorrillos año 2016

N° de pozo	Coordenadas WGS84		Producción 2016												TOTAL
	Este	Norte	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago.	Sep.	Oct	Nov	Dic	m³/año
269	280666	8653391	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9170	51465	60635
387	281768	8653114	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
411	282220	8653596	42983	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13955	44250	101188
465	279849	8654252	9990	5161	1946	0	19801	4277	262	0	0	4028	11711	19557	76733
603	282496	8654233	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
605	282472	8653180	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
654	281264	8653347	72357	67904	73094	70288	67068	67037	70581	69979	63293	44865	39925	42192	748583
718	281215	8652751	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
757	280048	8653643	57641	54313	57200	56585	58592	56781	58634	58763	57008	58203	57048	57864	688632
814	280411	8653498	32256	10342	3110	0	22463	5371	0	0	0	17573	31644	52550	175309
815	281562	8653769	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: SEDAPAL – Equipo Aguas Subterráneas (EASu)

Tabla 12

Consumo mensual de agua subterránea de los pozos de agua del distrito de Chorrillos año 2017

N° de pozo	Coordenadas WGS84		Producción 2017												TOTAL
	Este	Norte	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago.	Sep.	Oct	Nov	Dic	m ³ /año
269	280666	8653391	9561	28758	28374	14685	15171	3839	0	0	0	0	0	3788	104176
387	281768	8653114	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
411	282220	8653596	8735	27863	32125	13205	14092	3001	0	0	0	0	0	4085	103106
465	279849	8654252	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
603	282496	8654233	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
605	282472	8653180	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
654	281264	8653347	41959	38213	51623	41345	41253	41518	41998	42873	40672	43531	41939	44357	511281
718	281215	8652751	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
757	280048	8653643	56791	48715	63998	50840	50042	48617	49581	49175	48428	50505	46766	51076	614534
814	280411	8653498	11877	30101	35461	14883	14518	3568	0	0	0	0	0	3867	114275
815	281562	8653769	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: SEDAPAL – Equipo Aguas Subterráneas (EASu)

Los usuarios de los distintos sectores del distrito de Chorrillos, realizan un pago mensual a la Empresa SEDAPAL por el servicio de agua potable y alcantarillado, este pago está directamente relacionado al volumen de agua facturado. Ver Tabla 13 y 14.

Tabla 13

Volumen de agua facturado por los usuarios del distrito de Chorrillos año 2016

Año 2016	Usuarios					Total m³/mes
	Social	Domestico	Comercial	Industrial	Público	
Ene	16,626	1,098,155	103,250	36,616	595	1,255,241
Feb	15,491	1,112,245	105,089	40,882	787	1,274,493
Mar	16,108	1,145,708	110,069	42,847	960	1,315,692
Abr	16,825	1,196,206	115,834	41,289	954	1,371,108
May	16,919	1,113,594	114,401	42,028	792	1,287,734
Jun	16,632	1,041,779	103,475	39,643	551	1,202,080
Jul	14,295	965,263	98,744	37,527	595	1,116,423
Ago	14,856	1,002,996	100,046	38,642	489	1,157,029
Sep	14,269	1,024,728	102,078	39,718	653	1,181,445
Oct	15,614	1,081,691	104,889	41,107	671	1,243,970
Nov	14,621	1,038,873	103,406	44,913	668	1,202,480
Dic	18,104	1,106,848	105,672	43,799	871	1,275,294

Fuente: SEDAPAL – Equipo Comercial Surquillo (EC-S)

Tabla 14

Volumen de agua facturado por los usuarios del distrito de Chorrillos año 2017

Año 2017	Usuarios					Total m³/mes
	Social	Domestico	Comercial	Industrial	Público	
Ene	16,187	1,119,552	104,040	40,096	954	1,280,829
Feb	17,077	1,193,304	111,420	39,731	1,062	1,362,594
Mar	18,200	1,286,646	120,979	42,412	1,245	1,469,482
Abr	16,683	1,119,816	107,560	41,103	782	1,285,944
May	17,160	1,109,550	109,076	38,260	869	1,274,915
Jun	15,847	1,032,309	106,297	40,380	992	1,195,825
Jul	16,203	1,031,446	102,666	37,479	921	1,188,714
Ago	16,583	1,074,580	101,918	38,435	872	1,232,386
Sep	16,688	1,043,777	106,290	42,194	862	1,209,810
Oct	16,816	1,105,057	109,936	44,562	725	1,277,096
Nov	18,181	1,100,310	107,715	43,166	845	1,270,216
Dic	16,206	1,143,367	107,942	41,249	677	1,309,441

Fuente: SEDAPAL – Equipo Comercial Surquillo (EC-S)

121. Evapotranspiración de las áreas verdes en el distrito de Chorrillos

Esta variable se determinó por medio del programa CROPWAT 8.0, dicho programa necesita parámetros mensuales como: Temperatura mínima y máxima en grados Celsius, humedad relativa en porcentaje, velocidad del viento m/s, horas de insolación y la radiación solar en Megajoules por metro cuadrado por día. Esta última puede ser generada por el mismo programa, ubicando las coordenadas geográficas de la estación meteorológica. Una vez ingresado al programa los valores mensuales de los parámetros meteorológicos solicitados, esta nos dará la evapotranspiración en unidad de mm/día. La evapotranspiración diaria obtenida se multiplica por el número de días que comprenda el mes, para así obtener el Total de cada mes (mm/mes). Ver tabla 15 y 16.

Tabla 15

Evapotranspiración mensual del distrito de Chorrillos año 2016

Meses	Entrada					Salida		Total	
	Temp Min	Temp Max	HR	Viento	Horas de sol	Radiación	Eto	Días por mes	Eto
	°C	°C	%	m/s	horas /día	MJ/m ² /día	mm /día		mm /mes
Ene	21.2	23.6	81	6.2	0.3	10.5	3.09	31	95.79
Feb	20.8	25	80	6.7	2.5	13.9	3.68	29	106.72
Mar	19.2	25.6	81	7.2	4.4	16.2	3.87	31	119.97
Abr	15.3	25.1	82	7.8	6.7	18.1	3.83	30	114.9
May	11.5	23.9	85	8	8.1	18.2	3.36	31	104.16
Jun	10.7	22.5	84	8.3	7.6	16.5	3.07	30	92.1
Jul	12.4	21.2	82	8.3	5.7	14.5	2.93	31	90.83
Ago	12.7	20.3	82	8.3	5	15	2.92	31	90.52
Sep	12.9	19.9	83	8.3	4.7	16.1	2.91	30	87.3
Oct	14.5	19.9	82	7.7	3.5	15.2	2.97	31	92.07
Nov	16.5	20.5	81	7.1	2.2	13.4	3.01	30	90.3
Dic	18.9	21.9	81	6.5	1.1	11.7	3.01	31	93.31

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 16

Evapotranspiración mensual del distrito de Chorrillos año 2017

Meses	Entrada					Salida		Total	
	Temp Min	Temp Max	HR	Viento	Horas de sol	Radiación	Eto	Días por mes	Eto
	°C	°C	%	m/s	horas /día	MJ/m ² /día	mm /día		mm /mes
Ene	21.2	23.6	81	6.2	0.3	10.5	3.09	31	95.79
Feb	20.8	25	80	6.7	2.5	13.9	3.68	28	103.04
Mar	19.2	25.6	81	7.2	4.4	16.2	3.87	31	119.97
Abr	15.3	25.1	82	7.8	6.7	18.1	3.83	30	114.9
May	11.5	23.9	85	8	8.1	18.2	3.36	31	104.16
Jun	10.7	22.5	84	8.3	7.6	16.5	3.07	30	92.1
Jul	12.4	21.2	82	8.3	5.7	14.5	2.93	31	90.83
Ago	12.7	20.3	82	8.3	5	15	2.92	31	90.52
Sep	12.9	19.9	83	8.3	4.7	16.1	2.91	30	87.3
Oct	14.5	19.9	82	7.7	3.5	15.2	2.97	31	92.07
Nov	16.5	20.5	81	7.1	2.2	13.4	3.01	30	90.3
Dic	18.9	21.9	81	6.5	1.1	11.7	3.01	31	93.31

Fuente: Elaboración Propia

Los valores de la columna de evapotranspiración (mm/mes), se convierten a (m³/m²) dividiéndolo entre 1000, posteriormente se multiplica con el coeficiente de vegetación (Kc), que para este trabajo se determinó un valor de 0.9, de acuerdo a (Padilla Sildevilla, 2016). La columna generada de (Crop Water Requirements) CWR en m³/m², es el producto de la multiplicación de la columna de evapotranspiración (m³/m²) con la columna de Kc. Una vez obtenido la columna con los valores mensuales de CWR (m³/m²), se multiplica con los valores de las superficies en metros cuadrados de las áreas verdes de los sectores residencial, comercial y público, el resultado de esta multiplicación genera la columna CWR en (m³). La columna de CWR (m³), viene a ser el volumen de agua requerido para regar las áreas verdes (agua de riego), cabe recalcar que todavía no se ha considera la Huella Hídrica verde.

1.2.1.1. CWR (m³) Sector Residencial

Tabla 17

Volumen de agua requerido para las áreas verdes privadas año 2016

Meses	ETo	ETo	Kc	CWR	Áreas verdes privadas (m ²)	CWR (m ³)
	mm/mes	(m ³ /m ²)		(m ³ /m ²)		
Ene	95.79	0.09579	0.9	0.08621	900,296.59	77,615.47
Feb	106.72	0.10672	0.9	0.09605	900,296.59	86,471.69
Mar	119.97	0.11997	0.9	0.10797	900,296.59	97,207.72
Abr	114.9	0.1149	0.9	0.10341	900,296.59	93,099.67
May	104.16	0.10416	0.9	0.09374	900,296.59	84,397.40
Jun	92.1	0.0921	0.9	0.08289	900,296.59	74,625.58
Jul	90.83	0.09083	0.9	0.08175	900,296.59	73,596.55
Ago	90.52	0.09052	0.9	0.08147	900,296.59	73,345.36
Sep	87.3	0.0873	0.9	0.07857	900,296.59	70,736.30
Oct	92.07	0.09207	0.9	0.08286	900,296.59	74,601.28
Nov	90.3	0.0903	0.9	0.08127	900,296.59	73,167.10
Dic	93.31	0.09331	0.9	0.08398	900,296.59	75,606.01
Total						954,470.14

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 18

Volumen de agua requerido para las áreas verdes privadas año 2017

Meses	ETo	ETo	Kc	CWR	Áreas verdes privadas (m ²)	CWR (m ³)
	mm/mes	(m ³ /m ²)		(m ³ /m ²)		
Ene	95.79	0.09579	0.9	0.08621	656,329.61	56,582.83
Feb	106.72	0.10672	0.9	0.09274	656,329.61	60,865.38
Mar	119.97	0.11997	0.9	0.10797	656,329.61	70,865.88
Abr	114.9	0.1149	0.9	0.10341	656,329.61	67,871.04
May	104.16	0.10416	0.9	0.09374	656,329.61	61,526.96
Jun	92.1	0.0921	0.9	0.08289	656,329.61	54,403.16
Jul	90.83	0.09083	0.9	0.08175	656,329.61	53,652.98
Ago	90.52	0.09052	0.9	0.08147	656,329.61	53,469.86
Sep	87.3	0.0873	0.9	0.07857	656,329.61	51,567.82
Oct	92.07	0.09207	0.9	0.08286	656,329.61	54,385.44
Nov	90.3	0.0903	0.9	0.08127	656,329.61	53,339.91
Dic	93.31	0.09331	0.9	0.08398	656,329.61	55,117.90
Total						693,649.16

Fuente: Elaboración Propia

1.2.1.2. CWR (m³) Sector comercial

Tabla 19

Volumen de agua requerido para las áreas verdes privadas de uso público año 2016

Meses	ET _o	ET _o	K _c	CWR (m ³ /m ²)	Áreas verdes privadas de uso público			CWR (m ³)			CWR Total (m ³)
	mm/mes	(m ³ /m ²)			Country Club Villa (m ²)	Club Cultural Lima (m ²)	Club Regatas (m ²)	Country Club Villa (m ²)	Club Cultural Lima (m ²)	Club Regatas (m ²)	
Ene	95.79	0.09579	0.9	0.08621	650,000	310,000	90,000	56,037.15	26,725.41	7,758.99	90,521.55
Feb	106.72	0.10672	0.9	0.09605	650,000	310,000	90,000	62,431.2	29,774.88	8,644.32	100,850.4
Mar	119.97	0.11997	0.9	0.10797	650,000	310,000	90,000	70,182.45	33,471.63	9,717.57	113,371.65
Abr	114.9	0.1149	0.9	0.10341	650,000	310,000	90,000	67,216.5	32,057.1	9,306.9	108,580.5
May	104.16	0.10416	0.9	0.09374	650,000	310,000	90,000	60,933.6	29,060.64	8,436.96	98,431.2
Jun	92.1	0.0921	0.9	0.08289	650,000	310,000	90,000	53,878.5	25,695.9	7,460.1	87,034.5
Jul	90.83	0.09083	0.9	0.08175	650,000	310,000	90,000	53,135.55	25,341.57	7,357.23	85,834.35
Ago	90.52	0.09052	0.9	0.08147	650,000	310,000	90,000	52,954.2	25,255.08	7,332.12	85,541.4
Sep	87.3	0.0873	0.9	0.07857	650,000	310,000	90,000	51,070.5	24,356.7	7,071.3	82,498.5
Oct	92.07	0.09207	0.9	0.08286	650,000	310,000	90,000	53,860.95	25,687.53	7,457.67	87,006.15
Nov	90.3	0.0903	0.9	0.08127	650,000	310,000	90,000	52,825.5	25,193.7	7,314.3	85,333.5
Dic	93.31	0.09331	0.9	0.08398	650,000	310,000	90,000	54,586.35	26,033.49	7,558.11	88,177.95
Total								689,112.45	328,653.63	95,415.57	1,113,181.65

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 20

Volumen de agua requerido para las áreas verdes privadas de uso público año 2017

Meses	ET _o	ET _o	K _c	CWR	Áreas verdes privadas de uso público			CWR (m ³)			CWR Total (m ³)
	mm/mes	(m ³ /m ²)		(m ³ /m ²)	Country Club Villa (m ²)	Club Cultural Lima (m ²)	Club Regatas (m ²)	Country Club Villa (m ²)	Club Cultural Lima (m ²)	Club Regatas (m ²)	
Ene	95.79	0.09579	0.9	0.08621	650,000	310,000	90,000	56,037.15	26,725.41	7,758.99	90,521.55
Feb	103.04	0.10672	0.9	0.09605	650,000	310,000	90,000	60,278.4	28,748.16	8,346.24	97,372.8
Mar	119.97	0.11997	0.9	0.10797	650,000	310,000	90,000	70,182.45	33,471.63	9,717.57	113,371.65
Abr	114.9	0.1149	0.9	0.10341	650,000	310,000	90,000	67,216.5	32,057.1	9,306.9	108,580.5
May	104.16	0.10416	0.9	0.09374	650,000	310,000	90,000	60,933.6	29,060.64	8,436.96	98,431.2
Jun	92.1	0.0921	0.9	0.08289	650,000	310,000	90,000	53,878.5	25,695.9	7,460.1	87,034.5
Jul	90.83	0.09083	0.9	0.08175	650,000	310,000	90,000	53,135.55	25,341.57	7,357.23	85,834.35
Ago	90.52	0.09052	0.9	0.08147	650,000	310,000	90,000	52,954.2	25,255.08	7,332.12	85,541.4
Sep	87.3	0.0873	0.9	0.07857	650,000	310,000	90,000	51,070.5	24,356.7	7,071.3	82,498.5
Oct	92.07	0.09207	0.9	0.08286	650,000	310,000	90,000	53,860.95	25,687.53	7,457.67	87,006.15
Nov	90.3	0.0903	0.9	0.08127	650,000	310,000	90,000	52,825.5	25,193.7	7,314.3	85,333.5
Dic	93.31	0.09331	0.9	0.08398	650,000	310,000	90,000	54,586.35	26,033.49	7,558.11	88,177.95
Total								686,959.65	327,626.91	95,117.49	1,109,704.05

Fuente: Elaboración Propia

1.2.1.3. CWR (m³) Sector público

Tabla 21

Volumen de agua requerido para las áreas verdes públicas año 2016

Meses	ETo	ETo	Kc	CWR	Áreas verdes públicas (m ²)	CWR (m ³)
	mm/mes	(m ³ /m ²)		(m ³ /m ²)		
Ene	95.79	0.09579	0.9	0.08621	1,108,092	95,529.72
Feb	106.72	0.10672	0.9	0.09605	1,108,092	106,430.02
Mar	119.97	0.11997	0.9	0.10797	1,108,092	119,644.02
Abr	114.9	0.1149	0.9	0.10341	1,108,092	114,587.79
May	104.16	0.10416	0.9	0.09374	1,108,092	103,876.98
Jun	92.1	0.0921	0.9	0.08289	1,108,092	91,849.75
Jul	90.83	0.09083	0.9	0.08175	1,108,092	90,583.20
Ago	90.52	0.09052	0.9	0.08147	1,108,092	90,274.04
Sept	87.3	0.0873	0.9	0.07857	1,108,092	87,062.79
Oct	92.07	0.09207	0.9	0.08286	1,108,092	91,819.83
Nov	90.3	0.0903	0.9	0.08127	1,108,092	90,054.64
Dic	93.31	0.09331	0.9	0.08398	1,108,092	93,056.46
Total						1,174,769.22

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 22

Volumen de agua requerido para las áreas verdes públicas año 2017

Meses	ETo	ETo	Kc	CWR	Áreas verdes públicas (m ²)	CWR (m ³)
	mm/mes	(m ³ /m ²)		(m ³ /m ²)		
Ene	95.79	0.09579	0.9	0.08621	1,108,092	95,529.72
Feb	103.04	0.10304	0.9	0.09274	1,108,092	102,760.02
Mar	119.97	0.11997	0.9	0.10797	1,108,092	119,644.02
Abr	114.9	0.1149	0.9	0.10341	1,108,092	114,587.79
May	104.16	0.10416	0.9	0.09374	1,108,092	103,876.98
Jun	92.1	0.0921	0.9	0.08289	1,108,092	91,849.75
Jul	90.83	0.09083	0.9	0.08175	1,108,092	90,583.20
Ago	90.52	0.09052	0.9	0.08147	1,108,092	90,274.04
Sept	87.3	0.0873	0.9	0.07857	1,108,092	87,062.79
Oct	92.07	0.09207	0.9	0.08286	1,108,092	91,819.83
Nov	90.3	0.0903	0.9	0.08127	1,108,092	90,054.64
Dic	93.31	0.09331	0.9	0.08398	1,108,092	93,056.46
Total						1,171,099.22

Fuente: Elaboración Propia

1.2.2. Sector Residencial

Para calcular la Huella Hídrica azul del sector residencial se deberá determinar los valores mensuales de la Evaporación doméstica, Evapotranspiración de riego residencial y el volumen de agua residual residencial generada.

1.2.2.1. Evapotranspiración de riego residencial

Es la evapotranspiración de las áreas verdes, por el uso de agua fresca, en este caso agua potable que llega cada a usuario. El volumen de agua requerida para las áreas verdes privadas (CWR m³), calculados en las Tablas 17 y 18, se resta con los valores mensuales de su Huella Hídrica verde respectivamente. Con esta operación se determinará el volumen de riego que necesita las áreas verdes privadas. Ver Tabla 23 y 24.

Tabla 23

Evapotranspiración de riego residencial año 2016

Meses	CWR (m ³)	Huella hídrica verde - áreas verdes privadas (m ³)	Evapotranspiración de riego residencial (m ³)
Enero	77,615.47	7,110.18	70,505.29
Febrero	86,471.69	90.02	86,381.67
Marzo	97,207.72	180.00	97,027.72
Abril	93,099.67	0.00	93,099.67
Mayo	84,397.40	180.00	84,217.40
Junio	74,625.58	449.79	74,175.80
Julio	73,596.55	539.66	73,056.89
Agosto	73,345.36	809.10	72,536.26
Septiembre	70,736.30	359.89	70,376.41
Octubre	74,601.28	180.00	74,421.27
Noviembre	73,167.10	0.00	73,167.10
Diciembre	75,606.01	2,598.75	73,007.26
Total			941,972.75

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 24

Evapotranspiración de riego residencial año 2017

Meses	CWR (m ³)	Huella hídrica verde - áreas verdes privadas (m ³)	Evapotranspiración de riego residencial (m ³)
Enero	56,582.83	5,183.43	51,399.40
Febrero	60,865.38	65.62	60,799.76
Marzo	70,865.88	131.22	70,734.65
Abril	67,871.04	0.00	67,871.04
Mayo	61,526.96	131.22	61,395.74
Junio	54,403.16	327.90	54,075.26
Julio	53,652.98	393.42	53,259.56
Agosto	53,469.86	589.85	52,880.01
Septiembre	51,567.82	262.36	51,305.45
Octubre	54,385.44	131.22	54,254.22
Noviembre	53,339.91	0.00	53,339.91
Diciembre	55,117.90	1,894.52	53,223.38
Total			684,538.39

Fuente: Elaboración Propia

1.2.2.2. Evaporación domestica

Esta evaporación se da por el uso doméstico del agua excluyendo el riego de jardines (m³/mes). Para determinar el volumen mensual de agua que se requiere para regar los jardines, se deberá relacionar la evapotranspiración de riego residencial (m³) y la eficiencia de la tecnología de riego que se emplea. En las zonas residenciales se emplea la manguera como medio para regar, que al ser un tipo de riego contralado se asume una eficiencia de 80%, igual al riego tecnificado. Una eficiencia de 80% significa que 80% del agua aplicada es absorbida por las plantas y se pierde a través de la evapotranspiración, y el 20% restante se infiltra y regresa a la cuenca.

Para calcular el volumen de riego residencial, se deberá dividir la evapotranspiración de riego residencial (m³) entre la eficiencia de riego que en este caso es 0.8. Ver Tabla 25 y 26.

Tabla 25

Volumen de riego residencial año 2016

Meses	Evapotranspiración de riego residencial (m ³)	Eficiencia de riego	Volumen de riego residencial (m ³)
		Aspersión / Manguera (%)	
Enero	70,505.29	0.80	88,131.61
Febrero	86,381.67	0.80	107,977.09
Marzo	97,027.72	0.80	121,284.65
Abril	93,099.67	0.80	116,374.59
Mayo	84,217.40	0.80	105,271.75
Junio	74,175.80	0.80	92,719.75
Julio	73,056.89	0.80	91,321.11
Agosto	72,536.26	0.80	90,670.33
Septiembre	70,376.41	0.80	87,970.52
Octubre	74,421.27	0.80	93,026.59
Noviembre	73,167.10	0.80	91,458.88
Diciembre	73,007.26	0.80	91,259.08
Total			1,177,465.94

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 26

Volumen de riego residencial año 2017

Meses	Evapotranspiración de riego residencial (m ³)	Eficiencia de riego	Volumen de riego residencial (m ³)
		Aspersión / Manguera (%)	
Enero	51,399.40	0.80	64,249.25
Febrero	60,799.76	0.80	75,999.70
Marzo	70,734.65	0.80	88,418.32
Abril	67,871.04	0.80	84,838.81
Mayo	61,395.74	0.80	76,744.67
Junio	54,075.26	0.80	67,594.07
Julio	53,259.56	0.80	66,574.45
Agosto	52,880.01	0.80	66,100.02
Septiembre	51,305.45	0.80	64,131.82
Octubre	54,254.22	0.80	67,817.77
Noviembre	53,339.91	0.80	66,674.88
Diciembre	53,223.38	0.80	66,529.23
Total			855,672.99

Fuente: Elaboración Propia

El volumen de agua del sector residencial está comprendido por el sector social y doméstico, esta agrupación se consideró debido a las similitudes de actividades que se realizan en ambos sectores. Ver Tabla 27 y 28.

Tabla 27

Volumen facturado del sector Residencial año 2016

Meses	Social (m³)(1)	Doméstico (m³)(2)	Residencial (m³)(1+2)
Enero	16,626	1,098,155	1,114,781
Febrero	15,491	1,112,245	1,127,736
Marzo	16,108	1,145,708	1,161,816
Abril	16,825	1,196,206	1,213,032
Mayo	16,919	1,113,594	1,130,513
Junio	16,632	1,041,779	1,058,411
Julio	14,295	965,263	979,558
Agosto	14,856	1,002,996	1,017,852
Septiembre	14,269	1,024,728	1,038,997
Octubre	15,614	1,081,691	1,097,304
Noviembre	14,621	1,038,873	1,053,494
Diciembre	18,104	1,106,848	1,124,952
Total			13,118,446

Fuente: SEDAPAL – Equipo Comercial Surquillo (EC-S) – Elaboración Propia

Tabla 28

Volumen facturado del sector Residencial año 2017

Meses	Social (m³)(1)	Doméstico (m³)(2)	Residencial (m³)(1+2)
Enero	16,187	1,119,552	1,135,739
Febrero	17,077	1,193,304	1,210,381
Marzo	18,200	1,286,646	1,304,845
Abril	16,683	1,119,816	1,136,498
Mayo	17,160	1,109,550	1,126,710
Junio	15,847	1,032,309	1,048,156
Julio	16,203	1,031,446	1,047,648
Agosto	16,583	1,074,580	1,091,162
Septiembre	16,688	1,043,777	1,060,465
Octubre	16,816	1,105,057	1,121,872
Noviembre	18,181	1,100,310	1,118,491
Diciembre	16,206	1,143,367	1,159,572
Total			13,561,541

Fuente: SEDAPAL – Equipo Comercial Surquillo (EC-S) – Elaboración Propia

Una vez calculado el volumen de riego residencial, esta resta al volumen de agua facturado del sector Residencial. Esta diferencia nos determina el volumen de agua potable que está disponible para las actividades diarias, solo el 10% de este volumen se evapora por las diversas actividades domésticas que se realizan dentro del sector como: cocinar, lavar, aseo personal, etc. Este volumen de agua evaporada es la evaporación doméstica. Ver Tabla 28 y 30.

Tabla 29

Volumen de la evaporación doméstica del sector Residencial año 2016

Meses	Volumen de agua facturado (m ³)	Volumen de Riego doméstico (m ³)	Volumen de agua potable para uso doméstico (m ³)	Coefficiente de evaporación doméstica %	Evaporación doméstica (m ³)
Ene	1,114,781	88,131.61	1,026,649.39	0.1	102,664.94
Feb	1,127,736	107,977.09	1,019,758.91	0.1	101,975.89
Mar	1,161,816	121,284.65	1,040,531.35	0.1	104,053.14
Abr	1,213,032	116,374.59	1,096,657.41	0.1	109,665.74
May	1,130,513	105,271.75	1,025,241.25	0.1	102,524.13
Jun	1,058,411	92,719.75	965,691.25	0.1	96,569.13
Jul	979,558	91,321.11	888,236.89	0.1	88,823.69
Ago	1,017,852	90,670.33	927,181.67	0.1	92,718.17
Sep	1,038,997	87,970.52	951,026.48	0.1	95,102.65
Oct	1,097,304	93,026.59	1,004,277.41	0.1	100,427.74
Nov	1,053,494	91,458.88	962,035.12	0.1	96,203.51
Dic	1,124,952	91,259.08	1,033,692.92	0.1	103,369.29
Total					1,194,098.01

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 30

Volumen de la evaporación doméstica del sector Residencial año 2017

Meses	Volumen de agua facturado (m ³)	Volumen de Riego doméstico (m ³)	Volumen de agua potable para uso doméstico (m ³)	Coefficiente de evaporación doméstica %	Evaporación doméstica (m ³)
Ene	1,135,739	64,249.25	1,071,489.75	0.1	107,148.97
Feb	1,210,381	75,999.70	1,134,381.30	0.1	113,438.13
Mar	1,304,845	88,418.32	1,216,426.68	0.1	121,642.67

Meses	Volumen de agua facturado (m ³)	Volumen de Riego doméstico (m ³)	Volumen de agua potable para uso doméstico (m ³)	Coefficiente de evaporación doméstica %	Evaporación doméstica (m ³)
Abr	1,136,498	84,838.81	1,051,659.19	0.1	105,165.92
May	1,126,710	76,744.67	1,049,965.33	0.1	104,996.53
Jun	1,048,156	67,594.07	980,561.93	0.1	98,056.19
Jul	1,047,648	66,574.45	981,073.55	0.1	98,107.36
Ago	1,091,162	66,100.02	1,025,061.98	0.1	102,506.20
Sep	1,060,465	64,131.82	996,333.18	0.1	99,633.32
Oct	1,121,872	67,817.77	1,054,054.23	0.1	105,405.42
Nov	1,118,491	66,674.88	1,051,816.12	0.1	105,181.61
Dic	1,159,572	66,529.23	1,093,042.77	0.1	109,304.28
Total					1,270,586.60

Fuente: Elaboración Propia

1.2.2.3. Volumen de agua residual residencial

Un porcentaje del volumen de agua potable que está disponible para las actividades diarias, se pierde por la evaporación doméstica y el otro porcentaje que viene hacer el 90% de este volumen de agua potable se vuelve agua residual. Las aguas residuales generadas por el sector residencial del distrito de Chorrillos son tratadas en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales - La Chira; cuyo efluente es vertido en la playa La Chira. Este volumen de agua residual generado por el sector residencial será considera para determinar su Huella Hídrica gris. Ver Tabla 31 y 32.

Tabla 31

Volumen de agua residual generada por el sector Residencial año 2016

Meses	Volumen de agua facturado (m ³)	Volumen de Riego doméstico (m ³)	Volumen de agua potable para uso doméstico (m ³)	Coefficiente de generación de agua residual %	Agua Residual (m ³)
Ene	1,114,781	88,131.61	1,026,649.39	0.9	923,984.45
Feb	1,127,736	107,977.09	1,019,758.91	0.9	917,783.02
Mar	1,161,816	121,284.65	1,040,531.35	0.9	936,478.22
Abr	1,213,032	116,374.59	1,096,657.41	0.9	986,991.67
May	1,130,513	105,271.75	1,025,241.25	0.9	922,717.13

Meses	Volumen de agua facturado (m ³)	Volumen de Riego doméstico (m ³)	Volumen de agua potable para uso doméstico (m ³)	Coefficiente de generación de agua residual %	Agua Residual (m ³)
Jun	1,058,411	92,719.75	965,691.25	0.9	869,122.13
Jul	979,558	91,321.11	888,236.89	0.9	799,413.20
Ago	1,017,852	90,670.33	927,181.67	0.9	834,463.50
Sep	1,038,997	87,970.52	951,026.48	0.9	855,923.83
Oct	1,097,304	93,026.59	1,004,277.41	0.9	903,849.67
Nov	1,053,494	91,458.88	962,035.12	0.9	865,831.61
Dic	1,124,952	91,259.08	1,033,692.92	0.9	930,323.63
Total					10,746,882.05

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 32

Volumen de agua residual generada por el sector Residencial año 2017

Meses	Volumen de agua facturado (m ³)	Volumen de Riego doméstico (m ³)	Volumen de agua potable para uso doméstico (m ³)	Coefficiente de generación de agua residual %	Agua Residual (m ³)
Ene	1,135,739	64,249.25	1,071,489.75	0.9	964,340.77
Feb	1,210,381	75,999.70	1,134,381.30	0.9	1,020,943.17
Mar	1,304,845	88,418.32	1,216,426.68	0.9	1,094,784.02
Abr	1,136,498	84,838.81	1,051,659.19	0.9	946,493.27
May	1,126,710	76,744.67	1,049,965.33	0.9	944,968.79
Jun	1,048,156	67,594.07	980,561.93	0.9	882,505.73
Jul	1,047,648	66,574.45	981,073.55	0.9	882,966.20
Ago	1,091,162	66,100.02	1,025,061.98	0.9	922,555.78
Sep	1,060,465	64,131.82	996,333.18	0.9	896,699.86
Oct	1,121,872	67,817.77	1,054,054.23	0.9	948,648.81
Nov	1,118,491	66,674.88	1,051,816.12	0.9	946,634.50
Dic	1,159,572	66,529.23	1,093,042.77	0.9	983,738.50
Total					11,435,279.41

Fuente: Elaboración Propia

Una vez determinado los valores mensuales de la Evaporación doméstica, Evapotranspiración de riego residencial y el agua residual generada. Se procederá a sumar a cada una de ella para calcular la Huella Hídrica azul. Ver Tabla 33 y 34.

Tabla 33

Huella hídrica azul residencial del distrito de Chorrillos año 2016

Meses	Evapotranspiración de riego residencial (m ³)	Evaporación doméstica (m ³)	Agua Residual (m ³)	Huella hídrica azul Residencial (m ³)
Ene	70,505.29	102,664.94	923,984.45	1,097,154.68
Feb	86,381.67	101,975.89	917,783.02	1,106,140.58
Mar	97,027.72	104,053.14	936,478.22	1,137,559.08
Abr	93,099.67	109,665.74	986,991.67	1,189,757.08
May	84,217.40	102,524.13	922,717.13	1,109,458.66
Jun	74,175.80	96,569.13	869,122.13	1,039,867.06
Jul	73,056.89	88,823.69	799,413.20	961,293.78
Ago	72,536.26	92,718.17	834,463.50	999,717.93
Sep	70,376.41	95,102.65	855,923.83	1,021,402.89
Oct	74,421.27	100,427.74	903,849.67	1,078,698.68
Nov	73,167.10	96,203.51	865,831.61	1,035,202.22
Dic	73,007.26	103,369.29	930,323.63	1,106,700.18
Total	941,972.75	1,194,098.01	10,746,882.05	12,882,952.82

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 34

Huella hídrica azul residencial del distrito de Chorrillos año 2017

Meses	Evapotranspiración de riego residencial (m ³)	Evaporación doméstica (m ³)	Agua Residual (m ³)	Huella hídrica azul Residencial (m ³)
Ene	51,399.40	107,148.97	964,340.77	1,122,889.14
Feb	60,799.76	113,438.13	1,020,943.17	1,195,181.06
Mar	70,734.65	121,642.67	1,094,784.02	1,287,161.34
Abr	67,871.04	105,165.92	946,493.27	1,119,530.23
May	61,395.74	104,996.53	944,968.79	1,111,361.06
Jun	54,075.26	98,056.19	882,505.73	1,034,637.18
Jul	53,259.56	98,107.36	882,966.20	1,034,333.12
Ago	52,880.01	102,506.20	922,555.78	1,077,941.99
Sep	51,305.45	99,633.32	896,699.86	1,047,638.63
Oct	54,254.22	105,405.42	948,648.81	1,108,308.45
Nov	53,339.91	105,181.61	946,634.50	1,105,156.02
Dic	53,223.38	109,304.28	983,738.50	1,146,266.16
Total	684,538.39	1,270,586.60	11,435,279.41	13,390,404.38

Fuente: Elaboración Propia

1.2.3. Sector Comercial

Para calcular la huella hídrica azul del sector comercial se deberá determinar los valores mensuales de la Evapotranspiración de riego comercial y el volumen de agua residual comercial generada.

1.2.3.1. Evapotranspiración de riego comercial

En la actualidad, no se cuenta con información que nos permita conocer el tamaño de las áreas privadas de uso público, en este trabajo se consideró el área verde de los clubes ubicados en el área de estudio (Country Club Villa, Club Cultural Lima y Club Regatas). Estos 03 clubes presentan un consumo mayor de los 1000 m³, de acuerdo al consumo mensual estos usuarios comerciales se encuentran en el grupo de Grandes Clientes, teniendo pozos de agua como fuente propia de abastecimiento, la Empresa SEDAPAL no tiene un registro del volumen de agua extraído, debido a esto solo realiza el cobro por el uso de agua mas no por el consumo.

La evapotranspiración de riego comercial, se determinó de la misma manera que en el sector residencial. Una vez conocida el volumen de agua requerida para las áreas verdes de este sector (CWR m³), calculados en las Tablas 19 y 20, se resta con los valores mensuales de su Huella hídrica verde respectivamente. Con esta operación se determinará el volumen de riego que necesita las áreas verdes privadas de uso público. Ver Tabla 35 y 36.

Tabla 35

Evapotranspiración de riego comercial año 2016

Meses	CWR (m ³)			Huella hídrica verde - áreas verdes privadas de uso público (m ³)			Evapotranspiración de Riego Comercial (m ³)			
	Country Club Villa	Club Cultural Lima	Club Regatas	Country Club Villa	Club Cultural Lima	Club Regatas	Country Club Villa	Club Cultural Lima	Club Regatas	Total (m ³)
Ene	56,037.15	26,725.41	7,758.99	5133.44	2448.26	710.78	50,903.71	24,277.15	7,048.21	82,229.07
Feb	62,431.20	29,774.88	8,644.32	64.99	31.00	9.00	62,366.21	29,743.88	8,635.32	100,745.41
Mar	70,182.45	33,471.63	9,717.57	129.96	61.98	17.99	70,052.49	33,409.65	9,699.58	113,161.72
Abr	67,216.50	32,057.10	9,306.90	0.00	0.00	0.00	67,216.50	32,057.10	9,306.90	108,580.50
May	60,933.60	29,060.64	8,436.96	129.96	61.98	17.99	60,803.64	28,998.66	8,418.97	98,221.27
Jun	53,878.50	25,695.90	7,460.10	324.74	154.88	44.96	53,553.76	25,541.02	7,415.14	86,509.92
Jul	53,135.55	25,341.57	7,357.23	389.63	185.82	53.95	52,745.92	25,155.75	7,303.28	85,204.95
Ago	52,954.20	25,255.08	7,332.12	584.16	278.60	80.88	52,370.04	24,976.48	7,251.24	84,597.76
Sep	51,070.50	24,356.70	7,071.30	259.83	123.92	35.98	50,810.67	24,232.78	7,035.32	82,078.77
Oct	53,860.95	25,687.53	7,457.67	129.96	61.98	17.99	53,730.99	25,625.55	7,439.68	86,796.22
Nov	52,825.50	25,193.70	7,314.30	0.00	0.00	0.00	52,825.50	25,193.70	7,314.30	85,333.50
Dic	54,586.35	26,033.49	7,558.11	1,876.25	894.83	259.79	52,710.10	25,138.66	7,298.32	85,147.08
Total							680,089.53	324,350.39	94,166.24	1,098,606.16

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 36

Evapotranspiración de riego comercial año 2017

Meses	CWR (m ³)			Huella hídrica verde - áreas verdes privadas de uso público (m ³)			Evapotranspiración de Riego Comercial (m ³)			
	Country Club Villa	Club Cultural Lima	Club Regatas	Country Club Villa	Club Cultural Lima	Club Regatas	Country Club Villa	Club Cultural Lima	Club Regatas	Total (m ³)
Ene	56,037.15	26,725.41	7,758.99	5133.44	2448.26	710.78	50,903.71	24,277.15	7,048.21	82,229.07
Feb	60,278.40	28,748.16	8,346.24	64.99	31.00	9.00	60,213.41	28,717.16	8,337.24	97,745.41
Mar	70,182.45	33,471.63	9,717.57	129.96	61.98	17.99	70,052.49	33,409.65	9,699.58	113,161.72
Abr	67,216.50	32,057.10	9,306.90	0.00	0.00	0.00	67,216.50	32,057.10	9,306.90	108,580.50
May	60,933.60	29,060.64	8,436.96	129.96	61.98	17.99	60,803.64	28,998.66	8,418.97	98,221.27
Jun	53,878.50	25,695.90	7,460.10	324.74	154.88	44.96	53,553.76	25,541.02	7,415.14	86,509.92
Jul	53,135.55	25,341.57	7,357.23	389.63	185.82	53.95	52,745.92	25,155.75	7,303.28	85,204.95
Ago	52,954.20	25,255.08	7,332.12	584.16	278.60	80.88	52,370.04	24,976.48	7,251.24	84,597.76
Sep	51,070.50	24,356.70	7,071.30	259.83	123.92	35.98	50,810.67	24,232.78	7,035.32	82,078.77
Oct	53,860.95	25,687.53	7,457.67	129.96	61.98	17.99	53,730.99	25,625.55	7,439.68	86,796.22
Nov	52,825.50	25,193.70	7,314.30	0.00	0.00	0.00	52,825.50	25,193.70	7,314.30	85,333.50
Dic	54,586.35	26,033.49	7,558.11	1,876.25	894.83	259.79	52,710.10	25,138.66	7,298.32	85,147.08
Total							680,089.53	324,350.39	94,166.24	1,095,128.57

Fuente: Elaboración Propia

Una vez calculado la Evapotranspiración de riego comercial, se procederá a conocer el volumen de agua que consumen mensualmente para regar estas extensas áreas verdes que mantienen. Los Clubes usan aspersores para regar sus áreas verdes, este tipo de riego tiene una eficiencia de riego de 80%, igual al riego tecnificado. Ver Tabla 37 y 38.

Tabla 37

Volumen de riego comercial año 2016

Meses	Evapotranspiración de Riego Comercial (m ³)			Total	Eficiencia de riego	Volumen de riego comercial (m ³)			Total (m ³)
	Country Club Villa	Club Cultural Lima	Club Regatas		Aspersión / Manguera (%)	Country Club Villa	Club Cultural Lima	Club Regatas	
Ene	50,903.71	24,277.15	7,048.21	82,229.07	0.80	63,629.64	30,346.44	8,810.26	102,786.34
Feb	62,366.21	29,743.88	8,635.32	100,745.41	0.80	77,957.76	37,179.86	10,794.15	125,931.77
Mar	70,052.49	33,409.65	9,699.58	113,161.72	0.80	87,565.61	41,762.06	12,124.47	141,452.15
Abr	67,216.50	32,057.10	9,306.90	108,580.50	0.80	84,020.63	40,071.38	11,633.63	135,725.63
May	60,803.64	28,998.66	8,418.97	98,221.27	0.80	76,004.55	36,248.32	10,523.71	122,776.58
Jun	53,553.76	25,541.02	7,415.14	86,509.92	0.80	66,942.20	31,926.28	9,268.92	108,137.40
Jul	52,745.92	25,155.75	7,303.28	85,204.95	0.80	65,932.41	31,444.69	9,129.10	106,506.19
Ago	52,370.04	24,976.48	7,251.24	84,597.76	0.80	65,462.55	31,220.60	9,064.05	105,747.20
Sep	50,810.67	24,232.78	7,035.32	82,078.77	0.80	63,513.33	30,290.97	8,794.15	102,598.46
Oct	53,730.99	25,625.55	7,439.68	86,796.22	0.80	67,163.74	32,031.94	9,299.59	108,495.27
Nov	52,825.50	25,193.70	7,314.30	85,333.50	0.80	66,031.88	31,492.13	9,142.88	106,666.88
Dic	52,710.10	25,138.66	7,298.32	85,147.08	0.80	65,887.62	31,423.33	9,122.90	106,433.85
Total				1,098,606.16	---	850,111.92	405,437.99	117,707.80	1,373,257.71

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 38

Volumen de riego comercial año 2017

Meses	Evapotranspiración de Riego Comercial (m ³)			Total	Eficiencia de riego	Volumen de riego comercial (m ³)			Total (m ³)
	Country Club Villa	Club Cultural Lima	Club Regatas		Aspersión / Manguera (%)	Country Club Villa	Club Cultural Lima	Club Regatas	
Ene	50,903.71	24,277.15	7,048.21	82,229.07	0.80	63,629.64	30,346.44	8,810.26	102,786.34
Feb	60,213.41	28,717.16	8,337.24	97,745.41	0.80	75,266.76	35,896.46	10,421.55	121,584.77
Mar	70,052.49	33,409.65	9,699.58	113,161.72	0.80	87,565.61	41,762.06	12,124.47	141,452.15
Abr	67,216.50	32,057.10	9,306.90	108,580.50	0.80	84,020.63	40,071.38	11,633.63	135,725.63
May	60,803.64	28,998.66	8,418.97	98,221.27	0.80	76,004.55	36,248.32	10,523.71	122,776.58
Jun	53,553.76	25,541.02	7,415.14	86,509.92	0.80	66,942.20	31,926.28	9,268.92	108,137.40
Jul	52,745.92	25,155.75	7,303.28	85,204.95	0.80	65,932.41	31,444.69	9,129.10	106,506.19
Ago	52,370.04	24,976.48	7,251.24	84,597.76	0.80	65,462.55	31,220.60	9,064.05	105,747.20
Sep	50,810.67	24,232.78	7,035.32	82,078.77	0.80	63,513.33	30,290.97	8,794.15	102,598.46
Oct	53,730.99	25,625.55	7,439.68	86,796.22	0.80	67,163.74	32,031.94	9,299.59	108,495.27
Nov	52,825.50	25,193.70	7,314.30	85,333.50	0.80	66,031.88	31,492.13	9,142.88	106,666.88
Dic	52,710.10	25,138.66	7,298.32	85,147.08	0.80	65,887.62	31,423.33	9,122.90	106,433.85
Total				1,095,128.57	---	847,420.92	404,154.59	117,335.20	1,368,910.71

Fuente: Elaboración Propia

1.2.3.2. Volumen de agua residual y evaporación comercial

El volumen de agua residual generado por este sector solo va estar influenciado por el volumen de agua factura y la evaporación comercial. Esto se debe que el agua que han usado para regar las áreas verdes son de fuente propia de los clubes y su volumen no está considera en el volumen facturado por SEDAPAL. Se asume que el 80% del agua utilizada se va al sistema de alcantarillado y el 20% se evapora debido a las distintas actividades comerciales que se realizan, teniendo en cuenta que estos son usuarios que consumen menos a 1000 m³. Las aguas residuales generadas por el sector comercial son tratadas en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales - La Chira. Este volumen de agua residual generada será considera para determinar su Huella hídrica gris. Ver Tabla 39 y 40.

Tabla 39

Volumen de agua residual y evaporación comercial año 2016

Meses	Clientes Comerciales <1000 m ³		
	Volumen Facturado (m ³)	Agua residual (m ³)	Evaporación comercial (m ³)
Enero	103,250	82,600	20,650
Febrero	105,089	84,071.2	21,017.8
Marzo	110,069	88,055.2	22,013.8
Abril	115,834	92,667.2	23,166.8
Mayo	114,401	91,520.8	22,880.2
Junio	103,475	82,780	20,695
Julio	98,744	78,995.2	19,748.8
Agosto	100,046	80,036.8	20,009.2
Septiembre	102,078	81,662.4	20,415.6
Octubre	104,889	83,911.2	20,977.8
Noviembre	103,406	82,724.8	20,681.2
Diciembre	105,672	84,537.6	21,134.4
Total	1,266,952	1,013,561.6	253,390.4

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 40

Volumen de agua residual y evaporación comercial año 2017

Meses	Clientes Comerciales <1000 m ³		
	Volumen Facturado (m ³)	Agua residual (m ³)	Evaporación comercial (m ³)
Enero	104,040	83,232	20,808
Febrero	111,420	89,136	22,284
Marzo	120,979	96,783.2	24,195.8
Abril	107,560	86,048	21,512
Mayo	109,076	87,260.8	21,815.2
Junio	106,297	85,037.6	21,259.4
Julio	102,666	82,132.8	20,533.2
Agosto	101,918	81,534.4	20,383.6
Septiembre	106,290	85,032	21,258
Octubre	109,936	87,948.8	21,987.2
Noviembre	107,715	86,172	21,543
Diciembre	107,942	86,353.6	21,588.4
Total	1,295,839	1,036,671.2	259,167.8

Fuente: Elaboración Propia

Una vez calculado los valores mensuales de la Evapotranspiración de riego comercial y el agua residual comercial generada. Se procederá a sumar a cada una de ella para calcular la Huella Hídrica azul. Ver Tabla 41 y 42.

Tabla 41

Huella hídrica azul comercial del distrito de Chorrillos año 2016

Meses	Evapotranspiración de riego comercial (m ³)	Evaporación comercial (m ³)	Agua Residual (m ³)	Huella hídrica azul Comercial (m ³)
Ene	82,229.07	20,650	82,600	185,479.07
Feb	100,745.41	21,017.8	84,071.2	205,834.41
Mar	113,161.72	22,013.8	88,055.2	223,230.72
Abr	108,580.50	23,166.8	92,667.2	224,414.50
May	98,221.27	22,880.2	91,520.8	212,622.27
Jun	86,509.92	20,695	82,780	189,984.92
Jul	85,204.95	19,748.8	78,995.2	183,948.95
Ago	84,597.76	20,009.2	80,036.8	184,643.76
Sep	82,078.77	20,415.6	81,662.4	184,156.77
Oct	86,796.22	20,977.8	83,911.2	191,685.22
Nov	85,333.50	20,681.2	82,724.8	188,739.50
Dic	85,147.08	21,134.4	84,537.6	190,819.08
Total	1,098,606.16	253,390.4	1,013,562.6	2,365,559.17

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 42

Huella hídrica azul comercial del distrito de Chorrillos año 2017

Meses	Evapotranspiración de riego comercial (m ³)	Evaporación comercial (m ³)	Agua Residual (m ³)	Huella hídrica azul Comercial (m ³)
Ene	82,229.07	20,808	83,232	186,269.07
Feb	97,745.41	22,284	89,136	209,165.41
Mar	113,161.72	24,195.8	96,783.2	234,140.72
Abr	108,580.50	21,512	86,048	216,140.50
May	98,221.27	21,815.2	87,260.8	207,297.27
Jun	86,509.92	21,259.4	85,037.6	192,806.92
Jul	85,204.95	20,533.2	82,132.8	187,870.95
Ago	84,597.76	20,383.6	81,534.4	186,515.76
Sep	82,078.77	21,258	85,032	188,368.77
Oct	86,796.22	21,987.2	87,948.8	196,732.22
Nov	85,333.50	21,543	86,172	193,048.50
Dic	85,147.08	21,588.4	86,353.6	193,089.08
Total	1,095,128.57	259,167.8	1,036,671.2	2,391,445.17

Fuente: Elaboración Propia

1.2.4. Sector Industrial

Para calcular la Huella Hídrica azul del sector industrial se deberá determinar el promedio ponderado de la tasa de consumo del subsector industrial y el volumen de agua residual industrial generada.

1.2.4.1. Tasa de consumo del subsector industrial

De acuerdo a las 35 empresas industriales ubicadas en el distrito de Chorrillos e inscritas en el Ministerio de la Producción, se deberá identificar el rubro de cada una de ellas, una vez identificada el número de empresas que se encuentra en cada rubro, se procederá en calcular el promedio ponderado, que en este caso nos dio un resultado de 18.13%. Ver Tabla 43.

Tabla 433

Promedio ponderado de la tasa de consumo industrial del distrito de Chorrillos

Rubro	Tasa de Consumo¹	Número de Industrias
Madera	33.6	0
Químicos	29.5	8
Bebidas y tabaco	26.5	0
Minerales non-metálicos	34.5	0
Minerales primarios	15.8	0
Caucho y plástico	16.5	3
Petróleo y carbón	10	0
Metales fabricados	3.3	1
Alimentos	9.8	8
Fábricas y productos textiles ²	14.3	8
Maquinaria	2.8	1
Equipos de transporte	6.2	0
Papel	3.1	0
Otras ³	25	6
TOTAL		35
Tasa de consumo media		18.13

Fuente: Ministerio de la Producción – Elaboración Propia

1.2.4.2. Agua residual industrial

En el Sector industrial, el agua residual generada es producto de las actividades provenientes de la limpieza de las maquinarias, higiene personal y uso de servicios higiénicos. El cálculo de este volumen es multiplicar el volumen de agua facturado con el porcentaje restante de la tasa de consumo media (100%-18.13%).

Las aguas residuales generadas por el sector industrial son tratadas en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales - La Chira. Este volumen de agua residual generada será considera para determinar su Huella hídrica gris.

Una vez calculado la tasa de consumo industrial media, se procederá a calcular la pérdida evaporativa, el volumen de agua residual y la Huella hídrica azul industrial.

Ver Tabla 44 y 45.

Tabla 44

Huella hídrica azul industrial del distrito de Chorrillos año 2016

Meses	Volumen Facturado (m ³)	Tasa de consumo industrial Media (%)	Perdida Evaporativa	Agua residual (m ³)	Huella hídrica azul Industrial (m ³)
Enero	36616	18.13	6638.48	29977.52	36616
Febrero	40882	18.13	7411.91	33470.09	40882
Marzo	42847	18.13	7768.16	35078.84	42847
Abril	41289	18.13	7485.70	33803.30	41289
Mayo	42028	18.13	7619.68	34408.32	42028
Junio	39643	18.13	7187.28	32455.72	39643
Julio	37527	18.13	6803.65	30723.35	37527
Agosto	38642	18.13	7005.79	31636.21	38642
Septiembre	39718	18.13	7200.87	32517.13	39718
Octubre	41107	18.13	7452.70	33654.30	41107
Noviembre	44913	18.13	8142.73	36770.27	44913
Diciembre	43799	18.13	7940.76	35858.24	43799
Total	489,011	---	88657.71	400353.29	489,011

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 45

Huella hídrica azul industrial del distrito de Chorrillos año 2017

Meses	Volumen Facturado (m ³)	Tasa de consumo industrial Media (%)	Perdida Evaporativa	Agua residual (m ³)	Huella hídrica azul Industrial (m ³)
Enero	40,096	18.13	7269.40	32826.60	40,096
Febrero	39,731	18.13	7203.23	32527.77	39,731
Marzo	42,412	18.13	7689.3	34722.70	42,412
Abril	41,103	18.13	7451.97	33651.03	41,103
Mayo	38,260	18.13	6936.54	31323.46	38,260
Junio	40,380	18.13	7320.89	33059.11	40,380
Julio	37,479	18.13	6794.94	30684.06	37,479
Agosto	38,435	18.13	6968.27	31466.73	38,435
Septiembre	42,194	18.13	7649.77	34544.23	42,194
Octubre	44,562	18.13	8079.09	36482.91	44,562
Noviembre	43,166	18.13	7826	35340	43,166
Diciembre	41,249	18.13	7478.44	33770.56	41,249
Total	489,067	---	88667.84	400399.16	489,067

Fuente: Elaboración Propia

1.2.5. Sector público

El cálculo de la Huella Hídrica azul del sector público está relacionado por los valores mensuales de la Evapotranspiración de riego público y el volumen de agua residual pública generada.

1.2.5.1. Evapotranspiración de riego público

En el año 2017 el INEI, publicó el compendio estadístico 2017 de la Provincia de Lima, en ese informe se dio a conocer el tamaño de las áreas verdes en espacios públicos, dando al distrito de Chorrillos un Total de 1,108,092 m². El mantenimiento de estas áreas verdes se encuentra bajo la responsabilidad de la municipalidad de Chorrillos, el cual hace uso de agua fresca para regarlas. Algunas fuentes de información mencionan que la Municipalidad de Chorrillos, hace uso del agua proveniente del río Surco, la verdad que no hay una información precisa donde se indique la fuente de extracción del volumen de agua fresca que usan para regar.

La evapotranspiración de riego público, se determinó de la misma manera que en el sector residencial y comercial. Una vez conocida el volumen de agua requerida para las áreas verdes de este sector (CWR m³), calculados en las Tablas 21 y 22, se resta con los valores mensuales de su Huella Hídrica verde respectivamente. Con esta operación se determinará el volumen de riego que necesita las áreas verdes público. Ver Tabla 46 y 47.

Tabla 46

Evapotranspiración de riego público año 2016

Meses	CWR (m ³)	Huella hídrica verde - áreas verdes privadas (m ³)	Evapotranspiración de riego público (m ³)
Enero	95,529.72	8,751.27	86,778.45
Febrero	106,430.02	110.79	106,319.23
Marzo	119,644.02	221.55	119,422.47
Abril	114,587.79	0.00	114,587.79
Mayo	103,876.98	221.55	103,655.43
Junio	91,849.75	553.60	91,296.14
Julio	90,583.20	664.22	89,918.98
Agosto	90,274.04	995.85	89,278.19
Septiembre	87,062.79	442.95	86,619.84
Octubre	91,819.83	221.55	91,598.28
Noviembre	90,054.64	0.00	90,054.64
Diciembre	93,056.46	3,198.56	89,857.90
Total			1,159,387.35

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 47

Evapotranspiración de riego público año 2017

Meses	CWR (m ³)	Huella hídrica verde - áreas verdes privadas (m ³)	Evapotranspiración de riego público (m ³)
Enero	95,529.72	8,751.27	86,778.45
Febrero	102,760.02	110.79	102,649.23
Marzo	119,644.02	221.55	119,422.47
Abril	114,587.79	0.00	114,587.79
Mayo	103,876.98	221.55	103,655.43
Junio	91,849.75	553.60	91,296.14
Julio	90,583.20	664.22	89,918.98
Agosto	90,274.04	995.85	89,278.19
Septiembre	87,062.79	442.95	86,619.84
Octubre	91,819.83	221.55	91,598.28
Noviembre	90,054.64	0.00	90,054.64
Diciembre	93,056.46	3,198.56	89,857.90
Total			1,155,717.35

Fuente: Elaboración Propia

Una vez calculado la Evapotranspiración de riego público, se procederá a conocer el volumen de agua que consumen mensualmente las extensas áreas verdes.

La municipalidad de Chorrillos usan cisternas para regar sus áreas verdes, este tipo de riego tiene una eficiencia de riego de 50%. Ver Tabla 48 y 49.

Tabla 48

Volumen de riego comercial año 2016

Meses	Evapotranspiración de riego público (m ³)	Eficiencia de riego	Volumen de riego público (m ³)
		Aspersión / Manguera (%)	
Enero	86,778.45	0.50	173,556.90
Febrero	106,319.23	0.50	212,638.46
Marzo	119,422.47	0.50	238,844.94
Abril	114,587.79	0.50	229,175.58
Mayo	103,655.43	0.50	207,310.86
Junio	91,296.14	0.50	182,592.28
Julio	89,918.98	0.50	179,837.96
Agosto	89,278.19	0.50	178,556.38
Septiembre	86,619.84	0.50	173,239.68
Octubre	91,598.28	0.50	183,196.56
Noviembre	90,054.64	0.50	180,109.28
Diciembre	89,857.90	0.50	179,715.80
Total			2,318,774.68

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 49

Volumen de riego comercial año 2017

Meses	Evapotranspiración de riego público (m ³)	Eficiencia de riego	Volumen de riego público (m ³)
		Aspersión / Manguera (%)	
Enero	86,778.45	0.50	173,556.90
Febrero	102,649.23	0.50	205,298.46
Marzo	119,422.47	0.50	238,844.94
Abril	114,587.79	0.50	229,175.58
Mayo	103,655.43	0.50	207,310.86
Junio	91,296.14	0.50	182,592.28
Julio	89,918.98	0.50	179,837.96
Agosto	89,278.19	0.50	178,556.38
Septiembre	86,619.84	0.50	173,239.68
Octubre	91,598.28	0.50	183,196.56
Noviembre	90,054.64	0.50	180,109.28
Diciembre	89,857.90	0.50	179,715.80
Total			2,311,434.68

Fuente: Elaboración Propia

1.2.5.2. Volumen de agua residual y evaporación pública

El volumen de agua residual generado por este sector solo va estar influenciado por el volumen de agua factura y la evaporación pública. Esto se debe que el agua que han usado para regar las áreas verdes son de una fuente que no se tiene conocimiento, y su volumen no está considerado en el volumen facturado por SEDAPAL. Se asume que el 80% del agua utilizada se va al sistema de alcantarillado y el 20% se evapora debido a las distintas actividades que se realizan en el sector público. Las aguas residuales generadas por el sector comercial son tratadas en la PTAR - La Chira. Este volumen de agua residual generada será considerado para determinar su Huella Hídrica gris. Ver Tabla 50 y 51.

Tabla 50

Volumen de agua residual y evaporación público año 2016

Meses	Clientes instituciones publicas		
	Volumen Facturado (m ³)	Agua residual (m ³)	Evaporación pública (m ³)
Enero	595	476	119
Febrero	787	629.6	157.4
Marzo	960	768	192
Abril	954	763.2	190.8
Mayo	792	633.6	158.4
Junio	551	440.8	110.2
Julio	595	476	119
Agosto	489	391.2	97.8
Septiembre	653	522.4	130.6
Octubre	671	536.8	134.2
Noviembre	668	534.4	133.6
Diciembre	871	696.8	174.2
Total	8,586	6868.8	1717.2

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 51

Volumen de agua residual y evaporación público año 2017

Meses	Clientes instituciones publicas		
	Volumen Facturado (m ³)	Agua residual (m ³)	Evaporación pública (m ³)
Enero	954	763.2	190.8
Febrero	1,062	849.6	212.4
Marzo	1,245	996	249
Abril	782	625.6	156.4
Mayo	869	695.2	173.8
Junio	992	793.6	198.4
Julio	921	736.8	184.2
Agosto	872	697.6	174.4
Septiembre	862	689.6	172.4
Octubre	725	580	145
Noviembre	845	676	169
Diciembre	677	541.6	135.4
Total	10,806	8644.8	2161.2

Fuente: Elaboración Propia

Una vez calculado los valores mensuales de la Evapotranspiración de riego comercial y el agua residual comercial generada. Se procederá a sumar a cada una de ella para calcular la Huella Hídrica azul pública. Ver Tabla 52 y 53.

Tabla 52

Huella hídrica azul pública del distrito de Chorrillos año 2016

Meses	Evapotranspiración de riego público (m ³)	Evaporación pública (m ³)	Agua Residual (m ³)	Huella hídrica azul Publico (m ³)
Ene	86,778.45	119	476	87,373.45
Feb	106,319.23	157.4	629.6	107,106.23
Mar	119,422.47	192	768	120,382.47
Abr	114,587.79	190.8	763.2	115,541.79
May	103,655.43	158.4	633.6	104,447.43
Jun	91,296.14	110.2	440.8	91,847.14
Jul	89,918.98	119	476	90,513.98
Ago	89,278.19	97.8	391.2	89,767.19
Sep	86,619.84	130.6	522.4	87,272.84
Oct	91,598.28	134.2	536.8	92,269.28
Nov	90,054.64	133.6	534.4	90,722.64
Dic	89,857.90	174.2	696.8	90,728.90
Total	1,159,387.35	1717.2	6868.8	1,167,973.34

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 53

Huella hídrica azul pública del distrito de Chorrillos año 2017

Meses	Evapotranspiración de riego público (m ³)	Evaporación pública (m ³)	Agua Residual (m ³)	Huella hídrica azul Publico (m ³)
Ene	86,778.45	190.8	763.2	87,732.45
Feb	102,649.23	212.4	849.6	103,711.23
Mar	119,422.47	249	996	120,667.47
Abr	114,587.79	156.4	625.6	115,369.79
May	103,655.43	173.8	695.2	104,524.43
Jun	91,296.14	198.4	793.6	92,288.14
Jul	89,918.98	184.2	736.8	90,839.98
Ago	89,278.19	174.4	697.6	90,150.19
Sep	86,619.84	172.4	689.6	87,481.84
Oct	91,598.28	145	580	92,323.28
Nov	90,054.64	169	676	90,899.64
Dic	89,857.90	135.4	541.6	90,534.90
Total	1,155,717.35	2161.2	8644.8	1,166,523.34

Fuente: Elaboración Propia

12.6. Huella hídrica azul total

Una vez determinado la Huella Hídrica azul de cada sector, se calcula la Huella Hídrica azul total del distrito de Chorrillos. Ver Tabla 54 y 55.

Tabla 54

Huella hídrica azul total del distrito de Chorrillos año 2016

Meses	Sectores				Total (m ³)
	Residencial (m ³)	Comercial (m ³)	Industrial (m ³)	Público (m ³)	
Ene	1,097,154.68	185,479.07	36,616	87,373.45	1,406,623.2
Feb	1,106,140.58	205,834.41	40,882	107,106.23	1,459,963.22
Mar	1,137,559.08	223,230.72	42,847	120,382.47	1,524,019.27
Abr	1,189,757.08	224,414.50	41,289	115,541.79	1,571,002.37
May	1,109,458.66	212,622.27	42,028	104,447.43	1,468,556.36
Jun	1,039,867.06	189,984.92	39,643	91,847.14	1,361,342.12
Jul	961,293.78	183,948.95	37,527	90,513.98	1,273,283.71
Ago	999,717.93	184,643.76	38,642	89,767.19	1,312,770.88
Sep	1,021,402.89	184,156.77	39,718	87,272.84	1,332,550.5
Oct	1,078,698.68	191,685.22	41,107	92,269.28	1,403,760.18
Nov	1,035,202.22	188,739.50	44,913	90,722.64	1,359,577.36
Dic	1,106,700.18	190,819.08	43,799	90,728.90	1,432,047.16
Total	12,882,952.82	2,365,559.17	489,011	1,167,973.34	16,905,496.3

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 55

Huella hídrica azul total del distrito de Chorrillos año 2017

Meses	Sectores				Total (m ³)
	Residencial (m ³)	Comercial (m ³)	Industrial (m ³)	Público (m ³)	
Ene	1,122,889.14	186,269.07	40,096	87,732.45	1,436,986.66
Feb	1,195,181.06	209,165.41	39,731	103,711.23	1,547,788.7
Mar	1,287,161.34	234,140.72	42,412	120,667.47	1,684,381.53
Abr	1,119,530.23	216,140.50	41,103	115,369.79	1,492,143.52
May	1,111,361.06	207,297.27	38,260	104,524.43	1,461,442.76
Jun	1,034,637.18	192,806.92	40,380	92,288.14	1,360,112.24
Jul	1,034,333.12	187,870.95	37,479	90,839.98	1,350,523.05
Ago	1,077,941.99	186,515.76	38,435	90,150.19	1,393,042.94
Sep	1,047,638.63	188,368.77	42,194	87,481.84	1,365,683.24
Oct	1,108,308.45	196,732.22	44,562	92,323.28	1,441,925.95
Nov	1,105,156.02	193,048.50	43,166	90,899.64	1,432,270.16
Dic	1,146,266.16	193,089.08	41,249	90,534.90	1,471,139.14
Total	13,390,404.38	2,391,445.17	489,067	1,166,523.34	17,437,439.9

Fuente: Elaboración Propia

1.3. Huella hídrica gris

De acuerdo a las variables requeridas para determinar la Huella hídrica gris se

considerará lo siguiente:

Efluente y cuerpo receptor

- El volumen del efluente es el total generado por los 4 sectores evaluados en cada año, el cual será multiplicado por la concentración promedio mensual de la DBO₅, de los efluentes vertidos por la PTAR La Chira.
- Del 1ero de enero al 30 junio del 2016, la concentración de DBO₅ en el cuerpo receptor se evaluará con los resultados del monitoreo ambiental de calidad de agua de mar realizado por la consultora WALSH PERU S.A., dicha información la utilizó para el levantamiento de la línea base del EIA-d, del Proyecto “Planta de Tratamiento de Aguas Residuales y Emisario Submarino – PTAR La Chira”. Para la calidad del efluente se va considerar

el valor promedio de DBO₅, de los valores diarios del afluente de la PTAR La Chira del mes de junio 2016. Debido que la deficiencia de remoción de contaminantes de la antigua PTAR La Chira, que se considera que no había tratamiento sino un vertimiento directo. Cabe mencionar que dicho valor promedio del afluente es igual a 309mg/L.

- El valor promedio de la concentración de la DBO₅, en la playa La Chira, ha sido calculado en base al resultado del monitoreo de calidad de agua de mar de las 60 estaciones de muestreo que evaluó la consultora WALSH PERU S.A., siendo este valor igual a 3.51mg/L.
- Del 1 de julio del 2016 hasta diciembre del 2017, se va evaluar con la concentración promedio mensual de la DBO₅, de acuerdo a los resultados de los monitoreo ambientales que realiza la Concesionaria La Chira a la calidad del efluente y al cuerpo de agua, dicha información es entregada trimestralmente a la empresa SEDAPAL.
- La concentración máxima en el cuerpo receptor es la playa La Chira el cual será evaluado con el ECA-Agua, dicho cuerpo de agua se encuentra dentro de la Categoría 2- Subcategoría C3 del DS 004-2017-MINAM, que en este caso es el parámetro DBO₅.

Afluente

- El mensual volumen del afluente es igual al volumen total mensual facturado, y será multiplicado por su concentración de DBO₅.
- La concentración promedio de la DBO₅ en los años 2016 y 2017 ha sido igual a 4.72 mg/L y 3.56 mg/L respectivamente. Ver Tabla 56.

Tabla 56

Calidad de agua del río Rímac – Estación de medición Bocatoma La Atarjea

Año	DBO	OD	Total de sólido disuelto	Plomo (Pb)	Cadmio (Cd)	Coliformes termotolerantes	Coliformes totales
	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
2013	3.9	8.73	368	0.037	0.0023	25442	70371
2014	4.6	7.55	368	0.0608	0.0025	23000	67500
2015	4.58	8.66	390	0.0151	0.002	44210	124940
2016	4.716	8.54	419	0.0681	0.002	50406	111559
2017	3.555	8.42	393	0.0753	0.0029	50700	---

Fuente: Gerencia de Producción y Distribución Primaria / Equipo Gestión Integral de Plantas – Anuario Estadístico 2017

Una vez determinado el valor del DBO₅ del afluente y efluente, se calculó el volumen de agua residual mensual generado en el distrito de Chorrillos, el cual representa el volumen del efluente. Ver Tabla 57 y 58.

Tabla 57

Volumen total de agua residual de los 04 sectores evaluados año 2016

Meses	Sectores				Total (m ³)
	Residencial (m ³)	Comercial (m ³)	Industrial (m ³)	Público (m ³)	
Ene	923,984.45	82,600	29977.52	476	1,037,037.97
Feb	917,783.02	84,071.20	33470.09	629.6	1,035,953.91
Mar	936,478.22	88,055.20	35078.84	768	1,060,380.26
Abr	986,991.67	92,667.20	33803.3	763.2	1,114,225.37
May	922,717.13	91,520.80	34408.32	633.6	1,049,279.85
Jun	869,122.13	82,780	32455.72	440.8	984,798.65
Jul	799,413.20	78,995.20	30723.35	476	909,607.75
Ago	834,463.50	80,036.80	31636.21	391.2	946,527.71
Sep	855,923.83	81,662.40	32517.13	522.4	970,625.76
Oct	903,849.67	83,911.20	33654.3	536.8	1,021,951.97
Nov	865,831.61	82,724.80	36770.27	534.4	985,861.08
Dic	930,323.63	84,537.60	35858.24	696.8	1,051,416.27
Total	10,746,882.05	1,013,561.60	400353.29	6868.8	12,167,665.74

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 58

Volumen total de agua residual de los 04 sectores evaluados año 2017

Meses	Sectores				Total (m ³)
	Residencial (m ³)	Comercial (m ³)	Industrial (m ³)	Público (m ³)	
Ene	964,340.77	83,232	32826.6	763.2	1,081,162.57
Feb	1,020,943.17	89,136	32527.77	849.6	1,143,456.54
Mar	1,094,784.02	96,783.20	34722.7	996	1,227,285.92
Abr	946,493.27	86,048	33651.03	625.6	1,066,817.90
May	944,968.79	87,260.80	31323.46	695.2	1,064,248.25
Jun	882,505.73	85,037.60	33059.11	793.6	1,001,396.04
Jul	882,966.20	82,132.80	30684.06	736.8	996,519.86
Ago	922,555.78	81,534.40	31466.73	697.6	1,036,254.51
Sep	896,699.86	85,032	34544.23	689.6	1,016,965.69
Oct	948,648.81	87,948.80	36482.91	580	1,073,660.52
Nov	946,634.50	86,172	35340	676	1,068,822.50
Dic	983,738.50	86,353.60	33770.56	541.6	1,104,404.26
Total	11,435,279.41	1,036,671.20	400399.16	8644.8	12,880,994.57

Fuente: Elaboración Propia

Una vez determinado el valor del volumen del efluente se pasó a calcular la Huella Hídrica gris total del distrito de Chorrillos. Una vez determinado la Huella Hídrica gris total se determinara la Huella Hídrica gris de cada sector, determinándolo de acuerdo al volumen de efluente aportado.

131. Huella hídrica gris total

Una vez determinado el valor de las variables se calculó el valor de la carga de contaminante del efluente y afluente, y se procedió a restar entre ellas en ese orden respectivamente, y se dividió entre la diferencia del (Cmax – Cnat). Ver Tabla 59 y 60.

Tabla 59

Huella hídrica gris total del distrito de Chorrillos año 2016

Meses	Efluente			Afluente			Carga de contaminante Total	Cmax DBO ₅	Cnat DBO ₅	Huella hídrica gris Total m ³
	Volumen m ³	DBO ₅ mg/L	Carga de contaminante	Volumen m ³	DBO ₅ mg/L	Carga de contaminante		ECA-Agua	Cuerpo Agua	
								mg/L	mg/L	
Ene	1,037,038	309	320,444,733	1,255,241	4.72	5,924,737.52	314,519,995	10	3.51	48,462,248.88
Feb	1,035,953.91	309	320,109,758	1,274,493	4.72	6,015,606.96	314,094,151	10	3.51	48,396,633.47
Mar	1,060,380.26	309	327,657,500	1,315,692	4.72	6,210,066.24	321,447,434	10	3.51	49,529,650.86
Abr	1,114,225.37	309	344,295,639	1,371,108	4.72	6,471,629.76	337,824,010	10	3.51	52,053,006.10
May	1,049,279.85	309	324,227,474	1,287,734	4.72	6,078,104.48	318,149,369	10	3.51	49,021,474.45
Jun	984,799	309	304,302,783	1,202,080	4.72	5,673,817.6	298,628,965	10	3.51	46,013,708.05
Jul	909,607.75	390.93	355,592,958	1,116,423	4.72	5,269,516.56	350,323,441	10	1.08	39,269,342.55
Ago	946,527.71	407.84	386,031,861	1,157,029	4.72	5,461,176.88	380,570,684	10	1.08	42,653,774.29
Sep	970,625.76	389.3	377,864,608	1,181,445	4.72	5,576,420.4	372,288,188	10	1.34	42,969,019.41
Oct	1,021,951.97	354.87	362,660,096	1,243,970	4.72	5,871,538.4	356,788,557	10	4.00	59,452,373.62
Nov	985,861.08	319.2	314,686,857	1,202,480	4.72	5,675,705.6	309,011,151	10	1.69	37,205,444.87
Dic	1,051,416.27	409.72	430,786,274	1,275,294	4.72	6,019,387.68	424,766,886	10	1.21	48,301,309.00
Total										563,327,985.55

Fuente: Informes de Monitoreo Ambiental de la Calidad de Agua Residual y Cuerpo de Agua del I y II Trimestre - Elaboración Propia

Tabla 60

Huella hídrica gris total del distrito de Chorrillos año 2017

Meses	Efluente			Afluente			Carga de contaminante Total	Cmax DBO ₅ ECA-Agua mg/L	Cnat DBO ₅ Cuerpo Agua mg/L	Huella hídrica gris Total m ³
	Volumen	DBO ₅	Carga de contaminante	Volumen	DBO ₅	Carga de contaminante				
	m ³	mg/L		m ³	mg/L					
Ene	1,081,162.57	359.71	388,904,639	1,280,829	3.56	4,559,751.24	384,344,888	10	1.30	44,168,507.55
Feb	1,143,456.54	312.32	357,125,980	1,362,594	3.56	4,850,834.64	352,275,145	10	1.80	42,941,680.77
Mar	1,227,285.92	298.06	365,810,384	1,469,482	3.56	5,231,355.92	360,579,028	10	1.12	40,587,790.08
Abr	1,066,817.90	279.83	298,531,209	1,285,944	3.56	4,577,960.64	293,953,248	10	1.13	33,148,171.38
May	1,064,248.25	288.26	306,778,141	1,274,915	3.56	4,538,697.40	302,239,443	10	15.48	-55,203,551.29 55,203,551.29
Jun	1,001,396.04	296.40	296,813,786	1,195,825	3.56	4,257,137.00	292,556,649	10	1.10	32,871,533.62
Jul	996,519.86	296.68	295,644,940	1,188,714	3.56	4,231,821.84	291,413,119	10	1.10	32,743,047.03
Ago	1,036,254.51	333.71	345,808,158	1,232,386	3.56	4,387,294.16	341,420,864	10	1.10	38,361,894.84
Sep	1,016,965.69	282.40	287,191,111	1,209,810	3.56	4,306,923.60	282,884,187	10	1.10	31,784,740.14
Oct	1,073,660.52	323.48	347,311,861	1,277,096	3.56	4,546,461.76	342,765,399	10	1.10	38,512,966.22
Nov	1,068,822.50	299.20	319,791,692	1,270,216	3.56	4,521,968.96	315,269,723	10	1.10	35,423,564.39
Dic	1,104,404.26	332.68	367,410,359	1,309,441	3.56	4,661,609.96	362,748,749	10	1.10	40,758,286.42
Total										466,505,733.75

Fuente: Informes de Monitoreo Ambiental de la Calidad de Agua Residual y Cuerpo de Agua del III - VI Trimestre - Elaboración Propia

En el mes de mayo salió un valor negativo de volumen de Huella Hídrica gris, eso quiere decir que si ocurrió llegó a diluir el contaminante, pero este volumen de agua fresca no fue el requerido para cumplir con los Estándares de Calidad Ambiental- Agua. Cabe recalcar que el valor de Huella Hídrica gris del mes de mayo será considerado con un valor positivo, con la finalidad de conocer el valor total de agua fresca

requerido durante el año 2017. El porcentaje de aportación será de acuerdo al volumen parcial aportado de cada sector, respecto al volumen total de agua residual, de esta manera se determinó Huella Hídrica gris mensual de cada sector usuario:

Tabla 61

Huella hídrica gris sectorial del distrito de Chorrillos año 2016

Meses	Huella hídrica gris Total m ³	Sectores							
		Residencial		Comercial		Industrial		Público	
		%	Huella hídrica gris	%	Huella hídrica gris	%	Huella hídrica gris	%	Huella hídrica gris
Enero	48,462,248.88	89.10	43,179,098.23	7.96	3,860,014.65	2.89	1,400,891.84	0.05	22,244.15
Febrero	48,396,633.47	88.59	42,876,046.89	8.12	3,927,552.19	3.23	1,563,621.38	0.06	29,413.01
Marzo	49,529,650.86	88.32	43,742,269.66	8.30	4,112,999.34	3.31	1,638,509.09	0.07	35,872.76
Abril	52,053,006.10	88.58	46,109,059.08	8.32	4,329,111.92	3.03	1,579,180.86	0.07	35,654.24
Mayo	49,021,474.45	87.94	43,108,570.33	8.72	4,275,775.01	3.28	1,607,527.85	0.06	29,601.26
Junio	46,013,708.05	88.25	40,608,841.16	8.41	3,867,810.70	3.30	1,516,460.27	0.04	20,595.93
Julio	39,269,342.55	87.89	34,512,052.91	8.68	3,410,359.65	3.38	1,326,380.25	0.05	20,549.74
Agosto	42,653,774.29	88.16	37,603,777.90	8.46	3,606,731.81	3.34	1,425,635.77	0.04	17,628.81
Septiembre	42,969,019.41	88.18	37,891,233.86	8.41	3,615,145.40	3.35	1,439,513.81	0.05	23,126.33
Octubre	59,452,373.62	88.44	52,581,735.60	8.21	4,881,560.15	3.29	1,957,849.37	0.05	31,228.51
Noviembre	37,205,444.87	87.82	32,675,648.61	8.39	3,121,954.04	3.73	1,387,674.47	0.05	20,167.74
Diciembre	48,301,309.00	88.48	42,738,400.01	8.04	3,883,596.68	3.41	1,647,301.82	0.07	32,010.49
Total	563,327,985.55	---	497,626,734.24	---	46,892,611.55	---	18,490,546.78	---	318,092.98

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 62

Huella hídrica gris sectorial del distrito de Chorrillos año 2017

Meses	Huella hídrica gris Total m ³	Sectores							
		Residencial		Comercial		Industrial		Público	
		%	Huella hídrica gris	%	Huella hídrica gris	%	Huella hídrica gris	%	Huella hídrica gris
Enero	44,168,507.55	89.19	39,396,011.08	7.70	3,400,259.43	3.04	1,341,058.20	0.07	31,178.85
Febrero	42,941,680.77	89.29	38,340,780.04	7.80	3,347,437.81	2.84	1,221,556.80	0.07	31,906.11
Marzo	40,587,790.08	89.20	36,205,796.28	7.89	3,200,734.35	2.83	1,148,320.56	0.08	32,938.89
Abril	33,148,171.38	88.72	29,409,443.85	8.07	2,673,683.91	3.15	1,045,604.98	0.06	19,438.65
Mayo	55,203,551.29	88.79	49,016,414.23	8.20	4,526,299.24	2.94	1,624,777.14	0.07	36,060.67
Junio	32,871,533.62	88.13	28,968,875.07	8.49	2,791,419.39	3.30	1,085,188.68	0.08	26,050.48
Julio	32,743,047.03	88.60	29,011,969.53	8.24	2,698,669.88	3.08	1,008,198.29	0.07	24,209.33
Agosto	38,361,894.84	89.03	34,152,794.97	7.87	3,018,384.04	3.04	1,164,890.84	0.07	25,824.99
Septiembre	31,784,740.14	88.17	28,025,893.42	8.36	2,657,631.47	3.40	1,079,662.16	0.07	21,553.09
Octubre	38,512,966.22	88.36	34,028,707.30	8.19	3,154,785.99	3.40	1,308,667.92	0.05	20,805.01
Noviembre	35,423,564.39	88.57	31,373,935.49	8.06	2,855,964.76	3.31	1,171,259.74	0.06	22,404.40
Diciembre	40,758,286.42	89.07	36,305,089.54	7.82	3,186,898.94	3.06	1,246,310.08	0.05	19,987.87
Total	466,505,733.75	---	414,235,710.79	---	37,512,169.21	---	14,445,495.40	---	312,358.35

Fuente: Elaboración Propia

ANEXO N°03

Calidad de Agua de Mar (Playa La Chira)

5.1.6 Resultados de Calidad de Agua de Mar

Tabla N° 5.1.6.1- Resultados del Laboratorio – Agua de Mar – JUL 16

Tipo de producto	Agua de Mar	Agua de Mar	Agua de Mar	Agua de Mar	Agua de Mar	Agua de Mar	
Fecha de muestreo	15/07/2016	15/07/2016	15/07/2016	29/07/2016	29/07/2016	29/07/2016	
Hora de inicio de muestreo (h)	10:15 a.m.	09:28 a.m.	09:00 p.m.	11:21 a.m.	10:26 a.m.	12:21 p.m.	
Coordenadas UTM WGS 84	E 279 230 N 8647136	E 277592 N 8648582	E 279000 N 8648646	E 279 230 N 8647136	E 277592 N 8648582	E 279000 N 8648846	
Descripción de la Estación de muestreo	Estación Submareal: Mar adentro a 2,7 km sureste del colector "La Chira".	Estación Submareal: Mar adentro a 1,5 km sureste del colector "La Chira".	Estación Submareal: a 0,45 km frente a la playa "Villa".	Estación Submareal: Mar adentro a 2,7 km sureste del colector "La Chira".	Estación Submareal: Mar adentro a 1,5 km sureste del colector "La Chira".	Estación Submareal: a 0,45 km frente a la playa "Villa".	
Nombre de la Estación	CA-N° 1	CA-N° 2	CA-N° 3	CA-N° 1	CA-N° 2	CA-N° 3	
Número de Estudio	MIT-16/00269	MIT-16/00269	MIT-16/00269	MIT-16/00270	MIT-16/00270	MIT-16/00270	
N° de Referencia del Laboratorio	A-16/34390	A-16/34391	A-16/34392	A-16/36740	A-16/36741	A-16/36742	
Parámetros	Unidad	Resultados					
Parámetros de campo							
pH	Unid. pH	7,91	8,11	7,79	8,02	8,00	8,08
Temperatura	°C	17,4	17,1	18,0	17,4	17,0	17,1
Oxígeno Disuelto	mg/L O ₂	6,50	5,98	8,38	6,50	6,31	7,18
Conductividad	mS/cm a 25°C	47,3	49,2	50,0	52,8	53,1	53,0
Parámetros Fisicoquímicos							
Aceites y grasas	mg/L	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO ₅	mg/L	<1,07	<1,07	<1,07	<1,07	<1,07	<1,07
Cromo Hexavalente	mg/L	< 0,008	< 0,008	< 0,008	< 0,008	< 0,008	< 0,008
Cloruros	mg/L	20 596	20596	20596	20 645	20 449	20 889

Metales Totales							
Mercurio VF	mg/l	<0,00008	<0,00008	<0,00008	<0,00008	<0,00008	<0,00008
Pomo	mg/l	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004
TPH's (Orgánico)							
Acenafeno	mg/L	< 0,00006	< 0,00006	< 0,00006	< 0,00006	< 0,00006	< 0,00006
Acenafileno	mg/L	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
Antraceno	mg/L	< 0,00011	< 0,00011	< 0,00011	< 0,00011	< 0,00011	< 0,00011
Benzo (a) antraceno	mg/L	< 0,00032	< 0,00032	< 0,00032	< 0,00032	< 0,00032	< 0,00032
Benzo (a) pireno	mg/L	< 0,00043	< 0,00043	< 0,00043	< 0,00043	< 0,00043	< 0,00043
Benzo (b) fluoranteno	mg/L	< 0,00025	< 0,00025	< 0,00025	< 0,00025	< 0,00025	< 0,00025
Benzo (g,h,i) perileno	mg/L	< 0,00030	< 0,00030	< 0,00030	< 0,00030	< 0,00030	< 0,00030
Benzo (k) fluoranteno	mg/L	< 0,00041	< 0,00041	< 0,00041	< 0,00041	< 0,00041	< 0,00041
Criseño	mg/L	< 0,00027	< 0,00027	< 0,00027	< 0,00027	< 0,00027	< 0,00027
Dibenzo (a,h) antraceno	mg/L	< 0,00036	< 0,00036	< 0,00036	< 0,00036	< 0,00036	< 0,00036
Fenantreno	mg/L	< 0,00009	< 0,00009	< 0,00009	< 0,00009	< 0,00009	< 0,00009
Fluoranteno	mg/L	< 0,00038	< 0,00038	< 0,00038	< 0,00038	< 0,00038	< 0,00038
Fluoreno	mg/L	< 0,00004	< 0,00004	< 0,00004	< 0,00004	< 0,00004	< 0,00004
Indeno	mg/L	< 0,00023	< 0,00023	< 0,00023	< 0,00023	< 0,00023	< 0,00023
Naftaleno	mg/L	< 0,00008	< 0,00008	< 0,00008	< 0,00008	< 0,00008	< 0,00008
Pireno	mg/L	< 0,00045	< 0,00045	< 0,00045	< 0,00045	< 0,00045	< 0,00045
Parámetros Microbiológicos							
Coliformas Termotolerantes	NMP/100 ml	3,0	2,4 x 10 ²	< 1,8	40,0	13,0	2,4 x 10 ²

5.1.6 Resultados de Calidad de Agua de Mar

Tabla N° 5.1.6.1- Resultados del Laboratorio – Agua de Mar – A G O 1 6

Tipo de producto		Agua de Mar	Agua de Mar	Agua de Mar	Agua de Mar	Agua de Mar	Agua de Mar
Fecha de muestreo		15/08/2016	16/08/2016	16/08/2016	27/08/2016	27/08/2016	27/08/2016
Hora de inicio de muestreo (h)		10:15 a.m.	09:28 a.m.	08:58 p.m.	11:21 a.m.	10:28 a.m.	10:21 p.m.
Coordenadas UTM WGS 84		E 279230 N 8647136	E 277592 N 8648582	E 279800 N 8648948	E 279230 N 8647136	E 277592 N 8648582	E 279800 N 8648948
Descripción de la Estación de muestreo		Estación Submarina: Mar adentro a 2,7 km sureste del colector "La Chira".	Estación Submarina: Mar adentro a 1,5 km sureste del colector "La Chira".	Estación Submarina, a 0,45 km frente a la playa "Vía".	Estación Submarina: Mar adentro a 2,7 km sureste del colector "La Chira".	Estación Submarina: Mar adentro a 1,5 km sureste del colector "La Chira".	Estación Submarina: a 0,45 km frente a la playa "Vía".
Nombre de la Estación		CA-N° 1	CA-N° 2	CA-N° 3	CA-N° 1	CA-N° 2	CA-N° 3
Número de Estudio		MIT-16/00253	MIT-16/00353	MIT-16/00353	MIT-16/00428	MIT-16/00428	MIT-16/00428
N° de Referencia del Laboratorio		A-16/39747	A-16/39748	A-16/39749	A-16/42098	A-16/42099	A-16/42091
Parámetros	Unidad	Resultados					
Parámetros de campo							
pH	Unid. pH	8,22	8,00	8,28	7,27	7,92	8,23
Temperatura	°C	16,5	16,3	16,5	16,3	15,7	16,1
Oxígeno Disuelto	mg/L O2	6,71	6,81	7,47	8,03	7,80	7,94
Conductividad	mS/cm a 25°C	50,3	50,2	50,1	57,4	58,5	63,4
Parámetros Fisicoquímicos							
Aceites y grasas	mg/L	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00
Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO5	mg/L	< 1,07	< 1,07	< 1,07	< 1,07	< 1,07	< 1,07
Cromo Hexavalente	mg/L	< 0,008	< 0,008	< 0,008	< 0,008	< 0,008	< 0,008
Ciános	mg/L	20302	20425	20865	20865	21085	20967
Metales Totales							
Mercurio VF	mg/L	< 0,00008	< 0,00008	< 0,00008	< 0,00008	< 0,00008	< 0,00008
Pbomo	mg/L	0,054	0,063	0,063	< 0,004	< 0,004	< 0,004

TPH's (Orgánicos)							
Aceñaño	mg/L	< 0,00006	< 0,00006	< 0,00006	< 0,00006	< 0,00006	< 0,00006
Aceñaño	mg/L	< 0,00006	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
Antraceno	mg/L	< 0,00011	< 0,00011	< 0,00011	< 0,00011	< 0,00011	< 0,00011
Benzo (a) antraceno	mg/L	< 0,00032	< 0,00032	< 0,00032	< 0,00032	< 0,00032	< 0,00032
Benzo (a) pireno	mg/L	< 0,00043	< 0,00043	< 0,00043	< 0,00043	< 0,00043	< 0,00043
Benzo (b) fluoranteno	mg/L	< 0,00025	< 0,00025	< 0,00025	< 0,00025	< 0,00025	< 0,00025
Benzo (g,h,i) periteno	mg/L	< 0,00030	< 0,00030	< 0,00030	< 0,00030	< 0,00030	< 0,00030
Benzo (k) fluoranteno	mg/L	< 0,00041	< 0,00041	< 0,00041	< 0,00041	< 0,00041	< 0,00041
Criseno	mg/L	< 0,00027	< 0,00027	< 0,00027	< 0,00027	< 0,00027	< 0,00027
Dibenzo (a,h) antraceno	mg/L	< 0,00036	< 0,00036	< 0,00036	< 0,00036	< 0,00036	< 0,00036
Fenantreno	mg/L	< 0,00009	< 0,00009	< 0,00009	< 0,00009	< 0,00009	< 0,00009
Fluoranteno	mg/L	< 0,00038	< 0,00038	< 0,00038	< 0,00038	< 0,00038	< 0,00038
Fluoreno	mg/L	< 0,00004	< 0,00004	< 0,00004	< 0,00004	< 0,00004	< 0,00004
Indeno	mg/L	< 0,00023	< 0,00023	< 0,00023	< 0,00023	< 0,00023	< 0,00023
Naftaleno	mg/L	< 0,00008	< 0,00008	< 0,00008	< 0,00008	< 0,00008	< 0,00008
Pireno	mg/L	< 0,00045	< 0,00045	< 0,00045	< 0,00045	< 0,00045	< 0,00045
Parámetros Microbiológicos							
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	< 1,8	$2,4 \times 10^3$	$3,6 \times 10^7$	< 1,8	$9,2 \times 10^4$	$1,3 \times 10^8$

NMP/100 mL. Número más probable en 100 ML

5.1.6 Resultados de Calidad de Agua de Mar

Tabla N° 5.1.6.1- Resultados del Laboratorio – Agua de Mar – S E P 16

Tipo de muestra	D.S. N°002-2008 MINAM- Categoría 3(C3)*	Agosto de 2016					
Fecha de muestreo		14/08/2016	14/08/2016	14/08/2016	14/08/2016	14/08/2016	14/08/2016
Muestra (litros de muestra en J)		10.00 Litros					
Condensado (ml)		0.275.250	0.275.250	0.275.250	0.275.250	0.275.250	0.275.250
Descripción de la muestra de muestra		Estación Submarina Maradero a 27 metros de la Chira	Estación Submarina Maradero a 34 metros de la Chira	Estación Submarina Maradero a 27 metros de la Chira	Estación Submarina Maradero a 27 metros de la Chira	Estación Submarina Maradero a 27 metros de la Chira	Estación Submarina Maradero a 27 metros de la Chira
Número de la muestra		CA-N°1	CA-N°2	CA-N°3	CA-N°4	CA-N°5	CA-N°6
Número de Estación		007-1670608	007-1670609	007-1670610	007-1670611	007-1670612	007-1670613
N° de Laboratorio		4-1670540	4-1670541	4-1670542	4-1670543	4-1670544	4-1670545
RESULTADOS							
Mediciones in situ							
Conductividad in Situ (Medida) S/m	Medida a 25°C	—	43,7	43,7	44,1	53,8	53,3
Conductividad in Situ (Medida) MS	>2,5	—	8,28	8,72	8,35	7,20	7,20
pH in Situ (Medida) pH	6,6-8,5	—	8,04	7,95	8,05	7,81	8,07
Temperatura in Situ (Medida) °C	± 0,3 °C ***	—	17,3	17,3	18,0	16,8	17,4
Parámetros Físico-Químicos							
Acidez y Alcalinidad	mg/L	2,0	+1,00	+1,00	+1,00	+1,00	+1,00
ODM	mg/L	10,0	+1,07	+1,07	+1,07	+1,07	+1,07
Oxígeno	mg/L	—	204,9	203,9	203,1	202,7	204,5
Metales Pesados							
Arsenio Total	mg/L	0,05	+0,006	+0,006	+0,006	+0,006	0,014
Cadmio Total	mg/L	0,003	+0,0014	+0,0014	+0,0014	+0,0014	+0,0014
Cobalto Total	mg/L	0,05	+0,0016	+0,0016	+0,0016	+0,0016	+0,0016
Cromo Total	mg/L	—	+0,0010	+0,0010	+0,0010	+0,0010	+0,0010
Mercurio Total	mg/L	0,003	+0,0006	+0,0006	+0,0006	+0,0006	+0,0006
Niquel Total	mg/L	0,1	+0,003	+0,003	+0,003	+0,003	+0,003
Plomo Total	mg/L	0,008	+0,004	+0,004	+0,004	+0,004	+0,004
Zinc Total	mg/L	0,08	+0,000	0,040	+0,000	0,060	+0,001
Microbiología							
Cómbinas Totales por (CMAP)	mg/L	1000	+1,8	+1,8	+1,8	+1,8	+1,8
MAP							
Acetato	mg/L		+0,00040	+0,00038	+0,00035	+0,00029	+0,00040
Acetato/Bromo	mg/L		+0,00045	+0,00033	+0,00040	+0,00022	+0,00045
Acetato	mg/L		+0,00041	+0,00031	+0,00041	+0,00011	+0,00041
Bromo (Bromato)	mg/L		+0,00031	+0,00032	+0,00032	+0,00033	+0,00043
Bromo (Bromato)	mg/L		+0,00043	+0,00038	+0,00048	+0,00043	+0,00043
Bromo (Bromato) no	mg/L		+0,00025	+0,00020	+0,00013	+0,00015	+0,00015
Bromo (Bromato) peróxido	mg/L		+0,00040	+0,00039	+0,00030	+0,00010	+0,00040
Bromo (Bromato)	mg/L	0,01	+0,00041	+0,00041	+0,00041	+0,00041	+0,00041
Cromo	mg/L		+0,00027	+0,00027	+0,00027	+0,00027	+0,00027
Cromo (A) Cromato	mg/L		+0,00026	+0,00026	+0,00034	+0,00016	+0,00026
Cromo	mg/L		+0,00020	+0,00020	+0,00020	+0,00016	+0,00020
Cromo	mg/L		+0,00049	+0,00049	+0,00049	+0,00018	+0,00049
Cromo	mg/L		+0,00034	+0,00034	+0,00034	+0,00014	+0,00034
Cromo	mg/L		+0,00023	+0,00023	+0,00013	+0,00013	+0,00023
Cromo	mg/L		+0,00020	+0,00020	+0,00020	+0,00018	+0,00020
Cromo	mg/L		+0,00045	+0,00045	+0,00045	+0,00045	+0,00045

Nota: Los valores resaltados en amarillo son aquellos que superan los límites de la legislación referenciada.
*a partir de Estación Nacional de Calidad Ambiental para Agua (EN 1100 2008 43644-Cat 2-64-Programa AGQ)
**a partir de la Ley N° 27101, Decreto Ley N° 26511 y Ley N° 26512 de la Autoridad Competente la Gestión
***a partir de la Ley N° 27101 y Ley N° 26511 y Ley N° 26512 de la Autoridad Competente la Gestión
SMPT/001, Norma técnica 001/2011

MONITOREO AMBIENTAL –
PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LA CHIRA

5.1.6 Resultados de Calidad de Agua de Mar

Tabla N° 5.1.6.1- Resultados del Laboratorio – Agua de Mar - OCT 16

Tipo de Producto	D.S. N°002- 2008 MINAM- Cat.2- Sub Categoría 3(C3)*	Agua de Mar	Agua de Mar	Agua de Mar	Agua de Mar	Agua de Mar	Agua de Mar	
Fecha de muestreo		14/10/2016	14/10/2016	14/10/2016	27/10/2016	27/10/2016	27/10/2016	27/10/2016
Hora de inicio de muestreo (h)		10:55:00 a.m.	10:50:00 a.m.	11:25:00 a.m.	10:55:00 a.m.	10:00:00 a.m.	11:25:00 a.m.	11:25:00 a.m.
Coordenada UTM		E 279 230 N 8647136	E 277382 N 8548587	E 279900 N 8548846	E 279 230 N 8647136	E 277382 N 8548582	E 279900 N 8548846	E 279900 N 8548846
Descripción de la ubicación de muestreo		Estación Subestación Mar dentro a 27 m suroeste del colector "La Chira"	Estación Subestación Mar dentro a 15 m sureste del colector "La Chira"	Estación Subestación Mar dentro a 15 m sureste del colector "La Chira"	Estación Subestación Mar dentro a 27 m suroeste del colector "La Chira"	Estación Subestación Mar dentro a 15 m sureste del colector "La Chira"	Estación Subestación Mar dentro a 15 m sureste del colector "La Chira"	Estación Subestación Mar dentro a 15 m sureste del colector "La Chira"
Nombre de la Estación		CA-N° 1	CA-N° 2	CA-N° 3	CA-N° 1	CA-N° 2	CA-N° 1	CA-N° 3
Número de Estación		MT-16/00556	MT-16/00556	MT-16/00556	MT-16/00556	MT-16/00556	MT-16/00556	MT-16/00556
N° de Referencia del Laboratorio	A-16/51352	A-16/51353	A-16/51354	A-16/51671	A-16/51672	A-16/51673	A-16/51673	
Parámetro	Unidad	RESULTADOS ANALÍTICOS						
Mediciones in Situ								
Conductividad in Situ	µS/cm a 25°C	---	48,5	48,5	49,7	54,0	54,3	56,1
Oxígeno Disuelto in Situ	---	9-9,5	9,22	9,42	9,55	7,36	6,98	5,82
pH in Situ Medido MA	mg/L CO ₂	6,8-8,5	7,29	7,90	7,80	8,45	8,46	8,54
Temperatura in Situ Medida MA	Unid. pH °C	Δ 3 °C ***	18,2	17,9	17,4	18,1	18,2	18,2
Parámetros Físico-Químicos								
Aceites y Grasas	mg/L	2,0	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
DB5	mg/L	16,0	<1,07	1,20	<1,07	1,90	<1,07	1,80
Cloruros	mg/L	---	20473	20180	20278	20645	20547	20645
Metales Totales								
Aluminio Total	mg/L	0,05	<0,005	<0,006	<0,006	<0,006	0,0014	0,008
Cadmio Total	mg/L	0,0093	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004
Cobalto Total	mg/L	0,05	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
Cromo Total	mg/L	---	<0,0008	<0,0008	<0,0008	<0,0008	<0,0008	<0,0008
Mercurio Total	mg/L	0,0001	<0,00008	<0,00008	<0,00008	<0,00008	<0,00008	<0,00008
Níquel Total	mg/L	0,1	<0,0009	<0,0009	<0,0009	<0,0009	<0,0009	<0,0009
Plomo Total	mg/L	0,0001	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004
Sodio Total	mg/L	0,081	<0,001	0,040	<0,001	0,005	<0,001	0,005
Microbiología								
Coliformes Fecales por NMP	mg/L	1000	<1,0	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8
HAH								
Acenafteeno	mg/L	0,01	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006
Acenafteeno	mg/L		<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005
Acenafteeno	mg/L		<0,0011	<0,0011	<0,0011	<0,0011	<0,0011	<0,0011
Benzo(a)antraceno	mg/L		<0,00032	<0,00032	<0,00032	<0,00032	<0,00032	<0,00032
Benzo(a)pireno	mg/L		<0,00043	<0,00043	<0,00043	<0,00043	<0,00043	<0,00043
Benzo(b)fluoranteno	mg/L		<0,00025	<0,00025	<0,00025	<0,00025	<0,00025	<0,00025
Benzo(g,h,i)perileno	mg/L		<0,00090	<0,00090	<0,00090	<0,00090	<0,00090	<0,00090
Benzo(k)fluoranteno	mg/L		<0,00041	<0,00041	<0,00041	<0,00041	<0,00041	<0,00041
Crotono	mg/L		<0,00027	<0,00027	<0,00027	<0,00027	<0,00027	<0,00027
Dibenz(a,h)antrozeno	mg/L		<0,00036	<0,00036	<0,00036	<0,00036	<0,00036	<0,00036
Fenantreno	mg/L		<0,00009	<0,00009	<0,00009	<0,00009	<0,00009	<0,00009
Fluoranteno	mg/L		<0,00038	<0,00038	<0,00038	<0,00038	<0,00038	<0,00038
Fluoreno	mg/L		<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004
Indeno	mg/L		<0,00028	<0,00028	<0,00028	<0,00028	<0,00028	<0,00028
Naftaleno	mg/L	<0,00008	<0,00008	<0,00008	<0,00008	<0,00008	<0,00008	
Pireno	mg/L	<0,00045	<0,00045	<0,00045	<0,00045	<0,00045	<0,00045	

Nota: Los valores resultados en negrita son aquellos que superan los límites de la legislación referenciada.
 *Agencia de Evaluación y Control de Calidad Ambiental para Agua (D. S. Nº02-2008-MINAM-Cat.2-Sub Categoría 3C3)
 **Concentración que permanece en el agua durante el tiempo de muestreo, es el valor de los especímenes que la Autoridad competente la determina.
 ***La temperatura corresponde al promedio mensual medido en el lugar de muestreo.
 NMP: N° de unidades más probable por 100 ml

5.1.6 Resultados de Calidad de Agua de Mar

Tabla N° 5.1.6.1- Resultados del Laboratorio – Agua de Mar – NOV 16

Tipo de Producto	D.S. N°002- 2008 MINAM- Cat.2- Sub Categoría 3(C3)*	Agua de Mar	Agua de Mar	Agua de Mar	Agua de Mar	Agua de Mar	Agua de Mar
Fecha de Muestreo		14/11/2018	14/11/2018	14/11/2018	23/10/2018	21/10/2018	23/10/2018
Hora de Inicio de Muestreo (h)		10:55:00 a.m.	10:00:00 a.m.	11:35:00 a.m.	10:55:00 a.m.	10:00:00 a.m.	11:25:00 a.m.
Coordenada UTM		E 279 230 N 8647136	E 277562 N 8648582	E 279930 N 8648845	E 279 230 N 8647136	E 277562 N 8648582	E 279930 N 8648845
Descripción de la Estación de muestreo		Estación Submarina Mar adentro a 27 m sobre el colector "La Chira"	Estación Submarina Mar adentro a 15 m sobre el colector "La Chira"	Estación Submarina Mar adentro a 15 m sobre el colector "Vila"	Estación Submarina Mar adentro a 27 m sobre el colector "La Chira"	Estación Submarina Mar adentro a 15 m sobre el colector "La Chira"	Estación Submarina a 45 m sobre el colector "Vila"
Nombre de la Estación		CA-N°1	CA-N°2	CA-N°3	CA-N°1	CA-N°2	CA-N°3
Número de Muestra		MT-16/00408	MT-16/00608	MT-16/00608	MT-16/00408	MT-16/00608	MT-16/00808
N° de Referencia del Laboratorio		A-16/57284	A-16/57203	A-16/57205	A-16/58223	A-16/58224	A-16/58225

Parámetro	Unidad	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado
Mediciones in Situ							
Conductividad in Situ	mS/cm a 25°C	---	52,3	52,3	52,4	52,9	52,1
Oxígeno Disuelto in Situ	mg/L	3,3	3,89	3,29	7,38	6,61	7,15
pH in Situ Medido MA	mg/L	6,8-8,5	8,14	8,02	8,28	8,35	8,30
Temperatura in Situ Medida MA	Unid. pH	8,3 °C ***	19,8	19,5	20,0	21,9	21,9
Parámetros Físico-Químicos							
Azúlex y Green	mg/L	7,0	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
OPG	mg/L	10,0	3,05	<3,07	7,90	8,80	7,96
Cloruros	mg/L	---	21960	20720	20476	21255	21312
Metales Totales							
Arsenio Total	mg/L	0,05	<0,0036	<0,0036	<0,0036	<0,0036	<0,0036
Cadmio Total	mg/L	0,0093	<0,0026	<0,0026	<0,0026	<0,0026	<0,0026
Cobalto Total	mg/L	0,05	<0,0036	0,0154	0,0116	<0,0036	<0,0036
Cromo Total	mg/L	---	<0,0028	<0,0028	<0,0028	<0,0028	<0,0028
Mercurio Total	mg/L	0,0001	<0,00038	<0,00038	<0,00038	<0,00038	<0,00038
Níquel Total	mg/L	0,1	<0,0053	<0,0053	<0,0053	<0,0053	<0,0053
Plomo Total	mg/L	0,0081	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004
Zinc Total	mg/L	0,081	<0,005	0,040	<0,005	0,005	<0,005
Microbiología							
Coliformos Fecales por NMP	mg/L	1000	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8
MAPs							
Aceftileno	mg/L	0,01	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006
Aceftileno	mg/L	0,01	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005
Antraceno	mg/L	0,01	<0,0011	<0,0011	<0,0011	<0,0011	<0,0011
Benzo (a) antraceno	mg/L	0,01	<0,0037	<0,0037	<0,0037	<0,0037	<0,0037
Benzo (b) afluoranteno	mg/L	0,01	<0,0043	<0,0043	<0,0043	<0,0043	<0,0043
Benzo (k) fluoranteno	mg/L	0,01	<0,0023	<0,0023	<0,0023	<0,0023	<0,0023
Benzo (a,h) pterideno	mg/L	0,01	<0,0030	<0,0030	<0,0030	<0,0030	<0,0030
Benzo (i) fluoranteno	mg/L	0,01	<0,0041	<0,0041	<0,0041	<0,0041	<0,0041
Crotono	mg/L	0,01	<0,0027	<0,0027	<0,0027	<0,0027	<0,0027
Dibenz (a,h) antroaceno	mg/L	0,01	<0,0036	<0,0036	<0,0036	<0,0036	<0,0036
Fluoranteno	mg/L	0,01	<0,0029	<0,0029	<0,0029	<0,0029	<0,0029
Fluoranteno	mg/L	0,01	<0,0028	<0,0028	<0,0028	<0,0028	<0,0028
Fluoranteno	mg/L	0,01	<0,0034	<0,0034	<0,0034	<0,0034	<0,0034
Indeno	mg/L	0,01	<0,0023	<0,0023	<0,0023	<0,0023	<0,0023
Nitrobenzo	mg/L	0,01	<0,0038	<0,0038	<0,0038	<0,0038	<0,0038
Fluoreno	mg/L	0,01	<0,0045	<0,0045	<0,0045	<0,0045	<0,0045

Nota: Los valores resultados en negrita son aquellos que superan los límites de la legislación correspondiente.
 * Aprobación del Estándar Nacional de Calidad Ambiental para Agua D.S. N°002-2008-MINAM (La 3ª y 4ª Categoría C3-3)
 ** De acuerdo al que para este uso el parámetro no es relevante, salvo cuando se especifica que la Autoridad competente lo determine.
 *** La temperatura corresponde al promedio mensual mensual del área evaluada.
 NMP: NMP/100 ml, Número más por litro en 100 ml

5.1.6 Resultados de Calidad de Agua de Mar

Tabla Nº 5.1.6.1- Resultados del Laboratorio – Agua de Mar – SIC 16

Tipo de Producto		Agua de Mar	Agua de Mar	Agua de Mar	Agua de Mar	Agua de Mar	Agua de Mar
Fecha de muestreo		14/12/2016	14/12/2016	14/12/2016	22/12/2016	22/12/2016	22/12/2016
Hora de Inicio de muestreo (H)		11:21:00 h. m.	10:28:00 a. m.	12:03:00 p.m.	11:00:00 a. m.	10:28:00 a. m.	11:25:00 a. m.
Coordenada UTM		E 275 230 N 8647136	E 277592 N 8648582	E 279500 N 8648845	E 279 230 N 8647136	E 277592 N 8648582	E 279800 N 8648845
Descripción de la Estación de muestreo		Estación Substancial Mar adentro a 27 km sur este del colector "La Chira"	Estación Substancial Mar adentro a 16 km sur este del colector "La Chira"	Estación Substancial Mar adentro a 0.45 km frente al colector "Vila"	Estación Substancial Mar adentro a 27 km sur este del colector "La Chira"	Estación Substancial Mar adentro a 16 km sur este del colector "La Chira"	Estación Substancial Mar adentro a 0.45 km frente al colector "Vila"
Nombre de la Estación		CA-Nº 1	CA-Nº 2	CA-Nº 3	CA-Nº 1	CA-Nº 2	CA-Nº 3
Número de Estudio		MIT-16/00608	MIT-16/00508	MIT-16/00608	MIT-16/00508	MIT-16/00108	MIT-16/00208
Nº de Referencia del Laboratorio		A-16/03872	A-16/03873	A-16/03874	A-16/05903	A-16/05904	A-16/05905

Parámetro	Unidad	Objetivo	CA-Nº 1	CA-Nº 2	CA-Nº 3	CA-Nº 1	CA-Nº 2	CA-Nº 3
MEDICIONES IN SITU								
Conductividad in Situ	mS/cm a 25°C	---	53,5	53,5	52,8	51,8	51,8	52,8
Opalescencia in Situ	---	>=2,5	0,45	0,36	0,07	0,75	0,05	0,08
pH in Situ Medido MA	mg/L O ₂	6,8-8,5	8,11	8,11	8,28	8,05	7,99	8,07
Temperatura in Situ Medido MA	litro, pH	Δ 3 °C ***	18,9	20,6	21,0	21,7	22,2	20,8
	°C							
Parámetros Físico-Químicos								
Aceites y Grasas	mg/L	2,0	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
DBO ₅	mg/L	10,0	<1,07	1,50	<1,07	1,70	1,80	<1,07
Cloruros	mg/L	---	21215	20671	20226	20770	20672	20939
Metales Totales								
Aluminio Total	mg/L	0,05	<0,0006	0,0012	<0,0006	0,0008	0,0008	0,0208
Cadmio Total	mg/L	0,0053	<0,0024	<0,0024	<0,0024	<0,0024	<0,0024	<0,0024
Cromo Total	mg/L	0,05	<0,0030	<0,0036	<0,0036	0,0084	0,0044	<0,0036
Cromo (VI) Total	mg/L	---	<0,0028	<0,0028	<0,0028	<0,0028	<0,0028	<0,0028
Mercurio Total	mg/L	0,0001	<0,00008	<0,00008	<0,00008	<0,00008	<0,00008	<0,00008
Níquel Total	mg/L	0,1	<0,0067	<0,0062	<0,0062	<0,0062	<0,0062	<0,0062
Ploomo Total	mg/L	0,0081	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004
Zinc Total	mg/L	0,081	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
Microbiología								
Coliformes Fecales por NMP	mg/L	1000	3,5 x 10 ⁷	<1,8	2,0	<1,8	<1,8	<1,8
MAPs								
Acratoxina	mg/L		<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006
Aloxafenato	mg/L		<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005
Asfénico	mg/L		<0,00011	<0,00011	<0,00011	<0,00011	<0,00011	<0,00011
Bosco (A) Anticiclico	mg/L		<0,00032	<0,00032	<0,00032	<0,00032	<0,00032	<0,00032
Bosco (B) piperico	mg/L		<0,00043	<0,00043	<0,00043	<0,00043	<0,00043	<0,00043
Bosco (C) Baccateno	mg/L		<0,00025	<0,00025	<0,00025	<0,00025	<0,00025	<0,00025
Bosco (G ₁) piperico	mg/L		<0,00030	<0,00030	<0,00030	<0,00030	<0,00030	<0,00030
Bosco (G ₂) Baccateno	mg/L		<0,00041	<0,00041	<0,00041	<0,00041	<0,00041	<0,00041
Cloano	mg/L		<0,00027	<0,00027	<0,00027	<0,00027	<0,00027	<0,00027
Dibenz (A) Anticiclico	mg/L		<0,00036	<0,00036	<0,00036	<0,00036	<0,00036	<0,00036
Fenantreno	mg/L		<0,00030	<0,00030	<0,00030	<0,00030	<0,00030	<0,00030
Floantreno	mg/L		<0,00038	<0,00038	<0,00038	<0,00038	<0,00038	<0,00038
Fluoreno	mg/L		<0,00094	<0,00094	<0,00094	<0,00094	<0,00094	<0,00094
Indeno	mg/L		<0,00023	<0,00023	<0,00023	<0,00023	<0,00023	<0,00023
Nafaleno	mg/L		<0,00009	<0,00009	<0,00009	<0,00009	<0,00009	<0,00009
Quina	mg/L		<0,00045	<0,00045	<0,00045	<0,00045	<0,00045	<0,00045

NOTA: Los valores reportados se agrupan por aglutivos que superen los límites de la legislación referenciada.

*Aplicar los Criterios Nacionales de Calidad Ambiental para Agua D.B. N°003-2008-MINAM-Cat.2-Sub.Categoría 3(C)

**De estar en 0 que para este caso, el aglutivo no se releva, caso contrario especificar que la Autoridad competente lo determina

***La temperatura corresponde al promedio mensual mensual del área evaluada.

NMP: Números más probable en 100 ml

5.1.6 Resultados de Calidad de Agua de Mar

Tabla N° 5.1.6.1- Resultados del Laboratorio – Agua de Mar – ENE 17

Tipo de Producto		Agua de Mar	Agua de Mar	Agua de Mar	Agua de Mar	Agua de Mar	Agua de Mar
Fecha de muestreo	D.S. N°002-2008 MINAM-Cat.2-Sub Categoría a 3(C3)*	16/01/2017	16/01/2017	17/01/2017	24/01/2017	24/01/2017	24/01/2017
Hora de inicio de muestreo (h)		09:50:00 a.m.	09:45:00 a.m.	11:15:00 a.m.	10:12:00 a.m.	09:36:00 a.m.	10:24:00 a.m.
Coordenada UTM		E279230 R8547130	E277592 N8548582	E279930 N8548096	E279230 N8607136	E277592 N8616532	E279800 N8548668
Descripción de la Estación de muestreo		Estación Submarina Mar adentro a 2.7 m sustrato del colector "La Chira"	Estación Submarina Mar adentro a 15 m sustrato del colector "La Chira"	Estación Submarina a 0.45 m frente a la playa "Villa Chira"	Estación Submarina Mar adentro a 2.7 m sustrato del colector "La Chira"	Estación Submarina Mar adentro a 15 m sustrato del colector "La Chira"	Estación Submarina a 0.45 m frente a la playa "Villa Chira"
Nombre de la Estación		CA-N° 1	CA-N° 2	CA-N° 3	CA-N° 1	CA-N° 2	CA-N° 3
Número de Estudio		MT-17/00007	MT-17/00007	MT-17/00007	MT-17/00007	MT-17/00007	MT-17/00007
N° de Referencia del Laboratorio		A-17/002546	A-17/002547	A-17/002548	A-17/004148	A-17/004149	A-17/004150

Parámetro	Unidades	RESULTADOS MUESTRAS
Muestreos In Situ		
Conductividad In Situ	mS/cm a 25°C	---
Oxígeno Disuelto In Situ	---	>=2,5
pH In Situ Medido MA	mg/L O2	6,8-8,3
Temperatura In Situ Medido MA	Unidad, pH	8.3 °C***
	°C	21,9
		20,8
		21,8
		22,1
		21,6
		21,4
Parámetros Físico-Químicos		
Acidos y Grasas	mg/L	2,0
DBO ₅	mg/L	10,0
Clores	mg/L	---
Metales Pesados		
Aluminio Total	mg/L	0,05
Cadmio Total	mg/L	0,0003
Cobalto Total	mg/L	0,05
Cromo Total	mg/L	---
Mercurio Total	mg/L	0,0001
Níquel Total	mg/L	0,1
Plomo Total	mg/L	0,0001
Zinc Total	mg/L	0,081
Microbiología		
Coliformes Fecales por NMP	mg/L	1000
MSP		
Acenftoleno	mg/L	0.01
Acenftileno	mg/L	0.01
Atrazina	mg/L	0.01
Baclo (1) carbazona	mg/L	0.01
Baclo (2) ptereno	mg/L	0.01
Baclo (3) fluoranteno	mg/L	0.01
Baclo (4) pterileno	mg/L	0.01
Baclo (5) fluoranteno	mg/L	0.01
Ciseno	mg/L	0.01
Difenil (1) nitrato	mg/L	0.01
Fenitrieno	mg/L	0.01
Fluorenteno	mg/L	0.01
Fluoreno	mg/L	0.01
Indeno	mg/L	0.01
Nafaleno	mg/L	0.01
Pireno	mg/L	0.01

Nota: Los valores resaltados en negrita son aquellos que superan los límites de la legislación referenciada.

*Aparatores Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua D.S. N°002-2008-MINAM-Cat.2-Sub Categoría 3(C3)

**De velocidad que para este caso, el parámetro no es relevante, salvo casos especiales que lo Afectado le comunique la detección.

***La temperatura corresponde al promedio mensual multianual del área evaluada.

NMP/DBO es, si no se indica, en unidades de 100 ml.

5.1.6 Resultados de Calidad de Agua de Mar

Tabla N° 5.1.6.1- Resultados del Laboratorio – Agua de Mar - FEB 17

Tipo de Producto	D.S. N°002-2008 MINAM-Cat.2-Sub Categoría a 3(C3)*	Agua de Mar	Agua de Mar	Agua de Mar	Agua de Mar	Agua de Mar	Agua de Mar
Fecha de muestreo		10/02/2017	10/02/2017	10/02/2017	10/02/2017	23/02/2017	23/02/2017
Hora de inicio de muestreo (h)		10:44:00 a.m.	10:03:00 a.m.	11:22:00 a.m.	10:17:00 p.m.	09:41:00 a.m.	09:35:00 a.m.
Coordenada UTM		E 279 230 N 86487120	E 277502 N 8648582	E 278900 N 8648888	E 279 230 N 8647236	E 277502 N 8648582	E 279000 N 8648846
Descripción de la localización de muestreo		Estación Submarina Mar adentro a 27 km suroeste del colector "La Chifa"	Estación Submarina Mar adentro a 19 km suroeste del colector "La Chifa"	Estación Submarina a 0-40 km norte a la playa "V.M.V"	Estación Submarina Mar adentro a 27 km suroeste del colector "La Chifa"	Estación Submarina Mar adentro a 15 km suroeste del colector "La Chifa"	Guacota Submarina a 0-40 km frente a la Playa "V.M.V"
Nombre de la Estación		CA-N° 1	CA-N° 1	CA-N° 3	CA-N° 1	CA-N° 2	CA-N° 3
Número de Estado		MIT-17/00042	MIT-17/00042	MIT-17/00042	MIT-17/00042	MIT-17/00042	MIT-17/00042
N° de Referencia del Laboratorio		A-17/008421	A-17/008422	A-17/008423	A-17/008430	A-17/008431	A-17/008432

Parámetro	Unidades	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado
MEDICIONES IN SITU							
Conductividad in Situ	ms/cm a 25°C	—	52,9	52,1	52,9	51,1	51,2
Oxígeno Disuelto in Situ	mg/L	>=2,5	6,71	7,25	6,31	6,34	7,05
pH in Situ Medido MA	mg/L, O2	6,8-8,5	8,41	8,31	8,28	8,23	8,26
Temperatura in Situ Medido MA	Unid: pH °C	Δ 3 °C ***	24,5	24,3	24,6	24,0	23,9
Parámetros Físico-Químicos							
Acidos y Grasas	mg/L	2,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
DBO ₅	mg/L	10,0	< 1,1	1,1	< 1,1	1,8	1,1
Cloruros	mg/L	—	22 564	22 603	21 378	20 245	21 174
Metales Totales							
Asbásico Total	mg/L	0,05	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Cadmio Total	mg/L	0,0003	< 0,0024	< 0,0024	< 0,0024	< 0,0024	< 0,0024
Cobalto Total	mg/L	0,05	< 0,0036	< 0,0036	< 0,0036	< 0,0036	< 0,0036
Cromo Total	mg/L	—	< 0,0038	< 0,0038	< 0,0038	< 0,0038	< 0,0038
Mercurio Total	mg/L	0,0001	< 0,0008	< 0,0008	< 0,0008	< 0,0008	< 0,0008
Níquel Total	mg/L	0,1	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003
Plomo Total	mg/L	0,0001	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004
Zinc Total	mg/L	0,001	< 0,003	< 0,003	0,005	< 0,003	< 0,003
Microbiología							
Coliformes Fecales por 100P	mg/L	1000	< 1,8	< 1,8	< 1,8	< 1,8	< 1,8
MAPs							
Acetoetileno	mg/L	0,01	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005
Acetoetileno	mg/L	0,01	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005
Antraceno	mg/L	0,01	< 0,0011	< 0,0011	< 0,0011	< 0,0011	< 0,0011
Benzo (a) antraceno	mg/L	0,01	< 0,0007	< 0,0007	< 0,0007	< 0,0007	< 0,0007
Benzo (a) pireno	mg/L	0,01	< 0,0043	< 0,0043	< 0,0043	< 0,0043	< 0,0043
Benzo (b) fluoranteno	mg/L	0,01	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025
Benzo (k) fluoranteno	mg/L	0,01	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003
Benzo (e) fluoranteno	mg/L	0,01	< 0,0041	< 0,0041	< 0,0041	< 0,0041	< 0,0041
Criseno	mg/L	0,01	< 0,0027	< 0,0027	< 0,0027	< 0,0027	< 0,0027
Dibenz (a,h) antroaceno	mg/L	0,01	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003
Fluoranteno	mg/L	0,01	< 0,0009	< 0,0009	< 0,0009	< 0,0009	< 0,0009
Fluoraceno	mg/L	0,01	< 0,0038	< 0,0038	< 0,0038	< 0,0038	< 0,0038
Fluoreno	mg/L	0,01	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004
Indeno	mg/L	0,01	< 0,0023	< 0,0023	< 0,0023	< 0,0023	< 0,0023
Nafaleno	mg/L	0,01	< 0,0008	< 0,0008	< 0,0008	< 0,0008	< 0,0008
Pereno	mg/L	0,01	< 0,0045	< 0,0045	< 0,0045	< 0,0045	< 0,0045

Nota: Los valores resultados en negrilla son aquellos que superan los límites de la legislación referencial.
 *Ajustado los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua D.S. N°002-2008-MINAM-Cat.2-Sub Categoría a 3(C3)
 **Se enfatizó que para el resto del parámetro no se aplican, salvo caso de especificaciones con la Autoridad competente de la zona.
 ***La temperatura corresponde al promedio mensual-múltiple del área evaluada.
 100 P/100 ml. Número más probables 100 ml



5.1.6 Resultados de Calidad de Agua de Mar

Tabla N° 5.1.6.1- Resultados del Laboratorio – Agua de Mar - MAR 17

Tipo de Prueba	D.S. N°002-2008 MINAM-Cat.2-Sub Categoría a 3(C3)*	Agua de Mar	Agua de Mar	Agua de Mar	Agua de Mar	Agua de Mar	Agua de Mar
Fecha de muestreo		13/03/2017	13/03/2017	13/03/2017	15/03/2017	25/03/2017	25/03/2017
Hora de inicio de muestreo (h)		09:54:00 a.m.	10:03:00 a.m.	10:40:00 a.m.	08:50:00 a.m.	09:15:00 a.m.	10:00:00 a.m.
Coordenada UTM		E 278 230 N 8447130	E 277502 N 8548582	E 279900 N 8548588	E 279 230 N 8547138	E 277592 N 8548582	E 279900 N 8548588
Descripción de la Estación de muestreo		Estación Submarina Mar adentro a 2,7 km suroeste del cañero "La Chira"	Estación Submarina Mar adentro a 15 km suroeste del cañero "La Chira"	Estación Submarina a 9-40 km frente a la playa "Vila"	Estación Submarina Mar adentro a 2,7 km suroeste del cañero "La Chira"	Estación Submarina Mar adentro a 10 km suroeste del cañero "La Chira"	Estación Submarina a 0,45 km frente a la playa "Vila"
Nombre de la Estación		CA-N° 1	CA-N° 2	CA-N° 3	CA-N° 1	CA-N° 2	CA-N° 3
Número de Estadio		MT-17/00088	MT-17/00088	MT-17/00088	MT-17/00088	MT-17/00088	MT-17/00088
N° de Referencia del Laboratorio		A-17/014897	A-17/014898	A-17/014899	A-17/017501	A-17/017502	A-17/017503

Parámetro	Unidad	Resultados Analíticos
Mediciones in Situ		
Conductividad In Situ	mS/cm a 25°C	45,8 49,2 50,8 53,0 52,7 53,4
Oxígeno Disuelto In Situ	mg/L	5,62 7,15 6,01 6,85 7,05 7,20
pH In Situ Medido MA	mg/L O2	7,55 7,89 8,13 8,15 7,95 8,21
Temperatura In Situ Medida MA	Grados pH	25,8 24,8 24,8 24,5 25,2 24,7
	°C	
Parámetros Físico-Químicos		
Acidez y Grasas	mg/L	<1,00 <1,0 <1,00 <1,00 <1,00 <1,20
DBO5	mg/L	<1,1 <1,1 <1,1 <1,1 <1,8 <2,1
Cloruro	mg/L	21 840 19 960 20 153 21 010 20 632 20 874
Metales Totales		
Arsenico Total	mg/L	0,05 <0,010 <0,010 <0,010 <0,010 <0,010 <0,010
Cadmio Total	mg/L	0,0093 <0,0024 <0,0024 <0,0024 <0,0024 <0,0024 <0,0024
Cromo Total	mg/L	0,05 <0,0036 <0,0036 <0,0036 <0,0036 <0,0036 <0,0036
Cromo Total	mg/L	---
Cromo Total	mg/L	<0,0028 <0,0028 <0,0028 <0,0028 <0,0028 <0,0028
Mercurio Total	mg/L	0,0001 <0,00008 <0,00008 <0,00008 <0,00008 <0,00008 <0,00008
Niquel Total	mg/L	0,1 <0,0063 <0,0063 <0,0063 <0,0063 <0,0063 <0,0063
Picno Total	mg/L	0,0081 <0,004 <0,004 <0,004 <0,004 <0,004 <0,004
Zinc Total	mg/L	0,081 <0,003 <0,003 <0,003 <0,003 <0,003 <0,003
Microbiología		
Cef Formes Focales per NMP	mg/L	1000 <1,8 <1,8 2,0 <1,8 <1,8 <1,8
NMP		
Acetona Benceno	mg/L	<0,00005 <0,00005 <0,00005 <0,00005 <0,00005 <0,00005
Acetona Bifenilo	mg/L	<0,00005 <0,00005 <0,00005 <0,00005 <0,00005 <0,00005
Acetona Benceno	mg/L	<0,00011 <0,00011 <0,00011 <0,00011 <0,00011 <0,00011
Benceno (a) antraceno	mg/L	<0,00032 <0,00032 <0,00032 <0,00032 <0,00032 <0,00032
Benceno (a) pireneno	mg/L	<0,00043 <0,00043 <0,00043 <0,00043 <0,00043 <0,00043
Benceno (b) fluoranteno	mg/L	<0,00025 <0,00025 <0,00025 <0,00025 <0,00025 <0,00025
Benceno (b) pireneno	mg/L	<0,00030 <0,00030 <0,00030 <0,00030 <0,00030 <0,00030
Benz(a)fluoranteno	mg/L	<0,00041 <0,00041 <0,00041 <0,00041 <0,00041 <0,00041
Chiseno	mg/L	<0,00027 <0,00027 <0,00027 <0,00027 <0,00027 <0,00027
Dibenz(a,h)antropaceno	mg/L	<0,00056 <0,00056 <0,00056 <0,00056 <0,00056 <0,00056
Fluoranteno	mg/L	<0,00003 <0,00003 <0,00003 <0,00003 <0,00003 <0,00003
Fluoranteno	mg/L	<0,00039 <0,00039 <0,00039 <0,00039 <0,00039 <0,00039
Fluoreno	mg/L	<0,00004 <0,00004 <0,00004 <0,00004 <0,00004 <0,00004
Indeno	mg/L	<0,00023 <0,00023 <0,00023 <0,00023 <0,00023 <0,00023
Metileno	mg/L	<0,00008 <0,00008 <0,00008 <0,00008 <0,00008 <0,00008
Nafteno	mg/L	<0,00045 <0,00045 <0,00045 <0,00045 <0,00045 <0,00045

Nota: Los valores resultados en negrita son aquellos que superan los límites de la legislación referenciada.
 *Aprueba los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua D.O. N°002-2008-MINAM-Cat.2-Sub Categoría 3(C3)
 **Se entendió que para este uso, el parámetro no es relevante, salvo casos especiales que la Autoridad competente lo determine.
 ***La temperatura corresponde al promedio mensual multianual del área evaluada.
 NMP: N°000-ML, Número más probado en 10 ML



5.1.6 Resultados de Calidad de Agua de Mar

Tabla N° 5.1.6.1- Resultados del Laboratorio – Agua de Mar – ABR 17

Tipo de Producto	D.S. N°002-2008 MINAM-Cat.2-Sub Categoría 3 (C3)*	Agua de Mar	Agua de Mar	Agua de Mar	Agua de Mar	Agua de Mar	Agua de Mar	
Fecha de muestreo		13/03/2017	13/03/2017	13/03/2017	25/03/2017	25/03/2017	25/03/2017	25/03/2017
Hora de inicio de muestreo (h)		09:56:00 a.m.	10:00:00 a.m.	10:40:00 a.m.	09:50:00 a.m.	09:15:00 a.m.	10:00:00 a.m.	10:00:00 a.m.
Coordenada UTM		E 279 230 N 6647136	E 277592 N 6648582	E 279500 N 6648946	E 279 230 N 6647136	E 277592 N 6648582	E 279500 N 6648946	E 279500 N 6648946
Descripción de la Estación de muestreo		Estación Submarina Mar adentro a 2.7 km suroeste del colector "La Chira"	Estación Submarina Mar adentro a 15 m suroeste del colector "La Chira"	Estación Submarina a 40 m suroeste a la playa "Vila".	Estación Submarina a 2.7 km suroeste del colector "La Chira"	Estación Submarina Mar adentro a 15 m suroeste del colector "La Chira"	Estación Submarina a 40 m suroeste a la playa "Vila".	Estación Submarina a 40 m suroeste a la playa "Vila".
Nombre de la Estación		CA-N° 1	CA-N° 2	CA-N° 3	CA-N° 1	CA-N° 2	CA-N° 3	CA-N° 3
Número de Sitio		MF-17/00132	MF-17/00132	MF-17/00132	MF-17/00132	MF-17/00132	MF-17/00132	MF-17/00132
N° de referencia del Laboratorio		A17/022142	A17/022143	A17/022144	A17/022174	A17/022175	A17/022176	A17/022176

Parámetro	Unidad	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado
Mediciones in Situ							
Conductividad in Situ	nd/cm a 25°C	---	53,8	53,8	53,2	57,2	57,4
Origen Orogénico in Situ	---	>2,5	7,34	5,76	4,78	8,34	7,05
pH in Situ Medido ISA	mg/L O ₂	6,8-8,5	7,26	7,36	7,14	8,04	8,04
Temperatura in Situ Medida MA	Unid. pH	0,3 °C ***	24,3	23,6	23,0	20,6	21,2
	°C						
Pesimetría Físico-Química							
Acidez y Grosos	mg/L	2,0	<0,25	<0,25	0,29	0,48	0,55
DR ₂₀₀	mg/L	10,0	<1,1	<1,1	<1,1	<1,1	<1,1
Cloruro	mg/L	---	15939	21024	26148	30677	30634
Metales Totales							
Arsénico Total	mg/L	0,05	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Cadmio Total	mg/L	0,0093	<0,0024	<0,0024	<0,0024	<0,0024	<0,0024
Cobalto Total	mg/L	0,05	<0,0038	<0,0038	<0,0038	<0,0038	<0,0038
Cromo Total	mg/L	---	<0,0028	<0,0028	<0,0028	<0,0028	<0,0028
Mercurio Total	mg/L	0,0001	<0,00008	<0,00008	<0,00008	<0,00008	<0,00008
Níquel Total	mg/L	0,1	<0,0063	<0,0063	<0,0063	<0,0063	<0,0063
Plomo Total	mg/L	0,0081	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004
Zinc Total	mg/L	0,081	0,004	0,005	0,004	<0,009	0,004
Microbiología							
Coliformes Fecales por NMP	mg/L	1000	<1,8	<1,8	2,0	<1,8	<1,8
NAP							
Acetaldehído	mg/L	0,01	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005
Acetaldéhid	mg/L	0,01	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005
Antraceno	mg/L	0,01	<0,0011	<0,0011	<0,0011	<0,0011	<0,0011
Benzo (a) antraceno	mg/L	0,01	<0,0032	<0,0032	<0,0032	<0,0032	<0,0032
Benzo (b) aliceno	mg/L	0,01	<0,0043	<0,0043	<0,0043	<0,0043	<0,0043
Benzo (k) fluoranteno	mg/L	0,01	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025
Benzo (ghi) perileno	mg/L	0,01	<0,0030	<0,0030	<0,0030	<0,0030	<0,0030
Benzo (j) fluoranteno	mg/L	0,01	<0,0041	<0,0041	<0,0041	<0,0041	<0,0041
Criseno	mg/L	0,01	<0,0027	<0,0027	<0,0027	<0,0027	<0,0027
Dibenz (a,h) antraceno	mg/L	0,01	<0,0036	<0,0036	<0,0036	<0,0036	<0,0036
Fenántreno	mg/L	0,01	<0,0009	<0,0009	<0,0009	<0,0009	<0,0009
Fluoranteno	mg/L	0,01	<0,0059	<0,0059	<0,0059	<0,0059	<0,0059
Fluoreno	mg/L	0,01	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004
Indeno	mg/L	0,01	<0,0023	<0,0023	<0,0023	<0,0023	<0,0023
Nitrobenzo	mg/L	0,01	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Pireno	mg/L	0,01	<0,0045	<0,0045	<0,0045	<0,0045	<0,0045

Nota: Los valores resultados en negrita son aquellos que superan los límites de la legislación referenciada.
 *Aplicar los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua O 9 N002-2008-MINAM-Cat.2-Sub Categoría (C3)
 **De estándar que para este uso, el parámetro no es relevante, salvo casos excepcionales que la Autoridad competente lo determine.
 ***La temperatura corresponde al promedio mensual registrado en el punto.
 NMP (CD) es: Número más probable en 100 ml



5.1.6 Resultados de Calidad de Agua de Mar

Tabla N° 5.1.6.1- Resultados del Laboratorio – Agua de Mar – MAY 17

Tipo de Producto	D.S. N°002- 2008 MINAM- Cat.2- Sub Categorí a 3(C3)*	Agua de Mar	Agua de Mar	Agua de Mar	Agua de Mar	Agua de Mar	Agua de Mar	
Fecha de muestreo		21/05/2017	11/05/2017	11/05/2017	24/05/2017	24/05/2017	24/05/2017	24/05/2017
Hora de inicio de muestreo (H)		11:20:00 a.m.	10:00:00 a.m.	12:10:00 a.m.	10:40:00 a.m.	10:15:00 a.m.	11:20:00 a.m.	11:20:00 a.m.
Coordenada UTM		E 279 230 N 8647136	E 277592 N 8640187	E 279903 N 8648016	E 279 230 N 8647136	E 277592 N 8648562	E 279903 N 8648846	E 279903 N 8648846
Descripción de la Estación de muestreo		Estación Suroccidental Mar adentro a 27 km suroeste del colector "La Chira"	Estación Suroccidental Mar adentro a 15 km suroeste del colector "La Chira"	Estación Suroccidental a 40 km frente a la playa "Vila"	Estación Suroccidental Mar adentro a 27 km suroeste del colector "La Chira"	Estación Suroccidental Mar adentro a 10 km suroeste del colector "La Chira"	Estación Suroccidental Mar adentro a 10 km suroeste del colector "La Chira"	Estación Suroccidental a 40 km frente a la playa "Vila"
Nombre de la Estación		CA-N° 1	CA-N° 1	CA-N° 3	CA-N° 1	CA-N° 2	CA-N° 3	CA-N° 3
Número de Cuello		MIT-17/00240	MIT-17/00240	MIT-17/00240	MIT-17/00240	MIT-17/00240	MIT-17/00240	MIT-17/00240
N° de Referencia del Laboratorio		A-17/027660	A-17/027661	A-17/027663	A-17/030195	A-17/030196	A-17/030197	A-17/030197

Parámetro	Unidad	Norma	21/05/2017	11/05/2017	11/05/2017	24/05/2017	24/05/2017	24/05/2017
Mediciones In Situ								
Conductividad In Situ	mS/cm a 25 °C	---	56,3	55,8	55,7	52,1	51,7	52,2
Oxígeno Disuelto In Situ	---	>=2,5	7,67	6,2	6,5	7	6,17	7,8
pH In Situ Método MA	mg/L O2	6,8-8,5	8,07	8,27	8,25	8,45	8,35	8,33
Temperatura In Situ Método MA	Unidad, pH	Δ 3 °C ***	21,8	21,8	20,8	19,4	20,1	19,5
	°C							
Parámetros Físico-Químicos								
Aceites y Grasas	mg/L	2,0	0,54	0,46	7,79	0,03	3,28	3,34
BOD ₅	mg/L	10,0	<1,1	<1,2	7,8	4,7	35	65
Cloruro	mg/L	---	21 999	23 900	21 048	21 119	23 707	21 170
Metales Totales								
Aluminio Total	mg/L	0,05	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Cadmio Total	mg/L	0,0093	<0,0024	<0,0024	<0,0024	<0,0024	<0,0024	<0,0024
Cobalto Total	mg/L	0,05	<0,0036	<0,0036	<0,0036	<0,0036	<0,0036	<0,0036
Cromo Total	mg/L	---	<0,0028	<0,0028	<0,0028	<0,0028	<0,0028	<0,0028
Mercurio Total	mg/L	0,0001	<0,00008	<0,00008	<0,00008	<0,00008	<0,00008	<0,00008
Níquel Total	mg/L	0,1	<0,0063	<0,0063	<0,0063	<0,0063	<0,0063	<0,0063
Plomo Total	mg/L	0,0081	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004
Zinc Total	mg/L	0,081	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
Microbiología								
Coliformes Fecales por NMP	mg/L	1000	3,5 x 10 ⁷	22	33	<1,8	6,8	2
MPI								
Aceftaleno	mg/L	0,01	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006
Aceftileno	mg/L		<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006
Atraceno	mg/L		<0,0011	<0,0011	<0,0011	<0,0011	<0,0011	<0,0011
Benc(a)pireno	mg/L		<0,0032	<0,0032	<0,0032	<0,0032	<0,0032	<0,0032
Benc(a)pireno	mg/L		<0,0043	<0,0043	<0,0043	<0,0043	<0,0043	<0,0043
Benc(a)fluoranteno	mg/L		<0,0035	<0,0035	<0,0035	<0,0035	<0,0035	<0,0035
Benz(b)fluoranteno	mg/L		<0,0030	<0,0030	<0,0030	<0,0030	<0,0030	<0,0030
Benz(k)fluoranteno	mg/L		<0,0041	<0,0041	<0,0041	<0,0041	<0,0041	<0,0041
Crizeno	mg/L		<0,0027	<0,0027	<0,0027	<0,0027	<0,0027	<0,0027
Dibenz(a,h)pireno	mg/L		<0,0035	<0,0035	<0,0035	<0,0035	<0,0035	<0,0035
Fluoranteno	mg/L		<0,0029	<0,0029	<0,0029	<0,0029	<0,0029	<0,0029
Fluoranteno	mg/L		<0,0038	<0,0038	<0,0038	<0,0038	<0,0038	<0,0038
Fluoreno	mg/L		<0,0054	<0,0054	<0,0054	<0,0054	<0,0054	<0,0054
Indeno	mg/L		<0,0033	<0,0033	<0,0033	<0,0033	<0,0033	<0,0033
Metileno	mg/L		<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006
Pireno	mg/L		<0,0045	<0,0045	<0,0045	<0,0045	<0,0045	<0,0045

Nota: Los valores resaltados en negrita son aquellos que superan los límites de la legislación referenciada.
 * Apuntan los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua. D.S. N°002 2008 MINAM-Cat. 2 (C3) de Carga (C3C)
 ** Se establece que para este uso, el parámetro no es relevante, salvo caso especial que a la Autoridad competente le detosque.
 *** La temperatura corresponde al promedio mensual natural del área evaluada.
 NMP (NMP) es, Número más probable en 100 ml



5.1.6 Resultados de Calidad de Agua de Mar

Tabla N° 5.1.6.1- Resultados del Laboratorio – Agua de Mar - JUN 17

Tipo de Producto	D.S. N°002-2008-MINAM-Cat.2-Sub Categoría 3(C3)*	Agua de Mar						
Fecha de muestreo		12/06/2017	12/06/2017	12/06/2017	23/06/2017	23/06/2017	23/06/2017	23/06/2017
Hora de inicio de muestreo (h)		10:07:00 a.m.	03:17:00 a.m.	11:00:00 a.m.	09:35:00 a.m.	08:40:00 a.m.	10:30:00 a.m.	10:30:00 a.m.
Concentración (BOD)		E 279 230	E 277592	E 275900	E 279 230	E 277592	E 279260	E 279260
		N 8647120	N 8548587	N 8548846	N 8647126	N 8648582	N 8648584	N 8648584
Descripción de la Estación de muestreo		Estación Submarina Mar adentro a 27 m suroeste del colector "La Chira"	Estación Submarina Mar adentro a 15 m suroeste del colector "La Chira"	Estación Submarina Mar adentro a 15 m suroeste del colector "La Chira"	Estación Submarina Mar adentro a 27 m suroeste del colector "La Chira"	Estación Submarina Mar adentro a 15 m suroeste del colector "La Chira"	Estación Submarina Mar adentro a 15 m suroeste del colector "La Chira"	Estación Submarina Mar adentro a 27 m suroeste del colector "La Chira"
Nombre de la Estación		CA-N° 1	CA-N° 2	CA-N° 3	CA-N° 1	CA-N° 2	CA-N° 2	CA-N° 3
Número de Estudio	MT-17/00325	MT-17/00335	MT-17/00335	MT-17/00325	MT-17/00315	MT-17/00315	MT-17/00325	
N° de Referencia del Laboratorio	A-17/034443	A-17/034444	A-17/034445	A-17/037114	A-17/037115	A-17/037115	A-17/037116	

Parámetro	Unidad	Unidad	RESULTADOS ANALITICOS					
Mediciones In Situ								
Conductividad In Situ	µS/cm a 25°C	---	53,6	53,0	53,6	52,3	52,2	52,3
Oxígeno Disuelto In Situ	---	>=2,5	6,54	6,30	6,40	6,38	5,98	5,99
pH In Situ Medido MA	mg/L O2	6,8-8,3	7,81	7,8	7,78	7,84	7,63	7,9
Temperatura In Situ Medido MA	Unid. pH	Δ 3 °C ***	18	17,8	18,9	17,7	17,8	17,8
	°C							
Parámetros Físico-Químicos								
Acidos y Grasas	mg/L	2,0	1,69	0,45	1,13	0,15	0,2	0,17
DBO5	mg/L	10,0	<1,1	<1,1	1,4	<1,1	<1,1	<1,1
Cloruros	mg/L	---	20731	20575	21013	20438	21219	19707
Metales Totales								
Asbásico Total	mg/L	0,05	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Cadmio Total	mg/L	0,0003	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004
Cobre Total	mg/L	0,05	<0,0035	<0,0036	<0,0035	<0,0035	<0,0035	<0,0035
Cromo Total	mg/L	---	<0,0028	<0,0028	<0,0028	<0,0028	<0,0028	<0,0028
Mercurio Total	mg/L	0,0001	<0,00008	<0,00008	<0,00008	<0,00008	<0,00008	<0,00008
Níquel Total	mg/L	0,1	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Plomo Total	mg/L	0,0001	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004
zinc Total	mg/L	0,081	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Microbiología								
Coliformos fecales por NMP	mg/L	1000	<1,8	<1,8	<1,8	100	240	7,8
HSPs								
Acarofloro	mg/L		<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006
Acetobáctero	mg/L		<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005
Actinomiceto	mg/L		<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Bertrio (B) amiláceo	mg/L		<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Bertrio (B) piceo	mg/L		<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004
Bertrio (B) fuicantato	mg/L		<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005
Bertrio (B) perilleno	mg/L		<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Bertrio (B) saccharino	mg/L	0,01	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Citriceto	mg/L		<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Dibasio (B) antraceno	mg/L		<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Fenolico	mg/L		<0,0009	<0,0009	<0,0009	<0,0009	<0,0009	<0,0009
Humicínico	mg/L		<0,0008	<0,0008	<0,0008	<0,0008	<0,0008	<0,0008
Iturónico	mg/L		<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004
Indólico	mg/L		<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Malónico	mg/L		<0,0008	<0,0008	<0,0008	<0,0008	<0,0008	<0,0008
Pirúico	mg/L		<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005

N L
 *Aplican los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua D.S. N°002-2008-MINAM-Cat.2-Sub Categoría 3(C3)
 **La cantidad que para esta UCL, el porcentaje no es relevante, sólo tiene efecto Pasa que la Autoridad competente lo determine
 ***La temperatura correspondiente al porcentaje de oxígeno disuelto debe evaluarse
 NMP) Dem. Número más probable en 100 ml

5.1.6 Resultados de Calidad de Agua de Mar

Tabla Nº 5.1.6.1- Resultados del Laboratorio – Agua de Mar – JUL 17

Tipo de Producto	D.S. N°002-2008 MINAM- Cat.2-Sub Categoría 3(C3)*	Agua de Mar	Agua de Mar	Agua de Mar	Agua de Mar	Agua de Mar	Agua de Mar	
Fecha de muestreo		12/07/2017	12/07/2017	12/07/2017	27/07/2017	27/07/2017	27/07/2017	27/07/2017
Hora de inicio de muestreo (h)		10:00	09:15	10:50	09:10	08:30	09:50	09:50
Coordenada UTM		E 279 230 N 8647136	E 277502 N 8648582	E 279960 N 8648346	E 279 230 N 8647136	E 277502 N 8648582	E 279960 N 8648346	E 279960 N 8648346
Descripción de la Estación de muestreo		Estación Submarina Mar adentro a 2.7 km frente del colector "La Chira"	Estación Submarina Mar adentro a 10 km suroeste del colector "La Chira"	Estación Submarina a 0.46 km frente a la obra "VIM"	Estación Submarina Mar adentro a 2.7 km frente del colector "La Chira"	Estación Submarina Mar adentro a 10 km frente del colector "La Chira"	Estación Submarina a 0.46 km frente a la obra "VIM"	Estación Submarina a 0.46 km frente a la obra "VIM"
Nombre de la Estación		CA-N° 1	CA-N° 2	CA-N° 3	CA-N° 1	CA-N° 2	CA-N° 3	CA-N° 3
Número de Estudio		MT-17/00434	MT-17/00434	MT-17/00434	MT-17/00434	MT-17/00434	MT-17/00434	MT-17/00434
N° de Referencia del Laboratorio	A-17/041232	A-17/041230	A-17/041267	A-17/044638	A-17/044639	A-17/044640	A-17/044640	

Parámetro	Unidad	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado
Mediciones In Situ							
Conductividad In Situ	mS/cm a 25°C	---	55,2	56,3	56,1	55,7	55,6
Oxígeno Disuelto In Situ	---	≥2,5	7,78	7,42	8,74	5,85	5,77
pH In Situ Medido MA	mg/L O2	6,8-8,5	7,50	7,32	7,05	7,89	7,50
Temperatura In Situ Medido MA	Unid. pH	0,3 °C***	18,5	18	17,9	16,8	16,7
Parámetros Físico-Químicos							
Acidos y Grasas	mg/L	2,0	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25
BOD ₅	mg/L	10,0	<1,1	<1,1	<1,1	<1,1	<1,1
Cloruros	mg/L	---	21387	21387	21615	21635	20909
Metas Totales							
Aluminio Total	mg/L	0,05	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Cadmio Total	mg/L	0,0095	<0,0014	<0,0014	<0,0014	<0,0014	<0,0014
Cobre Total	mg/L	0,05	<0,0038	<0,0038	<0,0038	<0,0038	<0,0038
Cromo Total	mg/L	---	<0,0018	<0,0018	<0,0018	<0,0018	<0,0018
Mercurio Total	mg/L	0,0003	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006
Níquel Total	mg/L	0,1	<0,0063	<0,0063	<0,0063	<0,0063	<0,0063
Plomo Total	mg/L	0,0051	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004
Zinc Total	mg/L	0,081	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
Microbiología							
Coliformos Totales por NMP	mg/L	1000	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	17,0
NAPs							
Acetileno	mg/L	0,01	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006
Acetileno	mg/L	0,01	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005
Acetileno	mg/L	0,01	<0,0011	<0,0011	<0,0011	<0,0011	<0,0011
Benceno (a) aromático	mg/L	0,01	<0,0032	<0,0032	<0,0032	<0,0032	<0,0032
Benceno (a) pirenico	mg/L	0,01	<0,0043	<0,0043	<0,0043	<0,0043	<0,0043
Benceno (b) fluoranteno	mg/L	0,01	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025
Benceno (b) janzoniano	mg/L	0,01	<0,0030	<0,0030	<0,0030	<0,0030	<0,0030
Benceno (b) fluoranteno	mg/L	0,01	<0,0041	<0,0041	<0,0041	<0,0041	<0,0041
Criseno	mg/L	0,01	<0,0027	<0,0027	<0,0027	<0,0027	<0,0027
Fluoranteno (a) benzoceno	mg/L	0,01	<0,0039	<0,0039	<0,0039	<0,0039	<0,0039
Fluoranteno	mg/L	0,01	<0,0039	<0,0039	<0,0039	<0,0039	<0,0039
Fluoranteno	mg/L	0,01	<0,0038	<0,0038	<0,0038	<0,0038	<0,0038
Fluoranteno	mg/L	0,01	<0,0038	<0,0038	<0,0038	<0,0038	<0,0038
Indeno	mg/L	0,01	<0,0023	<0,0023	<0,0023	<0,0023	<0,0023
Naftaleno	mg/L	0,01	<0,0050	<0,0050	<0,0050	<0,0050	<0,0050
Fluoreno	mg/L	0,01	<0,0045	<0,0045	<0,0045	<0,0045	<0,0045

Nota: Los valores reportados en negrita son aquellos que superan los límites de la legislación referenciada.

* Apoyado por los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua D.S. N°011-2009-MINAM, Cat 2-Sub Categoría 3(C3)

** Se abrevia que para este caso, el parámetro no es relevante, salvo casos especiales que la Autoridad competente lo determine

*** La temperatura correspondiente al momento de muestreo en el manual del equipo evaluado

NMP/Dif. Nunca más probable es 100%

5.1.6 Resultados de Calidad de Agua de Mar

Tabla Nº 5.1.6.1- Resultados del Laboratorio – Agua de Mar – A GO 17

Tipo de Producto	D.S. N°002-2008 MINAM-Cat.2-Sub Categorías 3(C3)*	Agua de Mar	Agua de Mar	Agua de Mar	Agua de Mar	Agua de Mar	Agua de Mar	
Fecha de muestreo		11/08/2017	11/08/2017	11/08/2017	18/08/2017	29/08/2017	29/08/2017	29/08/2017
Hora de inicio de muestreo (h)		09:30:00	08:40:00	10:00:00	09:30:00	08:40:00	10:00:00	10:00:00
Coordenada UTM		E 275 230 N 8647138	E 275992 N 8648582	E 275960 N 8648846	E 275 230 N 8647138	E 275992 N 8648582	E 275960 N 8648846	E 275960 N 8648846
Descripción de la Estación de muestreo		Estación Submarina de Mar abierto a 2.7 m sobre el sustrato del colector "La Chra"	Estación Submarina de Mar abierto a 15.4 m sobre el sustrato del colector "La Chra"	Estación Submarina a 0.45 m sobre el sustrato "Vista"	Estación Submarina de Mar abierto a 2.7 m sobre el sustrato del colector "La Chra"	Estación Submarina de Mar abierto a 15.4 m sobre el sustrato del colector "La Chra"	Estación Submarina a 0.45 m sobre el sustrato "Vista"	Estación Submarina a 0.45 m sobre el sustrato "Vista"
Nombre de la Estación		CA-N°1	CA-N°2	CA-N°3	CA-N°1	CA-N°2	CA-N°3	CA-N°3
Número de Estudio		MT-17/00507	MT-17/00507	MT-17/00507	MT-17/00507	MT-17/00507	MT-17/00507	MT-17/00507
N° de Referencia del Laboratorio	A-17/047933	A-17/047932	A-17/047933	A-17/033548	A-17/051569	A-17/051570	A-17/051570	

Parámetro	Unidades	Resultados	Resultados	Resultados	Resultados	Resultados	Resultados
Mediciones In Situ							
Conductividad In Situ	ns/cm a 25°C	---	55.6	55.4	55.3	55.3	54.3
Oxígeno Disuelto In Situ	mg/L	>=2.5	5.85	5.21	5.96	7.89	7.41
pH In Situ Medido MA	mg/L O2	5.8-8.5	7.88	7.80	7.84	7.94	7.93
Temperatura In Situ Medido MA	Unid. pH	6.3 °C ***	15.7	15.8	16.7	17.3	16.0
	°C						16.8
Parámetros Filtra-Químicos							
Acetos y Grasas	mg/L	1.0	<0.25	<0.25	<0.25	0.31	<0.25
DBO ₅	mg/L	10.0	<1.1	<1.1	<1.1	<1.1	<1.1
Cloruros	mg/L	---	23486	21685	21138	24371	19724
Metales Totales							
Aluminio Total	mg/L	0.05	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010
Cadmio Total	mg/L	0.0003	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004
Cobalto Total	mg/L	0.05	<0.0036	<0.0036	<0.0036	<0.0036	<0.0036
Cromo Total	mg/L	---	<0.0025	<0.0028	<0.0028	<0.0028	<0.0028
Mercurio Total	mg/L	0.0001	<0.00008	<0.00008	<0.00008	<0.00008	<0.00008
Níquel Total	mg/L	0.1	<0.0017	<0.0017	<0.0017	<0.0017	<0.0017
Plomo Total	mg/L	0.0081	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
Zinc Total	mg/L	0.081	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003
Microbiología							
Coliformes Fecales por NMP	mg/L	1000	4.1	49.0	17.0	<1.8	<1.8
NAPs							
Acenafeno	mg/L	0.01	<0.00056	<0.00036	<0.00026	<0.00026	<0.00026
Acenafilano	mg/L		<0.00026	<0.00026	<0.00026	<0.00026	<0.00026
Acenafeno	mg/L		<0.00011	<0.00011	<0.00011	<0.00011	<0.00011
Benzo(a)antraceno	mg/L		<0.00032	<0.00032	<0.00032	<0.00032	<0.00032
Benzo(a)pireno	mg/L		<0.00043	<0.00043	<0.00043	<0.00043	<0.00043
Benzo(b)fluoranteno	mg/L		<0.00025	<0.00025	<0.00025	<0.00025	<0.00025
Benzo(g,h,i)perileno	mg/L		<0.00030	<0.00030	<0.00030	<0.00030	<0.00030
Benzo(k)fluoranteno	mg/L		<0.00041	<0.00041	<0.00041	<0.00041	<0.00041
Chiseno	mg/L		<0.00027	<0.00027	<0.00027	<0.00027	<0.00027
Dibenz(a,h)antraceno	mg/L		<0.00036	<0.00036	<0.00036	<0.00036	<0.00036
Fluoranteno	mg/L		<0.00029	<0.00029	<0.00029	<0.00029	<0.00029
Fluoranteno	mg/L		<0.00038	<0.00038	<0.00038	<0.00038	<0.00038
Fluoreno	mg/L		<0.00044	<0.00044	<0.00044	<0.00044	<0.00044
Indeno	mg/L		<0.00023	<0.00023	<0.00023	<0.00023	<0.00023
Nafaleno	mg/L		<0.00049	<0.00049	<0.00049	<0.00049	<0.00049
Pineno	mg/L		<0.00045	<0.00045	<0.00045	<0.00045	<0.00045

Nota: Los valores reportados en negrita son aquellos que superan los límites de la legislación referenciada.

* Agencias Ecuatorianas Nacionales de Control Ambiental para Agua D.S. N°002 2008-MINAM-Cat.2-Sub Categorías 3(C3)

** Se estableció que para el caso, el parámetro no se autorizó a su autorización a las casas receptoras que la Autoridad competente lo determine.

*** La temperatura con respecto al promedio mensual multimedial del área estudiada.

NMP=100 ml. Número más probable de UFM



5.1.6 Resultados de Calidad de Agua de Mar

Tabla N° 5.1.6.1- Resultados del Laboratorio – Agua de Mar – SEP 17

Tipo de Producto	D.S. N°002-2008 MINAM-Cat.2-Sub Categoría 3(C3)*	Agua de Mar	Agua de Mar	Agua de Mar	Agua de Mar	Agua de Mar	Agua de Mar	
Fecha de muestreo		12/09/2017	12/09/2017	12/09/2017	29/09/2017	29/09/2017	29/09/2017	29/09/2017
Nota de Inicio de muestreo (N)		05:50	06:10	10:35	10:20	09:40	11:20	11:20
Coordenada UTM		E 279 230 N 8647136	E 277992 N 8648582	E 279900 N 8648846	E 279 230 N 8647136	E 277592 N 8648582	E 279900 N 8648846	E 279900 N 8648846
Descripción de la Estación de muestreo		Estación Submarina Mar adentro a 2.7 km suroeste del colector "La Chira"	Estación Submarina Mar adentro a 15 km suroeste del colector "La Chira"	Estación Submarina Mar adentro a 10.45 km suroeste del colector "La Chira"	Estación Submarina Mar adentro a 2.7 km suroeste del colector "La Chira"	Estación Submarina Mar adentro a 15 km suroeste del colector "La Chira"	Estación Submarina Mar adentro a 2.7 km suroeste del colector "La Chira"	Estación Submarina Mar adentro a 10.45 km suroeste del colector "La Chira"
Nombre de la Estación		CA-N°1	CA-N°2	CA-N°3	CA-N°1	CA-N°2	CA-N°1	CA-N°3
Número de Estudio		MT-17/00528	MT-17/00528	MT-17/00528	MT-17/00528	MT-17/00528	MT-17/00528	MT-17/00528
N° de Referencia del Laboratorio		A-17/054798	A-17/054798	A-17/054800	A-17/059306	A-17/059312	A-17/059312	A-17/059315

Parámetro	Unidad	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado
Mediciones in Situ							
Conductividad in Situ	ms/cm a 25°C	---	56.2	56.3	56.1	57.3	58.1
Oxígeno Disuelto in Situ	---	>=8.5	7.78	7.58	6.76	7.69	8.00
pH in Situ Medida MA	mg/L DO	8.8-8.5	7.85	7.90	7.95	7.91	7.77
Temperatura in Situ Medida MA	UVB, pH °C	Δ 9 °C ***	15.8	15.1	15.2	16.0	16.0
Parámetros Físico-Químicos							
Acidez y Grasas	mg/L	2.0	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25
BOD ₅	mg/L	10.0	<1.1	<1.1	<1.1	<1.1	<1.1
Cloruro	mg/L	---	20 637	20 569	21 407	21 455	21 070
Metales Totales							
Arsenio Total	mg/L	0.05	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010
Cadmio Total	mg/L	0.0093	<0.0024	<0.0024	<0.0024	<0.0024	<0.0024
Cobalto Total	mg/L	0.05	0.0154	<0.0036	<0.0036	<0.0036	<0.0036
Cromo Total	mg/L	---	0.0165	0.0222	0.0282	<0.0038	<0.0038
Mercurio Total	mg/L	0.0001	<0.00008	<0.00008	<0.00008	<0.00008	<0.00008
Níquel Total	mg/L	0.1	<0.0052	<0.0052	<0.0052	<0.0052	<0.0052
Plomo Total	mg/L	0.0081	0.037	0.038	0.031	<0.004	<0.004
Zinc Total	mg/L	0.081	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003
Microbiología							
Coliformes Fecales por NMP	mg/L	1000	<1.8	2.0	<1.8	<1.8	<1.8
NAP:							
Aceftaleno	mg/L	0.01	<0.00005	<0.00006	<0.00006	<0.00005	<0.00005
Acenafteeno	mg/L		<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005
Antraceno	mg/L		<0.00008	<0.00008	<0.00008	<0.00008	<0.00008
Benzo (a)antraceno	mg/L		<0.00009	<0.00009	<0.00009	<0.00009	<0.00009
Benzo (a)pireno	mg/L		<0.00008	<0.00008	<0.00008	<0.00008	<0.00008
Benzo (b)fluoranteno	mg/L		<0.00008	<0.00008	<0.00008	<0.00008	<0.00008
Benzo (g,h,i)perileno	mg/L		<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006
Benzo (k)fluoranteno	mg/L		<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004
Cheno	mg/L		<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005
Dibenz(a,h)antraceno	mg/L		<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006
Fenantreno	mg/L		<0.00008	<0.00008	<0.00008	<0.00008	<0.00008
Fluoranteno	mg/L		<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005
Fluoreno	mg/L		<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006
Indeno	mg/L		<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006
Naftaleno	mg/L		<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005
Pineno	mg/L		<0.00008	<0.00008	<0.00008	<0.00008	<0.00008

Nota: Los valores resultados en negrita son aquellos que superan los límites de la legislación referenciada.
 *Aplicar los Estándares Propuestos de Calidad Ambiental para Agua D.S. N°002-2008-MINAM. Cap 2 Sub-Categoría 3(C3)
 **Se entendió que para este caso el parámetro no es relevante salvo casos específicos que la Autoridad competente lo determine
 ***La respuesta corresponde al promedio mensual de BOD₅ del día muestreado
 NMP/100 ml. Número más probable en 100 ml



5.1.6 Resultados de Calidad de Agua de Mar

Tabla N° 5.1.6.1- Resultados del Laboratorio – Agua de Mar – OCT 17

Tipo de Producto		Agua de Mar	Agua de Mar	Agua de Mar	Agua de Mar	Agua de Mar	Agua de Mar
Fecha de muestreo	D.S. N°002-2008 MINAM-Cat.2-Sub Categorí a 3(C3)*	17/10/2017	17/10/2017	17/10/2017	16/10/2017	16/10/2017	20/10/2017
Hora de inicio de muestreo (h)		09:50	09:50	10:35	09:45	09:15	10:10
Coordenada UTM		E 279 230 N 8647136	E 277392 N 8648582	E 279920 N 8648946	E 279 230 N 8647136	E 277592 N 8648582	E 279900 N 8648946
Descripción de la estación de muestreo		Estación Submarina Mar adentro a 2.7 km suroeste de colectar "La Chica"	Estación Submarina Mar adentro a 15 km suroeste del colector "La Chica"	Estación Submarina a 40-45 km hacia el SW de "Vista"	Estación Submarina Mar adentro a 2.7 km suroeste del colector "La Chica"	Estación Submarina Mar adentro a 15 km suroeste del colector "La Chica"	Estación Submarina a 4.4 km hacia el SW de "Vista"
Nombre de la Estación		CA-N° 1	CA-N° 2	CA-N° 3	CA-N° 1	CA-N° 2	CA-N° 3
Número de Suelo		MT-17/00577	MT-17/00577	MT-17/00577	MT-17/00577	MT-17/00577	MT-17/00577
N° de Referencia del Laboratorio		A-17/061389	A-17/061390	A-17/061391	A-17/066909	A-17/066910	A-17/066911

Parámetro	Unidades	Unidades	RESULTADOS ANALÍTICOS					
Mediciones In Situ								
Conductividad In Situ	ns/cm a 25°C	---	56,4	56,2	55,7	58,4	58,6	55,4
Oxígeno Disuelto In Situ	---	≥2,5	7,98	7,98	7,95	6,12	6,70	6,91
pH In Situ Medido MA	mg/L O2	6,8-8,5	7,82	7,92	7,79	8,32	8,20	8,20
Temperatura In Situ Medido MA	Unit, pH	6,3 °C***	15,1	14,9	14,8	17,4	17,1	17,4
	°C							
Parámetros Físico-Químicos								
Aceites y Grasas	mg/L	2,0	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25
PO4	mg/L	10,0	<1,1	<1,1	<1,1	<1,1	<1,1	<1,1
Cianuros	mg/L	---	21 455	23 215	21 070	21 630	21 070	20 539
Metales Totales								
Aluminio Total	mg/L	0,05	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Cadmio Total	mg/L	0,0093	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004
Cobalto Total	mg/L	0,05	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006
Cromo Total	mg/L	---	<0,0028	0,0028	0,0028	<0,0028	<0,0028	<0,0028
Mercurio Total	mg/L	0,0001	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006
Níquel Total	mg/L	0,1	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Ploomo Total	mg/L	0,0081	0,004	0,004	0,004	<0,004	<0,004	<0,004
Zinc Total	mg/L	0,081	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
Microbiología								
Coliformos Totales por NMP	mg/L	1000	<1,0	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8
MAPs								
Aceofenona	mg/L	0,01	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001
Acenafileno	mg/L		<0,00005	<0,00005	<0,00002	<0,00005	<0,00005	<0,00005
Acrideno	mg/L		<0,00008	<0,00008	<0,00008	<0,00008	<0,00008	<0,00008
Benzo(a)antraceno	mg/L		<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005
Benzo(a)pireno	mg/L		<0,00008	<0,00008	<0,00008	<0,00008	<0,00008	<0,00008
Benzo(b)fluoranteno	mg/L		<0,00008	<0,00008	<0,00008	<0,00008	<0,00008	<0,00008
Benzo(g,h,i)perileno	mg/L		<0,00008	<0,00008	<0,00008	<0,00008	<0,00008	<0,00008
Benzo(k)fluoranteno	mg/L		<0,00008	<0,00008	<0,00008	<0,00008	<0,00008	<0,00008
Cliseno	mg/L		<0,00008	<0,00008	<0,00008	<0,00008	<0,00008	<0,00008
Dibenz(a,h)antraceno	mg/L		<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006
Fluoranteno	mg/L		<0,00008	<0,00008	<0,00008	<0,00008	<0,00008	<0,00008
Indeno(1,2,3-cd)perileno	mg/L		<0,00008	<0,00008	<0,00008	<0,00008	<0,00008	<0,00008
Benzo(e)pireno	mg/L		<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004
Fluoranteno	mg/L		<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004
Indeno(1,2,3-cd)perileno	mg/L		<0,00008	<0,00008	<0,00008	<0,00008	<0,00008	<0,00008
Benzo(a)pireno	mg/L		<0,00008	<0,00008	<0,00008	<0,00008	<0,00008	<0,00008
Pireno	mg/L		<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002

Nota: Los valores resaltados en negrita son aquellos que superan los límites de legislación referenciada.
 *Aplicables los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua D.S. N°002-2008 MINAM-Cat 2 Sub Categorí a 3(C3)
 **Estricto que por su uso, el parámetro no es relevante, salvo casos específicos con la Autoridad competente de determinar.
 ***La temperatura correspondiente al período mensual muestreado del área evaluada.
 NMP=NMPL, Número más probable en 10 ML

5.1.6 Resultados de Calidad de Agua de Mar

Tabla N° 5.1.6.1- Resultados del Laboratorio – Agua de Mar – NOV 17

Tipo de Producto	D.S. N°002-2008 MINAM-Sub Categorías 3(C3)*	Agua de Mar	Agua de Mar	Agua de Mar	Agua de Mar	Agua de Mar	Agua de Mar
Fecha de muestreo		10/11/2017	11/11/2017	16/11/2017	20/11/2017	23/11/2017	26/11/2017
Rota de inicio de muestreo (R)		05-50	05-10	05-35	05-45	05-15	05-15
Codificación UTM		E 279 230 N 8647136	E 279 230 N 8648582	E 279 230 N 8649268	E 279 230 N 8647136	E 279 230 N 8648582	E 279 230 N 8648868
Descripción de la Estación de muestreo		Estación Submarina Mar adentro a 2.7km sur este del colector "La Chira"	Estación Submarina Mar adentro a 10 km sur este del colector "La Chira"	Estación Submarina a 0.42 km Sur este de playa "Vida"	Estación Submarina Mar adentro a 2.7km sur este del colector "La Chira"	Estación Submarina Mar adentro a 2.6 km sur este del colector "La Chira"	Estación Submarina a 0.46 km Sur este de playa "Vida"
Nombre de la Estación		CA-N°1	CA-N°2	CA-N°3	CA-N°1	CA-N°2	CA-N°3
Número de Estudio		MT-17/00523	MT-17/00593	MT-17/00493	MT-17/00583	MT-17/00593	MT-17/00593
N° de Referencia del Laboratorio		A-17/071907	A-17/071908	A-17/071909	A-17/075243	A-17/075245	A-17/075248

Parámetro	Unidad	Norma	10/11/2017	11/11/2017	16/11/2017	20/11/2017	23/11/2017	26/11/2017
Mediciones in Situ								
Conductividad in Situ	ms/cm a 25°C	—	56,2	56,2	56,4	62,1	66,0	59,8
Oxígeno Disuelto in Situ	mg/L	>=2,5	8,34	8,24	8,41	7,35	7,92	8,01
pH in Situ Medido MA	mg/L O2	8,8-8,5	7,50	7,60	7,98	7,25	7,61	7,47
Temperatura in Situ Medido MA	°C	Δ 3 °C ***	16,3	16,4	16,2	17,0	17,1	17,6
Acidometría Agua-Química								
Acidos y Grasas	mg/L	2,0	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25
DB5	mg/L	10,0	<1,1	<1,1	<1,1	<1,1	<1,1	<1,1
Cloruros	mg/L	—	21.283	21.543	21.792	21.455	21.118	21.118
Metas Totales								
Arsénico Total	mg/L	0,05	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Cadmio Total	mg/L	0,0003	<0,0024	<0,0024	<0,0024	<0,0024	<0,0024	<0,0024
Cobalto Total	mg/L	0,05	<0,0036	<0,0036	<0,0036	<0,0036	<0,0036	<0,0036
Cromo Total	mg/L	—	<0,0028	<0,0028	<0,0028	<0,0028	<0,0028	<0,0028
Mercurio Total	mg/L	0,0001	<0,00008	<0,00008	<0,00008	<0,00008	<0,00008	<0,00008
Níquel Total	mg/L	0,1	<0,0082	<0,0082	<0,0082	<0,0082	<0,0082	<0,0082
Plomo Total	mg/L	0,0081	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004
Zinc Total	mg/L	0,081	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
Microbiología								
Coliformes Fecales por NMP	mg/L	1000	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8
MAP:								
Aceafteno	mg/L	0,01	<0,00008	<0,00008	<0,00008	<0,00008	<0,00008	<0,00008
Acinafteno	mg/L		<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005
Amraceno	mg/L		<0,00008	<0,00008	<0,00008	<0,00008	<0,00008	<0,00008
Benzo (a) antraceno	mg/L		<0,00008	<0,00008	<0,00008	<0,00008	<0,00008	<0,00008
Benzo (a) pireno	mg/L		<0,00008	<0,00008	<0,00008	<0,00008	<0,00008	<0,00008
Benzo (b) fluoranteno	mg/L		<0,00008	<0,00008	<0,00008	<0,00008	<0,00008	<0,00008
Benzo (k) fluoranteno	mg/L		<0,00008	<0,00008	<0,00008	<0,00008	<0,00008	<0,00008
Benzo (e) pterideno	mg/L		<0,00008	<0,00008	<0,00008	<0,00008	<0,00008	<0,00008
Benzo (f) fluoranteno	mg/L		<0,00008	<0,00008	<0,00008	<0,00008	<0,00008	<0,00008
Crieno	mg/L		<0,00008	<0,00008	<0,00008	<0,00008	<0,00008	<0,00008
Dibenz (a,h) antraceno	mg/L		<0,00009	<0,00009	<0,00009	<0,00009	<0,00009	<0,00009
Fenaceno	mg/L		<0,00008	<0,00008	<0,00008	<0,00008	<0,00008	<0,00008
Fluoranteno	mg/L		<0,00008	<0,00008	<0,00008	<0,00008	<0,00008	<0,00008
Fluoreno	mg/L		<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004
Indeno	mg/L		<0,00008	<0,00008	<0,00008	<0,00008	<0,00008	<0,00008
Indoleno	mg/L		<0,00008	<0,00008	<0,00008	<0,00008	<0,00008	<0,00008
Fluoreno	mg/L		<0,00008	<0,00008	<0,00008	<0,00008	<0,00008	<0,00008

Nota: Los valores resultantes en negrita son aquellos que superan los límites de la legislación referenciada.
 *Apoyados en Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua D.S. N°002-2008-MINAM-Cor 2 Sub Categorías 3(C3)
 **de entidad que para este uso, el parámetro es de relevancia, salvo casos especiales que la Autoridad competente lo determine
 ***La temperatura corresponde al promedio mensual mensual del área evaluada
 NMP/100ml. Número más probable de DPM

Tabla N° 5.1.6.1- Resultados del Laboratorio – Agua de Mar - DICI 17

Tipo de Producto	D.S.	Agua de Mar	Agua de Mar				
Fecha de muestreo	N°002-2008	16/11/2017	16/11/2017	16/11/2017	29/11/2017	26/11/2017	28/11/2017
Hora de inicio de muestreo (h)	MINAM-	09:20	09:45	10:10	09:45	08:50	10:10
Coordenada UTM	Cat.2-	E 279 230 N 8647136	E 277532 N 8648582	E 279500 N 8648846	E 279 230 N 8647136	E 277592 N 8648582	E 279900 N 8648846
Descripción de la Estación de muestreo	Sub Categoría 3(C3)*	Estación Submarina M3 ubicada a 27 Km suroeste del colector "La Chica"	Estación Submarina M4 ubicada a 10 Km suroeste del colector "La Chica"	Estación Submarina M5 ubicada a 10 Km suroeste del colector "La Chica"	Estación Submarina M6 ubicada a 27 Km suroeste del colector "La Chica"	Estación Submarina M7 ubicada a 15 Km suroeste del colector "La Chica"	Estación Submarina M8 ubicada a 0,45 Km norte de la playa "Vila"
Nombre de la Estación		CA-N° 1	CA-N° 2	CA-N° 3	CA-N° 1	CA-N° 2	CA-N° 3
Número de Estado		M1-17/00700	M1-17/00700	M1-17/00700	M1-17/00700	M1-17/00700	M1-17/00700
N° de Referencia de Laboratorio		A-17/080932	A-17/080933	A-17/080934	A-17/084367	A-17/084368	A-17/084369

Condicion	Unidad		RESULTADOS ANALITICOS					
Mediciones in Situ								
Conductividad in Situ	µS/cm a 25°C	---	53,4	53,4	53,7	53,1	53,2	53,7
Oxígeno Disuelto in Situ	---	>=2,5	6,25	6,62	6,77	6,78	6,81	6,78
pH in Situ Medido MA	mg/L O2	6,6-8,5	7,83	7,74	7,83	7,28	7,64	7,84
Temperatura in Situ Medida MA	Unidad pH	8,9 °C ***	18,7	17,9	18,2	17,3	18,0	17,4
Parámetros Física-Químicos								
Amoníaco y Nitrosos	mg/L	2,0	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25
BOD ₅	mg/L	10,0	<1,1	<1,1	<1,1	<1,1	<1,1	<1,1
Cloruro	mg/L	---	21 311	20 589	20 012	22 898	22 405	23 417
Metales Totales								
Arsenico Total	mg/L	0,05	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Cadmio Total	mg/L	0,0093	<0,0024	<0,0024	<0,0024	<0,0024	<0,0024	<0,0024
Cobalto Total	mg/L	0,05	<0,0036	<0,0036	<0,0036	<0,0036	<0,0036	<0,0036
Cromo Total	mg/L	---	<0,0028	<0,0028	<0,0028	<0,0028	<0,0028	<0,0028
Mercurio Total	mg/L	0,0001	<0,00006	<0,00008	<0,00006	<0,00006	<0,00008	<0,00006
Niquel Total	mg/L	0,1	<0,0063	<0,0063	<0,0063	<0,0063	<0,0063	<0,0063
Plomo Total	mg/L	0,0093	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004
Zinc Total	mg/L	0,081	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
Microbiología								
Celoformos fecales por MPP	mg/L	1000	<1,8	<1,8	<1,8	2,0	4,0	70,0
MAPs								
Acetileno	mg/L		<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006
Alanitileno	mg/L		<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005
Antraceno	mg/L		<0,0009	<0,0008	<0,0008	<0,0008	<0,0008	<0,0008
Benzo (a) pirateno	mg/L		<0,0008	<0,0008	<0,0008	<0,0008	<0,0008	<0,0008
Benzo (a) pireneno	mg/L		<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Benzo (a) fluoranteno	mg/L		<0,0003	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Benzo (a,h) perileno	mg/L		<0,0003	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Benzo (b) fluoranteno	mg/L		<0,0003	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Criseno	mg/L	0,01	<0,0003	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Dibenz (a,h) antraceno	mg/L		<0,0003	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Fenantreno	mg/L		<0,0003	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Fluoranteno	mg/L		<0,0003	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Fluoreno	mg/L		<0,0003	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Indeno	mg/L		<0,0003	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Naftaleno	mg/L		<0,0003	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Piceno	mg/L		<0,0003	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002

Nota: Los valores resultados en negrita son aquellos que superan los límites de la legislación referenciada.
 *Aplican los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua D.S. N°00-2008-MINAM-CM 2-Sub Categoría 3(C3)
 **Se estableció que para este uso el parámetro no es relevante salvo casos específicos que la Autoridad competente lo determine
 ***La temperatura es resultado del promedio mensual multianual del área evaluada
 INAPIEOM, Máximo índice obtenido en 2011

ANEXO N°04

Volumen de agua facturado en el distrito de

Chorrillos año 2016-2017

FACTURACIÓN POR SOLO AGUA POR TIPOS DE TARIFA - USO DE LA RED

TOTAL GENERAL - DISTRITO DE CHORRILLOS

AÑO: 2016 - 2017

AÑO	DISTRITO	SOCIAL				DOMESTICO				COMERCIAL				INDUSTRIAL				ESTATAL				TOTAL			
		CONEX	U.USOS	VOLUM	S/	CONEX	U.USOS	VOLUM	S/	CONEX	U.USOS	VOLUM	S/	CONEX	U.USOS	VOLUM	S/	CONEX	U.USOS	VOLUM	S/	CONEX	U.USOS	VOLUM	S/
ene-16	CHORRILLOS	143	1,765	16,626	18,555	38,180	58,187	1,096,159	1,686,794	1,578	4,224	103,250	501,614	326	426	36,616	178,686	24	27	595	1,999	41,251	64,626	1,255,241	2,399,536
feb-16	CHORRILLOS	140	1,616	15,491	17,297	39,236	58,417	1,112,245	1,713,917	1,264	4,243	106,089	510,346	330	426	40,882	199,330	24	28	787	2,493	41,314	64,730	1,274,493	2,443,375
mar-16	CHORRILLOS	142	1,618	16,108	18,073	39,283	58,612	1,146,706	1,766,430	1,603	4,260	110,069	594,732	344	441	42,547	205,623	24	28	960	3,067	41,306	64,979	1,316,692	2,552,624
abr-16	CHORRILLOS	142	1,613	16,035	18,776	39,278	58,646	1,196,206	1,914,173	1,997	4,262	115,834	582,734	345	440	41,299	200,927	24	28	954	3,047	41,366	65,209	1,371,108	2,699,656
may-16	CHORRILLOS	141	1,609	16,919	18,882	39,291	58,049	1,113,994	1,722,767	1,617	4,316	114,401	565,635	347	441	42,028	204,792	24	28	792	2,531	41,420	65,442	1,287,734	2,504,607
jun-16	CHORRILLOS	141	1,592	16,632	18,561	39,283	59,210	1,041,779	1,657,962	1,614	4,303	103,475	502,284	354	447	39,643	192,715	24	27	551	1,759	41,416	65,679	1,202,080	2,273,281
jul-16	CHORRILLOS	143	1,611	14,295	15,953	39,294	55,311	965,253	1,393,963	1,627	4,336	96,744	479,147	350	442	37,527	182,533	24	27	595	1,901	41,438	65,717	1,116,423	2,073,497
ago-16	CHORRILLOS	143	1,598	14,659	16,560	39,323	55,462	1,002,998	1,457,164	1,613	4,310	100,046	488,158	345	437	38,642	188,153	24	27	489	1,561	41,440	65,834	1,157,029	2,159,610
sep-16	CHORRILLOS	145	1,641	14,269	15,924	38,525	56,033	1,024,729	1,501,869	1,616	4,313	102,078	495,909	344	435	39,716	193,864	24	27	653	2,085	41,656	66,249	1,181,445	2,209,646
oct-16	CHORRILLOS	143	1,576	15,614	17,425	39,512	59,036	1,081,681	1,623,966	1,626	4,325	104,899	509,575	343	432	41,107	200,544	24	27	671	2,142	41,648	66,198	1,243,970	2,353,652
nov-16	CHORRILLOS	143	1,504	14,621	16,318	39,561	59,981	1,038,673	1,527,401	1,629	4,334	103,406	502,202	355	444	44,913	219,319	24	27	668	2,134	41,702	66,290	1,202,480	2,267,368
dic-16	CHORRILLOS	143	1,506	15,104	20,204	39,581	60,457	1,106,848	1,655,269	1,622	4,338	105,672	513,350	350	438	43,799	213,215	24	28	871	2,782	41,720	66,767	1,276,294	2,434,620
ene-17	CHORRILLOS	144	1,505	16,167	18,065	39,589	60,038	1,119,552	1,719,903	1,633	4,346	104,040	506,481	350	440	40,096	195,386	24	28	964	3,048	41,749	66,957	1,280,829	2,441,883
feb-17	CHORRILLOS	145	1,462	17,077	19,057	39,622	60,832	1,183,304	1,873,932	1,627	4,348	111,420	541,304	345	434	39,731	193,832	24	28	1,062	3,395	41,763	67,165	1,362,594	2,631,219
mar-17	CHORRILLOS	145	1,450	18,200	20,966	39,649	60,991	1,286,646	2,192,886	1,632	4,367	120,979	606,387	352	441	42,412	213,144	23	27	1,246	4,190	41,801	67,276	1,489,482	3,037,252
abr-17	CHORRILLOS	145	1,457	16,683	19,218	39,706	61,515	1,119,616	1,754,977	1,625	4,373	107,560	529,043	353	439	41,103	206,683	23	27	782	2,580	41,852	67,611	1,285,944	2,522,401
may-17	CHORRILLOS	151	1,369	17,150	19,656	39,746	61,776	1,106,550	1,736,129	1,630	4,380	109,076	546,906	357	442	38,260	192,142	23	27	869	2,696	41,906	68,024	1,274,915	2,467,696
jun-17	CHORRILLOS	152	1,381	16,847	18,255	39,798	61,996	1,032,309	1,646,526	1,651	4,398	106,297	532,617	356	444	40,360	203,370	23	27	992	3,272	41,980	68,214	1,195,825	2,307,040
jul-17	CHORRILLOS	147	1,463	16,203	18,661	39,817	62,053	1,031,446	1,566,443	1,650	4,401	102,666	514,544	358	441	37,479	188,670	23	27	921	3,036	41,993	68,365	1,188,714	2,281,325
ago-17	CHORRILLOS	146	1,365	16,583	20,329	39,807	61,965	1,074,590	1,667,625	1,630	4,373	101,918	533,177	343	427	38,435	215,089	23	26	872	3,002	41,748	68,056	1,232,386	2,439,423
sep-17	CHORRILLOS	151	1,497	16,698	20,476	39,827	62,236	1,043,777	1,649,821	1,651	4,414	108,290	556,272	363	436	42,194	236,210	23	26	862	2,966	42,004	68,610	1,209,610	2,466,747
oct-17	CHORRILLOS	150	1,486	16,816	20,633	39,866	62,404	1,105,057	1,747,701	1,664	4,431	109,936	575,729	365	440	44,562	250,114	23	26	725	2,498	42,060	68,797	1,277,095	2,596,674
nov-17	CHORRILLOS	150	1,463	16,181	22,306	39,890	62,253	1,100,310	1,745,316	1,664	4,431	107,715	564,466	354	437	43,196	242,609	23	26	845	2,909	42,087	68,600	1,270,216	2,577,501
dic-17	CHORRILLOS	151	1,461	16,206	19,884	39,945	62,546	1,143,367	1,818,444	1,670	4,426	107,842	565,782	352	434	41,249	231,963	21	24	677	2,332	42,130	68,683	1,309,441	2,636,285

ANEXO N°05

Calidad Fisicoquímica del río Rímac - Bocatoma

Años 2016-2017

REPORTE DE CALIDAD FISICOQUIMICA DEL RIO RIMAC - BOCATOMAS
AÑO 2016 - 2017

PARAMETROS	Unidades	2016												2017											
		Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
		Rio Rimac Bocatomas																							
I.- CALIDAD ORGANOLEPTICA																									
TURBIEDAD	NTU	13.35	117.50	4329.50	238.50	24.90	8.89	15.55	15.25	8.61	15.00	10.70	10.01	27.55	1244.90	1237.52	2833.00	38.40	13.90	8.69	33.15	11.25	17.15	16.10	20.89
pH	Unidades	8.20	8.54	7.99	8.14	8.16	8.27	7.87	8.07	8.25	8.16	8.06	8.12	8.08	8.05	8.02	8.28	8.10	8.22	8.24	8.11	8.04	8.23	8.25	8.25
COND. ESPECIFICA	uS/cm	555	583	389	461	538	671	570	527	564	574	949	828	497	354	324	334	513	561	632	554	524	583	542	
HIERRO	Fe mg/L	0.888	0.863	42.938	2.687	0.624	0.549	0.662	0.775	0.577	0.471	0.547	1.070	1.228	65.303	32.891	47.449	1.368	1.134	0.358	1.848	0.933	0.528	0.470	1.400
ALUMINO	Al mg/L	0.521	0.604	33.594	2.578	0.486	0.358	0.394	0.448	0.395	0.252	0.371	0.770	1.035	80.763	26.613	41.937	0.578	0.818	0.497	1.292	0.885	0.447	0.338	1.454
II.- INORGANICOS																									
ARSENICO	As mg/l	0.017	0.010	0.407	0.022	0.016	0.017	0.016	0.015	0.019	0.018	0.020	0.022	0.024	0.241	0.113	0.215	0.027	0.020	0.020	0.026	0.021	0.018	0.021	0.025
CADMIO	Cd mg/L	0.0023	0.0018	0.0098	0.0017	0.0015	0.0014	0.0013	0.0016	0.0012	0.0009	0.0007	0.0011	0.0011	0.0109	0.0060	0.0073	0.0027	0.0021	0.0015	0.0014	0.0008	0.0009	0.0005	0.0008
NITRATOS	NO3 mg/L	2.268	2.726	1.749	2.121	1.774	2.378	4.300	4.024	2.322	3.602	3.710	2.565	2.474	2.760	6.954	4.315	3.754	3.018	3.761	3.648	3.770	3.232	3.717	4.149
NITRITOS	NO2 mg/L	0.212	0.198	0.040	0.176	0.192	0.239	0.167	0.191	0.218	0.232	0.268	0.204	0.158	0.053	0.069	0.035	0.275	0.214	0.244	0.220	0.255	0.162	0.348	0.210
PLOMO	Pb mg/L	0.0109	0.013	0.7225	0.0188	0.0109	0.0085	0.0190	0.0097	0.0059	0.0067	0.0072	0.0073	0.0161	0.3526	0.1803	0.3183	0.0199	0.0688	0.0560	0.0133	0.0088	0.0062	0.0047	0.0136
FOSFORO TOTAL	PO4 mg/L	0.131	0.455	4.771	1.199	0.132	0.185	0.404	0.215	0.194	0.196	0.434	0.211	0.250	2.538	3.413	6.075	0.302	0.117	0.225	0.202	0.192	0.098	0.136	0.147
III.- ORGANICOS																									
DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO	mg/L	5.50	7.25	211.00	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	9.00	37.50	<5.0	<5.0	<5.0	6.00	19.00	12.80	6.00	8.00	14.00	5.00



J. Vasquez
QUIM. MIRIAN VASQUEZ OSORIO
CQP N° 432

ANEXO N°06

Caudal del rio Rímac años 2016 -2017

Caudal rio Rímac (m³/s)

Mes	2016	2017
Ene	24	43
Feb	34	55
Mar	38	61
Abr	27	47
May	21	32
Jun	22	25
Jul	23	23
Ago	23	24
Sep	23	25
Oct	24	25
Nov	24	27
Dic	24	25

ANEXO N°07

Panel Fotográfico

**ANEXO 6.1: Planta de Tratamiento de Agua Potable La
Atarjea**

ANEXO 6.2: Cámaras de Rebombeo y Pozos de Agua

**ANEXO 6.3: Planta de Tratamiento de Agua Residuales La
Chira**

ANEXO 7.1:

Planta de Tratamiento de Agua Potable La Atarjea

Ingeniero del EGIP explicando el proceso de Tratamiento de Agua Potable de la PTAP La Atarjea- Ubicación Bocatoma



Estanque Regulador Santa Rosa N°1



ANEXO 7.2:

Cámaras de Rebombeo y Pozos de Agua

CR-173: Ubicado en Av. Principal, Mz. E, San Genaro.



P-411: Ubicado en Av. Las Gaviotas, Andromeda 770



P-654: Ubicado en Jr. Los Venados MZ H1 Urb. Matelline



CR-87: Ubicado en Asent. Humano Santa Teresa de Villa



CR-167: Ubicado en Av. Cipriano Rivas - Tunel de la Herradura



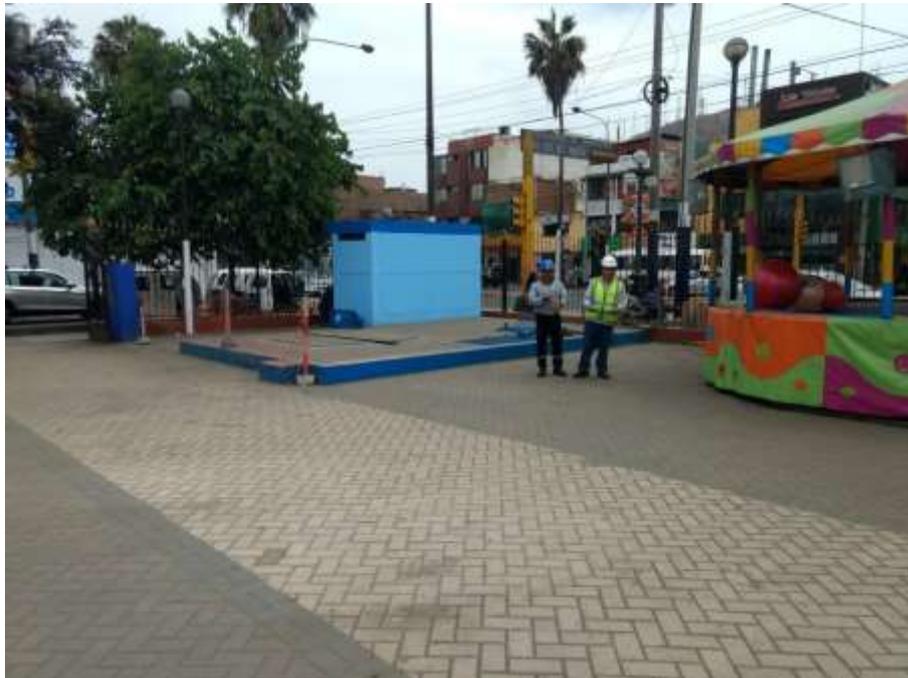
P-269: Ubicado en Calle Las Brisas Costa Azul – Entrada a Plaza Lima Sur



P-465: Ubicado en Av. Alvarado Esq. Av. Ferrocarril Parque - Asistencia



P-757: Ubicado en Av.Huaylas Cdra.7 Esq.Pereyra Urb.San Juan – P. Fatima



ANEXO 7.3:

Planta de Tratamiento de Agua Residuales La Chira

Vista desde la Planta de Transferencia del distrito de Chorrillos

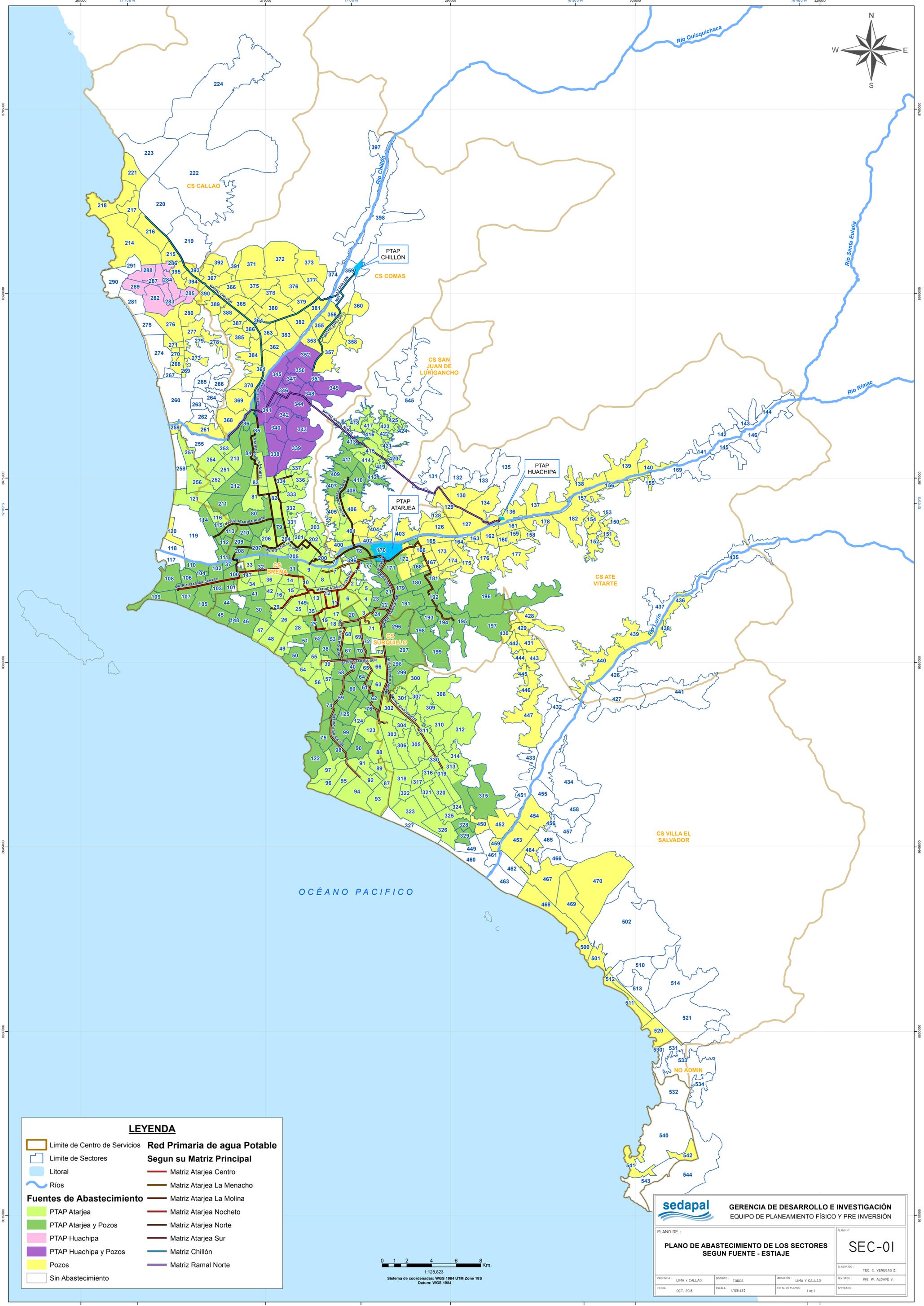


Supervisión realizada por SEDAPAL a la PTAR La Chira



ANEXO N°08

**Abastecimiento de agua potable a los sectores
según su fuente de abastecimiento**



LEYENDA

- Limite de Centro de Servicios
 - Limite de Sectores
 - Litoral
 - Ríos
 - Fuentes de Abastecimiento**
 - PTAP Atarjea
 - PTAP Atarjea y Pozos
 - PTAP Huachipa
 - PTAP Huachipa y Pozos
 - Pozos
 - Sin Abastecimiento
-
- Red Primaria de agua Potable
Segun su Matriz Principal**
- Matriz Atarjea Centro
 - Matriz Atarjea La Menacho
 - Matriz Atarjea La Molina
 - Matriz Atarjea Nochetto
 - Matriz Atarjea Norte
 - Matriz Atarjea Sur
 - Matriz Chillón
 - Matriz Ramal Norte



sedapal		GERENCIA DE DESARROLLO E INVESTIGACIÓN EQUIPO DE PLANEAMIENTO FÍSICO Y PRE INVERSIÓN	
PLANO DE :		PLANO N° :	
PLANO DE ABASTECIMIENTO DE LOS SECTORES SEGUN FUENTE - ESTIAJE		SEC-01	
PROVINCIA: LIMA Y CALLAO	DISTRITO: TODOS	UBICACIÓN: LIMA Y CALLAO	ELABORADO: TEC. C. VENEGAS Z.
FECHA: OCT. 2018	ESCALA: 1/128.823	TOTAL DE PLANOS: 1 DE 1	REVISADO: ING. W. ALDAVE V.
		APROBADO:	