

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL



**MANEJO DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA PARA
LA GESTIÓN DE REDES DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO
DE LA URBANIZACIÓN LATINA DEL DISTRITO DE JOSÉ
LEONARDO ORTIZ DE LA PROVINCIA CHICLAYO 2020**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL AMBIENTAL**

AUTOR

ANITA MERCEDES PALACIOS OBLITAS

ASESOR

FRANCISCO BENJAMIN CHAVEZ MORE

<https://orcid.org/0000-0002-4115-6082>

Chiclayo, 2021

**MANEJO DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA
PARA LA GESTIÓN DE REDES DE AGUA POTABLE Y
ALCANTARILLADO DE LA URBANIZACIÓN LATINA DEL
DISTRITO DE JOSÉ LEONARDO ORTIZ DE LA PROVINCIA
CHICLAYO 2020**

PRESENTADA POR:

ANITA MERCEDES PALACIOS OBLITAS

**A la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el título de
INGENIERO CIVIL AMBIENTAL**

APROBADA POR

**Ángel Antonio Ruiz Pico
PRESIDENTE**

**Wilmer Zelada Zamora
SECRETARIO**

**Francisco Benjamín Chávez More
VOCAL**

DEDICATORIA

Este trabajo de investigación es dedicado a mis padres Ana Oblitas y Gaspar Palacios, por su sacrificio y trabajo en todos estos años, gracias a ustedes he logrado y superado cada obstáculo para llegar hasta aquí y convertirme en lo que ahora soy. Estoy agradecida a Dios de ser su hija, es un privilegio tenerlos como padres.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por la vida y ser la guía en este largo camino, ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad.

Agradecer a mis padres: Gaspar Palacios y Ana Oblitas, por su apoyo incondicional para cumplir cada uno de mis metas y deseos, por sus consejos, valores y principios que me inculcaron durante mi vida.

Agradezco a mi asesor Francisco Chávez, quien con su experiencia y conocimientos me ha dado las pautas para poder ejecutar la tesis correctamente.

Agradezco a los docentes de la universidad por haber compartido sus conocimientos a lo largo de la preparación de nuestra profesión.

.

ÍNDICE

RESUMEN.....	11
ABSTRACT.....	12
I. INTRODUCCIÓN.....	13
II. MARCO TEÓRICO.....	15
2.1 Antecedentes del problema.....	15
2.2 Bases Teórico Científicas.....	21
2.2.1. Agua Potable.....	21
2.2.2. Alcantarillado.....	25
2.2.3. Gestión integral de recursos hídricos.....	27
2.2.4. Sistema de información y manejo de las pérdidas de agua.....	28
2.2.5. Micromedición y macromedición.....	29
2.2.6. Sistema de información geográfica.....	30
2.2.7. Sistema de modelación de redes de agua potable integrados con información geográfica.....	33
2.2.8. Modelación hidráulica integrada con sistemas de información geográfica.....	34
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	38
3.1. Tipo y nivel de investigación.....	38
Tipo de investigación.....	38
Nivel de investigación.....	38
3.2. Diseño de investigación.....	38
3.3. Población, muestra, muestreo.....	38
3.3.1. Población.....	38
3.3.2. Muestra.....	38
3.4. Criterios de selección.....	39
3.5. Operacionalización de variables.....	39
3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	40
3.5.1. Técnicas.....	40
3.5.2. Fuentes.....	40
3.5.3. Instrumentos.....	40
3.6. Procedimientos.....	41
3.6.1. Descripción de la zona de estudio.....	41
3.6.2. Descripción de las redes.....	42
3.6.3. Instalación e implementación de programas.....	47

3.6.4.	Georreferenciación del programa	49
3.6.5.	Exportar los planos de AutoCAD a QGIS.....	50
3.6.6.	Creación de capas del proyecto	54
3.6.7.	Simbología y etiquetado de capas.....	55
3.6.8.	Crear tablas de atributos.....	56
3.6.9.	Hipervínculos	66
3.6.10.	Conexión con base de datos	72
3.6.11.	Simulación hidráulica	81
3.7.	Plan de procesamiento y análisis de datos	85
3.8.	Consideraciones éticas.....	86
3.9.	Matriz de consistencia	87
IV.	RESULTADOS.	88
4.1.	Solicitud de información.....	88
4.2.	Levantamiento topográfico.....	88
4.3.	Medición de caudal y presiones de salida.....	90
4.4.	Aplicabilidad del sistema.....	92
4.4.1.	Herramientas de búsqueda y filtrado	92
4.4.2.	Actualización de información.....	93
4.4.3.	Generación de mapas e informes.	94
4.4.4.	Conexión Web.....	95
4.4.5.	Exportación de mapas web.....	98
4.4.6.	Conexión de modelos digitales de terreno.....	99
4.5.	Simulación hidráulica.	100
V.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	105
VI.	CONCLUSIONES.	111
VII.	RECOMENDACIONES.....	113
VIII.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	114
IX.	ANEXOS.	117

Lista de figuras

Figura 1: Distribución de agua por gravedad.....	24
Figura 2:Relación entre tasa y tiempo de fuga.....	29
Figura 3: Caracterización por capas en el GIS.....	31
Figura 4: Componentes del SIG.....	32
Figura 5: Urbanización Latina, José Leonardo Ortiz -Chiclayo	39
Figura 6: Zona de estudio -Urbanización Latina.....	41
Figura 7: Represa Tinajones	42
Figura 8: Sistema de almacenaje y pretratamiento - Lagunas Boro.....	43
Figura 9: Planta de tratamiento de agua Chiclayo.....	43
Figura 10: Sectorización de redes	45
Figura 11: Red de alcantarillado Urbanización Latina.....	46
Figura 12: Interfaz gráfica de QGIS.....	48
Figura 13: Georreferenciación del proyecto	49
Figura 14: Redes de alcantarillado de José Leonardo Ortiz y Chiclayo.....	50
Figura 15: Sistema agua potable de Chiclayo.....	51
Figura 16: Insertar archivo DXF de las redes	52
Figura 17:: Ruta de archivos DXF para importar al QGIS	52
Figura 18: Verificación de datos importados.....	53
Figura 19: Localización exacta de planos.....	53
Figura 20: Capas vectoriales creadas	54
Figura 21: Representación gráfica de la simbología asignada.....	55
Figura 22: Opciones de la tabla de atributos.....	57
Figura 23: Creación de campo para el hipervínculo.....	66
Figura 24: Descripción de la capa para el hipervínculo.	67
Figura 25: Edición de formulario de atributos	68
Figura 26: Herramientas usadas para añadir el hipervínculo.....	69
Figura 27: Atributos del objeto espacial.....	69
Figura 28: Añadir la imagen como hipervínculo dentro del objeto espacial	70
Figura 29: Creaciones creadas para visualizar el hipervínculo	70
Figura 30: Añadir una nueva acción.....	71
Figura 31: Herramienta de acciones - Abrir acción creada	72
Figura 32: Interfaz del pgAdmin 4	72
Figura 33: Creación de base de datos en pgAdmin 4	73

Figura 34: Añadir extensión de PostGIS	73
Figura 35: Conexión de base de datos con QGIS.....	74
Figura 36: Usuario de base de datos.....	74
Figura 37: Importación de capas a la base de datos	75
Figura 38: Características de capa a importar.....	75
Figura 39: Visualización en pgAdmin 4 de las capas importadas.....	76
Figura 40: Creación de nuevo usuario en base de datos.....	77
Figura 41: Configuración del Firewall de Windows Defender.....	77
Figura 42: Conexión y Automatización.....	78
Figura 43: Configuración del IP de las computadoras que se desean conectar	79
Figura 44: Conexión remota con otra computadora.....	80
Figura 45: Base de datos conectada a otra computadora.....	80
Figura 46: Redes de agua -WaterCAD.....	81
Figura 47: Polígonos de Thiessen en cada sector.....	83
Figura 48: Toma de coordenadas con GPS.....	88
Figura 49:: Medición de diámetro de buzones.....	89
Figura 50: Medición de presión en vivienda del Sector 1	90
Figura 51: Medición de caudal en vivienda Sector I.....	90
Figura 52: Presión y caudal en vivienda del Sector	91
Figura 53: Herramienta de filtrado.....	92
Figura 54: Constructor de consultas	92
Figura 55: Tuberías de desagüe de 8 pulgadas con un estado de conservación malo.....	93
Figura 56: Herramientas de edición de un polígono	93
Figura 57: Herramientas de edición de una línea.....	94
Figura 58: Plantilla de impresión	94
Figura 59: Plantilla de informe	95
Figura 60: Instalación de complemento QuickMapServices	96
Figura 61: Visualización de redes con Google Maps.....	96
Figura 62: Visualización de redes con Google Satélite.....	97
Figura 63: Vista Panorámica de la red de acuerdo a la calle	97
Figura 64: Visualización de redes exportado en Web Maps	98
Figura 65: Perfil longitudinal de la calle Cruz de Chalpón-QGIS	99

Lista de tablas

Tabla 1: Variables	39
Tabla 2: Unidades de almacenamiento-2018.....	44
Tabla 3: Atributos a usar en la capa de calles	58
Tabla 4: Atributos a usar en la capa de edificaciones	58
Tabla 5:: Atributos a usar en la capa parques	58
Tabla 6: Atributos a usar en la capa de tuberías de agua.....	59
Tabla 7: Atributos a usar en la capa de accesorios.....	60
Tabla 8: Atributos a usar en la capa de GCI.....	60
Tabla 9: Atributos a usar en la capa de las válvulas.....	61
Tabla 10: Atributos a usar en la capa del reservorio	62
Tabla 11: Atributos a usar en la capa de la PTAP.....	63
Tabla 12: Atributos a usar en la capa de la Bomba.....	63
Tabla 13: Atributos a usar en la capa de tuberías de desagüe.....	64
Tabla 14: Atributos a usar en la capa de buzones	65
Tabla 15: Atributos a usar en la capa de caja.....	65
Tabla 16: Demanda de agua por sectores	82
Tabla 17: Distribución de demandas en el Sector I.....	83
Tabla 18: Distribución de demandas en el Sector II	84
Tabla 19: Presiones promedio en tuberías según EPSEL.....	85
Tabla 20: Reservorio idealizados en el modelo	85
Tabla 21: Matriz de consistencia.....	87
Tabla 22: Calculo de caudal en vivienda sector 1	91
Tabla 23: Calculo de caudal en vivienda sector 2.....	91
Tabla 24: Resultado de presiones de simulación hidráulica	100
Tabla 25: Resultado de velocidades de simulación hidráulica	101

Lista de anexos

Anexo 1: Carta de presentación dirigida a EPSEL	117
Anexo 2: Solicitud de autorización de acceso a información.	118
Anexo 3: Estado situacional de tuberías de agua potable -Urbanización Latina	119
Anexo 4: Estado situacional de tuberías de agua potable -Urbanización Latina	120
Anexo 5: Estado situacional de tuberías de alcantarillado -Urbanización Latina.....	121
Anexo 6: Estado situacional de tuberías de alcantarillado -Urbanización Latina.....	122
Anexo 7: Plano de agua potable de la Urbanización Latina	123
Anexo 8:Plano de Alcantarillado de la Urbanización Latina.....	124

RESUMEN

El presente proyecto de investigación intenta implementar el sistema de información geográfica dentro de la gestión de las redes de alcantarillado y las redes de agua potable, teniendo como población la urbanización Latina perteneciente al distrito José Leonardo Ortiz de la provincia de Chiclayo. Esta investigación nace como alternativa de solución al problema que se ve reflejada en todas las empresas prestadoras de servicios; puesto que, cuentan con una mala administración de información, estas provocan en la entidad una incorrecta gestión de las redes. Por ello, surge la necesidad de implementar el SIG en la entidad para mejorar la administración de las redes tanto de agua potable como alcantarillado, dentro de los resultados obtenidos se pudo comprobar que el este si trae muchos beneficios dentro de las redes.

Se concluyó que el SIG permite centralizar, administrar y controlar toda la información en una sola plataforma, permite realizar actualizaciones, modificaciones y crear nueva información sin tener ningún problema en cuanto al almacenamiento, cada uno de los elementos integrados cuentan con toda sus características y su ubicación real dentro de la proyección de la tierra en coordenadas UTM. Asimismo, se logró conectar la información de las redes con el WaterCAD en el que se realizó una simulación hidráulica que permitió conocer el comportamiento aproximado del flujo dentro de la red de agua potable.

Palabras clave: SIG, redes, agua potable, alcantarillado, gestión de redes.

ABSTRACT

This research project attempts to implement the geographic information system within the management of sewerage networks and drinking water networks, having as population the urbanization Latina belonging to the José Leonardo Ortiz district of the province of Chiclayo. This research was born as an alternative solution to the problem that is reflected in all service providers; since they have mismanagement of information, they cause the entity to mismanage the networks. For this reason, the need arises to implement the GIS in the entity to improve the administration of both the drinking water and sewerage networks, within the results obtained it was possible to verify that the east does bring many benefits within the networks.

It was concluded that the GIS allows to centralize, manage and control all the information in a single platform, it allows to carry out updates, modifications and create new information without having any problem in terms of storage, each of the integrated elements have all their characteristics and their actual location within the projection of the earth in UTM coordinates. Likewise, it was possible to connect the information of the networks with the WaterCAD in which a hydraulic simulation was carried out that allowed to know the approximate behavior of the flow within the drinking water network.

Keywords: GIS, networks, drinking water, sewerage, network management

I. INTRODUCCIÓN.

El agua se considerada como uno de los elementos más importante para la vida y su poca disponibilidad la hace estar sujeta a la parte económica de un determinado lugar; es por ello que, existen grandes problemas socioeconómicos que son de gran importancia para las autoridades locales, ya que su captación, adecuación, control y consumo generan un alto gasto económico. Este recurso se encuentra sometido a una constante presión por parte del hombre y también a causa del cambio climático y el deterioro ambiental, los cuales producen una escasez y un encarecimiento de su producción.

Perú cuenta con una esorrentía de aproximadamente 2 043 548.6 MMC al año dentro de sus 106 cuencas hidrográficas, y entre sus ríos y lagunas llega a tener una disponibilidad media de 2 458 millones de metro cúbicos los cuales se encuentran concentrados dentro de la vertiente amazónica. Sin embargo, la disponibilidad de este recurso es limitada producto de la escasez de precipitaciones que existen en determinados meses del año. Además, se tiene conocimiento que muchas de las fuentes de agua se encuentran contaminadas con grandes cantidades de desechos o residuos sólidos provenientes de la agricultura, la actividad urbana y la minería. [1]

El problema del agua en el mundo generó una gran preocupación, por lo que se consideró como necesario que una entidad se encargará de administrar el recurso, con ello nacieron las EPS (empresas de servicio de saneamiento). Estas entidades son las encargadas de distribuir y suministrar el recurso a la población, para así mitigar el problema actual de agua y conservar el recurso. Sin embargo, con el paso de los años las EPS han tenido una inadecuada forma de estructuración y administración de su base de datos, presentando con ello una falta de calidad en la información producto de los métodos rudimentarios que usualmente se usan. El principal producto con el que cuentan son los insumos cartográficos y una base de datos sin tomar la componente geográfica que no permite la validación de esta información alfanumérica.

El distrito de Chiclayo se encuentra bajo la gestión de la empresa EPSEL, empresa prestadora de servicios de agua potable y alcantarillado a cargo de toda la región de Lambayeque, se encuentra dividida en 4 ámbitos operativos en la región para poder brindar un mejor servicio. Sin embargo, así como casi la mayor parte de empresas de este rubro en el país presenta deficiencias, en ella se identifica que la información básica para tomar decisiones en relación a las redes de agua potable y alcantarillado no pasa por procesos rigurosos de calidad; las bases de datos de estas oficinas no están centrados en una base consolidada, ordenada y confiable, ya que estas se encuentran dispersas en distintas áreas, datos y personas que no se encuentran vinculadas al sector público.

Por otro lado, no se cuenta con un control riguroso de las ocurrencias de lo que sucede en las redes, pues no se tiene control de pérdidas y calidad del agua en la ciudad. Por ello, esta situación hace que se generen altos costos en las coordinaciones y transacciones de la obtención de datos o para que la información recibida sea de calidad y confiable; lo cual dificulta el proceso de gestión y genera un retraso para la entidad y también para la población que necesita el servicio.

Teniendo en cuenta el problema mencionado se tiene la necesidad de implementar un sistema diferente para mejorar la gestión que realiza la empresa; por ello, surge la siguiente interrogante: ¿será el SIG un sistema factible y viable para que la entidad tenga una mejor gestión y administración de las redes existentes en la urbanización Latina? En respuesta a ello, la investigación definió como objetivo general implementar un sistema de información geográfica para mejorar la gestión técnica de las redes de agua potable y alcantarillado de la urbanización Latina del distrito José Leonardo Ortiz, Chiclayo. Asimismo, se establecieron los objetivos específicos: introducir una tecnología para el tratamiento de información y otras técnicas innovadoras para el diagnóstico y monitoreo de redes de agua potable y alcantarillado de la Urb. Latina del distrito José Leonardo Ortiz, diseñar y organizar una base de datos espacial, que permitirá la gestión y organización de la información de manera permanente en la base de datos; tener un mejor control y gestión de las redes distribución del agua potable y alcantarillado de la urbanización; realizar una simulación del comportamiento hidráulico de las redes mediante el software especializado, elaboración de una guía rápida sobre el manejo del programa QGIS.

La falta de base de datos adecuada propone el uso del sistema de información geográfica (SIG) y la actualización de la información para contribuir con un ahorro económico y de esfuerzo humano. Este sistema, da muchos beneficios ya que las entidades invierten menos tiempo en sus procesos y así se reduce el costo de nuevos proyectos. El SIG gestiona información de un determinado proyecto y lo hace de forma centralizada; con ello, los usuarios pueden editar datos de forma inmediata lo cual es canalizada por medio del SIG. De este modo, se tendría garantía de tener una base de datos mucho más confiable, centralizada y actualizada y con ellos se podría tener un mejor control de las redes, con el gran beneficio de que este control se puede llevar desde las oficinas sin necesidad de perder tiempo en salidas innecesarias a campo.

II. MARCO TEÓRICO.

2.1 Antecedentes del problema

Antecedentes Internacionales.

Alexandra Muñoz, Claudia Roncancio y Sergio Mendoza, “Implementación de un sistema de información geográfica para las plantas de tratamiento de agua potable y residual de la Armada Nacional de Colombia”, Bogotá (2018) [2].

La tesis toma como lugar de estudio la Armada Nacional de Colombia, ya que esta carece de un correcto manejo de información de sus 56 plantas de tratamiento que tiene bajo su administración, las cuales son de agua potable y agua residual. Es por ello que, busca mejorar su sistema de información con la implementación del Sistema de Información Geográfica la cual influya en su toma de decisiones.

Dentro de su metodología para cumplir sus objetivos usa el software ARGIS en la cual se pretende modelar la base de datos. Como resultado final, el autor logra tener resultados satisfactorios puesto que el SIG le permitió modelar su base de datos, incluyendo información importante como la calidad del agua, la ubicación y todas las características de las plantas de tratamiento; asimismo, este permite realizar consultas y una visualización espacial del funcionamiento de cada estructura; por último, el SIG permite realizar un plan de mantenimiento de las plantas de tratamiento, priorizando las necesidades más importantes después de realizar el diagnóstico de la información almacenada.

Miguel Ángel Hernández García, “Aplicación de SIG en la caracterización de las aguas de dos acuíferos de las Comarcas de la Marina Alta – Safor”, Universidad Politécnica de Valencia 2017 [3].

La tesis tiene como finalidad lograr caracterizar y analizar tanto de manera geográfica y ambiental el agua con la ayuda del sistema de información geográfica, para tener el control de los acuíferos que tienen un problema causado intrusión marina y una contaminación provocada por nitratos de los fertilizantes usados en la agricultura, los cuales contaminan las aguas subterráneas de los acuíferos del Litoral Valenciano.

La metodología desarrollada es mediante el uso del software ArcGIS, la cual agrupa diferentes herramientas y aplicaciones que al funcionar de manera simultánea alimentan y administran el sistema de información geográfica. Para ello, se utiliza datos ráster, métodos: IDW (ponderación de distancia de inversa), Vecino natural, Tendencia y Spline entre otros. Asimismo, utiliza el método Kriging el cual es un método de interpolación de estadísticas geográficas. Con la metodología aplicada se concluye que el SIG es muy útil ya que le ha permitido analizar la calidad de agua subterránea mediante técnicas de interpolación, determinar

las causas de la intrusión marina y las consecuencias para la población; además, esta herramienta permite abarcar grandes cantidades de superficie y tener la información de manera gratuita.

Oswaldo Israel Segovia López, “Levantamiento y digitalización de la red principal secundaria de agua potable y sus componentes comprendido en los barrios El Recreo, Las Palmas y Cooperativa plaza Aray de la ciudad de Puyo, Cantón y provincia de Pastaza aplicando un software especializado”, Universidad técnica de Ambato – Ecuador, 2016 [4].

La tesis busca darle solución a la falta de información actualizada y el manejo de papel en el catastro que contiene toda la información sobre los componentes comprendidos en diferentes barrios de Puyo que se encuentran bajo la empresa de servicios EMAPAST-EP.

La metodología usada es mediante las siguientes aplicaciones: ArcGIS, ARCCATALOG, ARCMAP, MDT (Modelo digital del terreno), TIN (Triangular Irregular Network) y ortofotografía. Asimismo, usa la cartografía de la zona de la investigación; realiza la topografía necesaria para el levantamiento; un GPS para referenciar los componentes de las redes; el catastro de la ciudad que contenga toda la información de las redes; el sistema de información geográfica.

Como resultado se obtiene toda la red digitalizada, incluyendo información básica como diámetro, material, accesorios, hidrantes, incluso información de la planta de tratamiento existente; asimismo, gracias al SIG ha sido posible la visualización gráfica de cada uno de los elementos y también se han podido crear mapas.

Hugo López, “Sistema de información geográfica aplicado al Catastro de Agua Potable del Cantón Paute”, realizada en la Universidad de San Francisco de Quito – Ecuador. (2012) [5]

La tesis tiene como objetivos la implementación de un sistema de información geográfica dentro de la red de agua del Cantón Paute; asimismo, se quiere analizar la información catastral del agua establecer el proceso estandarizado de la información y establecer entidades gráficas con las que sea fácil la identificación de los elementos de las redes de agua potable. La metodología usada se hace mediante el uso del GPS para referenciar los planos, el cual si se puede vincular con la aplicación SIG; asimismo, hace uso una base de datos que le permite almacenar toda la información alfanumérica, esta plataforma trabaja base el lenguaje NET y mediante el módulo MAP OBJECT.

Como conclusión se obtiene que después de realizar el proceso común de recolección de datos, subir esta base a al programa y realizar las gestiones necesarias, esta base de dato que se ha creado puede recibir actualización de manera permanente y eliminar todas redundancias

posibles; asimismo se puede centralizar la información de todas bases de datos de las diferentes áreas y manejar un sistema de almacenamiento de información eficaz ya que permite gestionar y recuperar información la veces que se pertinente; además, estas bases de datos utilizadas son plataformas con un gran espacio y permiten administrar grandes cantidades de información que son usadas por distintos usuarios de manera simultánea dentro de la entidad.

Rasooli Ahmadullah & Kang Dongshik, “Simulation of Hydraulic Parameters in Water Distribution Network Using EPANET and GIS” artículo de la revista INTERNATIONAL JOURNAL OF ADVANCED COMPUTER SCIENCE AND APPLICATIONS” desarrollada en Kabul, 2016 [6].

La investigación busca lograr un equilibrio dentro de la red de agua tomando en cuenta bucles de métodos equilibrados. La metodología usada para lograr con los objetivos propuestos es mediante el uso del sistema de información geográfica acompañado de la integración del EPANET. La red analizada es una red cerrada ya que forma un circuito cerrado por lo cual se ha optado por considerar los principios de las ecuaciones de continuidad y conservación de masa y para el diseño el método de Hardy Cross.

Los resultados obtenidos son eficaces ya que el modelo hidráulico creado en EPANET es preciso, con la corrección de flujos se logró encontrar de manera concisa los parámetros que se solicitaban como, presiones, descargas y dirección del fluido; además, finalmente se logró alcanzar el equilibrio de los bucles.

Ayman Ayad, Haytham Awad & Alaa Yassin, “Geographic Information Systems in Water Distribution Networks”, investigación publicada en la conferencia INTERNATIONAL PERSPECTIVE ON WATER RESOURCES & THE ENVIRONMENT, Arabia Saudita, 2011 [7].

La investigación fue realizada con la información existente de la ciudad de Faisal dentro de una conferencia realizada en Arabia Saudita. La metodología usada en este documento del tipo descriptivo es usando el ArcGIS, dentro de esta interfaz se pueden crear una diversa cantidad de resultados, tales como, mapas temáticos que tienen incluido su leyenda, su escala y cualquier otros textos que sea necesario; asimismo, en función a las redes, si existiera algún problema relacionado con la pérdida de agua o daño de alguna tubería este software permite tener un conocimiento de cómo aislar las tuberías mediante válvulas para no afectar todo el sistema; por otro lado, se puede tener una esquematización personalizada con los atributos requeridos, como su caudal de servicio, diámetros, entre otros.

Como resultado se obtiene que, el sistema de información geográfica usada de manera integrada con plataformas de modelamientos hidráulicos permite comprender el

funcionamiento de las redes, identificar los problemas y plantear soluciones, con ello también organizar mantenimientos de la red para lograr que esta tenga un funcionamiento óptimo y así tener control de futuros problemas que se puedan presentar dentro de la distribución del agua.

Rasooli Ahmadullah & Kang Dongshik , en el artículo titulado “*Assessment of Potential Dam Sites in the Kabul River Basin Using GIS*” publicado en la revista (IJACSA) INTERNATIONAL JOURNAL OF ADVANCED COMPUTER SCIENCE AND APPLICATIONS, Volumen 2, Número 6, páginas 83-89 (2015) [8].

La investigación desarrollada en la Cuenca del río Kabul presenta como objetivo la centralización de la información en una base de datos geográfica donde se incluya toda la información relacionada con la cuenca hidrográfica y todos los recursos hídricos, dicha base de datos debe permitir el almacenamiento, recuperación y organización de la información.

La metodología utilizada es mediante la plataforma GIS usada pertenece a la interfaz de ArcGIS. Con la implementación del Sistema de información geográfica se han logrado obtener las propiedades o características de las cuencas utilizando procesos automatizados que trabajan con la ayuda de los modelos de elevación digital (DEM). Asimismo, se pueden obtener mapas temáticos como el mapa temático con la densidad poblacional, hidrometeorología de la cuenca y mapas de precipitación y temperatura. Todos los resultados obtenidos son de gran importancia ya que pueden ser utilizados dentro de los proyectos futuros que se tienen planeados para la cuenca, como son proyectos de riego, generación de energía y usos industriales.

Yoany Sánchez y Magaly Amorós, en su artículo titulada “*Gestión del agua urbana mediante Análisis Espacial en los SIG*” publicado en la revista INGENIERÍA HIDRÁULICA Y AMBIENTAL desarrollada en La Habana- Cuba, 2012 [9].

En la presente investigación se propone la implementación del SIG dentro de la empresa de un acueducto, la cual ha sido ejemplificada por medio de casos prácticos con casos reales para ser utilizados para tomar decisiones y planteamientos dentro de la empresa. Los alcances que se obtienen del SIG es que este permite determinar el área de influencia de un determinado punto que podría causar problemas como es en el caso del acueducto; por ejemplo, un nudo de influencia vendría hacer en el lugar donde se recibe el tratamiento; asimismo, analiza las zonas más críticas para realizar trabajos urgentes de rehabilitación y nos proporciona la densidad de afectaciones; nos brinda la reclasificación de áreas mediante su nivel de importancias, entre otros.

Este artículo describe las aplicaciones del SIG y usa como modelo el acueducto, las conclusiones están desarrolladas en cuanto a la parte aplicativa del GIS en comparación a lo que dice la parte teórica, dentro de ellas tenemos: mediante el GIS y análisis espacial vinculada

a las redes de agua se puede crear, preguntar y analizar píxeles sobre la base de datos tipo ráster; el álgebra de mapas es importante para la interpretación de datos y de fenómenos referenciados y por último, se puede realizar consultas a través de las ventanas del análisis espacial.

Hugo Bartolín en su tesis de investigación “*Confección de modelos de redes de distribución de agua desde un SIG y desarrollo de herramientas de apoyo a la toma de decisiones*” realizada en la universidad Politécnica de Valencia, 2013 [10].

La tesis busca solucionar un problema causado por la falta de gestión en la red de agua potable. Es por ello que, tiene por objetivo insertar tecnologías innovadoras que le permitan administrar y gestionar la información mediante la creación de modelos, asimismo, dichas tecnologías facilitan la toma de decisiones y se podría realizar un mejor diagnóstico de las redes.

La metodología usada es en base al EPANET, un programa que sirve para simular un funcionamiento hidráulico y observar la calidad del fluido, en este caso el agua; asimismo, permite crear modelos, realizar análisis de manera automática y mediante sus herramientas de cálculo permite realizar un balance hídrico. Asimismo, resalta el uso de modelos matemáticos como la teoría de los grafos en los SIG y la integración de información mediante el programa GISRed.

Como resultado de la investigación nos presenta gracias a los algoritmos utilizados que el GISRed es un software con la capacidad de reconocer de manera rápida los sectores hidrométricos básicos; además, mediante balances hídricos se logró dividir por sectores la red para controlar el volumen y con ello mejora la eficiencia; finalmente con el objetivo de controlar las fugas, se hizo un seguimiento de los caudales más bajos durante la noche, para tener un control activo que posteriormente permite evitar, detectar y prevenir las fugas reales.

Esteban Bejarano & Esteban Gonzales, en su investigación “*Geographic information systems and hydraulic modeling of potable water supply networks: case studies in the province of Guanacaste, Costa Rica*” publicada en la revista GEOGRÁFICA DE AMÉRICA CENTRAL, volumen 2, número 63, pág. 293-318, 2019 [11].

La investigación realizada en el Cantón de Santa Cruz busca darle solución al problema generado por la falta de organización de la información de una estructura, en este caso de las redes de agua potable de Santa Cruz, la cual arrastra problemas de años atrás y que genera más problemas futuros. Por ello, el objetivo es implementar una metodología que incluya una las nuevas tecnologías que le permitan optimizar el sistema de alcantarillado de la ciudad.

La metodología propuesta es usar el sistema de información geográfica la cual trabaja a través del software Esri ArcGIS 10 y para el modelamiento hidráulico hace uso del WaterCADGEMS. El proceso realizado está dividido en 6 etapas: la construcción topológica;

información de la infraestructura, simplificación y esquematización, asignación de elevaciones, asignación de demandas y la calibración. Como conclusión se ha determinado que organizar la información permite tener un inventario completo de todos elementos de la estructura y en cuanto al modelamiento hidráulico este permite utilizar la información para la operación, el mantenimiento, planeación territorial y una gestión municipal.

Ramesh Gowda & Santhosh LG en su investigación titulada “*Simulation of Hydraulic Parameters in Water Distribution Network Using EPANET and GIS*”, publicada en la conferencia INTERNATIONAL CONFERENCE ON ECOLOGICAL, ENVIRONMENTAL AND BIOLOGICAL SCIENCES, estado de Karnataka, India, 2012 [12].

Dentro la investigación se ha propuesto utilizar el GIS para calcular la cantidad de tierra a excavar tanto de corte como relleno en base al modelo de elevación digital proporcionada por el ArcGIS. Por otro lado, se ha realizado una simulación con el software EPANET 2.0 para poder comprender los diferentes comportamientos hidráulicos que tiene la red, dentro de la simulación realizada se realiza el modelado de la red, el análisis de su comportamiento y de su desempeño tomando en cuenta muchos parámetros físicos e hidráulicos.

Como resultados se obtuvo que la información brindada puede permitir a las entidades grandes ahorros económicos por el ahorro de tiempo con los procesos más rápidos, y con la facilidad de incorporar cambios dentro de las redes de manera digital.

Antecedentes Nacionales

Valdiviezo, Aymé, en su investigación titulada “*Manejo del Software QGIS para gestionar datos de redes de distribución de agua en la Urb. Miraflores*” realizada en la universidad de Piura, 2019 [13].

La tesis presenta el problema causado por la falta de centralización de la información, lo cual produce un incremento de altos gastos económicos y la utilización de mayor cantidad de personal y tiempo para obtener una información de calidad. Por ello, en este trabajo se plantea los siguientes objetivos implementar el uso de un software como es en este caso el QGIS para lograr tener un catastro de la red de agua que incluye toda su distribución, para tener un mejor alcance y administración de la información en la urb. Miraflores, dentro de sus objetivos específicos menciona usar otras alternativas informativas tales como PostgreSQL y PostGIS, entre otros.

Para cumplir con los objetivos y verificar su hipótesis planteada, realiza el siguiente proceso: una recopilación intensiva de la información existente, en este caso la información en formato DWG del AutoCAD de las redes, el cual debe incluir todas las tuberías con sus respectivos

diámetros, sus accesorios y sus elementos de captación; por consiguiente, tener un conocimiento del correcto funcionamiento de los programas a usar para poder exportar del AutoCAD la información y subir a la base de QGIS; eliminar de valores atípicos y crear los tipos de geometrías espaciales y por último, crear la conexión en la base espacial y adicionar los atributos mediante los programas de información.

José Luis Caballero, en su investigación titulada “Sistema de información geográfica para mejorar la gestión técnica de agua potable y en la empresa municipal de agua potable y alcantarillado EMAPA – Huancavelica” desarrollada en la universidad Nacional del Centro del Perú – Huancayo, 2017 [14].

En la tesis nos muestra un problema basado en la falta de centralización de bases consolidadas, ordenadas y confiables de la información, existe una inmensa concentración que se procesa en mano, lo cual produce altos costes de coordinación y transacción para su obtención. Por ello, se puso como objetivo mejorar la gestión de la red de agua potable que se encuentra bajo el cargo de la municipalidad de Huancavelica, a raíz de ello se propuso la implementación del uso del SIG el cual permite el uso normal de cartografía digital que permita tomar decisiones en base a información confiable y sustentable; con ello, se intenta solucionar una gran problemática surgida en nuestro país.

Para cumplir con el fin de la investigación se utilizó la siguiente metodología siguiendo las siguientes fases: Fase 1: definir las exigencias; Fase 2: Ingreso o inserción de la información espacial; Fase 3, acopio de la información espacial; Fase 4: Administración de la información espacial; Fase 5: Presentar de manera cartográfica y gráfica los datos espaciales. El sistema de información geográfica empleada es también el QGIS y como base de datos se ha hecho uso del PostgreSQL 9.2 con su extensión de PostGIS 1.5.

2.2 Bases Teórico Científicas

2.2.1. Agua Potable

El agua es un elemento vital, un recurso natural, importante para el ser humano y tiene gran presencia en el desarrollo sostenible ya que forma parte de todas actividades productivas que éste realiza. Este recurso es parte del equilibrio del sistema natural del medio ambiente, se desarrolla mediante la dinámica de un ciclo permanente. El agua potable o también llamada tratada hace referencia a “toda agua sometida a procesos físicos, químicos y/o biológicos para convertirla en un producto inocuo para el consumo humano” [15]. En otras palabras, este tipo de agua pasa por diferentes tratamientos con el único objetivo de mejorar su calidad y volverla apta para el ser humano, esto se produce mediante la eliminación de cualquier sustancia o contaminante que puede causar o provocar un peligro para la salud de los seres humanos que la

consumen. La actual crisis causada por el incremento de la demanda de agua nos motiva a no desperdiciar este recurso y aprovecharlo hasta la última gota.

2.2.1.1. Componentes del sistema hidrológico

El agua pasa por diferentes etapas antes de ser distribuida a las personas, en estos procesos se debe asegurar la cantidad y calidad adecuada para satisfacer las necesidades de los habitantes de su localidad; asimismo, evitar riesgos o pérdidas en el proceso de distribución a la población o usuarios para la que es destinada.

Captación

La captación del agua es el primer paso de todo el sistema hidrológico, está conformado por un conjunto de estructuras que permiten recolectar el agua de una determinada fuente. La elección de dichas fuentes depende de diversos factores, ya que el agua existente no debe tener una cantidad de contaminantes por encima de los límites máximos permisibles; asimismo, esta fuente debe tener la capacidad de abastecer con agua suficiente a toda la población.

Existen diferentes tipos de fuentes de agua, existen las convencionales y también las no convencionales, dentro de las convencionales encontramos a las fuentes subterráneas y las fuentes superficiales; por otro lado, llamamos fuentes no convencionales a aquellas aguas que son obtenidas después de recibir un tratamiento previo antes de su consumo, como las aguas residuales y las aguas de mar [16].

Conducción

Según el Reglamento Nacional de edificaciones (2016), “se denomina obras de conducción a las estructuras y elementos que sirven para transportar el agua desde la captación hasta al reservorio o planta de tratamiento” [17] Los elementos de conducción conducen el agua desde la fuente hasta la siguiente etapa del sistema para su posterior tratamiento, si es que es necesario, o para ser almacenado.

Según la OS-010 (Captación y conducción del agua) existen dos tipos, las conducciones por gravedad y por bombeo. Las conducciones por gravedad son aquellas que tienen la capacidad de transportar el agua gracias a la ayuda de la topografía del terreno, para ello pueden utilizar elementos como tuberías o canales. Por otro lado, está la conducción por bombeo que necesita la ayuda de una bomba para poder producir la presión necesaria para impulsar el agua a su destino.

Tratamiento

En tratamiento es una etapa del sistema en la que el agua pasa por distintos procesos con el fin de eliminar cualquier tipo de partícula extraña que ponga en riesgo la salud de una persona.

El agua potabilizada tiene que cumplir con los parámetros indicados en la normativa peruana para que pueda ser distribuida.

Los procesos de tratamiento pueden ser físicos, químicos o mecánicos por los cuales para esa el agua para mejorar su calidad [18]. Para determinar cuál es el tipo de tratamiento es necesario considerar las condiciones iniciales en las que llega el agua de la fuente.

Regulación y almacenamiento

El sistema de almacenamiento tiene como finalidad controlar el volumen del agua de reserva y suministrar el agua necesaria para abastecer a la población de la población con las condiciones requeridas como la presión y cantidad tomando en cuenta las variaciones de la demanda [19].

Línea de alimentación o aducción

La línea de alimentación está conformada por el grupo de tuberías que transportan el agua a partir del tanque, reservorio o planta de tratamiento a la red de distribución. Sus dimensiones dependen de la lejanía del lugar del almacenamiento hasta la ubicación de las redes de distribución; asimismo, dependerá del caudal que desea abastecer de acuerdo a la población.

2.2.1.2. Red de distribución

Las redes de distribución están conformadas por un grupo de tuberías y accesorios de diámetros variables, válvulas, grifos que distribuyen el agua desde los sistemas de tratamiento o almacenamiento hasta los usuarios para su consumo doméstico, industrial o diferentes condiciones extraordinarias. [20] Esta red debe ser correctamente diseñada para poder garantizar un buen servicio y los usuarios puedan recibir un agua de calidad y con la cantidad necesaria evitando las pérdidas en el trayecto.

2.2.1.2.1. Partes de la red de distribución

Tuberías

Las tuberías son un elemento muy importante en las redes de distribución. Una tubería está formada por un conjunto de tubos, el cual es un conducto de forma circular mediante el cual se transportan los fluidos.

Accesorios

Dentro de los accesorios se encuentran: los codos, reducciones, ampliaciones, válvulas, etc. Las válvulas son elementos que permiten tener control sobre las tuberías y sectorizar el flujo en diferentes zonas mediante el aislamiento de ciertos tramos de tuberías. Asimismo, estas pueden detener, iniciar o controlar las características del flujo [20]. Existen diferentes tipos de válvula: de compuerta, de mariposa, de asiento, de altitud, de aire, de control, de retención.

Hidrantes.

Los hidrantes son conexiones especiales que se utilizan para conectar una manguera ya sea para abastecer a una determinada familia en pueblos donde se tiene bajas condiciones, o también sirve realizar una conexión para poder combatir el fuego en caso de un incendio [20].

Tanques de distribución.

Es un tipo de almacenamiento que se encuentra entre la zona de captación y la red de distribución [20]. Este tipo de tanque conserva un volumen de agua necesario para satisfacer las demandas de agua de la población; asimismo, conserva un volumen suficiente para casos poco usuales como incendios o crecimiento de la población.

Tomas domiciliarias

Las tomas domiciliarias están compuestas por un conjunto de accesorios que llevan el agua desde la red domiciliaria hasta el usuario [20]. Si la red de distribución está funcionando de manera eficiente la toma domiciliaria recibirá el agua con la mejor calidad y la cantidad necesaria para el usuario.

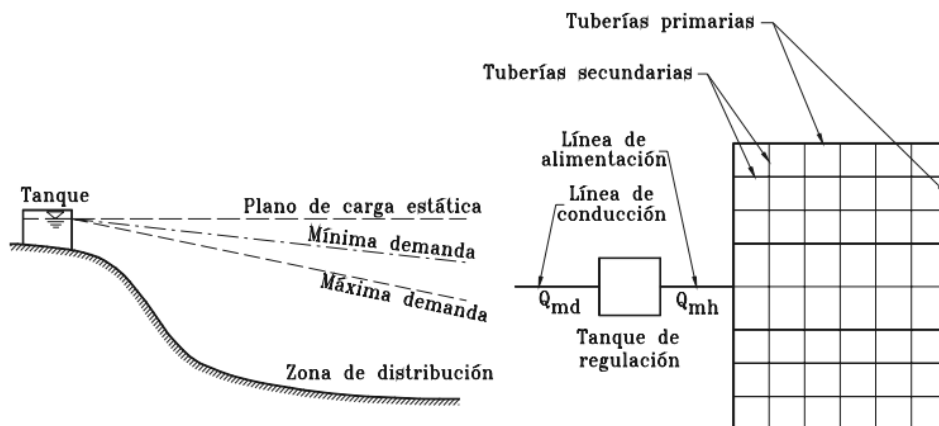
2.2.1.2.2. Tipos de redes

Según su tipo de configuración

- **Redes abiertas.** Este tipo de redes se caracteriza por tener un punto inicial que es en este caso un reservorio y un punto final que puede ser un tampón sin ningún retorno.
- **Redes cerradas.** Este tipo de tuberías forman un circuito cerrado. Es decir, se forma una malla, de la cual el reservorio forma parte.
- **Redes combinadas.** En este tipo de tuberías encontramos ambas redes tanto abiertas como cerradas.

Según su importancia.

Figura 1: Distribución de agua por gravedad



Fuente: Comisión nacional del agua (2007)

- **Red Primaria.** Las redes primarias son las líneas principales para conducir el agua desde las estructuras de almacenamiento hacia las redes secundarias. El diámetro mínimo recomendado en estas tuberías es de 100 mm [20]. Sin embargo, es necesario mencionar que el diámetro de la tubería dependería de la zona en la que se instala la red o del tamaño de la población.
- **Red Secundaria.** Esta red es la encargada de distribuir desde las redes principales hasta la toma domiciliaria [20]. Según el Consejo Nacional del Agua (2007), existen 3 tipos de redes secundarias: red secundaria convencional, red secundaria en dos planos, red secundaria en bloques.
- **Redes terciarias.** Estas redes están formadas por tuberías de diámetros pequeños, hasta de 63 mm.

2.2.1.3. Consideraciones de diseño

Caudal de diseño

Para el diseño de la red es necesario realizar una comparación entre el caudal máximo horario y caudal máximo diario, del cual se elige el mayor de ellos. [21]

Presiones de servicio

Según el RNE (2019), las presiones estáticas no deben superar los 50 m en cualquier punto de la red. Cuando existan condiciones en las que la demanda es máxima la presión dinámica no puede ser menor de 10 m.

Diámetros de la red

Según el RNE (2019), el diámetro mínimo es de 75 mm para uso de viviendas y de 150mm para uso industrial. Solo se puede aceptar una tubería de diámetro de 50 mm si esta tiene una longitud máxima de 100m y son alineadas en un extremo o de 200m si son alineados por los dos extremos.

Velocidades

Según el RNE (2019), la velocidad máxima permitida es de 3 m/s, solo en casos justificados se acepta velocidades de 5 m/s.

2.2.2. Alcantarillado

El agua residual es aquella agua proveniente de las actividades domésticas o industriales realizadas por el hombre [22]. Un agua residual puede estar conformada por sustancias líquidas o sólidas, llamadas también desechos que pueden tener un alto contenido de contaminantes. Las aguas residuales son evacuadas mediante un sistema de alcantarillado para proceder con su posterior tratamiento.

Según la Comisión Nacional del Agua (2009) [22] existen diferentes tipos de alcantarillado, entre ellos está el alcantarillado convencional y el no convencional. El alcantarillado convencional se encuentra clasificado en dos sistemas: el primero es el alcantarillado separado, en el que se tienen dos sistemas uno para el agua de lluvia o también llamado drenaje pluvial y el alcantarillado sanitario que se encarga de transportar únicamente aguas residuales domésticas o industriales; la segunda clasificación está definida por un alcantarillado combinado, mediante el cual se transportan aguas residuales de distintas procedencias.

2.2.2.1. Partes de un sistema de alcantarillado

Tuberías.

Las tuberías están compuestas por un conjunto de tubos unidos de manera hermética, de manera que permitan transportar las aguas residuales hacia los buzones o la disposición final de estas. La elección del tipo de material dependerá de muchos factores como la resistencia mecánica del elemento, la durabilidad, economía, entre otros.

Según CONAGUA (2009) existen diferentes tipos de tubería, entre ellas tenemos las siguientes:

- Acero
- Concreto simple
- Concreto reforzado con revestimiento interior.
- Poliéster con fibra de vidrio.
- PVC.
- Fibrocemento.
- Polietileno de alta densidad.

Tipos de tubería

Colectores y subcolectores. Los colectores son un conjunto de tuberías enterradas que se encargan de recolectar las aguas residuales desde las conexiones domiciliarias y las dirigen hasta un colector principal que es el encargado de transportar el agua hasta la planta de tratamiento.

Interceptor. Tubería que recibe colectores a lo largo de su longitud, no recibiendo conexiones prediales directas

Emisores. Se le considera como emisor al conducto o tubería que conduce las aguas recibidas de los colectores hasta las plantas de tratamiento o hasta su disposición final. Los emisores pueden trabajar mediante el sistema de gravedad o también mediante la adición de presión con la ayuda de bombas, elegir el tipo de emisor a usar dependerá de las condiciones del terreno a trabajar [22].

Conexiones domiciliarias. Son tuberías y accesorios que se encuentran salientes a la vivienda, las cuales tienen como función principal la evacuación del agua residual desde las viviendas hacia la red pública o también llamada colectores [23].

Cámaras de inspección.

Las cámaras de inspección tienen como función permitir la ventilación, limpieza e inspección de las redes para evitar la acumulación de restos o sedimentos en la red y así evitar las obstrucciones [22].

Según el Reglamento nacional de edificaciones (2008), las cámaras de inspección se encuentran ubicadas en las siguientes zonas estratégicas: En el inicio de todo colector, en todos los empalmes de colectores, en los cambios de dirección, en los cambios de pendiente, en los cambios de diámetro, en los cambios de material de las tuberías.

Tipos de cámaras de inspección

Cajas de inspección o buzonerías. Las cajas de inspección se utilizan en las vías peatonales cuando se tenga una profundidad menor a 1 m por encima del tubo [23]. Sus dimensiones dependen de las características de las tuberías.

Buzones. Los buzones se utilizan cuando la profundidad sobre la tubería es mayor a 1 metro. “El diámetro de los buzones es de 1.2 m para tuberías hasta de 800 mm y de 1.50 m para tuberías de 1200 mm” [23]. Los buzones a utilizar pueden ser prefabricados o contruidos en obra.

Estación de bombeo.

Está formado por estructuras civiles diseñadas para transferir grandes volúmenes de agua residual desde un determinado punto a otro [22]. Este tipo de estructuras son construidas para transportar el agua residual cuando la tipología del terreno no permite el transporte de estos por medio de la gravedad, estos añaden una presión al agua que permite conducirlos hasta su destino final.

2.2.3. Gestión integral de recursos hídricos.

Tiene como fin convertir que el control y manejo del agua usada sea eficaz, con ello busca aumentar el bienestar económico y social sin afectar los ecosistemas. Asimismo, para lograrlo implementa procesos que mejoren la gestión de recursos hídricos y transforme los malos sistemas que no ayudan al desarrollo; para ello, deja de lado el enfoque convencional usado en el sistema de agua, el cual no brinda grandes mejoras sino más bien servicios deficientes y usos inadecuados.

Según la Asociación mundial del agua (2011), la gestión integral de los recursos hídricos “está basada en la idea de que los recursos hídricos son un componente integral de los

ecosistemas, un recurso natural y un bien social y económico, ya que tiene un valor económico en todos sus usos”.

La Gestión integral de recursos hídricos requiere lo siguiente.

- Para lograr un correcto desarrollo y una mejor gestión es necesario que se tenga en cuenta la gran cantidad de usos que tiene el agua y las diferentes necesidades de las personas.
- Es importante que dentro de la planificación y gestión se involucren las personas tanto de bajo y altos recursos y que cada uno tenga voz dentro de los procesos.
- Dentro de las políticas y prioridades se deben considerar las ocurrencias de estos en los recursos hídricos; asimismo, tomando en cuenta la conexión entre política y desarrollo.
- Los objetivos se deben tomar en cuenta en todo tipo de decisiones que se encuentren vinculadas al agua y su fuente origen a nivel del proyecto.
- Los objetivos sociales, económicos y ambientales deben estar dentro de las estrategias y la planificación de la gestión del agua.

2.2.4. Sistema de información y manejo de las pérdidas de agua

¿Qué es una pérdida o fuga de agua?

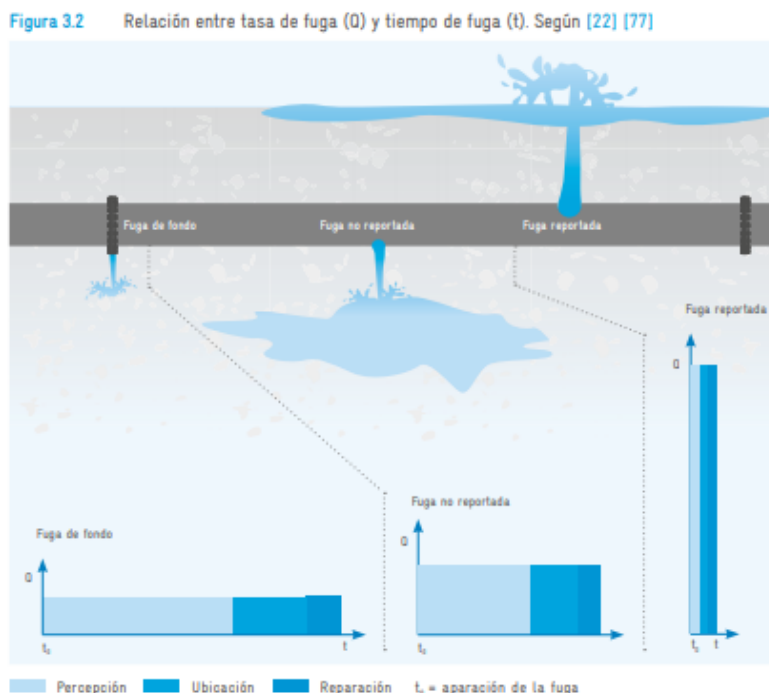
La cantidad de agua perdida se define como la diferencia entre el volumen de agua que ingresa al sistema y el consumo autorizado. La cantidad de agua perdida en una red de agua constituyen problemas medioambientales y económicos; por un lado, perjudica al medio ambiente y por otro lado representa la cantidad de agua consumida no facturada. Esta falta de control de fugas de agua se ve reflejada en tres impactos significativos afectando la sostenibilidad del sistema de suministro de agua; el primer impacto es económico, estas fugas generan altos costos en la reparación y generan daños en las estructuras existentes; el segundo impacto es técnico, el sistema ya no opera continuamente; el impacto social, presenta problemas entre los usuarios producto de la falta de suministro e interrupciones del servicio y por último, el impacto ecológico, el cual obliga a extraer mucha más agua al poner una presión adicional sobre el recurso. En el caso de que se diera una fuga o pérdida del agua residual no solo causaría daño económico sino también provocaría daños a la salud de las personas [24].

Para tener un control de las pérdidas es necesario tener conocimiento del consumo diario y la demanda requerida, esto se logra gracias a la micromedición y la macromedición.

Las fugas pueden clasificarse de acuerdo a su ubicación, entre ellas tenemos: Las fugas por causadas en las troncales de transmisión y distribución; las fugas desde las conexiones de servicio y las fugas causadas en tanques de almacenamiento. Por otro lado, tenemos fugas

clasificadas de acuerdo a su tamaño y tiempo, tenemos: fugas reportadas o visibles, las fugas no reportadas y ocultas y, por último, las fugas de fondo

Figura 2: Relación entre tasa y tiempo de fuga



Fuente: Ministerio federal de cooperación económica y desarrollo -2009

El SIG y su relación con las pérdidas de agua.

El SIG puede contar con una base de datos de fallas en las que se puede incluir información sobre todas las rupturas o daños que hayan sufrido las tuberías, la edad de los materiales, su comportamiento, así como todo lo que ha ocurrido dentro de la red. Asimismo, se puede sectorizar los lugares con fallas y plantear medidas preventivas y correctivas. Por otro lado, el SIG puede almacenar información sobre el cliente y controlar su consumo, también se podría utilizar como esfuerzos de detección de fugas [24]. Básicamente, el SIG para poder controlar las fugas de agua busca estar dentro de los 5 procesos de sistema, los cuales son: control, análisis, eficiencia, planeamiento y operación; con ello, se podría obtener informes sobre las fallas, inspecciones y las posibles reparaciones necesarias del sistema.

2.2.5. Micromedición y macromedición

2.2.5.1. Micromedición

La micromedición es una parte del sistema que permite conocer el volumen consumido por el usuario que cuenta con una toma domiciliaria, la información obtenida es fundamental para tener un correcto registro en el padrón de los usuarios que permite conocer el consumo mensual y anual; asimismo, se determina cuál sería el cobro equitativo de acuerdo al volumen consumido

según el registro [25]. Contar con la información del consumo de los usuarios permite tener una mejor administración, operación y mantenimiento del sistema; además, permite estimar los volúmenes necesarios para poblaciones futuras, pero eso no es todo, el usuario podría tener dicha información y regular su consumo y gastar solo la cantidad que puede pagar con sus medios económicos.

Según CONAGUA [11], existen 3 tipos de macromedidores:

- Medidor de chorro múltiple.
- Medidor de chorro único.
- Medidor tipo hélice.
- Medidor tipo velocidad.
- Medidor volumétrico.

2.2.5.2. Macromedición

La macromedición está conformada por un conjunto de elementos que sirven para medir y registrar volúmenes, presiones de agua obtenidos de fuentes subterráneas o superficiales que son usadas para el abastecimiento de la población [25]. Determinar el volumen de agua de cada fuente permite obtener su eficiencia como producto y su capacidad de abastecimiento; es por ello, que son de mucha importancia ya que ello permite cuantificar la cantidad de agua producida y entregada al usuario. Además, se tiene otros beneficios como la obtención del balance hídrico de la red de agua potable lo cual es un dato importante para poder realizar la modelación hidráulica de un sistema.

Según CONAGUA [11], existen 3 tipos de macromedidores:

- Medidores de velocidad.
- Medidores ultrasónicos.
- Medidores electromagnéticos.

2.2.6. Sistema de información geográfica.

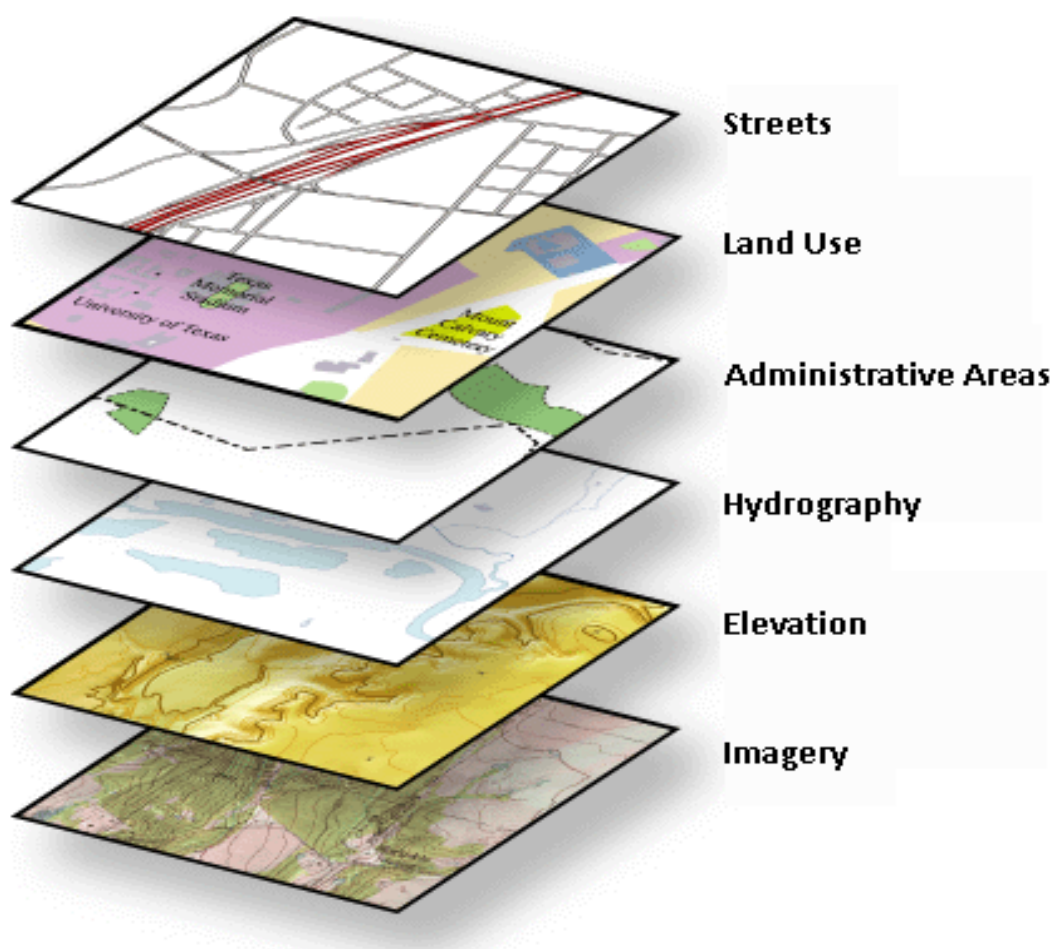
2.2.6.1. ¿Qué es un sistema de información geográfica?

“El sistema de información geográfica es un conjunto de herramientas compuesto por hardware, software, datos y usuarios que permite capturar, almacenar, administrar y analizar información digital, así como realizar gráficos y mapas, y representar datos alfanuméricos” [26]. En otras palabras, esta es una herramienta tecnológica e informática que realiza una reproducción del mundo en un ordenador, ya que utiliza la información física para trabajarla en forma digital mediante el sistema alfanumérico y espacial; lo cual nos permite administrar, almacenar, analizar y gestionar información de un determinado rubro o ya sea una entidad. Por otro lado, esta es una herramienta que es capaz de gestionar su información georreferenciada

con el principal objetivo de solucionar problemas en base territorial y medioambiental [27]. Es decir, este sistema no solo almacena información sino incluye un dato muy importante que es la georreferenciación de un elemento, el lugar donde ocurre o donde se encuentra; asimismo, este no solo muestra la representación gráfica de la información, sino que permite trabajar con los elementos conectados unos a otros, lo cual es beneficioso para tomar decisiones y solucionar problemas.

El SIG no es un software de tipo CAD ni tampoco una cartografía por ordenador, la principal diferencia de este sistema es su capacidad con la cuenta de acopiar la información georreferenciada en grandes cantidades y realizar el análisis de la misma, lo cual lo vuelve importante para desarrollar problemas de gestión y planificación en la toma de decisiones. Asimismo, en el CAD se modelan elementos que aún no se han producido, en cambio el SIG trabaja con la base de datos de un mundo ya existente y no solo eso sino también permite administrarlos y tenerlos atado a distintos atributos que pueden ser sus características que forman parte de dicha información. [28]

Figura 3: Caracterización por capas en el GIS



Fuente: Esri- ArcGIS Resources

2.2.6.2. Componentes del Sistema de información geográfica.

El SIG está compuesto por una serie de subsistemas o elementos básicos.

Figura 4: Componentes del SIG



Fuente: CONSTRUMÁTICA

Datos

Los datos son un elemento indispensable, ya que depende los demás componentes dependen de este para tomar sentido y ejercer su papel, ya que son alimentados por este. Por ello, es de suma importancia tener conocimiento sobre las características de los datos fundamentales que se deben usar en el SIG. Existen diferentes formas de recogida de datos, entre ellas tenemos: en el formato ráster o con la técnica de teledetección. [27]

Los usuarios

Este componente es un elemento clave para garantizar el buen funcionamiento de una investigación realizada con esta herramienta. Por ello, este factor humano es importante ya que es el encargado de desarrollar procedimientos y asignar tareas al software; estos pueden ser de diversas especialidades, con el paso del tiempo se ha ido empleando con éxito el uso de software en diferentes rubros. [27]

El software

“El software constituye el soporte lógico del ordenador” muchas veces es confundido con el mismo SIG; sin embargo, este se encuentra compuesto por varios programas ejecutables. Las funciones que realiza son las siguientes: almacenamiento de datos, visualización de información, importación y exportación de datos. [27]

El hardware

Este componente es la parte física o plataforma del ordenador sobre la que circulan los programas. Otra definición asociada es que el hardware es el equipo necesario para ejecutar el software. [29]

Métodos.

Este componente es considerado como un conjunto de metodologías aplicables a los datos. Está constituido por procedimientos para realizar las diversas actividades o tareas dentro del funcionamiento del SIG. Por ello, son indispensables ya que se utilizan en cada fase del proyecto para poder cumplir las metas y encaminarse al éxito. [29]

2.2.7. Sistema de modelación de redes de agua potable integrados con información geográfica.

Antiguamente, no se promovía el uso de diversos softwares usados por el SIG porque se generaban problemas administrativos como resultado del costo invertido en el mantenimiento y la actualización de cada uno de ellos, para ser utilizados en un determinado proyecto. Sin embargo, en la actualidad el SIG es más accesible, este ya cuenta con diversos softwares y aplicaciones libres y de bajo costo.

2.2.7.1.Pipelinenet.

Este es un sistema basado en el SIG y EPANET, en el cual se puede contener diferentes parámetros, como nodos, tanques, depósitos, tuberías, bombas y válvulas, toda esta información que se utiliza de base se encuentra insertada por capas con diversas categorías, tomando en cuenta que debe de estar en un formato que sea compatible con el SIG, ya sea archivos tipo Shape y archivo de texto*.inp. Una de las funciones principales por las que destaca es la facilidad de modelación de redes de agua potable, por lo que se vuelve beneficiosa para el estudio y diseño de redes. Por otro lado, se tiene conocimiento que el software es libre y no es un sistema costoso, pero para poder obtenerlo se debe contactar con la empresa EPA directamente. [30]

2.2.7.2.Giswater

Este es un sistema muy completo en el cual incluye base de datos, modelos hidráulicos, gestión del agua y computación en nube, lo cual lo vuelve una plataforma muy atractiva para la gestión tecnológica de las redes [30]. Como se entiende este software libre y poco costoso, nos conlleva a tener un mejor manejo, diseño y gestión de este recurso.

2.2.7.3.QGIS (Quantum Geographic Information System)

El QGIS es una herramienta que forma parte del SIG, es un software gratuito y de plataforma libre. Este es un proyecto oficial de la Open Source Geospatial Foundation, cuyo objetivo es

promover el desarrollo colaborativo de un software de código libre. Asimismo, este software permite almacenar, procesar, analizar, gestionar y presentar una base de datos que incluya información alfanumérica, espacial y geográfica. Esta herramienta está conformada por un conjunto de aplicaciones para el procesamiento de la información. Inicialmente fue creada para ser usada como visualizados de todos de GRASS y PostGIS.; posteriormente, se convirtió en un proyecto de la Fundación OSGEO teniendo en ellas una nueva versión cada 4 meses. El QGIS permite leer y procesar formatos de imágenes gráficas, datos vectoriales y ráster o matriciales. [31]

Este ha sido usado en los sistemas de agua potable, el cual se desarrolla mediante un conjunto de actividades que ayudan a corregir fallas en el sistema, equipos y redes de distribución. Se clasifica en dos clases de actividades: correctivas, en el cual se manifestaba el reporte, diagnóstico de la falla y las labores de reparación; predictivo, se realiza un mantenimiento preventivo para el cual se realiza una revisión y se formula un informe de actividad de reparación. [32]

2.2.7.3.1. Base de datos de QGIS.

Este software necesita de diversas aplicaciones para almacenar las diferentes bases de datos necesarias; de acuerdo a Ayme Valdivieso [32], estas son algunas de las bases de datos existentes:

- **PostgreSQL.** Es un software que almacena base de datos y lo representa mediante tablas que cuentan con los atributos de cada ventana del programa, cada una de estas tablas es considerada una capa del programa.
- **PostGIS.** Esta es una extensión que se puede añadir al PostgreSQL, la cual permite que se la información alfanumérica existente dentro de la base de datos se pueda representar de manera gráfica.
- **PgAdmin3** es una herramienta de administración de datos la cual es usada por PostSQL por lo que siempre funcionan en conjunto.

2.2.8. Modelación hidráulica integrada con sistemas de información geográfica.

El SIG no solo es usado para visualizar mapas de infraestructura, sino tiene un gran conjunto de herramientas que sirven para el análisis espacial y su respectivo manejo de datos y si estos son complementados con modelos hidráulicos permiten obtener innumerables beneficios como: reducción de tiempo al obtener resultados, acceso elementos de modelación y la funcionalidad del SIG. Los modelos hidráulicos se usan con regularidad, las entidades encargadas del sistema de redes de agua pueden acceder a métodos que se actualizan constantemente utilizando la última información del SIG. [30]

2.2.8.1.¿Qué es un modelamiento hidráulico?

Dentro del rubro de la ingeniería el modelamiento se usa como simulación de las diversas situaciones a las que puede estar expuesto un determinado prototipo o en otras ocasiones nos permite conocer su comportamiento. Estos tienen múltiples aplicaciones, las cuales están encaminadas en la resolución de problemas. La modelación hidráulica permite lograr representar el flujo de agua mediante el uso de una infraestructura o incluso el suelo para ver su confiabilidad en su uso.

El modelamiento hidráulico permite representar una estructura o un fenómeno tanto de manera física como abstracta con el fin de analizar y describir el comportamiento de un fluido dentro de ella. Existen dos tipos de modelamientos, el primero es modelamiento físico que se representa una ocurrencia física en la estructura, que se puede observar, analizar y controlar para que con ello se pueda plantear una solución o una validación de algún diseño; el segundo es el modelamiento matemático, este representa una ocurrencia o comportamiento del flujo mediante ecuaciones matemáticas.

2.2.8.2.Integración del SIG y el modelo hidráulico.

“La integración del SIG y el modelo hidráulico es el proceso mediante el cual elementos nuevos, actualizados o eliminados son sincronizados entre la base de datos del SIG y el modelo hidráulico” [30]. La gran diferencia entre los modelos hidráulicos y el SIG, es que la información o base de datos del SIG se encuentra mucho más actualizada; asimismo, contiene un conjunto de herramientas gracias a la gran diversidad de aplicaciones que le permiten realizar diferentes servicios como planificación, gestión de recursos, entre otros. Por ello se recomienda que para que un modelo hidráulico sea más eficiente debe estar correctamente integrado con el SIG.

Las aplicaciones de modelación hidráulica con la incorporación del SIG, permite crear diferentes propuestas de solución frente a determinados problemas generados por la falta de mantenimiento en las infraestructuras de agua. Los resultados que son proporcionados por el modelamiento hidráulico pueden ser insertados en el SIG para su posterior análisis e interpretación [30]

2.2.8.3.Aspectos de la aplicación de los SIG para sistemas de distribución.

Básicamente la utilización de ambos modelos en conjunto permite trabajar con la información sin necesidad de exportar e importar esto entre el SIG y el modelo hidráulico.

Según CONAGUA y CONACYT los aspectos del SIG son los siguientes:

- El primer paso en el modelamiento hidráulico es la asignación de la demanda, para ello el SIG incluye herramientas como, por ejemplo: WaterGEMS, MIKE URBAN,

InfoWATER entre otras. Estas aplicaciones permiten asignar la proporción adecuada de la demanda en el tubo o medidor más cercano.

- Los usuarios pueden tener conocimiento de donde proviene el agua que consumen; es decir, cual es la fuente de la que provienen para su correcta distribución. Por ello, el modelamiento hidráulico puede determinar la proporción necesaria de cada una de las fuentes para satisfacer la demanda.
- La calidad del agua puede ser determinada no solo por la cantidad de componente existentes después de un ensayo de laboratorio, sino también tomando en cuenta el tiempo que se encuentra retenido en un sistema. Por ello, estos dos sistemas se deben encontrar correctamente calibrados para poder determinar cada deficiencia en el sistema de distribución.
- Después de realizar un correcto análisis crítico se podrían determinar qué usuarios podrían ser afectados si se da una ruptura de una tubería y por cuanto tiempo duraría esta interrupción. Asimismo, se puede optimizar los límites de presión, rastreo de contaminantes, factibilidad de tomas nuevas, entre otras funciones.

2.2.8.4. WaterCAD

El WaterCAD forma parte de la empresa Bentley, este programa permite al usuario realizar una modelación de sistemas tanto de conducción como de distribución de un determinado líquido, el cual puede ser el agua o cualquier otro fluido, con este se puede observar y analizar el comportamiento hidráulico, calcular presiones, determinar pérdidas, entre otras cosas. Este puede ser aplicado en diferentes sistemas ya sea para las redes de agua potable para el consumo humano, redes usadas para el riego, redes contra incendio, conducción de líquidos, etcétera [33].

Por otro lado, el programa trae consigo múltiples funciones que permiten visualizar los resultados tomando en cuenta diferentes situaciones de manera simultánea, los resultados que nos proporciona son: perfiles, gráficos anotaciones, reportes, e incluso permite calcular de manera automática una propuesta que cuente con las exigencias que se requiera, tomando en cuenta hasta la parte económica la cual es muy importante en la realización de un proyecto. Además, la interfaz que usa permite que sea fácil trabajar de manera integrada con otros entornos como el CAD [34].

El WaterCAD se diferencia de otro tipo de software de modelamientos ya que tiene consigo 5 grupos importantes, como son: tiene una interfaz que permite conexión con plataformas externas, permite el procesamiento de datos, realiza análisis hidráulicos, cuenta con diferentes herramientas de análisis, soporte técnico y asistencia comercial. Todas esas bondades del programa permiten que en el WaterCAD se realicen diseños optimizados; asimismo, este

permite exportar en diferentes importaciones con otras plataformas como las GIS y CAD, logrando con ello la optimización del trabajo.

Esta es bien aceptada dentro del mercado producto de fácil uso y por el hecho de que el software es completo por la cantidad de herramientas que posee las cuales ayudan a los usuarios a desarrollar sus actividades de manera más eficaz y productiva. Por otro lado, lo que hace que este programa sea muy usado es su capacidad de análisis hidráulico y el análisis de calidad del agua.

Los conocimientos básicos más usados en el WaterCAD son los siguientes:

- Modelar la red con una longitud real o a escala sin límite de diseño.
- Hace uso de fórmulas de Hazen Williams, Darcy - Weisbach o Chezy -Manning para el cálculo de pérdidas.
- Permite el cálculo de todas las perdidas dentro de la estructura, tanto de accesorios, fricción, bombas, acoplamientos, entre otros.
- Contiene un gran catálogo de accesorios y materiales para usar.
- Permite la simulación de situaciones atípicas como puede ser un incendio.
- Realiza el análisis de costos de energía,
- Permite tener un sistema de regulación programable, controles de tiempo.

2.2.8.5. SEVERCAD

El software SEVERCAD al igual que WATERCAD forman parte de la empresa Softwares Bentley Systems, Incorporated. Este es un sistema que permite el desarrollo, análisis, diseño del drenaje urbano tomando en cuenta los sistemas sanitarios. “Este programa se basa en el algoritmo de cálculo de Flujo Gradualmente Variado”; asimismo, usa métodos estándar que consideran el tipo de flujo subcrítico, crítico o supercrítico. Otro método que usa es el llamado Ruteo convexo en el cual, se evalúa los caudales en cada tramo para cada salto de tiempo o salto de cálculo hidráulico [35].

El SEVERCAD es una plataforma que puede interactuar con otras plataformas como el AutoCAD, MicroStation y Stand –Alone. Puede ser capaz de analizar a los diferentes sistemas como: gravedad, presión o sistemas con la combinación de ambos. Por otro lado, es capaz de ofrecer un diseño automatizado de la red que se va a estudiar basándose en criterios como rangos de velocidad, cobertura de colectores, capacidad de tuberías y pendientes del sistema [35]. Esta aplicación es muy útil para todo tipo de entidades para el diseño del sistema de alcantarillado sanitario y es muy fácil de usar.

III. MATERIALES Y MÉTODOS.

3.1. Tipo y nivel de investigación

Tipo de investigación

El proyecto realizado tiene un tipo de investigación aplicativo ya en de acuerdo a las metodologías aplicadas tiene como fin darle una mejora a una situación específica, como en este caso es la implementación del sistema de información geográfica dentro de las redes de agua potable y alcantarillado de la Urbanización Latina del distrito de José Leonardo Ortiz para mejorar la gestión de su información y mejorar su base de datos actual.

Nivel de investigación

En cuanto al nivel se desarrolla un nivel de investigación correlacional, teniendo en cuenta que dentro del proyecto se busca encontrar el grado de la relación que exista entre las variables independientes y dependientes.

Variable independiente: Sistema de información geográfica

Variable dependiente: Gestión de información de las redes de agua potable y alcantarillado.

3.2. Diseño de investigación

El tipo de investigación es no experimental transeccional ya que se evaluará el grado en el que el SIG mejora el sistema de gestión de las redes de agua potable y alcantarillado sin modificar las variables en un momento específico.

3.3. Población, muestra, muestreo.

3.3.1. Población.

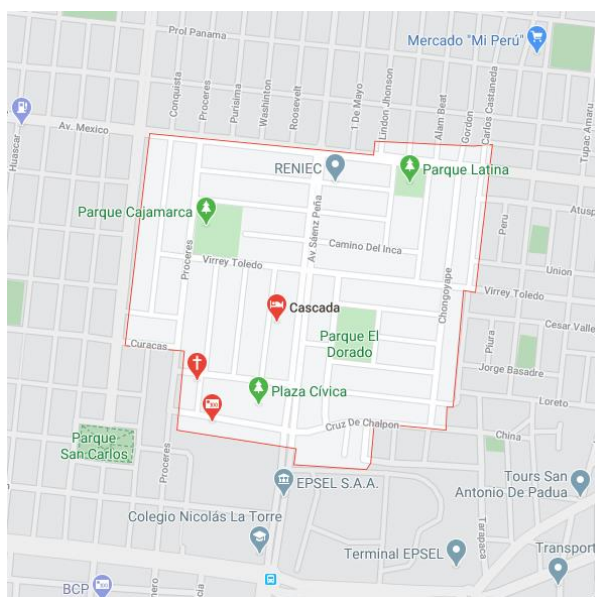
Cuando se habla de población se hace referencia a un grupo de elementos o lugares, que se encuentra bien limitado, definido y es accesible, de la cual se obtendrá la muestra, esta población debe cumplir con ciertos criterios definidos para que permita cumplir el objetivo de la investigación.

La población de la siguiente investigación está compuesta por todas las redes de agua potable y alcantarillado que se encuentran bajo la supervisión de la empresa EPSEL Chiclayo en el año 2020.

3.3.2. Muestra

En esta investigación se tiene una muestra no probabilística ya que se encuentra bajo el juicio crítico del investigador. La muestra está compuesta por las redes de agua potable y alcantarillado de la Urb. Latina del distrito de José Leonardo Ortiz, Chiclayo – 2020 que están bajo el cargo de EPSEL.

Figura 5: Urbanización Latina, José Leonardo Ortiz -Chiclayo



Fuente: Google Maps

3.4. Criterios de selección

El criterio considerado para obtener la muestra de la presente tesis es dado por conveniencia propia y a juicio del investigador, puesto que se ha usado una muestra no probabilística, tomando en cuenta el tiempo y el costo necesario para el desarrollo del proyecto.

3.5. Operacionalización de variables

Tabla 1: Variables

MANEJO DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA PARA LA GESTIÓN DE REDES DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE LA URBANIZACIÓN LATINA DEL DISTRITO DE JOSÉ LEONARDO ORTIZ DE LA PROVINCIA CHICLAYO 2020						
VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADOR	Instrumento	Escala de Medición
VARIABLE INDEPENDIENTE: Sistema de información geográfica	"Los Sistemas de información geográfica, constituyen la herramienta informática que permite el análisis, visualización y manipulación de información geográfica (datos geográficos), los SIG se orientan al análisis espacial de lo que ocurre en la superficie terrestre pudiendo ser utilizado en la interpretación de los diferentes fenómenos que en ésta ocurren" (Pérez, 2016).	Sistema de Información Geográfica es el conjunto de elementos que definen su composición, está conformado por los equipos, programas, base de datos, recursos humanos y el método.	hardware (equipo); software (programas)	Recursos optimos y software especializado	Ficha De Observación	Cualitativa ordinal
			Base de datos	Eficiencia en almacenamiento o de datos espaciales	Ficha De Observación	Cualitativa ordinal
			Recursos humanos	Manejo del software. Tratamiento de información	Ficha de observación	Cualitativa ordinal
VARIABLE DEPENDIENTE: Gestión de información de las redes	La gestión de información es un conjuntos de pasos o técnicas usadas para dirigir y administrar la información de las redes de agua potable y las redes de alcantarillado.	Los componentes de la gestión de la información con la finalidad de crear, adquirir, procesar y difundir la información de las redes de la Urbanización Latina.	Redes de agua potable	Eficacia del registro de toda los elementos de la red.	Ficha De Observación	Ordinal
			Redes de alcantarillado	Eficacia del registro de toda los elementos de la red	Ficha De Observación	Ordinal
			Simulación de redes	Análisis de datos arrojados por el software especializado	Ficha comparativa	ordinal

Fuente: Elaboración propia

3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.5.1. Técnicas.

Las técnicas aplicadas dentro de la investigación son:

- Solicitud de información a la entidad
- Levantamiento topográfico (GPS)
- Observación directa.
- Medición de caudales y presión.

3.5.2. Fuentes.

Se recopiló todo tipo de información de las redes en todas las fuentes posibles, como:

- Antecedentes.
- Bibliografías.
- Estudio de estado situacional.
- Reglamento Nacional de edificaciones.
- Planos.

3.5.3. Instrumentos

Programas de cómputo.

- AutoCAD.
- QGIS.
- PostgreSQL.
- WaterCAD.
- Excel

Instrumentos topográficos.

Tomando en cuenta los objetivos de la investigación se optó por no realizar un levantamiento topográfico completo, ya que existían planos de las redes existentes. Para la localización de coordenadas necesarias y completar datos faltantes se hizo uso de:

- GPS
- Cinta métrica o Huincha

Instrumentos para medición de caudales y presión

- Manómetro
- Manguera.
- Balde
- Cronómetro

3.6. Procedimientos

3.6.1. Descripción de la zona de estudio

Localización y ubicación del proyecto.

La zona de estudio del proyecto es la Urbanización Latina que pertenece al distrito José Leonardo Ortiz de la región Lambayeque. Este distrito se encuentra establecido en la parte baja de la región, exactamente al norte de la Ciudad de Chiclayo, ambos distritos están separados por la acequia Cois.

Coordenadas Geográficas:

Latitud: 06°44'54" de

Longitud: 79°50'06"

Características

José Leonardo Ortiz es uno de los distritos que tiene el suelo más llano de la región, su extensión geográfica cubre un área de aproximadamente 28.22 km². Según el INEI, su población en el 2007 era de 165453 habitantes. Por su parte, la urbanización Latina que forma parte de este distrito, tiene una extensión de aproximadamente 0.29 km².

Figura 6: Zona de estudio -Urbanización Latina



Fuente: Elaborado en Google Earth

3.6.2. Descripción de las redes

3.6.2.1. Sistema de agua potable.

El sistema de agua potable está a cargo de la empresa prestadora de servicios EPSEL, quién se encarga de controlar, administrar, regular y distribuir el agua tratada a toda la región Lambayeque. Este sistema está compuesto por estructuras que permiten que el agua sea transportada desde la fuente de captación hasta las redes de distribución de la ciudad.

Fuente de agua

La región Lambayeque actualmente es abastecida de agua provenientes de dos fuentes. La primera es una fuente superficial que proviene de la represa Tinajones, representa el 96% del agua captada y se encuentra ubicada a 70km de la ciudad de Chiclayo; la segunda fuente es una captación subterránea del acuífero Chancay y representa solo el 4% el agua captada.

Figura 7: Represa Tinajones



Fuente: Elaborado por la Gerencia de Regulación Tarifaria (GRT) – SUNASS

Sistema de tratamiento

- **Pretratamiento**

El agua captada es transportada mediante el canal “Toma Bola de Oro” hacia las “Lagunas Boro I y II” para realizar un pretratamiento, que consiste en un proceso de pre sedimentación. Las lagunas permiten la regulación del agua en épocas de estiaje, actualmente cuentan con una superficie de 22 y 57 hectáreas respectivamente, son capaces de almacenar un total de 2130 000 m³ de agua; sin embargo, actualmente han perdido su capacidad de almacenaje entre un 30 y 40% por problemas causados por la vegetación y la falta de mantenimiento.

Figura 8: Sistema de almacenaje y pretratamiento - Lagunas Boro



Fuente: Elaborado por la Gerencia de Regulación Tarifaria (GRT) – SUNASS

- **Línea de conducción**

Una vez almacenada el agua en Las Lagunas Boro, es transportada mediante unas tuberías de asbesto cemento hacia las plantas de tratamiento de agua potable, estas tuberías tienen una longitud de 24.9km y una antigüedad mayor a 50 años.

- **Planta de tratamiento.**

En Chiclayo existen 2 plantas de tratamiento de agua, la primera es una planta convencional, la cual trabaja con un caudal de 516.19lt/s, tiene una antigüedad mayor a 50 años; la segunda planta es de un tipo patentada, trabaja con un caudal de 613.12lt/s y tiene una antigüedad aproximadamente de 17 años. Estas plantas de agua se encargan de distribuir el agua a los siguientes distritos: José Leonardo Ortiz, Pimentel, La Victoria y Chiclayo.

Figura 9: Planta de tratamiento de agua Chiclayo



Fuente: Elaborado por la Gerencia de Regulación Tarifaria (GRT) – SUNASS

Sistema de Almacenamiento

Las líneas de conducción que dirigen el agua tratada hacia los reservorios de almacenamiento, son tuberías de hierro fundido que tienen una antigüedad aproximada de 17 años y tienen una capacidad máxima de 3720 lt/s. Las plantas de tratamiento distribuyen el agua tratada a los siguientes reservorios dentro de la ciudad:

Tabla 2: Unidades de almacenamiento-2018

Cuadro N° 19: Unidades de almacenamiento de agua potable

Reservorio	Tipo	Volumen (m ³)	Antigüedad (años)
Reservorio R1 – Planta	Apoyado	3 500	54
Reservorio R2 – Planta	Apoyado	4 000	54
Reservorio R3 – Planta (*)	Elevado	750	54
Reservorio Oeste	Apoyado	5 000	16
Reservorio Cristo Redentor	Apoyado	100	14
Reservorio Norte	Elevado	3 000	36
Reservorio Sur	Elevado	3 000	35
Reservorio Diego Ferré	Elevado	2 000	41
Reservorio La Purísima	Elevado	500	21
Reservorio Nuevo Cerropón	Apoyado	400	4
Reservorio Parque Industrial	Elevado	500	31
Cisterna – Parque Industrial	Apoyado	900	31
Reservorio Los Sauces	Elevado	400	6
Reservorio Villa Hermosa (Inoperativo)	Elevado	500	3

(*) Sólo se usa para mantenimiento de planta.

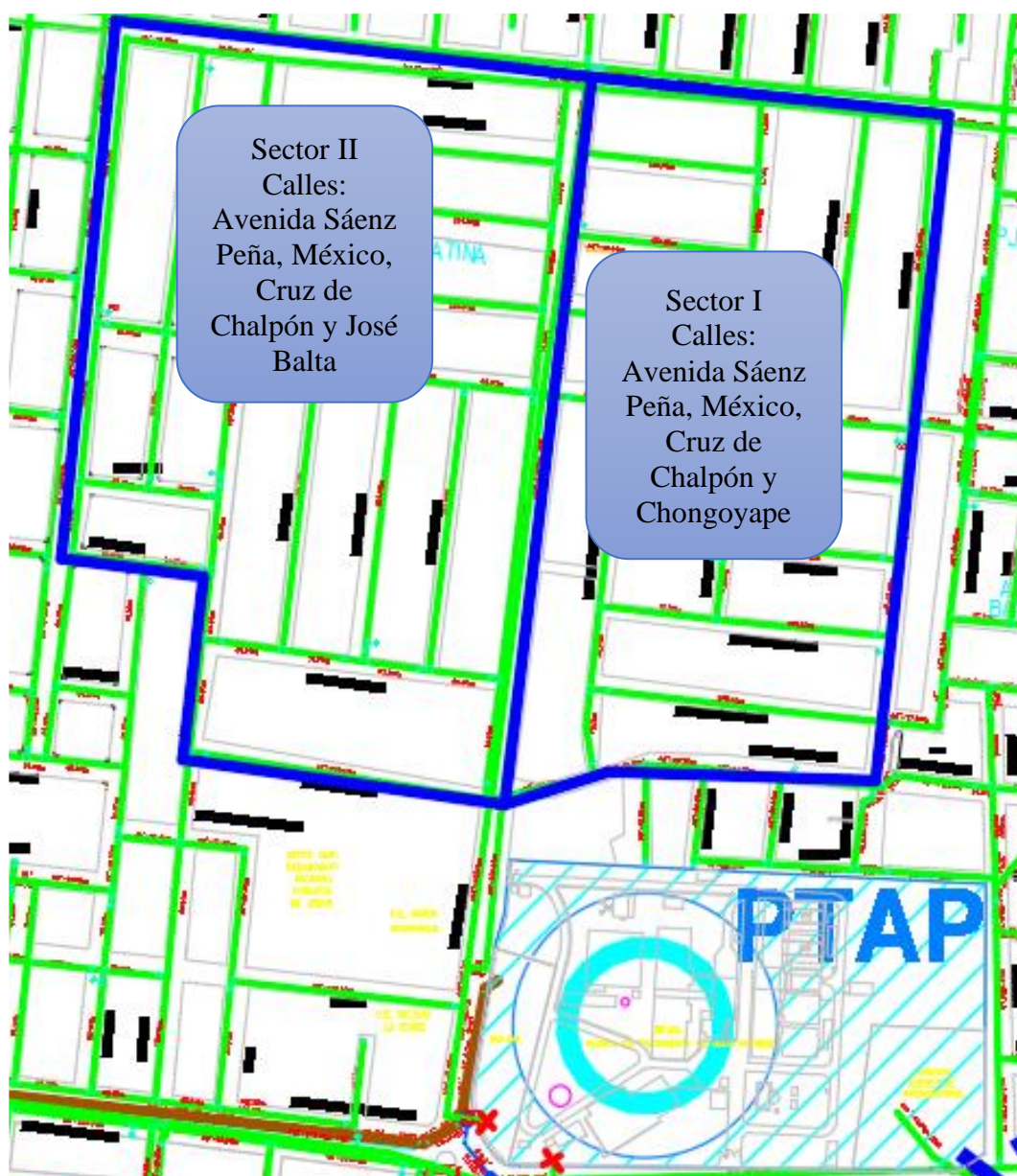
Fuente: Elaborado por la Gerencia de Regulación Tarifaria (GRT) – SUNASS

Sistema de distribución

Actualmente la Urbanización Latina se encuentra dividida en dos sectores, el primero sector que está comprendido entre las calles Avenida Sáenz Peña, México, Cruz de Chalpón y Chongoyape, recibe el agua directamente de la PTAP mediante una cámara de bombeo durante las 24 horas del día y la segunda zona comprendida entre las calles Avenida Sáenz Peña, México, Cruz de Chalpón y José Balta, recibe agua del Reservorio Norte 1, por un periodo de 9 horas dividido en 3 turnos durante el día. La planta de tratamiento de agua potable que distribuye a la zona 1 del proyecto cuenta con un caudal de 400 lt/s.

Las tuberías de agua potable de la urbanización Latina son de asbesto cemento, actualmente se encuentran en mal estado producto de que tiene una antigüedad mayor a 35 años.

Figura 10: Sectorización de redes



Fuente: Elaboración propia

3.6.2.2. Sistema de alcantarillado.

Colectores primarios y secundarios

De acuerdo a la información brindada por la EPS a cargo, las redes de alcantarillado de la urbanización Latina son de concreto simple normalizado, actualmente se encuentran en mal estado producto de que tiene una antigüedad mayor a 35 años. En el 2017 se produjo el fenómeno El niño que causo problemas en las tuberías, por lo que se les realizó algunos mejoramientos a ciertos tramos y se hizo un cambio por tuberías de PVC.

3.6.3. Instalación e implementación de programas.

Alcances del proyecto

La investigación a realizar tiene como fin de evidenciar la eficiencia que tiene aplicar el sistema de información geográfica dentro de la administración y gestión de sistema de alcantarillado y agua potable. Con ello, se busca centralizar toda la data correspondiente a estos sistemas junto con todos los elementos que los componen, tuberías, accesorio, reservorio, entre otros, en este caso la empresa involucrada es EPSEL ya que se encuentra a cargo de la Urbanización Latina que viene hacer la zona de estudio.

Asimismo, la información utilizada se agrupa en capas, las cuales cuentan una tabla de atributos en los que se incluye la información de cada elemento, en el caso de las redes de agua potable tenemos como capas a las: válvulas de control, tuberías de agua, pozos, manzanas, calles; y en alcantarillado tenemos: las tuberías de alcantarillado, cajas de registro, buzones, entre otros.

3.6.3.1. Instalación de programa

Para el proyecto es necesario la instalación de 3 programas: QGIS, PostgreSQL con su extensión PostGIS y el WaterCAD.

Pasos para la descarga QGIS

- Ingresar a la página oficial del programa QGIS: www.QGis.org, dentro de la cual la descarga del software es gratuita.
- Identificar el número de bits con el que cuenta nuestro ordenador para poder elegir el instalador, el cual se descargará dentro de la carpeta de almacenamiento que se elija dentro del computador.
- Seleccionar la opción “Descargar ahora” e instalar el programa siguiendo los pasos de manera secuencial como lo indica el instalador.

Pasos para la descarga PostgreSQL

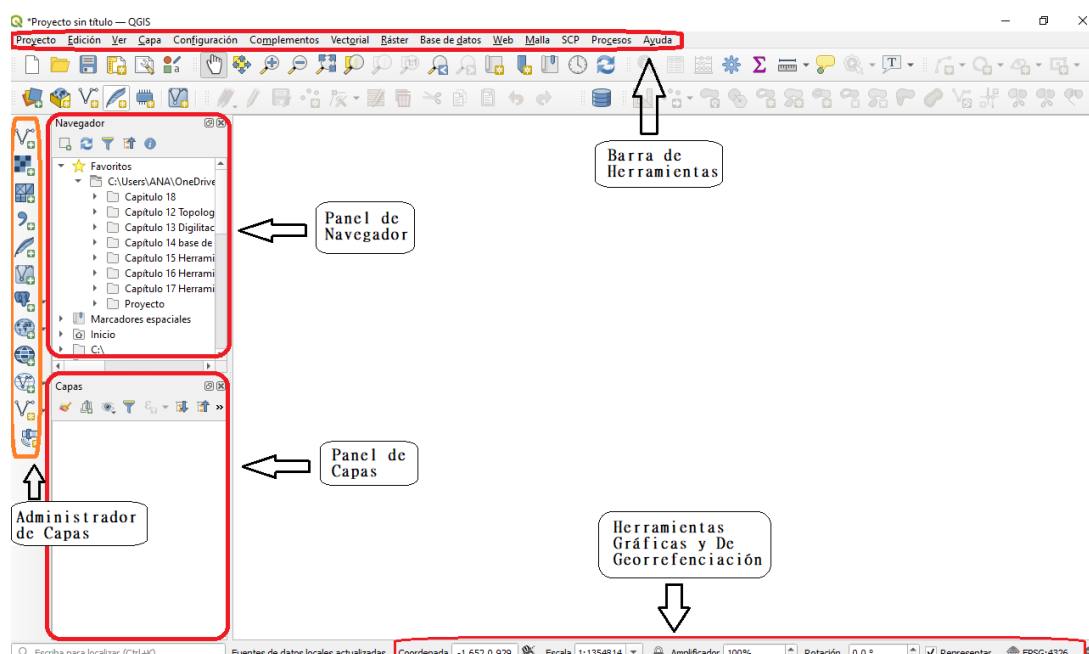
- Ingresar a la página oficial del programa PostgreSQL: <https://www.postgresql.org/download/>
- Proceder a descargar la versión del programa que cumpla con las especificaciones y el sistema operativo del ordenador que se está usando, una vez identificada la versión, que en este caso es PostgreSQL9.6, seleccionar la opción “Descarga” y el programa se almacenará en la carpeta elegida.

- Instalar el programa siguiendo los pasos de manera secuencial como lo indica el instalador.
- Durante la instalación es necesario instalar la extensión PostGIS, para poder visualizar la información alfanumérica de manera gráfica dentro de la base de datos. Para ello, en el Stack Builder, en la opción “Spatial Extension” añadir e instalar PostGIS 3.0.

3.6.3.2. Implementación del programa

Una vez instalado, es necesario conocer la plataforma de QGIS en la que se trabajará, este programa es un sistema de información geográfica de fácil acceso para los usuarios ya que es gratuito y de código abierto, cuenta con una interfaz gráfica de fácil manejo y con características comunes a otros SIG.

Figura 12: Interfaz gráfica de QGIS



Fuente: Elaboración propia

Al iniciar la aplicación instalada, QGIS muestra una interfaz gráfica como la que se observa en la Imagen 13, esta está compuesta con herramientas y paneles organizados de manera fácil de entender, cada uno de estos desempeña un papel muy importante durante el desarrollo del proyecto.

Complementos del sistema

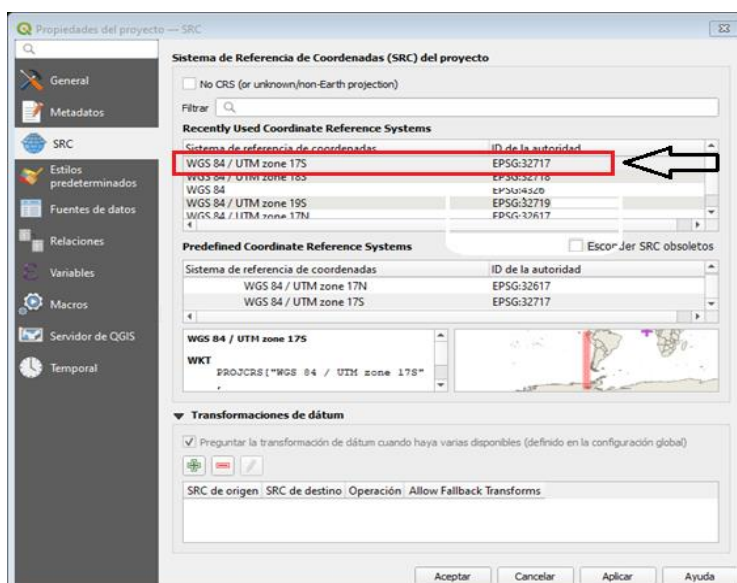
Durante el desarrollo de la investigación es necesario instalar complementos que no forman parte del núcleo del programa, estos son incluidos de manera gratuita y permiten desarrollar funciones adicionales a las existentes. Para el presente proyecto se ha optado por utilizar los siguientes complementos:

- QuickMapServices, herramienta que permite al usuario tener acceso a la información proporcionada por plataformas como Landsat, Nasa, OSM, Google Earth, Google Maps, google satélite, entre otras plataformas.
- DB Manager, herramienta que forma parte del núcleo del programa, pero es necesario mantenerla de manera activada, sirve para administrar las bases de datos que sean compatibles con el programa, como PostGIS, Geopackage, entre otras.
- Open Layer Pluying, herramienta que permite añadir imágenes de plataformas como Bing, Google, Apple Maps entre otros. Este complemento es útil para superponer un objeto sobre otro y ver si su ubicación es exacta.
- Qgis2web, herramienta que permite publicar mapas creados en la red, para que otras personas puedan acceder a ellas mediante un link que se genera en el programa.
- Profile tool esta herramienta permite al usuario generar perfiles de elevación de algún elemento ráster.

3.6.4. Georreferenciación del programa

El proyecto tiene como zona de estudio la Urbanización Latina perteneciente al distrito José Leonardo Ortiz, de la provincia de Chiclayo; es por ello, que se ha optado por usar el sistema de referencia WGS 84, con coordenadas UTM 17S correspondiente al lugar. Por defecto QGIS inicia cada nuevo proyecto usando un sistema de coordenadas y una proyección mundial, que se refiere a la proyección EPSG: 4326 –WGS 84; sin embargo, para fines de la investigación la ubicación geográfica tiene que tener un sistema de coordenadas exactas de la misma manera que se muestra en la siguiente imagen.

Figura 13: Georreferenciación del proyecto



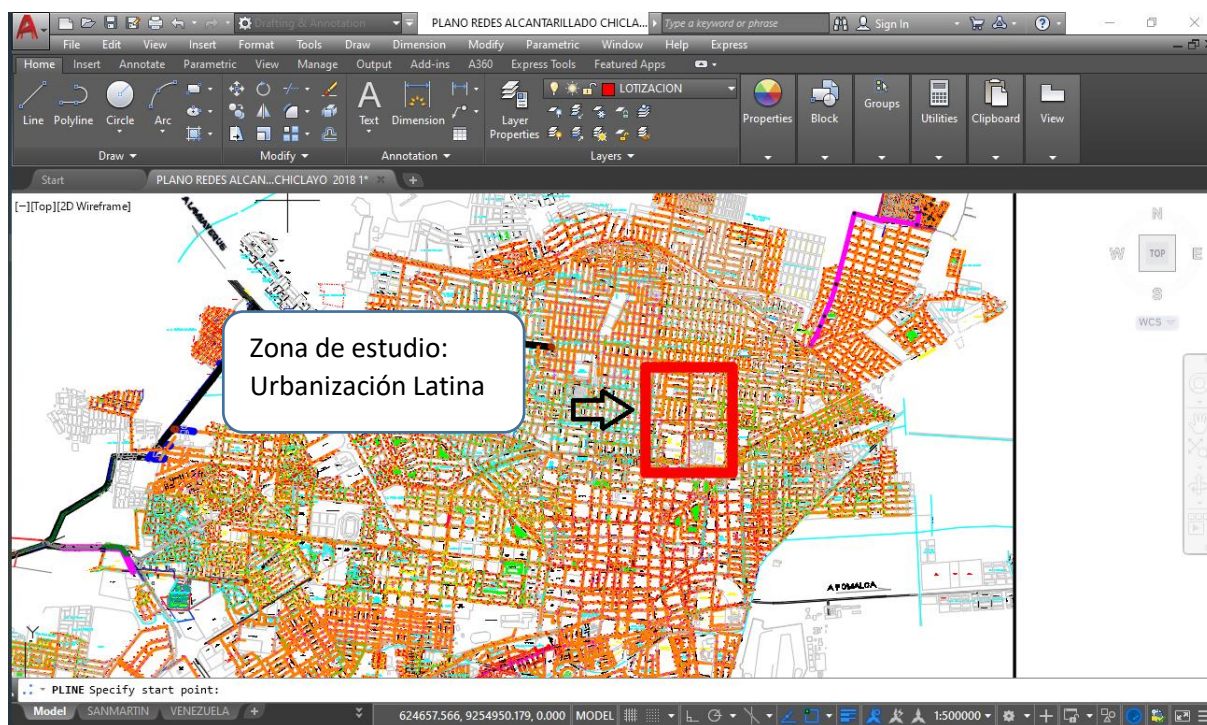
Fuente: Elaboración propia

3.6.5. Exportar los planos de AutoCAD a QGIS

QGIS permite importar archivos con información del tipo vectorial, como los archivos provenientes del AutoCAD, pero no en formato “Dwg”, es por ellos que, es necesario cambiar el formato del plano y convertirlo en un formato “Dxf”, para que el programa lo reconozca y se realice la importación.

Los documentos recopilados son: el plano de sistema de agua potable y el de alcantarillado y el de la planta de tratamiento de agua potable. Estos planos sirven para ser usados como plantillas para trazar sobre ellas las redes, la creación de manzanas, calles y todos los elementos existentes en la zona de estudio. En la siguiente imagen se muestran el plano de la ciudad de Chiclayo y la zona de estudio se encuentra dentro del cuadro de color rojo.

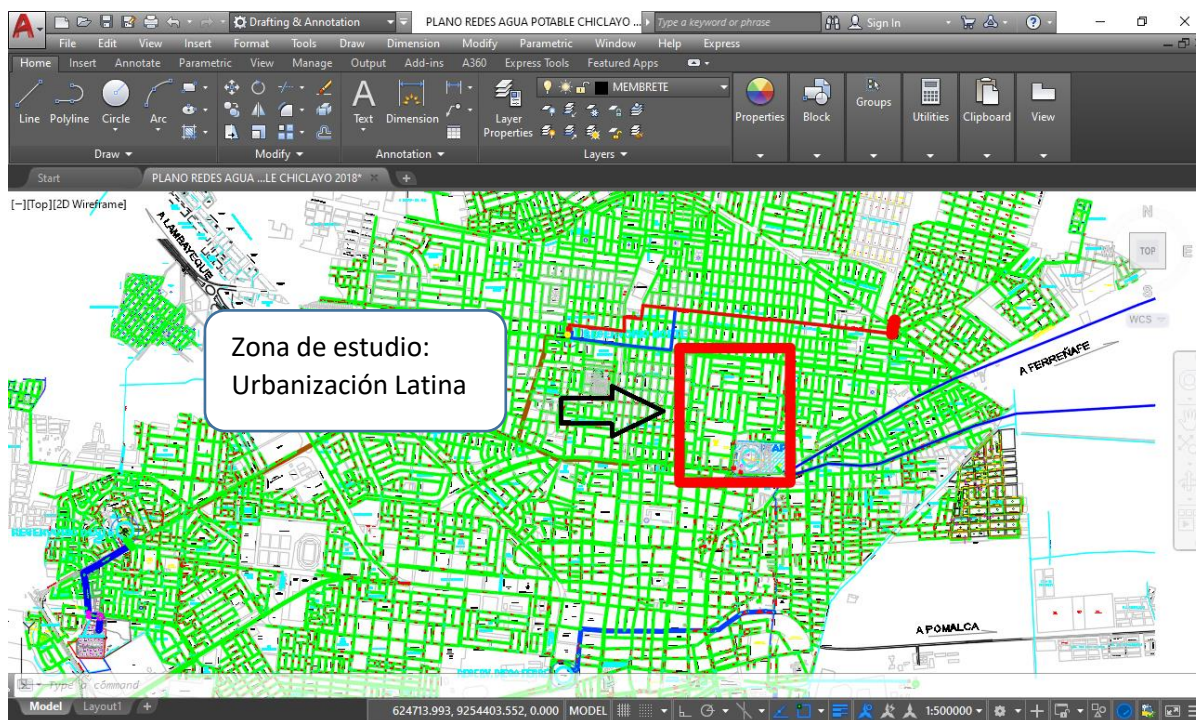
Figura 14: Redes de alcantarillado de José Leonardo Ortiz y Chiclayo



Fuente: EPSEL

El plano mostrado en la Imagen n°15 cuenta con información de los buzones y de las tuberías; sin embargo, siendo este el único documento con información de estas redes tiene datos faltantes, tales como: las pendientes de las tuberías, los diámetros tanto de tuberías como de buzones, lo cual dificulta el desarrollo del trabajo. Por consiguiente, para lograr cumplir con los objetivos presentados en el proyecto se optó por completar los datos tomando en cuenta el informe del estado situación de las redes obtenido de la entidad y también el uso de la normativa usada para el diseño de las redes existentes.

Figura 15: Sistema agua potable de Chiclayo



Fuente: EPSEL

En la imagen n°16 se muestra el sistema de agua potable de la ciudad de Chiclayo. Este plano mostrado no cuenta con la información completa de las redes, hay ausencia de diámetros en la mayor parte de las tuberías, falta de pendientes, dirección del flujo, presiones, cotas de elevación; es por ello que, se realizaron visitas a campo para completaran todos los datos necesarios, tomando en cuenta el informe del estado situacional de las redes proporcionado por la entidad y también se usará la normativa que fue usada para el diseño de las redes existentes.

Para proceder a la exportación de estos archivos AutoCAD a versión DXF se debe realizar los siguiente:

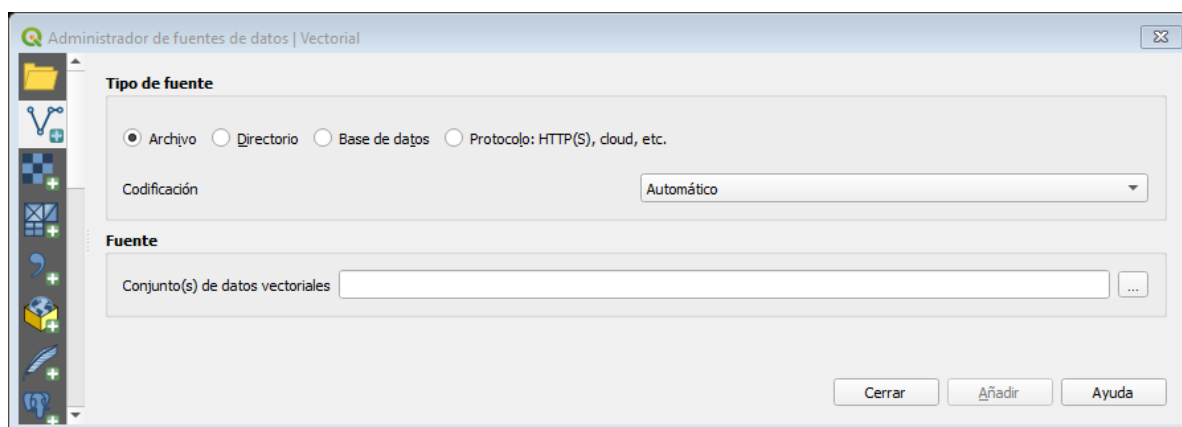
- Dentro del AutoCAD con la herramienta “*Guardar archivo*”, se muestra una ventana adicional en la que se selecciona la opción desglosable “*files of type*”, en ella elegir la opción “*AutoCAD 2004/LT2004 DXF*”, y finalmente, elegir la carpeta en la que se almacenará el documento.
- Abrir el software QGIS y guardar el proyecto asignándole su respectivo nombre. En este caso, se guardará como: “*Redes de agua potable y alcantarillado*”- Urbanización Latina.
- Añadir el archivo DXF al QGIS, la ruta a seguir es seleccionar en la barra de herramientas la opción *Capa / Añadir capa / Añadir capa vectorial*, con ello, aparecerá la ventana mostrada en la Imagen 17, en la cual se llenan los siguientes datos:

Tipo de fuente: Archivo

Codificación: Automático

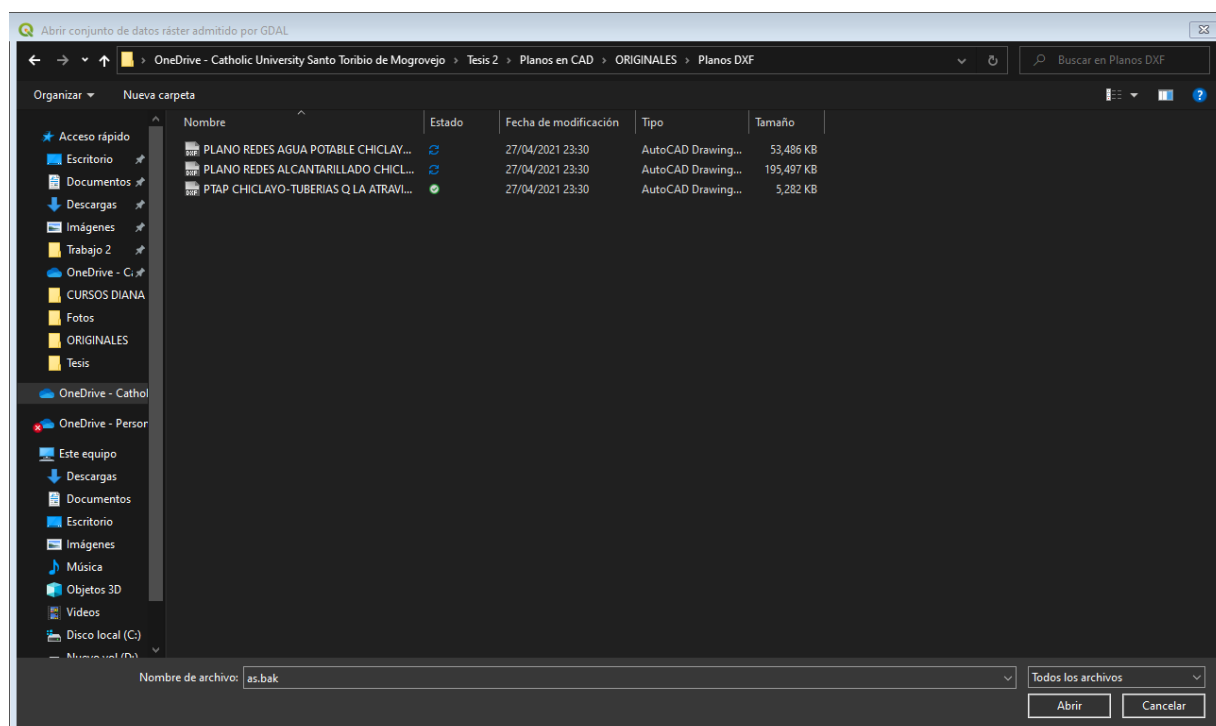
Fuente: Indicar la ruta de la carpeta del archivo DXF creado anteriormente.

Figura 16: Insertar archivo DXF de las redes



Fuente: Elaboración propia

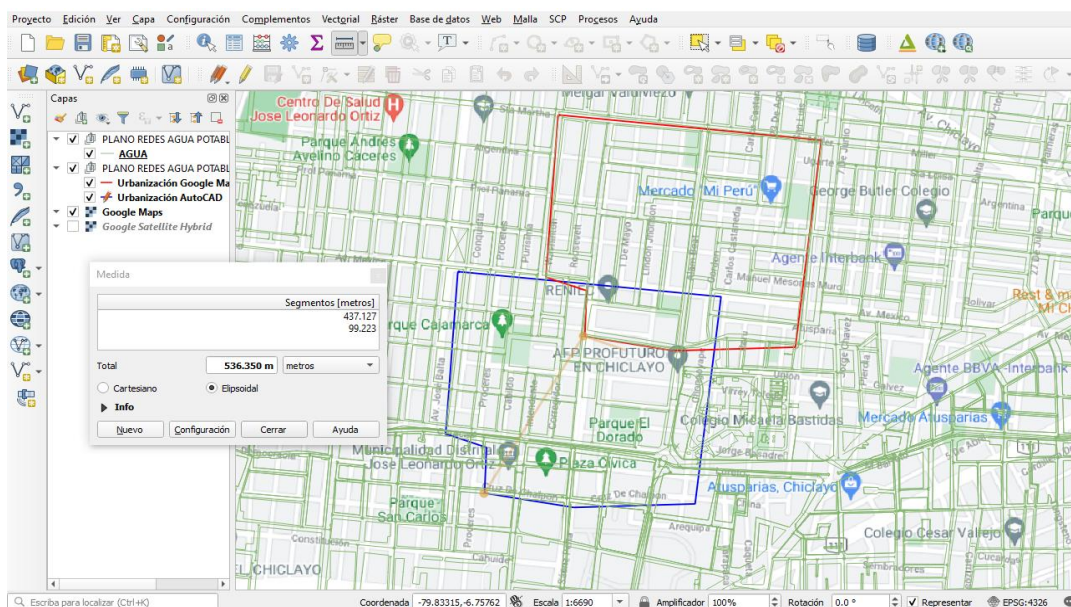
Figura 17:: Ruta de archivos DXF para importar al QGIS



Fuente: Elaboración propia

Una vez importada los planos se verifica que la información exportada con una plataforma de Google Maps, se observó un desfase geométrico de varios metros en relación con los planos cartográficos recopilados, esto puede ser producto de que cuando se realizó el proyecto estos no contaban con las herramientas necesarias como un GPS o puede ser también los programas arquitectónicos usados para el diseño no proyectan bien la tierra como lo hace los del sistema de información geográfica.

Figura 18: Verificación de datos importados

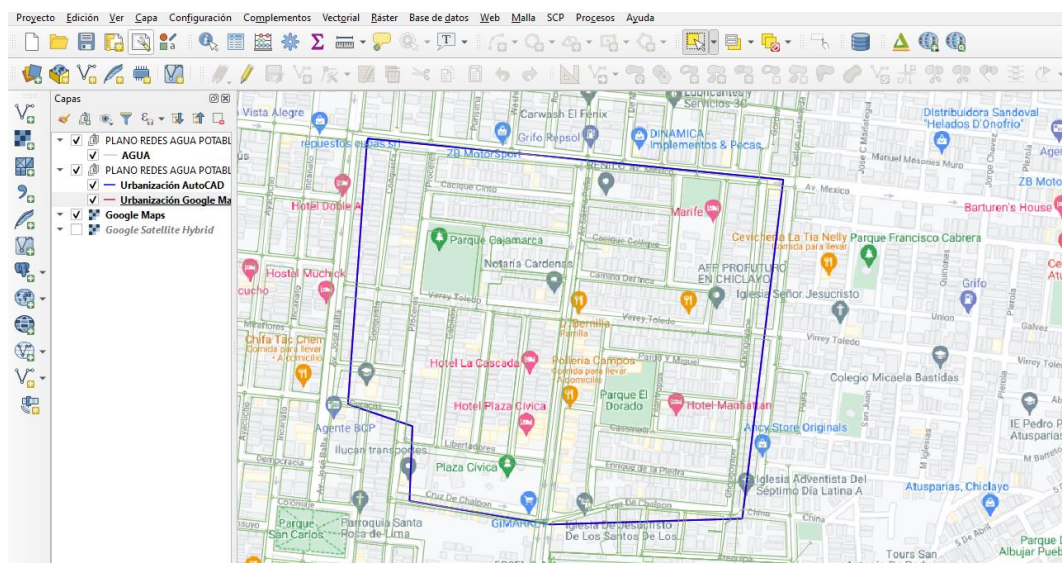


Fuente: Elaboración propia

En la imagen n°19 se observa la información exportada, el polígono de color azul representa a la ubicación real de la urbanización dentro de la proyección proporcionada por Google Maps y el polígono de color rojo representa la información exportada desde el archivo AutoCAD, el cual es un documento oficial de la entidad.

Para corregir esta situación dentro del archivo AutoCAD se insertan las dos coordenadas tomadas con el GPS en el trabajo realizado en campo, con ello, se corrige la ubicación de los elementos ya que solo se encuentra arrastrada en otra coordenada. En la siguiente imagen podremos ver el plano con sus coordenadas correctas.

Figura 19: Localización exacta de planos



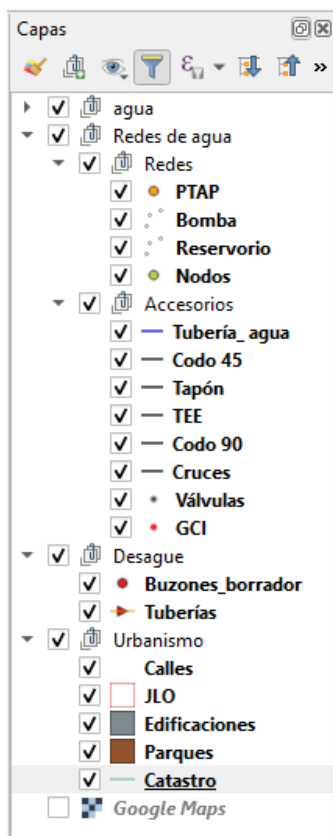
Fuente: Elaboración propia

3.6.6. Creación de capas del proyecto

Con referencia de los planos exportados se procede a crear las respectivas capas, la digitalización de estas que se crearán como datos del tipo vector, cada una de las geometrías existentes representarán un elemento o accesorio de la red, la selección de la forma del elemento dependerá de las necesidades y del producto final que se desea obtener.

- Puntos. Estos representan a elementos gráficos que tienen un área pequeña en función a los demás, para el caso del agua potable los elementos que serán representados por los puntos son los accesorios y algunas estructuras como el reservorio y la ubicación de PTAP; en el caso de las redes de alcantarillado los puntos representan a los buzones.
- Líneas. Estas representan elementos gráficos en los cuales su anchura es despreciable en comparación con su longitud, en el proyecto en ambos sistemas las líneas representarán las tuberías; por otro lado, en cuanto a la zonificación, las calles son representadas por líneas.
- Polígonos. Estos representan a elementos gráficos con áreas considerables dentro del mapa, para el proyecto son las edificaciones existentes, en los parques, cuadras, manzanas, las que se representan como polígonos.

Figura 20: Capas vectoriales creadas



Fuente: Elaboración propia

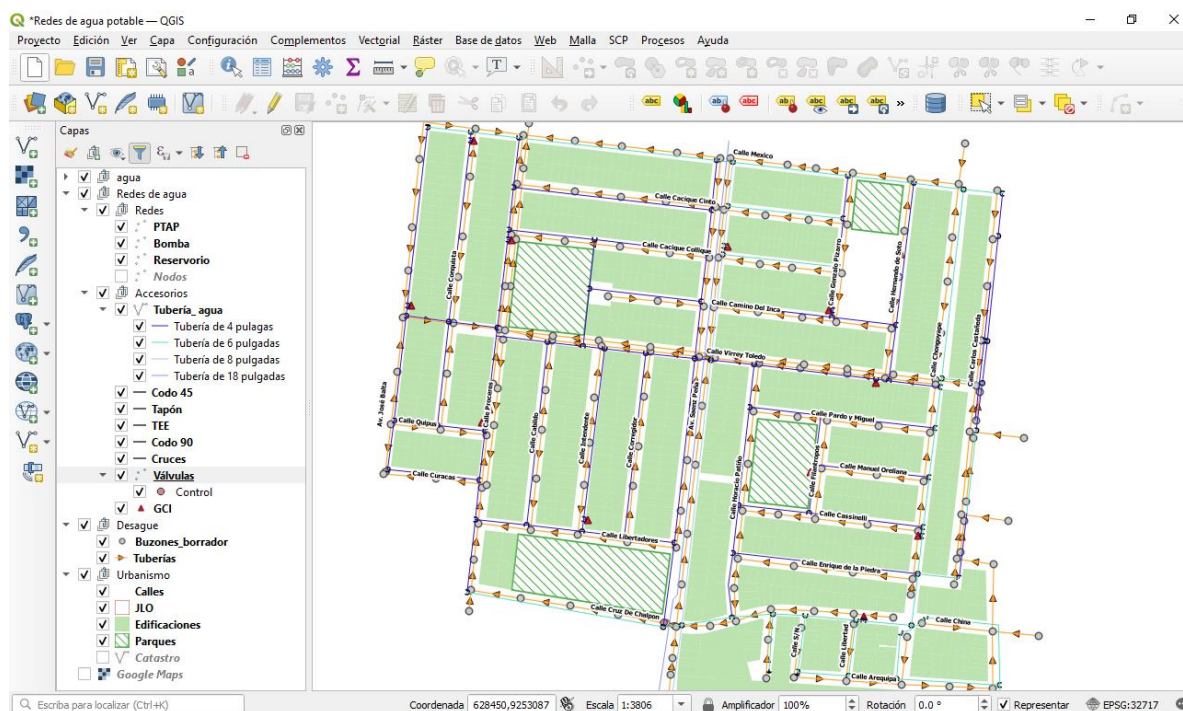
3.6.7. Simbología y etiquetado de capas

QGIS asigna por defecto un formato de simbología simple a las capas; sin embargo, para tener una mejor visualización y diferenciación gráfica de los elementos se debe crear una simbología propia para cada elemento, para poder distinguir y adaptar a las necesidades de la entidad.

La simbología en el QGIS se puede representar de varias maneras, tales como: una simbología única, con la cual se asigna a todos los elementos de la capa; una simbología categorizada y graduada, en la que puedes clasificar los elementos de acuerdo a su categoría y asignar una simbología personalizada a cada elemento; el último tipo es la simbología basada en reglas, está permite tener una mejor visualización de los elementos de acuerdo a la función que se le asigne.

El etiquetado de las capas usa criterios similares a los usados en la asignación de la simbología, existe un etiquetado simple, con la cual se les asigna a todos los elementos, existe también un etiquetado basado en reglas, para fines del proyecto se realizará el etiquetado tomando en cuenta los atributos que se le asignen a cada elemento.

Figura 21: Representación gráfica de la simbología asignada.



Fuente: Elaboración propia

En la Imagen 13, se observa un ejemplo de la simbología, a las tuberías de distribución se le asignan colores diferentes de acuerdo a los diámetros y en las válvulas de acuerdo a su función. Para poder ingresar a las opciones tanto de simbología y etiquetado se debe dar clic derecho

sobre capa seleccionada y dar clic en la opción “*Propiedades*”, dentro de las propiedades encontrará opciones adicionales de edición.

3.6.8. Crear tablas de atributos

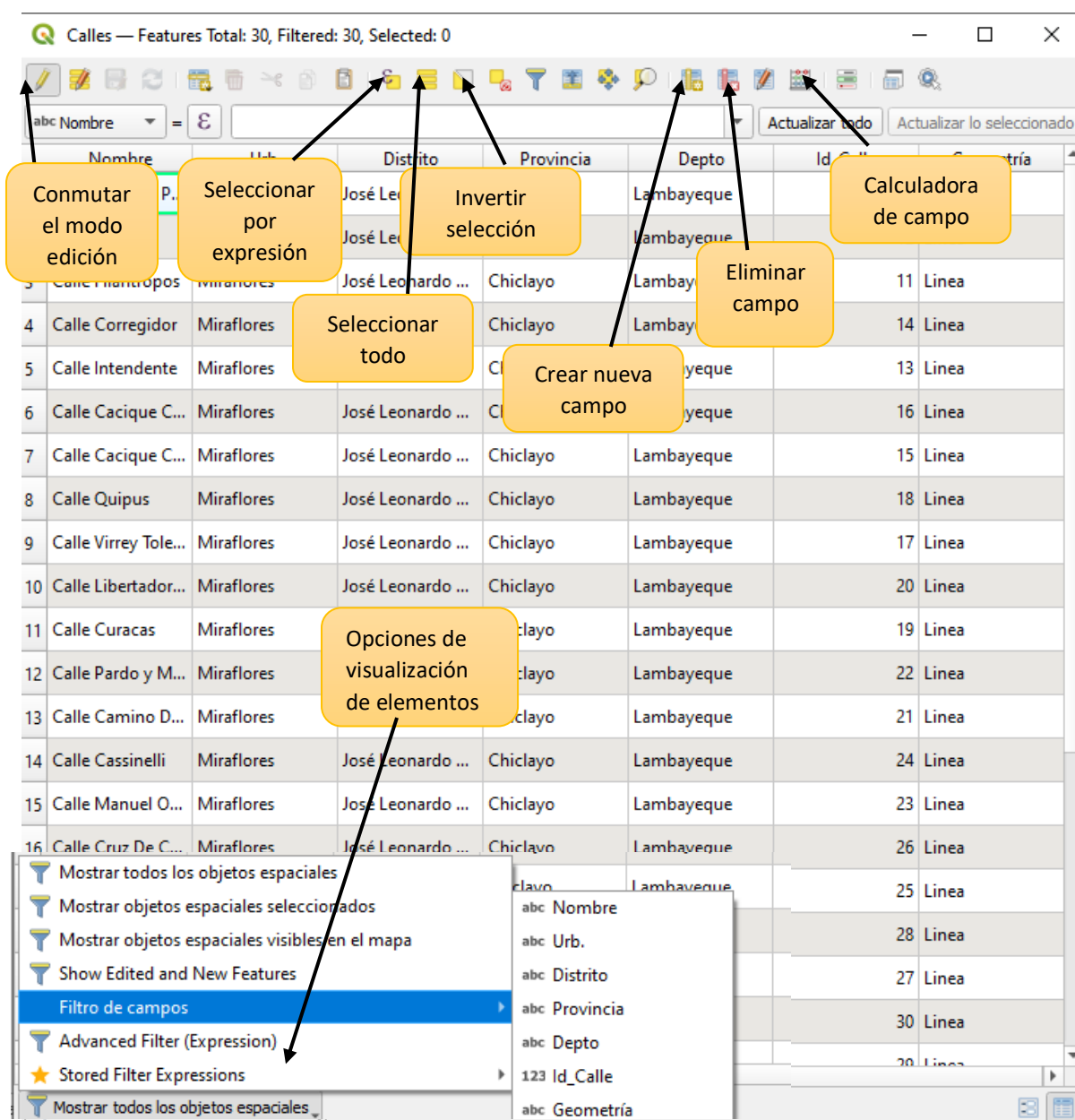
QGIS permite almacenar una gran cantidad de información dentro de cada uno de las capas, esta información se puede añadir mediante la tabla de atributos. La tabla está compuesta por columnas que representan a los “*campos*”, en el caso de las fijas se representa los “*registros*”. Dentro de esta tabla es posible realizar diferentes cosas, ya que permite filtrar o buscar editar los elementos, mover, eliminar, seleccionar, entre otras cosas.

Para poder crear y editar la tabla de atributos se debe dar clic derecho en la capa seleccionada y elegir la opción “*Abrir tabla de atributos*”, enseguida aparecerá una ventana adicional con una tabla vacía que cuenta con las siguientes opciones:

- ***Conmutar edición***: Esta opción permite que el usuario pueda editar los campos y atributos, se debe presionar al iniciar y al finalizar la edición para que la actividad realizada se guarde.
- ***Conmutar modo multiedición***: Esta opción permite al usuario realizar la edición de varios campos al mismo tiempo.
- ***Guardar***. Esta opción permite guardar lo editado y te permite seguir editando sin necesidad de conmutar la edición nuevamente.
- ***Añadir objetos espaciales***: Esta opción permite añadir un elemento a la tabla.
- ***Selección por expresión***: Esta opción permite seleccionar elementos espaciales por medio de una función expresión usando la calculadora de campo.
- ***Seleccionar todo***: Esta opción permite seleccionar todos los elementos espaciales existentes.
- ***Invertir selección***: Esta opción permite visualizar los elementos que anteriormente no estaban seleccionados.
- ***Crear campo***: Esta función permite crear un nuevo campo para añadir más información al elemento espacial.
- ***Eliminar campo***: Esta opción permite eliminar el campo del objeto espacial
- ***Calculadora de campo***: Esta opción permite crear una nueva capa por medio de una expresión.
- ***Ventana de atributos acoplada***: Esta opción permite tener una visualización de la tabla de atributos acoplada a la pantalla principal del programa.
- ***Actualizar***. Esta opción permite visualizar los elementos editados correctamente.
- ***Copie las filas seleccionadas al portapapeles***.

- **Pegar del portapapeles a una nueva fila.** Esta herramienta permite pegar los elementos, copiados en el portapapeles, en una nueva fila o pegar un nuevo elemento.

Figura 22: Opciones de la tabla de atributos.



Fuente: Elaboración propia

Cada una de las capas existentes en el proyecto contienen información personalizada y necesaria, los campos que se repiten en las capas permitirán vincular una capa con otra, esta información ingresada es elegida por ser relevante para el proyecto. Las siguientes tablas cuentan con una descripción de cada uno de los campos existentes en cada capa creada, estos campos se presentan como un título o subtítulo de cada dato que se le ingresa posteriormente.

- *Capa de calles*

Tabla 3: Atributos a usar en la capa de calles

CAMPO	DESCRIPCIÓN
Id_Calle	Número de identificación del objeto espacial
Geometría	Geometría correspondiente a la capa de las calles
Nombre	Nombre de la calle
Provincia	Provincia en la que está ubicada la calle
Distrito	Distrito en el que está ubicado la calle
Depto.	Departamento en el que está ubicado la calle
Urb.	Urbanización en la que está ubicado la calle

Fuente: Elaboración propia

- *Capa de edificaciones*

Tabla 4: Atributos a usar en la capa de edificaciones

CAMPO	DESCRIPCIÓN
Id_Edi	Número de identificación del objeto espacial
Geometría	Geometría correspondiente a la capa de las edificaciones
Tipo	Función que cumple la edificación
Usuario	Nombre de la persona responsable del pago del servicio.
Provincia	Provincia en la que está ubicada la edificación
Distrito	Distrito en el que está ubicado la edificación
Depto.	Departamento en el que está ubicado la edificación

Fuente: Elaboración propia

- *Capa de parques*

Tabla 5:: Atributos a usar en la capa parques

CAMPO	DESCRIPCIÓN
Id_Parque	Número de identificación del objeto espacial
Geometría	Geometría correspondiente a la capa de parques
Nombre	Nombre del parque
Provincia	Provincia en la que está ubicado el parque
Distrito	Distrito en el que está ubicado el parque
Depto.	Departamento en el que está ubicado el parque

Fuente: Elaboración propia

- Capa de redes de agua potable (tuberías)

Tabla 6: Atributos a usar en la capa de tuberías de agua

CAMPO	DESCRIPCIÓN
Id_Tub	Número de identificación del objeto espacial
D (pulg)	Diámetro de la tubería de agua potable
Pendiente	Pendiente que tiene la tubería
calle	Nombre de la calle en la que se encuentra la tubería
E_operativ	Estado de la red, si está operativa o inoperativa.
Responsable	Entidad o persona encargada del funcionamiento, mantenimiento u operación de las tuberías
Provincia	Provincia en la que está ubicada la tubería
Distrito	Distrito en la que está ubicada la tubería
Depto.	Departamento en el que está ubicada la tubería
P(lb/pulg2)	Presión con la que se distribuye el agua en las tuberías
Prof. (m)	Profundidad de la tubería en relación a la capa de rodadura.
Observancia	Comentarios adicionales sobre la tubería
T_ Función	Función que cumple la tubería (Impulsión, aducción, distribución)
Sector	Sector de distribución de agua (1 o 2)
Longitud	Longitud de la tubería
Material	Material de la tubería
Edad_Tub.	Antigüedad de la tubería
E_ Conserv	Estado de conservación de la tubería (malo, regular, bueno)
Tipo	Tipo de tubería (primaria, secundaria)
Cota 1	Cota de elevación del terreno en parte inicial de la tubería
Cota 2	Cota de elevación del terreno en parte final de la tubería

Fuente: Elaboración propia

Algunos datos como las cotas 1 y 2, no se encuentran dentro de la información proporcionada por la entidad, pero, según la norma estas tuberías de agua se deben encontrar a una profundidad de 1m con respecto a la capa de rodadura del pavimento.

- Capa de accesorios. Dentro del proyecto tenemos diferentes tipos de accesorios, los cuales cumplen una función importante en sistema de distribución del agua, entre ellos tenemos a: tapones, codo de 45°, codo de 90°, TEE, cruces.

Tabla 7: Atributos a usar en la capa de accesorios

CAMPO	DESCRIPCIÓN
Id_acc	Número de identificación del objeto espacial, depende del accesorio
Geometría	Geometría correspondiente a la capa de accesorio
Material	Material del que está hecho el accesorio
D (pulg)	Diámetro del accesorio
E_conserv	Estado de conservación (puede ser :bueno, regular, malo)
E_operativ	Estado de funcionamiento (puede ser: operático o inoperativo)
Responsable	Entidad o persona encargada del funcionamiento, mantenimiento u operación de las tuberías
Coord_x	Coordenada cartesiana de la ubicación del accesorio (ESTE)
Coord_y	Coordenada cartesiana de la ubicación del accesorio (NORTE)
Distrito	Distrito en la que está ubicada el accesorio
Provincia	Provincia en la que está ubicado el accesorio
Depto.	Departamento en el que está ubicado el accesorio

Fuente: Elaboración propia

- Capa de Grifos contra incendio

Tabla 8: Atributos a usar en la capa de GCI

CAMPO	DESCRIPCIÓN
Id_GCI	Número de identificación del objeto espacial,
Geometría	Geometría correspondiente a la capa GCI
Material	Material del que está hecho el GCI
E_conserv	Estado de conservación del GCI (malo, regular, bueno)
E_operativ	Estado del GCI, si está operativo o inoperativo
Responsable	Entidad o persona encargada del funcionamiento, mantenimiento u operación del GCI
Coord_x	Coordenada cartesiana de la ubicación del GCI (ESTE)
Coord_y	Coordenada cartesiana de la ubicación del GCI(NORTE)
Distrito	Distrito en la que está ubicada el GCI
Provincia	Provincia en la que está ubicada el GCI
Depto.	Departamento en el que está ubicado el GCI

Fuente: Elaboración propia

- Capa de válvulas

Tabla 9: Atributos a usar en la capa de las válvulas

CAMPO	DESCRIPCIÓN
Id Val	Número de identificación del objeto espacial
Geometría	Geometría correspondiente a la capa de válvula
Coord_x	Coordenada cartesiana de la ubicación de la válvula (ESTE)
Coord_y	Coordenada cartesiana de la ubicación de la válvula (NORTE)
D(pulg)	Diámetro de la válvula
Tipo	Tipo de válvula (Válvula de aire, de purga)
Edad_Val	Antigüedad de válvula
Función	Función que desempeña la válvula dentro del sistema (regulación, control o distribución)
Empalme	Junta entre tubería y accesorio
Caja	Cantidad de cajas
Tapa	Indicar si existe o no una tapa (si o no)
Sentido	Sentido del giro (horario o antihorario)
E_conserv	Estado de conservación (puede ser: bueno, regular, malo)
E_operativ	Estado de la válvula, si está operativa o inoperativa.
Responsable	Nombre de entidad encargada de contar con la información de la válvula
Depto.	Departamento en la que se encuentra ubicada la válvula
Provincia	Provincia en la que se encuentra ubicada la válvula
Distrito	Distrito en la que se encuentra ubicada la válvula

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo al plano proporcionado por la entidad, dentro del sistema de agua potable existe una gran cantidad de válvulas. Sin embargo, en la visita a campo que se realizó a la zona de estudio no se ha podido identificar ninguna caja en las que deberían estar ubicadas las válvulas, es por ello que, se ha asumido su existencia ya que no se puede hacer un levantamiento

topográfico producto de la falta de permisos; además, se tendría que dañar el pavimento existente.

- Capa del reservorio

Tabla 10: Atributos a usar en la capa del reservorio

ATRIBUTO	DESCRIPCIÓN
Id_Reserv	Número de identificación del objeto espacial
Geometría	Geometría correspondiente a la capa del reservorio
Coord_x	Coordenada cartesiana de la ubicación del reservorio (ESTE)
Coord_y	Coordenada cartesiana de la ubicación del reservorio (NORTE)
Nombre	Nombre del reservorio que entidad encargada le ha asignado
Tipo	Tipo de reservorio
Volumen	Volumen o capacidad de almacenaje del reservorio
Cota	Es la cota de terreno en la que se encuentra el tanque
Edad_Reserv	Año en el que se realizó la instalación
Material	Material del reservorio
E_conserv	Estado de conservación (puede ser: bueno, regular, malo)
E_operativ	Estado de funcionamiento (puede ser: operático o inoperativo)
Responsable	Entidad responsable de la información del reservorio
E_base	Es la cota más baja del tanque, suele coincidir con la cota de elevación del terreno
E_mínima	Es el mínimo nivel de agua que llegara el tanque durante el día. Este nivel es sin considerar el volumen de emergencias.
E_inicial	Es el nivel de agua con el que “arranca” el tanque para su funcionamiento diario. Con este nivel se hace el diseño.
E_máxima	Es el nivel máximo de agua que alcanza el tanque antes que sea necesario el uso de elementos de evacuación de agua.
Depto.	Departamento en el que se encuentra ubicada el reservorio
Provincia	Provincia en el que se encuentra ubicada el reservorio
Distrito	Distrito en el que se encuentra ubicado el reservorio
Dirección	Dirección del reservorio
Código_sun	Código de la infraestructura asignada por la SUNASS

Fuente: Elaboración propia

- Capa de la PTAP

Tabla 11: Atributos a usar en la capa de la PTAP

<i>ATRIBUTO</i>	<i>DESCRIPCIÓN</i>
Id_PTAP	Número de identificación del objeto espacial
Geometría	Geometría correspondiente a la capa de la PTAP
Coord_x	Coordenada cartesiana de la ubicación de la PTAP (ESTE)
Coord_y	Coordenada cartesiana de la ubicación de la PTAP (NORTE)
Nombre	Nombre de la PTAP que entidad encargada le ha asignado
Caudal	Caudal o capacidad de la PTAP
Almacenamiento	Volumen o capacidad de almacenaje de la PTAP
Edad_PTAP	Año en el que se realizó la instalación de la PTAP
E_conserv	Estado de conservación (puede ser :bueno, regular, malo)
E_operativ	Estado operativo de la PTAP (operativo o inoperativo)
Responsable	Entidad responsable de la información de la PTAP
Depto.	Departamento en el que se encuentra ubicada la PTAP
Provincia	Provincia en el que se encuentra ubicada la PTAP
Distrito	Distrito en el que se encuentra ubicada la PTAP

Fuente: Elaboración propia

- Capa de la Bomba

Tabla 12: Atributos a usar en la capa de la Bomba

<i>ATRIBUTO</i>	<i>DESCRIPCIÓN</i>
Id_Bomba	Número de identificación del objeto espacial
Geometría	Geometría correspondiente a la capa del reservorio
Coord_x	Coordenada cartesiana de la ubicación de la bomba (ESTE)
Coord_y	Coordenada cartesiana de la ubicación de la bomba (NORTE)
Nombre	Nombre de la bomba que entidad encargada le ha asignado
Caudal	Caudal con el que trabaja la bomba
Potencia	Potencia con la que trabaja la bomba
Responsable	Entidad responsable de la información de la bomba
Depto.	Departamento en el que se encuentra ubicada la bomba
Provincia	Provincia en el que se encuentra ubicada la bomba
Distrito	Distrito en el que se encuentra ubicada la bomba

Fuente: Elaboración propia

- Capa de redes de alcantarillado (tuberías)

Tabla 13: Atributos a usar en la capa de tuberías de desagüe

CAMPO	DESCRIPCIÓN
Id_Tub_D	Número de identificación del objeto espacial
D (pulg)	Diámetro en pulgadas de la tubería de desagüe
D(mm)	Diámetro en milímetros de la tubería de desagüe
Pendiente	Pendiente que tiene la tubería
calle	Nombre de la calle en la que está ubicada la tubería
E_operativ	Estado de la red, si está operativa o inoperativa.
Responsable	Entidad o persona encargada del funcionamiento, mantenimiento u operación de las tuberías
Provincia	Provincia en la que está ubicada la tubería
Distrito	Distrito en la que está ubicada la tubería
Depto.	Departamento en el que está ubicada la tubería
C_Tub_Inicial	Cota de elevación del terreno en la que inicia la tubería
C_Tub_Final	Cota de elevación del terreno en la que termina la tubería
Observación	Comentarios adicionales sobre la tubería
Sector	Sector de distribución de agua (1 o 2)
Longitud	Longitud de la tubería
Material	Material de la tubería
Edad_Tub	Antigüedad de la tubería
E_conserv	Estado de conservación de la tubería (malo, regular, bueno)
Tipo	Tipo de tubería (colector primario, secundario)

Fuente: Elaboración propia

- Capa de buzones

Tabla 14: Atributos a usar en la capa de buzones

ATRIBUTO	DESCRIPCIÓN
id	Número de identificación del objeto espacial
D (pulg)	Diámetro del buzón en pulgadas
calles	Nombre de la calle de ubicación del buzón
Estado_ope	Estado del buzón, si está operativo o inoperativo.
Responsable	Nombre de entidad encargada de los buzones
Provincia	Provincia en la que está ubicado el buzón
Distrito	Distrito en que está ubicada el buzón
Depto.	Departamento que el que está ubicado el buzón
Imagen	Archivo adjunto del buzón (foto)
Obs.	Comentarios adicionales sobre el buzón
CT	Cota de tapa del buzón
CF	Cota de fondo del buzón
H	Altura del buzón
Coord_x	Coordenada cartesiana de la ubicación el buzón (ESTE)
Coord_y	Coordenada cartesiana de la ubicación el buzón (NORTE)
Antigüedad	Años de vida de funcionamiento del buzón desde su instalación.
Est_conser	Estado de conservación del buzón (malo, regular, bueno)

Fuente: Elaboración propia

- Capa de caja

Tabla 15: Atributos a usar en la capa de caja

ATRIBUTO	DESCRIPCIÓN
Id_Caja	Número de identificación del objeto espacial
Dimensiones	Especificar las dimensiones de las cajas (largo y ancho)
calles	Nombre de la calle en la que se encuentra ubicado las cajas
Estado_ope	Estado operativo de las cajas, si está operativas o inoperativas.
Provincia	Provincia en la que está ubicado la caja
Distrito	Distrito en que está ubicada la caja
Obs	Comentarios adicionales sobre las cajas
Material	Material del que está hecho la caja

Fuente: Elaboración propia

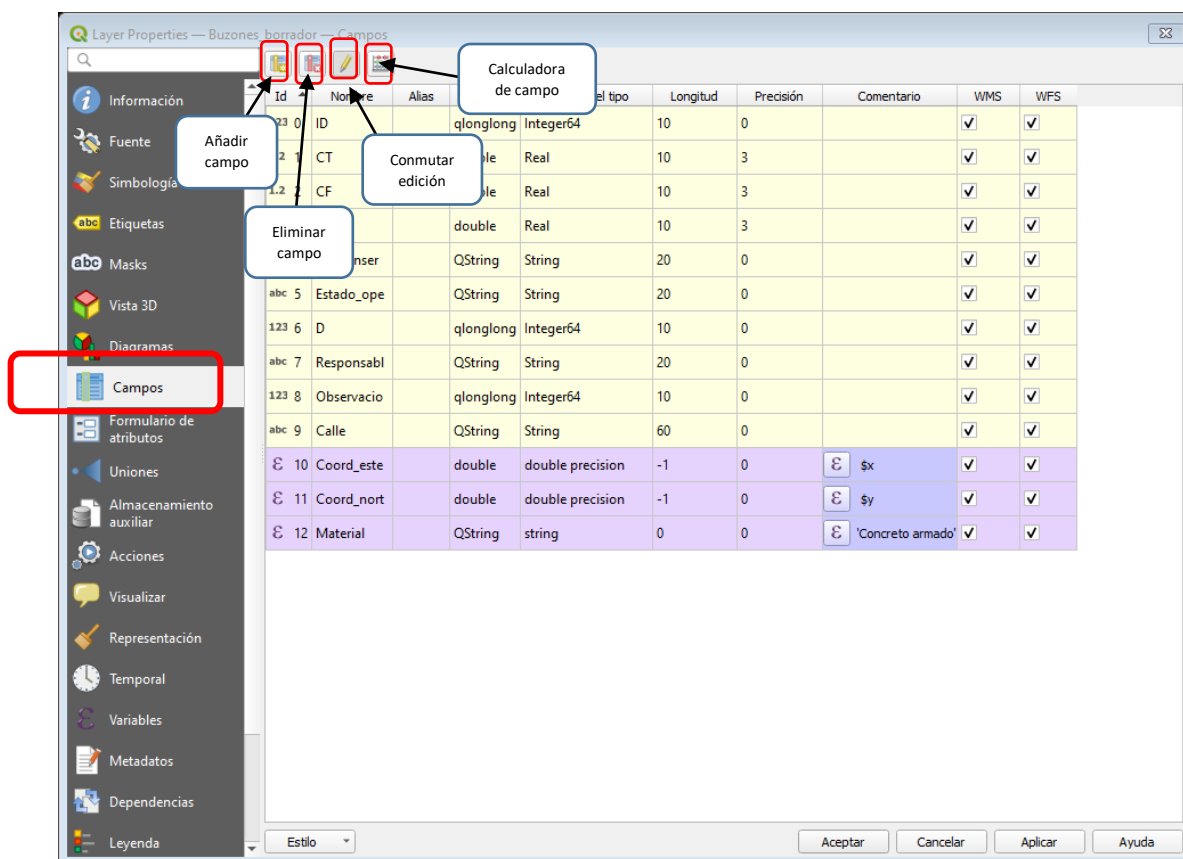
3.6.9. Hipervínculos

Esta función del QGIS permite que los usuarios puedan visualizar los elementos mediante fotos, documentos, entre otros archivos, los cuales permiten tener conocimiento de las condiciones en las que se encuentra el elemento. Dentro del proyecto actual se incluyen imágenes correspondientes a los buzones, grifos contra incendios, el reservorio, la PTAP, con la cual se busca mejorar la base datos, ya que no solo tendremos una vista gráfica sino una vista real de los elementos.

Para añadir las imágenes es necesario realizar los siguientes pasos:

Ingresar a sus propiedades haciendo clic derecho y elegir la opción “*propiedades*”, posteriormente buscar la opción “*campos*”, con ello, se visualizará la ventana de la siguiente imagen:

Figura 23: Creación de campo para el hipervínculo



Fuente: Elaboración propia

Presionar la opción “*Commutar edición*”, al activarse esta opción de manera automática activará todas las demás opciones y permitirá la edición de la capa en la que quieras añadir el hipervínculo.

Seleccionar la opción “*Añadir campo*” en el cual se añadirá el hipervínculo. Dentro del campo llenar los siguientes datos:

- Nombre: “Imagen”, depende del tipo de hipervínculo que se quiera asignar, para el caso se añadirán fotos de los buzones por lo que se ha optado por usar ese nombre.
- Descripción: En esta capa se incluirán imágenes de los buzones.
- Tipo: Texto, ya que se puede elegir una ruta que puede tener datos de texto y números (alfanuméricos).
- Longitud: 250, este número es relativo ya que dependerá de la cantidad de caracteres que tenga el hipervínculo; por ello, es mejor utilizar un número alto.

Figura 24: Descripción de la capa para el hipervínculo.

Fuente: Elaboración propia

Volver a seleccionar la opción “*Conmutar edición*” mediante la cual se guardará los cambios realizados y posteriormente presionar en “*Aceptar*” en la ventana de propiedades.

Nuevamente ingresar a sus propiedades haciendo clic derecho y elegir la opción “*propiedades*”, posteriormente buscar la opción “*Formulario de atributos*” para modificar los atributos y se pueda añadir las imágenes.

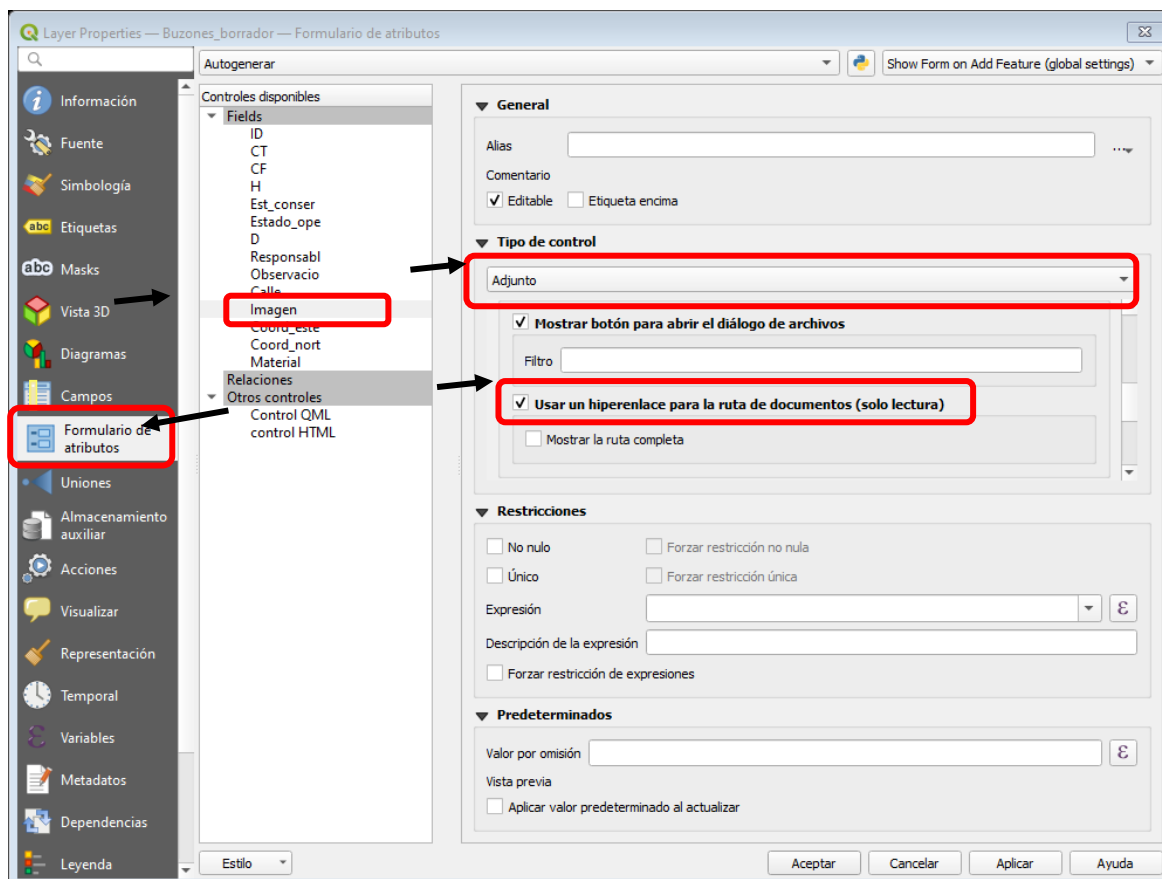
Dentro de los “*controles disponibles*”, desplegar la ventana “*Fields*”, buscar el nombre de la capa creada anteriormente, en este caso con el nombre de “*Imagen*”.

Aparecerá una ventana en la parte derecha las características del campo creado, en este se deben realizar cambios para que las imágenes que se quieran añadir puedan ser visualizadas sin ningún problema, las modificaciones a realizar son las siguiente:

- Tipo de control: Adjunto.
- Mantener activada la opción “*Usar un hiperenlace para la ruta de documentos (solo lectura)*”

Una vez realizada la configuración de las propiedades de la capa, solo es necesario presionar la opción “*Aplicar*” y posteriormente “*Aceptar*” dentro de la ventana de las propiedades para que los cambios realizados se guarden.

Figura 25: Edición de formulario de atributos

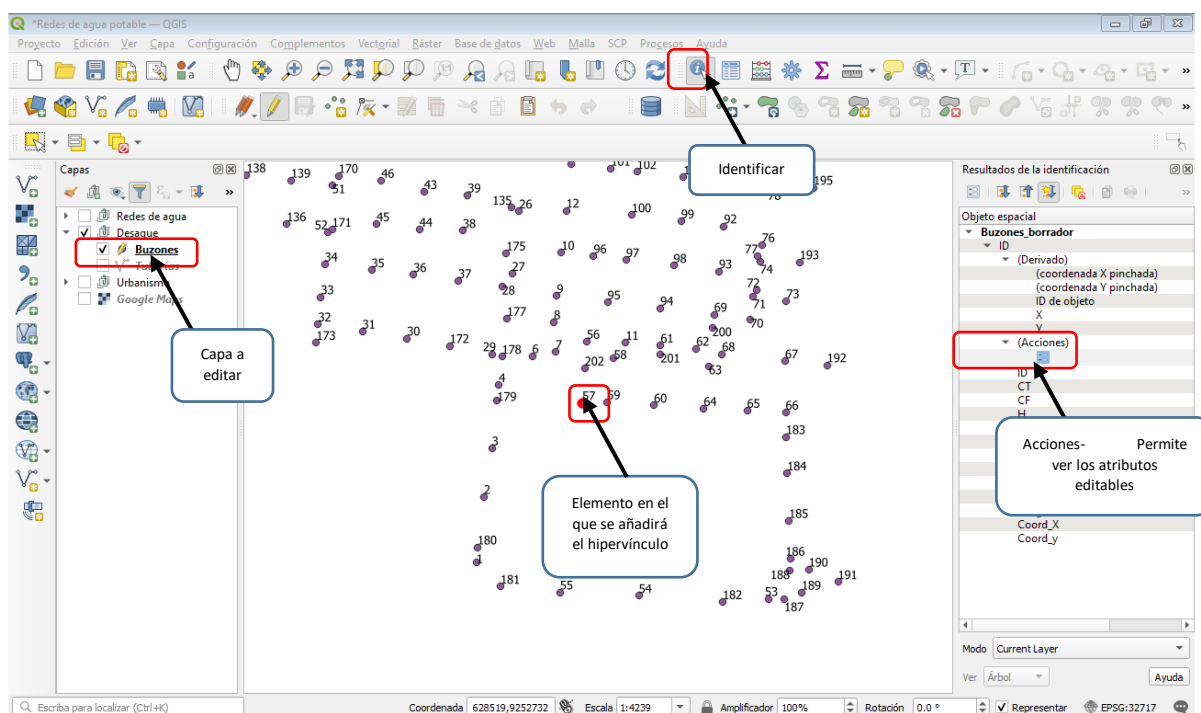


Fuente: Elaboración propia

En la interfaz principal de QGIS se procede a apagar todas las capas excepto la capa que contenga los elementos en la que se adjuntará el hipervínculo; asimismo, activar una etiqueta simple de los buzones para poder identificar cada uno de los elementos, ya que las imágenes de los buzones están guardadas de acuerdo al Id_buzón creado anteriormente. Luego de ello, a usar la opción “*Identificar*”, la cual se encuentra en la barra de herramientas de la parte superior.

Una vez activada la opción “*Identificar*” y seleccionar el elemento en el que se desea añadir el hipervínculo aparecerá una ventana en la parte derecha de la interfaz, en ella buscar la opción “*Acciones*” y dar clic izquierdo, esta abrirá a una ventana editable con todos los atributos de la capa. Dentro de esta capa editable se observa que el campo de “*Imagen*” tiene tres puntos, la cual es una opción mediante la cual se añadirá la ruta del hipervínculo que se desee añadir. Además, es necesario no olvidar activar la opción “*Conmutar edición*” para poder realizar cualquier cambio.

Figura 26: Herramientas usadas para añadir el hipervínculo



Fuente: Elaboración propia

Figura 27: Atributos del objeto espacial

Buzones - Atributos del objeto espacial

ID	57
CT	28.806
CF	27.606
H	1.200
Est_conser	NULL
Estado_ope	Operativo
D	NULL
Responsabl	EPSEL
Observacio	NULL
Calle	Calle S/N
Imagen	b_57.jpg
Coord_X	628930.4307787429
Coord_y	9252480.87098012

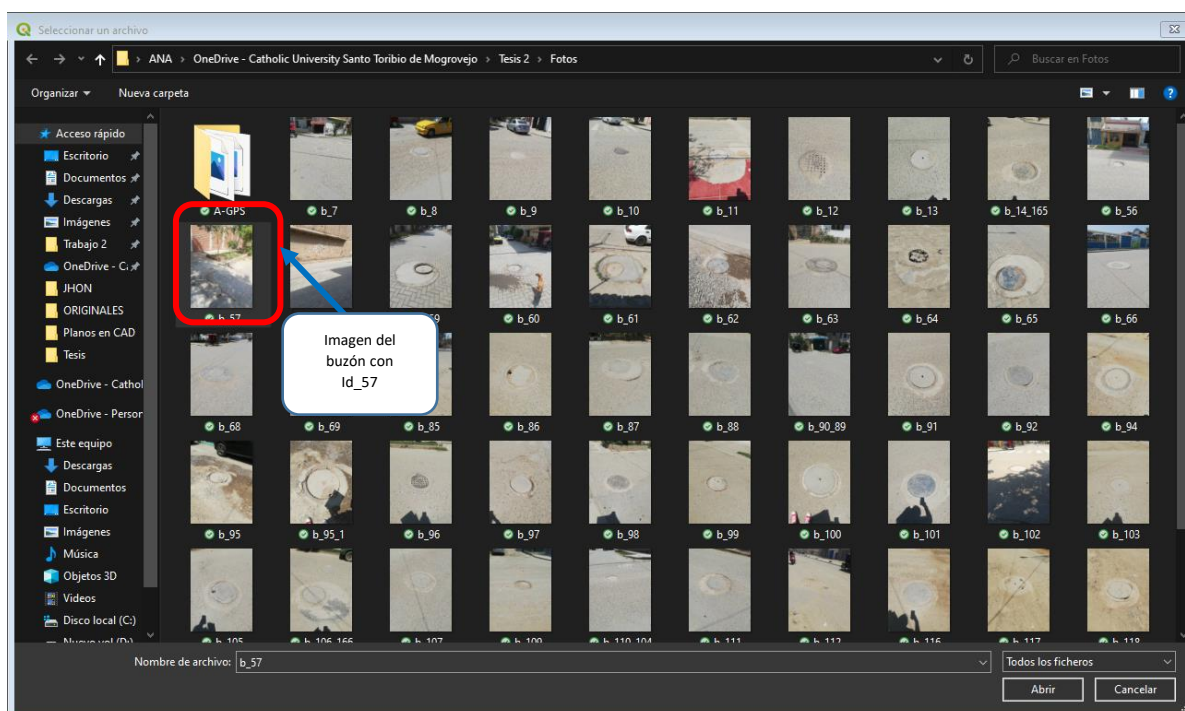
Buttons: Aceptar, Cancelar

Fuente: Elaboración propia

Como ejemplo, se añadirá la imagen del buzón n°57, para ello, se inserta la ruta de búsqueda presionando los tres puntos del campo “Imagen”, el hipervínculo se encuentra en la carpeta de “fotos” que está dentro del almacenamiento de la PC, abrir y buscar la imagen con el nombre “b_ 57”, seleccionar y la añadir; por último, presionar en aceptar y la ventana editable de los

atributos se cerrará. De esa manera se añade el hipervínculo para todos los elementos que se quiera visualizar.

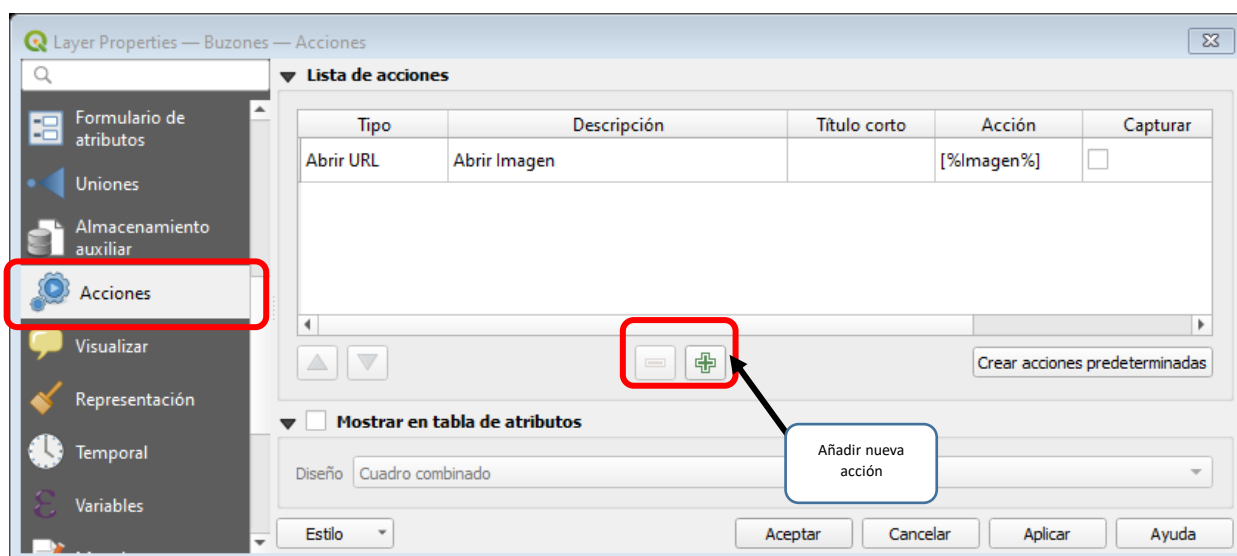
Figura 28: Añadir la imagen como hipervínculo dentro del objeto espacial



Fuente: Elaboración propia

Para poder visualizar la imagen volver a ingresar a sus propiedades haciendo clic derecho y elegir la opción “*propiedades*”, posteriormente buscar la opción “Acciones” y añadir una nueva acción, de la manera como se puede observar en la imagen siguiente.

Figura 29: Creaciones creadas para visualizar el hipervínculo



Fuente: Elaboración propia

Añadir la Acción con la siguiente información:

- Tipo: Abrir
- Descripción: Abrir “Imagen” (es importante recordar el nombre del campo en el que se encuentra el hipervínculo)
- Alcances de acción: Activar “Alcance de objeto” y “Lienzo”.
- Texto de acción: [%Imagen%]

Figura 30: Añadir una nueva acción

Añadir nueva acción

Tipo: Capturar salida

Descripción:

Nombre corto:

Icono:

Alcances de acción

Alcance de objeto
 Alcance de capa
 Alcance de campo
 Lienzo

Texto de la acción

El texto de la acción define lo que pasa cuando se desencadena la acción
 El contenido depende del tipo.
 Para el tipo *Python* el contenido debería ser código de python
 Para otros tipos debería ser un archivo o aplicación con parámetros opcionales

Asignar el nombre del campo en el que se encuentra el hipervínculo

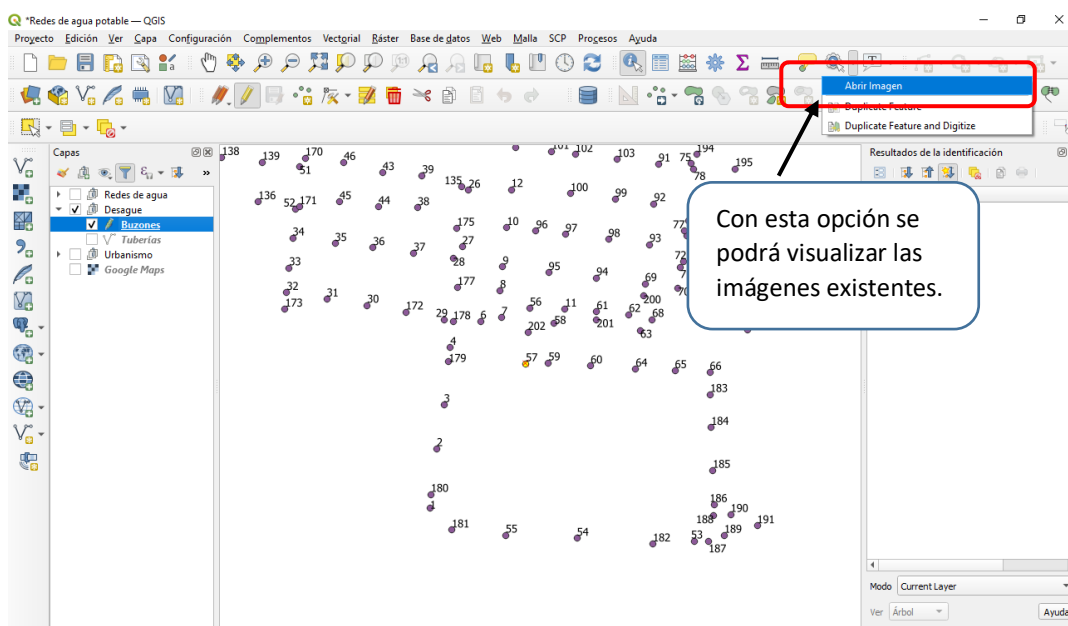
Ejecutar si la notificación coincide

Habilitar solo cuando es editable

Fuente: Elaboración propia

Con esa acción podemos visualizar el buzón desde la interfaz principal presionando en la opción “*Acciones*” como en la imagen siguiente:

Figura 31: Herramienta de acciones - Abrir acción creada



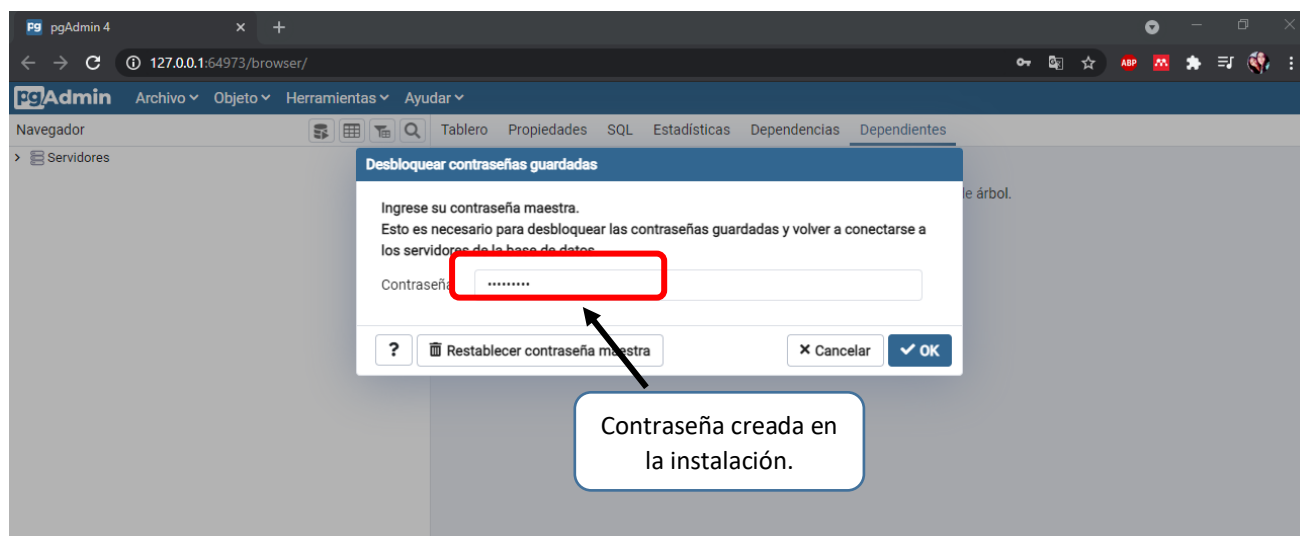
Fuente: Elaboración propia

3.6.10. Conexión con base de datos

Para el proyecto se ha usado la base de datos proporcionada por PostgreSQL, el cual mediante su extensión PostGIS permitirá visualizar la información de las tablas, en este caso los atributos se ven de manera gráfica.

Para conectar la base de datos se ingresa dentro del buscador de la computadora la aplicación "pgAdmin 4", la cual es una interfaz de la base de datos del PostgreSQL. Es necesario recordar que al momento de instalar la aplicación del PostgreSQL se le asignó un usuario y una contraseña, la cual es necesaria para poder ingresar al iniciar la aplicación.

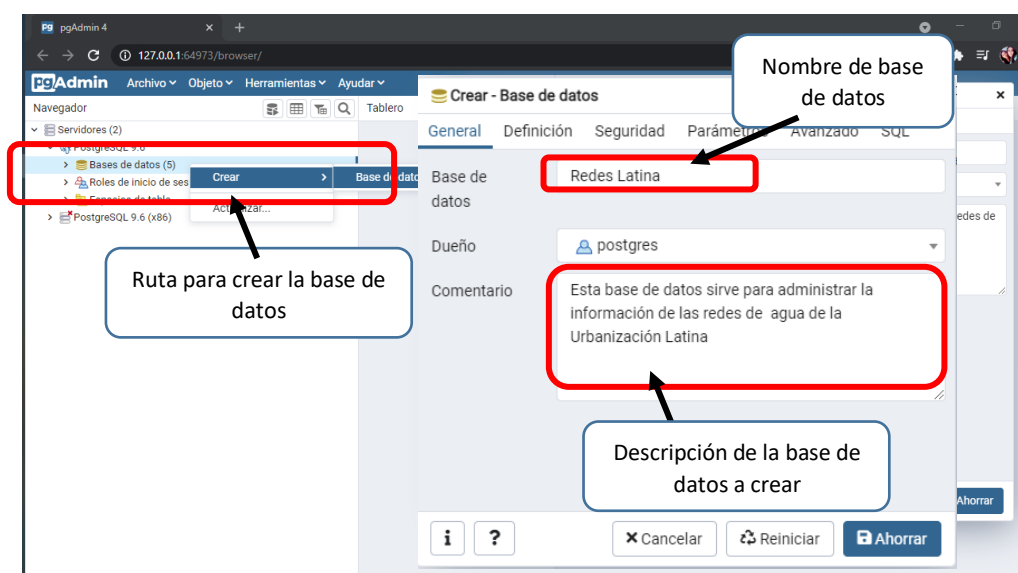
Figura 32: Interfaz del pgAdmin 4



Fuente: Elaboración propia

Después de ingresar la clave asignada, la interfaz de pgAdmin 4 es la que se muestra en la Imagen 33, para generar una nueva base de datos para administrar la información presione clic derecho sobre la opción “*Base de datos*”, y seleccionar la opción “*crear –base de datos*”, se muestra una nueva ventana en la que se incluye la información como la que se muestra en la Imagen 34.

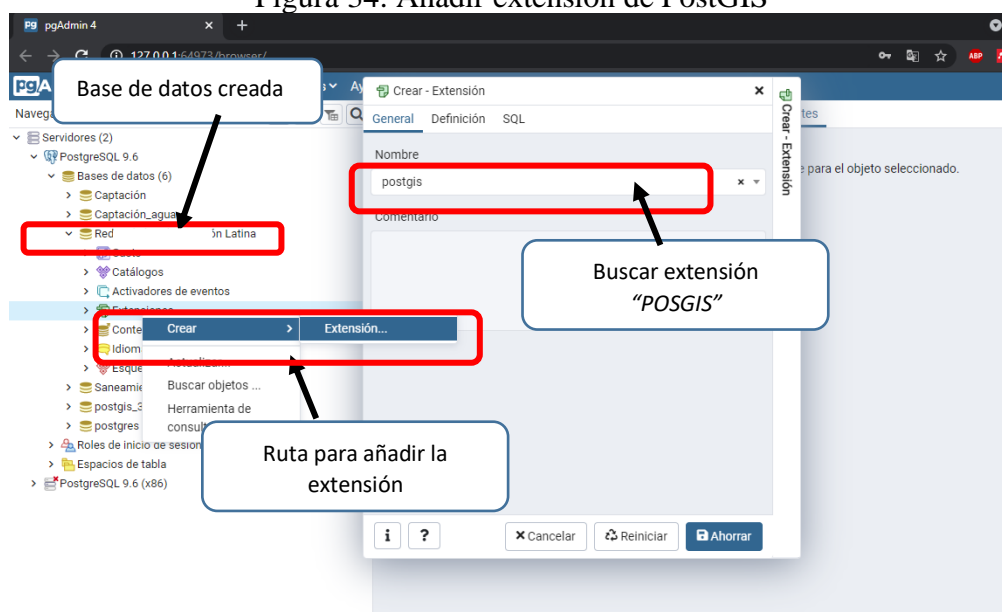
Figura 33: Creación de base de datos en pgAdmin 4



Fuente: Elaboración propia

Cuando la base de datos está creada se visualiza dentro de la pantalla con el nombre que se le ha asignado, en este caso “*Redes Latina*”. Seguidamente, añadir la extensión del PostGIS como se observa en la Imagen 35 para poder luego visualizar de forma gráfica los elementos.

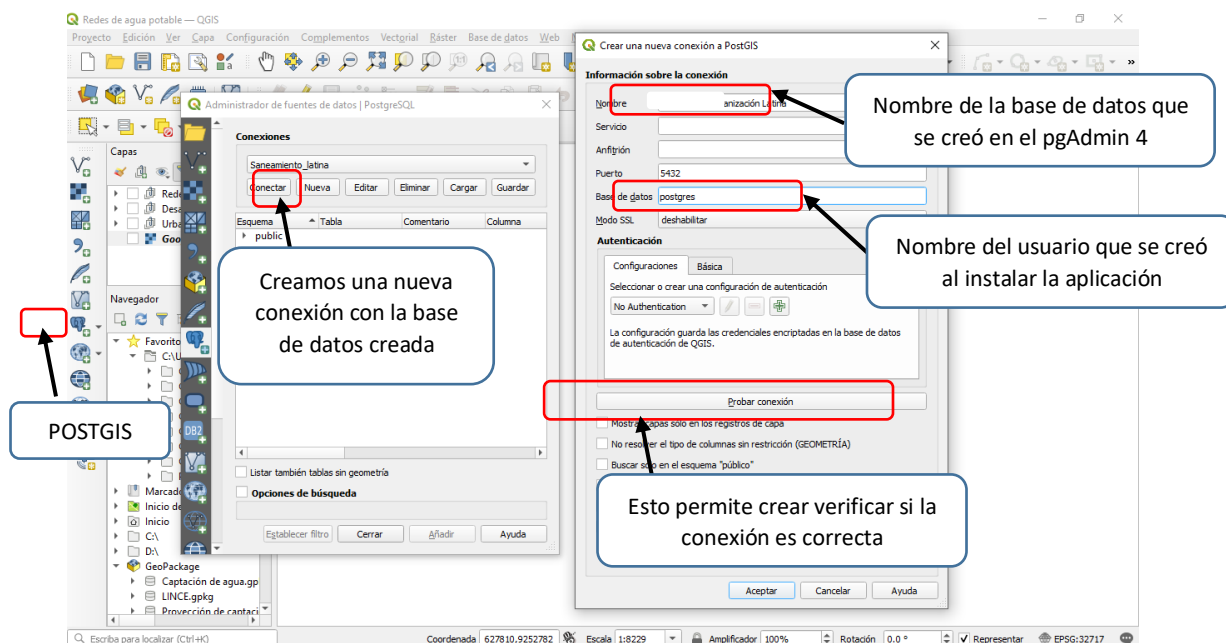
Figura 34: Añadir extensión de PostGIS



Fuente: Elaboración propia

Para crear la conexión de las capas con ambos programas, tanto para el QGIS con el pgAdmin 4 existen dos formas, las cuales se pueden realizar mediante cualquiera de los programas. En este caso, para el proyecto realizar la conexión desde la plataforma de QGIS.

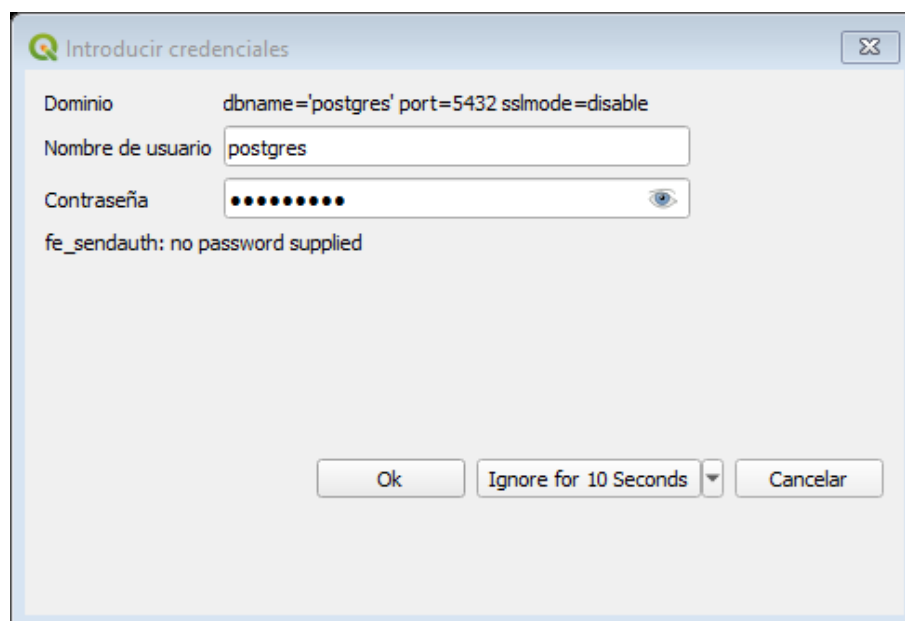
Figura 35: Conexión de base de datos con QGIS



Fuente: Elaboración propia

Al intentar probar la conexión el programa solicitará la contraseña y el usuario para verificar la existencia de esta base de datos en el pgAdmin 4, se ingresa la información de la manera en la que se muestra en la imagen siguiente:

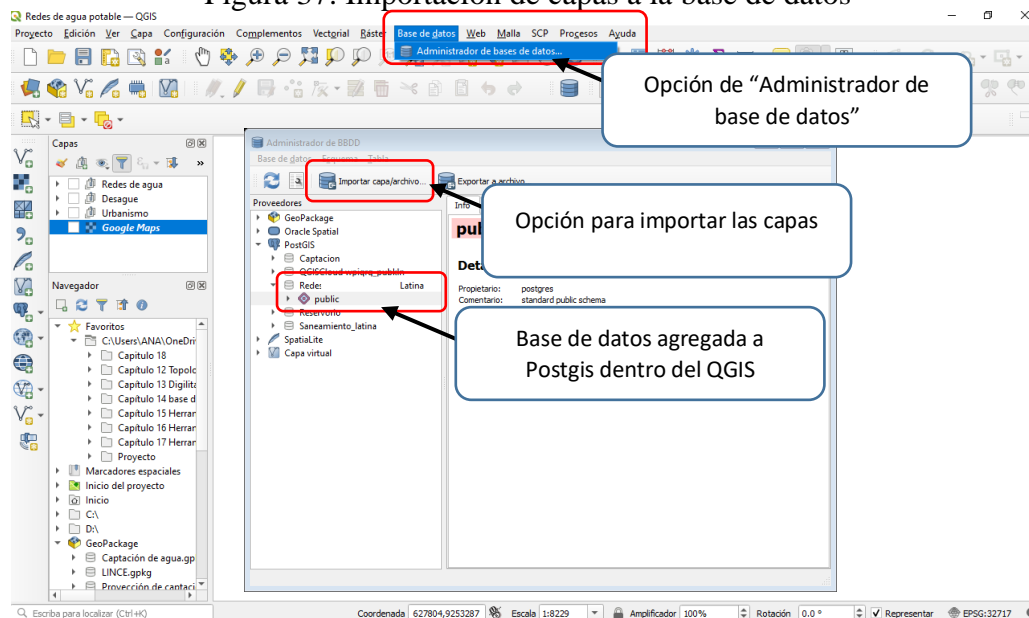
Figura 36: Usuario de base de datos



Fuente: Elaboración propia

Una vez realizada la conexión dentro de la ventana ya se podrá visualizar dentro de las bases de datos integradas del QGIS; sin embargo, actualmente esta base se encuentra vacía sin ninguno tipo de elemento, para poder importar las capas de tipo *Shape* que fueron creadas anteriormente se debe dirigir al “*Administrador de base de datos*”, mostrará una nueva ventana en la que se empezará a realizar la importación.

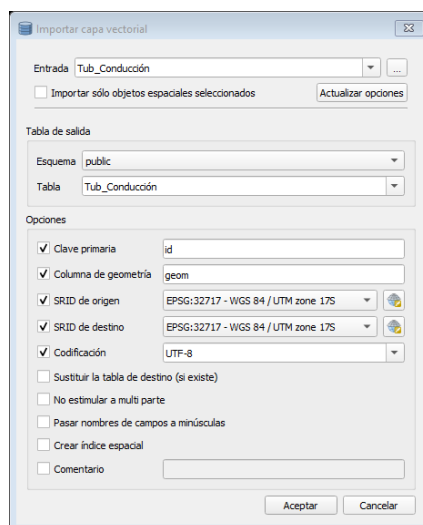
Figura 37: Importación de capas a la base de datos



Fuente: Elaboración propia

Seleccionar la opción “*Importar capa/archivo*” y añadir cada una de las capas creadas anteriormente, esto se realizará de la manera como se muestra en la imagen 30. De esa manera se ha importado toda la información a la base de datos y la podemos visualizar desde la interfaz del pgAdmin 4.

Figura 38: Características de capa a importar



Fuente: Elaboración propia

Figura 39: Visualización en pgAdmin 4 de las capas importadas

The screenshot shows the pgAdmin 4 interface with a table of imported layers. The table has the following columns: **identificación** [PK] entero, **geom geometría**, **d (pulg) Empezando**, **material carácter variable (10)**, **longitud entero**, **e_conserv carácter variable (20)**, and **e_operativ carácter variab**. The table contains 13 rows of data, with the 'Tub_distribución' layer highlighted in the left sidebar.

identificación	geom geometría	d (pulg) Empezando	material carácter variable (10)	longitud entero	e_conserv carácter variable (20)	e_operativ carácter variab
1	0105000020E6100...	6	C.A.	48	Malo	Operativo
2	0105000020E6100...	6	C.A.	53	Malo	Operativo
3	0105000020E6100...	6	C.A.	218	Malo	Operativo
4	0105000020E6100...	6	C.A.	18	Malo	Operativo
5	0105000020E6100...	6	C.A.	127	Malo	Operativo
6	0105000020E6100...	6	C.A.	29	Malo	Operativo
7	0105000020E6100...	6	C.A.	43	Malo	Operativo
8	0105000020E6100...	6	C.A.	55	Malo	Operativo
9	0105000020E6100...	6	C.A.	43	Malo	Operativo
10	0105000020E6100...	4	C.A.	208	Malo	Operativo
11	0105000020E6100...	4	C.A.	47	Malo	Operativo
12	0105000020E6100...	4	C.A.	209	Malo	Operativo
13	0105000020E6100...	4	C.A.	54	Malo	Operativo

Fuente: Elaboración propia

Se logró crear una base consolidada con toda la información existente de ambos sistemas de saneamiento existentes en la Urbanización Latina. Una vez realizada la conexión entre ambos programas se puede proceder a la conexión actualización en cualquier momento en nuestro computador.

3.6.8. Conexión de base de datos con otro ordenador

La actualización de datos es una actividad que se debe realizar con frecuencia dentro de la entidad; sin embargo, la falta de centralización de información es producto de que la información se encuentra distribuida en diferentes áreas produce que esta no se realice. Tener un conocimiento de la situación actual de las redes permite a la entidad conocer los problemas existentes y con ello plantear diferentes soluciones ya sea de mantenimiento o mejoramiento del sistema. Es por ello que, se plantea la conexión de pgAdmin 4 con otro ordenador para poder realizar la actualización de información de mejor manera.

Para conectar a más de un computador es necesario realizar los pasos de la siguiente manera:

- Instalar el PostgreSQL en el ordenador que se quiere hacer la conexión remota, para una mejor comprensión a este lo llamaremos “Ordenador secundario”.
- De la misma manera que en el primer caso se le asigna un usuario y una contraseña.
- En el pgAdmin del ordenador principal creamos un nuevo rol, el cual permite que el otro usuario pueda ingresar y realizar algunas otras funciones como las que se muestra siguiente imagen

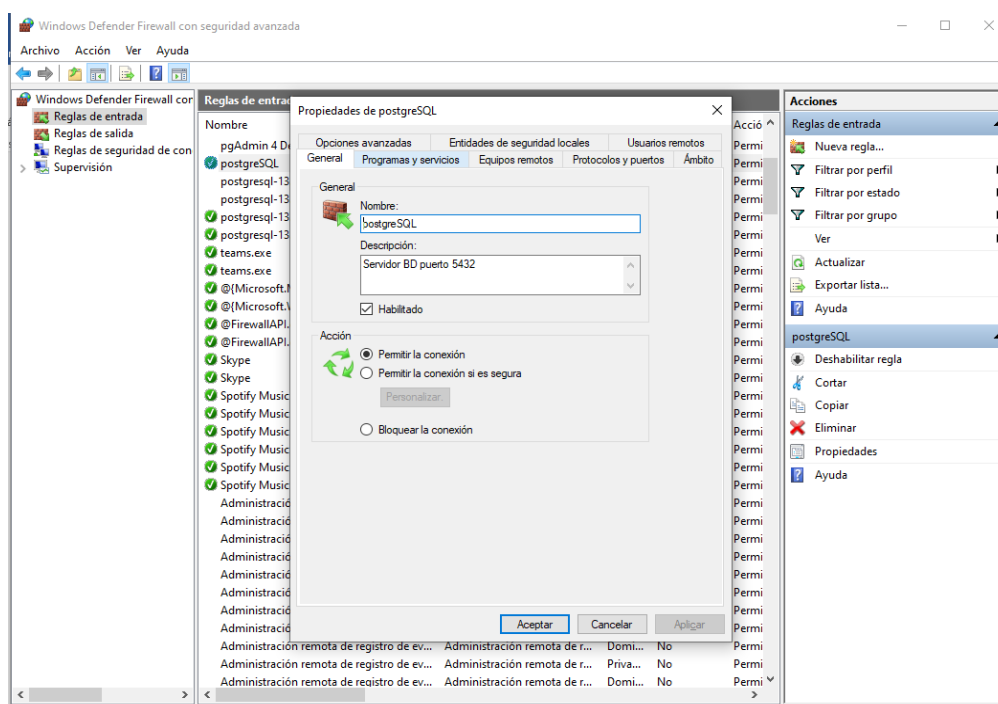
Figura 40: Creación de nuevo usuario en base de datos

Fuente: Elaboración propia

Aunque ya se haya conectado, otro Usuario puede entrar a la base de datos, pero no desde otro computador, sino desde el principal, ya que aún se debe configurar el firewall y los archivos de configuración del servidor de la siguiente manera:

- En la máquina principal seguir la siguiente ruta: *Panel de control – Sistema y seguridad – Firewall de Windows Defender – Permitir un programa o una característica a través de Firewall de Windows Defender – cambiar configuración – permitir otra aplicación.* Dentro de la nueva ventana buscar el icono del *pgAdmin 4* y añadir a las aplicaciones y características permitidas, es necesario dejar marcado las dos casillas que tiene enfrente, por último, damos clic en *Aceptar*.

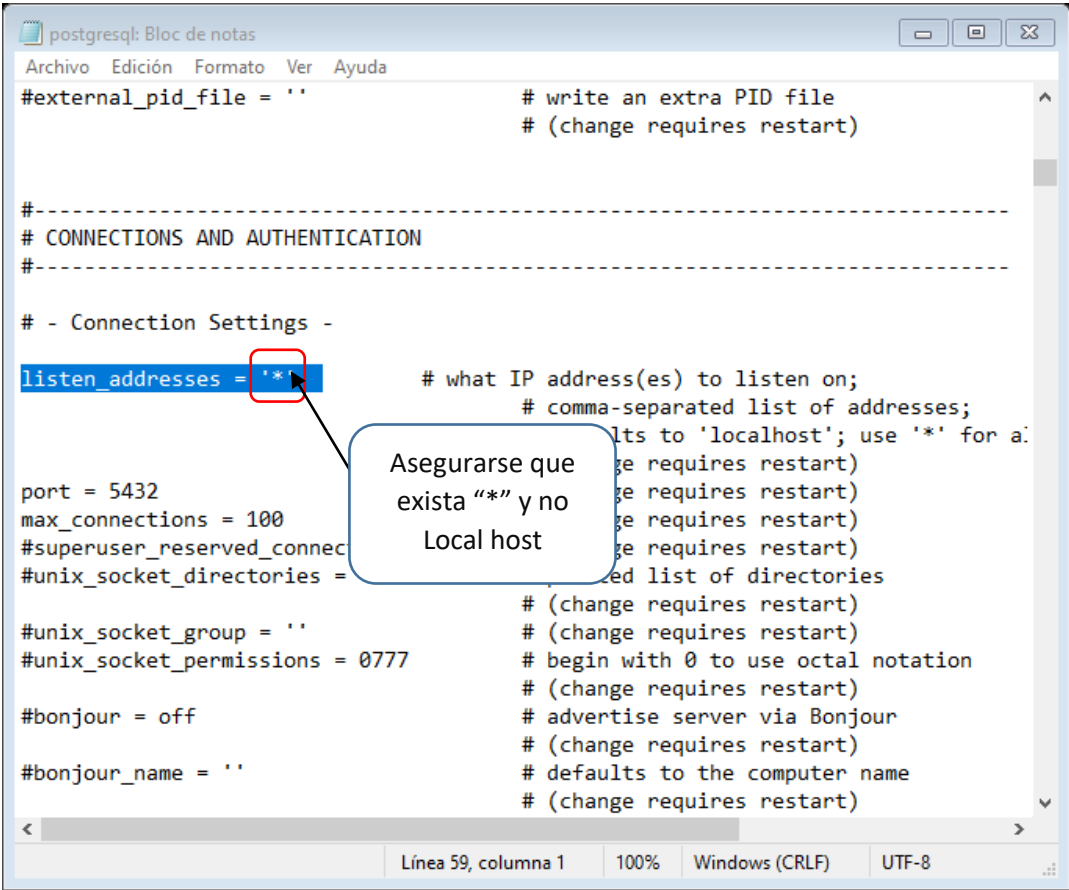
Figura 41: Configuración del Firewall de Windows Defender



Fuente: Elaboración propia

- Regresando a la ventana de *Firewall de Windows Defender* – seleccionar *Configuración avanzada* – pulsa sobre *Reglas de entrada* – en la parte derecha de la pantalla selecciona *Nueva regla* – marcar la opción *Puerto – siguiente* – escribir en *Puertos locales específicos: 5432 – siguiente* – escribir *Nombre: postgresQL, Descripción: servidor BD puerto 5432* – clic en *Finalizar*. De esa manera hemos creado la siguiente regla.
- Posteriormente a ello, modificar los archivos internos del programa, siguiendo la siguiente ruta: *Este equipo – Disco Local C – PostgreSQL – 9.6 – Data*, en esta carpeta se encuentra archivos del tipo CONF de block de notas, abrir el archivo llamado “*postgresql*”, dentro de este buscarla la línea con las palabras “*Connection Setting*” y asegurarse que dentro de la frase “*listen_addresses*” no diga *Localhost* sino “***” y en “*port*” este el puerto 5432 para poder conectar con otro ordenador.

Figura 42: Conexión y Automatización



```

pgsql: Bloc de notas
Archivo Edición Formato Ver Ayuda
#external_pid_file = ''           # write an extra PID file
                                  # (change requires restart)

#-----
# CONNECTIONS AND AUTHENTICATION
#-----

# - Connection Settings -
listen_addresses = '*'           # what IP address(es) to listen on;
                                  # comma-separated list of addresses;
                                  # defaults to 'localhost'; use '*' for a:
                                  # (change requires restart)
port = 5432                       # (change requires restart)
max_connections = 100             # (change requires restart)
#superuser_reserved_connections = 3 # (change requires restart)
#unix_socket_directories = ''     # comma-separated list of directories
                                  # (change requires restart)
#unix_socket_group = ''          # (change requires restart)
#unix_socket_permissions = 0777  # begin with 0 to use octal notation
                                  # (change requires restart)
#bonjour = off                   # advertise server via Bonjour
                                  # (change requires restart)
#bonjour_name = ''              # defaults to the computer name
                                  # (change requires restart)

```

Fuente: Elaboración propia

- En la misma carpeta llamada “*data*”, abrir el archivo con nombre “*ph_hba*”, buscar la línea “*# IPv4 local connections*” borrar la IP que sale por defecto y escribir el IP de la máquina principal y en la siguiente línea el IP del monitor secundario.

Figura 43: Configuración del IP de las computadoras que se desean conectar

```

pg_hba: Bloc de notas
Archivo Edición Formato Ver Ayuda
# Put your actual configuration here
# -----
#
# If you want to allow non-local connections, you need to add more
# "host" records. In that case you will also need to make PostgreSQL
# listen on a non-local interface via the listen_addresses
# configuration parameter, or via the -i or -h command line switches

# TYPE DATABASE USER ADDRESS METHOD
# IPv4 local connections:
host all all 192.168.0.4/32 md5
host all all 192.168.0.14/32 md5
# IPv6 local connections:
host all all ::1/128 md5
# Allow replication connections from localhost by default
# replication privilege.
#host replication postgres 127.0.0.1 md5
#host replication postgres ::1 md5

```

Fuente: Elaboración propia

- Dirigirse al escritorio y en el ícono de “*Este Equipo*” presionar clic derecho y elegir la opción “*Administrar*”, buscar la opción “*Servicios y aplicaciones*”, dar clic en “*Servicios*”, en la lista buscar “*postgresql-x64-9.6*” lo seleccionar y posteriormente dar clic en la opción “*Reiniciar*”.
- Ahora en el computador secundario abrir la aplicación instalada “*pgAdmin 4*” y proceder a añadir un nuevo servidor, que en este caso es el que se ha creado anteriormente, pero para poder conectar se debe ingresar datos anteriormente usados como:

Nombre: postgres

Host name/address: IP de la computadora principal

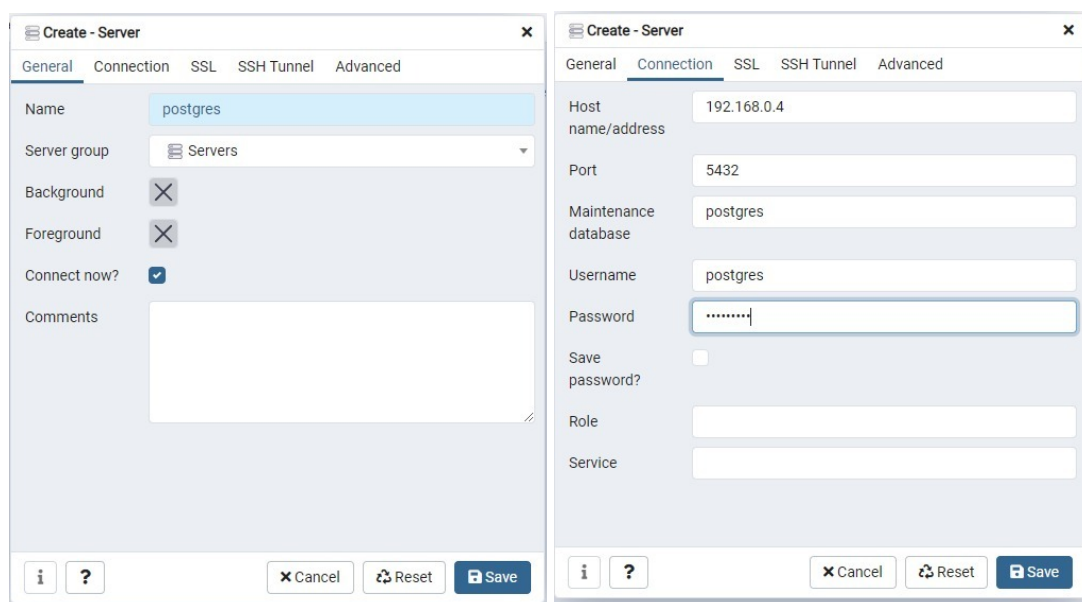
Port: Puerto del computador principal

Username: postgres

Password: contraseña asignada al usuario.

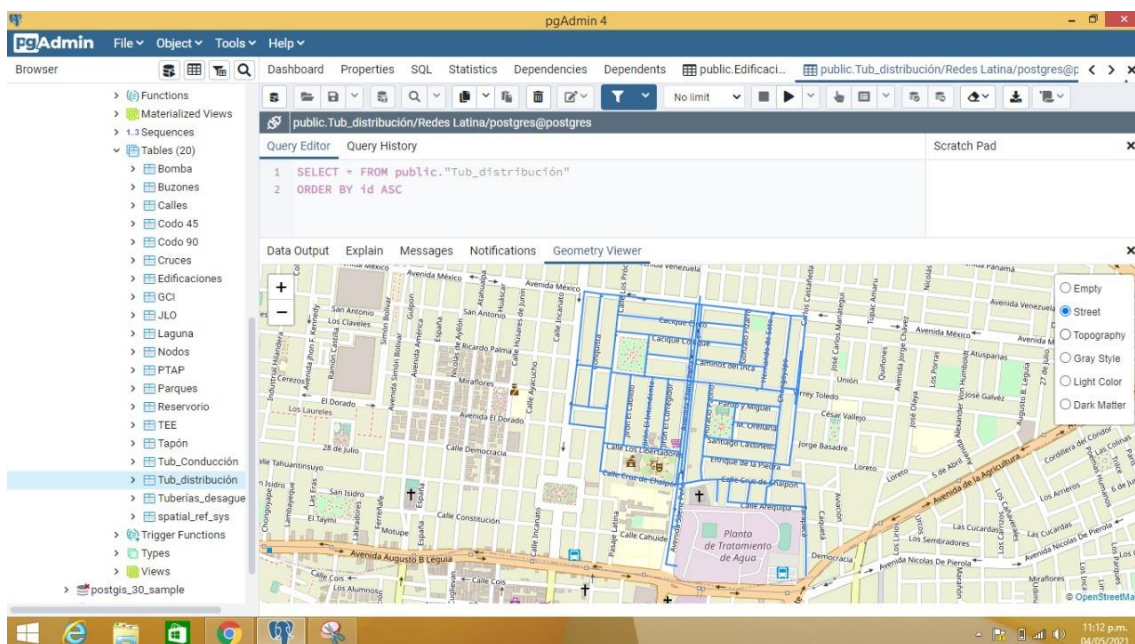
De esa manera se ha realizado la conexión remota con el segundo servidor de Windows 8.1.

Figura 44: Conexión remota con otra computadora



Fuente: Elaboración propia

Figura 45: Base de datos conectada a otra computadora



Fuente: Elaboración propia

La imagen 45 presenta la forma en la que se deben ingresar los datos para conectar la base de datos con el ordenador secundario; por otro lado, en la Imagen 46 se muestra la pantalla del pgAdmin 4 con la base de datos abierta en el ordenador secundario en el que se creó la conexión remota. Dentro de esta interfaz se puede realizar la conexión con el QGIS y ver la información y seguir ingresando o eliminando elementos de acuerdo a los cambios que se realicen en las redes.

3.6.11. Simulación hidráulica

El modelamiento hidráulico es una representación de los elementos de una estructura, en este caso se modelará todo el sistema de la distribución del agua potable de la Urbanización Latina, con ella se espera analizar el comportamiento de la red tomando en cuenta toda la información recopilada.

Para este análisis se ha tomado en cuenta las redes digitalizadas anteriormente en el QGIS con la ubicación exacta de cada uno de los elementos. Sin embargo, producto del limitado acceso a la información se ha tenido que usar otros medios para complementar; ejemplo de ello, es el caso del caudal de diseño de las tuberías, se ha optado por asumir un caudal tomando en cuenta la población de la Urbanización; otro valor asumido, serán las cotas de inicio de la tubería ya que no existe registro de ellas en la entidad.

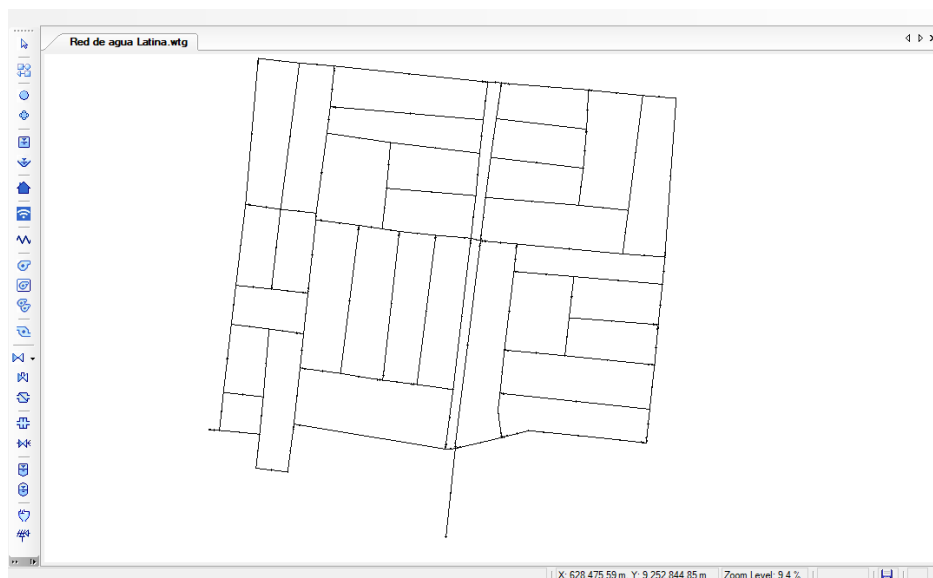
Procedimiento

Para la simulación hidráulica de las redes de distribución de la Urbanización Latina se ha hecho uso de WaterCAD, en este se ha realizado la representación digital de cada uno de los elementos de la red con el fin de analizar su comportamiento durante el transporte del flujo. Como ya se mencionó, producto del difícil acceso a la información no se ha podido completar la información y es por ello que no se esperan resultados tan precisos.

- **Construcción topológica.**

En esta etapa se realiza el trazado de la tubería con una escala real, para ello se tomó como plantilla las redes de agua ya digitalizadas en QGIS, las cuales se importaron al programa con el formato “DXF”

Figura 46: Redes de agua -WaterCAD



Fuente: Elaboración propia

Asignación de información

Esta etapa consiste en añadir los componentes esenciales que complementan el sistema, como: válvulas, reservorios. Seguidamente, se procede a la asignación de las características de cada elemento, como: diámetros, material, coeficiente de rugosidad, entre otros datos necesarios.

- **Esquematización de la red**

Esta etapa consiste en organizar los elementos de la red que desempeñan un rol significativo, eliminar todos los elementos que no cumplen una función principal dentro de la distribución del agua en la red. Dentro de ello, tenemos las redes primarias y secundarias ya que son estas con las que se realizará el modelo.

- **Asignación de elevaciones**

La información adquirida no cuenta con los datos de elevaciones, para complementar la información se hizo uso de las cotas de tapa de los buzones y se les restó 1 metro de profundidad, logrando con ello establecer una cota de referencia para cada nodo, la consideración de tomar un metro de profundidad es de acuerdo a lo establecido en la norma actual.

Cada uno de los datos fue insertado de manera manual en el software.

- **Asignación de demandas**

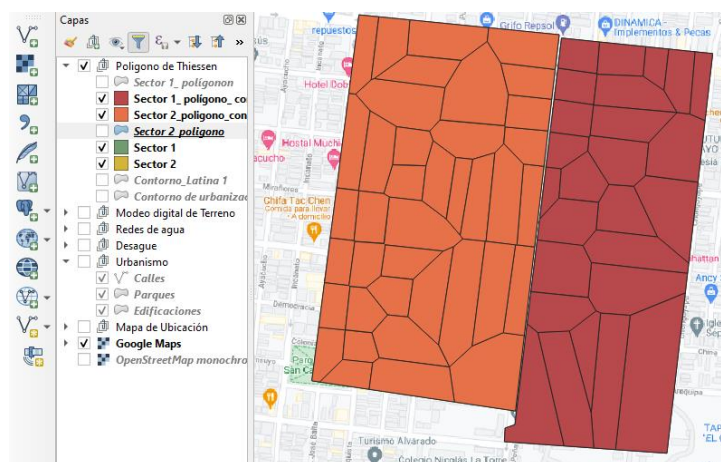
La asignación de la demanda, en vista de que la entidad no proporcionó el caudal de distribución a la zona de estudio, se optó por aproximar el valor del caudal para poder tener una simulación con datos referenciales. Para ello, se hizo uso de la cantidad de conexiones domiciliarias y de la densidad poblacional, con su respectiva asignación de la dotación dada por la norma actual.

Tabla 16: Demanda de agua por sectores

Sector I			Sector II		
Lugar:	Urbanización Latina		Lugar:	Urbanización Latina	
Distrito	José Leonardo Ortiz		Distrito	José Leonardo Ortiz	
N° de conexiones	580	conex	N° de conexiones	504	conex
Habitantes por conexión	6	hab/conex	Habitantes por conexión	6	hab/conex
Población	3480.0	hab	Población	3024	hab
Dotación	220.0	Litros/hab/día	Dotación	220	Litros/hab/día
Q(m3)	9.0	litros/seg	Q(m3)	7.7	litros/seg
k1	1.3		k1	1.3	
k2	2.0		k2	2	
Caudal promedio	12	litros/seg	Caudal promedio	10	litros/seg
Caudal Máx Horario	18	litros/seg	Caudal Máx Horario	15	litros/seg

Fuente: Elaboración propia

Figura 47: Polígonos de Thiessen en cada sector



Fuente: Elaboración propia

Dentro del WaterCAD la asignación a cada uno de los nodos se hizo por medio del método de las áreas de influencia, en el cual se generan áreas para cada nodo formado el polígono de Thiessen. Seguidamente, en el QGIS se calculó el área de cada uno de ellos para poder calcular el caudal que le correspondía a cada uno de los nodos.

Tabla 17: Distribución de demandas en el Sector I

ID	ELEMENTID	Qmh (l/s)	Área (m ²)	A_total (m ²)	Qd (l/s)
4	139	18	3467.12	173814.01	0.98
5	79	18	3479.63	173814.01	0.36
2	81	18	3360.95	173814.01	0.35
3	163	18	2267.42	173814.01	0.23
26	128	18	6060.16	173814.01	0.63
1	160	18	4010.28	173814.01	0.42
24	126	18	8302.2	173814.01	0.86
25	77	18	3675.74	173814.01	0.38
12	123	18	10735.17	173814.01	1.11
13	75	18	3184.86	173814.01	0.33
10	73	18	1851.2	173814.01	0.19
11	71	18	10367.82	173814.01	1.07
8	157	18	6249.85	173814.01	0.65
9	113	18	21514.05	173814.01	2.23
6	111	18	10559.57	173814.01	1.09
7	151	18	6474.12	173814.01	0.67
20	109	18	4339.42	173814.01	0.45
21	154	18	6322.7	173814.01	0.65
18	106	18	4808.33	173814.01	0.5
19	104	18	6295.67	173814.01	0.65
16	102	18	7943.85	173814.01	0.82
17	148	18	8656.99	173814.01	0.9
14	100	18	5925.68	173814.01	0.61
15	146	18	4322.19	173814.01	0.45
22	98	18	10587.4	173814.01	1.1
23	144	18	3051.64	173814.01	0.32

Fuente: Elaboración propia

Tabla 18: Distribución de demandas en el Sector II

ID	ELEMENTID	Qmh (l/s)	Área (m ²)	A_Total (m ²)	Qd(l/s)
6	212	15	7060.34	212821.87	0.5
7	202	15	9086.94	212821.87	0.64
4	209	15	4954.45	212821.87	0.35
5	206	15	3645.36	212821.87	0.26
2	196	15	6113.82	212821.87	0.43
3	95	15	12177.07	212821.87	0.86
39	93	15	5022.69	212821.87	0.35
1	199	15	11160.8	212821.87	0.79
14	91	15	4344.89	212821.87	0.31
15	89	15	3642.7	212821.87	0.26
12	87	15	3915.21	212821.87	0.28
13	193	15	3395.22	212821.87	0.24
10	85	15	4169.46	212821.87	0.29
11	191	15	8267.41	212821.87	0.58
8	83	15	6343.28	212821.87	0.45
9	189	15	3989.74	212821.87	0.28
22	186	15	4672.59	212821.87	0.33
23	184	15	3265	212821.87	0.23
20	181	15	5615.39	212821.87	0.4
21	178	15	7718.07	212821.87	0.54
18	175	15	3718.51	212821.87	0.26
19	173	15	6900.06	212821.87	0.49
16	171	15	10458.44	212821.87	0.74
17	169	15	8102.49	212821.87	0.57
30	166	15	6879.32	212821.87	0.48
31	46	15	3519.88	212821.87	0.25
28	44	15	2653.87	212821.87	0.19
29	42	15	2926.44	212821.87	0.21
26	40	15	7514.62	212821.87	0.53
27	240	15	4186.86	212821.87	0.3
24	237	15	4461.04	212821.87	0.31
25	234	15	5739.86	212821.87	0.4
37	231	15	5905.74	212821.87	0.42
38	228	15	3272.7	212821.87	0.23
35	226	15	4235.11	212821.87	0.3
36	223	15	3130.07	212821.87	0.22
33	220	15	3297.31	212821.87	0.23
34	217	15	3753.79	212821.87	0.26
32	215	15	3605.33	212821.87	0.25

Fuente: Elaboración propia

Teniendo consideración de que solo se está tomando en cuenta la población de la Urbanización, se optó por considerar un nodo de ingreso para cada sector, ya que la información

del caudal de la planta y del Reservorio no fue proporcionada por la entidad. En cada nodo de ingreso se idealizó un reservorio, la altura de este fue calculada tomando en cuenta criterios de la normativa actual; es decir, que cumpla con las presiones de servicio para ello necesitaba estar ubicado en una cota más alta a la desfavorable.

Tabla 19: Presiones promedio en tuberías según EPSEL

	Presión (lb/pg2 --PSI)	Presión (MCA)
Sector 1	5	3.515445
Sector 2	4	2.812356

Fuente: Elaboración propia

Tabla 20: Reservorio idealizados en el modelo

Reservorio 01			Reservorio 02		
Cota más desfavorable	28.03	m.s.n.m	Cota más desfavorable	26.17	m.s.n.m
Presión Servicio	3.515445	m.c.a	Presión Servicio	2.812356	m.c.a
CLGH =	31.545445	m	CLGH =	28.982356	m
Cota de terreno	27.27	m.s.n.m	Cota de terreno	27.1	m.s.n.m
Altura de fuste	4.275445	m	Altura de fuste	1.882356	m

Fuente: Elaboración propia

Dentro del WaterCAD se ha realizado un análisis estático, usando la fórmula de Hazen Williams para el cálculo de velocidades. Los criterios que deben de cumplirse en un sistema de distribución de agua son: mantener un caudal que satisfaga a toda la población y cumpla con las presiones de servicio para que llegue hasta las cotas más desfavorables de la urbanización.

Con los datos ingresados al programa se espera alcanzar valores referenciales sobre el comportamiento de la red actual; sin embargo, estos valores asumidos han sido considerados de la normativa de diseño actual ya que no hay existencia de la que fue usada en 1970.

3.7. Plan de procesamiento y análisis de datos

ETAPA I:

- Aprender el manejo de cada uno de los softwares.
- Realizará una revisión de la parte normativa peruana relacionada con las redes de distribución tanto de agua potable como las redes de saneamiento.
- Obtención de datos de EPSEL sobre las redes de agua potable y alcantarillado de la urbanización Latina del distrito José Leonardo Ortiz.

ETAPA II:

- Exportación de los planos al Software.
- Creación de capas del proyecto

ETAPA III:

- Crear conexión con las aplicaciones adicionales para procesar base de datos
- Asignación de atributos y nombre de los elementos
- Modelamiento de base de datos.

ETAPA IV:

- Parámetros y visualización de base de datos.

ETAPA V:

- Filtrado de capas
- Demostración de los atributos en el software.
- Edición de información
- Actualización de la información.

ETAPA VI:

- Simulación de la red en software especializado.

ETAPA VII:

- Redacción de informe.

3.8. Consideraciones éticas

Para la elaboración de la investigación “Manejo del sistema de información geográfica para la gestión de redes de agua potable y alcantarillado de la urbanización latina del distrito de José Leonardo Ortiz de la provincia Chiclayo”, se verificó que no existiera una investigación pasada respecto al tema propuesto, por lo que se puede afirmar que la investigación presentada es original y auténtica. Por ello, como estudiante me comprometo a desarrollar el tema propuesto según la amplitud detalla en el proyecto. Los resultados finales se obtendrán después de realizar la implementación del sistema de información geográfica y analizar las condiciones de las variables, tomando en cuenta el compromiso de no cometer plagio en relación con otras investigaciones. Asimismo, el marco teórico y los antecedentes fueron redactados respetando los derechos de los autores con su cita respectiva.

3.9. Matriz de consistencia

Tabla 21: Matriz de consistencia

MANEJO DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA PARA LA GESTIÓN DE REDES DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE LA URBANIZACIÓN LATINA DEL							
Problema General	Objetivo General	Hipotesis General	VARIABLES	Dimensiones	Indicadores	Instrumento	Metodo de
¿Será el SIG un sistema factible y viable para que la entidad tenga una mejor gestión y administración de las redes existentes en la urbanización Latina?	Implementar un sistema de información geográfica para mejorar la gestión técnica de las redes de agua potable y alcantarillado de la urbanización Latina del distrito José Leonardo Ortiz, Chiclayo	El sistema de información si permitirá tener una mejor gestión de la información de las redes de la Urbanización Latina	VARIABLE INDEPENDIENTE: Sistema de información geográfica	hardware (equipo); software (programas)	Recursos optimos y software especializado	Ficha De Observacion	TIPO: Aplicado DISEÑO: No Experimental NIVEL: Descriptivo ENFOQUE: Cuantitativo
				Base de datos	Eficiencia en almacenamiento de datos espaciales	Ficha De Observacion	
				Recursos humanos	Manejo del software. Tratamiento de información	Ficha de observación	
Problemas Especificos	Objetivos Especificos	Hipótesis Especificas	VARIABLE DEPENDIENTE: Gestión de información de las redes	Redes de agua potable	Eficacia del registro de toda los elementos de la red.	Ficha De Observacion	
¿Existe una base de datos espacial que permite tener la información de manera permanente dentro de la entidad?	Diseñar y organizar una base de datos espacial, que permitirá la gestión y organización de la información de manera permanente en la base de datos	El SIG si permite tener una base de datos que permite gestionar la información de manera permanente.		Redes de alcantarillado	Eficacia del registro de toda los elementos de la red	Ficha De Observacion	Poblacion, Muestra y Muestreo
¿La empresa tiene un control de las redes de agua potable y alcantarillado?	Tener un mejor control y gestión de las redes distribución del agua potable y alcantarillado de la urbanización.	El SIG si permitirá tener un control de las redes de agua potable y alcantarillado de la urbanización					
¿Se tiene conocimiento del comportamiento actual de las redes?	Realizar una simulación del comportamiento hidráulico de las redes mediante el software especializado	La simulación hidráulica permitirá tener un mejor conocimiento del funcionamiento actual de las redes					
¿Se tiene conocimiento del funcionamiento del QGIS para poder digitalizar la base de datos?	Elaboración de una guía rápida sobre el manejo del programa QGIS.	La guía rápida permite que más usuarios puedan utilizar la plataforma y realicen la actualización correspondiente.		Simulación de redes	Análisis de datos arrojados por el software especializado	Ficha comparativa	Poblacion: Corredores viales de pavimentos rígidos y flexibles de la Provincia de Huaraz, 2020. Muestra: 04 corredores viales, de los cuales dos (02) corresponden a carreteras con pavimento rígido (carpeta de concreto hidráulico) y dos (02) a carreteras con

Fuente: Elaboración propia

IV. RESULTADOS.

4.1. Solicitud de información.

Conseguir la información por parte de la entidad fue un trabajo muy tedioso y produjo el retraso de la ejecución del proyecto producto del largo tiempo de espera de respuesta.

Los documentos adquiridos son los siguientes:

- Plano de agua potable de la ciudad de Chiclayo y José Leonardo Ortiz (CAD)
- Plano de redes de alcantarillado de la ciudad de Chiclayo y José Leonardo Ortiz (CAD)
- Plano de las dos plantas de tratamiento de agua potable (CAD)
- Informe situacional de las redes tanto de agua como desagüe (PDF)
- Estudio tarifario de las redes de EPSEL(Word)

Se solicitaron datos de caudales y presiones de la red; sin embargo, por criterios desconocidos de la entidad no se pudieron obtener los datos completos. Asimismo, se hizo mención que producto del fenómeno El niño causado en el 2017 muchos de los documentos impresos en los que la entidad conservaba información se perdieron y ya no se pudieron recuperar. Debido al difícil acceso a la información se ha optado por buscar otros medios para recopilar la información. Estas actividades fueron realizadas con el fin de complementar la información y buscar datos que nos permitan tener resultados de alguna manera más precisos.

4.2. Levantamiento topográfico.

De acuerdo al fin de la investigación se optó por realizar un levantamiento topográfico mediante GPS, dentro del cual se trató de ubicar la localización exacta de cada uno de los buzones, GCI y cajas de válvulas.

Figura 48: Toma de coordenadas con GPS



Fuente: Elaboración propia

Se observó que dos de los buzones registrados en el plano no existen en la red; por otro lado, en cuanto a las cajas de las válvulas no se pudo encontrar ninguna, puede ser que por la antigüedad que tienen estén enterradas debajo del pavimento.

Por otro lado, se realizó la medición de los diámetros de los buzones, ya que el plano no contaba con la información.

Figura 49:: Medición de diámetro de buzones



Fuente: Elaboración propia

Se encontraron dos tipos de diámetros en cuanto a buzones. Los buzones ubicados en el colector Principal de la calle Próceres tienen un diámetro de 1.80 m y los demás buzones son de 1.50 m de diámetro, con tapas que varían entre 70 y 80 cm de diámetro.

Los grifos contra incendios si fueron localizados de acuerdo a su ubicación en el plano, sin embargo, estos no están en funcionamiento actualmente.

Después de realizar estas actividades se pudo determinar las coordenadas reales de los buzones, grifos contra incendios y algunas cajas de las válvulas para digitarlas con su ubicación exacta dentro del QGIS. Además, se pudo comprobar que no todos los elementos que se encuentran registrados en el plano se encuentran en la ciudad, con el paso de los años estas tuberías han recibido modificaciones y no han sido registradas en los documentos oficiales de la entidad, es decir, no se realizó una actualización de los planos.

Por otro lado, es necesario mencionar que no ha sido posible ingresar a la ubicación del reservorio ni a la planta de tratamiento de agua ya que estas se encuentran dentro de la entidad y por motivos de la emergencia sanitaria se ha restringido el acceso a ella. Razón por la cual no se ha podido realizar la medición del caudal de salida de la planta, por lo que se ha optado por tomar en consideración solo el caudal que ingresa directamente a la Urbanización; para ello se han tomas de caudales en las piletas de los domicilios más cercanos al ramal, con ello se obtendrá un valor referencial para ser usado en la modelación.

4.3. Medición de caudal y presiones de salida.

El estado situacional menciona que la presión promedio en el sector 1 de la Urbanización es de 5 psi y en el sector 2 es de 4 psi. Para poder comprobar la información y tener un conocimiento real de las redes se calculó la presión que llega a las edificaciones más cercanas al ramal principal de distribución.

En el sector 1 se obtuvo como resultado una presión de 9.7 psi aproximadamente y se obtuvo un caudal de 0.27lts/s.

Figura 50: Medición de presión en vivienda del Sector 1



Fuente: Elaboración propia

Figura 51: Medición de caudal en vivienda Sector I



Fuente: Elaboración propia

Tabla 22: Calculo de caudal en vivienda sector 1

	SECTOR 1		
	Tiempo (seg)	Volumen de Balde (litros)	Q (lts/s)
Muestra 1	20.19	5.5	0.27241209
Muestra 2	20.24	5.5	0.27173913

Fuente: Elaboración propia

En el sector 2 se obtuvo una presión de 2 psi y un caudal de 0.09lts/s, estos valores obtenidos son bastante bajos en comparación con sector 1; sin embargo, este sector solo recibe agua en 3 turnos del día y de acuerdo a la dueña del hogar el agua no logra subir al segundo piso con la presión que viene desde la tubería.

Figura 52: Presión y caudal en vivienda del Sector



Fuente: Elaboración propia

Tabla 23: Calculo de caudal en vivienda sector 2

	SECTOR 2		
	Tiempo (seg)	Volumen de Balde (litros)	Q (lts/s)
Muestra 1	61.97	5.5	0.08875262
Muestra 2	60.92	5.5	0.09028234

Fuente: Elaboración propia

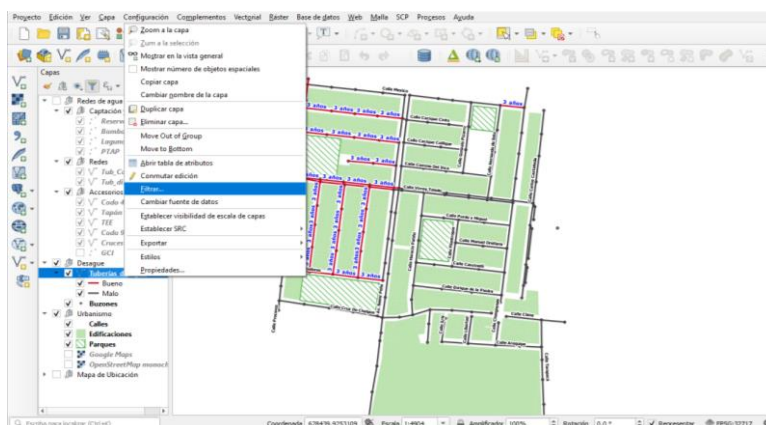
La situación actual del Covid 19 ha impedido que se puedan realizar más mediciones en más viviendas, los dueños de las edificaciones no permiten el ingreso a sus hogares con el fin de evitar el riesgo de contagio.

4.4. Aplicabilidad del sistema

4.4.1. Herramientas de búsqueda y filtrado

Una vez creada las capas con toda la información, el programa permite realizar consultas y clasificar la información de acuerdo a lo que el usuario necesite. Para ello, es necesario presionar clic derecho sobre la capa que se desea hacer la consulta y presionar la opción “filtrar”, de inmediato se abrirá una ventana de consultas en la que se puede realizar una búsqueda de acuerdo a la expresión que ingrese.

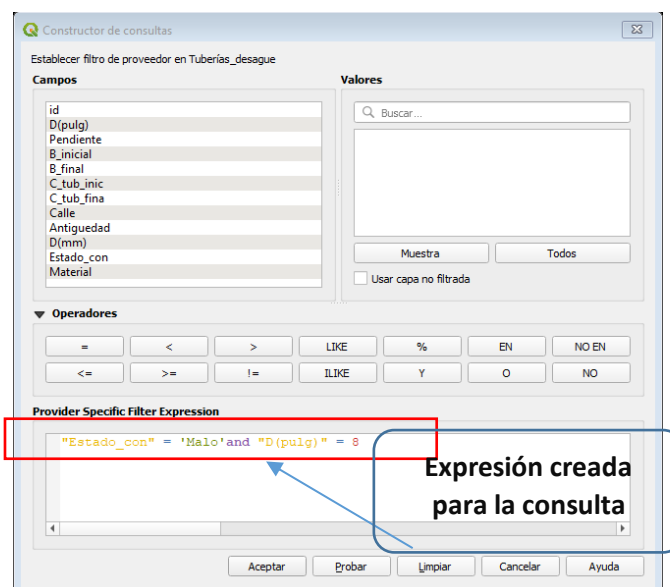
Figura 53: Herramienta de filtrado



Fuente: Elaboración propia

Por ejemplo, se desea saber cuáles son las tuberías de 8 pulgadas que se encuentran en mal estado. Con la siguiente expresión mostrada en la imagen n°47, ubicada dentro de la ventana de consultas se obtiene el resultado

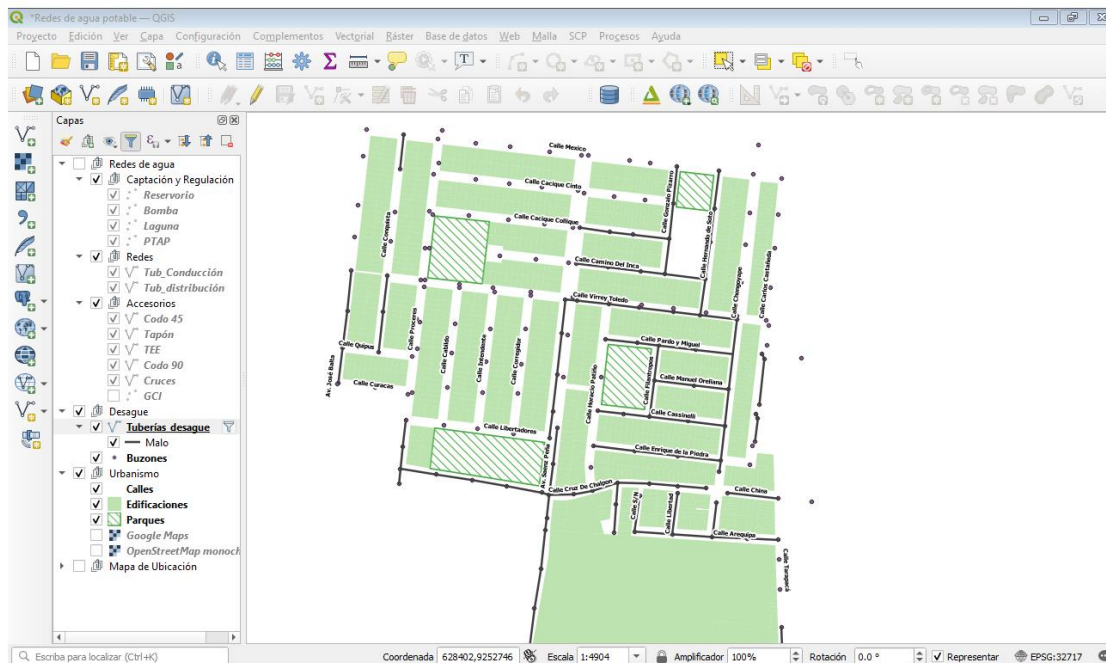
Figura 54: Constructor de consultas



Fuente: Elaboración propia

Las consultas pueden realizarse usando más de una capa, el resultado de la búsqueda es mostrado dentro de la interfaz tanto de manera gráfica como en la tabla de atributos es de manera textual, esta información puede ser exportada en formatos Excel si así lo desea el usuario.

Figura 55: Tuberías de desagüe de 8 pulgadas con un estado de conservación malo



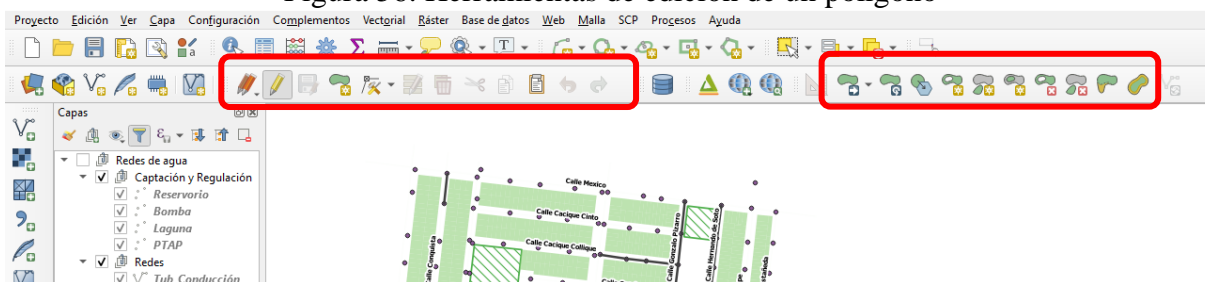
Fuente: Elaboración propia

4.4.2. Actualización de información

La actualización de datos se puede realizar desde el QGIS o desde pgAdmin 4. En el caso del QGIS existen múltiples herramientas para la creación, modificación o eliminación de elementos, estas están disponibles en la interfaz principal, solo es necesario activarlas. Sin embargo, en la interfaz de pgAdmin 4 es necesario conocer términos de codificación para realizar los cambios

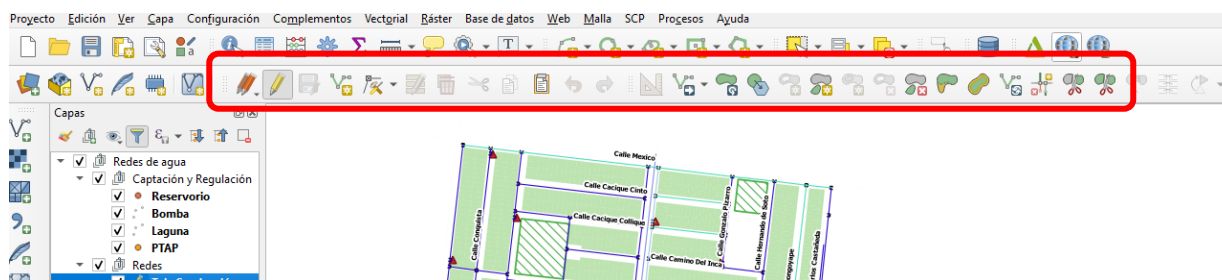
Por ejemplo, si se trata de realizar algún cambio en un elemento que se encuentra registrado como polígono, las herramientas de la siguiente imagen son las que se usan para hacer los cambios.

Figura 56: Herramientas de edición de un polígono



Fuente: Elaboración propia

Figura 57: Herramientas de edición de una línea



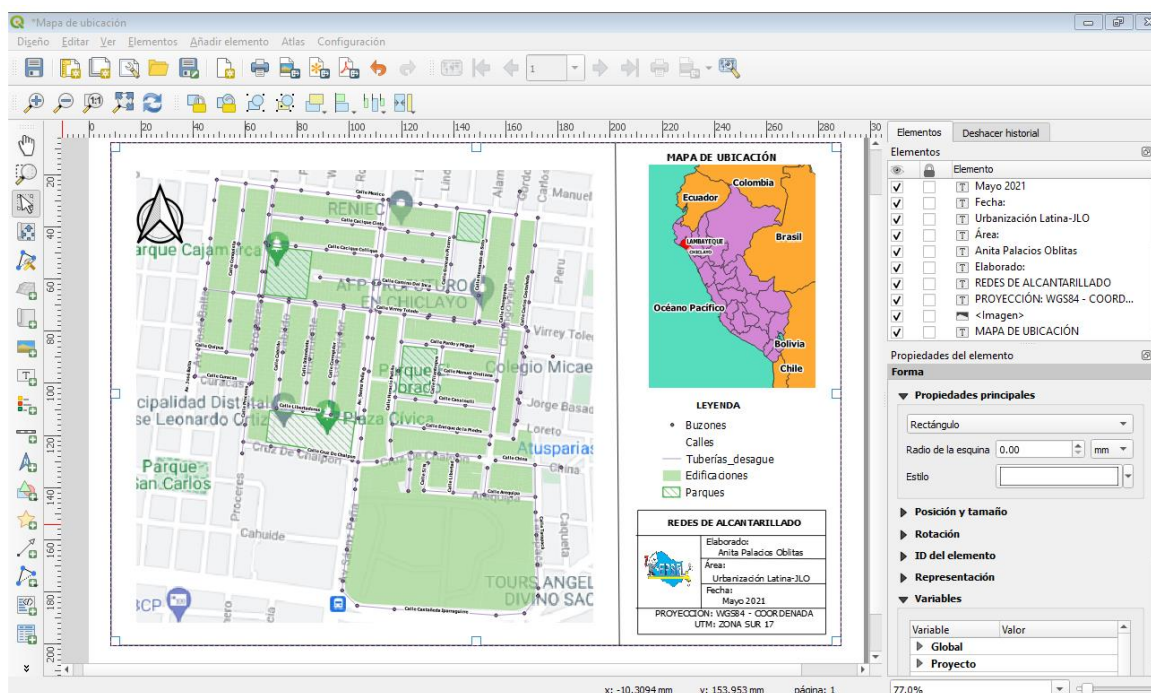
Fuente: Elaboración propia

4.4.3. Generación de mapas e informes.

QGIS permite elaborar plantillas de impresión mediante la herramienta “*Nueva composición de impresión*”, esta permite crear mapas y atlas para su posterior guardado o impresión como: archivo JPG, archivo PDF o un archivo SVG. Estas plantillas se pueden crear en hoja de diseño: A4, A3, A2, A1 o A0, tanto de manera vertical o horizontal. Asimismo, permite agregar información fundamental de los elementos dentro del mapa, tales como:

- Membrete
- Leyenda
- Escala Gráfica
- Norte

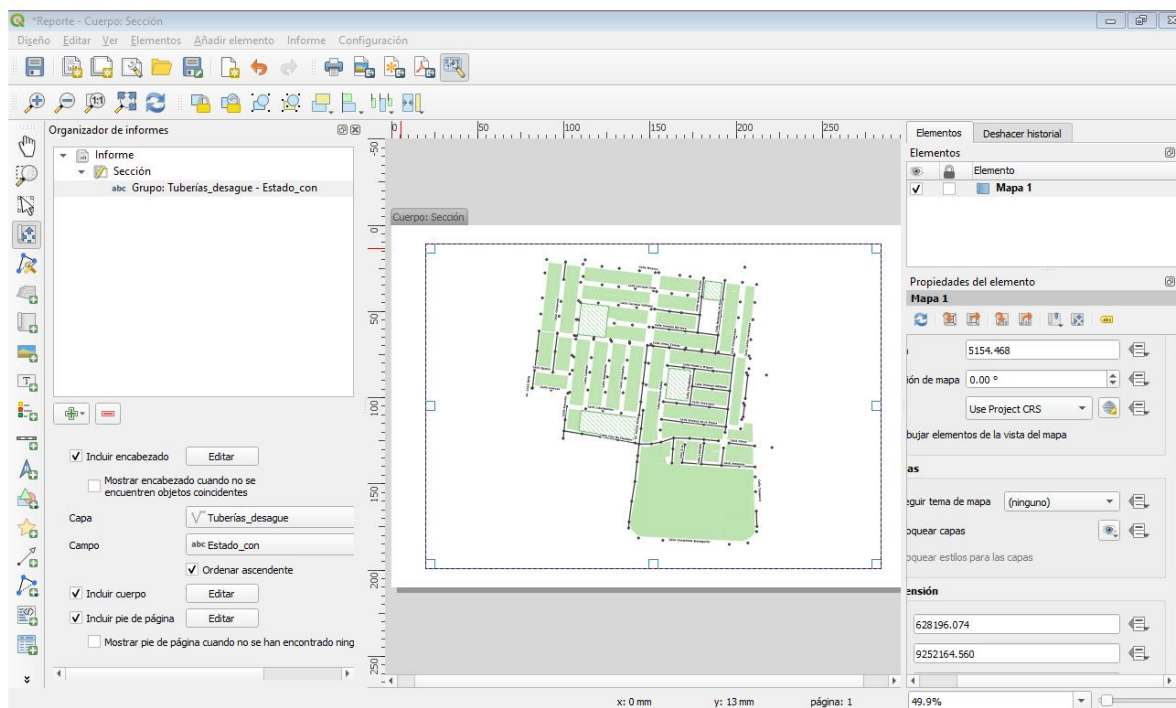
Figura 58: Plantilla de impresión



Fuente: Elaboración propia

En la Imagen 55 se aprecia un mapa que representa a las redes de alcantarillado de las redes de la Urbanización Latina, este está compuesto por un mapa de ubicación, su respectiva leyenda de acuerdo a los elementos y un membrete con la información básica del proyecto. Esta plantilla puede ser usada para representar otros elementos de las redes y puede ser exportada en formatos diferentes de acuerdo a como lo requiera el usuario.

Figura 59: Plantilla de informe



Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, también se puede elaborar plantillas de reportes de acuerdo a la información existente como se muestra en la Imagen 44, no solo se puede representar mapas con textos sino también permite diseñar todas las partes que son necesarias para el documento, tales como: el encabezado, pie de página; además, genera mapas en función de los atributos de una sola capa o crea un bloque de mapas en función a diferentes capas en un solo documento.

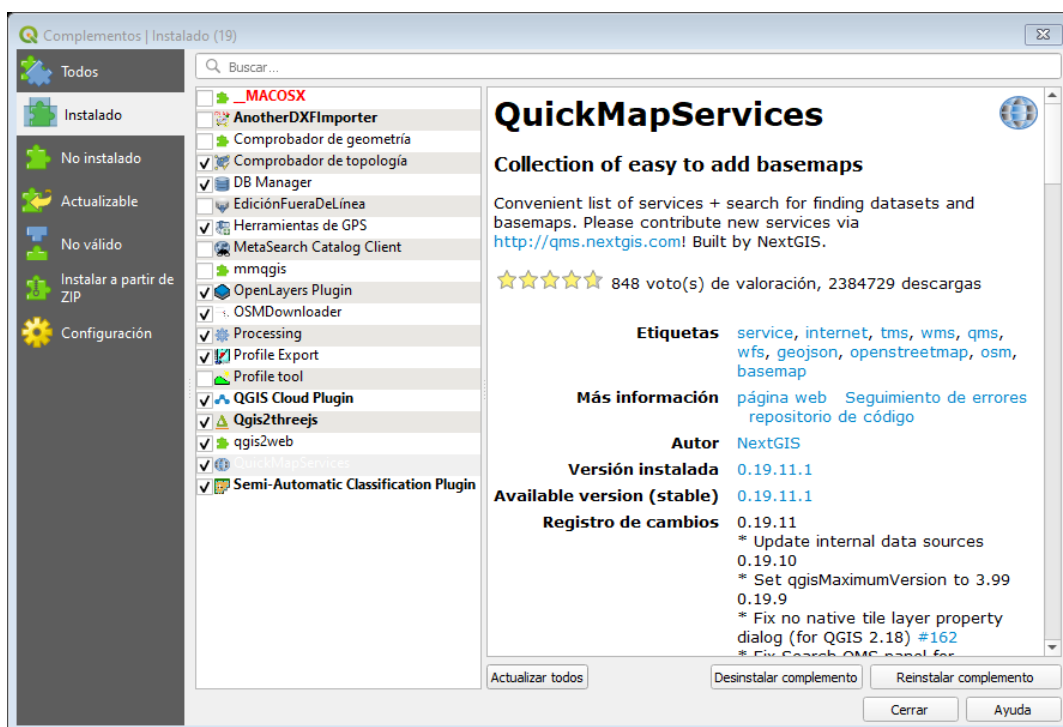
4.4.4. Conexión Web

Conexión con mapas externos

Dentro de la plataforma del QGIS se pueden crear conexiones con mapas que nos ofrecen otras plataformas como Google Maps, google satelital, Google Earth, imágenes de Landsat; asimismo, se conecta con la plataforma Bing, google, entre otras. Estos mapas permiten tener una mejor visualización de los elementos; además, permiten observar si los elementos están ubicados en su ubicación real.

Para ello, es necesario instalar el complemento QuickMapServices, con el cual se realizan todas las conexiones con los otros mapas.

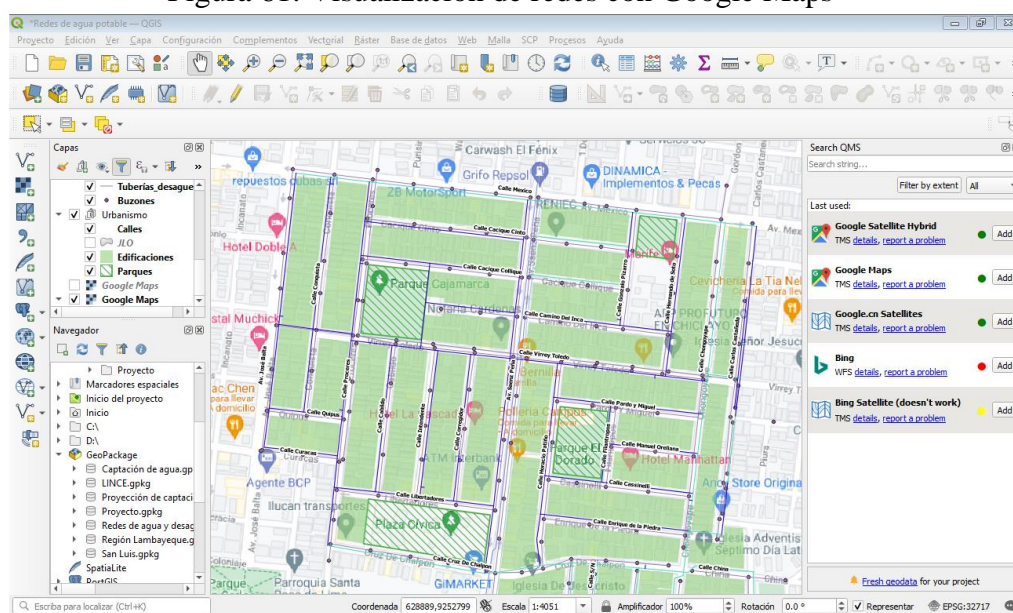
Figura 60: Instalación de complemento QuickMapServices



Fuente: Elaboración propia

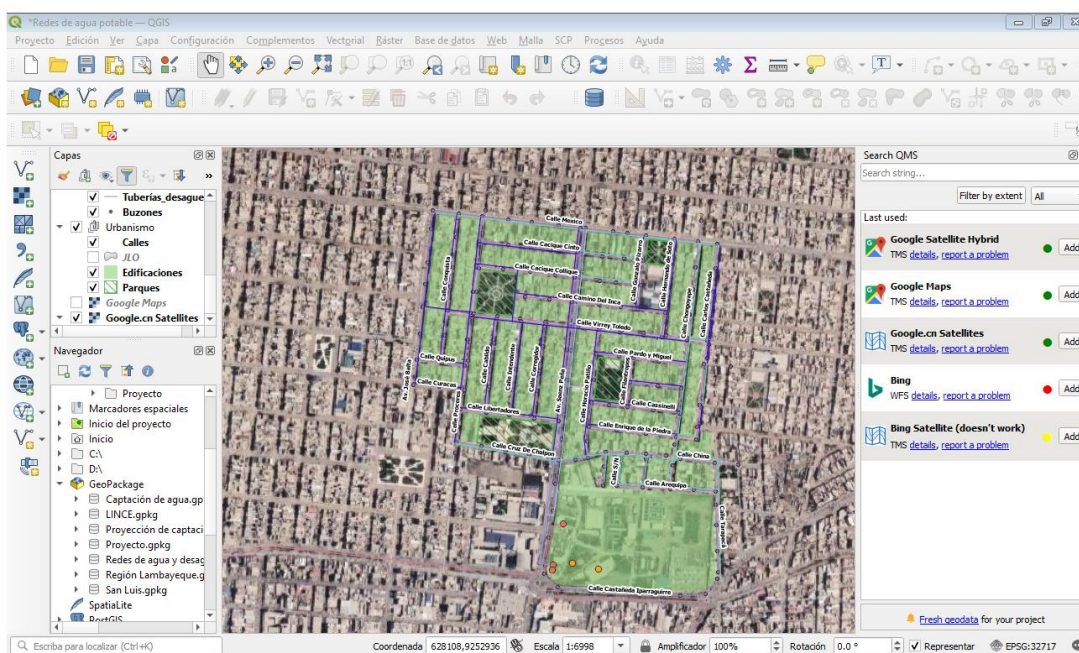
Una vez instalado el complemento se procede a activar el *Panel Search QMS*, para poder encontrarlo presionar el clic derecho sobre un espacio en blanco de las herramientas como se muestra en la Imagen 39.

Figura 61: Visualización de redes con Google Maps



Fuente: Elaboración propia

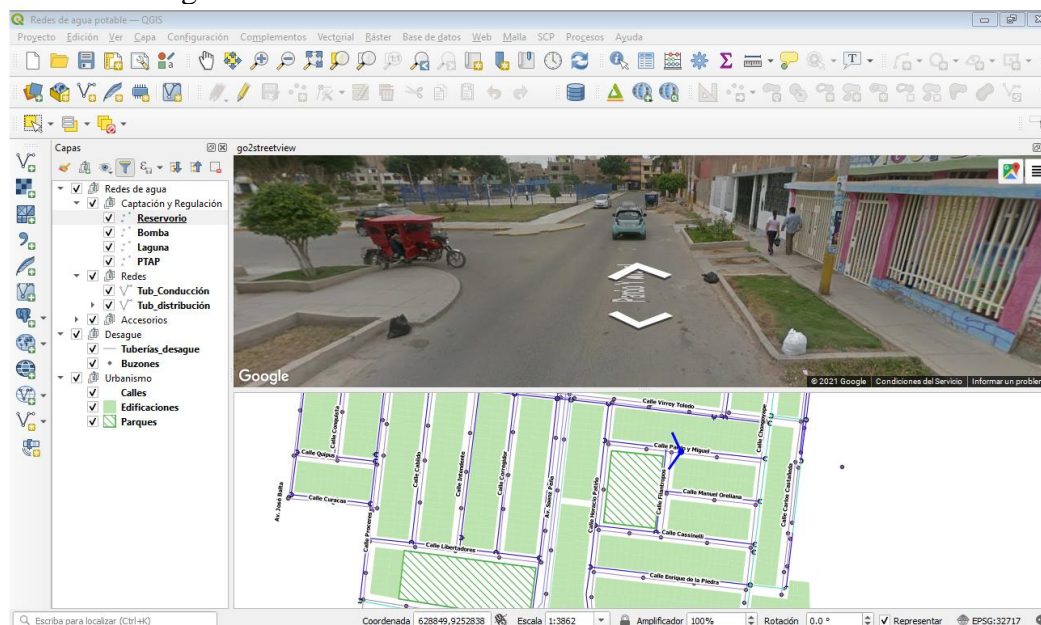
Figura 62: Visualización de redes con Google Satélite



Fuente: Elaboración propia

En las imágenes mostradas anteriormente se pueden observar dos plataformas de mapas que son usadas con mucha frecuencia, en la imagen 46 se observa nuestro mapa de redes superpuestas sobre Google Maps y en la segunda imagen está sobre Google satélite. Con esto se permite tener una visualización diferente de las redes, tener una perspectiva distinta a la que estamos acostumbrados la cual nos permite tener una mejor comprensión de los elementos existentes en estas redes.

Figura 63: Vista Panorámica de la red de acuerdo a la calle



Fuente: Elaboración propia

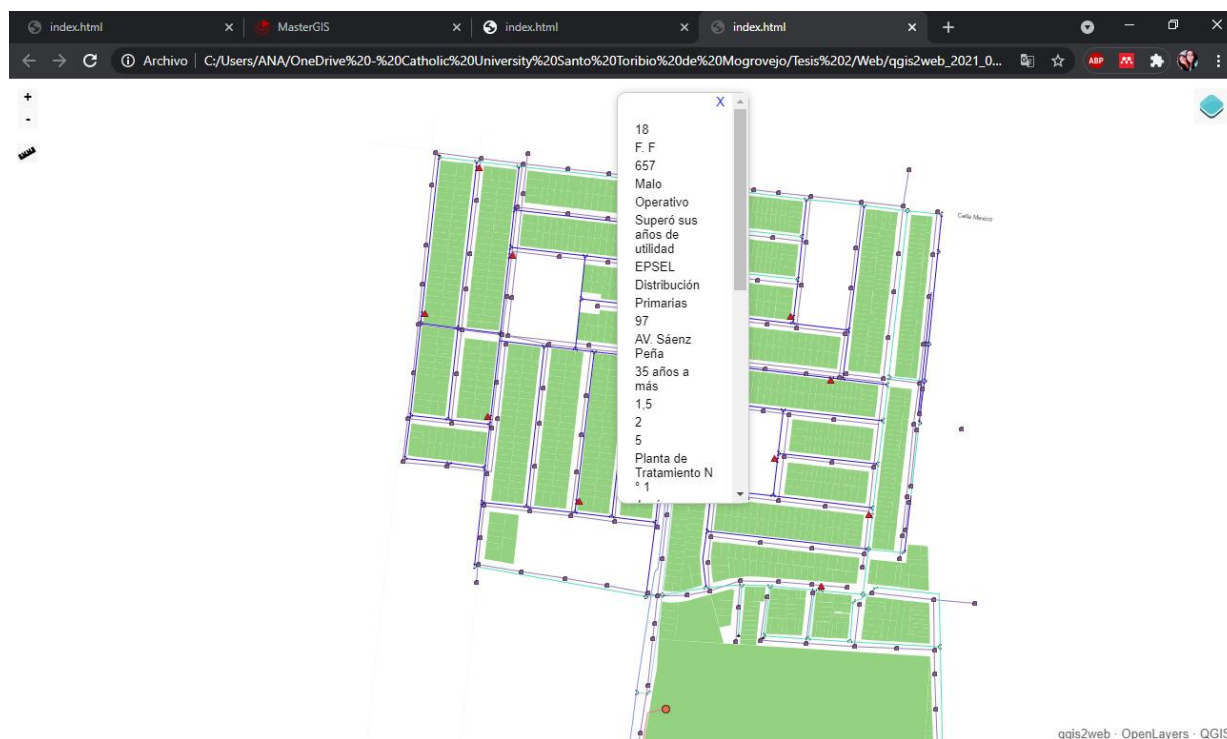
Por otro lado, tenemos otro complemento llamado go2streetview el cual nos permite visualizar la ciudad con tan solo presionar un clic en el lugar que se desea visualizar. Este complemento ver el elemento con el nivel de la calle, de la manera que muestra Google Maps, la 57 presenta la visualización de la calle Pardo y Miguel dentro del QGIS. Esto ayuda a saber las condiciones de la superficie ofreciendo una vista del terreno a nivel de calle, tal como muestra la siguiente imagen.

4.4.5. Exportación de mapas web

Actualmente el acceso a la información de las entidades del estado es un problema bastante común, producto de que toma demasiado tiempo la respuesta por parte de las entidades públicas, esto es a causa de la falta de organización y accesibilidad a la información interna. Es por ello, que para mejorar esta situación con el QGIS se pueden generar un link para que las personas externas a la entidad puedan observar la información de las redes mediante mapas.

En el QGIS es necesario instalar el complemento qgis2web, luego la instalación se dirige a la barra de herramientas y presionar clic derecho sobre la siguiente ruta “Web” –*qgisweb-create web map*. Esto nos permitirá generar un archivo con un link que nos dirigirá al navegador y se puede observar la información de todos los elementos.

Figura 64: Visualización de redes exportado en Web Maps



Fuente: Elaboración propia

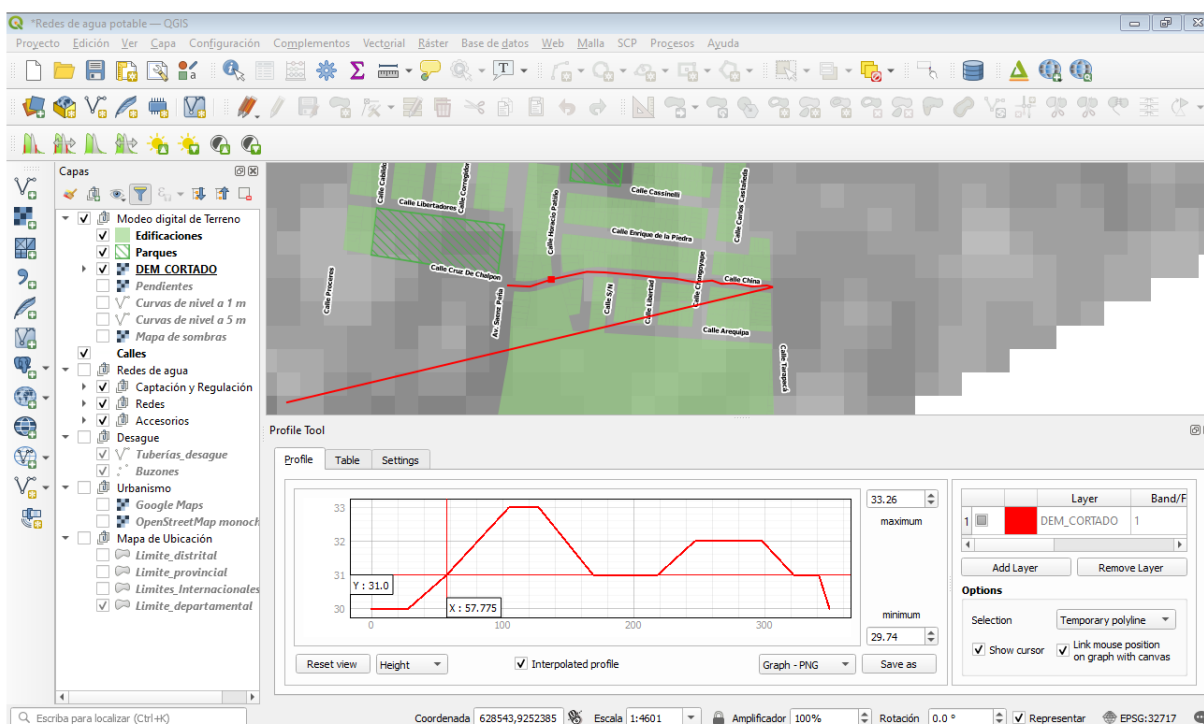
De esta manera se observa el mapa con cada uno de los elementos, para poder compartir esa información y que otro usuario pueda abrirlo es necesario compartir toda la información que se

genera en la carpeta en que se le asignó para que se almacenará. Esto permitirá que más personas tengan acceso a la información sin que puedan modificarla o dañarla.

4.4.6. Conexión de modelos digitales de terreno

El sistema de información geográfica tiene un gran potencial para la integración de los mapas con modelos externos que permiten un mejor análisis de la información y con ello genera más resultados. Entre sus integraciones externas están los Modelos Digitales del terreno (MDT), los cuales son datos del tipo ráster, este tipo de archivos que son proporcionados por diferentes plataformas internacionales, intentan mostrar la realidad de un lugar y traen consigo información de elevaciones, datos hidrológicos, dependiendo de la información que se necesite; asimismo, permiten que los datos con los que tienen se realicen estadísticas de los objetos espaciales o interpolaciones.

Figura 65: Perfil longitudinal de la calle Cruz de Chalpón - QGIS



Fuente: Elaboración propia

Asimismo, permite la obtención de diferentes mapas, tales como: curvas de nivel, perfiles longitudinales, sombras, pendientes, relieve, índice de irregularidad; esta función puede ser útil para la elaboración de futuros proyectos o tener una mejor visualización del mismo tomando en cuenta puntos de vista complementarios. En la imagen 61, se observa el perfil longitud creado en base un archivo ráster descargado de Earth Explorer, la cual es una plataforma de estados unidos que brinda este tipo de imágenes satelitales de manera gratuita.

4.5. Simulación hidráulica.

Después de insertar cada uno de los datos en el WaterCAD se obtuvieron los siguientes resultados.

Tabla 24: Resultado de presiones de simulación hidráulica

Nudo	Caudal (L/s)	Presiones (m H2O)	Presiones (Psi)
J-1	1.07	3.32	4.72
J-2	1.1	2.9	4.12
J-3	0.61	3.09	4.39
J-4	0.82	3.18	4.52
J-5	0.65	3.58	5.09
J-6	0.5	3.25	4.62
J-7	0.19	3.48	4.95
J-8	0.45	2.61	3.71
J-9	1.09	3.25	4.62
J-10	2.23	2.13	3.03
J-11	0.04	1.93	2.75
J-12	0.87	2.64	3.75
J-13	1.11	3.11	4.42
J-14	0.28	2.66	3.78
J-15	0.86	3.06	4.35
J-16	0.13	2.69	3.83
J-17	0.63	3.65	5.19
J-18	0.34	3.02	4.30
J-19	0.98	2.88	4.10
J-20	0.16	2.77	3.94
J-21	0.67	2.69	3.83
J-22	0.9	2.56	3.64
J-23	0.33	3.05	4.34
J-24	0.38	2.74	3.90
J-25	0.65	2.71	3.85
J-26	0.36	3	4.27
J-27	0.65	2.73	3.88
J-28	0.35	3.14	4.47
J-29	0.42	2.85	4.05
J-30	0.45	2.82	4.01
J-31	0.32	2.73	3.88
J-32	0.25	1.8	2.56
J-33	0.19	2.69	3.83
J-34	0.21	2.74	3.90
J-35	0.53	2.26	3.21
J-36	0.48	2.26	3.21
J-37	0.86	3.53	5.02
J-38	0.35	3.85	5.48
J-39	0.57	2.5	3.56
J-40	0.74	2.6	3.70
J-41	0.49	2.72	3.87
J-42	0.26	2.48	3.53
J-43	0.28	2.96	4.21
J-44	0.26	2.53	3.60
J-45	0.23	2.81	4.00
J-46	0.22	2.65	3.77
J-47	0.25	2.6	3.70
J-48	0.23	2.62	3.73
J-49	0.3	2.64	3.75
J-50	0.58	2.56	3.64
J-51	0.4	2.43	3.46
J-52	0.42	2.51	3.57
J-53	0.26	2.45	3.48
J-54	0.24	3.1	4.41
J-55	0.33	2.02	2.87
J-56	0.23	2.48	3.53
J-57	0.4	2.48	3.53
J-58	0.54	2.39	3.40
J-59	0.31	3.23	4.59
J-60	0.26	2.85	4.05
J-61	0.43	2.29	3.26
J-62	0.64	2.45	3.48
J-63	0.79	2.62	3.73
J-64	0.28	2.72	3.87
J-65	0.35	2.41	3.43
J-66	0.29	2.8	3.98
J-67	0.3	2.78	3.95
J-68	0.31	3.11	4.42
J-69	0.5	2.59	3.68
J-70	0.45	3.11	4.42

Fuente: Elaboración propia

Las presiones promedias dadas en el estado situacional nos han servido para simular el funcionamiento actual de la red; sin embargo, las presiones son muy bajas. El RNE exige que las presiones mínimas mínima dinámica debe ser 10 MCA, pero las presiones promedio de los

sectores son entre 4 y 5 psi lo que equivale a 2.8 y3.5 MCA respectivamente, esta presión no cumple con el requisito mínimo de la normal.

Tabla 25: Resultado de velocidades de simulación hidráulica

Tubería	Nudo Inicial	Nudo Final	Longitud(m)	Diámetro (pulgadas)	Hazen-Williams C	Velocidad (m/s)
T-1	R-1	J-1	123.96	8	100	1.11
T-2	J-1	VC-3	7.37	6	100	0.76
T-3	VC-3	J-2	59.27	6	100	0.76
T-4	J-2	VC-4	12.09	6	100	0.45
T-5	VC-4	J-8	26.66	6	100	0.45
T-6	J-8	J-9	42.61	6	100	0.43
T-7	J-9	J-10	55.15	6	100	0.37
T-8	J-10	VC-6	55.43	6	100	0.25
T-9	VC-6	J-11	11.98	6	100	0.25
T-10	J-11	VC-7	12.77	6	100	0.24
T-11	VC-7	J-12	34.33	6	100	0.24
T-12	VC-16	J-27	4.28	4	100	0.07
T-13	J-2	VC-5	13.49	4	100	0.54
T-14	VC-5	J-3	49.19	4	100	0.54
T-15	VC-2	VC-45	266.39	8	100	0.51
T-16	J-3	VC-8	5.64	4	100	0.13
T-17	VC-8	J-12	204.51	4	100	0.13
T-18	J-12	J-14	62.07	6	100	0.26
T-19	J-3	J-4	60.8	4	100	0.34
T-20	J-4	VC-9	5.84	4	100	0.13
T-21	J-13	VC-9	78.97	4	100	0.13
T-22	J-13	VC-10	117.26	4	100	0.50
T-23	VC-10	J-14	8.45	4	100	0.11
T-24	J-14	VC-12	45.1	6	100	0.19
T-25	VC-12	J-16	11.73	6	100	0.19
T-26	VC-11	J-16	16.27	4	100	0.05
T-27	J-15	VC-11	108.45	4	100	0.48
T-28	J-13	J-15	53.42	4	100	0.22
T-29	J-4	J-5	110.27	4	100	0.57
T-30	J-15	J-17	57.84	6	100	0.48
T-31	J-16	J-18	56.54	6	100	0.16
T-32	J-17	J-18	123.9	4	100	0.49
T-33	J-18	J-20	38.12	6	100	0.17
T-34	J-5	VC-14	32.98	4	100	0.07
T-35	VC-46	J-7	15.26	4	100	0.27
T-36	J-6	VC-46	35.73	4	100	0.27
T-37	VC-14	J-6	5.46	4	100	0.07
T-38	J-6	J-19	148.28	4	100	0.37
T-39	J-19	J-20	59.18	4	100	0.11
T-40	J-20	VC-15	5.84	6	100	0.11
T-41	VC-15	J-31	216.38	6	100	0.44
T-42	J-22	J-19	61.37	4	100	0.13
T-43	J-21	J-22	69.49	4	100	0.08
T-44	J-30	J-22	161.62	4	100	0.38
T-45	J-23	J-21	130.43	4	100	0.23

Tubería	Nudo Inicial	Nudo Final	Longitud(m)	Diámetro (pulgadas)	Hazen-Williams C	Velocidad (m/s)
T-46	VC-47	J-23	47.63	8	100	0.30
T-47	J-23	J-24	56.39	8	100	0.25
T-48	J-25	J-24	130.07	4	100	0.28
T-49	J-24	J-26	54.6	8	100	0.21
T-50	J-25	VC-16	50.35	4	100	0.07
T-51	J-7	VC-47	13.2	8	100	0.30
T-52	J-27	J-26	126.99	4	100	0.31
T-53	J-26	VC-44	44.51	8	100	0.19
T-54	VC-44	J-28	6.01	8	100	0.19
T-55	J-27	J-29	54.89	4	100	0.18
T-56	J-28	VC-18	10.77	6	100	0.09
T-57	VC-18	J-29	111.04	6	100	0.50
T-58	VC-17	J-30	72.17	6	100	0.09
T-59	VC-17	J-29	4.19	6	100	0.09
T-60	J-30	J-31	46.8	6	100	0.09
T-61	J-37	J-1	14.17	6	100	0.25
T-62	VC-45	J-7	14.52	8	100	0.51
T-63	J-59	J-7	13.74	6	100	0.25
T-64	J-70	J-28	18.94	6	100	0.40
T-65	J-37	VC-38	205.02	5	100	0.39
T-66	J-37	VC-1	6.81	4	100	0.44
T-67	J-21	J-25	52.16	4	100	0.05
T-68	VC-38	J-36	8.98	6	100	0.01
T-69	VC-39	J-36	6.84	4	100	0.11
T-70	J-35	VC-39	60.64	4	100	0.11
T-71	J-35	J-34	44.48	4	100	0.05
T-72	J-34	J-33	47.74	6	100	0.01
T-73	J-32	J-33	56.28	4	100	0.08
T-74	R-2	J-32	13.39	6	100	0.08
T-75	J-32	J-45	53.31	4	100	0.12
T-76	J-33	J-44	52.37	4	100	0.08
T-77	J-44	J-45	55.97	4	100	0.11
T-78	J-46	J-45	95.69	4	100	0.23
T-79	J-47	J-44	95.24	4	100	0.23
T-80	J-47	J-46	53.03	4	100	0.19
T-81	VC-37	J-47	39.53	4	100	0.13
T-82	J-43	VC-37	9.18	4	100	0.13
T-83	J-42	J-43	47.41	4	100	0.17
T-84	J-42	J-36	79.11	4	100	0.15
T-85	VC-34	J-42	7.65	4	100	0.19
T-86	J-41	VC-34	49.36	4	100	0.19
T-87	VC-32	J-41	52.52	4	100	0.09
T-88	J-40	VC-32	7.01	4	100	0.09
T-89	VC-31	J-40	41.22	4	100	0.04
T-90	J-39	VC-31	7.05	4	100	0.04
T-91	VC-30	J-39	44.12	4	100	0.20
T-92	J-38	VC-30	6.85	4	100	0.15
T-93	J-38	VC-29	206.32	4	100	0.40
T-94	J-39	VC-27	205.88	4	100	0.25
T-95	VC-33	VC-26	191.18	4	100	0.31

Tubería	Nudo Inicial	Nudo Final	Longitud(m)	Diámetro (pulgadas)	Hazen-Williams C	Velocidad (m/s)
T-96	J-41	VC-25	202.17	4	100	0.28
T-97	J-50	VC-42	6.19	6	100	0.01
T-98	J-50	VC-36	13.84	4	100	0.21
T-99	VC-36	J-54	89.17	4	100	0.21
T-100	J-49	VC-35	6.05	4	100	0.14
T-101	VC-35	J-52	105.85	4	100	0.27
T-102	J-48	J-51	114.11	4	100	0.31
T-103	VC-42	J-49	44.97	6	100	0.09
T-104	J-48	J-49	50.01	4	100	0.08
T-105	J-46	J-48	54.76	4	100	0.19
T-106	J-51	VC-23	6.92	4	100	0.10
T-107	VC-23	J-52	42.43	4	100	0.10
T-108	J-53	J-52	49.91	4	100	0.22
T-109	J-54	J-53	9.46	6	100	0.05
T-110	J-54	VC-24	7	4	100	0.12
T-111	VC-24	J-55	53.6	4	100	0.12
T-112	VC-25	J-55	6.2	4	100	0.15
T-113	J-56	J-55	32.64	4	100	0.31
T-114	J-57	J-56	24.39	4	100	0.37
T-115	VC-26	J-57	5.92	4	100	0.14
T-116	J-58	J-57	50.67	4	100	0.18
T-117	VC-27	J-58	4.13	4	100	0.11
T-119	J-59	VC-28	8.09	4	100	0.12
T-118	VC-28	J-58	41.54	4	100	0.10
T-120	VC-29	J-59	6.41	4	100	0.40
T-121	J-59	J-60	59.72	4	100	0.91
T-122	J-61	J-60	124.87	4	100	0.60
T-123	J-56	J-61	57.07	6	100	0.32
T-124	J-61	J-63	64.1	4	100	0.16
T-125	J-60	J-64	59.48	4	100	0.28
T-126	J-53	J-62	112.68	6	100	0.26
T-127	J-52	J-68	206.06	4	100	0.07
T-128	J-51	VC-21	198.16	4	100	0.08
T-129	VC-21	J-67	6.34	4	100	0.08
T-130	J-67	J-68	57.82	6	100	0.05
T-131	J-68	J-69	48.82	6	100	0.10
T-132	VC-20	J-69	5.77	4	100	0.26
T-133	J-65	VC-20	51.29	4	100	0.26
T-134	J-62	J-65	37.31	4	100	0.17
T-135	J-62	J-63	89.7	4	100	0.29
T-136	J-64	J-63	125.35	4	100	0.55
T-137	J-1	VC-2	11.63	8	100	0.51
T-138	VC-22	J-66	206.67	4	100	0.47
T-139	J-65	VC-22	7.58	4	100	0.47
T-140	J-69	VC-19	208.55	6	100	0.36

Tubería	Nudo Inicial	Nudo Final	Longitud(m)	Diámetro (pulgadas)	Hazen-Williams C	Velocidad (m/s)
T-141	VC-19	J-70	6.87	6	100	0.01
T-142	J-66	J-70	53.36	4	100	0.81
T-143	J-40	VC-33	11.97	4	100	0.14
T-144	VC-1	J-38	77.28	4	100	0.44
T-145	J-43	J-50	57.34	4	100	0.16
T-146	J-64	J-66	46.97	4	100	0.31
T-147	J-5	VC-13	6.24	4	100	0.10
T-148	VC-13	J-17	77.71	4	100	0.23

Fuente: Elaboración propia

En la investigación se ha tomado en cuenta usar un C (Coeficiente de Hazen Williams) de 100; este coeficiente depende tanto de la rugosidad y del tiempo de uso del material, es por ello que, se ha usado este valor considerando que el material tiene más rugosidad producto de la acumulación de sedimentos causado por la falta de mantenimientos. Tener un coeficiente menor afecta a la presión con la que se lleva el fluido, en este caso esta nos trae presiones más bajas, lo cual no es un beneficio para el sistema.

Según el RNE, las velocidades mínimas y máximas son de 0.30 m/s y 3 m/s respectivamente, en el modelo se observan velocidades por debajo de la velocidad mínima permitida, esto se ve influida por la presión de servicio que es baja. Estas velocidades mínimas son perjudiciales para las tuberías ya que pueden producir una acumulación de sólidos a causa de la sedimentación por el transporte del flujo lento, puede acumular aire y las tuberías no transportan el caudal que deberían.

Las pérdidas son bastante bajas considerando que actualmente las tuberías tienen un gran desgaste y al no recibir un cambio pueden existir diversas filtraciones produciendo esa disminución de presión. Es probable que esto sea a causa de la antigüedad del sistema, generalmente los proyectos de saneamiento se diseñan para un periodo de vida útil de 15 a 20 años y este sistema ya tiene más de 37 años.

En el sector 2, no se abastece de agua las 24 horas del día, los motivos pueden ser diversos, el reservorio que tiene una antigüedad similar a las tuberías ya perdió su capacidad de almacenamiento, es decir, ya no satisface a la población actual o puede ser un problema relacionado con las bombas que no tienen la potencia para llenar todo el día al tanque. Existen innumerables posibilidades de la falla del sistema, pero las faltas de datos no nos permiten realizar el modelamiento completo de la red.

V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

V.1. La investigación definió como objetivo general implementar un sistema de información geográfica para mejorar la gestión técnica de las redes de agua potable y alcantarillado de la urbanización Latina del distrito José Leonardo Ortiz, Chiclayo.

Dentro de la investigación se plantea solucionar un problema que viene sucediendo en una gran cantidad de entidades, que es el mal manejo y administración de la información, en este caso relacionada el sistema de agua potable y alcantarillado. Producto de ello, se implementó el sistema de información geográfica dentro de las redes de la urbanización y se pudo demostrar la hipótesis general planteada, en la que se afirmó que el sistema de información geográfica si permite tener una mejor gestión de información de las redes de la Urbanización Latina.

Después de haber ejecutado el programa se obtuvieron resultados favorables de la implementación del SIG en las redes, se ha podido confirmar que el programa brinda diferentes beneficios para la empresa con el uso de nuevas tecnologías, estas bondades brindadas son descritas de manera detallada de acuerdo a los objetivos específicos.

V.2. Introducir una tecnología para el tratamiento de información y otras técnicas innovadoras para el diagnóstico y monitoreo de redes de agua potable y alcantarillado de la Urb. Latina del distrito José Leonardo Ortiz.

La empresa EPSEL encargada del sistema de saneamiento de la ciudad de Chiclayo ha usado por muchos años métodos anticuados para el tratamiento de la información, por lo cual no existe una confianza de que esta se pueda mantenerse de manera segura o actualizada de manera constante ya que los programas usados no lo permiten, puesto que son insumos cartográficos de papel o archivos CAD, e incluso corre el riesgo de perderse como sucedió en el año 2017 a causa del fenómeno de El Niño, en el que se mojaron una gran cantidad de expedientes en el almacén de la entidad y que ya no se pudieron recuperar. Para mejorar la situación se introdujo una nueva tecnología que es descrita en los siguientes renglones:

- Se implantó el sistema de información geográfica mediante el QGIS, el cual es un programa gratuito y de fácil acceso, esta herramienta nos ha permitido integrar elementos con su ubicación real exacta incluyendo toda la información correspondiente a cada elemento. Esta tecnología no solo permite almacenar información, sino también crear, manipular y controlar la información correspondiente a las redes.
- Por otro lado, se ha tomado por consideración la creación de una base de datos sólida mediante PostgreSQL, que permite almacenar y administrar de manera segura todos los

datos de las redes. La información proporcionada por esta base de datos es confiable y de calidad.

- Ambas plataformas trabajan en conjunto, la base de datos se conecta con el QGIS y al ser brindadas de manera gratuita y con un sistema fácil de usar, produce que la empresa pueda ver como una buena opción para administrar su información. Además, una vez digitalizada toda la información se crea una plataforma que permite que la información siempre esté disponible, con datos reales o que se aproximan a la realidad.

V.3. Diseñar y organizar una base de datos espacial, que permitirá la gestión y organización de la información de manera permanente en la base de datos.

Al momento de recopilar la información surgieron una serie de inconvenientes producto de que esta se encontraba dispersa en las diferentes áreas de la entidad y la entidad demora demasiado tiempo en brindarla a personas ajenas a ella, esto produjo un retraso en la ejecución del proyecto, e incluso se tuvo que realizar otras actividades para poder obtener datos aproximados. Es por ello que, se tiene como fin crear la base de datos que sea capaz de incluir toda la cantidad de información posible y esté disponible en cualquier momento. Esta base de datos nos produjo los siguientes resultados:

- QGIS es una herramienta que nos permitió digitalizar toda la información de las redes de la urbanización, es decir, en el caso de las redes de agua potable se incluyó lo siguiente: 2 PTAP, 8 Reservorio, las 2 lagunas Boro, 5 tuberías de conducción, 137 tuberías de distribución, 46 válvulas, 11 grifos contra incendio y todos los accesorios usados en la tubería; en el caso del alcantarillado, se registraron 215 tuberías y 192 buzones; asimismo, se incluyó el catastro de la ciudad y las calles. Cada uno de estos elementos registrados incluyen toda su descripción dentro de la tabla de atributos de las capas en las que fueron agrupadas, no se observó ningún problema en cuanto a su capacidad de almacenamiento. Esto es muy importante ya que normalmente otros softwares que no forman parte del SIG no permiten incluir de manera simultánea la información espacial y gráfica. Además, permite incluir una gran cantidad de información sin volverse una plataforma pesada ni lenta para el usuario.
- Por otro lado, cabe mencionar que en la investigación los datos conectados con el pgAdmin 4 son solo del tipo vectorial, líneas que representan tuberías, puntos que presentan válvulas y accesorios, y polígonos que representan otras estructuras; si en caso se requirieran almacenar imágenes satelitales, como archivos del tipo ráster, es necesario añadir una extensión adicional llamada Postgis ráster, volviendo al programa un poco más pesado lo que hace que se requiera una computadora con un buen procesador.

- Cada elemento registrado en esta plataforma tiene una coordenada geográfica aproximada de su ubicación; asimismo, se encuentra en una sola plataforma ambas redes tanto de agua como de desagüe. Este acoplamiento permite ver ambas redes en un solo plano y puede ser útil para proyectar otro tipo de proyectos futuros que se deseen realizar sin afectar la estructura actual; por ejemplo, si se quiere pavimentar se tiene conocimiento de la ubicación de la tubería y con ello se evita romperlas de manera innecesaria o incluso proyectar otro tipo de tuberías como de luz, gas, entre otras.
- QGIS tiene la versatilidad de generar importaciones de diferentes formatos, entre ellos fueron usados archivos de formato de AutoCAD, Excel, Shape file. Asimismo, permite trabajar con imágenes satelitales descargadas de otras plataformas. Además, trabaja con archivos del tipo ráster para utilizar modelos digitales de terreno y generar curvas de nivel y perfiles longitudinales.
- Se realizó unos hipervínculos con las fotografías tomadas en campo, correspondientes a cada buzón, a los GCI, PTAP (fotos proporcionadas por la entidad), esto permite que no solo se vea una idealización de estos mediante un punto sino permita tener un conocimiento real de cómo es la estructura e incluso mostrar problemas. Esta herramienta del QGIS no solo permite vincular fotografías con los elementos, también permite vincular otro tipo de archivos para que cuando sea necesario obtenerlos no resulte difícil encontrarlos, ya que a estos se los añade como campos dentro del software.

V.4. Tener un mejor control y gestión de las redes de distribución del agua potable y alcantarillado de la urbanización.

La información adquirida se encontraba en formato digital, pero estaba dividida en diferentes tipos de archivos, tales como: los planos en AutoCAD, la información del estado situacional en PDF, el estudio tarifario en Word, entre otros formatos; generando con ello que el análisis de la información sea un trabajo más tedioso y ocupe más tiempo. Tomando en cuenta este problema, al implementar el sistema de información geográfica se lograron obtener los siguientes resultados:

- Mediante la herramienta de consultas, QGIS nos ha permitido realizar consultas sobre la red, estos resultados a las consultas son mostrados tanto de manera gráfica como de forma tabulada, el software por si solo analiza los elementos y te da respuesta la información que desees, de esta manera adquirir información específica resulta mucho más fácil y ocupada mucho menos tiempo; por ejemplo, se desea saber cuáles son las tuberías de 8 pulgadas que ya pasaron su año de utilidad, es decir ya tiene más de 20 años de antigüedad, el programa nos muestra un resultado de 8 tuberías que se

encuentran ubicadas en la Avenida Sáenz Peña. La facilidad de adquirir la información y generar informes es un punto a favor con el sistema de información geográfica, al encontrarse centralizada la información genera un ahorro económico, de tiempo y de personal para conseguir datos que se requieran.

- QGIS permite generar mapas y reportes, en el caso de las tuberías de 8 pulgadas, este nos da como resultado un reporte en un archivo en formato PDF en el cual presenta la información de cuáles son las tuberías que se encuentran con las condiciones buscadas. Además, no tiene nada que envidiar a otros softwares ya que la información creada puede ser exportada como: archivo JPG, archivo PDF o un archivo SVG. Estas plantillas se pueden crear en hoja de diseño: A4, A3, A2, A1 o A0, tanto de manera vertical o horizontal. Asimismo, permite agregar información fundamental de los elementos.
- Tener conocimiento de lo que sucede en las redes o su estado actual permite que el operador o en el cargado pueda programar mantenimientos o incluso cambios de elementos si fuera el caso.
- Por otro lado, este programa resulta ser muy fácil de usar y permite la conexión con otro tipo de plataformas para poder visualizar la estructura desde un punto de vista diferente y de esa manera generar más capas con más información, como es el caso de la interacción de estos con los modelos de terreno digital para la obtención de curvas de nivel, perfiles longitudinales entre otras actividades.
- La base de datos creada permite que no solo un usuario tenga acceso a la información, la conexión con otras computadoras permite que las diferentes áreas de la entidad puedan tener acceso a la información y actualizarla de manera simultánea. Este acceso puede ser restringido por la entidad mediante una clave y contraseña para que solo el personal capacitado pueda realizar cambios y no se genera información poco confiable.
- Como se ha visto, han surgido muchos problemas al intentar conseguir la información y se ha optado por tomar valores referenciales para poder complementar la información, el limitado acceso a este tipo de información genera muchos inconvenientes para que otras personas, como este caso, puedan realizar futuras investigaciones y se usen datos poco reales. El SIG permite generar un link para que las personas que requieran la información puedan acceder a ella sin tener la opción de dañarla, solo pueden visualizarla. Este es un tema importante ya que al usuario tener conocimiento de las redes puede detectar algún problema y reportarlo a la entidad para que posteriormente lo soluciones, así como también puede usar la información para crear nuevos conocimientos.

- El sistema de información geográfica permite realizar un análisis de los datos que se encuentran dentro de este, pero es necesario mencionar que la información previa para realizar el análisis debe ser insertada por el usuario, el programa necesita la información de campo que es proporcionada por un usuario y digitalizada al sistema.

V.5. Realizar una simulación del comportamiento hidráulico de las redes mediante el software especializado.

- De acuerdo al informe del estado situacional brindado, el sistema de agua ya sobrepasó sus años de utilidad, el periodo de vida útil de una estructura de saneamiento es de 15 a 20 años, pero en este caso las redes de agua ya tienen más de 35 años y no han recibido cambios. Esto significa que las tuberías ya no transportan adecuadamente el agua a la red, pueden existir pérdidas de agua que no son registradas por el desgaste del material e incluso sus diámetros ya no sea suficiente para llegar a todas las conexiones nuevas creadas por el crecimiento poblacional de la zona.
- Para el análisis de un modelamiento hidráulico es necesario tener la información completa del funcionamiento de la red, como son: las presiones, caudales, cotas de los elementos, diámetros entre otros datos necesarios, pero en vista de que los datos no se pudieron adquirir por diferentes motivos, se han tenido que tomar valores referenciales; es por ello que, los valores de los resultados no resultan ser precisos.
- La red presenta tanto presiones como velocidades menores a las especificadas en el reglamento nacional de edificaciones, estas presiones menores a 10 mca pueden ser producidas por diferentes motivos, como: producto de la antigüedad de las tuberías que ya no tienen la capacidad de transportar el agua, existen pérdidas en los tramos por el desgaste del material y que no son detectadas; por otro lado, el Reservorio 1 que distribuye agua al sector 2 no logra abastecer a la población las 24 horas del día, solo lo abastece por 9 horas en 3 turnos, las causas de esto pueden ser que el crecimiento demográfico ha generado un incremento en la demanda de agua y este ya no puede satisfacer en las condiciones mínimas, el reservorio no tiene la capacidad de almacenamiento producto de que ya cumplió su vida útil, es necesario tener un nuevo reservorio.
- En cuanto a las velocidades se han encontrado valores de velocidades menores a la mínima, esto es producto de que en el modelamiento se observan presiones demasiado pequeñas; además, se están tomando en consideración tuberías tanto primarias como secundarias que tienen longitudes y diámetros pequeños, estas velocidades pueden

causar la acumulación tanto de sedimentos y aire en las redes produciendo que no funciones de manera eficiente.

- Esta información obtenida, como: caudales, presiones, velocidades. Posteriormente ha sido añadida a la base de datos creada para poder tener conocimiento del funcionamiento aparentemente real del flujo que circula por esas tuberías.
- Dentro de la simulación se ha hecho uso de un C (coeficiente de Hazen Williams) igual a 100 y se ha usado un diámetro menor al diámetro comercial, ello considerando de que estas tuberías ya no se encuentran nuevas y con el transcurso del tiempo están expuestas a desgastes y acumulación de sedimentos dentro de ellas. Tener un coeficiente C menor, al que se usa cuando está nuevo, implica que las tuberías tengan una presión de agua menor ya que las paredes restringen el flujo.

V.6. Elaboración de una guía rápida sobre el manejo del programa QGIS.

El sistema de información geográfica no es un tema nuevo; sin embargo, existe una gran cantidad de personas que no conocen el funcionamiento del software ni tampoco de la base de datos. Es por ello, que se planteó como objetivo la elaboración de una guía rápida para que el usuario pueda saber el procedimiento que debe realizar.

- Dentro del texto se ha hecho la descripción paso a paso de todo el proceso realizado para la creación de datos, para la importación y exportación de elementos, creación y modificación de capas, entre otras funciones. Esto permite que un usuario pueda seguir de manera secuencial el procedimiento y generar su propia base de datos o usar el QGIS para el desarrollo de otras actividades.

VI. CONCLUSIONES.

El proyecto muestra las bondades que es capaz de brindar esta tecnología, la implementación del sistema de información geográfica pone en evidencia las mejoras creadas en el manejo de la gestión de información de las redes de la urbanización Latina que se encuentra bajo la administración de la empresa EPSEL que actualmente usa métodos rudimentarios para tratar la información. Este nuevo método usado ha permitido generar una estructura organizada con la totalidad de los datos ingresados que son necesarios para una adecuada gestión técnica.

La base de datos creada ha permitido centralizar toda la información de las redes de agua potable como las de alcantarillado, cuenta con un gran almacenamiento y permite ver esta información de estas redes tanto de manera gráfica como de manera textual. Asimismo, brinda un acceso instantáneo a las características de cada uno de los elementos sin necesidad de recurrir a otras plataformas.

Este registro digital de las redes permite reducir tiempos y gastos económicos al momento de buscar información; no corren el riesgo de perderse a causa de algún desastre o accidente. Además, al ser una plataforma gratuita, de fácil uso y adaptabilidad se pueden realizar una manipulación de los datos por diferentes usuarios de manera simultánea con la flexibilidad de guardarse todos los cambios realizados. Asimismo, permite realizar análisis con la información existente, generar reportes y con ello, se reduce tiempos basados en procesos largos usados, mejorar los sistemas de operación, tener control real de lo que sucede en las redes, plantear cambios o mantenimiento, planificar rehabilitaciones entre otras actividades.

La falta de accesibilidad a la información causa que investigaciones como esta no se puedan ejecutar de manera correcta, obliga a tomar valores referenciales o incluso asumir valores estimados para poder trabajar, este es un problema que queremos evitar con la implementación del sistema de información geográfica, para que cuando alguien solicite esta información no se requiere utilizar métodos muy complicados para poder obtener datos que en teoría deberían ser de fácil acceso, y con ello brindar información con valores actualizados, evitando gastos innecesarios y pérdidas de tiempo.

La simulación hidráulica del agua potable realizada ha brindado valores referenciales del posible comportamiento de las redes, se ha detectado que tiene presiones de 5 a 4 psi causando que el agua no llegue correctamente a las edificaciones. En cuanto a velocidades existen tuberías que tienen valores que están por debajo de las velocidades mínimas, la causa más probable de que esto suceda podría ser la edad que tienen las tuberías, esto pone en evidencia que este sistema de agua potable ya ha superado su periodo de servicio y puede estar generando que las tuberías ya no cumplan con los requerimientos mínimos. De todas maneras, estos valores no

aseguran al 100% que este sea el comportamiento real de la red, ya que muchos de los valores usados son asumidos tomando en cuenta la normativa actual. Esta falta de accesibilidad a la información causada por muchas de las entidades del sector, producen que investigaciones como estas no se realicen exitosamente, viéndose obligados a encontrar valores por otros medios, demandando más tiempo y dinero.

El plano en formato GIS ha tenido una buena interacción con el software de modelamiento hidráulico usado, facilitando el uso del programa y reduciendo el tiempo en la inserción de datos puesto que WaterCAD reconoce los elementos que se encuentran como atributos dentro de los archivos importados. Asimismo, estos resultados obtenidos son almacenados dentro de los documentos GIS creados permitiendo tener una base de datos con información del funcionamiento de la red en tiempo real.

Tener una guía rápida del funcionamiento del programa permite que otros usuarios puedan aplicar esta metodología en otra entidad de este rubro o incluso de otro rubro producto de que el sistema de información tiene una plataforma con una gran cantidad de herramientas que permiten realizar una gran cantidad de análisis y es aplicable a otras investigaciones.

VII. RECOMENDACIONES.

Se recomienda se realice una mayor investigación sobre el uso de los SIG para poder aplicarlo sobre todas las redes de agua y alcantarillado y analizar la posibilidad de generar una zona de prueba para aplicarlo en un área determinada con condiciones reales dentro de la administración de la entidad para ver el funcionamiento del SIG y las mejoras que podría traer para esta, tomando en cuenta que esta es una escala más grande.

Se sugiere realizar una investigación mucho más detallada de las ocurrencias de las redes, donde se incluya tanto la información de una macro medición y micro medición del agua, aprovechando la gran capacidad de almacenamiento que presenta este sistema; en el caso de pérdidas se debe incluir cuales son los nudos con mayores pérdidas y detectar las conexiones clandestinas; registrar a los usuarios y su consumo mensual y anual agua para determinar la capacidad de las redes que tienen actualmente y cobrar un precio equitativo de del volumen consumido; controlar las presiones en cada elemento para mejorar el sistema y plantear mantenimiento o si se diera el caso cambiar las estructuras y realizar constantemente una actualización del estado situacional del sistema. Asimismo, añadir la información de la fuente y la calidad del agua que se distribuye para obtener la eficiencia como producto y su capacidad de abastecimiento y así poder brindar un buen servicio a la población.

Se recomienda una capacitación al personal sobre el sistema de información geográfica para que desempeñen un trabajo eficiente y promover que los futuros proyectos trabajen bajo el SIG; estas capacitaciones permitirán que se realicen actualizaciones y retroalimentación de las ocurrencias dentro de la red, como: cambios de materiales, fugas, modificaciones, entre otras. Con ello, se logrará una mejor gestión técnica dentro de la entidad.

Se sugiere realizar un levantamiento del estado situacional actual de la red actual y los accesorios que forman parte de ello, esto para suplir esta falta de información que se tiene actualmente y que pueda servir para alimentar las bases de datos de información geográfica.

Se recomienda realizar una verificación con datos reales para determinar la capacidad que tienen actualmente las redes para poder comprobar si este ya ha superado su tiempo de vida útil y se pueda plantear posibles proyectos para mejorar la capacidad de esta.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- [1] MINAM, El Perú y el cambio climático, Lima: Gráfica Biblos S.A, 2016.
- [2] A. Muñoz Bonilla, C. J. Roncancio Moreno y S. A. Mendoza Jiménez, «Implementación de un sistema de información geográfico para las plantas de tratamiento de agua potable y residual de la armada nacional de COLOMBIA,» Bogotá, 2018.
- [3] M. A. H. García, «Aplicación de SIG en la caracterización de las aguas de dos acuíferos de las Comarcas de la Marina Alta-Safor,» Gandía, 2017.
- [4] O. I. S. López, «Levantamiento y digitalización de la red principal secundaria de agua potable y sus componentes comprendido en los barrios El Recreo, Las Palmas y Cooperativa plaza Aray de la ciudad de Puyo, Cantón y provincia de Pastaza aplicando un software especializa,» Ecuador, 2016.
- [5] H. T. L. Espinoza, «Sistema de información geográfica aplicado al Catastro de agua Potable del Cantón Paute,» Ecuador, 2012.
- [6] R. Ahmadullah y K. Dongshik, «Simulation of Hydraulic Parameters in Water Distribution Network Using EPANET and GIS, » *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, vol. 7, n° 2, pp. 119-125, 2016.
- [7] A. Ayad, H. Awad y A. Yassin, «Geographic Information Systems in Water Distribution Networks, » de *Conference: international perspective on water resources & the environment*, Arabia Saudita, 2011.
- [8] R. Ahmadullah y K. Dongshik, «Assessment of Potential Dam Sites in the Basin Using GIS, » (*IJACSA*) *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, vol. 6, n° 2, pp. 83-89, 2015.
- [9] Y. Sánchez Cruz y M. Amoróz Núñez, «Gestión de agua urbana mediante análisis espacial en los SIG,» *Ingeniería hidráulica y Ambiental*, vol. 33, n° 3, sep-dic 2012.
- [10] H. B. Ayala, «Confeción de mofelos de redes de distribución de agua desde un SIG desarrollo de herramientas de apoyo a las decisiones,» España, 2013.
- [11] E. A. Gonzales Ramírez y E. Bejarano Salazar, «Geographic information systems and water network modeling: case studies in the province of Guanacaste, Costa Rica,» *Revista Geográfica de América Central*, vol. 2, n° 63, pp. 293 - 318, 2019.
- [12] R. Gowda y S. LG, «Simulation of Hydraulic Parameters in Water Distribution Network Using EPANET and GIS, » de *Conference: International Conference on Ecological, Environmental and Biological Sciences*, India, 2012.
- [13] G. V. Flores, «Metodología computarizada de dimensionamiento de redes de agua potable,» Piura-Perú, 2017.
- [14] J. L. Caballero, «sistema de información geográfica para mejorar la gestión técnica de agua potable y en la empresa municipal de agua potable y alcantarillado EMAPA – Huancavelica,» Huancayo, 2017.
- [15] Ministerio de Salud, Reglamento de la calidad de agua para el consumo humano, Lima: DIGESA, 2011.
- [16] Comisión Nacional del Agua, «Diseño de plantas potabilizadoras tipo de tecnología simplificada,» de *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento*, S. d. M. A. y. R. Naturales, Ed., Tlalpan, 2007, p. 329.
- [17] Ministerio de Vivienda Construcción y saneamiento, «OS-010 Captación y conducción de agua para consumo humano,» de *Reglamento Nacional de edificaciones*, Lima, El Peruano, 2008, p. 11.

- [18] Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, «OS-020 Planta de tratamiento de agua para consumo humano,» de *Reglamento Nacional de Edificaciones*, Lima, El Peruano, 2008.
- [19] Ministerio de Vivienda construcción y Saneamiento, «OS 030- Almacenamiento de agua para consumo humano,» de *Reglamento Nacional de edificaciones*, Lima, El Peruano, 2008.
- [20] Comisión Nacional del agua, «Redes de distribución,» de *Manual de agua potable alcantarillado y saneamiento*, México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2007, p. 250.
- [21] MVCS, «OS.050 Redes de distribución de agua para consumo humano,» de *Reglamento Nacional de edificaciones*, Lima, 2009, pp. 157-161.
- [22] Comisión nacional del agua, «Alcantarillado Sanitario,» de *Manual de agua potable alcantarillado y Saneamiento*, México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2009, p. 132.
- [23] Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, «OS-070 Redes de aguas residuales,» de *Reglamento Nacional de edificaciones*, Lima, El Peruano, 2008.
- [24] Ministerio Federal de Cooperación Económica y Desarrollo, Guía para la reducción de las pérdidas de agua, 2009.
- [25] Comisión Nacional del agua, «Sistema de medición de agua, producción, operación y consumo,» de *Manual de agua potable Alcantarillado y Saneamiento*, México.
- [26] L. L. Trigal, Diccionario de geografía aplicada y profesional. Terminología de análisis, planificación y gestión del territorio, España, 2015, p. 671.
- [27] J. M. S. Preciado, Sistema de Información geográfica, Madrid: Edición digital, 2004.
- [28] A. M. Jiménez, Sistema y Análisis de la información geográfica. Manual de autoaprendizaje con ArcGIS, Madrid: RA-MA. S.A., 2014.
- [29] V. Olaya, Sistema de información geográfica, 2014.
- [30] CONAGUA -CONACYT-IMTA, «Modelación y diseño de redes de agua potable con demanda toástica integrados con sistema de información geográfica.»
- [31] N. Baghdadi, C. Mallet y M. Zribi, QGIS y las herramientas genéricas, Reino Unido: London SW19, 220.
- [32] A. V. CASTRO, «MANEJO DEL SOFTWARE QGIS PARA GESTIONAR DATOS DE REDES DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA EN LA URB. MIRAFLORES,» PIURA, 2019.
- [33] Y. M. S. Merlo, «Modelamiento computarizado de sistemas de distribución de agua con WaterCAD V8i,» ICA, 2013.
- [34] J. Gutierrez, «Bentley Colleague Blogs, » 15 mayo 2009. [En línea]. Available: http://communities.bentley.com/other/old_site_member_blogs/bentley_employees/b/juan_gutierrezs_blog/archive/2009/05/14/diferencias-entre-watercad-y-watergems. [Último acceso: 2020 mayo 18].
- [35] F. R. D. Calderón, «Diseño del sistema de agua potable, conexiones domiciliarias y alcantarillado del asentamiento humano "Los pollitos" - ICA, usando los programas WaterCAD y SEVERCAD,» LIMA, 2014.
- [36] E. A. Gonzáles Ramírez y E. Bejarano Salazar, «Sistema de información geográfica y modelado hidráulico de redes de abastecimiento de agua potable: estudio de caso en la provincia de Guanacaste, Costa Rica,» *Revista Geográfica de América Central*, n° 63(2), pp. 293-318, 2018.
- [37] Asociación mundial de agua, «Global Water Partnership,» 21 diciembre 2011. [En línea]. Available: <https://www.gwp.org/es/GWP-Sud-America/ACERCA/porque/PRINCIPALES-DESAFIOS/Que-es-la-GIRH/>. [Último acceso: 29 junio 2020].

IX. ANEXOS.

Anexo 1: Carta de presentación dirigida a EPSEL

Chiclayo, 25 de setiembre de 2020

CARTA N°110-2020-USAT-EICA

Señor
 Ing. Arturo Daniel Colchado Bolivar
 Gerente General
 EPSEL S.A.
 Presente. -

De mi especial consideración:

Es grato dirigirme a usted para expresarle mis saludos a nombre de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo y desearle éxitos en su gestión al frente de su representada.

Asimismo, por este medio presentarle a la estudiante **PALACIOS OBLITAS ANITA MERCEDES** identificada con DNI N° 73536611 y código universitario 161BE58800 de la **ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL**, quien se encuentra desarrollando su tesis aprobado bajo la denominación: **"MANEJO DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA PARA LA GESTIÓN DE REDES DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE LA URBANIZACIÓN LATINA DEL DISTRITO DE JOSÉ LEONARDO ORTIZ DE LA PROVINCIA CHICLAYO 2020"**.

Por este motivo, solicitamos a usted pueda otorgarle las facilidades, permisos y apoyo pertinentes en acceder a la información necesaria, para la continuidad de su trabajo de investigación; tomando en cuenta las medidas de seguridad y aislamiento social decretado por el gobierno, frente a la propagación del COVID 19.

Agradeciendo de antemano su atención que brinde a la presente, me despido expresando mi especial consideración y estima personal

Se expide la presente carta a solicitud de la interesada.

Atentamente,

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'W.M.G.V.', is placed over a vertical line.

Firmado digitalmente por:
 WILSON MARTIN GARCIA VERA
 Motivo: "Doy V° B°"
 Fecha: 25/09/2020 Hora: 12:22:17

Mtro. Ing. Martín García Vera
Decano (e) Facultad de Ingeniería y Arquitectura
USAT

*Anexo 2: Solicitud de autorización de acceso a información.***Asunto:** Solicitud de información

Señor: Ing. Arturo Daniel Colchado Bolívar
Gerente General EPSEL S.A.

Yo, Anita Mercedes Palacios Oblitas, identificada con el DNI: 73536611, en calidad de estudiante de la universidad Santo Toribio de Mogrovejo, ante usted y con debido respeto me presento para expresarle lo siguiente:

Que teniendo como tesis titulada: "Manejo del sistema de información geográfica para la gestión de redes de agua potable y alcantarillado de la urbanización latina del distrito de José Leonardo Ortiz de la provincia Chiclayo 2020", pido a usted toda la información relacionada con las redes de agua potable y desagüe de la Urbanización Latina.

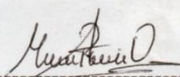
La información en específica que solicito es la siguiente:

1. Expediente técnico de las redes de agua y desagüe de la urbanización Latina.
2. Planos actualizados de:
 - Redes de agua y desagüe de la urbanización Latina.
 - PTAP
 - Reservorio.
 - Detalles de conexiones domiciliarias, válvulas y accesorios.
 - Catastro.
 - Topografía (Curvas de nivel, perfil longitudinal).
3. Padrón de beneficiarios de la Urb. Latina.
4. Demanda de agua y caudal de ingreso a la PTAP.
5. Calidad del agua (informe de análisis de calidad del agua)
6. Información general de las redes (antigüedad) y del reservorio (capacidad).

Adjunto la carta de presentación de la universidad.

Sin otro en particular y esperando su atención debida a la presente por ser de justicia, me despido de usted.

Chiclayo, 22 de marzo del 2021



Anita Palacios Oblitas
DNI: 73536611



06/04/21.

Sub. Gerencia Est. proy.

674272

Anexo 3: Estado situacional de tuberías de agua potable -Urbanización Latina

ANEXO 01-2021/U.L. - JLO

ESTADO SITUACIONAL REDES DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE LA URB. LA TINA- DISTRITO DE JOSE LEONARDO ORTIZ – PROVINCIA DE CHICLAYO

Fecha: Abril del 2021

1. RED DE AGUA POTABLE						
Calle, Avenida, Pasaje	Diámetro (ø)	Longitud (m)	Tipo de Material	Estado de Conservación	Antigüedad (Años)	Tramos
Av. José Balta	4"	384.20	A.C.	Malo	35 a mas	Los Curacas– Av. México
Conquista	4"	326.45	A.C.	Malo	35 a mas	Av. México– Los Quipus
Próceres	4"	506.40	A.C.	Malo	35 a mas	Av. México –Cruz del Chalpón
El Cabildo	4"	198.70	A.C.	Malo	35 a mas	Los Libertadores – Virrey Toledo
El Intendente	4"	201.30	A.C.	Malo	35 a mas	Los Libertadores – Virrey Toledo
S/N (Parque Cajamarca)	4"	116.40	A.C.	Malo	35 a mas	Virrey Toledo-Cacique Collique
El Corregidor	4"	201.58	A.C.	Malo	35 a mas	Los Libertadores – Virrey Toledo
Av. Saézn Peña	4"	508.10	A.C.	Malo	35 a mas	Av. México–Cruz de Chalpón
	18"	519.00	A.C.	Malo	35 a mas	Av. México – Cruz del Chalpón
	8"	509.77	A.C.	Malo	35 a mas	Av. México – Cruz del Chalpón
Horacio Patiño	4"	286.40	A.C.	Malo	35 a mas	Virrey Toledo-Cruz del Chalpón
Filántropos	4"	115.50	A.C.	Malo	35 a mas	Pardo y Miguel – Santiago Cassinelli
Gonzalo Pizarro	4"	184.30	A.C.	Malo	35 a mas	Av. México-Camino del Inca
Hernando de Soto	4"	216.30	A.C.	Malo	35 a mas	Av. México–Virrey Toledo
Chongoyape	6"	443.60	A.C.	Malo	35 a mas	Av. México-Cruz del Chalpón
Cruz del Chalpón	6"	489.12	A.C.	Malo	35 a mas	Próceres -Chongoyape
Los Libertadores	4"	215.22	A.C.	Malo	35 a mas	Próceres-Av. Sáez Peña
Enrique de la Piedra	4"	199.44	A.C.	Malo	35 a mas	Horacio Patiño - Chongoyape
Santiago Cassinelli	4"	199.46	A.C.	Malo	35 a mas	Horacio Patiño - Chongoyape
Los Curacas	4"	107.70	A.C.	Malo	35 a mas	Av. Balta-Próceres
Los Quipus	4"	102.60	A.C.	Malo	35 a mas	Av. Balta - Próceres
M. Orellana	4"	107.44	A.C.	Malo	35 a mas	Filántropos - Chongoyape
Pardo y Miguel	4"	199.60	A.C.	Malo	35 a mas	Horacio Patiño - Chongoyape
Virrey Toledo	4"	538.85	A.C.	Malo	35 a mas	Av. José Balta - Chongoyape
Camino del Inca	4"	312.50	A.C.	Malo	35 a mas	S/N (Parque Cajamarca) – Hernando de Soto
Cacique Collique	4"	337.65	A.C.	Malo	35 a mas	Próceres –Gonzalo Pizarro
Cacique Cinto	4"	345.40	A.C.	Malo	35 a mas	Próceres –Gonzalo Pizarro
Av. México	6"	564.60	A.C.	Malo	35 a mas	Av. José Balta – Chongoyape

OBSERVACIONES:

- > La longitud de las redes indicadas ,corresponden a un metrado aproximado.
- > El abastecimiento de agua potable tiene un Primer Sector comprendido por la Av. Saézn Peña, México,



Anexo 4: Estado situacional de tuberías de agua potable -Urbanización Latina

José Balta y Cruz de Chalpón que recibe el abastecimiento del Reservorio Norte 1, durante 9 horas al día en 3 turnos, su presión promedio es de 4 lb/pí2., y tiene un Segundo Sector comprendido entre la Av. Saénz Peña, México, Chongoyape y Cruz del Chalpón recibe el abastecimiento de agua potable directo de Planta de Tratamiento N° 1 durante 24 horas y su presión promedio es de 5 lb/pí2.

- De tener previsto realizar obras de pavimentación en las vías indicadas y debido a los años de instalación y al tipo de material de las tuberías que son de Asbesto-Cemento, será necesario la renovación de las redes, incluyendo las conexiones domiciliarias que tienen el mismo tipo de material.



Anexo 5: Estado situacional de tuberías de alcantarillado -Urbanización Latina

2. RED DE ALCANTARILLADO						
Calle, Av., Psje	Díámetro (ø)	Longitud (m)	Tipo de Material	Estado de Conservación	Antigüedad (Años)	Tramo
Av. José Balta	8"	163.2	C.S.N.	Malo	35 a mas	Los Curacas -- Virrey Toledo
	10"	227.46	C.S.N.	Malo	35 a mas	Virrey Toledo – Av. México
Conquista	8"	52.24	C.S.N.	Malo	35 a mas	Av. México–Cacique Cinto
	12"	164.1	C.S.N.	Malo	35 a mas	Cacique Cinto–Virrey Toledo
	8"	114.9	C.S.N.	Malo	35 a mas	Virrey Toledo – Los Quipus
Próceres	500 mm	214.6	P.V.C.	Bueno	3	Av. México – Virrey Toledo
	12"	167.4	C.S.N.	Malo	35 a mas	Virrey Toledo - Los Curacas
	200 mm	214.1	P.V.C.	Bueno	3	Av. México – Virrey Toledo
	8"	308.24	C.S.N.	Malo	35 a mas	Virrey Toledo – Cruz de Chalpón
El Cabildo	200 mm	210.4	P.V.C.	Bueno	3	Los Libertadores – Virrey Toledo
El Intendente	200 mm	210.5	P.V.C.	Bueno	3	Los Libertadores – Virrey Toledo
El Corregidor	200 mm	210.8	P.V.C.	Bueno	3	Los Libertadores – Virrey Toledo
Av. Sáenz Peña	12"	47.5	C.S.N.	Malo	35 a mas	Av. México–Cacique Cinto
	10"	509.18	C.S.N.	Malo	35 a mas	Av. México – Los Libertadores
	8"	375.36	C.S.N.	Malo	35 a mas	Los libertadores- Cruz del Chalpón
Horacio Patiño	10"	249.63	C.S.N.	Malo	35 a mas	Virrey Toledo-Cruz del Chalpon
	8"	34.7	C.S.N.	Malo	35 a mas	
Filántropos	8"	108.04	C.S.N.	Malo	35 a mas	Pardo y Miguel – Santiago Cassinelli
Gonzalo Pizarro	8"	165.3	C.S.N.	Malo	35 a mas	Av. México-Camino del Inca
Hernando de Soto	8"	214.6	C.S.N.	Malo	35 a mas	Av. México–Virrey Toledo
Chongoyape	10"	213.98	C.S.N.	Malo	35 a mas	Av. México–Virrey Toledo
	8"	218.22	C.S.N.	Malo	35 a mas	Virrey Toledo-Cruz del Chalpon
Cruz del Chalpón	8"	455.97	C.S.N.	Malo	35 a mas	Próceres-Chongoyape
Los Libertadores	315 mm	215.7	P.V.C.	Bueno	3	Próceres-Av. Sáenz Peña
Enrique de la Piedra	8"	198.53	C.S.N.	Malo	35 a mas	Horacio Patiño - Chongoyape
Santiago Cassinelli	8"	198.66	C.S.N.	Malo	35 a mas	Horacio Patiño - Chongoyape
Los Curacas	12"	54.35	C.S.N.	Malo	35 a mas	Conquista – Próceres
	8"	57.35	C.S.N.	Malo	35 a mas	Av. Balta-Conquista
Los Quipus	200 mm	106.9	P.V.C.	Bueno	3	Av. Balta - Próceres
M. Orellana	8"	116.65	C.S.N.	Malo	35 a mas	Filántropos - Chongoyape
Pardo y Miguel	8"	198.68	C.S.N.	Malo	35 a mas	Horacio Patiño - Chongoyape
Virrey Toledo	16"	250	C.R.	Malo	35 a mas	Av. Sáenz Peña – Chongoyape
	500 mm	228.6	P.V.C.	Bueno	3	Av. Sáenz Peña – Próceres
	10"	115.8	C.S.N.	Malo	35 a mas	Av. Balta – Próceres
	200 mm	228.0	P.V.C.	Bueno	3	Próceres – Av. Sáenz Peña
	8"	228.38	C.S.N.	Malo	35 a mas	Av. Sáenz Peña - Chongoyape
Camino del Inca	200 mm	108.4	P.V.C.	Bueno	3	Parque Cajamarca - Av. Sáenz Peña



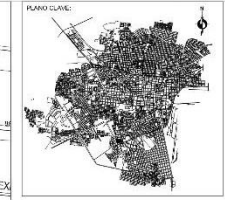
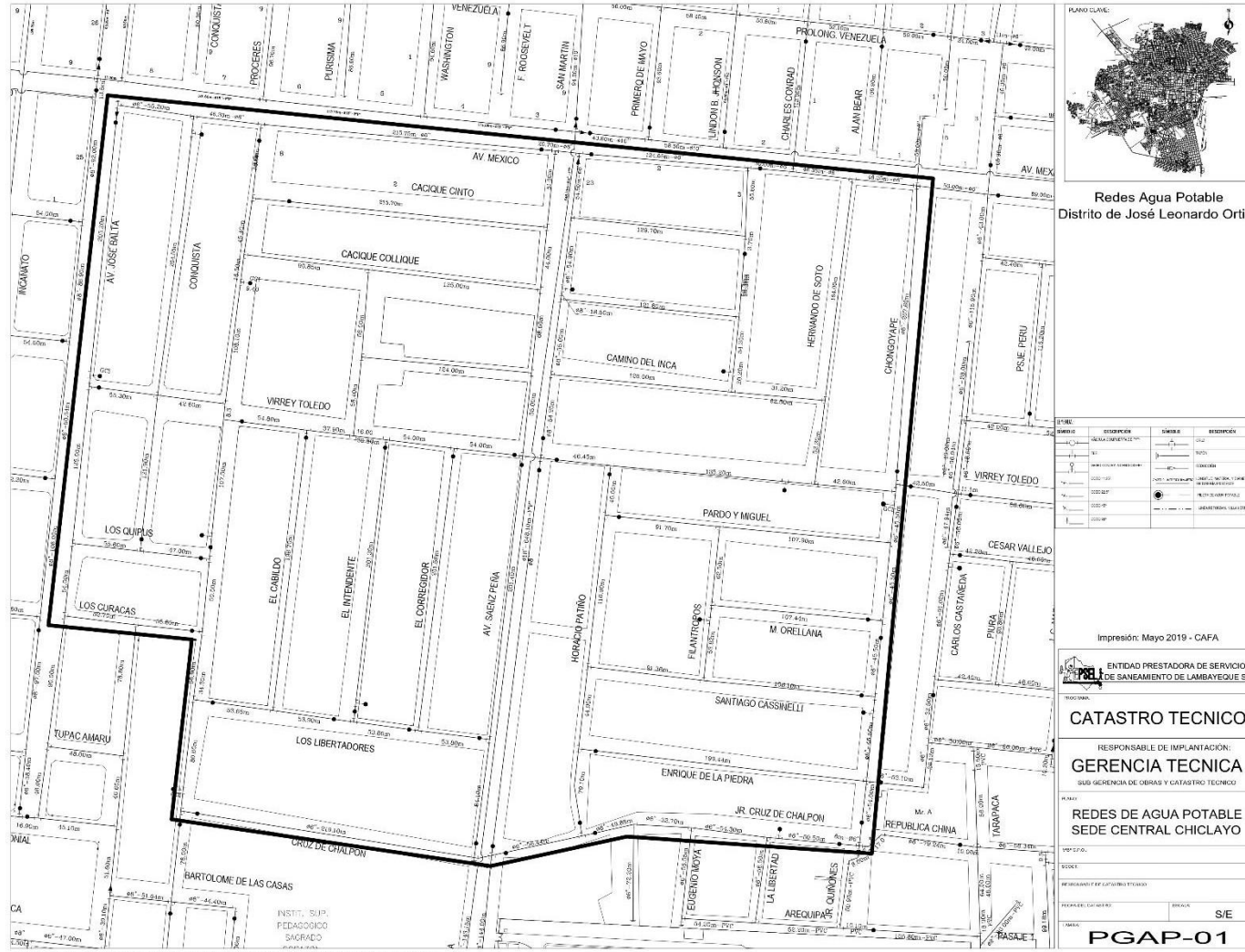
Anexo 6: Estado situacional de tuberías de alcantarillado -Urbanización Latina

	8"	197.45	C.S.N.	Malo	35 a mas	Av. Sáenz Peña – Hernando de Soto
Cacique Collique	200 mm	215.6	P.V.C.	Bueno	3	Próceres – Av. Saézn Peña
	8"	132.4	C.S.N.	Malo	35 a mas	Av. Saézn Peña – Gonzalo Pizarro
Cacique Cinto	355 mm	213.7	P.V.C.	Bueno	3	Av. Saézn Peña- Próceres
	10"	145.68	C.S.N.	Malo	35 a mas	Av. Saézn Peña-Gonzalo Pizarro
Av. México	10"	500.61	C.S.N.	Malo	35 a mas	Av. José Balta – Hernando de Soto
	250 mm	53.40	P.V.C.	Bueno	3	Hernando de Soto-Chongoyape

- La red de alcantarillado que tienen una antigüedad de 2 años y que están en buen estado de conservación y el material de la tubería es PVC, Forma parte del Servicio denominado "Servicio de Reparaciones menores de colectores primarios y secundarios colapsados a consecuencia del Fenómeno El Niño Costero del 2017 en zonas declaradas en Estado de Emergencia por el peligro inminente ante el periodo de lluvias 2017-2018 en el distrito de José Leonardo Ortiz, en la Provincia de Chiclayo, Departamento de Lambayeque", el mismo que ha sido ejecutado por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS), teniendo como Área Usuaría a la Unidad para la Mejora de la Prestación de los Servicios (UMPS), del Programa Nacional de Saneamiento Urbano (PNSU), sin embargo aun no ha sido transferida a EPSEL S.A. El Servicio no considero la Renovación de Buzones, los cuales tienen una antigüedad de 40 años y su estado de conservación es regular.
- De tener previsto realizar obras de pavimentación en las vías indicadas y debido a los años de instalación y al tipo de material de las tuberías que es de concreto simple normalizado, será necesario la renovación de las redes actuales, incluyendo conexiones domiciliarias.
- La longitud de las redes indicadas, corresponden a un metrodo aproximado.
- El sistema de alcantarillado de la Urbanización tiene como punto de descarga el colector de \varnothing 500 mm en el Buzón ubicado en la calle Próceres intersección con Av. México. El Colector Próceres a su vez descarga las aguas residuales hacia el Colector Principal Panamá de \varnothing 24" ubicado en la calle Panamá.



Anexo 7: Plano de agua potable de la Urbanización Latina



Redes Agua Potable
Distrito de José Leonardo Ortiz

DIAMETRO	TIPO	VALVE	NOTAS
150	AC	150	150
100	AC	100	100
75	AC	75	75
50	AC	50	50
30	AC	30	30
20	AC	20	20

Impresión: Mayo 2019 - CAFA

ENTIDAD PRESTADORA DE SERVICIOS
DE SANEAMIENTO DE LAMBAYEQUE S.A.

CATASTRO TECNICO

RESPONSABLE DE IMPLANTACION:
GERENCIA TECNICA
SUB GERENCIA DE OBRAS Y CATASTRO TECNICO

Mr. A
REDES DE AGUA POTABLE
SEDE CENTRAL CHICLAYO

PGAP-01

NOTA: EN LAS REDES DONDE NO FIGURA EL DIAMETRO, SE ASUME QUE SON REDES DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE DE 4" AC a 100mm AC.
EN EL PRESENTE PLANO FIGURAN REDES RECONSTRUIDAS POR EPSEL S.A. U OPORTUNAS.

