



FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO

SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA APLICADO A SISTEMA DE
SANEAMIENTO BÁSICO RURAL, CASERÍO MONTEGRANDE BAJO, HUARMACA,
PIURA

Línea de investigación:

**Desarrollo urbano-rural, catastro, prevención de riesgos, hidráulica y
geotecnia**

Trabajo de suficiencia profesional para optar el título profesional de Ingeniero Geógrafo

Autor:

Bendezú Santisteban, Edwin Ivan

Asesor:

Sánchez Carrera, Dante Pedro

ORCID: 0000-0002-1241-0483

Jurado:

Cadenas Acosta, Raúl

Bedoya Gómez, Ilse

Herrera Diaz, Marco Antonio

Lima - Perú

2024

BENDEZU SANTISTEBAN

INFORME DE ORIGINALIDAD

28%

INDICE DE SIMILITUD

27%

FUENTES DE INTERNET

10%

PUBLICACIONES

9%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	6%
2	repositorio.unfv.edu.pe Fuente de Internet	4%
3	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	2%
4	repositorio.upla.edu.pe Fuente de Internet	2%
5	www.gob.pe Fuente de Internet	1%
6	www.lumensoft.pe Fuente de Internet	1%
7	repositorio.uladech.edu.pe Fuente de Internet	1%
8	www.mef.gob.pe Fuente de Internet	1%
9	repositorio.ucss.edu.pe Fuente de Internet	1%



FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO
SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA APLICADO A SISTEMA DE
SANEAMIENTO BÁSICO RURAL, CASERÍO MONTEGRANDE BAJO, HUARMACA,
PIURA

**Línea de investigación: Desarrollo urbano-rural, catastro, prevención de riesgos,
hidráulica y geotecnia**

Suficiencia Profesional para optar el Título Profesional de Ingeniero Geógrafo

Autor:

Bendezú Santisteban, Edwin Ivan

Asesor:

Sánchez Carrera, Dante Pedro

(ORCID: 0000-0002-1241-0483)

Jurado:

Cadenas Acosta, Raúl

Bedoya Gómez, Ilse

Herrera Diaz, Marco Antonio

Lima – Perú

2024

Dedicatoria

A mis queridos padres por todo su apoyo incondicional en mi camino personal y profesional.

A mi familia: Gisela, Natsumi y Oziel, quienes con su alegría, amor y confianza proyectan mi camino a ser mejor cada día.

A mis queridas hermanas, desde siempre han sido un regalo invaluable en cada etapa de mi vida.

ÍNDICE 2

Resumen.....	7
Abstract.....	8
I. INTRODUCCIÓN	9
1.1. Trayectoria del Autor	9
1.2. Descripción de la empresa.....	11
1.2.1. <i>Visión</i>	11
1.2.2. <i>Misión</i>	11
1.2.3. <i>Organigrama de la empresa</i>	12
1.2.4. <i>Áreas y funciones desempeñadas</i>	13
II. APLICACIÓN DE SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA AL SANEAMIENTO BÁSICO	14
2.1. Antecedentes del problema	14
2.2. Objetivo.....	15
2.2.1. <i>Objetivo General</i>	15
2.2.2. <i>Objetivo Específicos</i>	15
2.3. Antecedentes	16
2.4. Definición de términos básicos	17
2.4.1. <i>ArcGIS</i>	17
2.4.2. <i>Opciones tecnológicas para sistemas de saneamiento en el ámbito rural - RM N.º192-2018-VIVIENDA</i>	17
2.5. Materiales	20
2.5.1. <i>Instrumentos</i>	20
2.5.2. <i>Programas utilizados</i>	20
2.6. Zona de Estudio: Caserío Montegrande Bajo	21
2.7. Metodología aplicada al proyecto	23
2.8. Procedimiento de trabajo en el proyecto	23

2.8.1.	<i>Primera Etapa: Recolección de la información cartográfica.....</i>	23
2.8.2.	<i>Segunda Etapa: Geoprocusamiento de la información de CAD a SHAPE.....</i>	23
2.8.3.	<i>Tercera Etapa: Migración de los componentes del sistema de agua y saneamiento</i>	25
2.8.4.	<i>Cuarta Etapa: Creación de la GDB</i>	39
2.8.5.	<i>Quinta Etapa: Visualización del sistema.....</i>	44
2.9.	Resultados	46
2.10.	Discusión de Resultados	47
III.	APORTES MÁS DESTACABLES A LA EMPRESA	48
IV.	CONCLUSIONES.....	49
V.	RECOMENDACIONES.....	50
VI.	REFERENCIAS	51
VII.	ANEXOS	52

Índice de tablas 4

Tabla 1 Ubicación geográfica en coordenadas UTM	21
Tabla 2 Dotación de agua.....	22
Tabla 3 Atributos del sistema de saneamiento.....	26
Tabla 4 Estructura de la red	33
Tabla 5 Tubería primaria.....	33
Tabla 6 Tubería secundaria	34
Tabla 7 Accesorios.....	34
Tabla 8 Reservorio	35
Tabla 9 Válvula.....	35
Tabla 10 Llave de paso	36
Tabla 11 Acometida.....	36
Tabla 12 Conexión de agua.....	36
Tabla 13 Lotes.....	37
Tabla 14 Autoridad local del agua	37
Tabla 15 Caserío	37
Tabla 16 Área del proyecto.....	38
Tabla 17 Vías	38
Tabla 18 Unidad básica de saneamiento	38
Tabla 19 Metrado del sistema de agua y saneamiento.....	46

Índice de figuras 5

Figura 1	Organigrama de la empresa HNE Constructores y Proyectos E.I.R.L.....	12
Figura 2	ArcGIS.....	17
Figura 3	Línea de conducción.....	18
Figura 4	Red de distribución.....	18
Figura 5	Reservorio	19
Figura 6	Válvula de purga	19
Figura 7	Válvula de aire.....	20
Figura 8	Caserío Montegrande Bajo	21
Figura 9	Mapa provincial de Huancabamba	22
Figura 10	Configuración del sistema de coordenadas	24
Figura 11	Plano Georreferenciado en AutoCAD.....	24
Figura 12	Data atributiva del AutoCAD.....	25
Figura 13	Directorio de carpeta	26
Figura 14	Red de tubería.....	27
Figura 15	Accesorios	27
Figura 16	Reservorio	28
Figura 17	Válvulas de control.....	28
Figura 18	Conexiones domiciliarias	29
Figura 19	Acometidas	29
Figura 20	Lotes	30
Figura 21	Autoridad local del agua.....	30
Figura 22	Distritos	31
Figura 23	Área del proyecto	31
Figura 24	Unidad Hídrica	32

Figura 25 Unidad básica de saneamiento	36
Figura 26 Geodatabase y feature class.....	39
Figura 27 Tabla de Contenido del proyecto.....	40
Figura 28 Tabla de atributos de la tubería primaria.....	40
Figura 29 Tabla de atributos de la tubería secundaria	40
Figura 30 Estructura de la red.....	41
Figura 31 Tabla de atributos de los accesorios	41
Figura 32 Tabla de atributos de llave de paso	41
Figura 33 Tabla de atributos de las válvulas.....	41
Figura 34 Tabla de atributos del reservorio	42
Figura 35 Tabla de atributos de la acometida	42
Figura 36 Tabla de atributos de lote	42
Figura 37 Tabla de atributos de distrito	42
Figura 38 Tabla de atributos de vías.....	43
Figura 39 Tabla de atributos de las unidades hídricas	43
Figura 40 Tabla de atributos de la autoridad local del agua	43
Figura 41 Tabla de atributos del área del proyecto.....	43
Figura 42 Tabla de atributos del UBS	44
Figura 43 Plano del sistema de abastecimiento de agua y saneamiento	44
Figura 44 Simbología del proyecto.....	45

Resumen

En la actualidad el acceso al agua potable y el saneamiento en el Perú ha sido históricamente un desafío. A pesar de los esfuerzos gubernamentales, aún persisten disparidades significativas en el acceso a los servicios básicos, en su mayoría es el área técnica municipal que con limitado y escaso personal calificado se encargan de la gestión y actualización de los sistemas de abastecimiento de agua y saneamiento, estos sistemas en su mayoría son convencionales y por gravedad, para un mejor control y gestión de dichos sistemas es importante la aplicación del Sistemas de Información Geográfica (SIG), esta herramienta nos permite almacenar y georreferenciar el sistema de abastecimiento de agua y saneamiento, como procedimiento se identificó y estructuro en tres Geodatabase, de esta manera la información almacenadas ayuda a tener un mejor control de los proyectos de agua que se desarrollen en el distrito, finalmente el presente informe tiene un impacto positivo en la población tanto económico como salubre, disminuyendo el índice de enfermedades infectocontagiosas, en ese sentido cada poblador obtendrá su propia conexión de agua y letrina del tipo compostera.

Palabras clave: saneamiento, unidad básica de saneamiento (UBS), Sistema de Información Geográfica (SIG), georreferenciar, base de datos.

Abstract

Currently, access to drinking water and sanitation in Peru has historically been a challenge. Despite government efforts, significant disparities still persist in access to basic services; the majority is the municipal technical area that, with limited and scarce qualified personnel, is responsible for the management and updating of water supply and sanitation systems. These systems are mostly conventional and gravity-based. For better control and management of these systems, the application of Geographic Information Systems (GIS) is important. This tool allows us to store and georeference the water supply and sanitation system. As a procedure, it was identified and structured in three Geodatabases, in this way the stored information helps to have better control of the water projects that are developed in the district. Finally, this report has a positive impact on the population, both economically and healthily. reducing the rate of infectious diseases, in that sense each resident will obtain their own water connection and composting type latrine.

Keywords: sanitation, basic sanitation unit (UBS), Geographic Information System (GIS), georeferencing, database.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Trayectoria del Autor

El autor cuenta con siete años trabajando en proyectos relacionados con el mejoramiento de sistemas de abastecimiento de agua, alcantarillado y saneamiento básico, también es especialista en SIG aplicado al catastro comercial y técnico de redes de agua y alcantarillado en SEDAPAL, tiene un curso de especialización en Big Data y programas de modelación hidráulica. Actualmente está cursando la maestría en recursos hídricos en la Universidad Nacional Agraria La Molina.

En el 2017, laboró en la consultora española Proyectos, estudios y construcciones S.A Sucursal en el Perú (PEYCO), desempeñando funciones como analista GIS, en proyectos a nivel de expediente técnico de agua potable y alcantarillado, de SEDAPAL.

Desde julio de 2017 hasta julio del año 2018, laboró en la consultora HNE constructores y Proyectos EIRL, como asistente en ingeniería de proyectos, para la reformulación del expediente técnico de instalación, mejoramiento del sistema de agua potable y saneamiento de en el caserío Montegrando Bajo, ubicado en el distrito de Huarmaca, Piura.

En noviembre del año 2018, fue contratado como asistente técnico del PNSU, para la elaboración de los esquemas del sistema de agua potable, alcantarillado y PTAR en las ciudades Chiclayo y Ayacucho.

En el año 2019, laboró en la consultora española Asistencia Técnica y Jurídica (ATJ), como analista de información geográfica CAD-GIS, desempeñando funciones en el procesamiento de datos catastrales de las redes de agua, proyecto de estudios básicos de la derivación Cañete – Lima Sur.

Desde octubre del 2019 a marzo del 2020, realizó prácticas profesionales en el Equipo Comercial Ate Vitarte, SEDAPAL.

Durante todo el año 2021, laboró en la consultora Inversiones Integrales en Agua 21 S.R.L (INAGUA), desempeñando funciones como asistente de ingeniería, en el estudio de perfil del proyecto: “Mejoramiento y ampliación de la planta de tratamiento de aguas residuales de Cieneguilla”.

Desde enero a setiembre del año 2022, laboró en la empresa Acciona Agua S.A Sucursal Peruana (ACCIONA), desempeñando funciones como gestor de servicios de saneamiento.

Durante el periodo de setiembre del año 2022 a junio del año 2023, laboró en el Consorcio Buenaventura como especialista GIS, para ejecutar la liberación de interferencias de redes de agua potable y alcantarillado, afectados por el avance de obra Línea 2 del Metro de Lima y Callao.

Desde julio del año 2023 a octubre del año 2023, laboré en el Consorcio San Pedro, cómo especialista GIS, generando la migración de las redes de agua potable y alcantarillado de la estación San Marcos E-7 de la Línea 2 del metro de Lima y Callao al GIS corporativo de SEDAPAL.

En noviembre del año 2023 a enero de año 2024, laboró en la empresa SEDAPAL como técnico comercial, bajo el contrato de modalidad suplencia, como parte de las funciones fue generar factibilidades de servicios de agua y alcantarillado, venta de conexiones nuevas, reconexión del servicio, seguimiento de denuncias y actualización del catastro comercial, la data fue ingresada al sistema corporativo OPEN de SEDAPAL.

Actualmente es consultor independiente, en proyectos de saneamiento básico.

1.2.Descripción de la empresa

HNE Constructores y Proyecto E.I.R.L, empresa establecida en Tarapoto, departamento de San Martín, identificada con RUC 20600570090, se dedica al rubro de las consultorías en elaboración de perfiles, expedientes técnicos de proyectos de inversión pública, así como también brinda servicios en ejecución de obras civiles, saneamiento y afines.

La empresa se caracteriza por estar en constante actualización y capacitación a sus empleados constituyendo así una ventaja competitiva respecto a sus similares.

1.2.1. Visión

- Contribuir con el progreso y desarrollo sostenible rural, brindando soluciones integrales en consultoría, tecnología e ingeniería especializada en saneamiento básico.

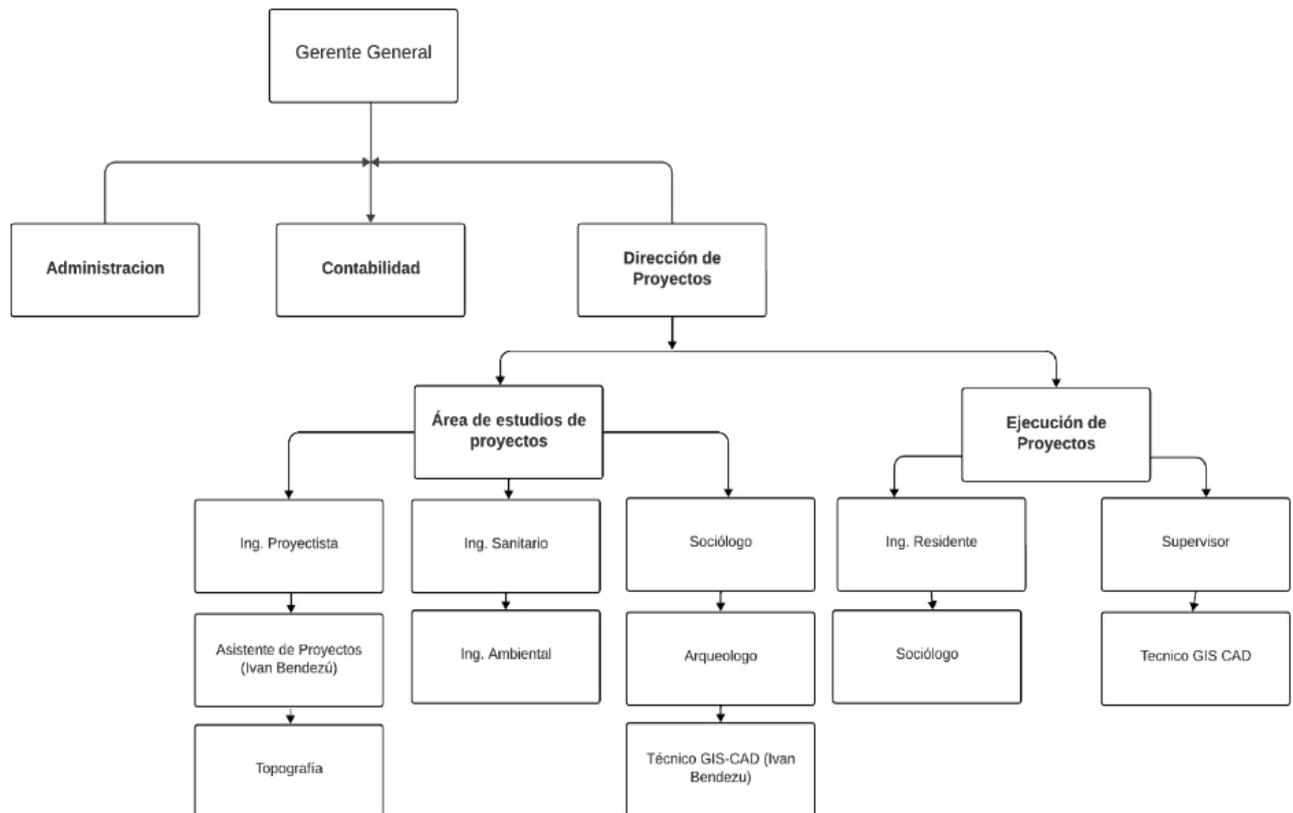
1.2.2. Misión

- La misión de HNE Constructores y Proyectos E.I.R.L es ser una empresa de ingeniería comprometida con sus clientes, respetando los contratos ya establecidos, con calidad, seguridad y responsabilidad social.

1.2.3. Organigrama de la empresa

Figura 1

Organigrama de la empresa HNE Constructores y Proyectos E.I.R.L



1.2.4. Áreas y funciones desempeñadas

Mis labores se desarrollaron en el área de proyectos, donde desempeñé el puesto de asistente en Ingeniería de Proyectos: Instalación, Mejoramiento del Servicio de Agua Potable y Saneamiento del caserío Montegrande Bajo, ubicado en el distrito de Huarmaca, Huancabamba, Piura, las funciones principales que realicé fueron:

- Asistir de forma permanente a los miembros del equipo en la identificación de los elementos de la red de agua.
- Asistir en talleres de educación sanitaria a la población.
- Gestión y seguimiento para la aprobación del CIRA.
- Gestión y seguimiento ante la Autoridad Local del Agua (ALA), para la aprobación del permiso de derecho de uso de agua.
- Gestiones con el Área Técnica Municipal (ATM).
- Elaboración de mapas en formato CAD y GIS.

II. APLICACIÓN DE SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA AL SANEAMIENTO BÁSICO

La actividad desarrollada es la aplicación de un SIG, para el proyecto: “Instalación, Mejoramiento del Servicio de Agua Potable y Saneamiento del caserío: Montegrande Bajo”, que ha permitido dar una solución a la problemática de la mala gestión en el almacenamiento y visualización de los componentes del sistema de abastecimiento de agua y saneamiento, mejorando el control del catastro de redes de agua y una sistematización de los datos cartográficos, se obtuvo información sobre aspectos como ubicación del proyecto, tipo de redes, fuente de captación, capacidad del reservorio y unidades básica de saneamiento, número de viviendas, vías, entre otros datos, siendo un medio de comunicación eficiente para la toma de decisiones

2.1. Antecedentes del problema

La Municipalidad de Huarmaca cuenta con 205 centros poblados, territorialmente representa el 44.95% de la provincia de Huancabamba, actualmente no cuenta con un SIG permita georreferenciar, almacenar y conocer la situación actual del sistema de abastecimiento y unidades básica de saneamiento, la información con la que se cuenta no está estructurada, ni georreferenciada y es almacenada de manera aislada en diferentes formatos como base de datos en Excel, AutoCAD, WaterCAD, lo que conlleva en ocasiones se manipule y/o extravié información de los sistemas de saneamiento, se determinaron los siguientes problemas:

- Planos en diferentes escalas y formatos.
- Planos con información geográfica no georreferenciada y desactualizada.
- Escasa información de los sistemas de saneamiento, ya que no cuentan con una base de datos, solo depende de archivos Excel, DWG, SHP.
- Padrón de Usuarios desactualizado.

- Poca efectividad en las consultas cartográficas.
- Duplicidad de esfuerzos porque los datos no se estructuran ni se comparten.
- Desconocimiento de SIG en proyectos de agua,

De lo expuesto anteriormente, es necesario implementar una SIG que permita georreferenciar, integrar y gestionar toda la información cartográfica y alfanumérica del sistema de saneamiento básico, de tal manera que el acceso a ella sea eficiente y los procesos de consulta no sea una tarea laboriosa sino que mejore la toma de decisiones, de modo que cada proyecto de saneamiento básico que se ejecute en el distrito, podrá ser almacenado en una base de datos integrada a un SIG, así mismo conocer los parámetros de diseño del sistema (diámetro, accesorios, tipo de red, tipo de material, entre otros), manteniendo actualizado en un plano base.

2.2.Objetivo

2.2.1. *Objetivo General*

- Aplicar el SIG al sistema de saneamiento básico en la municipalidad de Huarmaca.

2.2.2. *Objetivo Específicos*

- Recopilar la información cartográfica existente del sistema de agua y saneamiento del caserío Montegrande Bajo.
- Diseñar una base de datos con la información cartográfica y alfanumérica del sistema de agua y saneamiento.
- Vincular la Geodatabase al SIG, que permita georreferenciar y visualizar los proyectos de saneamiento.

2.3. Antecedentes

Caballero (2017), manifiesta que la metodología empleada se desarrolló en cinco fases: primera análisis y evaluación del sistema de agua potable, segunda fase captura de datos espaciales a partir de diversas fuente, tercera fase es el almacenamiento de datos, cuarta fase gestión de datos espaciales, quinta fase visualización de la información cartográfica., finalmente como resultados concluye que un sistema de información geográfica busca integrar, estandarizar y almacenar datos georreferenciados con información exacta y actualizada, poniendo a disposición en informes de forma rápida y facilitando la toma de decisiones para la gerencia técnica en la empresa municipal EMAPA-Huancavelica.

Olaya (2017), Utiliza y plantea en la Tesis “Implementación con Software Libre de una Herramienta de Gestión para el Sistema Georreferenciado del Catastro Técnico-Comercial en la EPS Grau S.A”, tiene como objetivo implementar un SIG, mantener el catastro técnico-comercial actualizado de la EPS Grau de los distritos de Piura y Castilla, mediante el uso de software libre (PostgreSQL, PostGIS, Node Js, OpenLayers3, Geoserver, Bootstrap3), el problema identificado fue la falta de un control y registro de la información catastral técnico comercial, originando deficiencias en el servicio de atención al cliente y llevando a una mala toma de decisiones, en la metodología el tipo de investigación desarrollada fue aplicada y el nivel de instigación descriptiva ya que describirá como se lleva a cabo la integración y gestión de la información geográfica con la data alfanumérica de la empresa, finalmente como resultado se logró integrar y mejorar la gestión de la información geográfica del catastro técnico comercial.

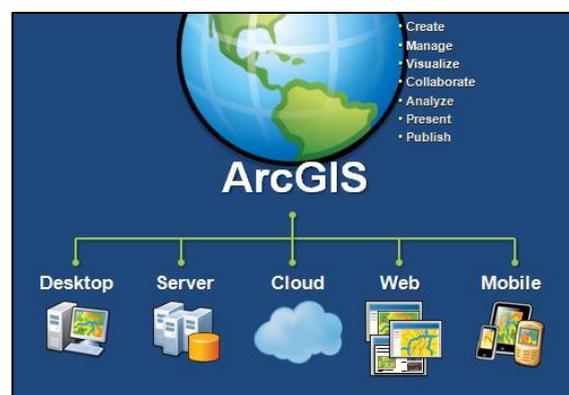
2.4. Definición de términos básicos

2.4.1. ArcGIS

Es un conjunto de productos de software dentro del ámbito de los SIG, se encuentran aplicaciones como ArcMap, Arc Catálogo, ArcScene y ArcGlobe. Estas herramientas están diseñadas para captura, edición, análisis, procesamiento, publicación de información geográfica. (ESRI, s.f.)

Figura 2

ArcGIS



Nota. Tomado de Esri

<https://resources.arcgis.com/es/help/getting-started/articles/026n00000013000000.htm>

2.4.2. Opciones tecnológicas para sistemas de saneamiento en el ámbito rural - RM

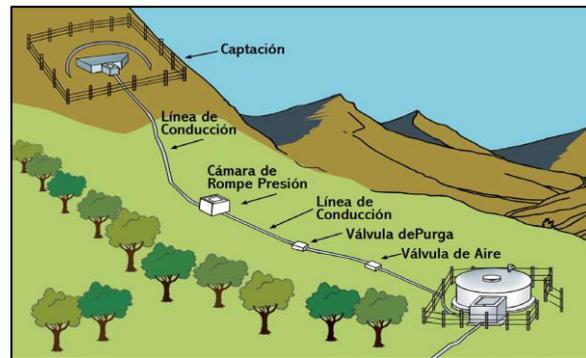
N.º192-2018-VIVIENDA

- **Accesorio:** Componente plástico pueden ser (codos, tees, yees, válvulas u otros).
- **Caja de registro:** De material termoplástico o de concreto, permite la conexión de tuberías en ángulos de 45° o 90°, es instalado en tramos de más de 15 metros.
- **Línea de aducción:** estructuras y elementos que conectan el reservorio con la red de distribución.

- **Línea de conducción:** estructuras y elementos que conectan la captación con los reservorios.

Figura 3

Línea de conducción

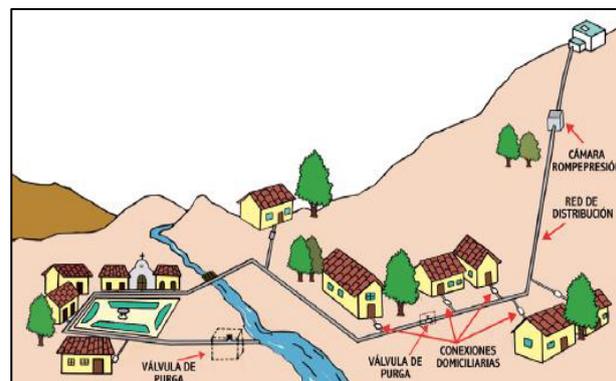


Nota. Tomado del manual de operación y mantenimiento del sistema de agua potable por gravedad sin planta de tratamiento en zonas rurales. (p. 11)

- **Red de distribución:** Conjunto de tuberías principales y ramales distribuidores que permiten abastecer de agua.

Figura 4

Red de distribución

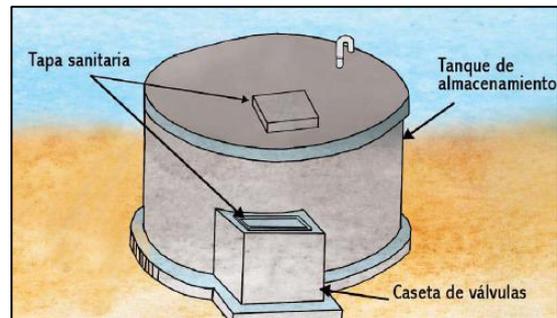


Nota. Tomado del manual de operación y mantenimiento del sistema de agua potable por gravedad sin planta de tratamiento en zonas rurales. (p.14)

- **Reservorio:** Infraestructura estanca destinada a la acumulación de agua para consumo humano, comercial, estatal y social.

Figura 5

Reservorio

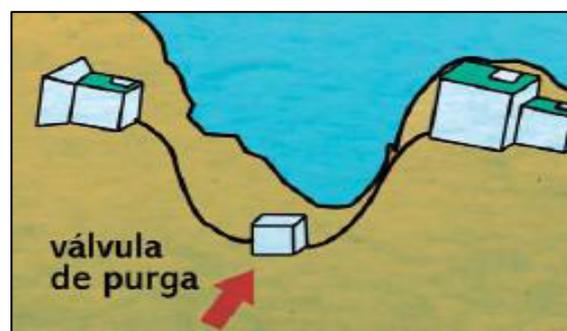


Nota. Tomado del manual de operación y mantenimiento del sistema de agua potable por gravedad sin planta de tratamiento en zonas rurales. (p.12)

- **UBS – Unidad Básica de Saneamiento:** Conjunto de componentes que brindar el acceso al agua potable y la disposición de excretas.
- **Válvula de purga:** Ubicada en los puntos más bajos de la línea de conducción para eliminar acumulación de sedimentos y permitir el vaciado de la tubería.

Figura 6

Válvula de purga



Nota. Tomado del manual de operación y mantenimiento del sistema de agua potable por gravedad sin planta de tratamiento en zonas rurales. (p.12)

- **Válvula de aire:** Sirve para eliminar el aire existente en las tuberías.

Figura 7

Válvula de aire



Nota. Tomado del manual de operación y mantenimiento del sistema de agua potable por gravedad sin planta de tratamiento en zonas rurales. (p.12)

2.5.Materiales

2.5.1. Instrumentos

- CPU Intel Core i7
- Informe del proyecto
- Planos

2.5.2. Programas utilizados

- Microsoft Excel 2013
- ArcGIS 10.0
- AutoCAD 2018
- WaterCAD V8i
- Google Earth

2.6.Zona de Estudio: Caserío Montegrando Bajo

Se ubica en Huarmaca, Huancabamba, Piura, cuenta con 115 habitantes con 25 viviendas.

Tabla 1

Ubicación geográfica en coordenadas UTM

Montegrando Bajo		
Este	Norte	Cota
660523.2	9375990.14	2148
UTM WGS84-17S		

Nota. Esta tabla muestra las coordenadas geográficas del caserío

Figura 8

Caserío Montegrando Bajo



Nota. Foto panorámica del Caserío Montegrando Bajo.

Limites:

- **Norte:** Con los distritos de Sondorillo y San Miguel del Faique de la provincia de Huancabamba.
- **Oeste:** Con los distritos de Salitral y Olmos de las provincias de Morropón y Lambayeque.
- **Sur:** Con los distritos de Olmos y Cañaris en el departamento de Lambayeque.
- **Este:** Con los distritos de Sallique y San Felipe de la provincia de Jaén.

Figura 9

Mapa provincial de Huancabamba



Nota. Tomado de <http://remurpi.blogspot.com/2013/01/huancabamba-celebra-148-aniversario-de.html>

Considerando el tipo de población y las recomendaciones de la RM-173-2017-VIVIENDA, el sistema de saneamiento y el tipo de población, se ha adoptado una dotación de 50L/Hab./Día.

Tabla 2

Dotación de agua

Región geográfica	Consumo de agua doméstico, dependiendo del Sistema de disposición de excretas utilizado	
	Letrinas sin arrastre hidráulico	Letrinas con arrastre hidráulico
Costa	50 a 60 l/h/d	90l/h/d
Sierra	50 a 60 l/h/d	80l/h/d
Selva	60 a 70 l/h/d	100l/h/d

Nota. Elaboración Propia.

2.7. Metodología aplicada al proyecto

- **Tipo de investigación:** Aplicativo, ya que tiene como finalidad aplicar un SIG.
- **Diseño de la investigación:** No experimental – descriptivo.

2.8. Procedimiento de trabajo en el proyecto

El presente informe del proyecto ejecutado tiene como propósito georreferenciar, almacenar y estructurar los componentes del sistema de agua potable y saneamiento básico del caserío Montegrande Bajo, mediante un SIG, a fin de viabilizar la toma de decisiones por parte de la municipalidad de Huarmaca, la información cartográfica debe estar georreferenciada al sistema de coordenadas de referencia UTM WGS84 zona 17 Sur. El procedimiento se dividió en cinco etapas:

2.8.1. Primera Etapa: Recolección de la información cartográfica

Se solicitó el expediente técnico del proyecto al Área Técnica Municipal de la municipalidad de Huarmaca, se recopila planos en formato DWG y en físico, hojas de cálculo en Excel, en esta etapa se clasifica la información en planos generales, planos redes de agua y unidades básica de saneamiento.

2.8.2. Segunda Etapa: Geoprocesamiento de la información de CAD a SHAPE

En esta se realizó la identificación y depuración de cada plano con el software AutoCAD, así mismo se evalúa que no exista duplicidad de capas, dejando solo los capas de (distrito, provincia, zona del proyecto, lotes, líneas de aducción, líneas de conducción, accesorios, captación, reservorio, unidades básicas de saneamiento, entre otros), todas las capas deben estar georreferenciada en el Datum Oficial Nacional (WGS84), zona 17 Sur, y en un solo archivo DWG. Se recomienda guardar el archivo en la versión de AutoCAD 2015.

Figura 10

Configuración del sistema de coordenadas

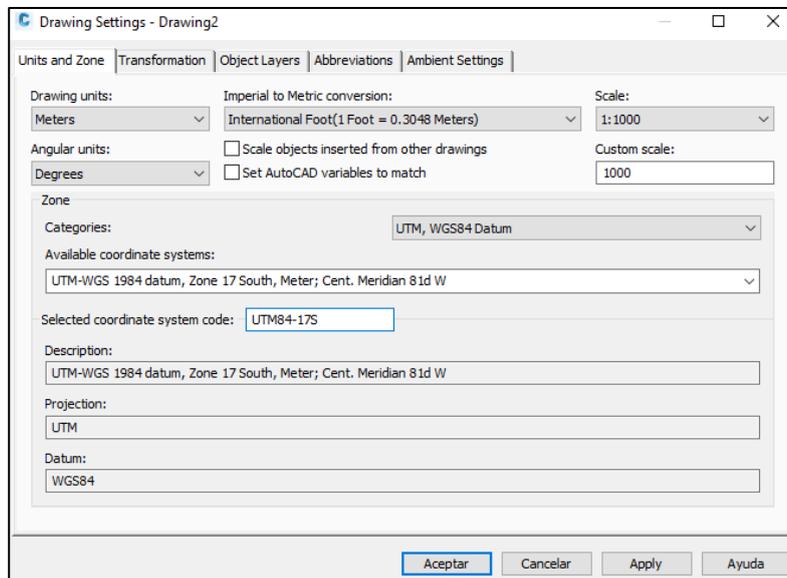
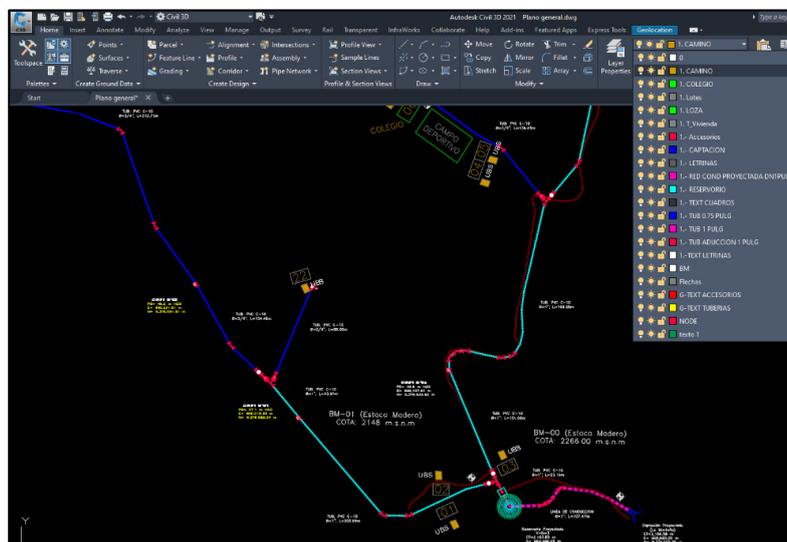


Figura 11

Plano Georreferenciado en AutoCAD



2.8.3. Tercera Etapa: Migración de los componentes del sistema de agua y saneamiento

Se realizó la migración con la información cartográfica con los datos atributivos de los componentes del sistema de abastecimiento de agua y UBS, formato *DWG* al programa ArcGIS, la herramienta utilizada es *export single to shapefile*, la información pasa al formato Shape (*SHP*), esta herramienta permite migrar geometrías de todos los elementos como puntos (accesorios, válvulas, cajas de registro, reservorios), polígonos (UBS, lotes, unidades hídricas, área de influencia) y línea (red de tubería, acometidas). Finalmente se elimina data atributiva con información proveniente del AutoCAD (Entity, color, Line Type, LineWt, Ref Name)

Al finalizar se crea el directorio de trabajo donde se almacenará el proyecto, debe ser una carpeta para redes de agua, catastro y UBS)

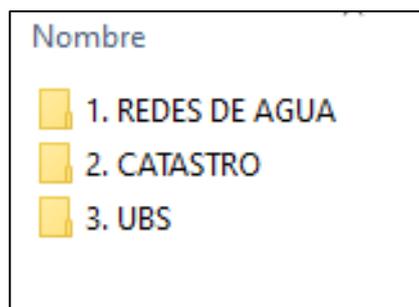
Figura 12

Data atributiva del AutoCAD

FID	Shape *	FID_	Entity	Layer	Color	Linetype	Elevation	LineWt	RefName
0	Polyline ZM	0	LWPolyline	1.- RED COND PROYECTADA DN1PULG	220	DASHED2	0	25	
1	Polyline ZM	0	Insert	NODE	-2	Continuous	0	25	VALVEPRV
2	Polyline ZM	0	Insert	texto 1	114	Continuous	0	30	BM
3	Polyline ZM	0	2DPolyline	1. CAMINO	14	Continuous	64.296	0	

Tabla 3*Atributos del sistema de saneamiento*

Componente	Capa	Tipo
Sistema de agua potable	Captación	Punto
	Línea de Conducción	Línea
	Válvulas de Purga en Línea de Conducción	Punto
	Válvulas de Aire en Línea de Conducción	Punto
	Reservorio	Punto
	Línea de Aducción/Distribución	Línea
	Cámara rompe presión CRP-7	Punto
	Conexiones de agua	Línea
	Válvulas de Purga en red	Punto
	Válvulas de control en red	Punto
	Área del Proyecto	Polígono
	Lotes	Polígono
	Camino	Polilínea
	Unidades hídricas	Polígono
Unidad básica de Saneamiento	Limites distrital y Provincial	Polígono
	UBS-C	Polígono

Figura 13*Directorio de carpeta*

2.8.3.1.Redes de Agua

- Red de tubería de aducción, conducción y conexiones domiciliarias.

Figura 14

Red de tubería

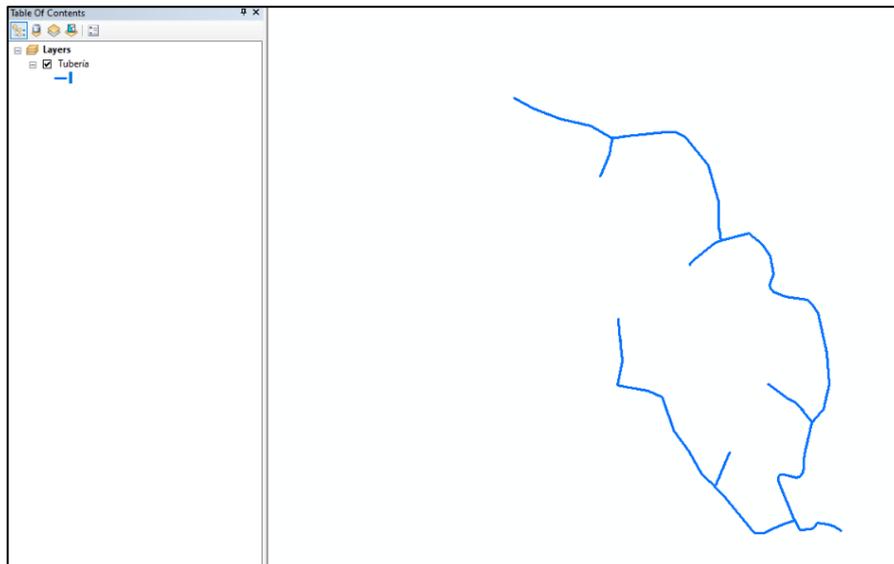


Figura 15

Accesorios

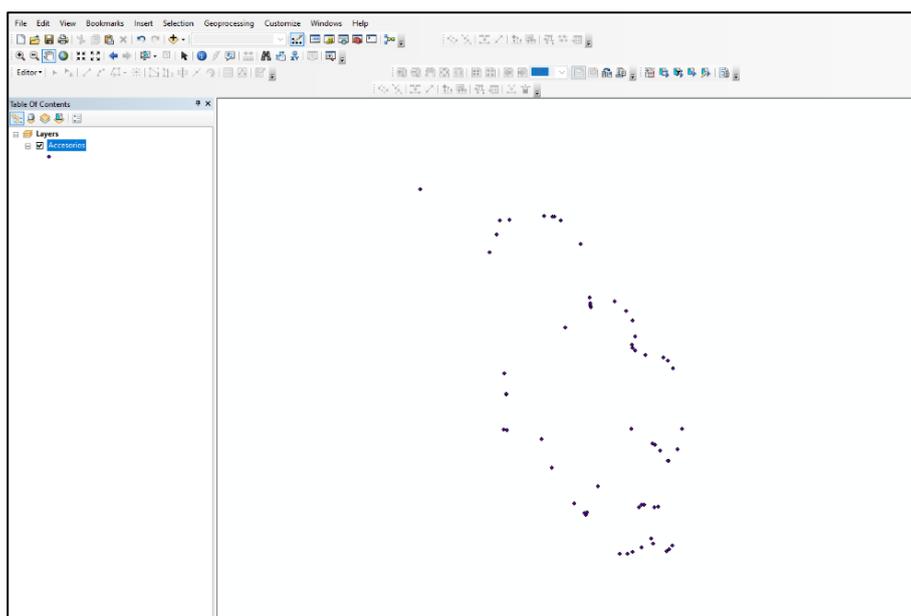


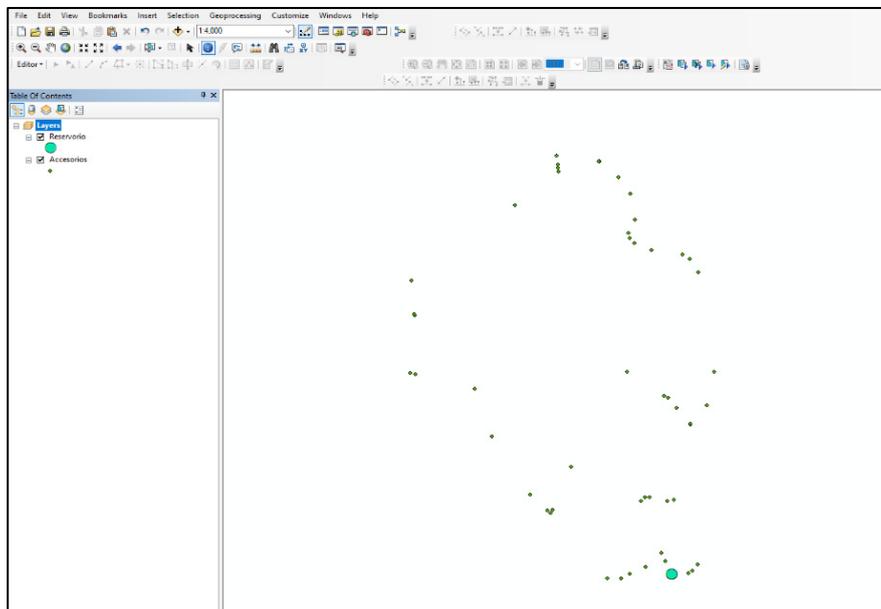
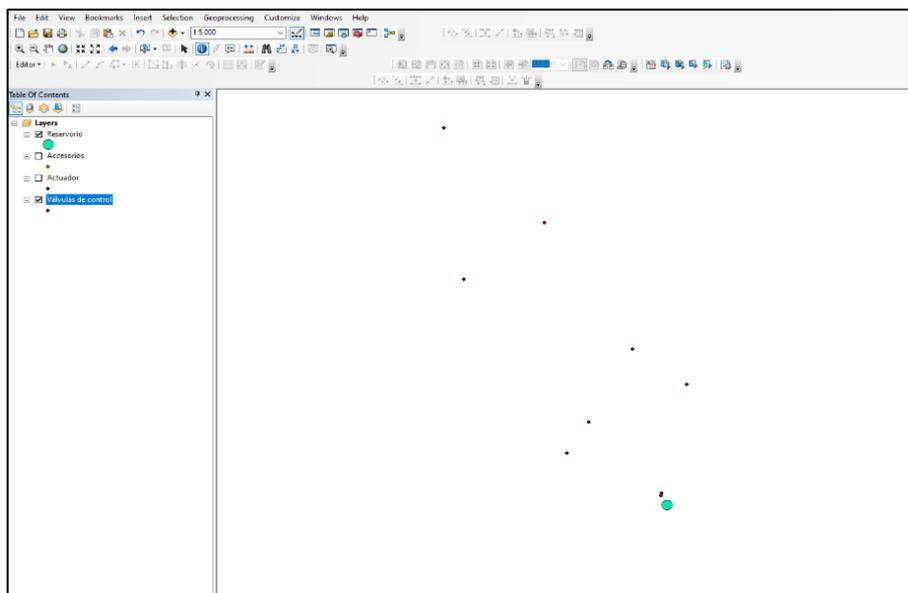
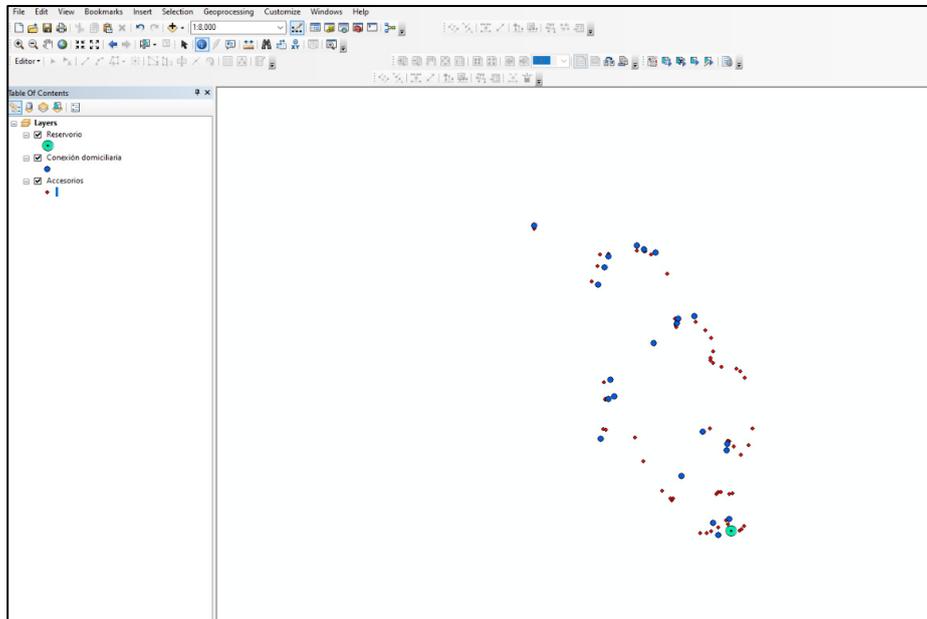
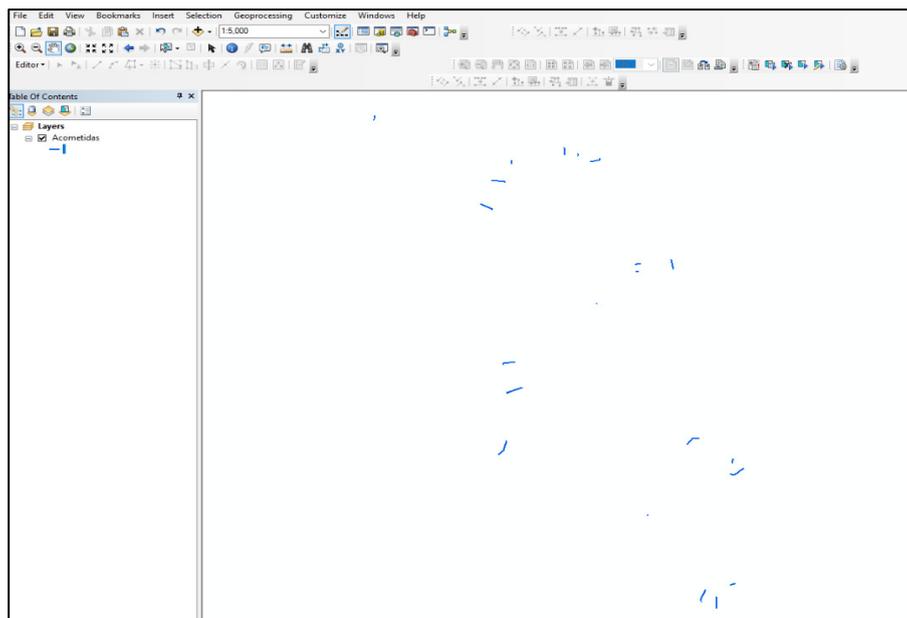
Figura 16*Reservorio***Figura 17***Válvulas de control*

Figura 18*Conexiones domiciliarias***Figura 19***Acometidas*

2.8.3.2. Catastro

Figura 20

Lotes

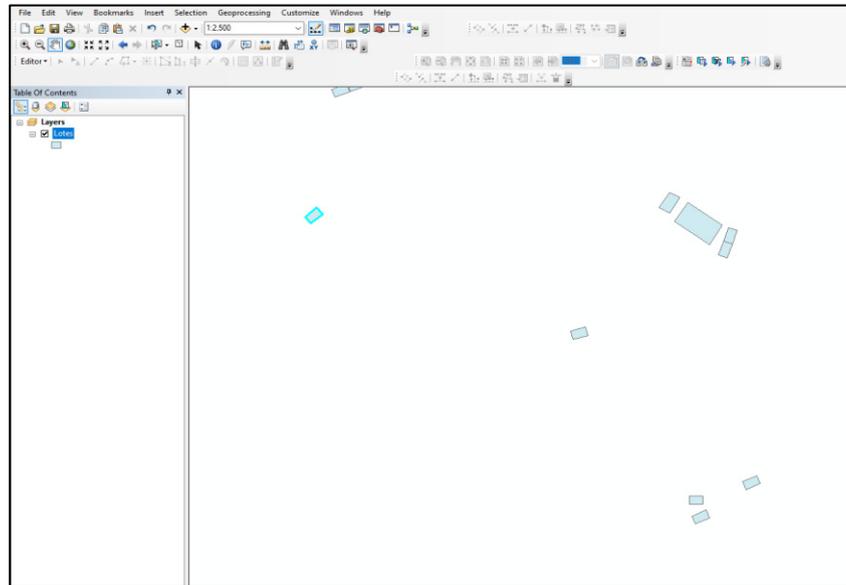


Figura 21

Autoridad local del agua

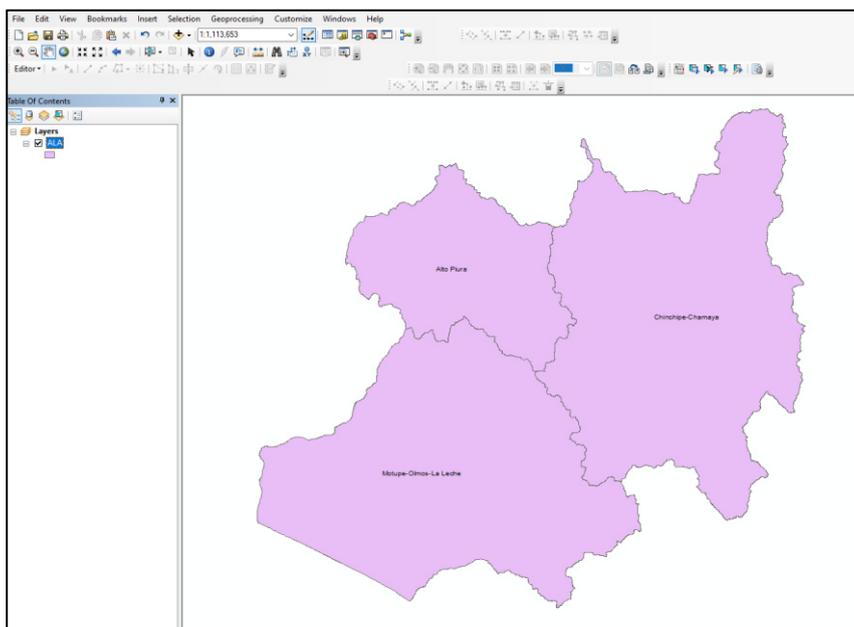


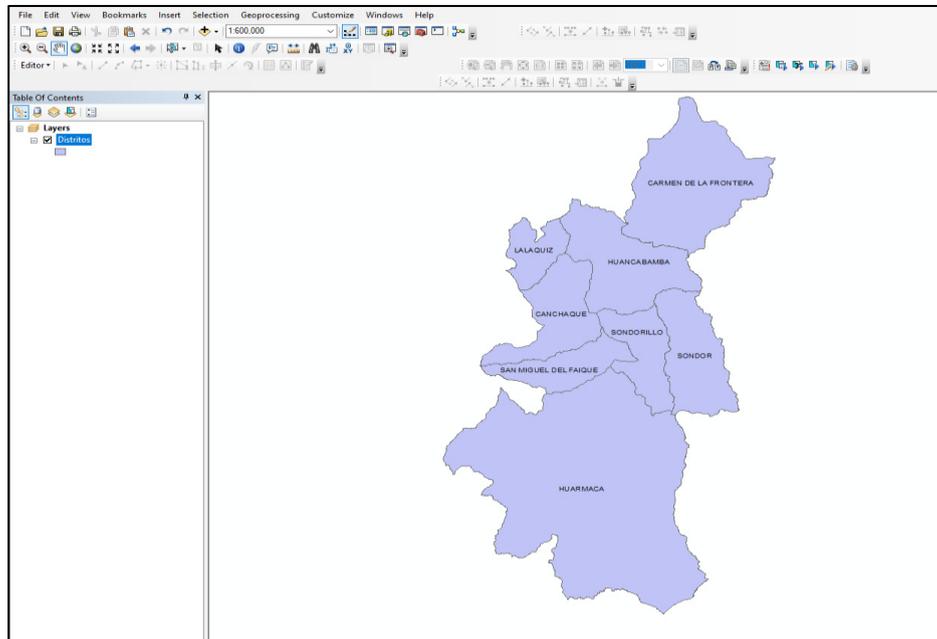
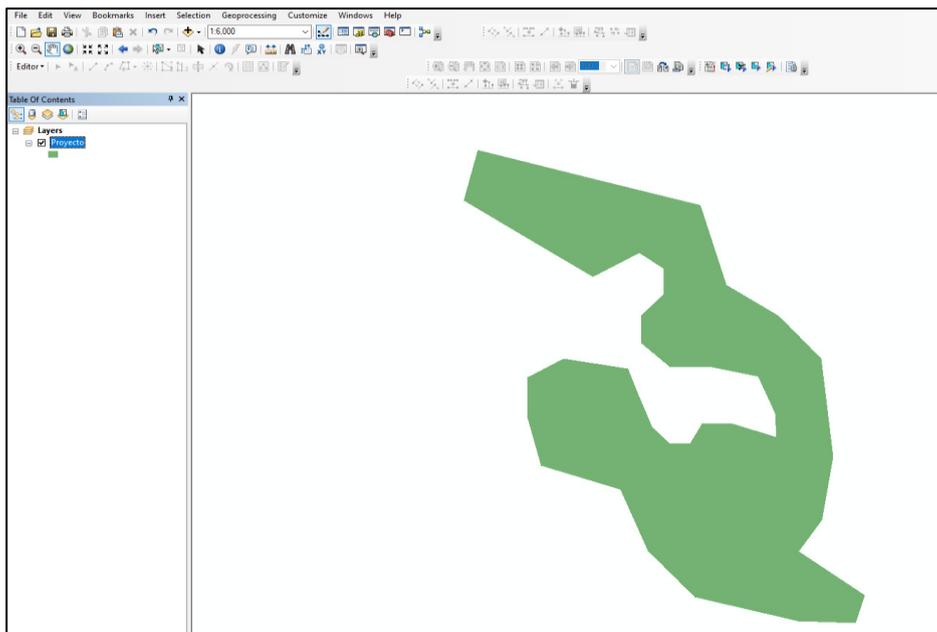
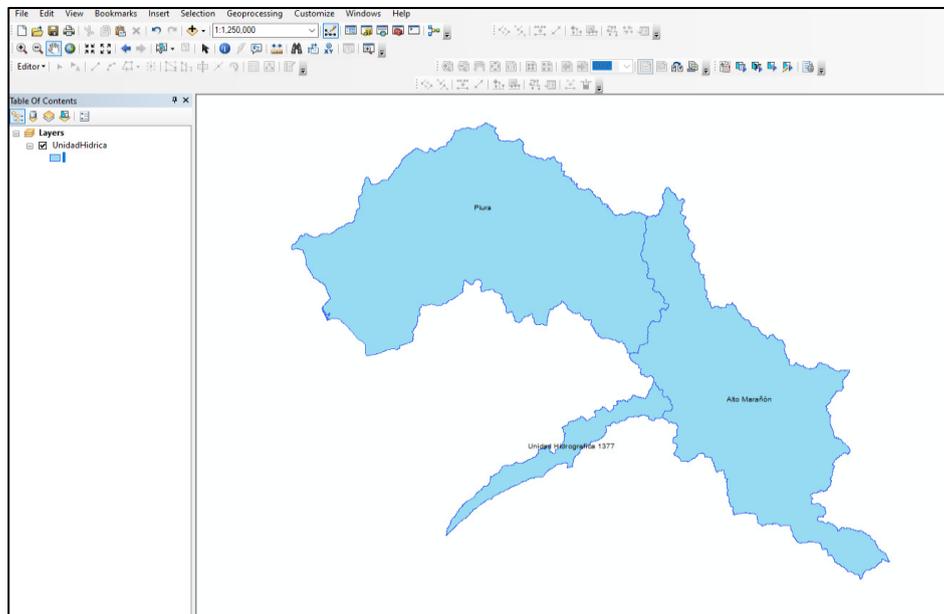
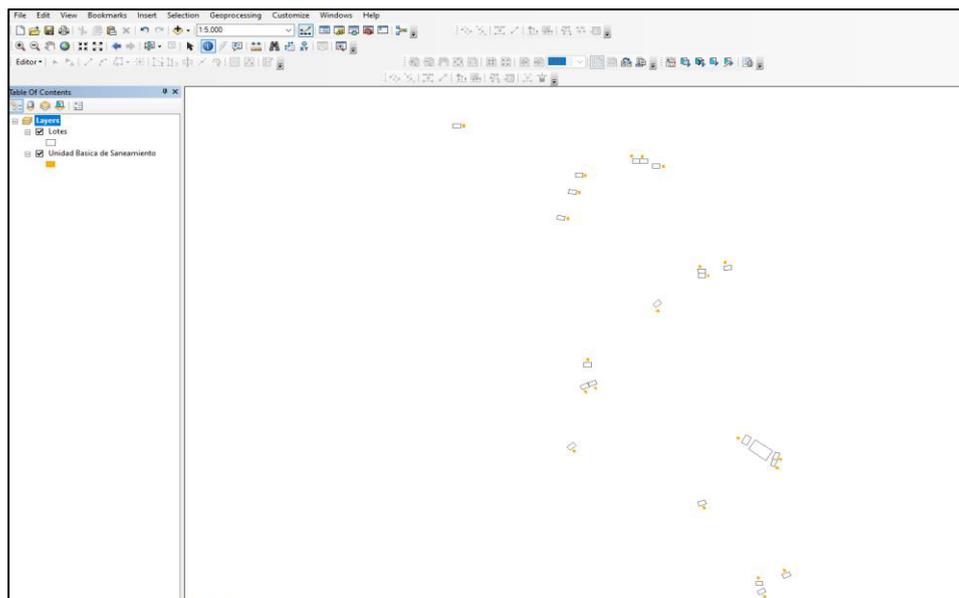
Figura 22*Distritos***Figura 23***Área del proyecto*

Figura 24*Unidad Hídrica*

2.8.3.3.Unidad básica de saneamiento (*UBS*)

Figura 25*Unidad básica de saneamiento*

2.8.3.4. Diccionario de capas

Tabla 4

Estructura de la red

<i>CAMPO</i>	<i>DESCRIPCIÓN</i>
ObjectId	Identificador
Ult_edit	Ultimo editor
Tip_Estr	Tipo de estructura: Bocatoma, cámara rompe presión
Fec_Inst	Fecha de instalación
Estr_	Nombre de la estructura
Est_operac	Estado de operación: Bueno, malo, regular
Cota	Cota de terreno
Cod_snip	Código SNIP
Caserío	Caserío: Montegrande Bajo
Administrado	Administrado por: JASS

Tabla 5

Tubería primaria

<i>CAMPO</i>	<i>DESCRIPCIÓN</i>
ObjectId	Identificador
Caudal	Caudal l/s
Clas_Tub	Clase de tubería: 10
Cod_snip	Código SNIP
Cond_Tub	Condición: Operativo
Diam_ap	Diámetro
Distrito	Huarmaca
Fec_Inst	Fecha de instalación
Fec_Rep	Fecha de ultima reparación
Longitud	Longitud
Nom_cap	Fuente de Captación
Prop_	Propiedad de MVCS
Rug	Rugosidad
Tip_terr	Tipo de terreno
Tip_tub	Tipo de red: Secundaria, Primaria
Tip'_Fuen	Tipo de fuente: Ladera, manantial
Ult_edit	Ultimo editor

Tabla 6*Tubería secundaria*

<i>CAMPO</i>	<i>DESCRIPCIÓN</i>
ObjectId	Identificador
Administrado	Administrado por: JASS
Caudal	Caudal l/s
Clas_Tub	Clase de tubería: 10
Cod_snip	Código SNIP
Cond_Tub	Condición: Operativo
Diam_tub	Diámetro
Distrito	Huarmaca
Fec_Inst	Fecha de instalación
Fec_Rep	Fecha de ultima reparación
Nom_cap	Fuente de Captación
Prop_	Propiedad de MVCS
Rug	Rugosidad
Tip_terr	Tipo de terreno
Tip_tub	Tipo de red: Secundaria, Primaria
Tip'_Fuen	Tipo de fuente: Ladera, manantial
Tub_Mat	Tipo de material (PVC, hd)
Ult_edit	Ultimo editor

Tabla 7*Accesorios*

<i>CAMPO</i>	<i>DESCRIPCIÓN</i>
Administrado	Administrado por: JASS
Cod_snip	Código SNIP
Distrito	Huarmaca
Ejecutor	Ejecutor: PNSU PNSR
Est_operación	Estado de operación: Bueno, malo, regular
Fec_Inst	Fecha de instalación
Fec_Rep	Fecha de ultima reparación
Prof	Profundidad
Tip_acc	Tipo (codo, unión, tees, yee)
Tip_Mat	Tipo de material (PVC, hd)
Ult_edit	Ultimo editor

Tabla 8*Reservorio*

<i>CAMPO</i>	<i>DESCRIPCIÓN</i>
ObjectId	Identificador
Administrado	Administrado por: JASS
Caserío	Caserío: Montegrande Bajo
Cer_per	Si / No
Cod_snip	Código SNIP
Cota	Cota de terreno
Est_operac	Estado de operación: Bueno, malo, regular
Fec_Inst	Fecha de instalación
Nom_cap	Fuente de Captación
Nom_res	Nombre del reservorio
Tip_re	Tipo de reservorio (enterrado, elevado, apoyado)
Ult_edit	Ultimo editor
Vol.	Volumen del reservorio

Tabla 9*Válvula*

<i>CAMPO</i>	<i>DESCRIPCIÓN</i>
ObjectId	Identificador
Accionamiento	Accionamiento: Manual
Administrado	Administrado por: JASS
Diam_val	Diámetro
Est_operac	Estado de operación: Bueno, malo, regular
Fec_Inst	Fecha de instalación
Fec_Rep	Fecha de ultima reparación
Mat_val	Tipo de material (PVC, hd)
Tip_val	Tipo de válvula (purga, aire)
Ult_edit	Ultimo editor

Tabla 10*Llave de paso*

<i>CAMPO</i>	<i>DESCRIPCIÓN</i>
ObjectId	Identificador
Administrado	Administrado por: JASS
Diam_ll	Diámetro
Est_operac	Estado de operación: Bueno, malo, regular
Fec_Inst	Fecha de instalación
Prof	Profundidad
Prop_	Propiedad de MVCS
Rep	Reparaciones
Tip_ll	Tipo de válvula (purga, aire)
Ult_edit	Ultimo editor

Tabla 11*Acometida*

<i>CAMPO</i>	<i>DESCRIPCIÓN</i>
Administrado	Administrado por: JASS
Fec_Inst	Fecha de instalación
Fec_Rep	Fecha de ultima reparación
ObjectId	Identificador
Tip_Mat	Tipo de material (PVC, hd)
Ult_edit	Ultimo editor

Tabla 12*Conexión de agua*

<i>CAMPO</i>	<i>DESCRIPCIÓN</i>
ObjectId	Identificador
Administrado	Administrado por: JASS
Cod_snip	Código SNIP
Distrito	Huarmaca
Prop_	Propiedad de MVCS
Rep	Reparaciones
Ult_edit	Ultimo editor

Tabla 13*Lotes*

<i>CAMPO</i>	<i>DESCRIPCIÓN</i>
ObjectId	Identificador
Área	Área
Caserío	Caserío: Montegrande Bajo
Cod_dist	Código del distrito
Distrito	Huarmaca
DNI	Nro. de DNI
Est_Proj	Estado del proyecto: Ejecutado, Observado
Nom_titular	Titular del predio
Nro_hab	Nro. de Habitantes
Nro_Lote	Nro. de Lote
Tip_Lote	Tipo de lote: Colegio, vivienda, parque, iglesia

Tabla 14*Autoridad local del agua*

<i>CAMPO</i>	<i>DESCRIPCIÓN</i>
ObjectId	Identificador
Nom_ALA	Nombre de ala
Nom_oficides	Oficina desconcertada
Reg_Hid	Región Hídrica
Sed_ALA	Sede

Tabla 15*Caserío*

<i>CAMPO</i>	<i>DESCRIPCIÓN</i>
ObjectId	Identificador
Cod_dist	Código del distrito
Caserío	Caserío: Montegrande Bajo
Área	Área

Tabla 16*Área del proyecto*

<i>CAMPO</i>	<i>DESCRIPCIÓN</i>
ObjectId	Identificador
Área	Área
Caserío	Caserío: Montegrande Bajo
Cod_snip	Código SNIP
Est_Proj	Estado del proyecto: Ejecutado, Observado

Tabla 17*Vías*

<i>CAMPO</i>	<i>DESCRIPCIÓN</i>
Caserío	Caserío: Montegrande Bajo
Cod_dist	Código del distrito
Distrito	Huarmaca
Longitud	Longitud
ObjectId	Identificador
Tip_via	Tipo de Vía: Camino, Pavimento, herradura

Tabla 18*Unidad básica de saneamiento*

<i>CAMPO</i>	<i>DESCRIPCIÓN</i>
ObjectId	Identificador
Cod_snip	Código SNIP
Distrito	Huarmaca
Eject	Ejecutor: PNSU PNSR
Est_UBS	Estado: Bueno malo regular
Fec_Inst	Fecha de instalación
Nro_Lote	Nro. de Lote
Opc_Tec	Opción tecnológica (compostera)
Tip_Estr_UBS	Tipo de estructura: Compostera
Ult_edit	Ultimo editor

2.8.4. Cuarta Etapa: Creación de la GDB

Para la creación de la GDB se procede a estructurar y definir el tipo de entidad (polígono, polilínea, línea, punto), para cada componente del sistema de abastecimiento de agua y saneamiento básico, se crea y estructura tres Geodatabase: catastro, redes de agua y UBS, finalmente se importan los Shape georreferenciados de los componentes del sistema de abastecimiento de agua y UBS a la GDB

Tener en consideración que en la gestión de datos espaciales se trabaja con las entidades en función de tablas y atributos, así mismo se podrá realizar caculos geométricos de acuerdo a cada entidad topológica: puntos, líneas, polilíneas y polígonos.

- **Redes de Agua:** Tipo de red, acometidas, cotas, diámetro, material, pendiente y longitud de tubería, accesorio de la red.
- **Catastro:** Tipo de lote, numeración de lote, cantidad de personas, DNI del propietario, área de Influencia, Unidades hídricas.
- **UBS:** Tipo de UBS, numeración de UBS, estado de conservación.

Figura 26

Geodatabase y feature class

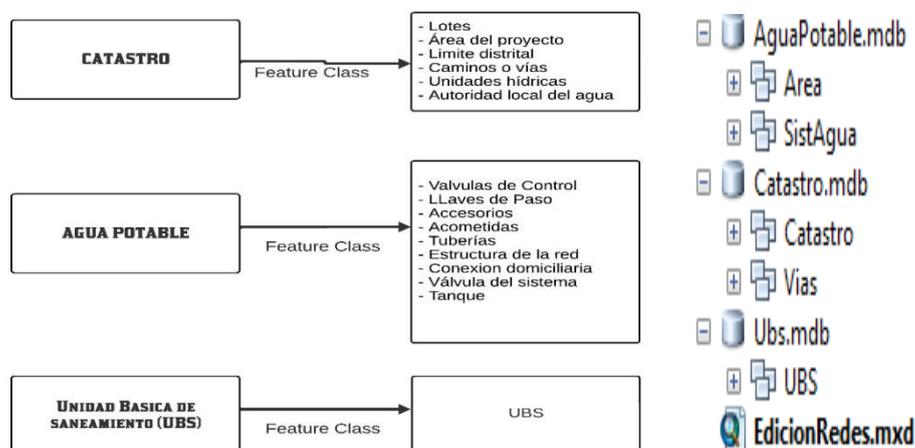
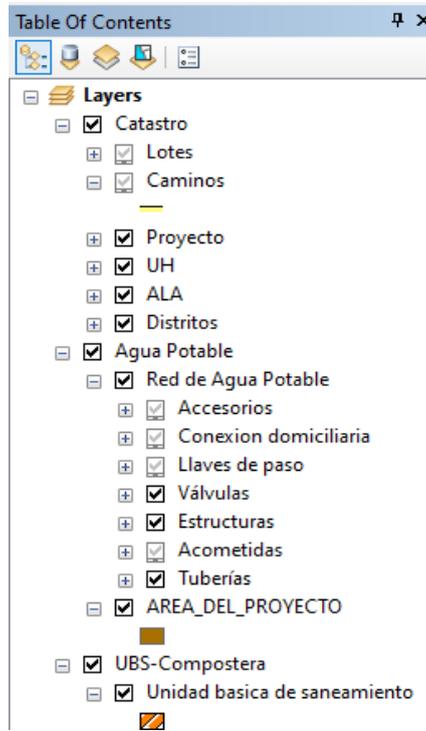


Figura 27

Tabla de Contenido del proyecto



2.8.4.1. Tabla de atributos general del sistema de abastecimiento de agua y saneamiento:

Figura 28

Tabla de atributos de la tubería primaria

OBJECTO *	Diámetro *	Material *	Clase *	Fuente *	Tipo de an *	Tipo de te *	Tipo de red *	Red Primaria	Propiedad *	Administrado por *	Rugosidad *	Ultimo edit *	Condición *	Fecha de utili *	Fecha de insta *	Código de e *	Municipalidad *	SHAPE *
547373	250	Policoloruro de vinilo	10	La Montaña	Manantial	Tierra	Línea de Conducción	Cierto	MVCS	JASS-MB	6	BS	Excelente	<Null>	1/01/2018	250813	HUARMACA	Polyline
547374	250	Policoloruro de vinilo	10	La Montaña	Manantial	Tierra	Línea de Aducción y Tronc	Cierto	MVCS	JASS-MB	6	BS	Excelente	<Null>	1/01/2018	250813	HUARMACA	Polyline
547383	250	Policoloruro de vinilo	10	La Montaña	Manantial	Tierra	Línea de Conducción	Cierto	MVCS	JASS-MB	6	BS	Excelente	<Null>	1/01/2018	250813	HUARMACA	Polyline

Figura 29

Tabla de atributos de la tubería secundaria

OBJECTO *	Diámetro *	Material *	Clase *	Tipo de red *	Fuente *	Tipo de terri *	Tipo de agua *	Caudal *	Rupo *	Propiedad *	Administ *r	Condición de con *	Ultimo edit *	Fecha de inst *	Fecha de últi *	Código de ex *	Municipalidad *	SHAPE *
547376	250	Policoloruro de vinilo	10	Red Secundaria de Agua Potable	La Montaña	Tierra	Manantial	0.14 l/s	6	MVCS	JASS-MB	Excelente	BS	1/01/2018	<Null>	280513	HUARMACA	Polyline
547377	250	Policoloruro de vinilo	10	Red Secundaria de Agua Potable	La Montaña	Tierra	Manantial	0.14 l/s	6	MVCS	JASS-MB	Excelente	BS	1/01/2018	<Null>	280513	HUARMACA	Polyline
547378	250	Policoloruro de vinilo	10	Red Secundaria de Agua Potable	La Montaña	Tierra	Manantial	0.14 l/s	6	MVCS	JASS-MB	Excelente	BS	1/01/2018	<Null>	280513	HUARMACA	Polyline
547380	250	Policoloruro de vinilo	10	Red Secundaria de Agua Potable	La Montaña	Tierra	Manantial	0.14 l/s	6	MVCS	JASS-MB	Excelente	BS	1/01/2018	<Null>	280513	HUARMACA	Polyline
547381	250	Policoloruro de vinilo	10	Red Secundaria de Agua Potable	La Montaña	Tierra	Manantial	0.14 l/s	6	MVCS	JASS-MB	Excelente	BS	1/01/2018	<Null>	280513	HUARMACA	Polyline
547382	250	Policoloruro de vinilo	10	Red Secundaria de Agua Potable	La Montaña	Tierra	Manantial	0.14 l/s	6	MVCS	JASS-MB	Excelente	BS	1/01/2018	<Null>	280513	HUARMACA	Polyline
547386	250	Policoloruro de vinilo	10	Red Secundaria de Agua Potable	La Montaña	Tierra	Manantial	0.14 l/s	6	MVCS	JASS-MB	Excelente	BS	1/01/2018	<Null>	280513	HUARMACA	Polyline
547387	250	Policoloruro de vinilo	10	Red Secundaria de Agua Potable	La Montaña	Tierra	Manantial	0.14 l/s	6	MVCS	JASS-MB	Excelente	BS	1/01/2018	<Null>	280513	HUARMACA	Polyline

Figura 30

Estructura de la red

OBJECTID	Tipo de estructura *	Nombre	Estado operati	Cota *	Código de ex	Descripción localización	Administrado p	Fecha de instala	Último editor
1104	Bocatoma	LA MONTANA	Bueno	2166.58	280513	Monte grande Bajo	JASS-MB	1/01/2018	IBS
1105	Cámara reductora de presión	04	Bueno	40.6	280513	Monte grande Bajo	JASS-MB	1/01/2018	IBS
1106	Cámara rompe presión	05	Bueno	54	280513	Monte grande Bajo	JASS-MB	1/01/2018	IBS
1107	Cámara rompe presión	06	Bueno	47.9	280513	Monte grande Bajo	JASS-MB	1/01/2018	IBS
1108	Cámara rompe presión	07	Bueno	45	280513	Monte grande Bajo	JASS-MB	1/01/2018	IBS
1109	Cámara rompe presión	03	Bueno	37.9	280513	Monte grande Bajo	JASS-MB	1/01/2018	IBS
1110	Cámara rompe presión	02	Bueno	46.2	280513	Monte grande Bajo	JASS-MB	1/01/2018	IBS

Figura 31

Tabla de atributos de los accesorios

OBJECTID	Tipo de accesorio	Material *	Profundidad	Ejecutor *	Est. Operac	Administrado	Último editor	Fecha de instala	Fecha de última repa	Código de expedie	Municipalidad *
1793822	Abrazadera	Poliétileno Alta Densidad	0.6	MVCS	Activo	JASS-MB	Ivan Bendezu	1/01/2018	<Null>	280513	HUARMACA
1793821	Abrazadera	Poliétileno Alta Densidad	0.6	MVCS	Activo	JASS-MB	Ivan Bendezu	1/01/2018	<Null>	280513	HUARMACA
1793820	Abrazadera	Poliétileno Alta Densidad	0.6	MVCS	Activo	JASS-MB	Ivan Bendezu	1/01/2018	<Null>	280513	HUARMACA
1793819	Abrazadera	Poliétileno Alta Densidad	0.6	MVCS	Activo	JASS-MB	Ivan Bendezu	1/01/2018	<Null>	280513	HUARMACA
1793792	Curva	Poliétileno Alta Densidad	0.6	MVCS	Activo	JASS-MB	Ivan Bendezu	1/01/2018	<Null>	280513	HUARMACA
1793802	Curva	Poliétileno Alta Densidad	0.6	MVCS	Activo	JASS-MB	Ivan Bendezu	1/01/2018	<Null>	280513	HUARMACA
1793795	Curva	Poliétileno Alta Densidad	0.6	MVCS	Activo	JASS-MB	Ivan Bendezu	1/01/2018	<Null>	280513	HUARMACA
1793796	IT	Poliétileno Alta Densidad	0.6	MVCS	Activo	JASS-MB	Ivan Bendezu	1/01/2018	<Null>	280513	HUARMACA

Figura 32

Tabla de atributos de llave de paso

OBJECTID *	SHAPE *	Diámetr *	Tipo de válvula *	Operativo *	Profundida	Descripción localizaci	Propiedad d	Administrado p	Último edi	Repara	Fecha de instala	Código de e
1401387	Point	25	Llave de paso	Cierto	0.4	Monte grande Bajo	MVCS	JASS-MB	IBS	0	1/01/2018	280513
1401388	Point	25	Llave de paso	Cierto	0.4	Monte grande Bajo	MVCS	JASS-MB	IBS	0	1/01/2018	280513
1401389	Point	25	Llave de paso	Cierto	0.4	Monte grande Bajo	MVCS	JASS-MB	IBS	0	1/01/2018	280513
1401390	Point	25	Llave de paso	Cierto	0.4	Monte grande Bajo	MVCS	JASS-MB	IBS	0	1/01/2018	280513
1401391	Point	25	Llave de paso	Cierto	0.4	Monte grande Bajo	MVCS	JASS-MB	IBS	0	1/01/2018	280513
1401392	Point	25	Llave de paso	Cierto	0.4	Monte grande Bajo	MVCS	JASS-MB	IBS	0	1/01/2018	280513
1401393	Point	25	Llave de paso	Cierto	0.4	Monte grande Bajo	MVCS	JASS-MB	IBS	0	1/01/2018	280513

Figura 33

Tabla de atributos de las válvulas

OBJECTID *	Función de válvula *	Accionamiento	Diámetro	Material *	Administrado por *	Habilitado	Último editor	Fecha de últ	Fecha de instalación	SHAPE *
15559	Control de aire	Manual	75	Poliétileno de Alt	JASS-MB	Activo	EBS	<Null>	1/01/2018	Point
15560	Control de aire	Manual	75	Poliétileno de Alt	JASS-MB	Activo	EBS	<Null>	1/01/2018	Point
15561	Control de aire	Manual	75	Poliétileno de Alt	JASS-MB	Activo	EBS	<Null>	1/01/2018	Point
15562	Control de aire	Manual	75	Poliétileno de Alt	JASS-MB	Activo	EBS	<Null>	1/01/2018	Point
15563	Purga	Manual	75	Poliétileno de Alt	JASS-MB	Activo	EBS	<Null>	1/01/2018	Point
15564	Purga	Manual	75	Poliétileno de Alt	JASS-MB	Activo	EBS	<Null>	1/01/2018	Point

Figura 34

Tabla de atributos del reservorio

OBJECTID *	Nombre	Captacion	Tipo de rese	Tipo de apoyo	Cercos	Estado *	Vol	Cota de te	Descripción local	Administrad	Último edito	Fecha de instala	Código de exp
950	R1	La Montaña	Otro	Apoyado	Si	Bueno	5	2163.85	Montengrande Bajo	JASS-MB	IBS	1/01/2018	280513

Figura 35

Tabla de atributos de la acometida

OBJECTID *	Material *	Diametro	Administrado	Último edito	Fecha de últi	Fecha de instala	SHAPE *	SHAPE Length
2760617	Poliétileno de Alt	1/2	JASS-MB	EIBS	<Null>	1/01/2018	Polyline	11.257702
2760618	Poliétileno de Alt	1/2	JASS-MB	EIBS	<Null>	1/01/2018	Polyline	9.548031
2760619	Poliétileno de Alt	1/2	JASS-MB	EIBS	<Null>	1/01/2018	Polyline	25.974988
2760620	Poliétileno de Alt	1/2	JASS-MB	EIBS	<Null>	1/01/2018	Polyline	25.558891
2760621	Poliétileno de Alt	1/2	JASS-MB	EIBS	<Null>	1/01/2018	Polyline	7.756075
2760622	Poliétileno de Alt	1/2	JASS-MB	EIBS	<Null>	1/01/2018	Polyline	16.812656
2760623	Poliétileno de Alt	1/2	JASS-MB	EIBS	<Null>	1/01/2018	Polyline	5.563313
2760624	Poliétileno de Alt	1/2	JASS-MB	EIBS	<Null>	1/01/2018	Polyline	20.106615
2760625	Poliétileno de Alt	1/2	JASS-MB	EIBS	<Null>	1/01/2018	Polyline	3.290079
2760626	Poliétileno de Alt	1/2	JASS-MB	EIBS	<Null>	1/01/2018	Polyline	20.066904

Figura 36

Tabla de atributos de lote

OBJECTID *	Código	Casero	Lote *	Titular del Predio	DNI	Nro Hab	Tipo de Lote *	Niveles	Estado del proyect	SHAPE *	Código SNIP	SHAPE Length	SHAPE Area
1666952	304	Monte grande bajo	2	HERNANDEZ CORREA CORREA	80460865	10	Predio Adobe	1	Construccion	Polygon	260513	44.504352	119.528363
1666968	304	Monte grande bajo	14	LEONARDO TNEO TNEO	3216350	9	Predio Adobe	1	Construccion	Polygon	260513	48.81801	138.161744
1666948	304	Monte grande bajo	20	JOSE LUIS TNEO CARRASCO	43889632	9	Predio Adobe	1	Construccion	Polygon	260513	48.818296	138.163353
1666956	304	Monte grande bajo	17	TOMAS TNEO REYES	3231893	7	Predio Adobe	1	Construccion	Polygon	260513	48.818148	138.162553
1666963	304	Monte grande bajo	11	FERNANDO TNEO TNEO	3216345	7	Predio Adobe	1	Construccion	Polygon	260513	48.81601	138.162085
1666959	304	Monte grande bajo	7	VALENTINA RNEO CORREO	80451963	7	Predio Adobe	1	Construccion	Polygon	260513	48.815994	138.161711
1666950	304	Monte grande bajo	22	FLORENA CORREA CORREA	45691458	7	Predio Adobe	1	Construccion	Polygon	260513	48.818113	138.162308
1666965	304	Monte grande bajo	12	RODELIO TNEO TNEO	43167609	6	Predio Adobe	1	Construccion	Polygon	260513	48.816111	138.162486
1666964	304	Monte grande bajo	13	RODIN TNEO MORON	45837891	6	Predio Adobe	1	Construccion	Polygon	260513	48.816096	138.162409
1666949	304	Monte grande bajo	21	HECTOR CORREA TNEO	3219139	6	Predio Adobe	1	Construccion	Polygon	260513	48.818907	138.161271
1666960	304	Monte grande bajo	8	RICARDO TNEO TNEO	3219097	6	Predio Adobe	1	Construccion	Polygon	260513	48.816109	138.162115
1666957	304	Monte grande bajo	16	LEONCIO TNEO TNEO	3243064	6	Predio Adobe	1	Construccion	Polygon	260513	48.81616	138.162619

Figura 37

Tabla de atributos de distrito

OBJECTID *	Código del distrito *	Nombre del distrito	SHAPE *	SHAPE Length	SHAPE Area
13	304	HUARMACA	Polygon	251054.020648	1940712972.74968
14	306	SAN MIGUEL DEL FAIQUE	Polygon	86292.88399	207588325.259598
15	308	SONDORILLO	Polygon	92451.964058	229312058.264662
16	307	SONDOR	Polygon	98828.103519	340653688.111293
17	302	CANCHAQUE	Polygon	105264.454753	311443950.497603
18	305	LALQUIZ	Polygon	66353.88542	145840902.279711
19	301	HUANCABAMBA	Polygon	113321.279177	443135135.449757
20	303	CARMEN DE LA FRONTERA	Polygon	126720.045465	674467508.744457

Figura 38*Tabla de atributos de vías*

OBJECTID*	Tipo de la vía*	Caserío	Distrito	Ubigeo*	ENABLED	SHAPE*	SHAPE_Length
317363	Camino de herradura	Monte Grande Bajo	Huarmaca	20034	True	Polyline	119.703327
317364	Camino de herradura	Monte Grande Bajo	Huarmaca	20034	True	Polyline	118.657691
317365	Camino de herradura	Monte Grande Bajo	Huarmaca	20034	True	Polyline	85.750235
317366	Camino de herradura	Monte Grande Bajo	Huarmaca	20034	True	Polyline	86.603039
317375	Camino de herradura	Monte Grande Bajo	Huarmaca	20034	True	Polyline	359.713052
317376	Camino de herradura	Monte Grande Bajo	Huarmaca	20034	True	Polyline	360.045081
317377	Camino de herradura	Monte Grande Bajo	Huarmaca	20034	True	Polyline	213.924493

Figura 39*Tabla de atributos de las unidades hídricas*

Shape*	ID	NOMB UH N4	CODIGO	NOMBRE	AREA KM2
Polygon	109	Unidad Hidrografica 1377	137774	Cuenca Olmos	1069.2041
Polygon	183	Alto Marañón	49896	Cuenca Chamaya	8061.927
Polygon	113	Piura	1378	Cuenca Piura	10872.0946

Figura 40*Tabla de atributos de la autoridad local del agua*

OBJECTID	Shape*	NAME ALA	RH	SEDE	OFIC DESC	AREA KM2	Shape Length
1	Polygon	Chinchipe-Chamaya	AMAZON	JAEN		13630.913091	772183.290651
2	Polygon	Motupe-Olmos-La Leche	PACÍFICO	JAYANCA	OLMOS y MOTUPE	12665.999117	597312.633813
3	Polygon	Alto Piura	PACÍFICO	CHULUCANA	CANCHAQUE	5200.757955	402791.188272

Figura 41*Tabla de atributos del área del proyecto*

OBJECTID*	Caserío	Código SNIP	Est. Proy	Shape Length	Shape Area
1	Montegrando Bajo	280513	Terminado	4832.975604	426028.13581!

Figura 42

Tabla de atributos del UBS

Unidad basica de saneamiento									
OBJECTID *	Lote	SNIP *	Municipalidad	Opcion Tecnologica	Tipo de estructu	Estado de Co	Ejecutor *	Fecha de ins	
23	1	280513	Huarmaca	Compostera	Ladrillo	Excelente	PNSU	1/01/2018	
24	2	280513	Huarmaca	Compostera	Ladrillo	Excelente	PNSU	1/01/2018	
25	3	280513	Huarmaca	Compostera	Ladrillo	Excelente	PNSU	1/01/2018	
28	4	280513	Huarmaca	Compostera	Ladrillo	Excelente	PNSU	1/01/2018	
29	5	280513	Huarmaca	Compostera	Ladrillo	Excelente	PNSU	1/01/2018	

2.8.5. Quinta Etapa: Visualización del sistema

En esta etapa se muestran los datos incorporados en la GDB al sistema de información geográfica (SIG), se generó una plantilla para la impresión de un plano general del sistema del abastecimiento de agua el cual puede ser modificado por el usuario según los requerimientos de la jefatura.

Figura 43

Plano del sistema de abastecimiento de agua y saneamiento

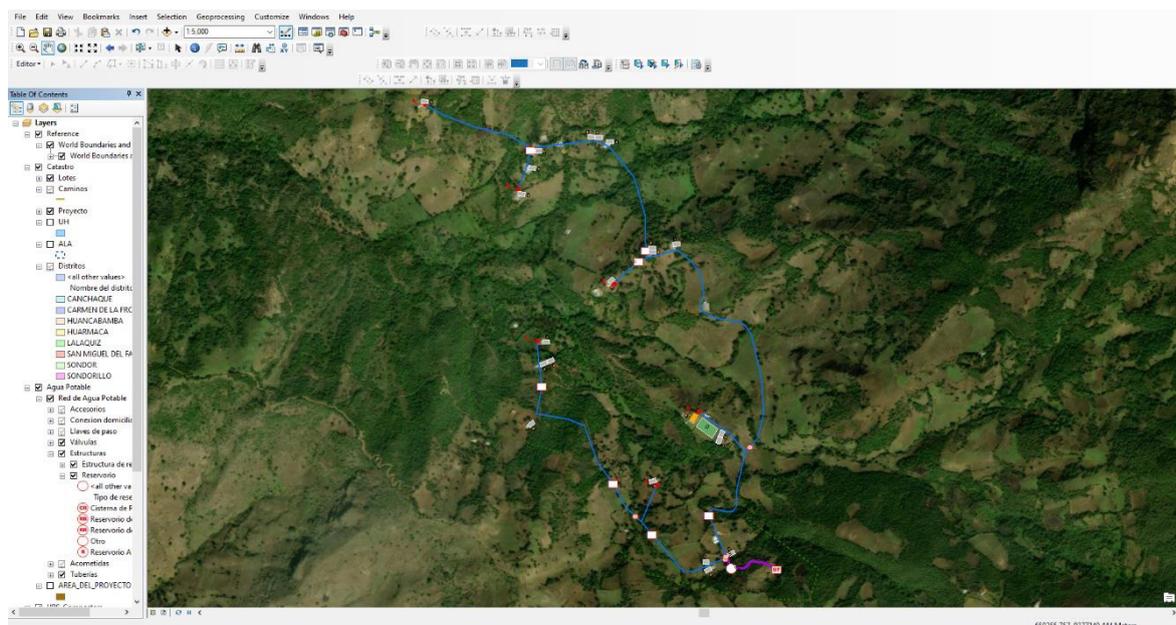


Figura 44*Simbología del proyecto*

Simbología			
Reservorio circular		UBS	
Camara reductora de presion		Lote	
Reduccion		Caminos	
Tapon		Area del Proyecto	
Valvula		Unidad Hidrica	
Valvula de Purga		ALA	
Valvula de aire		Distrito	
Codo		Tuberia secundaria	
Tee		Tuberia primaria	
Cruz			

2.9. Resultados

Se implemento el SIG en el distrito de Huarmaca con todos los componentes del sistema de abastecimiento de agua y saneamiento georreferenciados y almacenados en tres bases de datos estructuradas: UBS, Catastro y Redes de Agua, se logró obtener la longitud de las redes de conducción y aducción así como también el metrado de los accesorios que se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 19

Metrado del sistema de agua y saneamiento

Componente	Descripción	Unidad	Cantidad	Observación
SISTEMA DE AGUA POTABLE	Captación	Und	1	Tipo ladera
	Línea de Conducción	ml	107.47	
	Válvulas de Purga LC	Und	1	
	Válvulas de Aire en LC	Und	1	
	Reservorio Apoyado	Und	1	05 m3
	Línea de Aducción/Distribución	ml	2,821.50	
	Cámara rompe presión CRP-7	Und	7	
	Conexiones de agua	Und	22	
	Válvulas de Purga en red	Und	6	
	Válvulas de control en red	Und	4	
UBS	UBS-C	Und	22	

La Geodatabase (GDB) almacena diversas fuentes de datos de cada features class/dataset de cada Geodatabase, con información georreferenciada, podrá ser actualizada y analizada, facilitando así la obtención de un diagnóstico de la situación actual de los sistemas de abastecimiento de agua.

Para la visualización se creó un proyecto con nombre ATM-Huarmaca en formato XMD, que funciona como plantilla de impresión para la generación del mapa general.

2.10. Discusión de Resultados

(Caballero, 2017) con la implementación de un SIG en la empresa EMAPA-Huancavelica obtuvo como resultado el almacenamiento de datos georreferenciados con información exacta la misma que puede ser actualizada según los requerimientos de la gerencia técnica, así mismo presenta un visor web donde permite la visualización de mapas en forma interactiva finalmente crea plantillas de mapas las que ayudan en la generación de informes en la gerencia técnica, para el caso del presente informe se obtuvo como resultado la implementación del SIG con tres Geodatabase denominadas, UBS, catastro y redes de agua así mismo se llegó a general una plantilla de mapa general de los componentes del sistema de abastecimiento de agua y saneamiento, sin embargo el caso del visor web no se llegó a ningún resultado ya que sería implementar en la municipalidad de Huarmaca un área de tecnologías de la información que brinde soporte técnico en caso de fallas en el sistema, sin embargo por tratarse de un municipio rural el SIG es una herramienta importante que ayudaría en la gestión y almacenamiento de datos y que puede ser replicado en otros distritos.

(Olaya, 2017) Con la ayuda de software libre logra estandarizar y georreferenciar el catastro técnico y comercial de la EPS Grau S.A, permitió mejorar la gestión del sistema de gestión comercial (SISGECO) asimismo genera reportes con información actualizada.

Al respecto hoy en día es fundamental que toda institución cuente con información cartográfica integra dentro de su jurisdicción, contar con información de calidad llevara a una mejor toma de decisiones y conocer la situación actual de los sistemas de abastecimiento de agua y saneamiento, con relación al informe desarrollado se obtuvo un resultado similar definitivamente los sistemas de información geográfica cumplen un rol fundamental en la toma de decisiones sin embargo la falta de personal capacitado puede generar dependencia con trabajadores experimentados que brinden dicha información.

III. APORTES MÁS DESTACABLES A LA EMPRESA

Mis aportes en la empresa HNE Constructores y Proyectos E.I.R.L, fue estar in situ en el proyecto de abastecimiento de agua y saneamiento básico rural en el caserío Montegrande Bajo, el proyecto permitió mejorar la gestión sostenible del recurso hídrico, ahorrando tiempos en la gestión de la información, asimismo disminución de las enfermedades gastrointestinales, siendo el punto más importante la implementación de SIG del proyecto de agua y saneamiento del caserío Montegrande Bajo, permitió a la municipalidad del distrito contar con información actualizada y estructurada en una base de datos, ayudando en la toma de decisiones referente al inventario de los componentes del sistema de agua y saneamiento básico, en el presente informe generó dos impactos favorables:

- **Impacto Social:** El acceso y mejora a los servicios básicos tiene un impacto positivo en la salud y desarrollo económico de las comunidades rurales, reduciendo significativamente las enfermedades relacionadas con el agua.
- **Impacto Económico:** Existe un valor agregado del componente georreferenciado del sistema de abastecimiento de agua y unidades básicas de saneamiento, como insumo en los diversos procesos para la toma de decisiones.

Impacto Ambiental: De acuerdo con los objetivos de desarrollo sostenible ODS, el presente informe se encuentra dentro del Objetivo Nro. 6, *Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos*, el acceso al agua potable y saneamiento es un derecho humano es por ello que el acceso universal al agua potable segura y asequibles al 2030 se encuentra dentro del fondo de inversiones en infraestructura hídrica, reduciendo el estrés hídrico.

IV. CONCLUSIONES

- Se concluye que la aplicación de los SIG, permite garantizar la información de los datos cartográficos y mejorar la gestión, eficiencia y cobertura del abastecimiento de agua y saneamiento básico del distrito, sin embargo, se identifican desafíos como la capacitación técnica y la disponibilidad de datos actualizados.
- Se recopiló información cartográfica del sistema de abastecimiento de agua y saneamiento del caserío.
- Los datos están almacenados y georreferenciados en tres Geodatabase: agua, UBS y catastro, los mismos que contienen información cartográfica del sistema de abastecimiento de agua y saneamiento básico, cada Geodatabase tiene un dataset con información según sea el caso de viviendas, UBS, límites distrital, provincial, área del proyecto, líneas de tuberías de aducción, conducción y reservorio.
- Se elaboró un plano general que servirá como insumo para la generación de mapas temáticos, con información consolidada de viviendas, UBS, redes de aducción y conducción, tipo de material, fecha de instalación, que son de gran ayuda en la toma de decisiones y a futuros proyectos de saneamiento que se desarrollen en el distrito.

V. RECOMENDACIONES

- Se recomienda que para la implementación del SIG se debe tener actualizados los datos de los componentes del sistema de agua y saneamiento básico del(os) proyecto(s) existentes, el técnico encargado debe ser integro con los datos.
- Para la recopilación de la información se debe asegurar que sean datos confiables y otorgados por el área encargada.
- Retroalimentar la base de datos con los proyectos actuales y futuros a ejecutar de tal manera que los datos proyectados sean lo más precisos, ya que una mal dato almacenado o digitado conllevaría a brindar decisiones no acertadas o erróneas.
- Se recomienda que las autoridades locales implementen los sistemas de información geográfica, ya que brindan información estructura y georreferenciada, permitiendo obtener una visión global del territorio, así mismo se recomienda que el personal sea integro y asegure la calidad de la información cartográfica.

VI. REFERENCIAS

- Alejandro, J. (2013). *Manual de operación y mantenimiento de sistemas de agua potable por gravedad sin planta de tratamiento en zonas rurales*.
<https://agualimpia.org/wp-content/uploads/2019/09/AGUALIMPIA-Manual-OyM-Agua-Potable-rural-final.pdf>
- Caballero, J. (2017). *Sistema de información geográfica para mejorar la gestión técnica de agua potable en la empresa municipal de agua potable y alcantarillado EMAPA-Huancavelica*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Centro del Perú].
 Repositorio Institucional UNCP. <http://hdl.handle.net/20.500.12894/3362>
- ESRI. (2018). ArcGIS Resources.
 Obtenido de ArcGIS Online: <https://resources.arcgis.com/es/help/getting-started/articles/026n0000000v000000.htm>
- Guzmán, G. (2022). *Factores que influyeron en la implementación del proyecto mejoramiento y ampliación de servicio de agua potable y saneamiento básico entre 2016 y 2017, a través del Programa Nacional de Saneamiento Rural (PNSR), en la localidad de Overal*. [Tesis de pregrado, Pontificia Universidad Católica del Perú].
 Repositorio Institucional PUCP <http://hdl.handle.net/20.500.12404/24670>
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (13 de mayo de 2018). *Norma técnica de diseño: Opciones tecnológicas para sistemas de saneamiento en el ámbito rural*.
<https://www.gob.pe/institucion/vivienda/normas-legales/275920-192-2018-vivienda>
- Olaya, E. (2017). *Implementación de un software libre de una herramienta de gestión para el sistema georreferenciado del catastro técnico – comercial en la EPS Grau S.A.* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Piura]
 Repositorio Institucional UNP <https://repositorio.unp.edu.pe/handle/UNP/1018>

VII. ANEXOS

Anexo A: Plano general del caserío Montegrando Bajo

