



**FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y  
URBANISMO**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**TESIS**

**“DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE, Y  
ALCANTARILLADO DEL ASENTAMIENTO  
HUMANO PEDRO RUIZ GALLO - LAMBAYEQUE”**

**PARA OPTAR TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO  
CIVIL**

**Autor:**

**Herrera Fernandez Edgar Joel  
Roque Rinza Cristian Alexander**

**Asesor**

**Dra. Sotomayor Nunura Gioconda del Sococorro**

**Línea de Investigación**

**Ingeniería de procesos**

**Pimentel – Perú**

**2019**

**“DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE, Y ALCANTARILLADO DEL  
ASENTAMIENTO HUMANO PEDRO RUIZ GALLO - LAMBAYEQUE”**

Aprobado por:

---

MSc. ZELADA ZAMORA, WILMER MOISES  
**Presidente de Jurado de Tesis**

---

Mg. IDROGO PÉREZ, CÉSAR ANTONIO  
**Secretario del Jurado de Tesis**

---

Mg. MARÍN BARDALES, NOE HUMBERTO  
**Vocal del Jurado de Tesis**

## **DEDICATORIA**

A Dios por darme la fortaleza día a día, por permitirme llegar a este momento tan especial de mi vida.

A mi madre Martina Rinza, gracias por tu apoyo y consejos, me encaminaron día a día, a mis hermanos Nexar y David, por ser mi motivación para seguir adelante y dar lo mejor de mí.

A mis amigos, por todo lo compartido en la vida universitaria.

Roque Rinza Cristian Alexander

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecemos a Dios por bendecirnos la vida, por guiarnos a lo largo de nuestra existencia, ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad.

Gracias a nuestros padres: Paco y Brígida; y, Eustaquio y Martina, por ser los principales promotores de nuestros sueños, por confiar y creer en nuestras expectativas, por los consejos, valores y principios que nos han inculcado.

Agradecemos a nuestros docentes de la Escuela de Ingeniería civil de la Universidad Señor de sipán, por haber compartido sus conocimientos a lo largo de la preparación de nuestra profesión, de manera especial, al master Wilderd Alejandro Cabanillas Campos, tutor de nuestro proyecto de investigación quien ha guiado con su paciencia, y su rectitud como docente, y a los habitantes del “Asentamiento humano Pedro Ruiz Gallo-Lambayeque” por su valioso aporte para nuestra investigación.

Roque Rinza Cristian Alexander

## RESUMEN

La presente investigación se realizó con el objetivo de elaborar el diseño del sistema de agua potable y alcantarillado del asentamiento humano Pedro Ruiz Gallo – Lambayeque, para este fin utilizamos el Reglamento Nacional de Edificaciones.

El asentamiento humano Pedro Ruiz Gallo del distrito de Lambayeque donde se desarrolla el presente estudio, los pobladores no cuentan con el servicio de agua potable y alcantarillado, además viven en construcciones de adobe y techo de calamina. Debido a ello los pobladores de esta localidad, presentan la aparición de enfermedades infectas contagiosas, pérdidas de productividad. Formando parte de la solución a esta problemática, se procedió a realizar el estudio técnico correspondiente para determinar la factibilidad de ejecución del proyecto. Por otro lado, considerando aspecto de calidad de vida y desarrollo social era determinante concretar las aspiraciones de los pobladores del asentamiento humano “Pedro Ruiz Gallo”, el cuál es contar con el sistema de agua potable y alcantarillado que mejore las condiciones de vida de los mismos.

**Palabras Clave:** Sistema de agua potable, sistema de alcantarillado, caudal, tensión tractiva, colector.

## **ABSTRACT**

The present investigation was carried out with the objective of elaborating the design of the potable water and sewerage system of the Pedro Ruiz Gallo - Lambayeque human settlement, for this purpose we use the National Building Regulations.

The human settlement Pedro Ruiz Gallo of Lambayeque district where the present study is carried out, the residents do not have potable water and sewerage service, they also live in adobe buildings and calamine roof. Due to this, the inhabitants of this locality present the appearance of contagious infectious diseases, loss of productivity. Being part of the solution to this problem, we proceeded to perform the corresponding technical study to determine the feasibility of project execution. On the other hand, considering the aspect of quality of life and social development, it was crucial to specify the aspirations of the residents of the "Pedro Ruiz Gallo" human settlement, which is to have a potable water and sewerage system that improves the living conditions of the inhabitants. same.

**KEYWORDS:** Drinking water system, sewage system, flow, tractive voltage manifold.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

I. INTRODUCCIÓN.....	14
1.1. Realidad Problemática.....	15
1.1.1. A nivel internacional.....	15
1.1.2. A nivel nacional.....	16
1.1.3. A nivel local.....	17
1.2. Antecedentes de estudio.....	20
1.3. Teorías relacionadas al tema.....	23
1.3.1. Sistema de Abastecimiento de agua.....	23
1.3.1.1. Parámetros de diseño.....	23
1.3.1.2. Población y Densidad Beneficiada:.....	24
1.3.1.3. Dotación y Demanda:.....	24
1.3.1.4. Variaciones de Consumo:.....	26
1.3.1.5. Presiones Máximas y Mínimas:.....	26
1.3.1.6. Velocidades Permisibles en Tuberías:.....	26
1.3.1.7. Caudal de Diseño:.....	26
1.3.1.8. Cálculos de Caudales en Tuberías de Presión:.....	27
1.3.1.9. Pérdida de carga (Ecuación de Hazen – Williams):.....	28
1.3.1.10. Pérdida de carga por tramo:.....	28

1.3.1.11. Información Básica para el Diseño:.....	28
1.3.1.12. Recomendaciones para el Diseño: .....	29
1.3.2. Sistema de alcantarillado .....	29
1.3.2.1. Fórmulas para el diseño .....	29
1.3.2.2. Criterio de tensión tractiva.....	32
1.3.2.3. Criterio de tensión tractiva.....	32
1.1.3. Definición de términos básicos .....	33
1.4. Formulación del problema.....	35
1.5. Justificación e Importancia de la investigación.....	35
1.5.1. Tecnológica.....	35
1.5.2. Social.....	35
1.5.3. Ambiental.....	36
1.5.4. Económica.....	36
1.6. Hipótesis. ....	36
1.7. Objetivos.....	37
II. MATERIAL Y MÉTODO .....	39
2.1. Tipo y diseño de Investigación .....	39
2.1.1. Tipo de investigación.....	39
2.1.2. Diseño de investigación. ....	39
2.2. Población y muestra.....	39
2.2.1. Población.....	39



2.2.2.	Muestra. ....	39
2.3.	Variables- Operacionalización.....	39
2.3.10.	Variables.....	39
2.3.11.	Operacionalización.....	40
2.4.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	42
2.5.	Procedimientos de análisis de datos.....	43
2.6.	Criterios éticos. ....	44
2.7.	Criterios de Rigor científico.....	45
III.	RESULTADOS.....	45
3.1.1.	Estudio Topográfico.....	45
3.1.2.	Estudio de mecánica de suelos.....	45
3.1.3.	Diseño de los elementos del Sistema de Agua Potable.....	47
3.1.4.	Diseño de los elementos del Sistema de Alcantarillado .....	55
3.1.5.	Elaboración del presupuesto .....	56
3.2.	Discusión de resultados .....	58
3.2.1.	Realización del levantamiento topográfico del área en estudio.....	58
3.2.2.	Realización de ensayos de mecánica de suelos y de las rocas a las muestras adquiridas.....	59
3.2.3.	Desarrollo del diseño del sistema de agua potable y alcantarillado.....	60
IV.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	62
4.1.	CONCLUSIONES.....	62

4.1.1. Realización del levantamiento topográfico del área en estudio.....	62
4.1.2. Realización de ensayos de mecánica de suelos y de las muestras adquiridas.	62
4.1.3. Desarrollo del análisis del diseño del sistema de agua potable y alcantarillado. ....	63
4.1.4. Costos del sistema de agua potable y alcantarillado.....	64
4.2. RECOMENDACIONES .....	65
REFERENCIAS.....	66

## Índice de tablas

Tabla 1: <i>Periodo de diseño (DIGESA)</i> .....	23
2.3.12. Tabla 2 Variable Independiente.....	40
2.3.13. Tabla 3 Variable Dependiente .....	41
2.3.14. Tabla 4 Población y viviendas del AA.HH. Pedro Ruiz Gallo 2017.....	47
2.3.15. Tabla 5 Dinámica de crecimiento poblacional del AA.HH. Pedro Ruiz Gallo 48	
2.3.16. Tabla 6 Población de Lambayeque al año 1993 y 2017 .....	48
2.3.19. Tabla 7 Proyecciones de población para cada año correspondiente al horizonte del proyecto .....	50
2.3.20. Tabla 8 Dotaciones en l/hab/d según tipo de uso y clima .....	51
2.3.21. Tabla 9 Demanda del servicio de agua potable .....	53
2.3.22. Tabla 10 Sistema de agua potable .....	54

## Índice de figuras

- Figura 1** .Pobladores a la espera de la cisterna para poder abastecerse de agua, las horas-hombre de trabajo perdido por la espera y luego por el acarreo son aprox 3 horas por persona; por ser 1114 viviendas se tiene una pérdida de 3345 horas hombre de pérdida de productividad. Fuente: (Propia, 2018)..... 18
- Figura 2** . Las mujeres y los niños son principalmente los que acarrear el agua afectando al desarrollo normal de los niños y el empoderamiento de la mujer como elemento productivo. Fuente: (Propia, 2018). ..... 18
- Figura 3**.De las 23 piletas existentes 10 cuentan con estructura que las proteja, las demás no presentan ni protección para los habitantes ya que se puede apreciar que podría suceder un accidente al caer en el hoyo algún transeúnte. Fuente: (Propia, 2018). ..... 19
- Figura 4**.De las 115 viviendas el 99.73% son construcciones de adobe, como se aprecia en la imagen, presentando un gran problema la filtración o alguna avería en las futuras tuberías por afectar el agua a sus construcciones. Fuente: (Propia, 2018). ..... 20
- Figura 5**.La superficie del terreno tiene pendientes pronunciadas, que hay que tomar muy en cuenta al momento de diseño de alcantarillado. Fuente: (Propia, 2018)..... 20

## ÍNDICE DE FORMULAS

2.3.1.	Formula 1 Caudal medio diario.....	26
2.3.2.	Formula 2 Formula de Hazen y Williams .....	27
2.3.3.	Formula 3 Método de Hardy Cross .....	27
2.3.4.	Formula 4 Caudal por Tramo .....	27
2.3.5.	Formula 5 Velocidad.....	28
2.3.6.	Formula 6 Perdida de Carga.....	28
2.3.7.	Formula 7 Perdida de carga.....	28
2.3.8.	Formula 8 Manning (Velocidad).....	29
2.3.9.	Formula 9 Manning ( Caudal).....	30
2.3.12.	Formula 10 Tasa de Crecimiento.....	49
2.3.13.	Formula 11 Población Futura .....	49
2.3.14.	Formula 12 Pendiente Minima .....	56
2.3.15.	Formula 13 Velocidad Crítica .....	56

**CAPITULO I:**  
**INTRODUCCIÓN**

## **I. INTRODUCCIÓN**

La expansión actual de las ciudades en el Perú se ha ido dando por el movimiento de los ciudadanos hacia zonas donde se presentan mayor oportunidad de importancia social y medios de educación, como son las ciudades, la población de las zonas altas de Perú, atraídas por acceso a mayores oportunidades, migran y se establecen sin un ordenamiento, ni planificación de expansión, todo esto por la deficiencia capacidad de profesionales en los cargos públicos; establecida esos núcleos sociales, empiezan a tener diversos problemas que los colocan en condiciones deplorables, y situación de miseria, pobreza. Estos cinturones de miseria y pobreza que comúnmente se observan en las periferias de las grandes ciudades, creando problemas urbanísticos y sociales.

En nuestro país existen numerosos centros poblados que aún no cuentan con los servicios de agua y alcantarillado, ello ha sido causante de la propagación de enfermedades en sus pobladores, mayoritariamente las denominadas gastrointestinales, que afectan con mayor incidencia a los niños y pobladores de la tercera edad.

Para detener la proliferación de enfermedades infecto contagiosas en las zonas urbanas y rurales del país, es importante resolver proveer de un saneamiento básico eficiente, proyectando y ejecutando los de abastecimiento de agua potable en la inmediatez, esto permitirá elevar la calidad de vida de las personas, a la vez que permitirá crear mejores condiciones de eficiencia en el marco social, y de acuerdo a la dignidad humana.

El distrito de Lambayeque donde se desarrolla el presente estudio, es un pueblo de características peculiares por los asentamientos humanos, poblados donde existen construcciones de adobe, y donde los propios residuos generados por las ciudades han tenido un explosivo crecimiento, debido a ello los pobladores de esta localidad, tienen la constante aparición de enfermedades infectas contagiosas, pérdidas de productividad; es por tal razón que formando parte de la solución a esta problemática, se procedió a realizar el estudio correspondiente.

## **1.1. Realidad Problemática.**

### **1.1.1. A nivel internacional.**

#### **En América Latina**

Desde el año 2000 ha habido progresos significativos en la cobertura de los servicios de agua y saneamiento como resultado del aumento de la inversión en infraestructura, y en consecuencia mejoró la calidad de vida de la mayoría de la población urbana. No obstante, pese a estos progresos, 31 000 000 de personas, 20 000 000 de las cuales residen en el área rural, aún no cuentan con acceso a sistemas públicos o colectivos de agua. En cuanto a los servicios de saneamiento, 107.000.000 de habitantes todavía no disponen de instalaciones de saneamiento mejorado, de los cuales 45.000.000 habitan en el área rural. Según los datos disponibles, en 2015 un total de 19.000.000 de personas defecaban al aire libre, la mayor parte en áreas rurales dispersas situadas principalmente en Bolivia, Brasil, Colombia, Perú y Venezuela. **(Ballestero, Mejía-Betancourt, Arroyo, & Real, 2015)**

La situación que atraviesan los países latinoamericanos es la estar prestando atención creciente al saneamiento básico rural y urbano, después de tener representantes políticos que han podido establecer los lineamientos en esta área como prioridad para elevar la calidad de vida de sus conciudadanos, se han llevado a cabo inversiones que acercan la meta de aumentar la población al acceso de agua potable y alcantarillado, estas operaciones se vienen realizando con resultados positivos en el Perú.

El acceso a agua potable y saneamiento básico en América Latina es insuficiente y además su calidad es inadecuada. Esto repercute en impactos negativos en la salud pública. La capacidad financiera limitada de los organismos encargados de proveer estos servicios y la institucionalidad débil del sector son factores que limitan las posibilidades de mejorar el acceso y la calidad de agua potable y saneamiento en el continente; de esto se deriva que el 80% de consultas médicas externas en los centros de salud están relacionados con el consumo de agua de mala calidad. **(Florez Franco, 2014)**



## **En México**

En México la distribución de su agua no coincide con la distribución de su población. Existen diferencias notables entre el Sur y el Norte del su territorio; se aprecian áreas con intensas lluvias que afectan la infraestructura y otras regiones con escasez de agua sin presencia de lluvias.

Muchos de nosotros creemos que el agua no se va a agotar nunca, la usamos desmesuradamente y sin control. La población ha aumentado y junto con este crecimiento el consumo de agua, mientras la cantidad de agua siempre es la misma; es decir estamos abusando de ella. Por otro lado en México la deficiente calidad del agua superficial limita su uso y la dificultad técnica y/o financiera de desarrollar sistemas de agua potable, alcantarillado y tratamiento de aguas residuales, hace más caro la ejecución de los sistemas.

México anunció a finales de 2008 que ya había alcanzado el objetivo siete de Desarrollo del Milenio en la cobertura de acceso a agua potable y alcantarillado. Cuando se realiza un análisis en el terreno regional o local, los datos nos muestran otro panorama que evidencia uno de los problemas no superados en el país: la adecuada cobertura del servicio público del agua en las zonas marginadas e incluso en zonas urbanas, y esto se debe en gran medida a una falta de capacidad institucional local. ( **Domínguez Serrano, 2010**)

### **1.1.2. A nivel nacional.**

**En Lima**, la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (Sunass) publico una lista con los consumos de agua por distrito y por persona en la región de Lima.

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), una persona debería consumir al día 100 litros de agua para atender todas sus necesidades, pero en algunos distritos de Lima el monto debido incluso se cuadruplica y, al no cuidar el agua, otras zonas se ven afectadas y el empleo de agua es menor a lo recomendado. Sunass publicó el listado buscando generar conciencia entre los usuarios y que así no malgasten el agua. Mediante su cuenta de Facebook, publicó la tabla y causó impresión, debido a que muchos desconocían las grandes diferencias. San Isidro es el distrito que gasta más agua. En promedio, un vecino del distrito gasta 447 litros al día, siendo lo recomendado 100 litros. Miraflores le sigue con 395 litros y La Molina ocupa el tercer lugar con 258 litros. El lugar más afectado es Lurigancho Chosica, en donde una persona consume un promedio de 15 litros al día, cifra preocupante.

En Pachacámac, el promedio por día es 36 litros y en Cieneguilla 40 litros. **(La República, 2017)**

### **En San Martín**

La necesidad de mejorar la calidad del suministro de agua segura o potable, es el principal objetivo del sector Saneamiento, el cual se ha considerado como factor principal para la prevención de las enfermedades diarreicas que tienen origen en el grado de higiene de las poblaciones como resultado de la calidad de los servicios de saneamiento. En la región San Martín, la tasa de Enfermedad Diarreica Aguda (EDA) en menores de 5 años, en los últimos años ha tenido un comportamiento fluctuante, incrementándose al año 2014, a una tasa de 112.70 % con respecto al 2013 (103.20%), todo ello exhorta a priorizar acciones para mejorar la calidad de los servicios de saneamiento de la población de manera oportuna y equitativa en el territorio. **(Gobierno Regional de San Martín, 2015)**

#### **1.1.3. A nivel local.**

En la Región Lambayeque, existe diversos asentamientos humanos, en proceso de formalización; uno de los cuales es el Asentamiento Humano “Pedro Ruiz Gallo” que cuenta con una población de 4605 habitantes, un total de 1122 viviendas y el número de habitantes promedio por casa (4.1 hab/vivienda) obtenido en la encuesta realizada para el desarrollo de la tesis siguiente.

Cuenta con servicio de agua potable mediante 23 piletas, el servicio de alcantarillado no está disponible sino pozos ciegos, la energía eléctrica es mediante un servicio comunitario y solo se cuenta con el servicio de telefonía móvil.

El material de construcción predominante es adobe (95.1%), material noble (4.9 %). En el Asentamiento humano no existe un sistema de agua potable, ni alcantarillado, además de no tener pistas, ni veredas y ante la presencia de lluvias la escorrentía de aguas superficiales afectan los muros de adobe de las viviendas.



**Figura 1** Pobladores a la espera de la cisterna para poder abastecerse de agua, las horas-hombre de trabajo perdido por la espera y luego por el acarreo son aproximadamente 3 horas por persona; por ser 1122 viviendas se tiene una pérdida de 3366 horas hombre de pérdida de productividad.

Fuente: (Propia, 2018).



**Figura 2.** Las féminas y los infantes son principalmente los que acarrear el agua afectando al desarrollo normal de los niños y el empoderamiento de la mujer como elemento productivo.

Fuente: (Propia, 2018).



**Figura 3.** De las 23 piletas existentes 10 cuentan con estructura que las proteja, las demás no presentan ninguna protección para los habitantes ya que se puede apreciar que podría suceder un accidente al caer en el hoyo algún transeúnte.

Fuente: (Propia, 2018).



**Figura 4.** De las 1122 viviendas el 95.10% son construcciones de adobe, como se aprecia en la imagen, presentando un gran problema a la filtración o alguna avería en las futuras tuberías; por afectar el agua a sus construcciones.

Fuente: (Propia, 2018).



**Figura 5.**La superficie del terreno tiene pendientes pronunciadas, que hay que tomar muy en cuenta al momento de diseño de alcantarillado. Además se observa los postes de madera con cableado eléctrico, que son potencialmente riesgosos.  
Fuente: (Propia, 2018).

## **1.2.Antecedentes de estudio.**

### **El Salvador**

(Antonio Carpio, Garcia Sigaran, & Tobias Hernandez, 2011), en su tesis “Propuesta de diseño del drenaje pluvial, alcantarillado sanitario y planta de tratamiento para las aguas residuales del casco urbano y colonia La Entrevista del municipio San Cayetano Istepeque, departamento de San Vicente”. Tiene por objetivo proponer el diseño del alcantarillado sanitario, drenaje pluvial y una planta de tratamiento para los barrios San Cayetano e Istepeque y la colonia La Entrevista del municipio de San Cayetano Istepeque. El diseño de un sistema se basa en el Reglamento a la Ley de Urbanismo y Construcción. Los lineamientos dentro de la norma son fundamentales como las respectivas de pendiente mínima en tuberías, que por razones de tipo hidráulico, no se permite pasar de un declive mayor a otra menor con el mismo diámetro; además sin excepciones no se pasará de un

diámetro mayor a otro menor. El cuidado de la distancia máxima entre pozos, además los sitios de descarga dependerán de las áreas tributarias, teniendo en cuenta las longitudes de cada segmento y la dirección de la corriente según lo apunten las curvas de nivel, para lograr una adecuada funcionalidad. Se tiene en cuenta las condiciones topográficas que no admiten que se pueda llevar a efecto un empalme económico con el alcantarillado sanitario planteado, que hace esencial diseñar otra opción para la evacuación de los fluidos negros y grises que vienen de los hogares. Para la alternativa de solución de las viviendas que tienen difícil acceso al alcantarillado sanitario se pensará usando la “Guía técnica sanitaria para la instalación y funcionamiento de sistemas de tratamiento individuales de aguas negras y grises” del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. Como conclusión se tiene tres sistemas independientes de alcantarillado pluvial, dos para la colonia La Entrevista, y uno para el barrio San Cayetano; con el diseño del alcantarillado sanitario propuesto se ha logrado tener una cobertura cercana a un 95% de las viviendas que actualmente existen en la zona de estudio. Las viviendas que no se pueden incorporar al sistema tendrán una solución alternativa para la disposición de las aguas negras y grises (sistema de fosa séptica).

### **Ecuador**

(Alvarado Espejo, 2013), En su proyecto “Estudios y diseños del sistema de agua potable del barrio San Vicente, parroquia Nambacola, cantón Gonzanamá.” El objetivo es realizar el estudio y diseño del sistema de abastecimiento de agua para la población de San Vicente del Cantón Gonzanamá, provincia de Loja. Los servicios básicos de los que dispone la comunidad de San Vicente no permiten que su condición de vida sea de calidad, debido a la falta de infraestructura en lo referente a los servicios básicos de agua potable. El proyecto desarrollado consiste en la construcción de un sistema de agua potable que brindará el servicio a 55 familias que viven en la comunidad indicada. Para esto se ha realizado los diseños del sistema de infraestructura hidrológica, ambiental, económica e hidráulica proyectada a 20 años, actualmente la comunidad cuenta con 202 habitantes y en la vida útil del sistema se tendrá una población final de 251 habitantes. El aporte del Estudio de Impactos Ambientales, se concluye que no existe un impacto negativo de consideración, ya que no afecta ni a la flora, ni a la fauna del ecosistema. Los parámetros analizados en el estudio técnico económico como son el VAN, TIR y Beneficio/Costo arrojan resultados favorables para la ejecución del proyecto de Agua Potable en la comunidad indicada. Se concluye que

la ejecución de este tipo de planes, ayuda a la conformación profesional de la posteridad del ingeniero civil, ya que concede llevar a la práctica la teoría, logrando criterio y vivencia a través de la ejecución de soluciones viables a los distintos problemas que padecen las comunidades de nuestro país. Además, con el buen uso y sustento oportuno del plan, se beneficiará a las futuras descendencias.

## **Perú**

(Meza De la Cruz, 2010), en su tesis "Diseño de un sistema de agua potable para la comunidad nativa de Tsoroja, analizando la incidencia de costos siendo una comunidad de difícil acceso." El objetivo del presente trabajo es presentar el diseño de un sistema de abastecimiento de agua para consumo humano en una comunidad nativa de la selva del Perú. Esta comunidad no cuenta con los servicios básicos, siendo una comunidad que sufre extrema pobreza. El difícil acceso a la comunidad debido a la falta de vías de comunicación, eleva la inversión que se requiere para infraestructura en la zona. En este trabajo de tesis se diseña el abastecimiento de agua potable por gravedad para la Comunidad Nativa de Tsoroja, perteneciente al distrito de Río Tambo, Provincia de Satipo, Departamento de Junín. Localidad que no cuenta con acceso terrestre ni fluvial. Lo que implica un incremento en los costos de transporte al lugar de la obra, de materiales de construcción y personal, por el alquiler de helicópteros como medio de transporte aéreo. Hecho que hace necesario el análisis de alternativas de solución contemplando la minimización de costos, considerando el factor transporte como crítico dentro del presupuesto. En primera instancia se diseñó el sistema de abastecimiento de agua potable, considerando toda estructura de concreto armado, al que se denominó, Sistema convencional. Se observó que era posible optimizar el uso de materiales de construcción utilizando estructuras de materiales alternativos, por lo que se elaboró un nuevo diseño del sistema de abastecimiento al que se denominó, sistema optimizado. Adicionalmente para la disposición de excretas y buscando la menor incidencia en el ambiente se consideró para cada vivienda una letrina de hoyo seco. Finalmente, para obtener conclusiones acerca de la factibilidad técnico-económica de sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano en el ámbito rural de la selva del Perú, se elaboró un presupuesto por sistema; comprobándose que la mayor incidencia en costos se produce por el transporte aéreo de los materiales a la extensión de la obra.

### 1.3. Teorías relacionadas al tema.

#### 1.3.1. Sistema de Abastecimiento de agua

En el diseño de las mallas de agua para el uso humano y saneamiento es esencial conocer elementos básicos para realizar un diagnóstico del área en estudio.

Datos sobre aspectos físicos de la región: recursos hídricos, clima, hidrogeología, plantas, etc.

Evolución de la demanda hídrica o consumo de agua.

Determinación de las fuentes de abastecimiento de agua en la zona en estudio.

Con esta información podemos establecer el periodo del proyecto en formación.

(Liu, 2010)

##### 1.3.1.1. Parámetros de diseño

###### Periodo de diseño

Es un periodo de tiempo en el cual se estima que las obras a construir funcionan eficazmente, según la norma técnica el tiempo mínimo debería ser 20 años. Sin embargo, se puede modificar el diseño según los siguientes factores:

Calidad y vida útil de los materiales.

Calidad de los procesos constructivos.

Calidad de los equipos electromecánicos y de control.

Calidad de agua.

Diseño de sistema.

Operación y mantenimiento.

El periodo de diseño a considerar, según DIGESA es:

###### Tabla 1:

*Periodo de diseño (DIGESA)*

SISTEMA	PERIODO (AÑOS)
Gravedad	20
Bombeo	10
Tratamiento	10

Fuente: Elaboración propia.



Cabe mencionar, que para todos los casos de red de conductos a presión el diseño debería ser para 20 años.

#### **1.3.1.2. Población y Densidad Beneficiada:**

Las comunidades crecen por nacimiento y desplazamiento, los cuales originan problemas sociales y económicos que se dan en las localidades foráneas a la ciudad, por tanto provocaría una sobreestimación de los pobladores y por consiguiente aumenta la capacidad, costos del proyecto y por ende el financiamiento del mismo.

Consideraremos las siguientes fuentes de información:

- Censos
- Estadísticas de consumo

#### **Población Futura:**

La población posterior está constituida por la comunidad a la cual se beneficiara y que esta de sobre manera en el diseño ya dado, esta se determina en base a la población inicial y un crecimiento de la población para el periodo en el cual está basado el proyecto, por lo tanto, se usan diferentes métodos que son recomendados por la legislación vigente, entre estos métodos tenemos:

- Crecimiento lineal o aritmético.
- Progresión geométrica.

Extensión grafica de la curva de crecimiento.

Proporción de crecimiento curvilíneo.

La técnica a emplear para la proyección de la población futura será definido conforme se desarrolle la tesis, ya que depende del número actual de beneficiados el cual no contamos en esta parte de proyecto de tesis.

#### **1.3.1.3. Dotación y Demanda:**

La dotación de agua de una localidad cambia en comparación a otra, porque depende de una serie de factores propios de la localidad que se abastece, entre los principales agentes que influyen en esta estimación son:

El clima  
Nivel de vida y costumbre de la población  
Existencia de redes de alcantarillados.  
Calidad de agua.  
Tipo de consumo.  
Presión de la red de distribución.  
Tarifa del agua.  
Perdidas en el sistema.  
Micro medición.  
Otros.

La más grande parte de agua que se consume se divide en 04 sectores y son:  
Doméstico, Publico, Comercial e Industrial además de disiparse presión a lo largo la red de suministro de la tubería que conduce agua.

En relación con el presente trabajo de investigación se considera el consumo Doméstico, Publico debido que los sectores del Asentamiento Humano Pedro Ruiz Gallo, en el Distrito de Lambayeque que serán beneficiados son zonas urbanas donde existen viviendas, colegios, etc.

Tipos de Sistemas de Abastecimientos de Agua Potable:  
Existen tres tipos de sistemas, los cuales son:

Sistema Ramificado: este es un sistema que tiene el parecido a un árbol, la línea de alimentación o troncal es la principal fuente de suministro de agua y de esta se derivan todas las ramas.

Sistema Malla: Este sistema está definido por que el sistema de tuberías están interconectadas y no hay terminales.

Sistema Combinado: si las características topográficas, son ampliaciones a la red de distribución en malla con ramas abiertas dando como resultado un sistema combinado.

#### 1.3.1.4. Variaciones de Consumo:

Están expresadas como factores de la demanda promedio diario y que sirven de base para el dimensionamiento de la capacidad de: obras de captación, línea de conducción y red de distribución. Estos valores son los siguientes:

Consumo máximo diario (CMD) = 1.5 (CPD) Consumo Promedio Diario

Consumo máximo Hora (CMH) = 2.5 (CPD) Consumo Promedio Diario

#### 1.3.1.5. Presiones Máximas y Mínimas:

Para brindar presiones adecuadas en el funcionamiento del sistema de abastecimiento, se recomienda que estas cumplan dentro de un rango permisible.

Presión mínima: 10 metros

Presión máxima: 50 metros (OS.050)

#### 1.3.1.6. Velocidades Permisibles en Tuberías:

Las velocidades de flujo en los conductos tienen un rango para evitar la erosión interna o sedimentación en las tuberías, los valores son los siguientes:

Velocidad mínima: 0.60 m/seg (OS.010)

Velocidad máxima: 3.00 m/seg (OS.050)

#### 1.3.1.7. Caudal de Diseño:

Los indicadores para un programa de agua potable son los siguientes:

$$Q_m = \frac{\text{módulo de consumo } \times \text{poblacion futura}}{86,400 \text{ seg (24 hrs)}}$$

$$Q_{max.d} = 1.3 Q_m$$

$$Q_{max.h} = 2.0 Q_m$$

#### 2.3.1. Formula 1 Caudal medio diario

**Donde:**

-  $Q_m$  = Caudal medio diario (lt/s).

- $Q_{max.d}$  = Caudal máximo diario (lt/s).
- $Q_{max.h}$  = Caudal máximo horario (lt/s).

### 1.3.1.8. Cálculos de Caudales en Tuberías de Presión:

#### Formulas

#### Formula de Hazen y Williams

$$Q = 0.2788 * CD^{2.63} * \left(\frac{h_f}{L}\right)^{0.54} \quad ; \quad S = \frac{h_f}{L}$$

#### 2.3.2. Formula 2 Formula de Hazen y Williams

#### Donde:

- Q= Caudal en ( $m^3/s$ )
- C= Coeficiente de flujo (PVC= 150)
- D= Diámetro interno de la tubería en m.
- hf= Pérdida de carga en m.
- L= Longitud de tubería en m.

#### A utilizar en red de distribución:

Se decidió por hacer un planteamiento de red cerrada utilizando el método de Hardy Cross para realizar el cálculo del caudal unitario:

$$qu = \frac{Q_{mh}}{\text{Población futura}}$$

#### 2.3.3. Formula 3 Método de Hardy Cross

Luego se calcularon los caudales por tramos:

$$q \text{ tramo} = qu * P_f(\text{del tramo})$$

#### 2.3.4. Formula 4 Caudal por Tramo

A continuación se usaron para este mismo diseño las siguientes fórmulas.

Rapidez del flujo (V):

$$V = 1.9735 * \left(\frac{Q \text{ diseño}}{D^2}\right)$$

### 2.3.5. Formula 5 Velocidad

Dónde: Q en (l/s) y D en (pulg)

### 1.3.1.9. Pérdida de carga (Ecuación de Hazen – Williams):

$$hf = 1.18 * 10^{10} * L * \left(\frac{Q}{C}\right)^{1.852} * \frac{1}{D^{4.87}}$$

### 2.3.6. Formula 6 Perdida de Carga

Dónde: L: Longitud de la tubería (m)  
Q = Caudal (lt/s)  
C = Coeficiente que depende de la rugosidad del tubo  
D = Diámetro interior de la tubería (mm)

### 1.3.1.10. Pérdida de carga por tramo:

$$Hf = L * hf$$

### 2.3.7. Formula 7 Perdida de carga

Donde:  
L= Longitud del tramo  
hf= Pérdida de carga  
Hf=Pérdida de carga por tramo  
Diseño de la Red de Distribución.

### 1.3.1.11. Información Básica para el Diseño:

Perímetro urbano actual y futuro.  
Ancho de frontis de edificaciones por calles  
Delimitación de zonas de presiones.  
Ubicación de tanque elevado – cota.  
Sistema existente y ampliación.  
Definición de etapas.

### 1.3.1.12. Recomendaciones para el Diseño:

#### Caudal:

Máxima horario ( $Q_{max.h} = Q_p * K_2$ )

#### Tubería:

PVC de presión.

Diámetro mínimo recomendado.

Para líneas principales 75mm (3") (OS.050)

Para líneas secundarias 38mm (1 1/2") (OS.050)

#### Velocidad:

Mínima para la línea de conducción: 0.6 m/seg (OS.010)

Mínima en la red de distribución: 0.30 m/s (Magne, 2008, Ingeniería Sanitaria I,p.184)

Máxima: 3 m/seg (OS.050)

### 1.3.2. Sistema de alcantarillado

En el diseño se aplica el principio de conservación de la energía para dar solución a los problemas de flujo de tuberías. Se aplican al flujo permanente y solo se toman en cuenta las pérdidas por rozamiento a pesar que algunas de ellas son generalmente empíricas.

#### 1.3.2.1. Fórmulas para el diseño

Se cuantifica la longitud de los colectores, empezando por los tramos cortos, largos y luego ser multiplicadas por las tasas de contribución ya determinadas.

**Formula de Manning (Nogales, 2009, p.45)**

$$V = \frac{1}{n} * R_h^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}}$$

#### 2.3.8. Formula 8 Manning (Rapidez del flujo)

Empezando con la ecuación de continuidad  $Q = A * V$

$$Q = \frac{A}{n} * R_h^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}}$$

### 2.3.9. Formula 9 Manning ( Caudal)

**Donde:**

V= Velocidad del flujo (m/seg)

A= Área del tubo (m<sup>2</sup>)

P= Perímetro mojado (m)

n= Coeficiente de rugosidad (adim.).

Q= Caudal en (m<sup>3</sup>/s)

S= Pendiente del tubo (m/m)

R<sub>h</sub> = Radio Hidráulico (m/m)

**Tubo parcialmente lleno:**

En los sistemas sanitarios, las alcantarillas circulares se proyectan para funcionar a tubo parcialmente lleno. En la aplicación común de diseño, con un caudal conocido, y seleccionados el diámetro y la pendiente se debe determinar las relaciones hidráulicas reales (velocidad y profundidad) con la finalidad de controlar el régimen de la transición y asegurar velocidades de arrastre adecuadas.

En la circunstancia que el conducto presenta fluido por encima de su punto medio, es decir por arriba de la mitad (d/D>0.5) las fórmulas del área, perímetro mojado y radio hidráulico son:

$$A = \frac{D^2}{4} * \left( \pi - \frac{a}{2} + \frac{\sin a^0}{2} \right)$$

$$Pm = \frac{D}{2} * (2 * \pi - a)$$

$$R_h = \frac{D}{4} * \left[ 1 + \frac{\sin a^0}{(2 * \pi - a)} \right]$$

### 2.3.10. Fórmula 10. Tubería parcialmente llena (d/D>0.5).

Donde:

a<sup>0</sup> =Angulo formado desde la superficie del agua hasta el centro del tubo.

$$a^0 = 4 * \tan^{-1} \left[ \frac{1-K}{\sqrt{K-K^2}} \right] \quad (\text{En Grados}) \quad K=d/D \quad \text{para } K > 0.5$$

Cuando el tubo parcialmente lleno, por abajo de la mitad ( $d/D < 0.5$ ) las formulaciones para el área, radio hidráulico y perímetro húmedo:

$$A = \frac{D^2}{4} * \left( \frac{\beta}{2} - \frac{\sin \beta^0}{2} \right)$$

$$Pm = \frac{D}{2} * \beta$$

$$R_h = \frac{D}{4} * \left[ 1 - \frac{\sin \beta^0}{\beta} \right]$$

### 2.3.10. Fórmula 10. Tubería parcialmente llena ( $d/D < 0.5$ ).

Donde:

$\beta^0$  = Angulo formado desde la superficie del agua hasta el centro del tubo.

$$\beta^0 = 4 * \tan^{-1} \left[ \frac{K}{\sqrt{K-K^2}} \right] \quad (\text{En Grados}) \quad K=d/D \quad \text{para } K < 0.5$$

Durante el diseño del sistema de alcantarillado, normalmente se conoce la relación entre el caudal de diseño y el caudal a tubo lleno ( $q/Q$ ) y se desea hallar la relación entre el diámetro real y el diámetro a tubo lleno ( $d/D$ ), radio hidráulico real y radio hidráulico a tubo lleno ( $r_h/R_h$ ) y la velocidad real y la velocidad a tubo lleno ( $v/V$ ). La solución a este problema no es directa, pero se puede obtener en forma sencilla, tomando las formulas anteriores y remplazando en la fórmula de Manning a tubo lleno.

$$\frac{d}{D} = \frac{1}{2} * \left( 1 - \cos \frac{\beta^0}{2} \right)$$

$$\frac{r_h}{R_h} = \left[ 1 - \frac{180 * \sin \beta^0}{\pi * \beta} \right]$$

$$\frac{v}{V} = \left[ 1 - \frac{180 * \sin \beta^0}{\pi * \beta} \right]$$

$$\frac{q}{Q} = \left[ \frac{\beta}{360} - \frac{\sin \beta^0}{2 * \pi} \right] * \left[ 1 - \frac{180 * \sin \beta^0}{\pi * \beta} \right]$$

Con las fórmulas anteriores, se puede proceder con un cálculo más sencillo a tubo lleno. Donde:

$q$  = Caudal a tubo parcialmente lleno (lt/s).



Q= Caudal a tubo lleno (lt/s).

d= Diámetro a tubo parcialmente lleno (mm).

D= Diámetro a tubo lleno (mm).

$R_h$ = Radio hidráulico a tubo parcialmente lleno (m).

$R_H$ = Radio hidráulico a tubo lleno (m).

v= Velocidad a tubo parcialmente lleno (m/s).

V= Velocidad a tubo lleno (m/s).

### 1.3.2.2. Criterio de tensión tractiva

La tensión tractiva mínima del flujo debe superar la resistencia del sedimento al movimiento. Por tal razón se adopta una media de valor mínimo  $\tau_{min} = 1 \text{ Pa}$  y en los tramos iniciales la verificación de la tensión tractiva mínima no debe ser inferior a 0.60 Pa.

$$\tau = \rho * g * R_h * S$$

### 2.3.11. Fórmula 11. Tensión Tractiva.

Donde:

$\tau$  = Fuerza tractiva (N/m<sup>2</sup>)

$\rho$  = Densidad del agua (Kg/m<sup>3</sup>)

$g$  = Aceleración de la gravedad (m/s<sup>2</sup>)

$R_h$  = Radio hidráulico (m)

$S$  = Pendiente de la tubería (m/m)

### 1.3.2.3. Criterio de pendiente mínima.

Las pendientes de las tuberías deben cumplir la condición de autolimpieza aplicando el criterio de tensión tractiva. Cada tramo debe ser verificado por el criterio de Tensión Tractiva Media ( $\sigma_t$ ) con un valor mínimo  $\sigma_t = 1,0 \text{ Pa}$ , calculada para el caudal inicial ( $Q_i$ ), valor correspondiente para un coeficiente de Manning  $n = 0,013$ . La pendiente mínima que satisface esta condición puede ser determinada por la siguiente expresión aproximada:

$$S_o \text{ min} = 0,0055 Q_i^{-0,47}$$

### 2.3.12. Fórmula 12. Pendiente Mínima.

Donde:

$S_{\text{min.}}$  = Pendiente mínima (m/m)

$Q_i$  = Caudal inicial (L/s)

### 1.1.3. Definición de términos básicos

#### *Sistema de Agua Potable*

**Agua Potable:** Agua la cual es sanitariamente segura (apta para el consumo humano), además de ser inodora e incolora (**Norma OS.020; 3.4**).

**Caudal de Diseño:** La red de distribución se calcula con la cifra que resulte la mayor al comparar el gasto máximo horario con la suma del gasto máximo diario (**Norma OS.050; 4.4**).

**Caudal Máximo Horario:** Caudal a la hora máxima de descarga (**Norma OS.090; 3.26**).

**Conexión Domiciliaria de Agua Potable:** Conjunto de elementos sanitarios incorporados al sistema con la finalidad de abastecer de agua potable a cada vivienda o lote (**Norma OS.050; 3.0**).

**Dotación de agua:** Es la dotación promedio diaria anual por habitante, se fijara en las bases a un estudio consumo técnicamente justificado (**Norma OS.100; 1.4**).

**Levantamiento Topográfico:** Técnica que consiste en describir las distintas características de un terreno en un área determinada (**Norma OS.020; 4.1**).

**Pérdida de carga:** Es la pérdida de presión que experimentan los fluidos dentro de las tuberías por motivo de la fricción.

**Población:** La población futura en el periodo de diseño (**Norma OS.100; 1.3**).

**Redes de recolección:** conjunto de tuberías principales y ramales colectores que permiten la recolección de las aguas residuales generadas en viviendas (**Norma OS.070; 3.0**).

**Profundidad.** Diferencia de nivel entre la superficie de terreno y la generatriz inferior interna de la tubería (clave de la tubería).

**Recubrimiento.** Diferencia de nivel entre la superficie de terreno y la generatriz superior externa de la tubería (clave de la tubería).

### *Sistema de alcantarillado*

**Alcantarilla:** “Conducto subterráneo para conducir agua de lluvia, aguas servidas o una combinación de ella (**Norma OS.060; 3.1**).

**Aguas Residuales:** Agua utilizada por una ciudad o industria y que contiene materia orgánica o inorgánica disuelto en la suspensión (**Norma OS.090; 3.10**).

**Aguas Residuales Domesticas:** agua de origen doméstico, comercial e industrial que contiene desechos y otros provenientes de la actividad humana (**Norma OS.090; 3.11**).

**Buzón:** Estructura en forma cilíndrica generalmente de 1.20m de diámetro, son construidos con mampostería o elementos de concreto (**Norma OS.060; 3.7**).

**Especificaciones:** Son normas generales y técnicas de construcción con disposiciones especiales o cualquier otro documento que se emita antes o durante la ejecución de un proyecto.

**Redes de recolección.** Conjunto de tuberías principales y ramales colectores que permiten la recolección de las aguas residuales generadas en las viviendas.

**Ramal Colector.** Es la tubería que se ubica en la vereda de los lotes, recolecta el agua residual de una o más viviendas y la descarga a una tubería principal.

**Tubería Principal.** Es el colector que recibe las aguas residuales provenientes de otras redes y/o ramales colectores.

**Tensión Tractiva.** Es el esfuerzo tangencial unitario asociado al escurrimiento por gravedad en la tubería de alcantarillado, ejercido por el líquido sobre el material depositado.

**Pendiente Mínima.** Valor mínimo de la pendiente determinada utilizando el criterio de tensión tractiva que garantiza la autolimpieza de la tubería.

**Profundidad.** Diferencia de nivel entre la superficie de terreno y la generatriz inferior interna de la tubería.

**Recubrimiento.** Diferencia de nivel entre la superficie de terreno y la generatriz superior externa de la tubería (clave de la tubería).

**Conexión Domiciliaria de Alcantarillado.** Conjunto de elementos sanitarios instalados con la finalidad de permitir la evacuación del agua residual proveniente de cada lote.

#### **1.4. Formulación del problema.**

¿De qué manera influye el diseño del sistema de agua potable y alcantarillado en el suministro del agua potable y aguas servidas del asentamiento humano “Pedro Ruiz Gallo” de Lambayeque?

#### **1.5. Justificación e Importancia de la investigación**

El avance de un proyecto genera impactos que pueden beneficiar a la población en estudio, se tendrá en cuenta el medio donde se desarrolla el proyecto y por ende se elaborará un plan de mitigación ambiental, en el cual buscamos reducir y evitar todo aquello que afecte de manera negativa al proyecto.

Ante la inexistencia de servicios básicos se ve la necesidad de llevar a término el estudio y proyección de las redes de agua apto para el consumo humano y alcantarillado para dar oportunidad al acceso a una óptima calidad de vida a los habitantes, contribuyendo así al plan bicentenario de la república, el cual nos habla de reducir las brechas sociales entre todos los peruanos.

##### **1.5.1. Tecnológica.**

La presente tesis nos permitirá desarrollar y aplicar todos los conocimientos teóricos adquiridos a lo largo de todo el tiempo como estudiantes universitarios, colocándolos en práctica para el beneficio de nuestros conciudadanos y el bien común. El buen diseño de operación del sistema de agua y alcantarillado, por efecto de la utilización de los softwares, podrá asegurar la salubridad del contorno urbano y de esta forma preservar la salud de la población. Además estas nuevas tecnologías son aplicaciones que se usan durante la vida laboral.

##### **1.5.2. Social.**

A medida que la gente emigra a las ciudades, aumenta la población por los nacimientos, es necesario aumentar el servicio de saneamiento, además de hacerlo más eficiente.

“El agua y el saneamiento son uno de los principales motores de la salud pública. Lo que significa que en cuanto se pueda garantizar el acceso al agua salubre y a instalaciones sanitarias adecuadas para todos, independientemente de la diferencia de sus condiciones de

vida, se habrá ganado una importante batalla contra todo tipo de enfermedades.” (Jongwook, 2004)

El progreso en la mejora de vida de los habitantes dependería de disponer de un correcto sistema de agua y alcantarillado para lograr esto hay que iniciar con los estudios previos para el proyecto definitivo.

Y así conseguir la disminución del malestar que presenta la población del asentamiento humano “Pedro Ruiz Gallo” en Lambayeque, por no contar con los servicios básicos que contribuyan a mejorar su calidad de vida.

### **1.5.3. Ambiental.**

El proyecto influenciará en disminuir el riesgo de vulnerabilidad de la población para que tengan el menor impacto ambiental posible, por lo que se concluye que es de suma importancia hacer uso y ejecución de los sistemas de agua y saneamiento.

Por lo tanto debe existir una sensibilización para la comunidad beneficiada en los diferentes aspectos; como apreciar el agua potable, como hacer un uso conveniente del nuevo sistema de evacuación de desagüe y así como las adecuadas prácticas de higiene.

### **1.5.4. Económica.**

Millones de soles se pierden en obras de saneamiento mal diseñados, así como mal ejecutadas, además de la pérdida de horas de trabajo de los usuarios; de ahí su importancia en el buen diseño de sistemas de agua y alcantarillado eficientes.

## **1.6.Hipótesis.**

Si se diseña el sistema de agua potable y alcantarillado del asentamiento humano “Pedro Ruiz Gallo”, se suministrará adecuadamente el agua potable a los pobladores y se evacuará eficientemente las aguas residuales provenientes del asentamiento humano Pedro Ruiz Gallo.

## **1.7.Objetivos.**

### **1.7.1 Objetivo general:**

Diseñar el sistema de agua potable y alcantarillado del asentamiento humano ‘‘Pedro Ruiz Gallo’’-Lambayeque.

### **1.7.2 Objetivos específicos:**

- a. Realizar el levantamiento topográfico.
- b. Determinar el estudio de mecánica de suelos.
- c. Analizar el diseño del sistema de agua potable y alcantarillado por medio de los software Watercad y Sewercad.
- d. Elaborar el presupuesto del diseño del sistema de agua potable y alcantarillado.

## **CAPITULO II:**

**MATERIAL**

**Y**

**MÉTODO**

## **II. MATERIAL Y MÉTODO**

### **2.1. Tipo y diseño de Investigación**

#### **2.1.1. Tipo de investigación.**

La presente investigación será de tipo cuantitativa descriptiva y aplicada, puesto que se tendrá que realizar los diseños del sistema de alcantarillado y agua potable con la finalidad de darle solución al problema en cuestión. De un modo específico este estudio describe las condiciones sanitarias que existen en el proceso de diseño del abastecimiento de agua para consumo humano y alcantarillado.

#### **2.1.2. Diseño de investigación.**

El diseño de esta investigación es cuasi experimental, porque realizamos ensayos en el laboratorio con la intención solo de respaldar el diseño de agua del proyecto y no la innovación implícita en un proyecto experimental.

### **2.2. Población y muestra**

#### **2.2.1. Población.**

El sistema de alcantarillado y agua potable del distrito de Lambayeque.

#### **2.2.2. Muestra.**

El sistema de agua potable y alcantarillado del asentamiento humano “Pedro Ruiz Gallo - Lambayeque”.

Muestreo: No probabilístico, intencional por conveniencia del estudio.

### **2.3. Variables- Operacionalización.**

#### **2.3.10. Variables**

##### **2.3.1.1. Variable independiente**

Diseño del sistema de agua potable y alcantarillado.

##### **2.3.1.2. Variable dependiente**

Suministro del agua potable y evacuación de aguas servidas.



### 2.3.11. Operacionalización.

### 2.3.12. Tabla 2 Variable Independiente

VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADOR	ÍNDICES	TECNICA DE RECOLECCIÓN DE DATOS	INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS
<b>DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO</b>	Levantamiento topográfico	topografía		Observación	Estación total
	Estudio de mecánica de suelos	Tipo de suelo		Observación	Guías de observación
	DISEÑO DE LA RED DE AGUA POTABLE	Dotación Población	unidad	Encuesta	
		Caudal de diseño	m <sup>3</sup> /s	Análisis de documentos Análisis de documentos	RNE
		Parámetros de diseño de red (presión, velocidad de flujo, diámetro, etc)			
	DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO	Diámetro		Análisis de documentos	
		Pendiente		Análisis de documentos	
		Velocidades		Análisis de documentos	

Fuente: Elaboración propia.

2.3.13. Tabla 3 Variable Dependiente

VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADOR	ÍNDICES	TÉCNICA DE RECOLECCION DE DATOS	INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS
SUMINISTRO DE AGUA POTABLE Y EVACUACIÓN DE AGUAS SERVIDAS	ANÁLISIS TÉCNICO ECONÓMICO	metrado	unidad	Análisis de documentos	R. metrados
		Costos unitarios	unidad	Análisis de documentos	
		presupuesto	soles	Análisis de documentos	
		cronograma de obra	días	Análisis de documentos	
	DISEÑO DE LA RED FUNCIONAL	S mín, máx	m/m	Análisis de diseño	R.N.E.
		V mín, máx	m/s	Análisis de diseño	R.N.E.
		diámetro	m	Análisis de diseño	R.N.E.
		caudal	m <sup>3</sup> /s	Análisis de diseño	R.N.E.
		presión	m.c.a.	Análisis de diseño	R.N.E.

Fuente: Elaboración propia.

## **2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.**

### **2.4.1 Técnicas de recolección**

#### **2.4.1.1. Observación.**

Permitió observar en algunos tramos los cambios de pendiente del terreno, siendo éste conformado de arena, además se observó 02 locales comunales, viviendas construidas de adobe y la existencia de piletas que abastece con agua a la población.

#### **2.4.1.2. Análisis documental.**

Para dicha investigación se utilizó información como: datos de las cotas de buzón de entrega y del tanque elevado (adquiridos de EPSEL-Lambayeque), libros, tesis, artículos, normas, etc., relacionados con el tema de investigación, con la finalidad de obtener una información clara y precisa para la realización de un adecuado estudio y diseño del proyecto.

#### **2.4.1.3. Visitas de campo.**

Se realizará la recolección de muestras de calicatas para ser analizados en el laboratorio de “Mecánica de suelos” de la Universidad Señor de Sipán; además se realizó el levantamiento topográfico que duro una semana.

### **2.4.2 Instrumentos de recolección de datos**

#### **2.4.2.1. Equipos, programas, materiales y formatos.**

Para la recolección de datos se utilizaran materiales y equipos, programas y formatos.

- a. Equipos topográficos.
- b. Equipos del laboratorio del laboratorio de mecánica de suelos de la Universidad señor de sipán.
- c. Equipos fotográficos fílmicos.

Los programas que se utilizaran son los siguientes:

- a. AutoCad civil 3D 2017.
- b. WaterCAD 2013.
- c. SewerCAD 2013.

- d. Microsoft Excel 2013.
- e. Microsoft Word 2013.

Formatos a emplear para el cálculo y análisis.

- a. Formatos para el estudio de suelos.
- b. Formato censal.
- c. Formatos para la topografía.

Materiales a utilizar:

- a. Tubo de PVC de 2" x 4"**
- b. Parafina.**
- c. Mechero / fosforo.**
- d. Espátula.**

## **2.5. Procedimientos de análisis de datos**

**Reconocimiento de terreno:** se procederá a visita del terreno en estudio para las observaciones respectivas, tales como la condición superficial del terreno y las condiciones en la que se encuentra el planeamiento urbano.

**Encuestas:** se llevará a cabo un censo poblacional, para determinar la población exacta, el crecimiento poblacional.

**Levantamiento topográfico:** Se desarrollará el estudio topográfico del terreno para obtener la información siguiente: Las delimitaciones del área, niveles, cotas para con esto obtener las curvas de nivel y las pendientes del terreno.

**Estudio de suelos:** Se procederá a realizar las calicatas pertinentes según el reglamento para el área de terreno obtenido de 22.64 hectáreas. Las muestras obtenidas serán llevadas a laboratorio en moldes de tubo de PVC 2"x4" para sus respectivos análisis, mediante los ensayos correspondientes los cuales son: granulometría, límite líquido, límite plástico, índice de plasticidad, corte directo, etc.

En la presente investigación se realizarán encuestas para determinar la cantidad de pobladores en la zona en estudio para la proyección del horizonte del proyecto, se emplearán métodos estadísticos que serán definidos conforme se avance en el proyecto ya que se necesita saber con exactitud el número de habitantes para elegir el método a emplear, según recomendaciones de diseño.

## **2.6. Criterios éticos.**

### **2.6.1 Ética de recolección de datos.**

Las cifras fueron recolectadas por intermedio de los experimentos de laboratorio de mecánica de suelos de la Universidad Señor de Sipán, respetando la norma técnica peruana para la aplicación de los ensayos en los estudios de mecánica de suelos. Así como los obtenidos in situ, serán totalmente reales de la misma manera estos datos no serán alterados ni falsificados; porque estos resultados pueden ser usados en investigaciones posteriores y es importante proveer información confiable para orientar su mejora.

Con respecto a la información que se obtendrá del levantamiento topográfico, el equipo a utilizar tiene que estar calibrado y certificado. Se contará con base teórica actualizada, permitiendo recopilar la información necesaria para la presente investigación.

### **2.6.2 Ética de publicación.**

Con los resultados obtenidos producto de este estudio, Normas Técnicas Peruanas, daremos por culminado nuestro proyecto final de tesis, permitiendo a cualquier entidad tomar nuestro trabajo con fines que se crea conveniente.

### **2.6.3 Ética de aplicación.**

El presente estudio originara un adecuado impacto Social, económico, tecnológico y ambiental; además será acorde al código de ética profesional, rigiéndose en el Colegio de Ingenieros del Perú, que cuenta con un código de ética profesional en la especialidad de ingeniería civil, el cual será tomado en cuenta a medida que sea aplicable en la investigación.

## **2.7. Criterios de Rigor científico.**

### **2.7.1 Criterios de Confiabilidad.**

Los análisis estudiados en esta investigación son verídicos, debido a que la población y los ensayos realizados son reales, generando un óptimo desarrollo para la investigación lo que asegura la precisión, y confiabilidad de los resultados.

### **2.7.2 Criterios de Credibilidad.**

La información obtenida servirá para un análisis e interpretación correcto y el trabajo realizado en campo, será recopilado a través de equipos certificados, contando con la información actualizada, para tener cuidado con los datos en el diseño del sistema de agua potable y alcantarillado del asentamiento humano Pedro Ruiz Gallo.

# **CAPÍTULO III:**

# **RESULTADOS**

### **III. RESULTADOS**

#### **3.1.1. Estudio Topográfico**

Al realizar el levantamiento topográfico se monomontó 4 hitos de concreto: con código PRG-1, PRG-2, PRG-3 y PRG-4.

El Asentamiento Humano Pedro Ruiz Gallo, se ubica en el distrito, provincia y región Lambayeque, hacia el sur oeste de la urbe de Lambayeque, a una longitud promedio de 1.5 km del centro de esta, a través de la Calle Emiliano Niño.

Para llegar al área del proyecto se usa la panamericana a Lambayeque partiendo del parque principal de Chiclayo, estando en el centro de Lambayeque se accede a través de la Calle 2 de Mayo rumbo Sur, continuando por la Calle Emiliano Niño rumbo oeste, aproximadamente a 5 minutos de recorrido en camioneta.

El área del proyecto posee un contorno de 2263.28 m y un área de 22.64 has, ubicándose entre las alturas 27.00 hasta 14.00 m.s.n.m.

Límites: por el norte, sur y Oeste limita con el Fundo “San Pedro o El Ciénego”; por el Este limita con los pueblos jóvenes San Martín y Las Dunas.

El terreno es ondulado, teniendo las siguientes pendientes:

De Norte a Sur: 4.9%

De Sur a Norte: 5.7%

De Este a Oeste: 8.0%

De Oeste a Este: 6.0%

#### **3.1.2. Estudio de mecánica de suelos**

##### **3.1.2.1. Ensayo de granulometría**

Con los productos de los experimentos de laboratorio, se ha realizado la organización de suelos, de acuerdo al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos S.U.C.S. NTP 339.134 y se encontró que es un SP-SM; que corresponden a una arena mal graduada y arena limosa, que corresponde con lo observado en el laboratorio mediante el análisis granulométrico por tamizado y los límites de Atterberg (límite líquido, límite plástico).



### 3.1.2.2. Ensayo de sales

Se ha precisado el contenido de sales de todas los especímenes del tipo Mab, de las 25 calicatas.

El máximo contenido de sales promedio ocurre en la calicata denominada C-3, C-4, C-15, C-22, C-23 y vale 0.175 %, el suelo se encuentra ligeramente con sales, por lo que se recomienda usar cemento tipo MS, en el concreto de la cimentación de las estructuras. De acuerdo al Uniform Buildin Code, la resistencia mínima del concreto a usarse debe ser de  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ , en los elementos que van a estar en contacto con el suelo, la humedad y expuestos a sales.

### 3.1.2.3. Ensayo de contenido de humedad

El máximo contenido de humedad promedio se da en la calicata C- 15 con un valor de 2.31 %, el resto posee un contenido de humedad entre 0.05 y 2.20 %.

### 3.1.2.4. Ensayo de corte directo

El ensayo de corte directo se realizó de acuerdo a las especificaciones ASTM D-3080-72, con cargas verticales que producen esfuerzos de 0.50, 1.00 y 1.50  $\text{kg/cm}^2$ , para tal fin se utilizaron muestras extraídas de la calicata C1-C25 a la profundidad de 1.50 m; referidas al nivel del terreno natural, a esa profundidad predomina la arena pobremente graduada. Después de determinar y analizar las propiedades mecánicas del suelo, podemos afirmar que la falla que se producirá, cuando sobrepase la capacidad de carga límite será por punzonamiento, con lo que la capacidad de carga admisible se calcula usando la teoría de Terzaghi como se muestra a continuación:

Cuando la falla es por corte general, para cimiento corrido, la capacidad de carga límite es:

$$q_u = CN_c + \gamma D_f N_q + (1/2)\gamma BN_\gamma$$

Cuando la falla es por corte local o punzonamiento, para cimiento corrido:

$$q_u = C'N'_c + \gamma D_f N'_q + (1/2)\gamma BN'_\gamma$$

### **3.1.3. Diseño de los elementos del Sistema de Agua Potable**

#### **Diseño de la red de distribución**

Para esta red se diseñó con el caudal máximo horario (Q<sub>mh</sub>) para un periodo de diseño de 20 años el cual es 51.82 lt/s.

En la red así conformada, y debido a la topografía de este sector existen variaciones de presión.

Se tuvo una longitud total de 7033.00 m de tubería, la cual se consideró que sea de PVC clase 7.5, dadas las características de comportamiento hidráulico del proyecto.

#### **Población**

##### **Densidad y Población actual.**

Se usó una densidad poblacional de 4.10 hab/viv con la cual se proyectó los habitantes consiguiendo los siguientes resultados.

#### **2.3.14. Tabla 4 Población y viviendas del AA.HH. Pedro Ruiz Gallo 2017**

Descripción	AA.HH. Pedro Ruiz Gallo
Densidad	4.10 hab/viv
Lotes	1122
Población	4605

Fuente: Anexo N°D: Empadronamiento de viviendas y población. (Elaboración propia).

#### **Tasa de crecimiento**

Para conseguir la razón de crecimiento se utilizó las últimas poblaciones de los últimos censos de la localidad de estudio; pero, contamos solo con la población actual censada, esto porque que el asentamiento humano fue creada en el año de 2004, como se presenta a continuación:

**2.3.15. Tabla 5** Dinámica de crecimiento poblacional del AA.HH. Pedro Ruiz

Gallo

<b>Año</b>	<b>Población</b>	<b>Tasa de crecimiento</b>
1981	No presenta	-----
1993	No presenta	-----
2007	No presenta	-----
2017	4605	-----

Fuente: INEI –XI Censo de población y VI de vivienda 2007.

Es por tal motivo que para la calcular de la tasa de crecimiento de la población se utilizó como información los censos nacionales de población y vivienda correspondiente a los años 1993 y 2007, del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) para el distrito de Lambayeque que se muestra a en la tabla 10.

**2.3.16. Tabla 6** Población de Lambayeque al año 1993 y 2017

<b>Año</b>	<b>Población</b>	<b>Tasa de crecimiento</b>
1972	514 602	3.0
1981	674 442	2.6
1993	920 795	1.3
2007	1 112 868	

Fuente: INEI –IX Censo de población y IV de vivienda 1993, XI Censo de población y VI de vivienda 2007.

Aplicando el método de interés compuesto se obtiene la tasa de crecimiento que utilizaremos en el diseño:

$$r = \left(\frac{P_f}{P_o}\right)^{1/t} - 1$$

### 2.3.17. **Formula 10 Tasa de Crecimiento**

Dónde: r= Tasa de crecimiento (%)

Pf = 59969 (hab) (Datos INEI-Población distrital 2017)

Po = 48273 (hab) (Datos INEI-Población distrital 2010)

T= 10 años

$$r = \left(\frac{59969}{48273}\right)^{1/10} - 1$$

$$r = 2.19 \%$$

Se obtuvo como resultado del cálculo una razón media de desarrollo anual para el distrito de Lambayeque de 2.19 %, que para solución del diseño del proyecto fue considerado como indicador.

### **Proyección de la población**

Para la determinación del número que indica la población futura de diseño, se apoyó en el método de interés compuesto, que es un procedimiento que se ajusta para zonas en el litoral costero, la expresión correspondiente:

$$P_f = P_o(1 + r)^t$$

### 2.3.18. **Formula 11 Población Futura**

Dónde: Pf= Población futura (habitantes)

Po= 4605 (habitantes)

r= 2.19%

t= 20 años

Usando la razón de progreso poblacional que se estimó, se ubica la comunidad del proyecto, se ha concretado los cálculos de habitantes para cada temporada correspondiente al desarrollo del proyecto, que se muestran a continuación:

2.3.19. **Tabla 7** Proyecciones de población para cada uno de los años que determinan el alcance del proyecto

<b>AÑO</b>	<b>PERIODO</b>	<b>Población (hab)</b>
<b>2018</b>	0	<b>4605</b>
<b>2019</b>	1	4706
<b>2020</b>	2	4809
<b>2021</b>	3	4914
<b>2022</b>	4	5022
<b>2023</b>	5	5132
<b>2024</b>	6	5244
<b>2025</b>	7	5359
<b>2026</b>	8	5476
<b>2027</b>	9	5596
<b>2028</b>	10	5719
<b>2029</b>	11	5844
<b>2030</b>	12	5972
<b>2031</b>	13	6103
<b>2032</b>	14	6237
<b>2033</b>	15	6373
<b>2034</b>	16	6513
<b>2035</b>	17	6655
<b>2036</b>	18	6801
<b>2037</b>	19	6950
<b>2038</b>	20	7102

Fuente: Anexo N° 05: Empadronamiento de viviendas y población. (Elaboración propia)

## Estudio de la Demanda

### Dotación de agua

La determinación de este parámetro de diseño, es muy importante para asegurar un servicio eficiente; con la finalidad de validar la dotación se consideró las dotaciones según el Reglamento Nacional de Edificaciones.

#### 2.3.20. Tabla 8 Dotaciones en l/hab/d según tipo de uso y clima

Tipo de uso	Clima	Clima
	frio	cálido
Para sistemas con conexiones domiciliarias	180	220
Programas de vivienda con lotes de área menor o igual a 90 m <sup>2</sup>	90	90
Para programas de vivienda	120	150
Para sistemas de abastecimiento indirecto por surtidores para camión cisterna o piletas públicas	30	50

Fuente: Norma OS.100 Reglamento Nacional de Edificaciones. (Elaboración propia)

Se adoptó la dotación de **220 l/hab/ d.**

### Cobertura

Para este sistema se anticipó el diseño con la finalidad de abastecer al 100% de los habitantes, es decir la capacidad de los 1122 lotes de la ciudad.

## **Variaciones de consumo**

### **Coefficiente máximo diario**

Este es el porcentaje que afecta al consumo en el día de máxima variación diaria.

K1 se adoptó a igual a 1.3

### **Coefficiente máximo horario**

Estas variaciones dependen de las distintas actividades de la población en las diferentes horas del día.

K2 se adoptó a igual a 2.0

2.3.21. Tabla 9 Demanda del servicio de agua potable

SECUENCIA	Año calendario	Año proyecto	Población (hab)	N° de viviendas totales	Población servida	Cobertura de servicios (%)	N° de usuarios	N° de usuarios no conectados	N° de Usuarios		Consumo Promedio (m3/mes)		Consumo (m3)		CONSUMO NETO (m3/mes)	CONSUMO NETO (m3/año)	perdidas IANF (%)	CONSUMO TOTAL (m3/mes)	total m3/año	DEMANDA TOTAL (m3/año)	Caudales de diseño (lt/s)		
									Domesticos	Estatales	Domesticos	Estatales	Mensual	Anual							Qp (caudal promedio)	Qmd (caudal máximo d	Qmh (caudal máximo h
Estudios	2018		4605	1128	0	0	0	1128	1123		0		0.00		0.00	0.00	30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
INICIO	2019	1	4706	1151	4706	100	1151	0	1148	3	27.13	18	31146.06	378943.73	31146.06	373752.72	30	44494.37	533932.44	541348.17	17.17	22.32	34.34
	2020	2	4809	1176	4809	100	1176	0	1173	3	27.13	18	31822.56	387174.48	31822.56	381870.72	30	45460.80	545529.60	554621.76	17.59	22.87	35.18
	2021	3	4914	1202	4914	100	1202	0	1199	3	27.13	18	32526.12	395734.46	32526.12	390313.44	30	46465.89	557590.68	565335.00	17.93	23.31	35.86
	2022	4	5022	1228	5022	100	1228	0	1225	3	27.13	18	33229.68	404294.44	33229.68	398756.16	30	47470.97	569651.64	577563.47	18.31	23.80	36.62
	2023	5	5132	1255	5132	100	1255	0	1252	3	27.12	18	33960.30	413183.65	33960.30	407523.60	30	48514.71	582176.52	590262.31	18.72	24.34	37.44
	2024	6	5244	1282	5244	100	1282	0	1279	3	27.12	18	34690.92	422072.86	34690.92	416291.04	30	49558.46	594701.52	604613.21	19.17	24.92	38.34
	2025	7	5359	1310	5359	100	1310	0	1307	3	27.12	18	35448.60	431291.30	35448.60	425383.20	30	50640.86	607690.32	616130.46	19.54	25.40	39.08
	2026	8	5476	1339	5476	100	1339	0	1336	3	27.12	18	36233.34	440838.97	36233.34	434800.08	30	51761.91	621142.92	629769.91	19.97	25.96	39.94
	2027	9	5596	1369	5596	100	1369	0	1365	4	27.14	18	37045.14	450715.87	37045.14	444541.68	30	52921.63	635059.56	643879.83	20.42	26.55	40.84
	2028	10	5719	1399	5719	100	1399	0	1395	4	27.14	18	37856.94	460592.77	37856.94	454283.28	30	54081.34	648976.08	659792.35	20.92	27.20	41.84
	2029	11	5844	1429	5844	100	1429	0	1425	4	27.14	18	38668.74	470469.67	38668.74	464024.88	30	55241.06	662892.72	672099.56	21.31	27.70	42.62
	2030	12	5972	1461	5972	100	1461	0	1457	4	27.13	18	39534.66	481005.03	39534.66	474415.92	30	56478.09	677737.08	687150.10	21.79	28.33	43.58
	2031	13	6103	1493	6103	100	1493	0	1489	4	27.13	18	40400.58	491540.39	40400.58	484806.96	30	57715.11	692581.32	702200.51	22.27	28.95	44.54
	2032	14	6237	1525	6237	100	1525	0	1521	4	27.13	18	41266.50	502075.75	41266.50	495198.00	30	58952.14	707425.68	719216.11	22.81	29.65	45.62
	2033	15	6373	1559	6373	100	1559	0	1554	5	27.15	18	42186.54	513269.57	42186.54	506238.48	30	60266.49	723197.88	733242.30	23.25	30.23	46.50
	2034	16	6513	1594	6513	100	1594	0	1589	5	27.15	18	43133.64	524792.62	43133.64	517603.68	30	61619.49	739433.88	749703.80	23.77	30.90	47.54
	2035	17	6655	1628	6655	100	1628	0	1623	5	27.14	18	44053.68	535986.44	44053.68	528644.16	30	62933.83	755205.96	765694.93	24.28	31.56	48.56
	2036	18	6801	1664	6801	100	1664	0	1659	5	27.14	18	45027.84	547838.72	45027.84	540334.08	30	64325.49	771905.88	784770.98	24.88	32.34	49.76
	2037	19	6950	1700	6950	100	1700	0	1695	5	27.14	18	46002.00	559691.00	46002.00	552024.00	30	65717.14	788605.68	799558.54	25.35	32.96	50.70
	2038	20	7102	1737	7102	100	1737	0	1732	5	27.14	18	47003.22	571872.51	47003.22	564038.64	30	67147.46	805769.52	816960.76	25.91	33.68	51.82

Fuente: Elaboración propia



**2.3.22. Tabla 10** Sistema de agua potable

Q diseño=51.82 lt/s

TUB	N Inicial	N Final	D (pulg)	V(m/s)	Q(lt/s)	L (m)	COTA N Final	Presión
1	R 1	2	10	1.02	51.82	38.85	23	16.8
2	2	3	10	1.02	51.82	37.44	23	16.7
3	3	4	10	1.02	51.82	92.73	22.52	16.9
4	4	5	10	1.02	51.82	77.06	21.19	18
5	5	6	10	1.02	51.82	82.85	21.1	17.8
6	6	7	10	1.02	51.82	122.73	19.45	19
7	7	8	10	1.02	51.82	55.89	21.7	16.6
8	8	9	10	1.02	51.82	94.82	20.06	17.9
9	9	10	6	0.96	17.58	148.74	25.03	12.2
10	10	11	6	0.63	11.48	93.89	24.36	12.6
11	11	12	6	0.48	8.8	99.25	19.18	17.6
12	12	13	6	0.36	4.74	91.11	19.36	17.4
13	13	14	6	0.29	-5.23	44.56	21.66	15.1
14	14	15	6	0.49	-8.88	115	19.93	17
15	15	16	6	0.49	-8.88	130.87	25.16	12
16	16	17	6	0.54	-9.85	28.54	26.69	10.5
17	17	18	8	0.52	-16.73	66.49	24	13.3
18	18	19	8	0.52	-16.73	132.29	26	11.5
19	19	20	8	0.52	-16.73	108.98	24.79	12.8
20	20	21	8	0.74	-23.89	26.81	24.71	13
21	21	9	8	0.89	-28.88	101.34	20.06	17.9

Fuente: Elaboración propia.

### **3.1.4. Diseño de los elementos del Sistema de Alcantarillado**

#### **Tasas de contribución.**

Con los resultados hallados del requerimiento de servicio de alcantarillado y el intervalo perfecto de diseño, en la que para el año 1 se sacó un flujo de contribución a la red de 27.46 lt/s y para el año 20 de 41.44 lt/s.

Las valoraciones de contribución se hallaron por unidades de longitud debido a que están definidas las vías públicas, además se tuvo una longitud total de 5261.1 m de colectores, los que se consideraron de PVC, dadas las características de comportamiento hidráulico del proyecto.

#### **Pérdidas**

Se consideró en el proyecto un porcentaje de 30% de pérdidas, por ser una zona en pleno crecimiento y que no se encuentra formalmente registrado, teniendo mucha informalidad en sus conexiones.

#### **Coefficiente de Retorno**

Teniendo en cuenta el RNE se adoptó un coeficiente de retorno (C) del 80% del caudal de agua potable consumida.

#### **Demanda de los servicios de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario**

Para el diseño del sistema de Agua Potable, se usó la población proyectada, la dotación de 220 l/hab/d, las variaciones de consumo diario y horario cuyos valores asumidos fueron 1.3 y 2.0 respectivamente, a todos se les afectado por el 30 % de pérdidas; mientras que, para el volumen de desagüe se calculó con la población y dotación, afectados por el coeficiente de retorno de 0.80.

#### **Diseño de la red colectora**

##### **Caudal mínimo**

Se respetó como caudal mínimo de diseño de 1.5 lt/s.

### **Tensión Tractiva**

Se comprobó que la fuerza tractiva media en cada tramo ( $\sigma$ ) usando la valoración mínima  $\sigma = 1.0$  Pa, estimada para el flujo inicial ( $Q_i$ ), dato proporcionado para un coeficiente de Rugosidad de Manning  $n=0.013$ .

### **Pendiente mínima**

La pendiente mínima fue hallada por la siguiente fórmula:

$$S_0 \text{ min} = 0.0055 Q_i^{-0.47}$$

#### **2.3.14. Formula 14 Pendiente Minima**

Donde:

$S_0 \text{ min}$  = Pendiente mínima (m/m)

$Q_i$  = Caudal inicial (lt/s)

### **Velocidad final**

Se evitaron velocidades finales ( $V_f$ ) mayores 5 m/s según RNE.

### **Velocidad crítica**

Está dada por la siguiente expresión copiada del RNE:

$$V_c = 6 \sqrt{g R_H}$$

#### **2.3.15. Formula 15 Velocidad Crítica**

Donde:

$V_c$  = Velocidad crítica (m/s)

$g$  = Aceleración de la gravedad (m/s<sup>2</sup>)

$R_h$  = Radio hidráulico (m)

### **3.1.5. Elaboración del presupuesto**

Podemos entender la estimación de costo como un bosquejo de operaciones y medios, que se establece para conseguir en un claro periodo de metas propuestas y se manifiesta en lenguaje monetario como va a ser nuestro caso en el presente proyecto sobre una obra de saneamiento.

Instaura los contornos de desembolso durante el proyecto, con el fin de mantener el buen uso de los recursos.

### **Precio unitario**

Es la determinación del valor de una partida asignada a una unidad de producción, siendo usado para valorar la construcción de obras en las que las cantidades a ejecutar se estiman en la forma de cálculos métricos por cada unidad de ejecución, teniendo contemplado un precio por cada partida o unidad de obra a ejecutar.

### **Costos**

Un costo debidamente balanceado sería aquel cuya especificación, tanto gráfica como escrita, defina sin lugar a dudas que es lo que se desea construir, y permitan cuantificar lo más exactamente posible lo que se pretende realizar.

Clasificación de los costos:

- a) Costos Directos: son el costo de obreros, operarios, peones, técnicos, etc; y maquinarias, materiales.
- b) Costos Indirectos: estos gastos no se aplican a una partida específica, son más bien generales. Engloba a los gastos técnico-administrativos utilizados para la correcta ejecución de toda la obra.
- c) Costos Variables: son aquellos gastos que varían en función del volumen de producción generada. Contemplan a los costos directos y a los indirectos de campo.
- d) Costos Fijos: son aquellos que no dependen de los volúmenes de producción y son razonablemente estables independientemente de aquellos.

### **3.2. Discusión de resultados**

#### **3.2.1. Realización del levantamiento topográfico del área en estudio**

Según el DG-2013, el terreno se considera ondulado si tiene inclinaciones longitudinales entre 3% y 6%, con declives transversales entre 11% y 50%, exigiendo un prudente movimiento de tierras. Para nuestro caso de Este a Oeste tenemos 8%, sin embargo, la mayoría de pendientes entran en el rango, con pendientes transversales que están dentro de 11% -50% los rangos.

Las calicatas C-1, C-2, C-3 y C-4 presentan una característica estratigráfica, constituida por Arena Mal Graduada SP; lo cual indica que se debe realizar entibados al momento de hacer las excavaciones.

Según pastor (2010) en su indagación menciona que para determinar la población para el proyecto utiliza los métodos de Interés Simple e Interés Compuesto, adoptando una tasa de incremento de 1.5%, y una densidad poblacional de 5 hab/viv, en tanto que para esta tesis se utilizó únicamente el método de Interés Compuesto, debido a que ésta se ajusta más a las poblaciones de la costa, con una tasa de incremento distrital de 4.06% y una densidad poblacional de 6 hav/viv.

En la tesis Lossio (2012), indica que adoptó una dotación de 50 lt/hab/día, por ser un criterio de diseño comprensible en sistemas de abastecimiento de agua a nivel de piletas públicas y con lo que respecta a las fluctuaciones de demanda de agua potable, utilizó los siguientes coeficientes de variación diaria y horaria:

- Coeficiente de variación diaria (K1): 1.3
- Coeficiente de variación horaria (K2): 2.0

Con dichos coeficientes obtuvo los siguientes caudales de diseño para el sistema de abastecimiento de agua potable:

- Caudal promedio diario: 0.36 lt/s
- Caudal máximo diario: 0.46 lt/s
- Caudal máximo horario: 0.71 lt/s.

Entretanto que, en esta disertación se optó por la dotación de 220 lt/hab/día oportunamente para la zona se localiza en un medio templado, y en relación a las fluctuaciones de demanda de agua potable, se usó los siguientes coeficientes de variación diaria y horaria:

- Coeficiente de variación diaria (K1): 1.3

-Coeficiente de variación horaria (K2): 2.0

Con esos coeficientes se obtuvieron los subsiguientes caudales de diseño para el sistema de suministro de agua potable:

-Caudal promedio diario: 25.91 lt/s

-Caudal máximo diario: 33.68 lt/s

-Caudal máximo horario: 51.82 lt/s.

La investigación de Lossio (2012), menciona que en el diseño de la red para el abastecimiento de agua potable fue de tipo cerrada, como fue el caso de nuestra tesis.

Se puede subrayar que los resultados del proyecto de red de agua potable cumplieron con lo establecido en la norma OS-050, adonde remarca que el diámetro mínimo a usar es de 3" (pulgadas) y una presión estática menor a 50 m.

Se tiene también que todos los resultados del proyecto de la red de alcantarillado se rigieron con lo establecido en la norma OS-070 (Redes de aguas residuales) donde remarca que el diámetro mínimo a instalar es de 8" (pulgadas) y el esfuerzo tractivo tiene que ser mayor a 1 Pa, para asegurar el arrastre el traslado de las pequeñas masas suspendidas y no causar sedimentación de las partículas de arrastre.

### **3.2.2. Realización de ensayos de mecánica de suelos y de las rocas a las muestras adquiridas.**

El material que actualmente conforma El asentamiento humano Pedro Ruiz Gallo - Lambayeque es arena, es por lo mismo que no presenta la capacidad de límite líquido y límite plástico.

El suelo es de cohesión casi nula 0.09 kg/cm<sup>2</sup>, por lo que en las excavaciones de las zanjas para la colocación de tuberías que sobrepasen el 1.00 m de profundidad, se recomienda obligatoriamente usar entibados para prevenir el deslizamiento de material e impedir daño a los trabajadores y facilitar el avance de la obra.

La muestra obtenida de la demarcación del estudio es de calidad media, además carece de potencial en volumen de roca necesaria para alcanzar una muy buena capacidad portante en el suelo.

Los resultados de los estudios de suelos en el asentamiento humano arrojaron que dicho suelo tiene calidad media respecto a las características físicas y por tanto amortizar medianamente ante un movimiento telúrico. Este resultado también podemos adicionar que anteriormente en el año 2009 se ejecutó el expediente técnico que mejoro y amplio de forma integral los sistemas de saneamiento de la urbe de Lambayeque. En este proyecto se involucró también la ejecución de una red de abastecimiento de líquido potable y alcantarillado de una determinada zona donde indica que para este tipo de trabajos se requiere agilidad y flexibilidad en la ejecución de servicios, existiendo la necesidad de almacenarse, bajo un estricto control, de cantidad adecuada de materiales de uso más repetitivo.

Como resultado de la estrategia convenida de los equipos mínimos, se tendrá una relación de materiales que tienen que existir de forma mínima en la obra.

Tiene que existir permanentemente en los almacenes una cantidad pequeña establecida por medio de estimaciones de materiales y accesorios que se usarán para realizar los trabajos propios de mantenimiento, estas cantidades se pueden conocer analizando una muestra estadística de obras similares y reportes de ejecución, que permitan una oportuna y coherente atención de los conflictos que se den en el día a día de la obra.

### **3.2.3. Desarrollo del diseño del sistema de agua potable y alcantarillado.**

En relación al proyecto del sistema de líquido potable se puede replicar que las tuberías trabajan a presión cumpliendo el RNE y teniendo como ejemplo a los trabajos de abastecimiento de agua que se realizan en la región Lambayeque. Con respecto al sistema de alcantarillado funciona por la fuerza gravitatoria y evacuando las aguas residuales al colector sur existente; disminuyendo costos en el caso que se hubiese tenido que construir cámara de bombeo para extraer en algunos puntos.

Lo podemos observar en el anexo P.

**CAPÍTULO IV:**

**CONCLUSIONES**

**Y**

**RECOMENDACIONES**



## IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 4.1. CONCLUSIONES

#### 4.1.1. Realización del levantamiento topográfico del área en estudio.

Para llevar a cabo el levantamiento topográfico se monumeto 4 hitos de concreto con código PRG-1, PRG-2, PRG-3 y PRG-4.

El estudio permitió observar Humano que el Asentamiento Pedro Ruiz Gallo se encuentra rodeado de pueblos jóvenes y zonas agrícolas, que tienen una campaña importante al año de cultivo de arroz. De igual manera, el área de estudio cuenta con un contorno de 2263.28 m y su área es de 22.64 has, situados entre las altitudes 14.00 y 27.00 m.s.n.m. Encontrándose 1122 lotes, en su mayoría ocupados por viviendas rústicas.

Las zonas más altas se dan en la intersección de las calles: Cayetano Heredia y Los Ingenieros, cotas que se encuentran cerca de 27 m.s.n.m.

#### 4.1.2. Realización de ensayos de mecánica de suelos y de las muestras adquiridas.

La estratigrafía predominante en el subsuelo, están formados por suelos de tipo “SP-SM” (arenas pobremente graduadas).

No se ha encontrado nivel freático hasta la profundidad -3.00m, referida al nivel de terreno al momento de la exploración.

Los pesos volumétricos en la calicata C1 en estado natural es de 1.653 gr/cm<sup>3</sup>, el peso volumétrico en estado saturado es de 1.975 gr/cm<sup>3</sup> y el peso volumétrico en estado saturado y sumergido es de 0.975 gr/cm<sup>3</sup>.

El contenido de sales máximo es de 0.200 %, el suelo se encuentra ligeramente afectado por sales.

En el ensayo de corte el mayor ángulo de fricción encontrado fue 26.39°, que corresponde a la calicata n° 16, no variando mucho con respecto al ángulo fricción menor 25.02° correspondiente ala calicata n° 12.

#### 4.1.3. Desarrollo del análisis del diseño del sistema de agua potable y alcantarillado.

##### \* Para la red de agua potable:

- $Q_p = 25.91$  lt/s
- $Q_{md} = 33.68$  lt/s
- $Q_{mh} = 51.82$  lt/s.

Con respecto a la velocidad y presión en la red:

- La velocidad mayor en la red es de 1.05 m/s, ubicada en el tramo de tubería T-7.
- La velocidad menor en la red es de 0.40 m/s, ubicada en el tramo de tubería T-66.
- La presión mayor en la red es de 25 mca, ubicada en el nodo J-29.
- La presión menor en la red es de 10 mca, en el nodo J-44.

Para el tendido de agua potable se proyectó con conductos de PVC por su alto rendimiento, seguridad a los sismos y su fácil manipulación, cuya longitud se detalla a continuación:

- Tubería PVCU NTP ISO 4422 PN 7.5 DN 10": 579.36 ml
- Tubería PVCU NTP ISO 4422 PN 7.5 DN 8": 362.60 ml
- Tubería PVCU NTP ISO 4422 PN 7.5 DN 6": 2196.32 ml
- Tubería PVCU NTP ISO 4422 PN 7.5 DN 4": 6813.75 ml

##### \*Para la red de alcantarillado:

- Caudal promedio: 20.72 lt/s
- Caudal máximo diario: 26.94 lt/s
- Caudal máximo horario: 41.44 lt/s.

Con respecto a la tensión tractiva y pendientes en la malla:

- La tensión tractiva mayor en la red es de 12.9 Pa, ubicada en entre los buzones B-49 y B-50.
- La menor tensión tractiva en la red es de 1.1 Pa, ubicada entre los buzones B-09 y B-03.

-La mayor pendiente en la red es de 125.15 0/00, ubicada en entre los buzones B-49 y B-50.

-La menor pendiente en la red es de 2.44 0/00, ubicada en entre los buzones B-105 y B-106.

En la malla de alcantarillado se ha considerado tubería PVC por su alto rendimiento, seguridad a los sismos y su fácil manipulación, cuya longitud se detalla a continuación:

-Tubería PVCU NTP ISO 4422 PN 7.5 DN 200 mm:	5773.11 ml
- Tubería PVCU NTP ISO 4422 PN 7.5 DN 250 mm:	320.95 ml
- Tubería PVCU NTP ISO 4422 PN 7.5 DN 315 mm:	458.94ml

#### **4.1.4. Costos del sistema de agua potable y alcantarillado**

En la red general de agua potable obtuvimos un costo de 1'799,959.08 nuevos soles.

En el sistema de alcantarillado tenemos un costo de 3'507,616.78 nuevos soles.

Obteniendo un costo directo total de 5'307,575.86 nuevos soles

#### **4.1.5. De la estimación de riesgos realizada podemos inferir:**

Para disminuir la vulnerabilidad por riesgo sísmico, se deberá construir viviendas de infraestructura sismo resistente, respetando el RNE, en especial la norma E030.

Para disminuir la vulnerabilidad por Riesgo provocado por fenómeno del Niño y lluvias fuertes, se deberá proteger a las viviendas con veredas que circunden su muro perimetral y pavimentar sus calles.

Para disminuir la vulnerabilidad del Riesgo por contaminación ambiental, tendrá que construirse su red de alcantarillado y su red de agua potable domiciliaria, asimismo el gobierno local deberá programar recojo periódico de basura en la zona en estudio.

Para disminuir la vulnerabilidad del Riesgo por Licuación, en las edificaciones de viviendas tendrá que tomarse en cuenta lo que estipula la Norma E.050, para el caso de terrenos licuables.

En general todos los lotes ubicados en ladera de morros de arena, deben estar a una distancia no menor a 8 metros del borde superior del talud.

## 4.2.RECOMENDACIONES

- Se recomienda hacer uso de los hitos dejados al momento del levantamiento topográfico. Además de tomar en cuenta estacionarse en las cruces de calles más elevadas para visualizar gran variedad de puntos.
- Como en el suelo la cohesión es casi nula (0.09 kg/cm<sup>2</sup>), se recomienda usar entibado a partir de 1.5 m de profundidad, para la colocación de tuberías de desagüe; así prevenir el deslizamiento de material, impedir el daño a trabajadores y facilitar el avance de la obra.
- Usar cemento tipo MS, esto porque tenemos un contenido de sales de 0.200% que sería un suelo afectado ligeramente por sales.
- Utilizar otros tipos de software con la finalidad de poder obtener nuevos resultados a comparar con los obtenidos con los software Watercad y Sewercad.
- En el momento de compra de materiales tomar muy en cuenta la clase de tubería para un buen funcionamiento de la red.
- Se recomienda comprar todos los implementos de seguridad para evitar accidentes por parte de los trabajadores y la población, durante el proceso de ejecución.
- Actualizar el presupuesto de acuerdo a los índices unificados vigentes al momento de la ejecución.
- La autoridad local deberá proteger las viviendas frente a lluvias construyendo veredas perimetrales y pavimentando sus calles.
- La autoridad Local o Regional, deberá gestionar un proyecto de saneamiento básico a fin de que este Asentamiento Humano pueda tener acceso a los servicios de agua potable y alcantarillado en su domicilio.
- En general, todos los lotes ubicados en ladera de morros de arena, deben estar a una distancia no menor a 8 metros del borde superior del talud del morro de arena a fin de evitar agrietamientos en las edificaciones por asentamientos diferenciales.
- La educación sanitaria es un elemento importante, de ahí que hay que implementar un programa de educación.

## REFERENCIAS

Alvarado, E. (2013). Estudios y diseños del sistema de agua potable del barrio San Vicente, parroquia Nambacola, cantón Gonzanamá. Recuperado de <http://dspace.utpl.edu.ec/bitstream/123456789/6543/1/TESIS%20UTPL.pdf>.

Antonio Carpio Henry, García Sigaran Neydy y Tobias Hernandez Kenny. (2011). Propuesta de diseño del drenaje pluvial, alcantarillado sanitario y planta de tratamiento para las aguas residuales del casco urbano y colonia “LA ENTREVISTA” del municipio San Cayetano Istepeque, departamento de San Vicente. Recuperado de <http://ri.ues.edu.sv/3952/1/Propuesta%20de%20dise%C3%B1o%20del%20drenaje%20pluvial%2C%20alcantarillado%20sanitario%20y%20planta%20de%20tratamiento%20para%20las%20aguas%20residuales%20del%20casco%20urbano%20y%20colonia%20la%20entrevista%20del%20municipio%20San%20Cayetano%20Istepeque%2C%20departamento%20de%20San%20Vicente.pdf>.

Ballesteros, Mejía-Betancourt, Arroyo y Real. (2015). Los Servicios De Agua y Saneamiento En América Latina. Recuperado de [http://www.sunass.gob.pe/doc/ODS/ods\\_futuro\\_sas\\_al.pdf](http://www.sunass.gob.pe/doc/ODS/ods_futuro_sas_al.pdf).

Domínguez, J. (marzo, 2010). Gest. Polít. Pública vol. 19 no. 2 México (2010). Recuperado de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-10792010000200004](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-10792010000200004).

Florez, R. (enero, 2014). Rev. Investig. Altoandin. (2014). Recuperado de <file:///C:/Users/David/Downloads/28-45-1-SM.pdf>.

LR, (2017). Sunass publica lista del promedio del consumo de agua por distrito. Recuperado de <http://larepublica.pe/sociedad/844961-sunass-publica-lista-del-promedio-del-consumo-de-agua-por-districtos-foto>.

La Universidad Mayor de San Simón UMSS.Lee Jong-wook, (2004). Organización Mundial de la Salud. Recuperado de [http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/publications/facts2004/es/](http://www.who.int/water_sanitation_health/publications/facts2004/es/).

Mauereen Ballesteros, Abel Mejía-Betancourt, Victor Arroyo y Carlota Real (2015). El futuro de los servicios de agua y saneamiento en América Latina. Recuperado de <https://publications.iadb.org/handle/11319/7176>.

Meza, D. (2010). Diseño de un sistema de agua potable para la comunidad nativa de Tsoroja, analizando la incidencia de costos siendo una comunidad de difícil acceso. Recuperado de <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/188>.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones,(2013). Manual de Carreteras “Diseño geométrico”.Lima: Dirección General de Caminos y Ferrocarriles.

Murillo y Alcívar. (2015). Estudio y diseño de la red de distribución de agua potable para la comunidad puerto ébano Km 16 de la parroquia Leónidas plaza del cantón sucre. Recuperado de <http://repositorio.utm.edu.ec/handle/123456789/178>.

Os. 050 Redes de distribución de agua para consumo humano.

Os. 070 Redes de aguas residuales.

Pentti, Routio. (2007). ARTEOLOGÍA-La ciencia de productos y de profesiones. Universidad de Artes y Ciencias Helsinki. Recuperado de <https://es.scribd.com/document/338836308/Arteologia-pdf>

Rogelio O. Florez Franco, (2014). Revista de investigación altoandina. Recuperado de <http://huajsapata.unap.edu.pe/ria/index.php/ria/article/view/28/23>.

Salinas, (01 de marzo de 2017). Diario La República a: Gerente General de EPS.

SEDAPAL. (2005). Reglamento de elaboración de proyectos condominiales de agua potable y alcantarillado para habilitaciones urbanas y periurbanas de lima y callao. Recuperado de: <https://www.google.com/?trackid=sp-006>.

Sotelo, Gilberto. (1997). Hidráulica General. DF, México: Editorial Limusa.

Sunass. (2 de febrero de 2017). Sunass publica lista del promedio del consumo de agua por distritos. La Republica. Recuperado de <http://larepublica.pe/sociedad/844961-sunass-publica-lista-del-promedio-del-consumo-de-agua-por-distritos-foto>.

## **ANEXOS**