



Universidad Científica del Perú - UCP

Registrado en el Asiento N° A00010 de la Partida N° 11000318, Personas Jurídicas de Iquitos,
Superintendencia de los Registros Públicos - SUNARP

**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL**

TESIS

“MEDICION DEL GRADO DE DETERIORO Y PROPUESTA DE REHABILITACION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA LOCALIDAD DE SANTO TOMAS, DISTRITO DE SAN PABLO, MARISCAL RAMÓN CASTILLA, LORETO 2022”.

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

AUTOR (es):

Bach. Rosita Margot Collazos Villacorta.

Bach. Daniel Pintado Ríos.

ASESOR:

Ing. Keuson Saldaña Ferreyra, Mg.

San Juan Bautista – Loreto

2022


Ing. Keuson Saldaña Ferreyra
Ingeniero Civil
Reg. CIP N° 167191



DEDICATORIA.

Dedico de manera especial a mi mamá Mónica pues ella fue el principal cimiento para la construcción de mi vida profesional, sentó en mis las bases de responsabilidad y deseos de superación, en ella tengo el espejo en el cual me quiero reflejar por sus virtudes infinitas y su gran corazón me llevan a admirarla cada día más.

A mis padres y amigos y a todas aquellas personas que me han ofrecido el amor y la calidez de familia y por confiar en mí.

Rosita Margot Collazos Villacorta.

Dedico este trabajo de investigación, a mis padres que son la roca madre, donde asenté mis cimientos, son mi ejemplo a seguir, por la pasión y la perseverancia que ponen a cada cosa que hacen.

A mis hijos Kaiser Daniel y Tadeo Daniel, que son mi motivación que me inspiran ser mejor persona y profesional cada día.

A todas las personas que me extendieron la mano durante mi etapa universitaria y me alentaban a seguir adelante, todos ustedes fueron un peldaño para mí, y hoy con mi trabajo de investigación concluido, estoy en el peldaño mas alto.

Daniel Pintado Ríos.



Universidad Científica del Perú - UCP

*Registrado en el Asiento N° A00010 de la Partida N° 11000318, Personas Jurídicas de Iquitos,
Superintendencia de los Registros Públicos - SUNARP*

Agradecimiento.

Gracias Dios por concederme salud y fortaleza para seguir adelante y a todas esas personas que de una u otra forma me apoyaron en este camino profesional.

Rosita Margot Collazos Villacorta.

En primer lugar, agradecer a Dios, por prestarme la vida y la salud, a mis padres y a mis hijos, que juegan un papel fundamental en mi vida, por ser mi punto de apoyo para llegar a todas las metas que me propongo.

A mis abuelos por inculcarme los buenos valores, que me sirven para desempeñarme cabalmente como ingeniero civil.

Daniel Pintado Ríos.

“Año de la Unidad, la paz y el desarrollo”

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN DE LA UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ - UCP

El presidente del Comité de Ética de la Universidad Científica del Perú - UCP

Hace constar que:

La Tesis titulada:

**“MEDICION DEL GRADO DE DETERIORO Y PROPUESTA DE
REHABILITACION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA
LOCALIDAD DE SANTO TOMAS, DISTRITO DE SAN PABLO,
MARISCAL RAMÓN CASTILLA, LORETO 2022”**

De los alumnos: **ROSITA MARGOT COLLAZOS VILLACORTA Y DANIEL
PINTADO RÍOS**, de la Facultad de Ciencias e Ingeniería, pasó
satisfactoriamente la revisión por el Software Antiplagio, con un
porcentaje de **2% de similitud**.

Se expide la presente, a solicitud de la parte interesada para los fines que
estime conveniente.

San Juan, 25 de Mayo del 2023.



Dr. César J. Ramal Asayag
Presidente del Comité de Ética – UCP

Document Information

Analyzed document	UCP_IngenieriaCivil_2022_Tesis _RositaCollazos_DanielPintado_V1.pdf (D168425435)
Submitted	5/25/2023 6:54:00 PM
Submitted by	Comisión Antiplagio
Submitter email	revision.antiplagio@ucp.edu.pe
Similarity	2%
Analysis address	revision.antiplagio.ucp@analysis.arkund.com

Sources included in the report

SA	1642 RoncalBasauri.docx Document 1642 RoncalBasauri.docx (D149825926)	 3
SA	TESIS DESARROLLO ANTIPLAGIO.docx Document TESIS DESARROLLO ANTIPLAGIO.docx (D63226961)	 3
SA	11073-Flores Torres, Julio_.pdf Document 11073-Flores Torres, Julio_.pdf (D46776108)	 2

Entire Document

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL TESIS “MEDICION DEL GRADO DE DETERIORO Y PROPUESTA DE REHABILITACION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA LOCALIDAD DE SANTO TOMAS, DISTRITO DE SAN PABLO, MARISCAL RAMÓN CASTILLA, LORETO 2022”. PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL AUTOR (es): Bach. Rosita Margot Collazos Villacorta. Bach. Daniel Pintado Ríos. ASESOR: Ing. Keuson Saldaña Ferreyra, Mg. San Juan Bautista – Loreto 2022
2 DEDICATORIA. Dedico

de manera especial a mi mamá Mónica pues ella fue el principal cimiento para la construcción de mi vida profesional, sentó en mis las bases de responsabilidad y deseos de superación, en ella tengo el espejo en el cual me quiero reflejar por sus virtudes infinitas y su gran corazón me llevan a admirarla cada día más. A mis padres y amigos y a todas aquellas personas que me han ofrecido el amor y la calidez de familia y por confiar en mí. Rosita Margot Collazos Villacorta. Dedico este trabajo de investigación, a mis padres que son la roca madre, donde asenté mis cimientos, son mi ejemplo a seguir, por la pasión y la perseverancia que ponen a cada cosa que hacen. A mis hijos Kaiser Daniel y Tadeo Daniel, que son mi motivación que me inspiran ser mejor persona y profesional cada día. A todas las personas que me extendieron la mano durante mi etapa de universitaria y me alentaban a seguir adelante, todos ustedes fueron un peldaño para mí, y hoy con mi trabajo de investigación concluido, estoy en el peldaño mas alto. Daniel Pintado Ríos.

3 Agradecimiento. Gracias Dios por concederme salud y fortaleza para seguir adelante y a todas esas personas que de una u otra forma me apoyaron en este camino profesional. Rosita Margot Collazos Villacorta. En primer lugar, agradecer a Dios, por prestarme la vida y la salud, a mis padres y a mis hijos, que juegan un papel fundamental en mi vida, por ser mi punto de apoyo para llegar a todas las metas que me propongo. A mis abuelos por inculcarme los buenos valores, que me sirven para desempeñarme cabalmente como ingeniero civil. Daniel Pintado Ríos.

4 Constancia de originalidad del trabajo de tesis.

5 Acta de sustentación de tesis.

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

**FACULTAD DE
CIENCIAS E
INGENIERÍA**

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA

Con Resolución Decanal **Nº867-2022-UCP-FCEI** de fecha 23 de Septiembre de 2022, La FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ - UCP designa como Jurado Evaluador de la sustentación de tesis a los señores:

- | | |
|---|------------|
| • Ing. Carol Begoña García Langer, M.Sc. | Presidente |
| • Ing. Félix Wong Ramírez, M.Sc. | Miembro |
| • Ing. Jefree Stefano Arévalo Flores, Mg. | Miembro |

Como Asesor: **Ing. Keuson Saldaña Ferreyra, Mg.**

En la ciudad de Iquitos, siendo las 11:00 horas del día Viernes 11 de Agosto del 2023, de manera presencial supervisado por el secretario académico del programa académico de Ingeniería civil de la facultad de Ciencias e Ingeniería de la Universidad Científica del Perú, se constituyó el Jurado para escuchar la sustentación y defensa de la Tesis: **“MEDICION DEL GRADO DE DETERIORO Y PROPUESTA DE REHABILITACION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA LOCALIDAD DE SANTO TOMAS, DISTRITO DE SAN PABLO, MARISCAL RAMÓN CASTILLA, LORETO 2022”**.

Presentado por los sustentantes:

**ROSITA MARGOT COLLAZOS VILLACORTA Y
DANIEL PINTADO RIOS**

Como requisito para optar el título profesional de: **INGENIERO CIVIL**

Luego de escuchar la sustentación y formuladas las preguntas las que fueron: **ABSUELTAS.**

El Jurado después de la deliberación en privado llegó a la siguiente conclusión:

La sustentación es: **APROBADO POR UNANIMIDAD.**

En fe de lo cual los miembros del Jurado firman el acta.



Presidente



Miembro



**JEFREES. AREVALO FLORES
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 163914**

Miembro



ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE CONTENIDO	7
ÍNDICE DE CUADROS O TABLAS	9
ÍNDICE DE GRÁFICOS O FIGURA	10
RESUMEN Y PALABRAS CLAVE	11
ABSTRACT	12
CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO	13
1.1. Antecedentes del estudio	13
1.1.1. Nivel internacional.	13
1.1.2. Nivel nacional.	14
1.1.3. Nivel local.	15
1.2. Bases teóricas	16
1.2.1. Aplicación del Sistema Nacional de Programación Multianual y Gestión de Inversiones en proyectos de saneamiento rural.	16
1.2.2. Evaluación para definir la rehabilitación o renovación de las redes de distribución de agua potable.	19
1.2.3. Métodos de priorización para aplicar la rehabilitación o renovación de tuberías.	23
1.2.3.1. Método por indicadores de deterioro.	23
1.2.4. Método de registro por incidencias.	24
1.2.5. Método económico.	26
1.2.6. Diagrama para elección de rehabilitar o renovar	28
1.3. Definición de términos básicos	30
2. CAPÍTULO II: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	32
2.1. Descripción del problema	32
2.2. Formulación del problema	34
2.2.1. Problema general	34
2.2.2. Problemas específicos.	34
2.3. Objetivos	34
2.3.1. Objetivo general.	34
2.3.2. Objetivos específicos.....	34



2.4. Alcances y limitaciones.	35
2.5. Hipótesis.	36
2.6. Variables.	36
2.6.1. Identificación de variables.	36
2.6.2. Definición conceptual y operacional de las variables	36
2.6.3. Operacionalización de las variables.	37
3. CAPÍTULO III: METODOLOGÍA.	38
3.1. Tipo y Diseño de investigación.	38
3.1.1. Nivel de investigación.	38
3.1.2. Tipo de investigación.	38
3.1.3. Diseño de investigación.	38
3.2. Población y muestra.	38
3.2.1. Población.	38
3.2.2. Muestra.	39
3.3. Técnicas, Instrumentos y Recolección de Datos.	39
3.3.1. Técnicas de Recolección de Datos.	39
3.3.2. Instrumentos de Recolección de Datos.	39
3.3.3. Procedimientos de Recolección de Datos.	40
3.4. Procesamiento y análisis de Datos.	40
3.4.1. Aspectos generales del proyecto.	40
3.4.1.1. Nombre del Proyecto	40
4. CAPÍTULO IV: RESULTADOS.	47
5. CAPÍTULO V: DISCUSIÓN, CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES. ..62	
5.1. Discusión.	62
5.2. Conclusiones.	64
5.3. Recomendaciones.	65
5.4. Referencias bibliográficas.	66
Norma técnica.	67
CAPÍTULO VI: ANEXOS.	68
6.1 Instrumento de recolección de datos.	68
6.2. Matriz de consistencia.	72
6.3. Cálculos realizados.	73
6.4. PANEL FOTOGRAFICO	78



ÍNDICE DE CUADROS O TABLAS.

Cuadro n° 01: aplicación del inverte

Cuadro n° 02: valores recomendados de fugas de agua específicas

Cuadro n° 03: valores recomendados de fugas de agua específicas

Cuadro n° 04: criterios del método de registro por incidencia.

Cuadro n° 05: valores orientativos de los parámetros que intervienen en el análisis económico.

Cuadro n° 06: definición conceptual e indicadores.

Cuadro n° 07: operacionalización de las variables.

Cuadro n° 08: costo de mantenimiento por vivienda del sistema de agua potable.

Cuadro n° 09: datos de roturas de tubería obtenidas en campo.

Cuadro n° 10: resumen estadístico.

Cuadro n° 11: tabla de distribución de frecuencia de roturas/km y número de viviendas.

Cuadro n° 12: ficha de evaluación del sistema de agua potable.

Cuadro n° 13: coordenadas de ubicación del área de estudio.

Cuadro n° 14: característica predominante del área de estudio.

Cuadro n° 15: característica de exploraciones del suelo en el área de estudio.

Cuadro n° 16: ubicación de estratos del suelo en el área de estudio.

Cuadro n° 17: resultados de ensayo de laboratorio.

Cuadro n° 18: metrados (cantidades) de partidas de las actividades para el desarrollo del plan de rehabilitación.

Cuadro n° 19: presupuesto del plan de rehabilitación del sistema de agua potable.

Cuadro n° 20: cronograma de ejecución de las actividades del plan de rehabilitación.



Universidad Científica del Perú - UCP

*Registrado en el Asiento N° A00010 de la Partida N° 11000318, Personas Jurídicas de Iquitos,
Superintendencia de los Registros Públicos - SUNARP*

ÍNDICE DE GRÁFICOS O FIGURA.

Gráfico n° 01: Tiempo óptimo de renovación de tuberías.

Gráfico n° 02: Diagrama de flujo rehabilitación o renovación de la tubería de agua potable.

Gráfico n° 03: porcentaje de viviendas en relación al número de roturas.

Figura n° 01: ubicación de la comunidad de Santo Tomas

Figura n° 02: viviendas existentes en la localidad de Santo Tomas



RESUMEN Y PALABRAS CLAVE.

El presente proyecto de investigación planteo el problema central ¿Cuál es la propuesta de diseño de un sistema de agua potable de la comunidad de Santo Tomas, distrito de San Pablo, Mariscal Ramón Castilla, ¿Loreto 2022?, siendo el objetivo Diseñar una adecuada propuesta para el sistema de agua potable en la comunidad de Santo Tomas, distrito de San Pablo, Mariscal Ramón Castilla, Loreto 2022. El marco teórico recoge la aplicación del Sistema Nacional de Inversión Pública a los proyectos de agua potable en zona rural, así mismo describe métodos para medir el grado de deterioro en tuberías de agua potable y su aplicación según la R.M. N° 019-2014-VIVIENDA del Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento. El nivel de investigación es descriptivo y explicativo, tipo de investigación es no experimental, la población lo representó 500 habitantes, la muestra está en 81 personas.

Se realizó una evaluación al sistema de agua potable de la localidad de Santo Tomas, compuesto por reservorio, captación (rio Amazonas), red de distribución, conexiones domiciliarias, planta de tratamiento (almacenamiento, filtración, sedimentación, aducción), todo el sistema funciona en un 60 % abasteciendo a 55 viviendas aproximadamente. Para la evaluación del sistema de agua potable se realizó verificación de roturas en las tuberías y conexiones domiciliarias utilizando una ficha técnica, también se realizó encuestas a la población a fin de medir el grado de satisfacción de acceso a este servicio. Los resultados mostraron que el $C_r > C_{ref}$ por lo que se elaboró el plan de rehabilitación con un presupuesto de S/. 441,528.19 con un plazo de ejecución física de 60 días calendario.

Palabras Claves: grado de deterioro, plan de rehabilitación, método económico.



ABSTRACT.

This research project raises the central problem: What is the design proposal for a drinking water system in the community of Santo Tomas, district of San Pablo, ¿Mariscal Ramón Castilla, Loreto 2022? with the objective being to design an adequate proposal. for the drinking water system in the community of Santo Tomas, district of San Pablo, Mariscal Ramón Castilla, Loreto 2022. The theoretical framework includes the application of the National Public Investment System to drinking water projects in rural areas, it also describes Methods to measure the degree of deterioration in drinking water pipes and their application according to the R.M. N° 019-2014-VIVIENDA of the Ministry of Housing Construction and Sanitation. The level of research is descriptive and explanatory, the type of research is non-experimental, the population is represented by 500 inhabitants, the sample is 81 people.

An evaluation was carried out on the drinking water system of the town of Santo Tomas, consisting of a reservoir, catchment (Amazon River), distribution network, household connections, treatment plant (storage, filtration, sedimentation, adduction), the entire system works 60% supplying approximately 55 homes. For the evaluation of the drinking water system, verification of breaks in the pipes and home connections was carried out using a technical file, surveys were also carried out among the population in order to measure the degree of satisfaction of access to this service. The results showed that $C_r > C_{ref}$, for which reason the rehabilitation plan was prepared with a budget of S/. 441,528.19 with a physical execution period of 60 calendar days.

Keywords: degree of deterioration, rehabilitation plan, economic method.



CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO.

1.1. Antecedentes del estudio.

1.1.1. Nivel internacional.

(Martínez, 2016). En su trabajo de diploma titulado “propuesta de rehabilitación para la red de abasto de agua potable de la Universidad Central “Marta Abreu de las Villas, tiene como objetivo principal desarrollar la modelación hidráulica del diseño propuesto para la red de abastecimiento de agua en la Universidad Marta Abreu de las Villas mediante el software WATERGEMS para determinar el coeficiente de uniformidad de presión y el índice de resiliencia en los nodos del sistema. El tipo de investigación realizado es no experimental por que evaluó la situación actual del sistema de abastecimiento de agua en la Universidad Central Marta Abreu de las Villas, así como las posibles soluciones por su correcta operación definiéndose los escenarios de mallado unitario y sectorizado como alternativas a modelar su comportamiento. La población estuvo conformada por 1,000 habitantes, la muestra representa el 25 % de la población.

Además, se discutió las bondades y limitaciones de la herramienta de modelación WaterGems a partir de la comparación con otros sistemas de cálculo destacándose el empleo de la distribución de la demanda, el estudio de post-cálculo del sistema respecto al análisis de los parámetros hidráulicos y la interrelación con los demás sistemas CAD y GIS.

El autor concluye el estudio en lo siguiente: el comportamiento del índice de resiliencia y el coeficiente de uniformidad para los escenarios propuestos se comportaron en el rango de operación aceptable para pequeños sistemas de abastecimiento, siendo el escenario sectorizado el de mayor prestación técnico-económica del sistema general.



(Narváez, 2011). En su trabajo final de carrera denominado Rehabilitación del sistema de agua potable Sambache – Salcoto y diseño de la línea de impulsión al tanque de reserva Mushuñan, tuvo como principal objetivo proponer los objetivos y diseño definitivos para la rehabilitación del sistema de agua potable Sambache – Salcoto y para la construcción de la nueva línea de impulsión a los tanques de reserva Albornoz y Mushuñan que permitirá suministrar agua potable a la población en cantidad suficiente, calidad adecuada, presión requerida y en forma continua. La población para el estudio fue 5,600 habitantes, la muestra representativa fue de 300 personas.

El autor concluye en lo siguiente: dentro del diseño y dimensionamiento de las diferentes etapas y secciones del sistema, se han considerado la utilización de los materiales y componentes óptimos para el entorno y la operación del sistema cumpliendo con los parámetros técnico-económico establecidos en las Normas Técnicas Nacionales como en los textos consultados.

1.1.2. Nivel nacional.

(Chunga, 2018). Realizo su trabajo final de carrera denominado rehabilitación de redes de agua potable en el sector comprendido entre la av. Ramon Castilla, av. Progreso y av. Junín del cercado de la ciudad de Castilla – distrito de Castilla, septiembre 2018, el objetivo principal fue rehabilitar el sistema de agua potable en el sector comprendido entre la av. Ramon Castilla, av. progreso y av. Junín del distrito de castilla - provincia de Piura – Piura. El tipo de investigación fue no experimental, tipo exploratorio. La población fue 10,000 personas con un promedio de habitantes por vivienda fue 5, la muestra calculada fue 500 habitantes.

El autor concluye: permite afirmar la hipótesis que con el diagnóstico del sistema de agua potable se da a conocer la operación eficiente del sistema y solución de las deficiencias de la calidad de vida del sector comprendido entre la av. Ramón castilla, av. progreso y av. Junín del



distrito de castilla - provincia de Piura – Piura. Es por eso que se necesita una rehabilitación del sistema de agua potable.

(Ortiz, 2013). Realizo el trabajo final de tesis *dimensionamiento de un sistema de bombeo fotovoltaico para una zona rural de Piura, Perú*. El tipo de investigación fue no experimental, tipo descriptivo. La población fue de 857 personas con un promedio de habitantes por vivienda fue 4, la muestra calculada fue 155 habitantes.

El autor concluye: para el dimensionamiento de cualquier sistema lo primero que se tiene que analizar y tener claro es el requerimiento que se va a cubrir, pasando por la evaluación de los recursos con los que se cuenta, los factores geográficos y el arte que se va a emplear. En la actualidad, la energía solar emerge como una fuente importante de energías renovables para el desarrollo rural de países en vías de desarrollo como Perú, ya que en estas zonas puede competir económicamente con otras fuentes de energía. Los problemas asociados con el agotamiento de las reservas de combustibles fósiles y las incertidumbres asociadas a sus precios fluctuantes, las emisiones de CO₂ y la contaminación en general, no son aplicados a sistemas que utilizan el recurso solar como el propuesto. El alto costo de capital inicial de los paneles fotovoltaicos sigue siendo el principal obstáculo para su uso generalizado.

1.1.3. Nivel local.

(Gordon, 2014). Realizo el trabajo de investigación asistida denominado “opciones técnicas para el abastecimiento de agua potable y saneamiento en Centros Poblados del ámbito rural, provincia de Maynas – Loreto-2014”, el objetivo principal fue Contribuir al desarrollo de la Provincia de Maynas mediante la puesta en conocimiento de los involucrados de la existencia del financiamiento a través del PRONASAR; y hacer de su conocimiento, las propuestas tecnológicas apropiadas de abastecimiento de agua potable y saneamiento para los centros poblados del ámbito rural. El tipo de investigación fue no



experimental, tipo descriptivo. La población fue lo conformaban los habitantes de la provincia de Maynas, la muestra lo conformaban los pobladores del ámbito rural de la provincia de Maynas.

El autor concluye: existen poblaciones rurales que no cuentan servicios de agua y saneamiento actualmente; otros tienen servicios de agua y saneamiento actualmente en precarias condiciones por falta de sostenibilidad en la infraestructura.

(Mozombite, 2020). Desarrollo su trabajo final de tesis titulado “diseño de saneamiento básico de agua potable de la localidad de Santa Teresa I Zona, distrito de Yavari, Provincia Mariscal Ramón Castilla, región Loreto, cuyo objetivo principal fue poder brindar de agua potable tanto en calidad, cantidad y presión a los pobladores de la localidad de Santa Teresa I zona, Distrito de Yavarí, Provincia Mariscal Ramón Castilla, Región Loreto. El tipo de investigación fue no experimental, tipo descriptivo. La población fue de 1000 personas con un promedio de habitantes por vivienda fue 5, la muestra calculada fue 250 habitantes.

La autora concluye: el diseño de saneamiento básico de agua potable influye mucho en la calidad de vida de la localidad de Santa Teresa I Zona, ya que gracias a la ejecución de este proyecto se puede brindar de agua potable tanto en calidad, cantidad y presión, como también erradicando enfermedades hídricas de dicha localidad.

1.2. Bases teóricas¹.

1.2.1. Aplicación del Sistema Nacional de Programación Multianual y Gestión de Inversiones en proyectos de saneamiento rural.

La rehabilitación o renovación de redes de agua potable, dependiendo de la magnitud, está enmarcada dentro del ciclo de inversiones de un proyecto de inversión pública (PIP), tal como lo

¹ Información tomada de la R.M. N° 019-2014-VIVIENDA, que aprueba la “Guía de Métodos para rehabilitar o renovar redes de distribución de agua potable”.



indica el Sistema Nacional de Programación Multianual y Gestión de Inversiones – invierte.pe

En ese sentido, es necesario precisar que la aplicabilidad de esta guía, en los casos que corresponda, debe cumplir los lineamientos del Invierte, por lo que se propone para cada etapa lo siguiente, sin carácter limitativo:

Cuadro n° 01: aplicación del invierte

N°	Fase del ciclo de inversión y nivel de información	Necesidad de rehabilitación de redes
1	Registro de idea (programación multianual de inversiones)	En función de la disponibilidad presupuestal
2	Ficha técnica o IOARR (formulación y evaluación)	En función a estadísticas de cada entidad
3	Expediente técnico (ejecución)	En función a muestras por tipología muestreos de inspección de tuberías
4	Ejecución de obra (ejecución)	Procedimientos constructivos
5	Operación y mantenimiento (funcionamiento)	Inspección de tuberías y rehabilitaciones parciales

Fuente: RM N° 019-2014-VIVIENDA.

1.2.1.1. Diagnostico situacional del sistema de agua potable existente.

Evaluación de todos los componentes de la infraestructura de agua potable, estado físico, antigüedad, capacidad y régimen de funcionamiento actual, tanto a nivel de redes primarias como secundarias, para lo cual se desarrollará los siguientes planos temáticos:

- Redes primarias y/o secundarias de agua potable según el tipo de material de las tuberías.
- Redes primarias y/o secundarias de agua potable según la antigüedad de las tuberías.



- Redes primarias y/o secundarias de agua potable según la entidad ejecutora de la obra
- Plano de presiones de servicio de agua potable.
- Plano de horarios de abastecimiento.
- Plano de cobertura de micro medición.
- Plano de abastecimiento de agua potable según el tipo de tarifas.
- Plano de incidencias operativas de roturas y fugas en tuberías
- Plano de incidencias operativas de roturas y fugas en conexiones domiciliarias.
- Plano de incidencias operativas de roturas y fugas.
- Evaluación del sistema de distribución de agua potable.
- Estado operativo de las válvulas y accesorios en las redes, medición de caudales y presiones, funcionamiento hidráulico de los sistemas actuales.
- Estado situacional y evaluación del funcionamiento actual de la infraestructura de redes de agua, detallando las condiciones operativas y de mantenimiento de las mismas.
- Situación y desarrollo de los programas de vivienda en la zona de influencia del estudio y el efecto en las proyecciones de demanda de agua potable.
- Análisis del proceso de densificación y del uso de suelo en la zona de influencia del estudio.

1.2.1.2. Planteamiento de soluciones posibles.

- Elaboración de estudio técnico, económico, hidráulico que sustente tanto la necesidad y oportunidad de cambio de las redes de agua potable en función a su antigüedad e índice de incidencias operativas identificadas en el diagnóstico. Los estudios deberán tener una metodología sustentada de



tal manera que sean aceptados por las unidades evaluadoras.

- En base al estudio descrito anteriormente se planteará las correcciones necesarias a las deficiencias y problemas encontrados: mejoramiento y/o rehabilitación según plantea el invite, para poder satisfacer los requerimientos solicitados por la población.
- Programa de actividades por etapas para el mejoramiento y/o rehabilitación de redes de agua potable.

1.2.2. Evaluación para definir la rehabilitación o renovación de las redes de distribución de agua potable.

Tomando un caso real, las redes de distribución de agua potable de la ciudad de Lima datan de aproximadamente 80 años de antigüedad y muchas de ellas están aún operativas (El sistema de agua potable de Lima tiene tuberías que están en servicio desde el año 1930), lo que demuestra que las redes pueden superar la vida útil estimada. Durante ese largo período algunos tramos pueden deteriorarse y fallar, ocasionando pérdidas del agua producida, interrupción del servicio, disminución de la confiabilidad del sistema, incrementos en los costos de operación, además del alto costo económico resultante de reparar la tubería rota.

Es casi imposible renovar al mismo tiempo todas las redes de distribución de agua potable que han cumplido su vida útil. Consecuentemente, existe la necesidad de encontrar métodos que puedan ayudar a programar la rehabilitación o la renovación progresiva de las redes de distribución, conforme a la disponibilidad presupuestal de los prestadores de servicio.



1.2.2.1. Evaluación de las tuberías existentes.

La decisión sobre la rehabilitación o renovación es sensible a la aparición de acontecimientos imprevistos (roturas, fugas, entre otros) ligados al deterioro de las tuberías. Este deterioro se puede clasificar en los siguientes tipos:

a. Deterioro estructural.

Se manifiesta por una rotura de la tubería, fuga o el hundimiento de la calzada o pista. Se trata de un deterioro físico vinculado al envejecimiento. Las elevadas pérdidas de agua en una red de distribución de agua potable, ocupa el primer lugar de las causas fundamentales que pueden aconsejar la rehabilitación o renovación de tuberías.

Para que el prestador tome la decisión correcta, se debe apoyar en el historial de deterioro de la tubería, lo cual se analiza a través de tres indicadores básicos:

- El número de defectos por unidad de longitud y año que se generan. Cabe distinguir entre ellas:
 - Roturas importantes de inmediata detección.
 - Fisuras generadoras de fugas de no inmediata detección.
- Volumen de agua fugado por unidad de longitud y tiempo, generalmente en m³/Km y hora.
- El crecimiento anual de roturas o fugas.

Además, resulta de gran interés conocer estos índices en función del material, diámetro, edad, tipo de rotura y hasta tipo de suelo.



b. Deterioro hidráulico.

Se manifiesta por una disminución de presión y del caudal debido al estrechamiento de la sección interna (diámetro) de las tuberías, causado por depósitos de sedimentos y/o la corrosión.

La segunda causa que recomienda la rehabilitación o renovación de las tuberías es la falta de capacidad en la conducción, que se manifiesta por una disminución de la presión y del caudal en el sistema de distribución. Con el paso del tiempo, las redes deben satisfacer mayores demandas que pueden ser debido al aumento del número de usuarios, aumento de la demanda de agua o a la superposición de ambos factores.

Uno de los criterios utilizados para decidir si se debe rehabilitar o renovar la tubería por problemas hidráulicos es la presión de suministro en la red de distribución.

El abastecimiento debe garantizar en la acometida del usuario, como mínimo y en las horas punta de máxima demanda, 10 metros de columna de agua como presión útil.

Este criterio nos indica que debemos renovar aquellas tuberías que no permiten alcanzar la presión mínima mencionada en los lugares más alejados de la red, lo que no involucra necesariamente renovar de manera automática todas aquellas tuberías que no cumplen con la presión mínima antes señalada.

Si es necesaria la renovación de la tubería, deberá ser por otra de diámetro mayor, toda vez que la rehabilitación puede ser insuficiente para satisfacer un notable aumento de la demanda.



c. Deterioro de la calidad del agua.

Se manifiesta a través de la disminución de la calidad de agua provocada por las infiltraciones de sustancias o materias en las tuberías.

La tercera causa que puede impulsar la rehabilitación o renovación de las tuberías es la imposibilidad de cumplir con los criterios de calidad del agua, que fundamentalmente se manifiestan a través de un aumento de la turbidez, elevadas concentraciones de fierro y manganeso generadas por viejas tuberías de fundición y por un excesivo incremento bacteriológico.

Un caso que nos puede servir de ejemplo, aunque no ocurrió en el país, pero expresa la magnitud de los problemas que se generarían, es el incidente acontecido en la capital de los Estados Unidos, Washington D.C., en el año 1993, donde en una determinada zona del país, el agua suministrada no alcanzaba los estándares de calidad exigidos por la normativa, por lo que hubo que prevenir a los ciudadanos acerca de ello, indicando la necesidad de hervir el agua para utilizarla para el consumo humano. El costo adicional ascendió a la suma de 24 millones de dólares, obtenido a partir de una estimación conservadora. La principal lección a aprender fue que tal dinero de nada sirvió, puesto que al final hubo que renovar por completo la red.

De las tres causas antes señaladas: i) problemas estructurales, ii) problemas hidráulicos y, iii) la falta de calidad del agua suministrada, la última es la más prioritaria, porque pone en riesgo la salud de la población obligando a los prestadores de servicios a dar una atención inmediata.



1.2.3. Métodos de priorización para aplicar la rehabilitación o renovación de tuberías.

1.2.3.1. Método por indicadores de deterioro.

a. Método Hirner.

Ese método propone una forma de medir el deterioro de la tubería a través del indicador $m^3/Km-hora$, que representa el caudal perdido por unidad de longitud.

Con el objeto de comparar el valor obtenido para la toma de decisiones y realizar la rehabilitación o renovación de las redes, Hirner propone este método que proporciona valores guías, los cuales se presentan en la siguiente tabla:

Cuadro n° 02: valores recomendados de fugas de agua específicas

Tipo de suelo	Indicador específico de las pérdidas en $m^3/km-hora$	
	Valor guía inferior	Valor guía superior
Conglomerados	0.10	0.30
Arenosos	0.05	0.15
Rocosos	0.02	0.60

Fuente: RM N° 019-2014-VIVIENDA.

Con la antigüedad de las tuberías, este índice de fugas va en aumento y las roturas deben ser reparadas con mayor frecuencia. Por lo tanto, no se puede hablar en un sentido estricto de que la vida de una tubería tiene un determinado número de años, sino que debemos considerar su comportamiento.



b. Método Parsons

Un método alternativo al señalado anteriormente, es el propuesto por Parsons, 1997, el cual es utilizado por la Water Services Regulation Authority (OFWAT) del Reino Unido, que propone una forma de medir el deterioro de la tubería a través del número de roturas por unidad de longitud (en Km) y durante un periodo de cuatro (04) años, de acuerdo a la siguiente escala:

Cuadro n° 03: valores recomendados de fugas de agua específicas

Escalas	Rango (valores guía)
Índice 1 (comportamiento excelente)	Menor a 0.25 roturas/km-año
Índice 2	Entre 0.25 y 0.50 roturas/km-año
Índice 3	Entre 0.50 y 1.00 roturas/km-año
Índice 4	Entre 1.00 y 2.00 roturas/km-año
Índice 5 (comportamiento inaceptable)	Más de 2.00 roturas/km-año

Fuente: RM N° 019-2014-VIVIENDA.

1.2.4. Método de registro por incidencias.

Actualmente, muchos prestadores establecen una serie de criterios para planificar de manera automática y con independencia del estado de la red, la renovación de las diferentes tuberías.

En el cuadro 04, se detallan los criterios utilizados para planificar la renovación de las tuberías propuesta por la American Water Works Association, la cual plantea lo siguiente:

- ✓ En el caso que una tubería alcance los 10 puntos, esta deberá ser renovada o permanecerá en la lista de candidatas para renovación hasta que se haya llevado a cabo su sustitución.
- ✓ La tubería de mayor puntuación tendrá prioridad.



- ✓ El valor numérico asumido responde a los criterios y consideraciones de los mismos prestadores, que pueden ser asumidos inicialmente como punto de partida.

Cuadro n° 04: criterios del método de registro por incidencia.

CRITERIO	PUNTOS
Consideraciones generales	
Edad de la tubería	
1.- Más de 80 años de servicio	4
2.- Entre 51 y 80 años de servicios	3
3.- Entre 21 y 50 años de servicios	1
4.- Hasta 20 años de servicios	0
Historial de fugas y roturas	
5.- Mínimo 2 por año o 3 en 5 años	2 por fuga
Profundidad de la tubería en el interior de la zanja	
6.- Discrepancia con relación a la profundidad estándar	5
Aspectos hidráulicos	
Pérdida de caudal (envejecimiento) con relación al diámetro inicial	
7.- Sección útil 3 o más diámetros normalizados con relación al inicial	3
8.- Sección útil 2 diámetros normalizados con relación al inicial	2
9.- Sección útil 1 diámetro normalizados con relación al inicial	1
Diámetro insuficiente	
10.- 4" de diámetro en tubería sirviendo a un hidrante contra incendios	4
11.- 2" o menor, en tubería de suministro	3
12.- 3" en tubería de suministro	2
13.- 4" en tubería de suministro	1
Capacidad de transporte (coeficiente C de Hazen Williams "C")	
14.- Inferior a 70	4
15.- Entre 70 y 79	3
16.- Entre 80 y 89	2
17.- Por encima de 90	1
Aspectos relativos a la corrosión	
Corrosión en la tubería, al menos de 6" de longitud de la conducción	
18.- Orificios superiores al 75% del espesor de la pared.	5
19.- Orificios entre el 50 y 75% del espesor de la pared.	3
20.- Orificios inferiores al 75% del espesor de la pared.	0
Resistencia del suelo en ohm-cm	
21.- Inferior a 1000	3
22.- Entre 1000 a 2000	1
23.- Superior a 2000	0
Tubería galvanizada	2
Consideraciones Especiales	
Presión en la zona	
24.- Inferior a 40 psi (27 m.c.a)	4
25.- Superior a 40 psi (27 m.c.a)	0
Presión en la zona	
26.- 50 psi (34 m.c.a)	8
27.- 40 psi (27 m.c.a)	5
28.- 30 psi (20 m.c.a)	3
29.- 20 psi (13 m.c.a)	1
Cambios de presión a introducir en los contornos de la zona	
30.- 6 meses	8
31.- 1 año	4

Fuente: RM N° 019-2014-VIVIENDA.

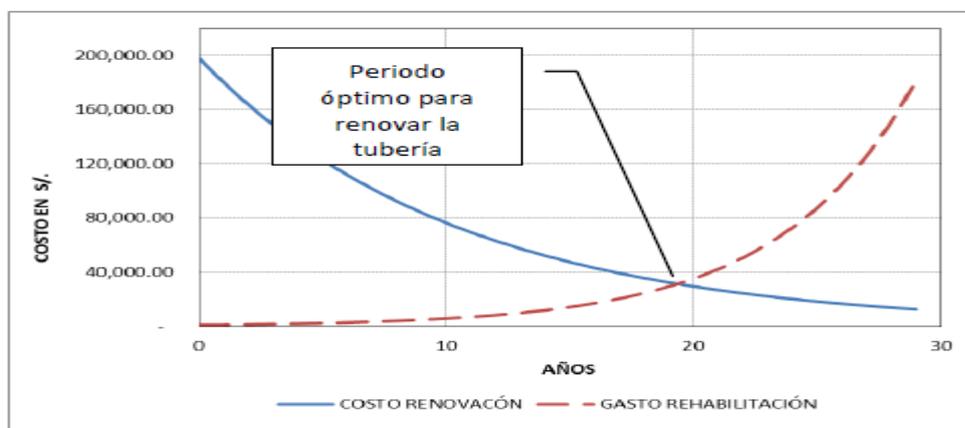
1.2.5. Método económico.

A medida que las tuberías van envejeciendo el número de roturas que presentan por unidad de longitud aumenta. Si se procede a la rehabilitación de todas las roturas que se van generando, los costos del mantenimiento de la distribución de agua aumentan con el tiempo, por lo que en algún momento será más conveniente renovar las tuberías, considerando únicamente criterios económicos. De lo anteriormente señalado, resulta que el año más conveniente para renovar una tubería es aquel en que la suma del costo de rehabilitación resulta ser igual al costo de renovación, tal como se muestra en el gráfico 01.

La AWWA, propone una ecuación simplificada en función de la ecuación de Shamir y Howard y se puede aplicar directamente.

Consiste en determinar el número roturas que advierte la necesidad de renovar la tubería. Tal momento coincide, cuando el costo de rehabilitación C_r de todas las roturas se iguala al costo de renovación de la tubería C_s que se expresa con la siguiente ecuación:

Gráfico n° 01: Tiempo óptimo de renovación de tuberías.



Fuente: RM N° 019-2014-VIVIENDA.



$$C_r = C_s$$

En donde:

$$C_r = N \times U \times P(i, j, n)$$

Siendo:

N: Número de roturas por unidad de longitud y tiempo.

U: Costo unitario de reparación de cada rotura.

P (i, j, n): Término que tiene en cuenta el precio del dinero “i”, el factor anual de crecimiento de roturas “j”, y el periodo de tiempo “n” en años, para los cuales se entiende que tiene vigencia el análisis que se efectúa.

Además, P (i, j, n) es un valor que viene dado por la siguiente relación:

$$P(i, j, n) = \frac{\left(1 - \frac{i}{1+j}\right)}{M}$$

Donde la variable auxiliar M es igual a:

$$M = \frac{i}{1+j}$$

M: Variable auxiliar en función del valor del dinero “i”, el factor anual de crecimiento de roturas “j”.

En el cuadro 05, se presentan algunos datos de los coeficientes que intervienen en las fórmulas anteriores, aunque



esperamos que con el tiempo cada prestador de servicio disponga de su propia base de datos. Los valores han sido desarrollados por Shamir y Howard y corresponden a valores usados en los diferentes países europeos, para tuberías de 200 mm.

Cuadro n° 05: valores orientativos de los parámetros que intervienen en el análisis económico.

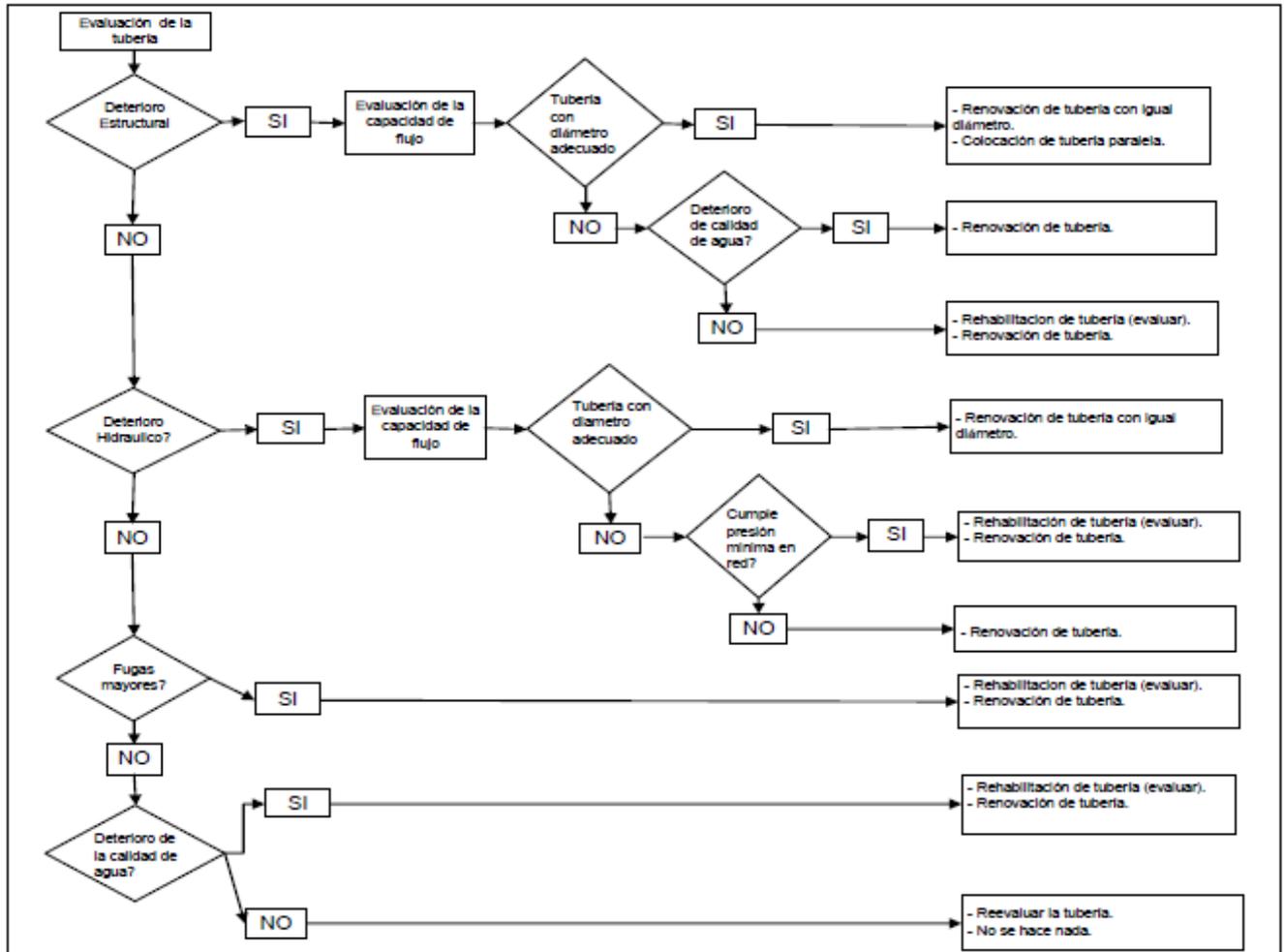
Parámetro	Unidades métricas (1000 m)	
	Valor típico	Rango
Roturas por unidad de longitud	0.33	0.03-0.06
Crecimiento anual de roturas	0.05	0.01-0.15
Valor del dinero	0.03	0.02-0.07
Costo de una reparación (euros)	800.00	500-1000
Costo de sustitución (euros)	100,000.00	(0.6-1.6) *10 ⁵

Fuente: RM N° 019-2014-VIVIENDA.

1.2.6. Diagrama para elección de rehabilitar o renovar

En el gráfico 02, se presenta un diagrama de flujo, de una sola entrada, donde se resumen todas las consideraciones presentadas en este capítulo y que debería ser analizadas por los prestadores de servicios a fin de determinar cuándo deben rehabilitar o renovar sus redes de distribución de agua potable.

Gráfico 2: Diagrama de flujo rehabilitación o renovación de la tubería de agua potable.



Fuente: RM N° 019-2014-VIVIENDA.



1.3. Definición de términos básicos.

Agua potable: es el agua que puede ser consumida sin restricción para beber o preparar alimentos. Para que un agua sea considerada como potable, se caracteriza por estar libre de bacterias u organismos que sean perjudiciales para las personas y su consumo.

Conexiones domiciliarias: La conexión domiciliar de agua potable tiene como fin regular el ingreso de agua potable a una vivienda, esta se ubicará entre la tubería de la red de distribución de agua potable y la caja de registro.

Nivel de servicio: Es la forma como se brinda el servicio al usuario. Los niveles de servicio pueden ser públicos o domiciliarios.

Nivel freático: corresponde al nivel superior de una capa freática o de un acuífero, cuya distancia es medida desde dicho nivel superior hasta el nivel del suelo.

Período de diseño: Tiempo durante el cual la infraestructura deberá cumplir su función satisfactoriamente. Se fijará según normatividad vigente dada por las autoridades Normativas del Sector.

Población inicial: Número de habitantes en el momento de la formulación del proyecto.

Población de diseño: Número de habitantes que se espera tener al final del período de diseño.

Rehabilitación: intervenciones orientadas a la recuperación de la capacidad normal de prestación del servicio, con acciones realizadas en las redes existentes, trabajando en el interior de las mismas.



Renovación: intervenciones orientadas a la recuperación de la capacidad normal de prestación del servicio, con acciones de cambio de las redes existentes por redes del mismo o diferente diámetro o material.

Sistema de Agua Potable: Constituido por una serie de estructuras presentando características diferentes, que serán afectadas de acuerdo a la función que cumplen dentro del sistema. Por tanto, para su diseño es preciso conocer el comportamiento de los materiales bajo el punto de vista de su resistencia física a los esfuerzos y los daños a que estarán expuestos.

Sistema de distribución: Es el conjunto de tuberías trabajando a presión, el cual permite que el agua llegue desde el punto de almacenamiento al punto de consumo en condiciones correctas, tanto en cantidad como en calidad.

Saneamiento: Es aquella que implica la realización de un conjunto de procedimientos que tienen la misión de recuperar o limpiar de suciedad o impurezas de algún sistema.



2. CAPÍTULO II: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

2.1. Descripción del problema.

Para muchos la crisis del agua supone caminar a diario largas distancias para obtener agua potable suficiente, limpia o no, únicamente para salir adelante. Para otros implica sufrir una desnutrición o padecer enfermedades causadas por las sequías, inundaciones o por un sistema de saneamiento inadecuado.

La localidad de Santo Tomas cuenta con una población de 500 habitantes, distribuidas en 100 viviendas. Las familias se abastecen de agua del río Amazonas. Una parte de la población realiza el acarreo de agua, en recipientes como baldes y almacenan en bidones, baldes, Ollas, etc. cuya tarea lo realizan por lo general los niños y las madres de familia. Las distancias de acarreo desde las fuentes de aguas más próximas hacia las viviendas van desde los 50 m. hasta los 300 m, y atraviesan un terreno accidentado, dificultando aún más el abastecimiento. La población restante disponen de agua proveniente de la planta de tratamiento que fue construida el año 2010 a través de la ejecución de un proyecto de inversión pública con el financiamiento del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento a la Municipalidad Distrital de San Pablo del bajo Amazonas, en la actualidad la dotación este recurso ha ido deteriorándose con el transcurrir del tiempo, debilitando el sistema actual, a su vez, el sistema de tuberías presenta problemas de deterioro que deberán ser medidos a fin de definir si amerita realizar un proceso de rehabilitación o renovación del mencionado sistema a través de la formulación de un expediente técnico IOARR a fin de minimizar el impacto negativo que está generando este servicio en la población de la comunidad.

Este tipo de abastecimiento de agua no reúne las condiciones de salubridad y por lo tanto por estar expuestas a todo tipo de partículas, polvo y como resultado de esto pésimas condiciones higiénicas.

Por otro lado, la localidad de Santo Tomas es una de las tantas comunidades de la región más golpeada por presentar una gran necesidad en cuanto a desarrollo socio-económico, ya que se podría decir se encuentra olvidada por un gobierno que no ha mostrado interés alguno en contrarrestar algunas de las tantas necesidades, siendo el agua potable la más necesitada por la población ya que este podría mejorar la calidad vida de todas las familias.

Figura n° 01: ubicación de la comunidad de Santo Tomas.



Fuente: googleearth, 2022.



2.2. Formulación del problema

2.2.1. Problema general

- ¿Cuál es la propuesta de diseño de un sistema de agua potable de la comunidad de Santo Tomas, distrito de San Pablo, Mariscal Ramón Castilla, ¿Loreto 2022?

2.2.2. Problemas específicos.

- ¿El grado de deterioro a medir en el sistema de agua potable permitirá disponer de un adecuado plan de rehabilitación y/o renovación en la comunidad de Santo Tomas, distrito de San Pablo, Mariscal Ramón Castilla, ¿Loreto 2022?
- ¿El tipo de diseño a emplear en el sistema de agua potable permitirá disponer de un adecuado servicio en la comunidad de Santo Tomas, distrito de San Pablo, Mariscal Ramón Castilla, ¿Loreto 2022?

2.3. Objetivos.

2.3.1. Objetivo general.

- Diseñar una adecuada propuesta para el sistema de agua potable en la comunidad de Santo Tomas, distrito de San Pablo, Mariscal Ramón Castilla, Loreto 2022.

2.3.2. Objetivos específicos.

- Disponer de un adecuado método para la medición del grado de deterioro permitirá definir el plan de rehabilitación y/o renovación del sistema de agua potable en la comunidad de Santo Tomas, distrito de San Pablo, Mariscal Ramón Castilla, Loreto 2022.
- Disponer de un adecuado servicio de agua potable a través de un eficiente diseño del sistema en la comunidad de Santo Tomas, distrito de San Pablo, Mariscal Ramón Castilla, Loreto 2022.



2.4. Alcances y limitaciones.

Hoy en día las comunidades de la amazonia peruana, asentadas a lo largo de rivera de nuestros ríos vienen sufriendo la indiferencia de un estado que se olvidó de los intereses, y el bienestar de nuestros hermanos. Puesto que en la actualidad no presenta en su mayoría proyectos u obras que mejoren la calidad de vida de los moradores de dichas localidades. Así mismo, desde hace mucho tiempo vienen consumiendo las aguas proporcionadas por los ríos y quebradas; agua que no son aptos para el consumo humano ya que presentan microorganismos y/o patógenos que son causales de muchas enfermedades.

La comunidad de Santo Tomas cuenta con el servicio de agua potable; desde el año 2010 los moradores de esta comunidad vienen siendo abastecidos por el sistema de agua potable el cual es captada del rio Amazonas.

Esta triste realidad no exime a las autoridades correspondientes de la responsabilidad de crear proyectos de implementación de servicios que mejoren la calidad de vida de las comunidades de nuestra Amazonía.

Con la finalidad de proporcionar información verídica y confiable, se desarrolló el presente trabajo de investigación siendo este una fuente alternativa para la rehabilitación y/o renovación del sistema de tratamiento de agua potable que pueda brindar un mejor servicio a los moradores de la comunidad de Santo Tomas.

Un proyecto de esta naturaleza causará un impacto socioeconómico y cultural positivo para la comunidad Santo Tomas y por consiguiente mejorar la calidad de vida de sus moradores.



2.5. Hipótesis.

- Formulando un correcto plan y realizando un eficiente diseño del sistema agua potable permitirá disponer de un adecuado servicio abastecimiento de este recurso en la comunidad de Santo Tomas, distrito de San Pablo, Mariscal Ramón Castilla, Loreto 2022.

2.6. Variables.

2.6.1. Identificación de variables.

La variable independiente (X):

Grado de deterioro.

La variable dependiente (Y):

Rehabilitación del sistema de agua potable.

2.6.2. Definición conceptual y operacional de las variables

Cuadro n° 06: definición conceptual e indicadores.

Variable	Definición Conceptual	Indicadores
Dependiente: Grado de deterioro	Mide el deterioro de tuberías utilizando diversos métodos a fin de elegir la mejor opción para la intervención en sistemas de agua potable.	Método Hirner Método Parson Método económico
Independiente: Rehabilitación del sistema de agua potable	Intervenciones orientadas a la recuperación de la capacidad normal de prestación del servicio de agua potable, con acciones realizadas en las redes existentes, trabajando en el interior de las mismas.	N° de viviendas N° de hab/vivienda Caudal de diseño.

Fuente: elaboración propia.

2.6.3. Operacionalización de las variables.

Cuadro n° 07: operacionalización de las variables.

Variables	Indicadores (x, y)	Índices
Dependiente	Hirner	0.10 - 0.60
	Parson	0.25 - 2.00
Independiente	N° de viviendas	Viviendas > 100
	N° de hab/vivienda	4.00 – 5.00 hab/vivienda

Fuente y elaboración: propia, cuadro n° 06.



3. CAPÍTULO III: METODOLOGÍA.

3.1. Tipo y Diseño de investigación.

3.1.1. Nivel de investigación.

El nivel de investigación se considera descriptivo y explicativo, una investigación de tipo descriptivo es cuando se especifican las características y las condiciones de las variables de estudio consideradas en la investigación de acuerdo al espacio y tiempo en un contexto real; y la investigación explicativa es la que da a conocer las causas y consecuencias del problema planteado para orientar y dirigir el proceso de investigación.

3.1.2. Tipo de investigación.

No experimental.

3.1.3. Diseño de investigación.

Diseño descriptivo simple: se buscó y recogió información relacionada con el objeto de estudio.

M- O

3.2. Población y muestra.

3.2.1. Población.

La comunidad de Santo Tomas, cuenta con una población de 500 habitantes, distribuidas en 100 viviendas.



3.2.2. Muestra.

La muestra se determinó en función de la siguiente ecuación:

$$n = \frac{N \cdot Z^2 \cdot P \cdot Q}{e^2 \cdot (N - 1) + (Z^2 \cdot P \cdot Q)}$$

Z =	95 % (1.96)
N =	500 hab
P =	50%
Q =	50%
e =	3%
n =	81 habitantes

3.3. Técnicas, Instrumentos y Recolección de Datos.

3.3.1. Técnicas de Recolección de Datos.

Para la técnica de recolección de datos empleamos fuentes secundarias como textos, libros, folletos, internet y otros (consultas a profesionales): para la obtención de información idónea, que servirá en el proceso de la investigación, se complementará con el uso de información primaria básicamente el uso de encuestas a través del cuestionario.

3.3.2. Instrumentos de Recolección de Datos.

El instrumento que se empleó para la obtención de la información fue el cuestionario que es un documento básico para obtener la información y se formuló en base a una serie de preguntas que fueron redactadas de una forma organizada coherente, secuencial y estructurada de acuerdo a una determinada planificación, con el fin en el que se precisó. (Ver anexo 02).



3.3.3. Procedimientos de Recolección de Datos.

La información que se obtuvo del cuestionario se procesó en el programa estadístico de SPSS versión 22, y los resultados obtenidos se presentaron y trataron en cuadros estadísticos como gráfico de barra, gráficos lineales, entre otros, así como el programa Excel y Word, para análisis e interpretación.

Para el diseño de los planos del sistema de saneamiento se empleó AutoCAD versión 2016 o más, para el presupuesto usamos el S10 y el cronograma se usó el Project 2016.

Ética.

En el desarrollo de la tesis hicimos el uso de la ética y el respeto de los derechos intelectuales, y en el uso de la información se citó a los autores.

Además, la información que se recolectó a través del cuestionario es de carácter anónimo, confidencial y privado, que representa a las personas informantes.

3.4. Procesamiento y análisis de Datos.

3.4.1. Aspectos generales del proyecto.

3.4.1.1. Nombre del Proyecto

Medición del grado de deterioro y propuesta de rehabilitación del sistema de agua potable de la localidad de Santo Tomas, distrito de San Pablo, Mariscal Ramón Castilla, Loreto 2022.



3.4.1.2. Ubicación Geográfica

Departamento : Loreto
Provincia : Mariscal Ramón Castilla
Distrito : San Pablo
Comunidad : Santo Tomas

3.4.1.3. Coordenadas UTM.

N = 9 571 571.554
E = 235 429.487

3.4.1.4. Método elegido para medición de deterioro de tuberías.

Debido a las características de la zona y la disponibilidad de información que se obtuvo en campo, se empleó el método económico, ecuación empleada para la renovación de tuberías desarrollada por Shamir y Howard², el cual es el siguiente:

El costo de mantenimiento en un año específico “t” está dado por la multiplicación del costo medio de todas las reparaciones por el número de roturas o reparaciones realizadas en el año t.

$$C(t) = C_m \times N(T)$$

Asumiendo que el incremento de roturas por unidad de longitud sigue la ley exponencial creciente con el tiempo, entonces:

$$N(t) = N(t_0)e^{A(t-t_0)}$$

En donde “N” es el número de roturas por unidad de longitud de tubería objeto de estudio en el año “t” y donde “t₀” representa año inicial o referencia de la evaluación, y a partir del cual se sigue la evolución de las roturas de la tubería. El coeficiente A representa el crecimiento en el tiempo de fugas y sus unidades se expresan en años⁻¹.

Remplazando la ecuación (2) en (1) resulta:

$$C(t) = C_m \times N(t_0)e^{A(t-t_0)}$$

² Anexo 01 de la Resolución Ministerial N° 019-2014-VIVIENDA, aprobado el 17.02.2014



Si admitimos una tasa de inflación “i” el valor actual del costo de mantenimiento vendrá dado por:

$$C(t) = \frac{C_m(t)}{(1+i)^{1-t}} \times N(t_0)e^{A(t-t_0)}$$

Si t_s es el año en el que se llevará a cabo la sustitución de la tubería, el costo total de mantenimiento entre el año t_0 y t_s , estará dado por la siguiente expresión:

$$\sum_{t=t_0}^{t_s} C(t) = \sum_{t=t_0}^{t_s} \frac{c_m(t) \times N(t_0)e^{A(t-t_0)}}{(1+i)^{1-t}}$$

La expresión anterior constituye el primer sumando del monto global correspondiente al año que se pretende determinar en el que se lleva a cabo la sustitución. El segundo sumando está dado por el costo de sustitución de la tubería. Este costo está dado por la siguiente expresión:

$$CS(t) = \frac{CS}{(1+i)^{t-t_0}}$$

Es evidente que el costo de mantenimiento que nos proporciona la ecuación que precede a esta, crece con el tiempo como consecuencia del incremento de roturas, mientras que el costo de reposición expresada en la ecuación anterior disminuye con el tiempo “t”.

El momento óptimo para proceder a la sustitución de la tubería será el año t_s en que el costo total sea mínimo:

$$C_T(t_s) = \sum_{t=t_0}^{t_s} \frac{c_m(t) \times N(t_0)e^{A(t-t_0)}}{(1+i)^{1-t}} + \frac{CS}{(1+i)^{t-t_0}}$$



Para resolver esta ecuación anterior procederemos derivar la ecuación anterior con relación a t_s e igualar a cero, resultando el año más adecuado para practicar la sustitución de una tubería la siguiente ecuación:

$$t_s = t_o + \frac{1}{A} \ln \left[\frac{C_s \ln(1+i)}{C_r N(t_c)} \right]$$

Dónde:

t_s : Año más adecuado para la sustitución de la tubería vieja por una nueva.

t_c : Año de referencia del estudio de las roturas.

A: Coeficiente de crecimiento de fugas, en el tiempo (años -1).

C_s : Costo de sustitución de la tubería en un año.

i: Índice anual de inflación.

C_r : Costo medio de reparaciones de todas las roturas en un año.

N: Número de roturas por unidad de longitud de la tubería.

Para la aplicación de esta ecuación, el único término que puede presentar incertidumbre es el valor t_o . Sin embargo, Shamir y Howard demuestran que el resultado es independiente del año de referencia y que la ecuación es exactamente la misma de referir la evolución de las roturas a cualquier otro año.

3.4.1.4.1. Descripción del método económico:

Para el cálculo del costo de rehabilitación C_r , se usa la formula siguiente:

$$C_r = N \times U \times P_{(i, j, n)} \dots\dots\dots (1)$$



Siendo:

N: número de roturas por unidad de longitud y tiempo.

U: costo unitario de reparación (mantenimiento) de cada rotura por vivienda

P (i, j, n): termino que tiene en cuenta el precio del dinero “i”, el factor anual de crecimiento de roturas “j”, y el periodo de tiempo “n” en años, para los cuales se entiende que tiene vigencia el análisis que se efectúa.

Donde P (i, j, n) es un valor que viene dado por la siguiente relación:

$$P_{(i, j, n)} = (1 - 1/(1+M)^n)/M \dots\dots\dots (2)$$

También, M es igual a:

$$M = i/(1+j) \dots\dots\dots (3)$$

Calculamos los valores de las ecuaciones (2), (3) y lo reemplazamos en la ecuación (1) donde se realiza la comparación con el costo referencial (1,000.00 Euros) de rehabilitación descrito en la tabla N° 05. Debe cumplirse cualquiera de las dos condiciones:

$C_r < C_{ref}$, debe seguir realizándose el mantenimiento a las tuberías agrietadas.

$C_r > C_{ref}$, debe realizarse el plan de rehabilitación para el sistema de tuberías agrietadas.

Es importante indicar que el presente análisis:

- Es simplemente económico. No valora el costo social de tantas interrupciones del servicio, ni tiene en cuenta el valor de agua que se pierde, que tiene una triple valoración: por el valor en sí mismo del agua, por los perjuicios que puede ocasionar (inundaciones, interrupción de vía pública, etc.) y el mismo costo social debido a considerar el agua recurso limitado.
- Tampoco considera el material, diámetro, montaje, ni tantos otros factores a los que son sensibles la valorización realizada.

3.4.1.5. Actividades realizadas en campo.

Se realizaron las siguientes acciones con la finalidad de recabar información para el cálculo del costo de rehabilitación de tubería de agua potable, fueron los siguientes:

- Se identificó la cantidad de viviendas existentes en la localidad de San Tomas: 100 viviendas.

Figura 02: viviendas existentes en la localidad de Santo Tomas



Fuente: elaboración propia.



- De la cantidad de viviendas, solo el 45% (45 viviendas) aproximadamente tiene problemas en cuanto al suministro de este recurso.
- Se procedió a identificar en las viviendas las conexiones de tuberías que presentan agrietamientos por kilómetro de longitud, además de otros defectos como obstrucción en las válvulas, pérdida de presión y caudal.
- Se procedió a reportar la cantidad de agrietamientos presente en tuberías, de los cuales, se obtuvo un promedio de rotura equivalente a 4.2 roturas/km/año.
- Se realizó la consulta de información al área de ATM de la Municipalidad Distrital de San Pablo el costo de mantenimiento del año 2022 del sistema de agua potable de la localidad de Santo Tomas, cuyo detalle es el siguiente:

Cuadro n° 08: costo de mantenimiento por vivienda del sistema de agua potable.

N°	Descripción	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio Unitario	Precio Parcial	Total
1	Mano de obra	h-h	1.00	3.30	23.44	77.45	77.45
2	Abrazadera de PVC SAP C-10 con salida de 1/2"	unid		1.00	14.00	14.00	14.00
3	Llave de PVC SAP C10 de 1/2"	unid		1.00	10.00	10.00	10.00
Costo por vivienda							101.45
Número de viviendas año 2022							45.00
Total anual							4,565.06

Fuente: ATM – Municipalidad Distrital de San Pablo, 2022.

- Donde el costo anual de mantenimiento de este sistema es de S/. 4,565.06.
- Se realizó la verificación de los ambientes de la planta de agua potable de la localidad a fin de verificar el estado actual de cada uno de los componentes (captación, línea de distribución, planta de tratamiento, reservorio, redes de distribución y conexiones domiciliarias) de este sistema.
- Se realizó el plan de rehabilitación para las conexiones domiciliarias incluyendo arreglos dentro de la planta de tratamiento de agua potable, esto con la finalidad de que la población tenga mejor acceso a este recurso de vital importancia en la vida del ser humano.



4. CAPÍTULO IV: RESULTADOS.

4.1. Cálculo de la medición de deterioro de tuberías a través del método económico.

Datos	Valor
N°	4.2 roturas/km/año
U	4,565.06 Soles
i	5.50%
j ³	6%
n	10 Años

Cálculo de M:

$$M = 0.055 / (1+0.06) = 0.052$$

Cálculo de P (i, j, n):

$$P_{(i, j, n)} = (1 - 1/(1+M)^n)/M = (1 - 1/(1+0.052)^{10})/0.052$$

$$P_{(i, j, n)} = 7.651$$

Cálculo de C_r:

$$C_r = N \times U \times P_{(i, j, n)} = 4.2 \times 4,565.06 \times 7.651 = S/. 146,694.55$$

$$C_{ref} = 4.2 \times 4,060.00 \times 7.651 = S/. 130,464.85$$

$$C_r > C_{ref}$$

Comparando con los valores de la tabla N° 05, obtenemos:

Valor referencial por vivienda	
Euros	Soles
500.00	2,030.00
600.00	2,436.00
700.00	2,842.00
800.00	3,248.00
900.00	3,654.00
1,000.00	4,060.00

$$T.C. = S/. 4.06/euro$$

³ Valor proporcionado por el Área Técnica Municipal – ATM de la Municipalidad Distrital de San Pablo.



En este caso se cumple que $C_{ru} > C_{ref}$, corresponde realizar el plan de rehabilitación a través de una IOARR – expediente técnico.

Datos tabulados:

Cuadro n° 09: datos de roturas de tubería obtenidas en campo.

Vivienda	Roturas por Km
1	3
2	5
3	4
4	6
5	4
6	3
7	3
8	2
9	5
10	7
11	4
12	2
13	6
14	3
15	4
16	4
17	3
18	4
19	4
20	4
21	3
22	4
23	5
24	5
25	4
26	3
27	4
28	4
29	5
30	6
31	5
32	6
33	4



34	3
35	4
36	2
37	3
38	5
39	4
40	4
41	6
42	8
43	4
44	5
45	3

Fuente: elaboración propia.

Cuadro n° 10: resumen estadístico.

Estadístico	Valor
Media	4.2
Error típico	0.1923
Mediana	4
Moda	4
Desviación estándar	1.2898
Varianza de la muestra	1.6636
Curtosis	0.7068
Coefficiente de asimetría	0.6730
Rango	6
Mínimo	2
Máximo	8
Suma	189
Cuenta	45
Coefficiente de variación	30.71%

Fuente: elaboración propia.

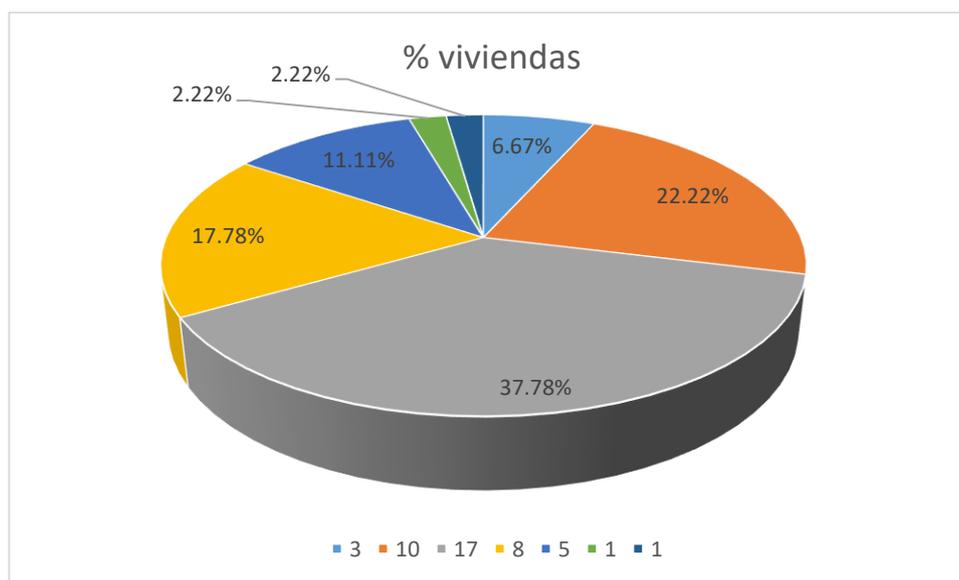
El análisis estadístico descriptivo, muestra una media de 4.2 roturas/km/año, desviación estándar con respecto a la media de 1.2898 y un coeficiente de variación de 30.71% que expresa una variabilidad moderada con respecto a la media muestral de los datos obtenidos en campo.

Cuadro n° 11: tabla de distribución de frecuencia de roturas/km y número de viviendas.

Roturas/km/año	N° viviendas	%
2	3	6.67%
3	10	22.22%
4	17	37.78%
5	8	17.78%
6	5	11.11%
7	1	2.22%
8	1	2.22%
Total	45	100.00%

Fuente: elaboración propia.

Grafico n° 03: porcentaje de viviendas en relación al número de roturas.



Fuente: elaboración propia.

Cuadro n° 12: ficha de evaluación del sistema de agua potable.

Ficha de Evaluación del Sistema de agua potable.					
1. Datos generales.					
Tesis: MEDICION DEL GRADO DE DETERIORO Y PROPUESTA DE REHABILITACION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA LOCALIDAD DE SANTO TOMAS, DISTRITO DE SAN PABLO, MARISCAL RAMÓN CASTILLA, LORETO 2022					
2. Características técnicas y estado operativo del sistema de agua potable.					
Captacion:					
Tipo de Captacion	Caudal (m3/s)	Tipo de material	Antigüedad	Estado fisico	Estado operativo
Rio	0.3	Metalico	10 años	Regular	Operativo
Linea de distribucion					
Tramo	Long. (m)	Capacidad actual (presion - velocidad)	Estado fisico	Tipo de material	
1	250.00	3 m h2o - 0.25 m/s	Malo	PVC - 2"	
2	226.76	2.5 m h2o - 0.45 m/s	Malo	PVC - 2"	
3	245.46	4 m h2o - 0.33 m/s	Malo	PVC - 2"	
4	355.90	8 m h2o - 0.55 m/s	Malo	PVC - 2"	
5	145.68	8 m h2o - 0.38 m/s	Malo	PVC - 2"	
6	278.09	8 m h2o - 0.42 m/s	Regular	PVC - 2"	
7	208.46	6 m h2o - 0.28 m/s	Regular	PVC - 2"	
8	302.10	7.5 m h2o - 0.38 m/s	Regular	PVC - 2"	
Planta de tratamiento de agua potable.					
Componentes	Cantidad	Tipo de estructura	Capacidad (m3)	Estado	Antigüedad
Almacenamiento	1	Concreto	25	Regular	10 años
Filtracion	1	Concreto	5	Regular	10 años
Sedimentacion	1	Concreto	5	Regular	10 años
Aduccion	1	Concreto	3	Regular	10 años
Almacenamiento - reservorio.					
Tipo	Antigüedad	Seccion geometrica	Dimensiones	Material	Volumen
Reservorio	10 años	Rectangular	4.00 x 4.00 x 2.00	Concreto	25 m3
Redes de distribucion de agua potable					
Tipo	Longitud	Diametro	Tipo de tubería	Estado fisico	Antigüedad
Red de distribucion	1,223.80	2"	PVC	Malo	10 años
Red de distribucion	788.65	2"	PVC	Malo	10 años
Conexiones domiciliarias					
Tipo	Longitud	Diametro	Tipo de tubería	Estado fisico	Antigüedad
Conexiones	125.66	2"	PVC	Malo	10 años
Observaciones al sistema de agua potable.					
Muro perimetrico en pesimas condiciones, columnas y vigas agrietadas que necesitan reparacion, cobertura abierta donde el agua pluvial genera charcos dentro de la planta de tratamiento de agua potable, falta renovar pinturas, porton metalico.					

Fuente: Formato tomado de Landauro, 2019.



4.2. Propuesta de plan de rehabilitación del sistema de agua potable.

El plan de rehabilitación del sistema de agua potable de la localidad de Santo Tomas, fue elaborado teniendo las características de una IOARR (inversiones de optimización, ampliación marginal, reposición y rehabilitación) en función al Sistema Nacional de Programación Multianual y Gestión de Inversiones – Invierte.pe.

Para ello se elaboró un expediente técnico el cual tuvo los siguientes componentes:

- Memoria descriptiva.
- Especificaciones técnicas.
- Presupuesto de obra.
- Metrados.
- Análisis de costos unitarios.
- Relación de materiales e insumos.
- Estudio de mecánica de suelos.
- Estudio topográfico.
- Planos.

Se conservó el diseño original del proyecto, porque los caudales y velocidad de diseño fueron los mismos. Cabe precisar, que el plan abarco la rehabilitación del sistema de agua potable, el sistema UBS de las viviendas están en condiciones adecuadas para todas las viviendas beneficiarias.

Primero se realizó el estudio topográfico y estudio de mecánica de suelos a fin de determinar curvas de nivel, perfiles, elevaciones y capacidad portante del suelo para la posterior reparación del muro perimétrico en zonas críticas de la planta de tratamiento de agua potable.

Resultados del estudio topográfico:

Se procedió a los trabajos de recopilación de información en campo, siendo importante destacar en el levantamiento topográfico el área donde se desarrollará la ejecución física el proyecto.



Para realizar los trabajos de campo se contó con el Personal necesario y Equipo Topográfico, que a continuación se indica:

- 01 estación Total TS06 PLUS
- 02 prismas.
- 01 trípode.
- 01 wincha 50 mts
- 01 GPS. Garming
- 01 Par de intercomunicador.
- 01 martillo
- ¼ de pintura.
- 01 cámara Digital Sony.

Se ha tomado como base o punto de partida el BM una antena de internet del colegio de la localidad de Santo Tomas; subiendo el puerto principal a 400 m.

El objetivo principal es determinar la ubicación geográfica del área en estudio; para lo cual, se ha realizado el control Planimétrico del levantamiento topográfico, mediante coordenadas y cotas relativa de apoyo.

Coordenada Norte	Coordenada Este	Cota Aprox. Referencial
9 571 571.554	235 429.487	116

La información obtenida en campo fue procesada en gabinete por Estación Total Topcon (software), y transferida los puntos topográficos a una hoja de texto (delimitado por comas), seguidamente convertido en el office en una hoja de texto delimitado por espacios la cuales se importaron estos datos al software de topografía AutoCAD Civil 3D 2019.

Las mediciones de los ángulos de deflexión y distancias, se realizaron con equipos electrónicos: estación total. Los datos fueron introducidos en dicho instrumento y trasladados a equipos de cómputo para los cálculos respectivos elementos de curvas y coordenadas.

Para el desarrollo de las mediciones, se consideró las circunstancias climáticas de la zona, así como las recomendaciones establecidas para el caso. Toda el área esta enlazado con puntos de estaciones mediante una poligonal de enlace. Para la recolección de datos del levantamiento topográfico se han registrado todos los objetos existentes, etc.



Respecto al estudio básico de topografía efectuado en el área del proyecto de la localidad de Santo Tomas; y teniendo como base los perímetros, linderos de propiedades, que figuran en la zona de estudio; se concluye que la topografía del terreno es plana con pendientes pronunciadas, con desniveles que varían entre la cota más alta y la más baja en 5 m.

El área de estudio comprende 25 400.00 m² aproximadamente. Con un perímetro de 640.00 m, a unos 400 metros de la orilla del puerto principal.

Cuadro n° 13: coordenadas de ubicación del área de estudio.

COORDENADAS TOPOGRAFICAS - WGS 84				
Número de Puntos	Coordenada ESTE	Coordenada NORTE	Altura, cota o elevación	Elementos o descripción
1	238600.03	9572377.84	114.855	VD
2	238602.94	9572365.95	116.04	VD
3	238601.53	9572365.9	116.052	VD
4	238597.02	9572362.71	115.703	casa
5	238597.98	9572352.47	116.202	TN
6	238593.96	9572354.61	115.767	TN
7	238595.64	9572353.44	115.938	TN
8	238590.64	9572356.1	115.097	TN
9	238596.23	9572344.16	116.914	casa
10	238590.23	9572359.66	115.096	casa
11	238595.21	9572343.93	116.855	PL
12	238585.53	9572351.12	115.074	casa
13	238584.59	9572349.45	115.112	casa
14	238580.78	9572342.41	115.372	casa
15	238589.85	9572334.36	116.919	TN
16	238582.66	9572341.36	115.227	TN
17	238588.36	9572335.4	116.145	TN
18	238584.73	9572339.55	115.909	TN
19	238586.1	9572336.55	115.913	TN
20	238574.8	9572329.85	114.583	TN
21	238588.66	9572329.83	116.989	casa
22	238578.72	9572327.77	115.668	casa
23	238580.24	9572326.38	115.811	TN
24	238582.08	9572325.23	116.069	TN
25	238582.7	9572324.86	116.596	TN
26	238581.9	9572313.25	117.134	casa
27	238579.7	9572318.31	116.927	ARB
28	238568.14	9572319.17	115.057	TN
29	238577.48	9572312.77	116.837	casa



30	238570.63	9572317.51	115.586	TN
31	238575.33	9572309.33	116.793	casa
32	238572.26	9572308.89	116.285	PL
33	238574.83	9572315.38	115.865	TN
34	238576.1	9572314.22	116.284	TN
35	238574.85	9572308.9	116.617	casa
36	238562.33	9572313.92	114.102	casa
37	238571.91	9572304.15	116.299	casa
38	238559.8	9572307.7	113.896	casa
39	238565.93	9572297.26	115.529	TN
40	238556.81	9572302.52	113.873	casa
41	238564.34	9572298.47	115.168	TN
42	238559.08	9572301.39	114.58	TN
43	238561.23	9572300.08	115.029	TN
44	238556.26	9572301.63	113.66	casa
45	238553.63	9572297.15	113.478	casa
46	238550.13	9572292.1	113.187	casa
47	238538.37	9572268.95	114.417	E1
48	238553.72	9572279.84	114.225	PL
49	238551.39	9572280.89	114.292	TN
50	238549.14	9572282.28	114.103	TN
51	238547.5	9572283.27	113.953	TN
52	238543.47	9572262.9	113.339	casa
53	238540.37	9572257.6	113.18	casa
54	238543.44	9572279.63	113.99	casa
55	238541.86	9572276.59	114.058	TN
56	238542.09	9572273.01	114.153	TN
57	238546.16	9572270.34	113.817	TN
58	238543.72	9572266.78	113.715	TN
59	238540.24	9572269.11	114.23	TN
60	238538.62	9572266.41	114.141	TN

Fuente: elaboración propia.

Resultados del estudio de mecánica de suelos:

El trabajo de campo consistió en la excavación de siete (07) calicatas hasta alcanzar una profundidad máxima de 3.00 m. Las exploraciones se han ubicado convenientemente en el área del terreno y así poder contar con la información y resultados correctos. De las calicatas se extrajeron muestras alteradas para realizar ensayos Análisis Granulométrico por tamizado, Límites de Consistencia, Humedad natural, Pesos Volumétricos y Clasificación de Suelos SUCS.

Se observó en el terreno de fundación, desde 0.20 m de profundidad, la presencia de suelos arcillosos de baja plasticidad, clasificado como (CL



y CH), con $IP < 50.00\%$ y con $IL \geq 0.25$; por tanto, no se prevén problemas de expansión de los suelos, que puedan afectar a las estructuras proyectadas.

El área en estudio se encuentra ubicada en la formación Pebas (Nm-p), los afloramientos consisten de areniscas de grano medio a fino, observándose en el tope limolitas y arcillitas con escasos lentes de arenas. En el área el grosor de esta formación es de unos metros a unas decenas de metros, que afloran en cuerpos de arcillitas gris azuladas o limo arcillitas abigarradas de color pardo rojizas a gris azulado, en cuerpos masivos tabulares, y en algunos casos presentan intercalaciones calcáreas limo arenoso.

El área en estudio se ubica en una zona no inundable, no se prevén fenómenos de geodinámica externa ya que en área no se han presentado fallas como hundimientos, levantamientos ni desplazamientos de la formación existente en la zona.

De acuerdo a las características de la zona y ensayos de laboratorio, se ha determinado las características de los suelos predominantes y su potencial de expansión en el siguiente cuadro:

Cuadro n° 14: característica predominante del área de estudio.

UBIC.	ESTRATO	DESCRIP.	CLASIF. AASHTO	CLASIF. SUCS	% HUMEDAD	LL	LP	I.L. (**)	POTENCIAL DE EXPANSIÓN
C-1	0.20-1.50	ARCILLA INORGANICA	A-7-5	CH	45.39	83.8	31.6	0.26	Baja a nulo
C-2	0.20-1.50	ARCILLA INORGANICA	A-7-5	CH	42.26	78.1	34.1	0.19	Baja a nulo
C-3	0.20-1.50	ARCILLA INORGANICA	A-7-5	CH	45.51	68.2	32.4	0.37	Baja a nulo
C-4	0.20-1.50	ARCILLA INORGANICA	A-7-6	CH	44.1	62.2	29.8	0.44	Baja a nulo
C-5	0.20-1.50	ARCILLA INORGANICA	A-7-6	CH	44.57	52.6	28.7	0.66	Baja a nulo
C-6	0.20-3.00	ARCILLA INORGANICA	A-7-5	CH	44.48	80.8	32	0.26	Baja a nulo
C-7	0.20-3.00	ARCILLA INORGANICA	A-7-5	CH	39.03	67	32.5	0.19	Baja a nulo

Fuente: elaboración propia.

(**) Si $IL \geq 0.25$ expansión pequeña o nula, Sowers (1970), pág. 648, Braja, Das, Principios de Ingeniería de Cimentaciones.

Las deformaciones del suelo serán gobernadas por los asentamientos de la consolidación comparando estos valores con los índices plásticos de los suelos encontrados, se concluye que el potencial de expansión es bajo.



No se observó nivel freático, durante la fecha de elaboración de los ensayos in-situ, diciembre de 2022; presentándose precipitaciones pluviales durante los trabajos de campo; de acuerdo a las exploraciones realizadas en campo se detalló en el siguiente cuadro:

Cuadro n° 15: característica de exploraciones del suelo en el área de estudio.

UBICACION.	PROFUNDIDAD DE EXPLORACION (m.)	PROFUNDIDAD DE FILTRACIONES O NIVEL FREATICO (m.)	CONDICION DE ZONA A MAX. CRECIENTE EXTRAORDINARIA (**)
C-1	1.50	No se observó filtraciones de agua	Zona no inundable
C-2	1.50	No se observó filtraciones de agua	Zona no inundable
C-3	1.50	No se observó filtraciones de agua	Zona no inundable
C-4	1.50	No se observó filtraciones de agua	Zona no inundable
C-5	1.50	No se observó filtraciones de agua	Zona no inundable
C-6	3,00	No se observó filtraciones de agua	Zona no inundable
C-7	3,00	No se observó filtraciones de agua	Zona no inundable

Fuente: elaboración propia.

(**) De acuerdo a referencias a referencias del área de estudio es considerado no inundable.

De acuerdo a las características de suelos presentes en el área de estudio, se observó filtraciones de agua, durante los movimientos de tierra o excavaciones, esto generará acumulaciones de agua, el cual saturará el suelo de fundación.

Eliminar terrenos orgánicos y rellenos considerados como no aptos para la cimentación, que a continuación se detalla:

Cuadro n° 16: ubicación de estratos del suelo en el área de estudio.

UBICACION	ESTRATO	DESCRIPCION
C-1	0.00-0.20	Terreno orgánico, presencia de raíces.
C-2	0.00-0.20	Terreno orgánico, presencia de raíces.
C-3	0.00-0.20	Terreno orgánico, presencia de raíces.
C-4	0.00-0.20	Terreno orgánico, presencia de raíces.
C-5	0.00-0.20	Terreno orgánico, presencia de raíces.
C-6	0.00-0.20	Terreno orgánico, presencia de raíces.
C-7	0.00-0.20	Terreno orgánico, presencia de raíces.

Fuente: elaboración propia.

La altura crítica (H_c) a la cual se puede llegar la excavación sin requerir soporte; dada a las características del suelo en gran parte del área de exploración son suelos arcillosos de baja plasticidad, se deberá proteger y colocar entibado si la profundidad de excavación excede 1.50 m de profundidad.

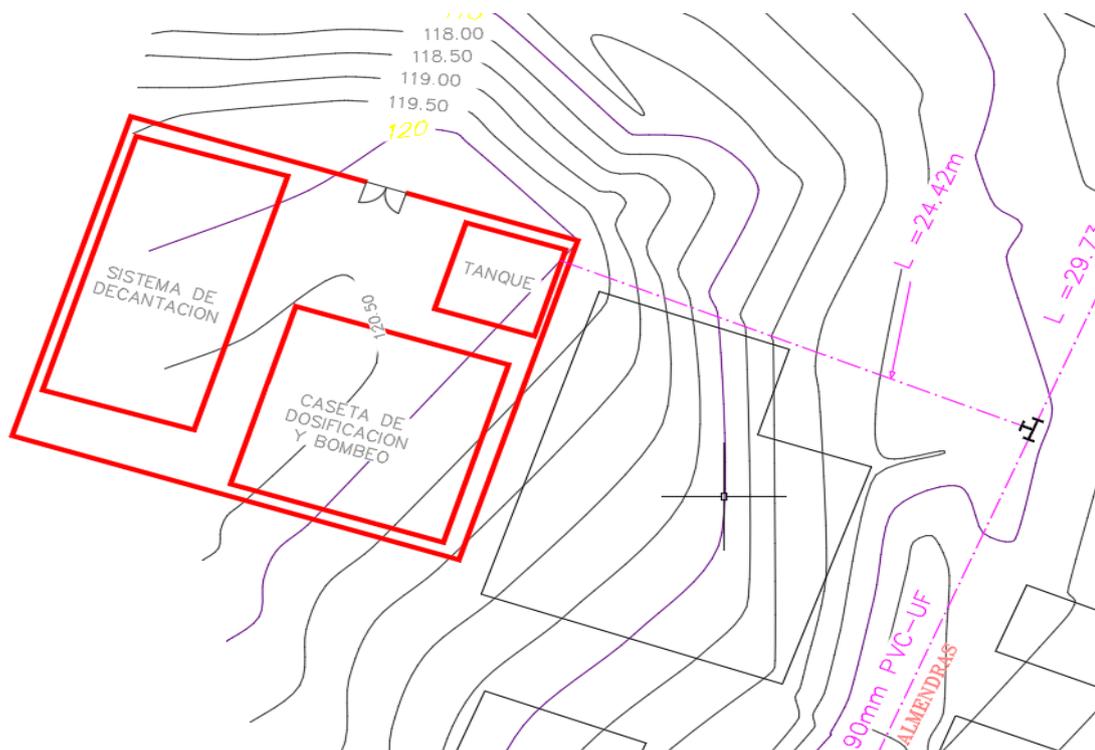
De acuerdo a los ensayos realizados en el laboratorio se dieron los siguientes resultados:

Cuadro n° 17: resultados de ensayo de laboratorio.

UBIC.	ESTRATO	DESCRIPCION	CLASIF. AASHTO	CLASIF. SUCS	W%	% PASA MALLA 200	LL	LP	IP
C-1	0.20-1.50	ARCILLA INORGANICA	A-7-5	CH	45.4	91.63	83.8	31.6	52.2
C-2	0.20-1.50	ARCILLA INORGANICA	A-7-5	CH	42.3	89.52	78.1	34.1	43.1
C-3	0.20-1.50	ARCILLA INORGANICA	A-7-5	CH	45.5	88.06	68.2	32.4	35.7
C-4	0.20-1.50	ARCILLA INORGANICA	A-7-6	CH	44.1	84.52	62.2	29.8	32.3
C-5	0.20-1.50	ARCILLA INORGANICA	A-7-6	CH	44.6	78.96	52.6	28.7	23.9
C-6	0.20-3.00	ARCILLA INORGANICA	A-7-5	CH	44.5	89.04	80.8	32	48.8
C-7	0.20-3.00	ARCILLA INORGANICA	A-7-5	CH	39	92.64	67	32.5	34.5

Fuente: elaboración propia.

Se elaboraron planos de corte, elevación, distribución y detalles a ser reparados durante la ejecución física del proyecto. Se desarrollaron metrados, presupuesto referencial, análisis de costos unitarios, programación de obra, el cual se muestra en los siguientes:





Cuadro n° 18: metrados (cantidades) de partidas de las actividades para el desarrollo del plan de rehabilitación.

ITEM	DESCRIPCION	N° Veces	DIMENSIONES			PARCIAL	TOTAL	UND
			LARGO	ANCHO	ALTO			
01.00.00	PLANTA DE TRATAMIENTO							
01.01.00	OBRAS PROVISIONALES							
01.01.01	Cartel de Obra (Gigantografía)	1.00					1.00	Und
01.01.02	Transporte de Materiales, Equipos y Herramientas	1.00					1.00	Ton
01.01.03	Almacen de Obra	2.00					2.00	mes
01.02.00	TRABAJOS PRELIMINARES							
01.02.01	Limpieza de terreno	1.00	24.00	20.00		480.00	480.00	m2
01.02.02	Trazo nivel y replanteo	1.00	22.50	18.50		416.25	416.25	m2
01.03.00	MURO PERIMETRICO							
01.03.01	Muro de Ladrillo pandereta (0.10x0.15x0.24) amarre de canto	1.00	74.34	3.00		223.01	223.01	m2
01.03.02	Mortero para Zapata Z1 de 1.00 x 1.00 m.	1.00					14.50	M3
01.03.03	Mortero para Cimiento Corrido 0.30 x 0.40 m. 1:8	1.00	75.50	0.30	0.40		9.06	m3
01.03.04	Mortero para sobrecimiento 0.30 x 0.15 m. 1:6	1.00	75.50	0.25	0.15		2.83	m3
01.03.05	Columna de mortero armado 0.25 x 0.25 x 3.00 m. 1:4	18.00	0.25	0.25	3.00		3.38	m3
01.04.00	VARIOS							
01.04.01	Gravilla para filtro	1.00	7.50	10.00	0.30		22.50	m3
01.04.02	Cielo raso	1.00	10.00	10.00			100.00	m2
01.04.03	Pintura Cielo raso	1.00	10.00	15.00			150.00	m2
01.04.04	Pintura en muros de caseta de bombeo y dosificacion	4.00	10.00	10.00			400.00	m2
01.04.05	Pintura en Tanque Elevado	2.00	7.00	7.00			98.00	m2
01.04.06	Kit de panel solar	1.00					1.00	Und
01.04.07	Refaccion de ponton	1.00					1.00	Und
01.04.08	Manguera flexible de 2" incluye abrazaderas	60.00					60.00	m
01.04.09	Tuberia de fierro galvanizado de 2" incluye accesorios	25.00					25.00	m
02.00.00	RED DE DISTRIBUCION							
02.01.00	TRABAJOS PRELIMINARES							
02.01.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	1.00	671.73	0.70		470.21	470.21	m2
02.01.02	TRAZO, NIVEL Y REPLANTEO	1.00	671.73	0.70		470.21	470.21	m2
02.02.00	MOVIMIENTO DE TIERRAS							
02.02.01	EXCAVACION DE ZANJAS PARA TUBERIA	1.00	671.73	0.60	1.00	403.04	403.04	m3
02.02.02	REFINE Y NIVELACION DE FONDO DE ZANJA	1.00	671.73	0.60		403.04	403.04	m2
02.02.03	CAMA DE ARENA 0.10 m.	1.00	671.73	0.10		67.17	67.17	m2
02.02.04	RELLENO CON MATERIAL PROPIO	1.00	671.73	0.60	0.60	241.82	241.82	m3
02.02.05	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	1.00	671.73	0.60	0.20	80.61	80.61	m3
02.03.00	INSTALACION DE TUBERIAS Y ACCESORIOS							
02.03.01	Conexiones domiciliarias	45.00					45.00	und
02.03.02	Tuberia PVC-UF Ø 90mm, CLASE 7.5 ISO-4422	1.00	204.97				204.97	ml
02.03.03	Tuberia PVC-UF Ø 63mm, CLASE 7.5 ISO-4422	1.00	516.76				516.76	ml
02.03.04	Tee de 3" con reduccion a 2" de PVC	1.00					4.00	Und
02.03.05	Codo 3" de PVC	1.00					1.00	Und
02.03.06	Codo 2" de PVC	1.00					3.00	Und
02.03.07	Válvula de compuerta	1.00					4.00	Und
02.03.08	Union Corrediza 2" de PVC	1.00					6.00	Und

Fuente: elaboración propia.



Cuadro n° 19: presupuesto del plan de rehabilitación del sistema de agua potable.

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	PLANTA DE TRATAMIENTO				272,247.58
01.01	OBRAS PROVISIONALES				4,005.96
01.01.01	CARTEL DE OBRA de 2.70m x 3.60m (Gigantografía)	und	1.00	805.96	805.96
01.01.02	TRANPORTE DE MATERIALES	ton	1.00	1,200.00	1,200.00
01.01.03	ALMACEN DE OBRA	mes	2.00	1,000.00	2,000.00
01.02	OBRAS PRELIMINARES				10,780.50
01.02.01	LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL	m2	480.00	3.52	1,689.60
01.02.02	TRAZO Y REPLANTEO	m2	416.25	21.84	9,090.90
01.03	MURO PERIMETRICO				27,574.53
01.03.01	MURO DE LADRILLO PANDERETA (0.10x0.12x0.24) AMARRE CANTO MORTERO 1:5 JUNTA 1.5 cm.	m2	223.00	50.35	11,228.05
01.03.02	CONCRETO ZAPATAS $f_c=210$ kg/cm ²	m3	14.50	601.18	8,717.11
01.03.03	Mortero para Cimiento Corrido 0.30 x 0.40 m. 1:8	m3	9.06	443.89	4,021.64
01.03.04	MORTERO PARA SOBRECIMIENTO 1:6	m3	2.83	539.03	1,525.45
01.03.05	COLUMNA DE MORTERO ARMADO 1:4	m3	3.38	616.06	2,082.28
01.04	VARIOS				229,886.59
01.04.01	GRAVILLA PARA FILTRO	m3	22.50	6,403.52	144,079.20
01.04.02	CIELO RASO	m2	100.00	66.47	6,647.00
01.04.03	PINTURA CIELO RASO	m2	150.00	12.63	1,894.50
01.04.04	PINTURA EN CASETA DE BOMBEO Y DOSIFICACION	m2	400.00	11.73	4,692.00
01.04.05	PINTURA EN TANQUE ELEVADO	m2	98.00	71.73	7,029.54
01.04.06	KIT DE PANEL SOLAR	und	1.00	47,500.00	47,500.00
01.04.07	REFACCION DE PONTON	glb	1.00	10,000.00	10,000.00
01.04.08	MANGUERA FLEXIBLE DE 2" incluye abrazaderas	m	60.00	113.76	6,825.60
01.04.09	TUBERIA DE FIERRO GALVANIZADO DE 2" incluye accesorios	m	25.00	48.75	1,218.75
02	RED DE DISTRIBUCION				41,807.38
02.01	OBRAS PRELIMINARES				11,924.53
02.01.01	LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL	m2	470.21	3.52	1,655.14
02.01.02	TRAZO Y REPLANTEO	m2	470.21	21.84	10,269.39
02.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				13,452.53
02.02.01	EXCAVACION DE ZANJA PARA TUBERIA	m3	403.04	27.62	11,131.96
02.02.02	REFINE Y NIVELACION DE FONDE DE ZANJA	m2	403.04	1.15	463.50
02.02.03	CAMA DE ARENA	m2	67.17	1.15	77.25
02.02.04	RELLENO CON MATERIAL PROPIO	m3	241.82	5.52	1,334.85
02.02.05	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	80.61	5.52	444.97
02.03	INSTALACION DE TUBERIAS Y ACCESORIOS				16,430.32
02.03.01	CONEXIONES DOMICILIARIAS	und	45.00	117.76	5,299.20
02.03.02	TUBERIA PVC-UF Ø 90mm, CLASE 7.5 ISO-4422	m	204.97	14.76	3,025.36
02.03.03	TUBERIA PVC-UF Ø 63mm, CLASE 7.5 ISO-4422	m	516.76	14.16	7,317.32
02.03.04	TEE DE 3" con reduccion a 2" de PVC	und	4.00	18.33	73.32
02.03.05	CODO DE 3" de PVC	und	1.00	14.33	14.33
02.03.06	CODO DE 2" de PVC	und	3.00	12.33	36.99
02.03.07	VALVULA COMPUERTA	und	4.00	84.38	337.52
02.03.08	UNION CORREDIZA 2" de PVC	und	6.00	54.38	326.28
	COSTO DIRECTO				314,054.96
	GASTOS ADMINISTRATIVOS				45,818.94
	SUB TOTAL				359,873.90
	SUPERVISION				25,124.40
	IGV (18%)				56,529.89
	PRESUPUESTO TOTAL				441,528.19

Fuente: elaboración propia.



5. CAPÍTULO V: DISCUSIÓN, CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES.

5.1. Discusión.

(Landauro, 2019), en su trabajo final de carrera denominado “evaluación y propuesta de mejora del sistema de agua potable y desagüe en el caserío de Shiqui distrito de Catac, Recuay 2018”, realizó la evaluación del sistema de agua y desagüe en el caserío de Shiqui, estableció la satisfacción de la población referido a la calidad de servicio del sistema de agua potable, la tercera parte indicaron que el servicio actual es muy mala ya que no cuentan con la instalación necesaria de tuberías de agua potable que trasladen el líquido, por otro lado, el método que empleo para la determinación del grado de deterioro fue el método por incidencia el obtuvo un valor de 14, el cual recomendó se cambie la red de agua y desagüe.

Otro punto que evaluó el autor en mención respecto al sistema de agua potable observo que existe un déficit en cuanto a la calidad de servicio actual; en consecuencia se observa la poca o mínima preocupación en cuanto al tema de mantenimiento de todas las partes que conforman el sistema como es: la toma de agua del río Shiusha la cual se encuentra en estado de abandono e inoperativa siendo este el principal problema debido a que el caserío necesariamente requiere de esta fuente de abastecimiento para así poder tener un adecuado suministro.

Según la organización Mundial de la Salud (OMS), indica que los habitantes que serán beneficiados por el agua potable tienen que contar con un servicio suficiente y continuo que se utilizara para la limpieza del hogar, higiene personal, la preparación de los alimentos y para el consumo humano. Es necesario entre 50 y 100 litros de agua potable por habitante al día para garantizar que se cubran todas las necesidades básicas y no surjan preocupación con el tema de la salud. (Landauro, 2019).



Universidad Científica del Perú - UCP

*Registrado en el Asiento N° A00010 de la Partida N° 11000310, Personas Jurídicas de Iquitos,
Superintendencia de los Registros Públicos - SUNARP*

Al comparar los resultados obtenidos en el presente estudio, el 45 % de las viviendas de Santo Tomas tienen problemas de acceso continuo a este servicio, y más del 50 % no está satisfecho con la dotación diaria que reciben en sus hogares; respecto a la medición del grado de deterioro de las tuberías, se utilizó el método económico donde al comparar el valor calculado (C_r) con el valor referencial (C_{ref}) se obtuvo $C_r > C_{ref}$ (S/. 146,694.55 > S/. 130,464.85), lo que se optó en desarrollar la propuesta de rehabilitación del sistema de agua potable.



5.2. Conclusiones.

- Respecto a la metodología empleada para la medición del grado de deterioro en tuberías en el caserío Santo Tomas del rio Amazonas, arrojó las siguientes conclusiones:
 - ✓ El costo de rehabilitación (C_r) del sistema de agua potable mediante el método económico arrojó un valor de S/. 146,694.55 es 12 % mayor ($C_r > C_{ref}$) comparado al valor referencial (C_{ref}) que ascendió el monto de S/. 130,464.85, el cual definió la elaboración de propuesta para plan de rehabilitación del sistema de agua potable del caserío de Santo Tomas.
 - ✓ Del procesamiento de datos de rotura recopilados en campo, se obtuvo una media de 4.2, desviación estándar de 1.2898 y un coeficiente de variación de 30.71 % existiendo variabilidad moderada entre los datos.
 - ✓ Se realizó la tabla de distribución de frecuencias de las roturas de tuberías en función del número de viviendas, el número de hogares con mayor representación fue de 17 (37.38 %) viviendas con una presencia de 4 roturas/km.
- Respecto a la propuesta del plan de rehabilitación del sistema de agua potable, mostro los indicadores siguientes:
 - ✓ Cronograma de ejecución es de 60 días calendario.
 - ✓ Presupuesto de ejecución es de S/. 441,528.19.
 - ✓ La modalidad de ejecución será por contrata.
 - ✓ Para la elaboración de la propuesta de rehabilitación del sistema de agua potable, se consideró el mismo caudal y velocidad de diseño, con el cual el proyecto fue elaborado en el año 2013 y fue aprobado y ejecutado bajo el Sistema Nacional de Inversión Pública (SNIP).
 - ✓ El plan de rehabilitación contribuirá al cierre de brechas de acceso a servicios básicos de la población afectada, el cual es deber del estado peruano dotar de un buen servicio al ciudadano del país y de escasos recursos económicos.



5.3. Recomendaciones.

- Se recomienda que, en un plazo de 3 años posteriores a la ejecución del proyecto, evaluar las condiciones de funcionamiento del sistema de agua potable y UBS en su totalidad, esto, con el propósito de determinar un nuevo diseño a través de la formulación de un proyecto integral de mejoramiento y ampliación del sistema en mención.
- Realizar un adecuado mantenimiento del sistema de agua potable luego de su ejecución física, con la finalidad de que se encuentre en buenas condiciones de funcionamiento al servicio de la población beneficiaria del caserío.
- Se recomienda que la propuesta sea presentada al Gobierno Local a fin que sea validada y aprobada por el área de estudios y proyectos y ejecutada por la Gerencia de Obras e Infraestructura, previa incorporación en la Programación Multianual de Inversiones de la entidad.



5.4. Referencias bibliográficas.

- **LEYDI MARTINEZ G. (2016).** “Propuesta de rehabilitación para la red de abasto de agua potable de la Universidad Central Marta Abreu de las Villas”. Trabajo de diploma. Universidad Central Marta Abreu de las Villas. Facultad de Construcciones. Departamento de Ingeniería Hidráulica.
- **WASHINGTON DANILO NARVAEZ POZO. (2011).** “Rehabilitación del sistema de agua potable Sambache – Salcoto y diseño de la línea de impulsión de reserva Mushuñan”. Tesis para optar el título de Ingeniero Civil. Universidad Internacional del Ecuador. Escuela de Ingeniería Civil.
- **PAUL MARTIN GORDON P. (2014).** “Opciones técnicas para abastecimiento de agua Potable y Saneamiento en Centros Poblados del Ámbito Rural – Provincia De Maynas – Loreto – 2014”. Trabajo de investigación para optar el título de ingeniero civil. Universidad científica del Perú. Facultad de ciencias e ingeniería.
- **ABEL ENRIQUE CHUNGA P. (2018).** Libro “Rehabilitación de redes de agua potable en el sector comprendido entre la av. Ramón Castilla, av. Progreso y av. Junín del Cercado de la ciudad de Castilla – distrito de Castilla, septiembre 2018”. Universidad Católica los Ángeles de Chimbote. Facultad de Ingeniería. Escuela Profesional de Ingeniería Civil.
- **MARCELO ORTIZ J. (2013).** “Dimensionamiento de un sistema de bombeo fotovoltaico para una zona rural de Piura”. Piura.
- **GISSELA MOZOMBITE TENAZOA. (2019).** “Diseño de saneamiento básico de agua potable de la localidad de Santa Teresa I Zona, distrito de Yavari, provincia Mariscal Ramón Castilla, región Loreto, noviembre 2019”. Universidad Católica los



Ángeles de Chimbote. Facultad de Ingeniería. Escuela Profesional de Ingeniería Civil.

- **KEVIN JAIRO, LANDAURO T. (2019).** Evaluación y propuesta de mejora de sistema de agua potable y desagüe en el caserío de Shiqui, distrito de Catac, Recuay 2018. Universidad Cesar Vallejo. Facultad de Ingeniería. Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil.

Norma técnica.

- **MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCION Y SANEAMIENTO. (2014).** Guía de métodos para rehabilitar o renovar redes de Distribución de agua potable, aprobado con R.M. N° 019-2014-VIVIENDA.



CAPÍTULO VI: ANEXOS.

6.1 Instrumento de recolección de datos.

A. INFORMACIÓN BÁSICA DE LA COMUNIDAD.

Encuestador: _____

Fecha de Entrevista: ____/____/____ Hora _____

Departamento: _____ Provincia: _____ Distrito: _____

Dirección: _____

Persona Entrevistada (jefe del hogar): Padre () Madre () otro _____

B. INFORMACIÓN SOBRE EL DOMICILIO.

1.- Uso: Sólo vivienda () Vivienda y otra actividad productiva asociada ()
()

2.- Tiempo que viven en el domicilio..... año(s)
meses

3.- Tenencia del domicilio

Propia ()

Alquilada () ¿Cuánto paga al mes? S/.

4.- Material predominante del domicilio

Adobe ()

Madera ()

Material noble ()

Otro.....

5.- Posee energía eléctrica si () No () ¿Cuánto paga al mes? S/.

6.- Red de agua si () No () ¿Cuánto paga al mes? S/.

7.- Red de desagüe si () No () ¿Cuánto paga al mes? S/.

8.- Pozo séptico/Letrina/Otro si () No ()

9.- Teléfono si () No () ¿Cuánto paga al mes? S/.

10.- Apreciaciones del Entrevistador

a. La vivienda pertenece al nivel económico: Alto() Medio() Bajo()

b. La zona en que está ubicada la vivienda pertenece al nivel económico:

Alto ()

Medio ()

Bajo ()



C. INFORMACIÓN SOBRE LA FAMILIA.

- 11.- ¿Cuántas personas viven en el domicilio? _____
- 12.- ¿Cuántas familias viven en el domicilio? _____
- 13.- ¿Cuántos miembros tiene su familia? _____

Parentesco	Edad	Sexo	Grado de instrucción	¿Sabe leer y escribir?	¿Trabaja?	¿A qué se dedica?
		(F) (M)				
		(F) (M)				
		(F) (M)				
		(F) (M)				
		(F) (M)				
		(F) (M)				
		(F) (M)				

14.-	¿Número de personas de la familia que actualmente buscan empleo? _____
15.-	¿Cuántas personas trabajan en su familia? _____

D. INFORMACIÓN SOBRE EL CONSUMO DE AGUA

16.-	¿Dispone del servicio de agua potable? NO ()	SI ()
17.-	¿Consumen en su domicilio agua tratada? ()	SI () NO
18.-	¿Cuánto es el monto que gasta diario en comprar agua tratada?	S/. _____
19.-	¿Cree usted que el monto a pagar por el agua tratada es lo adecuado? NO ()	SI ()
20.-	¿La cantidad de agua que compra es suficiente? NO ()	SI ()
21.-	Cuál es su fuente de abastecimiento de agua: Pozo artesanal (), Quebrada (), Río ()	
22.-	¿Cree usted que consumir el agua de esas fuentes es la adecuada? qué?	SI (), NO (), ¿Por
	Detallar respuesta:	
23.-	¿El agua que consume tiene un tratamiento? NO ()	SI ()



E. **CONCIENCIA AMBIENTAL**

24. ¿Cree usted que el agua escaseará algún día? Si () No () No sabe ()
25. Cuando una persona arroja basura:
Se contamina () No se contamina () No sabe/ No opina ()



Ficha de Evaluación del Sistema de agua potable.

1. Datos generales.

2. Características técnicas y estado operativo del sistema de agua potable.

Captacion:

Tipo de Captacion	Caudal (m3/s)	Tipo de material	Antigüedad	Estado fisico	Estado operativo

Línea de distribución

Tramo	Long. (m)	Capacidad actual (presión - velocidad)	Estado fisico	Tipo de material

Planta de tratamiento de agua potable.

Componentes	Cantidad	Tipo de estructura	Capacidad (m3)	Estado	Antigüedad

Almacenamiento - reservorio.

Tipo	Antigüedad	Seccion geometrica	Dimensiones	Material	Volumen

Redes de distribución de agua potable

Tipo	Longitud	Diametro	Tipo de tubería	Estado fisico	Antigüedad

Conexiones domiciliarias

Tipo	Longitud	Diametro	Tipo de tubería	Estado fisico	Antigüedad

Observaciones al sistema de agua potable.

--

6.2. Matriz de consistencia.

Título: “Medición del grado de deterioro y propuesta de rehabilitación del sistema de agua potable de la localidad de Santo Tomas, distrito de San Pablo, Mariscal Ramón Castilla, Loreto 2022”.

Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variable	Indicadores	Índices
General	General		Dependiente		
¿Cuál es la propuesta de diseño de un sistema de agua potable de la comunidad de Santo Tomas, distrito de San Pablo, Mariscal Ramón Castilla, ¿Loreto 2022?	Diseñar una adecuada propuesta para el sistema de agua potable en la comunidad de Santo Tomas, distrito de San Pablo, Mariscal Ramón Castilla, Loreto 2022.	Formulando un correcto plan y realizando un eficiente diseño del sistema agua potable permitirá disponer de un adecuado servicio abastecimiento de este recurso en la comunidad de Santo Tomas, distrito de San Pablo, Mariscal Ramón Castilla, Loreto 2022.	Grado de deterioro	Método Hirner	0.10 - 0.60
				Método Parson	0.25 - 2.00
Específicos.	Específicos.		Independiente		
¿El grado de deterioro a medir en el sistema de agua potable permitirá disponer de un adecuado plan de rehabilitación y/o renovación en la comunidad de Santo Tomas, distrito de San Pablo, Mariscal Ramón Castilla, ¿Loreto 2022?	Disponer de un adecuado método para la medición del grado de deterioro permitirá definir el plan de rehabilitación y/o renovación del sistema de agua potable en la comunidad de Santo Tomas, distrito de San Pablo, Mariscal Ramón Castilla, Loreto 2022.		Rehabilitación del sistema de agua potable.	N° de viviendas	Viviendas > 100
¿El tipo de diseño a emplear en el sistema de agua potable permitirá disponer de un adecuado servicio en la comunidad de Santo Tomas, distrito de San Pablo, Mariscal Ramón Castilla, ¿Loreto 2022?	Disponer de un adecuado servicio de agua potable a través de un eficiente diseño del sistema en la comunidad de Santo Tomas, distrito de San Pablo, Mariscal Ramón Castilla, Loreto 2022.	N° de hab/vivienda		4.00 – 5.00 hab/vivienda	



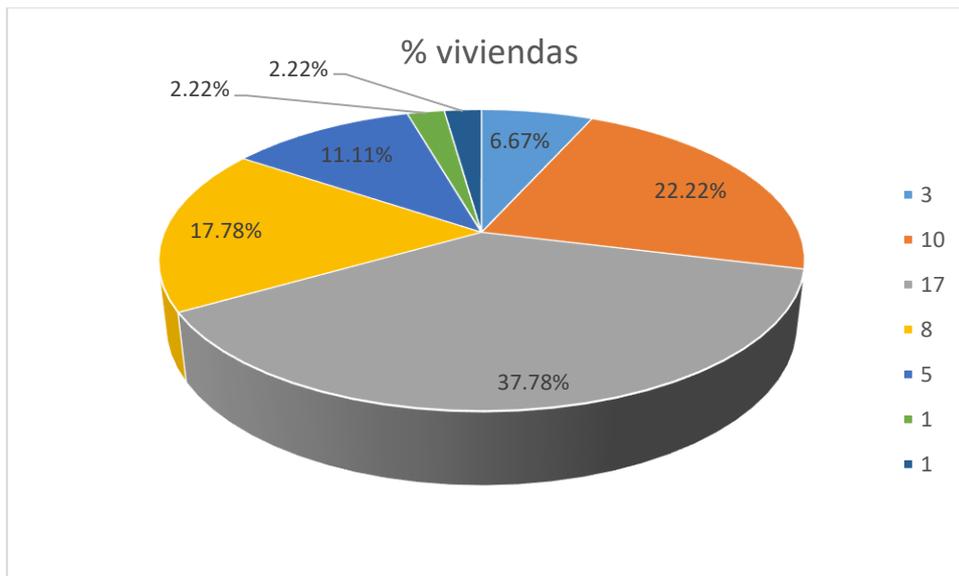
6.3. Cálculos realizados.

Vivienda	Roturas por Km
1	3
2	5
3	4
4	6
5	4
6	3
7	3
8	2
9	5
10	7
11	4
12	2
13	6
14	3
15	4
16	4
17	3
18	4
19	4
20	4
21	3
22	4
23	5
24	5
25	4
26	3
27	4
28	4
29	5
30	6
31	5
32	6
33	4
34	3
35	4
36	2
37	3
38	5
39	4
40	4



41	6
42	8
43	4
44	5
45	3
Promedio	4.2

Roturas/km/año	N° viviendas	%
2	3	6.67%
3	10	22.22%
4	17	37.78%
5	8	17.78%
6	5	11.11%
7	1	2.22%
8	1	2.22%
Total	45	100.00%





Estadístico	Valor
Media	4.2
Error típico	0.1923
Mediana	4
Moda	4
Desviación estándar	1.2898
Varianza de la muestra	1.6636
Curtosis	0.7068
Coficiente de asimetría	0.6730
Rango	6
Mínimo	2
Máximo	8
Suma	189
Cuenta	45
Coficiente de variación	30.71%



ITEM	DESCRIPCION	N° Veces	DIMENSIONES			PARCIAL	TOTAL	UND
			LARGO	ANCHO	ALTO			
01.00.00	PLANTA DE TRATAMIENTO							
01.01.00	OBRAS PROVISIONALES							
01.01.01	Cartel de Obra (Gigantografía)	1.00					1.00	Und
01.01.02	Transporte de Materiales, Equipos y Herramientas	1.00					1.00	Ton
01.01.03	Almacen de Obra	2.00					2.00	mes
01.02.00	TRABAJOS PRELIMINARES							
01.02.01	Limpieza de terreno	1.00	24.00	20.00		480.00	480.00	m2
01.02.02	Trazo nivel y replanteo	1.00	22.50	18.50		416.25	416.25	m2
01.03.00	MURO PERIMETRICO							
01.03.01	Muro de Ladrillo pandereta (0.10x0.15x0.24) amarre de canto	1.00	74.34	3.00		223.01	223.01	m2
01.03.02	Mortero para Zapata Z1 de 1.00 x 1.00 m.	1.00					14.50	M3
01.03.03	Mortero para Cimiento Corrido 0.30 x 0.40 m. 1:8	1.00	75.50	0.30	0.40		9.06	m3
01.03.04	Mortero para sobrecimiento 0.30 x 0.15 m. 1:6	1.00	75.50	0.25	0.15		2.83	m3
01.03.05	Columna de mortero armado 0.25 x 0.25 x 3.00 m. 1:4	18.00	0.25	0.25	3.00		3.38	m3
01.04.00	VARIOS							
01.04.01	Gravilla para filtro	1.00	7.50	10.00	0.30		22.50	m3
01.04.02	Cielo raso	1.00	10.00	10.00			100.00	m2
01.04.03	Pintura Cielo raso	1.00	10.00	15.00			150.00	m2
01.04.04	Pintura en muros de caseta de bombeo y dosificacion	4.00	10.00	10.00			400.00	m2
01.04.05	Pintura en Tanque Elevado	2.00	7.00	7.00			98.00	m2
01.04.06	Kit de panel solar	1.00					1.00	Und
01.04.07	Refaccion de ponton	1.00					1.00	Und
01.04.08	Manguera flexible de 2" incluye abrazaderas	60.00					60.00	m
01.04.09	Tuberia de fierro galvanizado de 2" incluye accesorios	25.00					25.00	m
02.00.00	RED DE DISTRIBUCION							
02.01.00	TRABAJOS PRELIMINARES							
02.01.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	1.00	671.73	0.70		470.21	470.21	m2
02.01.02	TRAZO, NIVEL Y REPLANTEO	1.00	671.73	0.70		470.21	470.21	m2
02.02.00	MOVIMIENTO DE TIERRAS							
02.02.01	EXCAVACION DE ZANJAS PARA TUBERIA	1.00	671.73	0.60	1.00	403.04	403.04	m3
02.02.02	REFINE Y NIVELACION DE FONDO DE ZANJA	1.00	671.73	0.60		403.04	403.04	m2
02.02.03	CAMA DE ARENA 0.10 m.	1.00	671.73	0.10		67.17	67.17	m2
02.02.04	RELLENO CON MATERIAL PROPIO	1.00	671.73	0.60	0.60	241.82	241.82	m3
02.02.05	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	1.00	671.73	0.60	0.20	80.61	80.61	m3
02.03.00	INSTALACION DE TUBERIAS Y ACCESORIOS							
02.03.01	Conexiones domicialiaras	45.00					45.00	und
02.03.02	Tubería PVC-UF Ø 90mm, CLASE 7.5 ISO-4422	1.00	204.97				204.97	ml
02.03.03	Tubería PVC-UF Ø 63mm, CLASE 7.5 ISO-4422	1.00	516.76				516.76	ml
02.03.04	Tee de 3" con reduccion a 2" de PVC	1.00					4.00	Und
02.03.05	Codo 3" de PVC	1.00					1.00	Und
02.03.06	Codo 2" de PVC	1.00					3.00	Und
02.03.07	Válvula de compuerta	1.00					4.00	Und
02.03.08	Union Corrediza 2" de PVC	1.00					6.00	Und



Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	PLANTA DE TRATAMIENTO				272,247.58
01.01	OBRAS PROVISIONALES				4,005.96
01.01.01	CARTEL DE OBRA de 2.70m x 3.60m (Gigantografía)	und	1.00	805.96	805.96
01.01.02	TRANPORTE DE MATERIALES	ton	1.00	1,200.00	1,200.00
01.01.03	ALMACEN DE OBRA	mes	2.00	1,000.00	2,000.00
01.02	OBRAS PRELIMINARES				10,780.50
01.02.01	LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL	m2	480.00	3.52	1,689.60
01.02.02	TRAZO Y REPLANTEO	m2	416.25	21.84	9,090.90
01.03	MURO PERIMETRICO				27,574.53
01.03.01	MURO DE LADRILLO PANDERETA (0.10x0.12x0.24) AMARRE CANTO MORTERO 1:5 JUNTA 1.5 cm.	m2	223.00	50.35	11,228.05
01.03.02	CONCRETO ZAPATAS fc=210 kg/cm2	m3	14.50	601.18	8,717.11
01.03.03	Mortero para Cimiento Corrido 0.30 x 0.40 m. 1:8	m3	9.06	443.89	4,021.64
01.03.04	MORTERO PARA SOBRECIMIENTO 1:6	m3	2.83	539.03	1,525.45
01.03.05	COLUMNA DE MORTERO ARMADO 1:4	m3	3.38	616.06	2,082.28
01.04	VARIOS				229,886.59
01.04.01	GRAVILLA PARA FILTRO	m3	22.50	6,403.52	144,079.20
01.04.02	CIELO RASO	m2	100.00	66.47	6,647.00
01.04.03	PINTURA CIELO RASO	m2	150.00	12.63	1,894.50
01.04.04	PINTURA EN CASETA DE BOMBEO Y DOSIFICACION	m2	400.00	11.73	4,692.00
01.04.05	PINTURA EN TANQUE ELEVADO	m2	98.00	71.73	7,029.54
01.04.06	KIT DE PANEL SOLAR	und	1.00	47,500.00	47,500.00
01.04.07	REFACCION DE PONTON	glb	1.00	10,000.00	10,000.00
01.04.08	MANGUERA FLEXIBLE DE 2" incluye abrazaderas	m	60.00	113.76	6,825.60
01.04.09	TUBERIA DE FIERRO GALVANIZADO DE 2" incluye accesorios	m	25.00	48.75	1,218.75
02	RED DE DISTRIBUCION				41,807.38
02.01	OBRAS PRELIMINARES				11,924.53
02.01.01	LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL	m2	470.21	3.52	1,655.14
02.01.02	TRAZO Y REPLANTEO	m2	470.21	21.84	10,269.39
02.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				13,452.53
02.02.01	EXCAVACION DE ZANJA PARA TUBERIA	m3	403.04	27.62	11,131.96
02.02.02	REFINE Y NIVELACION DE FONDE DE ZANJA	m2	403.04	1.15	463.50
02.02.03	CAMA DE ARENA	m2	67.17	1.15	77.25
02.02.04	RELLENO CON MATERIAL PROPIO	m3	241.82	5.52	1,334.85
02.02.05	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	80.61	5.52	444.97
02.03	INSTALACION DE TUBERIAS Y ACCESORIOS				16,430.32
02.03.01	CONEXIONES DOMICILIARIAS	und	45.00	117.76	5,299.20
02.03.02	TUBERIA PVC-UF Ø 90mm, CLASE 7.5 ISO-4422	m	204.97	14.76	3,025.36
02.03.03	TUBERIA PVC-UF Ø 63mm, CLASE 7.5 ISO-4422	m	516.76	14.16	7,317.32
02.03.04	TEE DE 3" con reduccion a 2" de PVC	und	4.00	18.33	73.32
02.03.05	CODO DE 3" de PVC	und	1.00	14.33	14.33
02.03.06	CODO DE 2" de PVC	und	3.00	12.33	36.99
02.03.07	VALVULA COMPUERTA	und	4.00	84.38	337.52
02.03.08	UNION CORREDIZA 2" de PVC	und	6.00	54.38	326.28
	COSTO DIRECTO				314,054.96
	GASTOS ADMINISTRATIVOS				45,818.94
	SUB TOTAL				359,873.90
	SUPERVISION				25,124.40
	IGV (18%)				56,529.89
	PRESUPUESTO TOTAL				441,528.19

6.4. PANEL FOTOGRAFICO



FOTO: Tubería de conexiones domiciliarias deterioradas.



Universidad Científica del Perú - UCP

Registrado en el Asiento N° A00010 de la Partida N° 11000318, Personas Jurídicas de Iquitos,
Superintendencia de los Registros Públicos - SUNARP



FOTO: Tuberías de conexiones domiciliarias en mal estado.



FOTO: Tuberías de conexión domiciliaria colmatadas.



FOTO: Tuberías rotas y obstruidas.



Universidad Científica del Perú - UCP
Registrado en el Asiento N° A00010 de la Partida N° 11000318, Personas Jurídicas de Iquitos,
Superintendencia de los Registros Públicos - SUNARP



FOTO: Tuberías de distribución expuestas.



Universidad Científica del Perú - UCP

Registrado en el Asiento N° A00010 de la Partida N° 11000318, Personas Jurídicas de Iquitos,
Superintendencia de los Registros Públicos - SUNARP



FOTOS: Válvulas expuestas.