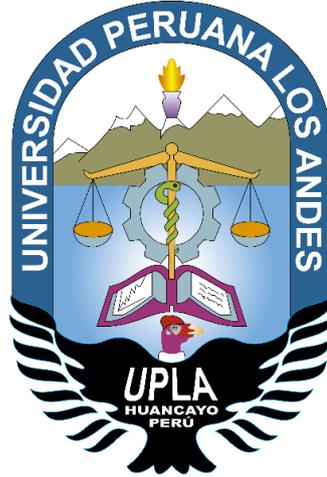


UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**TUBERIA POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD EN
COMPARACION AL POLICLORURO DE VINILO
PARA UN SISTEMA DE BOMBEO**

PRESENTADO POR:

Bach. HERMOSA ALTEZ Cesar Arturo

Línea de Investigación Institucional:

Salud y Gestión de Salud

Línea de Investigación de la Escuela Profesional:

Hidráulica y Medio Ambiente

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

HUANCAYO – PERU

2019

M Sc. Tíber Joel Cano Camayo
ASESOR METODOLOGICO

Ing. Carlos Flores Espinoza
ASESOR TEMATICO

DEDICATORIA

A mis padres, hermanos y esposa, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí.

HOJA DE CONFORMIDAD DE MIEMBROS DEL JURADO

Dr. Casio Aurelio Torres López
Presidente

Ing. Rando Porras Olarte
Jurado revisor

Ing. Vladimir Ordoñez Camposano
Jurado revisor

Ing. Justo Claudio Rodas Romero
Jurado revisor

Mg. Miguel Ángel, Carlos Canales
Secretario docente

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA	i
Hoja conteniendo el nombre de los asesores	ii
Dedicatoria	iii
Hoja de conformidad de jurados	iv
Índice de contenidos	v
Índice de tablas	vii
Índice de figuras	x
Acrónimos	xi
Resumen	xii
Abstract	xiii
Introducción	xiv
CAPÍTULO I	
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	16
1.1. Planteamiento del problema	16
1.2. Formulación del problema general	17
1.2.1. Problema general	17
1.2.2. Problemas específicos	17
1.3. Justificación	18
1.3.1. Social o práctica	18
1.3.2. Metodológica	19
1.4. Delimitaciones	19
1.4.1. Espacial	19
1.4.2. Temporal	19
1.4.3. Económica	19
1.5. Limitaciones	20
1.5.1. Tecnológicas	20
1.5.2. Económicas	20
1.6. Objetivos	20
1.6.1. Objetivo general	20
1.6.2. Objetivos específicos	20
CAPITULO II	

MARCO TEÓRICO	21
2.1. Descripción del área de estudio	21
2.1.1. Descripción	21
2.1.2. Ubicación	21
2.1.3. Descripción	23
2.2. Antecedentes	24
2.3. Marco conceptual	25
2.3.1. Sistema de captación	25
2.3.2. Sistema de bombeo	29
2.3.3. Línea de impulsión	31
2.3.4. Tubería PVC	33
2.3.5. Tuberías HDPE	38
2.3.6. Reservorio de agua	44
2.4. Normatividad	44
2.5. Definición de términos	46
2.6. Hipótesis	47
2.6.1. Hipótesis general	47
2.6.2. Hipótesis específicas	47
2.7. Variables	48
2.7.1. Variable independiente	48
2.7.2. Variable dependiente	48
CAPITULO III	
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	51
3.1. Método de investigación	51
3.2. Tipo de investigación	51
3.3. Nivel de investigación	51
3.4. Diseño de la investigación	52
3.5. Población y muestra	53
3.6. Técnicas de recopilación de datos	53
3.7. Materiales y recursos	56
3.8. Procedimiento de la investigación	57
3.8.1. Etapa de preparación de pre campo	57
3.8.2. Etapa de campo	58

3.8.3. Etapa de gabinete	65
CAPITULO IV	
RESULTADOS	74
4.1. Resultados específicos	74
4.2. Resultado general	109
CAPÍTULO V	
DISCUSIÓN DE RESULTADOS	111
5.1. Discusiones específicas	111
5.2. Discusión general	114
CONCLUSIONES	115
RECOMENDACIONES	117
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	118
ANEXOS	120

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Propiedades materiales empleados.	38
Tabla 2. Operacionalización de variables.	48
Tabla 3. Costo de recursos.	56
Tabla 4. Rutas de acceso a Rosario.	60
Tabla 5. Proyección de la población.	67
Tabla 6. Proyección de la demanda de agua potable.	69
Tabla 7. Velocidades mínimas y máximas permisibles en tuberías.	69
Tabla 8. Tabla de cálculo para tubería HDPE.	70
Tabla 9. Tabla de cálculo para tubería PVC.	71
Tabla 10. Hoja de metrado para el sistema de línea de impulsión.	73
Tabla 11. Hoja de presupuesto para el sistema de línea de impulsión.	73
Tabla 12. Número de Viviendas Actuales y Total de C.P Tiwinza -Don Alberto-Sta Constanza-Belen y el Ahorcado.	76
Tabla 13. Población Actual de Tiwinza-Don Alberto-Sta Constanza-Belen y el Ahorcado.	76
Tabla 14. Periodo de diseño en función de la población.	77
Tabla 15. Periodo de Diseño en Función de los Componentes.	77
Tabla 16. Cálculo de proyección de la población.	80
Tabla 17. Proyección de la demanda de agua potable.	81
Tabla 18. Resumen de los cálculos de línea de Impulsión con tubería HDPE.	92
Tabla 19. Cálculo de tubería polietileno de alta densidad (HDPE).	92
Tabla 20. Características del tanque para tubería HDPE.	92
Tabla 21. Características de la bomba para tubería HDPE.	93
Tabla 22. Cuadro comparativo de características y operación de la bomba 1 con HDPE.	93
Tabla 23. Cuadro comparativo de características y operación de la bomba 2 con HDPE.	93
Tabla 24. Cuadro comparativo de características y operación de la bomba 3 con HDPE.	94

Tabla 25. Resumen de los cálculos de línea de Impulsión.	101
Tabla 26. Cálculo de tubería policloruro de vinilo (PVC).	101
Tabla 27. Características del tanque para tubería PVC.	102
Tabla 28. Características de la bomba para tubería PVC.	102
Tabla 29. Cuadro comparativo de característica y operación de la bomba 1 con PVC.	102
Tabla 30. Cuadro comparativo de característica y operación de la bomba 2 con PVC.	103
Tabla 31. Cuadro comparativo de característica y operación de la bomba 3 con PVC.	103
Tabla 32. Cuadro para el perfil hidráulico.	103
Tabla 33. Costos de las tuberías de HDPE Y PVC.	109
Tabla 34. Resumen de resultados de las tuberías HDPE y PVC .	110

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de Huancavelica en el Perú.	21
Figura 2. Ubicación del distrito de Rosario en Acobamba.	21
Figura 3. Mapa geofísico del distrito de Rosario en Acobamba – Huancavelica.	59
Figura 4. Mapa de rutas para llegar a la zona del proyecto en Lecclespampa.	61
Figura 5. Línea de gradiente hidráulico para el sistema de bombeo.	72
Figura 6. Levantamiento topográfico general.	75
Figura 7. Resumen de cálculo de la población futura del proyecto.	79
Figura 8. Toma de agua Putacca arriba.	83
Figura 9. Toma de agua Putacca abajo.	83
Figura 10. Diagrama del cálculo del tramo de bombeo con tubería HDPE.	86
Figura 11. Diagrama de línea de gradiente hidráulica.	94
Figura 12. Diagrama del cálculo del tramo de bombeo con tubería PVC.	95
Figura 13. Perfil hidráulico de tubería PVC.	104

ACRÓNIMOS

- **ASTM** : Sociedad americana para pruebas y materiales
- **HDPE** : Polietileno de alta densidad
- **PEAD** : Polietileno de alta densidad
- **PTAP** : Planta de tratamiento de agua potable
- **PVC** : Policloruro de vinilo
- **UTM** : Sistema de coordenadas universal transversal de Mercator
- **VCM** : Monómetro de monitoreo de cloruro de vinilo
- **XGD** : Coordenada X
- **YGD** : Coordenada Y

RESUMEN

La presente investigación respondió al problema general: ¿Cuáles son los resultados de la evaluación de Tubería Polietileno de Alta Densidad en comparación al de Policloruro de Vinilo para un sistema de bombeo?, tuvo como objetivo general: Evaluar la tubería de Polietileno de Alta Densidad en comparación al de Policloruro de Vinilo para un sistema de bombeo; la hipótesis general que se verificó fue: El resultado de la evaluación comparativa de tubería de Polietileno de Alta Densidad es más eficiente frente a la de Policloruro de Vinilo para un sistema de bombeo.

El método de investigación fue el científico, el tipo de investigación fue la aplicada, de nivel descriptivo comparativo, con un diseño cuasi experimental, la población son las líneas de impulsión del proyecto con una longitud de 680 m. en el centro poblado de Lecclespampa en el distrito de Rosario de la provincia de Acobamba de la región Huancavelica, no se utilizó el muestreo si no el censo.

Se llegó a la conclusión de que el sistema de bombeo con una línea de impulsión con tuberías de Polietileno de Alta Densidad es más eficiente técnicamente que el de tuberías Policloruro de Vinilo, sin embargo, también se concluyó en que el costo del proyecto de la línea de impulsión de 680 m. empleando tuberías de Polietileno de Alta Densidad (HDPE) es mayor en comparación al de la tubería de Policloruro de Vinilo (PVC).

Palabras clave: Línea de Impulsión, Tubería de polietileno de alta densidad (HDPE), tubería de policloruro de vinilo (PVC)

ABSTRAC

The present investigation responded to the general problem: What are the results of the evaluation of High Density Polyethylene Pipe in comparison to that of Vinyl Polychloride for a pumping system? It had as a general objective: To evaluate the High Density Polyethylene pipe in comparison to polyvinylchloride for a pumping system; The general hypothesis that was verified was: The result of the comparative evaluation of High Density Polyethylene pipe is more efficient compared to that of Vinyl Polychloride for a pumping system.

The research method was the scientific one, the type of research was the one applied, of comparative descriptive level, with a quasi-experimental design, the population is the project's drive lines with a length of 680 m. In the town center of Lecclespampa in the district of Rosario of the province of Acobamba of the Huancavelica region, sampling was not used but the census.

It was concluded that the pumping system with a discharge line with High Density Polyethylene pipes is more technically efficient than that of polyvinyl chloride pipes, however it was also concluded that the project cost of the 680 m drive. using High Density Polyethylene (HDPE) pipes is higher compared to the polyvinyl chloride (PVC) pipe.

Keywords: Drive Line, High Density Polyethylene Pipe (HDPE), Polyvinylchloride Vinyl Pipe (PVC)

INTRODUCCION

Señores miembros del Jurado, presento ante ustedes el trabajo de investigación titulado “tubería polietileno de alta densidad en comparación al policloruro de vinilo para un sistema de bombeo”, con la intención de realizar la evaluación del comportamiento de la tubería de polietileno HDPE en comparación a la de PVC en el diseño de una línea de impulsión para el centro poblado de Lecclespampa en el distrito de Rosario en la provincia de Acobamba en la región Huancavelica.

La presente investigación surge a partir de la observación de que la comunidad de Lecclespampa carece de una red de suministro de agua, debido fundamentalmente a que la población se encuentra ubicada en una zona elevada en referencia a la fuente de agua, por lo que se requiere de un sistema de bombeo con línea de impulsión para poder trasladar el líquido elemento hacia la población, por ello se realiza una comparación entre el uso de la tubería HDPE y la de PVC para proponer cuál de ellas es más eficiente.

La presente investigación consta de cinco capítulos, que son:

Capítulo I, desarrolla el planteamiento del problema, su formulación, estableciendo el problema general y los específicos, presenta la justificación tanto social como metodológica, presenta las delimitaciones, limitaciones y objetivo general y objetivos específicos.

Capítulo II, desarrolla la descripción del área de estudio, menciona los antecedentes encontrados, establece un marco conceptual, menciona la normatividad y define términos básicos y se plantea la hipótesis de investigación.

Capítulo III, se presenta el método de investigación, nivel y tipo de investigación, determina el diseño de investigación, población y muestra de investigación, menciona las técnicas de recopilación de datos, materiales y recursos empleados y explica el procedimiento de investigación en 3 etapas: preparación, campo y gabinete.

Capítulo IV, se sustenta pormenorizadamente los resultados específicos y generales.

Capítulo V, Se presentan la discusión de resultados específicos y generales.

Además, se resume las conclusiones obtenidas, se expresan recomendaciones, se presentan referencias bibliográficas y se muestran los anexos que respaldan la investigación.

Bach. César Arturo Hermosa Altez

CAPITULO I

PLANTAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del problema

La ingeniería civil incluye una rama tradicional que es la Ingeniería Hidráulica que se ocupa de la proyección, diseñar sistemas de abastecimiento de agua potable y la ejecución de obras relacionadas con el agua, sea por uso, como en la obtención de energía hidráulica, la irrigación, potabilización, canalización, u otras, sea para la construcción de estructuras en mares, ríos, lagos o entornos similares. Tiene como objeto elevar la presión del fluido térmico para vencer la presencia que opondrá el circuito a su circulación. Confirmar la presencia del agua teniendo en consideración el volumen que se tendrá.

“Actualmente con el crecimiento de la población en zonas rurales, se ha hecho más necesario el abastecimiento de los poblados con el líquido elemento a fin de cubrir sus necesidades de agua y evitar enfermedades de diversas índoles”.

“Para poblaciones que se encuentran en partes altas, alejadas de fuentes de agua que por gravedad pudieran dotar del líquido elemento, es cada vez más frecuente utilizar sistemas de abastecimiento que se realicen por bombeo desde fuentes de agua más bajos a través de líneas de impulsión, lo cual garantiza el abastecimiento adecuado de acuerdo a las necesidades de la población”.

“El sistema por bombeo con línea de impulsión, es el tramo de una tubería que conduce agua desde la estación de bombeo hasta el reservorio del

nivel de carga estática, representa la carga máxima a la que pueda estar sometida una tubería al agua cuando se interrumpe bruscamente el fluido. La comunidad de Lecclespampa en el distrito de rosario en la provincia de Acobamba en el departamento de Huancavelica, carece de agua potable al encontrarse en una zona más alta que las fuentes cercanas de agua, como efecto los pobladores deben trasladar el agua hacia sus casas en bidones, lo cual no es suficiente para su consumo y siendo insuficiente para otras acciones de las cuales se requiere el agua, por lo que es prioritario que en esta comunidad se instale un sistema de bombeo por línea de impulsión desde un riachuelo cercano a la comunidad”.

“Debe determinarse si es que este sistema de bombeo se realizaría con tubería Policloruro de Vinilo o Polietileno de Alta Densidad, escogiéndose la mejor opción funcional a fin de dar solución a la carencia de agua en la comunidad”.

1.2. Formulación del problema general.

1.2.1. Problema general

¿Cuáles son los resultados de la evaluación de Tubería Polietileno de Alta Densidad en comparación al de Policloruro de Vinilo para un sistema de bombeo?

1.2.2. Problemas específicos

- a) ¿Cuáles son las características hidrológicas del centro poblado Lecclespampa en Huancavelica?
- b) ¿Cómo son los diseños de bombeo con una línea de impulsión con tuberías de Polietileno de Alta Densidad en comparación de la tubería de Policloruro de Vinilo?

- c) ¿Cuáles son los costos del sistema de bombeo con una línea de impulsión con tuberías de Polietileno de Alta Densidad en comparación al de Policloruro de Vinilo?

1.3. Justificación

1.3.1. Social o práctica

Con esta investigación se realiza a fin de disminuir la tasa de enfermedades, “gastrointestinales y de la piel que aquejan a los pobladores de Lecclespampa del distrito de Rosario e la provincia de Acobamba en la región Huancavelica, a causa de la carencia de agua potable en la localidad”.

Se pretende hacer una comparación entre el costo beneficio de realizar un sistema de bombeo con una línea de impulsión con tubos de Polietileno de Alta Densidad con el de tubos Policloruro de Vinilo a fin de definir la mejor propuesta de uso.

“Las tuberías de policloruro de vinilo (P.V.C.) para conducción de agua se usan desde hace aproximadamente 60 años, últimamente se vienen usando para este fin las tuberías de polietileno de alta densidad (HDPE) la última es más liviana y de más fácil instalación, la novedad que presenta este trabajo es el comparar su viabilidad de acuerdo a la resistencia de presión de agua, a fin de tener un criterio válido para instalaciones de saneamiento básico”.

1.3.2. Metodológica

Se elaborarán los cálculos de soporte de presión, “haciendo uso de la línea de impulsión con tubos de Polietileno de Alta Densidad y Policloruro de Vinilo, identificando el presupuesto de cada propuesta, así como las ventajas en cada una ellas, a fin de que en situaciones similares se pueda hacer uso directo de la propuesta que al final de la investigación resulte mejor en costo beneficio”.

1.4. Delimitaciones

1.4.1. Espacial

El presente estudio se desarrollará en el centro poblado de Lecclespampa, distrito de Rosario, provincia de Acobamba, en el departamento y región de Huancavelica.

El centro poblado de Lecclespampa se encuentra ubicado a 3 537 metros sobre el nivel del mar sus coordenadas son:

- Coordenadas en X (XGD): - 74.63958102000
- Coordenadas en Y (YGD): -12.77156517000

Su código de ubicación geográfica (Ubigeo) es 90208

1.4.2. Temporal

El presente estudio de investigación se ha realizado desde el mes de mayo hasta el mes de agosto del 2019.

1.4.3. Económica

El presente estudio se realizó sin financiamiento externo, limitado únicamente a recursos propios de investigador.

1.5. Limitaciones

1.5.1. Tecnológicas

La investigación requería del uso del programa WaterCAD CONNECT Edición, por lo que se contrató a un experto en su manejo.

1.5.2. Económicas

Los costos del estudio de la calidad de agua para el consumo humano son muy altos, por lo que no se realizaron.

1.6. Objetivos

1.6.1. Objetivo general

Evaluar la tubería de Polietileno de Alta Densidad en comparación al de Policloruro de Vinilo para un sistema de bombeo, centro poblado de Lecclespampa, Huancavelica.

1.6.2. Objetivos específicos

- a) Evaluar las características hidrográficas e hidrológicas del centro poblado Lecclespampa en Huancavelica
- b) Diseñar un sistema de bombeo con una línea de impulsión con tuberías de Polietileno de Alta Densidad en comparación al de tuberías Policloruro de Vinilo
- c) Determinar el mejor costo para un sistema de bombeo con una línea de impulsión con tuberías de Polietileno de Alta Densidad en Comparación al de Policloruro de Vinilo.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1. Descripción del área de estudio

2.1.1. Descripción

La población beneficiaria perteneciente al área de estudio, está conformada por el centro poblado Lecclespampa, “el cual se encuentran ubicado en el distrito de Rosario. Esta localidad cuenta con un sistema de abastecimiento de agua potable en mal estado y antiguo, en cuanto al agua consumen directamente de una captación ubicada en el lugar denominado Putaca cercano a la población, mientras que en alcantarillado algunas familias cuentan con silos y otros al aire libre”.

2.1.2. Ubicación

El Centro Poblado Lecclespampa se encuentra ubicado en el distrito de Rosario el cual está ubicado en la provincia de Acobamba y departamento de Huancavelica,

Departamento : Huancavelica
Provincia de : Acobamba
Distrito : Rosario
Centro Poblado : Chanquil - Lecclespampa
Sector Lecclespampa

A una altitud promedio de 3,537 m.s.n.m., con coordenadas XGD: -74.63958102000, y YGD: -12.77156517000

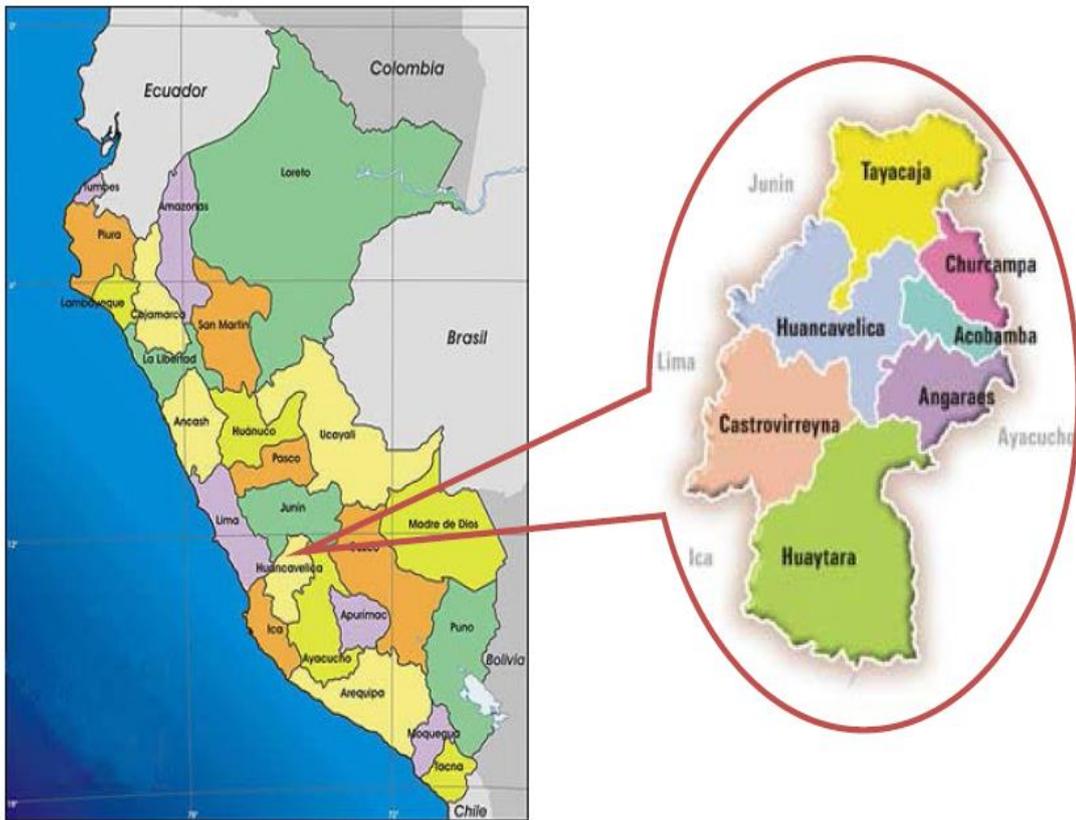


Figura 1. Ubicación de Huancavelica en el Perú

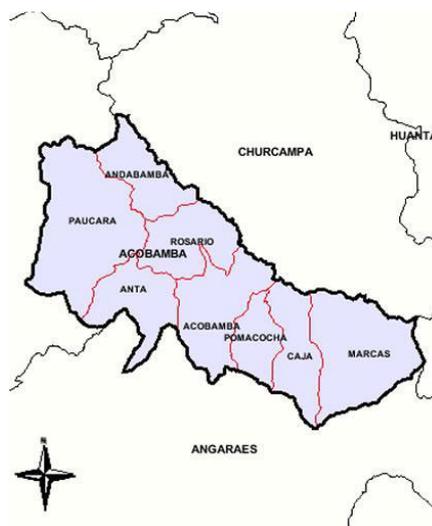


Figura 2. Ubicación del Distrito de Rosario en Acobamba

2.1.3. Descripción

Clima

El Clima del distrito presenta características típicas de las zonas alto andinas, presentando variaciones según su localización geográfica, altitud, topografía y época del año, variando de semi húmedo a semi frío y siendo las noches más frías, “existiendo una marcada diferencia entre la exposición al sol y a la sombra, El clima varía de acuerdo a las estaciones del año y a la altitud, por lo general es templado entre los 3,200 msnm a 3,500 msnm y frío en las punas. La temperatura promedio anual es de 10.3 °C, con una máxima de 20 °C y una mínima de 2 °C. Presenta un aire seco por la escasa humedad, existe también épocas de intensas heladas, precipitaciones intensas durante los meses de verano. Las precipitaciones anuales fluctúan entre 594 a 829 mm., siendo el promedio anual de 712 mm. Las lluvias empiezan en el mes de Setiembre-octubre y son intensas entre los meses de enero y febrero alcanzando su plenitud en el mes de Marzo; la humedad relativa oscila entre 20 y 60 %”.

“El clima de la localidad de Lecclespampa, como el de la mayor parte de los Andes Peruanos, está caracterizado por la alternancia estacional y que están controlados por la topografía y la altitud con dos periodos bien marcados”:

- Periodo de intenso frío (Mayo – Agosto)
- Periodo de precipitaciones continuas (Diciembre – Marzo)

Topografía

“El área de estudio posee una topografía heterogénea y accidentada con pendientes muy fuertes, en la parte alta y moderada en el centro de la ciudad”.

2.2. Antecedentes

Internacionales:

Cutzal (2007), “en su trabajo de investigación *Diseño del Sistema de Agua Potable por Bombeo para la Colonia Romec y Diseño del Instituto de San José Chacayá, Sololá*, presentado ante la Universidad de San Carlos de Guatemala, entre sus conclusiones planteó que “en el análisis y diseño de una estructura, se deben considerar criterios de funcionalidad, seguridad, economía y comodidad, para garantizarle a los usuarios que la edificación va a proveerles el máximo beneficio en cuanto a su uso” (p.137). En su proyecto Cutzal hace uso de tuberías de PVC de 160, 250 y 315 psi.

Nacionales:

Prudencio (2015): En su trabajo de investigación *Modelo de Simulación de Líneas de Conducción e Impulsión del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable de la Ciudad de Cerro de Pasco*, presentado en Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión de Cerro de Pasco en el Perú, para optar el título Profesional de Ingeniero Civil, Planteó como objetivo: “Simular la línea de conducción e impulsión para mejorar el abastecimiento de agua potable de la ciudad de Cerro de Pasco”, La investigación fue de tipo explicativo, careciendo de hipótesis, entre sus conclusiones plantea que “las tuberías de PVC propuesta en el diseño son más económicas y nos ofrecen menos perdidas de carga por fricción y así poder obtener mayor altura piezométrica en la planta tratamiento y poder abastecer a nuestra población a mejor costo de operación”

Illán (2017), En su trabajo de investigación *Evaluación y mejoramiento del sistema de agua potable del Asentamiento Humano Héroes del Cenepa, Distrito de Buenavista Alta, Provincia de Casma, Ancash – 2017*, presentado ante la Universidad César Vallejo en el Perú, para obtener el

título profesional de Ingeniero Civil, planteó el objetivo general “Evaluar el sistema de agua potable del Asentamiento Humano Héroes del Cenepa Distrito de Buenavista Alta, Provincia de Casma – Ancash, 2017” (p. 33), realizando una investigación de tipo descriptiva, considerando entre sus conclusiones que “la red de distribución es uno de los componentes del sistema que no cumple los parámetros del reglamento, primero presenta diámetro de 2 plg. y como segundo que las presiones dinámicas en los 41 nudos es de 1 m H₂O presión mínima y 9 m H₂O presión máxima. Según el RNE-OS.050, las presiones deben estar entre 10 a 50 m H₂O y de diámetro mínimo de 75mm.”

Olivari y Castro (2008), en su trabajo de investigación *Diseño del Sistema de Abastecimiento de Agua y Alcantarillado del Centro Poblado Cruz de Médano-Lambayeque*, presentado ante la Universidad Ricardo Palma del Perú, a fin de obtener el título de Ingenieros Civiles, presentaron dos alternativas de diseños, una con una captación subterránea, línea de impulsión, tanque elevado y red de distribución; y una segunda alternativa con la perforación de dos pozos tubulares, línea de impulsión, tanques elevados y red de distribución; ambas propuestas con tubería PVC. Entre sus conclusiones se encuentra que “según el estudio de prospección que se realizó en la zona, se determinó que la fuente más apropiada sea la del pozo tubulares ya que ofrece las condiciones de cantidad y calidad adecuadas”.

2.3. Marco conceptual

2.3.1. Sistema de captación

“El sistema de captación de agua viene a ser un conjunto de estructuras necesarias para obtener el agua de una fuente de abastecimiento, estos sistemas de captación son diversos y dependen del tipo de fuente del cual se quiere extraer el agua”. (CIPAF, 2011)

“Para el Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico para la Pequeña Agricultura Familiar de Argentina-CIPAF (2011, p.43), cuando se trata de los manantiales de ladera, debe considerarse si la fuente es un afloramiento difuso o concentrado; y en los pequeños cursos de agua o quebrada debe considerarse la pendiente y el material del lecho del curso”. “Se debe tener en cuenta que es preferible diseñar un sistema que funcione por gravedad, caso contrario “será necesario recurrir a tecnologías de bombeo que permitan elevar el agua hasta un determinado nivel por encima de la zona de uso” (CIPAF, 2011)

“La o las fuentes de abastecimiento seleccionadas deben ser capaces de proporcionar el gasto máximo diario requerido por la población, utilizando las aguas superficiales o subterráneas según sea el caso, previo análisis físico, químico y bacteriológico para asegurar su calidad y poder seleccionar adecuadamente el material de la tubería”. (CIPAF, 2011)

“Con la finalidad de diseñar un buen sistema de abastecimiento de agua, es requisito indispensable determinar las características y necesidades inmediatas y futuras de la localidad, para que la o las fuentes seleccionadas proporcionen el agua necesaria para cada una de las etapas constructivas sin que pueda existir reducción del abastecimiento por sequía u otra causa, también será necesario realizar un levantamiento topográfico de detalle de la zona de la fuente de abastecimiento, para elaborar el mejor diseño”. (CIPAF, 2011)

Captación en Aguas Superficiales

“En este tipo de captación, es necesario localizar una corriente de agua con un escurrimiento permanente con el fin de garantizar el servicio durante todo el año y con ello determinar la utilización de las obras de captación apropiadas”. (CIPAF, 2011)

“Los elementos que integran una obra de captación de este tipo son”:

- Dispositivos de toma “orificios, tubos”.
- Dispositivos de control “compuertas, válvulas de seccionamiento”.

- Dispositivos de limpia “rejillas, cámaras de decantación”.
- Dispositivos de control de excedencias “vertedores”.
- Dispositivos de aforo “vertedores, tubos pitot, parshall”.

“Para el diseño de este tipo de obras se requiere conocer los siguientes datos”:

- Gasto medio, máximo y mínimo de la corriente.
- Niveles de agua, normal, extraordinario y mínimo.
- Características de la cuenca, erosión y sedimentación.
- Estudio de inundaciones y arrastre de cuerpos flotantes.
- Características de la vegetación, incluyendo efecto del agua de riego.
- Probables fuentes de contaminación aguas arriba de la localidad.

Captación Directa

“Las obras de captación en corrientes superficiales varían según el tipo de corriente, el gasto requerido y la topografía del lugar y pueden ser desde tubos sumergidos hasta grandes torres”.

Para su localización, es necesario tomar en cuenta las siguientes recomendaciones:

- La obra de toma deberá estar aguas arriba de la localidad por abastecer.
- La obra de captación debe quedar ubicada en un tramo recto de la corriente y su entrada estará en un nivel menor al de aguas mínimas de la corriente.
- En caso de que la corriente que se utilice esté afectada por las mareas, se debe efectuar un minucioso estudio de la calidad del agua en diferentes épocas del año con la finalidad de determinar hasta donde llega el agua del mar (salada).

- Se deberán tomar en consideración las velocidades del agua durante las temporadas de estiaje y lluvias, así como las características litológicas del cauce, su probable socavación y la estabilidad del fondo.
- La entrada de la tubería no debe estar en contra corriente.

Toma Directa

Este tipo de toma es recomendable para gastos menores a 10 lps con la finalidad de poder aprovechar el agua de los arroyos y ríos con un escurrimiento permanente.

Torres de Toma

Este tipo de captación consiste en una torre de concreto o mampostería que se construye en una de las márgenes del río sobresaliendo varios metros del nivel de aguas máximas, con dos o más entradas, con sus compuertas y rejillas.

“Para que esta toma sea estable, la estructura de sostén debe quedar enterrada abajo del nivel de socavación y protegida contra la erosión que provoque la avenida en época de lluvias”.

“Una torre de captación, tiene la facilidad de tomar el agua a distintos valores del tirante de la corriente, utilizando siempre el nivel más superficial, donde el agua tiene el menor contenido de sólidos en suspensión”.

2.3.2. Sistema de bombeo

Se construye con el objeto de librar a la red de distribución, de una presión grande, cuando el almacenamiento del agua está a gran distancia o a mucha altura con respecto a la población. También sirve para satisfacer los mayores gastos de la población en las horas de máximo consumo. - Los reservorios deben ubicarse eligiendo de preferencia el punto más elevado para dar la presión suficiente en el abastecimiento.

Los parámetros que gobiernan el funcionamiento de una bomba son;

- Altura de sección
- Altura de impulsión.
- Caudal y las perdidas originales en la conducción

Clasificación de bombas

“Las bombas generalmente se clasifican de acuerdo con su configuración mecánica, por lo tanto, las bombas se pueden clasificar en dos grandes grupos”.

a) Bombas cinéticas

“La característica principal de estas bombas es que imparten velocidad al líquido cuando pasa por el impulsor y luego convierte algo de esa velocidad en presión adicional. Este tipo de bombas a su vez se dividen en dos, en bombas centrífugas (o de voluta) y en bombas verticales (o de turbina)”.

b) Bombas de desplazamiento positivo

“Son aquellos en los que el elemento móvil de la bomba (pistón, rotor, embolo o engranaje) desplaza el líquido hacia el cilindro de la bomba y al mismo tiempo eleva la presión del líquido. Este tipo de bombas a su vez se divide en tres: Bombas de pistones, bombas neumáticas y

bombas rotativas. Raramente las bombas de desplazamiento positivo se utilizan para estaciones de bombeo de aguas residuales o pluviales sin embargo las bombas de tornillo se utilizan en este tipo de estaciones”.

“En las estaciones de aguas residuales y pluviales, las bombas más comunes son las centrifugas, seguidas de las bombas de tornillo y las bombas eyectoras”.

c) Bombas centrifugas

“En una bomba centrifuga, el líquido que se encuentra dentro de la bomba adquiere una velocidad y una presión superiores a las que tenía en la entrada y, antes de que el fluido salga por la boquilla de descarga, la velocidad de salida se convierte parcialmente en presión. Las bombas centrifugas se componen principalmente de un rodete el cual fuerza al líquido a seguir un movimiento rotativo y le suministra a este la velocidad y la presión, y la carcasa la cual dirige el líquido hacia el rodete y hacia la salida y es el lugar en donde la velocidad se convierte en presión. Esta carcasa puede ser de dos tipos, de voluta o de difusión y su diferencia radica en su forma y configuración ya que las de difusión presentan unas chapas”

d) Bombas de tornillo

Este tipo de bombas son de desplazamiento positivo y se basa en el principio del tornillo de Arquímedes en donde un eje giratorio con chapas helicoidales gira en un canal inclinado empujando el agua hacia arriba. Este tipo de bombas son utilizadas en estaciones de bombeo en donde la diferencia de altura entre el punto de succión y el punto de descarga no es mayor a 9m con caudales entre 0.01 a 3.2 m³/s.

Para Metcalf & Eddy, INC, existen dos ventajas principales en este tipo de bombas con respecto a las bombas centrifugas, la primera es

“que puede transportar sólidos de mayor tamaño sin presentar atascamientos, y la segunda, es que funciona a velocidad constante para una amplia gama de caudales con rendimientos buenos.

Como características generales para este tipo de bombas, los motores son de velocidad constante y reductores con salida de 30 a 50 RPM, los rendimientos normales son del 85% a la máxima capacidad y del 65% a un 25% de la capacidad máxima, la máxima capacidad se obtiene cuando la altura del líquido sobre el tornillo es máxima, son instaladas en el exterior”.

2.3.3. Línea de impulsión

La línea de impulsión se utiliza para conducir agua desde una menor cota hasta una cota ubicada en una zona más alta. La única forma de elevar el agua es a través de equipos de bombeo, generalmente del tipo centrífugo en sistemas de abastecimiento de agua.

La línea de impulsión es el tramo de tubería desde la captación hasta el reservorio o P.T.A.P.

“Antes de realizar el cálculo de las dimensiones y parámetros del diseño de la línea de impulsión y de la selección del sistema de bombeo, se debe realizar actividades de recolección de información. Una inspección visual de la zona y reconocimiento de las instalaciones, con el propósito de determinar las condiciones para satisfacer la demanda futura de la población y con una garantía de funcionamiento a bajo costo de mantenimiento” (Norma Técnica de Diseño, 2018)

Caudal de diseño

“El caudal de una línea de impulsión será el correspondiente al consumo del máximo diario para el periodo de diseño. Tomando en cuenta que no resulta aconsejable ni práctico mantener períodos de bombeo de 24 horas diarias, habrá que incrementar el caudal de acuerdo a la relación de horas

de bombeo, satisfaciendo así las necesidades de la población para el día completo”. (Norma Técnica de Diseño, 2018)

Tuberías

“En forma similar a como se determinó para la línea de conducción por gravedad, habrá que determinar las clases de tubería capaces de soportar las presiones de servicio y contrarrestar el golpe de ariete”. (Norma Técnica de Diseño, 2018)

Altura dinámica total (Ht)

“El conjunto elevador (motor-bomba) deberá vencer la diferencia de nivel entre el pozo o galería filtrante del reservorio, más las pérdidas de carga en todo el trayecto (pérdida por fricción a lo largo de la tubería, pérdidas locales debidas a las piezas y accesorios) y adicionarle la presión de llegada.

H.s. = Altura de aspiración o succión, esto es, altura del eje de la bomba sobre el nivel inferior.

H.d. = Altura de descarga, o sea, la altura del nivel superior con relación al eje de la bomba.

H.g. = Altura geométrica, esto es la diferencia de nivel; (altura estática total) $H.s. + H.d. = H.g.$

Hftotal = Pérdida de carga (totales).

P.s. = Presión de llegada al reservorio (se recomienda 2 metros).

H.t. = Altura dinámica total en el sistema de bombeo.

Línea gradiente hidráulica

La línea gradiente hidráulica se traza partiendo de la estación de bombeo con la altura dinámica total y la presión residual de llegada al reservorio.

2.3.4. Tubería PVC

La Tubería de material plástico se fabrica mediante la plastificación de polímeros, siendo el policloruro de vinilo en forma granular, la materia prima utilizada para la fabricación de la tubería conocida como P.V.C.

Existen otras clases de tuberías plásticas que deben su nombre a la materia prima utilizada, como ABS (Acrilonitrilo ⇔ butadieno, estireno) y a la H.D.P.E...

La característica más importante de la tubería plástica (P.V.C.) es su considerable menor peso, respecto a cualquier otra (H. F., H.F.D., A.C.P., H.G.), lo cual reduce grandemente costos de transporte e instalación. Esta consideración es más valedera cuando situaciones de acceso difícil para el trazado de una línea de aducción costo de transporte e instalación muy elevados.

“En general, la tubería de plástico tiene poca resistencia relativa a impactos, esfuerzos externos y aplastamiento, por lo cual su utilización es más conveniente enterrada en zanjas”.

“Es una materia inerte a la corrosión, por lo cual su utilización no se ve afectada por la calidad del agua. Ofrece ventajas en cuanto a capacidad de coeficientes de rugosidad menor $C = 140$ ”. (Abastecimientos Teoría y Diseño de Agua, 1997.)

a. Historia del PVC

“Al termino del siglo XIX, se encontró un compuesto químico que tuvo una reacción fuertemente con la luz solar que dio como resultado un material solido blanco, este compuesto químico y orgánico fue llamado cloruro de vinillo, esta reacción que tiene el compuesto se llama polimerización simple del PVC. Luego los alemanes en 1920 aproximadamente decidieron investigar e indagar más sobre el PVC y su comercialización”. “Durante la segunda guerra mundial al ser destruidos todos los sistemas de agua y alcantarillados en Alemania,

los científicos e ingenieros de este país decidieron crear la industria de PVC". (Duran, 2012, p.2)

b. Definición del PVC

"El policloruro de vinilo o PVC, es la unión de tres componentes químicos carbono, hidrógeno y cloro. Esta combinación de los componentes, resulta un material que bajo a los efectos del calor se reblandece, y puede así moldearse fácilmente; al enfriarse recupera la consistencia inicial y conserva la nueva forma". (Industrias JQ SA, 2016, p.1)

c. Composición del PVC

"El PVC es un material que está compuesta por resina sintética más compleja, difícil de formular y procesar, pues requiere de un número importante de ingredientes y un balance adecuado de estos para poder transformarlo al producto final deseado".

"La resina de PVC está compuesta por 43% de petróleo y 57% de sal común. Del refinado del petróleo se obtiene una sustancia gaseosa, el etileno, una de las bases para la fabricación del PVC. Mediante la polimerización del monómero VCM en reactores, en condiciones adecuadas de presión y temperatura, se obtiene el polímero Poli cloruro de vinilo (PVC)".

(Composición del PVC, 2005, p.4)

d. Características de PVC

- Rango de temperatura de trabajo -15°C $+60^{\circ}\text{C}$.
- Resistencia, rigidez y dureza mecánicas elevadas.
- Buen aislante eléctrico.
- Elevada resistencia a sustancias químicas.
- Autoextingible.

- Impermeable a gases y líquidos.
- Mínima absorción de agua.
- Resistente a la acción de hongos, bacterias, insectos y roedores.
- Fácil de pegar y soldar Resistente a la intemperie (sol, lluvia, viento y aire marino).
- Resistente al fuego.

(Industrias JQ SA, 2016, p.7)

e. Principales accesorios del PVC

“Entre los accesorios básicos de PVC encontramos”:

- Tees: Permite la unión de tres tuberías en forma de Tee, las que pueden ser:
 - Tee doble: Permite la unión de cuatro tuberías en forma de cruz.
 - Tees reducidas: Permite la unión de tres tuberías, una de estas de menor diámetro, en forma de Tee.
- Codos 90°: Permite la unión de dos tuberías en una posición de 90°.
- Codos 45°: Permite la unión de dos tuberías en una posición de 45°
- Uniones: Permite la unión de dos tuberías que están en la misma posición.
- Adaptadores Macho y hembra: Permite la unión de dos tuberías de diferente tipo de compatibilidad sea lisa y roscados o viceversa.
- Unión universal
- Reducciones: Permite la reducción un diámetro de tubería a otro.

(Pavco, 2016, p.9)

f. Tuberías de PVC según su clase

“Las tuberías para conducción de fluidos de PVC se fabrican de cuatro tipos de acuerdo a la norma técnica peruana 399.002 que soportan presiones nominales que son”:

- Clase 5 (C5), o presión nominal 5 (PN5), lo que significa que soporta 5 bar o su equivalente a 72.5 PSI.
- Clase 7.5 (C7.5), o presión nominal 7.5 (PN7.5), lo que significa que soporta 7.5 bar o su equivalente a 108.8 PSI.
- Clase 10 (C10), o presión nominal 10 (PN10), lo que significa que soporta 10 bar o su equivalente a 145 PSI". "Siendo esta clase la que se utiliza en las instalaciones de agua potable, por lo tanto, es la clase con la que realizamos los ensayos en esta investigación.
- Clase 15 (C15), o presión nominal 15 (PN15), lo que significa que soporta 15 bar o su equivalente a 217.5 PSI.

g. Ventajas y desventajas de tuberías PVC

"A la hora de instalar nuevas tuberías en el hogar es conveniente investigar cuál es la mejor opción. Existen tuberías de diferentes materiales, todas con sus ventajas y desventajas, pero nosotros buscamos la tubería idónea que resista a todo, que sea económica y que no tenga una instalación muy compleja. Esas tuberías son las tuberías PVC".

"Las tuberías PVC son las más usadas en la industria de la construcción, concretamente en las instalaciones hidráulicas y en las casas o edificios. Son las tuberías preferidas de los fontaneros expertos. Es por ello por lo que ahora vamos a conocer las ventajas que nos proporcionan las tuberías PVC con respecto a las demás, así podréis decidir si queréis o no queréis este tipo de tuberías en casa".

Ventajas de tuberías PVC

Fácil instalación, (OPS, 2005) "las tuberías PVC son muy ligeras en cuanto al peso, por lo que su instalación es muy sencilla al no pesar. Las paredes interiores de este tipo de material son totalmente lisas

por lo que, además, será muy fácil cortarlas para adaptarla al hueco correspondiente”.

Resistencia, “este tipo de tuberías tienen una resistencia excelente a todo tipo de líquidos. Vamos a hacer una clasificación para que podáis comprobar que la resistencia no podría ser mejor”:

- Resistentes a la corrosión: la tubería de PVC se caracteriza por su alta resistencia a la corrosión y a los líquidos químicos. Debido a ello, la tubería no transmite ningún tipo de sabor u olor, por lo que el agua que salga de ella no se verá infectada.
- Resistencia mecánica: son bastante duraderas y elásticas ya que cuentan con una excelente resistencia a la tracción y al impacto. Esto quiere decir que estas tuberías PVC son capaces de soportar presiones altas. La temperatura máxima que pueden llegar a soportar, de forma general, es de 60°C. También son tuberías que resisten al fuego a la perfección ya que no son combustibles.
- Resistentes a la corrosión externa: las tuberías PVC son capaces de resistir a las humedades, a la intemperie e incluso a las abrasiones. Son tuberías todo terreno.
- Conducen el agua directamente a los puntos de aplicación.
- No existen pérdidas de agua.
- No dificultan las operaciones de las máquinas ni el tránsito.
- Requieren menos mantenimiento y conservación que los canales en tierra y las regueras.

Desventajas de tuberías PVC

El Costo, “este tipo de tuberías son muy económicas, lo que quiere decir que su instalación no supondrá un gran desembolso. Al ser tuberías ligeras, además, se instalan de forma más rápida y eficiente, por lo que el trabajo del fontanero será mucho menor”.

Sin duda, las tuberías PVC son la mejor opción cuando se quiere una tubería que sea resistente, barata y fácil de instalar. Contacta con

“nosotros, los expertos de fontaneros en Valencia, para resolver cualquier tipo de duda que tengas sobre este tipo de tuberías, su instalación y su precio. Te podremos realizar un presupuesto totalmente personalizado para que puedas ver lo barato que te sale instalar unas resistentes tuberías P.V.C”.

“No lo dudes más y contacta con nosotros, te ofrecemos lo mejor del mercado a un precio irresistible, además de que contamos con un equipo técnico cualificado y experto en la instalación de tuberías PVC. Cuenta con nosotros, cuenta con Aquifontaneros”.

2.3.5. Tubería HDPE

“El polietileno de alta densidad resiste prácticamente todos los elementos corrosivos de la industria minera. Las tuberías lisas de HDPE (Polietileno de Alta Densidad) es un ducto que tiene por finalidad conducir fluidos a presión, líquidos y gases”. (Plastic Technology, 2018)

“Ofrecen una alternativa de solución a problemas tradicionales, minimizando costos de instalación y mantenimiento en una gran gama de aplicaciones en la minería, industria química, aguas servidas y agricultura. (Plastic Technology, 2018)”.

“El Polietileno de Alta Densidad de color negro contiene de 2 a 3% de negro de humo dispersado en la masa y antioxidantes que le otorgan una gran resistencia a los rayos ultravioleta. El alto peso molecular y una distribución molecular estrecha le dan propiedades físicas muy estables difíciles de lograr con otros materiales termoplásticos”. ((Plastic Technology, 2018): “A continuación, las principales propiedades físicas del material empleado para la fabricación de nuestros productos”:

Tabla 1
Propiedades materiales empleados

Propiedades	Normas	Unidades	Valores
Densidad	ASTM D 792-00	g/cm ³	0.955
Negro de humo	ASTM D 1603-06	%	2.0 - 2.5
Temperatura de flexión en carga a 455 kPa	ASTM D 648-06	°C	70
Tensión de ruptura	ASTM D 638-03	Mpa	34
Resistencia al impacto IZOD a 23 °C	ASTM D 256-06	J/m	220
Elongación en el punto de ruptura	ASTM D 638-03	%	800

Nota: Las especificaciones de la tabla corresponden a resina PE80 utilizada en nuestra línea estándar de producción. A pedido especial se fabrican tuberías con resina PE100. Elaboración Propia

Ventajas de la Tubería HDPE

(Plastic Technoligy, 2018) “Los sistemas de tubería HDPE ofrecen significativos ahorros en costos de instalación y equipamiento, mayor libertad de diseño, bajo costo de mantención y larga vida útil en comparación a los materiales tradicionales. Estos beneficios, ventajas y oportunidades de disminución de costos se derivan de las propiedades y características únicas de la tubería H.D.P.E.”.

Resistencia Extrema al Impacto, Golpes y Terreno Pedregoso

(Plastic Technoligy, 2018): “La tenacidad de la tubería derivada de las propiedades físicas tanto del material como del método de extrusión, le permite absorber sobrepresiones, vibraciones y tensiones causadas por los movimientos de terreno e imprevistos, la tubería puede deformarse sin daño permanente y sin causar efectos adversos sobre la vida útil”.

((Plastic Technoligy, 2018): “La resistencia a la ruptura por tensiones ambientales es muy alta, asegurando que no hay ningún efecto en el servicio a largo plazo si se producen rayas superficiales de una profundidad no mayor a 1/10 del espesor durante la instalación”.

“Esta resistencia extrema de las tuberías de H.D.P.E. es una de sus características excepcionales que permite innovar en el diseño de sistemas de tuberías”.

Flexibilidad

(Plastic Technoligy, 2018): “La tubería HDPE es flexible por lo que puede curvarse y absorber cargas de impacto en un amplio rango de temperaturas. Se puede enrollar, aplastar, doblar y ser curvado, así como también hacer elevaciones y cambios direccionales. Esto permite que sean instaladas sin problemas en terrenos con obstáculos facilitando el trabajo de instalación y evitando la necesidad de accesorios, ya que pueden colocarse en forma serpenteada, respetando ciertas tolerancias de curvatura (radios mínimos)”.

“La resistencia y flexibilidad de la tubería le permite absorber sobrepresiones, vibraciones y tensiones causadas por movimientos del terreno”.

“También se pueden colocar en zanjas estrechas, pues las uniones pueden efectuarse fuera de ellas”.

Resistencia a sustancias químicas

(Plastic Technoligy, 2018): “Los químicos naturales del suelo no producen degradación al material de ninguna forma. No es conductor eléctrico por lo que no es afectado por oxidación, corrosión o acción electrolítica. No permite el crecimiento ni es afectado por algas, bacterias u hongos”.

“No pierde sus propiedades físicas a bajas temperaturas, puede ser sometido a temperaturas de hasta $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ y aun así conservar las propiedades físicas y mecánicas que lo caracterizan”.

Servicio a largo plazo

(Plastic Technoligy, 2018): “La vida útil estimada tubería para las tuberías de HDPE es superior a 50 años para el transporte de agua a temperatura ambiente (20°C). Para cada aplicación en particular, las condiciones de operación interna y externa pueden alterar la vida útil o cambiar la base de diseño recomendada para alcanzar la misma vida útil”.

Estabilidad a la intemperie

(Plastic Technology, 2018): “La tubería cuenta con protección contra los rayos ultravioleta (U.V.) para minimizar la degradación producida por estos en el tiempo. La tubería contiene 2,5% de negro de humo, por lo que puede ser instalada y almacenada a la intemperie en la mayoría de los climas por tiempos prolongados sin que sufra ningún daño o pérdida de propiedades físicas por exposición a los rayos ultravioleta”.

“El negro de humo es el aditivo más efectivo para aumentar las características de estabilidad a la intemperie de los materiales plásticos, la gran protección que le proporciona a los productos hace innecesario el uso de otros estabilizadores de luz o absorbedores U.V”.

Bajo peso

(Plastic Technology, 2018): “La tubería HDPE es más liviana que la mayoría de las tuberías fabricadas con otros materiales. Flota en el agua y pesa entre 70-90% menos que el concreto, fierro o acero, haciendo más fácil su manejo e instalación, esto permite que sea fácil de transportar y manipular obteniendo importantes ahorros en mano de obra y requerimiento de equipos”.

Rápida instalación

“La tubería HDPE en diámetros menores puede ser fabricada en rollos de hasta 100 metros de longitud dependiendo del diámetro, en consecuencia, requiere menor cantidad de uniones y reduce los costos de mano de obra para su instalación”.

“Las tuberías de diámetros mayores a 160mm se fabrican en tramos o barras de 12 metros para facilitar el transporte y reducir el número de uniones requeridas”.

“Dependiendo la aplicación y el método de unión utilizado, la tubería HDPE puede instalarse para sistemas fijos o desmontables. El uso de

accesorios desmontables permite obtener grandes ahorros en materiales y tiempos de armado y desarmado de sistemas móviles. En estas aplicaciones se evita la necesidad de contar con equipo de termofusión. Teniendo estos accesorios además una muy buena relación costo beneficio”.

Resistencia a la abrasión

“La tubería HDPE tiene un buen comportamiento en la conducción de materiales altamente abrasivos, como las colas o relaves mineros. Numerosos ensayos han demostrado que la tubería HDPE tiene un mejor desempeño en este tipo de servicio con una relación de 4:1. con respecto a la tubería de acero”.

“Debido a su gran resistencia a la abrasión, las tuberías de HDPE mantienen excelentes propiedades de escurrimiento durante su vida útil”.

Usos y ventajas del HDPE

(CIDELSA) “Es, con seguridad, el termoplástico con el que estamos más familiarizados en nuestro día a día. El HDPE, o polietileno de alta densidad, está presente en objetos tan cotidianos como botellas, envases, juguetes, cascos, envases de cosméticos y alimentos y topo tipo de objetos domésticos. De hecho, es el polímero sintético con un mayor volumen de producción en todo el mundo. Es inodoro, insípido y no tóxico. Además de sus innumerables usos en el hogar, el uso de tuberías de este material es habitual también para la conducción de líquidos en alcantarillados o en la agricultura. Sus ventajas hacen que se emplee además en la construcción, la industria y químicos o en la pesca”.

(CIDELSA) “El HDPE toma su denominación de sus siglas en inglés” (High Density Polyethylene) “y a veces también es llamado PEAD (Polietileno de Alta Densidad). Entre sus características están su ligereza, su flexibilidad, incluso con temperaturas bajas y su alta resistencia a los impactos. Los productos y agentes químicos, así como los ácidos, no le

provocan daño, y también soporta temperaturas del agua por encima del centenar de grados”. (CIDELSA)“El H.D.P.E. sufre oxidación a 50 °C junto con degradación de las moléculas del polímero. Incluso a temperaturas ordinarias, en presencia de la luz, padece una degradación. Frente a la oxidación térmica, la incorporación de antioxidantes puede reducirla e incluso suprimirla. Respecto a la conductividad eléctrica, en el caso de este termoplástico es baja. Tiene además una alta resistencia dieléctrica y un factor de potencia bajo (9,15). Por añadidura, es reciclable y respetuoso con el medio ambiente.

“Con estas características, las tuberías que lo emplean como principal componente tienen grandes ventajas respecto a otras”.

- **Rápida instalación.** “Gracias a su ligereza, el proceso de transporte, manipulación e instalación se acorta. Además, no hace falta maquinaria pesada para trasladarlo”.
- **Flexibilidad.** “Se adaptan a cambios de dirección y curvas, por lo que no hacen accesorios o herramientas adicionales. En comparación, es más flexible que el polipropileno”.
- **Resistencia.** “Aguantan cargas verticales debido a que transfieren la mayor parte de la carga al suelo que está alrededor de la tubería. Esto es debido a su pared exterior corrugada”.
- **Vida útil.** “Resistente a los efectos de líquidos abrasivos, a los impactos y a otros agentes químicos, la vida útil estimada de las tuberías de HDPE es de 50 años”.
- **Seguridad.** “No se emplean juntas, ya que las soldaduras se efectúan por soldadura por termofusión, con lo cual la seguridad de la instalación es completa”.
- **Eficiencia.** “Gracias a su interior liso, facilitan un flujo de líquidos al de las tuberías de otros materiales. Además, no acumula sedimentos e incrustaciones en su interior”.

“El HDPE se diferencia del polietileno de densidad convencional porque tiene un peso molecular superior, y su fabricación puede realizarse por tres métodos; el método de Ziegler, Phillips o ‘fase gas’. A diferencia del polietileno de baja densidad, es más duro, fuerte y pesa más, además de

ser menos dúctil. Dentro de la familia del polietileno, el HDPE convive con el llamado UHMWPE (Ultra High Molecular Weight Polyethylene), que se usa para fabricar fibras muy resistentes, como las que se usan en los chalecos antibalas, y es hasta 15 veces más resistente que el acero de carbón ante la abrasión”.

2.3.6. Reservorio de agua.

“Sirve para guardar una cantidad de agua que servirá de reserva para abastecer un sistema por un tiempo determinado”.

Los almacenamientos se ubican de preferencia en depresiones naturales del terreno que donde las laderas tengan un fuerte talud y la pendiente del valle pequeña”.

“Los almacenamientos deben estar alejadas de lugares poblados o de sitios donde se crían animales, para evitar la contaminación”.

“Se construye con el objeto de librar a la red de distribución, de una presión grande, cuando el almacenamiento del agua está a gran distancia o a mucha altura con respecto a la población. También sirve para satisfacer los mayores gastos de la población en las horas de máximo consumo”. “Los reservorios deben ubicarse eligiendo de preferencia el punto más elevado para dar la presión suficiente en el abastecimiento”. (Saneamiento Básico Rural Seria 4, 1993)

2.4. Normatividad

Norma técnica peruana para el Policloruro de vinilo PVC

Se Cuenta con tuberías en medidas desde 1/2" hasta 12" Fabricadas con norma": Sistema Simple Presión (Pegado)

(NTP.399.001-2004) / (NTE.002)

“NTP 399.002:2015 tubos de poli (cloruro de vinilo) no plastificado (PVC-U) para la conducción de fluidos a presión. Requisitos y métodos de ensayo. 4º edición reemplaza a la NP 399.002:2009.

A su vez, dejan sin efecto las siguientes normas técnicas peruanas: NTP 399.002:2009 tubos de poli (cloruro de vinilo) no plastificado (PVC U) para la conducción de fluidos a presión, tuberías y accesorios. - hasta DN < 63 mm diámetro nominal, Especificaciones de SEDAPAL”.

“NTP ISO - 4422: 1997.- para \geq DN 63 mm, UNE 53-112-88,48 para tracción y alargamiento”.

Tipo de unión; hasta 63 mm D.N. con anillo elastomérico Norma ISO – 4633 o mediante cemento disolvente la N.T.P. 399.090 mayores a 63 mm “D.N. anillo elastomérico Norma ISO – 4633”.

“Asimismo, cuenta con más embone para las uniones, los accesorios tienen resistencia mecánica de acuerdo con su clasificación de presión (43% más espesor del promedio) mayor seguridad en las uniones (tienen 31% de área más en unión del promedio) poca resistencia al pase de los fluidos mermando las perdidas”.

Norma técnica peruana para el Polietileno de alta densidad HDPE

“El polietileno de alta densidad resiste prácticamente todos los elementos corrosivos de la industria minera y las tuberías se aplican en rangos de temperaturas que van desde los -40°C a 60°C y presiones de hasta 25 baras, Norma técnica de diseño: opciones tecnológicas para sistemas de saneamiento en el ámbito rural (2018)”.

“Están diseñadas para conducir fluidos a presión fabricadas desde 32 mm hasta 2,000 mm de diámetro que está referido con las Normas ISO 4427:2008 y ASTM F-714:2012”

“Al igual que la ASTM, las normas ISO también exigen requisitos para la materia prima a utilizar. En este caso el material o compuesto designa en categorías de acuerdo a su MRR (Mínima Resistencia Requerida a 20°C para que la tubería tenga una duración de 50 años)”. “Mexichem fabrica sus tuberías de HDPE con las dos categorías más altas PE 100 Y PE 80, cuyos requisitos se exponen a continuación”.

2.5. Definición de términos

Sistema de Bombeo: “Es una estructura civil, equipos, tuberías y accesorios, que toman el agua directa o indirectamente de la fuente de abastecimiento y la impulsan a un reservorio de almacenamiento o directamente a la red de distribución”. (OPS, 2005)

Línea de Impulsión: “En un sistema por bombeo, es el tramo de tubería que conduce el agua desde la estación de bombeo hasta el reservorio”. (OPS, 2004)

PVC: “Es el Policloruro de Vinilo, es un termoplástico que se obtiene por polimerización de Cloruro de Vinilo (CV). Este material tiene una elevada resistencia química, necesaria por el permanente contacto con material en descomposición, como así también elevada tolerancia a sustancias altamente alcalinas y ácidas. Asimismo, tiene una resistencia a la corrosión, el tubo de PVC es inmune a casi todos los tipos de corrosión experimentados en sistemas de tuberías subterráneas”. (MEF, 2012)

HDPE: “Es un polietileno de alta densidad, se fabrican a partir de polietileno, que es un material que se obtiene del etileno mediante procesos de polimerización. El empleo de tuberías de polietileno está muy difundido, debido a las ventajas que presenta con respecto a otro tipo de tuberías, entre las que podemos destacar su ligereza, flexibilidad, resistencia al paso del tiempo y a la formación de incrustaciones, así como la posibilidad de instalación a la intemperie. Como contrapartida, el precio de las tuberías de polietileno suele ser mayor que el de las tuberías de PVC para los mismos diámetros y presiones de funcionamiento”. (CIDELSA)

El polietileno de alta densidad HDPE, es aquel que cumpliendo lo indicado en la norma, tiene una densidad mayor de 940 Kg/m³.

Reservorio de agua: “Los reservorios de agua son un elemento fundamental en una red de abastecimiento de agua potable ya que permiten la preservación del líquido para el uso de la comunidad donde se construyen y a su vez compensan las variaciones horarias de su demanda”. (OPS, 2005)

Dependiendo del lugar donde vivimos como es el caso de Durán que estamos a nivel del mar y no existen geográficamente variaciones de altitud importantes, el caudal y la presión del agua no son suficientes para el correcto abastecimiento de los hogares, empresas o negocios porque todo se encuentra en un mismo nivel.

La utilización de estos reservorios o tanques, garantizan una permanente disponibilidad de líquido en los lugares que se requiera. A su vez proporcionan un aumento en la presión y caudal del agua, siempre y cuando estén sus tuberías correctamente instaladas.

2.6. Hipótesis

2.6.1 Hipótesis General

El resultado de la evaluación comparativa de tubería de Polietileno de Alta Densidad es más eficiente frente a la de Policloruro de Vinilo para un sistema de bombeo con línea de impulsión.

2.6.2 Hipótesis Específicas

- a. Las características hidrográficas e hidrológicas del centro poblado Lleclespampa en Huancavelica son adecuadas para implantar un sistema de bombeo con línea de impulsión.
- b. El sistema de bombeo con una línea de impulsión con tuberías de Polietileno de Alta Densidad es más eficiente técnicamente que el de tuberías Policloruro de Vinilo para el centro poblado de Lleclespampa en Huancavelica.

- c. Los costos de la propuesta de sistema de bombeo con una línea de impulsión con tuberías Polietileno de Alta Densidad es menor en comparación al de tuberías Policloruro de Vinilo para el centro poblado de Lleclespampa en Huancavelica.

2.7. Variables

2.7.1 Variable independiente:

- Tubería Polietileno de Alta Densidad frente a la de Policloruro de Vinilo

2.7.2 Variable dependiente:

- Sistema de bombeo con línea de impulsión

Tabla 2

Operacionalización de variables

HIPOTESIS	VARIABLE	INDICADORES	UNIDAD MEDIDA	METODOLOGIA E INSTRUMENTOS	FUENTE
El sistema de tubería Polietileno de Alta Densidad es superior en diseño, en comparación al sistema de tuberías Policloruro de Vinilo, en un sistema de bombeo con línea de impulsión	Sistema de bombeo con línea de impulsión	Diámetro de la tubería	<ul style="list-style-type: none"> Unidad (M3/S.) Nominal (4) 	Cálculo. Cuaderno de campo y fecha técnica fórmula de Bresse $D = 0.5873 \cdot N^{0.25} \sqrt{Qb}$	Gabinete
		Velocidad Media de Flujo	<ul style="list-style-type: none"> Unidad (M3/S.) Nominal (4) 	Cálculo Cuaderno de campo y fecha técnica Ecuación de continuidad. $V = \frac{4 \cdot Qb}{\pi \cdot D^2 c}$	Gabinete
		Perdida de Carga en Tuberías	<ul style="list-style-type: none"> Unidad (m) Nominal (4) 	Perdida de carga por fricción Perdida de carga local	Gabinete
		Potencia de Impulsión	<ul style="list-style-type: none"> Unidad (m) Nominal (4) 	Cuaderno de campo y fecha técnica Cálculo de caudal de bombeo, altura dinámica total, altura de impulsión, altura de succión.	Gabinete
		Del análisis de Sensibilidad Económica Económico.	<ul style="list-style-type: none"> Unidad (m) Nominal (4) -Diámetro	Análisis económico de varias alternativas de diseño.	Gabinete

El sistema de tuberías tubería Polietileno de Alta Densidad es superior en diseño, en comparación al sistema de tuberías Policloruro de Vinilo, en un sistema de bombeo con línea de impulsión	Tubería Polietileno de Alta Densidad (HDPE)	Propiedades físicas de la tubería	<ul style="list-style-type: none"> • Unidad (M3/S.) • Nominal (4) 	Cuaderno de campo y ficha técnica Cálculo fórmula de Bresse $D = 0.5873 \cdot N^{0.25} \sqrt{Qb}$	Gabinete
		Presión máxima de trabajo para tubos de polietileno	<ul style="list-style-type: none"> • Unidad (Kg/cm2) • Nominal (4) 	Cuaderno de campo y ficha técnica Cálculo de: La relación de dimensión presión máxima de trabajo	Gabinete
	Tubería Policloruro de Vinilo (PVC)	Propiedades físicas de la tubería	<ul style="list-style-type: none"> • Unidad (m/s) • Nominal (4) 	Cuaderno de campo y ficha técnica Cálculo fórmula de Bresse $D = 0.5873 \cdot N^{0.25} \sqrt{Qb}$	Gabinete
		Presión máxima de trabajo para tubos de polietileno	<ul style="list-style-type: none"> • Unidad (mm) • Nominal (4) 	Cuaderno de campo y ficha técnica Cálculo de: La relación de dimensión presión máxima de trabajo	Gabinete

CAPITULO III

MEODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Método de investigación

Se empleó el método científico como método general, el cual es definido por Bunge (1987) como “un rasgo característico de la ciencia, tanto de la pura como de la aplicada” (p. 29), siendo sus pasos fundamentales el planteamiento de una interrogante, la observación, planteamiento de una hipótesis, la experimentación, el análisis de resultados y el planteamiento de las conclusiones.

3.2. Tipo de investigación

El tipo de investigación fue aplicada, esta investigación se caracteriza por su interés en la aplicación de los conocimientos teóricos a determinada situación concreta y las consecuencias prácticas que de ella se deriven.

3.3. Nivel de investigación

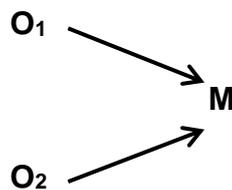
El nivel de investigación fue descriptivo comparativo, pues esta investigación consiste en describir un fenómeno o una situación mediante el estudio del mismo en una circunstancia témporo-espacial determinada.

La investigación descriptiva comparativa consiste en recolectar dos o más muestras con el propósito de observar el comportamiento de una variable, tratando de “controlar” estadísticamente otras variables que se consideran pueden afectar la variable estudiada”.

3.4. Diseño de la investigación

El diseño es cuasi experimental, como manifiestan Hernández, Fernández y Baptista (2014), este tipo de diseños “también manipulan deliberadamente, al menos, una variable independiente para observar su efecto sobre una o más variables dependientes”, teniendo en consideración además que los grupos ya están conformados antes del experimento”.

El diagrama o esquema es:



Donde:

M = Muestra que es la línea de impulsión del sistema de bombeo.

O₁ = Resultados de aplicar la tubería Polietileno de Alta Densidad

O₂ = Resultados de aplicar la tubería Policloruro de Vinilo.

3.5. Población y Muestra

Población

La población está conformada por la línea de impulsión de agua de 680 m. del centro poblado de Lecclespampa.

Muestra

El tipo de muestreo es dirigido e intencionado, no probabilístico por el objeto de investigación, siendo la muestra igual a la población en investigación, usándose el muestreo censal, es decir la línea de Impulsión de agua de 680 m. del centro poblado de Lecclespampa.

Número de Viviendas

Es el N° de viviendas cuantificada in situ en el centro poblado, según trabajo de campo realizado por nuestro personal técnico es de 480 viviendas.

Densidad Poblacional.

La densidad poblacional es igual a 5.8 habitante por vivienda, Información promedio obtenida de las encuestas que se realizó con la misma población.

La población total beneficiaria es de 2784 habitantes.

3.6. Técnicas de recopilación de datos

El análisis de los datos obtenidos se realizará a través de la observación y análisis documental, el cual se realizará en las siguientes fases:

Fase de Planeamiento y organización (Pre Campo)

Se realizará una planificación de acciones a seguir a fin de realizar la visita de campo y los cálculos necesarios, para ello se realizó.

- Recopilación bibliográfica
- Revisión de planos catastrales.

Fase de trabajo de campo

Se visitó la zona donde se propuso realizar el sistema de bombeo y se tomaron datos sobre las características hidrográficas e hidrológicas del centro poblado Lleclespampa en Huancavelica, realizándose lo siguiente:

a. Reconocimiento de la zona de estudio

Los datos recopilados al no ser suficientes para ubicar las obras del proyecto, se realizaron visitas a campo y levantamientos adicionales, con la idea de requerirse planos con detalles más generalizados, el cual es la base para la ubicación y diseño de las obras civiles, se contrastó la información de oficina y de estudios anteriores con la de la zona, en especial en las áreas donde la información topográfica y cartográfica era escasa.

“El objetivo de las visitas a la zona del proyecto fue ratificar o modificar la configuración conceptual del proyecto, definiendo la ubicación de las obras y un reconocimiento general de la ruta de conducción y distribución permitiendo tener una idea general del mejor aprovechamiento”.

b. Coordinación con las autoridades

“Se ha tenido coordinaciones con las autoridades del centro poblado de Lecclespampa, para la autorización correspondiente de la realización del estudio de la evaluación de Tubería de Polietileno de Alta Densidad en comparación al Policloruro de Vinilo para un sistema de bombeo, el cual fue autorizado sin contratiempo alguno”.

c. Levantamiento topográfico

La información primordial para lograr la consecución de la investigación se obtuvo de los trabajos desarrollados en la zona de investigación, a través del levantamiento topográfico del área donde se ubica el proyecto.

“El levantamiento topográfico complementa la información cartográfica necesaria para conocer áreas de las estructuras de saneamiento, ubicación, trazado de las líneas de impulsión como también de conducción y distribución”.

Equipos Empleados.

En el levantamiento topográfico se utilizó:

- Una estación total TOPCON ES105
- Dos niveles de ingeniero automático marca TOPCON
- Un GPS, navegador Garmin modelo MAP 76CSX.
- Una Laptop HP.
- Wincha, flexómetro.

d. Elaboración de planos

“Los trabajos se realizaron obteniendo información de campo obtenidas en el levantamiento topográfico, datos trabajados en el programa de AutoCAD 3D civil, con el cual se diseñó la línea de impulsión como también el reservorio, atendiendo así las alturas en m.s.n.m. para tener las condiciones para la realización de los cálculos correspondientes”.

Fase de gabinete

“Con los datos obtenidos en el trabajo de campo, se plantearon diseños para el sistema de bombeo con línea de impulsión con tuberías de Polietileno de Alta Densidad y de Policloruro de Vinilo, comparándolos técnicamente”.

3.7. Materiales y Recursos

Materiales para el Proceso de Información

Programas de procesamiento:

- Microsoft Word
- Microsoft Excel
- AutoCAD civil 3D
- AutoCAD
- WaterCAD CONNECT Edición
- Costos y Presupuestos S10

Recursos

Tabla 3

Costo de recursos

ITEM	DESCRIPCION	UNID	COSTO UNITARIO	CANTIDAD	COSTO TOTAL
01.00.00	Fase Pre Campo				
01.01.00	Pasajes y viaticos (c/u zonas)	Und	80.00	6.00	480.00
01.02.00	Planos y documentacion	Und	200.00	4.00	800.00
01.03.00	Busqueda de informacion	Und	150.00	2.00	300.00
02.00.00	Fase de Campo (Identificacion y caracterizacion)				
02.01.00	Formato de identificacion de peligros y vulnerabilidades y entrevista (Tipeos y copias)	Und	0.50	20.00	10.00
02.02.00	Carpeta de trabajo (tablero, folder, lapicero)	Und	25.00	5.00	125.00
02.03.00	Pasajes y viaticos (c/u zonas)	Und	80.00	8.00	640.00
02.04.00	Alimentacion	Und	15.00	15.00	225.00
02.05.00	Baterias para GPS	Und	30.00	4.00	120.00
02.06.00	Cuadreno de campo	Und	5.00	2.00	10.00
02.07.00	Alquiler de equipos de video y fotografico	Und	80.00	8.00	640.00
02.08.00	Alquiler de equipo GPS	Und	150.00	8.00	1,200.00
02.09.00	Alquiler de equipo teodolito o estacion total	Und	200.00	8.00	1,600.00
02.10.00	Alquiler de equipo wincha	Und	20.00	8.00	160.00
02.11.00	Pago de personal de apoyo	Und	40.00	5.00	200.00
02.12.00	Analisis de agua y otras muestras	Und	600.00	2.00	1,200.00
03.00.00	Fase de Gabinete				
03.01.00	Alquiler de computadora	Mes	900.00	4.00	3,600.00
03.02.00	Papel bon y materiales de escritorio	Und	400.00	1.00	400.00
03.03.00	Impresión y otros	Und	600.00	1.00	600.00
	Sub Total (S/.)				12,310.00
	Imprevistos (15%)				1,846.50
	COSTO TOAL (S/.)				14,156.50

Nota: *Elaboración propia*

3.8. Procedimiento de la investigación

La recopilación de datos se realizó en el centro poblado de Lecclespampa para la realización de un sistema de impulsión de acuerdo a la necesidad que se requiere, para la realización de este estudio se han considerado diferentes etapas:

- a) Etapa de preparación, donde se ha realizado una revisión bibliográfica y revisión de planos catastrales.
- b) Etapa de campo, donde se ha realizado levantamiento topográfico y toma de datos sobre las características de la zona.
- c) Etapa de gabinete, donde se ha realizado los cálculos, planos e informe final de la investigación.

Producto de estas etapas se tiene lo siguiente:

3.8.1. Etapa de preparación de pre campo.

En la visita de campo se observó que ninguna vivienda del centro poblado de Lecclespampa no cuenta con servicio de agua potable la cual solo se abastecen de una red pública y en la época de estiaje, pero este sistema no abastece a la población las 24 horas al día, se realiza un racionamiento por horas, no teniendo algún registro de ello, solo reportes verbales de la población encargada del manejo del sistema (durante el día se abastecen solo unas pocas viviendas debido a que, una parte de la población sale a realizar su trabajo de pastoreo o a las chacras y por la noche se abastecen del líquido elemento, y el 100.0% no cuentan con el servicio de agua potable, estas últimas, son viviendas que se encuentran tanto en la localidad como en las zonas alejadas del centro poblado; de los conectados todos presentan problemas de abastecimiento y roturas permanentes en la red, según indica la población, esto se debe a que la población se conectó a la red por sus propios medios y sin criterios técnicos adecuados, incluso perjudicando a la población que tiene por únicos puntos de abastecimiento a las 3 piletas existente.

“Se realizó la visita de las captaciones para su respectiva ubicación y localización, de las cuales existe dos efloraciones de agua, donde uno de ellos es conocido como Putacca Arriba es la que se intervino hace 20 años

por la Municipalidad, la cual cuenta con una estructura de capitación deteriorada, de concreto armado, pero que fuera construido sin criterio técnico adecuado, no cuenta con filtros, ni cámara húmeda y seca, ni válvulas para la operación y mantenimiento de la estructura”.

“La segunda fuente fue considerada como Putacca Abajo, la cual actualmente no está siendo captada para consumo humano, y es usado para el lavado de ropa y riego de las áreas cercanas a la fuente”.

“Como también se realizó un recorrido por donde se realizará el sistema de bombeo para la línea de impulsión, como también la ubicación de los reservorios y caseta de bombeo”.

“Se realizó un estudio de los planos catastrales que tiene la Municipalidad de Rosario, mediante el internet, y presencial dando se sacaron conclusiones y datos para la realización de esta”.

3.8.2. Etapa de campo

Levantamiento topográfico

a. Estudio cartográfico

Consiste en la recopilación de la información cartográfica del Instituto Geográfico Nacional (IGN) y otras entidades que hayan desarrollado proyectos en la región. Los planos cartográficos aportan información geográfica y topográfica de la zona, en aspectos como: vías de acceso, ríos, vegetación, curvas de nivel, ubicación, otros.

“Con relación a la magnitud del proyecto, las escalas de los mapas posiblemente no se ajusten para trabajar sobre ellas mayores detalles, ya que están hechos en grandes escalas, para lo cual se utilizaron herramientas informáticas de última generación que permitieron salvar esta dificultad y utilizar la información de las bases gráficas disponibles en medio digital”.

“De esta manera se utilizaron el Sistema de Información Geográfico (ArcView y ArcGis de ESRI), Modelamiento Digital del Terreno

(AutoCAD Civil 3D de AUTODESK) y Fotografías Satelitales y Ortofotos (Google Earth) para una mejor observación de la zona y sus características, complementando así el estudio geomorfológico y agrológico para el proyecto”.

“En esta parte del trabajo se buscó detallar sobre los planos cartográficos, algunos aspectos del proyecto como: ubicación de obras civiles, canales, reservorios, estructuras hidráulicas, áreas de riego, etc. Este plano facilitó información sobre las características de la zona del proyecto, como vías de acceso, ríos, vegetación, ubicación y otros aspectos geográficos, con información apoyada en curvas de nivel que indican el relieve de la zona”.

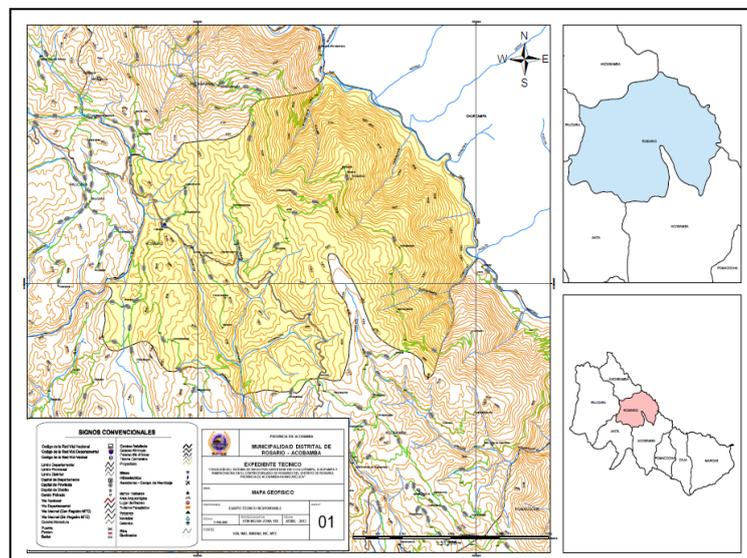


Figura 3. Mapa Geofísico del Distrito de Rosario en Acobamba - Huancavelica

b. Reconocimiento de campo

Los datos recopilados al no ser suficientes para ubicar las obras del proyecto, se realizaron visitas a campo y levantamientos adicionales, con la idea de requerirse planos con detalles más generalizados, el cual es la base para la ubicación. Asimismo, se realizó las visitas a campo para contrastar la información de oficina y de estudios anteriores con la de la zona, es especial en las áreas donde la información topográfica y cartográfica es escasa.

“El objetivo de las visitas a la zona del proyecto fue ratificar o modificar la configuración conceptual del proyecto, definiendo la ubicación de las obras y un reconocimiento general de la ruta de conducción y tener una idea general del mejor aprovechamiento. Asimismo, es pertinente indicar que al momento de la selección de la ubicación de las obras civiles del proyecto de saneamiento se puso en conocimiento del centro poblado a servir”.

c. Área del proyecto

Ubicación

El área del Proyecto políticamente se ubica en el Departamento de Huancavelica, provincia de Acobamba, distrito de Rosario, Localidad de Lecclespampa.

“Para el proceso de estudio se propone el uso de la siguiente vía de acceso: Para llegar a la zona del proyecto es a través de dos rutas respecto a la capital del departamento de Huancavelica – Paucara - Rosario el cual es una carretera afirmada con una distancia total de 78 km y un tiempo de recorrido de 3 horas; el segundo es por la carretera Huancavelica- Izcuchaca – Checco Cruz – Acobamba - Rosario, el cual es una carretera afirmada con una distancia de 226 km y un tiempo de recorrido de 5 horas en la segunda, esto utilizando camioneta y/o automóvil. Desde Rosario se accede al lugar de la captación por camino de herradura en pésimo estado una longitud de 2.60 kilómetros”.

Tabla 4

Rutas de acceso a Rosario

Ruta	Tipo de vía	Medio	N° Km.	Horas
Huancavelica - Paucara - Rosario	Carrtera afiemada Trocha carrozable	Automivil	94.40	03:50
Huancayo - Izcuchaca - Checco Cruz - Acobamba - Rosario	Carretera afirmada	Ómnibus	226	05:00
Rosario - Area del Proyecto	Carretera afirmada	Automivil	4	00:15

Nota: Elaboración propia.



Figura 4. Mapa de Rutas para Llegar a la Zona del Proyecto en Lecclespampa

d. Información existente

“Las informaciones existentes relacionadas para el presente trabajo han sido elaboradas siguiéndose a las directivas del Gobierno Regional de Huancavelica y de La Municipalidad Distrital de Rosario”:

Evaluación de la información existente.

“Se ha evaluado y revisado la información existente, tanto del Proyecto, así como la cartografía ejecutado por el Instituto Geográfico Nacional “IGN”, llegando a las siguientes conclusiones”.

Evaluación de la información cartográfica

Se ha recurrido a la información elaborada por el Instituto Geográfico Nacional I.G.N. y la consignada en el Estudio de Pre inversión Perfil.

“Instituto Geográfico Nacional. - Carta Nacional 1:100 000, hoja 26 N Huancavelica, confeccionados por métodos aerofotogramétricos con intervalos de curvas de nivel cada 50 metros”.

“Referente a la evaluación cartográfica se ha verificado en campo, proceso de trazo observando que no existe mayores discrepancias con el relieve actualmente existente, salvo con emplazamiento de nuevas estructuras (casas, caminos, carreteras, puentes, etc.), esto debido a la antigüedad con que han sido elaborados los planos cartográficos”.

“Las cartas nacionales 1:100 000 y 1:25 000, al superponer no muestran mayores divergencias a las condiciones topográficas existentes, resultando que existe confiabilidad con la superposición de los trabajos realizados para el presente Estudio”.

Evaluación de los estudios existentes

“Los estudios revisados y evaluados, desde el punto de vista topográficos son estudios que han sido ejecutados con las consideraciones técnicas establecidas para este tipo de proyectos, contando cada uno con sus respectivos controles horizontales y verticales, lo cual ha sido posible enlazando los puntos de control topográfico donde se emplaza la toma principal”.

e. Trabajos topográficos realizados.

La información primordial para lograr la consecución del proyecto se obtuvo de los trabajos desarrollados en la zona del proyecto, a través del levantamiento topográfico, proporcional a la importancia del proyecto y a la información disponible.

“El levantamiento topográfico complementa la información cartográfica, necesaria para conocer áreas de las estructuras de saneamiento, ubicación de las obras, trazando de la línea de impulsión y conducción”.

“Previo a la ejecución de los trabajos de campo, se ha definido las coordenadas topográficas y el azimut de partida, utilizando métodos de interpolación de la Carta Nacional escala 1:100000, 1: 25000 y modelos digitales del terreno a escala 1:20000 y 1:10000, con el objeto de ubicar el presente Proyecto en el cuadrante geodésico respectivo”.

Criterios previos

Con el objeto de desarrollar un buen trabajo se ha tomado los criterios más adecuados para la ejecución de los trabajos topográficos.

- Adecuarse al esquema hidráulico, para el pre diseño de las dimensiones del canal a proyectarse en los diferentes tramos del trazo.
- Desarrollar el trazo de la manera tradicional, con el mantenimiento de la gradiente, ubicación de puntos de la poligonal, levantamiento y replanteo del eje, toma de datos para el perfil longitudinal, secciones transversales.
- Estacado del eje según las condiciones de alineación del tramo a trazarse.

Control planimétrico

Para el control horizontal del trazo del presente estudio se ha tomado como referencia básica un B.M monumentado en el proyecto, desde el cual se ha llevado puntos de triangulación con coordenadas obtenidas por Interpolación de la Carta Nacional, bases gráficas disponibles y modelamientos digitales del terreno del , cuyos puntos de referencia se han establecido en el trazo general debidamente concretados, con los cuales se ha desarrollado una poligonación cerrada, base de apoyo, cuyos vértices se ubican en lugares estratégicos monumentado en hitos de concreto y en otras veces en rocas fijas debidamente pintados dentro del ámbito del Proyecto, al cual se enlaza la poligonal del trazo para su comprobación.

“En la poligonal del trazo la distancia entre PI (s) se ha medido electrónicamente y los cálculos de las distancias, ángulos de deflexión han sido procesados en gabinete, para lo cual se ha utilizado una estación total y microprocesador con el uso del software Microsoft Excel, y AutoCAD Civil 3D”.

“Se debe indicar que la medición de distancias entre PI(s) fue electrónica por radiación a partir de los puntos de apoyo en otros casos de los vértices de la poligonal base y por tramos la mayoría de los puntos de intersección ha sido materializados en hitos de concreto con alma de fierro corrugado en pocos casos en piedras fijas, cuyos valores de estos puntos se adjunta en el anexo correspondiente”.

Control altimétrico.

El control altimétrico del Proyecto, se ha realizado con un circuito de nivelación geométrica, mediante doble punto de cambio, teniendo como punto de partida la progresiva del canal Lateral, a partir del cual se ubicó BM's cada 500 metros en la parte superior del trazo ubicados al pie de rocas fijas y debidamente resaltados con pintura y cimentados en hitos de concreto con alma de fierro corrugado.

Trazo de línea de conducción y distribución

“Los trabajos se han ejecutado teniendo como marco de referencia los criterios establecidos en el presente informe, habiendo realizado las siguientes actividades”.

- Nivelación diferencial – perfil del trazo.

“Se ha nivelado el estacado del eje partiendo de la red de control altimétrico, BM(s) que se colocó cada 500 metros, para dar cota a cada una de las estacas y así obtener el perfil longitudinal lo que determinará los cortes de terreno para la construcción”.

- Levantamientos topográficos de detalle,

“Los levantamientos topográficos a detalle se han realizado en las quebradas, cruce de carreteras, zonas donde se diseñarán obras de arte específicos para cada caso; este trabajo se relaciona estrictamente al sistema de control plano- altimétrico del proyecto: El método de levantamiento se desarrolló por radiación a partir de un punto de apoyo y/o de un vértice de la poligonal existente, en área suficiente para permitir el diseño de la fundación de las estructuras hidráulicas a diseñar”.

f. Equipo empleado

En el desarrollo del presente trabajo se han empleado los siguientes equipos:

- 01 Estación Total marca TOPCON ES105 con sus respectivos trípodes y prismas.
- 01 Nivel de ingeniero automático marca TOPCON.
- 01 GPS Navegador GARMIN, modelo MAP 76CSX.
- 04 Computadoras Personales PC, marca Intel Core 2 Quad.
- Eclímetros, miras, jalones, radios transceptores, wincha, flexómetros, etc.,

3.8.3. Etapa de gabinete

Cálculos realizados

Con los datos de campo obtenido de la poligonal electrónica, nivelación diferencial y los datos de los levantamientos topográficos, se ha recopilado las coordenadas de cada vértice de la poligonal de apoyo, para lo cual previamente se ha calculado el azimut de partida, así como los datos de la nivelación diferencial y secciones del trazo de las líneas de conducción y distribución.

“Las coordenadas de los puntos de intersección se han obtenido electrónicamente a partir de los puntos de apoyo con lecturas radiales a cada uno de ellos y que también han sido procesados”.

“Para el control altimétrico se ha calculado las nivelaciones con cierres entre BM's, cuyos resultados están dentro del margen de error permisible”.

Generación de planos

“Los planos generados han sido trabajados en el programa AutoCAD Land Development y AutoCAD Civil 3D, siendo los siguientes”:

- Plano topográfico de planta de trazo escala 1: 2000
- Plano de perfil a escala Horizontal 1: 2000 y vertical 1: 500.

Proyección de la Población

(Carrasco, 2008): “Para el desarrollo de la proyección de la población de los C.P en estudio se ha considerado entonces que obedece a un crecimiento del tipo geométrico, debido a que este comportamiento es el que más se adecua a su realidad por lo que, se usará la siguiente ecuación para hallar la proyección a partir del año 2019”.

$$Pf = Pi \times (1 + r)^T$$

Donde:

Pf = Población final en el año “n”

Po = Población inicial (Año 2019)

R = tasa de crecimiento = 1.94 % (M. Geométrico Ver Anexos)

T = tiempo entre el año de inicio y el año n.

En la tabla Nª 05, se muestra la evolución del crecimiento proyectado de la población de ambas localidades, tomando como base la población descrita en la tabla Nª 13.

Tabla 5
Proyección de la población

Item	Años	Poblacion (Hab)
0		
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		
19		
20		

Nota: Elaboración propia

Horizonte del Proyecto

(Carrasco, 2008): “De acuerdo a los criterios planteados y conforme a lo establecido en los Términos de Referencia, el periodo de diseño será igual a 20 años, cuyo horizonte es el año 2039”.

Cálculo de la población servida

“Actualmente los Centros Poblados no cuentan con abastecimiento de agua a través de conexiones domiciliarias, significa que la población servida en esta localidad es del 0%”.

a) Calculo de la Demanda de Agua

Caudales de diseño

“Para el final del periodo de diseño se requerirá la demanda máxima diaria, máxima horaria que se presentan a continuación”:

- a. Calculo Promedio Diario: (Qp)

Se calculará el caudal promedio con:

$$Q_p = \frac{\text{Población x Dotación}}{86400}$$

b. Demanda Máxima diaria: (Qmd)

$$Q_{md} = K_1 \times Q_p$$

Donde:

Qmd : Caudal máximo diario

K1 : 1.3 (Coeficiente adimensional del Reglamento Nacional de Edificación RNE, Norma OS.100, numeral 1.5).

Qp : Caudal promedio

c. Demanda Máxima horaria: (Qmh)

$$Q_{mh} = K_2 \times Q_p$$

Donde:

Qmh : Caudal máximo horario

K2 : 2.0 (Coeficiente del RNE, Norma OS.100 numeral 1.5)

Qp : Caudal promedio

d. Demanda Bombeo: (Qb)

$$Q_b = Q_{md} \times 24/N$$

Donde:

Qb : Caudal Bombeo

N : Numero Horas de Bombeo

Qmd : Caudal Máximo Diario

Demanda Agua Potable de los Centros Poblados Tiwinza-Don Alberto-Sta Constanza-Belen y El Ahorcado.

Demanda de Agua:

(MINAGRI, 2015): "En el siguiente cuadro se indica la demanda de agua potable para el Centros Poblados".

Tabla 6
Proyección de la demanda de agua potable

Item	Año	Población (Hab)	Dotación (L/hab/día)	Qp (l/s)	Qmd (l/s)	Qmh (l/s)	Qb (l/s)
0	2019						
1	2020						
2	2021						
3	2022						
4	2023						
5	2024						
6	2025						
7	2026						
8	2027						
9	2028						
10	2029						
11	2030						
12	2031						
13	2032						
14	2033						
15	2034						
16	2035						
17	2036						
18	2037						
19	2038						
20	2039						

Nota: Elaboración propia

Velocidad (V)

Según el manual de diseño de sistemas de agua potable y alcantarillado sanitario autor Ing. José Manuel Jiménez Terán (P.33). “Las velocidades máximas y mínimas del agua en un conducto, están gobernadas por el material del que está fabricado el ducto y la magnitud de los fenómenos transitorios, al igual que la velocidad de arrastre, ésta última se considera para que no exista el depósito de partículas remolcadas por el agua” (azolve)”.

Tabla 7
Velocidades mínimas y máximas permisibles en tuberías

Materiales de la Tubería	Velocidad (m/s)	
	Maximo	Minimo
Concreto	3.00	0.30
Acero	5.00	0.30
Fibro - Cemento	5.00	0.30
Plásticos	5.00	0.30

Nota: Tomado de Sotelo (1994)

Análisis hidráulico de la línea de impulsión.

(MINAGRI, 2015): “Con el propósito de contar con una alternativa de solución adecuada y de apreciar las deficiencias que pudiera presentar el sistema actual se evaluó el comportamiento del flujo de agua en la red de impulsión tanto para la tubería de Polietileno de alta densidad y de Policloruro de vinilo que se realizara, con la ayuda del programa WaterCAD CONNECT Edición, cumpliendo las normas del RNE, como también con las normas del Ministerio de Vivienda, construcción y saneamiento”.

- **Velocidades de tuberías.**

Para tubería polietileno de alta densidad (HDPE)

$V_{min} = 1.32 \text{ m/s}$; $V_{max} = 3.35 \text{ m/s}$.

Para tubería policloruro de vinilo (PVC)

$V_{min} = 1.32 \text{ m/s}$; $V_{max} = 4.08 \text{ m/s}$.

- **Diámetro de tuberías.**

Para tubería polietileno de alta densidad (HDPE)

$D_{min} = 72.80 \text{ mm}$; $D_{max} = 93.60 \text{ mm}$.

Para tubería policloruro de vinilo (PVC)

$D_{min} = 66.00 \text{ mm}$; $D_{max} = 80.10 \text{ mm}$.

Tabla 8

Tabla de cálculo para tubería HDPE

TUBERIA HDPE SEGÚN WUATERCAD						
DIAMETRO (mm)	HAZEN WILLIAMS ©	LONGITUD	VELOCIDAD (m/s)	TIPO DE TUBERIA	CAUDAL	FUNCION DE TUBERIA

Tabla 9
 Tabla de cálculo para tubería PVC

TUBERIA PVC SEGÚN WUATERCAD						
DIAMETRO (mm)	HAZEN WILLIAMS ©	LONGITUD	VELOCIDAD (m/s)	TIPO DE TUBERIA	CAUDAL	FUNCION DE TUBERIA

Calculo para la línea de impulsión para tuberías de HDPE Y PVC

- **Tiempo critico (Tc)**

$$Tc = 2x \frac{L}{a}$$

- **Por el método de Williams Hazens (Q)**

$$Q = 0.2785xCxD^{2.63}xS^{0.54}$$

- **Perdidas de Carga (Hf)**

$$Hf = \frac{10,674xLxQ^{1.852}}{C^{1.852}xD^{4.87}}$$

- **Velocidad (V)**

$$V = \sqrt{\frac{2g(h1 - h2)}{1 + \frac{fxL}{D}}}$$

- **Caudal de Reynolds (Re)**

$$Re = \frac{VxDp}{\mu}$$

- **Calculo de Coeficiente de Fricción (F)**

$$F = \frac{1.325}{(\text{Log}_{10}(\frac{0.0015}{3.7xD} + \frac{5.74}{Re^{0.9}}))^2}$$

- **Caudal (Q)**

$$Q = \frac{L}{S} = \frac{\pi D^2}{4} V$$

- Reemplazando en la ecuación de Darcy Wersbach para Flujo Turbulento (h_L)

$$h_L = \frac{F_x L x V^2}{D x^2} \quad h_L = \frac{F_x L x V^2}{D x^2 g}$$

- Datos en WaterCAD CONNECT Edición

(MINAGRI, 2015): “Considerando los datos de población futura, caudales y más para la simulación del respectivo centro poblado de Lecclespampa, para así complementar con el diseño y la obtención que se requiere en el diseño para sí considerar las cualidades de las tuberías que se diseñaran óptimamente con el método estático”.

- Línea de gradientes hidráulico

(MINAGRI, 2015): “Es la línea que resulta de unir las elevaciones a las que sube el líquido en una serie de piezómetros instalados a lo largo de la tubería se le denomina piezometrica o línea de gradiente hidráulico, donde en una sección se adiciona a la cota piezometrica el valor correspondiente a la energía de velocidad”.

(MINAGRI, 2015): “La gradiente hidráulica se define como la perdida de energía experimentada por unidad de longitud recorrida por el agua, es decir, representa la pérdida o cambio de potencia hidráulico por unidad de longitud, mediante el sentido de flujo de agua”.

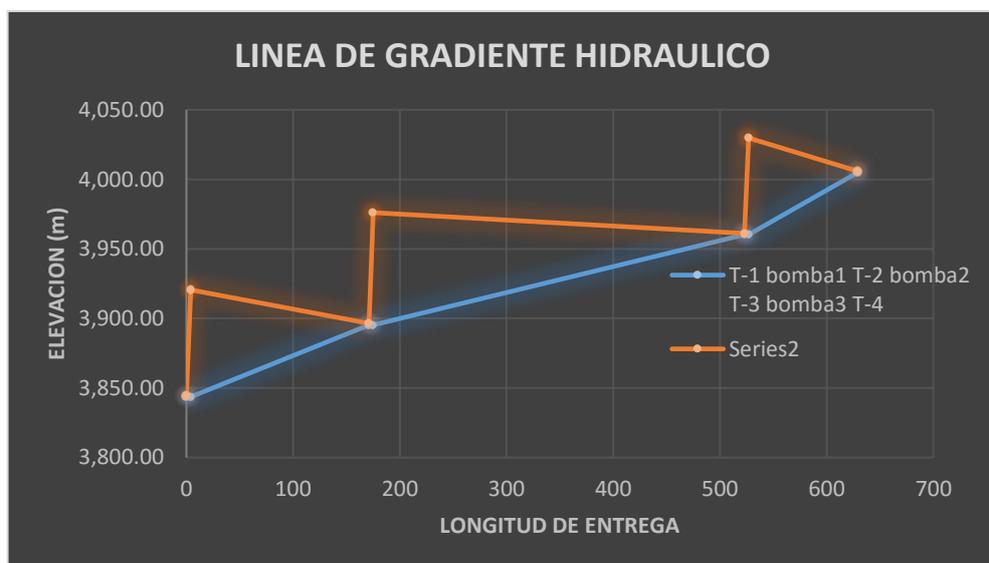


Figura 5. Línea de Gradiente Hidráulico para el Sistema de Bombeo

CAPITULO IV

RESULTADOS

4.1. Resultados específicos

A. Características hidrográficas e hidrológicas del centro poblado Lecclespampa en Huancavelica análisis topográfico

(MINAGRI, 2015): “En el área de estudio se tiene una topografía heterogénea y accidentada y accidentada con pendientes muy fuertes, en la parte alta y moderada en el centro de la ciudad, en la cual realizo el levantamiento topográfico de la línea de impulsión considerando las dos tomas de agua, como también la línea de conducción para tener un análisis del sistema que se trabaja en el anexo de Lecclespampa, los cuales se realizaron los planos de la línea de impulsión, seccionamiento y planta verificar en el anexo 05 plano”.

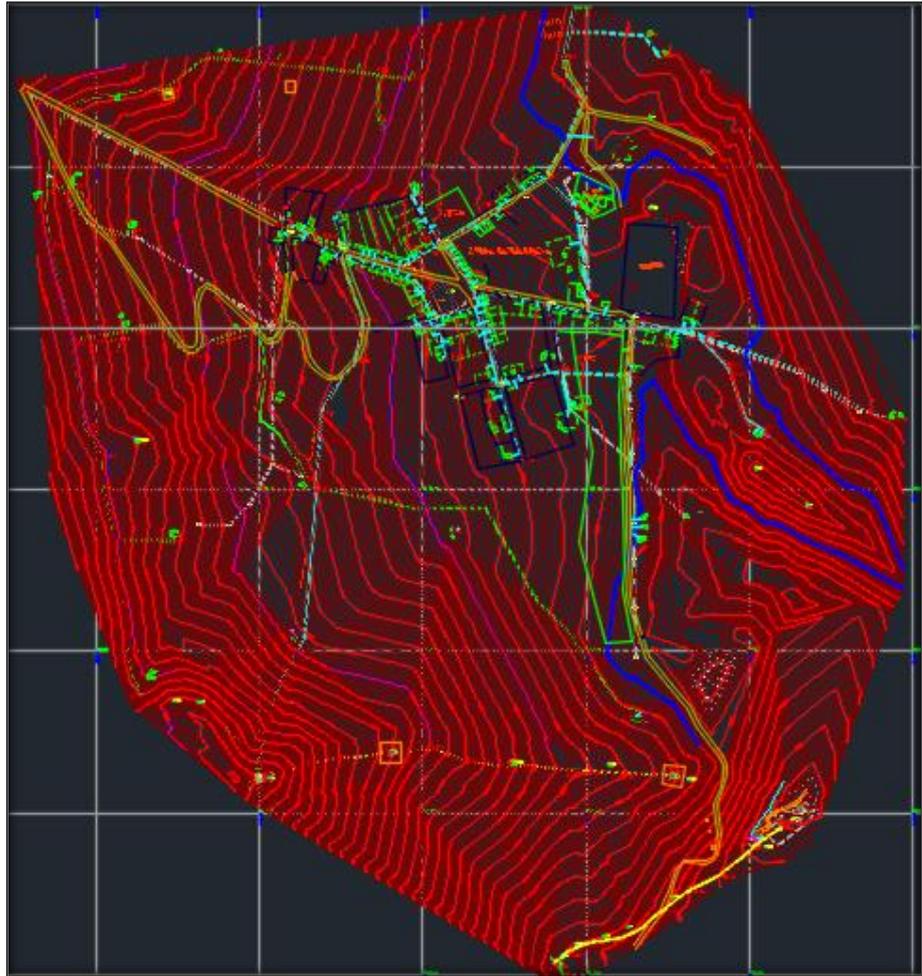


Figura 6. Levantamiento Topográfico General

Estudio de Población Actual

Número de Viviendas Actual y Total de los Centros Poblados

(MINAGRI, 2015): “Del trabajo de campo realizado, se determinó que el N° de viviendas cuantificadas en los Centros Poblados, considerados para el presente proyecto, son los correspondientes a los lotes habitados, dando en total 480 viviendas. Tal como se puede contabilizar y como se detallan en el cuadro adjunto”.

Tabla 12
Número de Viviendas Actuales y Total de C.P Tiwinza -Don Alberto-Sta Constanza-Belen y el Ahorcado

HABILITACIONES	TOTAL MANZANAS	TOTAL LOTES	LOTES HABILITADOS	LOTES BALDIOS
SANTA CONSTANZA Y BELEN	24	153	134	19
DON ALBERTO Y EL AHORCADO	21	269	220	49
TIWINZA	16	135	126	9
VIVIENDAS TOTAL	61	557	480	77

Nota: Trabajo de Campo – Elaboración propia.

Densidad Poblacional.

(MINAGRI, 2015): “La densidad poblacional es igual a 5.8 hab/viv, Información promedio obtenida de las encuestas que se realizó con la misma población.

Para el cálculo de la población actual se ha aplicado el método de densidad de población obtenida de la siguiente manera”:

$$\text{Población} = \text{N}^{\circ} \text{viviendas} \times \text{Densidad poblacional (hab/Viv.)}$$

Esto se resume en el siguiente cuadro:

Tabla 13
Población Actual de Tiwinza-Don Alberto-Sta Constanza-Belen y el Ahorcado

Año 2019	Población		Total (Hab)
	Viv. Habilitadas	Densidad (*) (Hab/Viv)	
C.P. Tiwinza-Sta Constanza- Don Alberto - Belén y El Ahorcado	480	5.80	2,784

Nota: Trabajo de Campo – Elaboración propia.

Período de Diseño

En función a la población

“El periodo de diseño se determina por el tamaño de la población objetivo, según los siguientes rangos de población”:

Tabla 14
Periodo de diseño en función de la población

Población	Periodo
Para poblaciones de 1,000 a 15,000 habitantes	10 a 15 años
Para poblaciones de 15,000 a 50,000 habitantes	15 a 20 años
Para poblaciones mayores a 50,000 habitantes	30 años

Nota: Elaboración propia

En función a los componentes

(MINAGRI, 2015) “El periodo de diseño puede ser determinado por los componentes y equipamiento que integrarán el proyecto, así tenemos”:

Tabla 15
Periodo de Diseño en Función de los Componentes

a)	Población	Periodo
	Redes de agua secundarios y principales Colectores secundarios y principales	20 a 30 años
	Redes de agua, aduccion, conduccion, colectores interceptores y emisores	30 a 50 años
b) Equipos		Periodo
	Mecánico	5 a 10 años
	Combustión	5 a 10 años
	Eléctrico	10 a 15 años

Nota: *Elaboración Propia*

Por Análisis Matemático

(MINAGRI, 2015): “Para el cálculo teórico del periodo de diseño, existen diversas metodologías todas de carácter teórico, podemos mencionar entre ellas las siguientes”:

Periodo Óptimo de Diseño sin Déficit:

$$x = \frac{2.6 (1 - a)^{1.12}}{r}$$

Periodo Óptimo de Diseño con Déficit:

$$x_i = x + \left(\frac{1-a}{r}\right)^{0.7} + \frac{x_o^{0.9}}{(x_o + x)^{0.6}}$$

Donde:

a = Factor escalar de economía

r = Tasa de interés

Xo = Periodo de Déficit

(MINAGRI, 2015), "Para nuestro caso las estimaciones realizadas por el Consultor sobre los períodos óptimos de diseño, en base a factores de economía de escala y el periodo de déficit existente. Se han tomado los periodos independientemente para los diferentes componentes del proyecto, el cual varía entre 13 a 20 años determinándose el momento óptimo de la inversión de los componentes en términos de uso eficiente de los recursos económicos".

Calculo de la Población Futura

Metodología de Cálculo

(MINAGRI, 2015), Cada vez más, y con propósitos de planeamiento económico, social, político y comercial, usuarios de los diferentes ámbitos del quehacer nacional, demandan conocer la población total, para determinar la capacidad potencial de consumidores.

Cuando los encargados de hacer estas proyecciones inician su trabajo, se enfrentan al gran dilema de cuál metodología, se debe utilizar.

"Existen diversos métodos de estimar las poblaciones. Para propósitos del presente Proyecto, se han enunciado dos metodologías" de cálculo de la proyección de población, que se dan a través de":

- Método de Densidad de Población: Este método ha sido usado en el presente estudio para la determinación de la población actual.
- Métodos Matemáticos: Esta metodología establece estimaciones que se realizan en base a funciones de tipo matemático, como la lineal, geométrica, parabólica y/o exponencial, suponiendo un comportamiento de la población según este tipo de función. Para la determinación de la curva de crecimiento poblacional se ha determinado con los datos de los censos y con los diferentes modelos: aritmético, geométrico, parabólico exponencial, y comparándolos con la curva de crecimiento geométrico del departamento de Huancavelica, ver anexo 01 base de datos para el cálculo de población futura.

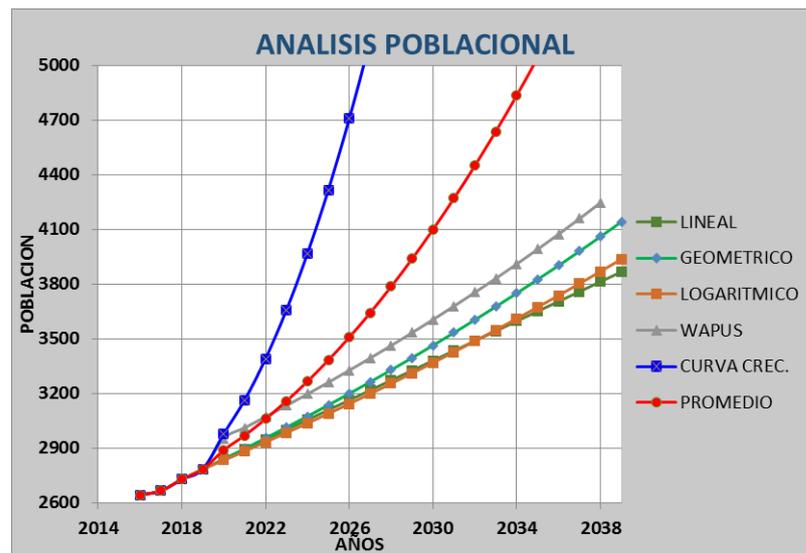


Figura 7. Resumen de Cálculo de la Población Futura del Proyecto

Calculo de proyección de población

Tabla 16
Cálculo de proyección de la población

Item	Años	Poblacion (Hab)
0	2019	2784.00
1	2020	2838.17
2	2021	2892.33
3	2022	2946.50
4	2023	3000.67
5	2024	3054.83
6	2025	3109.00
7	2026	3163.17
8	2027	3217.33
9	2028	3271.50
10	2029	3325.67
11	2030	3379.83
12	2031	3434.00
13	2032	3488.17
14	2033	3542.33
15	2034	3596.50
16	2035	3650.67
17	2036	3704.83
18	2037	3759.00
19	2038	3813.17
20	2039	3867.33

Nota: Elaboración propia

Calculo de la Demanda de Agua

a. Calculo Promedio Diario: (Qp)

$$Q_p = \frac{\text{Población} \times \text{Dotación}}{86400}$$
$$Q_p = \frac{2784 \times 180}{86400} \quad Q_p = 5.80 \text{ l/s}$$

b. Demanda Máxima diaria: (Qmd)

$$Q_{md} = K_1 \times Q_p$$
$$Q_{md} = 1.3 \times 5.80 \quad Q_{md} = 7.54 \text{ l/s}$$

c. Demanda Máxima horaria: (Qmh)

$$Q_{mh} = K2 \times Q_p$$

$$Q_{mh} = 2 \times 5.80$$

$$Q_{md} = 11.60 \text{ l/s}$$

d. Demanda Bombeo: (Qb)

$$Q_b = Q_{md} \times 24/N$$

$$Q_b = 7.54 \times 24/8$$

$$Q_b = 22.62 \text{ l/s}$$

Tabla 17
Proyección de la demanda de agua potable

Item	Año	Población (Hab)	Dotación (L/hab/dia)	Qp (l/s)	Qmd (l/s)	Qmh (l/s)	Qb (l/s)
0	2019	2,784.00	180	5.80	7.54	11.60	22.62
1	2020	2,838.17	180	5.91	7.69	11.83	23.06
2	2021	2,892.33	180	6.03	7.83	12.05	23.50
3	2022	2,946.50	180	6.14	7.98	12.28	23.94
4	2023	3,000.67	180	6.25	8.13	12.50	24.38
5	2024	3,054.83	180	6.36	8.27	12.73	24.82
6	2025	3,109.00	180	6.48	8.42	12.95	25.26
7	2026	3,163.17	180	6.59	8.57	13.18	25.70
8	2027	3,217.33	180	6.70	8.71	13.41	26.14
9	2028	3,271.50	180	6.82	8.86	13.63	26.58
10	2029	3,325.67	180	6.93	9.01	13.86	27.02
11	2030	3,379.83	180	7.04	9.15	14.08	27.46
12	2031	3,434.00	180	7.15	9.30	14.31	27.90
13	2032	3,488.17	180	7.27	9.45	14.53	28.34
14	2033	3,542.33	180	7.38	9.59	14.76	28.78
15	2034	3,596.50	180	7.49	9.74	14.99	29.22
16	2035	3,650.67	180	7.61	9.89	15.21	29.66
17	2036	3,704.83	180	7.72	10.03	15.44	30.10
18	2037	3,759.00	180	7.83	10.18	15.66	30.54
19	2038	3,813.17	180	7.94	10.33	15.89	30.98
20	2039	3,867.33	180	8.06	10.47	16.11	31.42

Nota: Elaboración propia

Estudio Hídrico

(MINAGRI, 2015) “Se ubicación y localización las dos tomas de agua las cuales se les denomina Putacca Arriba están ubicadas en la cota 3,876 msnm y Putacca Abajo las cuales están ubicadas en la cota 3,847.82 msnm, la cual se realizó el análisis de caudal que se define como el volumen de agua que pasa por una acción de un determinado tipo, es decir es el gasto de agua de una determinada fuente

(manantial) y que nos sirve para determinar el rendimiento hídrico de una cuenca”.



Caudal y aforo. “Es una de las variables que más interesan puesto que es a través del caudal, que se cuantifican consumos, se evalúa la disponibilidad del recurso hídrico y se planifica la respectiva gestión de una cuenca” (MINAGRI, 2015)

“Aforar es medir un caudal en una sección de un curso de agua, en un determinado punto de interés”.

Método volumétrico. “Consiste en medir el volumen del agua que se llena en un determinado tiempo, para el MINAGRI (2015, p.12) se basa en “medir el tiempo que demora en llenarse un balde de un volumen conocido. Al dividir la capacidad del balde (litros) por el tiempo empleado (segundos) se obtiene el caudal en l/s.””

“Este método volumétrico es el más recomendable, sin embargo, a veces, es difícil de aplicar, solamente resulta útil para caudales pequeños y donde las características físicas lo permitan”.

“El método gravimétrico, es similar al método volumétrico, pero en este caso se pesa el recipiente llenado en un determinado tiempo”.



Figura 8. Toma de Agua Putacca Arriba



Figura 9. Toma de Agua Putacca Abajo

(Sotelo, 1994) ,“Según la realización de trabajo de campo se obtuvo el número de viviendas en el centro poblado de Lecclespampa es de 480, la densidad de habitantes por vivienda es de 5,80, teniendo así una cantidad de 2,784 personas en el año 2019”, “realizando un cálculo de población futura para 20 años, teniendo los cálculos de crecimiento lineal, el método geométrico, método wappus, crecimiento logarítmico, método de curva de crecimiento, y el resumen de cálculo, la población futura es de 3867.33 habitantes, la topografía”. “varía la

pendiente de 1% a 12%. Se realizó el estudio hídrico de dos tomas de agua teniendo un caudal promedio en Putacca Arriba de 1.12 Li/Seg y un caudal promedio de Putacca Abajo de 1.13 lt/seg, teniendo un promedio de 2.25 lt/seg, el cuales se realizó con el método volumétrico”.

“El tiempo de llenado del reservorio de agua con este caudal es de 29 minutos”.

“Los cálculos realizados en estas dos tomas están en el anexo N° 03 cuadro de aforamiento de agua”.

B. “Diseño del sistema de bombeo con una línea de impulsión con tuberías de Polietileno de Alta Densidad en comparación al de tuberías Policloruro de Vinilo para el centro poblado de Lecclespampa”.

Caudal de diseño

“El caudal de una línea de impulsión será el correspondiente al consumo del máximo diario para el periodo de diseño. Tomando en cuenta que no resulta aconsejable ni práctico mantener períodos de bombeo de 8 horas diarias, habrá que incrementar el caudal de acuerdo a la relación de horas de bombeo, satisfaciendo así las necesidades de la población para el día completo”.

a. Caudal de Diseño (Qd)

$$Qd = \frac{\text{Dotación} \times \text{Población}}{86400}$$
$$Qd = \frac{180 \times 3867.30}{86400} \quad Qd = 8.0569 \text{ Lt/s}$$

b. Demanda Máxima diaria (Qmd)

$$Qmd = K1 \times Qd$$

Donde:

Qmd : Caudal máximo diario

K1 :1.3 (Coeficiente adimensional del Reglamento Nacional de Edificación RNE, Norma OS.100, numeral 1.5).

Qd : Caudal de demanda

$$Qmd = 1.3 \times 8.0569$$

$$Qmd = 10.4739 \text{ Lt/s}$$

c. Caudal Máximo Horario (Qmh)

$$Qmh = K2 \times Qd$$

$$Qmh = 2.00 \times 8.0569 \quad Qmh = 16.114 \text{ Lt/s}$$

d. Diseño de Caudal (Qb)

$$Qb = Qmd \times \frac{24}{N}$$

Donde:

Qmd = Caudal Máximo Diario

N = Número de Horas de Bombeo

$$Qb = 10.4739 \times \frac{24}{8} \quad Qb = 31.4217 \frac{\text{Lt}}{\text{s}}$$

$$Qb = 3.1321 \text{ m}^3/\text{s}$$

e. Selección de Diámetro (D) formula de Bréese.

$$D = K \times X^{1/4} \times Qb^{1/2}$$

Donde:

$$X = \frac{\text{Nº de Horas Bombeo}}{24}$$

$$K = 1.3$$

D = Diámetro en m

Qb = Caudal de Bombeo en m³/s.

$$X = \frac{8}{24} = 0.333 \text{ m}$$

$$D = 1.3 \times 0.33^{1/4} \times 13.9652^{1/2} \quad D = 4.08 \text{ m}$$

$$D = 40.80 \text{ mm}$$

f. Área de flujo (A)

$$A = \pi x r = \pi x \frac{D^2}{4} \quad A = \pi x \frac{D^2}{4}$$

$$A = \pi x \frac{4.08^2}{4} \quad A = 13.07 \text{ m}^2$$

Diseño de sistema de bombeo con una línea de impulsión con tuberías de Polietileno de Alta Densidad

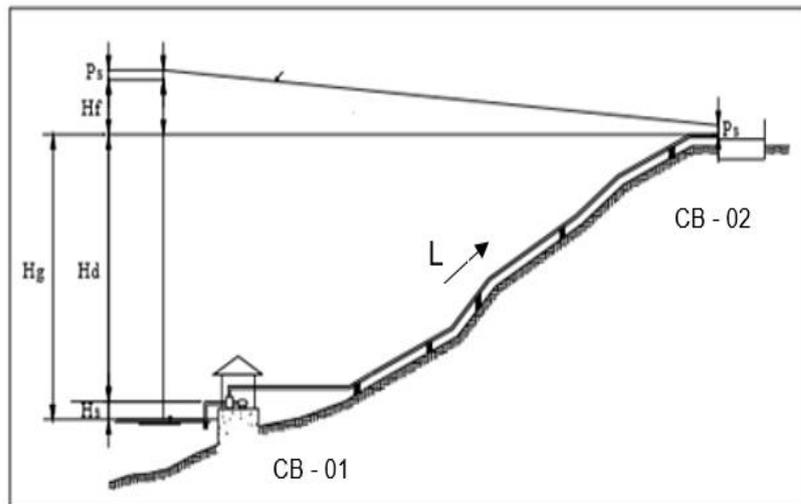


Figura 10. Diagrama del Cálculo del Tramo de Bombeo con Tubería HDPE

Donde:

$$L = 167.0 \text{ m} \quad Q = 3" = 72.80 \text{ mm}$$

$$\text{Cota CB: 01} = 3843.60 \text{ m. s. n. m}$$

$$\text{Cota CB: 02} = 3895.36 \text{ m. s. n. m}$$

$$\text{Alt} = \text{CB 01} - \text{CB 02}$$

CB = Camara de Bombeo

1. Tiempo Crítico (Tc)

$$Tc = 2x \frac{L}{a}$$

Donde:

$$a = \pi x \frac{Q^2}{4}$$

$$Tc = 2x \frac{167.00}{\pi x \frac{72.80^2}{4}} \quad Tc = 0.08024 \text{ m}$$

2. Por el método de Williams Hazens (Q)

$$Q = 0.2785xCxD^{2.63}xS^{0.54}$$

$$Q = 0.2785x140x0.0728^{2.63}x\frac{51.76^2}{167.00} \quad Q = 0.6362 \text{ lt/s}$$

$$Q = 0.006362 \text{ m}^3/\text{s}$$

3. Perdidas de Carga (Hf)

$$Hf = \frac{10,674xLxQ^{1.852}}{C^{1.852}xD^{4.87}}$$

$$Hf = \frac{10.674x167.00x0.006362^{1.852}}{140^{1.852}x0.0728^{4.87}}$$

$$Hf = 5.6246 \text{ m} \quad \text{donde: } Hf = 5.6246 + 51.76 = 57.38 \text{ m}$$

4. Velocidad (V)

valor de F asumido 0.01390 m.

$$V = \sqrt{\frac{2g(h1-h2)}{1 + \frac{FL}{D}}}$$

$$V = \sqrt{\frac{2x9.81x51.76}{1 + \frac{0.01390x167.00}{0.0728}}} \quad V = 5.554 \text{ m/s}$$

5. Caudal de Reynolds (Re)

$$Re = \frac{VxDp}{\mu}$$

$$Re = \frac{5.554x0.0728x998}{0.001005} \quad Re = 401527.759 \text{ m/s}$$

6. Calculo de Coeficiente de Fricción (F)

$$F = \frac{1.325}{(\text{Log}_{10}(\frac{0.0015}{3.7xD} + \frac{5.74}{Re^{0.9}}))^2}$$

$$F = \frac{1.325}{(\text{Log}_{10}(\frac{0.0015}{3.7x72.8} + \frac{5.74}{401527.759^{0.9}}))^2} \quad F = 0.01390 \text{ m}$$

7. Caudal (Q)

$$Q = \frac{L}{S} = \frac{\pi D^2}{4} V$$
$$Q = \frac{\pi \times 72.80^2}{4} \times 5.554 \quad Q = 23.12 \text{ Lt/s}$$

8. Reemplazando en la ecuación de Darcy Wersbach para Flujo Turbulento (h_L)

$$h_L = \frac{f \times L \times V^2}{D \times 2g} \qquad h_L = \frac{f \times L \times V^2}{D \times 2g}$$
$$h_L = \frac{0.01390 \times 167.00 \times 5.552^2}{0.0728 \times 2 \times 9.81} \qquad h_L = 50.0956 \text{ m}$$

CALCULO DEL TRAMO 02 CON TUBERÍA HDPE

(Polietileno de alta densidad)

Donde:

$$L = 348.00 \text{ m} \quad Q = 4'' = 93.60$$

$$\text{Cota CB: 02} = 3895.36 \text{ m. s. n. m}$$

$$\text{Cota CB: 03} = 3960.23 \text{ m. s. n. m}$$

$$\text{Alt} = \text{CB 02} - \text{CB 03}$$

$$\text{CB} = \text{Camara de Bombeo}$$

1. Tiempo Critico (T_c)

$$T_c = 2x \frac{L}{a}$$

Donde:

$$a = \pi x \frac{Q^2}{4}$$

$$T_c = 2x \frac{348.00}{\pi x \frac{93.69^2}{4}} \quad T_c = 0.1012 \text{ m}$$

2. Por el método de Williams Hazens (Q)

$$Q = 0.2785 \times C \times D^{2.63} \times S^{0.54}$$

$$Q = 0.2785 \times 140 \times 0.0936^{2.63} \times \frac{64.87^2}{348.00} \quad Q = 0.3362 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q = 0.003362 \text{ lt/s}$$

3. Perdidas de Carga (Hf)

$$H_f = \frac{10,674 \times L \times Q^{1.852}}{C^{1.852} \times D^{4.87}}$$

$$H_f = \frac{10,674 \times 348.00 \times 0.003362^{1.852}}{140^{1.852} \times 0.0936^{4.87}}$$

$$H_f = 1.0578 \text{ m} \quad \text{donde: } H_f = 1.06 + 64.87 = 65.93 \text{ m}$$

4. Velocidad (V):

valor de **F** asumido 0.01351 m.

$$V = \sqrt{\frac{2g(h_1 - h_2)}{1 + \frac{fL}{D}}}$$

$$V = \sqrt{\frac{2 \times 9.81 \times 64.87}{1 + \frac{0.01351 \times 348.00}{0.0936}}} \quad V = 4.982 \text{ m/s}$$

5. Caudal de Reynolds (Re)

$$Re = \frac{V \times D \rho}{\mu}$$

$$Re = \frac{4.982 \times 0.0936 \times 998}{0.001005} \quad Re = 463052.580 \text{ m/s}$$

6. Calculo de Coeficiente de Fricción (F)

$$F = \frac{1.325}{(\text{Log}_{10}(\frac{0.0015}{3.7 \times D} + \frac{5.74}{Re^{0.9}}))^2}$$

$$F = \frac{1.325}{(\text{Log}_{10}(\frac{0.0015}{3.7 \times 93.60} + \frac{5.74}{463052.580^{0.9}}))^2} \quad F = 0.01351 \text{ m}$$

7. Caudal (Q)

$$Q = \frac{L}{S} = \frac{\pi D^2}{4} V$$

$$Q = \frac{\pi \times 93.60^2}{4} \times 4.982 \quad Q = 34.2792 \text{ Lt/s}$$

8. Reemplazando en la ecuación de Darcy Wersbach para Flujo Turbulento (h_L)

$$h_L = \frac{f x L x V^2}{D x 2 g}$$

$$h_L = \frac{0.01351 x 348.00 x 4.982^2}{0.09360 x 2 x 9.81} \quad h_L = 63.5429 \text{ m}$$

CALCULO DEL TRAMO 03 CON TUBERÍA HDPE

(Polietileno de alta densidad)

Donde:

$$L = 165.00 \text{ m} \quad Q = 3'' = 72.80$$

$$\text{Cota CB: 03} = 3960.23 \text{ m. s. n. m}$$

$$\text{Cota RB} = 4004.88 \text{ m. s. n. m}$$

$$\text{Alt} = \text{CB 02} - \text{CB 03}$$

CB = Camara de Bombeo

RB = Reservorio

1. Tiempo Critico (T_c)

$$T_c = 2x \frac{L}{a}$$

Donde:

$$a = \pi x \frac{Q^2}{4}$$

$$T_c = 2x \frac{165.00}{\pi x \frac{72.80^2}{4}} \quad T_c = 0.07928 \text{ m}$$

2. Por el método de Williams Hazens (Q)

$$Q = 0.2785 x C x D^{2.63} x S^{0.54}$$

$$Q = 0.2785 x 140 x 0.0728^{2.63} x \frac{44.65^2}{165.00} \quad Q = 0.3071 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q = 0.003071 \text{ lt/s}$$

3. Perdidas de Carga (H_f)

$$H_f = \frac{10,674 x L x Q^{1.852}}{C^{1.852} x D^{4.87}}$$

$$H_f = \frac{10,674 \times 165.00 \times 0.003071^{1.852}}{140^{1.852} \times 0.0728^{4.87}}$$

$$H_f = 1.442 \text{ m}$$

$$\text{donde: } H_f = 1.44 + 44.65 = 46.09 \text{ m}$$

4. Velocidad (V)

valor de **F** asumido 0.01407 m.

$$V = \sqrt{\frac{2g(h_1 - h_2)}{1 + \frac{fL}{D}}}$$

$$V = \sqrt{\frac{2 \times 9.81 \times 44.65}{1 + \frac{0.01407 \times 165.00}{0.0728}}} \quad V = 5.158 \text{ m/s}$$

5. Caudal de Reynolds (Re)

$$Re = \frac{V \times D \rho}{\mu}$$

$$Re = \frac{5.158 \times 0.0728 \times 998}{0.001005} \quad Re = 372912.120 \text{ m/s}$$

6. Calculo de Coeficiente de Fricción (F)

$$F = \frac{1.325}{(\text{Log}_{10}(\frac{0.0015}{3.7 \times D} + \frac{5.74}{Re^{0.9}}))^2}$$

$$F = \frac{1.325}{(\text{Log}_{10}(\frac{0.0015}{3.7 \times 72.80} + \frac{5.74}{372912.120^{0.9}}))^2} \quad F = 0.01407 \text{ m}$$

7. Caudal (Q)

$$Q = \frac{L}{S} = \frac{\pi D^2}{4} V$$

$$Q = \frac{\pi \times 72.80^2}{4} \times 5.158 \quad Q = 21.4715 \text{ Lt/s}$$

8. Reemplazando en la ecuación de Darcy Wersbach para Flujo Turbulento (h_L)

$$h_L = \frac{fLxV^2}{Dx2g}$$

$$h_L = \frac{0.01407 \times 165.00 \times 5.158^2}{0.0728 \times 2 \times 9.81} \quad h_L = 43.2424 \text{ m}$$

Tabla 18
Resumen de los cálculos de línea de Impulsión con tubería HDPE

TUBERIA POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD (HDPE)								
	Tc (m)	Q (m3/s)	Hf (m)	V (m/s)	Re (m/s)	F (m)	Caudal Q (Lt/s)	h.F (m)
Tramo 01	0.0802	0.006362	57.38	5.554	401527.759	0.0139	23.12	50.0956
Tramo 02	0.1012	0.003362	65.93	4.982	463052.580	0.01351	34.28	63.5429
Tramo 03	0.0793	0.003071	46.09	5.158	372912.120	0.01407	21.47	43.2424

Nota: Elaboración propia

Cálculo con el programa WaterCAD CONNECT Edición.

“En el cálculo de bombeo se realiza por el método de Hazens Williams la cual se aprecia el tipo de tubería que trabaja desde 3” hasta 4” según corresponde los cálculos que se realizan”.

Tabla 19
Cálculo de tubería polietileno de alta densidad (HDPE)

TUBERIA HDPE						
DIAMETRO (mm)	HAZEN WILLIAMS ©	LONGITUD	VELOCIDAD (m/s)	TIPO DE TUBERIA	CAUDAL	FUNCION DE TUBERIA
72.80	140	4	3.35	LINEA SUCCION-1	-13.97	Open
72.80	140	34	1.32	LINEA DE CONDUCCION	5.48	Open
93.60	140	348	2.03	TUB IMPULSION 2	13.97	Open
72.80	140	165	3.35	TUB IMPULSION 3	13.97	Open
72.80	140	167	3.35	TUB IMPULSION-1	13.97	Open
72.80	140	4	3.35	TUB SUCCION 2	-13.97	Open
72.80	140	4	3.35	TUB SUCCION 3	-13.97	Open

Nota: Elaboración propia

Tabla 20
Características del tanque para tubería HDPE

CARACTERISTICAS DEL TANQUE PARA TUBERIA HDPE						
TANQUE	ELEVACION	NIVEL MAX AGUA (m)	VOLUMEN UTIL	NIVEL HIDRAULICO	VOLUMEN CALCULADO	ALTURA DE AGUA EN EL TANQUE
T-1	3,843.60	3,845.60	24.50	3,844.60	19.722	1.00
T-2	3,895.36	3,897.36	24.50	3,896.36	16.782	1.00
T-3	3,960.23	3,962.23	24.50	3,961.23	15.19	1.00
T-4	4,004.88	4,006.88	24.50	4,005.88	23.152	1.00

Nota: Elaboración propia

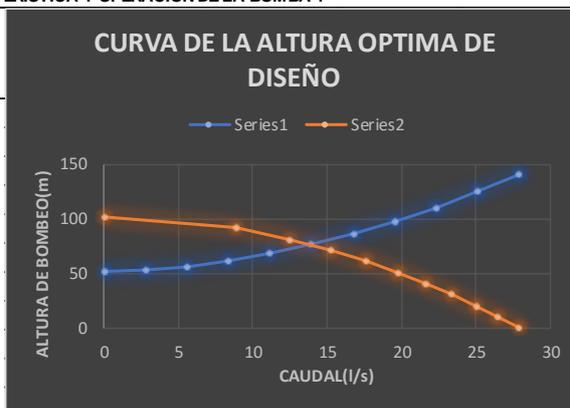
Tabla 21
Características de la bomba para tubería HDPE

CARACTERISTICAS DE LA BOMBA PARA TUBERIA HDPE						
ELEVACION	BOMBA CENTRIFUGA DE AGUA	FUNCIONAMIENTO	NIVEL HIDRAULICO DE SUCCION	NIVEL HIDRAULICO DE DESCARGA	CAUDAL DE IMPULSION	NIVEL OPTIMO DE BOMBEO
3,843.60	bomba1	On	3,844.05	3,920.48	13.969	76.43
3,895.36	bomba2	On	3,895.75	3,976.01	13.97	80.26
3,960.23	bomba3	On	3,960.62	4,029.75	13.971	69.13

Nota: Elaboración propia

Tabla 22
Cuadro comparativo de características y operación de la bomba 1 con HDPE

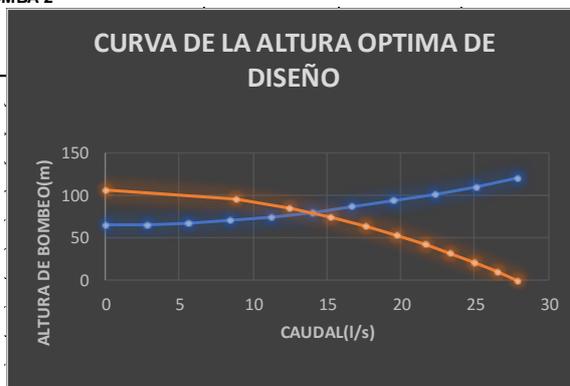
BOMBA 1			
CUADRO COMPARATIVO DE CARACTERISTICA Y OPERACIÓN DE LA BOMBA 1			
CAUDAL CARACTERISTICO	NIVEL DE BOBEO CARACTERITICO	CAUDAL OPERATIVO	ALTURA OPERATIVA
0	51.76	27.94	0
2.794	53.01	26.506	10.19
5.588	56.28	24.99	20.38
8.382	61.34	23.376	30.57
11.176	68.08	21.642	40.76
13.97	76.43	19.757	50.95
16.764	86.34	17.671	61.14
19.558	97.77	15.303	71.33
22.352	110.68	12.495	81.53
25.146	125.04	8.835	91.72
27.94	140.83	0	101.91



Nota: Elaboración propia

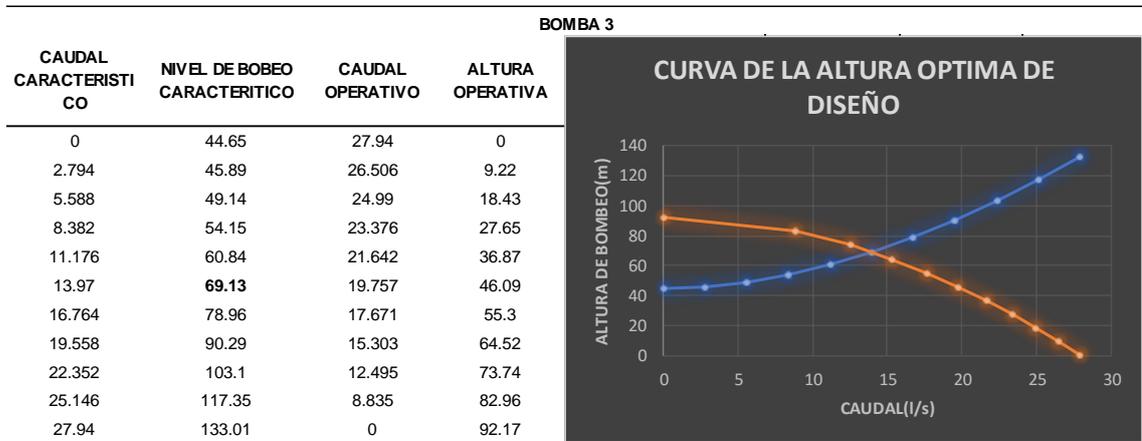
Tabla 23
Cuadro comparativo de características y operación de la bomba 2 con HDPE

BOMBA 2			
CAUDAL CARACTERISTICO	NIVEL DE BOBEO CARACTERITICO	CAUDAL OPERATIVO	ALTURA OPERATIVA
0	64.87	27.94	0
2.794	65.65	26.506	10.7
5.588	67.69	24.99	21.4
8.382	70.85	23.376	32.1
11.176	75.05	21.642	42.81
13.97	80.26	19.757	53.51
16.764	86.45	17.671	64.21
19.558	93.57	15.303	74.91
22.352	101.63	12.495	85.61
25.146	110.59	8.835	96.31
27.94	120.44	0	107.01



Nota: Elaboración propia

Tabla 24
Cuadro comparativo de características y operación de la bomba 3 con HDPE



Nota: Elaboración propia

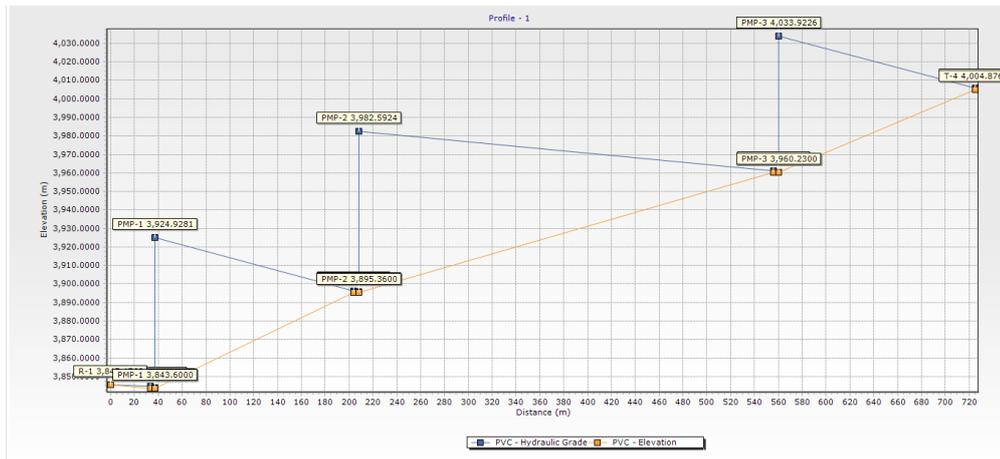


Figura 11. Diagrama de Línea de Gradiente Hidráulica

Diseño de sistema de bombeo con una línea de impulsión con tuberías de Policloruro de Vinilo (PVC)

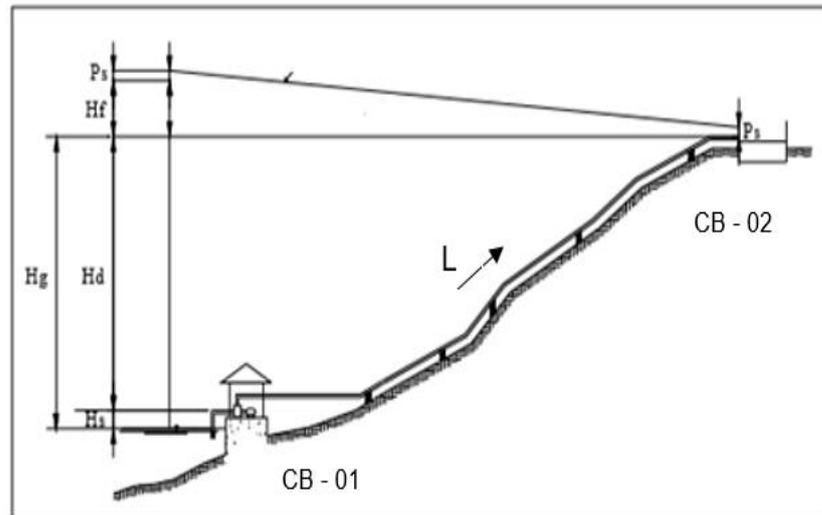


Figura 12. Diagrama del Cálculo del Tramo de Bombeo con Tubería PVC

Donde:

$$L = 167.0 \text{ m} \quad Q = 2 \frac{1}{2}'' = 66.00 \text{ mm}$$

$$\text{Cota CB: 01} = 3843.60 \text{ m. s. n. m}$$

$$\text{Cota CB: 02} = 3895.36 \text{ m. s. n. m}$$

$$\text{Alt} = \text{CB 01} - \text{CB 02}$$

CB = Camara de Bombeo

1. Tiempo Crítico (Tc)

$$Tc = 2x \frac{L}{a}$$

Donde:

$$a = \pi x \frac{Q^2}{4}$$

$$Tc = 2x \frac{167.00}{\pi x \frac{66.00^2}{4}} \quad Tc = 0.0976 \text{ m}$$

2. Por el método de Williams Hazens (Q)

$$Q = 0.2785xCxD^{2.63}xS^{0.54}$$

$$Q = 0.2785x150x0.066^{2.63}x\frac{51.76^2}{167.00} \quad Q = 0.5267 \text{ lt/s}$$

$$Q = 0.005267 \text{ m}^3/\text{s}$$

3. Perdidas de Carga (Hf)

$$Hf = \frac{10,674 \times L \times Q^{1.852}}{C^{1.852} \times D^{4.87}}$$

$$Hf = \frac{10,674 \times 167.00 \times 0.005267^{1.852}}{150^{1.852} \times 0.066^{4.87}}$$

$$Hf = 5.6244 \text{ m}$$

$$\text{donde: } Hf = 5.62 + 51.76 = 57.38 \text{ m}$$

4. Velocidad (V)

valor de **F** asumido 0.01390 m.

$$V = \sqrt{\frac{2g(h_1 - h_2)}{1 + \frac{fL}{D}}}$$

$$V = \sqrt{\frac{2 \times 9.81 \times 51.76}{1 + \frac{0.01390 \times 167.00}{0.066}}} \quad V = 5.554 \text{ m/s}$$

5. Caudal de Reynolds (Re)

$$Re = \frac{V \times D \rho}{\mu}$$

$$Re = \frac{5.554 \times 0.066 \times 998}{0.001005}$$

$$Re = 401527.759 \text{ m/s}$$

6. Calculo de Coeficiente de Fricción (F)

$$F = \frac{1.325}{(\log_{10}(\frac{0.0015}{3.7 \times D} + \frac{5.74}{Re^{0.9}}))^2}$$

$$F = \frac{1.325}{(\log_{10}(\frac{0.0015}{3.7 \times 0.066} + \frac{5.74}{401527.759^{0.9}}))^2}$$

$$F = 0.01390 \text{ m}$$

7. Caudal (Q)

$$Q = \frac{L}{S} = \frac{\pi D^2}{4} V$$

$$Q = \frac{\pi \times 0.066^2}{4} \times 5.554$$

$$Q = 23.1191 \text{ Lt/s}$$

8. Reemplazando en la ecuación de Darcy Wersbach para Flujo Turbulento (h_L)

$$h_L = \frac{F \times L \times V^2}{D \times 2} \qquad h_L = \frac{F \times L \times V^2}{D \times 2 \times g}$$

$$h_L = \frac{0.01390 \times 167.00 \times 5.554^2}{0.066 \times 2 \times 9.81} \qquad h_L = 55.2968 \text{ m}$$

CALCULO DEL TRAMO 02 CON TUBERÍA PVC

(Policloruro de Vinilo)

Donde:

$$L = 348.00 \text{ m} \quad Q = 3'' = 80.10$$

$$\text{Cota CB: 02} = 3895.36 \text{ m. s. n. m}$$

$$\text{Cota CB: 03} = 3960.23 \text{ m. s. n. m}$$

$$\text{Alt} = \text{CB 02} - \text{CB 03}$$

$$\text{CB} = \text{Camara de Bombeo}$$

1. Tiempo Critico (T_c)

$$T_c = 2 \times \frac{L}{a}$$

Donde:

$$a = \pi \times \frac{Q^2}{4}$$

$$T_c = 2 \times \frac{348.00}{\pi \times \frac{80.10^2}{4}} \qquad T_c = 0.1381 \text{ m}$$

2. Por el método de Williams Hazens (Q)

$$Q = 0.2785 \times C \times D^{2.63} \times S^{0.54}$$

$$Q = 0.2785 \times 150 \times 0.0801^{2.63} \times \frac{64.87^2}{348.00} \qquad Q = 0.6606 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q = 0.006606 \text{ lt/s}$$

3. Perdidas de Carga (H_f)

$$H_f = \frac{10,674 \times L \times Q^{1.852}}{C^{1.852} \times D^{4.87}}$$

$$H_f = \frac{10,674 \times 348.00 \times 0.006606^{1.852}}{150^{1.852} \times 0.0801^{4.87}}$$

$$H_f = 6.9441 \text{ m} \quad \text{donde: } H_f = 6.94 + 64.87 = 71.81 \text{ m}$$

4. Velocidad (V)

valor de F asumido 0.01455 m.

$$V = \sqrt{\frac{2g(h_1 - h_2)}{1 + \frac{F \times L}{D}}}$$

$$V = \sqrt{\frac{2 \times 9.81 \times 64.87}{1 + \frac{0.01455 \times 348.00}{0.0801}}} \quad V = 4.254 \text{ m/s}$$

5. Caudal de Reynolds (Re)

$$Re = \frac{V \times D \rho}{\mu}$$

$$Re = \frac{4.245 \times 0.0801 \times 998}{0.001005} \quad Re = 306895.535 \text{ m/s}$$

6. Calculo de Coeficiente de Fricción (F)

$$F = \frac{1.325}{(\text{Log}_{10}(\frac{0.0015}{3.7 \times D} + \frac{5.74}{Re^{0.9}}))^2}$$

$$F = \frac{1.325}{(\text{Log}_{10}(\frac{0.0015}{3.7 \times 80.10} + \frac{5.74}{306895.535^{0.9}}))^2} \quad F = 0.01455 \text{ m}$$

7. Caudal (Q)

$$Q = \frac{L}{S} = \frac{\pi D^2}{4} V$$

$$Q = \frac{\pi \times 80.10^2}{4} \times 4.245 \quad Q = 17.67 \text{ Lt/s}$$

8. Reemplazando en la ecuación de Darcy Wersbach para Flujo Turbulento (h_L)

$$h_L = \frac{F \times L \times V^2}{D \times 2g}$$

$$h_L = \frac{0.01455 \times 348.00 \times 4.245^2}{0.0801 \times 2 \times 9.81} \quad h_L = 58.0585 \text{ m}$$

CALCULO DEL TRAMO 03 CON TUBERÍA PVC

(Policloruro de Vinilo)

Donde:

$$L = 165.00 \text{ m} \quad Q = 2 \frac{1}{2}'' = 66.00$$

$$\text{Cota CB: 03} = 3960.23 \text{ m. s. n. m}$$

$$\text{Cota RB} = 4004.88 \text{ m. s. n. m}$$

$$\text{Alt} = \text{CB 02} - \text{CB 03}$$

CB = Camara de Bombeo

RB = Reservorio

1. Tiempo Critico (Tc)

$$Tc = 2x \frac{L}{a}$$

Donde:

$$a = \pi x \frac{Q^2}{4}$$

$$Tc = 2x \frac{165.00}{\pi x \frac{66.00^2}{4}} \quad Tc = 0.0964 \text{ m}$$

2. Por el método de Williams Hazens (Q)

$$Q = 0.2785xCxS^{0.54}D^{2.63}$$

$$Q = 0.2785x150x0.066^{2.63}x \frac{44.65^2}{165.00} \quad Q = 0.3967 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q = 0.003967 \text{ lt/s}$$

3. Perdidas de Carga (Hf)

$$Hf = \frac{10,674xLxQ^{1.852}}{C^{1.852}xD^{4.87}}$$

$$Hf = \frac{10,674x165.00x0.003967^{1.852}}{150^{1.852}x0.066^{4.87}}$$

$$H_f = 3.2874 \text{ m}$$

donde: $H_f = 3.28 + 44.65 = 47.93 \text{ m}$

4. Velocidad (V)

valor de **F** asumido 0.01407 m.

$$V = \sqrt{\frac{2g(h_1 - h_2)}{1 + \frac{FL}{D}}}$$

$$V = \sqrt{\frac{2 \times 9.81 \times 44.65}{1 + \frac{0.01407 \times 165.00}{0.066}}} \quad V = 5.158 \text{ m/s}$$

5. Caudal de Reynolds (Re)

$$Re = \frac{VxD\rho}{\mu}$$

$$Re = \frac{5.158 \times 0.066 \times 998}{0.001005} \quad Re = 372912.120 \text{ m/s}$$

6. Calculo de Coeficiente de Fricción (F)

$$F = \frac{1.325}{(\text{Log}_{10}(\frac{0.0015}{3.7xD} + \frac{5.74}{Re^{0.9}}))^2}$$

$$F = \frac{1.325}{(\text{Log}_{10}(\frac{0.0015}{3.7 \times 66.0} + \frac{5.74}{372912.120^{0.9}}))^2} \quad F = 0.01407 \text{ m}$$

7. Caudal (Q)

$$Q = \frac{L}{S} = \frac{\pi D^2}{4} V$$

$$Q = \frac{\pi \times 66.0^2}{4} \times 5.158 \quad Q = 21.4715 \text{ Lt/s}$$

8. Reemplazando en la ecuación de Darcy Wersbach para Flujo Turbulento (h_L)

$$h_L = \frac{F \times L \times V^2}{D \times 2g}$$

$$h_L = \frac{0.01407 \times 165.00 \times 5.158^2}{0.066 \times 2 \times 9.81} \quad h_L = 52.4675 \text{ m}$$

Tabla 25
Resumen de los cálculos de línea de Impulsión

TUBERIA POLICLORURO DE VINILO (PVC)								
	Tc (m)	Q (m3/s)	Hf (m)	V (m/s)	Re (m/s)	F (m)	Caudal Q (Lt/s)	h.F (m)
Tramo 01	0.0976	0.005267	57.38	5.554	401527.759	0.0139	23.12	55.2968
Tramo 02	0.1381	0.006606	71.81	4.254	306895.535	0.01455	17.67	58.0585
Tramo 03	0.0964	0.003967	47.93	5.158	372912.120	0.01407	21.47	52.4675

Nota Elaboración propia

Cálculo con el programa WaterCAD CONNECT Edición.

En el cálculo de bombeo se realiza por el método de Hazens Williams la cual se aprecia el tipo de tubería que trabaja desde 2 ½" hasta 3" según corresponde los cálculos que se realizan.

Tabla 26
Cálculo de tubería policloruro de vinilo (PVC)

TUBERIA PVC						
DIAMETRO (mm)	HAZEN WILLIAMS ©	LONGITUD	VELOCIDAD(m/s)	TIPO DE TUBERIA	CAUDAL	FUNCION DE TUBERIA
66.00	150	4	4.08	LINEA SUCCION-1	-13.97	Open
66.00	150	34	1.32	LINEA DE CONDUCCION	4.532	Open
80.10	150	348	2.77	TUB IMPULSION 2	13.97	Open
66.00	150	165	4.08	TUB IMPULSION 3	13.97	Open
66.00	150	167	4.08	TUB IMPULSION-1	13.97	Open
66.00	150	4	4.08	TUB SUCCION 2	-13.97	Open
66.00	150	4	4.08	TUB SUCCION 3	-13.97	Open

Nota Elaboración propia

Tabla 27
Características del tanque para tubería PVC

CARACTERISTICAS DEL TANQUE PARA TUBERIA PVC						
TANQUE	ELEVACION	NIVEL MAX AGUA (m)	VOLUMEN UTIL	NIVEL HIDRAULICO	VOLUMEN CALCULADO	ALTURA DE AGUA EN EL TANQUE
T-1	3,843.60	3,845.60	24.5	3,844.60	19.722	1.00
T-2	3,895.36	3,897.36	24.5	3,896.36	16.782	1.00
T-3	3,960.23	3,962.23	24.5	3,961.23	15.19	1.00
T-4	4,004.88	4,006.88	24.5	4,005.88	23.152	1.00

Nota: Elaboración propia

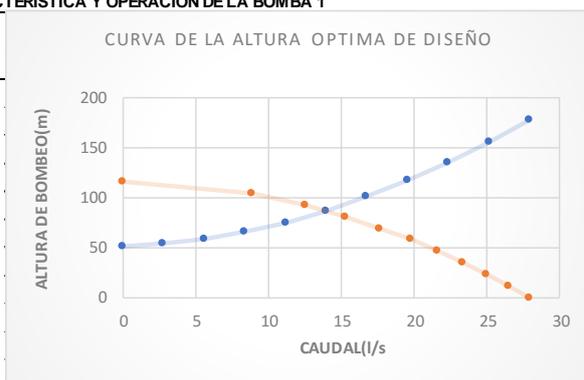
Tabla 28
Características de la bomba para tubería PVC

CARACTERISTICAS DE LA BOMBA PARA TUBERIA PVC						
ELEVACION	BOMBA CENTRIFUGA DE AGUA	FUNCIONAMIENTO	NIVEL HIDRAULICO DE SUCCION	NIVEL HIDRAULICO DE DESCARGA	CAUDAL DE IMPULSION	NIVEL OPTIMO DE BOMBEO
3,843.60	bomba1	On	3,843.82	3,930.64	13.97	86.82
3,895.36	bomba2	On	3,895.50	3,989.05	13.97	93.55
3,960.23	bomba3	On	3,960.37	4,039.79	13.97	79.43

Nota: Elaboración propia

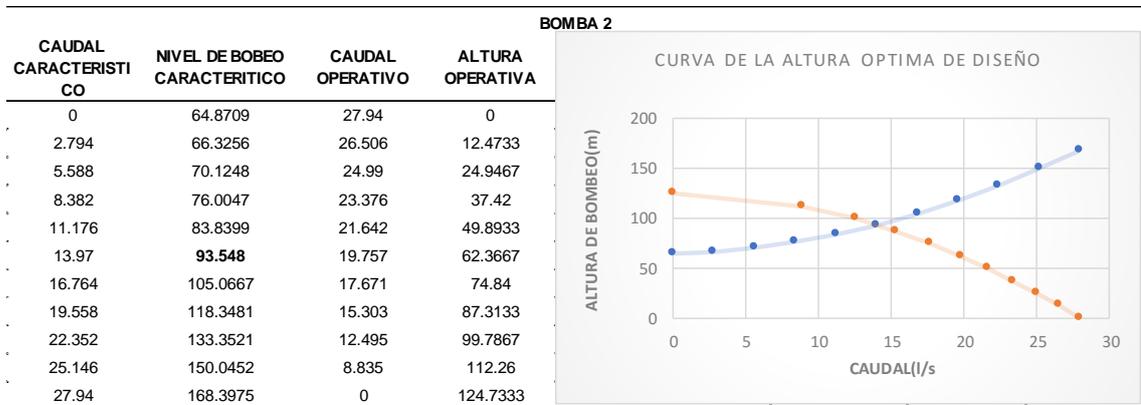
Tabla 29
Cuadro comparativo de característica y operación de la bomba 1 con PVC

BOMBA 1			
CUADRO COMPARATIVO DE CARACTERISTICA Y OPERACIÓN DE LA BOMBA 1			
CAUDAL CARACTERISTICO	NIVEL DE BOBEO CARACTERITICO	CAUDAL OPERATIVO	ALTURA OPERATIVA
0	51.7612	27.94	0
2.794	53.5394	26.506	11.5755
5.588	58.1838	24.99	23.1511
8.382	65.3716	23.376	34.7266
11.176	74.9492	21.642	46.3021
13.97	86.8165	19.757	57.8777
16.764	100.8971	17.671	69.4532
19.558	117.1325	15.303	81.0287
22.352	135.4735	12.495	92.6043
25.146	155.879	8.835	104.1798
27.94	178.3131	0	115.7553



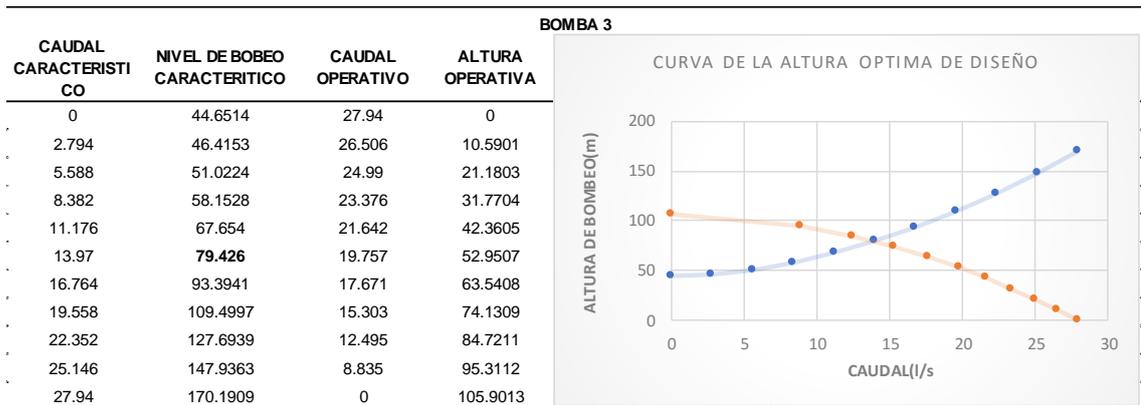
Nota: Elaboración propia

Tabla 30
Cuadro comparativo de característica y operación de la bomba 2 con PVC



Nota: Elaboración propia

Tabla 31
Cuadro comparativo de característica y operación de la bomba 3 con PVC



Nota: Elaboración propia

Tabla 32
Cuadro para el perfil hidráulico

PUNTO	LONGITUD	ELEVACION	NIVEL DE ENTREGA	LONGITUD DE ENTREGA
T-1	0	3,843.60	3,844.60	0
bomba1	4	3,843.60	3,920.48	4
T-2	171	3,895.36	3,896.36	171
bomba2	175	3,895.36	3,976.01	175
T-3	523	3,960.23	3,961.23	523
bomba3	527	3,960.23	4,029.75	527
T-4	629	4,004.88	4,005.88	629

Nota: Elaboración propia

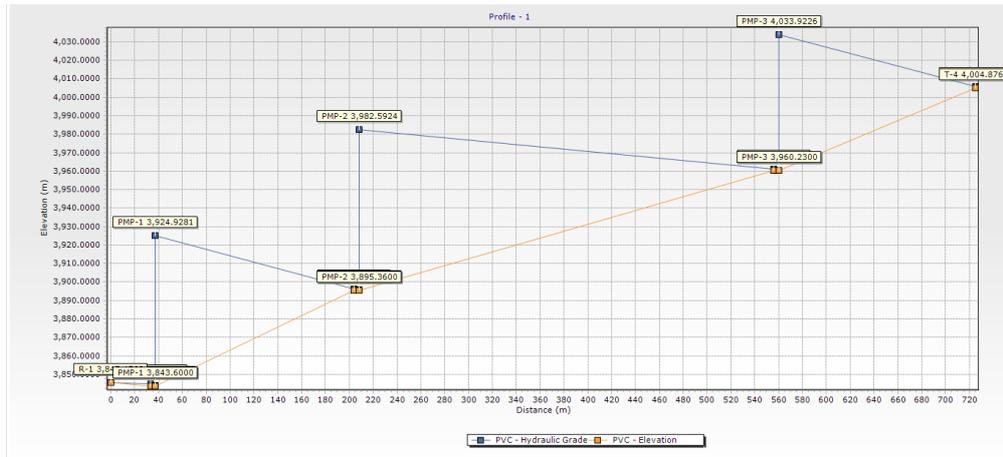


Figura 13. Perfil Hidráulico de Tubería PVC

“Según el estudio de análisis del software WaterCAD, sobre las tuberías de polietileno de alta densidad (HDPE) en comparación al del policloruro de vinilo (PVC), el resultado en la tubería HDPE la velocidad es de 1.32 a 3.35 m/s, el caudal es de 5.48 a 13.97 m/s, nivel óptimo de bombeo teniendo un coeficiente de rugosidad es de 76.43, 80.26, 69.13 m/s. En la tubería PVC la velocidad es de 1.32 a 4.08 m/s, el caudal es de 4.53 a 13.97 m/s, nivel óptimo de bombeo teniendo un coeficiente de rugosidad es de 86.82, 93.55, 79.43 m/s. El periodo de vida útil de la tubería”. “H.D.P.E. es de 50 años, como también su capacidad es de mayor flexibilidad, es fácil de maniobrar y la vida útil de la tubería PVC es de 20 años, como también su capacidad es menor, es rígida difícil de maniobrar”. “Su comportamiento está según el rango establecido, la tubería de H.D.P.E. es la más apropiada, considerando los promedios indicados en los cuadros indicados, donde se indica el tipo de tubería que será de clase 10 en la tubería de H.D.P.E”. “tenemos en el tramo 1 y 3 tubería de 3” y en el tramo 2 tubería de 4”, en la tubería de PVC tenemos en el ramo 1 y 3 tubería de 2 ½” y en el tramo 2 tubería de 3”

C. Costos del sistema de bombeo con una línea de impulsión con tuberías Polietileno de Alta Densidad es menor en comparación al de tuberías Policloruro de Vinilo para el centro poblado de Lleclespampa.

“Acorde con los cálculos se realizaron en gabinete utilizando el software del Excel, considerando las partidas y los costos que se obtuvieron según una cotización realizada”.

“De tal manera primero se realizará un metrado y una vez obtenida esta se realizará el presupuesto correspondiente para obtener los costos de las diferentes tuberías a tratar”.

1. Costos de la Tuberías Polietileno de Alta Densidad (HDPE

METRADO

Proyecto: "TUBERIA POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD EN COMPARACION AL POLICLORURO DE VINILO

Formula : LINEA DE IMPULSIÓN TUBERIA POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD (HDPE)

Lugar : LECCLESPAMPA

ITEM	MAERIAL	UND	CANTIDAD	LARGO	ANCHO	ALTURA	PARCIAL
01.00	TRABAJOS PRELIMINARES						
01.01.00	TRAZO NIVELACION Y REPLANTEO DE ZANJAS	m	1	680.00			680.00
02.00	MOVIMIENTO DE TIERRAS						
02.01.00	EXCAVACIÓN MANUAL DE ZANJAS, TERRENO MATERIAL SUELTO	m3	1	611.10	0.35	0.63	134.75
02.02.00	EXCAVACIÓN MANUAL DE ZANJAS, TERRENO ROCA SUELTO	m3	1	68.90	0.35	0.63	15.19
02.03.00	REFINE NIVELACIÓN Y FONDOS PARA TUBERIA DE AGUA	m	1	680.00			680.00
02.04.00	CAMA DE APOYO C/MAT. PROPIO ZARANDEADO e=0.10 m.	m	1	680.00			680.00
02.05.00	RELLENO Y COMPACTADO DE ZANJAS CON MATERIAL PROPIO	m3	1	680.00	0.40	0.63	172.04
03.00	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIAS Y ACCESORIOS (HDPE)						
03.01.00	SUMINIST. E INSTALACION DE TUB. DE POLIETILENO (HDPE) C-10 Ø 3"	m	1	332.00			332.00
03.02.00	SUMINIST. E INSTALACION DE TUB. DE POLIETILENO (HDPE) C-10 Ø 4"	m	1	348.00			348.00
03.03.00	SUMINISTRO E INSTALACION DE ACCESORIOS	und	14				14.00

METRADO

Proyecto: "TUBERIA POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD EN COMPARACION AL POLICLORURO DE VINILO

Formula : LINEA DE IMPULSIÓN (HDPE)

Lugar : LECCLESPAMPA

ITEM	MAERIAL	UND	METRADO
01.00	TRABAJOS PRELIMINARES		
01.01.00	TRAZO NIVELACION Y REPLANTEO DE ZANJAS	m	680.00
02.00	MOVIMIENTO DE TIERRAS		
02.01.00	EXCAVACIÓN MANUAL DE ZANJAS, TERRENO MATERIAL SUELTO	m3	134.75
02.02.00	EXCAVACIÓN MANUAL DE ZANJAS, TERRENO ROCA SUELTO	m3	15.19
02.03.00	REFINE NIVELACIÓN Y FONDOS PARA TUBERIA DE AGUA	m	680.00
02.04.00	CAMA DE APOYO C/MAT. PROPIO ZARANDEADO e=0.10 m.	m	680.00
02.05.00	RELLENO Y COMPACTADO DE ZANJAS CON MATERIAL PROPIO	m3	172.04
03.00	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIAS Y ACCESORIOS (HDPE)		
03.01.00	SUMINIST. E INSTALACION DE TUB. DE POLIETILENO (HDPE) C-10 Ø 3"	m	332.00
03.02.00	SUMINIST. E INSTALACION DE TUB. DE POLIETILENO (HDPE) C-10 Ø 4"	m	348.00
03.03.00	SUMINISTRO E INSTALACION DE ACCESORIOS	und	14.00

Item	Código	Descripción	Und.	Metrado	Precio \$/.	Parcial \$/.
S10 Página 1						
Presupuesto						
Presupuesto	0301001	TUBERIA POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD EN COMPARACION AL POLICLORURO DE VINILO				
Subpresupuesto	001	LINEA DE IMPULSIÓN TUBERIA HDPE				
Cliente	S10 S.A.C.				Costo al	12/08/2019
Lugar	HUANCAVELICA - ACOBAMBA - ROSARIO					
01		TRABAJOS PRELIMINARES				20,678.80
01.01	0101020106-0301001-01	TRAZO NIVELACION Y REPLANTEO DE	m	680.00	30.41	20,678.80
02		MOVIMIENTO DE TIERRAS				4,468.66
02.01	010104010004-0301001-01	EXCAVACION MANUAL DE ZANJAS, TERRENO MATERIAL SUELTO	m3	134.75	16.51	2,224.72
02.02	010104010005-0301001-01	EXCAVACION MANUAL DE ZANJAS, TERRENO ROCA SUELTA	m3	15.19	20.19	306.69
02.03	010104010403-0301001-01	REFINE NIVELACION Y FONDOS PARA	m	680.00	0.48	326.40
02.04	010104010006-0301001-01	CAMA DE APOYO C/MAT. PROPIO	m	680.00	2.04	1,387.20
02.05	010104010007-0301001-01	RELLENO Y COMPACTADO DE ZANJAS CON MATERIAL PROPIO	m3	172.04	1.30	223.65
03		SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIAS Y ACCESORIOS				16,797.08
03.01	010104010008-0301001-01	SUMINIST. E INSTALACION DE TUB. POLIETILENO (HDPE) DE 72.80 MM C_10	m	332.00	16.42	5,451.44
03.02	010104010009-0301001-01	SUMINIST. E INSTALACION DE TUB. POLIETILENO (HDPE) DE 83.60 MM C_10	m	348.00	24.62	8,567.76
03.03	010104010010-0301001-01	SUMINISTRO E INSTALACION DE ACCESORIOS	und	14.00	168.42	2,777.88
		Costo Directo				41,944.54
		Gastos Generales 0.0000%				
		Utilidad 10%				4,194.45
		Subtotal				46,138.99
		Impuesto (IGV 18%)				8,766.41
		Total Presupuesto				54,905.40
SON : CINCUENTICUATRO MIL NOVECIENTOS CINCO Y 40/100 NUEVOS SOLES						

2. Costos de la Tuberías Policloruro de Vinilo (PVC)

METRADO

Proyecto: "TUBERIA POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD EN COMPARACION AL POLICLORURO DE VINILO

Formula : LINEA DE IMPULSIÓN TUBERIA POLICLORURO DE VINILO (PVC)

Lugar : LECCLESPAMPA

ITEM	MAERIAL	UND	CANTIDAD	LARGO	ANCHO	ALTURA	PARCIAL
01.00	TRABAJOS PRELIMINARES						
01.01.00	TRAZO NIVELACION Y REPLANTEO DE ZANJAS	m	1	680.00			680.00
02.00	MOVIMIENTO DE TIERRAS						
02.01.00	EXCAVACIÓN MANUAL DE ZANJAS, TERRENO MATERIAL SUELTO	m3	1	611.10	0.35	0.80	171.11
02.02.00	EXCAVACIÓN MANUAL DE ZANJAS, TERRENO ROCA SUELTO	m3	1	68.90	0.35	0.80	19.29
02.03.00	REFINE NIVELACIÓN Y FONDOS PARA TUBERIA DE AGUA	m	1	680.00			680.00
02.04.00	CAMA DE APOYO C/MAT. PROPIO ZARANDEADO e=0.10 m.	m	1	680.00			680.00
02.05.00	RELLENO Y COMPACTADO DE ZANJAS CON MATERIAL PROPIO	m3	1	680.00	0.40	0.80	217.60
03.00	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIAS Y ACCESORIOS (PVC)						
03.01.00	SUMINIST. E INSTALACION DE TUB. DE POLICLORURO (PVC) C-10 Ø 2 1/2"	m	55.33				55.33
03.03.00	SUMINIST. E INSTALACION DE TUB. DE POLICLORURO (PVC) C-10 Ø 3"	m	58.00				58.00

METRADO

Proyecto: "TUBERIA POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD EN COMPARACION AL POLICLORURO DE VINILO

Formula : LINEA DE IMPULSIÓN (PVC)

Lugar : LECCLESPAMPA

ITEM	MAERIAL	UND	METRADO
01.00	TRABAJOS PRELIMINARES		
01.01.00	TRAZO NIVELACION Y REPLANTEO DE ZANJAS	m	680.00
02.00	MOVIMIENTO DE TIERRAS		
02.01.00	EXCAVACIÓN MANUAL DE ZANJAS, TERRENO MATERIAL SUELTO	m3	171.11
02.02.00	EXCAVACIÓN MANUAL DE ZANJAS, TERRENO ROCA SUELTO	m3	19.29
02.03.00	REFINE NIVELACIÓN Y FONDOS PARA TUBERIA DE AGUA	m	680.00
02.04.00	CAMA DE APOYO C/MAT. PROPIO ZARANDEADO e=0.10 m.	m	680.00
02.05.00	RELLENO Y COMPACTADO DE ZANJAS CON MATERIAL PROPIO	m3	217.60
03.00	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIAS Y ACCESORIOS (PVC)		
03.01.00	SUMINIST. E INSTALACION DE TUB. DE POLICLORURO (PVC) C-10 Ø 2 1/2"	m	55.33
03.03.00	SUMINIST. E INSTALACION DE TUB. DE POLICLORURO (PVC) C-10 Ø 3"	m	58.00

S10		Página		1		
Presupuesto						
Presupuesto	0301001	TUBERIA POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD EN COMPARACION AL POLICLORURO DE VINILO				
Subpresupuesto	002	LINEA DE IMPULSIÓN TUBERUA PVC				
Cliente	S10 S.A.C.	Costo al	12/08/2019			
Lugar	HUANCAVELICA - ACOBAMBA - ROSARIO					
Item	Código	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01		TRABAJOS PRELIMINARES				20,678.80
01.01	0101020106-0301001-01	TRAZO NIVELACION Y REPLANTEO DE	m	680.00	30.41	20,678.80
02		MOVIMIENTO DE TIERRAS				5,210.98
02.01	01010401004-0301001-01	EXCAVION MANUAL DE ZANJAS, TERRENO MATERIAL SUELTO	m3	1711	16.51	2,825.03
02.02	01010401005-0301001-01	EXCAVACION MANUAL DE ZANJAS, TERRENO ROCA SUELTA	m3	19.29	20.19	389.47
02.03	010104010403-0301001-01	REFINE NIVELACION Y FONDOS PARA	m	680.00	0.48	326.40
02.04	01010401006-0301001-01	CAMA DE APOYO C/MAT. PROPIO	m	680.00	2.04	1,387.20
02.05	01010401007-0301001-01	RELLENO Y COMPACTADO DE ZANJAS CON MATERIAL PROPIO	m3	217.60	1.30	282.88
03		SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIAS Y ACCESORIOS				7,056.76
03.01	010104010011-0301001-01	SUMINIST. E INSTALACION DE TUB. POLICLORURO (PVC) DE 66 MM C_10	m	55.33	51.52	2,850.60
03.02	010104010012-0301001-01	SUMINIST. E INSTALACION DE TUB. POLICLORURO (PVC) DE 80.10 MM C_10	m	58.00	72.52	4,206.16
		Costo Directo				32,046.54
		Gastos Generales 0.0000%				
		Utilidad 10%				3,294.65
		Subtotal				36,241.19
		Impuesto (IGV 18%)				6,885.83
		Total Presupuesto				43,127.02
SON : CUARENTITRES MIL CIENTO VEINTISIETE Y 02/100 NUEVOS SOLES						

3. Comparación de presupuesto entre Tuberías HDPE Y PVC

S10		Página:		1	
Datos Generales del Presupuesto					
Obra	0301001	TUBERIA POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD EN COMPARACION AL POLICLORURO DE VINILO			
Propietario	02100001	S10 S.A.C.			
Lugar	090208	HUANCAVELICA - ACOBAMBA - ROSARIO			
Fecha	12/08/2019	Jornad	8.00 horas		
Moneda principal	01	NUEVOS SOLES			
Presupuesto (S/.)					
Costo directo	74,891.08				
Costo indirecto	23,141.34				
Total	98,032.42				
Subpresupuestos:					
Códig	Descripción	Cantida	Precio (S/.)	Parcial (S/.)	
001	LINEA DE IMPULSIÓN TUBERIA HDPE	1.00	54,005.40	54,005.40	
002	LINEA DE IMPULSIÓN TUBERUA PVC	1.00	43,127.02	43,127.02	

“Los datos y análisis comparativo económico se realiza un presupuesto económico de los materiales de tuberías para su comparación de precios y propiedades de ambos materiales entre el tubo de Polietileno de alta densidad que tiene un presupuesto”. De S/. 54,905.40 (cincuentricuatro mil novecientos cinco y 40/100 nuevos soles), y el tubo de policloruro de vinilo con un presupuesto S/. 43,127.02 (cuarentitres mil ciento veintisiete y 02/100 nuevos soles).

Relación vida útil – costo

Tabla 33
Costos de las tuberías de HDPE Y PVC

Parametros	Vida útil (años)	Costos	Costos en 40 años
Polietileno de Alta Densidad (HDPE)	50	S/54,905.40	
Policloruro de Vinilo (PVC)	20	S/43,127.02	S/109,810.80
Diferencia	30	S/11,778.38	

Nota: Elaboración propia.

La ventaja de los costos de la elaboración del proyecto para la línea de impulsión de 680 m, con tuberías de polietileno de alta densidad HDPE es de cincuentricuatro mil novecientos cinco y 40/100 soles (S/. 54,905.40) y con las tuberías de policloruro de vinilo PVC es de cuarentitres”. “Mil ciento veintisiete y 02/100 soles (S/. 43,127.02), donde se concluye que la diferencia es de once mil setecientos setentiocho y 38/100 nuevos soles (S/. 11,778.38). teniendo en consideración del presupuesto que están realizadas según lo requerido para el estudio del sistema de bombeo, para la línea de impulsión.

4.2. Resultado general

Al comparar entre ambas tuberías se puede determinar que la tubería de polietileno de alta densidad (HDPE), esta tiene una capacidad mayor,

flexibilidad, según los cálculos la velocidad está dentro del rango 1.32 a 3.35 m/s, un caudal entre 5.48 a 13.97 m/s, teniendo un caudal de impulsión de 13.97 l/s. En cambio, en la tubería de policloruro de vinilo” (PVC), esta tiene una capacidad menor, no tiene flexibilidad es rígida, según los cálculos la velocidad está en el rango 1,32 a 4.08 m/s, un caudal entre 4.53 a 13.97 m/s, teniendo un caudal de impulsión de 13.97 l/s. El periodo de vida útil de la tubería HDPE es de 50 años y la vida útil de la tubería PVC es de 20 años. El costo del proyecto con tubería HDPE es de S/. 54,905.40 (cincuenta y cuatro mil novecientos cinco y 40/100 nuevos soles), con las tuberías de PVC es de S/. 43,127.02 (cuarenta y tres mil ciento veintisiete y 02/100 nuevos soles).

Tabla 34
Resumen de resultados de las tuberías HDPE y PVC

Parametros	Comparacion Tecnica	
	Tuberia HDPE	Tuberia PVC
Velocidad m/s	1.32 a 3.35	1.32 a 4.08
Caudal l/s	5.48 a 13.97	4.53 a 13.97
Caudal de Impulsión l/s	13.97	13.97
Cost (soles)	S/. 54,905.40	S/. 43,127.02
Vida útil (años)	50 años	20 años

Nota: Elaboración propia.

CAPITULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El mayor propósito que tiene esta investigación es realizar una evaluación de tuberías de Polietileno de Alta Densidad en comparación al de tuberías de Policloruro de Vinilo para un sistema de bombeo”, “en el centro poblado de Lecclespampa” en el distrito de Rosario de la provincia y región Huancavelica, a continuación, se presenta la discusión teniendo en consideración los resultados encontrados.

5.1. Discusiones específicas

- a. “Según la realización de trabajo de campo se obtuvo que el número de viviendas en el centro poblado de Lecclespampa es de 480”, “la densidad de habitantes por vivienda es de 5,80”, “teniendo así una cantidad de 2,784 habitantes en el año 2019, realizando un cálculo de población futura para 20 años, teniendo los cálculos” de “crecimiento lineal, el método geométrico, método wappus, crecimiento logarítmico, método de curva de crecimiento, y el resumen de cálculo”, la población futura es de 3867.33 habitantes para el año 2039”.

Entre las características hidrográficas e hidrológicas se tiene que la captación de agua se encuentra en la cuenca baja o de zona transicional, y es de tipo arreica, puesto que las aguas emanadas se filtran en el terreno antes de encauzarse a una red de drenaje. La topografía de la zona posee una pendiente que varía de 1% a 12%. De acuerdo al estudio hídrico de las dos tomas de agua planteadas, se tiene un caudal promedio en Putacca Arriba de 1.12 li/seg y un caudal promedio de Putacca Abajo de

1.13 lt/seg, teniendo un promedio general de 2.25 lt/seg, “cálculo realizado con el método volumétrico, esto debido a que el caudal es pequeño y así lo remienda el MINAGRI” (2015, p.12) que manifiesta que “La aplicación de este método es para determinar caudales de manantiales, es decir caudales muy pequeños”.

“Este caudal de 2.25 lt/seg ha sido tomado en época de sequía y llena un reservorio de agua en tan solo 29 minutos, lo cual es un tiempo muy bueno para poder reabastecerlo, “se debe tener en consideración además que los 4 reservorios del proyecto” se encuentran uno tras otro, y el llenado total de los mismos duraría 104 minutos, considerándose como un corto tiempo para esta acción.

“Además es necesario contemplar que el caudal del agua es permanente en época de sequía y en época de lluvia este caudal aumenta, por lo que luego de esta evaluación” se acepta la hipótesis específica que “las características hidrográficas e “hidrológicas del centro poblado Lleclespampa en Huancavelica son adecuadas para implantar un sistema de bombeo con línea de impulsión”.

- b. Para el diseño para el sistema de bombeo con línea de impulsión, se ha realizado el análisis con el software WaterCAD, sobre las tuberías de polietileno de alta densidad (HDPE) en comparación al del policloruro de vinilo (PVC). “Los resultados nos hace notar que en la tubería HDPE la velocidad es de 1.32 a 3.35 m/s, el caudal es de 5.48 a 13.97 m/s, nivel óptimo de bombeo teniendo un coeficiente de rugosidad es de 76.43, 80.26, 69.13 m/s. Los resultados en la tubería PVC muestran que la velocidad es de 1.32 a 4.08 m/s, el caudal es de 4.53 a 13.97 m/s, el nivel óptimo de bombeo teniendo un coeficiente de rugosidad es de 86.82, 93.55, 79.43 m/s.

“El periodo de vida útil de la tubería HDPE es de 50 años como lo refiere CIDELSA (sin fecha, p.2), como también “su capacidad es de gran flexibilidad, es fácil de maniobrar, posee resistencia a la abrasión, estabilidad ante cambios de temperatura, estabilidad a la interperie,

atoxicidad” (p.5), y la vida útil de la tubería PVC es de 20 años, como también su capacidad es menor, es rígida y difícil de maniobrar”.

“El tipo de tubería ha utilizarse debe ser de clase 10 en la tubería de HDPE, divididos en tramos, para el tramo 1 y 3 tubería de 3” y en el tramo 2 tubería de 4”, en la tubería de PVC en el tramo 1 y 3 tubería de 2 ½” y en el tramo 2 tubería de 3””.

“Luego de la comparación realizada se acepta la hipótesis específica “el sistema de bombeo con una línea de impulsión con tuberías de Polietileno de Alta Densidad es más eficiente técnicamente que el de tuberías Policloruro de Vinilo para el centro poblado de Lleclespampa en Huancavelica – 2019”, lo cual es coincidente con lo establecido por Gabriel (2018) que demuestra que “el periodo de durabilidad de tuberías de polietileno es mayor respecto al policloruro de vinilo, para la línea de conducción de agua potable” (p.66), incluso plantea que “el proceso de instalación utilizando tuberías de polietileno ofrece ventajas operativas respecto a la de policloruro de vinilo, para la línea de conducción de agua potable”” (p.66)

- c. Los costos de la elaboración del proyecto para la línea de impulsión de 680 m, con tuberías de polietileno de alta densidad HDPE es de cincuentricuatro mil novecientos cinco y 40/100 soles (S/. 54,905.40) y con las tuberías de policloruro “de vinilo PVC es de cuarentitres mil ciento veintisiete y 02/100 soles (S/. 43,127.02). Según el análisis la tubería de policloruro de vinilo para un sistema de bombeo presenta mayor ventaja frente a las tuberías de polietileno de alta densidad”. “Visto estos resultados la hipótesis específica “los costos de la propuesta de sistema de bombeo con una línea de impulsión con tuberías Polietileno de Alta Densidad es menor en comparación al de tuberías Policloruro de Vinilo para el centro poblado de Lleclespampa en Huancavelica – 2019”” . “no es aceptada, porque los resultados nos indica que la instalación de las tuberías de polietileno de alta densidad es menor en comparación al de las tuberías policloruro de vinilo, siendo la diferencia es de once mil setecientos setenta y ocho y 38/100 nuevos soles (S/. 11,778.38)”. “Esta

situación se contradice con los costos presentados de la tubería HDPE frente a la tubería PVC, realizados por Gabriel (2018, p.70), que en sus conclusiones plantea que la tubería HDPE es de menor costo que la de P.V.C.

5.2. Discusión general

Según los resultados obtenidos en el trabajo de campo que establece que entre las características hidrográficas e hidrológicas centro poblado Lleclespampa en Huancavelica” “son adecuadas para implantar un sistema de bombeo con línea de impulsión, debido a que se cuenta con un caudal promedio de 2.25 lt/seg, que llena en un corto tiempo de 29 minutos un reservorio en época de sequía.

Considerando también que se pudo determinar que el sistema de bombeo con una línea de impulsión con tuberías de Polietileno de Alta Densidad es más eficiente técnicamente que el de tuberías Policloruro de Vinilo, al notarse que el periodo de vida útil de la tubería HDPE es de 50 años frente a los 20 años al de policloruro de vinilo (PVC), además de las diferencias encontradas en velocidad, caudal, nivel óptimo de bombeo y las ventajas notorias de la tubería HDPE en flexibilidad, maniobra, resistencia a la abrasión, estabilidad ante cambios de temperatura, estabilidad a la interperie y atoxicidad; La hipótesis General “El resultado de la evaluación comparativa de tubería de Polietileno de Alta Densidad es más eficiente frente a la de Policloruro de Vinilo para un sistema de bombeo, centro poblado de Lleclespampa, Huancavelica, 2019” queda demostrada.

Esto a pesar de que los costos de la tubería con HDPE son mayores para el proyecto planteado en once mil setecientos setenta y ocho y 38/100 nuevos soles (S/. 11,778.38) frente al de PVC, pues la eficiencia es referida a las características del material en la funcionamiento del sistema planteado, más no en su costo.

CONCLUSIONES

1. El centro poblado de Lecclespampa se encuentra en una cuenca baja o de zona transicional, y es de tipo arreica; la zona se encuentra en una pendiente de 1% a 12%, contando con dos tomas de agua que dan un promedio de caudal de 2.25 lt/seg en época de sequía pudiendo llenar un reservorio de agua en 29 minutos y todo el sistema de cuatro reservorios en 104 minutos, por ello las características hidrográficas e hidrológicas de este centro poblado son adecuadas para implantar un sistema de bombeo con línea de impulsión.
2. Se determinó, que las tuberías de Polietileno de Alta Densidad son más eficientes técnicamente que las de tuberías de Policloruro de Vinilo, para un sistema de bombeo con una línea de impulsión, esto debido a que el periodo de vida útil de la tubería HDPE es de 50 años frente a los 20 años al de PVC, además de las diferencias encontradas en velocidad, caudal, nivel óptimo de bombeo y las ventajas notorias de la tubería HDPE en flexibilidad, maniobra, resistencia a la abrasión, estabilidad ante cambios de temperatura, estabilidad a la interperie y atoxicidad.
3. El costo del proyecto de la línea de impulsión de 680 m. empleando tuberías de polietileno de alta densidad (HDPE) es mayor en comparación al de la tubería de policloruro de vinilo PVC, con una diferencia de once mil setecientos setena y ocho y 38/100 soles (S/. 11,778.38).

4. Se determinó que el sistema de bombeo con una línea de impulsión con tuberías de Polietileno de Alta Densidad es más eficiente técnicamente que el de tuberías Policloruro de Vinilo.

RECOMENDACIONES

1. Debe realizarse un mayor estudio y evaluación del sistema de una línea de impulsión con tubería H.D.P. para un sistema de bombeo en zonas rurales con el fin de obtener otras variaciones técnicas que permitan un diseño más óptimo en futuros sistemas.
2. Se recomienda la utilización de tuberías de polietileno de alta densidad (H.D.P.E.) en la ejecución de sistemas de bombeo con líneas de impulsión, a pesar de su alto costo, pues su eficiencia técnica es mayor a la de P.V.C.
3. Realizar mayores estudios y evaluaciones comparativas entre una línea de impulsión para sistemas de bombeo con tubería H.D.P.E. frente a la de P.V.C., a fin de tener mayores criterios en escoger una opción viable a los proyectos que se planteen.
4. Se recomienda la utilización de tuberías de polietileno de alta densidad (HDPE) en la ejecución de sistemas de bombeo con líneas de impulsión por su mayor durabilidad (50 años) en comparación a las tuberías de PVC (20 años).

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Bunge, M. (1987). *La Investigación Científica: Su Estrategia y su Filosofía*. (segunda edición). México: Edit. Ariel S.A. ISBN 84-344-8010-7
2. Cutzal, J. (2007). *Análisis de tuberías de polietileno frente al de policloruro de vinilo para agua potable, Pasco*. (Tesis inédita para obtener el título de Ingeniero Civil). Universidad Peruana Los Andes, Perú.
3. CIDELSA. (Sin fecha). *Tuberías Lisas HDPE*. Lima, Perú
4. Gabriel, P. (2018). (Tesis de grado para obtener el título de maestría). Universidad Marcelino Champagnat, Lima, Perú. (Tesis inédita para obtener el título de Ingeniero Civil
5. Illán, N. (2017). *Evaluación y mejoramiento del sistema de agua potable del Asentamiento Humano Héroes del Cenepa, Distrito de Buenavista Alta, Provincia de Casma, Ancash – 2017*. (Tesis inédita para obtener el título de Ingeniero Civil). Universidad César Vallejo, Perú.
6. Carrasco, S. (2008). *Metodología de la Investigación Científica*. Lima, Perú: Editorial San Marcos.
7. CIPAF. (2011). *Sistemas de Captaciones de Agua en Manantiales y Pequeñas Quebradas para la Región Andina*. Buenos Aires, Argentina: Ediciones INTA.
8. Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2014). *Metodología de la Investigación*. México: Mc Graw Hill.
9. MEF. (2012). *Ficha Estándar de Familia del Catálogo de Bienes, Servicios y Obras del MEF*. Lima, Perú.
10. MINAGRI (2015). *Manual N° 5. Medición de Agua*. Lima, Perú

11. Olivari, O. y Castro, R. (2008). *Diseño del Abastecimiento de Agua y Alcantarillado del Centro Poblado Sistema Cruz de Médano-Lambayeque*. (Tesis inédita para obtener el título de Ingeniero Civil). Universidad Ricardo Palma, Lima, Perú.
12. OPS. (2005). *Guías para el Diseño de Estaciones de Agua Potable*. Lima, Perú.
13. OPS. (2004). *Guías para el Diseño de Estaciones de Agua Potable*. Lima, Perú.
14. Prudencio, J. (2015). *Modelo de Simulación de Líneas de Conducción e Impulsión del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable de la Ciudad de Cerro de Pasco*. (Tesis inédita para obtener el título de Ingeniero Civil). Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, Perú.
15. Sánchez, H. y Reyes, C. (2017). *Metodología y Diseños en la Investigación Científica*. Lima, Perú: Edit. Business Support Aneth S.R.L.
16. Sotelo, G. (1994). *Hidráulica General*. Editorial Limisa, México

ANEXOS

ANEXO 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA

TUBERIA POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD EN COMPARACION AL POLICLORURO DE VINILO PARA UN SISTEMA DE BOMBEO

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES / DIMENSIONES	METODOLOGIA
<p>Problema General: ¿Cuáles son los resultados de la evaluación de Tubería Polietileno de Alta Densidad en comparación al de Policloruro de Vinilo para un sistema de bombeo</p> <p>Problemas Específicos:</p> <p>a. ¿Cuáles serán las características hidrológicas del centro poblado Lleclespampa en Huancavelica?</p> <p>b. ¿Cómo son los diseños de bombeo con una línea de impulsión con tuberías de Polietileno de Alta Densidad en comparación de la tubería de Policloruro de Vinilo?</p> <p>c. ¿Cuáles son los costos del sistema de bombeo con una línea de impulsión con tuberías de Polietileno de Alta Densidad en comparación al de Policloruro de Vinilo?</p>	<p>Objetivo General: Evaluar la tubería de Polietileno de Alta Densidad en comparación al de Policloruro de Vinilo para un sistema de bombeo.</p> <p>Objetivos Específicos:</p> <p>a. Evaluar las características hidrográficas e hidrológicas del centro poblado Lleclespampa en Huancavelica</p> <p>b. Diseñar un sistema de bombeo con una línea de impulsión con tuberías de Polietileno de Alta Densidad en comparación al de tuberías Policloruro de Vinilo.</p> <p>c. Determinar el mejor costo para un sistema de bombeo con una línea de impulsión con tuberías de Polietileno de Alta Densidad en Comparación al de Policloruro de Vinilo.</p>	<p>Hipótesis: El resultado de la evaluación comparativa de tubería de Polietileno de Alta Densidad es más eficiente frente a la de Policloruro de Vinilo para un sistema de bombeo con una línea de impulsión</p> <p>Hipótesis Especificas:</p> <p>a. Las características hidrográficas e hidrológicas del centro poblado Lleclespampa en Huancavelica son adecuadas para implantar un sistema de bombeo con línea de impulsión.</p> <p>b. El sistema de bombeo con una línea de impulsión con tuberías de Polietileno de Alta Densidad es más eficiente técnicamente que el de tuberías Policloruro de Vinilo.</p> <p>c. Los costos de la propuesta de sistema de bombeo con una línea de impulsión con tuberías Polietileno de Alta Densidad es menor en comparación al de tuberías Policloruro de Vinilo.</p>	<p>Variable Independiente:</p> <p>- Tubería Polietileno de Alta Densidad frente a la de Policloruro de Vinilo</p> <p>Variable Dependiente:</p> <p>- Sistema de bombeo con línea de impulsión</p>	<p>Método de Investigación: Método científico</p> <p>Tipo: Aplicada</p> <p>Nivel: Descriptivo comparativo</p> <p>Diseño: Cuasiexperimental</p> <p>Población: Línea de impulsión</p> <p>Técnicas: a) Observación b) Análisis documental</p> <p>Instrumentos: Ficha técnica, cuadros comparativos</p> <p>Análisis de datos: Medidas de tendencia central y de dispersión</p>

ANEXO N° 02

BASE DE DATOS PARA EL CÁLCULO DE POBLACIÓN FUTURA

BASE DE DATOS PARA EL CALCULO DE POBLACION FUTURA																											
PROYECTO	: EVALUACION DE LA TUBERIA POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD FRENTE AL DE POLICLORURO DE VINILO EN UN SISTEMA DE BOMBEO																										
LUGAR	: LECCLESPAMPA																										
COMUNIDAD	: CHANQUIL																										
DISTRITO	: ROSARIO																										
PROVINCIA	: ACOBAMBA																										
DEPARTAMENTO:	HUANCAVELICA																										
ESTUDIO TECNICO DE AGUA POTABLE EN EL LUGAR DE LECCLESPAMPA																											
BASE DE DATOS																											
CENSOS POBLACIONAL																											
<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #fff2cc;"> <th style="padding: 5px;">AÑO</th> <th style="padding: 5px;">POBLACIÓN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center; padding: 5px;">2016</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">2643</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; padding: 5px;">2017</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">2665</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; padding: 5px;">2018</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">2728</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; padding: 5px;">2019</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">2784</td> </tr> </tbody> </table>							AÑO	POBLACIÓN	2016	2643	2017	2665	2018	2728	2019	2784											
AÑO	POBLACIÓN																										
2016	2643																										
2017	2665																										
2018	2728																										
2019	2784																										
Fuente: INEI																											
PERIODO DE DISEÑO																											
<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 5px; width: 50px;">20</td> <td style="padding: 5px;">años</td> </tr> </table>							20	años																			
20	años																										
POBLACION PROYECTADA PARA EL LUGAR DE LECCLESPAMPA																											
PROCEDIMIENTO DE CALCULO DE LA POBLACION PROYECTADA PARA LAS NUEVAS URBANIZACIONES																											
Para determinar la población actual se tuvo que realizar lo siguiente:																											
<ol style="list-style-type: none"> 1.- Del levantamiento topografico se obtuvo 480 Viviendas 2.- Tratándose de nuevas habilitaciones para viviendas deberá considerarse por lo menos una densidad de 6 hab/vivienda. (de la poblacion de Supe actual) 3.- Conociendo el números de lotes se procedio ha determinar la Población proyectada 																											
EVALUACION DE LA TUBERIA POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD FRENTE AL DE POLICLORURO DE VINILO EN UN SISTEMA DE BOMBEO																											
<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #fff2cc;"> <th style="padding: 5px;">COMUNIDAD</th> <th style="padding: 5px;">Nº DE VIVIENDAS</th> <th style="padding: 5px;">No DE FAMILIAS</th> <th style="padding: 5px;">POBLACION ACTUAL</th> <th style="padding: 5px;">DEMANDA MAX DIARIA (lt/seg)</th> <th style="padding: 5px;">DEMANDA MAX HORARIA (lt/seg)</th> <th style="padding: 5px;">DEMANDA VOLUMEN ALMACENAMIENTO (m3)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center; padding: 5px;">C. P. VÍCTOR RAÚL HAYA DE LA TORRE</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">480</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">5.80</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">2784</td> <td style="padding: 5px;"></td> <td style="padding: 5px;"></td> <td style="padding: 5px;"></td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center; padding: 5px;">TOTAL</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">480</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">2784</td> <td style="padding: 5px;"></td> <td style="padding: 5px;"></td> <td style="padding: 5px;"></td> </tr> </tbody> </table>							COMUNIDAD	Nº DE VIVIENDAS	No DE FAMILIAS	POBLACION ACTUAL	DEMANDA MAX DIARIA (lt/seg)	DEMANDA MAX HORARIA (lt/seg)	DEMANDA VOLUMEN ALMACENAMIENTO (m3)	C. P. VÍCTOR RAÚL HAYA DE LA TORRE	480	5.80	2784				TOTAL		480	2784			
COMUNIDAD	Nº DE VIVIENDAS	No DE FAMILIAS	POBLACION ACTUAL	DEMANDA MAX DIARIA (lt/seg)	DEMANDA MAX HORARIA (lt/seg)	DEMANDA VOLUMEN ALMACENAMIENTO (m3)																					
C. P. VÍCTOR RAÚL HAYA DE LA TORRE	480	5.80	2784																								
TOTAL		480	2784																								

HOJA DE CALCULO DE POBLACION FUTURA

PROYECTO : EVALUACION DE LA TUBERIA POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD FRENTE AL DE POLICLORURO DE VINILO EN UN SISTEMA DE BOMBEO
LUGAR : LECLESPAMPA
COMUNIDAD : CHANQUIL
DISTRITO : ROSARIO
PROVINCIA : ACOBAMBA
DEPARTAMENTO : HUANCABELICA

PERIODO DE DISEÑO	20	Años
CENSO POBLACIONAL	AÑO	POBLACION
	2016	2643
	2017	2665
	2018	2728
	2019	2784

1. CRECIMIENTO LINEAL

Este método sugiere que la población aumenta con una tasa constante de crecimiento aritmético, es decir, que a la población actual del último censo se le adiciona un número fijo de habitantes para cada periodo en el futuro.

Esto gráficamente representa una línea recta.

$$\frac{dP}{dT} = k_a \quad \Rightarrow \quad K = \frac{P_1 - P_0}{t_1 - t_0} = \frac{P_1 - P_0}{m}$$

$$dP = k_a dT$$

m: periodo intercensal entre los censos P1 y P0

t1: año correspondiente al censo P1

t0: año correspondiente al censo P0

k: constante 0 rata de crecimiento aritmético

$$P = P_1 + n \left(\frac{P_1 - P_0}{m} \right)$$

Ecuaación de la recta

p: población al final del periodo de diseño

n: periodo comprendido entre el último censo considerado y el último año del periodo de diseño



CUADRO N° 01: ANALISIS DE SENSIBILIDAD

AÑO	2016	2017	2018	2019	PROM.	AÑOS	POBL.
K	56.0	59.5	47.0		54.2	2016	2643.00
2020	2840.0	2843.5	2831.0		2838.2	2017	2665.00
2021	2896.0	2903.0	2878.0		2892.3	2018	2728.00
2022	2952.0	2962.5	2925.0		2946.5	2019	2784.00
2023	3008.0	3022.0	2972.0		3000.7	2020	2838.17
2024	3064.0	3081.5	3019.0		3054.8	2021	2892.33
2025	3120.0	3141.0	3066.0		3109.0	2022	2946.50
2026	3176.0	3200.5	3113.0		3163.2	2023	3000.67
2027	3232.0	3260.0	3160.0		3217.3	2024	3054.83
2028	3288.0	3319.5	3207.0		3271.5	2025	3109.00
2029	3344.0	3379.0	3254.0		3325.7	2026	3163.17
2030	3400.0	3438.5	3301.0		3379.8	2027	3217.33
2031	3456.0	3498.0	3348.0		3434.0	2028	3271.50
2032	3512.0	3557.5	3395.0		3488.2	2029	3325.67
2033	3568.0	3617.0	3442.0		3542.3	2030	3379.83
2034	3624.0	3676.5	3489.0		3596.5	2031	3434.00
2035	3680.0	3736.0	3536.0		3650.7	2032	3488.17
2036	3736.0	3795.5	3583.0		3704.8	2033	3542.33
2037	3792.0	3855.0	3630.0		3759.0	2034	3596.50
2038	3848.0	3914.5	3677.0		3813.2	2035	3650.67
2039	3904.0	3974.0	3724.0		3867.3	2036	3704.83
PROM.	3372.00	3408.75	3277.50		3352.75	2037	3759.00
						2038	3813.17
						2039	3867.33

2. METODO GEOMETRICO

Este método se puede usar para algunas poblaciones, en especial aquellas ciudades que no han alcanzado su desarrollo y crecen manteniendo un porcentaje uniforme obtenido en los periodos pasados. La representación gráfica sería la de una curva de interés compuesto.

La ecuación de este método es:

$$\frac{dP}{dT} = rP \quad \frac{dP}{P} = r \cdot dT$$

integrando y sacando logaritmo en ambos miembros de la ecuación queda así:

$$r = \ln(1+r)$$

se concluye que: $e^{n \cdot r} = (1+r)^n$

Luego:

$$P = P_1 (1+r)^n$$

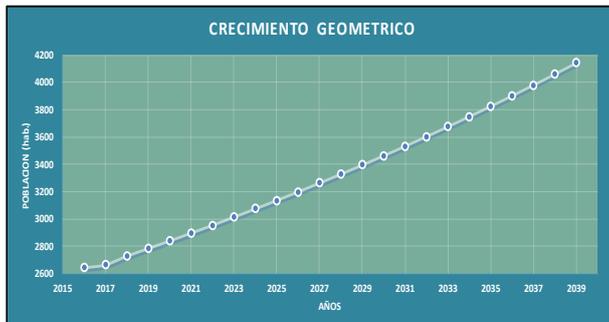
Donde:

P: población

r: constante de crecimiento geométrico

n: número de años entre el último censo y el último del periodo de diseño

t: tiempo



CUADRO N° 02: ANALISIS DE SENSIBILIDAD

AÑO	2016	2017	2018	2019	PROM.	AÑOS	POBL.
r	0.02	0.02	0.02		0.02	2016	2643
2020	2832.7	2845.5	2841.1		2839.8	2017	2665
2021	2882.2	2908.3	2899.5		2896.6	2018	2728
2022	2932.5	2972.5	2959.0		2954.7	2019	2784
2023	2983.8	3038.2	3019.7		3013.3	2020	2840
2024	3035.9	3105.3	3081.7		3074.3	2021	2897
2025	3089.0	3173.8	3145.0		3135.9	2022	2955
2026	3142.9	3243.9	3209.5		3198.8	2023	3014
2027	3197.9	3315.6	3275.4		3263.0	2024	3074
2028	3253.8	3388.8	3342.7		3328.4	2025	3136
2029	3310.6	3463.6	3411.3		3395.2	2026	3199
2030	3368.5	3540.1	3481.3		3463.3	2027	3263
2031	3427.3	3618.3	3552.8		3532.8	2028	3328
2032	3487.2	3698.2	3625.7		3603.7	2029	3395
2033	3548.2	3779.8	3700.1		3676.1	2030	3463
2034	3610.2	3863.3	3776.1		3749.9	2031	3533
2035	3673.3	3948.6	3853.6		3825.2	2032	3604
2036	3737.5	4035.8	3932.7		3902.0	2033	3676
2037	3802.8	4124.9	4013.4		3980.4	2034	3750
2038	3869.2	4216.0	4095.8		4060.4	2035	3825
2039	3936.9	4309.1	4179.9		4142.0	2036	3902
PROM.	3356.11	3529.49	3469.82		3451.81	2037	3980
						2038	4060
						2039	4142

3. METODO WAPPUS

La ecuación de proyección de población por el método de wapus es:

$$P_f = P_i \left(\frac{200 + i(T_f - T_i)}{200 - i(T_f - T_i)} \right)$$

La tasa de crecimiento se calcula apartir de la expresion:

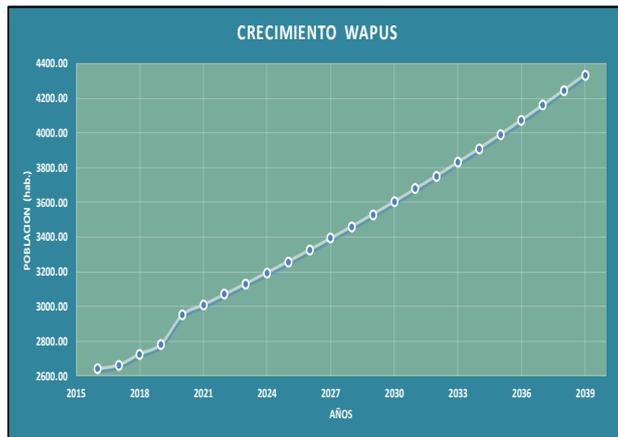
$$i = \frac{200(P_u - P_i)}{(T_u - T_i)(P_u - P_i)}$$

Donde:

P: población

i: constante de crecimiento geométrico

t: numero de años entre el último censo y el ultimo del periodo de diseño



CUADRO N° 03: ANALISIS DE SENSIBILIDAD

AÑO	2016	2017	2018	2019	PROM.	AÑOS	POBL.
i	1.73	2.18	2.03		1.98	2016	2643.00
2020	2983.81	2072.58	2899.48		2951.96	2017	2665.00
2021	3036.02	3038.31	2959.04		3011.12	2018	2728.00
2022	3089.18	3105.55	3019.86		3071.53	2019	2784.00
2023	3143.33	3174.37	3081.98		3133.23	2020	2951.96
2024	3198.49	3244.82	3145.45		3196.25	2021	3011.12
2025	3254.68	3316.95	3210.30		3260.64	2022	3071.53
2026	3311.93	3390.83	3276.59		3326.45	2023	3133.23
2027	3370.28	3466.52	3344.36		3393.72	2024	3196.25
2028	3429.76	3544.09	3413.66		3462.51	2025	3260.64
2029	3490.41	3623.61	3484.55		3532.85	2026	3326.45
2030	3552.24	3705.15	3557.08		3604.82	2027	3393.72
2031	3615.31	3788.80	3631.30		3678.47	2028	3462.51
2032	3679.64	3874.63	3707.29		3753.85	2029	3532.85
2033	3745.29	3962.73	3785.10		3831.04	2030	3604.82
2034	3812.28	4053.19	3864.79		3910.09	2031	3678.47
2035	3880.65	4146.11	3946.44		3991.07	2032	3753.85
2036	3950.46	4241.59	4030.12		4074.06	2033	3831.04
2037	4021.75	4339.75	4115.91		4159.14	2034	3910.09
2038	4094.56	4440.68	4203.89		4246.38	2035	3991.07
2039	4168.95	4544.51	4294.14		4335.87	2036	4074.06
PROM.	3541.45	3698.74	3548.57		3596.25	2037	4159.14
						2038	4246.38
						2039	4335.87

4. CRECIMIENTO LOGARITMICO

Si el crecimiento de la población es de tipo exponencial, la población se proyecta a partir de la siguiente ecuación:

$$\frac{dP}{dT} = K_g P \quad \frac{dP}{P} = K_g dT$$

integrando la ecuación entre dos periodos de tiempo se tiene:

$$\ln P_2 - \ln P_1 = K_g (T_2 - T_1) \quad K_g = \frac{\ln P_{CP} - \ln P_{CA}}{T_{CP} - T_{CA}}$$

Donde:

El índice cp corresponde al censo posterior y el sub índice ca al censo anterior. La aplicación de este método requiere el conocimiento de por lo menos tres censos, ya que al evaluar un Kg promedio se requiere de un mínimo de dos valores de kg.

$$\ln P + C = K_g T$$

$$C = -\ln P_{CI} \quad \text{para } T=0 \quad P=P_{CI}$$

reemplazando el valor de Kg se obtiene la ec. De proyección de población:

$$\ln P_f = \ln P_a + K_g (T_f - T_{CI})$$

donde:

$$P_f = P_{CI} \cdot e^{K_g (T_f - T_{CI})}$$



CUADRO N° 04: ANALISIS DE SENSIBILIDAD

AÑO	2016	2017	2018	2019	PROM.	AÑOS	POBL.
Kg	0.01	0.02	0.02		0.02	2016	2643.00
2020	2732.10	2901.92	2866.79		2832.65	2017	2665.00
2021	2754.85	2970.52	2925.64		2882.15	2018	2728.00
2022	2777.78	3040.75	2985.70		2932.52	2019	2784.00
2023	2800.90	3112.63	3046.99		2983.77	2020	2832.65
2024	2824.21	3186.21	3109.54		3035.91	2021	2882.15
2025	2847.72	3261.53	3173.37		3088.97	2022	2932.52
2026	2871.43	3338.63	3238.51		3142.95	2023	2983.77
2027	2895.33	3417.56	3304.99		3197.87	2024	3035.91
2028	2919.43	3498.35	3372.84		3253.76	2025	3088.97
2029	2943.73	3581.05	3442.08		3310.62	2026	3142.95
2030	2968.23	3665.70	3512.73		3368.48	2027	3197.87
2031	2992.94	3752.36	3584.84		3427.34	2028	3253.76
2032	3017.85	3841.06	3658.43		3487.24	2029	3310.62
2033	3042.97	3931.87	3733.53		3548.18	2030	3368.48
2034	3068.30	4024.81	3810.17		3610.19	2031	3427.34
2035	3093.84	4119.96	3888.39		3673.28	2032	3487.24
2036	3119.59	4217.36	3968.21		3737.47	2033	3548.18
2037	3145.56	4317.05	4049.67		3802.78	2034	3610.19
2038	3171.75	4419.11	4132.80		3869.24	2035	3673.28
2039	3198.15	4523.57	4217.64		3936.86	2036	3737.47
PROM.	2959.33	3656.10	3501.14		3356.11	2037	3802.78
						2038	3869.24
						2039	3936.86

5. METODO DE CURVA DE CRECIMIENTO:

- Este método requiere como mínimo de tres datos:
- Debe de cumplirse la siguiente condición:

$$T_2 - T_1 \cong T_1 - T_0 = m$$

m= VERDADERO
 m= VERDADERO \Rightarrow 1 años.

- Tercera condición:

$$\frac{P_2 - P_1}{T_2 - T_1} - \frac{P_1 - P_0}{T_1 - T_0} > 0 \quad \text{VERDADERO OK}$$

SEGÚN LAS CONDICIONES ANTERIORES ESCOGEMOS:

AÑOS	POBLACION
2016	2643
2017	2665
2018	2728

HALLAMOS EL VALOR DE 'R':

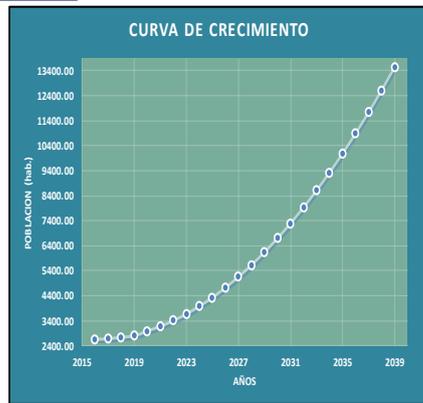
$$\frac{P_3 - P_2}{T_3 - T_2} + \left(\frac{P_2 - P_1}{T_2 - T_1} - \frac{P_1 - P_0}{T_1 - T_0} \right) = R$$

$$63 + 41 = R$$

R = 104 hab./año.
 m = 1 años.

Donde:

$$P_{T+m} = P_0 + R m$$



CUADRO N° 05: ANALISIS DE SENSIBILIDAD

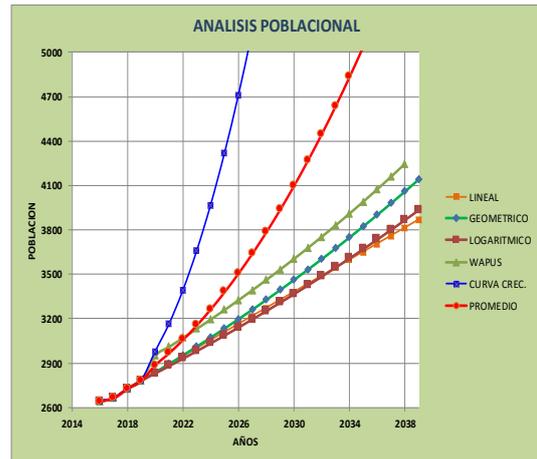
AÑOS	DBLACIO	R	m	POBL.
2019	2728	104	1	2832
2020	2832	145	1	2977
2021	2977	186	1	3163
2022	3163	227	1	3390
2023	3390	268	1	3658
2024	3658	309	1	3967
2025	3967	350	1	4317
2026	4317	391	1	4708
2027	4708	432	1	5140
2028	5140	473	1	5613
2029	5613	514	1	6127
2030	6127	555	1	6682
2031	6682	596	1	7278
2032	7278	637	1	7915
2033	7915	678	1	8593
2034	8593	719	1	9312
2035	9312	760	1	10072
2036	10072	801	1	10873
2037	10873	842	1	11715
2038	11715	883	1	12598
2039	12598	924	1	13522

AÑOS	POBL.
2016	2643.00
2017	2665.00
2018	2728.00
2019	2784.00
2020	2977.00
2021	3163.00
2022	3390.00
2023	3658.00
2024	3967.00
2025	4317.00
2026	4708.00
2027	5140.00
2028	5613.00
2029	6127.00
2030	6682.00
2031	7278.00
2032	7915.00
2033	8593.00
2034	9312.00
2035	10072.00
2036	10873.00
2037	11715.00
2038	12598.00
2039	13522.00

RESUMEN DE CALCULO DE LA POBLACION FUTURA DEL PROYECTO.

PROYECCION DE POBLACION

AÑO	LINEAL	GEOMETRICO	LOGARITMICO	WAPUS	CURVA CREC.	PROMEDIO
2014	2643	2643	2643	2643	2643	2643
2017	2665	2665	2665	2665	2665	2665
2018	2728	2728	2728	2728	2728	2728
2019	2784	2784	2784	2784	2784	2784
2020	2838	2840	2833	2952	2977	2888
2021	2892	2897	2882	3011	3163	2969
2022	2947	2955	2933	3072	3390	3059
2023	3001	3014	2984	3133	3658	3158
2024	3055	3074	3036	3196	3967	3266
2025	3109	3136	3089	3261	4317	3382
2026	3163	3199	3143	3326	4708	3508
2027	3217	3263	3198	3394	5140	3642
2028	3272	3328	3254	3463	5613	3786
2029	3326	3395	3311	3533	6127	3938
2030	3380	3463	3368	3605	6682	4100
2031	3434	3533	3427	3678	7278	4270
2032	3488	3604	3487	3754	7915	4450
2033	3542	3676	3548	3831	8593	4638
2034	3597	3750	3610	3910	9312	4836
2035	3651	3825	3673	3991	10072	5042
2036	3705	3902	3737	4074	10873	5258
2037	3759	3980	3803	4159	11715	5483
2038	3813	4060	3869	4246	12598	5717
2039	3867	4142	3937	4336	13522	5961



Resumen de Calculos de poblacion futura por diferentes metodos

Excluimos este calculo dejando con el criterio de cada diseñador, de acuerdo al análisis del crecimiento de cada comunidad, de acuerdo al plano urbanístico y de expansión o ampliación, tomando en cuenta las características de condiciones climáticas del lugar, topografía y condiciones socioeconómicas. escoga el metodo apropiado para su estudio.

Calculo de poblacion futura

$$P_f = \frac{P_{lineal} + P_{geometrico} + P_{logaritmico}}{3}$$

Poblacion futura = 3982 Habitantes

ANEXO N° 04

CUADRO DE AFORAMIENTO DE AGUA

FORMATO N° 02 - CT			
AFORO DE FUENTE			
Proyecto: TUBERIA POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD EN COMPARACION AL POLICLORURO DE VINILO PARA UN SISTEMA DE BOMBEO			
1. UBICACIÓN			
Lugar	: Lecclespampa	Provincia	: Acobamba
Comunidad	: Chanquil	Departamento	: Huancavelica
Disrito	: Rosario	Realizado por	: Bach.Hermosa Altez Cesar Arturo
2. DESCRIPCIÓN DE LA FUENTE			
Tipo de fuente	: Manantial		
Nombre de la fuente	: Putacca Arriba		
Altitud	: 3876.63 nsnm		
Metodo de aforo	: Metodo Volumetrico		
Coordenadas:			
Norte	: 539162.007		
Este	: 8587213.955		
3. CALCULO DE AFORO			Fecha: 06 de Junio del 2019
AFORO			
N° AFORO	VOLUMEN (LITROS)	TIEMPO (SEG.)	CAUDAL (L.P.S.)
1	4	3.70	1.08
2	4	3.70	1.08
3	4	3.45	1.16
4	4	3.45	1.16
5	4	3.60	1.11
Qp =			1.12 l/s
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES			
De acuerdo ala aforo realizado se determino que la fuente tiene un caudal de 1.12 l/s. en epoca de sequias, caudal suficiente para abastecer de agua a la localidad			
5. FOTOGRAFIA			
			

AFORO DE FUENTE

Proyecto: TUBERIA POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD EN COMPARACION AL POLICLORURO DE VINILO PARA UN SISTEMA DE BOMBEO

1. UBICACIÓN

Lugar : Lecclespampa **Provincia** : Acobamba
Comunidad : Chanquil **Departamento** : Huancavelica
Disrito : Rosario **Realizado por** : Bach.Hermosa Altez Cesar Arturo

2. DESCRIPCIÓN DE LA FUENTE

Tipo de fuente : Manantial
 Nombre de la fuente : Putacca Abajo
 Altitud : 3847.82 nsnm
 Metodo de aforo : Metodo Volumetrico
 Coordenadas:
 Norte : 539407.067
 Este : 8587367.687

3. CALCULO DE AFORO

Fecha: 06 de Junio del 2019

AFORO			
N° AFORO	VOLUMEN (LITROS)	TIEMPO (SEG.)	CAUDAL (L.P.S.)
1	4	3.65	1.10
2	4	3.65	1.10
3	4	3.40	1.18
4	4	3.40	1.18
5	4	3.60	1.11
Qp =			1.13 l/s

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De acuerdo ala aforo realizado se determino que la fuente tiene un caudal de 1.13 l/s. en epoca de sequias, caudal suficiente para abastecer de agua a la localidad

5. FOTOGRAFIA



AFORO DE FUENTE

Proyecto: TUBERIA POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD EN COMPARACION AL POLICLORURO DE VINILO PARA UN SISTEMA DE BOMBEO

1. UBICACIÓN

Lugar : Lecclespampa **Provincia** : Acobamba
Comunidad : Chanquil **Departamento** : Huancavelica
Disrito : Rosario **Realizado por** : Bach.Hermosa Altez Cesar Arturo

2. DESCRIPCIÓN DE LA FUENTE

Tipo de fuentes : Manantial

3. CALCULO DE AFORO

Fecha: 06 de Junio del 2019

FUENTE	UBICACIÓN			CAUDAL (lt/seg)
	NORTE	ESTE	ALTITUD (msnm)	
Captación N° 1	539162.007	8587213.955	3876.630	1.12
Captación N° 2	539407.067	8587367.687	3847.820	1.13
TOTAL				2.25

lt/seg

ANEXO N° 05

MEMORIA DE CÁLCULO CON SOFTWARE

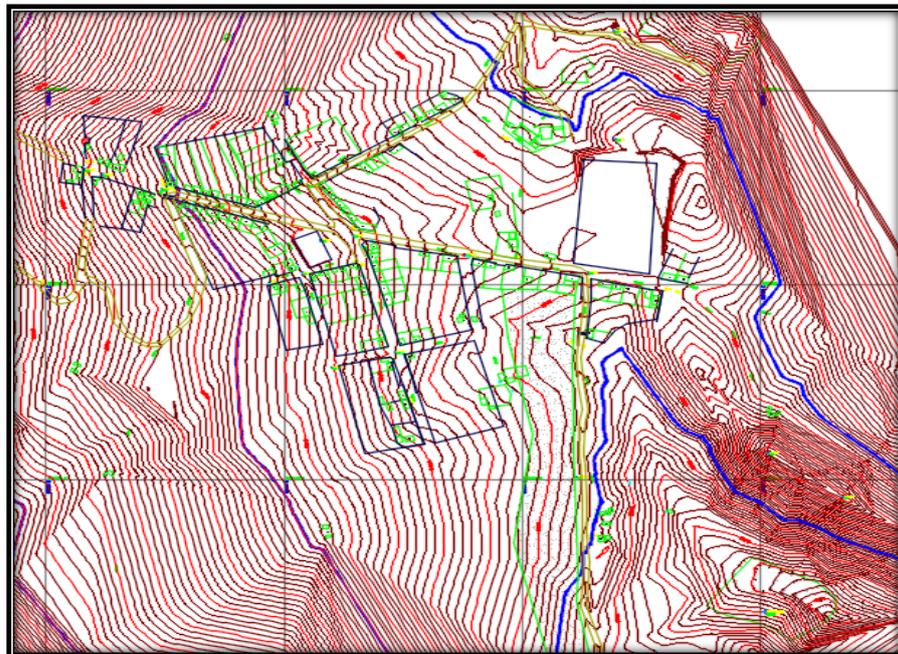
La simulación de la red se realizó una vez obtenido todos los datos fundamentales del respectivo centro poblado. El diseño que se realizara es de modo Estático.

1. Requerimiento del software WaterCAD e introducción de datos.

Para empezar a modelar el sistema de línea de impulsión de agua potable, el software requiere los datos de diseño los cuales son:

- Unidad de medición: el software requiere que le indiquemos las unidades a trabajar, las cuales son unidades métricas decimales.
- Topografía del área a trabajar: el software requiere que le indiquemos cual será la planimetría donde se trazará la red, para el centro poblado de Lecclespampa, se utilizó el plano de levantamiento topográfico.

Figura 01, Planimetría del centro poblado de Lecclespampa.

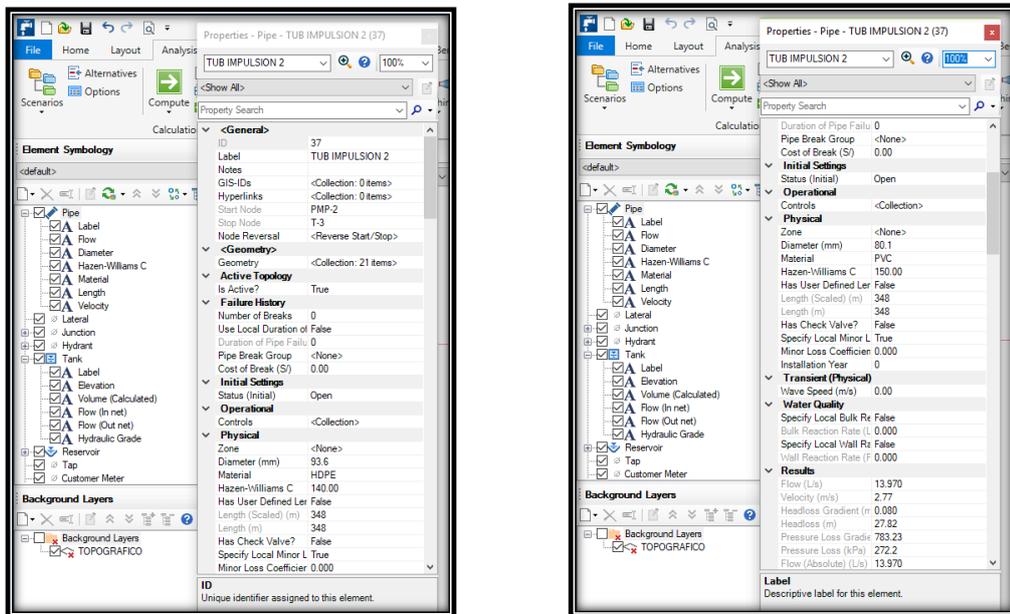


- Prototipos de tuberías: son características que el software requiere definir, como el material de la tubería que se va a usar, el coeficiente de

Hazen y Williams, al igual que los diámetros, estos datos son: tubería de PVC, C=150 y diámetro aproximadamente de 2 1/2” a 3”, tubería de HDPE, C=140 y diámetro aproximadamente de 3” a 4”, luego de acuerdo al diseño se irá cambiando los diámetros de tal manera que las velocidades y presiones cumplan con el reglamento.

A la vez el software nos permite obtener un catálogo de tuberías con distintos diámetros el cual se puede escoger para el adecuado diseño.

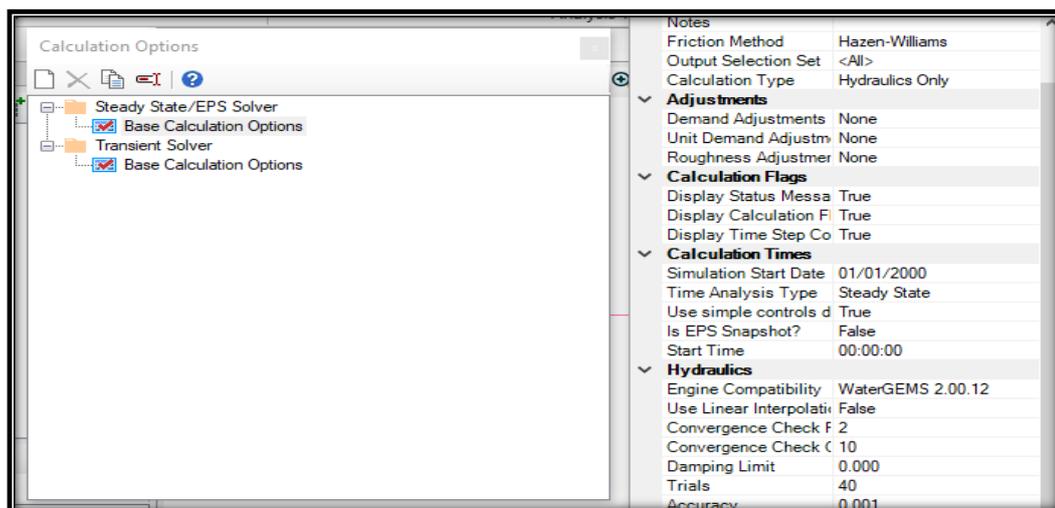
Figura 02, Prototipos de tuberías en el Proyecto.



Fuente: Elaboración WaterCAD

- Parámetros hidráulicos: antes de empezar a diseñar se requiere indicar el método para el cálculo de las velocidades, presiones, tipo de líquido y la temperatura con el cual se trabajará. En la ejecución de este proyecto se utilizó la ecuación de Hazzen – Williams y se trabajó con agua a 20° C como se muestra en la figura 3.

Figura 03, Opciones de cálculo WaterCAD



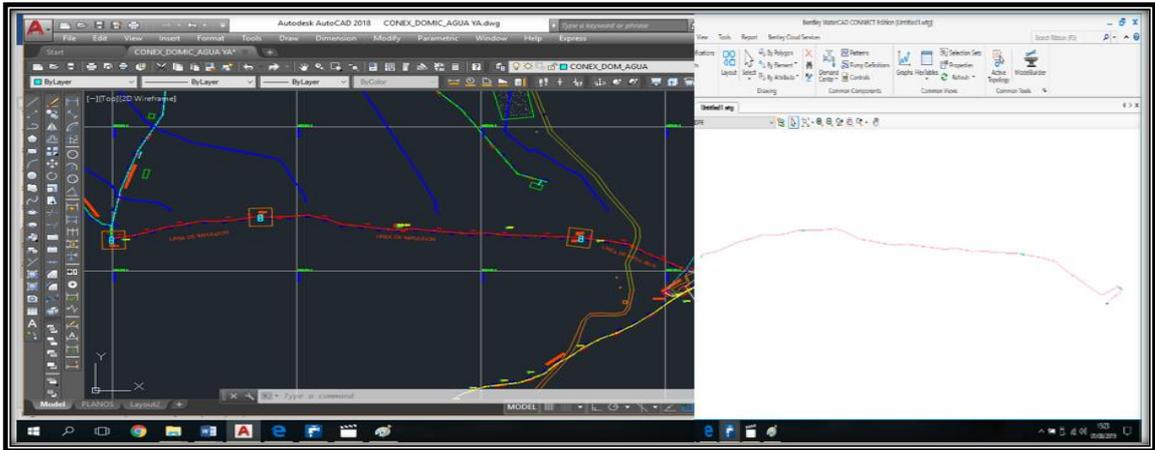
Fuente: Elaboración WaterCAD

2. Modelamiento del proyecto.

Para empezar a modelar el sistema, se debe tener el bosquejo de las redes antes dibujadas en AutoCAD, el software brinda la ayuda de poder importar este bosquejo y llevarlo a la vista en planta del WaterCAD como se muestra en la figura 4. Estas redes vendrán con características incluidas como un diámetro definido y el material que habitamos indicado en los prototipos. Las líneas dibujadas en AutoCAD serán ahora la entidad “Pipe” en WaterCAD, que vendrían a ser las tuberías.

Esto será de mucha ayuda, puesto que aminora el tiempo de dibujo de las líneas y a la vez nos brinda con las coordenadas exactas de ubicación.

Figura 04, Línea de impulsión proyectada en el centro poblado de Lecclespampa



Fuente: Elaboración del WaterCAD

Al tener la línea de impulsión ya dibujado en WaterCAD, se colocará los reservorios y caseta de bombeo en donde se ha proyectado su ubicación, con la ayuda del elemento “Tank”, el cual solo requiere tener como dato para el modo estático la cota de terreno y el volumen de agua que almacenara como también el cálculo de impulsión, nivel máximo del agua, nivel hidráulico.

Ya obtenido la línea de impulsión, se procederá a colocar los datos de las cotas en cada sector proyectado, con ayuda de un plano de curvas de nivel, se colocó las cotas de todos los puntos en un solo paso.

Tabla 01, Reporte inicial tubería PVC

ID	Label	Length (Scaled) (m)	Start Node	Stop Node	Diameter (mm)	Material	Hazen-Williams C	Has Check Valve?	Minor Loss Coefficient (Local)	Flow (L/s)	Velocity (m/s)	Headloss Gradient (m/m)
30: LINEA SU	30 LINEA SUCC...	4	PMP-1	T-1	66.0	PVC	150.00	<input type="checkbox"/>	0.000	-13.970	4.08	0.206
33: TUB IMPUL	33 TUB IMPULSI...	167	T-2	PMP-1	66.0	PVC	150.00	<input type="checkbox"/>	0.000	-13.970	4.08	0.206
35: TUB SUCCI	35 TUB SUCCIO...	4	PMP-2	T-2	66.0	PVC	150.00	<input type="checkbox"/>	0.000	-13.970	4.08	0.206
37: TUB IMPUL	37 TUB IMPULSI...	348	PMP-2	T-3	80.1	PVC	150.00	<input type="checkbox"/>	0.000	13.970	2.77	0.080
39: TUB SUCCI	39 TUB SUCCIO...	4	PMP-3	T-3	66.0	PVC	150.00	<input type="checkbox"/>	0.000	-13.970	4.08	0.206
41: TUB IMPUL	41 TUB IMPULSI...	165	PMP-3	T-4	66.0	PVC	150.00	<input type="checkbox"/>	0.000	13.970	4.08	0.206
43: LINEA DE	43 LINEA DE CO...	34	R-1	T-1	66.0	PVC	150.00	<input type="checkbox"/>	0.000	4.532	1.32	0.026

Fuente: Elaboración del WaterCAD

Tabla 02, Reporte inicial tubería HDPE

	ID	Label	Length (Scaled) (m)	Start Node	Stop Node	Diameter (mm)	Material	Hazen-Williams C	Has Check Valve?	Minor Loss Coefficient (Local)	Flow (L/s)	Velocity (m/s)	Headloss Gradient (m/m)
30: LINEA SU	30	LINEA SUCC...	4	PMP-1	T-1	72.8	HDPE	140.00	<input type="checkbox"/>	0.000	-15.310	3.68	0.171
33: TUB IMPUL	33	TUB IMPULSI...	167	T-2	PMP-1	72.8	HDPE	140.00	<input type="checkbox"/>	0.000	-15.310	3.68	0.171
35: TUB SUCCI	35	TUB SUCCIO...	4	PMP-2	T-2	72.8	HDPE	140.00	<input type="checkbox"/>	0.000	-15.887	3.81	0.184
37: TUB IMPUL	37	TUB IMPULSI...	348	PMP-2	T-3	93.6	HDPE	140.00	<input type="checkbox"/>	0.000	15.887	2.31	0.054
39: TUB SUCCI	39	TUB SUCCIO...	4	PMP-3	T-3	72.8	HDPE	140.00	<input type="checkbox"/>	0.000	-15.369	3.69	0.173
41: TUB IMPUL	41	TUB IMPULSI...	165	PMP-3	T-4	72.8	HDPE	140.00	<input type="checkbox"/>	0.000	15.369	3.69	0.173
43: LINEA DE	43	LINEA DE CO...	34	R-1	T-1	72.8	HDPE	140.00	<input type="checkbox"/>	0.000	5.478	1.32	0.026

Fuente: Elaboración del WaterCAD

Teniendo en consideración que el sistema eléctrico debe ser trifásico para la utilización de las bombas que en el tramo 1 es de 8.5 Hp, en el tramo 2 es de 25 Hp y en el tramo 3 es de 8.5 Hp estos datos son obtenidos de los cuadros comparativos de características y operación de bombeo de cada tramo.

ANEXO N° 06
PANEL FOTOGRAFICO



Fotografía 01: Letrero de ingreso de centro poblado Lecclespampa



Fotografía 02: Ubicación de red pública.



Fotografía 03: Toma de agua Putacca Abajo.



Fotografía 04: Toma de agua Putacca Arriba.



Fotografía 05: Reconocimiento de campo para la línea de impulsión.



Fotografía 06: Ubicación para el reservorio.



Fotografía 07: Centro de salud de Lecclespampa.



Fotografía 08: Vista panorámica de Lecclespampa.

ANEXO N°07
ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS DE TUBERÍA HDPE

Análisis de precios unitarios								
Presupuesto	0301001	TUBERIA POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD EN COMPARACION AL POLICLORURO DE VINIL						
Subpresupuesto	001	LINEA DE IMPULSIÓN TUBERIA HDPE					Fecha presupuesto	12/08/2019
Partida	01.01	TRAZO NIVELACION Y REPLANTEO DE ZANJAS						
Rendimiento	m/DIA	600.0000	EQ.	600.0000	Costo unitario directo por : m		30.41	
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/. Parcial S/.	
	Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO			hh	0.5000	0.0067	8.40 0.06	
0101010005	PEON			hh	2.0000	0.0267	6.01 0.16	
01010300000005	OPERARIO TOPOGRAFO			hh	0.5000	0.0067	8.40 0.06	
							0.28	
	Materiales							
02130300010001	YESO BOLSA 28 kg			bol		0.0100	4.00 0.04	
							0.04	
	Equipos							
0301000020	ESTACION TOTAL (INC. TRIPODE, PRISMA, MIRA TEL			hh	0.5000	0.0067	12.00 0.08	
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		3.0000	0.28 0.01	
0301510001	WINCHA			und		1.0000	30.00 30.00	
							30.09	
Partida	02.01	EXCAVION MANUAL DE ZANJAS, TERRENO MATERIAL SUELTO						
Rendimiento	m3/DIA	3.0000	EQ.	3.0000	Costo unitario directo por : m3		16.51	
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/. Parcial S/.	
	Mano de Obra							
0101010005	PEON			hh	1.0000	2.6667	6.01 16.03	
							16.03	
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		3.0000	16.03 0.48	
							0.48	
Partida	02.02	EXCAVACION MANUAL DE ZANJAS, TERRENO ROCA SUELTA						
Rendimiento	m3/DIA	2.5000	EQ.	2.5000	Costo unitario directo por : m3		20.19	
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/. Parcial S/.	
	Mano de Obra							
0101010005	PEON			hh	1.0000	3.2000	6.01 19.23	
							19.23	
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		5.0000	19.23 0.96	
							0.96	
Partida	02.03	REFINE NIVELACION Y FONDOS PARA TUBERIA DE AGUA						
Rendimiento	m/DIA	100.0000	EQ.	100.0000	Costo unitario directo por : m		0.48	
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/. Parcial S/.	
	Mano de Obra							
0101010005	PEON			hh	1.0000	0.0800	6.01 0.48	
							0.48	
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		1.0000	0.48	
							0.00	

Partida	02.04	CAMA DE APOYO C/MAT. PROPIO ZARANDEADO e=0.10 m.					
Rendimiento	m/DIA	100.0000	EQ.	100.0000	Costo unitario directo por : m	2.04	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra						
0101010004	OFICIAL		hh	0.5000	0.0400	6.71	0.27
0101010005	PEON		hh	1.0000	0.0800	6.01	0.48
							0.75
	Materiales						
0293010002	TIERRA CERNIDA		m3		0.0625	20.00	1.25
							1.25
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5.0000	0.75	0.04
							0.04
Partida	02.05	RELLENO Y COMPACTADO DE ZANJAS CON MATERIAL PROPIO					
Rendimiento	m3/DIA	120.0000	EQ.	120.0000	Costo unitario directo por : m3	1.30	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.0667	8.40	0.56
0101010005	PEON		hh	1.0000	0.0667	6.01	0.40
							0.96
	Materiales						
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA		m3		0.0120	3.00	0.04
0293010004	PISON DE MANO 25 KG		hh		0.0571	5.00	0.29
							0.33
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		1.0000	0.96	0.01
							0.01
Partida	03.01	SUMINIST. E INSTALACION DE TUB. POLIETILENO (HDPE) DE 72.80 MM C_1					
Rendimiento	m/DIA	110.0000	EQ.	110.0000	Costo unitario directo por : m	16.42	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.0727	8.40	0.61
0101010005	PEON		hh	2.0000	0.1455	6.01	0.87
							1.48
	Materiales						
0293010001	TUBERIA POLIETILENO (HDPE) DE 72,80 MM		m		1.0000	14.90	14.90
							14.90
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	1.48	0.04
							0.04
Partida	03.02	SUMINIST. E INSTALACION DE TUB. POLIETILENO (HDPE) DE 93.60 MM C_1					
Rendimiento	m/DIA	110.0000	EQ.	110.0000	Costo unitario directo por : m	24.62	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.0727	8.40	0.61
0101010005	PEON		hh	2.0000	0.1455	6.01	0.87
							1.48
	Materiales						
0293010005	TUBERIA POLIETILENO (HDPE) DE 93.60 MM		m		1.0000	23.10	23.10
							23.10
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	1.48	0.04
							0.04

Partida	03.03	SUMINISTRO E INSTALACION DE ACCESORIOS					
Rendimiento	und/DIA		EQ.	Costo unitario directo por : und	198.42		
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
		Mano de Obra					
0101010003		OPERARIO	hh		0.4000	8.40	3.36
0101010005		PEON	hh		0.8000	6.01	4.81
							8.17
		Materiales					
0293010006		UNION HDPE DE 72.80 mm	und		1.0000	85.00	85.00
0293010007		UNION HDPE DE 93.60 mm	und		1.0000	105.00	105.00
							190.00
		Equipos					
0301010006		HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	8.17	0.25
							0.25

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS DE TUBERÍA PVC

Análisis de precios unitarios								
Presupuesto	0301001 TUBERIA POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD EN COMPARACION AL POLICLORURO DE VINILO							
Subpresupuesto	002 LINEA DE IMPULSIÓN TUBERUA PVC						Fecha presupuesto	12/08/2019
Partida	01.01	TRAZO NIVELACION Y REPLANTEO DE ZANJAS						
Rendimiento	m/DIA	600.0000	EQ.	600.0000	Costo unitario directo por : m	30.41		
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO		hh	0.5000	0.0067	8.40	0.06	
0101010005	PEON		hh	2.0000	0.0267	6.01	0.16	
01010300000005	OPERARIO TOPOGRAFO		hh	0.5000	0.0067	8.40	0.06	
							0.28	
	Materiales							
02130300010001	YESO BOLSA 28 kg		bol		0.0100	4.00	0.04	
							0.04	
	Equipos							
0301000020	ESTACION TOTAL (INC. TRIPODE, PRISMA, MIRA TELESCOPICA)		hh	0.5000	0.0067	12.00	0.08	
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	0.28	0.01	
0301510001	WINCHA		und		1.0000	30.00	30.00	
							30.09	
Partida	02.01	EXCAVION MANUAL DE ZANJAS, TERRENO MATERIAL SUELTO						
Rendimiento	m3/DIA	3.0000	EQ.	3.0000	Costo unitario directo por : m3	16.51		
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	Mano de Obra							
0101010005	PEON		hh	1.0000	2.6667	6.01	16.03	
							16.03	
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	16.03	0.48	
							0.48	
Partida	02.02	EXCAVACION MANUAL DE ZANJAS, TERRENO ROCA SUELTA						
Rendimiento	m3/DIA	2.5000	EQ.	2.5000	Costo unitario directo por : m3	20.19		
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	Mano de Obra							
0101010005	PEON		hh	1.0000	3.2000	6.01	19.23	
							19.23	
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5.0000	19.23	0.96	
							0.96	
Partida	02.03	REFINE NIVELACION Y FONDOS PARA TUBERIA DE AGUA						
Rendimiento	m/DIA	100.0000	EQ.	100.0000	Costo unitario directo por : m	0.48		
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	Mano de Obra							
0101010005	PEON		hh	1.0000	0.0800	6.01	0.48	
							0.48	
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		1.0000	0.48		
							0.00	

Partida	02.04	CAMA DE APOYO C/MAT. PROPIO ZARANDEADO e=0.10 m.						
Rendimiento	m/DIA	100.0000	EQ.	100.0000	Costo unitario directo por : m	2.04		
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra							
0101010004	OFICIAL		hh	0.5000	0.0400	6.71	0.27	
0101010005	PEON		hh	1.0000	0.0800	6.01	0.48	
							0.75	
	Materiales							
0293010002	TIERRA CERNIDA		m3		0.0625	20.00	1.25	
							1.25	
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5.0000	0.75	0.04	
							0.04	
Partida	02.05	RELLENO Y COMPACTADO DE ZANJAS CON MATERIAL PROPIO						
Rendimiento	m3/DIA	120.0000	EQ.	120.0000	Costo unitario directo por : m3	1.30		
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.0667	8.40	0.56	
0101010005	PEON		hh	1.0000	0.0667	6.01	0.40	
							0.96	
	Materiales							
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA		m3		0.0120	3.00	0.04	
0293010004	PISON DE MANO 25 KG		hh		0.0571	5.00	0.29	
							0.33	
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		1.0000	0.96	0.01	
							0.01	
Partida	03.01	SUMINIST. E INSTALACION DE TUB. POLICLORURO (PVC) DE 66 MM C_10						
Rendimiento	m/DIA	110.0000	EQ.	110.0000	Costo unitario directo por : m	51.52		
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.0727	8.40	0.61	
0101010005	PEON		hh	2.0000	0.1455	6.01	0.87	
							1.48	
	Materiales							
0293010008	TUBERIA POLICLORURO (PVC) DE 66.00 MM		und		1.0000	50.00	50.00	
							50.00	
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	1.48	0.04	
							0.04	
Partida	03.02	SUMINIST. E INSTALACION DE TUB. POLICLORURO (PVC) DE 80.10 MM C_10						
Rendimiento	m/DIA	110.0000	EQ.	110.0000	Costo unitario directo por : m	72.52		
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.0727	8.40	0.61	
0101010005	PEON		hh	2.0000	0.1455	6.01	0.87	
							1.48	
	Materiales							
0293010010	TUBERIA POLICLORURO (PVC) DE 80.10 MM		und		1.0000	71.00	71.00	
							71.00	
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	1.48	0.04	
							0.04	

ANEXO N° 08

CARACTERISTICAS TECNICAS DE HDPE Y PVC

Característica de Tubería HDPE

DIAM. EXTERIOR	DIAM. EXTERIOR		SDR 7 266.61 psi/18.41 bares		SDR 7.3 253.97 psi/17.51 bares		SDR 9 200 psi/13.84 bares		SDR 9.3 192.77 psi/13.29 bares		SDR 11 160.00 psi/11.03 bares		SDR 11.5 152.38 psi/10.51 bares	
	Pulg.	mm.	e pared mm.	Diam. interior mm.	e pared mm.	Diam. interior mm.	e pared mm.	Diam. interior mm.	e pared mm.	Diam. interior mm.	e pared mm.	Diam. interior mm.	e pared mm.	Diam. interior mm.
1/2	21.34	0.840	3.05	14.99	2.92	15.27	2.36	16.41	2.29	16.56	1.93	17.30	1.85	17.48
3/4	26.67	1.050	3.81	18.75	3.66	18.08	2.97	20.50	2.87	20.70	2.41	21.62	2.31	21.84
1	33.40	1.315	4.78	23.47	4.57	23.88	3.71	25.68	3.58	25.93	3.05	27.08	2.90	27.36
1.1/4	42.16	1.660	6.02	29.64	5.77	30.18	4.67	32.41	4.52	32.74	3.84	34.19	3.66	34.54
1.1/2	48.26	1.900	6.88	33.91	6.60	34.52	5.36	37.11	5.18	37.47	4.39	39.14	4.19	39.52
2	60.33	2.375	8.61	42.39	8.26	43.13	6.71	46.39	6.48	46.84	5.49	48.92	5.26	49.40
3	88.90	3.500	12.70	62.48	12.17	63.58	9.86	68.35	9.55	69.01	8.08	72.08	7.72	72.82
4	114.30	4.500	16.33	80.34	15.65	81.74	12.70	87.88	12.29	88.75	10.39	92.68	9.93	93.62
5	141.30	5.563	20.22	99.31	19.35	101.04	15.70	108.64	15.19	109.70	12.85	114.58	12.29	115.75
6	168.28	6.625	24.03	118.26	23.06	120.32	18.69	129.39	18.08	130.63	15.29	136.45	14.63	137.85
8	219.08	8.625	31.29	153.97	30.02	156.64	24.33	168.45	23.55	170.08	19.91	177.65	19.05	179.45
10	273.05	10.750	39.01	191.92	37.41	195.25	30.25	209.96	29.38	211.99	24.82	221.41	23.75	223.67
12	323.85	12.750	46.25	227.61	44.37	231.57	35.99	249.00	34.82	251.41	29.44	262.61	28.17	265.28
14	355.60	14.000	50.60	249.94	48.72	254.28	39.52	273.41	38.23	276.07	32.33	288.37	30.91	291.29
16	406.40	16.000	58.06	285.65	55.68	290.60	45.16	312.47	43.69	315.52	36.96	329.57	35.33	332.89
18	457.20	18.000	65.30	321.34	62.64	326.92	50.80	351.54	49.15	354.94	41.56	370.74	39.75	374.50
20	508.00	20.000	-	-	69.60	363.25	56.44	390.60	54.64	394.39	46.18	411.94	44.17	416.13
22	558.80	22.000	-	-	-	-	62.08	429.67	60.10	433.63	50.80	453.14	48.59	457.73
24	609.60	24.000	-	-	-	-	-	-	65.56	473.25	55.42	494.33	53.01	499.34

Característica de Tubería PVC

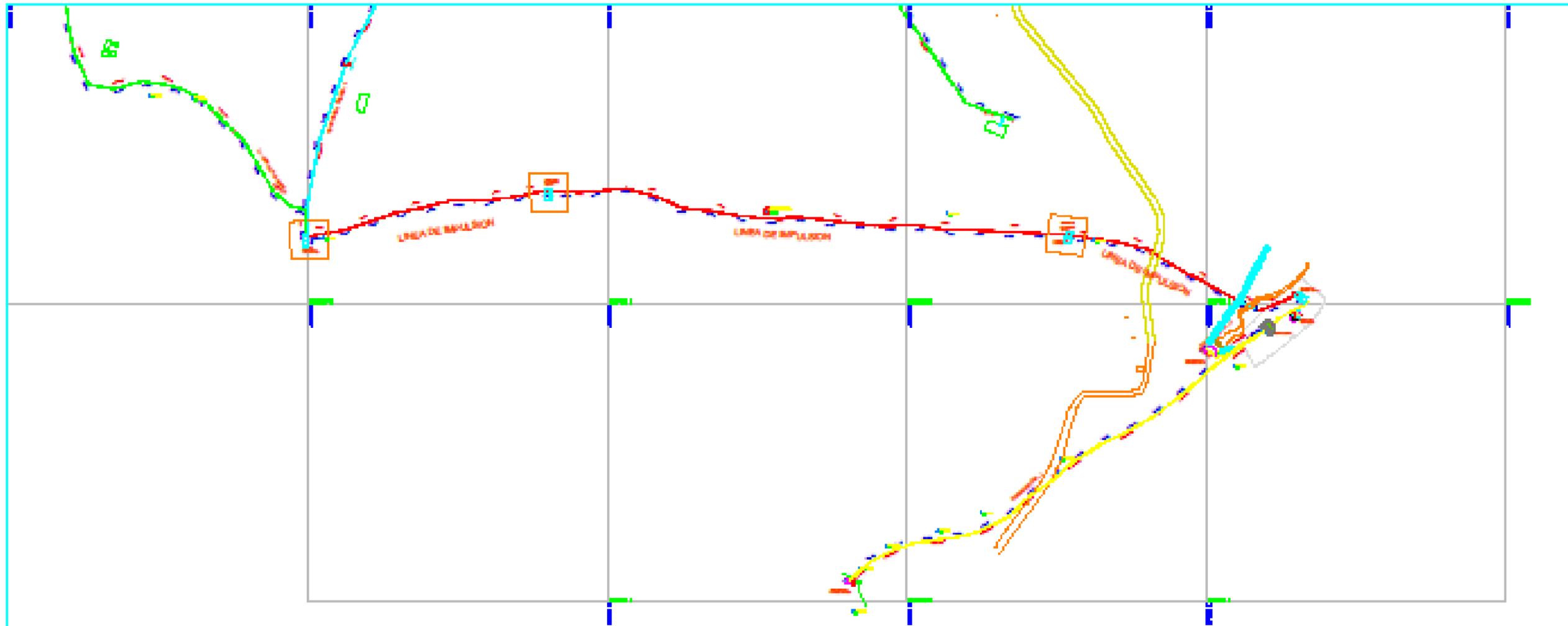
DIAMETRO EXTERIOR		LONGITUD		CLASE 5 75 PSI (5 bar)			CLASE 7.5 105 PSI (7.5 bar)			CLASE 10 150 PSI (10 bar)			CLASE 15 200 PSI (15 bar)		
NOM	REAL	TOTAL	UTIL	ESP.	Diam. Inter.	PESO	ESP.	Diam. Inter.	PESO	ESP.	Diam. Inter.	PESO	ESP.	Diam. Inter.	PESO
Pulg.	mm	metros	metros	mm	mm	kg x tubo	mm	mm	kg x tubo	mm	mm	kg x tubo	mm	mm	kg x tubo
1/2	21.0	5.00	4.97	-	-	-	-	-	-	1.8	17.4	0.840	1.8	17.9	-
3/4	26.5	5.00	4.96	-	-	-	-	-	-	1.8	22.9	1,080	1.8	22.9	-
1	33.0	5.00	4.96	-	-	-	-	-	-	1.8	29.4	1,363	2.3	28.4	2,877
1.1/4	42.0	5.00	4.96	-	-	-	1.8	38.4	1.74	2.0	38	1,940	2.9	36.2	2,750
1.1/2	48.0	5.00	4.96	-	-	-	1.8	44.4	2,016	2.3	43.4	2,549	3.3	41.4	3,577
2	60.0	5.00	4.95	1.8	56.4	2,359	2.2	55.4	3,082	2.9	54.2	4,013	4.2	51.6	6,680
2.1/2	73.0	5.00	4.94	1.8	69.4	3,102	2.6	67.8	4,435	3.5	66	5,894	5.1	62.8	8,390
3	88.5	5.00	4.93	2.2	84.1	4,599	3.2	82.1	6,612	4.2	80.1	8,576	6.2	76.1	12,360
4	114.0	5.00	4.90	2.8	108.4	7,540	4.1	105.8	10,911	5.4	103.2	14,201	8.0	98.0	20,535
6	168.0	5.00	4.86	4.1	159.8	16,278	6.1	155.8	23,923	8.0	152	31,006	11.7	144.6	44,299
8	219.0	5.00	4.82	5.3	208.4	27,440	7.9	203.2	40,405	10.4	198.2	52,262	15.3	188.4	75,513
10	273.0	5.00	4.77	6.7	259.6	43,223	9.9	253.2	63,100	13.0	247.0	81,884	19.0	235.0	116,919
12	323.0	5.00	4.73	7.9	307.2	60,301	11.7	299.6	88,231	15.4	292.2	114,754	22.5	278.0	163,796

Coeficiente de Fricción "C" en la Formula de Hazzen y Williams

TIPO DE TUBERIA	C_{nuevo}
Acero sin costura	120
Acero Soldado en Espiral	100
Cobre sin costura	150
Concreto	110
Fibra de Vidrio	150
Hierro Fundido	100
Hierro Fundido Dúctil con revestimiento	140
Hierro Galvanizado	100
Polietileno HDPE	140
Poli(Cloruro de Vinilo) PVC	150

ANEXO N° 09

PLANOS

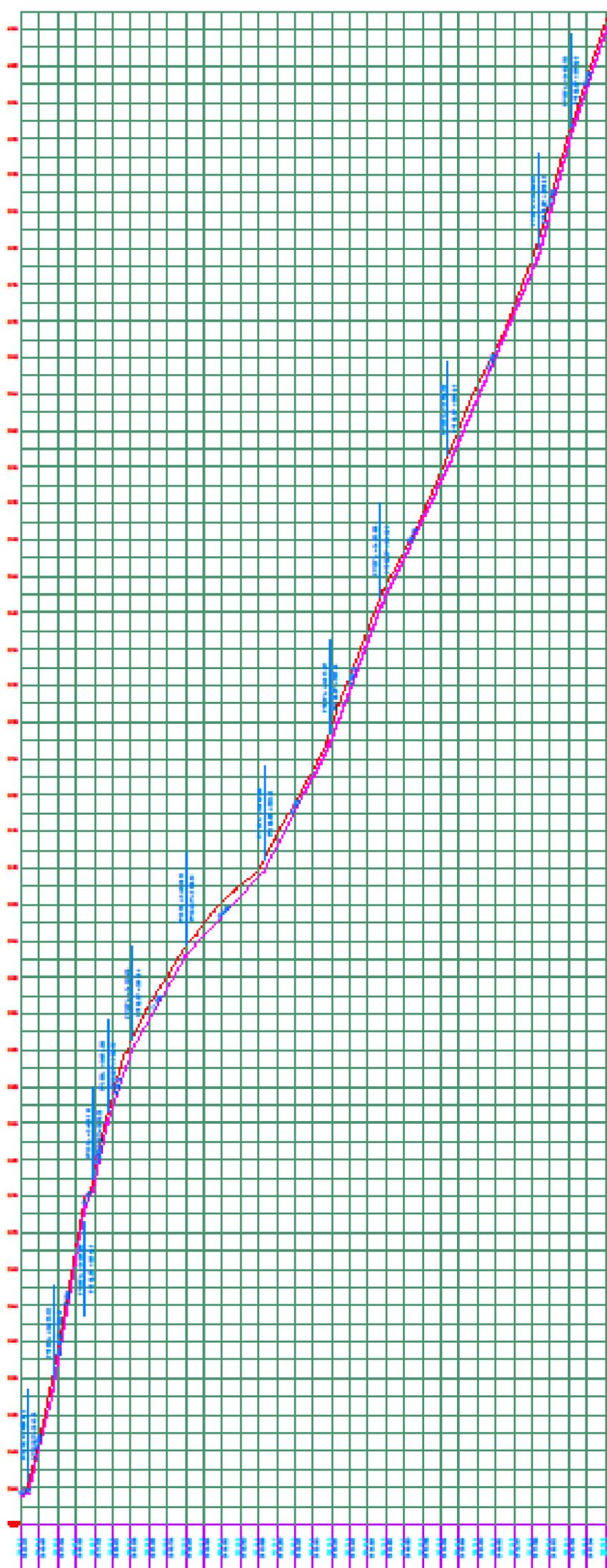


UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
 TESIS DE INGENIERIA CIVIL PARA LA TITULACION EN ING. CIVIL

TITULO:
 TUBERIA POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD EN COMPARACION AL POLICLORURO DE VINILO PARA UN SISTEMA DE BOMBEO

PAIS: PERU		
REGION: Cusco	PROVINCIA: Cusco	DISTRITO: Cusco
FECHA DE ELABORACION: 2024		FECHA: 2024

L-01



NO	PROFUNDIDAD	TIPO DE SUELO	TIPO DE SUELO	TIPO DE SUELO	TIPO DE SUELO
1	0.00	TIPO DE SUELO	TIPO DE SUELO	TIPO DE SUELO	TIPO DE SUELO
2	0.50	TIPO DE SUELO	TIPO DE SUELO	TIPO DE SUELO	TIPO DE SUELO
3	1.00	TIPO DE SUELO	TIPO DE SUELO	TIPO DE SUELO	TIPO DE SUELO
4	1.50	TIPO DE SUELO	TIPO DE SUELO	TIPO DE SUELO	TIPO DE SUELO
5	2.00	TIPO DE SUELO	TIPO DE SUELO	TIPO DE SUELO	TIPO DE SUELO
6	2.50	TIPO DE SUELO	TIPO DE SUELO	TIPO DE SUELO	TIPO DE SUELO
7	3.00	TIPO DE SUELO	TIPO DE SUELO	TIPO DE SUELO	TIPO DE SUELO
8	3.50	TIPO DE SUELO	TIPO DE SUELO	TIPO DE SUELO	TIPO DE SUELO
9	4.00	TIPO DE SUELO	TIPO DE SUELO	TIPO DE SUELO	TIPO DE SUELO
10	4.50	TIPO DE SUELO	TIPO DE SUELO	TIPO DE SUELO	TIPO DE SUELO
11	5.00	TIPO DE SUELO	TIPO DE SUELO	TIPO DE SUELO	TIPO DE SUELO
12	5.50	TIPO DE SUELO	TIPO DE SUELO	TIPO DE SUELO	TIPO DE SUELO
13	6.00	TIPO DE SUELO	TIPO DE SUELO	TIPO DE SUELO	TIPO DE SUELO
14	6.50	TIPO DE SUELO	TIPO DE SUELO	TIPO DE SUELO	TIPO DE SUELO
15	7.00	TIPO DE SUELO	TIPO DE SUELO	TIPO DE SUELO	TIPO DE SUELO
16	7.50	TIPO DE SUELO	TIPO DE SUELO	TIPO DE SUELO	TIPO DE SUELO
17	8.00	TIPO DE SUELO	TIPO DE SUELO	TIPO DE SUELO	TIPO DE SUELO
18	8.50	TIPO DE SUELO	TIPO DE SUELO	TIPO DE SUELO	TIPO DE SUELO
19	9.00	TIPO DE SUELO	TIPO DE SUELO	TIPO DE SUELO	TIPO DE SUELO
20	9.50	TIPO DE SUELO	TIPO DE SUELO	TIPO DE SUELO	TIPO DE SUELO
21	10.00	TIPO DE SUELO	TIPO DE SUELO	TIPO DE SUELO	TIPO DE SUELO



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE CALABAZGAL
TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN SISTEMAS DE COMPUTACIÓN

TUBERIA POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD EN COMPARACIÓN AL POLICLOURO DE VINILO PARA UN SISTEMA DE BOMBEO

FECHA DE ENTREGA DEL TRABAJO

FECHA DE CALIFICACIÓN

FECHA DE CALIFICACIÓN

FECHA DE CALIFICACIÓN





UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
 TESIS DE INGENIERIA CIVIL PARA LA TTULACION EN ING. CIVIL

TUBERIA POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD EN COMPARACION AL POLICLORURO DE VINILO PARA UN SISTEMA DE BOMBEO

PLAZA: SECCIONAMIENTO DE LINEA DE IMPULSION

DESARROLLADO POR:	DESARROLLADO POR:	SECCION:
	HEBROMA ALTEC, Cesar Arturo	1/1800

PROFESOR:	FECHA:
DR. DR. LINDO GARCIA, EDUARDO	JUNIO DEL 2019

