



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

PROYECTO DE GRADUACIÓN

**DISEÑO DE LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD DE LA
COLMAN, PUERTO CORTÉS**

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO

INGENIERO CIVIL

PRESENTADO POR:

21541095 DENISSE NICOLLE FERNÁNDEZ LANZA

21511186 DAVID IRENE ROSALES MARTÍNEZ

21441137 JOSÉ ANDRÉS LÓPEZ MADRID

ASESOR: ING. ARSEL INESTROZA E ING. SERGIO PAREDES

CAMPUS SAN PEDRO SULA

ABRIL, 2019

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA

UNITEC

RECTOR:

MARLON ANTONIO BREVE REYES

VICERRECTOR ACADÉMICO:

DESIRÉE TEJADA CALVO

SECRETARIO GENERAL:

ROGER MARTÍNEZ MIRALDA

VICEPRESIDENTA CAMPUS SAN PEDRO SULA:

CARLA MARÍA PANTOJA ORTEGA

JEFE ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL:

HÉCTOR WILFREDO PADILLA SIERRA

**DISEÑO DE LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD DE LA
COLMAN, PUERTO CORTÉS**

**TRABAJO PRESENTADO EN
CUMPLIMIENTO DE LOS REQUISITOS
EXIGIDOS PARA OPTAR EL TÍTULO DE**

INGENIERO CIVIL

ASESOR METODOLÓGICO:

ING. MICHAEL JOB PINEDA

ASESOR TEMÁTICO:

ING. ARSEL INESTROZA

ING. SERGIO PAREDES

MIEMBROS DE LA TERNA:

DERECHOS DE AUTOR

© Copyright 2018

DENISSE NICOLLE FERNÁNDEZ LANZA

DAVID IRENE ROSALES MARTÍNEZ

JOSÉ ANDRÉS LÓPEZ MADRID

Todos los derechos reservados.

AUTORIZACIÓN

AUTORIZACIÓN DEL AUTOR(ES) PARA LA CONSULTA, LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO DE TESIS DE GRADO.

Señores

CENTRO DE RECURSOS PARA EL APRENDIZAJE Y LA INVESTIGACIÓN (CRAI)

San Pedro Sula

Estimados Señores:

La presentación del documento de tesis forma parte de los requerimientos y procesos establecidos de graduación para alumnos de pregrado de UNITEC.

Nosotros, DENISSE NICOLLE FERNÁNDEZ LANZA, DAVID IRENE ROSALES MARTÍNEZ y JOSÉ ANDRÉS LÓPEZ MADRID, de San Pedro Sula autores del trabajo de grado titulado: Diseño de la Línea de Distribución de Agua Potable para la Comunidad de La Colman, Puerto Cortés, presentado y aprobado en el año 2019, como requisito para optar al título de Profesional de Ingeniero Civil, autorizo a:

Las Bibliotecas de los Centros de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación (CRAI) de la Universidad Tecnológica Centroamericana (UNITEC), para que, con fines académicos, pueda libremente registrar, copiar y usar la información contenida en él, con fines educativos, investigativos o sociales de la siguiente manera:

Los usuarios puedan consultar el contenido de este trabajo de grado en las salas de estudio de la biblioteca y la página Web de la universidad.

Permita la consulta y la reproducción, a los usuarios interesados en el contenido de este trabajo, para todos los usos que tengan finalidad académica, ya sea en formato CD o digital desde Internet, Intranet, etc., y en general para cualquier formato conocido o por conocer.

De conformidad con lo establecido en el artículo 19 de la Ley de Derechos de Autor y de los Derechos Conexos; los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.

Es entendido que cualquier copia o reproducción del presente documento con fines de lucro no está permitida sin previa autorización por escrito de parte de los principales autores.

En fe de lo cual, se suscribe la presente acta en la ciudad de San Pedro Sula a los catorce días del mes de enero de dos mil diecinueve.

14 de enero de 2019

_____	_____	_____
Denisse Fernández	David Rosales	José López
21541095	21511186	21441137

HOJA DE FIRMAS

Los abajo firmantes damos fe, en nuestra posición de miembro de Terna, Asesor y/o Jefe Académico y en el marco de nuestras responsabilidades adquiridas, que el presente documento cumple con los lineamientos exigidos por la Facultad de Ingeniería y Arquitectura y los requerimientos académicos que la Universidad dispone dentro de los procesos de graduación.

Ing. Arsel Inestroza
Asesor Temático

Ing. Sergio Paredes
Asesor Temático

Ing. Michael Pineda
Asesor Metodológico

Ing. Otto Flores
Coordinador de Terna

Ing. Milena Rivera
Miembro de Terna

Ing. Raúl Medina
Miembro de Terna

Ing. Héctor Padilla
Jefe Académico de Ingeniería Civil | UNITEC

DEDICATORIAS

En primer lugar, a Dios por permitirme culminar mi carrera como ingeniero civil porque me ha dado la fuerza, valentía y conocimiento. Y a los que hicieron posible esta oportunidad de poder alcanzar una meta más en mi vida, como son mis padres y hermanas que me apoyaron e incentivaron a dar lo mejor de mi cuando se presentó cualquier dificultad en el transcurso de mi carrera universitaria. En definitiva, sin el apoyo de ellos el concluir esta etapa no habría sido fácil si es que no, imposible.

David Rosales

El presente trabajo está dedicado primeramente a Dios, por permitirme llegar a este momento tan especial. A mis padres, Norma Lanza y Juventino Fernández, por su apoyo incondicional a lo largo de mi carrera, sin ellos no hubiera sido posible alcanzar esta meta en mi vida profesional. A mis hermanas, Ligia y Michell Fernández, quienes han velado por mí durante este arduo camino para convertirme en ingeniero civil. A mis maestros, por compartir su sabiduría y proporcionarme los recursos necesarios para alcanzar este objetivo.

Denisse Fernández

Dedico este proyecto primeramente a Dios por darme la oportunidad de realizar un trabajo tan completo como este, a mi familia por apoyarme y a mis amigos por motivarme a seguir adelante, gracias a los ingenieros y maestros de UNITEC por darme los conocimientos necesarios con los cuales pude realizar mi proyecto de graduación y con los que saldré adelante.

José Andrés López

AGRADECIMIENTOS

Se le agradece en primer lugar a Dios por darnos la fuerza, voluntad y valentía por permitirnos culminar nuestros estudios superiores como ingenieros civiles, y a nuestros padres por apoyarnos en todo el camino de la carrera día tras día entregando lo mejor por nosotros. Así como aquellos amigos y docentes que nos brindaron su ayuda cuando la solicitamos. Sin el apoyo de todos los anteriores el camino a la cima en esta etapa de nuestra vida hubiera sido aún más complejo, por esta razón estamos grandemente agradecidos con cada uno de ellos.

RESUMEN EJECUTIVO

Dado el convenio existente entre la Universidad Tecnológica Centroamericana, UNITEC, y la municipalidad de Puerto Cortés se ha hecho posible la participación de los alumnos de Proyecto de Graduación Fase I para realizar el diseño de una línea de distribución, comprometiéndose a presentar la propuesta técnica ante la municipalidad.

El proyecto está localizado en la comunidad de La Colman en el municipio de Puerto Cortés. Se tiene como propósito principal entregarle a la municipalidad de Puerto Cortés una propuesta técnica del diseño de línea de distribución que permitirá un mejoramiento en la vida cotidiana de los habitantes de La Colman que sea eficiente tanto para la comunidad como para la Municipalidad. El diseño de dicha línea de conducción se ha diseñado tomando en consideración todas las normas y parámetro establecidos en el Servicio Autónomo Nacional de Acueductos y Alcantarillados, SANAA 2003.

En el presente informe se ha planteado la propuesta técnica del diseño de la línea de distribución basándose en las características físicas de la zona como ser la topografía de la zona, la demanda requerida por la comunidad y la capacidad del tanque de almacenamiento a utilizar, como también muestra el presupuesto aproximado que contemplara la realización de dicho proyecto.

Así mismo, se ha descrito la metodología empleada para la realización del proyecto, identificando los softwares, técnicas, instrumentos y demás herramientas utilizados a lo largo del proyecto que permitieron la correcta elaboración del mismo.

ÍNDICE DE CONTENIDO

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
2.1 ANTECEDENTES	2
2.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	3
2.2.1 ENUNCIADO DEL PROBLEMA	4
2.2.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	4
2.3 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	4
2.4 OBJETIVOS.....	4
2.4.1 OBJETIVO GENERAL.....	5
2.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	5
2.5 JUSTIFICACIÓN	5
CAPÍTULO III. MARCO TEÓRICO.....	7
3.1 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL	7
3.1.1 ANÁLISIS DEL MACRO ENTORNO.....	8
3.1.1.1 PROYECTO DE LA LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN A GRAVEDAD DE AGUA POTABLE EN TUBERÍA DE HG, DEL TANQUE VENADEROS AL TANQUE LA SOLEDAD EN LA CIUDAD DE LEÓN.....	8
3.1.1.2 NUEVA LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE SAN LUIS, ARIZONA.....	9
3.1.1.3 PROYECTO DE LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN.....	11
3.1.2 ANÁLISIS DEL MICRO ENTORNO	12
3.1.2.1 PROYECTO DE AGUA Y SANEAMIENTO EN EL VALLE DE COMAYAGUA	12
3.1.3 ANÁLISIS INTERNO	13
3.2 TEORÍA DE SUSTENTO.....	14
3.2.1 NORMAS DE TOPOGRAFÍA	14
3.2.2 NORMAS DE DIBUJO.....	15
3.2.3 NORMAS DE DISEÑO	16
3.3 MARCO CONCEPTUAL.....	20
3.4 MARCO LEGAL	25
CAPÍTULO IV. METODOLOGÍA.....	26

4.1	OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES	26
4.1.1	DIAGRAMA DE LAS VARIABLES DE OPERACIONALIZACIÓN	28
4.1.2	TABLA DE OPERACIONALIZACIÓN	29
4.2	ENFOQUE Y MÉTODOS	31
4.2.1	TIPO DE DISEÑO	31
4.3	POBLACIÓN Y MUESTRAS.....	32
4.3.1.	POBLACIÓN	32
4.3.2.	MUESTRA.....	32
4.4	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS	32
4.4.1	INSTRUMENTOS	33
4.4.2	TÉCNICAS.....	36
4.5	UNIDAD DE ANÁLISIS Y RESPUESTA	36
4.5.1	UNIDAD DE ANÁLISIS.....	36
4.5.2	UNIDAD DE RESPUESTA	37
4.6	FUENTES DE INFORMACIÓN	37
4.6.1	FUENTES PRIMARIAS	37
4.6.2	FUENTES SECUNDARIAS.....	38
4.7	CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....	38
CAPITULO V.	ANÁLISIS DE RESULTADOS	40
5.1	INFORMACIÓN INICIAL	40
5.1.1	CENSO	40
5.1.2	INFORMACIÓN TÉCNICA DEL TANQUE DE ABASTECIMIENTO	40
5.1.3	LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO.....	40
5.2	CRITERIOS DE DISEÑO	43
5.3	PROCESO DE DISEÑO	44
5.3.1	LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN.....	44
5.3.2	PASO AÉREO	63
5.3.3	REVISIÓN POR GOLPE DE ARIETE.....	68
5.4	RESULTADOS	71
CAPÍTULO VI.	PRESUPUESTO Y CRONOGRAMA DE TRABAJO.....	72

6.1	PCO	72
6.3	CRONOGRAMA DE TRABAJO	90
CAPÍTULO VII. CONCLUSIONES		92
CAPITULO VIII. RECOMENDACIONES		93
CAPITULO IX. BIBLIOGRAFÍA		95
CAPITULO X. ANEXOS		98

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Diámetros para usar en la fórmula de Hazen-Williams.....	20
Tabla 2. Definición de Variables Dependientes e Independientes.....	26
Tabla 3. Operacionalización de las Variables.....	29
Tabla 4. División de actividades.....	38
Tabla 5. Puntos topográficos.....	41
Tabla 6. Dotación en Función del Número de Habitantes.....	45
Tabla 7. Cantidades de obra para puente colgante.....	64
Tabla 8. Dimensiones de anclaje.....	67
Tabla 9. Resumen de Resultados.....	71
Tabla 10. PCO de Línea de Distribución para La Colman.....	72
Tabla 11. Ficha de Costo A.1.....	74
Tabla 12. Ficha de Costo A.2.....	75
Tabla 13. Ficha de Costo A.3.....	75
Tabla 14. Ficha de Costo A.4.....	76
Tabla 15. Ficha de Costo A.5.....	76
Tabla 16. Ficha de Costo A.6.....	77
Tabla 17. Ficha de Costo A.7.....	77
Tabla 18. Ficha de Costo B.1.....	78
Tabla 19. Ficha de Costo B.2.....	79
Tabla 20. Ficha de Costo B.3.....	80
Tabla 21. Ficha de Costo B.4.....	81
Tabla 22. Ficha de Costo B.5.....	82
Tabla 23. Ficha de Costo B.6.....	83
Tabla 24. Ficha de Costo B.7.....	84
Tabla 25. Ficha de Costo B.8.....	85
Tabla 26. Ficha de Costo B.9.....	86
Tabla 27. Ficha de Costo C.1.....	87
Tabla 28. Ficha de Costo C.2.....	88

Tabla 29. Ficha de Costo D.1..... 89

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Diagrama de las Variables de Operacionalización	28
Ilustración 2. Tipo de Diseño	31
Ilustración 3. Nivel topográfico.....	33
Ilustración 4. Estadia	33
Ilustración 5. Trípode de aluminio	34
Ilustración 6. GPS Garmin.....	34
Ilustración 7. Logo de Microsoft Excel	35
Ilustración 8. Logo de AutoCAD Civil 3D.....	35
Ilustración 9. Logo de Google Earth	36
Ilustración 10. Cronograma de trabajo	39
Ilustración 11. Ruta de Línea de Distribución.....	41
Ilustración 12. Diagrama de Paso Aéreo	63
Ilustración 13. Esquema de cimentación para terreno inclinado.....	65
Ilustración 14. Ángulo de pendiente.....	66
Ilustración 15. Cronograma de Trabajo Parte 1	90
Ilustración 16. Cronograma de Trabajo Parte 2.....	90
Ilustración 17. Cronograma de Trabajo Parte 3.....	91
Ilustración 18. Cronograma de Trabajo Parte 4.....	91
Ilustración 19. Leyenda de Cronograma de Trabajo.....	91
Ilustración 20. Conexiones existentes en tanque de almacenamiento.....	98
Ilustración 21. Levantamiento topográfico.....	98
Ilustración 22. Parte de superior de tanque de almacenamiento (Hipoclorador)	99
Ilustración 23. Cotización de Niple y Válvula Larach & Cia.....	99
Ilustración 24. Cotización Materiales Varios La Mundial.....	100
Ilustración 25. Cotización Materiales Varios La Mundial.....	101
Ilustración 26. Cotización Materiales Varios Larach & Cia	101
Ilustración 27. Cotización Agregados Eterna.....	102
Ilustración 28. Cotización Materiales Varios Construdepot	102

Ilustración 29. Cotización Materiales Varios Comercial Larach	103
Ilustración 30. Cotización Mano de Obra Albañil	104
Ilustración 31. Cotización Mano de Obra Ayudante.....	104
Ilustración 32. Cotización Mano de Obra Fontanero.....	105
Ilustración 33. Cotización Cables Comercial Larach.....	105

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Cálculo de población de diseño, método aritmético	17
Ecuación 2. Cálculo de población de diseño, método geométrico.....	17
Ecuación 3. Fórmula de Hazen-Williams para el diseño de tuberías.....	19
Ecuación 4. Fórmula para caudal de tuberías.....	19
Ecuación 5. Caudal de llenado	19
Ecuación 6. Área de un círculo	20
Ecuación 7. Principio de Bernoulli.....	20
Ecuación 8. Cálculo de la demanda.....	20
Ecuación 9. Formula de Celeridad	68
Ecuación 10. Fórmula de Kc	69
Ecuación 11. Fórmula de Tiempo Critico.....	69
Ecuación 12. Fórmula de Tiempo de Cierre	69

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

En los últimos años el Gobierno de Honduras ha venido desarrollando actividades para dotar de servicios de agua potable a la población hondureña, alcanzando coberturas de servicio de agua del 86% al año 2017, sin embargo, las zonas rurales y alejadas de las ciudades aún carecen de este recurso. El 69% de las comunidades con un rango de población entre 251 y 500 habitantes cuentan con agua potable; mientras que el 24% de las comunidades en las cuales la población oscila entre 101 y 250 habitantes aún carecen de este recurso, siendo mínimo el acceso en las comunidades con menos de 100 habitantes.

La ciudad de Puerto Cortés no queda exenta de dicha problemática, específicamente las áreas rurales. La comunidad de La Colman, localizada a 10 kilómetros del casco urbano de Puerto Cortés, es una de las aldeas que no cuentan con el servicio de abastecimiento de agua potable. La carencia de dicho sistema digno genera un impacto negativo sobre la población ya que afecta la seguridad alimentaria, la calidad de vida y el bienestar de las familias.

Como solución, en el siguiente trabajo se presentará la propuesta de un diseño de línea de distribución de agua potable para la comunidad de La Colman, que cumpla con las especificaciones de diseño del SANAA.

Se realizará el levantamiento topográfico de la ruta óptima para la línea de distribución, que transporte el agua potable desde el tanque de almacenamiento hasta la comunidad.

Una vez se haya realizado lo anteriormente descrito se procederá a la parte de diseño y análisis de los diámetros, cédulas y materiales que se utilizará en la línea de distribución procurando que siempre sean los materiales más económicos y de buena calidad para que perduren y cumplan con el tiempo de diseño que se propone.

CAPÍTULO II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Una vez concebida la idea general del proyecto, es necesario plantear el problema en el que se centrará la investigación. El planteamiento del problema se desarrolla a través de cinco elementos, los cuales se expondrán a continuación: 1) Antecedentes, elementales ya que para adentrarse en el tema es necesario conocer estudios, investigaciones y trabajos anteriores que puedan ayudar a entender mejor la situación del sitio. 2) Definición del problema, consiste en sintetizar de forma clara y concisa la problemática a solucionar. 3) Preguntas de investigación, al definir por medio de preguntas el problema que se estudiará se tiene la ventaja de presentarlo de manera directa, lo cual minimiza la distorsión. 4) Objetivos, establecen qué pretende la investigación, se consideran guías del estudio. 5) Justificación, aquí se demuestra porqué el estudio es necesario o importante, exponiendo las razones.

2.1 ANTECEDENTES

En el año 2016, en el área urbana de Puerto Cortés y algunos poblados cercanos se mejoró la situación de suministro de agua potable con un proyecto de tratamiento de agua que se señaló como uno de los mejores en Centroamérica por la representante del BID, Mirna Liévano. (VIDAMEJOR, 2016)

"Esto viene a mejorar la situación de suministro de agua potable de Puerto Cortés. Este proyecto ha servido de puente para mejorar la calidad de abastecimiento para cerca de 13,000 hogares" con una " inversión total de 1.9 millones de dólares", señaló Liévano.

Por otro lado, en el municipio de Puerto Cortés en el año 2017 se realizó un macroproyecto de agua potable valorado en 20 millones de lempiras que beneficiaría a más de once comunidades que tienen problemas para suministrar el agua las 24 horas del día. (LAPRENSA, 2017)

Las comunidades beneficiadas son aquellas que han estado recibiendo agua en condiciones precarias, y que en época de verano solo cuentan con dicho liquido por una vez a la semana y por unas tres a cuatro horas como suceden en muchos lugares de nuestro país por el deficiente sistema que se maneja en ciertas municipalidades.

Una de las comunidades que se iba a beneficiar de este proyecto era Baracoa aldea vecina a La Colman, pero no aceptaron formar parte del proyecto porque se les iba a colocar medidores de agua para pagar su consumo mensual.

Moisés Toledo, gerente de Ingeniería Municipal en Puerto Cortés manifestó que en los sectores de pantanos se estaban realizando estudios de un proyecto de agua para mejorar el servicio en ese tipo de zonas, de la cual forma parte La Colman por estar ubicado en un lugar pantanoso. (LAPRENSA, 2017)

Las autoridades de la Municipalidad de Puerto Cortés ya cuentan con un tanque de abastecimiento previsto para poder anexar a la comunidad de La Colman, dicho tanque está ubicado a aproximadamente 11 kilómetros de la comunidad, en la zona denominada "El Cerrito".

El tanque de abastecimiento actualmente beneficia a 726 personas de nueve distintas comunidades, este tiene una capacidad de almacenaje de 67,840 galones como su límite máximo, sin embargo, se maneja un llenado de 65,000 galones. Dicho tanque se abastece por medio de una bomba de 45 HP sumergida en un pozo subterráneo a una profundidad de 160 pies, en un lapso de tres horas el tanque se llena a su capacidad de 65,000 galones.

La bomba no se utiliza tres días en época de invierno y dos días en época de verano, de modo que la bomba pueda descansar. La bomba se activa cuando el flotador en el tanque desciende dos pies de altura de su nivel de llenado.

Al momento de la construcción de dicho tanque de almacenamiento se realizó la obra de la estructura para el hipoclorador, el cual actualmente no está en funcionamiento. Debido a la falla del hipoclorador se decidió hacer uso de pastillas de cloro para tratar de suplir la necesidad de la potabilización del agua almacenada, lastimosamente este proceso se descontinuo a mediados del año 2018.

2.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

El punto de partida de una investigación es la existencia de un problema de gran importancia, que requiere ser investigada para poder hacer propuestas para resolverla. La definición del problema delimita claramente la situación a solucionar, indicando las razones que originan la

necesidad de investigar. Se manejan dos formas de definir la problemática: declarativo siendo este el enunciado del problema e interrogativo, que es la formulación del problema, los cuales se expresaran en el siguiente apartado.

2.2.1 ENUNCIADO DEL PROBLEMA

“La comunidad de La Colman se ha visto afectada por la falta de un sistema de agua potable que satisfaga las necesidades cotidianas de la población. Debido a dicha carencia se han visto obligados a atender sus necesidades básicas con pozos domiciliarios.”

2.2.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Qué características técnicas deberá tener la línea de distribución para la Aldea La Colman, Puerto Cortés para optimizar el paso de agua desde la fuente hasta la comunidad?

2.3 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

- 1) ¿Cómo son las condiciones topográficas del terreno en la comunidad de La Colman, Puerto Cortés?
- 2) ¿Cuál es la ruta óptima para la línea de distribución?
- 3) ¿Qué características técnicas tienen las tuberías a utilizar?
- 4) De ser necesario un paso aéreo, ¿cuáles son las características con las que se deberá diseñar el paso aéreo?
- 5) ¿Cuál es el costo total aproximado de la obra?

2.4 OBJETIVOS

Una investigación busca, ante todo, contribuir a resolver un problema en especial, por lo que se debe mencionar de qué manera se piensa que el estudio ayudará a resolverlo de manera clara, señalando a lo que se aspira en la investigación. En el siguiente apartado se identificarán los objetivos generales y específicos del proyecto. Los objetivos específicos indican los medios que permitirán alcanzar el objetivo general. Dichos objetivos deben de ser congruentes con las preguntas de investigación propuestas anteriormente.

2.4.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar el diseño de la línea de distribución de agua potable viable y económico que satisfaga las necesidades básicas de los habitantes de la comunidad de La Colman, Puerto Cortés mediante el uso de la normativa del Servicio Autónomo Nacional de Acueductos y Alcantarillados (SANAA).

2.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1) Realizar un mapa topográfico que detalle las condiciones topográficas del terreno previamente al diseño.
- 2) Determinar las características de la tubería a utilizar según el tramo e identificar si es necesario un cambio de tipo de tubería en alguna parte de la línea de distribución.
- 3) Diseñar los pasos aéreos para la tubería, como también identificar los tramos en donde sea necesaria la colocación de dichos pasos.
- 4) Trazar una ruta para la línea de distribución que optimice el trabajo, costos y tiempo, como también sea eficiente para conducir el agua hasta la comunidad de La Colman.
- 5) Calcular el presupuesto aproximado que se necesitará para llevar a cabo la obra de línea de distribución para la comunidad de La Colman.

2.5 JUSTIFICACIÓN

El ser humano depende del agua a diario y es uno de los recursos más importantes para el desarrollo de la vida en el cual este se desarrolla, pero si el agua no es tratada crea condiciones insalubres para la población.

La comunidad de La Colman, al estar en medio de dos de los ríos más grandes de Honduras como ser el Rio Chamelecón y Rio Ulúa, siendo la brecha que los divide de 2 kilómetros, lo único que separa a la comunidad de estos ríos son bordos que se hicieron con el propósito de evitar el desbordamiento al haber crecidas de los ríos, cuando esto sucede el nivel del suelo queda abajo del nivel de los ríos por lo que en temporada de lluvia los terrenos pantanosos aumentan su volumen, ocasionando la saturación del suelo.

Los pobladores de La Colman han encontrado una manera de vivir dentro de estos terrenos por medio de pozos domiciliarios, dadas las características pantanosas del sitio, el nivel freático se

encuentra a pocos metros de la superficie. El agua que consumen los habitantes de esta comunidad no pasa por ningún tipo de tratamiento de potabilización, ocasionando posibles enfermedades de origen hídrico. La tasa de morbilidad por diarrea para la ciudad de Puerto Cortés en el año 2009 fue de 23.1%, según la Unidad Municipal Ambiental de Puerto Cortés.

Estudios realizados por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), revelan que al invertir 1,000 millones de dólares en el desarrollo del abastecimiento de agua y saneamiento este se traduciría en la creación de 100,000 empleos, mostrando la correlación positiva entre la inversión en el sector del agua y el crecimiento económico.

El proyecto se desarrollará con el fin de proveer a la comunidad de La Colman con el diseño de una línea de distribución para que puedan gozar de este recurso hídrico, mejorando así, las condiciones de salubridad en el sitio, la condición socioeconómica de la población y disminuyendo las enfermedades producto de la mala obtención del agua.

CAPÍTULO III. MARCO TEÓRICO

El marco teórico es muchas veces considerado el pilar fundamental de cualquier investigación. La teoría constituye la base de donde se sustentará cualquier análisis o propuesta a lo largo del documento. Una vez planteado el problema del estudio, se amplía la descripción de este y se integra la teoría con la investigación, explicando la correlación que existe entre los fundamentos teóricos y la problemática a solucionar. Los antecedentes de la investigación dan sustento al estudio por medio de proyectos realizados anteriormente, que guardan relación con la problemática actual. Las bases teóricas reúnen un conjunto de conceptos y modelos que constituyen un enfoque determinado que explican el problema planteado. Las bases conceptuales son aquellos significados precisos de los conceptos principales que se puedan encontrar durante la investigación.

3.1 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

“Actualmente en el país casi dos millones de hondureños no tienen acceso al agua potable. Eso equivale al 20% de la población del país. Honduras dispone de al menos 87,000 millones de metros cúbicos de agua al año. De esa cantidad, sólo se utilizan 7,017 metros cúbicos al año”. (El Pulso HN, 2017)

Es decir, poco más del 9% se utiliza a nivel nacional para satisfacer las necesidades cotidianas de este vital líquido, aunque un factor de gran incidencia es la inversión por parte del estado para esta índole de proyectos de desarrollo social, muchas veces por la mala gestión de las municipalidades con los fondos que reciben y no promueven ni le dan la importancia necesaria a estos proyectos.

La población excluida se ve obligada a acarrear el agua de fuentes de agua no potable, con prácticas limitadas de mejoramiento de la calidad del agua en el hogar, sin embargo, no se identifican mayores incidencias de enfermedades de origen hídrico en las localidades sin servicios en comparación con aquellas que sí. (El Pulso, 2017, pag. 2)

Existe un grupo de población que es excluida del acceso al agua y saneamiento: las comunidades con menos de 250 viviendas, con menos probabilidad de apoyo de las ONGs o del gobierno

debido a los grandes gastos que incurre realizar un proyecto de línea de distribución o de carácter hidrosanitario.

3.1.1 ANÁLISIS DEL MACRO ENTORNO

En este apartado se expondrá el uso y empleo de las líneas de distribución en un marco de referencia internacional. Se mencionará comunidades beneficiadas, longitudes de línea de distribución, por qué se realizan esta índole de proyectos y ciertas medidas de control ambientales.

3.1.1.1 PROYECTO DE LA LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN A GRAVEDAD DE AGUA POTABLE EN TUBERÍA DE HG, DEL TANQUE VENADEROS AL TANQUE LA SOLEDAD EN LA CIUDAD DE LEÓN.

Este se encuentra ubicado en la comunidad La Soledad municipio de León, Guanajuato.

“El diseño de este está para 25 años y consiste en traer por medio de gravedad en una tubería de 24 pulgadas de diámetro el agua potable de un tanque ubicado en Venaderos hasta La Soledad haciendo un total de 3202 metros lineales de tubería”. (MIA, 2011)

Información general del proyecto.

El abastecimiento de agua potable en la ciudad de León, Guanajuato se logra con la explotación de varias fuentes de abastecimiento de aguas subterráneas localizadas en los municipios de León, San Francisco del Rincón y Purísima. El Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de León se encuentra en una búsqueda constante de fuentes de abastecimiento alternas, dado que el acuífero del Valle de León se encuentra sobreexplotado y que se manifiesta en un abatimiento constante, de tal manera que las profundidades de extracción son cada vez mayores. (MIA, 2011)

Naturaleza del proyecto

La razón de ser, del proyecto objeto de estudio, se basa en la consecución del Proyecto del Río Verde y de manera necesaria se hace referencia para visualizar la naturaleza de este. La Cuenca del río Verde tiene influencia en los estados de Zacatecas, Aguascalientes, Jalisco y Guanajuato, donde los escurrimientos no comprometido descargan en el río Santiago; no obstante, con la finalidad de lograr el aprovechamiento sustentable del recurso y dado el crecimiento de algunos

de los municipios de Jalisco y Guanajuato, es necesario incrementar el suministro de agua para mantener el ritmo del desarrollo, motivo por el cual los gobiernos de Jalisco y Guanajuato, han formulado solicitudes por separado para aprovechar las aguas no comprometidas de la cuenca del río Verde, con el propósito de hacer frente a las crecientes demandas para usos doméstico y público urbano.

La zona de Las Joyas es una zona urbana de León que en los últimos años ha tenido un crecimiento importante en conjuntos habitacionales y para la dotación de servicios, dada la topografía del sitio, ha sido necesario superar problemas de carácter técnico sobre todo para el suministro del agua, dado que es una zona alejada de las fuentes de abastecimiento. (MIA, 2011)

Ahora se proyecta una obra de equipamiento para preparar e incrementar la infraestructura hidráulica para proporcionar y garantizar a los habitantes de esta zona agua potable en cantidad, calidad y oportunidad, con beneficios para 200,000 habitantes.

3.1.1.2 NUEVA LÍNEA DE Distribución de Agua Potable San Luis, Arizona

Este se encuentra ubicado en la ciudad de San Luis del estado de Arizona.

El diseño de este está para 10 años y consiste en traer por medio de gravedad en una tubería de 16 pulgadas de diámetro el agua potable de un tanque ubicado en Venaderos hasta La Soledad haciendo un total de 2663 metros lineales de tubería. Beneficiando una población de 24,000 habitantes. (Ecología, 2013, p.1)

Condiciones previas al proyecto

“La ciudad de San Luis cuenta con dos circuitos principales o redes de distribución de agua: El circuito Central, con una capacidad de 4 MGD (millones de galones diarios o 175 litros por segundo lps) y el circuito llamado East Mesa, con una capacidad de 3 MGD (131 lps)”. (Ecología, 2013)

La red Central operaba a máxima capacidad durante la temporada de verano; por el contrario, la red de East Mesa se encontraba subutilizada. Incrementar la confiabilidad del servicio de agua potable para la ciudad de San Luis, Arizona, por medio de la interconexión de dos sistemas de distribución existentes con una nueva tubería de PVC; con el fin de evitar incidentes de baja presión y / o interrupción del servicio, contribuyendo a la reducción de los riesgos asociados a enfermedades de transmisión hídrica. (Ecología, 2013)

Alcance del proyecto

El proyecto consistió en la interconexión de los dos circuitos de distribución de agua por medio de una nueva tubería de 16 pulgadas (400 mm) de PVC por lo que se tendrá un flujo bidireccional en las 2 redes, incrementando la capacidad de operación de estos, en especial la red de distribución Central para cubrir los picos diarios de demanda en la época de verano. (Ecología, 2013)

Concluyendo los efectos producidos por tipo de proyecto son los siguientes:

- Mejorar el acceso y uso a servicios de agua potable
- Incremento en la disponibilidad de agua
- Prevenir los riesgos asociados con baja calidad del agua por no contar con una red de agua adecuada.

El impacto ambiental derivado de la implementación del Proyecto será positivo en lo general, ya que el Proyecto permitirá una mejor distribución de las fuentes agua potable disponibles.

Mitigación de riesgos

Durante la construcción, solamente se esperan impactos menores al medio ambiente; siempre y cuando, la obra se realice de acuerdo con las mejores prácticas de administración de la construcción. Los impactos que podrían presentarse durante la etapa de construcción son los siguientes:

- Emisión de polvos fugitivos
- Emisiones de gases de combustibles por la maquinaria de construcción
- Obstrucción temporal de calles, y presencia de trabajadores en la zona

Las medidas de mitigación características a implementarse son las siguientes:

- Aplicación de agua para reducir las emisiones de polvo fugitivo
- Afinación de los vehículos para reducir las emisiones, y
- Colocación de letreros y señalización preventivos para evitar situaciones de Riesgo.

3.1.1.3 PROYECTO DE LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN

Este se encuentra ubicado en la comunidad Los Algarrobos ciudad de David, Panamá

El diseño está para 25 años y consiste en traer por medio de gravedad en una tubería de 20 pulgadas de diámetro el agua potable de dos tanques ubicados en el Cerro de San Cristóbal haciendo un total de 4000 metros lineales de tubería. Beneficiando una población de 115,992 habitantes. (Ruiz, 2014, p.7)

En la actualidad el principal problema que presenta el sistema de acueducto de David es la ausencia de líneas de distribución expresas para abastecer a los tanques de almacenamiento y que sean estos los que proporcionen suministro a la red de distribución.

Este proyecto se ejecutó en el año 2005 pero debido a que esta tubería no se encuentra en servicio desde su instalación y según lo manifestado por autoridad del IDAAN, nunca fue probada y presenta roturas en algunos tramos, se desecha su utilización por la gran incertidumbre que conlleva no poder precisar las reales inversiones de su habilitación. La magnitud de la inversión económica a realizar para verificar y poner en funcionamiento el tramo supondría un gran riesgo y una inversión que no aseguraría resultados positivos. (Ruiz, 2014)

“Por lo expuesto, se proyecta una línea de distribución nueva de 20” en HD desde la planta de tratamiento de Los Algarrobos hasta los dos tanques de almacenamiento de 1, 250,000 galones ubicados en el Cerro de San Cristóbal”. (Ruiz, 2014)

Este trabajo se finalizó mencionando puntos muy relevantes que una línea de distribución debe seguir en lo posible el perfil del terreno y debe ubicarse de manera que pueda inspeccionarse fácilmente. Esta puede diseñarse para trabajar por gravedad o bombeo.

Para que se utilice la distribución por gravedad es necesario que la fuente de suministro sea un lago o un río situado en algún punto elevado respecto a la ciudad de manera que pueda mantenerse una presión suficiente en las tuberías principales.

Las líneas de distribución son ductos que siguen la topografía del terreno y trabajan a presión.

Una de las finalidades de un proyecto de línea de distribución es poder suplir la demanda de una población, lo cual en nuestra comunidad beneficiada es muy importante puesto que hay áreas en las que el agua llega con muy poca presión o inclusive no suele llegar.

3.1.2 ANÁLISIS DEL MICRO ENTORNO

El análisis del microentorno tiene la finalidad de exponer proyectos de carácter similar a nivel nacional con el proyecto de línea de distribución a la comunidad que se buscó beneficiar en esta tesis, se abarcaran puntos de habitantes beneficiados, longitudes y diámetros de tuberías.

3.1.2.1 PROYECTO DE AGUA Y SANEAMIENTO EN EL VALLE DE COMAYAGUA

De este proyecto se beneficiaron los municipios de Ajuterique,y Comayagua.

“El diseño está para 20 años y consiste en la línea de distribución de agua potable por medio de gravedad en una tubería desde el Rio Frio y Cabeza de Danto. Beneficiando una población de 89,301 habitantes en 21 comunidades diferentes”. (AECID, 2013)

Este proyecto se inició con un estudio de prefactibilidad para determinar la situación real de las comunidades de la zona que verían afectada su fuente de abastecimiento de agua al presurizar y entubar los canales de irrigación actuales, como parte del Proyecto Modernización del Riego en Microcuencas del Oeste del Valle de Comayagua (PROMORCO).

Para satisfacer sus necesidades se identificó que se hubiesen debido hacer tres sistemas múltiples y cuatro sistemas individuales, dando así una solución global y sostenible a los problemas de agua y saneamiento básico de toda la zona.

El principal enfoque de este trabajo de carácter social fue de mejorar las condiciones de vida de la población de las comunidades del Nor-Oeste del Valle de Comayagua, a través de la ejecución de un proyecto integral que garantice el acceso a servicios de calidad en agua y saneamiento, la seguridad jurídica de los sistemas, la protección ambiental y la creación y/o fortalecimiento de las instituciones de los gobiernos locales y organizaciones comunitarias referentes al tema; con la participación de todos los actores dentro de un enfoque de gestión integrada de recurso hídrico. (AECID, 2013)

Para el Estudio final se seguirán en términos generales las normas y Especificaciones del Servicio Autónomo de Acueductos y Alcantarillados, SANAA, para estructuras similares. Y La simulación puede realizar en el programa EPANET 2.0. Así mismo, en los planos se deberán plasmar los nombres de los propietarios de los terrenos en los cuales se instalarán las tuberías respectivas

dado caso la ruta seleccionada pase por propiedades privadas. A cada uno de los propietarios se le solicitará la firma en un documento cuyo formato se le proporcionará por parte del Proyecto, en el cual da su anuencia para la instalación de la tubería, para poder tramitar e inscribir en el Instituto de la Propiedad este permiso como una servidumbre de paso. Esta actividad será realizada por la unidad de fortalecimiento del Equipo de Gestión de la zona ya que esta fuera de nuestro alcance.

3.1.3 ANÁLISIS INTERNO

Con referencia a La Colman no se tienen datos, inversiones o ayudas de este tipo de proyecto de líneas de distribución por lo que andan buscando ayuda de la municipalidad o ONGs con el diseño que se propondrá para validar su propuesta. Y así contar con un sistema más eficaz de agua potable para los pobladores de la comunidad debido a que en este momento utilizan el agua de pozos domiciliarios.

En cuanto a Puerto Cortés como el casco urbano de Cortés el proyecto más actual en el municipio realizado benefició alrededor de 80 mil habitantes que consistió en la rehabilitación y ampliación del sistema de agua potable y la instalación de una moderna planta de tratamiento.

“La obra fue ejecutada por el Instituto de Desarrollo Comunitario, Agua y Saneamiento (IDECOAS), por un valor de 41 millones 738 mil 501 lempiras; mediante esta inversión se garantiza el suministro de agua de calidad las 24 horas para los habitantes de Puerto Cortés”. (VIDAMEJOR, 2016)

Datos del proyecto

Con el proyecto se mejoró la calidad del servicio de agua a la población, garantizando la continuidad y cantidad en el suministro del vital líquido, ya sea en época de verano o invierno. Lo mismo que se busca para la comunidad rural de La Colman con esta línea de distribución.

Como parte del proyecto, para la rehabilitación de un módulo de tratamiento de agua sobre el río Tulián que no estaba en funcionamiento, se construyó el edificio de operación de la planta y se acondicionó un laboratorio con equipos y reactivos con el fin de monitorear la calidad del agua servida.

“La obra comprendió también la instalación de 245 metros lineales de tuberías PVC de ocho y 12 pulgadas de diámetro y la colocación de 185 metros lineales de tubería de hierro con un diámetro de 250 hasta 500 milímetros, como parte de las líneas de distribución”. (VIDAMEJOR, 2016)

3.2 TEORÍA DE SUSTENTO

El sustento teórico es parte fundamental de cualquier investigación ya que es el grupo de teorías que le proporcionan soporte a los argumentos que se utilizarán para darle solución a la problemática. Del mismo modo las teorías de sustento explican de qué manera se llegará a los resultados.

3.2.1 NORMAS DE Topografía

El levantamiento topográfico lleva como finalidad recabar toda la información de campo necesaria para elaborar un diseño, que permita la construcción de una obra lo más eficiente posible. Igualmente se tratará de recabar información de instalaciones existentes según el caso lo amerite. (Larios, 2003)

Etapas a seguir como lo indica (SANAA, 2003):

1. Reconocimiento antes de proceder al levantamiento
2. Levantamiento de las distintas etapas del proyecto
 - a. En el sitio de toma

Se hará un levantamiento topográfico que recabe en la forma más amplia y detallada posible todas las características del relieve del área de cuenca inmediata al (los) sitio(s) para la(s) obra(s) de toma. En cursos de quebradas o ríos se levantarán secciones transversales de la cortina a cada 5 m y hasta una distancia de 5 a 15 m. En el sentido longitudinal del curso, a cada 5 m y hasta una distancia mínima de 30 m aguas arriba y aguas abajo si el sitio lo permite.

Cuando las fuentes sean nacimientos se incluirán detalles de las zonas adyacentes en un perímetro de hasta 15 m estableciendo un buen sistema de referencia. Los detalles incluirán puntos para la determinación de los niveles mínimo y máximo de crecida de las aguas, así como la profundidad actual de las mismas.

En el sitio de captación colocar un mingo de concreto, o alguna señal similar con sus respectivos puntos de amarre a cualquier elemento permanente del terreno en las cercanías de la zona (un árbol, una roca, etc.)

b. En la línea de distribución

- Entre PI y PI (estaciones) se tomarán como mínimo 5 puntos representativos del terreno y la distancia entre ambos no sobrepasará los 100 m (pendiente uniforme).
- Especificar en la libreta los nombres de los propietarios y límites de propiedades, el tipo de suelo (excavable o no excavable) y de vegetación por donde pasará el alineamiento horizontal de la línea de distribución.
- Se deberá marcar los desniveles entre estaciones tomando detalles de puntos intermedios; a ambos lados de un PI se tomarán secciones cada 5 m en una franja de terreno de 20 m (no solo en terreno accidentados).
- Se tomarán detalles de cruces de cursos de agua, zanjas, barrancas, cimas, depresiones, etc., cuando se localicen a lo largo de la ruta. Para cruces de agua por alto, se deberá tomar nota de los niveles máximos y mínimos de crecida.

3.2.2 NORMAS DE DIBUJO

1) Generalidades

En el diseño de acueductos rurales se trabaja básicamente con dibujo topográfico y dibujo estructural como veremos a continuación. El dibujo de la superficie de la tierra tiene la característica de que el dibujo queda completo en una vista (en Planta) representándose la altura (en Perfil) aparte cuando es necesario.

2) Contenido de Planos Hidráulicos

- a. Aparecerá trazada la línea de distribución diseñada, con la longitud de tubería en metros y los diámetros en pulgadas. En cada tramo de tubería de igual diámetro aparecerá la siguiente información:
- Longitud de tubería (metros)
 - Diámetro de tubería (pulgadas)
 - Pérdidas por fricción (total por cada 100 metros)

- Coeficiente de rugosidad
- Caudal de diseño o capacidad de tubería (gpm)
- Válvulas de aire y limpieza
- Anclajes
- Todos los accesorios necesarios
- Gradiente hidráulica y nivel estático
- Cuadro de detalle de tubería (de cada etapa)
- Caudal real y gradiente real

3) Contenido de Planos Estructurales

- a. Dimensiones de las distintas partes de la obra.
- b. Material a usarse en la construcción.
- c. Distribución, colocación y tipo de refuerzos
- d. Escala 1:40 y 1:50, según las dimensiones de la obra.

3.2.3 NORMAS DE DISEÑO

Los Sistemas de abastecimiento rural requieren de una metodología para lo cual se han elaborado las siguientes normas de acuerdo con las necesidades del medio rural de nuestro país y su realidad socioeconómica. (SANAA, 2003)

Los parámetros de diseño a considerarse para nuestro proyecto serán los siguientes según la Norma del SANAA:

1. Periodo de Diseño: Tomando en cuenta la durabilidad y vida útil de las tuberías, accesorios, materiales de construcción y el período que conlleva el diseño y la construcción, se ha determinado un período de diseño de 20 años para todas las partes del sistema.
2. Índice de Crecimiento: Se tomará como índice de crecimiento anual 3%, el cual representa el promedio a nivel nacional según datos recabados por la Dirección General de Censos y Estadísticas.
3. Cálculo de la Población: El diseño de los Acueductos se deberá hacer de acuerdo con la población y número de viviendas resultante del levantamiento topográfico. De no tener una

encuesta se calculará la población actual multiplicando la cantidad de viviendas por 6 habitantes por casa.

NOTA:

- Cuando la población Futura > Población Saturación; utilizar la población Futura.
- Cuando la población Saturación > Población Futura; utilizar la población de Saturación

Para hacer tal cálculo se utilizará el método aritmético y con menos frecuencia, el método geométrico como se detalle a continuación:

- *Método Aritmético*

El método supone una variación lineal de la población en el tiempo. Se utiliza la siguiente fórmula:

$$Pf = Pa(1 + \frac{k * t}{100})$$

Ecuación 1. Cálculo de población de diseño, método aritmético

Fuente: (SANAA, 2003)

Donde:

Pf: Población futura

Po: Población actual

k: Tasa de crecimiento anual

t: Período de diseño

- *Método Geométrico*

Este método se utilizará preferiblemente para poblaciones de más de 2,000 habitantes. La fórmula por aplicarse será:

$$Pf = Pa(1 + r)^t$$

Ecuación 2. Cálculo de población de diseño, método geométrico

Fuente: (SANAA, 2003)

Donde:

Pf: Población futura

Pa: Población actual

r: Tasa de crecimiento anual

t: Período de diseño

- *Dotaciones*

"La dotación generalizada para poblaciones menores de 2,000 habitantes será de 25 gppd". (Larios, 2003), que será la empleada para nuestro proyecto ya que la población actual y futura se mantiene muy por debajo de este mínimo.

- Coeficientes y variación de consumo

Básicamente, tendremos 3 tipos de consumo:

- a. Consumo Medio Diario: Demanda promedio requerida para satisfacer las necesidades.
- b. Consumo Máximo Diario: Valor de la demanda máxima diaria durante el año.
- c. Consumo Máximo Horario: Valor del consumo máximo horario en el día de máxima demanda del año.

En el diseño se utilizarán los siguientes coeficientes de variación:

- a) Consumo Medio Diario: 1 K
- b) Consumo Máximo Diario: 1.5 K (se utilizará este valor en el diseño de la línea de conducción y planta de tratamiento y el "Q" mínimo de la fuente no será inferior a él en los casos en que exista almacenamiento).
- c) Consumo Máximo Horario: 2.25 K (se utilizará en el diseño de la línea y red de distribución y cuando no exista almacenamiento).

- Coeficiente de Rugosidad

Para el cálculo de pérdidas por fricción en la tubería se utilizará la fórmula de Hazen Williams donde el coeficiente de rugosidad "C" a utilizarse será:

- Tubería de Hierro Galvanizado (HG): 120
- Tubería de Polivinilo (PVC): 140.

El caudal de diseño la una línea de distribución es el máximo horario. La velocidad máxima será de 2 m/seg. Se recomienda determinar el tiempo de cierre de la válvula para que no ocurra el

“golpe de ariete”, es decir ($T < T_c$), donde T es el tiempo de cierre de válvula y T_c es el tiempo crítico de cierre de la válvula. (SANAA, 2003)

Para la determinación de las pérdidas por fricción de tubería se utilizará la fórmula de Hazen Williams.

$$H_f = \frac{10.643 * Q^{1.85}}{C^{1.85} * D^{4.87}} * L$$

Ecuación 3. Fórmula de Hazen-Williams para el diseño de tuberías

Fuente: (SANAA, 2003)

Donde:

H_f: Pérdidas por fricción.

Q: Caudal en gpm.

D: Diámetro en pulgadas.

C: Coeficiente de rugosidad el que dependerá del material de la tubería.

Conociendo la velocidad de salida del tanque y el área del mismo, es posible calcular el caudal que este transporta, utilizando la siguiente formula:

$$Q = V * A$$

Ecuación 4. Fórmula para caudal de tuberías

Fuente: (Saldarriaga, 2007)

Para poder comparar el caudal que se consumirá con el caudal que el tanque podrá transportar cuando esté en su máxima capacidad, es necesario el cálculo del caudal de llenado

$$Q_{\text{llenado}} = \frac{\text{Volumen}}{\text{Tiempo}}$$

Ecuación 5. Caudal de llenado

Fuente: (SANAA, 2003)

Dado que el tanque con el que se cuenta para el abastecimiento de agua hacia la comunidad es cilíndrico, se necesita calcular el área de por medio da la siguiente formula:

$$A = \pi r^2$$

Ecuación 6. Área de un círculo

Fuente: (SANAA, 2003)

Se utilizará la Ecuación de Bernoulli para el cálculo de velocidad de salida:

$$\frac{p_1}{\rho g} + \frac{v_1^2}{2g} + h = \frac{p_2}{\rho g} + \frac{v_2^2}{2g} + z_2$$

Ecuación 7. Principio de Bernoulli

Fuente: (SANAA, 2003)

Para poder conocer la demanda de agua que requerirá la comunidad se utilizará la siguiente formula:

$$Demanda = PfxDotacion$$

Ecuación 8. Cálculo de la demanda

Fuente: (SANAA, 2003)

En la Tabla 1. Se muestra el diámetro real de las tuberías comerciales que deben utilizarse al ingresar dicho diámetro a la fórmula de Hazen-Williams.

Tabla 1. Diámetros para usar en la fórmula de Hazen-Williams

Diámetro Nominal	Diámetro Real
1/2"	0.622
3/4"	0.824
1"	1.048
1 1/2"	1.611
2"	2
3"	3
4"	4

Fuente: (SANAA, 2003)

3.3 MARCO CONCEPTUAL

Para dar un mejor entendimiento al lenguaje técnico utilizado en el proyecto aquí presentado que ayudan a describir de manera ideal a los materiales, temas y métodos empleados, a continuación, se da el significado de estas para lograr tener una mejor comprensión:

1) Acueductos.

Fair, Geyer, & Okun (2012) "Son los ductos de abastecimiento que transportan el agua desde la fuente de aprovisionamiento a la comunidad, y en esta forma integran el enlace entre las obras de captación y los sistemas de distribución" (p. 48).

2) Acuífero.

Fraenkel & Thake (2010) "Capa de roca o suelo capaz de contener o transmitir agua" (p. 321).

3) Aguas Subterráneas.

Lopez (2010) las define como "Las que penetran por las porosidades del suelo mediante el proceso llamado infiltración" (p. 18).

4) Aguas Superficiales.

Lopez (2010) las define como "Las de las corrientes naturales como ríos y arroyos; y en relativo reposo en lagos, embalses mares" (p. 18).

5) Altimetría.

Es la rama de la topografía que estudia el conjunto de métodos y procedimientos para determinar y representar la altura o "cota" de cada punto respecto de un plano de referencia. Con la altimetría se consigue representar perfiles altimétricos y curvas de nivel. (COMISION NACIONAL DEL AGUA, 2015, p. 2)

6) Azimut.

Garcia (2003) "El azimut de una línea es su dirección dada por el ángulo horizontal entre meridiano y la línea" (p. 52).

7) Captación.

Rebollo (2012) "El proceso de captación se refiere a la toma de agua de fuentes naturales, como pantanos, ríos o recursos subterráneos" (p. 8).

8) Cloración.

Opazo (2002) "Se define como la aplicación de cloro al agua de un servicio que no recibe otro tratamiento, y por lo tanto la desinfección es el objeto del proceso" (pp. 180-181).

9) Consumo Máximo Diario.

SANAA (2003) "Valor de la demanda máxima diaria durante 1 año" (p. 26).

10) Consumo Máximo Horario.

SANAA (2003) "Valor del consumo máximo horario en el día de máxima demanda del año" (p. 26).

11) Consumo Medio Diario.

SANAA (2003) "Demanda promedio requerida para satisfacer las necesidades" (p. 26).

12) Dengue.

Opazo (2002) "Enfermedad vírica, transmitida por un mosquito, se mantiene a menudo gracias a las reservas de agua (pozos, jarras enterradas junto a las chozas, etcétera)" (p. 11).

13) Desinfección.

Opazo (2002) "Método que permite la destrucción de los agentes capaces de producir infección, mediante la aplicación directa de medios químicos o físicos" (p. 172).

14) Filtración.

Opazo (2002) "La filtración se puede definir como el proceso por el cual se separa la materia suspendida mediante el paso del agua a través de una capa porosa (generalmente arena) que tiene las partículas en suspensión" (p. 147).

15) Flujo.

Saldarriaga (2007) "Flujo es el movimiento de un fluido con respecto a un sistema inercial de coordenadas, generalmente ubicado en un contorno sólido" (p. 2).

16) Hidrología.

Fair, Geyer, & Okun (2012) "Es la ciencia que trata del agua en la Naturaleza: sus propiedades, distribución y comportamiento" (p. 163).

17) Higiene.

Opazo (2002) "El conjunto de normas de vida que aseguran al individuo el ejercicio pleno de todas sus funciones" (p. 2).

18) Humedad relativa.

Opazo (2002) "Es la relación porcentual para una temperatura determinada, entre la humedad que tiene el aire en relación con la humedad de saturación" (p. 68).

19) Infiltración.

Opazo (2002) "Proceso mediante el cual el agua de precipitaciones, de cursos y masas de agua, penetra a través de las porosidades de las partículas que constituyen el suelo" (p. 62).

20) Línea de Aducción.

Corcho (2005) "Se define línea de aducción en un sistema de acueducto al conducto que transporta el agua de la bocatoma" (p. 179).

21) Línea de Conducción.

SANAA (2003) "Es la línea de tubería que conduce el agua de la obra de toma hasta el tanque. Preferiblemente funcionara por gravedad" (p. 31).

22) Línea de Distribución.

SANAA (2003) "Se denomina línea de distribución al componente del sistema que une al tanque de almacenamiento con la red de distribución" (p. 36).

23) Norias.

Opazo (2002) "Se entiende por noria o pozo excavado aquellos que se ejecutan manualmente (palas, picos, barras) y son revestidos interiormente de forma parcial o total" (p. 220).

24) Obras de Captación.

SANAA (2003) "Son las estructuras diseñadas para el aprovechamiento del flujo durante todo el año" (p. 27).

25) Periodo de diseño.

Fair, Geyer, & Okun (2012) "Se refiere a el número de años para el cual deben ser adecuado el sistema propuesto, sus estructuras componentes y su equipo" (p. 138).

26) Planimetría.

Es la parte de la topografía que estudia el conjunto de métodos y procedimientos que tienden a conseguir la representación a escala de todos los detalles interesantes del terreno sobre una superficie plana, prescindiendo de su relieve y se representa en una proyección horizontal. (COMISION NACIONAL DEL AGUA, 2015, p. 2)

27) Población de diseño.

Fair, Geyer, & Okun (2012) "Es el número de personas que utilizaran el sistema de agua potable o aguas residuales" (p. 138).

28) Presión Hidrostática.

Rebollo (2012) "Es debida al peso de un fluido en reposo. Es la única presión existente que posee un fluido en reposo" (p. 14).

29) Red de Distribución.

SANAA (2003) "La red de distribución es la parte del sistema cuya función es poder entregar a la población un suministro eficiente y continuo de agua en cantidad y presión adecuadas durante todo el periodo de diseño" (p. 36).

30) Salubridad.

Opazo (2002) "La ciencia y el arte de organizar y dirigir los esfuerzos colectivos para proteger, fomentar y reparar la salud" (p. 2).

31) Saneamiento.

Opazo (2002) "La rama de la salubridad destinada a eliminar los riesgos del ambiente natural, sobre todo resultantes de la vida en común, y crear y promover en las condiciones óptimas para la salud" (p. 2).

32) Tanque de Almacenamiento.

SANAA (2003) "La función principal de los tanques de almacenamiento es la de suministrar reservas que cubren las variaciones horarias del consumo de la comunidad y las necesidades de esta cuando requiera reparaciones la obra toma y la línea de conducción" (p. 33).

33) Topografía.

COMISION NACIONAL DEL AGUA (2015) "Es la ciencia que estudia el conjunto de principios y procedimientos que tienen por objeto la representación gráfica de la superficie de la Tierra, con sus formas y detalles" (p. 1).

3.4 MARCO LEGAL

De acuerdo con la Ley De Municipalidades (2015) dicta que:

(Según reforma por Decreto 48-91 en los numerales 1, 2, 3, 4, 6, 8, 11, 13, 16, 17 y 18). Las municipalidades tienen las atribuciones siguientes (Las atribuciones mencionadas a continuación están enumeradas con respecto al documento de la ley de municipalidades):

4) Construcción de redes de distribución de agua potable, alcantarillado para aguas negras y alcantarillado pluvial, así como su mantenimiento y administración;

CAPÍTULO IV. METODOLOGÍA

En la metodología de la investigación se estudia una problemática a partir del planteamiento del problema, con la recolección y análisis de datos directos de la realidad o de autoridades competentes.

“De acuerdo con la metodología de trabajo se pueden utilizar 3 tipos de métodos; Cuantitativo, Cualitativo y Mixto.” (Sampier, 2014) en cuanto a la metodología empleada para este proyecto sería una cuantitativa ya que solo se basa en datos reales, como ser censos y estadísticas ofrecidas por la Municipalidad de Puerto Cortés y la comunidad de La Colman.

La observación cuantitativa se basa en números para analizar y comprobar datos e información concreta para poder tomar una decisión exacta.

4.1 OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

La operacionalización de las variables es un proceso en el cual se descomponen las variables que forman el problema de la investigación.

Para el diseño de línea de distribución de agua potable que se le propondrá a la municipalidad de Puerto Cortés se realizó la de operacionalización de las variables en donde se presenta por primera vez las variables dependientes e independientes mostradas en la Tabla 2.

Tabla 2. Definición de Variables Dependientes e Independientes

Titulo “Diseño de Línea de Distribución de Agua Potable para la Comunidad de La Colman, Puerto Cortés”					
Problema	Objetivo General	Preguntas de Investigación	Objetivos Específicos	Variables Independientes	Variables Dependientes
¿Qué características técnicas deberá tener la línea de distribución para la Aldea La Colman, Puerto Cortés para optimizar	Realizar el diseño de la línea de distribución de agua potable viable y económico que satisfaga las	1) ¿Cómo son las condiciones topográficas del terreno en la comunidad de La Colman, Puerto Cortés?	1) Realizar un mapa topográfico que detalle las condiciones topográficas del terreno previamente al diseño.	Características topográficas del sitio.	Diseño de línea de distribución de agua potable.

el paso de agua desde la fuente hasta la comunidad?	necesidades básicas de los habitantes de la comunidad de La Colman, Puerto Cortés.	2) ¿Qué características tienen las tuberías a utilizar?	2) Clasificar el material de las tuberías de acuerdo con el tramo e identificar si es necesario un cambio de tipo de tubería en alguna parte de la línea de distribución.	Material y diámetro de las tuberías a utilizar.
		3) ¿De ser necesario un paso aéreo, cuáles son las características con las que se deberá diseñar el paso aéreo?	3) Diseñar los pasos aéreos de tubería, como también identificar los tramos en donde sea necesaria la colocación de dichos pasos.	Características de los pasos aéreos.
		4) ¿Cuál es la ruta óptima para la línea de distribución?	4) Trazar una ruta que optimice el trabajo, costos y tiempo.	Características topográficas del sitio y longitud hasta la comunidad.
		5) ¿Cuál es el costo total de la obra?	5) Calcular el presupuesto para realizar la obra.	Costo total de la obra.

Fuente: (Propia, 2019)

Se definieron las variables independientes basándose en las preguntas de investigación y los objetivos específicos del proyecto, siendo la única variable dependiente la realización del diseño de la línea de distribución de agua potable para la comunidad de La Colman. En la Tabla 2 se puede ver un resumen de las variables correspondientes a cada objetivo específico previamente estipulado.

4.1.1 DIAGRAMA DE LAS VARIABLES DE OPERACIONALIZACIÓN

Para la mejor comprensión de la relación que se plantean entre las variables independientes con las variables dependientes, se presenta en la siguiente Ilustración 1 de las variables de operacionalización.

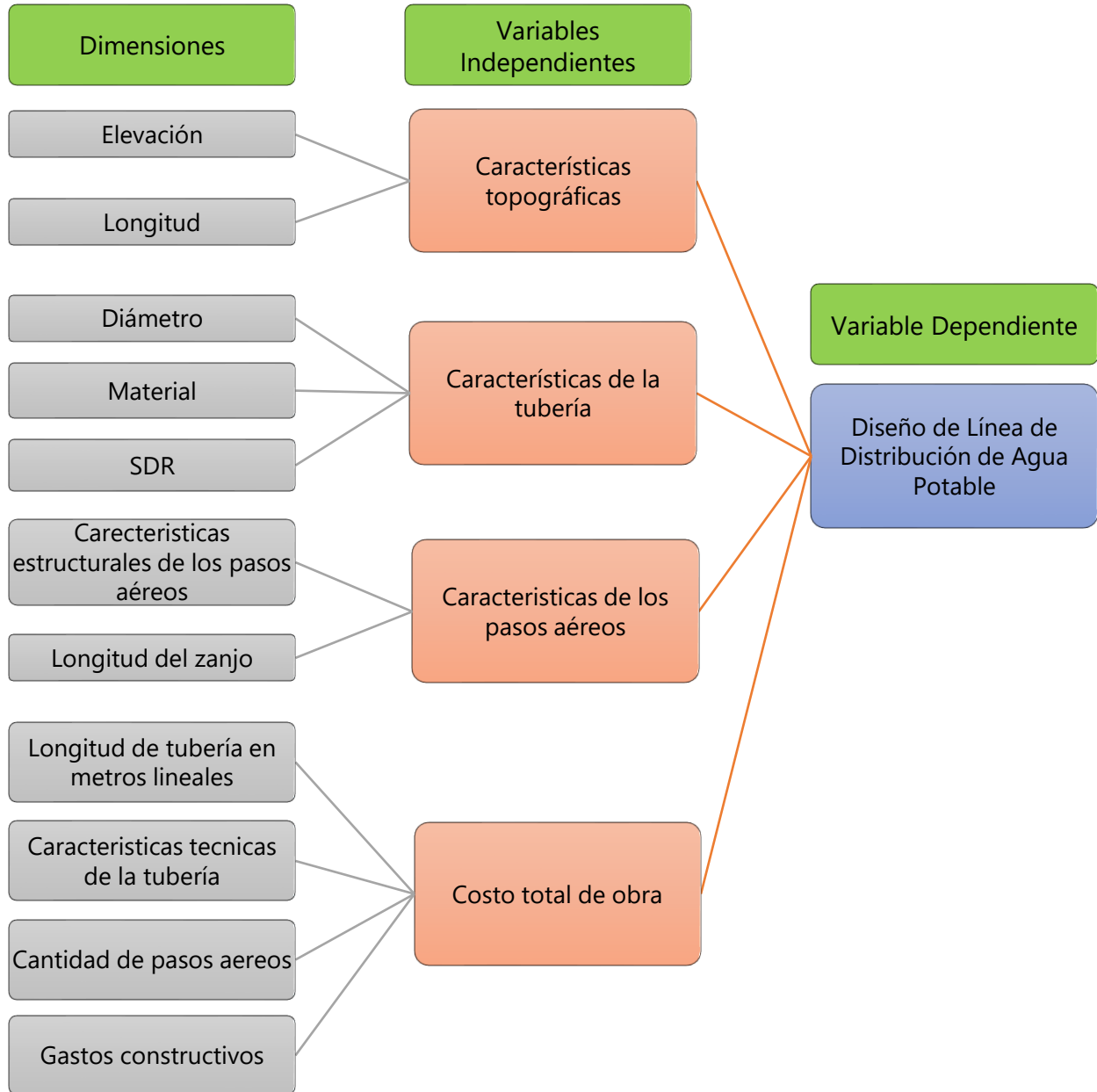


Ilustración 1. Diagrama de las Variables de Operacionalización

Fuente: (Propia, 2019)

4.1.2 TABLA DE OPERACIONALIZACIÓN

El principal propósito de un estudio cuantitativo es poder medir la realidad de la forma más exacta, por lo que es necesario operacionalizar las variables, que en otras palabras significa hacer las variables medibles.

La Tabla 3 muestra la operacionalización de las variables a partir de las variables independientes identificando sus definiciones tanto conceptuales como operacionales, dimensiones, indicadores, ítem, unidad y escala.

Tabla 3. Operacionalización de las Variables

Variables Independientes	Definiciones		Dimensiones	Indicadores	Ítem	Unidad	Escala
	Conceptual	Operacional					
Características Topográficas	Técnica que consiste en describir y representar las características de la superficie y el relieve del terreno en un plano.	Sistema tridimensional de ejes x, y y z.	Elevación	Altura en el eje z	¿En qué coordenada del eje z se encuentra el terreno?		Metros
			Longitud	Distancias en los ejes x e y.	¿En qué coordenadas del plano xy se encuentra el terreno?		Metros
Características De La Tubería	Procesos encadenados que son conectados de forma que cada parte final de una pieza esté conectada al inicio de la próxima.	Conducto que tiene como función permitir el transporte del agua u otros fluidos.	Diámetro	Caudal de ocupación	¿Qué características tienen las tuberías a utilizar?		Pulgadas
			Material	Presión generada	¿Cuál es la presión máxima del sistema?		HG o PVC
			SDR	Presión generada	¿Cuál es la presión máxima del sistema?		Cedula

Continuación Tabla 3...

Características De Los Pasos Aéreos	Los pasos aéreos están constituidos por dos torres de concreto reforzado debidamente cimentadas que sostienen un cable de acero.	Los pasos aéreos se utilizan para superar obstáculos naturales como barrancos, zanjones, ríos, quebradas, etc.	Características estructurales de los pasos aéreos.	Dimensiones de la cimentación, características de las péndolas y cables.	¿Qué características tienen los pasos aéreos de tubería?	Unidad	Metros, psi, pies de cable y metros cúbicos de concreto.
			Longitud del zanjo a cubrir.	Distancias en los y y x.	¿Cuál es la longitud máxima que tiene el zanjo?		Metros
Costo Total De La Obra	Suma total de todos los costos fijos y variables que se involucran en el proyecto.	Presupuesto realizado por el costo total de la obra	Longitud de tubería	Cantidad de tubería a comprar	¿Cuál es la cantidad total de longitud de tubería?		Metros Lineales
			Características técnicas de tubería	Diámetro, SDR y Material	¿Qué diámetro, SDR y Material se utilizará?		Pulgadas, cedula, HG o PVC
			Cantidad de pasos aéreos	Cuántos pasos aéreos son requeridos	¿Cuánto es la longitud total del paso aéreo?		Unidad
			Gastos constructivos	Gastos por manos de obra y material constructivo	¿Cuál es el Presupuesto o aproximado de la obra?		Lempiras

Fuente: (Propia, 2019)

4.2 ENFOQUE Y MÉTODOS

Dada la naturaleza de este proyecto se ha determinado un enfoque cuantitativo, ya que se cuenta con un problema de estudio delimitado y concreto en donde la recolección de datos para solucionar dicho problema se fundamenta en la medición, haciendo uso de procedimientos ya estandarizados como lo es el levantamiento topográfico. Los estudios en donde se utiliza un enfoque cuantitativo usualmente siguen un patrón predecible y estructurado.

4.2.1 TIPO DE DISEÑO

Consecuente a la elección de enfoque, cuantitativo, el siguiente paso es la elección o desarrollo del diseño apropiado para la investigación. El tipo de diseño de un estudio constituye el plan o estrategias que se desarrollan durante el transcurso de la investigación para obtener la información que se requiere.

En la siguiente ilustración se enunciarán todos los elementos que conllevan en el tipo de diseño para este proyecto, como ser el enfoque, tipo de estudio, tipo de diseño, alcance, método, tipo de muestra y técnicas.

Enfoque	• Cuantitativo
Tipo de Estudio	• No Experimental
Tipo de Diseño	• Transversal
Alcance	• Descriptivo
Método	• Analisis Técnico
Tipo de Muestra	• No Probabilístico
Técnicas	• Topografía y Uso de Softwares

Ilustración 2. Tipo de Diseño

Fuente: (Propia, 2019)

El tipo de estudio será el no experimental ya que se realizará la investigación sin manipular deliberadamente las variables independientes, como lo son la topografía del sitio. El tipo de diseño es transversal debido a que la toma de datos como ser el levantamiento topográfico se llevara a cabo en un solo momento, en un tiempo único. Debido a que los resultados del diseño se van explicando el alcance del proyecto es descriptivo. El tipo de muestra es no probabilístico, debido a que los participantes o beneficiados del proyecto ya se nos son proporcionados por la municipalidad. Entre las técnicas a utilizar se encuentra el uso de softwares para facilitar el diseño, como también la topografía para el reconocimiento del terreno.

4.3 POBLACIÓN Y MUESTRAS

La población se define como la totalidad de elementos o individuos con características similares de las cuales se utilizarán como unidades de muestreo, mientras que la muestra es aquella parte de la población que se selecciona para la obtención de la información. Dada la naturaleza de nuestro proyecto, la población y muestra son las mismas.

4.3.1. POBLACIÓN

La población de la comunidad de La Colman en el departamento de Cortés es de 120 habitantes distribuidos en 20 viviendas.

4.3.2. MUESTRA

La muestra con la que se cuenta para la realización del proyecto es de 120 habitantes fraccionados en 20 viviendas.

4.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS

Para hacer un correcto análisis de la línea de distribución se debe tener conocimientos técnicos de topografía, como también los instrumentos necesarios para realizar un levantamiento topográfico del terreno.

Conocer los desniveles o las diferencias de altura existentes en el terreno nos permitirá calcular el diámetro de las tuberías que instalaremos y la presión que deberán resistir.

4.4.1 INSTRUMENTOS

Los instrumentos y softwares primordiales para la realización del diseño de la línea de distribución son los siguientes:



1) Nivel.

Ilustración 3. Nivel topográfico

Fuente: (Luis, 2004)

El nivel, también llamado nivel óptico, es un instrumento topográfico destinado a la determinación de desniveles, mediante visuales horizontales entre puntos que se hallen distintas alturas o el traslado de cotas de un punto conocido a otro desconocido. (Rincon Villalba & Vargas Vargas, 2018)

2) Estadía.

La estadía es una regla de madera, de 3 o 4 metros de largo, y de 4, 5, 8 o 10 centímetros de ancho, por 2 centímetros de espesor. (Marquez F. G., 2003)

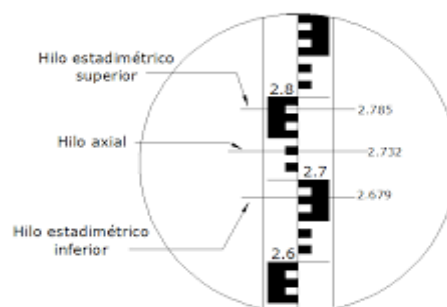


Ilustración 4. Estadía

Fuente: (Rincon Villalba & Vargas Vargas, 2018)

3) Trípode.

Se denomina trípode a un armazón que cuenta con tres pies y que se utiliza como sostén de diversos equipos topográficos. (Rincon Villalba & Vargas Vargas, 2018)



Ilustración 5. Trípode de aluminio

Fuente: (Luis, 2004)

4) GPS.

El Global Position System (GPS) es un sistema global de navegación por satélite que permite determinar en todo el mundo la posición de un objeto con una precisión hasta de cien centímetros.



Ilustración 6. GPS Garmin

Fuente: (Escobar, 2015)

5) Excel.

Excel es un programa informático el cual contiene hojas de cálculo que facilitan la recopilación y tabulación de datos.



Ilustración 7. Logo de Microsoft Excel

Fuente: (Willians, 2016)

6) AutoCAD Civil 3D

Carrera, (2017) "AutoCAD Civil 3D es un potente software para computadora que sirve para el cálculo y diseño de infraestructura diversa, principalmente relacionada con el movimiento de tierras, topografía y redes de tuberías."



Ilustración 8. Logo de AutoCAD Civil 3D

Fuente: (Carrera, 2017)

7) Google Earth

Escobar, (2015) "Google Earth es un programa que permite viajar por todo el planeta a través de imágenes satelitales, planos, mapas y fotografías en 3D."



Ilustración 9. Logo de Google Earth

Fuente: (Escobar, 2015)

4.4.2 TÉCNICAS

- 1) Visitas de campo a la comunidad de La Colman en donde se determinaron los requerimientos del proyecto y como también se realizó el levantamiento topográfico de la ruta elegida.
- 2) Entrevistas con los encargados de la Municipalidad de Puerto Cortés.
- 3) Asesoramiento por parte de los ingenieros encargados, Ing. Arsel Inestroza e Ing. Sergio Paredes.
- 4) Levantamiento topográfico realizado por medio de nivel en las visitas de campo a la comunidad de La Colman.

4.5 UNIDAD DE ANÁLISIS Y RESPUESTA

La unidad de análisis se refiere al fragmento del documento que se toma como elemento que sirve de base para la investigación, corresponde a la entidad más representativa del objeto de estudio.

4.5.1 UNIDAD DE ANÁLISIS

La unidad de análisis de la comunidad de La Colman, Puerto Cortés, se basó en el censo poblacional proporcionado por la municipalidad de Puerto Cortés. Esto conlleva a que se utilizará una población total de 120 personas, incluyendo hombres, mujeres y niños para poder realizar los cálculos de la población futura. La línea de distribución que se diseñará deberá ser capaz de

abastecer dicha población. Así también, los puntos realizados mediante el levantamiento topográfico que proveen información sobre la posición o determinación de la superficie.

4.5.2 UNIDAD DE RESPUESTA

La línea de distribución de agua potable de la comunidad de La Colman deberá abastecer a una población de 120 habitantes, distribuidos en 20 viviendas, en base a esta cantidad de personas se realizará el cálculo de las dotaciones. Las características del terreno como ser las pendientes y la ruta que se podría tomar en base a la superficie del sitio para efectos del diseño.

4.6 FUENTES DE INFORMACIÓN

Las fuentes de información necesarias para llevar a cabo una investigación se pueden dividir en dos tipos básicos: fuentes primarias y secundarias. Las fuentes primarias son aquellas que proporcionan la información de primera mano y constituyen el objeto de la investigación bibliográfica. Las fuentes secundarias son aquellas que procesan la información de fuentes primarias o de primera mano.

4.6.1 FUENTES PRIMARIAS

Como fuente primaria en nuestro proyecto se encuentran:

- 1) Levantamiento topográfico de la ruta para la línea de distribución realizado.
- 2) Entrevista con las autoridades de la municipalidad de Puerto Cortés.
- 3) Normas oficiales para el diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable del SANAA.
 - a. Normas de Topografía, pagina 9.
 - b. Normas de Dibujo, pagina 14.
 - c. Normas de Diseño, el apartado Parámetros de Diseño, paginas 24-26.
 - d. Línea de Distribución, pagina 36.
- 4) Documentación en digital acerca de levantamientos de línea de distribución.
- 5) Testimonio de expertos, por medio de los asesores temáticos.
 - a. Ing. Arsel Inestroza
 - b. Ing. Sergio Paredes

4.6.2 FUENTES SECUNDARIAS

La información obtenida de fuentes secundarias es la siguiente:

- 1) Libros de texto y documentos oficiales de temas como, topografía, hidráulica y sistemas de abastecimiento de agua potable.
 - a. Hidráulica de Tuberías por Juan Saldarriaga.
 - b. Abastecimiento de Agua por Simón Arocha.
- 2) Documentos de tesis de proyectos realizados anteriormente relacionados con el actual proyecto, como ser:
 - a. Diseño de sistema de Agua Potable para la comunidad de "El Aguacate", El Negrito, Yoro, proyecto realizado por Daroll Martínez, Kevin Perdomo y Ramon Sánchez.
 - b. Diseño Red de Distribución de Agua Potable Barrios El Dorado, Salitre y Guanacaste, EL Negrito, Yoro
- 3) Manuales digitales de los softwares utilizados.
 - a. Manual de AutoCAD Civil 3D por Alexander T.

4.7 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Tabla 4. División de actividades

	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin
	Visita al lugar del proyecto en La Colman, Puerto Cortes	0.5 días	mar 20/11/18	mar 20/11/18
Visita al Tanque	0.5 días	mar 20/11/18	mar 20/11/18	
	Levantamiento topográfico	21 días	mié 21/11/18	mié 19/12/18
Calculo, Diseño y revisión	7 días	jue 20/12/18	vie 28/12/18	
	Elaboración de Planos y Revisión	10 días	lun 31/12/18	vie 11/1/19
Entrega de Informe Final	0.5 días	lun 14/1/19	lun 14/1/19	
	Defensa de Fase 1	0.5 días	lun 21/1/19	lun 21/1/19

Fuente: (Propia, 2019)

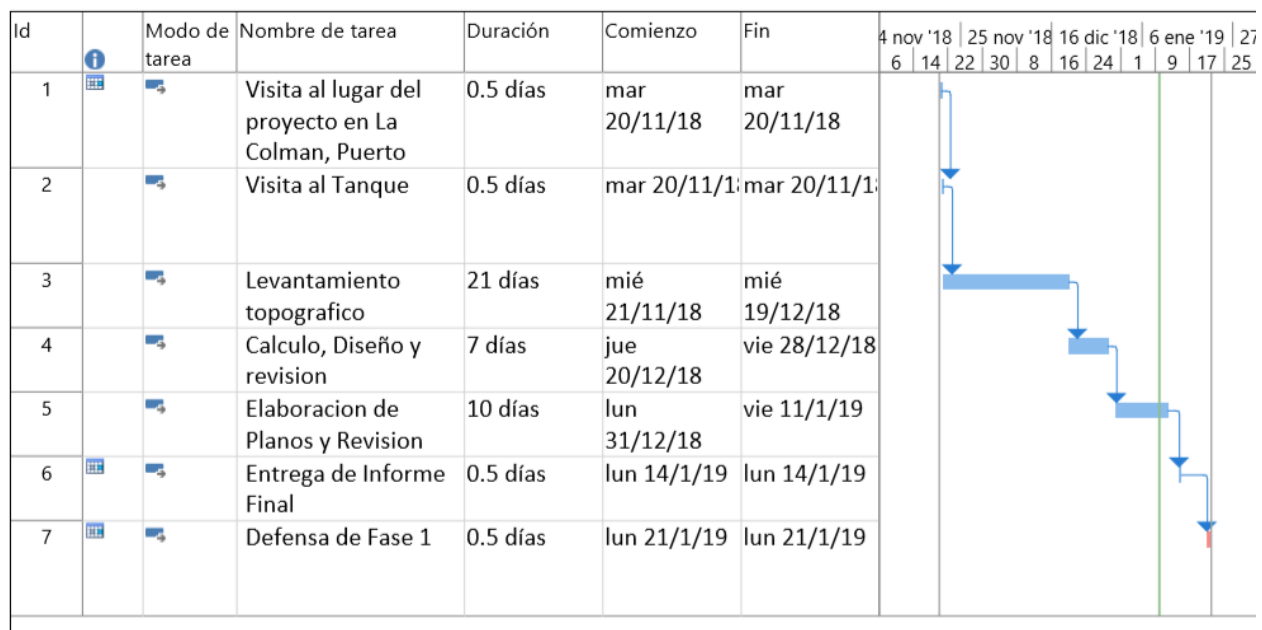


Ilustración 10. Cronograma de trabajo

Fuente: (Propia, 2019)

CAPITULO V. ANÁLISIS DE RESULTADOS

5.1 INFORMACIÓN INICIAL

5.1.1 CENSO

La información fue brindada por los encargados de la Municipalidad de Puerto Cortés, no se tiene censo para la comunidad de La Colman, pero se cuenta con la información de la existencia de 20 viviendas.

5.1.2 INFORMACIÓN TÉCNICA DEL TANQUE DE ABASTECIMIENTO

El tanque de abastecimiento a utilizar es un tanque cilíndrico, hecho de concreto hidráulico, ubicado a 36 metros sobre el nivel del mar. Su fuente de agua es un pozo subterráneo desde donde se colocó una bomba para abastecer dicho tanque. Actualmente el tanque abastece agua a 726 personas de 9 comunidades distintas.

El tanque tiene un diámetro de 11.1 metros y una altura de 2.65 metros, en su punto crítico la altura del agua dentro del tanque es de 0.609 m. El volumen total del tanque es de 256.437 m³ mientras que el volumen mínimo es de 59 m³. El equivalente en galones al volumen máximo sería de 67,840.64 galones y el volumen mínimo sería 15,609.9 galones, sin embargo, el tanque se maneja a un volumen máximo de 65,000 galones.

5.1.3 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

El levantamiento topográfico se realizó por medio de nivel y estadía, obteniendo la georreferencia por medio de un GPS. Se recopilaron los datos para posteriormente tabular los puntos obtenidos mediante el levantamiento topográfico en una hoja de cálculo de Excel, mostrado en la Tabla 5. En la Ilustración 11. se muestra la ruta que se decidió tomar para la línea de distribución, tomando en cuenta las propiedades privadas y dificultades de terreno para lograr una longitud óptima.



Ilustración 11. Ruta de Línea de Distribución

Fuente: (Propia, 2019)

Como se pudo apreciar en la ilustración anterior, se logra ver la ruta de manera clara, algo muy importante que influenció en la ruta fue la altura en la que se encuentra el tanque, lo que obliga a este proyecto la planificación de una ruta muy delicada.

Tabla 5. Puntos topográficos

No. Punto	Este	Norte	Elevación
8	411703	1741705	36
9	411704	1741697	33.125
10	411704	1741688	22.625
11	411666	1741684	20.074
12	411643	1741727	17.437
13	411622	1741811	16.33
14	411643	1741889	16.071
15	411659	1741974	15.769
16	411691	1742070	15.599
17	411697	1742130	15.767
18	411722	1742211	15.716
19	411730	1742281	17.063

Continuación Tabla 5...

20	411739	1742319	14.784
21	411759	1742366	14.584
22	411780	1742453	14.999
23	411790	1742516	15.654
24	411819	1742565	15.682
25	411854	1742607	15.411
26	411904	1742678	15.317
27	411939	1742754	15.357
28	411982	1742813	15.152
29	412029	1742899	15.261
30	412073	1742977	15.239
31	412115	1743046	15.186
32	412169	1743122	14.981
33	412210	1743184	14.761
34	412232	1743234	14.707
35	412264	1743281	16.249
36	412275	1743300	13.913
84	412306	1743303	14.814
85	412327	1743308	15.78
86	412340	1743319	16.481
87	412396	1743451	15.977
88	412409	1743532	15.242
89	412390	1743630	15.358
90	412376	1743736	16.024
91	412371	1743818	16.802
92	412345	1743972	16.956
93	412313	1744080	17.531
94	412294	1744218	17.307
95	412263	1744410	17.375
96	412235	1744624	17.52
97	412198	1744854	17.665
126	412181	1744966	17.64
127	412155	1745101	17.445
128	412127	1745264	17.15
129	412093	1745382	16.595
130	412046	1745537	17.266
131	412042	1745625	17.656
132	412006	1745757	17.508
133	412018	1745865	17.384
134	412163	1745868	17.293
135	412337	1745859	17.622

Continuación Tabla 5...

136	412473	1745846	17.791
137	412596	1745818	17.591
138	412759	1745792	18.8305
139	412925	1745765	18.8655
140	413113	1745729	18.8385
141	413295	1745703	19.1485
142	413442	1745673	19.0235
143	413602	1745642	19.1635
144	413771	1745618	18.9585
145	413918	1745551	18.5285
146	414006	1745492	18.9555
147	414077	1745547	18.3905
148	414157	1745562	19.6855
149	414121	1745652	20.3855
150	414051	1745714	19.9425
151	414017	1745851	19.8675
152	414004	1745994	19.6625
153	414055	1746184	19.4425
154	414132	1746349	19.4725
155	414260	1746442	19.2075
156	414353	1746513	19.3425
157	414483	1746543	19.4525
158	414622	1746572	19.6025
159	414744	1746602	19.0525

Fuente: (Propia, 2019)

5.2 CRITERIOS DE DISEÑO

Según las normas de diseño SANAA los criterios a utilizar serán los siguientes:

- La velocidad máxima será de 2m/seg. Página 44 (SANAA)
- El caudal para utilizar será el de consumo máximo horario cuyo factor de variación de hora máxima es de 2.25. Página 36 (SANAA)
- La presión mínima para utilizar serán 10 mca, metros de columna de agua, y la presión máxima será de 60 mca. Página 36 (SANAA)
- Índice de crecimiento anual será de 3%, Página 24 (SANAA)

- De no tener encuesta se calculará la población actual multiplicando la cantidad de viviendas por 6 habitantes por casa.

5.3 PROCESO DE DISEÑO

5.3.1 LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN

El volumen que se utilizará para los cálculos será en su punto crítico. Lo primero que debemos calcular es el caudal de salida del tanque, su salida corresponde a una tubería HG de 4 pulgadas que se reducirá a una tubería HG de 2" donde se deberá conectar la línea de distribución y a partir de la estación 0+017.08 pasa a PVC hasta la estación 1+826.05 de allí en adelante hasta la estación 1+889.16 es tubería HG de 2" y se hace el último cambio a PVC hasta la última estación de la conexión de la red.

Se utilizará la Ecuación de Bernoulli para el cálculo de velocidad de salida:

$$\frac{p_1}{\rho g} + \frac{v_1^2}{2g} + h = \frac{p_2}{\rho g} + \frac{v_2^2}{2g} + z_2$$

La salida del tanque es a 90 grados por lo que tenemos una pérdida de $0.5 \frac{v_2^2}{2g}$, por lo que la fórmula pasaría a:

$$\frac{p_1}{\rho g} + \frac{v_1^2}{2g} + h = \frac{p_2}{\rho g} + \frac{v_2^2}{2g} + z_2 + 0.5 \frac{v_2^2}{2g}$$

Eliminando variables igual a 0, se obtiene la siguiente ecuación:

$$h = \frac{v_2^2}{2g} + 0.5 \frac{v_2^2}{2g}$$

Despejando para la velocidad de salida se obtiene la siguiente ecuación:

$$v_2 = \sqrt{\frac{2gh}{1.5}}$$

Siendo:

- $H = H_{min} = 0.609 \text{ m}$

- $g = 9.81 \text{ m/s}^2$

$$v_2 = \sqrt{\frac{2 \times 9.81 \times 0.609}{1.5}}$$

$$v_2 = 2.82 \text{ m/s}$$

Con la velocidad de salida, y con un diámetro de 4 in se puede calcular el caudal de salida.

$$Q = VA$$

Donde el área es:

$$A = \pi r^2$$

$$A = \pi \left(\frac{4}{2 \times \frac{2.54}{100}} \right)^2$$

$$A = 8.107319 \times 10^{-3}$$

Reemplazando esto en la ecuación de caudal se obtiene la siguiente expresión:

$$Q = 2.82 \times 8.10 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q = 0.0228 \text{ m}^3/\text{s}$$

En litros equivale a:

$$Q = 22.8 \text{ lts/s}$$

El caudal que se dispone para la línea de distribución es de 22.8 lts/s, se procede a calcular el caudal que se necesita realmente para ver si el caudal de salida podrá suplir la demanda.

Tabla 6. Dotación en Función del Número de Habitantes

Rango de Habitantes	Dotación (Gal)	LPPD
100-500	15	56.78
500-1000	20	75.70
1000-2000	25	94.63
2000-3000	30	113.55
3000-5000	35	132.48
5000-10,000	40	151.40
10,000-15,000	50	189.25

Continuación Tabla 6...

15,000-50,000	60	227.10
50,000>	70	264.95

Fuente: (SANAA, 2003)

El número de casas corresponde a 20 unidades, según la norma del SANAA, al no tener un censo de la zona se realizará el cálculo de 6 personas por vivienda, dando una cantidad de personas de 120 habitantes.

Se procederá a calcular la población futura con la siguiente ecuación:

$$Pf = Pa(1 + \frac{kt}{100})$$

Donde:

- Pa = 120 habitantes
- K = Tasa de crecimiento anual= 3%
- t = Periodo de diseño=20 años

Reemplazando los valores en la ecuación se obtiene la siguiente expresión:

$$Pf = 120(1 + \frac{3 * 20}{100})$$

$$Pf = 192 \text{ personas}$$

La dotación para un rango de 100 a 200 es de 56.78 litros por persona por día, lppd. La demanda sería la multiplicación de la población futura y la dotación (v. Tabla 1):

$$Demanda = Pf \times Dotación$$

$$Demanda = 192 \times 56.78$$

$$Demanda = 10901.96 \text{ l/d}$$

Para una línea de distribución, el caudal dentro de las tuberías se debe diseñar con el consumo máximo horario. El cual se calcula de la siguiente forma

$$CMH = Demanda * 2.25$$

$$CMH = 10901.96 * 2.25$$

$$CMH = 24528.96 \text{ l/d}$$

Pasando litros por día a litros por segundo:

$$CMH = \frac{24528 \text{ l/d}}{86400 \text{ segundos}}$$

$$CMH = 0.2839 \text{ l/s}$$

El caudal de diseño sería el siguiente:

$$Q = \frac{0.2839 \text{ l/s}}{1000 \text{ litros}}$$

$$Q = 0.00028 \text{ m}^3/\text{s}$$

Teniendo el caudal de diseño se ve que el caudal de salida del tanque es mucho mayor al necesario, así que cumple el tanque para abastecer la necesidad.

Ahora se analizará otro problema, el tanque se llena mediante el bombeo de agua de un pozo, para ver si el caudal de llenado es mayor al que se consume sumando el caudal que se calculó para la nueva línea de distribución. Esto con el fin de ver si no es necesario alterar el funcionamiento de la bomba.

La bomba que se cuenta llena el tanque hasta llegar a los 65,000 galones que equivalen a 246,025 litros, en un total de 3.5 horas.

Se calcula el caudal de llenado con la siguiente expresión:

$$Q_{\text{llenado}} = \frac{\text{Volumen}}{\text{Tiempo}}$$

Datos:

- Volumen = 246,025 litros
- Tiempo = 3.5 horas

$$Q_{\text{llenado}} = \frac{246025}{3.5 \text{ horas} * 60 \text{ minutos} * 60 \text{ segundos}}$$

$$Q_{\text{llenado}} = 19.5257 \text{ l/s}$$

Para poder comparar el caudal de llenado con el caudal que se consume, se debe tomar en cuenta los usuarios existentes, para lo que se calculara el caudal de consumo máximo horario, para sumarlo con el de la nueva línea de distribución y ver la diferencia que hay entre el caudal de salida total y el caudal de llenado.

Existen actualmente 726 personas, para poder efectuar el diseño para 20 años también se va a sacar una población futura, cuya demanda más la demanda futura de la colman será el consumo total.

$$Poblacion Actual = 726 personas$$

$$Poblacion futura = 726(1 + 0.03)^{20}$$

$$Poblacion futura = 1312 personas$$

La dotación para una población de 1,000 a 2,000 personas es de 94.63 lppd.

$$Demanda = 1312 * 94.63 = 124,155 l/d$$

$$Demanda = \frac{124,155}{86400} = 1.4369 l/s$$

$$CMH = 1.4369 * 2.25 = 3.2331 l/s$$

Si a esto le sumamos el Consumo Máximo Horario de La Colman obtenemos el siguiente resultado:

$$CMH total = 3.2331 + 0.2839 = 3.5171 l/s$$

La diferencia que existe entre el caudal de llenado y el de consumo total es el siguiente:

$$Q_{ll} - Q_s = 19.5257 - 3.5171 = 16.01 l/s$$

Una vez comprobado que es factible añadir esta nueva línea de distribución, con respecto a los caudales de consumo total y de llenado, se procede a calcular el hf máximo que se dispone para la tubería.

Si la elevación inicial es de 36 m, y la elevación final es de 19.05 m entonces:

$$H_f = 36 - 19.05$$

$$H_f = 16.95 \text{ m}$$

La norma del SANAA dice que lo mínimo para que cumpla la tubería sería 10 mca por lo que la pérdida total se reduce a lo siguiente:

$$H_f = 16.95 - 10$$

$$H_f = 6.95 \text{ m}$$

Se puede tener pérdidas por fricción de un total de 6.95 mca en una longitud total de 8.256 km. Significa que por cada 100 metros solo se puede perder 0.08418 mca.

Ahora se proceden a calcular los diámetros de la tubería por tramo, tomando en cuenta el h_f máximo que se permite, luego ajustar el diámetro ajustando también el h_f . Se utilizará tubería PVC en las partes donde la tubería estará enterrada y HG para las partes donde irá superficial, debido a las condiciones del terreno y el uso que recibe, los cuales son terrenos donde se cultiva palma y caminan equipo pesado, gran parte son carreteras de tierra donde también pasa equipo pesado.

Tramo #1:

- TN inicial: 36 m
- TN final: 33.12 m
- Estación Inicial: 0+000
- Estación Final: 0+008.20
- Longitud inclinada: 8.73 m
- C:120
- Q: $0.00028 \text{ m}^3/\text{s}$

A continuación, el cálculo de H_f con la regla de 3.

$$\frac{0.08418}{100} = \frac{x}{8.73}$$

$$x = 0.0073449$$

Utilizando la fórmula de Hazen Williams despejada para el diámetro.

$$D = \left(\frac{10.643 * Q^{1.85} * Linclinada}{C^{1.85} * Hf} \right)^{\frac{1}{4.87}}$$

Reemplazando datos en la fórmula para el tramo 1 se obtiene la siguiente expresión:

$$D = \left(\frac{10.643 * 0.00028^{1.85} * 8.73}{120^{1.85} * 0.0073499} \right)^{\frac{1}{4.87}}$$

$$D = 0.0508 \text{ m}$$

$$D = 0.0507 \text{ m} * \frac{100 \text{ cm}}{1 \text{ m}} * \frac{1 \text{ in}}{2.54 \text{ cm}}$$

$$D = 1.9964 \text{ in}$$

Redondeando a mayor se obtiene un diámetro de 2 in equivalente a 0.0508 m. Ahora se debe calcular el Hf para este diámetro.

$$Hf = \frac{10.643 * Q^{1.85} * Linclinada}{C^{1.85} * D^{4.87}}$$

Reemplazando datos en la fórmula se obtiene la siguiente expresión:

$$Hf = \frac{10.643 * 0.00028^{1.85} * 8.73}{120^{1.85} * 0.0508^{4.87}}$$

$$Hf = 0.00728 \text{ m}$$

Tramo #2:

- TN inicial: 33.12 m
- TN final: 22.62 m
- Estación Inicial: 0+008.20 m
- Estación Final: 0+017.08 m
- Longitud inclinada: 13.63 m
- C: 120
- Q: $0.00028 \text{ m}^3/\text{s}$

A continuación, el cálculo de Hf con la regla de 3.

$$\frac{0.08418}{100} = \frac{x}{13.63m}$$

$$x = 0.01147$$

Utilizando la fórmula de Hazen Williams despejada para el diámetro.

$$D = \left(\frac{10.643 * Q^{1.85} * Linclinada}{C^{1.85} * Hf} \right)^{\frac{1}{4.87}}$$

Reemplazando datos en la fórmula para el tramo 2 se obtiene la siguiente expresión:

$$D = \left(\frac{10.643 * 0.00028^{1.85} * 13.63}{120^{1.85} * 0.01147} \right)^{\frac{1}{4.87}}$$

$$D = 0.0508 m$$

$$D = 0.0507m * \frac{100cm}{1m} * \frac{1in}{2.54cm}$$

$$D = 1.9964 in$$

Redondeando a mayor se obtiene un diámetro de 2 in equivalente a 0.0508 m. Ahora se debe calcular el Hf para este diámetro.

$$Hf = \frac{10.643 * Q^{1.85} * Linclinada}{C^{1.85} * D^{4.87}}$$

Reemplazando datos en la fórmula se obtiene la siguiente expresión:

$$Hf = \frac{10.643 * 0.00028^{1.85} * 13.63}{120^{1.85} * 0.0508^{4.87}}$$

$$Hf = 0.01137 m$$

Tramo #3:

- TN inicial: 22.62 m
- TN final: 20.07 m
- Estación Inicial: 0+017.08 m

- Estación Final: 0+055.29 m
- Longitud inclinada: 38.32 m
- C:140
- Q: 0.00028m³/s

A continuación, el cálculo de Hf con la regla de 3.

$$\frac{0.08418}{100} = \frac{x}{38.32m}$$

$$x = 0.03226$$

Utilizando la fórmula de Hazen Williams despejada para el diámetro.

$$D = \left(\frac{10.643 * Q^{1.85} * Linclinada}{C^{1.85} * Hf} \right)^{\frac{1}{4.87}}$$

Reemplazando datos en la fórmula para el tramo 3 se obtiene la siguiente expresión:

$$D = \left(\frac{10.643 * 0.00028^{1.85} * 38.32}{140^{1.85} * 0.03226} \right)^{\frac{1}{4.87}}$$

$$D = 0.0477 m$$

$$D = 0.0477m * \frac{100cm}{1m} * \frac{1in}{2.54cm}$$

$$D = 1.88 in$$

Redondeando a mayor se obtiene un diámetro de 2 in equivalente a 0.0508 m. Ahora se debe calcular el Hf para este diámetro.

$$Hf = \frac{10.643 * Q^{1.85} * Linclinada}{C^{1.85} * D^{4.87}}$$

Reemplazando datos en la fórmula se obtiene la siguiente expresión:

$$Hf = \frac{10.643 * 0.00028^{1.85} * 38.32}{140^{1.85} * 0.0508^{4.87}}$$

$$Hf = 0.024 m$$

Tramo #4:

- TN inicial: 20.07 m
- TN final: 17.44 m
- Estación Inicial: 0+055.29 m
- Estación Final: 0+0104.05 m
- Longitud inclinada: 48.83 m
- C:140
- Q: 0.00028 m³/s

A continuación, el cálculo de Hf con la regla de 3.

$$\frac{0.08418}{100} = \frac{x}{48.83m}$$

$$x = 0.04110$$

Utilizando la fórmula de Hazen Williams despejada para el diámetro.

$$D = \left(\frac{10.643 * Q^{1.85} * Linclinada}{C^{1.85} * Hf} \right)^{\frac{1}{4.87}}$$

Reemplazando datos en la fórmula para el tramo 4 se obtiene la siguiente expresión:

$$D = \left(\frac{10.643 * 0.00028^{1.85} * 48.83}{140^{1.85} * 0.04110} \right)^{\frac{1}{4.87}}$$

$$D = 0.0477 m$$

$$D = 0.0477m * \frac{100cm}{1m} * \frac{1in}{2.54cm}$$

$$D = 1.88 in$$

Redondeando a mayor se obtiene un diámetro de 2 in equivalente a 0.0508 m. Ahora se debe calcular el Hf para este diámetro.

$$Hf = \frac{10.643 * Q^{1.85} * Linclinada}{C^{1.85} * D^{4.87}}$$

Reemplazando datos en la fórmula se obtiene la siguiente expresión:

$$Hf = \frac{10.643 * 0.00028^{1.85} * 48.83}{140^{1.85} * 0.0508^{4.87}}$$

$$Hf = 0.0306 \text{ m}$$

Tramo #5:

- TN inicial: 17.44 m
- TN final: 16.33 m
- Estación Inicial: 0+104.05 m
- Estación Final: 0+190.64 m
- Longitud inclinada: 86.595 m
- C:140
- Q: $0.00028 \text{ m}^3/\text{s}$

A continuación, el cálculo de Hf con la regla de 3.

$$\frac{0.08418}{100} = \frac{x}{86.60 \text{ m}}$$

$$x = 0.07290$$

Utilizando la fórmula de Hazen Williams despejada para el diámetro.

$$D = \left(\frac{10.643 * Q^{1.85} * \text{Linclinada}}{C^{1.85} * Hf} \right)^{\frac{1}{4.87}}$$

Reemplazando datos en la fórmula para el tramo 5 se obtiene la siguiente expresión:

$$D = \left(\frac{10.643 * 0.00028^{1.85} * 86.60}{140^{1.85} * 0.07290} \right)^{\frac{1}{4.87}}$$

$$D = 0.0477 \text{ m}$$

$$D = 0.0477 \text{ m} * \frac{100 \text{ cm}}{1 \text{ m}} * \frac{1 \text{ in}}{2.54 \text{ cm}}$$

$$D = 1.88 \text{ in}$$

Redondeando a mayor se obtiene un diámetro de 2 in equivalente a 0.0508 m. Ahora se debe calcular el Hf para este diámetro.

$$Hf = \frac{10.643 * Q^{1.85} * \text{Linclinada}}{C^{1.85} * D^{4.87}}$$

Reemplazando datos en la fórmula se obtiene la siguiente expresión:

$$Hf = \frac{10.643 * 0.00028^{1.85} * 86.60}{140^{1.85} * 0.0508^{4.87}}$$

$$Hf = 0.0543 \text{ m}$$

Tramo #6:

- TN inicial: 16.33 m
- TN final: 16.07 m
- Estación Inicial: 0+190.64 m
- Estación Final: 0+271.41 m
- Longitud inclinada: 80.78 m
- C:140
- Q: 0.00028 m³/s

A continuación, el cálculo de Hf con la regla de 3.

$$\frac{0.08418}{100} = \frac{x}{80.78m}$$

$$x = 0.068$$

Utilizando la fórmula de Hazen Williams despejada para el diámetro.

$$D = \left(\frac{10.643 * Q^{1.85} * \text{Linclinada}}{C^{1.85} * Hf} \right)^{\frac{1}{4.87}}$$

Reemplazando datos en la fórmula para el tramo 6 se obtiene la siguiente expresión:

$$D = \left(\frac{10.643 * 0.00028^{1.85} * 80.78}{120^{1.85} * 0.068} \right)^{\frac{1}{4.87}}$$

$$D = 0.0477 \text{ m}$$

$$D = 0.0477 \text{ m} * \frac{100 \text{ cm}}{1 \text{ m}} * \frac{1 \text{ in}}{2.54 \text{ cm}}$$

$$D = 1.88 \text{ in}$$

Redondeando a mayor se obtiene un diámetro de 2 in equivalente a 0.0508 m. Ahora se debe calcular el Hf para este diámetro.

$$Hf = \frac{10.643 * Q^{1.85} * L_{inclinada}}{C^{1.85} * D^{4.87}}$$

Reemplazando datos en la fórmula se obtiene la siguiente expresión:

$$Hf = \frac{10.643 * 0.00028^{1.85} * 80.78}{140^{1.85} * 0.0508^{4.87}}$$

$$Hf = 0.0506 \text{ m}$$

Tramo #7:

- TN inicial: 16.07 m
- TN final: 15.77 m
- Estación Inicial: 0+271.41 m
- Estación Final: 0+357.91 m
- Longitud inclinada: 86.49 m
- C:140
- Q: 0.00028 m³/s

A continuación, el cálculo de Hf con la regla de 3.

$$\frac{0.08418}{100} = \frac{x}{86.49 \text{ m}}$$

$$x = 0.07281$$

Utilizando la fórmula de Hazen Williams despejada para el diámetro.

$$D = \left(\frac{10.643 * Q^{1.85} * L_{inclinada}}{C^{1.85} * Hf} \right)^{\frac{1}{4.87}}$$

Reemplazando datos en la fórmula para el tramo 7 se obtiene la siguiente expresión:

$$D = \left(\frac{10.643 * 0.00028^{1.85} * 86.49}{120^{1.85} * 0.07281} \right)^{\frac{1}{4.87}}$$

$$D = 0.0477 \text{ m}$$

$$D = 0.0477 \text{ m} * \frac{100 \text{ cm}}{1 \text{ m}} * \frac{1 \text{ in}}{2.54 \text{ cm}}$$

$$D = 1.88 \text{ in}$$

Redondeando a mayor se obtiene un diámetro de 2 in equivalente a 0.0508 m. Ahora se debe calcular el Hf para este diámetro.

$$Hf = \frac{10.643 * Q^{1.85} * L_{\text{inclinada}}}{C^{1.85} * D^{4.87}}$$

Reemplazando datos en la fórmula se obtiene la siguiente expresión:

$$Hf = \frac{10.643 * 0.00028^{1.85} * 86.49}{140^{1.85} * 0.0508^{4.87}}$$

$$Hf = 0.0542 \text{ m}$$

Tramo #8:

- TN inicial: 15.77 m
- TN final: 15.60 m
- Estación Inicial: 0+357.91 m
- Estación Final: 0+459.10 m
- Longitud inclinada: 101.19 m
- C:140
- Q: 0.00028 m³/s

A continuación, el cálculo de Hf con la regla de 3.

$$\frac{0.08418}{100} = \frac{x}{101.19 \text{ m}}$$

$$x = 0.08519$$

Utilizando la fórmula de Hazen Williams despejada para el diámetro.

$$D = \left(\frac{10.643 * Q^{1.85} * Linclinada}{C^{1.85} * Hf} \right)^{\frac{1}{4.87}}$$

Reemplazando datos en la fórmula para el tramo 8 se obtiene la siguiente expresión:

$$D = \left(\frac{10.643 * 0.00028^{1.85} * 101.19}{120^{1.85} * 0.0852} \right)^{\frac{1}{4.87}}$$

$$D = 0.0477 \text{ m}$$

$$D = 0.0477 \text{ m} * \frac{100 \text{ cm}}{1 \text{ m}} * \frac{1 \text{ in}}{2.54 \text{ cm}}$$

$$D = 1.88 \text{ in}$$

Redondeando a mayor se obtiene un diámetro de 2 in equivalente a 0.0508 m. Ahora se debe calcular el Hf para este diámetro.

$$Hf = \frac{10.643 * Q^{1.85} * Linclinada}{C^{1.85} * D^{4.87}}$$

Reemplazando datos en la fórmula se obtiene la siguiente expresión:

$$Hf = \frac{10.643 * 0.00028^{1.85} *}{140^{1.85} * 0.0508^{4.87}}$$

$$Hf = 0.0634 \text{ m}$$

Tramo #9:

- TN inicial: 15.60 m
- TN final: 13.91 m
- Estación Inicial: 0+459.10 m
- Estación Final: 1+820.56 m
- Longitud inclinada: 1361.57 m
- C:140
- Q: 0.00028 m³/s

A continuación, el cálculo de Hf con la regla de 3.

$$\frac{0.08418}{100} = \frac{x}{1361.57 \text{ m}}$$

$$x = 1.1462$$

Utilizando la fórmula de Hazen Williams despejada para el diámetro.

$$D = \left(\frac{10.643 * Q^{1.85} * \text{Linclinada}}{C^{1.85} * Hf} \right)^{\frac{1}{4.87}}$$

Reemplazando datos en la fórmula para el tramo 9 se obtiene la siguiente expresión:

$$D = \left(\frac{10.643 * 0.00028^{1.85} * 1361.57}{140^{1.85} * 1.1462} \right)^{\frac{1}{4.87}}$$

$$D = 0.0477 \text{ m}$$

$$D = 0.0477 \text{ m} * \frac{100 \text{ cm}}{1 \text{ m}} * \frac{1 \text{ in}}{2.54 \text{ cm}}$$

$$D = 1.88 \text{ in}$$

Redondeando a mayor se obtiene un diámetro de 2 in equivalente a 0.0508 m. Ahora se debe calcular el Hf para este diámetro.

$$Hf = \frac{10.643 * Q^{1.85} * \text{Linclinada}}{C^{1.85} * D^{4.87}}$$

Reemplazando datos en la fórmula se obtiene la siguiente expresión:

$$Hf = \frac{10.643 * 0.00028^{1.85} * 1361.57}{140^{1.85} * 0.0508^{4.87}}$$

$$Hf = 0.8542 \text{ m}$$

Tramo #10:

- TN inicial: 13.91 m
- TN final: 15.14 m
- Estación Inicial: 1+820.56 m
- Estación Final: 1+831.00 m
- Longitud inclinada: 10.5 m

- C:120
- Q: $0.00028 \text{ m}^3/\text{s}$

A continuación, el cálculo de Hf con la regla de 3.

$$\frac{0.08418}{100} = \frac{x}{10.5 \text{ m}}$$

$$x = 0.00884$$

Utilizando la fórmula de Hazen Williams despejada para el diámetro.

$$D = \left(\frac{10.643 * Q^{1.85} * \text{Linclinada}}{C^{1.85} * Hf} \right)^{\frac{1}{4.87}}$$

Reemplazando datos en la fórmula para el tramo 10 se obtiene la siguiente expresión:

$$D = \left(\frac{10.643 * 0.00028^{1.85} * 10.5}{120^{1.85} * 0.00884} \right)^{\frac{1}{4.87}}$$

$$D = 0.0508 \text{ m}$$

$$D = 0.0507 \text{ m} * \frac{100 \text{ cm}}{1 \text{ m}} * \frac{1 \text{ in}}{2.54 \text{ cm}}$$

$$D = 1.9964 \text{ in}$$

Redondeando a mayor se obtiene un diámetro de 2 in equivalente a 0.0508 m. Ahora se debe calcular el Hf para este diámetro.

$$Hf = \frac{10.643 * Q^{1.85} * \text{Linclinada}}{C^{1.85} * D^{4.87}}$$

Reemplazando datos en la fórmula se obtiene la siguiente expresión:

$$Hf = \frac{10.643 * 0.00028^{1.85} * 10.50}{120^{1.85} * 0.0508^{4.87}}$$

$$Hf = 0.00876 \text{ m}$$

Tramo #11:

- TN inicial: 15.14 m
- TN final: 15.14 m
- Estación Inicial: 1+831.00 m
- Estación Final: 1+881.00 m
- Longitud inclinada: 50 m
- C:120
- Q: 0.00028 m³/s

A continuación, el cálculo de Hf con la regla de 3.

$$\frac{0.08418}{100} = \frac{x}{50 \text{ m}}$$

$$x = 0.04209$$

Utilizando la fórmula de Hazen Williams despejada para el diámetro.

$$D = \left(\frac{10.643 * Q^{1.85} * \text{Linclinada}}{C^{1.85} * Hf} \right)^{\frac{1}{4.87}}$$

Reemplazando datos en la fórmula para el tramo 11 se obtiene la siguiente expresión:

$$D = \left(\frac{10.643 * 0.00028^{1.85} * 50}{120^{1.85} * 0.04209} \right)^{\frac{1}{4.87}}$$

$$D = 0.0508 \text{ m}$$

$$D = 0.0507 \text{ m} * \frac{100 \text{ cm}}{1 \text{ m}} * \frac{1 \text{ in}}{2.54 \text{ cm}}$$

$$D = 1.9964 \text{ in}$$

Redondeando a mayor se obtiene un diámetro de 2 in equivalente a 0.0508 m. Ahora se debe calcular el Hf para este diámetro.

$$Hf = \frac{10.643 * Q^{1.85} * \text{Linclinada}}{C^{1.85} * D^{4.87}}$$

Reemplazando datos en la fórmula se obtiene la siguiente expresión:

$$H_f = \frac{10.643 * 0.00028^{1.85} * 50}{120^{1.85} * 0.0508^{4.87}}$$

$$H_f = 0.04172 \text{ m}$$

Tramo #12:

- TN inicial: 15.14 m
- TN final: 19.05 m
- Estación Inicial: 1+881.00 m
- Estación Final: 8+256.65 m
- Longitud inclinada: 6375.71 m
- C:140
- Q: 0.00028 m³/s

A continuación, el cálculo de Hf con la regla de 3.

$$\frac{0.08418}{100} = \frac{x}{6375.71 \text{ m}}$$

$$x = 5.3671$$

Utilizando la fórmula de Hazen Williams despejada para el diámetro.

Reemplazando datos en la fórmula para el tramo 12 se obtiene la siguiente expresión:

$$D = \left(\frac{10.643 * 0.00028^{1.85} * 6375.71}{140^{1.85} * 5.3671} \right)^{\frac{1}{4.87}}$$

$$D = 0.0477 \text{ m}$$

$$D = 0.0477 \text{ m} * \frac{100 \text{ cm}}{1 \text{ m}} * \frac{1 \text{ in}}{2.54 \text{ cm}}$$

$$D = 1.88 \text{ in}$$

Redondeando a mayor se obtiene un diámetro de 2 in equivalente a 0.0508 m. Ahora se debe calcular el Hf para este diámetro.

$$H_f = \frac{10.643 * Q^{1.85} * L_{inclinada}}{C^{1.85} * D^{4.87}}$$

Reemplazando datos en la fórmula se obtiene la siguiente expresión:

$$H_f = \frac{10.643 * 0.00028^{1.85} * 6375.71}{140^{1.85} * 0.0508^{4.87}}$$

$$H_f = 3.9999 \text{ m}$$

5.3.2 PASO AÉREO

El paso aéreo que se propondrá para el proyecto se basa en los propuestos en el libro Abastecimiento de Aguas por Simón Arocha, seleccionando el diseño que mejor se adapte a la longitud de zanja que se pretende cubrir como también la superficie del terreno.

El paso aéreo se tomó como solución óptima para que este sistema funcione correctamente, ahorrando 5.18 kilómetros de tubería optimizando el sistema. A continuación, se mostrará una imagen de como se ve el paso aéreo.

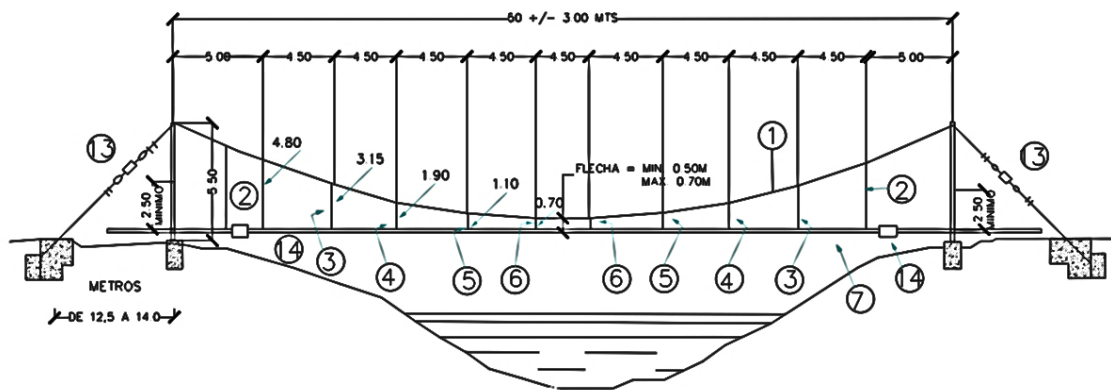


Ilustración 12. Diagrama de Paso Aéreo

Fuente: (Arocha, 1980)

Como se puede apreciar en la ilustración anterior, el puente está adaptado para una longitud de 50 metros, con cimientos y anclajes cuyas dimensiones varían en función de la inclinación del terreno y del diámetro de tubería.

A continuación, se mostrará una ilustración que detalla las cantidades de obra para cada una de las 14 partes del puente colgante en función del diámetro de tubería que soportaría, en este caso todo es tubería con diámetro de 2 pulgadas H.G.

Tabla 7. Cantidades de obra para puente colgante

No.	Cant.	Descripción	Diámetro de Tubería (mm)				
			Ø50	Ø75	Ø100	Ø150	Ø200
1	1	Cable Tirante L=85m	1/2"	1/2"	1/2"	5/8"	5/8"
2	2	Cable de suspensión L=10.00m	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"
3	2	Cable de suspensión L=6.00m	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"
4	2	Cable de suspensión L=4.00m	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"
5	2	Cable de suspensión L=2.70m	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"
6	2	Cable de suspensión L=2.00m	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"
7	6	Tubo de H.G. L=6.00m	2"	3"	4"	6"	8"
8	10	Guardacable para Ø	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"
9	40	Mordaza para Ø	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"
10	10	Mordaza Modificada para Ø	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	5/8"
11	4	Guardacable para Ø	1/2"	1/2"	1/2"	3/8"	5/8"
12	8	Mordaza para Ø	1/2"	1/2"	1/2"	5/8"	5/8"
13	2	Tensor de 1"					
14	2	Junta Universal	Ø50	Ø75	Ø100	Ø150	Ø200

Nota: Deberá colocarse una junta de dilatación en la entrada y salida del puente.

Fuente: (Arocha, 1980)

Como se puede apreciar en la tabla anterior, al ser una tubería de 2 pulgadas H.G., las cantidades de obra para lo que es el sistema de atirantado de tubería están en función de este diámetro, como se puede notar en la columna remarcada.

Una vez teniendo las cantidades de obra para el sistema de atirantado del puente colgante para el paso aéreo, se procede a plantear el proceso para las dimensiones de los anclajes de cables y torres.

A continuación, se mostrará una ilustración de un esquema sobre cada parte del cimiento y anclaje de torres y cables del puente colgante.

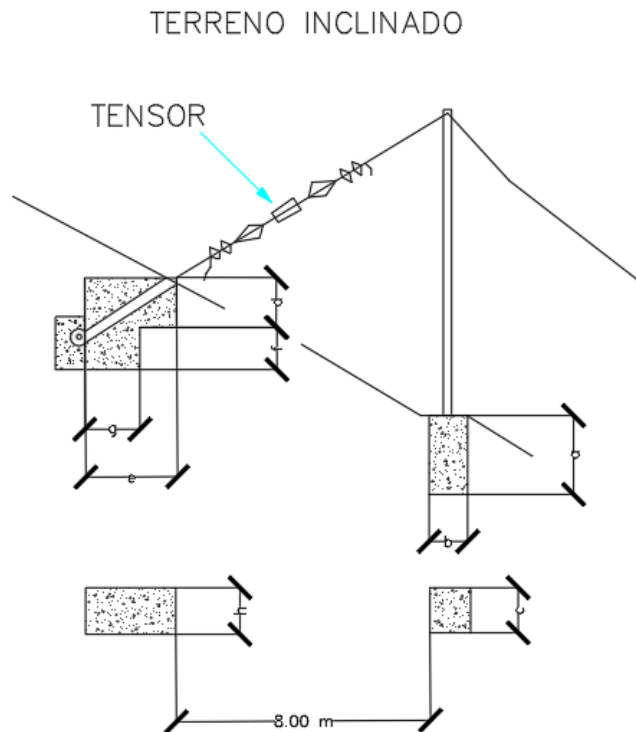


Ilustración 13. Esquema de cimentación para terreno inclinado

Fuente: (Arocha, 1980)

Como se puede apreciar en la imagen anterior, la distancia entre la cara del anclaje del cable y de la fundación de la torre, siempre será 8 metros de longitud horizontal y no de la inclinada.

Se procederá a calcular la pendiente del terreno donde serán colocados los cimientos de ambos lados. El primer tramo sería del 1+820.56 m con una elevación de 16.25 m al 1+831.00 m con una elevación de 15.14 m. A continuación, se obtendrá la diferencia entre la longitud horizontal y la altura para obtener el ángulo de pendiente basándonos en la siguiente ilustración.

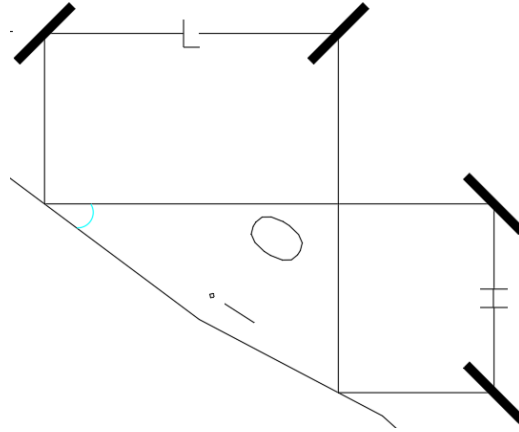


Ilustración 14. Ángulo de pendiente

Fuente: (Arocha, 1980)

Como se puede apreciar en la ilustración anterior, se busca el ángulo de la pendiente en la parte superior con la L horizontal y la diferencia de altura.

$$L = 1831.00m - 1820.56$$

$$L = 10.44m$$

$$H = 16.25m - 15.14m$$

$$H = 1.11m$$

$$i = \tan^{-1}\left(\frac{1.11}{10.44}\right)$$

$$i = 6.07^\circ$$

En la Tabla 8 se mostrará las dimensiones del anclaje del cable y de la fundación de la torre en función del ángulo de inclinación. Se redondea 6.07° a 10° para entrar en la tabla con este ángulo y poder definir las dimensiones de los anclajes.

Tabla 8. Dimensiones de anclaje

Pendiente del terreno	Aducción diámetro	Torre diámetro	Fundación de la torre (m)				Anclaje de Cable			
			a	b	c	d	e	f	g	h
i=10°	Ø50-100	Ø100	1.00	0.8	0.8	0.50	1.20	0.90	0.60	0.60
H=0.18	Ø50-200	Ø150	1.00	0.8	0.8	1.00	1.50	0.70	0.80	1.00
i=15°	Ø50-100	Ø100	1.00	0.8	0.8	0.50	1.20	0.90	0.60	0.60
H=0.27	Ø50-200	Ø150	1.00	0.8	0.8	1.00	1.50	0.70	0.80	1.00
i=20°	Ø50-100	Ø100	1.00	0.8	0.8	0.50	1.20	1.20	0.60	0.60
H=0.36	Ø50-200	Ø150	1.00	0.8	0.8	1.00	1.50	0.70	0.80	1.00
i=30°	Ø50-100	Ø100	1.00	0.8	0.8	0.50	1.20	1.20	0.60	0.60
H=0.58	Ø50-200	Ø150	1.00	0.8	0.8	1.00	1.50	0.70	0.80	1.00
i=40°	Ø50-100	Ø100	1.00	0.8	0.8	0.50	1.20	1.20	0.60	0.80
H=0.84	Ø50-200	Ø150	1.00	0.8	0.8	1.00	1.50	0.80	0.80	1.00
i=50°	Ø50-100	Ø100	1.00	0.8	0.8	0.50	1.20	1.20	0.60	0.80
H=1.19	Ø50-200	Ø150	1.00	0.8	0.8	1.00	1.60	0.80	0.80	1.00
i=60°	Ø50-100	Ø100	1.00	0.8	0.8	0.50	1.20	1.20	0.60	0.80
H=1.73	Ø50-200	Ø150	1.00	0.8	0.8	1.00	1.60	0.80	0.80	1.00

Fuente: (Arocha, 1980)

Como se puede apreciar en la tabla anterior, en la fila remarcada con ángulo de 10° se detallan las dimensiones para cada parte del anclaje de torre y de cable.

Velocidad en Todos los Tramos

Para el cálculo de la velocidad, los datos a utilizar son los siguientes:

- Tubería H.G.= 2in
- Área=2.026xm²
- Q=0.0002839 m³/s

Fórmula a utilizar:

$$Q = VA$$

Despejando la ecuación para velocidad:

$$V = \frac{Q}{A}$$

Remplazando datos, obtenemos la siguiente expresión:

$$V = \frac{0.0002839 \text{ m}^3/\text{s}}{0.002026 \text{ m}^3/\text{s}}$$

$$V = 0.14 \text{ m/s}$$

Al utilizar el mismo diámetro de tubería y mismo caudal en toda la longitud de tubería, se obtiene la misma velocidad para todos los tramos de tubería.

Según la norma del SANAA se establece que la velocidad mínima (v_{\min}) es igual a 0.6 m/s, pero al mismo tiempo la norma menciona el diámetro mínimo que se puede utilizar que es de dos pulgadas, viendo que el resultado de la velocidad es menor a la establecida y ya se está empleando la tubería de menor diámetro que establece el SANAA solo se empleará la norma del uso del menor diámetro que es más crítico.

5.3.3 REVISIÓN POR GOLPE DE ARIETE

En primer lugar, se obtiene la celeridad de la onda de presión. Esta velocidad de onda se calcula mediante la fórmula:

$$a = \frac{9.9}{\sqrt{48.3 + K_c * \frac{D_i}{e}}}$$

Ecuación 9. Formula de Celeridad

Donde:

- D_i : diámetro interior de la tubería en mm
- E : espesor de tubería

- Kc: parámetro adimensional

Kc se calcula a partir de la siguiente expresión:

$$Kc = \frac{10^{10}}{E} = \frac{10^{10}}{10 * 10^9} = 1$$

Ecuación 10. Fórmula de Kc

$$a = \frac{9.9}{\sqrt{48.3 + 1 * \frac{56.39}{3.91}}} = 1.25 \text{ m/s}$$

Se calcula el tiempo crítico para el tramo 1 de la estación 0+000 a 1+831

$$tc = \frac{2L}{a} = \frac{2 * 1836.64}{1.25} = 2938.62 \text{ s}$$

Ecuación 11. Fórmula de Tiempo Critico

Tiempo de cierre de la válvula:

$$t = C + \frac{K * L * V}{g * Hm}$$

Ecuación 12. Fórmula de Tiempo de Cierre

Donde:

- C: coeficiente según a pendiente
- K: Valor que depende de la conducción
- L: longitud real de la conducción en m
- V: velocidad del agua en la conducción
- G: constante de gravedad
- Hm: Altura manométrica en metros

$$t = 1 + \frac{1.25 * 1836.64 * 0.14}{9.81 * 20.86} = 2.57 \text{ s}$$

$$t < tc$$

Se calcula el tiempo crítico para el tramo 1 de la estación 1+831 a 1+881

$$tc = \frac{2L}{a} = \frac{2 * 50}{1.25} = 80 \text{ s}$$

Tiempo de cierre de la válvula:

$$T = C + \frac{K * L * V}{g * Hm}$$

$$t = 1 + \frac{1.75 * 50 * 0.14}{9.81 * 20.86} = 1.06 \text{ s}$$

$$t < tc$$

Se calcula el tiempo crítico para el tramo 1 de la estación 1+881 a 8+256.65

$$tc = \frac{2L}{a} = \frac{2 * 6375.71}{1.25} = 10,201.1 \text{ s}$$

Tiempo de cierre de la válvula:

$$T = C + \frac{K * L * V}{g * Hm}$$

$$t = 1 + \frac{1 * 6375.71 * 0.14}{9.81 * 16.95} = 1.05 \text{ s}$$

$$t < tc$$

5.4 RESULTADOS

A continuación, se presenta en la Tabla 8. Un resumen de los resultados obtenidos mediante el proceso de diseño en cual se identifican las características técnicas para cada tramo de tubería, como ser la pérdida, diámetro y material a utilizar.

Tabla 9. Resumen de Resultados

#Tramo	Estación Inicial	Estación Final	Longitud Inclclinada	Hf	Diámetro (in)	Material	Velocidad (m/s)
1	0+000	0+008.20	8.73	0.00728	2	HG	0.14
2	0+008.20	0+017.08	13.63	0.01137	2	HG	0.14
3	0+017.08	0+055.29	38.32	0.0240	2	PVC	0.14
4	0+055.29	0+104.05	48.83	0.0306	2	PVC	0.14
5	0+104.05	0+190.64	86.60	0.0543	2	PVC	0.14
6	0+190.64	0+271.41	80.78	0.0506	2	PVC	0.14
7	0+271.41	0+357.91	86.49	0.0542	2	PVC	0.14
8	0+357.91	0+459.10	101.19	0.0634	2	PVC	0.14
9	0+459.10	1+820.56	1361.57	0.8542	2	PVC	0.14
10	1+820.56	1+831.00	10.5	0.00876	2	HG	0.14
11	1+831.00	1+881.00	50	0.04172	2	HG	0.14
12	1+881.00	8+256.65	6375.71	3.9999	2	PVC	0.14
TOTAL			8262.35	5.20			

Fuente: (Propia, 2019)

En total los metros de tuberías que se utilizarían sería 8262.35 metros lineales manteniendo uniformidad en toda su longitud siendo el diámetro de 2 pulgadas.

CAPÍTULO VI. PRESUPUESTO Y CRONOGRAMA DE TRABAJO

Como base del proyecto que se realizará para la comunidad La Colman se establece un presupuesto aproximado de la línea de distribución incluyendo topografía, instalación de tuberías HG y PVC, paso aéreo y cajas correspondientes en los puntos de control de la línea y otras actividades necesarias para la realización de esta obra.

6.1 PCO

Tabla 10. PCO de Línea de Distribución para La Colman

Ítem	Descripción	Unidad	Cant.	P.U.	Total
A	Preliminares				
A.1	Trazo y nivelación de tubería con topografía	ML	8262.35	L 10.61	L 87,663.53
A.2	Excavación en terreno no clasificado de 0.50 x 0.60m para la tubería	M3	2478.705	L 452.81	L 1,122,382.41
A.3	Excavación de caja de válvula	M3	7.938	L 362.25	L 2,875.54
A.4	Relleno de caja de válvula con material del sitio.	M3	3.136	L 228.22	L 715.70
A.5	Aterrado y compactado con material clasificado.	M3	817.949	L 823.33	L 673,441.95
A.6	Aterrado y compactado con material del sitio	M3	359.37675	L 220.80	L 79,350.39
A.7	Cama de arena, e=0.10 m.	M3	327.1796	L 700.83	L 229,297.28
	Sub-total...				L2,195,726.80
B	Tubería y Accesorios				.
B.1	Suministro e Instalación de Tubería Ø 2" PVC SDR-26 (Incluye pegamento, descartables y accesorios)	ML	8179.49	L 74.97	L 613,216.37
B.2	Suministro e Instalación de Tubería Ø 2" HG SCH-40 (Incluye Pintura)	ML	82.86	L 234.90	L 19,463.81
B.3	Suministro e Instalación de Válvula de Aire Ø 1/2" Plástica, incluye el suministro e instalación de Válvulas tipo Bola con Ø 1/2" y demás accesorios, tal como se indica en el detalle.	UND	5.00	L 1,123.50	L 5,617.50
B.4	Suministro e Instalación de Válvula de Compuerta de Ø 2" con los accesorios tal como se indica en el detalle	UND	2.00	L 1,789.80	L 3,579.60
B.5	Suministro e Instalación de Válvula de Compuerta de Ø 2" en función de válvula de limpieza, con los accesorios tal como se indica en el detalle	UND	4.00	L 2,135.24	L 8,540.96

B.6	Construcción de Anclaje #1 (45°), incluye materiales y mano de obra.	UND	11.00	L 341.38	L 3,755.18
B.7	Construcción de Anclaje #2 (90°), incluye materiales y mano de obra.	UND	4.00	L 313.19	L 1,252.76
B.8	Conexión a tanque, incluye materiales y mano de obra.	GLB	1.00	L 2,118.93	L 2,118.93
B.9	Prueba Hidrostática	ML	8262.35	L 12.09	L 99,891.81
B.10	Accesorios	GBL	1.00	L 42,049.15	L 42,049.15
	Sub-total...				L 799,486.07
C	Caja De Válvulas				
C.1	Construcción de cajas para válvula (Ver detalle)	UND	13.00	L 2,120.37	L 27,564.81
C.2	Tapadera de concreto 0.70 m x 0.70 m para cajas de válvulas	UND	13.00	L 625.74	L 8,134.62
	Sub-total...				L 35,699.43
D	Paso Aereo				
D.1	Construcción de Puente aéreo Long. 50 mts. incluye fundición de concreto, materiales y mano de obra.	GBL	1.00	L138,004.96	L 138,004.96
	Sub-total...				L 138,004.96
				Gran Total	L3,169,520.31

Fuente: (Propia, 2019)

6.2 Fichas de Costo

En este apartado se presentarán las fichas de costo con las cuales se realizó el presupuesto mostrado anteriormente.

Tabla 11. Ficha de Costo A.1

Trazo Y Nivelación						
Ítem	A.1	Unidad	ml	Cantidad	1.00	
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT. / RENDIMIENTO	DESPERDICIO	P.U.	SUBTOTAL
1.00	Materiales					
1.01	Madera Rustica	Pt	0.0720	3%	L. 18.17	L. 1.35
1.02	Cal	saco	0.0200	7%	L. 92.00	L. 1.97
				Subtotal Mat		L. 3.32
2.00	Mano de Obra	Unidad	Rendimiento	Total	Precio	Sub Total
2.01	Topógrafo	jrd	0.01	1.00	L. 540.00	L. 2.70
2.02	Cadenero	jrd	0.01	1.00	L. 300.00	L. 1.50
2.03	Peón	jrd	0.01	1.00	L. 285.00	L. 1.43
				Subtotal M.O.		L. 5.63
3.00	Herramientas y Equipo	Unidad	Rendimiento	Total/und	Precio/und	Sub Total
3.01	Herramienta Menor	global	5%	1.00	L. 5.63	L. 0.28
				Subtotal H.E.		L. 0.28
				Costo Directo Total		L. 9.22
				% Indirectos		15.00%
				Costo Final		L. 10.61
				Costo Unitario Final		10.61

Fuente: (Propia, 2019)

Tabla 12. Ficha de Costo A.2

EXCAVACIÓN EN TERRENO NO CLASIFICADO [0.50m x 0.60m]						
Ítem	A.2	Unidad	m3	Cantidad	1.00	
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT. / RENDIMIENTO	DESPERDICIO	P.U.	SUBTOTAL
1.00	Materiales					
				Subtotal Mat		L. 0.00
2.00	Mano de Obra	Unidad	Rendimiento	Total	Precio	Sub Total
2.01	Ayudante	jornada	1.25	1.00	300.00	L. 375.00
				Subtotal M.O.		L. 375.00
3.00	Herramientas y Equipo	Unidad	Rendimiento	Total/und	Precio/und	Sub Total
3.01	Herramienta Menor	global	5%	1.00	L. 375.00	L. 18.75
				Subtotal H.E.		L. 18.75
				Costo Directo Total		L. 393.75
				% Indirectos		15.00%
				Costo Final		L. 452.81
				Costo Unitario Final		452.81

Fuente: (Propia, 2019)

Tabla 13. Ficha de Costo A.3

EXCAVACIÓN PARA CAJAS DE 70cm x 70cm						
Ítem	A.3	Unidad	M3	Cantidad	1.00	
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT. / RENDIMIENTO	DESPERDICIO	P.U.	SUBTOTAL
1.00	Materiales					
				Subtotal Mat		L. 0.00
2.00	Mano de Obra	Unidad	Rendimiento	Total m3	Precio	Sub Total
2.01	Ayudante	jornada	1.00	1.00	300.00	L. 300.00
				Subtotal M.O.		L. 300.00
3.00	Herramientas y Equipo	Unidad	Rendimiento	Total/und	Precio/und	Sub Total
3.03	Herramienta Menor	global	5%	1.00	L. 300.00	L. 15.00
				Subtotal H.E.		L. 15.00
				Costo Directo Total		L. 315.00
				% Indirectos		15.00%
				Costo Final		L. 362.25
				Costo Unitario Final		362.25

Fuente: (Propia, 2019)

Tabla 14. Ficha de Costo A.4

RELLENO DE CAJA CON MATERIAL DEL SITIO						
Ítem	A.4	Unidad	M3	Cantidad	1.00	
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT. / RENDIMIENTO	DESPERDICIO	P.U.	SUBTOTAL
1.00	Materiales					
				Subtotal Mat		L. 0.00
2.00	Mano de Obra	Unidad	Rendimiento	Total m3	Precio/día	Sub Total
2.01	Ayudante	jornada	0.63	1.00	300.00	L. 189.00
				Subtotal M.O.		L. 189.00
3.00	Herramientas y Equipo	Unidad	Rendimiento	Total/und	Precio/und	Sub Total
3.03	Herramienta Menor	global	5%	1.00	L. 189.00	L. 9.45
				Subtotal H.E.		L. 9.45
				Costo Directo Total		L. 198.45
				% Indirectos		15.00%
				Costo Final		L. 228.22
				Costo Unitario Final		228.22

Fuente: (Propia, 2019)

Tabla 15. Ficha de Costo A.5

ATERRADO Y COMPACTADO CON MATERIAL CLASIFICADO						
Ítem	A.5	Unidad	m3	Cantidad	1.00	
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT. / RENDIMIENTO	DESPERDICIO	P.U.	SUBTOTAL
1.00	Materiales					
1.01	Selecto (incluye transporte)	M3	1.3550	0.05	360.0	512.19
				Subtotal Mat		L. 512.19
2.00	Mano de Obra	Unidad	Rendimiento	Total	Precio	Sub Total
2.01	Ayudante	Jornada	0.25	1.00	300.00	L. 75.00
				Subtotal M.O.		L. 75.00
3.00	Herramientas y Equipo	Unidad	Rendimiento	Total/und	Precio/und	Sub Total
3.01	Herramienta Menor	global	5%	1.00	L. 75.00	L. 3.75
3.02	Compactador	jornada	0.125	1.00	L. 1,000.00	L. 125.00
				Subtotal H.E.		L. 128.75
				Costo Directo Total		L. 715.94
				% Indirectos		15.00%
				Costo Final		L. 823.33
				Costo Unitario Final		823.33

Fuente: (Propia, 2019)

Tabla 16. Ficha de Costo A.6

ATERRADO Y COMPACTADO CON MATERIAL DEL SITIO						
Ítem	A.6	Unidad	m3	Cantidad	1.00	
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT. / RENDIMIENTO	DESPERDICIO	P.U.	SUBTOTAL
1.00	Materiales					
				Subtotal Mat		L. 0.00
2.00	Mano de Obra	Unidad	Rendimiento	Total	Precio	Sub Total
2.01	Ayudante	Jornada	0.63	1.00	300.00	L. 189.00
				Subtotal M.O.		L. 189.00
3.00	Herramientas y Equipo	Unidad	Rendimiento	Total/und	Precio/und	Sub Total
3.03	Herramienta Menor	global	0.02	1.00	L. 150.00	L. 3.00
				Subtotal H.E.		L. 3.00
				Costo Directo Total		L. 192.00
				% Indirectos		15.00%
				Costo Final		L. 220.80
				Costo Unitario Final		220.80

Fuente: Propia

Tabla 17. Ficha de Costo A.7

CAMA DE ARENA E=10cm						
Ítem	A.7	Unidad	M3	Cantidad	1.00	
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT. / RENDIMIENTO	DESPERDICIO	P.U.	SUBTOTAL
1.00	Materiales					
1.01	Arena de rio (incluye flete)	M3	1	0.05	391.39	410.96
				Subtotal Mat		L. 410.96
2.00	Mano de Obra	Unidad	Rendimiento	Total m3	Precio	Sub Total
2.01	Ayudante	m3	0.63	1.00	300.00	L. 189.00
				Subtotal M.O.		L. 189.00
3.00	Herramientas y Equipo	Unidad	Rendimiento	Total/und	Precio/und	Sub Total
3.03	Herramienta Menor	global	5%	1.00	L. 189.00	L. 9.45
				Subtotal H.E.		L. 9.45
				Costo Directo Total		L. 609.41
				% Indirectos		15.00%
				Costo Final		L. 700.83
				Costo Unitario Final		700.83

Fuente: (Propia, 2019)

Tabla 18. Ficha de Costo B.1

Suministro e Instalación de Tubería Ø 2" PVC SDR-26 (Incluye pegamento, descartables y accesorios).						
Ítem	B.1	Unidad	ML	Cantidad	1.00	
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT. / RENDIMIENTO	DESPERDICIO	P.U.	SUBTOTAL
1.00	Materiales					
1.01	Tubo de PVC de 2" x 20' SDR-26	lance	0.1670	3%	L 256.45	L 44.11
1.02	Pegamento para PVC	galón	0.0010	3%	L 2,798.59	L 2.88
1.03	Lija de Agua No. 80	unidad	0.0050	3%	L 6.10	L 0.03
				Subtotal Mat		L. 47.03
2.00	Mano de Obra	Unidad	Rendimiento	Total, ML	Precio	Sub Total
2.01	Fontanero	jornada	0.02	1.00	L 500.00	L. 11.00
2.02	Ayudante	jornada	0.02	1.00	L 300.00	L. 6.30
				Subtotal M.O.		L. 17.30
3.00	Herramientas y Equipo	Unidad	Rendimiento	Total/und	Precio/und	Sub Total
3.03	Herramienta Menor	global	5%	1.00	L. 17.30	L. 0.87
				Subtotal H.E.		L. 0.87
				Costo Directo Total		L. 65.19
				% Indirectos		15.00%
				Costo Final		L. 74.97
				Costo Unitario Final		74.97

Fuente: (Propia, 2019)

Tabla 19. Ficha de Costo B.2

Suministro e Instalación de Tubería Ø 2" HG SCH-40 (Incluye Pintura)						
Ítem	B.2	Unidad	ML	Cantidad	1.00	
ÍTE M	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT. / RENDIMIENTO	DESPERDICIO	P.U.	SUBTOTAL
1.00	Materiales					
1.01	Tubo de HG de 2" x 20' SCH-40	lance	0.1670	3%	1068.35	L 183.77
1.02	Diluyente	galón	0.0003	3%	170.20	L 0.05
1.03	Pintura Anticorrosiva	galón	0.0030	3%	338.92	L 1.05
1.04	Cinta Teflón	unidad	0.0800	3%	14.94	L 1.23
				Subtotal Mat		L. 186.10
2.00	Mano de Obra	Unidad	Rendimiento	Total ML	Precio	Sub Total
2.01	Fontanero	jornada	0.02	1.00	L 500.00	L. 11.00
2.02	Ayudante	jornada	0.02	1.00	L 300.00	L. 6.30
				Subtotal M.O.		L. 17.30
3.00	Herramientas y Equipo	Unidad	Rendimiento	Total/und	Precio/un d	Sub Total
3.03	Herramienta Menor	global	5%	1.00	L. 17.30	L. 0.87
				Subtotal H.E.		L. 0.87
				Costo Directo Total		L. 204.26
				% Indirectos		15.00%
				Costo Final		L. 234.90
				Costo Unitario Final		234.90

Fuente: (Propia, 2019)

Tabla 20. Ficha de Costo B.3

Suministro e Instalación de Válvula de Aire de 1/2"						
Ítem	B.3	Unidad	Unidad	Cantidad	1.00	
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT. / RENDIMIENTO	DESPERDICIO	P.U.	SUBTOTAL
1.00	Materiales					
1.01	Pegamento para PVC	galón	0.0250	3%	L 2,798.59	L 72.06
1.02	Válvula de aire HG de 1/2"	unidad	1.0000	0%	L 121.50	L 121.50
1.03	Adaptador Hembra PVC Ø 2"	unidad	2.0000	0%	L 3.45	L 6.90
1.04	Niple HG 2" x 4"	unidad	4.0000	0%	L 69.00	L 276.00
1.05	Adaptador Tee HG 2"	unidad	1.0000	0%	L 41.40	L 41.40
1.06	Unión Universal HG 2"	unidad	1.0000	0%	L 275.00	L 275.00
1.07	Lija de Agua No. 80	unidad	0.0550	3%	L 6.10	L 0.35
				Subtotal Mat		L 886.81
2.00	Mano de Obra	Unidad	Rendimiento	Total ML	Precio	Sub Total
2.01	Fontanero	jornada	0.35	1.00	L 500.00	L 175.00
				Subtotal M.O.		L 175.00
3.00	Herramientas y Equipo	Unidad	Rendimiento	Total/und	Precio/und	Sub Total
3.03	Herramienta Menor	global	5%	1.00	L 175.00	L 8.75
				Subtotal H.E.		L 8.75
				Costo Directo Total		L 976.90
				% Indirectos		15.00%
				Costo Final		L 1,123.50
				Costo Unitario Final		1,123.50

Fuente: (Propia, 2019)

Tabla 21. Ficha de Costo B.4

Suministro e Instalación de Válvula de Compuerta de 2" para PVC							
Ítem	B.4	Unidad	Unidad	Cantidad	1.00		
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT. / RENDIMIENTO	DESPERDICIO	P.U.	SUBTOTAL	
1.00	Materiales						
1.01	Válvula de Compuerta de bronce de 2"	unidad	1.0000	0%	L 849.00	L 849.00	
1.02	Unión Universal HG de 2"	unidad	1.0000	0%	L 275.00	L 275.00	
1.03	Niple HG Ø 2x6"	unidad	2.0000	0%	L 69.00	L 138.00	
1.04	Lija de Agua No. 80	unidad	0.0550	3%	L 6.10	L 0.35	
				Subtotal Mat		L 1,262.34	
2.00	Mano de Obra	Unidad	Rendimiento	Total ML	Precio	Sub Total	
2.01	Fontanero	jornada	0.35	1.00	L 500.00	L 175.00	
2.02	Ayudante	jornada	0.35	1.00	L 300.00	L 105.00	
					Subtotal M.O.		L 280.00
3.00	Herramientas y Equipo	Unidad	Rendimiento	Total/und	Precio/und	Sub Total	
3.03	Herramienta Menor	global	5%	1.00	L 280.00	L 14.00	
					Subtotal H.E.		L 14.00
					Costo Directo Total		L 1,556.34
					% Indirectos		15.00%
					Costo Final		L 1,789.80
					Costo Unitario Final		1,789.80

Fuente: (Propia, 2019)

Tabla 22. Ficha de Costo B.5

Suministro e Instalación de Válvula de Compuerta de 2" para PVC (función limpieza)						
Ítem	B.5	Unidad	Unidad	Cantidad	1.00	
ÍTE M	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT. / RENDIMIENTO	DESPERDICIO	P.U.	SUBTOTAL
1.00	Materiales					
1.01	Pegamento para PVC	galón	0.0250	3%	L 2,798.59	L 72.06
1.02	Válvula de Compuerta de bronce de 2"	unidad	1.0000	0%	L 849.00	L 849.00
1.03	Adaptador Tee HG Ø 2"	unidad	1.0000	0%	L 41.40	L 41.40
1.04	Adaptador Hembra PVC Ø 2"	unidad	2.0000	0%	L 17.24	L 34.48
1.05	Niple HG Ø 2x6"	unidad	3.0000	0%	L 69.00	L 207.00
1.06	Tubo de Purga H.G. Ø 2"	lance	0.3333	0%	L 1,068.35	L 356.12
1.07	Pintura Anticorrosiva	galón	0.0030	3%	L 338.92	L 1.05
1.08	Diluyente	galón	0.0003	3%	L 170.20	L 0.05
1.09	Cinta Teflón	unidad	0.0800	3%	L 14.94	L 1.23
1.10	Lija de Agua No. 80	unidad	0.0550	3%	L 6.10	L 0.35
					Subtotal Mat	L. 1,562.73
2.00	Mano de Obra	Unidad	Rendimiento	Total ML	Precio	Sub Total
2.01	Fontanero	Jrd	0.35	1.00	L 500.00	L. 175.00
2.02	Ayudante	Jrd	0.35	1.00	L 300.00	L. 105.00
					Subtotal M.O.	L. 280.00
3.00	Herramientas y Equipo	Unidad	Rendimiento	Total/und	Precio/und	Sub Total
3.03	Herramienta Menor	global	5%	1.00	L. 280.00	L. 14.00
					Subtotal H.E.	L. 14.00
					Costo Directo Total	L. 1,856.73
					% Indirectos	15.00%
					Costo Final	L. 2,135.24
					Costo Unitario Final	2,135.24

Fuente: (Propia, 2019)

Tabla 23. Ficha de Costo B.6

Construcción de Anclaje #1 (45°)						
Ítem	B.6	Unidad	Unidad	Cantidad	1.00	
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT. / RENDIMIENTO	DESPERDICIO	P.U.	SUBTOTAL
1.00	Materiales					
1.01	Cemento Gris	bolsa	0.1470	3%	L 196.65	L 29.77
1.02	Arena Triturada	m3	0.0084	3%	L 391.39	L 3.39
1.03	Grava 3/4" Triturada (Incluye flete)	m3	0.0126	3%	L 458.84	L 5.95
1.04	Agua	galón	0.8400	25%	L 0.46	L 0.48
1.05	Madera rustica	pt	1.5000	3%	L 18.97	L 29.31
1.06	Clavos de 2"	lbs	0.1176	3%	L 17.48	L 2.12
				Subtotal Mat		L. 39.60
2.00	Mano de Obra	Unidad	Rendimiento	Total ML	Precio	Sub Total
2.01	Albañil	jornada	0.35	1.00	L 400.00	L. 140.00
2.02	Ayudante	jornada	0.35	1.00	L 300.00	L. 105.00
				Subtotal M.O.		L. 245.00
3.00	Herramientas y Equipo	Unidad	Rendimiento	Total/und	Precio/und	Sub Total
3.03	Herramienta Menor	global	5%	1.00	L. 245.00	L. 12.25
				Subtotal H.E.		L. 12.25
				Costo Directo Total		L. 296.85
				% Indirectos		15.00%
				Costo Final		L. 341.38
				Costo Unitario Final		341.38

Fuente: (Propia, 2019)

Tabla 24. Ficha de Costo B.7

Construcción de Anclaje #2 (90°)						
Ítem	B.7	Unidad	Unidad	Cantidad	1.00	
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT. / RENDIMIENTO	DESPERDICIO	P.U.	SUBTOTAL
1.00	Materiales					
1.01	Cemento Gris	bolsa	0.0560	3%	L 196.65	L 11.34
1.02	Arena Triturada (Incluye flete)	m3	0.0032	3%	L 391.39	L 1.29
1.03	Grava 3/4" Triturada (Incluye flete)	m3	0.0048	3%	L 458.84	L 2.27
1.04	Agua	galón	0.3200	25%	L 0.46	L 0.18
1.05	Madera rustica	pt	0.7500	3%	L 18.97	L 14.65
1.06	Clavos de 2"	lbs	0.1176	3%	L 17.48	L 2.12
					Subtotal Mat	L. 15.09
2.00	Mano de Obra	Unidad	Rendimiento	Total ML	Precio	Sub Total
2.01	Albañil	jornada	0.35	1.00	L 400.00	L. 140.00
2.02	Ayudante	jornada	0.35	1.00	L 300.00	L. 105.00
					Subtotal M.O.	L. 245.00
3.00	Herramientas y Equipo	Unidad	Rendimiento	Total/und	Precio/und	Sub Total
3.03	Herramienta Menor	global	5%	1.00	L. 245.00	L. 12.25
					Subtotal H.E.	L. 12.25
					Costo Directo Total	L. 272.34
					% Indirectos	15.00%
					Costo Final	L. 313.19
					Costo Unitario Final	313.19

Fuente: (Propia, 2019)

Tabla 25. Ficha de Costo B.8

Prueba Hidrostática						
Ítem	B.8	Unidad	ml	Cantidad	1.00	
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT. / RENDIMIENTO	DESPERDICIO	P.U.	SUBTOTAL
1.00	Materiales					
1.01	Agua	m3	0.0300	25%	L 0.46	L 0.02
				Subtotal Mat		L. 0.02
2.00	Mano de Obra	Unidad	Rendimiento	Total ML	Precio	Sub Total
2.01	Prueba Hidrostática	ml	1.000	1.00	L 10.00	L. 10.00
				Subtotal M.O.		L. 10.00
3.00	Herramientas y Equipo	Unidad	Rendimiento	Total/und	Precio/und	Sub Total
3.01	Herramienta Menor	global	5%	1.00	L. 10.00	L. 0.50
				Subtotal H.E.		L. 0.50
				Costo Directo Total		L. 10.52
				% Indirectos		15.00%
				Costo Final		L. 12.09
				Costo Unitario Final		12.09

Fuente: (Propia, 2019)

Tabla 26. Ficha de Costo B.9

Conexión a Tanque						
Ítem	B.9	Unidad	und	Cantidad	1.00	
ÍTE M	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT. / RENDIMIENTO	DESPERDICIO	P.U.	SUBTOTAL
1.00	Reductor 4"a2"	UND	1.0000	0%	L. 110.40	L. 110.40
1.01	Niple 2"x6"	UND	3.0000	0%	L. 69.00	L. 207.00
1.02	Válvula de Compuerta bron. 2"	UND	1.0000	0%	L. 849.00	L. 849.00
1.03	Codo H.G. 45	UND	1.0000	0%	L. 172.50	L. 172.50
1.04	Unión HG Universal 2"	UND	1.0000	0%	L. 275.00	L. 275.00
1.05	Diluyente	GAL	0.0024	0.0300	L. 170.20	L. 0.42
1.06	Pintura Anticorrosiva	GAL	0.0240	0.0300	L. 338.92	L. 8.38
1.07	Cinta Teflón	UND	0.64	0.03	L. 14.94	L. 9.85
				Subtotal Mat		L. 1,632.55
2.00	Mano de Obra	Unidad	Rendimiento	Total	Precio	Sub Total
2.01	Fontanero	JRD	0.25	1.00	L. 500.00	L. 125.00
2.02	Ayudante	JRD	0.25	1.00	L. 300.00	L. 75.00
				Subtotal M.O.		L. 200.00
3.00	Herramientas y Equipo	Unidad	Rendimiento	Total/und	Precio/und	Sub Total
3.01	Herramientas menores	global	5%	1.00	L. 200.00	L. 10.00
3.02						L. 0.00
3.03						L. 0.00
				Subtotal H.E.		L. 10.00
				Costo Directo Total		L. 1,842.55
				% Indirectos		15.00%
				Costo Final		L. 2,118.93
				Costo Unitario Final		2,118.93

Fuente: (Propia, 2019)

Tabla 27. Ficha de Costo C.1

CAJA DE VÁLVULA [0.70X0.70m]						
Ítem	C.1	Unidad	und	Cantidad	1.00	
ÍTE M	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT. / RENDIMIENTO	DESPERDICIO	P.U.	SUBTOTAL
1.00	Materiales					
1.01	Cemento Gris	bolsa	2.5000	3%	L. 196.65	L. 506.37
1.02	Arena Triturada (Incluye flete)	m3	0.2611	7%	L 391.39	L. 109.35
1.03	Grava 3/4" Triturada (Incluye flete)	m3	0.0922	7%	L 458.84	L. 45.27
1.04	Agua	m3	0.2292	25%	L. 68.00	L. 19.48
1.05	bloque 4"	und	24.5000	3%	L. 9.00	L. 227.12
1.06	Varilla #3	lance	1.3880	7%	L. 121.90	L. 181.04
1.07	Madera Rustica	pt	0.96	7%	L. 18.98	L. 19.51
1.08	Clavos 3"	lbs	0.04	3%	L. 17.48	L. 0.67
				Subtotal Mat		L. 1,108.80
2.00	Mano de Obra	Unidad	Rendimiento	Total	Precio	Sub Total
2.01	Albañil	jornada	1.0000	1	400.00	400.00
2.02	Ayudante	jornada	1.0000	1	300.00	300.00
				Subtotal M.O.		L. 700.00
3.00	Herramientas y Equipo	Unidad	Rendimiento	Total/und	Precio/und	Sub Total
3.01	Herramienta menor	global	0.05	1.00	L. 700.00	L. 35.00
				Subtotal H.E.		L. 35.00
				Costo Directo Total		L. 1,843.80
				% Indirectos		15.00%
				Costo Final		L. 2,120.37
				Costo Unitario Final		2,120.37

Fuente: (Propia, 2019)

Tabla 28. Ficha de Costo C.2

Construcción de Tapaderas de Concreto 0.7 m x 0.7 m						
Ítem	C.2	Unidad	Unidad	Cantidad	1.00	
ÍTE M	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT. / RENDIMIENTO	DESPERDICIO	P.U.	SUBTOTAL
1.00	Materiales					
1.01	Cemento Gris	bolsa	0.2410	3%	L 196.65	L 48.81
1.02	Arena Triturada (Incluye flete)	m3	0.0140	7%	L 391.39	L 5.86
1.03	Grava 3/4" Triturada (Incluye flete)	m3	0.0140	7%	L 458.84	L 6.87
1.05	Alambre de amarre	lbs	0.5760	3%	L 17.25	L 10.23
1.07	Varilla #3 x 30'	lance	0.5000	3%	L 121.90	L 62.78
1.08	Clavos de 2"	lbs	0.0800	3%	L 17.48	L 1.44
1.09	Madera rustica	pt	2.0000	7%	L 18.98	L 40.62
				Subtotal Mat		L. 176.62
2.00	Mano de Obra	Unidad	Rendimiento	Total ML	Precio	Sub Total
2.01	Albañil	jornada	0.50	1.00	L 400.00	L. 200.00
2.02	Ayudante	jornada	0.50	1.00	L 300.00	L. 150.00
				Subtotal M.O.		L. 350.00
3.00	Herramientas y Equipo	Unidad	Rendimiento	Total/und	Precio/und	Sub Total
3.03	Herramienta Menor	global	5%	1.00	L. 350.00	L. 17.50
				Subtotal H.E.		L. 17.50
				Costo Directo Total		L. 544.12
				% Indirectos		15.00%
				Costo Final		L. 625.74
				Costo Unitario Final		625.74

Fuente: (Propia, 2019)

Tabla 29. Ficha de Costo D.1

Construcción Puente Aéreo, Incluye excavación y fundición de bases de puente. L=50mts						
Ítem	D.1	Unidad	Unidad	Cantidad	1.00	
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT. / RENDIMIENTO	DESPERDICIO	P.U.	SUBTOTAL
1.00	Materiales					
1.01	Tubo de 6" H.G.	Lance	6.0000	0%	L 6,135.25	L 36,811.50
1.02	Cable tensor de 1/2"	PIE	278.8000	0%	L 24.00	L 6,691.20
1.03	Cable tensor de 3/8"	PIE	164.2000	0%	L 14.85	L 2,438.37
1.04	Grapa de 3/8	UND	50.0000	0%	L 16.40	L 820.00
1.05	Grapa de 1/2	UND	22.0000	0%	L 20.80	L 457.60
1.06	Tensor de 1"	UND	2.0000	0%	L 100.00	L 200.00
1.07	Union universal	UND	2.0000	0%	L 1,900.00	L 3,800.00
1.08	Cemento Gris	bls	37.0000	3%	L 196.65	L 7,494.33
1.09	Arena Triturada (Incluye flete)	M3	1.8304	3%	L 391.39	L 737.90
1.10	Grava 3/4" Triturada (Incluye flete)	M3	2.7456	3%	L 458.84	L 1,297.59
1.11	Varilla de 5/8	Lance	1.0000	7%	L 310.00	L 331.70
1.12	combustible (diesel)	galon	90.0000	2%	L 77.97	L 7,157.65
1.13	Diluyente	GAL	1.0000	3%	L 170.20	L 175.31
1.14	Pintura Anticorrosiva	galon	1.0000	3%	L 338.92	L 349.08
1.15	Electrodo 6011	LBS	6.0000	3%	L 41.50	L 256.47
					Subtotal Mat	L. 69,018.70
2.00	Mano de Obra	Unidad	Rendimiento	TOTAL	Precio	Sub Total
2.01	Mano de obra de Soldador, incluye soldadura de arriostres de postes, suspensión de cables con sus tensores, mordazas	UND	1.00	1.00	L 17,000.00	L. 17,000.00
2.02	Mano de obra de Albañil cimentación de postes y anclajes	UND	1.00	1.00	L 9,000.00	L. 9,000.00
					Subtotal M.O.	L. 26,000.00
3.00	Herramientas y Equipo	Unidad	Rendimiento	Total/und	Precio/und	Sub Total
3.01	generador (alquiler)	semana	1	1	L. 24,210.00	L. 24,210.00
3.02	Herramienta Menor	global	5%	1.00	L. 26,000.00	L. 1,300.00
					Subtotal H.E.	L. 25,510.00
					Costo Directo Total	L. 120,528.70
					% Indirectos	15.00%
					Costo Final	L. 138,608.01
					Costo Unitario Final	138,608.01

Fuente: (Propia, 2019)

6.3 CRONOGRAMA DE TRABAJO

El cronograma de trabajo consiste en la representación gráfica de una serie de actividades necesarias para la realización de un proyecto. Se muestra a continuación el cronograma de trabajo para la línea de distribución de la comunidad de la Colman, con una duración aproximada de 92 días.

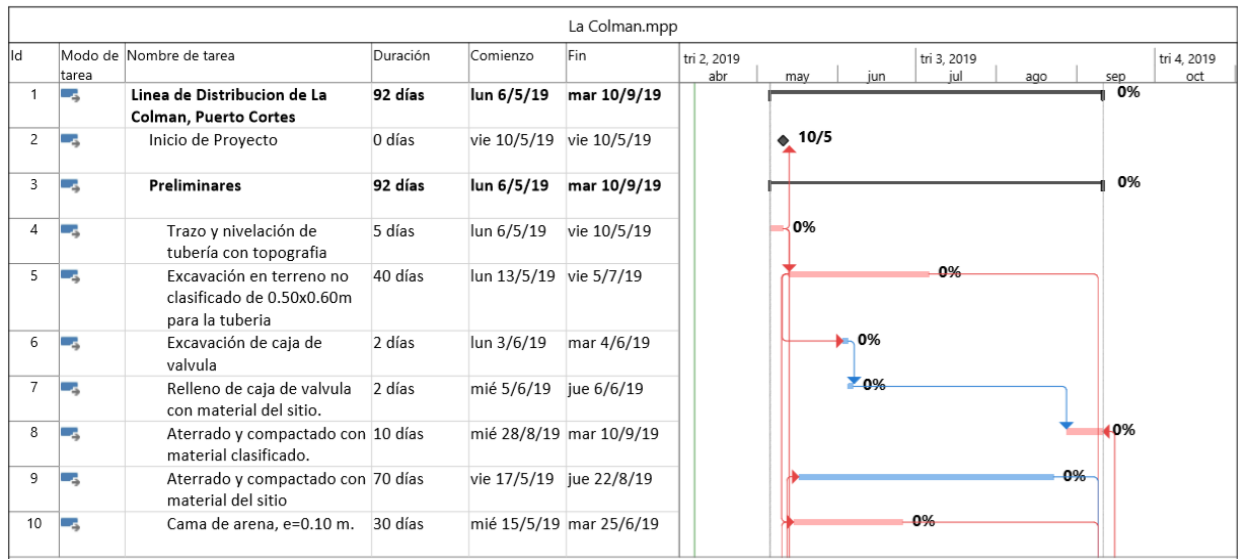


Ilustración 15. Cronograma de Trabajo Parte 1

Fuente: (Propia, 2019)

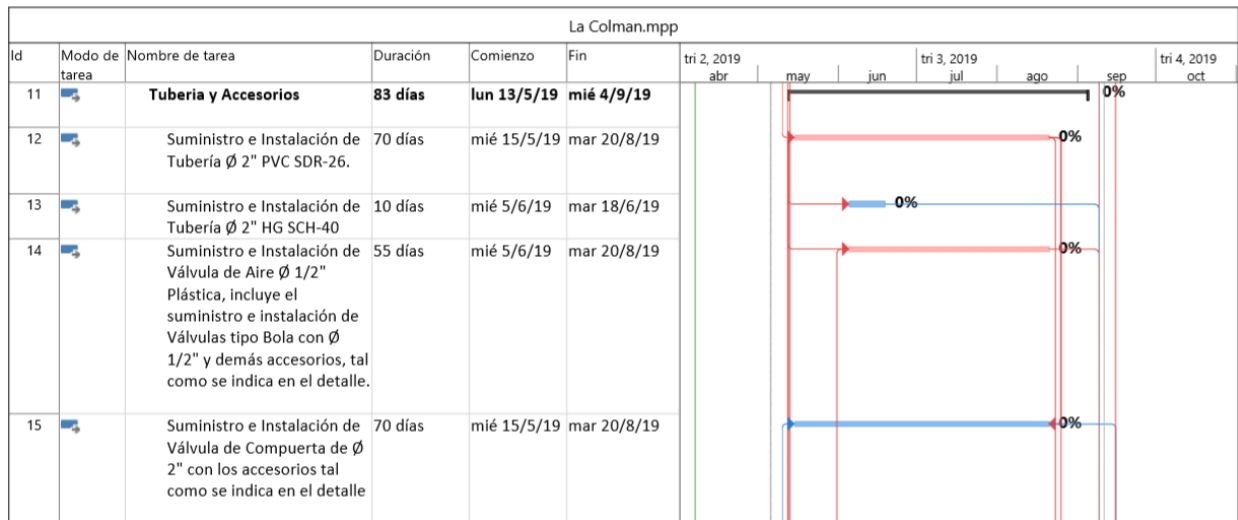


Ilustración 16. Cronograma de Trabajo Parte 2

Fuente: (Propia, 2019)

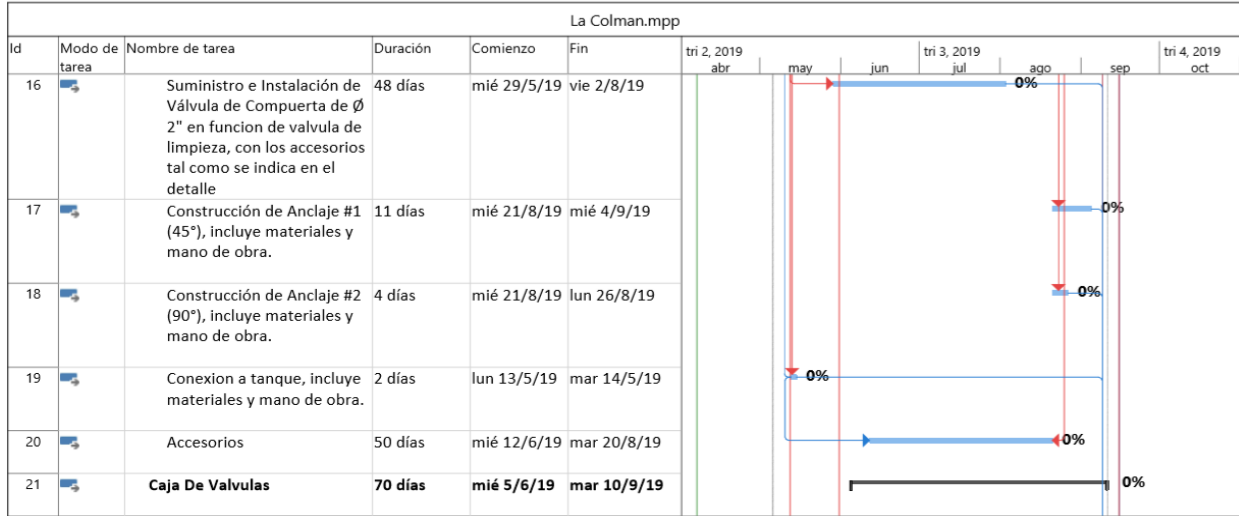


Ilustración 17. Cronograma de Trabajo Parte 3

Fuente: (Propia, 2019)

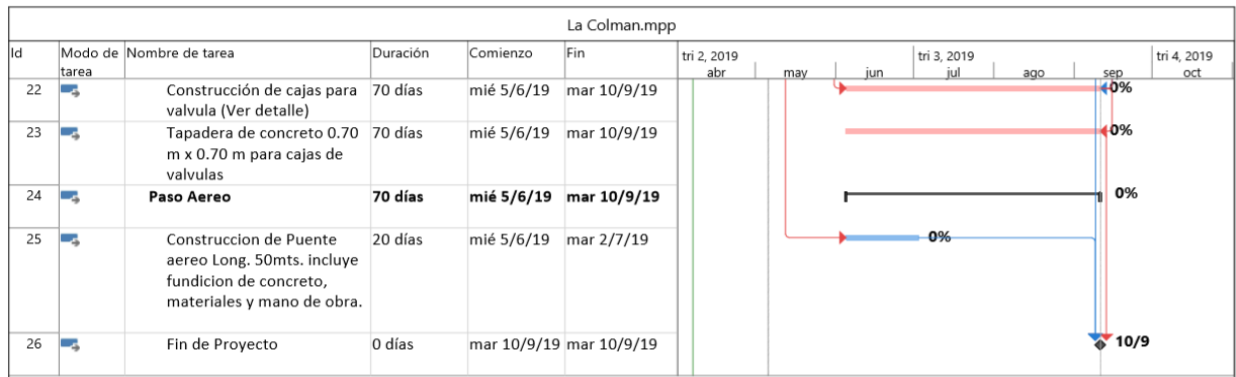


Ilustración 18. Cronograma de Trabajo Parte 4

Fuente: (Propia, 2019)

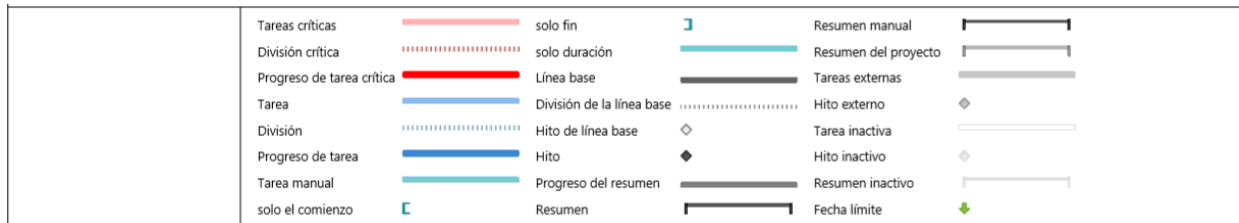


Ilustración 19. Leyenda de Cronograma de Trabajo

Fuente: (Propia, 2019)

CAPÍTULO VII. CONCLUSIONES

- 1) En el mapa topográfico realizado se detallaron las condiciones topográficas del terreno viéndose que en su mayoría es terreno plano y se pueden apreciar leves cambios de niveles, el levantamiento cuenta con una longitud total de 8,262.35 metros lineales.
- 2) Se determinaron las características de la tubería a utilizar siendo esta de PVC SDR-26 con una resistencia máxima de 160 PSI según ASTM D-2241 para todos los tramos de la línea de distribución con un diámetro nominal de 2 pulgadas. Por ser este espesor un diámetro comercial y más económico y viendo la presión del sistema de 16.71 PSI cumple con lo requerido.
- 3) Para el diseño del paso aéreo se definieron las dimensiones de los cables de anclaje, cables de soporte de tubería en función del diámetro de la línea de distribución, para la cimentación de anclaje y la torre se realizó en basa a la inclinación del terreno; utilizando las tablas para diseño de pasos aéreos del libro Abastecimiento de Aguas de Simón Arocha.
- 4) Para la ruta óptima de la línea de distribución se tomó la de menor longitud ya que ésta reducirá trabajo, tiempo y por ende costos, haciendo la comparación de las dos rutas se hizo un ahorro de 5018 metros debido a que la ruta alterna que había era de 13,280.35 metros y la actual mide 8,262.35 metros, esto lo permitió la decisión de construir un paseo aéreo que une dos puntos de una canal de alivio.
- 5) El diseño contempla una línea de distribución de 8179.49 metros lineales de PVC y 82.86 metros lineales de HG, por un valor aproximado de Lps. L3,169,520.31 con un sobre costo de 15% tomando en cuenta que el proyecto será ejecutado con fondos municipales. Dicho proyecto tiene considerado durar 92 días.

CAPITULO VIII. RECOMENDACIONES

Se recomienda no utilizar un diámetro menor a dos pulgadas en ningún tramo a lo largo de la línea de distribución, ya que puede causar una disminución en la presión de agua del sistema resultando así en que dicha línea no cumpla con los 10 metros de columna de agua (MCA) mínimos que solicita el SANAA.

Para los tramos de la línea de distribución se recomienda no utilizar un diámetro menor a dos pulgadas porque no se llegará al punto donde empezará la red de distribución con los 10 metros de columna de agua (MCA) mínimos que solicita el SANAA.

Para el valor del proyecto se consideró que la municipalidad ejecutará el proyecto por lo cual se tomó un sobrecosto del 15% en caso contrario de hacerse con una empresa privada tener previsto que dicho sobrecosto aumentará aproximadamente a un 40%.

Se recomienda hacer el cálculo estructural del paso aéreo en vista que se usó un plano tipo del libro de Simón Arocha sin embargo sería adecuado su revisión previa.

A las autoridades competentes se les recomienda crear campañas para hacer conciencia a los pobladores del ahorro del agua, ya que es un recurso de alta importancia en la vida humana y se agota año tras año, de esta manera ellos mismos podrán aportar para la conservación y prolongación de este líquido.

Se recomienda realizar un estudio de suelo para conocer la exposición al sulfato que entrará en contacto con el concreto en la zona donde será ubicado el paso aéreo de la tubería, para determinar qué tipo de cemento se utilizará para la fabricación del concreto.

También se recomienda que al agua se le dé el tratamiento adecuado ya que en las visitas de campo se observó la poca higiene y atención a la potabilización del agua, que debería ser asunto primordial para los encargados en esta área.

Como parte del mantenimiento se recomienda visitar el sitio donde se ubica el paso aéreo cada 4 meses para inspeccionar la estructura en general, el estado de la pintura, por alguna acción realizada que atente contra la estructura o el uso indebido de la misma. Para prolongar la vida de

la estructura, se puede colocar lubricante penetrante al cableado para reducir la fricción de los cables internos y prevenir el desgaste, luego un lubricante tipo recubrimiento para aislar de cualquier factor externo según indica el documento Fundamentos de lubricación de cables de acero escrito por Noria Corporation. Para el re-tensado del cable principal según el análisis realizado con el documento de Aceros Proar llamado Alargamiento de un Cable, es despreciable el alargamiento por cargas sujetas al cable, pero siempre revisar las alturas de los cables para corroborar con las alturas del diseño original.

CAPITULO IX. BIBLIOGRAFÍA

- AECID. (2013). *PROYECTO DE AGUA Y SANEAMIENTO EN EL VALLE DE Comayagua*.
- Alargamiento de un Cable*. (s.f.). Obtenido de Alargamiento de un Cable:
http://www.acerosproar.com.ar/docs/11_alargamiento_de_un_cable.pdf
- Arocha, S. (1980). *Abastecimiento de Aguas*. Caracas: Ediciones Vegas S.
- Carrera, G. J. (23 de Julio de 2017). *¿Qué es y para qué sirve AutoCAD Civil 3D?* Obtenido de LinkedIn: <https://www.linkedin.com/pulse/qu%C3%A9-es-y-para-sirve-autocad-civil-3d-gilberto-jara-/>
- CEPIS. (2004). *Especificaciones Tecnicas Para Lineas de Conduccion e Impulsion de sistemas de Abastecimiento de Agua Rural*. Lima.
- COMISION NACIONAL DEL AGUA. (2015). *MANUAL DE AGUA POTABLE, ALCANTATILLADO Y SANEAMIENTO*. Mexico: Gobierno de la republica de Mexico.
- Corcho, F. H. (2005). *Acueductos: Teoria y Diseño*. Medellin: Universidad de Medellin.
- Ecologica, C. (2013). *Nueva linea de conduccion de agua potable*. San Luis,Arizona.
- El Pulso HN*. (octubre de 2017). Obtenido de <https://elpulso.hn/casi-2-millones-de-hondurenos-no-tienen-acceso-al-agua-potable/>
- Escobar, P. P. (26 de Agosto de 2015). *Google Earth*. Obtenido de EcuRed: https://www.ecured.cu/Google_Earth
- Fair, G. M., Geyer, J. C., & Okun, D. A. (2012). *Abastecimiento de Agua y Remocion de Aguas Residuales*. Mexico D.F.: Limusa.
- Fraenkel, P., & Thake, J. (2010). *Dispositivos de ELevacion de Agua*. Mexico D.F.: Alfaomega Grupo Editor.
- Gaceta, L. (2015). *MIAMBIENTE*. Tegucigalpa: Diario Oficial La Gaceta.
- Garcia, F. (2003). *Curso Basico de Topografia*. Mexico D.F.: Pax Mexico.

- LAPRENSA. (2017). MAS DE 20 MILLONES INVIERTEN EN PROYECTOS DE AGUA EN EL PUERTO. *LA PRENSA*.
- Larios, F. (2003). *NORMAS DE DISEÑO PARA ACUEDUCTOS RURALES*. Tegucigalpa: PSS II SANAA-AID.
- Lopez, P. (2010). *Abastecimiento de Agua Potable*. Mexico D.F.: Instituto Politecnico Nacional.
- Luis, A. (2004). *Topograifa Aplicada*. Argentina.
- Marquez, F. G. (2003). *Curso basico de topografia: planimetria , agrimensura, altimetria*. Mexico: Editorial Pax.
- Marquez, R. (2009). *ESTUDIOS TOPOGRAFICOS PARA LA INTRODUCCION DE AGUA POTABLE*. SEVILLA: IPN.
- MIA. (2011). *LINEA DE CONDUCCION TANQUE VENADEROS A SOLEDAD EN LEON*. Leon, Guanajuato.
- Noria Corporation. (01 de Octubre de 2015). *Lublearn*. Obtenido de <http://noria.mx/lublearn/fundamentos-de-lubricacion-de-cables-de-acero/>
- Opazo, F. U. (2002). *Ingenieria Sanitaria Aplicada a Saneamiento y Salud Publica*. Mexico D.F.: Editorial Limusa.
- Rebollo, J. M. (2012). *Replanteo de redes de distribucion de agua y saneamiento*. Malaga: IC.
- Rincon Villalba, M. A., & Vargas Vargas, W. E. (2018). *Topografia: Conceptos y Aplicaciones*. Ecoe Ediciones.
- Ruiz, C. (2014). *Proyecto de linea de conduccion*. David, Panama: universidad tecnologica de panama.
- Saldarriaga, J. (2007). *Hidraulica de Tuberias*. Bogota: Alfaomega.
- Sampier, R. (2014). *Metodologia de la Investigacion*. Mexico: McGrawHill.
- SANAA. (2003). *Normas de Diseño para Acueductos Rurales*. Tegucigalpa: PSS II SANAA-AID.

VIDAMEJOR. (07 de Enero de 2016). *www.presidencia.gob.hn*. Obtenido de <https://www.presidencia.gob.hn/index.php/sites/vida-mejor/314-proyecto-de-tratamiento-de-agua-de-puerto-cortes-es-el-mejor-de-centroamerica-representante-del-bid-mirna-lievano>

Willians, J. (21 de Febrero de 2016). *Microsoft Excel*. Obtenido de The Poke: <https://www.thepoke.co.uk/2016/11/21/microsoft-excel-logo-starts-x/>

CAPITULO X. ANEXOS



Ilustración 20. Conexiones existentes en tanque de almacenamiento

Fuente: (Propia, 2019)



Ilustración 21. Levantamiento topográfico

Fuente: (Propia, 2019)



Ilustración 22. Parte de superior de tanque de almacenamiento (Hipoclorador)

Fuente: (Propia, 2019)

CÓDIGO		DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	Unidad	PRECIO	I.S.V.	Extension
1	10030235	NIPLE HG 1/2 x 4	3.00	UNID	11.8261	5.32	40.80
2	16060076	VALVULA 362 1/2PLG.CONTROL PRES.DE AIRE	2.00	UNID	105.6522	31.70	243.00
						Sub Total: LPS.	246.78
						Impuesto Sobre Ventas:	37.02
						Total Neto: LPS.	283.80

Comentario

LARACH Y CIA S. de R.L. de C.V.
 DEPTO. DE COTIZACIONES SALA No. 5
 PRECIOS SUJETOS A CAMBIO
 SIN PREVIO AVISO

Ilustración 23. Cotización de Niple y Válvula Larach & Cia

Fuente: (Propia, 2019)

Ilustración 24. Cotización Materiales Varios La Mundial

Fuente: (Propia, 2019)

Sucursal Palenque
BOULEVARD DEL NORTE, 100 MTS AL NORTE DEL PUENTE BERMEJO, SAN PEDRO SULA.
PBX: 2551-0400, FAX: 2551-1114 R.T.N. 05019003076139

FACTURA PROFORMA

NO DE COTIZACION: 22827 FECHA: 14/03/2019
CLIENTE: jose PERIODO VALIDEZ: De 14/03/2019 A 19/03/2019

POS	CODIGO	ARTICULO	CANTIDAD	UNL	PRECIO	VALOR
	87834	TUBO PVC POTABLE 2"X20' SDR26	1	PZA	L. 258.00	L. 258.00
0	23242	CODO PVC 2"X90 P/POTABL S/ROS INYECT BLC	1	PZA	L. 36.00	L. 36.00
20	22745	CAMISA PVC 2" D SHEDULE SS-TP5374	1	PZA	L. 13.00	L. 13.00
30	79981	CAMISA GALVANIZADA 2" HG	1	PZA	L. 69.00	L. 69.00
40	54605	UNION PVC UNIVERSAL 2" S/ROS LD-820 BLCA	1	PZA	L. 164.00	L. 164.00
50	53689	TEE PVC 2"X1/2" S/R INYECTABLE DURMAN	1	PZA	L. 42.00	L. 42.00
60	21860	ADAPTADOR PVC HEMBRA 2" SCHEDULE FA31	1	PZA	L. 17.00	L. 17.00
70	54650	VALVULA ESCAPE AIRE 1/2" C/R LD-843 GR	1	PZA	L. 171.00	L. 171.00
80	9420	VALVULA COMPUERTA 2" ITAP 155/156	1	PZA	L. 825.00	L. 825.00
90	87828	TUBO PVC POTABLE 1/2"X20' SDR13.5	1	PZA	L. 55.00	L. 55.00
100	66918	ADAPTADOR PVC MACHO 1/2" DURMAN	1	PZA	L. 3.00	L. 3.00
110	18029	PEGAMENTO PVC LATA 1-GLN ABRO PV-GAR-4	1	PZA	L. 730.00	L. 730.00

Ilustración 25. Cotización Materiales Varios La Mundial

Fuente: (Propia, 2019)

LARACH & CIA S. DE R.L. SALA 5
Blvd del Norte, Col. Los Castaños, San Pedro Sula, Cortés R.T.N 08019000235234
cotizacioness@larachycia.com / www.larachycia.com

COTIZACION No. S05Q04CO10847

Larach & Cia.
#1 en Ferrería
Tel 2558-2500 - 30

Cliente: C9998S05 STEPHANIE IZAGUIRRE Fecha: 2/5/2019 1.
LARACH Valida por cinco (5) días
Miramontes Cotizado Por: Dayle Rene Garcia
San Pedro Sula, Cortés

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	Unidad	PRECIO	I.S.V.	Extension
1	03090035 GRAPA P/CABLE NUDO-3/8 (44086) GALV.BLIST.TRUPE	1.00	BLST	14.2609	2.14	16.40
2	03090031 GRAPA P/CABLE NUDO-1/2 (44087) GALV.BLIST.TRUPE	1.00	BLST	18.4348	2.77	21.20
3	12030008 VARILLA HIERRO DEF.5/8 x 9 MTS GRADO-40	1.00	UNID	260.8696	39.13	300.00
4	37010027 ELECTRODO MT06-6011 1/8-PLG.44LBS.CAJA	1.00	LB	36.0870	5.41	41.50

Comentario
*DE REALIZAR PAGO EN CHEQUE DE SER CERTIFICADO

Sub Total: LPS. 329.65

Impuesto Sobre Ventas: 49.45

Total Neto: LPS. 379.10

LARACH Y CIA S. de R.L. de C.v
DEPTO. DE COTIZACIONES SALA No. 5
PRECIOS SUJETOS A CAMBIO
SIN PREVIO AVISO

Ilustración 26. Cotización Materiales Varios Larach & Cia

Fuente: (Propia, 2019)

Ilustración 27. Cotización Agregados Eterna

Fuente: (Propia, 2019)

Cotizaciones: ventas@paperdepothn.com Diseño Grafico: arte1@paperdepothn.com CONTADO		COTIZACION PAPER DEPOT CONSTRUDEPOT S.A de C.V Avenida Circunvalacion 8 y 9 Calle N.O. SPS			Fecha: 15/03/2019 Cotizacion#: 33297 Tel: (504) 2553-4525 CEL: (504) 94607561		
RTN: 05019011436526		Cliente: DAVID I. ROSALES M.		Vendedor: Samantha Sabillon			
Cantidad	Codigo	Descripcion	Modo	Precio Unidad	% Descuento	Precio tras descuento	Valor Total
910	TU-DRJE-2X6M-64	TUBO 2"X6M/20' SDR64 DRENAJE INYECTADO BL PVC	L	94.35	10.00	84.92	77,277.20
1	CODOL-POT-2X90	CODO LISO 2" 90GR POT. BL PVC	L	19.98	10.00	17.98	17.98
1	COUP-POT-2	COUPLING 2" (MANGA) POT. BL PVC	L	14.43	10.00	12.99	12.99
1	UULISA-POT-2	UNION UNIV. 2" LISA POT. BL PVC	L	157.62	10.00	141.86	141.86
1	TEEL-POT-2	TEE LISA 2" POT. BL PVC	L	35.52	10.00	31.97	31.97
1	ADAPH-POT-2	ADAPT. 2" HEMBRA LIS/RCA. POT. BL PVC	L	16.65	10.00	14.99	14.99
1	DU-1504-2	VALVULA 2" COMPUERTA T/INDUSTRIAL DN 50	L	820.29	10.00	738.26	738.26
1	ADAPM-POT-1/2	ADAPT. 1/2" MACHO C/RCA. POT. BL PVC	L	3.33	10.00	3.00	3.00
1	52033	CUARTO TANGIT TODA PRESION P/PVC 950ml C/BROCHA	L	675.99	10.00	608.39	608.39
1	CE-TFT034	CINTA DE TEFLON 3/4"X0.01X10M	L	14.43	10.00	12.99	12.99
1	CEMENTO-GRIS	CEMENTO GRIS BIJAO	L	182.04	10.00	163.84	163.84
1	MCODOL-POT-2X45	MEDIO CODO LISO 2" 45GR POT. BL PVC	L	23.31	10.00	20.98	20.98
1	PS-09100-700-06	GAL. PINT. CORROSTOP NEGRO	L	327.45	10.00	294.71	294.71
1	BG-WETORDRY-P80	LJJA D/AGUA 3M P/HIERRO 9"X11" NEGRA #80	L	5.89	10.00	5.30	5.30
1	REDBUS-POT-4X2	REDUC. BUSH. 4X2" POT. BL PVC	L	95.46	10.00	85.91	85.91
***** Ultima Linea *****							
						Sub Total:	79,430.37
						Impuesto:	11,914.56
						Neto:	91,344.93
Firma							

**Cotizacion valida cinco dias a partir de la fecha de emision.
Los cheques deben de ser emitidos a nombre de Paper Depot, S.A. DE C.V.**

Ilustración 28. Cotización Materiales Varios Construdepot

Fuente: (Propia, 2019)

COTIZACION			CONTADO	
COMERCIAL LARACH		E-MAIL: ventas@colarach.com	Fecha:	15/03/2019
RTN 05011959001049		www.colarach.com	Vence:	30/03/2019
4ta Ave. 12-13 Calle, Bo. Las Acacias, SPS.			Numero:	580782
Tel: (504) 2552-9500 Cel. 9459-0406 / 3178-0572				
Cliente: DAVID ROSALES		Vendedor: Iris Ondina Guzman		
Cantidad	Articulo	Descripcion	Precio	Valor
1	TUAGUA-2	TUBO 2" PVC AGUA POTABLE 20' SDR26 (160LB)	223.00	223.00
1	406-020	CODO LISO PVC 2" 90GR.	20.00	20.00
1	429-020	COUPLING PVC 2" (MANGA) POT.	14.00	14.00
1	MANGA 2	MANGA O CAMISA GALV.2", #24B	55.00	55.00
1	LD82DR-2	UNION C/ROSCA PVC UNIVERSAL 2"	305.00	305.00
1	401-020	TEE PVC 2" LISA POTABLE	36.00	36.00
1	437-247	BUSHING REDUCTOR PVC 2X 1/2" INYECTADO	16.00	16.00
1	435-020	ADAPT.2" HEMBRA LIS/RCA.POT	17.00	17.00
1	1504L-2	VALVULA COMPUERTA 2" T.IND.DN50 DECCA 125PSI	745.00	745.00
10	TUGALIV 2	TUBO GALV.LIVIANO 20' 2.9MM.NORMA BS-1387	929.00	9.290.00
TUBO GALVANIZADO CON ROSCA.				
** ESTA COTIZACION, YA CUENTA CON MEJOR PRECIO. **				
TENEMOS LA CONSTANCIA DE PAGOS A CUENTA VIGENTE.				
PRECIOS SUJETOS A CAMBIO SIN PREVILO AVISO.			Sub-Total:	10,724.00
			Firma	
COTIZACION			CONTADO	
COMERCIAL LARACH		E-MAIL: ventas@colarach.com	Fecha:	15/03/2019
RTN 05011959001049		www.colarach.com	Vence:	30/03/2019
4ta Ave. 12-13 Calle, Bo. Las Acacias, SPS.			Numero:	580782
Tel: (504) 2552-9500 Cel. 9459-0406 / 3178-0572				
Cliente: DAVID ROSALES		Vendedor: Iris Ondina Guzman		
Cantidad	Articulo	Descripcion	Precio	Valor
1	436-005	ADAPT.1/2" MACHO C/RCA.POT	3.00	3.00
1	52-033	1/4 TANGIT P/PVC 950ML	660.00	660.00
1	HENKA-3/4	RLL.15MTS.CINTA TEFLON 3/4" AMARILLO	25.00	25.00
1	CEMENTO GRIS	BOLSA 94LB.CEMENTO BIJAO/ARGOS	171.00	171.00
1	VA DEF 3/8	VARILLA HIERRO DEFORMADA 30' GR40 #3 9MM.11L	106.00	106.00
1	09100-700-06	GAL CORROSTOP NEGRO ANTICORROSIVO	311.00	311.00
1	DILUYENTE GA	DILUYENTE GAL (MINERAL SPIRITS)	148.00	148.00
1	DB81-80	LIJA CAFE 9X11" P/MADERA	5.00	5.00
1	437-420	BUSHING REDUCTOR PVC 4X2"	96.00	96.00
** ESTA COTIZACION, YA CUENTA CON MEJOR PRECIO. **				
TENEMOS LA CONSTANCIA DE PAGOS A CUENTA VIGENTE.				
PRECIOS SUJETOS A CAMBIO SIN PREVILO AVISO.			Sub-Total:	12,246.00
			Impuesto:	1,836.90
			Neto	14,082.90
			Firma	

Ilustración 29. Cotización Materiales Varios Comercial Larach

Fuente: (Propia, 2019)

Ilustración 30. Cotización Mano de Obra Albañil

Fuente: (Propia, 2019)

Ilustración 31. Cotización Mano de Obra Ayudante

Fuente: (Propia, 2019)

Ilustración 32. Cotización Mano de Obra Fontanero

Fuente: (Propia, 2019)

COMERCIAL LARACH
 IMPORTACION DISTRIBUCION MERCANCIA DESDE 1990
 A.N. LARACH R.T.N.: 05011959001049

LAS ACACIAS
 4a AVE., 12 y 15 CALLE, N.O.
 Barrio Las Acacias

Tel: 2512-9500 / 3178-0572
 Desde Tiqui - COLA (+ 2652)

SAN PEDRO SULA, HONDURAS, C.A.
 E-MAIL: ventas@colarach.com - www.colarach.com

COTIZACION AL: **CONTADO** Fecha: 02/05/2019 Número: 587844
 Vence: 17/05/2019

COTIZACION **CONTADO**
 CLIENTE: JOSE ANDRES LOPEZ
 COMERCIAL LARACH E-MAIL: ventas@colarach.com Fecha: 02/05/2019
 RTN 05011959001049 www.colarach.com Vence: 17/05/2019
 4ta Ave. 12-13 Calle, Bo. Las Acacias, SPS. Numero: 587844
 Tel: (504) 2512-9500 Cel. 9459-0406 / 3178-0572

Cliente: JOSE ANDRES LOPEZ Vendedor: Wendy Maricela Trochez Murillo

Cantidad	Articulo	Descripcion	Precio	Valor
1	1/2-7X19	PIE CABLE ACERO GALV.1/2"-7X19" (RLL.1000MTS.1)	17.00	17.00
1	3/8-7X19	PIE CABLE ACERO GALV.3/8"-7X19" (RLL.1000MTS.1)	13.00	13.00

== ESTA COTIZACION. YA CUENTA CON MEJOR PRECIO. ==

COTIZACION
 PRECIOS SUJETOS A
 CAMBIO SIN PREVIO AVISO

Ilustración 33. Cotización Cables Comercial Larach

Fuente: (Propia, 2019)