



**UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE  
DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y  
CONSTRUCCIÓN**

**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERO CIVIL**

**TEMA**

**EVALUAR COMPARATIVAMENTE LA REHABILITACIÓN DE  
TUBERIAS CON METODOLOGIA TRADICIONAL (ZANJA ABIERTA) Y  
METODOLOGIA CIPP (CURED IN PLACE PIPE) DEL COLECTOR  
PRINCIPAL PARSON NORTE SECTOR PROSPERINA.**

**TUTOR**

**Ing. MSc. PABLO MARIO PAREDES RAMOS.**

**AUTOR**

**CÁCERES SELLÁN JORGE ENRIQUE**

**GUAYAQUIL**

**2021**

<b>REPOSITARIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA</b>	
<b>FICHA DE REGISTRO DE TESIS</b>	
<p><b>TÍTULO Y SUBTÍTULO:</b>            Evaluar comparativamente la rehabilitación de tuberías con metodología tradicional (zanja abierta) y metodología CIPP (Cured in place pipe) del colector principal Parson Norte sector Prosperina.</p>	
<p><b>AUTOR/ES:</b>            Cáceres Sellán Jorge Enrique</p>	<p><b>REVISORES O TUTORES:</b>            Ing. MSc. Pablo Paredes Ramos</p>
<p><b>INSTITUCIÓN:</b>            Universidad Laica Vicente Roca fuerte de Guayaquil</p>	<p><b>Grado obtenido:</b>            Ingeniero Civil</p>
<p><b>FACULTAD:</b>            INDUSTRIA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN</p>	<p><b>CARRERA:</b>            INGENIERIA CIVIL</p>
<p><b>FECHA DE PUBLICACIÓN:</b>            2021</p>	<p><b>N. DE PAGS:</b> 107</p>
<p><b>ÁREAS TEMÁTICAS:</b> Arquitectura y Construcción</p>	
<p><b>PALABRAS CLAVE:</b> Rehabilitación, CIPP (Curado de tubería en sitio), Zanja, Tubería, Excavación.</p>	
<p><b>RESUMEN:</b>            En el presente trabajo de titulación se desarrolla una evaluación comparativa entre la Metodología tradicional zanja abierta y la Metodología CIPP (Cured in Place Pipe) para determinar cuál de las dos es más factible a implementar, siempre y cuando se tome en consideración su ubicación y la actividad comercial del área donde se va a efectuar la reparación o rehabilitación. El método CIPP minimiza el impacto ambiental, debido a la disminución de maquinarias a implementar y al tiempo de operación. Al no existir</p>	

movimiento de tierra no hay alteración al entorno (recursos suelo y aire), lo que permite conservar la salud de los moradores del sector y mayor accesibilidad a sus casas y negocios.

Se evaluó comparativamente la metodología tradicional zanja abierta con el método CIPP Cured In Place Pipe. En el tramo analizado del colector Parson Norte de diámetro 500 mm de hormigón armado ubicado en el sector de la Prosperina, usando la tecnología CIPP tiene un costo directo de 55,961.56 y un tiempo de ejecución proyectado de 3 días, mientras que si se usa la metodología de rehabilitación tradicional de zanja abierta tiene un costo directo de 100,482.18 y un tiempo de ejecución de 7 días.

<b>N. DE REGISTRO (en base de datos):</b>	<b>N. DE CLASIFICACIÓN:</b>	
<b>DIRECCIÓN URL (tesis en la web):</b>		
<b>ADJUNTO PDF:</b>	<b>SI</b> <input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b> <input type="checkbox"/>
<b>CONTACTO CON AUTOR/ES:</b> Cáceres Sellán Jorge Enrique	<b>Teléfono:</b> 099-633-8075	<b>E-mail:</b> jcaceress@ulvr.edu.ec americancctv2012@gmail.com
<b>CONTACTO EN LA INSTITUCIÓN:</b> jcaceress@ulvr.edu.ec	Mae. Ing. Alex Bolívar Salvatierra Espinoza Decano de la Facultad de Ingeniería Industria y Construcción. <b>Teléfono:</b> (04) 259 6500 <b>Ext.</b> 241 <b>E-mail:</b> asalvatierrae@ulvr.edu.ec	

# CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO ACADÉMICO

## Tesis Final

### INFORME DE ORIGINALIDAD

<b>6%</b>	<b>5%</b>	<b>2%</b>	<b>3%</b>
INDICÉ DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

### FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>inredh.org</b> Fuente de Internet	<1 %
<b>2</b>	<b>wedocs.unep.org</b> Fuente de Internet	<1 %
<b>3</b>	<b>Submitted to Universidad Estatal a Distancia</b> Trabajo del estudiante	<1 %
<b>4</b>	<b>digitalcommons.wpi.edu</b> Fuente de Internet	<1 %
<b>5</b>	<b>www.normdocs.ru</b> Fuente de Internet	<1 %
<b>6</b>	<b>www.linguee.es</b> Fuente de Internet	<1 %
<b>7</b>	<b>www.auditool.org</b> Fuente de Internet	<1 %
<b>8</b>	<b>Submitted to Aliat Universidades</b> Trabajo del estudiante	<1 %
<b>9</b>	<b>Submitted to Universidad Catolica Los Angeles de Chimbote</b>	<1 %



Trabajo del estudiante

10	<a href="http://tecniaeductos96.blogspot.com">tecniaeductos96.blogspot.com</a> Fuente de Internet	<1 %
11	<a href="http://www.elecbook.cn">www.elecbook.cn</a> Fuente de Internet	<1 %
12	<a href="http://tbtims.wto.org">tbtims.wto.org</a> Fuente de Internet	<1 %
13	Submitted to Universidad Militar Nueva Granada Trabajo del estudiante	<1 %
14	<a href="http://www.funde.de">www.funde.de</a> Fuente de Internet	<1 %
15	<a href="http://www.uesp.gov.co">www.uesp.gov.co</a> Fuente de Internet	<1 %
16	Submitted to Universidad Santo Tomas Trabajo del estudiante	<1 %
17	<a href="http://apuntesdeingenieracivil.blogspot.com">apuntesdeingenieracivil.blogspot.com</a> Fuente de Internet	<1 %
18	<a href="http://m.blog.naver.com">m.blog.naver.com</a> Fuente de Internet	<1 %
19	<a href="http://www.pemex.com">www.pemex.com</a> Fuente de Internet	<1 %
20	<a href="http://www.cimtec-holding.it">www.cimtec-holding.it</a> Fuente de Internet	<1 %



21	<a href="http://www.larepublica.ec">www.larepublica.ec</a> Fuente de Internet	<1 %
22	<a href="http://grupomun.co">grupomun.co</a> Fuente de Internet	<1 %
23	Submitted to Universidad Técnica de Machala Trabajo del estudiante	<1 %
24	<a href="http://www.ibrap.lnd.br">www.ibrap.lnd.br</a> Fuente de Internet	<1 %
25	<a href="http://www.uninorte.edu.co">www.uninorte.edu.co</a> Fuente de Internet	<1 %
26	<a href="http://cia.uagraria.edu.ec">cia.uagraria.edu.ec</a> Fuente de Internet	<1 %
27	<a href="http://infostore.saiglobal.com">infostore.saiglobal.com</a> Fuente de Internet	<1 %
28	<a href="http://repositorio.ucsg.edu.ec">repositorio.ucsg.edu.ec</a> Fuente de Internet	<1 %
29	<a href="http://diariooficial.segob.gob.mx">diariooficial.segob.gob.mx</a> Fuente de Internet	<1 %
30	Shaurav Alam, Tanvir Manzur, John Matthews, Chris Bartlett, Erez N. Allouche. "Experimental Evaluation of Deteriorated CMPs Retrofitted by Different Non-invasive Approaches", KSCE Journal of Civil Engineering, 2021 Publicación	<1 %

31 repositorio.utea.edu.pe <1 %  
Fuente de Internet

32 Submitted to UNIV DE LAS AMERICAS <1 %  
Trabajo del estudiante

33 repository.unimilitar.edu.co <1 %  
Fuente de Internet

34 [www.admet.com](http://www.admet.com) <1 %  
Fuente de Internet

35 [www.ramsar.org](http://www.ramsar.org) <1 %  
Fuente de Internet

Excluir citas Activo

Excluir coincidencias < 10 words

Excluir bibliografía Activo

34 [www.admet.com](http://www.admet.com) <1 %  
Fuente de Internet

35 [www.ramsar.org](http://www.ramsar.org) <1 %  
Fuente de Internet

## **DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES**

El estudiante egresado **CACERES SELLAN JORGE ENRIQUE**, declara bajo juramento, que la autoría del presente proyecto de investigación, Evaluar comparativamente la rehabilitación de tuberías con metodología tradicional (zanja abierta) y metodología CIPP (Cured in place pipe) del colector principal Parson Norte sector Prosperina, corresponde totalmente a él suscrito y me responsabilizo con los criterios y opiniones científicas que en el mismo se declaran, como producto de la investigación realizada.

De la misma forma, cedo los derechos patrimoniales y de titularidad a la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil, según lo establece la normativa vigente.

Autor(es)



Firma:

**CACERES SELLAN JORGE ENRIQUE**

C.I. 0925103665

## **CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR**

En mi calidad de Tutor del Proyecto de Investigación Evaluar comparativamente la rehabilitación de tuberías con metodología tradicional (zanja abierta) y metodología CIPP (Cured in place pipe) del colector principal Parson Norte sector Prosperina, designado por el Consejo Directivo de la Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción de la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil.

### **CERTIFICO:**

Haber dirigido, revisado y aprobado en todas sus partes el Proyecto de Investigación titulado: **“Evaluar comparativamente la rehabilitación de tuberías con metodología tradicional (zanja abierta) y metodología CIPP (Cured in place pipe) del colector principal Parson Norte sector Prosperina”**, presentado por el estudiante **CÁCERES SELLÁN JORGE ENRIQUE** como requisito previo, para optar al Título de **INGENIERO CIVIL**, encontrándose apto para su sustentación.



ING. MSC. PABLO PAREDES RAMOS

C.C. 0911828150

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco primero a Dios por haberme llevado por el camino del bien y haberme cuidado en todo el recorrido vivido hasta aquí, a mi madre María Sara Sellan Valiente, mi tía Martha Celinda Sellan Valiente por haber sido como mi segunda madre y a mi abuela Ángela Valiente por haber cuidado y velar por mi cuando mi madre hacía de padre saliendo a trabajar para traer el alimento a nuestro hogar.

A mi tío Alberto Sellan Valiente por todos los consejos que me ha dado como un padre y haber estado ahí cuando lo necesitaba tanto personalmente como económicamente

A Luis Alberto Caviedes por la ayuda que me ha dado siempre y que más que un amigo se ha portado como un padre y nunca me ha negado su apoyo

A PhD. Master Calero Amores por brindare su enseñanza y su amistad, siendo una fuente de inspiración personal y profesional.

Al ingeniero Javier Nicolás Areche García por brindarme su amistad y apoyo durante la carrera, estoy muy agradecido por haber conocido a un excelente profesional y una gran persona.

A la Ing. Noelia Rosado, la mujer que amo y que ha sido parte importante en mi camino hasta aquí.

A todo los que conforman Facultad de Industria y Construcción de la carrera Ingeniería Civil. Por ser excelentes personas que siempre estuvieron dispuestos a ayudar a los alumnos, demostrando que es una facultad compuesta por personas únicas y especiales.

Al ING Pablo paredes por haberme ayudado en esta última etapa, por haberme préstamos su ayuda en todo el momento y que más que un profesor lo considero un amigo.

A mi padre el Sgt. Washington Cáceres Montoya por inculcarme siempre que a pesar de tantos errores que se comete en la vida uno nunca debe darle la espalda a la familia, y ser fuente de inspiración para poder conseguir este logro, ha sido padre y amigo en las buenas y en las malas.

**CACERES SELLAN JORGE ENRIQUE**

## **DEDICATORIA**

Le dedico a Dios a mi madre y a todas las personas que me han ayudado a lo largo de la carrera este tema de investigación por darme la fuerza y su apoyo cuando pensaba que ya no podía más.

Le dedico a mis compañeros de trabajo que me apoyaban para poder cumplir con mis horarios de clases en los horarios nocturnos.

¡A todos los docentes y personal administrativo que siempre nos brindaron su apoyo durante el periodo académico en esta gran universidad la cual la sentía como mi segundo hogar, Gracias!

CACERES SELLAN JORGE ENRIQUE

## INDICE GENERAL

PORTADA .....	I
FICHA DE REGISTRO DE TESIS .....	ii
CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO ACADÉMICO .....	iv
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES .....	viii
CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR .....	ix
AGRADECIMIENTO .....	x
DEDICATORIA .....	xi
INDICE GENERAL .....	ix
ÍNDICE DE TABLAS .....	xii
ÍNDICE DE IMAGENES .....	xii
INTRODUCCIÓN .....	1
Capítulo I .....	2
1.1. Tema .....	2
1.2. Planteamiento del problema .....	2
1.4 Sistematización del problema.....	3
1.5. Objetivo de la investigación .....	3
1.5.1. Objetivo general .....	3
1.5.2. Objetivos específicos.....	4
1.6 Justificación de la investigación.....	4
1.7. Delimitación de la investigación .....	5
1.8. Hipótesis de la investigación .....	5
1.9. Línea de investigación institucional/facultad. ....	5
Capítulo II .....	6
2.1 Marco teórico .....	6
2.1.1 Alcantarillado sanitario .....	6
2.1.2 Clasificación de los Alcantarillados sanitarios .....	6
2.1.2.2.1 sistemas de drenaje pluvial. ....	7
2.1.3 Componentes de un alcantarillado.....	9
2.1.4 Modelos de configuración en colectores, interceptores y emisores .....	13
2.1.5 Rehabilitación de colectores usando metodología tradicional con zanja .....	15
2.1.6 Rehabilitación de colectores usando metodología CIPP.....	24
2.2 Marco conceptual .....	35
2.2.1 Alcantarillado.....	35
2.2.2 Alcantarillado domiciliario.....	35
2.2.3 Alcantarillado convencional .....	35
2.2.4 Alcantarillado simplificado .....	36
2.2.5 Azolve .....	36
2.2.6 Vertedero.....	36

2.2.7 Boquilla.....	36
2.2.8 Buzones de inspección .....	36
2.2.9 Socavones.....	36
2.2.10 Componente .....	37
2.2.11 Cunetas de coronación.....	37
2.2.12 Colectores terciarios .....	37
2.2.13 Colectores secundarios .....	37
2.2.14 Colectores principales .....	37
2.2.15 Conexiones domiciliarias .....	37
2.2.16 Escorrentía .....	38
2.2.17 Estaciones de bombeo .....	38
2.2.18 Estación de tratamiento de las aguas residuales.....	38
2.2.19 Foso negro o sumidero .....	38
2.2.20 Pozos de inspección.....	38
2.2.21 Líneas de impulsión.....	38
2.2.22 Vertido final de las aguas tratadas .....	39
2.2.23 Alcantarilla.....	39
2.2.24 Sumidero .....	39
2.2.25 Puente.....	39
2.2.26 Obra de riego.....	39
2.2.27 Sumidero .....	39
2.2.28 Cruce .....	39
2.2.29 Material asfáltico.....	40
2.2.30 Neplo.....	40
2.2.31 Poliestireno.....	40
2.2.32 Pozo de absorción.....	40
2.2.32 Sostenibilidad .....	40
2.2.33 Rejilla.....	40
2.2.34 Relleno sanitario.....	41
2.2.35 Residuo sólido.....	41
2.2.36 Tanque Imhoff.....	41
2.2.37 Tanque séptico .....	41
2.2.38 Tapa sanitaria .....	41
2.2.39 Trinchos .....	42
2.2.40 Tubería de rebose .....	42
2.2.41 Tubo o tubería .....	42
2.2.42 Tubería rígida .....	42
2.2.43 Tuberías enterradas.....	42
2.2.44 Tuberías superficiales .....	43

2.2.45 Vertedero.....	43
2.2.46 Zanja .....	43
2.3 Marco Legal .....	43
Capítulo III.....	48
3.1 Metodología .....	48
3.1.1 Métodos.....	48
3.2 Tipo de investigación .....	50
3.2.1 Investigación descriptiva .....	50
3.2.2 Investigación correlacional.....	51
3.2.3 Investigación bibliográfica .....	51
3.3 Enfoque.....	51
3.4 Técnica e instrumentos.....	51
3.4.1 Técnicas de investigación.....	51
3.4.2 Instrumentos de investigación .....	52
3.5 Población.....	52
3.6 Colector Parson Norte .....	52
3.7 Rehabilitación de tubería de AASS de hormigón armado del Colector Parson Norte.	54
3.7.1 Costos del método CIPP en la rehabilitación del Parson Norte. ....	63
3.7.2 Tiempo de ejecución por el método CIPP en la rehabilitación del Parson Norte.	67
3.7.3 Afectación ambiental por el método CIPP en la rehabilitación del Parson Norte.	68
3.7.4 Condiciones de costo y tiempo de ejecución por el método CIPP y tradicional. .	69
Capítulo IV .....	71
Informe Final .....	71
Conclusiones .....	73
Recomendaciones.....	74
Referencias Bibliográficas .....	75
ANEXOS .....	79

## ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1 Línea de investigación de FIIC</i> .....	5
<i>Tabla 2 Tipos de suelos</i> .....	22
<i>Tabla 3 Sistemas de rehabilitación CIPP</i> .....	27
<i>Tabla 4 Coordenadas de ubicación del tramo</i> .....	54
<i>Tabla 5 Costos del método CIPP</i> .....	63
<i>Tabla 6 Costos por método tradicional</i> .....	65
<i>Tabla 7 Factores ambientales por el método CIPP</i> .....	68
<i>Tabla 8 Costo por metro lineal de ambos métodos</i> .....	69
<i>Tabla 9 Cronograma de trabajo de instalación de tubería por día</i> .....	69
<i>Tabla 10 Descripción de ventajas y desventajas de cada método</i> .....	70

## ÍNDICE DE IMAGENES

<i>Imagen 1. Alcantarillado sanitario</i> .....	6
<i>Imagen 2. Drenaje pluvial</i> .....	7
<i>Imagen 3. Sistemas de drenaje pluvial</i> .....	8
<i>Imagen 4. Alcantarillado combinado</i> .....	8
<i>Imagen 5. Alcantarillado Semi- combinado</i> .....	9
<i>Imagen 6. Componentes de un alcantarillado</i> .....	10
<i>Imagen 7. Red de atarjeas</i> .....	10
<i>Imagen 8. Cunetas</i> .....	12
<i>Imagen 9. Pozos de inspección</i> .....	12
<i>Imagen 10. Modelo perpendicular</i> .....	13
<i>Imagen 11. Modelo radial</i> .....	14
<i>Imagen 12. Modelo de interceptores</i> .....	14
<i>Imagen 13. Modelo de abanico</i> .....	15
<i>Imagen 14. Zanjadora</i> .....	17
<i>Imagen 15. Excavadora</i> .....	18
<i>Imagen 16. Dren francés</i> .....	19
<i>Imagen 17. Entibado de zanja</i> .....	20
<i>Imagen 18. Obra con zanja abierta</i> .....	23
<i>Imagen 19. Proceso de curado – tecnología CIPP</i> .....	24
<i>Imagen 20. Materiales de las camisas</i> .....	26

<i>Imagen 21. Tubo de camisa de fieltro - poliéster.....</i>	<i>29</i>
<i>Imagen 22. Torre de andamio para la instalación de la camisa .....</i>	<i>30</i>
<i>Imagen 23. Colocación de la camisa en la tubería.....</i>	<i>30</i>
<i>Imagen 24. Curado con agua caliente .....</i>	<i>31</i>
<i>Imagen 25. Reapertura de conexiones usando robot fresador .....</i>	<i>31</i>
<i>Imagen 26. Antes y después de la rehabilitación de la tubería .....</i>	<i>32</i>
<i>Imagen 27: Gráfico de ubicación en la ciudad.....</i>	<i>53</i>
<i>Imagen 28: Gráfico de ubicación en la ciudad.....</i>	<i>53</i>
<i>Imagen 29: Gráfico de ubicación en la ciudad.....</i>	<i>53</i>
<i>Imagen 30: Cumplimiento de alcance.....</i>	<i>56</i>
<i>Imagen 31: Cumplimiento de alcance.....</i>	<i>56</i>
<i>Imagen 32: Preliminares.....</i>	<i>57</i>
<i>Imagen 33: Preliminares.....</i>	<i>58</i>
<i>Imagen 34: Recursos humanos .....</i>	<i>60</i>
<i>Imagen 35: Rehabilitación con tecnología CIPP. ....</i>	<i>61</i>
<i>Imagen36: Rehabilitación con tecnología CIPP. ....</i>	<i>61</i>
<i>Imagen 37: Rehabilitación con tecnología CIPP. ....</i>	<i>62</i>

## INTRODUCCIÓN

Con el tiempo, las tuberías del sistema de alcantarillado durante la operación, están expuestas a distintos cambios debido al ácido sulfhídrico ( $H_2S$ ) de las aguas residuales lo que acelera el envejecimiento de las tuberías de hormigón armado de todos los diámetros, a causa de esto se pierde el revestimiento de las paredes hasta llegar al punto de exponer la estructura de los tubos, esto causa que se formen agrietamientos en las tuberías y posteriores roturas debido a los movimientos de tierra producidos por ser zona de alto tráfico o los sismos que se presentan a lo largo de los años. Las tareas de mantenimiento son aquellas que incluyen una serie de actividades por medio de una planificación y diagnóstico para mantener la tubería en su estado original. El mantenimiento incluye inspecciones periódicas de la red para controlar su estado y su nivel operativo. Mantener la red puede ser preventivo y de esta manera se asegura un buen funcionamiento logrando el propósito de la vida útil. (Serrano, 2018)

En el presente trabajo de titulación se desarrolla una evaluación comparativa entre la Metodología tradicional zanja abierta y la Metodología CIPP (Cured in Place Pipe) para determinar cuál de las dos es más factible a implementar, siempre y cuando se tome en consideración su ubicación y la actividad comercial del área donde se va a efectuar la reparación o rehabilitación.

En el capítulo 1 se detallarán aspectos generales de la investigación, en el capítulo 2 se especificarán distintas definiciones en base a las metodologías antes expuestas tomando en cuenta las técnicas empleadas para renovar y rehabilitar distintas redes.

En el capítulo 3 se evaluarán y compararán los costos, tiempo y factores ambientales que contemplan ambas metodologías.

En el capítulo 4 se realizará un informe final de resultados de la evaluación comparativa de los dos métodos. Finalmente se darán conclusiones y recomendaciones indicando los parámetros de la metodología propuesta para la rehabilitación del Colector Parson Norte.

## Capítulo I

### El problema a investigar

#### 1.1. Tema

Evaluar comparativamente la rehabilitación de tuberías con metodología tradicional (zanja abierta) y metodología CIPP (Cured in place pipe) del colector principal Parson Norte en el sector Prosperina.

#### 1.2. Planteamiento del problema

En las redes de alcantarillado de la ciudad de Guayaquil, se genera un alto impacto que hace que se pierda las características estructurales de la misma a causa de la sedimentación y generación de  $H_2S$ , esto es por la falta de pendientes, debido a la planicidad de la ciudad, la edad de estas que al momento ya pasa de 50 años, además del nivel freático, que genera un alto grado de infiltraciones. A la fecha ya existe un amplio sector de la ciudad en el que es necesario realizar la rehabilitación de estas tuberías, y se busca utilizar el método más económico, que cause el menor impacto ambiental posible, además de causar las menos afectaciones a los ciudadanos.

La elaboración de tuberías de hormigón apareció durante el siglo XIX, una vez que los Estados de la Unión Americana se dieron cuenta de la necesidad de los sistemas de saneamiento. Muchas de las redes de hormigón se construyeron antes de 1880, y muy pronto sus características de durabilidad comenzaron a ser patentes.

En París a mitad del siglo XIX se construyó a base de piedra y cemento la red de alcantarillado; en 1915, se examinó la red viendo que su estado de conservación y uso era muy bueno.

La red de saneamiento de San Luis, Missouri, se instaló en 1868, fabricada de hormigón; esta red fue inspeccionada en su totalidad en el año 1962 sin encontrar desperfecto de severidad considerable.

La construcción de 15 colectores que constituye una red principal de 75 km de longitud y que beneficio a la zona más poblada de Madrid, fue instalada entre los

años 1850 y 1864 y cuya población ascendía a 217.000 habitantes. Este estudio pretende comparar el método tradicional de instalación de tuberías de hormigón con nuevo método que permita mejores condiciones de costo, menor impacto ambiental y menor tiempo de ejecución.

### **1.3 Formulación del problema**

¿Cómo se comporta comparativamente la rehabilitación de tuberías con metodología tradicional (Zanja Abierta) y metodología CIPP (Cured in place pipe) del colector principal PARSON Norte sector Prosperina?

### **1.4 Sistematización del problema**

- ¿Cuáles son los costos por el método CIPP (Cured In Place Pipe) en la rehabilitación de tuberías de AASS de hormigón armado del colector PARSON NORTE?
- ¿Cuál es el tiempo de ejecución por el método CIPP (Cured In Place Pipe) en la rehabilitación de tuberías en AASS de hormigón armado del colector PARSON NORTE?
- ¿Cómo es el impacto ambiental por el método CIPP (Cured In Place Pipe) en la rehabilitación de tuberías en AASS de hormigón armado del colector PARSON NORTE?
- ¿Cómo se comportan las condiciones de costo y tiempo de ejecución por el método CIPP (Cured In Place Pipe) en la rehabilitación de tuberías en AASS de hormigón armado y el método de rehabilitación tradicional del colector PARSON NORTE?

### **1.5. Objetivo de la investigación**

#### **1.5.1. Objetivo general**

Evaluar comparativamente la rehabilitación de tuberías con metodología tradicional (Zanja Abierta) y metodología CIPP (Cured in place pipe) del colector principal PARSON NORTE sector Prosperina.

### **1.5.2. Objetivos específicos**

- Definir los costos por el método CIPP (Cured In Place Pipe) en la rehabilitación de tuberías de AASS de hormigón armado del colector PARSON NORTE.
- Determinar el tiempo de ejecución por el método CIPP (Cured In Place Pipe) en la rehabilitación de tuberías en AASS de hormigón armado del colector PARSON NORTE.
- Describir la afectación ambiental por el método CIPP (Cured In Place Pipe) en la rehabilitación de tuberías en AASS de hormigón armado del colector PARSON NORTE.
- Contrastar las condiciones de costo y tiempo de ejecución por el método CIPP (Cured In Place Pipe) en la rehabilitación de tuberías en AASS de hormigón armado y el método de rehabilitación tradicional del colector PARSON NORTE.

### **1.6 Justificación de la investigación**

Esta investigación se justifica desde el punto que intervienen tanto en la vista teórico debido a que se realizaran aportes importantes de las variables rehabilitación de tuberías con metodología tradicional (zanja abierta) como en la metodología CIPP (Cure in place pipe), en su construcción teórica.

Este trabajo va a aportar importantes aspectos metodológicos en cuanto a la investigación cuantitativa en el estudio de la variable de rehabilitación CIPP y la comparación con el tradicional.

Desde el punto de vista práctico esta tesis servirá como guía a los ingenieros, constructores que trabajan en el área de reparación e instalaciones de tuberías, que les permitirá tomar decisiones evaluando el mejor costo y el menor tiempo de ejecución. Esta investigación expresara datos y conclusiones que servirán para la toma de decisión en campo en cuanto el uso del método de rehabilitación CIPP o método de rehabilitación tradicional

Tomando en cuenta el estado de las actuales redes de la ciudad, se necesita realizar reparaciones en gran parte de tuberías instaladas, buscando cuidar el medio ambiente y causar lo menos posibles molestias a la ciudadanía.

El estudio que se plantea realizar ayudará a clarificar y a estandarizar los aspectos de costos y tiempos de ejecución de los métodos a comparar.

Aportar datos teóricos importantes de la variable método de rehabilitación CIPP y la comparación con el tradicional.

## 1.7. Delimitación de la investigación

<b>Campo:</b>	Educación superior. Tercer nivel de grado.
<b>Área:</b>	Ingeniería Civil.
<b>Aspecto:</b>	Investigación Correlacional.
<b>Tema:</b>	Análisis comparativo de rehabilitación de tuberías con metodología tradicional (Zanja Abierta) y metodología CIPP (Cured In Place Pipe) del colector principal Parson norte sector Prosperina.
<b>Delimitación Espacial:</b>	Sector norte (Prosperina).
<b>Delimitación Temporal:</b>	6 meses.
<b>Líneas de investigación:</b>	Territorio.
<b>Sub línea de investigación:</b>	Materiales innovadores en la construcción.

## 1.8. Hipótesis de la investigación

El método de rehabilitación CIPP tienen menor costo y se realiza en un menor tiempo de ejecución que el método tradicional de rehabilitación de tuberías de hormigón armado.

## 1.9. Línea de investigación institucional/facultad.

**Tabla 1**  
***Línea de investigación de FIIC***

---

Urbanismo y ordenamiento territorial aplicando tecnología de construcción eco-amigable, industria y desarrollo de energías renovables.	<b>LINEA:</b> Territorio	<b>SUBLÍNEA:</b> Recursos Hídricos
--	-----------------------------	---------------------------------------

---

*Fuente:* FIIC (2019)

## Capítulo II

### 2.1 Marco teórico

#### 2.1.1 Alcantarillado sanitario

El sistema de alcantarillado trata de una serie de redes de tuberías y obras complementarias muy importantes para recibir, transportar y descargar aguas residuales y la escorrentía superficial por lluvia. (Almeida, 2020)

#### 2.1.2 Clasificación de los Alcantarillados sanitarios

Los sistemas de alcantarillado se clasifican dependiendo el tipo de agua que dirigen:

##### 2.1.2.1 Alcantarillado sanitario.

Es una red general de tuberías a través de la cual se debe descargar de forma rápida y segura las aguas residuales urbanas (domésticas u Organización comercial) a la planta de tratamiento, y finalmente a un lugar donde no cause daño o molestia. (Almeida, 2020)



*Imagen 1.* Alcantarillado sanitario

*Fuente:* (Diaz, 2020)

##### 2.1.2.2 Alcantarillado pluvial.

El canal de agua de lluvia es un sistema compuesto por conductos, tuberías, instalaciones y estructuras subterráneas, que se utiliza para transportar y descargar el agua de lluvia desde diferentes tuberías de drenaje (es decir, puntos de recepción de agua de lluvia) hasta el lugar de descarga. Gracias a este sistema se evitan daños como las inundaciones que pueden producirse en zonas urbanas. Son especialmente

importantes en áreas con altas precipitaciones y superficies de baja permeabilidad como concreto o carreteras. (Ingecivil, 2018)



**Imagen 2.** Drenaje pluvial  
**Fuente:** (Ingecivil, 2018)

#### **2.1.2.2.1 sistemas de drenaje pluvial.**

El sistema de alcantarillado pluvial está compuesto por distintas estructuras, entre ellas:

- La zanja de drenaje es un sistema de drenaje longitudinal cuyo propósito es recolectar y concentrar el agua de lluvia en las carreteras y terrenos adyacentes.
- Drenajes pluviales o zanjas de drenaje Estas estructuras verticales son las entradas para que el agua ingrese al colector y retenga la mayoría de los materiales sólidos recolectados.
- Colector secundario, la tubería que transporta el agua de lluvia desde la tubería de agua de lluvia hasta el colector principal. Estos recolectores fueron enterrados bajo la vía pública.
- El principal colector, una tubería de mayor diámetro, lleva el agua de lluvia finalmente a su destino. Son tuberías de sección transversal rectangular o de canal abierto, generalmente ubicadas en la parte baja de la ciudad.
- El pozo de inspección o sala de inspección es una cámara vertical que permite el acceso al colector y facilita su mantenimiento.

- El gabinete de expansión, también conocido como pozo de tormentas, es una estructura que se usa cuando la avenida necesita ser enrollada debido a una gran tormenta.
- La descarga final es una estructura que evita la erosión en aquellos puntos donde el agua de lluvia es recolectada y descargada a lechos de ríos, arroyos u océanos naturales. (Ingecivil, 2018)



**Imagen 3.** Sistemas de drenaje pluvial  
**Fuente:** (Ingecivil, 2018)

### **2.1.2.3 Alcantarillado combinado.**

Captura y ejecuta al mismo tiempo el 100% del agua en el sistema anterior, pero en vista de su eliminación dificulta su tratamiento posterior y provoca serios problemas de contaminación al ser vertido en los canales naturales, debido a restricciones ambientales, no pueden infiltrar. (Almeida, 2020)



**Imagen 4.** Alcantarillado combinado  
**Fuente:** (Betancur, 2016)

#### **2.1.2.4 Alcantarillado Semi-Combinado.**

Sistema que dirige el 100% las aguas residuales producidas por un área o un grupo de áreas, y el porcentaje de agua de lluvia captada en esa área es menor al 100%, se considera que excede y pasa este sistema de vez en cuando como conductor de agua lluvia o sistemas de infiltración, para así no provocar inundaciones en carreteras o zonas residenciales. (Almeida, 2020)



**Imagen 5.** Alcantarillado Semi- combinado  
**Fuente:** (Ingenieria Civil , 2017)

#### **2.1.3 Componentes de un alcantarillado**

Los principales componentes de las redes que tienen los alcantarillados, son las siguientes:

- ❖ Red de atarjeas.
- ❖ Subcolectores
- ❖ Colectores.
- ❖ Emisores
- ❖ Cunetas
- ❖ Pozos de inspección



**Imagen 6.** Componentes de un alcantarillado  
**Fuente:** (Betancourt, 2016)

### 2.1.3.1 Red de atarjeas.

Tienen el fin en que la red de alcantarillado recoja y transporta el agua vertida, domésticas, comerciales e industriales para promover el flujo acumulativo hacia el recolector, interceptor o lanzador. Esta red consta de un grupo tuberías para el reciclaje de aguas residuales. El agua que entra en la tubería es moverse a lo largo de la red y acumular tráfico, provocando expansión, a medida que aumenta el caudal, la parte continua de la tubería, de esta forma, se obtiene el mayor diámetro en la última parte de la red. (Almeida, 2020)



**Imagen 7.** Red de atarjeas  
**Fuente:** (Milanes, s.f.)

### **2.1.3.2 Subcolectores.**

Es una tubería que recibe aguas residuales del alcantarillado para uso futuro conectándose a un colector. Su diámetro es generalmente inferior a 61 cm, ya que no debe utilizar madrinillas. (Almeida, 2020)

### **2.1.3.3 Colectores.**

Es una tubería que recoge las aguas residuales de las aguas atarjeas. Puede terminar en interceptor en el descargador o en la planta de tratamiento. No se permite conexión a alcantarillas directamente al colector, en estos casos el diseño debe prever una alcantarilla paralela a la tubería coleccionista. (Almeida, 2020)

### **2.1.3.4 Emisores.**

Es el canal que recibe aguas de varios colectores, el mismo no acoge ninguna aportación demás en su camino y su función principal es dirigir aguas negras a una planta de tratamiento destinada. (Almeida, 2020)

Por causas económicas colectores y emisores propende a ser una copia interior del drenaje de la superficie natural. El goteo tiene que ser por la gravedad menos en maneras distintas donde se necesitan un bombeo. Se procede a describir cada una de ellas.

- ❖ **Emisores a gravedad:** Las aguas residuales de los que emiten y trabajan con gravedad por lo general viajan por tubos o canales que tienen diseños estructurados especializados cuando una condición sea del caso.
- ❖ **Emisores a presión:** Si el relieve no permite que el transmisor este a cierta gravedad, es necesario utilizar un transmisor a presión. (Almeida, 2020)

Es de suma importancia la construcción de una estación de bombeo para elevar el caudal de un tramo de emisor a gravedad, a otro tramo que necesite colocarse a una mayor elevación. El emisor a presión se proyecta hidráulicamente analizando las alternativas necesarias para dar su ubicación, tipo y clase de tubería, así como las características de la planta de bombeo y la estructura de descarga. (Almeida, 2020)

### 2.1.3.5 Cunetas.

Son las entradas encargadas de recolectar el agua de lluvia en las carreteras y terrenos adyacentes. (Perez Porto & Gardey, 2017)

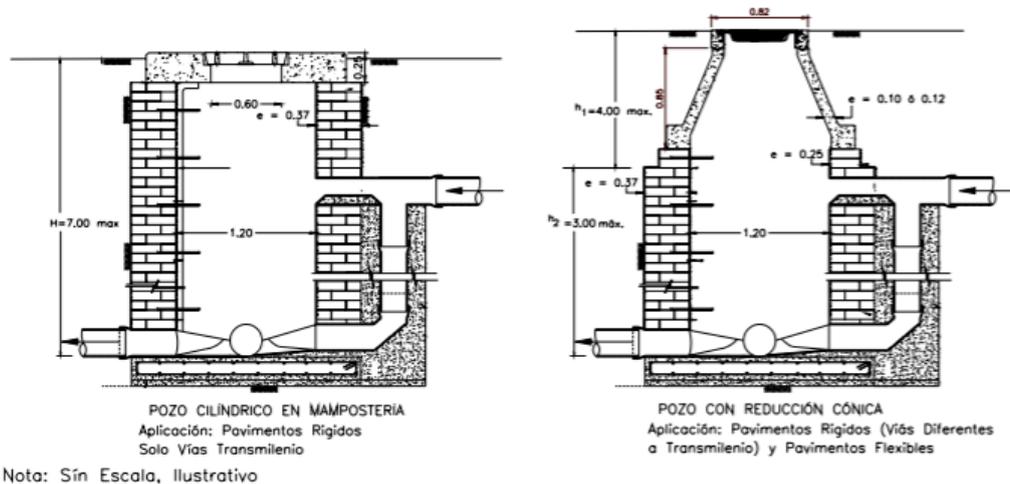


**Imagen 8.** Cunetas

**Fuente:** (Perez Porto & Gardey, 2017)

### 2.1.3.6 Pozos de inspección.

Una estructura construida de ladrillo y hormigón, su diseño permite la ventilación, acceso y mantenimiento de colectores de alcantarillado. (Acueducto Sistec, 2017)



**Imagen 9.** Pozos de inspección

**Fuente:** (Acueducto Sistec, 2017)

### 2.1.4 Modelos de configuración en colectores, interceptores y emisores

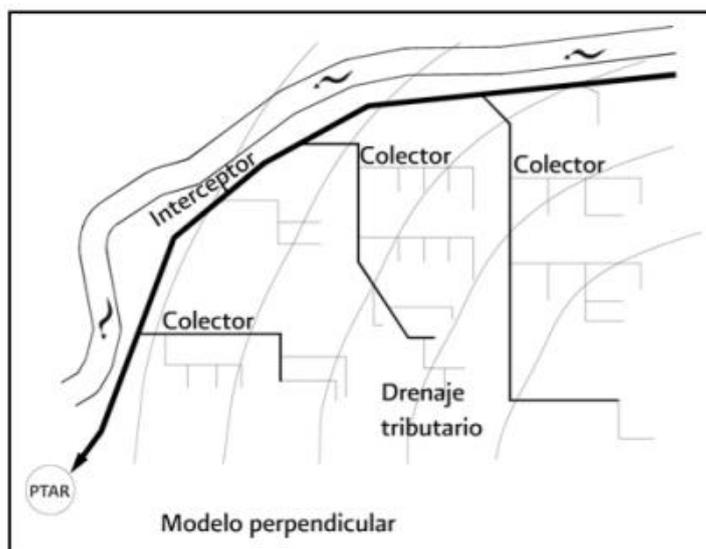
Según (Conagua, 2016) existen distintos modelos de configuración en el trazo de colectores, interceptores y emisores, los mismos que dependen de estos factores:

- La topografía predominante
- El trazo de las calles
- El sitio de vertido y la disposición del terreno para ubicar la planta de tratamiento.

En cualquiera de los casos se debe realizar un análisis de alternativas que sea más adecuada, ya sea para definir sitios o como el número de plantas necesarias con el objetivo más adecuado y económico. (Conagua, 2016)

#### 2.1.4.1 Modelo perpendicular.

Cuando una comunidad paralela a una corriente, ubicada en un terreno con suave pendiente hacia esta, la forma idónea de recoger las aguas residuales es ubicar tuberías perpendiculares hacia la corriente. También, se debe analizar la mejor manera de conectarse los colectores a un interceptor. (Conagua, 2016)

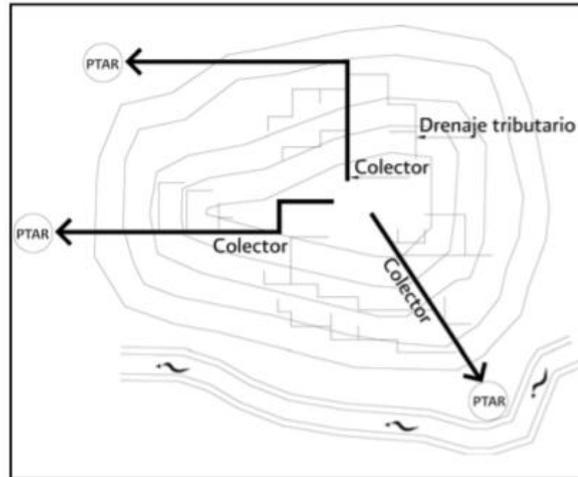


**Imagen 10.** Modelo perpendicular

**Fuente:** (Conagua, 2016)

#### 2.1.4.2 Modelo radial.

Las aguas residuales se dirigen fuera de la localidad, en forma radial a través de colectores. (Conagua, 2016)

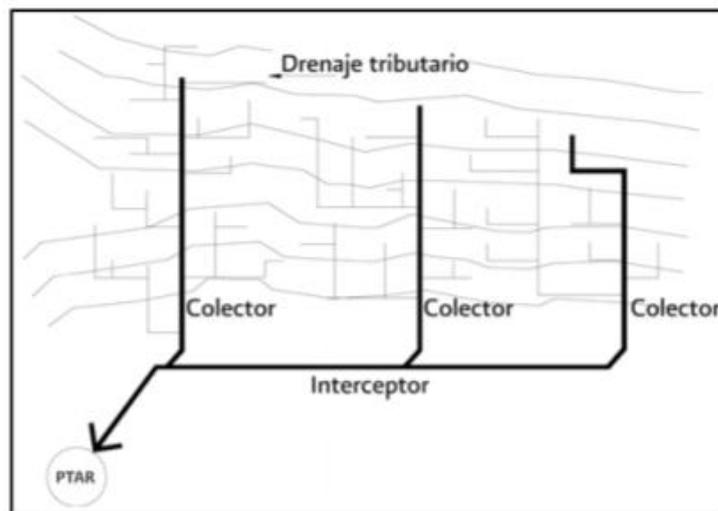


**Imagen 11.** Modelo radial

**Fuente:** (Conagua, 2016)

#### 2.1.4.3 Modelo de interceptores.

Se emplea para recoger aguas residuales en sitios con curvas de nivel aproximadamente paralelas, sin grandes desniveles y cuyas tuberías primordiales (colectores) se conectan a una tubería mayor que se encarga de llevar las aguas residuales hacia una planta de tratamiento. (Conagua, 2016)

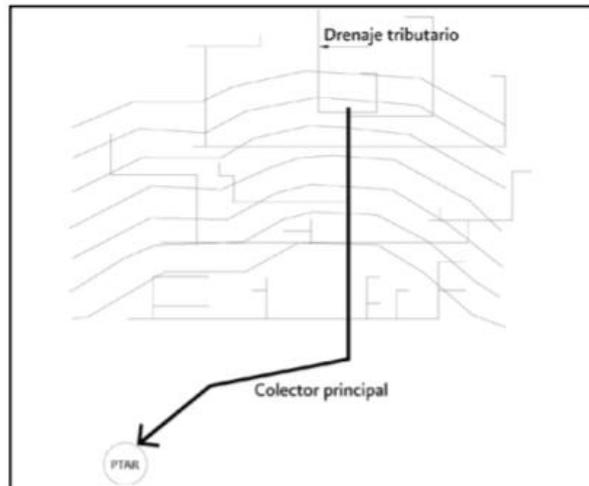


**Imagen 12.** Modelo de interceptores

**Fuente:** (Conagua, 2016)

#### 2.1.4.4 Modelo de abanico.

Si la localidad está ubicada en un valle, se pueden usar las líneas convergentes hacia una tubería principal (colector) localizada en el interior de la localidad, originando una sola tubería de descarga. (Conagua, 2016)



**Imagen 13.** Modelo de abanico

**Fuente:** (Conagua, 2016)

#### 2.1.5 Rehabilitación de colectores usando metodología tradicional con zanja

Este método incluye la excavación de un tajo abierto, es el más usado el medio y más conocido, solo se utiliza para transformar acueductos y redes de alcantarillado. Este método de reemplazo de tubería implica cavar una zanja dependiendo de su profundidad y tipo de suelo. Según los términos de servicio esta base puede ser un tipo de relleno granular o específico. (Dueñas, 2017)

Para llevar a cabo este trabajo en áreas urbanas desarrolladas, se las señales permiten desvíos, mientras que las obras de demolición y reconstrucción de la estructura de la superficie de la carretera e instalación debajo de la carretera tubería. (Serrano, 2018)

Este método tradicional consta de un conjunto de operaciones, tales como:

- Apertura de zanja.
- Relleno y compactación.

- Drenar líquidos.
- Entibar o instalar tablestacas.

#### ***2.1.5.1 Apertura de zanja.***

La apertura de zanja es una excavación abierta y fija en el suelo, a la que puede entrar el operario, y se realiza de forma manual o mecánica. La excavación debe ser muy cuidadosa para minimizar los cambios en las propiedades mecánicas del suelo, lo cual es inevitable. Su ancho no suele ser superior a 2 m, su profundidad no suele superar los 7 m, en este caso la excavación se considerará fundición. (Yepes Piqueras, 2018)

La excavación tiene dos etapas: una es de excavación y otra de apoyo, esta última puede ocurrir o no, dependiendo de las características del terreno y del tiempo previsto para la excavación. Además, cuando la zanja se excava mecánicamente, el terreno debe permitir la pendiente de corte vertical de esta profundidad, y la distancia entre el foso de la máquina y el soporte no es más de 1 y la mitad de la profundidad de la zanja en ese momento. (Yepes Piqueras, 2018)

El ancho mínimo del fondo de la zanja depende del espacio que el operador necesite para colocar la tubería, por lo que considere el ancho mínimo como 0,60 m. En el punto donde se debe colocar la junta, se ensancha la ranura, cuyo tamaño depende del tipo de junta y del procesamiento requerido para el montaje. La norma UNE-EN 1610 menciona el ancho mínimo de la ranura en función del diámetro nominal de la tubería y la profundidad de la ranura. (Yepes Piqueras, 2018)

La calidad del fondo de la zanja es muy importante para la buena protección de la tubería, porque la presencia de áreas de diferente dureza hace que la tubería no pueda estar en buen estado de soporte. Por lo tanto, se recomienda no excavar en exceso y, al mismo tiempo, limpiar la parte inferior de la piedra y realizar con cuidado el refinamiento final. (Yepes Piqueras, 2018)

La profundidad de la zanja debe estar marcada en el proyecto, pero, en cualquier caso, teniendo en cuenta el impacto de la carga del tráfico, la distancia entre la barra colectora de la tubería y el suelo debe ser de un mínimo de 0,60 m. (Yepes Piqueras, 2018)

La estabilidad de los muros de la zanja se puede lograr dándoles una pendiente adecuada, pero en algunos casos, por el costo económico de la excavación o por la imposibilidad física del espacio, en algunos casos esto es imposible, entonces necesita apoyo. (Yepes Piqueras, 2018)



*Imagen 14.* Zanjadora  
*Fuente:* (Yepes Piqueras, 2018)

#### **2.1.5.2 Relleno y compactación.**

Los proyectos de compactación se pueden dividir en construcciones lineales como carreteras, carreteras, ferrocarriles, canales y rutas de tráfico fluvial según sus usos, y construcciones puntuales como aeropuertos, presas y rellenos sanitarios. (Derribos Sevilla, 2016)

- **Método de proyecto.** - Es apto para pequeñas obras. El material de relleno se traslada al área a esparcir y su espesor depende de las capacidades de la máquina del contratista. Luego, la máquina compacta toda el área a la densidad especificada y luego extiende y compacta otra capa. Este proceso de cambio continúa hasta que se alcanza la altura o el nivel especificado. En este tipo de proyectos, la conveniencia y rapidez de operación del compactador son importantes porque la maquinaria de transporte permanece inactiva durante la etapa de compactación, pero si podemos subdividir el trabajo en capas de llenado continuo, el transporte y distribución de materiales La maquinaria permanecerá ocupada. (Derribos Sevilla, 2016)
- **Método progresivo.** - Se utiliza para grandes proyectos, para construcción de carreteras o relleno de tierra, porque la máquina trabaja constantemente

para esparcir el material frente al compactador. La velocidad de compactación debe adaptarse a la velocidad de extendido de otras máquinas. Dado que las horas de trabajo suelen ser largas, la fiabilidad del compactador y su comodidad para el operador son muy importantes. (Derribos Sevilla, 2016)



*Imagen 15.* Excavadora

*Fuente:* (Derribos Sevilla, 2016)

### ***2.1.5.3 Drenaje de líquidos.***

Las zanjas y sumideros se crean con máquinas de excavación convencional. Las bombas deben tener la fuerza suficiente como para hacer frente al momento de dirigir partículas sólidas y finas. La implementación de este sistema muestra problemas en suelos granulares, por la deficiencia de estabilidad en el suelo cuando están saturados. Este sistema trata de su utilidad únicamente cuando el volumen de agua dado por el terreno no es lo suficiente alto, es útil en obras pequeñas. Si se debe drenar una cantidad de agua importante, se debe aumentar la sección de la zanja, agregar la pendiente, o ubicar tuberías horizontales fisuradas dentro de la zanja drenante para ayudar a la circulación del agua hacia los sumideros. (Yepes Piqueras, Universidad Politecnica de Valencia, 2021)



**Imagen 16.** Dren francés

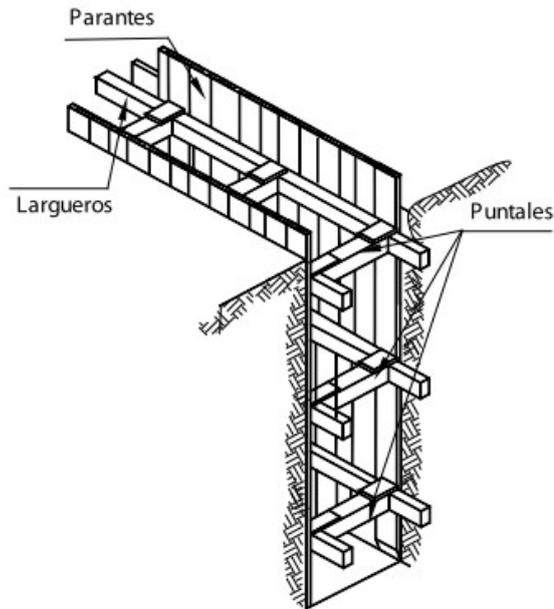
**Fuente:** (Yepes Piqueras, Universidad Politecnica de Valencia, 2021)

Uno de los problemas principales que daría el sistema da en que la corriente subterránea de agua puede arrastrar partículas finas y aumentar la presión intersticial del terreno, consiguiendo de riesgo de subsidencias. Este efecto se da en terrenos con estratos de arena fina. (Yepes Piqueras, Universidad Politecnica de Valencia, 2021)

#### ***2.1.5.4 Entibar o instalar tablestacas***

Se define como entibado al grupo de medios mecánicos o físicos que se usan de forma transitoria para no permitir que una zanja excavada se desbarate debido al movimiento de tierras. Cabe recalcar que el entibado es una actividad momentánea y no una finalidad. Sirve para alcanzar un objetivo de construcción (colector o fundación) y al finalizar la obra es retirada en su totalidad. (Escuela Militar de Ingenieria Mcal. Antonio Jose de Sucre, 2017)

Trata en la contención lateral de las paredes del suelo de cárcavas, pozos y zanjas, por medio de planchas metálicas o de madera, clavadas perpendicularmente al suelo y trabadas entre sí con el uso de puntales y largueros, también metálicos o de madera, se debe al modo de alteración de la estabilidad de estructuras adyacentes en el área de excavación, o con el objetivo de evitar el desplazamiento de suelos no cohesivos o poco consistentes, por la acción del peso propio del suelo y de las cargas eventuales a lo largo del área en zanjas de mayores profundidades. (Escuela Militar de Ingenieria Mcal. Antonio Jose de Sucre, 2017)



**Imagen 17.** Entibado de zanja

**Fuente:** (Escuela Militar de Ingenieria Mcal. Antonio Jose de Sucre, 2017)

#### **2.1.5.4.1 Tipos de entibado.**

- **Apuntalamiento.** - El piso lateral se apuntalará con tablas de madera de 1" \* 6" separadas como corresponde, en un plano nivelado apoyado con troncos de eucalipto o puntales con anchos en algún punto de 4" y 6" o áreas de emisiones de luz de piso de madera. (Escuela Militar de Ingenieria Mcal. Antonio Jose de Sucre, 2017)
- **Discontinuo.** - El piso lateral será apuntalado con tablas de madera de 1" \* 6", dispersas a 16 cm de distancia y sobre un plano nivelado apoyado con cornisas (radios de madera) en toda su longitud y troncos de eucalipto con anchos en algún punto del rango de 4" y 6" cada 1,35 m, aparte del acabado de los apoyos donde los puntales estarán a 0,40 m. (Escuela Militar de Ingenieria Mcal. Antonio Jose de Sucre, 2017)
- **Simple sin parar.** - Para esta situación la regulación de la suciedad se hará con tablas de 1" \* 6", punteadas entre sí y en un plano de nivel atornillado con cornisas (pilares de madera) en la totalidad de su aumento y troncos de eucalipto con anchos de 4" y 6" o 3" \* 6" radios divididos 1,35 m salvo los

límites donde los puntales estarán a 0,40 m. (Escuela Militar de Ingeniería Mcal. Antonio Jose de Sucre, 2017)

- **Especialmente persistente.** - Para esta situación el piso lateral estará contenido por tablas de 2" \* 6", de tipo hembra y macho y sobre un plano nivelado atornillado por radios de 3" \* 6" a lo largo de toda su longitud y distancia de 6" a través de troncos de eucalipto separados 1,35 m de los cierres de los tirantes donde los swaggers estarán a 0,40 m. (Escuela Militar de Ingeniería Mcal. Antonio Jose de Sucre, 2017)
- **Metal-madera.** - Para esta situación el suelo horizontal será contenido por tablas de madera de 2" \* 6", contenidas en perfiles metálicos de doble "T" de 30 cm (12") dispersos cada 2,0 m y estrellados en el suelo con la infiltración mostrada en la empresa y según el tipo de suelo y la profundidad del canal. (Escuela Militar de Ingeniería Mcal. Antonio Jose de Sucre, 2017)

Los perfiles se sostendrán con perfiles metálicos en doble T de 30 cm (12") dispersos cada 3,0 m (12"). Para canales de hasta 6,0 m (20 pies) de profundidad, en condiciones típicas, se utilizará un borde de cornisas y troncos. El apuntalamiento debe planificarse según la idiosincrasia de cada caso. (Escuela Militar de Ingeniería Mcal. Antonio Jose de Sucre, 2017)

Para evitar sobrecargas en el apuntalamiento, el material descubierto se guardará a una buena distancia del canal, en todo caso equivalente a su profundidad. En el momento en que el agua se experimenta de forma sobresaliente, la parte inferior del canal puede asentarse brevemente con rocas, piedras o escombros. Este tipo de material provocará una curvatura entre los granos del suelo y evitará la fluidificación. La corriente de agua no se detendrá con este método. (Escuela Militar de Ingeniería Mcal. Antonio Jose de Sucre, 2017)

En el caso de que la corriente no sea tan increíble como para causar la fluidificación, se puede sacar muy bien permitiendo que corra a lo largo de la parte inferior del canal hasta un sumidero, desde el cual se sifonea. En el desarrollo de un curso enorme, se puede colocar un drenaje inferior de baldosas de junta abierta en la base del canal por debajo de la zona del diseño más grande para dar una filtración más completa y una base de canal seca para el desarrollo. El canal se deja montado

cuando se termina el curso, sin embargo, debe ser separado para no hacer residuos de suelo duraderos. (Escuela Militar de Ingeniería Mcal. Antonio José de Sucre, 2017)

Teja, pieza plana de escaso grosor comparativo con su tamaño, generalmente de forma cuadrada o rectangular, canteada o acodada, utilizada como material de revestimiento de pisos. Suelen estar hechas de hormigón armado, artístico, combinación de rocas y terrazo. (Escuela Militar de Ingeniería Mcal. Antonio José de Sucre, 2017)

Como fuente de perspectiva, a continuación, se presenta una representación del apuntalamiento sugerido en función del tipo de suelo:

**Tabla 2**  
***Tipos de suelos***

<i>No.</i>	<i>Tipo de Suelo</i>	<i>Entibado recomendable</i>
1	Tierra roja y de compactación natural. Tierra compactada o arcilla.	Discontinuo
2	Tierra roja, blanca y Marrón – Tierra silícea (seca)	Discontinuo – continuo simple
3	Tierra roja con tipología ceniza barro saturado	Continuo simple
4	Tierra saturada con arena – Turba o suelo orgánico	Continuo especial
5	Tierra blanca – arcilla blanda	Continuo especial
6	Limo arenoso	Continuo
7	Suelo granular – arena gruesa	Continuo
8	Arcilla cohesiva	Apuntalamiento

**Elaborado por:** Cáceres (2021)

Al realizar las operaciones anteriormente nombradas, se dan varios problemas:

- Comprender las redes existentes, como la energía de bajo voltaje, Alta presión, agua, teléfono, gas.
- Provocan daños o pérdidas de personal a terceros.

- Debido al tipo de suelo, se pueden encontrar corrientes subterráneas, nivel Alto de agua subterránea, minas antiguas, destrucción o deslizamientos de tierra. (Dueñas, 2017)

#### ***2.1.5.5 Características de la renovación a zanja abierta.***

Las principales características de este método tradicional se enumeran a continuación.

- El costo de hacer zanjas (especialmente cuando hay un nivel de agua subterránea) y destruir las trincheras es alto.
- Las partículas y el ruido tienen un impacto considerable en el medio ambiente.
- Debido al cierre de carreteras y andenes, el impacto en los viajes es notorio.
- Puede interferir con otra línea de servicio, como gas, teléfono y electricidad.
- Mayor costo de procesamiento de materiales excavados.
- Debido a la disminución de las ventas, se ha reducido la pérdida económica del sector comercial en la región.
- Los clientes y los productos se ven afectados.
- Acabados antiestéticos por reparaciones.
- Costos adicionales por materiales y operaciones de llenado. (Dueñas, 2017)



***Imagen 18.*** Obra con zanja abierta

***Fuente:*** (Yepes Piqueras, Universidad Politecnica de Valencia, 2016)

### 2.1.6 Rehabilitación de colectores usando metodología CIPP

La tecnología permite actualizaciones y mejoras a través de la red de conducción de agua, repara las tuberías defectuosas o dañadas que se hayan instalado. Con este fin, es a través del despliegue conecte una funda textil y pase por un proceso de curado con vapor o usando luz ultravioleta, se convertirá en una nueva tubería. La tubería resultante también es prominente porque mejora las capacidades estructurales del primero y mejora la durabilidad, porque la vida útil del material supera los 50 años. Este recubrimiento tiene solo unos pocos milímetros de espesor, aunque la pérdida es insignificante, depende de la baja rugosidad de la tubería reparada, puede compensar la capacidad de carga de la tubería. El revestimiento interior es un nuevo tipo de tubería continua sin juntas ni grietas en la otra tubería que es usada como molde y consiste en una manguera invertida (llamada manga) al instalar en la tubería a reparar. (Estrada Gonzalez & Forero Fajardo, 2018)



**Imagen 19.** Proceso de curado – tecnología CIPP.

**Fuente:** (Estrada Gonzalez & Forero Fajardo, 2018)

CIPP es el marco de restauración con el reconocimiento más amplio en todo el mundo. A pesar de que en la actualidad existen numerosos marcos de corte existen, el componente básico es la utilización de una línea impregnada con poliéster o brea epoxi. impregnado con brea de poliéster o epoxi. La línea se incrusta en la línea actual y se expande contra dentro de la masa de la línea. se hincha dentro de la masa de la línea, y luego, en ese punto se alivia, ya sea a temperatura ambiente o, por el contrario, con mayor frecuencia, tomando todas las cosas en conjunto o, por otro lado, excepto en los más pequeños, reciclando agua a alta temperatura o vapor. Unas

pocas variaciones utilizan luz brillante para fijar el tono. (Luna Escalante & Gonzales Mendoza, 2018)

La adición se realiza de dos maneras. Una es por inversión (o volteo en forma de calcetín) de la camisa dentro del cilindro utilizando aire compactado o agua, lo que naturalmente empuja el material de la camisa contra la masa del consecuentemente del tubo anfitrión. La otra es remolcar la camisa no inflada a través del cilindro, expandiéndola cuando se encuentra en la posición correcta. El contraste entre los dos procedimientos es que en la alternativa principal no hay desarrollo general entre el material de la camisa y el tubo anfitrión, mientras que en la segunda hay cierto potencial de daño por fricción o contacto entre la camisa y el tubo anfitrión. (Luna Escalante & Gonzales Mendoza, 2018)

En el último existe cierto potencial de daño por rozamiento o contacto entre la camisa y el tubo anfitrión, excepto si se utiliza una lámina o revestimiento defensivo. Los marcos CIPP hacen una línea firmemente ajustada dentro de otra línea que tiene una resistencia primaria cuantificable y puede estar destinada a diferentes condiciones de apilamiento. La firmeza anular del revestimiento es mejorada por la represión dada por la tubería anfitriona y el suelo circundante tienen la tubería y el suelo circundante. Los alcances de las anchuras para la utilización de esta estrategia van desde 160 mm hasta 1100 mm y para las longitudes más extremas que se adaptan por la existencia de la mezcla de goma y las limitaciones de la línea matemática. (Luna Escalante & Gonzales Mendoza, 2018)

Existe una variedad de sistemas comerciales en base a CIPP y se pueden clasificar según:

- La estructura y composición de la camisa.
- El método de colocación.
- El método de curado.
- El tipo de resina empleado.

Material del tubo de la camisa	Tipo de colocación	Tipo de curado	Resina	Principal aplicación	Comentario
Filtro de poliéster sencillo	Inversión con agua	Agua caliente	poliéster (PE) Viniléster (VE) Epoxi (EP)	Gravedad	El sistema original más empleado en alcantarillado.
		Ambiente	PE, VE, EP	Gravedad	Usado para tuberías cortas o de pequeño diámetro y acometidas.
Filtro de poliéster reforzado con fibras cortadas aleatoriamente distribuidas en el espesor.	Inversión con aire	Vapor	PE, VE, EP	Gravedad	Diámetros medianos y pequeños, curado rápido y de alta productividad.
	Remolcado e inflado (PIF)	Vapor, agua caliente o ambiente	PE, VE, EP	Gravedad	Método de instalación alternativo
Filtro de poliéster reforzado con fibras aleatoriamente distribuidas en el espesor.	Inversión con agua	Agua caliente	VE, EP	Presión (Tuberías principales de agua si se usan resinas autorizadas)	Variantes semiestructurales y totalmente estructurales
Filtro de poliéster reforzado con fibras-fábrica de vidrio estructurado	Inversión agua	Vaporo agua caliente	PE, VE, EP	Presión y gravedad	Permite espesor de pared reducido para aplicaciones en gravedad
	Inversión con aire PIF	Luz UV	Especial	Gravedad	Espesor reducido y rápido curado
Filtro de poliéster reforzado con fibra de carbono (la fibra de carbono a ambas caras del tubo)	Inversión con aire	Vapor	PE o VE	Tuberías de gravedad profundas / gran diámetro	Estructura Sándwich proporciona máxima rigidez anular con mínimo espesor.
Manguera tejida circularmente con fibras de poliéster	Inversión agua, aire o PIF	Vapor, agua caliente o ambiente	EP	Presión	Semiestructural dependiendo de la adhesión
Manguera tejida más fieltro		Calor	Epoxi	Presión	Semiestructural no requiere adhesión
Manguera tejida más fieltro más fábrica estructurada de fibra de vidrio		Calor	Epoxi	Presión	Semiestructural o totalmente estructural

**Imagen 20.** Materiales de las camisas

**Fuente:** (Luna Escalante & Gonzales Mendoza, 2018)

### 2.1.6.1 Aplicación

Principales aplicaciones de este método de rehabilitación.

**Tabla 3**  
***Sistemas de rehabilitación CIPP***

Alcantarillado	Si	
Tuberías de gas	Si	Ciertos tipos de sistemas CIPP se han diseñado específicamente para su uso en tuberías de gas más que para alcantarillado por gravedad.
Tuberías de agua potable	Si	Se necesita la aprobación del organismo regulador competente de todos los materiales en contacto con el agua potable.
Tuberías industriales/Químicas	Si	Se debe elegir la correcta composición de la resina para resistir efluentes especialmente agresivos y a altas temperaturas.
Tuberías rectas	Si	
Tuberías con cambios de dirección	Sí	Pueden producirse arrugas en la camisa en la cara interior de los cambios de dirección
Tuberías no circulares	Si	
Tuberías circulares	Si	
Tuberías de sección transversal variable	Posible	Algunos sistemas CIPP permiten la fabricación a medida del tubo de camisa para adaptarse a los cambios en la circunferencia o el perímetro de la tubería en un tramo entre registros.

Tuberías con conexiones de ramales	Si	
Tuberías con deformaciones	Posible	Una regla ampliamente aceptada es que las alcantarillas con menos de un 10% de deformación se pueden encamisar sin una previa reforma de la sección.
Reposición en línea (iguales diámetros)	No	La mejora en la rugosidad (Valor C tras el forrado) puede compensar la reducción de la sección transversal del flujo por gravedad.
Tuberías en presión	Posible	Mayormente los sistemas CIPP son destinados en origen a tuberías por gravedad, pero hay disponibles técnicas específicas para tuberías a presión.

---

**Elaborado por:** Cáceres (2021)

### ***2.1.6.2 Tipos de curados en el CIPP***

A continuación, se mencionan los tipos de curados existentes dentro del CIPP.

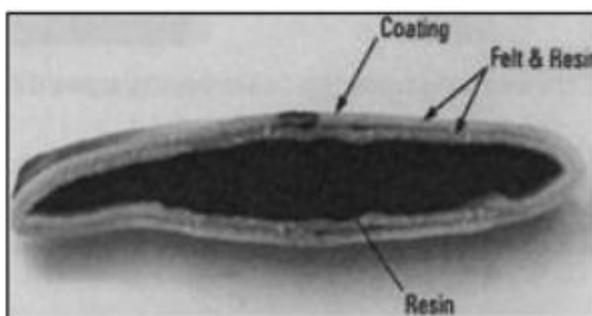
- Curado térmico
- Curado con agua caliente
- Curado a temperatura ambiente

Se procede a describir cada tipo de curados.

#### **2.1.6.2.1 curado térmico.**

La mayoría de las tuberías por gravedad curadas con calor están revestidas de la siguiente manera: como se muestra en la Imagen N ° 21, un tubo no tejido generalmente hecho de fieltro de aguja poliéster impregnado con resina de poliéster. Algunos sistemas utilizan materiales compuestos como fieltro y fibra de vidrio. La composición de la resina se puede adaptar características de curado y efluentes. Las sábanas de las camisas suelen estar pintadas en su superficie exterior, que se convertirá en la superficie interior de la chaqueta está hecha de poliéster, polietileno, sarín o poliuretano, según aplicación. (Luna Escalante & Gonzales Mendoza, 2018)

La membrana tiene múltiples funciones: retiene en el proceso de impregnación y transporte, la resina retiene aire o agua durante el proceso de inversión. Y a través de él proporciona una superficie interior hidráulicamente eficaz para el revestimiento terminado poca fricción. La impregnación se realiza en fábrica, mediante extracción al vacío y asegúrese de asignar. (Luna Escalante & Gonzales Mendoza, 2018)



**Imagen 21.** Tubo de camisa de fieltro - poliéster.

**Fuente:** (Luna Escalante & Gonzales Mendoza, 2018)

La inserción de una alcantarilla existente generalmente se hace arrastrándola a su ubicación o proceso de inversión mediante el uso de agua a presión (o a veces aire) dé la vuelta a la carcasa mientras penetra en la tubería. (Luna Escalante & Gonzales Mendoza, 2018)

#### **2.1.6.2.2 curado con agua caliente**

El procedimiento es el siguiente:

- a) Se levanta una torre de armazón sobre el sumidero donde se hará la inversión para dar el segmento de agua importante para transformar el revestimiento. En los pozos profundos, el pináculo puede no ser importante. (Luna

Escalante & Gonzales Mendoza, 2018)



**Imagen 22.** Torre de andamio para la instalación de la camisa  
**Fuente:** (Luna Escalante & Gonzales Mendoza, 2018)

- b) Se coloca una tubería de ayuda entre el paso a la línea que se va a revestir y el punto más alto de la torre de armazón, con un collarín sin doblar en el extremo superior al que se asociará la camisa. (Luna Escalante & Gonzales Mendoza, 2018)
- c) El acabado de la camisa se gira físicamente en una longitud determinada, normalmente un par de metros, y se une al cuello de la tubería de ayuda. Al acabado posterior de la camisa se le anexa una manguera que se presentará a lo largo de toda la longitud del cilindro después de la inversión. (Luna Escalante & Gonzales Mendoza, 2018)

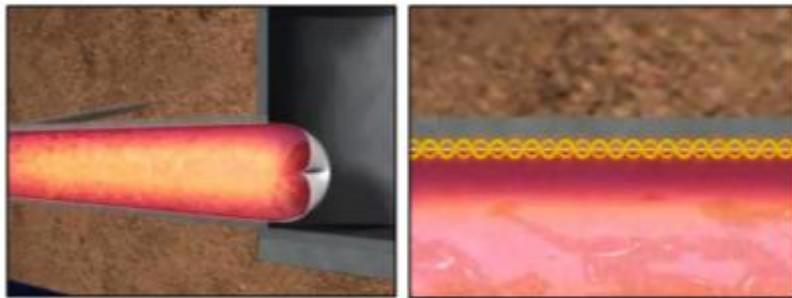


**Imagen 23.** Colocación de la camisa en la tubería  
**Fuente:** (Luna Escalante & Gonzales Mendoza, 2018)

- d) El agua es introducida en el segmento que efectivamente ha sido volteado, haciendo que la camisa proceda a modificarse y progrese a través del cilindro

de ayuda y del tubo anfitrión como se muestra en la Imagen No. 23. La presión del agua presiona el manto contra la masa de la línea actual.

- e) Cuando la inversión está terminada, el agua dentro del manto se recicla a través de una unidad de calentamiento, utilizando la manguera referida anteriormente para garantizar que el agua de alta temperatura se ventila a cada parte de toda la longitud del manto como se muestra en la Imagen No. 24. La medida de calor proporcionada es controlada por la tasa de restauración necesaria para el paso.



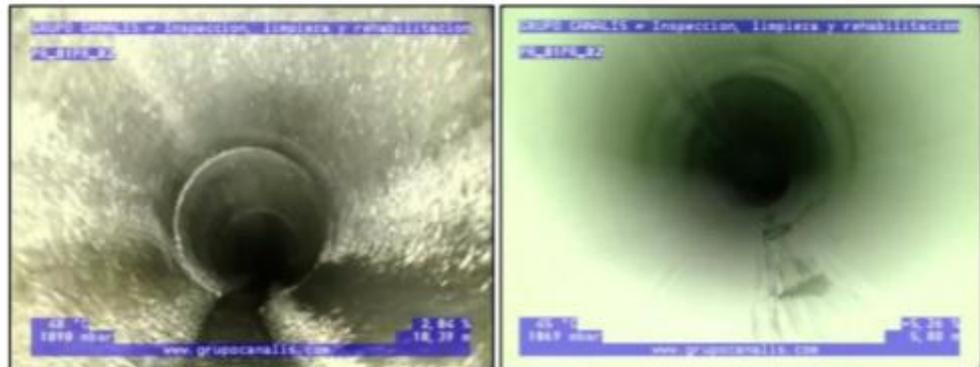
**Imagen 24.** Curado con agua caliente  
*Fuente: (Luna Escalante & Gonzales Mendoza, 2018)*

- f) Utilizando termopares, se observan las temperaturas en diferentes marcas del revestimiento.
- g) Una vez realizada la restauración, el agua se enfría continuamente antes del vertido.
- h) Se cortan los acabados de la camisa. En algunos casos se dejan un par de centímetros de liner sobresaliendo del divisor del pozo, lo que proporciona una mejor fijación y amarre mecánico del liner en posición con el sumidero.
- i) Si es imprescindible, las asociaciones de ramales se reanudan con un conformador mecánico, como se muestra en la Imagen N° 25.



**Imagen 25.** Reapertura de conexiones usando robot fresador  
*Fuente: (Luna Escalante & Gonzales Mendoza, 2018)*

- j) En la Imagen 26 se muestra una correlación entre una línea antes de ser restaurada con la estrategia CIPP y una línea similar después de la restauración.



**Imagen 26.** Antes y después de la rehabilitación de la tubería  
*Fuente: (Luna Escalante & Gonzales Mendoza, 2018)*

### ***2.1.6.2.3 curado a temperatura ambiente***

Los marcos de revestimiento restaurados a temperatura ambiente se utilizan básicamente en la restauración de tuberías de alcantarillado de poca anchura y ramales, canales de alcantarillado de poca distancia. Utilizan materiales como generalmente un fieltro recubierto, y la mayoría utilizan gomas de poliéster definidas para fijar sin el uso de calor. Los marcos de alivio de la temperatura ambiente evitan la necesidad de calderas u otras fuentes de calor y, en general, serán fuentes de calor y, por lo tanto, serán en general más asequibles que sus compañeros de alivio de calor. (Luna Escalante & Gonzales Mendoza, 2018)

No obstante, las propiedades del resultado final pueden no ser equivalentes a las de un envase con alivio térmico. Además, la ausencia de autoridad externa sobre el ciclo de alivio implica que estos marcos no son ordinariamente apropiados para distancias de tuberías más notables de 150 mm de distancia, o para largas longitudes de línea. La idea de la savia a temperatura ambiente implica que la impregnación del revestimiento se realiza con frecuencia sobre o cerca del lugar de trabajo sólo precediendo en o cerca del lugar de trabajo sólo precediendo a la colocación, para eliminar la posibilidad de que la goma se restaure antes de que se coloque la línea. alivio de la goma antes de que se termine la adición. (Luna Escalante & Gonzales Mendoza, 2018)

La colocación sigue en general la estrategia adjunta:

(a) El revestimiento, con el recubrimiento hacia el exterior de la línea, se extiende en la carretera o en el suelo, y la brea se llena hacia un lado. La savia se extiende utilizando un rodillo importante hasta que todo el liner esté impregnado. Dado que no es posible aplicar el vacío como en los revestimientos impregnados de las instalaciones industriales, es fundamental garantizar que el impregnado es fundamental garantizar que la impregnación está terminada y las burbujas de aire sean eliminadas. (Luna Escalante & Gonzales Mendoza, 2018)

b) El tubo impregnado se remolca en el tubo anfitrión y se incrusta una lámina o manga a lo largo de la camisa. Esto contendrá el aire o el agua fundamental para el hinchamiento.

c) El agua o el aire compactado se introduce en la manga transitoria, que presiona la camisa contra la masa interior del cilindro actual.

d) Cuando se considera que ha transcurrido el tiempo adecuado para que el alquitrán se fije se detiene la fuente del factor de prensado y la camisa transitoria.

e) Se cortan los acabados de la camisa y se devuelven las asociaciones de rama si son importantes.

### ***2.1.6.3 Ventajas.***

Las ventajas de este procedimiento son:

- Rapidez de implantación, con una disminución del periodo del 20% en contraste con las diferentes estrategias.
- No es necesario el destape durante la ejecución de la metodología.
- El desarrollo consume poco espacio del tranvía, menos tiempo y menos efecto sobre el tráfico.
- Amplía el límite de potencia de agua de la tubería.
- La técnica puede ajustarse a cualquier área matemática sin disminuir el límite del arroyo.
- Las tuberías restauradas con CIPP soportan desarrollos de posición estratégica (desarrollos sísmicos).
- La nueva línea por lo general tiene la capacidad de ser contra destructiva.

- La nueva línea soporta altos factores de presión y altas potencias.
- Los respiraderos de alcantarillado existentes pueden ser utilizados para el establecimiento.
- Obliga a las distorsiones de la línea actual y se opone al desarrollo caliente o a la compresión.
- Las asociaciones laterales se pueden restaurar de forma correspondiente.
- Se pueden utilizar diferentes marcos de savia. (Serrano, 2018)

#### ***2.1.6.4 Desventajas***

Los principales obstáculos de este procedimiento son:

- A veces la mezcla de la savia debe ser llevada fuera del sitio.
- Hay una disminución del segmento transversal de las líneas de hasta un 10%.
- Se requiere el control de la invasión.
- Se requieren re direccionamientos de arroyos.
- Se ha admitido un número predeterminado de lanzamientos para su uso en las tuberías de agua consumible.
- Las asociaciones requieren una fijación tras el corte.
- Requiere una mano de obra preparada con un hardware poco común.
- El coste de establecimiento es elevado para pequeños recorridos.
- El establecimiento sin ayuda puede ser difícil de abordar.
- La solidificación de la línea puede ser problemática en fragmentos largos.
- Algunas actividades de este marco no son evidentes, por lo que la investigación durante el desarrollo es problemática.
- De vez en cuando es importante hacer arreglos puntuales fundamentales antes de introducir la película, ya que la capa puede no ser el establecimiento de la película, ya que el nuevo tubo de paso toma el estado de la línea actual, recibiendo algo muy similar el estado de la línea actual, recibiendo deformaciones similares de la última mencionada.
- Las acumulaciones de los alquitranes utilizados para fijar la línea superan los 0,1 mg/L, lo que es superior a la limitación de toxinas establecida por la esto es más alto que el límite de toxinas establecido por la Agencia de Protección Medioambiental.
- Antes y durante la interacción de esta técnica, observar es importante para

mantener propiedades físicas y compuestas para tratar de no obstruir del revestimiento.

- En el caso de que no se utilicen los lanzamientos sans voc, el agua potable podría estar contaminada. (Serrano, 2018)

## **2.2 Marco conceptual**

### **2.2.1 Alcantarillado**

La planeación y desarrollo de los asentamientos de los seres humanos lleva consigo un planeamiento de servicios básicos de acueductos, alcantarillados, disposición de basuras, aseo, teléfono, electricidad, etc. Los sistemas a utilizar para la evacuación tanto de las aguas residuales como pluviales son redes de colectores, conectado por pozos de inspección que se instalan en excavaciones a una determinada profundidad en las vías públicas. Este tipo de aguas están compuestas por las aguas de uso doméstico, industrial, comercial e institucional, lo que provoca que se tomen en cuenta como pertenecientes a los caudales de diseño del sistema de acueducto.

### **2.2.2 Alcantarillado domiciliario**

Alcantarillado mediante el diámetro de las tuberías puede ser igual o mayor que 6", necesita de excavaciones menos profundas y un menor número de buzones que el alcantarillado que se simplifica.

### **2.2.3 Alcantarillado convencional**

Recolección de las aguas residuales a través de una red de tuberías, cuyo diámetro es igual o mayor a 8", con velocidades mayores a 0,6 m/s. Tiene una red de tuberías que necesitan profundas excavaciones para su instalación y de buzones ubicados en cambios de ubicación, cambio de desnivel o cada 100 m como máximo. La participación del usuario en el mantenimiento del sistema es poca.

#### **2.2.4 Alcantarillado simplificado**

Difiere el sistema convencional en la simplificar y minimizar el uso de materiales y criterios de construcción. El costo de construcción para este sistema es mínimo en comparación del alcantarillado convencional.

#### **2.2.5 Azolve**

Aglomeración de material sólido y sedimentos en las presas, pozos, cajas de captación, etc., los cuales tapan el componente.

#### **2.2.6 Vertedero**

Muro construido en dirección del cauce con el objetivo de alzar el nivel del agua del río para poder recogerla e introducirla al sistema.

#### **2.2.7 Boquilla**

Anillo que protege la boquilla y está ubicado en la parte superior del pozo (en sistemas de agua) y/o letrinas (en sistemas de saneamiento), que se utiliza para mantener las paredes y sostener firme la estructura que se apoya en éste. Imposibilita el ingreso de contaminantes y materiales extraños.

#### **2.2.8 Buzones de inspección**

Puntos de inspección en el recorrido de las redes de alcantarillado y colectores.

#### **2.2.9 Socavones**

Zanjas incitadas por la erosión a causa del escurrimiento de agua no permanente, como las lluvias en pendientes pronunciadas. Se caracterizan por la eliminación de inmensas cantidades de terreno e incremento de la erosión.

### **2.2.10 Componente**

Sistema que trabaja independientemente, además de estar diseñado, construido y operado como parte primordial del sistema.

### **2.2.11 Cunetas de coronación**

Canales construidos para inspeccionar la erosión del agua sobre el terreno, especialmente en terrenos de máxima.

### **2.2.12 Colectores terciarios**

Son tuberías de diámetro pequeño (150 a 250 mm de diámetro interno, que se pueden colocar debajo de las veredas, a los cuales se conectan las acometidas domiciliars.

### **2.2.13 Colectores secundarios**

Son las tuberías que se encargan de recoger las aguas de los colectores terciarios y las dirigen a los colectores principales. Están colocados bajo tierras, en las vías públicas.

### **2.2.14 Colectores principales**

Son tuberías de gran diámetro, usualmente situadas en las partes más bajas de las ciudades, y llevan todas las aguas servidas a su último destino.

### **2.2.15 Conexiones domiciliars**

Son cámaras de menor tamaño (de hormigón o plástico reforzado) que conectan el alcantarillado interior con el público.

### **2.2.16 Escorrentía**

Lámina de agua que circula sobre la superficie del suelo.

### **2.2.17 Estaciones de bombeo**

Como las redes de alcantarillado trabajan por gravedad, las tuberías necesitan tener una ligera pendiente para funcionar óptimamente, calculada para garantizar al agua una velocidad mínima que no permita la sedimentación de los materiales sólidos transportados.

### **2.2.18 Estación de tratamiento de las aguas residuales**

Diferentes tipos de estaciones de tratamiento que sujetan la calidad del agua de salida y se clasifican en: primario, secundario o terciario.

### **2.2.19 Foso negro o sumidero**

Excavación en el terreno con mampostería, grava y arena, empleada para la disposición de orina, heces y aguas residuales en los sistemas de saneamiento in situ húmedo.

### **2.2.20 Pozos de inspección**

Son cámaras verticales que permiten el acceso a los colectores para facilitar el mantenimiento.

### **2.2.21 Líneas de impulsión**

Tubería en presión que empieza en una estación de bombeo y finaliza en otro colector de tratamiento.

### **2.2.22 Vertido final de las aguas tratadas**

Se reutilizada para riego y otros usos apropiados para las personas.

### **2.2.23 Alcantarilla**

Conducto de fábrica hecho por debajo de un camino para el paso del agua.

### **2.2.24 Sumidero**

Agujero, canal, o conducto por donde se recogen las aguas de lluvia o residuales y escapan fuera de un dominio hidrográfico dado.

### **2.2.25 Puente**

Construcción para pasar de un lado a otro de un obstáculo, usado especialmente en sistemas de conducción de agua.

### **2.2.26 Obra de riego**

Construcción que se emplea en un sistema de riego, diferentes de explanaciones y edificaciones.

### **2.2.27 Sumidero**

Abertura practicada en la calzada, normalmente debajo del bordillo de la acera, para dar salida al agua de lluvia o de riego.

### **2.2.28 Cruce**

Punto donde se cortan mutuamente dos líneas.

### **2.2.29 Material asfáltico**

Material elástico, flexible e impermeable, utilizado para sellar las juntas entre tuberías y paredes, especialmente en las salidas de depósitos, tanques de recogida de agua, etc.

### **2.2.30 Neplo**

Tramo de tubería de pequeña longitud implementado para la instalación de acoples o reparaciones de tramos pequeños en las líneas de conducción, aducción o bombeo; y también en la instalación de accesorios.

### **2.2.31 Poliestireno**

Material plástico de espuma, utilizado como aislamiento térmico, aislamiento acústico y aislantes de construcción.

### **2.2.32 Pozo de absorción**

Excavación en el terreno con la finalidad.

### **2.2.32 Sostenibilidad**

Mantenimiento de un nivel de servicio aceptable de abastecimiento de agua y saneamiento a lo largo de la vida útil o de diseño de los sistemas. Involucra los aspectos: técnico, social, económico/financiero, ambiental e institucional.

### **2.2.33 Rejilla**

Equipo instalado en una captación para denegar el paso de elementos flotantes o sólidos de mayor tamaño.

### **2.2.34 Relleno sanitario**

Lugar específicamente diseñado para la disposición final controlada de los residuos sólidos, sin causar ningún peligro o riesgo a la salud pública, minimizando los impactos ambientales.

### **2.2.35 Residuo sólido**

Cualquier objeto, material, sustancia o elemento sólido que se tire, bota o rechaza después de haber sido utilizado en actividades domésticas, industriales, comerciales, institucionales, de servicios e instituciones.

### **2.2.36 Tanque Imhoff**

Unidad para el tratamiento centralizado de aguas residuales. Es una alternativa a las lagunas de estabilización porque se requiere de una menor área para su instalación. Debido a que los procesos de tratamiento son más sensibles se requiere de un mayor nivel de operación y mantenimiento que en el caso de las lagunas.

### **2.2.37 Tanque séptico**

Unidad para el tratamiento primario de las aguas residuales que combina los procesos de sedimentación y digestión de la materia orgánica. A diferencia de las lagunas y tanques Imhoff el proceso de tratamiento en los tanques sépticos es menor.

### **2.2.38 Tapa sanitaria**

Dispositivo que sirve para cerrar el ingreso a pozos, cámaras de captación, cajas rompe presión, reservorios y otros destinados y deniega el ingreso de agua de escorrentía, lluvia y otros contaminantes y para proteger la calidad del agua almacenada en ellos. Fabricadas en metal y recubiertas con pintura anticorrosiva para dar mayor protección a la intemperie.

### **2.2.39 Trinchos**

Pequeños muros transversales que se construyen en las cárcavas o quebradas para provocar la sedimentación y reducir la velocidad del agua, y en ciertos casos, para cortar la pendiente del terreno.

### **2.2.40 Tubería de rebose**

Dispositivo utilizado para sacar el agua de un reservorio, captación, etc., que limita el nivel máximo de almacenamiento.

### **2.2.41 Tubo o tubería**

Construido en sitio, de concreto, concreto reforzado, plástico, poliuretano de máxima densidad, asbesto-cemento, hierro fundido, gres vitrificado, PVC, plástico con refuerzo de fibra de vidrio, u otro material que cuente con una tecnología y proceso de fabricación además de cumplir con normas técnicas apropiadas. Generalmente su sección es circular.

### **2.2.42 Tubería rígida**

Los materiales de tuberías rígidos son aquellos que son parte substancial de su capacidad de carga al elemento asociada a la rigidez misma de la pared de la tubería.

### **2.2.43 Tuberías enterradas**

Aquellas en las cuales las tuberías quedan instaladas en pequeñas zanjas completamente enterradas en suelo natural o relativamente pasivo.

#### **2.2.44 Tuberías superficiales**

Tuberías que se apoyan sobre suelos superficiales y en las que la parte superior del tubo se proyecta por encima de la superficie natural del terreno, después es cubierta por un terraplén de relleno.

#### **2.2.45 Vertedero**

Estructura hidráulica empleada para permitir el paso, libre del escurrimiento del agua superficial.

#### **2.2.46 Zanja**

Excavación larga y angosta que se hace en la tierra para dirigir las aguas, proteger los sembrados, etc.

### **2.3 Marco Legal**

Según la Constitución de la República del Ecuador en concordancia de las Leyes del Agua menciona los siguientes artículos:

**Art. 395.-** La Constitución reconoce los siguientes principios ambientales:

- 1.** El Estado garantizará un modelo sustentable de desarrollo, ambientalmente equilibrado y respetuoso de la diversidad cultural, que conserve la biodiversidad y la capacidad de regeneración natural de los ecosistemas, y asegure la satisfacción de las necesidades de las generaciones presentes y futuras.
- 2.** Las políticas de gestión ambiental se aplicarán de manera transversal y serán de obligatorio cumplimiento por parte del Estado en todos sus niveles y por todas las personas naturales o jurídicas en el territorio nacional.
- 3.** El Estado garantizará la participación activa y permanente de las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades afectadas, en la planificación, ejecución y control de toda actividad que genere impactos ambientales.
- 4.** En caso de duda sobre el alcance de las disposiciones legales en materia ambiental, éstas se aplicarán en el sentido más favorable a la protección de la naturaleza. (Constitucion de Republica del Ecuador, 2008)

**Art. 396.-** El Estado adoptará las políticas y medidas oportunas que eviten los impactos ambientales negativos, cuando exista certidumbre de daño. En caso de duda sobre el impacto ambiental de alguna acción u omisión, aunque no exista evidencia científica del daño, el Estado adoptará medidas protectoras eficaces y oportunas. La responsabilidad por daños ambientales es objetiva. Todo daño al ambiente, además de las sanciones correspondientes, implicará también la obligación de restaurar integralmente los ecosistemas e indemnizar a las personas y comunidades afectadas. (Constitucion de Republica del Ecuador, 2008)

Cada uno de los actores de los procesos de producción, distribución, comercialización y uso de bienes o servicios asumirá la responsabilidad directa de prevenir cualquier impacto ambiental, de mitigar y reparar los daños que ha causado, y de mantener un sistema de control ambiental permanente.

Las acciones legales para perseguir y sancionar por daños ambientales serán imprescriptibles. (Constitucion de Republica del Ecuador, 2008)

**Art. 397.-** En caso de daños ambientales el Estado actuará de manera inmediata y subsidiaria para garantizar la salud y la restauración de los ecosistemas. Además de la sanción correspondiente, el Estado repetirá contra el operador de la actividad que produjera el daño las obligaciones que conlleve la reparación integral, en las condiciones y con los procedimientos que la ley establezca. La responsabilidad también recaerá sobre las servidoras o servidores responsables de realizar el control ambiental. Para garantizar el derecho individual y colectivo a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, el Estado se compromete a:

1. Permitir a cualquier persona natural o jurídica, colectividad o grupo humano, ejercer las acciones legales y acudir a los órganos judiciales y administrativos, sin perjuicio de su interés directo, para obtener de ellos la tutela efectiva en materia ambiental, incluyendo la posibilidad de solicitar medidas cautelares que permitan cesar la amenaza o el daño ambiental materia de litigio. La carga de la prueba sobre la inexistencia de daño potencial o real recaerá sobre el gestor de la actividad o el demandado.
2. Establecer mecanismos efectivos de prevención y control de la contaminación ambiental, de recuperación de espacios naturales degradados y de manejo sustentable de los recursos naturales.
3. Regular la producción, importación, distribución, uso y disposición final de

materiales tóxicos y peligrosos para las personas o el ambiente.

4. Asegurar la intangibilidad de las áreas naturales protegidas, de tal forma que se garantice la conservación de la biodiversidad y el mantenimiento de las funciones ecológicas de los ecosistemas. El manejo y administración de las áreas naturales protegidas estará a cargo del Estado.

5. Establecer un sistema nacional de prevención, gestión de riesgos y desastres naturales, basado en los principios de inmediatez, eficiencia, precaución, responsabilidad y solidaridad. (Constitucion de Republica del Ecuador, 2008)

**Art. 398.-** Toda decisión o autorización estatal que pueda afectar al ambiente deberá ser consultada a la comunidad, a la cual se informará amplia y oportunamente. El sujeto consultante será el Estado. La ley regulará la consulta previa, la participación ciudadana, los plazos, el sujeto consultado y los criterios de valoración y de objeción sobre la actividad sometida a consulta. El Estado valorará la opinión de la comunidad según los criterios establecidos en la ley y los instrumentos internacionales de derechos humanos. Si del referido proceso de consulta resulta una oposición mayoritaria de la comunidad respectiva, la decisión de ejecutar o no el proyecto será adoptado por resolución debidamente motivada de la instancia administrativa superior correspondiente de acuerdo con la ley. (Constitucion de Republica del Ecuador, 2008)

**Art. 405.-** El sistema nacional de áreas protegidas garantizará la conservación de la biodiversidad y el mantenimiento de las funciones ecológicas. El sistema se integrará por los subsistemas estatal, autónomo descentralizado, comunitario y privado, y su rectoría y regulación será ejercida por el Estado. El Estado asignará los recursos económicos necesarios para la sostenibilidad financiera del sistema, y fomentará la participación de las comunidades, pueblos y nacionalidades que han habitado ancestralmente las áreas protegidas en su administración y gestión. Las personas naturales o jurídicas extranjeras no podrán adquirir a ningún título tierras o concesiones en las áreas de seguridad nacional ni en áreas protegidas, de acuerdo con la ley. (Constitucion de Republica del Ecuador, 2008)

**Art. 409.-** Es de interés público y prioridad nacional la conservación del suelo, en especial su capa fértil. Se establecerá un marco normativo para su protección y uso sustentable que prevenga su degradación, en particular la provocada por la contaminación, la desertificación y la erosión. En áreas afectadas por procesos de

degradación y desertificación, el Estado desarrollará y estimulará proyectos de forestación, reforestación y revegetación que eviten el monocultivo y utilicen, de manera preferente, especies nativas y adaptadas a la zona. (Constitucion de Republica del Ecuador, 2008)

Para la elaboración de este documento se consideraron los criterios establecidos en:

- ASTM F1216: Standard Practice for Rehabilitation of Existing Pipelines and Conduits by the Inversion and Curing of a Resin-Impregnated Tube.
- ASTM F1743: Standard Practice for Rehabilitation of Existing Pipelines and Conduits by Pulled-in-Place Installation of Cured-in-Place Thermosetting Resin Pipe (CIPP).
- ASTM D543: Standard Practices for Evaluating the Resistance of Plastics to Chemical Reagents.
- ASTM D903: Standard Test Method for Peel or Stripping Strength of Adhesive Bonds.
- ASTM D1538: Standard Specification for Distilled Linseed Fatty Acids (Withdrawn 2007).
- ASTM D 2990: Standard Test Methods for Tensile, Compressive, and Flexural Creep and CreepRupture of Plastics.
- ASTM D3567: Standard Practice for Determining Dimensions of “Fiberglass” (Glass-FiberReinforced Thermosetting Resin) Pipe and Fittings.
- ASTM D3681: Standard Test Method for Chemical Resistance of “Fiberglass” (Glass–Fiber– Reinforced Thermosetting-Resin) Pipe in a Deflected Condition.
- ASTM D5813: Especificación estándar para el Cured-in-place resina termoestable tuberías del sistema de alcantarillado.
- ASTM C581: Standard Practice for Determining Chemical Resistance of Thermosetting Resins Used in Glass-Fiber-Reinforced Structures Intended for Liquid Service.
- ASTM D2584: Standard Test Method for Ignition Loss of Cured Reinforced Resins.
- ASTM F2019: Standard Practice for Rehabilitation of Existing Pipelines and Conduits by the Pulled in Place Installation of Glass Reinforced Plastic (GRP) Cured-in-Place Thermosetting Resin Pipe (CIPP).
- ASTM D5813: Standard Specification for Cured-In-Place Thermosetting Resin

## Sewer Piping Systems.

- ASTM F2561: Standard Practice for Rehabilitation of a Sewer Service Lateral and Its Connection to the Main Using a One Piece Main and Lateral Cured-in-Place Liner.
- DIN EN ISO 178: 2010. Plastics -- Determination of flexural properties.
- DIN EN ISO 604:2012 Plastics -- Determination of compressive properties
- DIN EN ISO 761:1994 Plastics piping systems - Glass-reinforced thermosetting plastics (GRP) pipes - Determination of the creep factor under dry conditions
- DIN EN ISO 1228:2014. Plastics piping systems – Glass reinforced thermosetting plastics (GRP) pipes – Determination of initial specific ring stiffness.
- DIN SPEC 19748:2012: Requirements for lining with cured-in-place pipes for renovation of drains connected to premises.
- DIN EN 13566-4:2003: Plastics piping systems for renovation of underground non-pressure drainage and sewerage networks. - Part 4: Lining with cured-in-place pipes.
- NTC 5866: Rehabilitación de línea de tubería y ductos por inversión y curado de un tubo impregnado con resina.
- D 543 Test Method for Resistance of Plastics to Chemical Reagents<sup>3</sup>
- D 638 Test Method for Tensile Properties of Plastics<sup>3</sup>
- D 790 Test Methods for Flexural Properties of Unreinforced and Reinforced Plastics and Electrical Insulating Materials<sup>3</sup>
- D 903 Test Method for Peel or Stripping Strength of Adhesive Bonds<sup>4</sup> This practice is under the jurisdiction of ASTM Committee F-17 on Plastic Piping Systems and is the direct responsibility of Subcommittee F17.67 on Trenchless

## **Capítulo III**

### **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **3.1 Metodología**

El método aplicativo en la presente investigación es descriptiva y científica por medio de los cuales se recaudará información necesaria, que relacione al método CIPP y el método tradicional y que facilita distintas variables relevantes para la comparación de ambos métodos y lograr el objetivo expuesto.

##### **3.1.1 Métodos**

Método es un grupo de estrategias y herramientas que se usan de modo minucioso con el objetivo de lograr la meta determinada, tanto en lo teórico como en lo experimental. (Westreicher, 2020)

###### ***3.1.1.1 Método inductivo***

En este caso, se parte de los datos o elementos individuales y, por semejanzas, se sintetiza y se llega a un enunciado general que explica y comprende los mismos. (Westreicher, 2020)

###### ***3.1.1.2 Método deductivo***

Esta opción trata de aquella orientación que va de lo general a lo específico. En sí, el enfoque parte de un enunciado general del que se van desentrañando partes o elementos específicos. (Westreicher, 2020)

###### ***3.1.1.3 Método histórico***

Este método pretende ir del pasado al presente para proyectarse al futuro. Por lo general, la etapa de tiempo proyectada al futuro es equivalente en extensión a la etapa considerada del pasado. (Westreicher, 2020)

#### **3.1.1.4 Método explicativo**

Al escoger este método se trata, de considerar la respuesta al “¿cómo?”, se centra en responder la pregunta “¿por qué es así la realidad?”. Esto implica plantear hipótesis explicativas, de igual forma un diseño explicativo. (Westreicher, 2020)

#### **3.1.1.5 Método experimental**

Trata de una orientación que, a partir de lo ya descrito y explicado, se enfoca en predecir lo que va a pasar en el futuro, en esa situación de la realidad, se hace un determinado cambio. Además, este método hace necesario plantear una hipótesis predictiva (con la estructura: “Si es así, por qué... y si hace tal cambio, entonces va a suceder tal cosa”), y el diseño pasa a ser un diseño experimental. (Westreicher, 2020)

#### **3.1.1.6 Método descriptivo**

El método descriptivo es convincente. Significa que reúne datos cuantificables que se pueden analizar con fines estadísticos en una población determinada. Este tipo de estudio tiene, por tanto, la forma de preguntas cerradas, lo que limita las posibilidades de obtener información exclusiva. (Espada, 2021)

Además, si se usa adecuadamente, permite que una organización defina y mida con mayor precisión la importancia de un elemento en relación con un grupo de participantes y la población representada. (Espada, 2021)

La descripción es usada como un método de investigación para explicar sistemas naturales únicos o eventos del pasado. Se lo utiliza en la descripción de hechos y fenómenos en la actualidad. Este método se centra en el presente. Acumula y tabula los datos para después analizar e interpretar de una manera imparcial. (Espada, 2021)

La descripción ampliamente es usada por medio de la investigación científica y hay pocas limitaciones para el mismo. Es un método muy útil para las preguntas

dónde la experimentación es imposible, tal como la determinación de eventos en la historia de la tierra. A pesar de la amplia aplicabilidad del método en la ciencia, es un desafío establecer relaciones de causa y efecto por medio de la descripción solamente. Al contrario, los estudios descriptivos dan información sobre la función de los fenómenos. (Espada, 2021)

### ***3.1.1.7 Método científico***

El método científico es un proceso que establece relaciones entre hechos para dictaminar leyes y teorías que expliquen y fundamenten el funcionamiento del alrededor. Es un sistema riguroso que cuenta con pasos y cuyo fin es dar conocimiento científico a través de la comprobación empírica de fenómenos y hechos. En el método científico se utiliza la observación para plantear una hipótesis que luego se debe comprobar por medio de la experimentación. (Gargantilla, 2020)

Muchos de los descubrimientos que se conocen, parten de una hipótesis que fue comprobada por este método. En la mayoría es utilizado como las ciencias como la química, la física, la psicología; y puede ser aplicado para explicar fenómenos de la vida diaria. (Gargantilla, 2020)

## **3.2 Tipo de investigación**

Los tipos de investigación que aplica este proyecto son: descriptiva, correlacional y bibliográfica.

### **3.2.1 Investigación descriptiva**

La investigación descriptiva es favorable en esta investigación porque accede a investigar dos tipos de metodología que se aplican en la rehabilitación de tuberías y así recopilar conocimientos para de esta manera saber parte de la problemática que existe. (Arias, 2021)

### **3.2.2 Investigación correlacional**

La investigación correlacional es un tipo de método de investigación no experimental en el cual un investigador mide dos variables. Además de entender y evaluar la relación comparativa entre ellas sin influencia de ninguna variable extraña. (Question Pro, 2021)

### **3.2.3 Investigación bibliográfica**

En este tipo de investigación se acude a textos, enciclopedias, revistas científicas, monografías, tesis, etc. La aplicación de este tipo de investigación ayudará a recaudar información necesaria para adquirir conocimientos y determinar por medio de esa información una solución idónea. (Salas, 2019)

### **3.3 Enfoque**

El tema de investigación tiene un enfoque cuantitativo, que permitirá la recolección de datos para probar la hipótesis. Este enfoque favorece la comparación de resultados y la interpretación entre la metodología tradicional y la metodología CIPP. (Cisneros, 2020)

### **3.4 Técnica e instrumentos**

#### **3.4.1 Técnicas de investigación**

##### ***3.4.1.1 Técnicas primarias***

Las técnicas primarias ayudan a obtener conocimientos de una forma inmediata. Entre las técnicas primarias a emplear en este proyecto se utilizará: la técnica comparativa. (Ocampo, 2020)

##### ***3.4.1.2 Técnicas secundarias***

Esta técnica es vital para el desarrollo de la investigación ya que se recurrió a las distintas páginas web, indagación en textos, revistas o documentos científicos que

aportan mayor veracidad a la comparación en la colocación de las tuberías con su respectiva metodología. (Ocampo, 2020)

### **3.4.2 Instrumentos de investigación**

Se utilizó instrumentos como las guías metodológicas, las cuales implementan las técnicas documentales que tratan de: obtener información escrita, para comparar las afirmaciones y análisis realizados. Por medio de la comprobación y verificación analítica de los datos y antecedentes de implementación de este sistema constructivo. Luego se llevó a cabo una revisión de documentos de proyectos de grado donde se plantea la temática de investigación. (Garay, 2020)

### **3.5 Población**

Se tomó como proyecto de muestra y obtención de información el Colector principal Parson Norte en el sector Prosperina.

### **3.6 Colector Parson Norte**

Parsons Norte, un colector de hormigón armado de diámetro de 500mm y 10km de longitud que receipta las aguas de alcantarillado sanitario. Recoge las descargas de los sitios, Prosperina, Los Ceibos, el Paraíso, Miraflores, Urdesa, barrio Ferroviaria. La Bolivariana, la Atarazana y los conduce a la planta de tratamiento preliminares “Progreso” para descargar posteriormente al Rio Guayas.

La presente investigación se desarrolla en un tramo del Colector principal Parson Note de 30m de longitud, el cual después de haber realizado la debida inspección televisiva CCTC a todo el Colector Parson Norte se determinó que el tramo antes mencionado es el más afectado presentando agrietamientos y rupturas considerables lo que puede causar afectación a aguas residuales en un tiempo aproximado, donde el tramo llegase a colapsar, derrumbarse o asocabarse.



**Imagen 27:** Gráfico de ubicación en la ciudad

**Fuente:** Google maps (2021)



**Imagen 28:** Gráfico de ubicación en la ciudad

**Fuente:** Google maps (2021)



**Imagen 29:** Gráfico de ubicación en la ciudad

**Fuente:** Google maps (2021)

**Tabla 4**

***Coordenadas de ubicación del tramo***

---

**Coordenadas** -2.14343, -79.93710

**Coordenadas** -2.14343, -79.93680

**Inicio**

**Fin**

**X** 618198.8

**X** 618232.1

**Y** 9763044.5

**Y** 9763044.4

---

**Elaborado por:** Cáceres (2021)

### **3.7 Rehabilitación de tubería de AASS de hormigón armado del Colector**

#### **Parson Norte.**

La excavación de zanjas para tubería se realizará de acuerdo a las dimensiones, pendientes y alineaciones indicadas en los planos y ordenados por la Fiscalización.

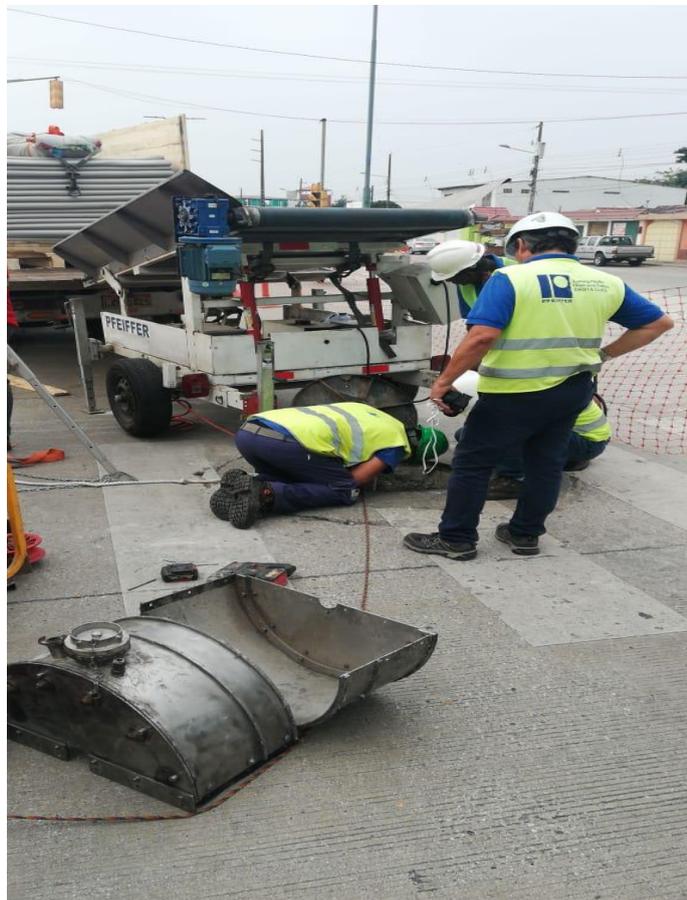
Los siguientes son requisitos claves para una rehabilitación exitosa, algunos requisitos pueden ser de mayor prioridad de acuerdo al problema que se trate en base a una identificación e involucramiento de interesados.

- **Tiempo de ejecución:** Tiempo en total que toma en hacer la actividad teniendo en cuenta la dedicación de los recursos.
- **Cumplimiento alcance:** Se determina el desarrollo de las estrategias de gestión adecuadas con el fin de lograr una comunicación eficaz y tener una participación exitosa de los interesados en las decisiones y ejecución del proyecto.
- **Costo del proyecto:** El presupuesto del proyecto constituye los fondos autorizados para ejecutar el proyecto.
- **Según pliegos de condiciones y principios de la contratación pública:** Determinar el desarrollo de las estrategias de gestión adecuadas con el fin de lograr una comunicación eficaz y tener una participación exitosa de los interesados en las decisiones y ejecución del proyecto.

- **Movilidad y plan de manejo de tránsito:** Se realiza la observación de cada área de conocimiento escogida, en el cual se indica cómo se debe evaluar e incluye para cada proceso.
- **Cumplimiento de diseños:** Cumplimiento del producto en especificaciones y calidad solicitada.
- **Calidad de materiales:** Previsto bajo los estándares ASTM.
- **Ensayos a la tubería rehabilitada:** La rehabilitación de cualquier tramo de tubería no puede ser realizada con flujo de agua y se debe tener el adecuado manejo de aguas.
- **Cumplimiento de normas y procesos de la empresa contratante:** Documentación clara y precisa de la empresa contratante en base a certificaciones que cumplen con todas las normas nacionales e internacionales y respeta los debidos procesos para poder realizar el trabajo una vez calificado.
- **Personal calificado:** Los principales recursos humanos y físicos con los que se debe contar para lograr la ejecución optima de cada una de las actividades a realizar con el fin de tener éxito en el proyecto.
- **Capacitación en la tecnología:** Constante capacitación al personal de acuerdo a tiempos estimados el personal es capacitado, el mismo cada año recibe cursos en base a nuevas tecnologías que aparecen en el mercado para poder estar al tanto de nuevos procesos tecnológicos para la rehabilitación de tuberías y contar con certificaciones avaladas.
- **Cumplimiento de normas ambientales:** Precisar cómo se identificarán los riesgos individuales del proyecto para poder caracterizarlos y definir su origen.



**Imagen 30:** Cumplimiento de alcance  
**Elaborado por:** Cáceres (2021)



**Imagen 31:** Cumplimiento de alcance  
**Elaborado por:** Cáceres (2021)

## Actividades de rehabilitación en redes con tecnología CIPP

Estas actividades son aquellas que no pueden faltar en la rehabilitación de redes con tecnología CIPP:

### Tubería de alcantarillado – Tramo principal

#### ➤ Preliminares

- **Limpieza de las tuberías:** Consiste en la inyección de agua a presión por medio de una manguera dentro de la tubería cuya finalidad es la remoción de material que se encuentre obstruyendo el tramo de tubería.
- **Inspección de tubería:** Antes y después de la intervención de un tramo de red de alcantarillado se debe realizar la Inspección con CCTV (Circuito cerrado de televisión).
- **Informe Video CCTV:** Identificación y registro de los principales riesgos de la rehabilitación.
- **Diagnostico estructural de redes existentes:** Sirve para diagnosticar el estado estructural de la red, y poder determinar el tipo de trabajo que se debe de realizar para la rehabilitación o reparación de una tubería de manera óptima y aprovechando las nuevas tecnologías existentes para la reparación



*Imagen 32:* Preliminares  
*Elaborado por:* Cáceres (2021)



*Imagen 33:* Preliminares

*Elaborado por:* Cáceres (2021)

### **Recursos humanos**

Los recursos humanos principales y físicos con los que se debe contar para alcanzar la ejecución idónea de cada una de las actividades a realizar con el fin de tener éxito en el proyecto y dar cumplimiento del alcance, tiempo y costo, planeado son:

- **Director de obra:** Agente que guía el desarrollo de la obra en aspectos técnicos, estéticos, urbanísticos y medioambientales.
- **Residente de obra:** Persona denominada por el constructor para guiar los trabajos y asumir la responsabilidad de la obra.
- **Ingeniero Auxiliar:** Encargado de la elaboración de diseños blancos, planos constructivos y redacción de especificaciones técnicas.
- **Profesional de calidad:** Persona con el conocimiento y las habilidades necesarias para desarrollar su trabajo en el ámbito de calidad en empresas de producción o servicios.

- **Profesional SST:** Especialista en seguridad y salud en el trabajo. Distingue los entornos y los parámetros de trabajo.
- **Inspector en seguridad industrial:** Persona encargada de evaluar los riesgos laborales, mediante la identificación de los factores de riesgo.
- **Profesional Ambiental:** Persona que se centra en entender los procesos del medio ambiente y su interacción constante con las personas.
- **Profesional Social:** Profesional encargado de investigar, crear, planear, administrar y evaluar programas de bienestar y desarrollo social.
- **Profesional especialista en Tránsito:** Verifique y distingue los estudios de tránsito contratados por el Ministerio de Obras Públicas.
- **Topógrafo:** Persona encargada de estudiar y analizar el terreno. Son los encargados de efectuar los levantamientos topográficos, es decir, la plasmación en un plano de la realidad de un terreno.
- **Inspector de obras civiles:** Persona destinada a asegurarse que los edificios cumplan con las normas vigentes de construcción y los requisitos de planificación local.
- **Ingeniero Mecánico:** Profesional capacitado para diseñar e implementar equipos mecánicos, seleccionar componentes, especificar materiales, costos y duración de la ejecución del proyecto.
- **Interventoría:** Cumple una función natural o jurídica, para controlar, exigir y revisar la ejecución y el cumplimiento del objeto, las condiciones y los términos y las condiciones del contrato, el convenio, las concertaciones celebradas por las funciones públicas dentro de los parámetros.



*Imagen 34:* Recursos humanos

*Elaborado por:* Cáceres (2021)

➤ **Rehabilitación con tecnología CIPP.**

- **Limpieza de tubería:** Consiste en la inyección de agua a presión por medio de una manguera dentro de la tubería cuya finalidad es la remoción de material que se encuentre obstruyendo el tramo de tubería, previo a la inserción del vehículo que transporta la cámara de inspección.
- **Inspección de tubería:** Una vez realizada la actividad de lavado de la tubería, se procede con la inspección de la tubería por medio de un vehículo provisto de una cámara que registra la imagen que emite la misma.
- **Inspección de manga:** Contador de metros, verificación de presión y temperatura y detectar problemas de instalación.
- **Inserción:** El proceso de inserción se realiza desde el punto de acceso, por dentro de la tubería existente, hasta el final del tramo de tubería.
- **Curado ultravioleta (UV) + Enfriamiento:** Una vez insertada la línea textil dentro de la tubería existente, se procede por medio de equipos de suministro

a la inyección de agua o vapor, por el tiempo necesario para realizar el curado de la línea textil instalada.

- **Cortar sobrantes:** Actividad que consiste en retirar por medio de corte los sobrantes de la tubería instalada.
- **Inspección con CCTV:** Finalizado el proceso de corte de sobrantes de la nueva tubería, se realiza una inspección por sistema CCTV, esta vez con el fin de revisar el producto final instalado.



*Imagen 35:* Rehabilitación con tecnología CIPP.  
*Elaborado por:* Cáceres (2021)



*Imagen36:* Rehabilitación con tecnología CIPP.  
*Elaborado por:* Cáceres (2021)



**Imagen 37:** Rehabilitación con tecnología CIPP.  
**Elaborado por:** Cáceres (2021)

### **Restricciones del proyecto:**

Las siguientes restricciones se deben de tener en cuenta antes de implementar este método:

- Antes y después de la intervención de un tramo de red de alcantarillado se debe realizar una inspección televisiva con CCTV.
- La rehabilitación de cualquier tramo de la tubería no debe de ser realizada con flujos de agua además de que se debe tener un moderado manejo de las mismas.
- No deben de existir ningún tipo de obstrucciones (tipos de sedimentos, raíces, grasa acumulada, desechos, etc.).
- Se debe corregir los defectos de la estructura en juntas (desalineación de la tubería, desviación de la tubería o separación) antes del comienzo de la instalación de la manga.

### 3.7.1 Costos del método CIPP en la rehabilitación del Parson Norte.

**Tabla 5**  
**Costos del método CIPP**

ite m	Descripción del rubro	Unidad	Cantidad	Costo Unitario Directo	Monto
<b>1</b>	<b>Trabajos previos</b>				<b>530,64</b>
1.1	INSPECCION CCTV DE COLECTORES DESDE 450 MM HASTA 750 MM INCLUYE	M	30,00		
.1	DOCUMENTACION			4,43	132,90
1.1	LIMPIEZA MECANICA DE COLECTOR (hidroclener)	dia	3,00		
.3				132,58	397,74
<b>2</b>	<b>OBRA CIVIL</b>				<b>41.390,39</b>
<b>2.1</b>	<b>Rehabilitación de colector por CIPP</b>				
2.1	PREPARACION DEL SITIO, REPLANTEO DE LA OBRA PARA INSTALACION DE	M	30,00		
.1	TUBERIAS			0,29	8,70
2.1	ELABORACION DE PLANOS AS BUILT	u.	1,00		
.2				174,64	174,64
2.1	PLANOS DE ESQUINEROS PARA AA.PP. (INCLUYE LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO	u.	15,00		
.3	Y DIBUJO)			7,57	113,55
2.1	PROVISION E INSTALACION DE IN LINER (CIPP) DE 500MM	M	30,00		
.4				437,00	13.110,00
2.1	INSPECCION CCTV DE COLECTORES DESDE 450 MM HASTA 750 MM INCLUYE	M	30,00		
.7	DOCUMENTACION			4,43	132,90
2.1	TAPONAMIENTOS DE RED MATRIZ	UNIDAD	2,00		
.8				4.000,00	8.000,00
2.1	BOMBEO DE D=4".	Día	3,00		
.9				54,51	163,53
2.1	BOMBEO DE D=3"(HORARIO NOCTURNO)	Día	3,00		
.10				50,53	151,59

2.1	ALQUILER DE BOMBA SUMERGIBLE DE 6" ELECTRICA DE 15-20KW (NO INCLUYE	HORA.	24,00		
.11	GENERADOR)			10,00	240,00
2.1	ALQUILER DE GENERADOR DE 100 KW INCLUYE DIA DE 10 HORAS CON	Día	2,00		
.12	GUARDIANA, TRANSPORTE, COMBUSTIBLE 70 GL, 25 M DE CABLE, Y 10 H			608,00	1.216,00
	SERVICIO TECNICO.				
2.1	TUBERIA PROVISIONAL PARA BOMBEO 200MM	ML	50,00		
.13				7,31	365,50
2,2	<b>Rehabilitación de cámaras</b>				
2.2	REHABILITACIÓN DE CAMARAS H< 2,50 m	UNIDAD	5,00		
.1				900,00	4.500,00
2.2	REHABILITACIÓN DE CAMARAS 2,50<H< 3 m	UNIDAD	6,00		
.2				1.200,00	7.200,00
2.2	REHABILITACIÓN DE CAMARAS H> 3 m	UNIDAD	3,00		
.3				2.000,00	6.000,00
2,3	DISPOSICIÓN DE DESALOJOS EN RELLENO LAS IGUANAS	TON	3,00		
				4,66	13,98
				<b>sub total</b>	<b>41.921,03</b>
2,4	SEGURIDAD INDUSTRIAL			1%	<b>419,21</b>
				<b>sub total</b>	<b>42.340,24</b>
				<b>COSTOS</b>	
				<b>INDIRECTOS</b>	
				19%	<b>8.044,65</b>
				<b>TOTAL</b>	
				<b>SIN IVA</b>	<b>49.965,68</b>
				12%	<b>IVA</b>
					<b>5.995,88</b>
				<b>TOTAL</b>	
				<b>CON IVA</b>	<b>55.961,56</b>

Elaborado por: Cáceres (2021)

**Tabla 6****Costos por método tradicional**

<b>MATERIALES</b>			<b>1</b>	<b>2.272,00</b>	<b>2.272,00</b>
<b>SUMINISTRO</b>			1	2.272,00	2.272,00
<b>SUMINISTRO DE TUBERÍA DE HA</b>			1	2.272,00	2.272,00
<b>TUBO PVC RÍGIDO DE DOBLE PARED ESTRUCTURADA E INTERIOR LISA</b>	m		30	22,72	681,60
<b>D EXTERIOR = 440 MM, D INTERIOR 400 MM - SERIE 5 (*)</b>					
<b>OBRA CIVIL</b>			1	14.067,07	14.067,07
<b>INSTALACIÓN</b>			1	13.079,08	13.079,08
<b>ACTIVIDADES ADICIONALES DEL CONTRATISTA</b>			1	337,45	337,45
<b>ELABORACIÓN DE PLANOS AS BUILT</b>	u.		1	197,82	197,82
<b>LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO PLANIMÉTRICO- ALTIMÉTRICO PARA</b>	Ha		0,5	255,95	127,98
<b>REALIZAR PLANOS AS BUILT</b>					
<b>PLANOS DE ESQUINEROS PARA AA.SS. O AA.LL.(INCLUYE</b>	u.		1	11,65	11,65
<b>LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO Y DIBUJO)</b>					
<b>PREPARACIÓN DEL SITIO Y REPLANTEO DE LAS OBRAS. SONDEO.</b>			1	30	30,00
<b>PREPARACIÓN DEL SITIO, REPLANTEO DE LA OBRA PARA INSTALACIÓN</b>	m		30	0,3	9,00
<b>DE TUBERÍAS</b>					
<b>EXCAVACIÓN Y RELLENO INSTALACION DE TUBERIA</b>			1	41.586,32	41.586,32
<b>EXCAVACIÓN A MÁQUINA MAYOR A 3.50M DE PROFUNDIDAD</b>	m3		187	3,24	605,88
<b>DESALOJO DE MATERIAL DE 25,01 KM. A 30 KM. O MAS (INCLUYE</b>	m3		93,06	7,36	684,92
<b>ESPONJAMIENTO)</b>					
<b>RELLENO COMPACTADO MECÁNICAMENTE CON MATERIAL CASCAJO</b>	m3		19,02	12,59	239,46
<b>IMPORTADO.</b>					
<b>RELLENO COMPACTADO MECÁNICAMENTE CON MATERIAL DEL LUGAR</b>	m3		93,06	5,65	525,79
<b>MATERIAL DE MEJORAMIENTO COMPACTADO MECÁNICAMENTE CON</b>	m3		14,4	13,5	194,40
<b>MATERIAL CASCAJO GRUESO (PIEDRAS &gt; 15 CM)</b>					
<b>REPLANTILLO DE PIEDRA GRADUADA DE 1/2" - 3/4"</b>	m3		4,5	22,23	100,04
<b>RELLENO MECÁNICAMENTE CON PIEDRA GRADUADA DE 1/2" - 3/4"</b>	m3		43,65	21,93	957,24

<b>BOMBEO</b>	Globa	1	1.368,00	1.368,00
	l			
<b>TRANSPORTE E INSTALACIÓN DE TUBERÍA PVC RÍGIDO DE PARED ESTRUCTURADA E INTERIOR LISA D = 500 MM. PARA COLECTOR</b>	m	30	5,78	173,40
<b>PRUEBA DE ESTANQUEIDAD DE TUBERÍA PVC RÍGIDO DE PARED ESTRUCTURADA E INTERIOR LISA D= 500 MM.</b>	m	30	3,12	93,60
<b>ENTIBADO DE ARRIOSTRAMIENTO PARA EXCAVACIONES A PARTIR DE 3.51 HASTA 5.00 METROS DE PROFUNDIDAD</b>	m2	234	36	8.424,00
<b>ROTURA Y RESANE DE CÁMARA SIN PRESENCIA DE AGUA DE D=20" - 33"</b>	u.	1	94,6	94,60
<b>TAPONAMIENTO DE ZANJAS EXISTENTE Y MANEJO DE AGUAS</b>		1	2.909,58	2.909,58
<b>EXCAVACIÓN A MÁQUINA HASTA 2.00M DE PROFUNDIDAD</b>	m3	30	2,92	87,60
<b>RELLENO COMPACTADO MECÁNICAMENTE CON MATERIAL DEL LUGAR</b>	m3	75	5,65	423,75
<b>RELLENO COMPACTADO MECÁNICAMENTE CON MATERIAL CASCAJO IMPORTADO.</b>	m3	18	12,59	226,62
<b>TAPE Y DESTAPE DE TAPONAMIENTOS INFLABLES EN CÁMARAS AAS, AALL CON BUZO PROFESIONAL</b>	u.	2	224,84	449,68
<b>MEDIDAS DE SEGURIDAD INDUSTRIAL Y FACTORES AMBIENTALES</b>		1	2.026,88	2.026,88
<b>SEGURIDAD INDUSTRIAL Y SEÑALIZACIÓN</b>		1	1.880,00	1.880,00
<b>COSTO TOTAL DE SEGURIDAD FÍSICA, INDUSTRIAL Y SEÑALIZACIÓN DE CONFORMIDAD CON EL MANUAL INTERAGUA.</b>	Globa	1	1.880,00	1.880,00
	l			
<b>RUBROS AMBIENTALES</b>		1	146,88	146,88
<b>CONTROL DE POLVO (AGUA)</b>	m3	15	3,06	45,90
			<b>COSTOS TOTAL</b>	100.482,18

*Elaborado por:* Cáceres (2021)

### **3.7.2 Tiempo de ejecución por el método CIPP en la rehabilitación del Parson Norte.**

Para estimar la duración de las actividades de la rehabilitación se debe seguir estos pasos:

1. Una vez definidas las actividades se identifican las duraciones, teniendo en cuenta la cantidad de recursos disponibles para el desarrollo de la rehabilitación y el calendario de horas laborables semanales.

2. Identificados los recursos se evalúa qué asignación se dará a cada actividad.

3. Una vez aprobada la propuesta de rehabilitación el tiempo estimado de ejecución será de 30 a 45 días aproximadamente.

4.- La fabricación de los principales elementos (Liner – CIPP manga) en este tipo de método de rehabilitación se da bajo pedido y este tiene una duración estimada de 20 a 25 días.

5.- Una vez que la Liner – CIPP manga se encuentre en poder de la contratista el tiempo estimado de instalación y curado UV es aproximadamente de 3 días.

6.- Finalmente se realiza una inspección televisiva CCTV verificando que no existan errores posteriores a la instalación.

### 3.7.3 Afectación ambiental por el método CIPP en la rehabilitación del

Parson Norte.

**Tabla 7**

***Factores ambientales por el método CIPP***

<b>INTERNOS</b>	<b>EXTERNOS</b>
Dentro de la estructura organizacional la contratista, debe de contar con personal experimentado con una trayectoria en la renovación de redes de alcantarillado con método CIPP.	Existencia NEC de la normativa ecuatoriana de la construcción, que ofrece una guía para la actividad de la construcción de redes de alcantarillado, a la cual se deben regir las empresas contratantes.
Los riesgos afilian la actividad de la renovación por método de tecnología CIPP minimizan al máximo, por medio de la capacitación del personal que ejecuta las actividades.	Existencia de legislación en la que se establecen los lineamientos de contratación en cuanto a capacidad financiera, experiencia y otras condicionales que se deben cumplir para la adjudicación de contratos con la empresa contratante.
Contar con el equipo necesario para la realización de la actividad y conocer el manual de ejecución de procedimiento de las actividades asociadas a la construcción de redes.	Existencia de periodos de tiempos en los que la contratación pública no se puede realizar, en cuanto a temas legales en periodos electorales, los cuales buscan contrarrestar la corrupción con relación a las elecciones.
La contratista a nivel organizacional, debe mantenerse abierto a las novedades en la actividad de la renovación de tecnologías CIPP, en equipamiento, medidas de seguridad, procesos constructivos y constante capacitación del personal.	Posibilidad de alteraciones del orden público en la zona que se realiza la ejecución de las actividades que se enmarcan en el alcance del contrato.
Los sistemas informáticos son de apoyo vital al control de ejecución de obra, con respecto a tiempo y costos y son de apoyo para la presentación de información periódica al contratante.	
El talento humano que ejecuta las actividades de renovación por método de tecnología CIPP, tiene sus dificultades al momento de tratar encontrar personal que tenga relación con ese tipo de actividades, por ser una tecnología relativamente nueva en el país.	

*Elaborado por:* Cáceres (2021)

### 3.7.4 Condiciones de costo y tiempo de ejecución por el método CIPP y tradicional.

**Tabla 8**  
*Costo por metro lineal de ambos métodos*

LONGITUD	CIPP	TRADICIONAL
30 M	55.961,56	100.482,18

*Elaborado por: Cáceres (2021)*

**Tabla 9**  
*Cronograma de trabajo de instalación de tubería por día.*

Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Porcentaje de avance de obra por 1 día.
<b>Método CIPP</b>				
Inicio del proyecto		15/08/2021		
Instalación de Liner – Manga D= 500 mm	1 día	15/08/2021	15/08/2021	34%
<b>Método CIPP</b>				
Fin del proyecto			15/08/2021	
<b>Método Tradicional</b>				
Inicio del proyecto	1 día	15/08/2021		18%
Instalación de tubería matriz de PVC de D= 500 mm		15/08/2021	15/08/2021	

tradicional

Fin del proyecto

15/08/2021

*Elaborado por:* Cáceres (2021)

**Tabla 10**

***Descripción de ventajas y desventajas de cada método***

	<b>CIPP</b>	<b>TRADICIONAL</b>
<b>VENTAJAS</b>	Menor afectación económica al sector comercial e industrial.	Facilidad en el manejo de pendientes.
	Reducción de costos en comparación al método tradicional.	Admite correcciones de pendientes
	Mayor rendimiento, menor tiempo de ejecución de trabajos.	Admite correcciones de insuficiencia hidráulica.
	Mínimas molestias a peatones, y al tránsito vehicular.	Extensa experiencia en la instalación de tubería
	Reducción de riesgos físicos, biológicos y mecánicos.	Recursos en el mercado de la construcción, equipo y mano de obra.
	No se necesita realizar trabajos previos de limpieza.	
	<b>CIPP</b>	<b>TRADICIONAL</b>
<b>DESVENTAJAS</b>	Limitado a tuberías circulares.	Mayor incremento de costos en la obra en comparación al método sin zanja.
	No permite corrección de pendientes	Mayor afectación al área comercial e industrial.
	Escasa adquisición de equipos y contratación de personal capacitado	Mayores molestias a peatones y al tránsito vehicular.
		Mayor tiempo en efecto de los trabajos.

*Elaborado por:* Cáceres (2021)

## Capítulo IV

### Informe Final

En base a la información levantada de los 2 métodos que se estiman implementar para la rehabilitación de un tramo de 30 m de longitud del colector Parson Norte que se encuentra ubicado en el sector de la Prosperina, el cual tiene un diámetro de 500 mm de material de hormigón armado, se establece:

#### Metodología tradicional zanja abierta

**Costo.** - La implementación de rehabilitación de tuberías por medio de la metodología tradicional de zanja abierta tiene un costo de \$ 100,482.18.

**Tiempo.** - El tiempo establecido para la rehabilitación del colector de 500 mm usando la metodología tradicional de zanja desde su inicio hasta su finalización es de 7 días.

#### Afectación ambiental

**Acústica.** - Este método eleva considerablemente los niveles de ruido, el cual se produce por la maquinaria que tiene que estar trabajando las 24 horas mientras dure la ejecución de la rehabilitación.

**Aire.** - El movimiento continuo de la maquinaria pesada produce que se levanten grandes partículas de polvo en el ambiente, lo cual puede causar afectación de salud a los moradores que habitan dentro del área de operación.

**Agua.** - Las maquinarias pesadas tienen que permanecer dentro del área de operación mientras dure la retroalimentación, el abastecimiento de combustible debe efectuarse in-situ, lo que habilita la posibilidad de que existan pequeños derrames de combustible en la calzada que al momento de lavar la maquinaria se filtren en fuentes subterráneas de agua provocando una contaminación.

**Química.** - Mediante la operación, las maquinarias liberan gases contaminantes producidos por el consumo de combustible, los mismos que afectan a la salud de los moradores que habitan dentro del área de operación y sus alrededores.

**Movilidad.** - Este método de rehabilitación exige el cierre de la vía donde se va a realizar la operación durante todo el proceso, ocasionando molestias a los peatones y al tránsito vehicular.

### **Metodología CIPP Cured In Place Pipe**

**Costo.** - La implementación de rehabilitación de tuberías por medio de la metodología CIPP Cured In Place Pipe tiene un costo de \$ 55,961.56.

**Tiempo.** - El tiempo establecido para la rehabilitación del colector de 500 mm por medio de la metodología CIPP Cured In Place Pipe desde su inicio hasta su finalización es de 3 días.

### **Afectación ambiental**

**Acústica.** - Este método se desarrolla sobre los niveles permitidos de ruido durante todo el proceso de rehabilitación.

**Aire.** - No hay afectación dado que no se tiene que efectuar ningún tipo de excavación.

**Agua.** - Este método disminuye la posibilidad de contaminación debido a que el tiempo de trabajo es relativamente corto al momento de efectuar la rehabilitación y el número de maquinarias a utilizarse es reducido.

**Química.** - Este método no es invasivo, debido a que la maquinaria involucrada para introducir la manga para su instalación dentro del tramo a rehabilitar no demanda muchas horas de trabajo.

**Movilidad.** - Menores molestias a los peatones y al tránsito vehicular.

## Conclusiones

- Mediante la evaluación comparativa se concluye que el Método CIPP Cured In Place Pipe ocasiona un efecto socio económico menor.
- El tiempo de ejecución de la rehabilitación de tubería mediante el método CIPP Cured In Place Pipe es inferior debida a la tecnología implantada.
- El método CIPP minimiza el impacto ambiental, debido a la disminución de maquinarias a implementar y al tiempo de operación. Al no existir movimiento de tierra no hay alteración al entorno (recursos suelo y aire), lo que permite conservar la salud de los moradores del sector y mayor accesibilidad a sus casas y negocios.
- Se evaluó comparativamente la metodología tradicional zanja abierta con el método CIPP Cured In Place Pipe. En el tramo analizado del colector Parson Norte de diámetro 500 mm de hormigón armado ubicado en el sector de la Prosperina, usando la tecnología CIPP tiene un costo directo de 55,961.56 y un tiempo de ejecución proyectado de 3 días, mientras que si se usa la metodología de rehabilitación tradicional de zanja abierta tiene un costo directo de 100,482.18 y un tiempo de ejecución de 7 días.
- Como conclusión la metodología de rehabilitación CIPP es más económica y rápida comparado con el Método de rehabilitación tradicional a zanja abierta.

## Recomendaciones

- Para determinar el tipo de Método a implementarse para la rehabilitación de una tubería es necesario realizar un diagnóstico de los factores que influyen en la aplicación de las técnicas, considerando que el método CIPP pese a ser el más económico, rápido y de menos impacto ambiental presenta limitaciones en la rehabilitación de tuberías circulares debido a que solo se puede implementar en tuberías lineales, no permite corrección de pendientes y no permite corrección de deformaciones de las tuberías a rehabilitar.
- En la actualidad el uso de la rehabilitación sin zanja se está usando en muchos países debido al alto grado de resistencia de la manga con respecto al tiempo, por lo cual se recomienda a las empresas operadoras del servicio de rehabilitación del alcantarillado se promueva una capacitación constante de la implementación de esta tecnología para poder realizar la rehabilitación de más tuberías en menor tiempo con un alto grado de eficacia.
- Se recomienda a las empresas operadoras del servicio de rehabilitación de alcantarillado tomar en consideración otros tipos de rehabilitación sin zanja debido a que no hay específicamente una tecnología mejor que otra debido a que la realización de la rehabilitación sin zanja esta acondicionada a las características de la zona donde se vaya a rehabilitar un tramo, los tipos de actividad socioeconómica, las estructuras que se encuentren a su alrededor que conforman el espacio del área de operación.

## Referencias Bibliográficas

- Acueducto Sistec. (2017). *Subcomite de Diseño - Alcantarillado*. Obtenido de CONSTRUCCIÓN ALCANTARILLADO, DISEÑO ALCANTARILLADO: <http://www.cytarcillasyprefabricados.com/wp-content/uploads/2017/02/Norma-Tecnica-Empresa-de-Acueducto-y-Alcantarillado.pdf>
- Almeida, K. J. (2020). *UNIVERSIDAD ESTATAL DEL SUR DE MANABÍ*. Obtenido de "DISEÑO DE ALCANTARILLADO PLUVIAL EN LA CIUDADELA "EL CENTENARIO DE LA CIUDAD DE CALCETA": <http://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/2418/1/18%20KARLA%20JUSTINA%20PINARGOTE%20ALMEIDA.pdf>
- Arias, E. R. (05 de 02 de 2021). *Investigación descriptiva*. Obtenido de Conomipedia: <https://economipedia.com/definiciones/investigacion-descriptiva.html>
- Betancourt, D. R. (2016). *Universidad de los Andes*. Obtenido de SE JUSTIFICA LA SEPARACIÓN DE ALCANTARILLADO EN LA CIUDAD: <file:///C:/Users/Jorge/Downloads/u729433.pdf>
- Betancur, S. (21 de 07 de 2016). *Prezi*. Obtenido de ¿Qué es alcantarillado combinado?: <https://prezi.com/xzvksd0ehyj7/que-es-alcantarillado-combinado/>
- Conagua. (2016). *Manual de Agua Potable, alcantarillado y saneamiento*. Mexico: Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento.
- Constitucion de Republica del Ecuador. (2008). Obtenido de [https://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4\\_ecu\\_const.pdf](https://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4_ecu_const.pdf)

- Derribos Sevilla. (2016). *Derribos Sevilla*. Obtenido de RELLENO Y COMPACTACIÓN DE TERRENO: <http://www.derribossevilla.com/relleno-y-compactacion-de-terreno/>
- Diaz, Y. (22 de 09 de 2020). *Loja para todos*. Obtenido de CONSTRUYEN ALCANTARILLADO SANITARIO EN VILCABAMBA: <https://www.loja.gob.ec/noticia/2020-09/construyen-alcantarillado-sanitario-en-vilcabamba>
- Dueñas, R. (2017). *FACULTAD DE CIENCIAS MATEMATICAS Y FISICAS*. Obtenido de ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE EL MÉTODO DE ZANJA ABIERTA Y SIN ZANJA PARA LA INSTALACION DE REDES DE AA.PP. EN EL KM 19 VIA A LA COSTA: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/28495/1/Tesis-%20Ricardo%20Due%C3%B1as%20Barco.pdf>
- Escuela Militar de Ingenieria Mcal. Antonio Jose de Sucre. (11 de 2017). *Cueva del civil*. Obtenido de Entibado de Zanjas y Apuntalamiento: <https://www.cuevadelcivil.com/2017/11/entibado-de-zanjas-y-apuntalamiento.html>
- Espada, B. (29 de 04 de 2021). *Ok diario*. Obtenido de Metodo descriptivo: <https://okdiario.com/curiosidades/que-metodo-descriptivo-2457888>
- Estrada Gonzalez, N., & Forero Fajardo, C. (11 de 2018). *Universidad Catolica de Colombia*. Obtenido de EVALUACIÓN DE LA GESTIÓN DEL TIEMPO BAJO LA GUÍA PMBOK® 5TA EDICIÓN PARA METODO SPR DE REHABILITACION DE TUBERIA SIN ZANJA VS METODO CONVENCIONAL DE REHABILITACION DE TUBERIA: <file:///C:/Users/Jorge/Desktop/Tesis%20de%20cipp/Rehabilitaci%C3%B3n%20de%20tuberia%20sin%20zanja%20vs%20metodo%20convencional%20de%20rehabilitacion%20de%20tuberia.pdf>

20sin%20zanja%202018.pdf

Garay, C. (07 de 2020). *Crubocas*. Obtenido de UNIVERSIDAD DE PANAMÁ :

<https://crubocas.up.ac.pa/sites/crubocas/files/2020->

[07/3%20M%C3%B3dulo%20%2C%20%2C%20EVIN%20300.pdf](https://crubocas.up.ac.pa/sites/crubocas/files/2020-07/3%20M%C3%B3dulo%20%2C%20%2C%20EVIN%20300.pdf)

Gargantilla, P. (05 de 10 de 2020). *¿Qué es el método científico? Estos son sus cinco*

*pasos*. Obtenido de Abc. es: [https://www.abc.es/ciencia/abci-metodo-](https://www.abc.es/ciencia/abci-metodo-cientifico-estos-cinco-pasos-201902170129_noticia.html)

[cientifico-estos-cinco-pasos-201902170129\\_noticia.html](https://www.abc.es/ciencia/abci-metodo-cientifico-estos-cinco-pasos-201902170129_noticia.html)

Ingecivil. (10 de 08 de 2018). *Para qué sirve el alcantarillado pluvial*. Obtenido de

IngeCivilInformación relacionada a Ingeniería civil y Construcción:

[https://www.ingecivil.net/2018/08/10/para-que-sirve-el-alcantarillado-](https://www.ingecivil.net/2018/08/10/para-que-sirve-el-alcantarillado-pluvial/)

[pluvial/](https://www.ingecivil.net/2018/08/10/para-que-sirve-el-alcantarillado-pluvial/)

Ingenieria Civil . (05 de 11 de 2017). *Alcantarillado*. Obtenido de

[https://ingenieriacivil530.wordpress.com/2017/11/05/primera-entrada-del-](https://ingenieriacivil530.wordpress.com/2017/11/05/primera-entrada-del-blog/)

[blog/](https://ingenieriacivil530.wordpress.com/2017/11/05/primera-entrada-del-blog/)

Luna Escalante, J. G., & Gonzales Mendoza, C. E. (2018). *UNIVERSIDAD*

*NACIONAL DE SAN AGUSTÍN DE AREQUIPA*. Obtenido de

“DESCRIPCIÓN, ANÁLISIS COMPARATIVO Y EVALUACIÓN DE LAS

TECNOLOGÍAS: <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/6730>

Martinez, I. P. (2019). *Enfoque*. Obtenido de Dicenlen:

<https://www.dicenlen.eu/es/diccionario/entradas/enfoque>

Milanes, C. (s.f.). *Slide Players*. Obtenido de Sistema Integrado de Atarjeas:

<https://slideplayer.es/slide/1703783/>

Ocampo, D. S. (4 de 08 de 2020). *investigaliacr*. Obtenido de Fuentes primarias y

secundarias de información cuantitativa:

<https://investigaliacr.com/investigacion/fuentes-de-informacion-primarias-y->

secundarias-en-la-investigacion-cuantitativa/

Perez Porto, J., & Gardey, A. (2017). *Definicion.de*. Obtenido de DEFINICIÓN DE CUNETA: <https://definicion.de/cuneta/>

Salas, D. (3 de 12 de 2019). *Investigalia*. Obtenido de Investigación bibliográfica: <https://investigaliacr.com/investigacion/investigacion-bibliografica/>

Serrano, S. I. (2018). *Universidad de los Andes*. Obtenido de Tecnologías más promisorias para renovar y rehabilitar tuberías de distribución de agua potable: <file:///C:/Users/Jorge/Desktop/Tesis%20JC/1%20tesis%20%20CIPP.pdf>

Westreicher, G. (22 de 08 de 2020). *Economipedia*. Obtenido de Metodo: <https://economipedia.com/definiciones/metodo.html>

Yepes Piqueras, V. (2 de 10 de 2016). *Universidad Politecnica de Valencia*. Obtenido de Tecnologías sin zanja: <https://victoryepes.blogs.upv.es/tag/pipe-jacking/>

Yepes Piqueras, V. (10 de 12 de 2018). *Universidad Politecnica de Valencia*. Obtenido de Apertura de zanja en la instalación de tuberías: <https://victoryepes.blogs.upv.es/2018/12/10/apertura-de-zanja-en-la-instalacion-de-tuberias/>

Yepes Piqueras, V. (30 de 03 de 2021). *Universidad Politecnica de Valencia*. Obtenido de Drenaje de excavaciones mediante zanjas perimetrales: <https://victoryepes.blogs.upv.es/tag/drenaje/>

# ANEXOS

## Fotografías















