



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**Análisis Comparativo del Método Tradicional y Cracking para el
cambio de tuberías de agua y desagüe**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

AUTOR:

Perez Manihuari, Rafael (ORCID:0000-0002-9771-3546)

ASESOR :

Dr. Zamora Mondragón Jesús Elmer (ORCID:0000-0001-6362-1603)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Diseño de Obras Hidráulicas y Saneamiento

Lima – Perú

2020

Dedicatoria

A Dios: Por ser guía en mi Vida para continuar en el camino del bien y poder lograr mis objetivos gracias a su bendición.

A MIS HIJOS Y ESPOSA: Que siempre me motivan en mis momentos de desvelo con el fin de lograr mis objetivos y ser parte del orgullo de ellos

A MIS PADRES: Por su apoyo incondicional, el ejemplo inspirador que me brindan día a día para superarme y ser persona de bien en nuestra sociedad

Agradecimiento

A la Universidad César Vallejo por ser nuestro centro de formación y ayudarnos a descubrir nuestras habilidades y destrezas para desempeñarnos en el ámbito de la ingeniería, a los profesores por compartir todos sus conocimientos y experiencias.

INDICE

I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	9
III. MÉTODO.....	21
3.1 Tipo y diseño de investigación.....	22
3.2 Categorías, subcategorías y matriz de categorización apriorística	22
3.3 Escenario de estudio	23
3.4 Participantes.....	24
3.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	26
3.6 Procedimientos	27
3.7 Rigor científico.....	27
3.8 Métodos de análisis de información	29
2.8.1 Categorías	29
2.8.2 Subcategorías	30
3.9 Aspectos éticos.....	31
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	32
V. CONCLUSIONES.....	34
VI. RECOMENDACIONES.....	37
BIBLIOGRAFIA.....	39
ANEXOS	42

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Características de tuberías de Polietileno para agua potable.....	19
Tabla 2: Características de tuberías de Polietileno para Alcantarillado.....	20
Tabla 3: Matriz de categorización apriorística	22
Tabla 4: Resumen de criterios de búsqueda.....	27
Tabla 5: Ficha de Recolección de Datos Tesis BRUNO, Willian.....	43
Tabla 6 Ficha de Recolección de Datos Tesis ROSALES, Jorge	44
Tabla 7: Ficha de Recolección de Datos Tesis Ojeda, Julio.....	45
Tabla 8: Ficha de Recolección de Datos Tesis PANIAGUA Y QUISPE	46
Tabla 9: Ficha de Recolección de Datos Tesis GONZALES, Marly.....	47

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ruptura de tuberías	14
Figura 2: Fragmentación de tuberías	15
Figura 3 : Excavación manual.....	16
Figura 4: Excavación con Maquinaria	16
Figura 5: Material extraído	17
Figura 6: Tierra depositada en Tolvas.....	17

RESUMEN

En el presente trabajo de investigación analizaremos las diferencias del método tradicional con el método cracking para cambio de tubería, debido a la necesidad de buscar nuevos métodos que resulten más óptimos y eficaces en la ejecución de obras civiles. Ante la problemática que existe en nuestro medio local nos vemos en la obligación de restaurar las tuberías de agua y desagüe originado por el incremento poblacional y los diversos problemas que presentan las tuberías ya sea por casos de emergencia, por deterioro o por contener sedimentos acumulados.

La utilización de esta tecnología permite ejecutar en obras urbanas densamente pobladas, con un tránsito vehicular en donde el impacto ambiental al hacerlo mediante esta tecnología, se reduce al mínimo.

Esta investigación se desarrolló en cuatro parte: la primera se basó en la búsqueda de definiciones mediante libros, tesis, videos, blogs web, entrevistas, la cual ayudo a tener más claro los conceptos y los procesos de cada uno de los métodos que estamos comparando. En la segunda parte analizamos los datos recolectados mediante fichas de recolección de datos con la técnica de la observación desde el punto de vista de la ingeniería civil. En la tercera parte procesamos la información para discutir los resultados obtenidos y en la última parte de la investigación llegamos a las conclusiones que el método cracking tiene mejores ventajas en su proceso constructivo debido a los resultados favorables en el impacto ambiental, social, económico y en tiempos de ejecución de los trabajos.

Palabras clave: Cracking, Método tradicional, alcantarillado, Tuberías

ABSTRACT

In this research work we will analyze the differences between the traditional method and the cracking method for changing pipes, due to the need to find new methods that are more optimal and effective in the execution of civil works. Given the problems that exist in our local environment, we are obliged to restore the water and sewer pipes caused by the increase in population and the various problems that the pipes present either due to emergencies, deterioration or containing accumulated sediment.

The use of this technology allows to execute in densely populated urban works, with a vehicular traffic where the environmental impact when doing it using this technology is reduced to a minimum.

This research was developed in four parts: the first was based on the search for definitions through books, theses, videos, web blogs, interviews, which helped to clarify the concepts and processes of each of the methods we are comparing. In the second part, we analyze the data collected using data collection sheets with the observation technique from the point of view of civil engineering. In the third part we process the information to discuss the results obtained and in the last part of the investigation we reach the conclusions that the cracking method has better advantages in its constructive process due to the favorable results in the environmental, social, economic and work execution times.

Keywords: Cracking, Traditional method, sewerage, Pipelines

I. INTRODUCCIÓN

En nuestro País es un derecho fundamental que todo ciudadano tenga agua y alcantarillado. Por lo tanto, es muy importante para el bienestar de la población, todo predio debe contar con los servicios fundamentales de abastecimiento de agua y desagüe. En las zonas urbanas y rurales es necesario que cuenten con el servicio básico como es el agua y desagüe, para así disminuir la pobreza y los bajos recursos, es por ello, que para obtener el desarrollo social y bienestar de los ciudadanos es muy importante contar con este tipo de servicio. En la actualidad existen razones muy fuertes para tratar de resolver temas de saneamiento en nuestro país, debido a la antigüedad en la que se ha implementado este servicio, centrándome como punto de partida para este estudio en Lima metropolitana, específicamente en el distrito de La Victoria por el alto nivel de su población y su antigüedad. Uno de los criterios que se toma para el desarrollo del estudio es el índice del crecimiento excesivo y no organizado en ese distrito. Este fenómeno surge por la migración de habitantes de la costa, sierra y selva hacia la capital por el centralismo de las instituciones, grandes empresas, comercio y las nuevas oportunidades que ofrece Lima capital de nuestro país, lo que provocó la expansión de la ciudad de forma horizontal como vertical haciendo construcciones de nuevas viviendas multifamiliares que ocasionaron el colapso de las redes de alcantarillado y el desabastecimiento de agua potable. Por eso la empresa SEDAPAL se ve en la necesidad de cambiar con urgencia y ampliar sus redes con el fin de brindar bienestar a la población en general cumpliendo con la necesidad que actualmente agobia la población de Lima Metropolitana.

Según INEI (2020) el crecimiento poblacional hasta Enero del año 2020 en Lima tuvo como estimaciones y proyecciones de 9 674 755 habitantes la cual tiene una representación del 29,7% de la población total en el Perú y dentro de los distritos con mayor densidad de población se encuentra el Distrito de La Victoria con más de 21 500 de habitantes por kilómetro cuadrado (km²), además, el 94% de la población tiene acceso a los servicios básicos de agua y alcantarillado, esto quiere decir, que la demanda a estos servicios se ha incrementado considerablemente, es por ello, que se debe de ampliar la red de conexiones de agua y redes de alcantarillado incrementando la capacidad para cumplir cabalmente las

necesidades de la población, ya que en la actualidad se viene observando el colapso de las redes de alcantarilla dentro de los distritos de la ciudad de Lima.

En el 2014 el Ex Presidente de la Republica, Ollanta Humala Tasso, realiza una importante inspección de avances al Macro Proyecto de optimización y rehabilitación del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado en Lima Norte, este proyecto consiste en renovar las tuberías de los sistemas de red de agua y alcantarillado con una nueva tecnología conocida como Cracking la cual se emplea para sustituir las tuberías antiguas por una nuevas y de mejor calidad, es por ello, que en el 2016 el ex-presidente Ollanta Humala Tasso, promulga la Ley N° 30045 Ley de modernización de los servicios de saneamiento para mejorar los servicios básicos de la población.

Por estas razones, proponemos una posible solución efectiva al problema de cambio de redes de alcantarillado y de agua potable, comparando que ventajas y desventajas puede tener en comparación del sistema tradicional de cambio de tuberías. Haremos balances con el sistema tradicional de excavación y dar conclusiones para un entendimiento más amplio del tema.

Este trabajo de investigación está estructurado por capítulos. El primero planteamiento del problema teniendo como referencia los antecedentes investigados, la formulación de la misma con sus objetivos, alcances y viabilidad. El segundo trata el marco teórico, las definiciones y terminología básica para comprender plenamente la investigación. El tercero comprende la metodología y explicación sobre los métodos utilizados. Por último se analiza los resultados, con el propósito de llegar a las conclusiones y recomendaciones.

Según POLLERT (2005) el sistema de agua y alcantarillado es muy importante para el desarrollo de las ciudades, las infraestructuras de tuberías por donde se conduce el agua y el desagüe de las casas, edificios, centros comerciales entre otros, el desgaste en su estructura son ocasionadas por diferentes circunstancias, es por ello, que las fallas generalmente son por el tiempo de vida útil, corrosión, roturas, obstrucción que generan hasta el colapso de las tuberías perjudicando directamente a la población, por tal motivo, es muy importante el mantenimiento, rehabilitación y cambio de tuberías de ser necesario.

En la actualidad en el distrito de La Victoria las tuberías del sistema de agua potable y desagüe cuentan con más de 20 años desde su instalación, la cual requiere de mantenimiento e incluso de renovar tuberías debido al mal uso y funcionamiento que la población da a estas redes de agua y alcantarillado, en tal sentido, para realizar mejoras del servicio se debe de renovar las tuberías que requieran mayor capacidad de abastecimiento en la red de agua y desagüe si optamos a trabajar con el procedimiento tradicional para las instalaciones y el cambio de tuberías con zanja abierta sabemos que ocasionan grandes dificultades en las pistas y en la población, ya que con este procedimiento conlleva a bloquear e incluso cerrar calles y avenidas de alto tránsito vehicular, además que genera grandes pérdidas económicas en zonas de comercio e industrias, toda vez que el distrito de La Victoria se caracteriza por su alto índice del comercio textil.

El uso indebido del agua y sus conexiones clandestinas que realizan los vecinos ocasionan problemas de colapso en el sistema de alcantarillado que se viene presentando durante todos estos años y en estas zonas que cuentan con mucho tiempo de antigüedad aún no se han realizado el cambio de tuberías por otras más adecuadas y de mayor capacidad, exponiendo a la sociedad una contaminación ambiental cada vez que este colapso y tenga que contaminar con los malos olores e incluso rebasando su capacidad aflorando hacia las avenidas e inundando viviendas, ocasionando cuantiosas pérdidas en la economía familiar y social debido que en gran mayoría en este tramo ha perdido sus bienes de primera necesidad, por ende, en cada uno de estos sistemas va empeorando la situación,

tanto así que ha presentado problemas de ¿Cuántos afectados hay? ¿Por qué están afectados? ¿En qué proporción afecto sus bienes? , es por ello, la presente investigación propone analizar el método tradicional y cracking para realizar el cambio de tuberías en busca de una mejora en el método para el bienestar a nivel sociedad en los buenos resultados en su aplicación.

El método cracking o también llamado método sin zanja es operado principalmente en lugares con mayor índice poblacional, donde se desenvuelven grandes movimientos económicos, comercial y de alto tránsito vehicular, asimismo, la eventualidad de una clausura temporal de la calle o avenida transitada, sería un desconcierto en esos lugares, es por ello, que existen nuevos métodos y prácticas que se puedan aplicar y evitar grandes molestias a la sociedad, el método cracking es uno de ellos, ya que este es muy práctico porque no conlleva a romper la pista del tramo a realizar la renovación de tuberías, por tal motivo realizaremos un análisis comparativo entre estos dos métodos el tradicional y cracking.

Chris Brahler (1966), revela que todo trabajo en la implementación de tuberías subterráneas de cableados de telefonía con excavaciones a cielo libre, que hasta ese momento era una primicia para dicha época, tenían dificultades. En aquel tiempo solo tenían por única alternativa favorable para realizar una zanja abierta, dividiendo la vía, ocasionando grandes molestias, además de contaminar el medio ambiente producto de la propia labor realizada. Entonces, él maduró su idea con la posibilidad de usar nuevas tecnologías con equipos de perforación subterránea como una primera alternativa de solución ya que había desarrollado sus primeros trabajos en Norteamérica. El instrumento que revolucionaría los trabajos subterráneos elaboraban perforaciones rectas y de longitudes cortas siendo para la época una herramienta innovadora.

Según Brahler (1966), explica toda la problemática que comprende realizar los trabajos en zanja abierta y proporcionó como una posible solución de iniciar obras subterráneas más conocida como el método de tunéelo, es decir, sin la necesidad

de realizar excavaciones abiertas. En este sentido, el origen de la problemática pretendía establecer el análisis del sistema innovador para calificar su utilización en la realización de trabajos en lugares urbanos donde la población es muy densa, logrando obtener efectos favorables cumpliendo con los intereses esperados.

Cada vez que se realiza la rehabilitación de tuberías es ahí donde el método y las técnicas de renovación se potencializan, pues al identificar las fallas en las tuberías ya sea por la forma operacional y/o por casos fortuitos de la naturaleza, no será necesario realizar una zanja para el cambio respectivo, porque ya tenemos el conocimiento que tenemos opción de método para realizar el trabajo con la posibilidad de minimizar la ruptura en el asfalto del pavimento en la vía; de este modo obviaremos efectuar la conocida zanja a cielo abierto generando grandes movimientos de tierra. Asimismo, se alcanzan adquirir nuevas ventajas secundarias: como la disminución de la molestia en los pobladores por cortes del servicio de agua, minimiza la deformación del suelo a causa de realizar cortes y rellenos de la misma, tiene un bajo nivel de riesgo en ocasionar daños a otros servicios que se encuentran en el lugar de trabajo y así evitamos posibles indemnizaciones por daños y perjuicios, también se reduce significativamente la contaminación ambiental, tiene menor posibilidad de ocurrir daños y accidentes laborales así como el los transeúntes por tener expuestas las excavación a cielo libre.

En muchos puntos de Latinoamérica aproximadamente entre la década de los ochenta y noventa, los empresarios con rubros de construcción que ofrecen sus servicio a la ejecución de obras civiles en reforma de tuberías de alcantarillado utilizaron el sistema novedoso como es la fragmentación neumática y revelaron el problema que conllevó a ser puntos céntricos a las críticas de evaluación y de observaciones de mecanismos relacionados a elementos que conciernen a las dimensiones optan las tuberías cada vez que tienden a ser instaladas, a partir de los métodos existentes se diseñaron nuevos métodos uno de ellos es el cracking y que hoy en la actualidad se viene extendiendo en diversos países del mundo

haciendo que sus accesorios recomendados para este tipo de trabajos son las tuberías de polietileno de alta densidad o HDPE por su alta resistencia al impacto, su flexibilidad así también como el termoplástico, tienen características como su calado de servicio, los tipos y características de suelo de arcillas donde se puede emplear, las grava de diferentes granulometrías y concentración, este tipo de material en tuberías son recomendados para este tipo de método a emplear en cambio de tuberías ya existentes. Por lo tanto, el origen de la problemática parte por falta de evaluación y control en el sistema de redes de alcantarillado que ocasionan los siguientes elementos: el reemplazo de tuberías por un material que no se rigen a estándares de calidad: concreto no reforzado, concreto simple, cerámica, plástico, y tubos de acero con pared delgada; la instalación de nueva tubería de igual o menor diámetro y mantener la pendiente original. Para realizar esta labor se requiere de equipos y herramientas de trabajo, como máquinas de pequeña longitud para el remplazo de la tubería entre el pozo de ataque y la cámara de inspección; sin embargo, para el caso de tuberías con diferentes diámetros será inevitable adquirir herramientas con equipos o máquinas que contengan diversos accesorios para el buen adecuado uso en el trabajo.

Sobre lo expuesto en la realidad problemática se planteó el problema general y los problemas específicos de la investigación. El problema de la investigación es ¿Cuáles son las diferencias que existen entre el método tradicional y cracking para el cambio de tuberías de agua y desagüe? Los problemas específicos de la investigación fueron los siguientes:

- ¿Cómo influye el cambio de tuberías de agua y desagüe con el uso de la nueva tecnología del método cracking?
- ¿De qué manera influye el cambio de tuberías en el cuidado del medio ambiente con el método cracking?
- ¿De qué manera influye el tiempo de ejecución de obras el cambio de tuberías de agua y desagüe usando el método cracking?

El objetivo general es Determinar las ventajas entre el método tradicional y cracking para el cambio de tuberías de agua y desagüe. Los objetivos específicos fueron los siguientes:

- Determinar las diferencias entre el método tradicional y cracking en el ámbito social y económico.
- Determinar las diferencias entre el método tradicional y cracking en el impacto ambiental.
- Determinar las diferencias entre el método tradicional y cracking para los tiempos de ejecución de obras.

II. MARCO TEÓRICO

OJEDA (2015) El autor en su tesis tiene como objetivos describir los procesos que tienen el método Pipe Bursting y el método tradicional para realizar cambio de tuberías del sistema de alcantarillado, además de realizar análisis de costos, rendimientos e impacto social para lograr la identificación significativa de sus ventajas y desventajas en cada uno de los métodos antes mencionados, por tal motivo, nos presenta la descripción de las tuberías de polietileno de alta densidad poniendo en evidencia sus particularidades físicas y químicas, así como los diferentes dimensiones que se requiere según sea el caso en la obra a ejecutar. Así mismo, muestra también los alcances y limitaciones que se presentan durante la ejecución de los trabajos cada vez que se utiliza uno de los métodos como el pipe bursting o el método tradicional, esto conlleva a realizar el análisis correspondiente de costos con las otras partidas utilizadas en su trabajo. OJEDA (2015) llega a las conclusiones que el método tradicional genera grandes probabilidades de accidentes al exponer las zanjas abiertas durante dicha ejecución de trabajos para renovar tuberías de desagüe, en cambio, el método pipe bursting tiene ventajas porque no necesita realizar excavaciones todo el tramo para realizar dicho trabajo generando una mayor seguridad en su personal que ejecuta la obra dando una mejora y seguridad a la sociedad.

(Paniagua & Quispe, 2017) En el desarrollo de su investigación desarrolla el análisis que influyen estas tecnologías toda vez que son usadas, además busca encontrar las diferencias entre la tecnología moderna y el método de excavación convencional para realizar renovación de tuberías en los sistemas de agua y desagüe en la ciudad de Lima. Paniagua y Quispe (2017) utiliza como muestras a dos proyectos en distritos diferentes como son Santiago de Surco y Magdalena del Mar, para recopilar datos importantes y estudiar el comportamiento y sus diferencias en cada uno de los métodos a realizar en estos dos distritos Limeños, realizó un presupuesto para cada uno de ellos siendo un total de cuatro. Los resultados después de analizar y comparar cada uno de estos métodos concluyen diferencias significativas en las partidas de movimiento de tierras siendo casi nula en el método sin zanja y que reducir en el tiempo de ejecución de la obra genera grandes ganancias. Paniagua y Quispe (2017) recomienda utilizar el método sin

zanja por su óptimo trabajo toda vez que disminuyen riesgos de accidentes y los plazos de ejecución de la obra además que genera un impacto positivo para el medio ambiente y la sociedad en general.

Luna y Gonzales (2018) En la investigación demostrada por el autor realiza la comparación de los presupuestos, rendimientos y tiempos de ejecución que realiza la tecnología pipe bursting y el método tradicional cuando se elaboran obras para el cambio de tuberías en el sistema de alcantarillado, es por ello, que aplica definiciones de los distintos métodos incidiendo más en la tecnología sin zanja. El autor utilizó como herramienta la encuesta para analizar de qué manera perjudica en el aspecto socioeconómico los cambios de tuberías en los sistemas de alcantarillado en el distrito de Miraflores – Arequipa, proporcionando como resultados la comparación de ambos métodos, el más eficiente y con un índice menor en el impacto socioeconómico es el método de fragmentación o más conocido método sin zanja, ya que permite a la población realizar sus actividades familiares y comerciales de manera normal y con menor molestia, es por ello, que recomienda utilizar el método sin zanja y dar más difusión a dicha tecnología para mejorar la guía de rehabilitación y renovación de los sistemas de agua y alcantarillado.

PINZÓN, J. (2011) En su trabajo de investigación busca instaurar el manejo de nuevos procedimientos para los sistemas de alcantarillado, es por ello, que describe como a lo largo de estos tiempos va evolucionando estos nuevos métodos de sustitución de tuberías en redes de alcantarillado a nivel mundial y que hoy en día nos presenta como una novedad en este rubro de la ingeniería, además, analiza estas tecnologías para manifestar que mejoras presenta ante el método convencional cuando realicen la sustitución o rehabilitación de tuberías en los sistemas de alcantarillado. PINZÓN, J. (2011) realiza el estudio del sistema de alcantarillado para analizar y detallar como se encuentra el estado actual de este

sistema utilizando la tecnología sin zanja para la limpieza, inspección y diagnóstico de la red. Como resultado de su estudio concluye que la tecnología sin zanja es mucho menor en costos social, ambiental, es por ello, que recomienda mayor uso de esta tecnología en bien de la sociedad de Bogotá.

PUPPO, C. (2014) El autor en su investigación presenta el análisis y compara las ventajas y desventajas de los diversos métodos para la rehabilitación en los sistemas de alcantarillado, por tal motivo, menciona las definiciones y características de todos los métodos que se utilizan para recuperar las troncales en los alcantarillados, además que propone un diseño metodológico para la recuperación de las troncales en los sistemas de alcantarillado. Realiza una investigación de tipo aplicada con el propósito de encontrar una forma óptima y eficaz para la recuperación de las troncales en la red de desagüe con una visión centralizada en los problemas que se generan por diversos factores como fallas operacionales, estructurales entre otros. Asimismo, PUPPO, C. (2014) concluye como resultado de su trabajo de investigación que el método sin zanja posee mejores ventajas y beneficios en el impacto ambiental y en la sociedad cuando se ejecuta la obra, sin embargo, el método tradicional por lo general origina molestias alterando las actividades de la población en sus alrededores de la obra.

BAJAÑA, L (2016) en el desarrollo de su investigación describe los problemas que vienen produciendo en la red de alcantarillado en la ciudad de Guayaquil precisamente en el centro de la ciudad, asimismo, menciona que la municipalidad de dicha ciudad realiza mejoras con la visión de modernizar y embellecer la zona y conjuntamente con la con la empresa INTERAGUA tienen como como objetivo realizar el cambio de las tuberías de la red de alcantarillado como plan de desarrollo de la ciudad. Por lo tanto, el objetivo de esta tesis es optar por el método más apropiado para la renovación del sistema de alcantarillado, tomó como muestra una obra realizada con el método moderno pipe bursting ubicada en el “Cantón General Villamil playas” para realizar un estudio analítico para así de esta manera pueda realizar las comparaciones entre método con convencional y el método moderno. Producto del análisis que realizó entre ambos métodos concluye que el método sin

zanja tiene mayor ventaja en comparación con el método tradicional toda vez que genera un menor costo, minimiza el impacto ambiental, social, mejor rendimiento en la ejecución de la obra y mayor confiabilidad en seguridad de los trabajadores ya que se expone a riesgos de accidentes.

Los sistemas de alcantarillados está definido como el conjunto de conductas y estructuras destinados a recibir, evacuar, conducir y disponer las aguas servidas; fruto de las actividades humanas o de las que provienen como fruto de la predicción pluvial (Perez, 2013).

La red de alcantarillado es considerada como uno de los servicios básicos, hoy en día nuestras autoridades municipales y regionales deben tener en cuenta el crecimiento poblacional a futuro, es por eso, que este sistema tiene que ir en relación con las redes de agua potable. En la actualidad la red de alcantarillado es un requisito indispensable para la creación de nuevas urbanizaciones en la mayoría de los países desarrollados.

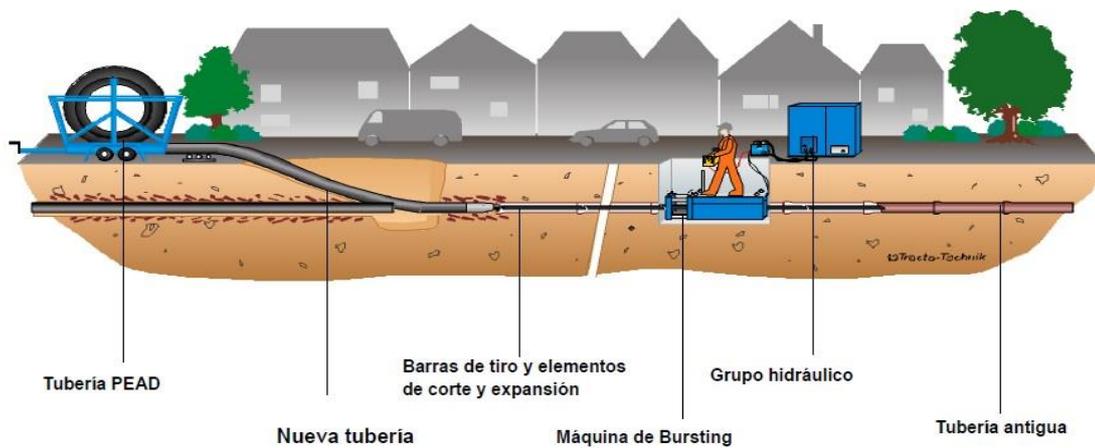
La red de alcantarillado está destinada a transporta y recolectar aguas residuales que fluyen por gravedad bajo condiciones normales. Asimismo está conformada por los siguientes componentes:

- Colector secundario:
- Colector principal
- Interceptor
- Emisario final

El rompimiento por tiro con barras, reventamiento de tuberías, (*pipe bursting*) radica en la implementación de una tubería nueva en un determinado sitio que es ocupado por una tubería que haya cumplido su ciclo de vida útil o que presenta problemas para su servicio óptimo, el cual es destruido previamente e incorporado al suelo circundante. Esta tecnología esta denominada con el nombre sin zanja (*trenchless*) recomendada para el reemplazo de líneas de agua potable, gas y alcantarillado en suelos accesibles y blandos, donde otras canalizaciones

subterráneas o edificios se encuentran cercanos (dimensiones posibles entre 50 y 1200 mm). Tiene la capacidad de destruir a tuberías de hormigón, acero o fundición dúctil sin desvalorización de sección de la tubería a ser renovada, permitiéndose incluso ciertos incrementos de sección YEPES, V (2015) Ver Fig.

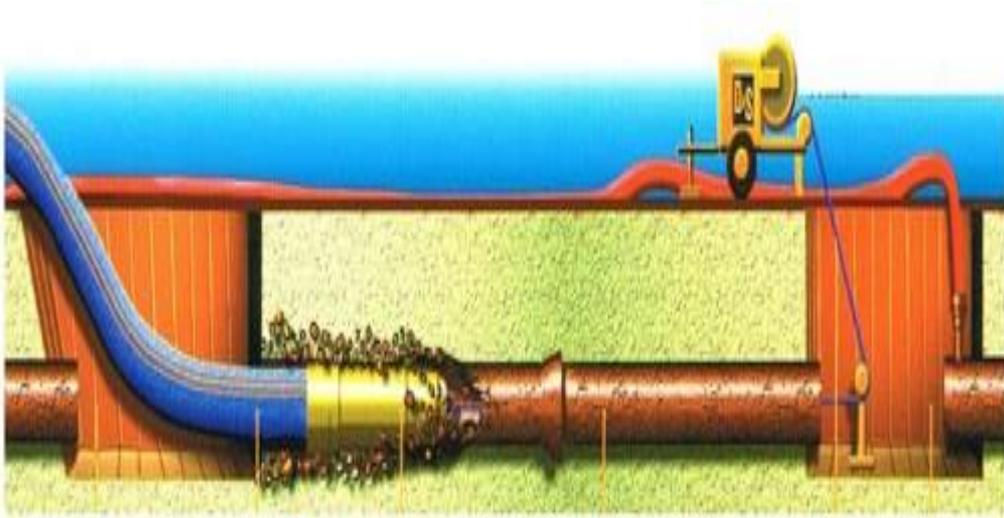
Figura 1: Ruptura de tuberías



Fuente: Google

Esta tecnología nos permite renovar tuberías según la longitud del tramo a fragmentar sin disminuir su sección original, sin la necesidad de realizar zanjas abiertas en todo el tramo. El proceso de colocación de tuberías se procede a instalar el equipo de fragmentación o cracking en los pozos excavados, este equipo dirige el trabajo empujando a las varas de acero dentro de la tubería antigua, las varas de acero están entrelazadas una a una en forma enroscada hasta llegar al otro extremo, mientras tanto la tubería de polietileno se coloca en el cabezal de mayor diámetro, este cabezal de acero es enganchado con las barras de acero y cuando el cabezal va ingresando a la tubería antigua poco a poco va rompiendo con la misma forma que va avanzando, esta tubería fragmentada se adhiere al suelo. Cuando llega al extremo cada barra es desenroscada y devuelta a su contenedor.

Figura 2: Fragmentación de tuberías



Fuente: Google

Se llama excavación convencional o zanja abierta al conjunto de procedimientos que se realizan con los terrenos naturales, con el propósito de transformar las formas de la naturaleza. Los procedimientos del movimiento de tierras en el caso más general son:

- Excavación
- Carga
- Acarreo
- Descarga
- Extendido

Ver figura:

Figura 3 : Excavación manual



Fuente: Google

Figura 4: Excavación con Maquinaria



Fuente: Propia

Los materiales se localizan en el medio ambiente en procesos de evolución que son de varios tipos, que se llaman bancos. El significado de excavación radica en extraer o retirar del banco partes de su material que existe en ella. El suelo también conocido como terreno presenta diferente dificultad a su extracción; es decir, para varios tipos de casos, se presentan diferentes medios para contraponerse con éxito

su excavación. Los materiales extraídos producto de la excavación se sitúan en un medio de transporte mediante la maniobra de carga, después de llegar a su destino, el material es situado mediante la manipulación de descarga. Esta puede realizar sobre el propio terreno, en tolvas que están diseñadas para este propósito, etc. Para su ejecución en trabajos públicos, es acostumbrado crear, con el material extraído, capas de espesor, aproximadamente uniforme, mediante la operación de extendido CHERNÉ y GONZÄLES (2016, pág. 7) Ver figura 5 y 6.

Figura 5: Material extraído



Fuente: Propia

Figura 6: Tierra depositada en Tolvas



Fuente: Google

Los nuevos procedimientos para realizar movimientos de tierras por excavaciones en la actualidad son conocidas como tecnología sin zanjas que está definida como la técnica a manipular en la creación, implementación, sustitución, renovación, inspección, localización y detección de fugas de líneas de tubería de alcantarillado y de agua potable con excavación mínima de la superficie del área de trabajo (suelo). Es utilizada casi con exclusividad para servicios de utilidad subterránea de un tamaño menor, de alrededor de 1,000 milímetros de diámetro. El número total de las distintas técnicas de tecnología sin zanjas sobrepasa de cuarenta, pudiéndose las clasificar así:

- Técnicas para realizar una nueva instalación de tubería o cable en un alineamiento donde no existe tubería de antemano.
- Técnicas para realizar un reemplazo en línea, donde la tubería original es reemplazada, con el mismo alineamiento.
- Técnicas de renovación para mejorar la actuación de la tubería.
- Técnicas de reparación y mantenimiento para la rectificación de daño local en longitudes cortas y juntas o accesorios.

En particular no todas las técnicas son utilizadas con las tecnologías sin zanjas y para realizar mínima excavación son utilizados en diferentes servicios (agua potable, alcantarillado, gas y cables).

En la actualidad la búsqueda de mejoras por conseguir un material con mejores características y con ventajas para su manipulación para realizar diferentes tipos de trabajo ya existen tuberías de Polietileno de Alta Densidad (HDPE) por la nomenclatura en inglés de High Density Polyethylene, es un termoplástico semi cristalino formado por cadenas de moléculas de etileno y tiene gran importancia debido a presentar una gran resistencia a los efectos de diversos compuestos químicos como: ácidos; soluciones salinas; líquidos corrosivos y gases, además, de caracterizarse a su gran resistencia a la incrustación biológica como son las raíces de los árboles y por la morfología del suelo que está en un cambio continuo, lo que presume a una mayor vida útil.

La tubería que se presentan con material de HDPE se caracterizan por su valor mínimo en su peso y rigidez en comparación a otros materiales, lo que le aprueba tener una mayor flexibilidad de trazados, radios de curvatura mínimos, y una óptima respuesta a los impactos o desplazamientos de terreno, lo que proporciona mejor desempeño en su instalación y reduce los costos asociados, permitiendo además el acoplamiento mediante sistemas con el método cracking.

Estas tubería de HDPE presentan gran ventaja por su condición de termoplástico permite, realizar los empalmes mecánicas de tubo a tubo de tipo Dresser, Victaulic, o bridas, la termofusión de tubos mediante elementos calefactores o fittings preformados (con resistencias eléctricas confinadas) que provocan ensambladuras homogéneas y continuas del mismo material. El manejo de estos empalmes involucra un alto grado de estanqueidad, además, de reducir pérdidas en la distribución de agua potable y la incorporación de aguas ajenas a los alcantarillados.

La rugosidad de las tuberías de HDPE fabricadas por extrusión es asimilable a C= 150 de Hazen Williams, lo que permite una gran capacidad de conducción, que se mantiene en el tiempo, evitando la pérdida de conducción hidráulica.

Para PAVCO la resistencia a la presión en sus tuberías es muy importante es por ello que garantiza el buen funcionamiento dentro de ellas por que exige un control de calidad en el proceso de su fabricación de sus productos y estos se rigen bajo normas técnicas: ASTM, ISO y NTP, presenta gran flexibilidad en su maniobra para su implementación en redes de agua potable. Ver Tabla1.

Tabla 1: Características de tuberías de Polietileno para agua potable

CARACTERÍSTICAS	
NORMA	NTP ISO 4427:2008 Y ASTM F 714
COLOR	Negro, Azul
MEDIDAS	20 mm a 900 mm
LONGITUD	12 metros
MATERIAL	PE 80 – PE 100

La fabricación de esta tubería se caracteriza por su alta resistividad a la corrosión por el mal uso desmedido de la población que realiza con la industria e incluso en los propios hogares, es por ello, que esta tubería presenta gran flexibilidad y resistencia al impacto, esto es admisible y se adecua a terrenos con una morfología agresiva que no permiten absorber las vibraciones o empujes productos de la labor cotidiana.

Según (PAVCO) estas tuberías y accesorios son fabricados bajo estándares y normas técnicas como: ASTM, ISO, NTP y dicha empresa es la única que fabrica con dimensiones de gran diámetro hasta 900mm.

Tabla 2: Características de tuberías de Polietileno para Alcantarillado

	CARACTERÍSTICAS
NORMA	NTP ISO 9772:2009
COLOR	Naranja
MEDIDAS	110 mm a 900 mm
LONGITUD	12 metros
MATERIAL	PE 80 – PE 100
JUNTA	Soldadura por termofusión

III. MÉTODO

3.1 Tipo y diseño de investigación

La investigación tiene un enfoque cualitativo.

Según Hernández, Fernández y Baptista (2014) el tipo de estudio es “**descriptivo**”, porque busca describir propiedades y características de fenómenos, acontecimientos o contextos para puntualizar como son y cómo se presentan, con el propósito de almacenar o evaluar el contenido de la información. (p. 92).

Según Fernández (2014) es de **diseño fenomenológico** porque se obtiene la intencionalidad de los participantes con el propósito de indagar, narrar y entender las prácticas realizadas por las personas con respecto a los fenómenos y evidenciar los elementos en común que tienen ellas entre sí. (p.493).

3.2 Categorías, subcategorías y matriz de categorización apriorística

Tabla 3: Matriz de categorización apriorística

Nº	CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA	CRITERIO 1	CRITERIO 2	CRITERIO 3	CRITERIO 4
1	Redes de distribución de agua	Método Tradicional	Social-económico	Presupuesto	Densidad poblacional	SEDAPAL
		Método Cracking	Ambiental	Ruido, polvo, olor	Diseño hidráulico	RNE
2	Redes de alcantarillado	Método Tradicional	Social-económico	Presupuesto	Densidad poblacional	SEDAPAL
		Método Cracking	Ambiental	Ruido, polvo, olor	Diseño hidráulico	RNE
			Ejecución	Tiempo		

3.3 Escenario de estudio

GONZALES (2018) El autor en su tesis toma como escenario de estudio la Urbanización San Diego del Distrito de San Martín de Porres de la provincia de Lima, departamento de Lima, además, dicho distrito cuenta con una densidad poblacional según el INEI de 700178 habitantes el cual trabajará para realizar sus cálculos de diseño hidráulico en redes de agua potable.

BRUNO (2018) El proyecto Lima Norte 3 donde recolectó los datos para dicho estudio está ubicado en el distrito de San Martín de Porres, provincia de Lima, departamento de Lima.

ROSALES (2018) Para el análisis de su investigación el proyecto se encuentra ubicado exactamente en la calle Los Manzanos con una distancia desde la Av. Javier Prado Oeste incluso la Av. Juan Pezet en el distrito de San Isidro, provincia de Lima, departamento de Lima. Las vías de acceso donde se desarrollará la investigación tenemos como principales accesos a la Av. Felipe Salaverry con la intersección en la Av. Aurelio Miro Quesada esta Av. El cual nos dirige hasta la encuentro con la calle Los Manzanos. El clima oscila entre los 30° C en épocas de verano y en invierno los 12° C.

PANIAGUA Y QUISPE (2017) En el desarrollo de su tesis tienen como escenario de estudio a dos distritos limeños, la primera se desarrollará en el distrito de Magdalena del Mar, provincia de Lima, departamento de Lima, exactamente entre las calle Daniel Francisco Carrión y el parque Francisco Graña, la longitud para el cambio de tuberías es de 400mts con el método si zanja estático y la segunda se encuentra ubicado en la calle las Violetas y la calle la Cantuta de la Urbanización Las Casuarinas del distrito de Santiago de Surco de la Provincia de Lima, departamento de Lima, en dicha obra se empleó 400mts para la renovación de tuberías de desagüe con el método sin zanja dinámico. Ambas obras se realizó el

análisis con el método tradicional para comparar y encontrar diferencias así como también ventajas y desventajas entre dichos métodos.

OJEDA (2015) El lugar donde realiza el estudio para su trabajo de investigación se encuentra ubicado en la cuadra 2 de la calle Zamora en el distrito de Bellavista de la provincia constitucional del Callao, donde se desarrollará el proyecto es una zona residencial, la calle cuenta con accesos cerrados por rejas en la intersección del Jr. José Santos Chocano y hacia al otro extremo con el Jr. César Vallejo. La otra zona geográfica de donde también se tomará datos para el análisis del estudio está ubicada en la cuadra 1 de la calle Humboldt del distrito del Callao, provincia constitucional del Callao y sus áreas de acceso son por la Av. Oscar R. Benavides altura de la Av. Elmer Faucett, dicho lugar está considerada como zona residencial y de escasa afluencia de movimientos de vehículos.

3.4 Participantes

En este segmento mencionaremos a los participantes la cual se realizará la recopilación y revisión de información existente tomamos para desarrollar nuestra investigación y se describe de la siguiente manera:

- ❖ BRUNO Vásquez, Willian Manuel con su tesis (Método de fragmentación de tuberías para reducir costos en rehabilitación de alcantarillado de la obra Lima Norte 3 - 2018)
- ❖ GONZALES Gonzales, Marly Dorelly Yhoseph en su tesis (Propuesta de renovación de redes de agua potable mediante el método pipe bursting urb. San Diego distrito SMP, Lima-2018)

- ❖ PANIAGUA Carty, Aldo Alex y QUISPE SERPA, Harold Edu en su tesis (Estudio comparativo entre el método de excavación sin zanja y el método de excavación tradicional para el cambio de tuberías de agua potable y desagüe)
- ❖ OJEDA Garayar, Julio César en su tesis (Análisis comparativo entre el método pipe bursting y el método tradicional en la renovación de tuberías de desagüe)
- ❖ ROSALES Aquino, Jorge Luis en su tesis (Análisis comparativo de excavación sin zanjas y excavación convencional para un sistema de red alcantarillado, Calle los Manzanos, San Isidro, 2018)
- ❖ LUNA Escalante, Jair Gustavo y GONZALES Mendoza, Christian Erick en su tesis (Descripción, análisis comparativo, y evaluación de las tecnologías: sin zanja y convencional para la renovación del sistema de alcantarillado en el sector Bajo Miraflores distrito de Miraflores)
- ❖ MINGUEZ Santiago, Felicidad en su tesis master (Métodos de excavación sin zanjas)
- ❖ PEREZ Carmona, Rafael en su libro (Diseño y construcción de alcantarillados sanitario, pluvial y drenaje en carreteras)
- ❖ J. POLLERT, R. UGARELLI, S. SAESAEGROV, W. SCHILLING, V. DI FEDERICO en su artículo de investigación (La capacidad hidráulica de los sistemas de alcantarillado deteriorados)
- ❖ YEPES Piqueras, Víctor en el blogs de la Universitat Politècnica de Valencia (Tecnologías sin zanjas)

- ❖ SEDAPAL en su página web (Tecnología sin zanja)

- ❖ PAVCO en su página web (Tuberías de polietileno HDPE)

3.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

En la presente investigación se utilizará como instrumento a fichas de recolección de datos de los documentos y archivos revisados recopilando mucha información para el análisis y así poder realizar la comparación de los métodos que se realiza para el cambio y renovación de tuberías en el sistema de agua y alcantarillado; asimismo, se eligió como técnica a la observación desde el punto de vista de la ingeniería civil para así ajustar resultados analíticos producto del análisis de la recolección de datos.

Según HERNANDEZ hace mención que los apuntes para recolectar información se deben de agrupar con el objetivo de tener mayor facilidad de clasificar los documentos por temas esenciales de interés de estudio para lograr el análisis con criterios que se adecuan al problema propuesto. (pág. 406).

3.6 Procedimientos

Tabla 4: Resumen de criterios de búsqueda

TIPO DE DOCUMENTO	DOCUMENTOS REFERIDOS	CANTIDAD	PALABRAS CLAVE DE BÚSQUEDA	CRITERIO DE INCLUSIÓN	CRITERIO DE EXCLUSIÓN
Tesis	Repositorio	07	Método tradicional, Método sin Zanja, Alcantarillado, Tuberías	Ejecución de obra, presupuesto, calidad de tuberías,
Libro	Google Académico	03	Diseño de alcantarillado, redes de agua potable	Conceptos, cálculo hidráulico, diseño de redes de agua y desagüe
Norma Técnica	RNE	01	Redes de distribución, Redes de aguas residuales	Población futura, diseño de sistema de agua potable y alcantarillado
Artículo	SEDAPAL	01	Método cracking	Procedimientos
Informe Técnico	PAVCO	01	Tuberías	Calidad de tuberías, Características, Dimensiones

3.7 Rigor científico

Según HERNÁNDEZ una investigación de eficacia debe cumplir con los requisitos de rigor científico; el investigador debe proyectar sensateces con objetividad, confiabilidad y validez las cuales deben ser aceptadas por la mayoría de

investigadores las cuales se opta por usar términos de rigor en lugar de validez (pág. 453)

Se sustenta como rigor científico respaldado en los resultados que las tesis, libros y documentos han tenido como resultados después de su evaluación por tal sentido fundamentaré cada una de las tesis analizadas para dar fe y credibilidad del estudio de investigación.

En su investigación GONZALES presenta credibilidad de sus datos porque toma información verídica del INEI para desarrollar su diseño hidráulico utilizando el software watercad y así de esta manera evidencia que los resultados cumplen con según el Reglamento Nacional de Edificaciones; asimismo, para validar su investigación recurre frecuentemente a la recolección de datos mediante la encuesta en la zona donde se desarrolla la investigación la cual muestra evidencia por lo que la población da opiniones satisfactorias producto de la ejecución de la obra.

En la tesis de BRUNO evidencia confiabilidad de sus resultados de su investigación basados normas establecidas por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, asimismo, utiliza software especializados para el estudio y análisis de datos en costos y presupuestos dando mayor credibilidad al resultado de su análisis.

En la tesis de PANIAGUA Y QUISPE evidencia dependencia en el desarrollo de su investigación ya que existe varios autores que realizan recolección de información parecidos y concluyen con el mismo análisis para llegar respuestas similares.

La investigación de OJEDA esta evidenciada por la transferencia debida a la elaboración de su trabajo que se realizaron fue existente y se pudo analizar con mayor certeza de los datos obtenidos mediante el proceso constructivo.

En la tesis de ROSALES se pone en evidencia la credibilidad del desarrollo de la investigación mediante normas internacionales tales como el ASTM para la clasificación de suelos y así realizar un perfil estratigráfico de calidad, además, de analizar datos de los informes técnicos otorgados por SEDAPAL.

3.8 Métodos de análisis de información

2.8.1 Categorías

- **Red de distribución de agua:** Esta categoría es muy importante en la investigación toda vez que es el principal objeto de estudio, es por ello, que lo encontramos en gran parte de los documentos revisados, es por eso que lo identificamos como una categoría frecuente y explicaremos su evaluación por el cual es muy importante en el desarrollo de la población, además, otorgar a la ciudadanía una calidad de vida, este servicio es muy necesario en cualquier parte del mundo; es decir, este sistema de red de abastecimiento de agua genera un impacto positivo en salud y bienestar de las personas. Se valora su importancia para ello se debe tener en cuenta el diseño y otros caos el re diseño de estas redes todas vez que el objetivo es brindar un mejor servicio en condiciones aceptables de calidad y con presiones adecuados.
- **Red de alcantarillado:** Esta categoría también es muy importante porque se encuentra vinculado con la primera categoría con la existencia de una red de abastecimiento de agua; es necesario la construcción de una red que pueda evacuar las aguas servidas producto de la utilización de los pobladores, es por ello, que también se identificó como una categoría frecuente debido a la múltiples repeticiones que son base de estudio en cada uno de los archivos que se tomaron para realizar esta investigación, sabemos que este sistema es esencial y tiene mucha valor significativo para realizar diseños y mantenimientos de este servicio en beneficio de la sociedad, por esta razón deben ser bien diseñadas y realizar un buen mantenimiento preventivo para evitar futuros problemas en estos sistemas sin olvidar otro punto importante que tiene que estar ligado al crecimiento poblacional que por ende aumentara el caudal de desechos que fluyen por

esas tuberías es allí la necesidad de realizar un estudio para rediseñar este sistema y realizar el cambio y renovación de tuberías

2.8.2 Subcategorías

- **Método tradicional:** El estudio de esta subcategoría deriva de las categorías porque es de suma importancia tener formas, prácticas o métodos para realizar un trabajo y generen un buen resultado cada vez que se implementen obras de ingeniería. Este proceso que a lo largo de la historia se viene practicando es objeto de estudio por muchos investigadores en búsqueda de nuevas alternativa que generen mejores rendimientos y eficacia en su trabajo, en tal sentido, se puntualiza como un tema relevante y frecuente en muchas investigaciones que se relacionan a procesos de cambio de tuberías en sistemas de redes de agua potable y alcantarillado.

- **Método Cracking:** Con esta nueva tecnología empleada para para la rehabilitación y cambio de tuberías se está volviendo con mucho valor significativo para realizar procesos óptimos y pensar en implementar en los procesos de cambios de tuberías existentes. Muchos investigadores han generado gran interés por analizar este método encontrando en la mayoría de las tesis, artículos, documentos web, libros que nos describen desde el punto de vista científico y dando el valor agregado a la ingeniería, es por ello, que también lo encontramos como una fuente frecuente debido a que los autores mencionan sus características que pueden tener ventajas o no sobre el método tradicional que se emplea para realizar cambio de tuberías para sistemas de agua y alcantarillado dentro de una zona específica la cual se desea implementar en bienestar de la sociedad.

3.9 Aspectos éticos

La presente investigación garantiza la ética de calidad respetando la autoría de las tesis, documentos, libros y fuentes extraídas desde el internet, por tal sentido, se hace mención a cada uno de ellos mediante las citas y referencias bibliográficas. Asimismo, requiere de valores y moral disciplinaria para cumplir a cabalidad un buen trabajo de investigación y esto se ve reflejado en el desarrollo de la investigación por que se realiza respetando técnicas, normas y bases legales concerniente a la ingeniería civil y por el código de ética del colegio de ingenieros del Perú.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis Comparativo del Método Tradicional y Cracking para el cambio de tuberías de agua y desagüe

CRITERIO DE COMPARACIÓN	CATEGORÍA 1 MÉTODO TRADICIONAL	CATEGORÍA 2 MÉTODO CRACKING
Densidad poblacional	Calcular la población futura está basada a datos estadísticos por el INEI y se definirá a ta tasa de crecimiento (GONZALES, 2018, pág. 74)	Calcular la población futura está basada a datos estadísticos por el INEI y se definirá a ta tasa de crecimiento (GONZALES, 2018, pág. 74)
Diseño Hidráulico	El cálculo hidráulico se realiza mediante la pablación futura y se diseña con el software watercad (GONZALES, 2018, págs. 85-87)	El cálculo hidráulico se realiza mediante la pablación futura y se diseña con el software watercad (GONZALES, 2018, págs. 85-87)
Social Económico	El costo social económico varía entre el 6% y 78% de los costos directos e indirectos del Proyecto (BRUNO VÁSQUEZ, 2018, pág. 60)	Tras evaluar el costos social resulta que con este método fluctua en un 3% con respecto al tradicional (BRUNO VÁSQUEZ, 2018, pág. 60)
Ambiental	Con este método ocasiona la clausura total de calles avenidas generando tráfico, polvo, ruido, etc producto de las excavaciones (ROSALES AQUINO, 2018, pág. 52)	Se realiza encuesta a los vecinos para recopilar información sobre el impacto ambiental dando resultados positivos (GONZALES, 2018, pág. 58)
Ejecución	El trabajo tuvo un tiempo de 5 días en ese tramo (Ojeda, 2015, pág. 61)	La escala de tiempo de obra se inicia el 03 de setiembre 2018 y finaliza el 05 de octubre del mismo año (GONZALES, 2018, pág. 88) La ejecución de la obra en ese tramo tuvo una duración de 2 días (Ojeda, 2015, pág. 53)

V.CONCLUSIONES

- De acuerdo al análisis realizado en la investigación se pudo comparar y así demostrar que existen diferencias significativas entre el método tradicional y cracking en el ámbito social, toda vez que, con el método cracking se disminuye las perturbaciones en los habitantes, transeúntes, comercio y el tránsito vehicular en sectores aledaños donde se desarrolla la obra de rehabilitación de tuberías, también existente diferencias en el ámbito económico gracias al análisis y la comparación de las partidas se determinó que se reducen los costos en las partidas donde se prescinden los movimientos de tierras y el personal que realiza la obra aplicando el método cracking, esta reducción económica llegan hasta un 40% en comparación del método tradicional.

- Se demostró que el método cracking genera buen impacto ambiental, porque permite reducir hasta un el 80% las excavaciones en zanjas abiertas a lo largo del trayecto donde se realiza el cambio de tuberías, generando buenas prácticas en los procesos constructivos para la rehabilitación y cambio de tuberías de agua y desagüe; además, se reduce el ruido, la generación de polvo y la acumulación de desechos por la misma práctica de la renovación de tuberías.

- En el análisis de las partidas y los procedimientos de ejecución de obra se logró demostrar que la aplicación del método cracking en obras de renovación y rehabilitación de tuberías de agua y desagüe reducen significativamente los tiempos de trabajos hasta el 60% por la eficacia y la eficiencia obtenidos en cada uno de los trabajos donde se desarrollaron la investigación, este porcentajes es con respecto a la comparación con el método tradicional.

- Asimismo se determinó que existen grandes ventajas cuando se opta por aplicar el método cracking para el desarrollo de obras en el cambio y rehabilitación de tuberías con respecto al método tradicional, dentro de estas

ventajas tenemos la disminución de efectos negativos en el ámbito ambiental que es muy importante en cualquier obra para el desarrollo de la comunidad, también nos permite ejecutar la renovación de las tuberías sin afectar o alterar el funcionamiento de la red de agua y desagüe, otra de las ventajas es que no interrumpen las actividades comerciales, económicas y del transporte urbano, tiene beneficios con respecto a la seguridad y salud para los operarios, ya que no se encuentran expuestos a deslizamientos de las zanjas abiertas.

VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda ampliar la investigación recolectando documentos u archivos de distintos autores extranjeros debido a que esta nueva tecnología se viene implementando y revolucionando en las grandes ciudades calificadas como del primer mundo, los resultados de esta nueva tecnología conocida como el método cracking son beneficiosos para la sociedad.
- Se sugiere utilizar e implementar más técnicas e instrumentos para la recolección de datos con el propósito de tener mayor cantidad material para analizarlos y tener mejores resultados en la investigación.
- Se recomienda a las empresas prestadoras de servicios en rehabilitación y renovación de tuberías de agua y alcantarillado, para la implementación de la tecnología cracking capacitando a sus trabajadores en el uso de esta para obtener beneficios a la sociedad y por ende a su misma empresa.
- Se sugiere a las empresas que se encuentran a cargo de los sistemas de redes de agua y alcantarillado de sus sectores correspondientes con el objetivo de realizar inspecciones preventivos a las tuberías toda vez que estas no solo se deterioran por el tiempo de vida útil sino que pueden colapsar por el mal uso que la población las da, ocasionando obstrucciones, sedimentaciones e incluso su diseño ya no contiene la capacidad de conducción.
- Se recomienda la aplicación del método cracking en zonas con índices de alto nivel de tránsito vehicular, zonas comerciales y financieras; con el objetivo de no paralizar sus actividades que se desarrollan cotidianamente evitando pérdidas económicas en estas.

BIBLIOGRAFIA

Bajaña Laurido, L. J. (2016). Ventajas y desventajas entre el método tradicional (con zanja) y el método moderno (sin zanja) en la rehabilitación del alcantarillado en la ciudad de Guayaquil (Casco Comercial). (*Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Ingeniero Civil*). Universidad de Guayaquil, Guayaquil, ECUADOR.

Brahler, C. (1 de Julio de 1966). Tecnología sin Zanja. *Trenchless Technology*, 24-27. Obtenido de Tecnología sin zanja: <https://www.tttechnologies.com/chris-brahler-grows-trenchless-market/>

BRUNO VÁSQUEZ, W. M. (2018). Método de fragmentación de tuberías para reducir costos en rehabilitación de alcantarillado de la obra Lima Norte 3 - 2018. *Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil*. Universidad César Vallejo, Lima.

CHERNÉ, J., & GONZÁLES, A. (21 de 12 de 2016). *Manual para Movimiento de Tierra*. Obtenido de Manual para Movimiento de Tierra: <https://es.slideshare.net/GuidoQuirozOrellana1/manual-para-movimiento-de-tierra>

GONZALES, M. D. (2018). PROPUESTA DE RENOVACIÓN DE REDES DE AGUA POTABLE MEDIANTE EL MÉTODO PIPE BURSTING URB. SAN DIEGO DISTRITO SMP, LIMA - 2018. *TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL*. UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO, LIMA.

HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ, C., & BAPTISTA, M. (2014). *Metodología de la Investigación* (sexta ed.). México: Interamericana Editores, S.A. DE C.V.

- INEI. (17 de 01 de 2020). *La población de Lima supera los nueve millones y medio de habitantes*.
Obtenido de INEI Prensa Noticias: <http://m.inei.gob.pe/prensa/noticias/la-poblacion-de-lima-supera-los-nueve-millones-y-medio-de-habitantes-12031/>
- J. Pollert, R. U. (2005). La capacidad hidráulica de los sistemas de alcantarillado deteriorados. *52(12)*.
- Luna, J., & Gonzales, C. (2018). Descripción, análisis comparativo y evaluación de las tecnologías: sin zanja y convencional para la renovación del sistema de alcantarillado en el sector bajo de Miraflores – distrito de Miraflores. (*Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Sanitario*). Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Arequipa.
- Ojeda, J. (2015). ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE EL MÉTODO PIPE BURSTING Y EL MÉTODO TRADICIONAL EN LA RENOVACIÓN DE TUBERÍAS DE DESAGÜE. (*Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil*). UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS APLICADAS, Lima.
- Paniagua, A., & Quispe, H. (2017). ESTUDIO COMPARATIVO ENTRE EL MÉTODO DE EXCAVACIÓN SIN ZANJA Y EL MÉTODO DE EXCAVACIÓN TRADICIONAL PARA EL CAMBIO DE TUBERÍAS DE AGUA POTABLE Y DESAGÜE. (*Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil*). Universidad de San Martín de Porres, Lima.
- PAVCO. (s.f.). *PAVCO WAVIN*. Obtenido de Catálogo de productos de Tuberías:
<https://pavcowavin.com.pe/producto/tubo-de-poli-etileno-hdpe/>
- Perez, R. C. (2013). *Diseño y construcción de alcantarillados sanitario, pluvial y drenaje en carreteras* (Primera ed.). Bogotá, Colombia: Ecoe Ediciones.
- PINZÓN Abaunza, J. A. (2011). Evaluación y perspectivas de la utilización de tecnologías sin zanja en redes de alcantarillado de Bogotá. (*Trabajo presentado para la obtención del título de Ingeniero Civil*). Pontificia Universidad Javeriana, BOGOTÁ, COLOMBIA.

Pupo Gonzales, C. A. (2014). Metodología para la selección de obras de ingeniería para la rehabilitación de redes troncales de alcantarillado. *(Tesis para optar el título de master en Ingeniería Civil)*. Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, Bogotá, COLOMBIA.

ROSALES AQUINO, J. L. (2018). Análisis comparativo de excavación sin zanjas y excavación convencional para un sistema de red alcantarillado, calle los Manzanos, San Isidro, 2018. *Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil*. Universidad César Vallejo, Lima.

Yepes Piqueras, V. (4 de Junio de 2015). *Tecnologías sin zanja (Trenchless)*. Obtenido de Universitat Politècnica de Valencia: <https://victoryepes.blogs.upv.es/tag/pipe-bursting/>

ANEXOS

Tabla 5: Ficha de Recolección de Datos Tesis BRUNO, Willian

RECOLECCIÓN DE DATOS	
TESIS	Método de fragmentación de tuberías para reducir costos en rehabilitación de alcantarillado de la obra Lima Norte 3 – 2018
NOMBRE	BRUNO VÁSQUEZ, WILLIAN MANUEL
UBICACIÓN	DEPARTAMENTO Lima
	PROVINCIA Lima
	DISTRITO San Martin de Porres
PROBLEMA	¿De qué manera en método de fragmentación de tubería reducirá los costos en la rehabilitación de alcantarillado de la obra Lima Norte 3 - 2018?
OBJETIVO	Determinar de qué manera el método de fragmentación de tubería reducirá los costos en la rehabilitación de alcantarillado de la obra Lima Norte 3 – 2018
HIPOTESIS	Si hay método de fragmentación de tubería entonces reducirá los costos rehabilitación de alcantarillado de la obra Lima Norte 3 – 2018
VARIABLES	Método de fragmentación de tubería, Reducir costos
DIMENSIONES	Fractura de tubería, Entubado, Revestimiento deslizante continuo (Slipplining), Costos por interferencias, Costos por gastos generales, Costos por impacto socio ambiental.
INDICADORES	Conducción, Dimensionamiento, Fricción, Incado, Colocación, Perforación direccional, Cracking estático, Cracking dinámico, desplazamiento direccional, Interferencias enterradas, Clasificación de tubería, Implementación de método de fragmentación por proceso constructivo, Seguimiento de obra, Costo social, Evaluación.
RESULTADOS	Con la propuesta del método de fragmentación analiza el proceso constructivo y las ventajas que pueda obtener durante su ejecución con respecto al método convencional, además analiza de qué manera reducirá los costos en el ámbito socio ambiental, presupuestal en la rehabilitación de alcantarillado.
CONCLUSIONES	Obtuvo un ahorro de 40.000 soles en comparación del importe a gastos generales, así mismo, los trabajos son más seguros con respecto a los trabajadores que realizan la obra y los mismos transeúntes debido que existe menos probabilidades de riesgos a accidentes y se obtiene un ahorro del 46.96% del presupuesto ya que en las estimaciones de las licitaciones con el método tradicional se tenía un presupuesto mucho mayor.

Tabla 6 Ficha de Recolección de Datos Tesis ROSALES, Jorge

RECOLECCIÓN DE DATOS	
TESIS	Análisis comparativo de excavación sin zanja y excavación convencional para un sistema de red alcantarillado, calle Los Manzanos, San Isidro, 2018
NOMBRE	ROSALES AQUINO, JORGE LUIS
UBICACIÓN	DEPARTAMENTO Lima PROVINCIA Lima DISTRITO San Isidro
PROBLEMA	¿Cuáles son los resultados obtenidos del análisis comparativo entre la excavación sin zanja y la excavación convencional para un sistema de red alcantarillado, calle Los Manzanos, San Isidro, 2018?
OBJETIVO	Analizar la comparación de una excavación convencional para una red de alcantarillado, calle Los Manzanos, San Isidro, 2018
HIPOTESIS	Es factible analizar la comparación de una excavación sin zanja y una excavación convencional para un sistema de red alcantarillado, calle los Manzanos, San Isidro, 2018
VARIABLES	Excavación convencional excavación sin zanja
DIMENSIONES	Eficacia, Económico, Estudio de suelo
INDICADORES	Tiempo de ejecución de obra, Maquinaria, Análisis de precios unitarios, Presupuesto, Rendimiento, Ensayo de corte directo ASTM-3080, Ensayo granulométrico.
RESULTADOS	Realiza la recolección de datos en los trabajos realizados en la calle Los Manzanos y analiza los métodos de excavación convencional y sin zanja para desarrollar el análisis y la comparación, además de realizar estudios del suelo con 03 calicatas para obtener el perfil estratigráfico que dando como resultados un suelo arenoso limoso
CONCLUSIONES	Se demostró que con el método sin zanja en tiempos de ejecución de la obra resulta más eficiente has con un 30% menos que con excavación convencional, además se obtiene un ahorro del 20% del presupuesto con respecto al convencional y si hablamos del personal empleado para realizar dicha obra solo se utilizó el 50% del personal en comparación con el método convencional.

Tabla 7: Ficha de Recolección de Datos Tesis Ojeda, Julio

RECOLECCIÓN DE DATOS	
TESIS	Análisis comparativo entre el método pipe bursting y el método tradicional en la renovación de tuberías de desagüe
NOMBRE	OJEDA GARAYAR, JULIO CESAR
UBICACIÓN	DEPARTAMENTO LIMA PROVINCIA Provincia Constitucional del Callao DISTRITO Bellavista y Callao
PROBLEMA	¿De qué manera mejorará los rendimientos y costos el método pipe bursting con relación al método tradicional en la renovación de tuberías de desagüe?
OBJETIVO	Identificar y comparar las ventajas que tienen ambos métodos en factores de tiempo, costo y el impacto que estos ocasionan.
HIPOTESIS	El método pipe bursting reducirá costos y tiempos de ejecución de la obra con relación al método tradicional en la renovación de tuberías de desagüe.
VARIABLES	Pipe bursting, Renovación de tuberías.
DIMENSIONES	Eficiencia, Económico, Materiales.
INDICADORES	Tiempo de ejecución, Costos, Rendimientos, Calidad.
RESULTADOS	Analiza dos obras realizadas en el callao una con el método tradicional y otro con el método pipe bursting, analiza las partidas, tiempo de ejecución de la obra, que impacto genera cada una de ellas en el ámbito social, económico.
CONCLUSIONES	El método pipe bursting tiene beneficios en seguridad a sus trabajadores ya que no es necesario estar dentro de una zanja abierta, el método pipe bursting tiene una amplia ventaja en el aspecto económico con respecto al método tradicional que tiene el 65% más y en el impacto visual el método pipe bursting tiene mejores resultados ya que ocasiona menos perturbación cuando se realiza la obra.

Tabla 8: Ficha de Recolección de Datos Tesis PANIAGUA Y QUISPE

RECOLECCIÓN DE DATOS	
TESIS	Estudio comparativo entre el método de excavación sin zanja y el método de excavación tradicional para el cambio de tuberías de agua potable y desagüe.
NOMBRE	PANIAGUA CARTY, ALDO ALEX, QUISPE SERPA, HAROLD EDU
UBICACIÓN	DEPARTAMENTO Lima PROVINCIA Lima DISTRITO Magdalena del Mar y Santiago de Surco
PROBLEMA	¿Cuáles son los beneficios que tiene el método de excavación sin zanja respecto al método de excavación tradicional para el cambio de tuberías de agua potable y desagüe?
OBJETIVO	Determinar los beneficios que tiene el método de excavación sin zanja respecto al método de excavación tradicional para el cambio de tuberías de agua potable y desagüe.
HIPOTESIS	Al realizar la comparación se encuentra un beneficio al usar el método de excavación sin zanja.
VARIABLES	Método de excavación sin zanja, costos, tiempos de ejecución, impacto social.
DIMENSIONES	Situación de saneamiento, situación social, situación económica.
INDICADORES	Tiempo de vida de la tubería a reemplazar, longitud de tubería a reemplazar, crecimiento poblacional, presupuestos y tiempos requeridos para la ejecución.
RESULTADOS	Recolecta datos de partidas de ambos métodos para analizar el tiempo de ejecución, presupuesto, en dos obras de la capital.
CONCLUSIONES	Para movimiento de tierras se obtiene un 70% con el método tradicional y un 4% con el método sin zanja la cual genera ganancias en costos en esta partida, en cuanto a personal de trabajo con el método sin zanja se requiere de menos personal y con mayor capacitación ya que utiliza tecnología, así mismo se obtuvo resultados con menor tiempo en la ejecución de la obra con el método sin zanja.

Tabla 9: Ficha de Recolección de Datos Tesis GONZALES, Marly

RECOLECCIÓN DE DATOS	
TESIS	Propuesta de renovación de redes de agua potable mediante el método pipe bursting Urb. San Diego distrito SMP, Lima-2018
NOMBRE	GONZALES GONZALES, MARLY DORELLY YHOSEPH
UBICACIÓN	DEPARTAMENTO Lima PROVINCIA Lima DISTRITO San Martin de Porres
PROBLEMA	¿Cómo influye el método pipe bursting en la renovación de redes de agua potable en la Urb. San Diego, distrito San Martin de Porres, Lima 2018?
OBJETIVO	Determinar la influencia del método pipe bursting en la renovación de redes de agua potable en la Urb. San Diego, distrito San Martin de Porres, Lima 2018.
HIPOTESIS	El método pipe bursting influye significativamente en la renovación de redes de agua potable en la Urb. San Diego, distrito San Martin de Porres, Lima 2018.
VARIABLES	Método pipe bursting, Renovación de redes de agua potable.
DIMENSIONES	Proceso constructivo, clases, materiales, Impacto social y ambiental, rediseño, tiempo de ejecución.
INDICADORES	Mano de obra, equipos, arrastre estático, tuberías de polietileno, Ruido, polvo, malos olores de las tuberías, riesgos y peligros, producción económica, cambio de rutas, población futura, caudal, diámetros, duración de la obra.
RESULTADOS	Se realiza el estudio de la zona de estudio mediante planos de ubicación y de topografía, se realiza el proceso constructivo, se tomara muestra de la población a para obtener resultados de la propuesta de renovación de redes de agua potable además de realizar el rediseño de las redes de agua potable y se probará con software watercad.
CONCLUSIONES	Se determinó que la influencia mediante este método tiene un 68% de eficacia y es eficiente en su proceso constructivo, en el impacto social es bajo con respecto al método tradicional, se determinó que con la aplicación de este método la obra durará 30 días en ejecutarse.

Matriz de Consistencia “Análisis comparativo del método tradicional y cracking para el cambio de tuberías de agua y desagüe”.

Problema	Objetivo	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Métodos	Técnicas	Instrumentos
<p>Problema General:</p> <p>¿Cuáles son las diferencias que existen entre el método tradicional y cracking para el cambio de tuberías de agua y desagüe?</p> <p>Problemas Específicos:</p> <p>PE.1 ¿Cómo influye el cambio de tuberías de agua y desagüe?</p> <p>PE.2 ¿De qué manera influye entre el cambio de tuberías en el cuidado del medio ambiente?</p> <p>PE.3 ¿De qué manera influye el tiempo de ejecución de obras el cambio de tuberías de agua y desagüe?</p>	<p>Objetivo General:</p> <p>Determinar las ventajas entre el método tradicional y cracking para el cambio de tuberías de agua y desagüe.</p> <p>Objetivos Específicos:</p> <p>OE.1 Determinar las diferencias entre el método tradicional y cracking en el ámbito social y económico.</p> <p>OE.2 Determinar las diferencias entre el método tradicional y cracking en el impacto ambiental.</p> <p>OE.3 Determinar las diferencias entre el método tradicional y cracking para los tiempos de ejecución de obras.</p>	<p>Hipótesis General:</p> <p>Existen diferencias significativas entre el método tradicional y cracking para el cambio de tuberías de agua y desagüe.</p> <p>Hipótesis Específicas:</p> <p>HE.1 Existen diferencias significativas entre el método tradicional y cracking en el ámbito social y económico.</p> <p>HE.2 Existen diferencias significativas entre el método tradicional y cracking en el impacto ambiental.</p> <p>HE.3 Existen diferencias significativas entre el método tradicional y cracking para los tiempos de ejecución de obras.</p>	<p>Variable Independiente: método tradicional y cracking</p> <p>-----</p> <p>Variable Dependiente: renovación de tuberías de agua y desagüe.</p>	<p>Social - Económico.</p> <p>Ambiental</p> <p>Ejecución</p> <p>-----</p> <p>Productividad</p> <p>Fiabilidad</p> <p>Seguridad</p>	<p>Presupuesto</p> <p>Ruido</p> <p>Tiempo</p> <p>-----</p>	<p>Enfoque: Cualitativa</p> <p>Tipo de Investigación: Descriptiva.</p> <p>Diseño de la Investigación: No Experimental</p>	<p>Medición</p> <p>Observación</p>	<p>Cronometro</p> <p>Ficha de observación</p>



Declaratoria de Originalidad del Autor / Autores

Yo (Nosotros), RAFAEL PEREZ MANIHUARI estudiante(s) de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA y Escuela Profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO, declaro (declaramos) bajo juramento que todos los datos e información que acompañan al Trabajo de Investigación / Tesis titulado: "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL MÉTODO TRADICIONAL Y CRACKING PARA EL CAMBIO DE TUBERÍAS DE AGUA Y DESAGÜE", es de mi (nuestra) autoría, por lo tanto, declaro (declaramos) que el Tesis:

1. No ha sido plagiado ni total, ni parcialmente.
2. He (Hemos) mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicado ni presentado anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumo (asumimos) la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Apellidos y Nombres del Autor	Firma
RAFAEL PEREZ MANIHUARI DNI: 45435970 ORCID 0000-0002-9771-3548	Firmado digitalmente por: RPEREZMA el 30 Jul 2020 09:59:02

Código documento Trilce: 31984