



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**“Estudio del sistema de fragmentación neumática de tuberías de
alcantarillado o Cracking; como mejora en el proceso constructivo en el
Perú 2018”**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL

AUTOR:

Godoy Garnica Roger

ASESOR:

Mg. Enrique Eduardo Huaroto Casquillas

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de obras hidráulicas y saneamiento

Lima – Perú

2018



ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS

Código : F06-PP-PR-02.02
Versión : 09
Fecha : 23-03-2018
Página : 1 de 2

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don (ña)

Godoy Garnica Roger

cuyo título es:

"Estudio del sistema de fragmentación neumática de tuberías de alcañtarillado o cracking, como mejora en el proceso constructivo en el Perú 2018"

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de:

15 (número) QUINCE (letras).

Lugar y fecha 05 - Dic - 2018

PRESIDENTE

Mg. Paola Pichon Santa

Grado y nombre

SECRETARIO

Mg. BOZA OLAFENGA MARGARITA

Grado y nombre

VOCAL

Mg. Ing. Ernesto Casañas Enrique

Grado y nombre

NOTA: En el caso de que haya nuevas observaciones en el informe, el estudiante debe levantar las observaciones para dar el pase a Resolución.

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Responsable de SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	--------------------	--------	---------------------------------

Dedicatoria

A mis padres Humberto Godoy Cornejo,
Mercedes Garnica de Godoy, por su lucha
incansable por sacarme adelante, a mi esposa
e hijos por su apoyo moral y a toda mi
familia.

A Dios por permitirme llegar a esta etapa.

Agradecimiento

A mis asesores por su ayuda incansable y desinteresada en el desarrollo de la presente investigación, a los profesionales que con su conocimiento iluminaron mi camino para lograr el objetivo.

Declaración de autenticidad

Yo Godoy Garnica, Roger con DNI N° 09977298, con la finalidad de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Civil, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

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

Lima, 05 de diciembre del 2018



Godoy Garnica, Roger

Presentación

Señores miembros del Jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la Tesis titulada: “Estudio del sistema de fragmentación neumática de tuberías de alcantarillado o Cracking; como mejora en el proceso constructivo en el Perú 2018”, la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título Profesional de Ingeniera Civil.

Atentamente.

El autor

Índice

Acta de aprobación de tesis	ii
Dedicatoria.....	iii
Agradecimiento	iv
Declaración de autenticidad.....	v
Presentación.....	vi
Índice	vii
Índice de tablas	xi
Índice de figuras	xii
Resumen	xiv
I: Introducción	16
1.1. Realidad problemática.....	17
1.2. Trabajos previos	21
1.2.1. En el ámbito internacional.....	21
1.2.2. En el ámbito nacional	26
1.3. Teorías relacionadas al tema	29
1.3.1. Saneamiento	29
1.3.2. Redes de agua potable	29
1.3.3. Redes de alcantarillado.....	31
1.3.4. Tuberías de polietileno	32

1.3.5.	Tecnología cracking (pipe bursting).....	35
1.4.	Formulación del problema	39
1.4.1.	Problema general	39
1.4.2.	Problemas específicos.....	39
1.5.	Justificación de la investigación.....	40
1.6.	Hipótesis de investigación.....	41
1.6.1.	Hipótesis de general	41
1.6.2.	Hipótesis específicos	41
1.7.	Objetivos de la investigación	42
1.7.1.	Objetivo general	42
1.7.2.	Objetivos específicos	42
II:	Método.....	43
2.1.	Tipo de investigación	44
2.2.	Nivel de investigación	44
2.3.	Diseño de Investigación	45
2.4.	Variables, Operacionalización	46
2.5.	Población y muestra	47
2.5.1.	Población	47
2.5.2.	Muestra	48
2.6.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	48
2.6.1.	Técnicas	48

2.6.2.	Instrumentos	49
2.6.3.	Validez.....	49
2.6.4.	Confiabilidad	50
2.7.	Métodos de análisis de datos	50
2.8.	Aspectos éticos.....	50
III:	Resultados	51
3.1.	Proyecto donde se realiza la investigación.....	52
3.1.1.	Ubicación	52
3.1.2.	Objetivo del proyecto.....	54
3.1.3.	Descripción técnica del proyecto	55
3.2.	Descripción del Proceso Constructivo del Método de fragmentación neumática de tubería o cracking.....	56
3.2.1.	Trabajos previos	56
3.2.2.	Señalización de la zona de trabajo	57
3.2.3.	Limpieza de tramo a ejecutar	58
3.2.4.	Taponamiento de las redes de alcantarillado.....	58
3.2.5.	Corte, retiro de pavimento y excavación de ventanas.....	58
3.2.6.	Termo fusión de tuberías de HDPE	60
3.2.7.	Colocación de cabezal	61
3.2.8.	Fragmentación.....	62
3.2.9.	Rellenos, compactación, reposición de asfalto y transporte.....	64

3.3.	Análisis del método Fragmentación de tuberías de alcantarillado o Cracking.	66
3.3.1.	Tramos de alcantarillado donde se realizó la toma de datos	66
3.3.2.	Programa de ejecución de obra con método Cracking.....	76
3.3.3.	Análisis de costo en el método cracking.	77
3.3.4.	Análisis de la producción en el método cracking.....	79
3.4.	Análisis del método tradicional con zanja.....	81
3.4.1.	Tramos de alcantarillado donde se realizó la toma de datos	81
3.4.2.	Programa de ejecución de obra en el método tradicional con zanja.	91
3.4.3.	Análisis de costo en el método tradicional con zanja.....	92
3.4.4.	Análisis de la producción en el método tradicional con zanja.	94
3.5.	Comparación de resultados	98
IV:	Discusión.....	103
V:	Conclusión.....	108
VI:	Recomendaciones.....	111
	Referencias bibliográficas	113
	Anexos.....	118

Índice de tablas

Tabla 1: Variable de Operacionalización	46
Tabla 2: Sectores que comprende el proyecto	53
Tabla 3: Cuadro de resultado tiempo.....	77
Tabla 4: Cuadro de costos	78
Tabla 5: Cuadro de resultado tiempo.....	92
Tabla 6: Cuadro de costos método tradicional	93
Tabla 7: Matriz de Consistencia	119

Índice de figuras

Figura 1: Cabezal de Rotura	37
Figura 2: Método de Fragmentación Neumática	38
Figura 3: Plano del sector obras Lote3	53
Figura 4: Señalización area de trabajo.....	57
Figura 5: Excavación de ventanas	59
Figura 6: Termo fusión de tuberías.....	60
Figura 7: Termo fusión de tuberías.....	61
Figura 8: Colocación de cabezal.....	62
Figura 9: Instalación de Cracking.....	63
Figura 10: Lanzamiento de barras	63
Figura 11: Relleno y compactación	65
Figura 12: Reposición e asfalto.	65
Figura 13: Tramos intervenidos en método Cracking	66
Figura 14: Tramo 1 Fragmentación	67
Figura 15: Tramo 2 Fragmentación	68
Figura 16: Tramo 3 Fragmentación	69
Figura 17: Tramo 4 Fragmentación	70
Figura 18. Tramo 5 Fragmentación	71
Figura 19: Tramo 6 Fragmentación	72
Figura 20: Tramo 7 Fragmentación	73

Figura 21: Tramo 8 Fragmentación	74
Figura 22: Tramo 9 Fragmentación	75
Figura 23:Diagrama Gantt Cracking	76
Figura 24: Cuadro de Productividad Cracking	80
Figura 25: Tramos intervenidos en método tradicional.....	81
Figura 26: Tramo 1 método tradicional	82
Figura 27: Tramo 2 método tradicional	83
Figura 28: Tramo 3 método tradicional	84
Figura 29: Tramo 4 método tradicional	85
Figura 30: Tramo 5 método tradicional	86
Figura 31: Tramo 6 método tradicional	87
Figura 32: Tramo 7 método tradicional	88
Figura 33: Tramo 8 método tradicional	89
Figura 34: Tramo 9 método tradicional	90
Figura 35: Diagrama de Gantt método tradicional	91
Figura 36: Cuadro de productividad método tradicional.....	95
Figura 37: cuadro comparativo dimensión Tiempo.....	99
Figura 38. Cuadro comparativo dimensión costo.....	101

Resumen

La presente investigación describe la aplicación de nuevas tecnologías en los procesos de instalación de tuberías de alcantarillado como es la tecnología de método sin zanja, que se viene utilizando en el Perú, específicamente el método de fragmentación neumática de tuberías o también llamado Cracking, para los trabajos de mantenimiento de tuberías de alcantarillado.

También describimos los beneficios que podemos tener, tanto en tiempo de ejecución y costo directo en la aplicación el método Cracking en comparación con la aplicación del método tradicional del cambio de tuberías que es a zanja abierta, los datos que mostramos son resultado de una serie de datos tomados en campo en una obra real que se llevó acabo en la ciudad de Lima en el distrito de los Olivos.

Así mismo, mostramos un análisis de la productividad de las partidas principales del método cracking, y de la misma forma del método tradicional que es a zanja abierta, en la actividad instalación de tubería de alcantarillado para ambos casos.

Palabras clave: Método Cracking, método tradicional, costo directo, productividad.

Abstract

The present investigation describes the application of new technologies in the processes of installation of sewer pipes as it is the technology of method without ditch, that is being used in Peru, specifically the method of pneumatic fragmentation of pipes or also called Cracking, for the maintenance work on sewer pipes.

We also describe the benefits that we can have, both in execution time and direct cost in the application of the Cracking method compared to the application of the traditional method of changing pipes that is open trench, the data we show is the result of a series of data taken in the field in a real work that took place in the city of Lima in the district of Olivos.

Likewise, we show an analysis of the productivity of the main items of the cracking method, and in the same way of the traditional method that is to open trench, in the activity installation of sewer pipe for both cases.

Key words: Cracking method, traditional method, direct cost, productivity.

I: Introducción

1.1. Realidad problemática

Una problemática real es que en la actualidad los sistemas de abastecimiento de agua potable, alcantarillado y otros servicios públicos, los cuales trabajan con sistemas o redes subterráneas, presentan deterioros en su estructura los cuales radican básicamente en el tiempo de uso que se le ha dado, hasta incluso estimando más de 100 años de actividad lo cual sobrepasa el tiempo de vida útil que se le da a los materiales, por esta razón una gran parte de estos sistemas o redes subterráneas necesita de mantenimiento o remplazo total para que se pueda seguir contando con un servicio eficiente, esta problema lleva las empresas a elaborar proyectos que por su envergadura llegan a costar altas sumas de dinero para solucionar los temas de mantenimiento o reparación de sus redes. También podemos decir que las fallas comunes que presentan las redes son, el deterioro de los materiales por el tema de corrosión, acumulación de desechos, fuga en las juntas de tuberías, también daños ocasionados por obras paralelas y fenómenos naturales.

IPBA menciona los problemas de los servicios públicos subterráneos.

Los servicios públicos subterráneos en muchas ciudades de América del Norte han estado funcionando por más de 100 años. Si bien muchos sistemas existentes han funcionado mucho más allá de su razonablemente esperada vida útil, una gran proporción de sistemas subterráneos se deterioran significativamente y necesitan costoso mantenimiento y reparación. Los problemas comunes incluyen corrosión y deterioro de los materiales de la tubería, fallas o fugas de las juntas de las tuberías, y reducción de flujo debido a depósitos de minerales y acumulación de desechos dentro de la tubería. (2012, pág. 2).

Por otro lado, la empresa estatal Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima (Sedapal) ya desde el 2012 en la ciudad de lima – Perú, empieza a hacer estudios del estado en que se encuentran sus redes de agua potable y alcantarillado, para de esta manera con los

estudios realizados poder elaborar proyectos donde se contemplara el tema de mantenimiento, lo cual implica hacer trabajos de reparación, cambio parcial de tuberías o reemplazo total de las mismas. El primer distrito de un total de 49 distritos que conforman la ciudad de Lima en donde se realizó el estudio fue Breña, cuyos resultados nos dieron un porcentaje de redes que necesitaban trabajos de mantenimiento los cuales fueron:

Agua potable se determinó que el 77% de las redes necesitaban rehabilitación o reemplazo total del sistema.

Alcantarillado se determinó que el 15% de las redes necesitaban rehabilitación o reemplazo total del sistema.

Definitivamente estos resultados obligaron a Sedapal generar propuestas de solución y surgió la idea de buscar nuevas tecnologías que ayuden a solucionar los problemas causando menos impacto social, en un distrito turgurizado y congestionado por tráfico vehicular, peatonal y comercial como es Breña, una de estas tecnologías que es viable para estos casos es la tecnología sin zanja o Cracking, considerando esta tecnología apropiada para estos casos, Sedapal por primera vez en el Perú empieza el uso de estos métodos sin zanja no en su totalidad pero si en porcentajes considerables y esto vendría a ser el punto de partida para aplicar la misma metodología en otros distritos de la ciudad de Lima.

Sedapal en su página web <http://www.sedapal.com.pe/tecnologia-sin-zanja> nos mencionan los primeros estudios realizados en lima para proyectos de mantenimiento.

Breña fue el primero de los 49 distritos de Lima en los que Sedapal ha evaluado los sistemas de distribución de agua potable y recolección de aguas servidas para identificar tramos de tubería que necesita ser reemplazada o rehabilitada. Esta evaluación determinó que el sistema de agua tenía aproximadamente 74 km. de tubería, de los cuales unos 57 km. (77%) requerían reemplazo

o rehabilitación. Se determinó que el sistema de alcantarillado tenía alrededor de 72 Km, de los cuales aproximadamente 11 km. (15%) requerían reemplazo o rehabilitación. Una vez conocida la magnitud y la condición de los sistemas existentes, el próximo paso fue evaluar todas las opciones viables. A causa de las áreas altamente congestionadas en el distrito de Breña, Sedapal y el Consorcio Greeley & Hansen-Caem Ltda., pusieron una alta prioridad en considerar las técnicas de tecnología sin zanja. (2012, p.1).

También queremos mencionar que la tecnología sin zanja tiene como una de sus características principales, que no necesita trabajar con excavaciones a cielo abierto el cual reduce daños en la infraestructura existente en el lugar, también sabemos que la forma tradicional que requiere movimiento de tierras, daña la infraestructura existente las cuales son desde vías asfaltadas, sistemas de comunicación, ferrocarriles, cierre de calles, etc. que si se cuantifican todos estos daños, nos dan cuantiosas pérdidas económicas que es difícil de cuantificar y dicho sea de paso perjudican a nuestra sociedad por ser inaceptables.

Mínguez menciona que las nuevas tecnologías tienen impacto económico y social.

Las tecnologías sin zanjas están demostrando ser, en los países desarrollados, donde más han sido aplicadas hasta la actualidad, una herramienta de gran valor económico y social, ya que los trabajos que implican la apertura del terreno y la rotura de firmes carreteras e infraestructuras ferroviarias ocasionan grandes molestias que son imposibles de cuantificar en términos económicos y que se consideran socialmente inaceptables. (2015, pag.75).

Algunas empresas constructoras que se dedican al tema de saneamiento, tienen preferencia por usar el método tradicional, lo que conlleva a realizar movimiento de tierras y trabajar a zanja abierta para realizar trabajos de rehabilitación en zonas urbanas congestionadas, pero sabemos que aplicando la tecnología cracking se reducen en gran cantidad los impactos como son las emisiones de gases, cierre de principales vías, cierre de negocios, suspensión de actividades, etc. Todas estas razones hacen que estas empresas empiezan a considerar el

uso de la tecnología sin zanja o Cracking, como una opción más viable para estas circunstancias ya que así pueden ahorrar costos y reducir el impacto social en el lugar.

Moral, J y Duran, J menciona que las técnicas de rehabilitación sin zanja reducen el impacto social.

La investigación ha demostrado que algunas Empresas de aguas todavía tienen una fuerte preferencia por el uso de las contrastadas técnicas de reemplazo a cielo abierto cuando tienen que rehabilitar tuberías de agua en zonas urbanas. El ahorro de costes significativos y la disminución de las emisiones de carbono, así como la reducción al mínimo de las interrupciones de las actividades económicas y sociales sobre la superficie del suelo en las zonas urbanas llevan a menudo a considerar las técnicas de rehabilitación sin zanja para la construcción, rehabilitación y renovación de los servicios públicos existentes. (2015, s.p.).

Cabe recalcar que uno de los beneficios más importantes que brinda el método sin zanja es la disminución el cierre de calles, así también minimiza el impacto al medio ambiente, igualmente otra característica de este método sin zanja es que el material que se usa en el remplazo de las tuberías es de polietileno y polipropileno, que son flexibles e ideales para zonas sísmica como es la ciudad de Lima, otra característica de estas tuberías es que aseguran una vida útil de 100 años.

Por lo que la presente investigación tiene como objetivo, evaluar el procedimiento constructivo con las nuevas tecnologías sin zanja especialmente el método Cracking, llevar el control de los tiempos en que se ejecutan cada partida, los equipos que se necesitan, los materiales y la mano de obra, todo esto para hacer un comparativo con el procedimiento constructivo tradicional, tanto en tiempos, materiales, mano de obra, etc. Y así poder determinar la diferencia en tiempos de ejecución y presupuesto que de alguna manera puede servir para tomar decisiones en futuros proyectos en nuestro país.

1.2. Trabajos previos

Con el propósito de reunir información en relación a nuestra variable de investigación hemos visto necesario revisar trabajos relacionados de otros investigadores y hemos querido citar a los siguientes:

1.2.1. En el ámbito internacional

Felicidad Mínguez Santiago (2015) en su libro “Métodos de excavación sin zanja”, realizada en la universidad de ingeniería de Chile, en el trabajo se describe los diferentes métodos sin zanja que existen tanto en medio nacional como el internacional, y se clasifica teniendo un riguroso control de sus diferencias, los cuales pueden ser desde los costos operacionales hasta el impacto medioambiental.

En sus conclusiones manifiesta:

- Se resalta la gran importancia que pueden llegar a tener en nosotros y el gran avance que las distintas tecnologías presentan, ya sea en requerimientos de servicios como en rapidez, economía, seguridad y eficacia a la hora de crear o mejorar dichas infraestructuras.
- No se puede dejar de tener en cuenta la gran importancia medioambiental que presentan estos métodos, ya que mejoran y evitan las principales problemáticas que se producen con la excavación de zanjas en las ciudades como pueden ser, la generación de polvo, los problemas de ruidos por el exceso de maquinaria, la acumulación de grandes cantidades de tierra, etc. que generan malestares y molestias en las grandes urbes. Igualmente evitan las afecciones que pueden producirse a los negocios, áreas comerciales, accesos a hospitales, salidas de cuerpos de emergencia, pistas aéreas, etc....

Forno Martinic Jose Pedro (2010) en su tesis “Impacto de la utilización de nuevas tecnologías y materiales en los plazos y costos de construcción”, tesis para optar título de ingeniero civil en la Universidad de Chile, esta investigación busca recopilar información en

su país y también en el extranjero de la aplicación de los diferentes tipos de métodos sin zanjas, estudiar también los conectores mecánicos como remplazo de los empalmes tradicionales, también investiga los nuevos materiales que se usan en estos procedimientos como son las tuberías de polietileno, y por ultimo ya como objetivo general usa toda esta investigación para ver el impacto en los costos y plazos de ejecución con estas nuevas tecnologías y los nuevos materiales.

En sus conclusiones manifiesta:

- Las nuevas tecnologías demandan más inversión que las practicas más comunes. También si hacemos un análisis de precios unitarios para las nuevas tecnologías éstas pueden ser caras o baratas, y podemos decir que partiendo de esa base podría ser un resultado muy cerrado o irreal. Al observar con más amplitud se puede decir que las nuevas tecnologías son más complejas ya que implican involucrar todas las áreas de construcción.
- Un ejemplo es el alquiler de una maquina “trenchless” en muy caro y la utilización de conectores metálicos es más costoso que el uso de empalmes de traslape. Así mismo la tecnología cracking disminuye en gran proporción los tiempos de ejecución, y reduce considerablemente las cantidades de obra y también costos sociales en los trabajos realizados. Así mismo al usar conectores metálicos se modifican los procesos constructivos, y estos resultan un ahorro alto en costos de materiales, en alquiler de equipos y se necesitan menos horas hombre en el trabajo.

Arriagada Fideli, Félix Antonio (2015) en su tesis “Renovación de tuberías de alcantarillado mediante sistema de fragmentación neumática o Cracking” tesis para optar el título de ingeniero constructor, en la Universidad Austral de Chile, en su investigación nos describe todo el proceso de fragmentación de tuberías por el método cracking, así mismo cuantifica los equipos que se utilizan durante el procedimiento constructivo, todo esto se desarrolla en la ciudad de concepción chile, de donde se recolecta la información y luego se procede hacer

un comparativo del método cracking y el método tradicional tanto en costo como en impacto ambiental.

En sus conclusiones manifiesta

- Comúnmente los costos utilizados en la ejecución de un trabajo sirven como guía para calcular los costos de los proyectos. Normalmente los costos virtuales y sociales no se consideran cuando se realizan los estudios de factibilidad. Dichos costos aparecen al finalizar los trabajos y se utilizan como reclamo ante los seguros por pérdida, tanto sociales, medio ambientales y económicas o también pueden ser vistos como trabajos de reparación de calles, daños a terceros, etc.
- si la tecnología cracking permite grandes ahorros considerables, es necesario que los proyectistas consideren el uso de la tecnología cracking ya que ahí si se refleja costos.
- El sistema es amigable con el medio ambiente ya que no altera el paisaje natural y no produce daños al lugar donde se realiza la obra, también podemos decir que es un sistema limpio y seguro, no altera la comodidad, y evita molestias a la comunidad.

Fredy Estuardo Viana Vidal (2004) en su tesis “Técnicas de construcción fundamentadas en la tecnología sin zanjas”, presentado en la universidad san Carlos de Guatemala, en su investigación nos da a conocer el uso de la tecnología sin zanja con un análisis profundo de sus procedimientos y determinar las grandes ventajas, también nos hace conocer las molestias sociales que generan las excavaciones a zanja abierta y de esta manera hacer conciencia en los profesionales para que puedan utilizar estas nuevas tecnologías acortando plazos y generando ahorros considerables en el proceso de mantenimiento de las redes como son el agua y el alcantarillado.

En sus conclusiones manifiesta

- En los países desarrollados donde se aplica la tecnología sin zanja ha demostrado ser una herramienta con mucho valor social y económico, ya que el proceso de abrir calles, malograr carpetas asfálticas o aceras producen pérdidas difíciles de cuantificar.
- En la construcción el uso de métodos sin zanja ha resultado, rápido, económico y ventajoso que con los métodos a zanja abierta.
- No se pierden las oportunidades de trabajo en las áreas comerciales con el uso de esta técnica, los accesos a los principales servicios como son los hospitales, bomberos, no son cerrados o bloqueados, las pistas aéreas no se vuelven intocables, las bases militares tampoco son restringidas.

Alarcón y Pacheco (2014) en su tesis “Comparación tecnológica y costos del método de instalación de tuberías sin zanja (trenchless) más eficiente para los suelos encontrados en un proyecto de Bogotá”. Esta investigación básicamente se acomoda a la realidad de un determinado lugar de la ciudad de Bogotá, y nos plantea tres soluciones viables de los distintos métodos sin zanja que existen en el mercado, para el tema de mantenimiento de tuberías en la zona, así mismo hace un comparativo de procesos constructivos del método tradicional y el método sin zanja que se plantea.

En sus conclusiones manifiesta:

- Los daños colaterales deben ser considerados en el tema de costos durante la planeación, diseño, y construcción de todos los proyectos en el país, para que la tecnología sin zanja nos de los múltiples beneficios que ha reflejado a nivel mundial.
- Con el desarrollo de este trabajo en toda su dimensión pudimos darnos cuenta que el porcentaje de factibilidad de la utilización del método sin zanja en una ciudad de Bogotá es alto, por las diversas condiciones geológicas, por los beneficios que puede llegar a brindar en cuanto a los costos y daños colaterales.

Carlos Andrés Pupo González (2014) en su tesis “Metodología para la selección de obras de ingeniería para la rehabilitación de redes troncales de alcantarillado”. Tesis presentado para obtener título master en ingeniería civil presentado en la escuela colombiana de ingeniería Julio Garavito, esta investigación analiza todas las técnicas que se utilizan para el mantenimiento y rehabilitación y operatividad de las redes de alcantarillado, en el cual nos describe las características el funcionamiento de estos sistemas, también se mencionan las ventajas y desventajas de estas técnicas con el propósito de armar un esquema de posibilidades técnicas que pueden ser utilizados para los trabajos de mantenimiento en los sistemas de alcantarillado.

En sus conclusiones manifiesta:

- La metodología desarrollada en este trabajo considera que las técnicas para la rehabilitación de los sistemas troncales de alcantarillado se deben seleccionar teniendo en cuenta las limitaciones del sitio, las características del sistema, los problemas detectados y los objetivos del proyecto. Para esto se requiere realizar una evaluación integral que incluya una comparación de los costos económicos y una valoración cuantitativa de los impactos ambientales y sociales comparando las tecnologías de rehabilitación sin zanja y las tecnologías convencionales. Sin embargo, en algunas situaciones particulares la evaluación económica no es comparativa, ya que las nuevas tecnologías tienen beneficios como el ahorro en los costos y otros que no son cuantificables como la seguridad para los transeúntes en las zonas de trabajo, la conservación del medio ambiente durante la construcción, el estrés generado por las demoras, los impactos en la economía local, entre otros.
- La técnica de rehabilitación de revestimientos modificados es una buena alternativa para realizar mantenimientos preventivos a los sistemas troncales de alcantarillado, ya que mejora su capacidad hidráulica y prolonga su vida útil; además, resulta más económica que las técnicas tradicionales de rehabilitación

1.2.2. En el ámbito nacional

Ojeda Garayar Julio Cesar (2015), en su tesis “Análisis comparativo entre el método pipe bursting y el método tradicional en la renovación de tuberías de desagüe”. Tesis para optar título de ingeniero civil en la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, en su investigación nos define los tipos de tuberías de polietileno que existen tanto en calidad, espesores, series, parámetros, etc. y también analiza la situación de estas en el Perú, nos explica como es el procedimiento constructivo del método pipe bursting, también nos hace un análisis comparativo entre el método tradicional versus el método sin zanja contemplando factores de económicos, tiempos de ejecución e impacto social.

En sus conclusiones manifiesta:

- Si resaltamos un beneficio comparando el proceso constructivo del pipe bursting versus el método tradicional, podemos decir que es la seguridad de los trabajadores, ya que al no haber excavación de zanja por el mismo proceso constructivo de este método es imposible que alguien quede atrapado a causa de un derrumbe o colapso del terreno.
- Los rendimientos en el método tradicional, están ligados a la mano de obra calificada ya que depende en cierto porcentaje de la habilidad del operario, tanto en el proceso de excavación y el proceso de la colocación de tubería por lo tanto podemos decir, que la mano de obra influye en el rendimiento y por lo tanto también influirá en el costo del proyecto, sin embargo, podemos decir que en el pipe bursting el rendimiento está ligado con mayor porcentaje a la utilización de equipos, ya que durante el procedimiento de fragmentación no interviene la mano de obreros, entonces podemos afirmar que se tiene más exactos los tiempos de ejecución que el método tradicional.

Jair Gustavo Luna Escalante (2018), 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 de Miraflores – distrito de Miraflores”. Tesis para optar el título profesional de: ingeniero sanitario en la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa en su investigación nos hacen un comparativo de los métodos sin zanja versus el método tradicional con los indicadores de costos y rendimientos, así mismo nos hacen una mención de los costos de los equipos utilizados en la aplicación de las nuevas tecnologías y los impactos que producen ambos métodos.

En sus conclusiones manifiesta:

- Las tecnologías sin zanja en general han demostrado en países alrededor del mundo permitir llevar a cabo, con menores costos económicos y en menor tiempo, todas las actividades relacionadas a la renovación y rehabilitación de los servicios subterráneos. Es así que se dio a conocer las tecnologías sin zanja como una alternativa para la construcción nueva, renovación y rehabilitación de redes existentes.
- A partir del análisis de los procesos constructivos de ambos métodos y con base en las obras visitadas se obtuvo los rendimientos con el fin de elaborar los presupuestos, cuyos resultados afirman la hipótesis de la tesis que fue “La tecnología sin zanja “Pipe Bursting”, es la opción más eficaz y menos impactante para la renovación del sistema de alcantarillado de la parte baja del distrito de Miraflores”.

Arce Obregón Jessica (2016), en su tesis “Aplicación de la tecnología sin zanja para mejorar la productividad en la rehabilitación de redes de alcantarillado, comas 2016”. Tesis para optar título de ingeniero civil en la Universidad Cesar Vallejo, en su investigación hace mención los beneficios que tiene la aplicación de métodos modernos sin zanja al rehabilitar las tuberías de alcantarillado, comparando con el método tradicional estos beneficios se

reflejan en indicadores de tiempo y costo de ejecución, así mismo, mencionan la reducción de los impactos sociales que se tiene al usar las nuevas tecnologías.

En sus conclusiones manifiesta:

- Del análisis de costos directos se demostró que la utilización del método sin zanja, permitió un ahorro del 20% respecto al método tradicional. En materia de tiempos el método sin zanja permite una mayor rapidez en la ejecución de trabajos, en el rango de hasta 30% respecto al método tradicional. Una de las razones principales para el surgimiento de una nueva alternativa como la metodología sin zanja fue la necesidad de rehabilitar los ductos de alcantarillado con mayor eficiencia. Esto implica, menor tiempo de ejecución de obra, menor impacto ambiental, menor costo directo del proyecto. Por ello, los costos directamente asociados a los proyectos con tecnologías sin zanja son aproximadamente un 20% menor a los mismos costos de las tecnologías convencionales (Con zanja abierta). Además, al considerar los costos sociales y ambientales notamos que los proyectos con zanja pueden en algunos casos llegar a ser mucho más costosos.

Zumaeta Cabrera Mariano (2015), en su tesis “Evaluación y análisis de técnicas de renovación de redes de alcantarillado aplicando los métodos cracking sin zanja y tradicional en la localidad de Pacanguilla” tesis para optar título de ingeniero civil en la Universidad Privada Antenor Orrego, en su investigación hace un comparativo de las técnicas usada entre el método tradicional y las nuevas tecnologías sin zanja, en la ciudad de Pacanguilla, provincia de Chepen departamento de la Libertad, esta investigación describe todos los procesos constructivos del proyecto desde topografía, estudio de suelos, determinar el estado actual de la red de alcantarillado y realiza el estudio de impacto ambiental.

En sus conclusiones manifiesta:

- Se realizó el estudio de impacto ambiental concluyendo que el método cracking permitirá disminuir considerablemente el impacto ambiental en la zona de estudio, en comparación con los métodos tradicionales.

- Así mismo se evaluó el impacto social que generan los métodos tradicionales con el método cracking concluyendo que el método en mención es un método que nos permite disminuir en un 77% los impactos sociales.
- Se realizó el análisis de costos y presupuestos, concluyendo que al utilizar el método cracking los costos por metro línea de tendido de 131 tubería es de s/.238.91, siendo estos costos más bajo que los costos del método tradicional s/. 310.92 así mismo se determinó el presupuesto total de la obra.

1.3. Teorías relacionadas al tema

Queremos mencionar a continuación algunos temas referentes a nuestra investigación con el objetivo de tener un mayor panorama del tema, y de esta manera comprender mejor nuestro proyecto de investigación.

1.3.1. Saneamiento

El ambiente que rodea al hombre lo abarca todo y es tan inseparable de él como su propia piel. Muchos factores y condiciones ambientales influyen en su salud. Estas influencias pueden considerarse como positivas o negativas según sean sus efectos benéficos o adversos. Estos mismos factores, que difieren sólo en el grado de intensidad en que se manifiestan, puede que no afecten la salud del hombre en forma directa, sino que más bien influyan en su capacidad de trabajo, sensación de bienestar y gozo de vivir. “Se puede, pues, suponer que, la higiene ambiental significa: ‘Determinar, moderar y controlar las fuerzas físicas, químicas y las biológicas (no humanas) del ambiente que pueden afectar la salud, el bienestar social y los intereses económicos del hombre.’” (Prindle y Campos, 1967, p. 338)

1.3.2. Redes de agua potable

El agua es un elemento vital tanto para la supervivencia de los individuos como para la formación y el desarrollo de las grandes civilizaciones. La historia demuestra que todos los

pequeños poblados y las culturas importantes se han formado alrededor de ríos, lagos o manantiales; actualmente, las ciudades modernas se establecen en los alrededores de fuentes superficiales que proporcionan a las sociedades el agua necesaria para su crecimiento. Por ejemplo, Lima se fundó en el valle del río Rímac, Buenos Aires en el valle del río de La Plata y así en otros casos. (Sunas, 2004, p. 13).

De todos los tipos de agua que existen en la Tierra, ninguno es máspreciado por la población mundial que el agua potable. El historiador Carl Grimberg, al hablar sobre el nivel de vida en Europa durante los siglos XV y XVI, describe con asombro cómo un gran porcentaje de la población, cerca de 60%, moría a causa de enfermedades relacionadas o transmitidas por el agua de bebida. Sin duda, la creación de los mecanismos que permiten desinfectar el agua de bacterias mejoró de manera radical el nivel de vida de la humanidad. Por ello, el agua potable, cuando es suministrada dentro de los parámetros establecidos de calidad, garantiza un líquido saludable tanto para beber y cocinar como para realizar las tareas relativas a la higiene personal. (Sunas, 2004, p. 14).

“La red de distribución de agua potable, es el conjunto de tuberías que tienen como finalidad proporcionar agua al usuario, ya sea mediante hidrante de toma pública ó a base de toma domiciliaria. La distribución se inicia en el tanque de Regularización y las tuberías que la integran son de diferentes diámetros, que van enterrados en la vía pública, es decir en terrenos propiedad del Municipio (nunca en terrenos de propiedad particular), a los que se conectan tuberías de pequeños diámetros para introducir el agua a los Edificios.” Pedro Rodríguez Ruiz (2001, p.274)

Un sistema moderno de abastecimiento de agua se compone de instalaciones para la captación, almacenamiento, conducción, bombeo, tratamiento y distribución. Las obras de captación y almacenamiento permiten reunir las aguas aprovechables de ríos, manantiales y depósitos subterráneos; incluyen actividades como el desarrollo y cuidado de la cuenca de

aportación, pozos y manantiales, así como la construcción de presas y de galerías filtrantes. La conducción incluye canales y acueductos, así como instalaciones complementarias de bombeo para transportar el agua desde la fuente hasta el centro de distribución. El tratamiento es la serie de procesos que le dan al agua la calidad requerida. Finalmente, la distribución es dotar de agua al usuario, para su consumo. Comisión nacional del agua (2014, p. 9)

1.3.3. Redes de alcantarillado

La red alcantarillada la conforman distintas clases de tuberías y se complementa con otras obras, todos estos sistemas son necesarios para recepcionar, conducir, ventilar y desalojar las aguas servidas, residuales de los poblados. Si no existieran el sistema de recolección de aguas, podría ponerse en peligro la salud de la población esto por el riesgo de contraer enfermedades epidemiológicas, a la vez ocasionarían grandes pérdidas de materiales. Comisión Nacional del Agua (2009, p. 2)

Las redes de alcantarillado, tienen como objetivo desalojar las aguas que fueron utilizadas por las personas de una determinada población y por lo tanto son aguas contaminadas, a las cuales se les denomina como aguas residuales; así mismo también retiran aguas pluviales. El alcantarillado es una red de conductos que van por el sub suelo llamados alcantarillas, que van por lo general en el eje de la vía. Jiménez (2013, p. 21)

Una alcantarilla está sujeta a una amplia gama de condiciones de flujo. Debe tener suficiente capacidad para atender el flujo pico diseñado. Por otro lado, también debe minimizar la deposición de sólidos bajo condiciones de bajo flujo. Las alcantarillas de tamaño pequeño son propensas a bloquearse grasa y limo. Para reducir la posibilidad de bloqueo y facilitar la limpieza, el mínimo el tamaño de las alcantarillas públicas debe ser de 200 mm de diámetro.

Sin embargo, bajo circunstancias especiales, tubos de menor diámetro pueden ser adoptados sujeto al acuerdo de la parte de mantenimiento.

La descarga máxima en una tubería circular ocurre cuando la profundidad de flujo es de aproximadamente 0.95 del diámetro de la tubería. Dado que cualquier ligero aumento en la profundidad causará una reducción en el flujo velocidad, es habitual diseñar en el supuesto de que la tubería circular se ejecutará por completo, lo que alcanza aproximadamente el 93% de la descarga máxima. El flujo de diámetro total se tomará como capacidad de diseño de una alcantarilla. No se necesita ningún factor adicional de seguridad además de aquellos asociados con la estimación de flujo. Sewerage manual (2013, p. 21)

1.3.4. Tuberías de polietileno

Desde su descubrimiento en 1933, PE ha crecido hasta convertirse en uno de los materiales termoplásticos más ampliamente utilizados y reconocidos del mundo. La versatilidad de este material plástico único se demuestra por la diversidad de su uso y las aplicaciones. La solicitud original de PE era como un sustituto de la goma de aislamiento eléctrico durante la Segunda Guerra Mundial. PE ya se ha convertido en uno de los termoplásticos más utilizada en el mundo. resinas modernas PE de hoy están altamente diseñados para aplicaciones mucho más rigurosas, tales como el gas la presión nominal y la tubería de agua, las membranas de vertederos, depósitos de combustible de automóviles y otras aplicaciones exigentes.

El uso de PE como material de tubería ocurrió primero a mediados de 1950. En América del Norte, su uso original estaba en aplicaciones industriales, seguido de agua en zonas rurales y la producción de yacimientos de petróleo, donde se necesitaba un producto de tubería flexible, resistente y ligero para satisfacer las necesidades de una industria de petróleo y gas de producción en rápido desarrollo. El éxito de la tubería de PE en estas instalaciones condujo rápidamente a su uso en la distribución de gas natural en el que un material de

tubería enrollable, libre de corrosión podría fusionarse en el campo para asegurar un método “sin fugas” de transporte de gas natural a los hogares y negocios. El éxito de PE en esta aplicación crítica no ha ido sin previo aviso y en la actualidad es el material de elección para la industria de distribución de gas natural. Plastics Pipe Institute. (2009, p. 5)

Características

ventajas de tubería de PE

La elección del material de tubería, diseñadores, propietarios y contratistas especifican los materiales que proporcionan durabilidad servicio confiable, a largo plazo, y la rentabilidad. tubos de pared de PE sólido proporcionan una solución rentable para una amplia gama de aplicaciones de tuberías incluyendo la distribución de gas natural, agua municipal y alcantarillado, industrial, marina, minería, vertederos, y aplicaciones eléctricas y conductos de comunicaciones.

Tubería de PE es también eficaz para encima del suelo, enterrado, sin zanjas, flotantes e instalaciones marinas. De acuerdo con David A. Willoughby, POE, “... una de las principales razones para el crecimiento en el uso de la tubería de plástico es el ahorro de costes en la instalación de la tubería, los equipo y el servicio de mano de obra, comparados con equipos y materiales de las tuberías comunes. También le sumamos a esto la gran posibilidad de reducir los temas económicos en las labores de mantenimiento, mayor tiempo de duración útil y los tubos de plástico son un producto muy competitivo. Plastics Pipe Institute. (2009, p. 6)

Flexibilidad

La tubería de PE puede ser campo doblada a un radio de alrededor de 30 veces el diámetro nominal de la tubería o menos dependiendo de espesor de pared (12” tubo de PE, por ejemplo, puede ser conformado en frío en el campo a un radio de 32 pies). Esto elimina

muchos de los accesorios necesarios de otro modo para cambios direccionales en los sistemas de tuberías y también facilita la instalación. La durabilidad a largo plazo de la tubería de PE ha sido muy bien documentada. PE tiene una excepcional resistencia a la fatiga y cuando, operando a la presión de funcionamiento máxima, que puede soportar múltiples eventos de presión aumento hasta el 100% por encima de su presión máxima de operación sin ningún efecto negativo a su capacidad de rendimiento a largo plazo. Plastics Pipe Institute. (2009, p. 8)

Resistencia sísmica

La tenacidad, ductilidad y flexibilidad de la tubería de PE en combinación con sus otras propiedades especiales, tales como sus articulaciones fusionado de calor completamente restringidos sin fugas, que sea adecuado para su instalación en entornos dinámicos de suelo y en áreas propensas a terremotos Plastics Pipe Institute (2009, p. 8)

Durabilidad

las instalaciones de tubos de PE son rentables y tienen ventajas a largo plazo de costos debido a las propiedades físicas de la tubería, uniones libres de fugas y los costes de mantenimiento reducidos. La industria de la tubería de PE estima una vida útil de la tubería de PE a ser, de manera conservadora, 50-100 años, siempre que el sistema ha sido diseñado correctamente, instalado y operado de acuerdo con la práctica industrial establecida y las recomendaciones del fabricante. Esta longevidad confiere un ahorro en los costos de reemplazo para las generaciones venideras. sistemas de tuberías de PE adecuadamente diseñados e instalados requieren poco mantenimiento en curso. tubería de PE es resistente a la mayoría de los productos químicos ordinarios y no es susceptible a la corrosión galvánica o la electrólisis. Plastics Pipe Institute (2009, p.9)

1.3.5. Tecnología cracking (pipe bursting)

Pipe bursting es un método sin zanja bien establecido que se utiliza ampliamente para la sustitución de las tuberías deterioradas con un nuevo tubo de la misma o de mayor diámetro.

Pipe bursting es una alternativa económica de sustitución de tuberías que reduce la perturbación de negocios y población cuando se compara con la técnica de corte abierto.

Pipe bursting es especialmente rentable si el tubo existente está fuera de la capacidad, en el fondo, y / o por debajo del nivel freático (GWT). Sustitución de una vieja tubería con una más grande se denomina conversión a SQL Server. Uno de tamaño upsizing está reemplazando la tubería vieja con un tubo de un tamaño estándar más grande, por ejemplo, la sustitución de 8" tubo con 10" uno. Del mismo modo, de dos tamaños upsizing está reemplazando la tubería vieja con un tubo de dos tamaños estándar más grande, por ejemplo, la sustitución de 8" tubo con 12" uno. Atalah (2009, p. 535)

Pipe bursting implica convencionalmente la inserción de una cabeza de ruptura en forma de cono en un tubo viejo. La base del cono es mayor que el diámetro interior de la tubería vieja y ligeramente mayor que el diámetro exterior de la tubería nueva para reducir la fricción y para proporcionar espacio para maniobrar el tubo. El extremo posterior de la cabeza de ruptura está conectada a la tubería nueva de polietileno (PE) y la parte de adelante está unido a una varilla que es de tracción o también puede ser el cable. La nueva tubería y la cabeza de ruptura son lanzados del punto de inserción y tanto la varilla de tracción o el cable salen del eje de arrastre, La cabeza de ruptura recibe energía para romper la tubería vieja de una de las siguientes fuentes: a tirando cable o varilla, una fuente hidráulica, o un compresor de aire. La energía rompe el tubo viejo en pedazos y se expande el diámetro de la cavidad. A medida que la cabeza de ruptura se tira a través de los escombros tubo viejo, se crea una cavidad más grande a través del cual el nuevo tubo se tira simultáneamente desde el eje de

inserción. Hay muchas variaciones de este diseño convencional que se presentan más adelante en el capítulo. Atalah (2009 p.536)

Pipe bursting estático es el segundo método común de fractura de la tubería en el sistema de tracción estática. En este sistema de tracción estática, la fuerza que se aplica es muy grande y esa fuerza es de tracción, esta fuerza se transmite al cabezal de ruptura por medio de las barras de tracción o el cable, que se insertan por la tubería existente. El cono transfiere la fuerza de tracción horizontal y una fuerza radial rompe la tubería vieja, se genera una cavidad la cual proporciona espacio para el ingreso del nuevo tubo que es de polietileno PE, las varillas de acero miden aproximadamente 4 pies de largo, están ingresan en la tubería antigua deteriorada desde el punto de arrastre. Las varillas están conectadas una tras otra y existen diferentes formas de conexiones. Una vez que llegan las barras a la caja de inserción se conectan estas a la cabeza de ruptura, así mismo la tubería nueva está conectada por la parte **posterior también al cabeza de ruptura. Una unidad hidráulica en el eje de arrastre tira de las** barras de una en una, y a medida que avanza se van retirando las barras. El proceso continúa hasta que la cabeza de ruptura alcanza el eje de arrastre, donde se separa de la tubería de PE. Si el cable se utiliza en lugar de la barra el desplazamiento es continuo. Atalah (2009, p. 539)

Si se utiliza un conjunto de barras de tracción, el proceso de ruptura se realiza en secuencias consecutivas, en lugar de continuamente. Antes de la explosión, las barras segmentadas se insertan en la tubería vieja de la fosa de recepción. Las barras son sólo unos pocos pies de largo, y durante la inserción que se enroscan juntos para llegar a reventar la cabeza en el pozo de inserción. Allí, están unidos en el extremo delantero de la cabeza de ruptura, y el nuevo tubo está conectado a su extremo posterior. En cada secuencia durante la explosión, la unidad hidráulica en el foso de recepción tira de las barras para la longitud de las barras

individuales, y las varillas están separados del resto del conjunto de la varilla a medida que alcanzan la fosa de recepción. Simicevic and Sterling. (2001, p. 4)



Figura 1: *Cabezal de Rotura*

Fuente: www.centrasas.com

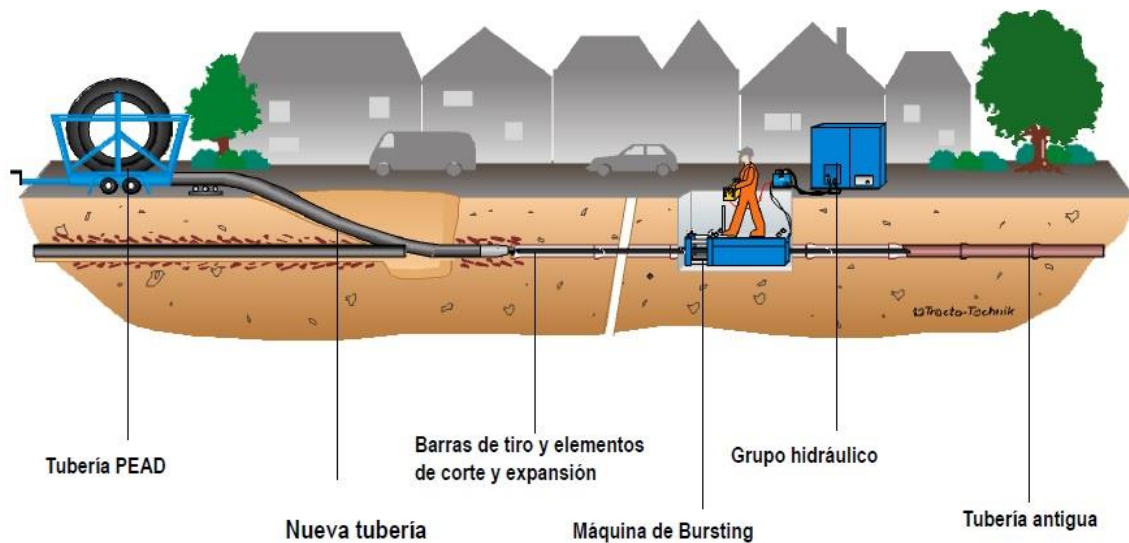


Figura 2: Método de Fragmentación Neumática

Fuente: www.centrasas.com

Dimensiones de sistema de fragmentación neumática de tuberías

Dimensión 1: Tiempo

Consiste en que uno de los beneficios más resaltantes del sistema de fragmentación neumática de tuberías de alcantarillado es la reducción del tiempo en comparación con el método tradicional, así mismo la elaboración de un correcto plan de trabajo hace que el plazo de ejecución se cumpla dentro de los tiempos requeridos.

Dimensión 2: Costos

La tecnología cracking abarata considerablemente los costos directos de construcción a comparación del método tradicional.

Dimensión 3: Productividad

El objetivo de la productividad es medir la eficiencia de producción por cada factor o recurso utilizado, entendiendo por eficiencia el hecho de obtener el mejor o máximo rendimiento

utilizando un mínimo de recursos. Es decir, cuantos menos recursos sean necesarios para producir una misma cantidad, mayor será la productividad y, por tanto, mayor será la eficiencia.

1.4. Formulación del problema

De acuerdo a la problemática que se encontró para el desarrollo de la investigación, hemos decidido formularlo de la siguiente forma:

1.4.1. Problema general

- PG: ¿Cuál es el beneficio de la aplicación del sistema de fragmentación neumática de tuberías de alcantarillado o Cracking en comparación al método tradicional; en el Perú 2018?

1.4.2. Problemas específicos

- PE1: ¿Cuánto es el porcentaje del beneficio del tiempo de ejecución en la aplicación del sistema de fragmentación neumática de tuberías de alcantarillado o cracking, en comparación al método tradicional; en el Perú 2018?
- PE2: ¿Cuánto es el porcentaje del beneficio del costo directo, en la aplicación del sistema de fragmentación neumática de tuberías de alcantarillado o cracking en comparación al método tradicional; en el Perú 2018?
- PE3: ¿Cuánto es el porcentaje del beneficio de la productividad prevista vs la real, en la aplicación del sistema de fragmentación neumática de tuberías de alcantarillado o cracking, y cuanto es el porcentaje del beneficio de la

productividad prevista vs la real en las partidas principales aplicando el método tradicional; en el Perú 2018?

1.5. Justificación de la investigación

El proceso de investigación se realizará con procedimientos realizados en campo, los cuales darán resultados que ayudarán a tener una mejor perspectiva de que procedimientos se toma en el desarrollo de nuevos proyectos que puedan ser beneficiosos para nuestro país.

(i) Conveniencia: esta tesis ayudara a optar el mejor procedimiento constructivo en el mantenimiento de redes de agua potable y alcantarillado, y así utilizar correctamente los fondos del estado en la elaboración de proyectos de mantenimiento en el sector de saneamiento y construcción.

(ii) Relevancia social: Los beneficiados con esta investigación serán la ciudadanía del distrito de los Olivos porque ayuda a administrar mejor los recursos, las empresas desarrollar más proyectos con estas metodologías, y la protección del medio ambiente.

(iii) Justificación económica: al utilizar la nueva tecnología sin zanja como es la tecnología cracking se reducen el número de partidas y también tiempos de ejecución y esto abarata un presupuesto lo cual es beneficio para todos

(iv) Aporte teórico: el desarrollo de toda la investigación aporta conocimiento tanto en el proceso constructivo y administrativo, para el desarrollo de proyectos de saneamiento en todas las etapas.

(v) Aporte práctico: el aporte práctico de nuestra investigación demuestra que estos procesos reducen tiempos de ejecución en partidas, reducen movimiento de tierras, y abaratan costos.

(vi) Aporte metodológico: Para concretar nuestros objetivos de investigación, utilizaremos instrumentos de medición en la variable. Los cuales son: un proyecto en ejecución que viene utilizando los procedimientos que requerimos para nuestra investigación evaluando los costos y cronogramas; estos se formularan para ser revisados por un experto (asesor temático) y posteriormente filtrado mediante la validez y confiabilidad.

1.6. Hipótesis de investigación

De acuerdo a la problemática que se encontró para el desarrollo de la investigación formulamos las hipótesis de la siguiente forma:

1.6.1. Hipótesis de general

- HG: Existe beneficio en la aplicación del sistema de fragmentación neumática de tuberías de alcantarillado o cracking en comparación al método tradicional; en el Perú 2018.

1.6.2. Hipótesis específicos

- Hi1: Existe beneficio de 30% del tiempo de ejecución en la aplicación del sistema de fragmentación neumática de tuberías de alcantarillado o cracking en comparación al método tradicional; en el Perú 2018.
- Hi2: Existe beneficio del 20% en el costo directo en la aplicación del sistema de fragmentación neumática de tuberías de alcantarillado o cracking en comparación al método tradicional; en el Perú 2018.
- Hi3: Existe un porcentaje de beneficio en la productividad prevista vs la real en la aplicación del sistema de fragmentación neumática de tuberías de alcantarillado o cracking, así mismo, existe un porcentaje de beneficio en la

productividad prevista vs la real en las partidas principales aplicando el método tradicional; en el Perú 2018.

1.7. Objetivos de la investigación

De acuerdo a la problemática que se encontró para el desarrollo de la investigación formulamos los objetivos de la siguiente forma:

1.7.1. Objetivo general

- OG: Determinar el beneficio en la aplicación del sistema de fragmentación neumática de tuberías de alcantarillado o cracking en comparación al método tradicional; en el Perú 2018

1.7.2. Objetivos específicos

- OE1: Determinar el porcentaje del beneficio del tiempo de ejecución en la aplicación del sistema de fragmentación neumática de tuberías de alcantarillado o cracking, en comparación con el método tradicional; en el Perú 2018.
- OE2: Determinar el porcentaje del beneficio de los costos directos en la aplicación del sistema de fragmentación neumática de tuberías de alcantarillado o cracking en comparación al método tradicional; en el Perú 2018.
- OE3: Determinar el porcentaje del beneficio de la productividad prevista vs la real en la aplicación del sistema de fragmentación neumática de tuberías de alcantarillado o cracking, así mismo, determinar el porcentaje del beneficio de la productividad prevista vs la real en las principales partidas aplicando el método tradicional; en el Perú 2018.

II: Método

2.1. Tipo de investigación

Nuestra investigación describe la forma y procedimientos, del desarrollo de las actividades constructivas, para posteriormente poder cuantificar y analizar los datos obtenidos en nuestros instrumentos recolectores de datos, esta información tendrá como objetivo cuantificar y medir resultados entre dos procedimientos constructivos lo que nos ayudara a probar la validez o falsedad de nuestra hipótesis, podemos indicar entonces que nuestra investigación es de tipo básico, descriptiva, correlacional.

La investigación descriptiva tiene como objetivo describir propiedades, rasgos y sus características importantes de todos los fenómenos que se sometan su análisis. Explica las tendencias de un conjunto de entes o una población. (Hernández, Fernández y Baptista, 2014, p. 80)

Investigación correlacional Asocia variables mediante un patrón predecible para un grupo o población. Este tipo de estudios tiene como finalidad conocer la relación o grado de asociación que exista entre dos o más conceptos, categorías o variables en un contexto en particular. Hernández, Fernández y Baptista (2014, p. 81)

2.2. Nivel de investigación

Hemos determinado que los niveles que alcanza nuestra investigación, por todos los procedimientos que realizaremos desde la forma de sus procedimientos constructivos, la recolección de datos y el desarrollo de los resultados podemos indicar que nuestra investigación es de alcance exploratorio, descriptivo y explicativo.

Según Hernández, Fernández y Baptista (2014, p. 92) definen el alcance explicativo de la siguiente manera:

“Con los estudios descriptivos se busca especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis. Es decir, únicamente pretenden medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables a las que se refieren, esto es, su objetivo no es indicar cómo se relacionan éstas.”

2.3. Diseño de Investigación

Hemos determinado que nuestra investigación por los procedimientos no buscamos descubrir comportamientos de nuevos fenómenos, si no buscamos describir los procesos constructivos y cuantificar resultados por lo tanto podemos decir que nuestra investigación se ubica como un diseño no experimental – transaccional descriptivo

Según Hernández, Fernández y Baptista (2014, p. 155) comenta:

El objetivo del diseño transeccional descriptivo es indagar el alcance de los niveles o modalidades de una o más variables en determinada población. Los procedimientos que realizan es determinar en una o varias variables a un grupo de personas, seres vivos, circunstancias, cosas, contextos, poblaciones, fenómenos, etc., y dar su descripción. Es así que son estudios netamente descriptivos [...].

2.4. Variables, Operacionalización

Tabla 1: Variable de Operacionalización

Variable de Investigación	Definición Conceptual	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos
V. Independiente	Tecnología cracking (pipe bursting) refiere a los métodos sin zanja utilizados para reemplazar tuberías existentes con PE100 en la misma alineación sin eliminar físicamente la tubería existente (Atalah, A. 2013)	Tiempo	Días de ejecución	Cronograma
Estudio del sistema de fragmentación neumática de tuberías de alcantarillado o cracking		Costo	Valor monetario	Presupuesto
V. Dependiente		Productividad	Producción	Fichas comparativas
Mejora en el proceso constructivo en el Perú.				

Fuente: Propia

2.5. Población y muestra

2.5.1. Población

Nuestra población para esta investigación está conformada por el proyecto a ejecutar que lleva por nombre, obra: Lote 3: paquete B-4 redes secundarias de agua potable y alcantarillado (sectores 83B, 212A, 212B) y paquete B-5 redes secundarias de agua potable y alcantarillado (Sectores 213, 259, 345, 368^a, 369 B) un área que reúne las propiedades y condiciones para poder aplicar los métodos que describimos en nuestra variable, los distritos que abarca esta área son:

Distrito	sectores incluidos en el área de influencia
Comas	345, 346, 347, 348, 349
Carabaylo	350, 351
Los olivos	83B, 84, 85
Puente Piedra	368A, 369A, 370
San Martín de Porres	212, 213
Callao	259
Ventanilla	259

Hernández, Fernández y Baptista (2014, p. 86) comentan lo siguiente:

Se denomina población al total del fenómeno de estudio, están el total de unidades de análisis o entidades de población, que integran dicho suceso las cuales deben cuantificarse para cierto estudio formado en un conjunto N de entidades que cumplen con una cierta característica, y se le nombra como población a construir al total del suceso adscrito a una investigación o a un estudio.

2.5.2. Muestra

Con el propósito de recolectar la información para el desarrollo de nuestra investigación, hemos determinado tomar como muestra un determinado sector el cual se determinó con el nombre de sector 83B determinado por Sedapal y se ubica en el distrito de los olivos-lima. La muestra que tomaremos para nuestra investigación son 500 m. de método Cracking y 500 m. del método tradicional, esta área reúne las propiedades y condiciones para poder aplicar los métodos que describimos en nuestra variable.

Según Hernández, Fernández y Baptista “las muestras no probabilísticas, también llamadas muestras dirigidas, suponen un procedimiento de selección orientado por las características de la investigación, más que por un criterio estadístico de generalización” (2014, p. 189).

2.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

2.6.1. Técnicas

Las técnicas que usaremos en el proceso de recolección de nuestros datos son la que se describen a continuación:

- **Análisis documental:** “El análisis documental (análisis de documentos) es un tipo de investigación en la que los documentos son revisados por el analista para evaluar un tema de evaluación. Diseccionar documentos implica codificar contenido en temas como cómo se investigan las transcripciones de grupos focales o entrevista” Bernal (2010, p. 194).
- **Observación:** Según Bernal “La observación es particularmente útil en aquellos casos en que la información recopilada mediante los métodos de encuesta no es suficiente o no refleja la naturaleza completa de una tendencia determinada. Un investigador

(observador) utiliza una lista estandarizada de información relevante (comportamiento), que debe describirse y explicarse por medio de la observación.” (2010, p. 257).

2.6.2. Instrumentos

Los instrumentos que usaremos en el proceso de recolección de nuestros datos son la que se describen a continuación:

- **Fichas de recolección de datos:** “Las fichas son instrumentos en donde se reúne la información más importante, ellas son los datos que hemos encontrado durante el desarrollo de nuestra investigación, estos datos normalmente son los que queremos tener al alcance de nosotros en cualquier momento.” Castro (2015, p. 1).

2.6.3. Validez

Según Hernández, Fernández y Baptista lo definen de la siguiente manera:

[...] la validez es la medida en que un instrumento mide lo que se supone que debe medir y ejecuta tal como está diseñado para funcionar. Es raro, casi imposible, que un instrumento sea 100% válido, por lo que la validez generalmente se mide en grados. Como proceso, la validación implica recopilar y analizar datos para evaluar la precisión de un instrumento. Existen numerosas pruebas estadísticas y medidas para evaluar la validez de los instrumentos cuantitativos, que generalmente implican pruebas piloto. El resto de esta discusión se centra en la validez externa y la validez de contenido. (2014, pp. 200-201).

Para la presente investigación se elaboró un formato de validación de instrumentos, esta misma será analizado y aprobado por 3 especialistas conocedores del tema de investigación.

2.6.4. Confiabilidad

Según Hernández, Fernández y Baptista mencionan lo siguiente:

La confiabilidad del instrumento es una forma de garantizar que cualquier instrumento utilizado para medir variables experimentales brinde los mismos resultados cada vez.

2.7. Métodos de análisis de datos

Bernal nos dice que el análisis de datos “consiste en interpretar los hallazgos relacionados con el problema de investigación, los objetivos propuestos, la hipótesis y/o preguntas formuladas, [...] con la finalidad de evaluar si confirman las teorías o no, y se generan debates con la teoría ya existente” (2010, p. 220).

Según Morán y Alvarado, (2010, p.56) indica que:

El análisis de los datos para los estudios cuantitativos, por otro lado, implica el análisis crítico y la interpretación de las cifras y los números, y los intentos de encontrar razones detrás de la aparición de los principales hallazgos. Las comparaciones de los hallazgos de la investigación primaria con los hallazgos de la revisión de la literatura son de importancia crítica para ambos tipos de estudios: cualitativos y cuantitativos. [...]. El análisis de datos depende principalmente de dos factores; lo que deseamos hacer con los datos y el planteamiento del problema.

2.8. Aspectos éticos

Se ha cumplido con los parámetros de una investigación cuantitativa, así mismo soy responsable único de esta investigación, así mismo he respetado la autoría de los textos usados los cuales se encuentra plasmadas en las referencias.

III: Resultados

3.1. Proyecto donde se realiza la investigación.

3.1.1. Ubicación

La empresa Sedapal licitó el proyecto denominado “Optimización del sistema de agua potable y alcantarillado, sectorización, rehabilitación de redes y actualización de catastro – área de influencia planta Huachipa – área de drenaje Oquendo, Sinchi Roca, Puente Piedra y sectores 84, 83, 85 y 212 –Lima”, cuyo estudio definitivo y elaboración de expediente técnico estuvo a cargo del consorcio de Ingeniería Lima Norte II, así mismo la buena pro para la ejecución del proyecto lo obtuvo el Consorcio Lima Norte Lote3.

El área de influencia del proyecto se ubica en la costa del pacifico, en el área urbana al norte de la ciudad de lima, que se encuentra sobre los 77° 03’ de longitud oeste desde el meridiano de Greenwich y a los 11°55’ de latitud sur, desde el ecuador. Su altitud media se estima en 137 m.s.n.m.

El área de influencia del proyecto limita por el norte con los distritos de Ventanilla y Puente Piedra, por el sur con el distrito del callao, por el este con el distrito de Comas, Carabayllo e Independencia y por el oeste con el océano pacifico y se ubica en el ámbito operativo de la gerencia de servicio norte de Sedapal, en el área de atención de la planta de potabilización Huachipa.

El área de influencia del proyecto, definido como el ámbito geográfico donde se realizarán las intervenciones en los sistemas existentes de agua potable y alcantarillado, está conformado por 16 sectores de abastecimiento definidos por SEDAPAL, que se indica en la tabla a continuación:

Tabla 2: Sectores que comprende el proyecto

Distrito	Sectores incluidos en el área de influencia	Sectores no incluidos en el área de influencia
Comas	345, 346, 347, 348, 349	
Carabayllo	350, 351	
Los olivos	83, 84, 85	
Puente Piedra	368A, 369A, 370	361, 368B, 369B
San Martín de Porres	212, 213	251, 252, 253, 254, 255, 257
Callao	259	256, 258
Ventanilla	259	260, 261, 262, 263, 264, 265, 266

En la lámina se muestra los 16 sectores y 23 subsectores que conforman el área de influencia del presente estudio definitivo, cuyas superficies es de unas 3,556 hectáreas. En la lámina también se muestra con sombreado los sectores que corresponden al lote 3 del estudio definitivo. (Paquete b4 y paquete b5)

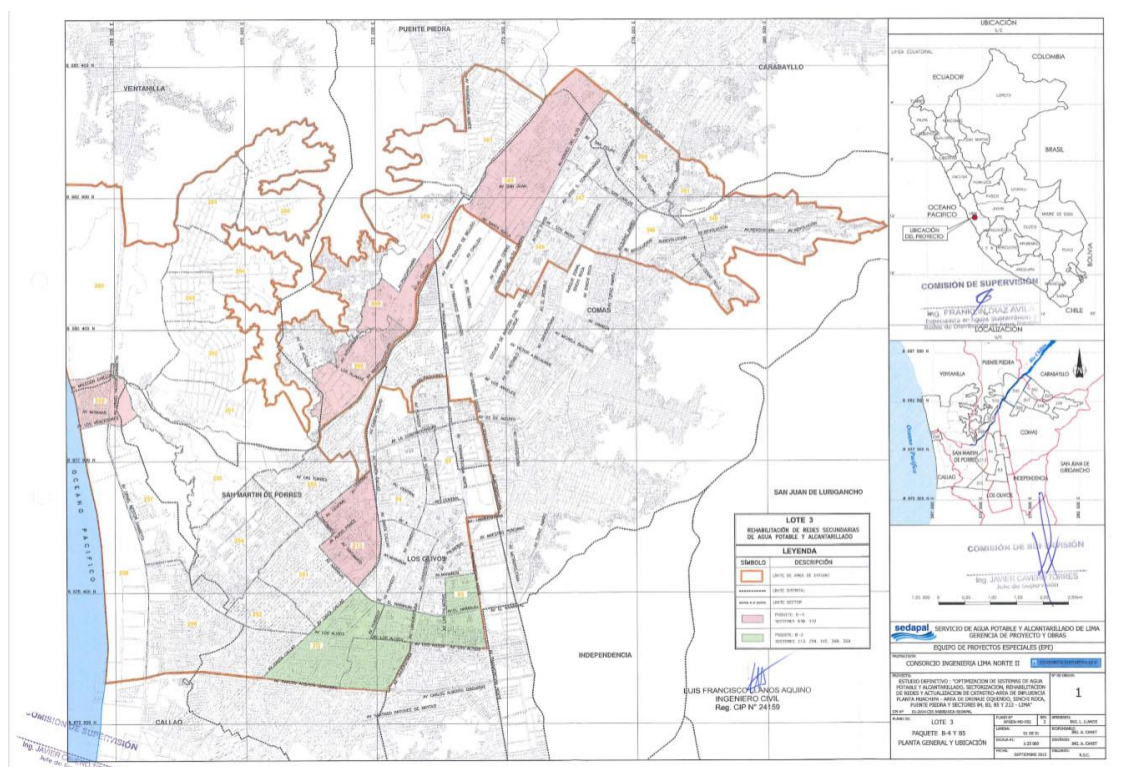


Figura 3: Plano del Sector obras Lote3

Fuente: Expediente Técnico

3.1.2. Objetivo del proyecto.

El objetivo principal del proyecto es brindar una adecuada prestación de los servicios de agua potable, alcantarillado y mejorar la gestión operacional, hasta el horizonte de planificación, que es el año 2038. Por lo tanto, el propósito del proyecto se puede expresar de la siguiente manera:

1. Realizar un subministro de agua potable en forma continua, satisfaciendo la demanda actual y futura. Se entiende que con el proyecto debe mejorar el servicio de abastecimiento de agua en términos de cantidad y continuidad, la calidad y cobertura son buenos actualmente y en consecuencia, se mantienen.
2. Mejorar la operación y el control del sistema de agua potable. La gestión del servicio que realiza Sedapal será mejorada en términos de operación y control operacional con la sectorización y la automatización, telemetría y Scada que, el proyecto propone implementar.
3. Alcanzar el objetivo de 25% de agua no facturada (ANF). La rehabilitación de las redes secundarias de agua permitirá disminuir significativamente y a niveles que permitan el logro de este propósito, las pérdidas de agua y, por ende, el agua no facturada (ANF) (pérdidas físicas y comerciales).
4. Mejorar el servicio de alcantarillado. De igual manera, la rehabilitación de las redes secundarias de alcantarillado, reducirá los atoros y colapsos y el remplazo de aquellas tuberías que no tengan suficiente capacidad para satisfacer la demanda futura, permitirá mejorar el servicio de alcantarillado.
5. Mejorar la gestión de operación y mantenimiento de Sedapal. La adquisición de una serie de equipos para el monitoreo, operación, mantenimiento y control operacional de los sistemas de agua potable y alcantarillado, permitirán mejorar significativamente y optimizar la gestión de operación.

3.1.3. Descripción técnica del proyecto

A continuación, se realiza una descripción muy sucinta del Proyecto, de tal manera que se puede tener una visión macro general del mismo.

Para lograr que el suministro de agua potable, ocurra en forma continua, satisfaciendo la demanda actual y futura, el proyecto propone las obras generales que permitan conducir el agua que se produce en la planta de tratamiento de Huachipa, partiendo de su infraestructura principal de distribución general, es decir, conectándose desde una línea primaria existente en los Olivos. Complementariamente también se proponen las obras que permitan utilizar, cuando sea necesario, las aguas de la atarjea que llegan por la línea primaria la atarjea – los Olivos. Por otro lado, el proyecto propone rehabilitar 23 pozos existentes en el área de influencia, de tal manera de que estos se encuentren en condiciones de ofrecer su caudal de explotación en situaciones de emergencia.

Para mejorar la operación y el control del sistema de agua, el proyecto propone también concretar y mejorar la sectorización y rehabilitar 26 reservorios existentes, de tal manera que cada reservorio permita la regulación del líquido vital para cada sector. Esto significa que mediante líneas de conducción se alimenten a los reservorios con el agua que proviene de las plantas de tratamiento y mediante líneas de impulsión se conduzcan, también a los reservorios, el agua que proviene de los pozos rehabilitados y mediante instalaciones hidráulicas de control como cajas de control de sector o cajas de ingreso y salida a los reservorios, permitan a Sedapal un permanente control del servicio.

Para alcanzar el objetivo de la disminución hasta el 25% del agua no facturada (ANF), el proyecto propone la rehabilitación de las redes secundarias de agua, lo cual significa la renovación o el remplazo de estas tuberías para evitar las fugas no visibles de agua y, la

puesta en funcionamiento de los reservorios existentes permitirá también mantener presiones razonables en la red, así evitar la mencionada fuga.

Para mejorar el servicio de alcantarillado, el proyecto propone la rehabilitación de los colectores secundarios de alcantarillado, lo cual implica el reemplazo de aquellas tuberías que se encuentren deterioradas o muy deterioradas, o la renovación considerando mejoras en su capacidad hidráulica, tal que estos colectores tengan capacidad de recolección suficiente para satisfacer las demandas futuras, al horizonte del proyecto. Lo anterior permitirá reducir los atoros y colapsos que se presentan con frecuencia en las redes secundarias de alcantarillado, disminuirá el número de reclamos a la empresa Sedapal y mejorar la calidad de vida de la población.

Finalmente, para mejorar la gestión de operación y mantenimiento de Sedapal, el proyecto propone la adquisición de equipos de operación y mantenimiento para fortalecer las labores principales de control operacional y mantenimiento preventivo de las redes de agua potable y alcantarillado.

3.2. Descripción del Proceso Constructivo del Método de fragmentación neumática de tubería o cracking.

En esta etapa vamos a describir todo el proceso constructivo que se realizó en campo, durante nuestra investigación, básicamente en la aplicación del método de fragmentación neumática o cracking.

3.2.1. Trabajos previos

En la primera etapa del proyecto una vez que el tramo a ejecutar tiene autorización de supervisión quien da el visto bueno o la autorización de trabajo, el topógrafo y el Ing. jefe de frente revisan los planos para poder identificar las interferencias y las redes existentes en

la zona de trabajo y de esa manera planificar y ejecutar los trabajos sin dañar o afectar infraestructura que brindan otros servicios como pueden ser, telefonía, electricidad, gas, entre otros.

3.2.2. Señalización de la zona de trabajo

El área de seguridad que está conformado por ingenieros especialistas en la materia debe elaborar un plan de desvíos temporales para garantizar el normal desarrollo de las actividades cotidianas de la población y de las actividades de la obra, así mismo, debe señalar el área de trabajo con mallas y cintas de seguridad para que las personas que transitan por el lugar no invadan las zonas de trabajo, todas estas actividades se realizan antes de intervenir el lugar y tiene como único fin de proteger la integridad de los transeúntes y a los mismos trabajadores, el área de seguridad tiene un conjunto de normas que deben seguir los trabajadores y de no hacerlo estas contemplan desde llamados de atención, sanciones y despidos.



Figura 4: Señalización area de trabajo

Fuente: Propia

3.2.3. Limpieza de tramo a ejecutar

Este procedimiento se realiza previo a la intervención de fragmentación ya que la tubería a fragmentar debe de encontrarse limpia, así también se procede a realizar una inspección ocular que realiza con un sistema de cámaras la cual evalúa el estado real de la infraestructura y también determina la posición exacta de las acometidas ya que esta desde su ingreso cuantifica en distancia su posición y de esta manera se puede tener con veracidad la ubicación de las acometidas, esta información nos sirve para realizar posteriormente intervenciones en las conexiones domiciliarias.

3.2.4. Taponamiento de las redes de alcantarillado

Para la intervención en redes de alcantarillado y sabiendo que estas en una obra de mantenimiento debemos entender que estas se encuentran en servicio y la única manera de garantizar que durante el trabajo de fragmentación no tengamos flujo es realizar un procedimiento llamado desvíos de flujo o también conocidos como by pass, este procedimiento consiste en taponear aguas arriba los tramos que desemboquen en este buzón e instalar un sistema de bombeo temporal el cual garantice el servicio normal del sistema de alcantarillado.

Así mismo, las acometidas que están en el tramo a ser intervenido se deben de suspender el servicio durante el procedimiento de fragmentación y esta labor se hace con el departamento de sociales de la empresa ya que ellos son los encargados de coordinar con la población.

3.2.5. Corte, retiro de pavimento y excavación de ventanas

El sistema de fragmentación cracking trabaja con dos ventanas uno de ingreso y otro de salida, estas ventanas tienen una dimensión que está determinado por el equipo Hidroburst y estas pueden tener un ancho de 1m a 1.5m y el largo de 3m a 4m , y la profundidad

determina la tubería existente a ser cambiada, el procedimiento de la apertura de estas ventanas inicia con el corte del pavimento flexible o rígido y luego se realizara la demolición del pavimento con un matillo hidráulico para su posterior eliminación de material, estas ventanas serán ubicados por el topógrafo al inicio y al final del tramo que se fragmentará, una de estas ventanas será donde ingrese la tubería PE y la otra ventana será donde se coloque el equipo Hidroburst, existen algunos casos en donde solo se realiza una sola ventana ya que el un buzón puede servir como ventana de ingreso esto podría depender del diámetro de la tubería.

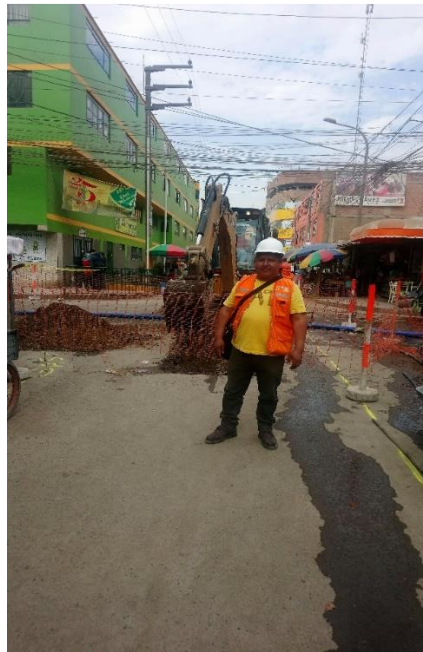


Figura 5: *Excavación de Ventanas*

Fuente: Propia

3.2.6. Termo fusión de tuberías de HDPE

A diferencia del método tradicional que los tubos se tenían que unir con un sistema campana y impermeabilizar con unos anillos de jebe, en el método cracking la tubería se une en un proceso de termo fusión que vendría a ser la soldadura de las tuberías, este proceso se realiza con un equipo especial y se tiene que seguir los siguientes procedimientos en obra.

Fijar las tuberías del mismo diámetro en la máquina de soldadura uno a cada lado y estas deben de estar alineadas frente a frente y sujetadas por unas abrazaderas de acero que son parte del equipo de soldadura, estas abrazaderas ayudaran en el proceso de refrentado para que queden perfectamente alineadas las dos tuberías que se soldaran el refrentado se realiza cuantas veces sea necesario y para ello se utiliza el refrentador este equipo desgasta la tubería de tal forma que quede lo más alineado posible y al momento de unir las dos tuberías quede una fusión perfecta e impermeabilizada.



Figura 6: *Termo fusión de tuberías*

Fuente: Propia

El siguiente paso es proceder a iniciar la termo fusión ingresando la placa calentadora en medio de las dos tuberías e iniciar con el proceso de calentamiento presionando ambas tuberías al calentador, una vez que los extremos de la tubería se encuentra a temperatura de

fusión se retira la placa calentadora y se procede a unir con una leve presión las dos tuberías que están sujetas a las abrazaderas, La plancha o placa calentadora es eléctricamente calentada y su temperatura es controlada por un termostato de tal forma que trabaja a una temperatura de 260°C. otra de las consideraciones que se debe tener es que para retirar las abrazaderas que sujetan los tubos termo fusionados se tiene que esperar un tiempo prudencial para garantizar el enfriamiento.

Las tuberías HDPE que se usan tiene que cumplir la norma ISO 8772-2009, para profundidades menores a 3 metros se usa la serie SDR 33–S16, Así mismo para profundidades mayores a 3 metros se usa la serie SDR 26 – S12.5.



Figura 7: termo fusión de tuberías

Fuente: Propia

3.2.7. Colocación de cabezal

Para el proceso de fragmentación se debe garantizar de que la tubería de polietileno este totalmente fija al cabezal de rotura y para conseguir esto es necesario perforar un extremo de la tubería y unir al cabezal mediante pernos los cuales deben estar correctamente

colocados y fijos y esto nos garantizara que la tubería no se salga del cabezal durante el proceso de fragmentación.



Figura 8: *Colocación de cabezal*

Fuente: Propia

3.2.8. Fragmentación

Para iniciar el proceso de fragmentación se necesita instalar en la ventana de salida el equipo HIDROBURST que debe de estar correctamente instalado y alineado con la tubería a fragmentar, este equipo a su vez tiene que estar seguro y fijo para que la fuerza que se aplique no lo pueda mover y para asegurar esto en la parte de salida se coloca una plancha metálica que sirve como tope para que la maquina no sea desplazada durante el proceso de fragmentación.



Figura 9: *Instalación de Cracking*

Fuente: Propia

una vez instalado el equipo se procede a lanzar las barras de fragmentación una a una que estas irán recorriendo la tubería antigua hasta llegar a la ventana de ingreso.



Figura 10: *Lanzamiento de barras*

Fuente: Propia

Una vez que las barras de fragmentación ya llegaron a alcanzar la ventana de ingreso se engancha el cabezal de rotura que este a su vez ya está enganchado a la nueva tubería que será instalado, y para iniciar el proceso de fragmentación debemos de alinear la cabeza de rotura con la tubería existente este trabajo se hace con un operario capacitado y así se inicia el proceso de fragmentación, a medida que la tubería nueva va ingresando en la ventana de salida un operario irá retirando la barras conforme vaya avanzando el proceso de fragmentación y así hasta terminar toda la instalación de la nueva tubería.

3.2.9. Rellenos, compactación, reposición de asfalto y transporte

Una vez culminado el proceso de fragmentación y el colocado de los dados de anclaje respectivos en cada uno de los lados del tramo, se procederá al relleno y compactación de las ventanas tanto la de ingreso como la de salida, y el equipo requerido para esta labor es un mini cargador y un canguro compactador el procedimiento ya es conocido como todo relleno se hará en capas de 20 cm. Y a cada capa se le sacara una prueba de compactación la cual debe llegar a un 100% o como la requiera la especificación técnica.

La reposición de asfalto en el caso de esta obra se realizó por medio de una subcontrata en el que se consideró un precio por metro cuadrado en dicho precio está incluido el precio del personal, equipos y materiales.

Así mismo la eliminación del material excedente se consideró por metro cubico el cual también está incluido el precio del volquete y equipo de carguío.



Figura 11: *Relleno y compactación*

Fuente: Propia



Figura 12: *Reposición e asfalto.*

Fuente: Propia

3.3. Análisis del método Fragmentación de tuberías de alcantarillado o Cracking.

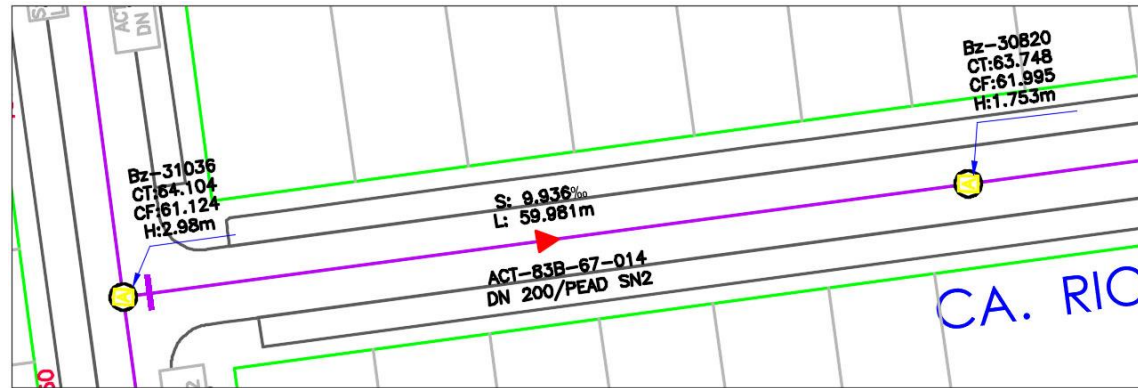
3.3.1. Tramos de alcantarillado donde se realizó la toma de datos

Para la recolección de datos de los tramos que se realizaran el cambio de tubería por el método de fragmentación neumática o cracking, hemos seleccionado 9 tramos del sector 83B que están ubicados en el distrito de los olivos, 2 tramos se encuentran en la calle Rio Chotano, 3 tramos en la calle Rio Huaura, 2 tramos en la calle Rio Tarica y 2 tramos en la calle Rio Mantaro, sumandos todos estos tramos tienen una longitud de 502.72 m.



Figura 13: Tramos intervenidos en método Cracking

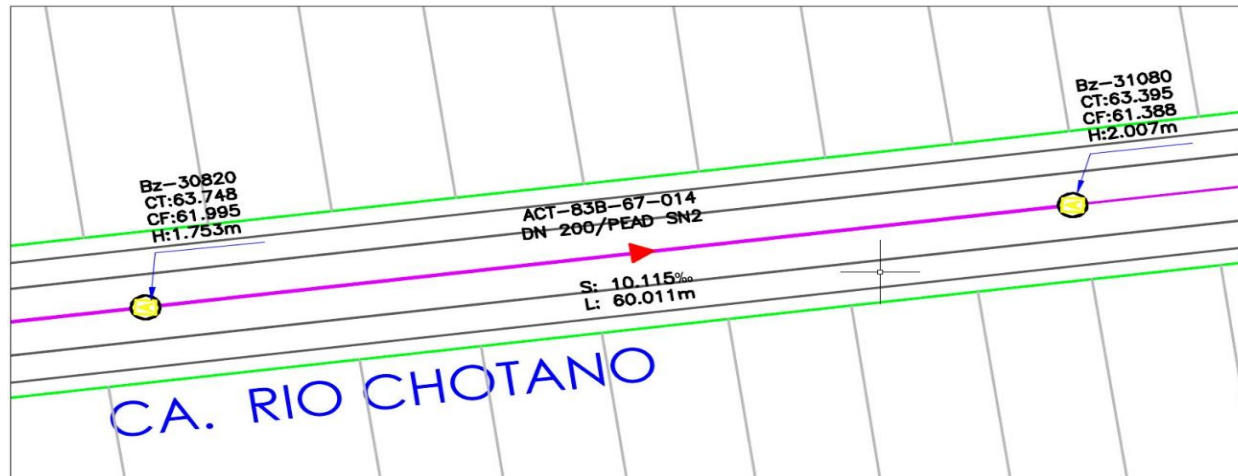
Fuente: Expediente Técnico.



Tramo 1	TIEMPO DE EJECUCIÓN POR PARTIDA									
	Longitud	Trazo y replanteo	Corte	Demolición	Excavación de ventanas	Termo fusión	Fragmentación	Anclajes	Relleno y compactación	Reposición de pavimento
BZ 31036 - BZ 30820	59.98	0h 23'	0h 55'	0h 58'	3h 05'	3h 45'	1h 24'	1h 55'	3h 49'	2h 02'

Figura 14: Tramo 1 Fragmentación

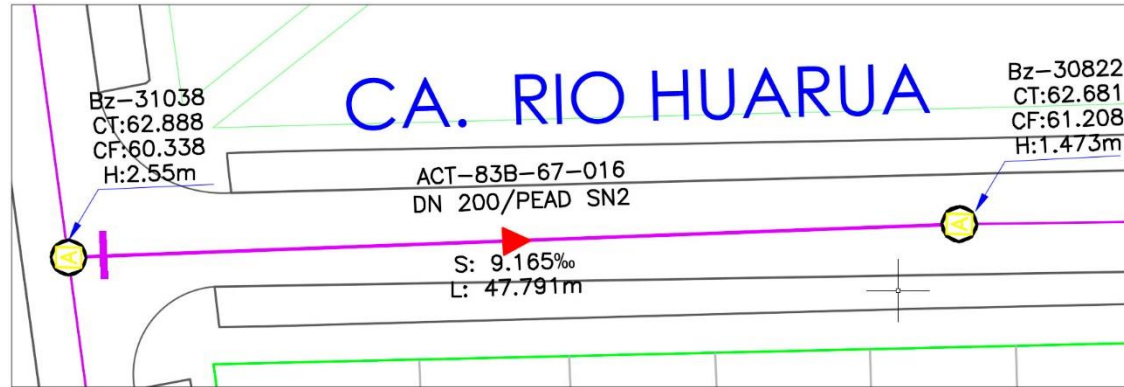
Fuente: Propia



Tramo 2	Longitud	TIEMPO DE EJECUCIÓN POR PARTIDA								
		Trazo y replanteo	Corte	Demolición	Excavación de ventanas	Termo fusión	Fragmentación	Anclajes	Relleno y compactación	Reposición de pavimento
BZ 30820 - BZ 31080	60.01	0h 28'	1h 00'	1h 05'	3h 10'	4h 15'	1h 32'	2h 02'	4h 05'	1h 55'

Figura 15: Tramo 2 Fragmentación

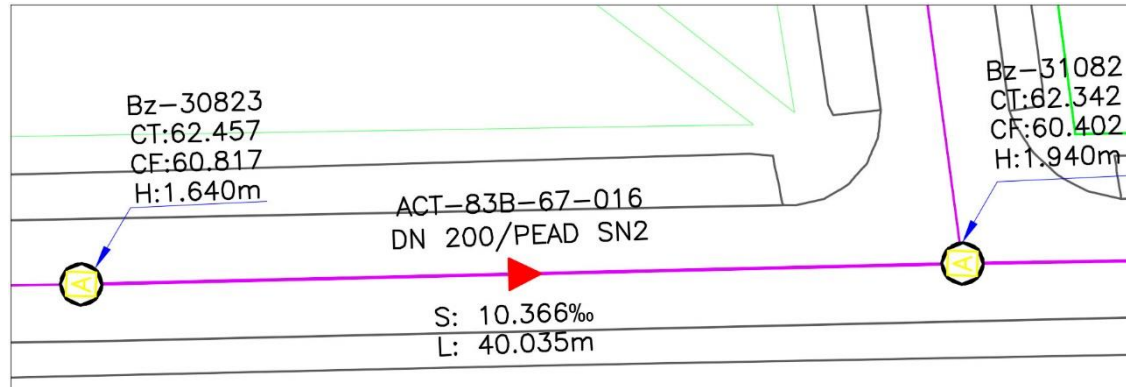
Fuente: Propia



Tramo 3	TIEMPO DE EJECUCIÓN POR PARTIDA									
	Longitud	Trazo y replanteo	Corte	Demolición	Excavación de ventanas	Termo fusión	Fragmentación	Anclajes	Relleno y compactación	Reposición de pavimento
BZ 31038 - BZ 30822	47.79	0h 20'	0h 50'	0h 55'	2h 55'	4h 05'	1h 10'	2h 15'	4h 11'	1h 48'

Figura 16: Tramo 3 Fragmentación

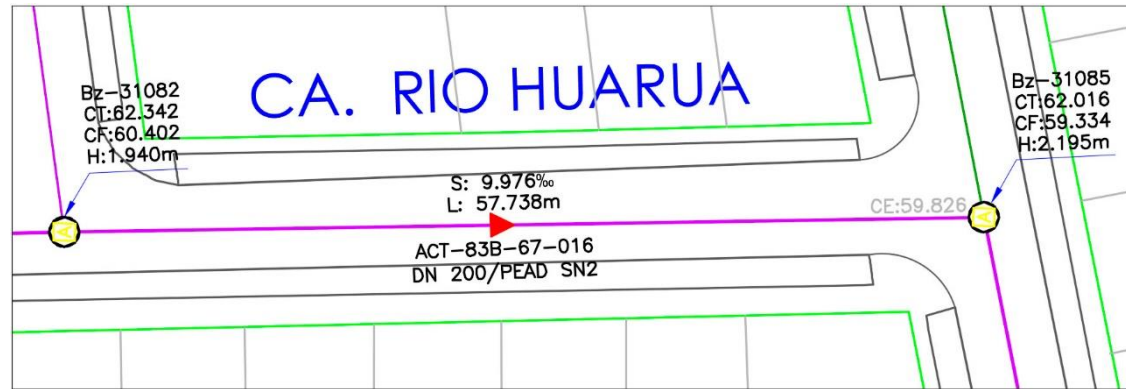
Fuente: Propia



Tramo 4	Longitud	TIEMPO DE EJECUCIÓN POR PARTIDA								
		Trazo y replanteo	Corte	Demolición	Excavación de ventanas	Termo fusión	Fragmentación	Anclajes	Relleno y compactación	Reposición de pavimento
BZ 30823 - BZ 31082	40.04	0h 20'	0h 50'	0h 58'	3h 22'	3h 58'	1h 00'	1h 45'	3h 58'	1h 56'

Figura 17: Tramo 4 Fragmentación

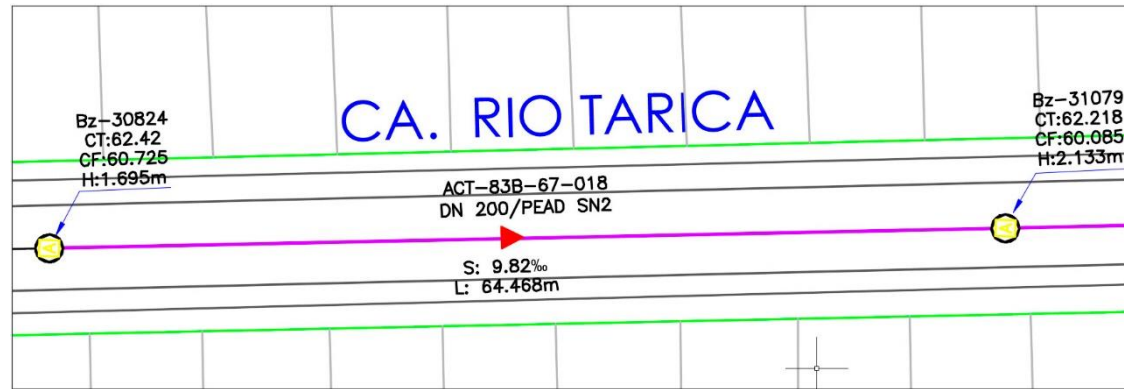
Fuente: Propia



Tramo 5	Longitud	TIEMPO DE EJECUCIÓN POR PARTIDA								
		Trazo y replanteo	Corte	Demolición	Excavación de ventanas	Termo fusión	Fragmentación	Anclajes	Relleno y compactación	Reposición de pavimento
BZ 31082 - BZ 31085	57.74	0h 23'	1h 05'	1h 05'	2h 45'	4h 07'	1h 25'	1h 53'	4h 02'	2h 03'

Figura 18. Tramo 5 Fragmentación

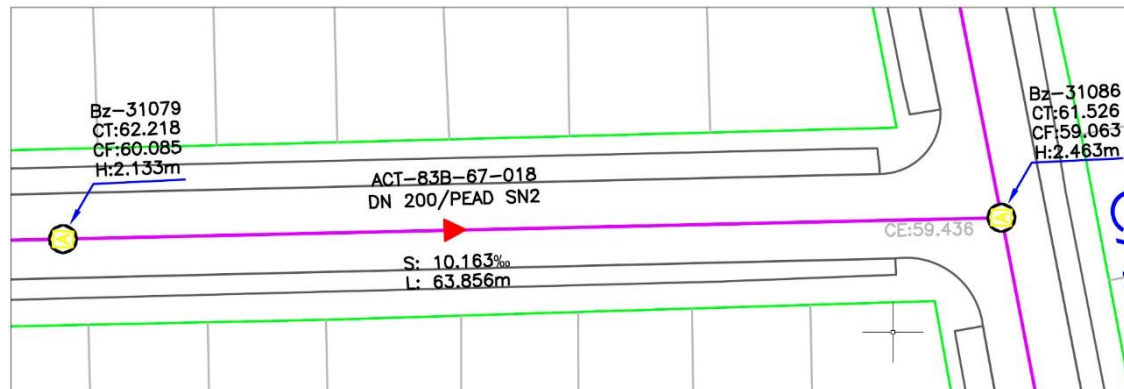
Fuente: Propia



Tramo 6	Longitud	TIEMPO DE EJECUCIÓN POR PARTIDA								
		Trazo y replanteo	Corte	Demolición	Excavación de ventanas	Termo fusión	Fragmentación	Anclajes	Relleno y compactación	Reposición de pavimento
BZ 30824 - BZ 31079	64.47	0h 33'	1h 15'	1h 02'	2h 55'	3h 55'	1h 35'	2h 05'	3h 56'	2h 10'

Figura 19: Tramo 6 Fragmentación

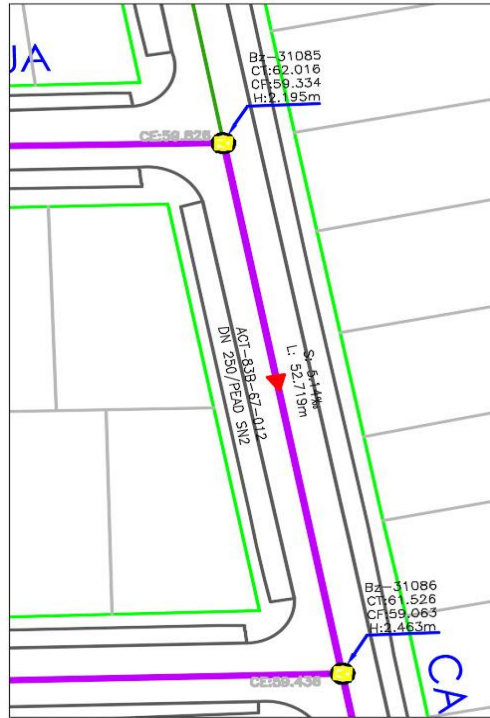
Fuente: Propia



Tramo 7	Longitud	TIEMPO DE EJECUCIÓN POR PARTIDA								
		Trazo y replanteo	Corte	Demolición	Excavación de ventanas	Termo fusión	Fragmentación	Anclajes	Relleno y compactación	Reposición de pavimento
BZ 31079 - BZ 31086	63.86	0h 34'	1h 03'	0h 55'	3h 03'	4h 08'	1h 30'	2h 12'	4h 02'	2h 11'

Figura 20: Tramo 7 Fragmentación

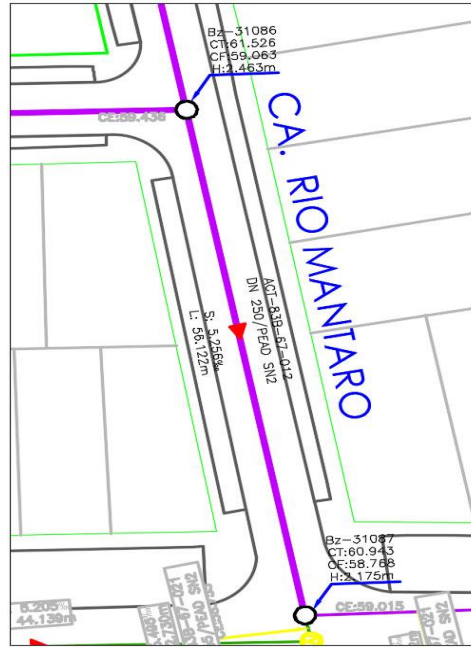
Fuente: Propia



		TIEMPO DE EJECUCIÓN POR PARTIDA								
Tramo 8	Longitud	Trazo y replanteo	Corte	Demolición	Excavación de ventanas	Termo fusión	Fragmentación	Anclajes	Relleno y compactación	Reposición de pavimento
BZ 31085 - BZ 31086	52.71	0h 30'	0h 57'	0h 57'	3h 07'	4h 00'	1h 18'	2h 07'	4h 10'	1h 58'

Figura 21: Tramo 8 Fragmentación

Fuente: Propia



Tramo 9	Longitud	TIEMPO DE EJECUCIÓN POR PARTIDA								
		Trazo y replanteo	Corte	Demolición	Excavación de ventanas	Termo fusión	Fragmentación	Anclajes	Relleno y compactación	Reposición de pavimento
BZ 31086 - BZ 31087	56.12	0h 28'	0h 58'	1h 05'	3h 04'	3h 56'	1h 23'	1h 48'	3h 48'	1h 47'

Figura 22: Tramo 9 Fragmentación

Fuente: Propia

3.3.2. Programa de ejecución de obra con método Cracking

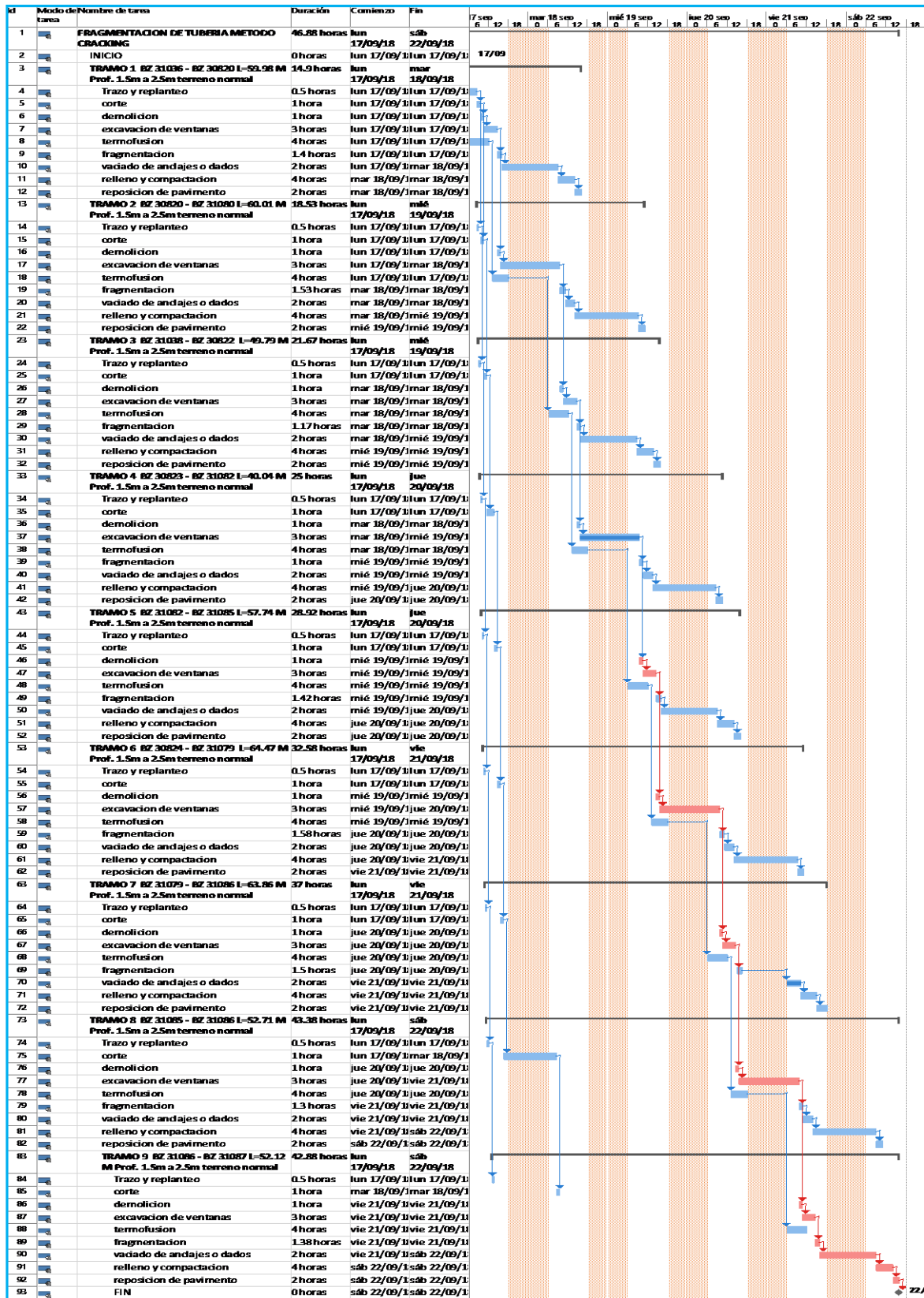


Figura 23: Diagrama Gantt Cracking

Fuente: Propia

De acuerdo a nuestro Gantt que elaboramos con nuestra recolección de datos se obtuvieron los siguientes resultados.

Tabla 3: Cuadro de resultado tiempo

DESCRIPCION	TIPO DE TUBERIA	DIAMENTRO	LONGITUD	TIEMPO DE EJECUCION
Fragmentación de tuberías de alcantarillado	PE	200 mm	502.72 m.	6 días

Fuente: Propia

Para realizar la programación se hizo la cuantificación de los tiempos empleados en cada partida de las cuales no se consideraron los tiempos no productivos y de esta forma hemos logrado concluir que para la instalación de 502.72 m. Se emplearon 6 días laborables desde la partida de replanteo hasta la partida de reposición de pavimento asfaltico, queremos mencionar a su vez que durante la tarea de recolección los rendimientos nos dieron resultados aproximados y en esta medida tomamos datos promedio para uniformizar la información.

3.3.3. Análisis de costo en el método cracking.

Para realizar el cálculo del costo directo de las partidas del método de fragmentación neumático de tuberías o cracking, se ha cuantificado la cantidad de personal que intervienen en mano de obra de cada partida, y así mismo, se consideró el tiempo netamente productivo que se emplea para cada labor esto con el único objetivo de tener un valor real del costo directo, tanto en mano de obra: como son mano de obra no calificada y mano de obra calificada, así también, se cuantifico el tiempo de uso de equipos menores para alcanzar el objetivo, y de la misma manera el uso de la maquinaria pesada en los cuales en algunos casos de considero el valor del equipos por horas

maquinas incluido operador y el combustible, también se ha considerado los materiales que se utilizaron en el proceso constructivo aplicando el método de fragmentación neumático de tuberías o cracking en tuberías de alcantarillado.

Tabla 4: Cuadro de costos

PARTIDAS	ACTORES	UNIDAD	Metrado	Precio/u	TOTAL
TRAZO Y REPLANTEO					1297.53
	Topógrafo	día	6	124.75	748.51
	Ayudante	día	6	90.50	543.02
	Pintura	Und.	0.25	24	6.00
CORTE					1229.50
	Cortadora de concreto	día	2	90	180.00
	Operario	día	2	124.75	249.50
	Disco de corte	Und.	2	400	800.00
MOVIMIENTO DE TIERRA					3571.50
Demolición	Retro excavadora	hora	9	100	900.00
Excavación de Ventana	Retro excavadora	hora	24	100	2400.00
	Ayudante	día	3	90.5	271.50
TERMOFUSION					8636.25
	Operario	día	5	124.75	623.75
	Ayudante	día	5	90.5	452.50
	Equipo de Termo fusión	hm	36	210	7560.00
FRAGMENTACION					18890.00
	Equipo de fragmentación	hora	13	285	3705.00
	Operario	día	10	124.75	1247.50
	Ayudante	día	5	90.5	452.50
	tubería	m	500	26.97	13485.00
VACIADO DE ANCLAJES					1882.68
	Operario	día	6	124.75	748.50
	Ayudante	día	6	90.5	543.00
	Concreto F'C=175 KG/CM2 Tipo V	m3	1.22	484.57	591.18
RELLENO Y COMPACTACION					6324.57
	Vibro apisonador	día	6	90	540.00
	Mini cargador	hora	36	90	3240.00
	Operario	día	6	124.75	748.50
	Ayudante	día	6	90.5	543.00
	Arena de recubrimiento	m3	59.5	21.06	1253.07
REPOSICION DE PAVIMENTO					3780.00
Reposición de pavimento 2.5 Pulg.	Subcontrato	m2	108	35	3780.00
ELIMINACION DE DESMONTE					840.00
	Volquete y Retro	m3	70	12.00	840.00
					46452.03

Fuente: Propia

3.3.4. Análisis de la producción en el método cracking.

La producción diaria en el método de fragmentación neumática depende de la programación y organización del equipo que realiza los trabajos, en la obra donde se realizó los trabajos de investigación se alcanzaron por lo general resultados que están por encima de lo que manda el expediente técnico lo que es un numero favorable para la empresa que ejecuta el proyecto, pero podemos concluir que estos rendimientos que se alcanzaron se hubieran podido mejorar si es que se hace un control permanente al desempeño de los trabajadores, equipos y logística.

ANALISIS DE PRECIO UNITARIO PREVISTO (METODO CRACKING)						
01.02.01.03.02.03		Instalación de tubería sin zanja DN 200 mm para desagüe				
m/DIA	MO.	63.0000	EQ.	63.0000	Costo unitario directo por : m	
					76.23	
Item	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
1	TECNICO	hh	2.0000	0.2540	26.96	6.85
2	CAPATAZ	hh	0.5000	0.0635	30.47	1.93
3	OFICIAL	hh	2.0000	0.2540	17.31	4.40
4	PEON	hh	1.0000	0.1270	15.56	1.98
				0.6984		15.15
Equipos						
5	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5%	15.15	0.76
6	EQUIPO PARA PERFORACION/FRAGMENTACION P/INSTAL DE TUB	hm	1.0000	0.1270	285.00	36.19
7	GRUPO ELECTROGENO PARA MANTENIMIENTO SERVICIO INCL. ACCESORIOS Y TABLERO DE MANDO	hm	1.0000	0.1270	20.00	2.54
8	CAMION GRUA TIPO PLUMA CON BRAZO MECANICO	hm	1.0000	0.1270	170.00	21.59
						61.08

ANALISIS DE PRECIO UNITARIO REAL (METODO CRACKING)						
01.02.01.03.02.03		Instalación de tubería sin zanja DN 200 mm para desagüe				
m/DIA	MO.	120.0000	EQ.	120.0000	Costo unitario directo por : m	
					44.22	
Item	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
1	TECNICO	hh	2.0000	0.1333	26.96	3.59
2	CAPATAZ	hh	0.2500	0.0317	30.47	0.97
3	OFICIAL	hh	1.0000	0.1270	17.31	2.20
4	PEON	hh	2.0000	0.2540	15.56	3.95
				0.5460		10.71
Equipos						
5	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5%	10.71	0.54
6	EQUIPO PARA PERFORACION/FRAGMENTACION P/INSTAL DE TUB	hm	1.0000	0.0667	285.00	19.00
7	GRUPO ELECTROGENO PARA MANTENIMIENTO SERVICIO INCL. ACCESORIOS Y TABLERO DE MANDO	hm	1.0000	0.1270	10.00	1.27
8	CAMION GRUA TIPO PLUMA CON BRAZO MECANICO	hm	1.0000	0.1270	100.00	12.70
						33.50

RATIOS HH/ML	
RATIO PREVISTO	0.6984
RATIO REAL	0.5460

COMPARATIVO DE COSTO PREVISTO Vs COSTO REAL										
ITEM	DESCRIPCION	P.U. PREVISTO	P.U. REAL	MARGEN UNITARIO \$/.	METRADO	COSTO PREVISTO	COSTO REAL	UTILIDAD O MARGEN	COSTO REAL EN %	MARGEN EN %
1	FRAGMENTACIÓN DE TUBERIA	76.23	44.22	32.01	500.00	38,114.40	22,107.83	16,006.57	58%	42%

INFORME DE PRODUCTIVIDAD DE MANO DE OBRA (IP MO)										
ITEM	DESCRIPCION	HH PREVISTAS	HH REAL	HH GANADAS / PERDIDAS	METRADO	HH PREVISTO EN \$/.	HH EN SOLES REAL	GANANCIA	COSTO REAL EN %	MARGEN EN %
1	FRAGMENTACIÓN DE TUBERIA	349.21	273.02	76.19	500.00	5,433.65	4,248.13	1,185.52	78%	22%

Figura 24: Cuadro de Productividad cracking

Fuente: Propia

3.4. Análisis del método tradicional con zanja

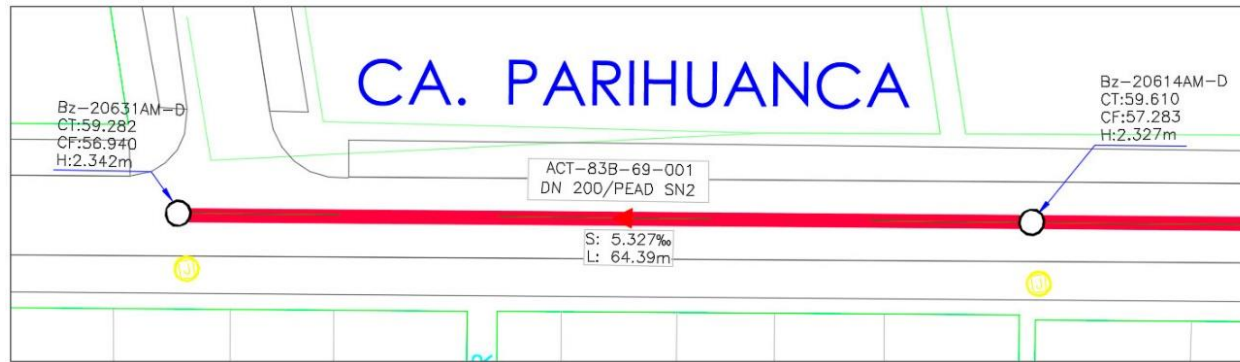
3.4.1. Tramos de alcantarillado donde se realizó la toma de datos

Para la recolección de datos de los tramos que se realizaran el cambio por el método tradicional hemos seleccionado 9 tramos del sector 83B que están ubicados en el distrito de los Olivos, 8 de estos tramos de encuentran en la calle Parihuanca y 1 en la calle Rio Marcara, sumandos todos estos tramos tienen una longitud de 514.70 m.



Figura 25: Tramos intervenidos en método tradicional

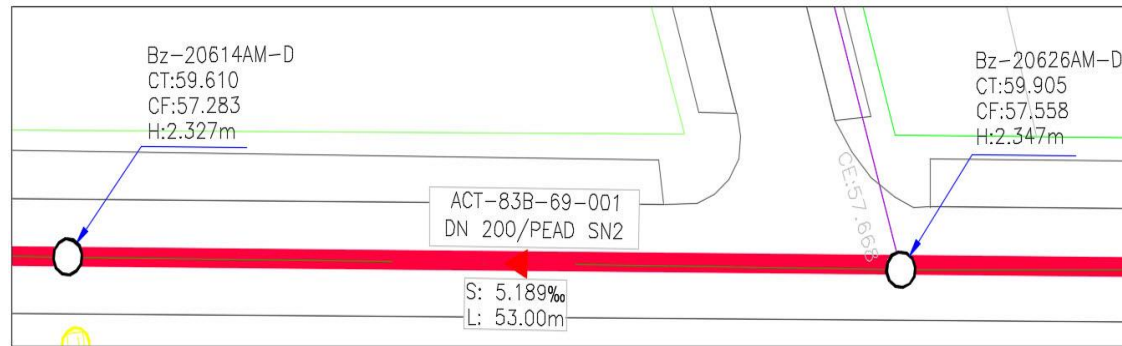
Fuente: Expediente Técnico



TIEMPO DE EJECUCIÓN POR PARTIDA											
Tramo 1	Longitud	Señalización	Trazo y replanteo	Corte	Demolición	Excavación de zanja	Termo fusión	Instalación de tubería	Anclajes	Relleno y compactación	Reposición de pavimento
BZ 20631AM-D - BZ 20614AM-D	64.39	0h 33'	1h 03'	0h 58'	1h 08'	5h 25'	4h 02'	2h 35'	1h 45'	6h 45'	2h 22'

Figura 26: Tramo 1 método tradicional

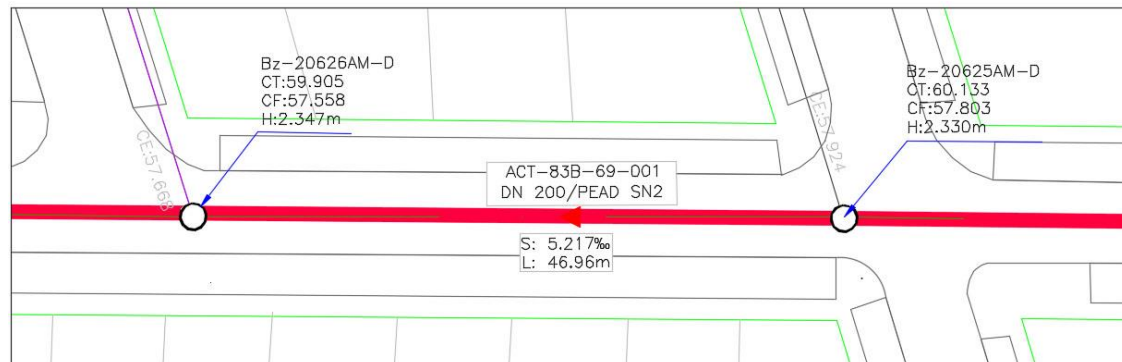
Fuente: Propia



TIEMPO DE EJECUCIÓN POR PARTIDA											
Tramo 2	Longitud	Señalización	Trazo y replanteo	Corte	Demolición	Excavación de zanja	Termo fusión	Instalación de tubería	Anclajes	Relleno y compactación	Reposición de pavimento
BZ 20614AM-D - BZ 20626AM-D	53.00	0h 28'	0h 58'	1h 10'	1h 05'	5h 00'	3h 56'	2h 30'	2h 05'	6h 15'	2h 32'

Figura 27: Tramo 2 método tradicional

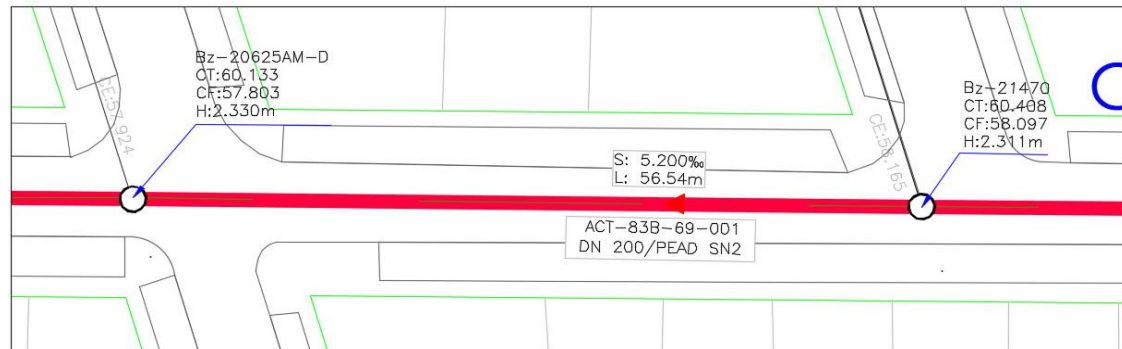
Fuente: Propia



TIEMPO DE EJECUCIÓN POR PARTIDA											
Tramo 3	Longitud	Señalización	Trazo y replanteo	Corte	Demolición	Excavación de zanja	Termo fusión	Instalación de tubería	Anclajes	Relleno y compactación	Reposición de pavimento
BZ 20626AM-D - BZ 20625AM-D	46.96	0h 25'	1h 02'	0h 55'	0h 53'	4h 02'	3h 57'	1h 55'	1h 58'	4h 55'	1h 48'

Figura 28: Tramo 3 método tradicional

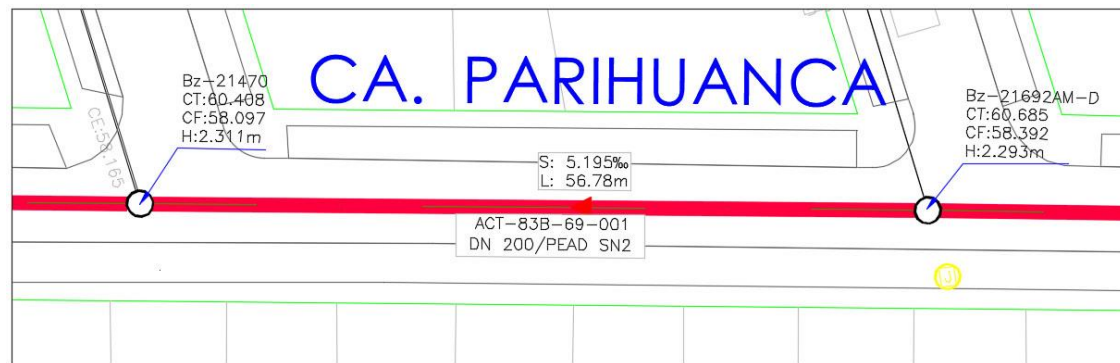
Fuente: Propia



TIEMPO DE EJECUCIÓN POR PARTIDA											
Tramo 4	Longitud	Señalización	Trazo y replanteo	Corte	Demolición	Excavación de zanja	Termo fusión	Instalación de tubería	Anclajes	Relleno y compactación	Reposición de pavimento
BZ 20625AM-D - BZ 21470	56.54	0h 32'	1h 10'	0h 58'	1h 03'	4h 45'	4h 08'	2h 25'	1h 57'	5h 50'	2h 23'

Figura 29: Tramo 4 método tradicional

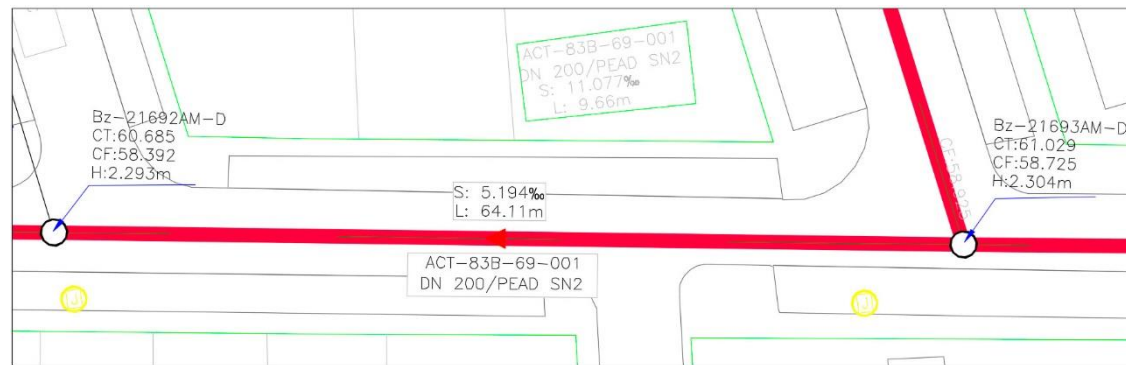
Fuente: Propia



TIEMPO DE EJECUCIÓN POR PARTIDA											
Tramo 5	Longitud	Señalización	Trazo y replanteo	Corte	Demolición	Excavación de zanja	Termo fusión	Instalación de tubería	Anclajes	Relleno y compactación	Reposición de pavimento
BZ 21470 - BZ 21692AM-D	56.78	0h 27'	1h 13'	1h 05'	0h 51'	4h 50'	4h 02'	2h 20'	2h 02'	5h 55'	2h 13'

Figura 30: Tramo 5 método tradicional

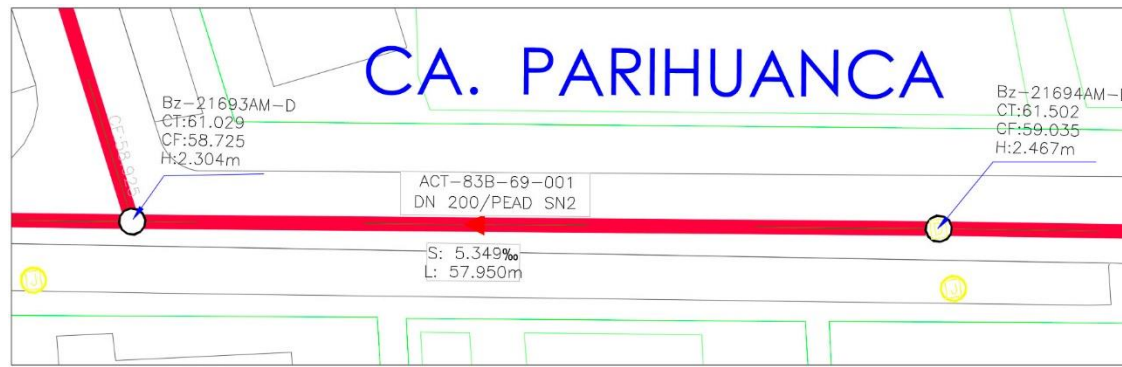
Fuente: Propia



TIEMPO DE EJECUCIÓN POR PARTIDA											
Tramo 6	Longitud	Señalización	Trazo y replanteo	Corte	Demolición	Excavación de zanja	Termo fusión	Instalación de tubería	Anclajes	Relleno y compactación	Reposición de pavimento
BZ 21692AM-D - BZ 21693AM-D	64.11	0h 35'	1h 15'	1h 07'	1h 00'	5h 25'	3h 58'	2h 38'	1h 49'	6h 40'	2h 25'

Figura 31: Tramo 6 método tradicional

Fuente: Propia



TIEMPO DE EJECUCIÓN POR PARTIDA											
Tramo 7	Longitud	Señalización	Trazo y replanteo	Corte	Demolición	Excavación de zanja	Termo fusión	Instalación de tubería	Anclajes	Relleno y compactación	Reposición de pavimento
BZ 21693AM-D - BZ 21694AM-D	57.95	0h 25'	0h 54'	0h 55'	0h 57'	4h 50'	3h 48'	2h 25'	1h 55'	6h 00'	2h 21'

Figura 32: Tramo 7 método tradicional

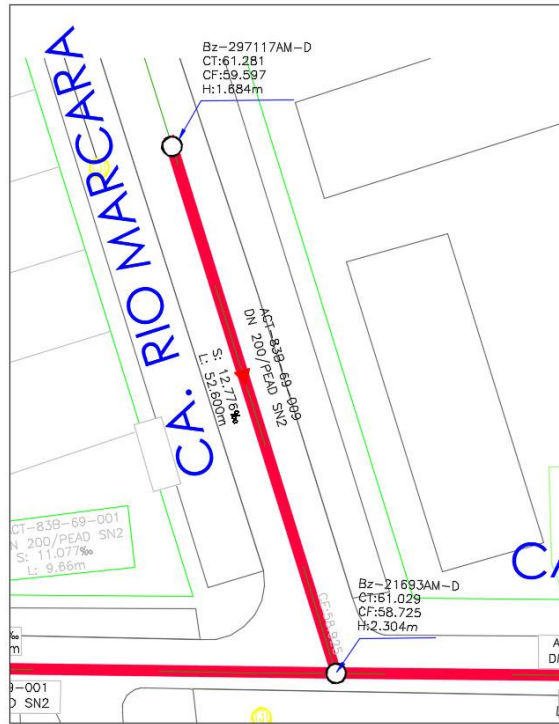
Fuente: Propia



TIEMPO DE EJECUCIÓN POR PARTIDA											
Tramo 8	Longitud	Señalización	Trazo y replanteo	Corte	Demolición	Excavación de zanja	Termo fusión	Instalación de tubería	Anclajes	Relleno y compactación	Reposición de pavimento
BZ 21694AM-D - BZ 21378AM-D	62.37	0h 37'	1h 03'	1h 17'	0h 57'	5h 15'	3h 57'	2h 32'	2h 00'	6h 30'	2h 35'

Figura 33: Tramo 8 método tradicional

Fuente: Propia



TIEMPO DE EJECUCIÓN POR PARTIDA											
Tramo 9	Longitud	Señalización	Trazo y replanteo	Corte	Demolición	Excavación de zanja	Termo fusión	Instalación de tubería	Anclajes	Relleno y compactación	Reposición de pavimento
BZ 297117AM-D - BZ 21693AM-D	52.60	0h 27'	1h 08'	0h 56'	1h 02'	4h 25'	3h 55'	2h 15'	2h 02'	5h 30'	2h 10'

Figura 34: Tramo 9 método tradicional

Fuente: Propia

3.4.2. Programa de ejecución de obra en el método tradicional con zanja.

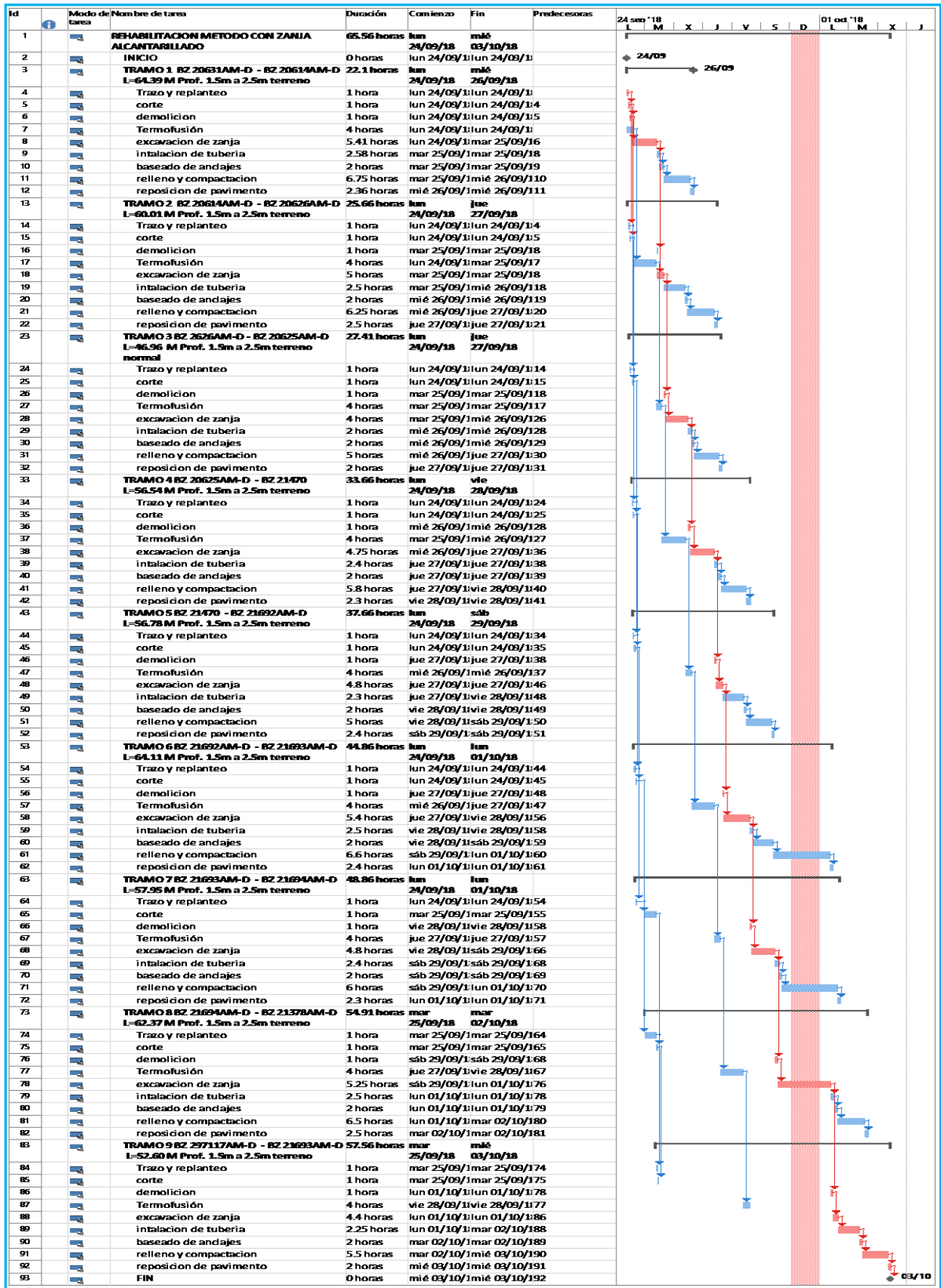


Figura 35: Diagrama de Gantt método tradicional

Fuente: Propia

De acuerdo a nuestro Gantt que elaboramos con nuestra recolección de datos en la ejecución de las partidas del método tradicional se obtuvieron los siguientes resultados.

Tabla 5: Cuadro de resultado tiempo

DESCRIPCION	TIPO DE TUBERIA	DIAMETRO	LONGITUD	TIEMPO DE EJECUCION
Instalación de tuberías de alcantarillado método tradicional	PE	200 mm	514.70 m.	9 días

Fuente: Propia

Para realizar la programación se hizo la cuantificación de los tiempos empleados en cada partida de las cuales no se consideraron los tiempos no productivos y de esta forma hemos logrado concluir que para la instalación de 514.70 m. Se emplearon 9 días laborables desde la partida de replanteo hasta la partida de reposición de pavimento asfáltico, queremos mencionar a su vez que durante la tarea de recolección los rendimientos nos dieron resultados aproximados y en esta medida tomamos datos promedio para uniformizar la información.

3.4.3. Análisis de costo en el método tradicional con zanja.

Para realizar el cálculo del costo directo de las partidas se ha cuantificado la cantidad de personal que intervienen en cada partida y así mismo se consideró el tiempo netamente productivo que se emplea para cada labor esto con el único objetivo de tener un valor real del costo directo tanto en mano de obra como en equipos durante el proceso constructivo aplicando el método tradicional en cambio de tuberías de alcantarillado.

Tabla 6: Cuadro de costos método tradicional

COSTO DIRECTO METODO CON ZANJA					
PARTIDAS	ACTORES	UNIDAD	Metrado	Precio/u	TOTAL
TRAZO Y REPLANTEO					2567.30
	Topógrafo	día	9	124.75	1122.77
	Ayudante	día	9	90.50	814.53
	Nivel de ingeniero	día	9	70	630.00
CORTE					1629.50
	Cortadora de concreto	día	2	90.00	180.00
	Operario	día	2	124.75	249.50
	Disco de corte	Und	3	400	1200
MOVIMIENTO DE TIERRA					6114.50
Demolición	Retro excavadora	hora	9	100.00	900.00
Excavación de Zanja	Retro excavadora	hora	44	100.00	4400.00
	Ayudante	día	9	90.50	814.50
TERMOFUSION					8636.25
	Operario	día	5	124.75	623.75
	Ayudante	día	5	90.5	452.50
	Equipo de Termo fusión	hm	36	210	7560.00
INSTALACION DE TUBERIA					16655.00
	Operario	día	8	124.75	998.00
	Ayudante	día	8	90.50	724.00
	Ayudante	día	8	90.50	724.00
	Ayudante	día	8	90.50	724.00
	Tubería	m	500	26.97	13485.00
VACIADO DE ANCLAJES					1021.68
	Operario	día	2	124.75	249.50
	Ayudante	día	2	90.5	181.00
	Concreto F'C=175 KG/CM2 tipo V	m3	1.22	484.57	591.18
RELLENO Y COMPACTACIÓN					11442.85
	Mini cargador	hora	54	80.00	4320.00
	Vibro apisonador	día	9	90.00	810.00
	Vibro apisonador	día	9	90.00	810.00
	Operario	día	9	124.75	1122.75
	Operario	día	9	124.75	1122.75
	Arena de recubrimiento	m3	154.67	21.06	3257.35
REPOSICION DE PAVIMENTO					10500.00
Reposición de pavimento 2.5 Pulg.	Subcontrato	m2	300	35.00	10500.00
ELIMINACION DE DESMONTE					2340.00
	Volquete y Retro	m3	195	12.00	2340.00
					60907.07

Fuente: Propia

3.4.4. Análisis de la producción en el método tradicional con zanja.

La producción diaria en el método Tradicional depende de la programación y organización de la cuadrilla y equipo que realiza los trabajos, en la obra donde se realizó los trabajos de investigación se alcanzaron por lo general resultados que están por encima de lo que manda el expediente técnico lo que es un numero favorable para la empresa que ejecuta el proyecto, pero podemos concluir que estos rendimientos que se alcanzaron se hubieran podido mejorar si es que se hace un control permanente al desempeño de los trabajadores, equipos y logística.

ANALISIS DE PRECIO UNITARIO PREVISTO (METODO TRADICIONAL)						
Partida	01.01.02.02.02.06	Excavac. zanja (máq.) p/tub. terr-normal DN 200 mm - 250 mm de 2,01 m a 2,50 m prof.				
Rendimiento	m/DIA	MO.	79.9420	EQ.	79.9420	Costo unitario directo por : m 18.25
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
1	OPERADOR DE MAQUINARIA - EQUIPO	hh	1.0000	0.1001	22.21	2.22
2	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0100	30.47	0.30
3	PEON	hh	2.0000	0.2001	15.56	3.11
				0.3102		5.63
Equipos						
4	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		2%	5.63	0.11
5	CARGADOR RETROEXCAVADOR 0.50-0.75 yd3 62HP	hm	1.0000	0.1001	125.00	12.51
						12.62

ANALISIS DE PRECIO UNITARIO REAL (METODO TRADICIONAL)						
Partida	01.01.02.02.02.06	Excavac. zanja (máq.) p/tub. terr-normal DN 200 mm - 250 mm de 2,01 m a 2,50 m prof.				
Rendimiento	m/DIA	MO.	95.1719	EQ.	79.9420	Costo unitario directo por : m 9.99
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
1	OPERADOR DE MAQUINARIA - EQUIPO	hh	0.0000	0.0000	22.21	0.00
2	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0084	30.47	0.26
3	PEON	hh	1.0000	0.0841	15.56	1.31
				0.0925		1.55
Equipos						
4	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		2%	1.55	0.03
5	CARGADOR RETROEXCAVADOR 0.50-0.75 yd3 62HP	hm	1.0000	0.0841	100.00	8.41
						8.44

RATIOS HH/ML	
RATIO PREVISTO	0.3102
RATIO REAL	0.0925

COMPARATIVO DE COSTO PREVISTO Vs COSTO REAL										
ITEM	DESCRIPCIÓN	P.U. PREVISTO	P.U. REAL	MARGEN UNITARIO S/.	METRADO	COSTO PREVISTO	COSTO REAL	UTILIDAD O MARGEN	COSTO REAL EN %	MARGEN EN %
1	EXCAVACIÓN DE ZANJA	10.25	9.99	8.26	500.00	9,126.75	4,995.50	4,131.25	55%	45%

INFORME DE PRODUCTIVIDAD DE MANO DE OBRA (IP MO)										
ITEM	DESCRIPCIÓN	HH PREVISTAS	HH REAL	HHGNADAS/PERDIDAS	METRADO	HH PREVISTPO EN S/.	HH EN SOLES REAL	GANANCIA	COSTO REAL EN %	MARGEN EN %
1	EXCAVACIÓN DE ZANJA	155.11	46.23	108.88	500.00	2,413.55	719.37	1,694.18	30%	70%

Figura 36: Cuadro de productividad método tradicional

Fuente: Propia

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO PREVISTO (METODO TRADICIONAL)						
Partida	01.01.02.02.02.28	Relleno comp.zanja (máq) p/tub. t-normal DN 200 mm - 250 mm de 2,01 m a 2,50 m prof. a rehabilitar				
Rendimiento	m/DIA	MO.	23.6500	EQ.	23.6500	Costo unitario directo por : m 90.00
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
	OPERADOR DE MAQUINARIA - EQUIPO	hh	0.5000	0.1691	22.21	3.76
	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0338	30.47	1.03
	OFICIAL	hh	2.0000	0.6765	17.31	11.71
	PEON	hh	1.0000	0.3383	15.56	5.26
				1.2178		21.76
Materiales						
	ARENA GRUESA PARA RELLENO	m3		0.4508	35.00	15.78
	MATERIAL SELECCIONADO P/RELLENO DE ZANJA	m3		2.9039	12.00	34.85
	AGUA + TRANSPORTE	m3		0.1067	12.00	1.28
						51.91
Equipos						
	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		2%	21.76	0.44
	VIBROPISON	h	1.0000	0.3383	8.00	2.71
	COMPACTADOR VIBRATORIO TIPO PLANCHA 7 HP	hm	1.0000	0.3383	14.00	4.74
	CARGADOR BOBCAT	hm	0.5000	0.1691	50.00	8.46
						16.33

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO REAL (METODO TRADICIONAL)						
Partida	01.01.02.02.02.28	Relleno comp.zanja (máq) p/tub. t-normal DN 200 mm - 250 mm de 2,01 m a 2,50 m prof. a rehabilitar				
Rendimiento	m/DIA	MO.	76.7631	EQ.	76.7631	Costo unitario directo por : m 62.34
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
	OPERADOR DE MAQUINARIA - EQUIPO	hh	0.0000	0.0000	22.21	0.00
	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0104	30.47	0.32
	OPERARIO	hh	2.0000	0.2084	21.35	4.45
	PEON	hh	0.0000	0.0000	15.56	0.00
				0.2189		4.77
Materiales						
	ARENA GRUESA PARA RELLENO	m3		0.4508	35.00	15.78
	MATERIAL SELECCIONADO P/RELLENO DE ZANJA	m3		2.9039	12.00	34.85
	AGUA + TRANSPORTE	m3		0.1067	12.00	1.28
						51.91
Equipos						
	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		2%	4.77	0.10
	VIBROPISON	h	2.0000	0.2084	8.00	1.67
	COMPACTADOR VIBRATORIO TIPO PLANCHA 7 HP	hm	0.0000	0.0000	14.00	0.00
	CARGADOR BOBCAT	hm	0.5000	0.0521	75.00	3.91
						5.67

RATIOS HH/ML	
RATIO PREVISTO	1.2178
RATIO REAL	0.2189

COMPARATIVO DE COSTO PREVISTO Vs COSTO REAL										
ITEM	DESCRIPCION	P.U. PREVISTO	P.U. REAL	MARGEN UNITARIO S/.	METRADO	COSTO PREVISTO	COSTO REAL	UTILIDAD O MARGEN	COSTO REAL EN %	MARGEN EN %
1	RELLENO Y COMPACTACIÓN	90.00	62.34	27.66	500.00	45,000.15	31,171.88	13,828.27	69%	31%

INFORME DE PRODUCTIVIDAD DE MANO DE OBRA (IP MO)										
ITEM	DESCRIPCION	HH PREVISTAS	HH REAL	HHGNADAS/PERDIDAS	METRADO	HH PREVISTO EN SOLES	HH EN SOLES REAL	GANANCIA	COSTO REAL EN %	MARGEN EN %
1	RELLENO Y COMPACTACIÓN	608.88	109.43	499.45	500.00	9,474.16	1,702.69	7,771.47	18%	82%

ANALISIS DE PRECIO UNITARIO PREVISTO (METODO TRADICIONAL)						
Partida	01.01.02.02.06.01	Instalación tub. polietileno p/desague DN 200 mm incluye prueba hidráulica a zanja abierta				
Rendimiento	m/DIA	MO.	200.0000	EQ.	200.0000	Costo unitario directo por : m 7.84
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
	OPERADOR DE MAQUINARIA - EQUIPO	hh	0.2000	0.0080	22.21	0.18
	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0040	30.47	0.12
	OPERARIO	hh	1.0000	0.0400	21.35	0.85
	PEON	hh	2.0000	0.0800	15.56	1.24
				0.1320		2.40
Equipos						
	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		2%	2.40	0.05
	CARGADOR RETROEXCAVADOR 0.50-0.75 yd3 62HP	hm	0.2000	0.0080	125.00	1.00
	EQUIPO DE SOLDADURA PARA TERMOFUSION CON GRUPO ELECTROGENO Y ACCESORIOS	hm	0.0000	0.0000	210.00	0.00
						1.05
Subpartidas						
	PRUEBA HIDRAULICA DE TUBERIA P/DESAGUE DN 200	m		1.0000	4.20	4.20
	PUESTA A PIE DE ZANJA TUBERIA DE POLIETILENO DN 200	m		1.0000	0.19	0.19
						4.39

ANALISIS DE PRECIO UNITARIO REAL (METODO TRADICIONAL)						
Partida	01.01.02.02.06.01	Instalación tub. polietileno p/desague DN 200 mm incluye prueba hidráulica a zanja abierta				
Rendimiento	m/DIA	MO.	212.0000	EQ.	212.0000	Costo unitario directo por : m 6.53
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
	OPERADOR DE MAQUINARIA - EQUIPO	hh	0.0000	0.0000	22.21	0.00
	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0038	30.47	0.11
	OPERARIO	hh	1.0000	0.0377	21.35	0.81
	PEON	hh	2.0000	0.0755	15.56	1.17
				0.1170		2.09
Equipos						
	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		2%	2.09	0.04
	CARGADOR RETROEXCAVADOR 0.50-0.75 yd3 62HP	hm	0.0000	0.0000	125.00	0.00
	EQUIPO DE SOLDADURA PARA TERMOFUSION CON GRUPO ELECTROGENO Y ACCESORIOS	hm	0.0000	0.0000	210.00	0.00
						0.04
Subpartidas						
	PRUEBA HIDRAULICA DE TUBERIA P/DESAGUE DN 200	m		1.0000	4.20	4.20
	PUESTA A PIE DE ZANJA TUBERIA DE POLIETILENO DN 200	m		1.0000	0.19	0.19
						4.39

RATIOS HH/ML	
RATIO PREVISTO	0.1320
RATIO REAL	0.1170

COMPARATIVO DE COSTO PREVISTO Vs COSTO REAL										
ITEM	DESCRIPCION	P.U. PREVISTO	P.U. REAL	MARGEN UNITARIO S/.	METRADO	COSTO PREVISTO	COSTO REAL	UTILIDAD O MARGEN	COSTO REAL EN %	MARGEN EN %
1	INSTALACIÓN DE TUBERÍA	7.84	6.53	1.31	500.00	3,918.16	3,263.44	654.72	83%	17%

INFORME DE PRODUCTIVIDAD DE MANO DE OBRA (IP MO)										
ITEM	DESCRIPCION	HH PREVISTAS	HH REAL	HHGANADAS/PERDIDAS	METRADO	HH PREVISTPO EN SOLES	HH EN SOLES REAL	GANANCIA	COSTO REAL EN %	MARGEN EN %
1	INSTALACIÓN DE TUBERÍA	66.00	58.49	7.51	500.00	1,026.96	910.11	116.85	89%	11%

3.5. Comparación de resultados

Queremos mencionar que en nuestra hipótesis general (HG) mencionamos que existe un beneficio real al aplicar las nuevas tecnologías como es el método cracking, en comparación al método tradicional en el cambio de tuberías de alcantarillado, por lo tanto, de acuerdo al desarrollo de nuestra investigación donde se tomaron datos de campo durante el desarrollo de las actividades de la obra mencionada en el tercer capítulo, considerando los tiempos productivos, hemos encontrado que el uso de las nuevas tecnologías en esta obra tiene un beneficio positivo considerable en comparación al método tradicional el cual se realiza a zanja abierta, estos beneficios se reflejan en los indicadores de tiempo de ejecución en 33% y costo directo en 23.73%, también el beneficio social que no se está considerando en esta investigación que quizás es el más importante ya que involucra directamente a la población y al ecosistema ya que con las nuevas tecnologías se minimiza los impactos sociales y ambientales que a veces es difícil cuantificar en términos económicos las afectaciones.

Los resultados en el aspecto de tiempo de ejecución que hemos obtenido durante el proceso constructivo de las partidas del método cracking en comparación al método tradicional, indicando que se consideraron tiempos productivos, actividades dependientes y considerando un orden de tal forma que todas las actividades se realicen dentro del mínimo tiempo posible, estos resultados nos indican que el método cracking tiene un tiempo de ejecución de 6 días para realizar la instalación de aproximadamente 500 ml. En la partida de mantenimiento de redes secundarias de alcantarillado, así mismo queremos indicar que el método tradicional nos da un resultado de 9 días para realizar la instalación de aproximadamente 500 ml. En la partida de mantenimiento de redes secundarias de alcantarillado, a lo que podemos concluir que el beneficio que se tiene utilizando el

método cracking en la ejecución de mantenimiento de tuberías de las redes secundarias de alcantarillado es del 33% en comparación al método tradicional.

Así también queremos mencionar que, en nuestra hipótesis (Hi 1) mencionamos que el beneficio del tiempo que empleamos en ejecutar las partidas del método cracking en comparación al método tradicional en el cambio de tuberías de alcantarillado es el 30%, a lo que, podemos mencionar lo siguiente, con nuestra investigación hemos llegado a concluir que efectivamente existe un beneficio real y este alcanza el 33% con lo cual damos por validado que existe un beneficio real al aplicar las nuevas tecnologías con el método de fragmentación neumática o cracking comparado con el método tradicional aumentado en un 3% comparado con otras investigaciones.

Cuadro comparativo tiempo de ejecución de método cracking versus método tradicional

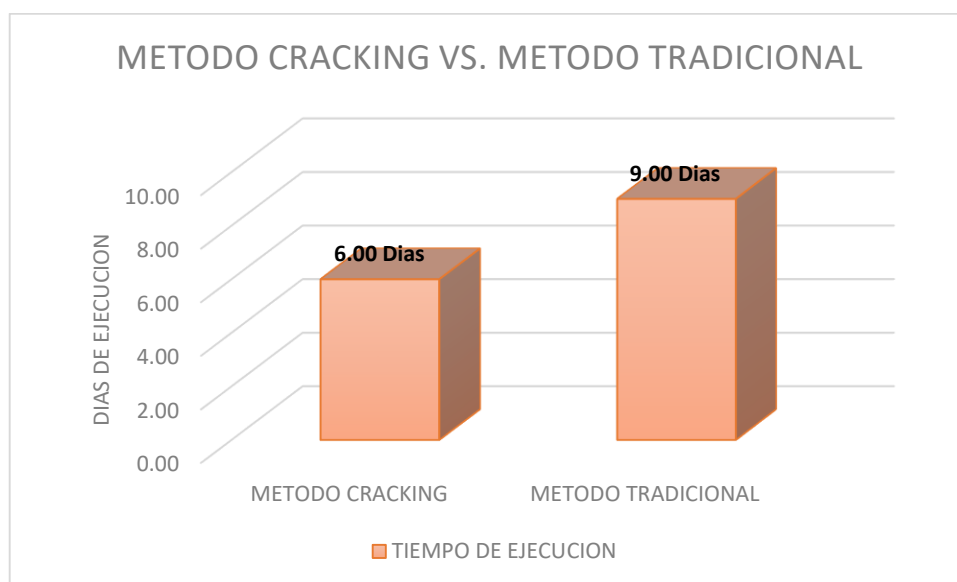


Figura 37: cuadro comparativo dimensión Tiempo.

Fuente: Propia

Otra de nuestras hipótesis que planteamos para el desarrollo de la investigación tiene que ver con la comparación de costo directo que se utiliza en la ejecución de ambos métodos, tanto el método cracking como el método tradicional, y de acuerdo a nuestra investigación hemos determinado que el método cracking empleó un costo directo de S/. 46,452.03 soles el cual se obtuvo de realizar un análisis de costos unitarios de cada una de las partidas del proceso constructivo considerando mano de obra, equipos y materiales todos estos evaluados en un rendimiento promedio que resultó de la toma de datos in situ durante la ejecución del proyecto, así mismo, también se procedió a la recolección de los datos del proceso constructivo del método tradicional, y se determinó que el costo directo que se empleó es de S/. 60,907.07 soles, estos costos se determinó realizando un análisis de precios unitarios de todas las partidas involucradas en el proceso constructivo, se consideró mano de obra, equipos y materiales, haciendo un comparativo de los resultados obtenido podemos concluir que existe un beneficio del 23.73% en la aplicación del método de fragmentación neumática cracking comparado con el método tradicional.

Así también queremos mencionar que en nuestra hipótesis (Hi 2) mencionamos que tenemos un beneficio del 20% en el costo directo aplicando el método cracking en comparación al método tradicional en el cambio de tuberías de alcantarillado, a lo cual podemos mencionar que con nuestra investigación hemos llegado a concluir que el beneficio real es del 23.73% con lo cual damos por validado que existe un beneficio real incrementado en un 3.73% al aplicar las nuevas tecnologías con el método de fragmentación neumática o cracking comparado con el método tradicional.

Cuadro comparativo costo directo de método cracking versus método tradicional

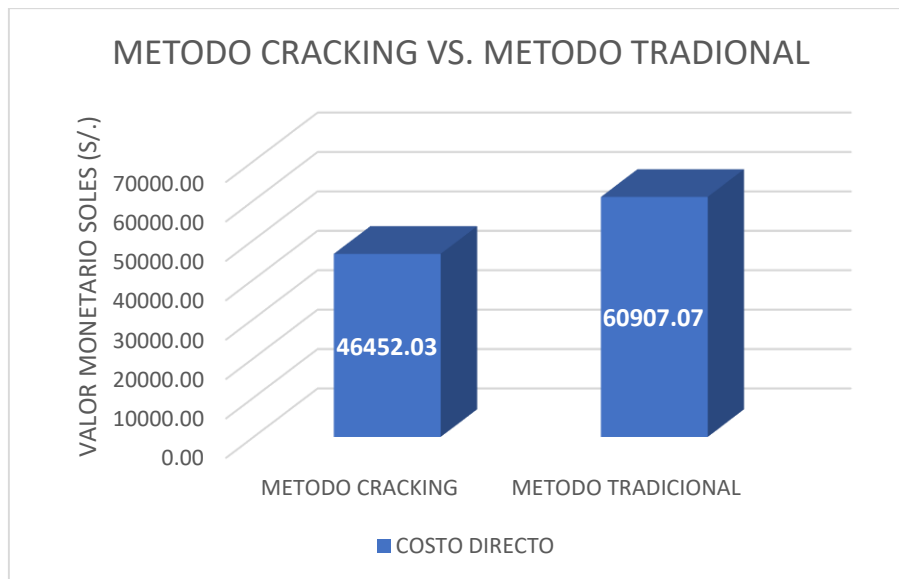


Figura 38. Cuadro comparativo dimensión costo.

Fuente: Propia

En nuestra hipótesis (Hi 3) indicamos que existe un beneficio de la productividad prevista versus la productividad real en la aplicación del sistema de fragmentación neumática de tuberías o Cracking, así también, existe un beneficio de la productividad prevista versus la productividad real en la aplicación del método tradicional y de acuerdo a nuestra investigación podemos afirmar lo siguiente:

Que al aplicar el método Cracking, obtenemos un beneficio de productividad que nos da como resultado un margen de ganancia del 42% a favor de la empresa ejecutora, así mismo, existe un beneficio en la productividad de mano de obra nos da un margen de ganancia del 22% a favor de la empresa ejecutora en la partida principal del método de fragmentación neumática de tuberías o Cracking.

También queremos mencionar que en las partidas principales del método tradicional encontramos beneficios considerables a favor de la empresa que se reflejan en ganancia de dinero estas partidas son:

Productividad en costo en la partida de excavación de zanja nos da un margen de ganancia de 45% del previsto vs el real, y productividad de mano de obra nos da un margen de 70% del previsto vs el real.

Productividad en costo en la partida de relleno y compactación de zanja nos da un margen de ganancia de 31% del previsto vs el real, y productividad de mano de obra nos da un margen de ganancia de 82% del previsto vs el real.

Productividad en costo en la partida de relleno y compactación de zanja nos da un margen de ganancia de 17% del previsto vs el real, y productividad de mano de obra nos da un margen de ganancia de 11% del previsto vs el real.

IV: Discusión

En el desarrollo de esta investigación nos hemos encontrado con una serie de factores que intervienen y afectan al proceso constructivo, de tal forma que estos pueden ser determinantes al momento de hacer una correcta evaluación y alterar el real rendimiento de cada partida tanto en el método cracking o en el método tradicional, es por eso que por motivos de nuestra investigación hemos tomado tiempos productivos para poder determinar un correcto comparativo en las distintas actuaciones de ambos métodos tratando de que los metrados a evaluar en cierta forma se parezcan en longitudes y profundidades y estos a su vez ejecutados con una sola cuadrilla para cada método las cuales están conformados tanto personal obrero y equipos necesarios para cumplir los objetivos en el menor plazo posible.

- En el párrafo anterior hemos mencionado factores que pueden ser determinantes en el desarrollo de las actividades, y estas se presentan durante la ejecución de las partidas, estos pueden ser:
- Factor humano: tales como personal no capacitado, personal no comprometido con el objetivo de las tareas encomendadas, demora del personal técnico en atender pruebas de calidad así entre otros factores.
- Factor equipos o maquinarias: durante nuestra investigación nos hemos encontrado con el uso de equipos en mal estado que no alcanzan el 100 % de su rendimiento, falta de equipos o maquinaria.
- Factor logístico: falta de materiales, tuberías o accesorios, materiales que no cumplen los estándares de calidad.
- Factor técnico: interferencias que no siempre coinciden con lo que indican los planos, permisos para ejecutar los trabajos.

todos estos factores determinan en gran porcentaje el incremento en costos y tiempos al momento de realizar los trabajos los cuales deben ser considerados y minimizados en futuros proyectos.

Si vemos que en realidad existen beneficios considerables tanto en tiempo de ejecución de partidas, como en el costo directo, sin dejar de mencionar otros beneficios en aspectos sociales en la aplicación del sistema de fragmentación neumática o cracking en comparación al método tradicional para el cambio de tuberías de alcantarillado, queremos preguntarnos ¿por qué no se deja de utilizar el sistema tradicional? la respuesta es, porque el método cracking tiene ciertas limitaciones que hacen necesario el uso del método tradicional en ciertas circunstancias que mencionaremos a continuación:

- Cuando los tramos se encuentran en pasajes muy angostos que hace imposible que se puedan realizar las maniobras en el proceso de fragmentación.
- Cuando la tubería que se hará mantenimiento se encuentra demasiado deteriorada o colapsadas de tal forma que nos obliga hacer un cambio utilizando el método tradicional ya que con esto garantizamos el alineamiento y la pendiente requerida para el normal funcionamiento de las tuberías.
- Cuando se requiera hacer la instalación de nuevos servicios de agua y desagüe en nuevas zonas urbanas o pueblos jóvenes.
- Cuando la tubería antigua necesite ser reubicada por modificación en el catastro de la ciudad.
- Cuando las tuberías de alcantarillado que requieren cambio están con recubrimiento menores a 1 m.
- Cuando la tubería de alcantarillado necesita un cambio de pendiente.

- Cuando existen redes paralelas que están a menos de 30 centímetros, que pueden ser de otro tipo de servicios.

Podríamos decir de acuerdo a nuestra investigación que los rendimientos que se deben considerar en la elaboración de un proyecto deben ser diferenciados ya que no es lo mismo ejecutar una obra nueva, que ejecutar una obra de mantenimiento ya que la producción en el caso de excavación de tramos nos es lo mismo, y este puede ser determinante al momento de ponerle un precio a la partida ya que una excavación de mantenimiento tiene muchos factores que cuidar y uno de ellos es el tema de interferencias lo cual hace que por fuerza mayor la velocidad de excavación sea más lenta ya existe la posibilidad de dañar infraestructura existente.

Felicidad Mínguez Santiago (2015) en su libro “Métodos de excavación sin zanja”,

En sus conclusiones manifiesta

- Se resalta la gran importancia que pueden llegar a tener en nosotros y el gran avance que las distintas tecnologías presentan, ya sea en requerimientos de servicios como en rapidez, economía, seguridad y eficacia a la hora de crear o mejorar dichas infraestructuras.

Ya en el otras investigaciones internacionales realizadas se menciona los grandes beneficios que se podrían tener aplicando las tecnologías sin zanja, cabe mencionar que las realidades son distintas ya que estas investigaciones son de otros países pero de igual manera son relevantes porque nos indican los beneficios en rapidez, economía e impacto ambiental, estos beneficios se deben tener en cuenta a la hora de evaluar futuros proyectos y dicho sea de paso con nuestra investigación queremos reafirmar dichos resultados.

El reglamento nacional de construcción tiene normado todos los procedimientos que debemos realizar a la hora de aplicar procedimientos en las distintas áreas de la construcción, haciendo una revisión en el área de saneamiento nos mencionan todos los procedimientos tanto en agua potable la norma OS 0.50 y la de alcantarillado la norma OS 0.70, pero en ninguno de los dos mencionan los procedimientos de las tecnología cracking, solo en una resolución ministerial que tiene como número N°019-2014-vivienda, nos da una guía que lleva como nombre “ Guía de métodos para rehabilitar o renovar redes de distribución de agua potable”, en esta guía se habla algo muy superficial de los métodos sin zanja que se utilizan para la rehabilitación de tuberías de agua y no se menciona el tema de alcantarillado.

V: Conclusión

1. Podemos afirmar con certeza que existen beneficios al aplicar las nuevas tecnologías sin zanja, específicamente en la aplicación del sistema de fragmentación neumática o cracking en comparación al método tradicional, estos beneficios se ven reflejado en los indicadores de tiempo de ejecución, costo directo, y así también, en el aspecto productivo donde se refleja que hay un beneficio en la producción prevista versus la producción real para ambos métodos tanto el cracking como el método tradicional.
2. Las nuevas tecnologías tienen un beneficio del 33%, de tiempo de ejecución en comparación al método tradicional, y esto nos hace ver que es una alternativa importante para la aplicación en diferentes proyectos de saneamiento y así mejorar los procesos constructivos en el Perú.
3. Existe un beneficio de costo directo del 23.73% en la aplicación del método cracking en comparación al método tradicional, y podemos concluir que todo ahorro de presupuesto es útil para la sociedad ya que así podemos gestionar otras necesidades.
4. Existe un beneficio de la productividad prevista versus la productividad real que nos da un margen de ganancia del 42% a favor de la empresa ejecutora, así mismo, existe un beneficio en la productividad de mano de obra nos da un margen de ganancia del 22% a favor de la empresa ejecutora en la partida principal del método de fragmentación neumática de tuberías o Cracking.

También queremos mencionar que en las partidas principales del método tradicional encontramos beneficios considerables a favor de la empresa que se reflejan en ganancia de dinero estas partidas son:

Productividad en costo en la partida de excavación de zanja nos da un margen de ganancia de 45% del previsto vs el real, y productividad de mano de obra nos da un margen de 70% del previsto vs el real.

Productividad en costo en la partida de relleno y compactación de zanja nos da un margen de ganancia de 31% del previsto vs el real, y productividad de mano de obra nos da un margen de ganancia de 82% del previsto vs el real.

Productividad en costo en la partida de relleno y compactación de zanja nos da un margen de ganancia de 17% del previsto vs el real, y productividad de mano de obra nos da un margen de ganancia de 11% del previsto vs el real.

VI: Recomendaciones

La aplicación de lean construcción, puede ser clave para alcanzar resultados óptimos en producción, es por eso recomendamos la aplicación de esta técnica en este tipo de proyectos y estamos seguros que se evitarían muchas pérdidas económicas.

Los factores de impacto ambiental, impacto social, nos hacen ver un panorama en donde cuantificar las afectaciones en los distintos métodos en la ejecución de obras de saneamiento, es un tanto complejo por lo que podemos decir que sería motivo de una tesis o investigación para los futuros profesionales.

El factor recurso humano es una clave principal en todo tipo de proyecto y por ser el método de fragmentación neumática o cracking algo nuevo en el país se debe de gestionar para que existan instituciones de formación académica que dicten cursos relacionados al tema ya que su aplicación nos proporciona considerables beneficios al país.

Se debería implementar en el reglamento nacional de edificaciones, un conjunto de normas que explique los procedimientos que se deben realizar al utilizar las nuevas tecnologías como es la fragmentación de neumática de tuberías o cracking, con el único propósito de mejora en los procedimientos constructivos modernos.

Así como ya en el mundo hay la asociación Ibérica de Tecnología Sin Zanja (IBSTT) con más de 20 años de su existencia tiene agrupado a más de 50 empresas nacionales e internacionales de ibero américa, en el Perú se debería crear una asociación de las empresas que vienen utilizando ya estas tecnologías con el único objetivo de difundir y dar a conocer los beneficios y ventajas que dan las tecnologías sin zanja frente a las tradicionales y así lograr ciudades sostenibles y mejorar la calidad de vida de los peruanos y de las generaciones venideras ya que la tecnología sin zanja son métodos limpios y minimizan los riesgos e impactos ambientales.

Referencias bibliográficas

Referencias Bibliográficas

ARRIAGADA, Félix. Renovación de tuberías de alcantarillado mediante sistema de fragmentación neumática o cracking. Tesis para optar título de ingeniero en la Universidad Austral de Chile, 2005. 128 pp.

ALARCÓN, Jonathan y PACHECO, José. Comparación tecnológica y costos del método de instalación de tuberías sin zanja (trenchless) más eficiente para los suelos encontrados en un proyecto de Bogotá. Tesis para obtener título de ingeniero civil Presentado en la Universidad Pontificia Javeriana, 2014. 173 pp.

ATALAH, A. Pipe Bursting, Associate Professor and Graduate Coordinator, Bowling Green State University, Ohio, USA, 2009. 583 pp.

COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA. Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento, 12° ed. México, 2015. 134 pp.

ISBN.:9786076260128

DRAINAGE SERVICES DEPARTMENT. Sewerage manual, Government of the Hong Kong Special Administrative Region, 3° ed. 2013. 107 pp.

HERNÁNDEZ, Roberto, Fernández, Carlos y Baptista, Pilar. Metodología de la investigación. 6.° ed. Ciudad de México: McGraw-Hill, 2014, 4 – 92 pp.

ISBN: 9781456223960

ÑAUPAS PAITÁN, MEJÍA MEJÍA, NOVOA RAMIREZ y VILLAGOMEZ PAUCAR. Metodología de la investigación 4ta ed. Colombia. Ediciones de la U. ISBN 978- 958-762-188-4.

IPBA. Guideline for Pipe Bursting. Owings Mills, MD 21117 11521 Cronridge Drive, Suite J. 2012. 34 pp.

JIMENEZ, José M. Manual para el diseño de Sistemas de agua potable y Alcantarillado sanitario, facultad de ingeniería civil Campus Xalapa Universidad veracruzana, México, 2013. 209 pp.

SEDAPAL. Tecnología sin zanja. Lima: web servicios de agua potable y alcantarillado de lima. [Fecha de consulta: 06 de mayo de 2018]. Disponible en <http://www.sedapal.com.pe/tecnologia-sin-zanja>

MÍNGUEZ, Felicidad. Métodos de excavación sin zanjas. Tesis (Master). Madrid: Universidad Politécnica de Madrid, 2015. 82 pp.

MORAL, J y DURAN, J. Sistemas de rehabilitación de tubería sin zanja. Córdoba: Emacsa, 2015. 10 pp.

SEMICEVIC, Jadranka Y STERLING, Raymond. Guidelines for Pipe Bursting, U.S. Army Corps of Engineers, Engineering Research and Development Center (ERDC), Vicksburg, USA, 2001. 55 pp.

OJEDA, Julio. Análisis comparativo entre el método pipe bursting y el método tradicional en la renovación de tuberías de desagüe. Tesis para optar título de ingeniero civil en la universidad peruana de ciencias aplicadas, Lima, 2015. 93 pp.

PUPO, Carlos. metodología para la selección de obras de ingeniería para la rehabilitación de redes troncales de alcantarillado, Tesis para optar el título de Mater en Ingeniería Civil presentado a la escuela colombiana de ingeniería Julio Garavito, Bogotá, 2014. 152 pp.

PRINDLE, Richard y CAMPOS, Antonio. Saneamiento ambiental y salud de la comunidad, Washington, 1967. 350 pp.

PLASTICS PIPE INSTITUTE. Handbook of Polyethylene Pipe, Estados Unidos de Norte América, 2009. 609 pp.

RODRIGUEZ, Pedro. Abastecimiento de agua, instituto tecnológico de Oaxaca, México, 2001. 499 pp.

SUNAS, La calidad del agua potable en el Perú, 1° ed. Tarea Grafica: Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento, 2004. 259 pp.

ISBN.:9972251101

VIANA, Fredy. técnica de construcción fundamentadas en la tecnología sin zanjas. Tesis para obtener título de ingeniero civil presentado en la universidad san Carlos de Guatemala, 2004. 208 pp.

ALFARO, Fernando y ALFARO Escolar, Mónica. Diagnóstico de la productividad por multi momentos. Barcelona, España. 1999, 231 pp. ISBN: 84-267-1189-8

VALDERRAMA, Santiago. Pasos para la elaboración de proyectos de investigación científica. Cuantitativa, Cualitativa y Mixta. 2° ed. Perú. Editorial San Marcos E.I.R.L., 2014, 495 pp. ISBN: 978-612-302-878-7.

CAPECO. (2013). Reglamento Nacional de Construcciones. Lima: Megabit.

GUTIERRES, Humberto. Calidad y Productividad. Cuarta edición. Guadalajara: Programa Educativo S.A. de C.V., 2014. 382 pp. ISBN: 978- 607-15-11485.

CARRO PAZ, Roberto y GONZALES GOMEZ, Daniel. Productividad y Competitividad. Universidad de la Plata Facultad de Ciencias Económicas y Sociales – Argentina. 2012, 16 pp.

FORNO, José., 2010. Impacto de la utilización de nuevas tecnologías y materiales en los plazos y costos de construcción. Memoria para optar el título de ingeniero civil. Recuperado de: http://repositorio.uchile.cl/tesis/uchile/2010/cfforno_jm/pdfAmont/cfforno_jm.pdf.

PAVCO, 2017. Renovación sin Zanja. Disponible en:
<https://pavco.com.co/2/renovacion-zinzanja/4-192/i/192#sthash.McvoiUmn.dpuf>

PAGÉS, Carmen. La era de la Productividad, como transformar las economías desde sus cimientos. Banco Interamericano de desarrollo. 2010, 421 pp. ISBN: 978-1-59782-119-3

Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento. (2014). Guía para Rehabilitación y Renovación para Redes de Distribución de Agua Potable. Lima.

Antunez H, Pajares J & Stoynic A. (2007). Manual de Instalación Las Redes de Agua y Desagüe. Lima: SINCO.

Anexos

Tabla 7: Matriz de Consistencia

MATRIZ DE CONSISTENCIA				
PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA
Problema General:	Objetivo General:	Hipótesis General:	Variable independiente:	Tipo de Investigación:
PG: ¿Cuál es el beneficio de la aplicación del sistema de fragmentación neumática de tuberías de alcantarillado o cracking en comparación al método tradicional; en el Perú 2018?	OG: Determinar el beneficio en la aplicación del sistema de fragmentación neumática de tuberías de alcantarillado o Cracking en comparación al método tradicional; en el Perú 2018:	HG: Existe beneficio en la aplicación del sistema de fragmentación neumática de tuberías de alcantarillado o Cracking en comparación al método tradicional; en el Perú 2018	Estudio del sistema de fragmentación neumática de tuberías de alcantarillado o Cracking	Descriptiva correlacional Nivel de Investigación: Exploratorio, descriptivo y explicativo
Problemas Específicos:	Objetivos Específicos:	Hipótesis Específicas:	Variable dependiente:	Diseño de Investigación:
PE1: ¿Cuánto es el porcentaje del beneficio del tiempo de ejecución en la aplicación del sistema de fragmentación neumática de tuberías de alcantarillado o cracking, en comparación al método tradicional; en el Perú 2018?	OE1: Determinar el porcentaje del beneficio del tiempo de ejecución en la aplicación del sistema de fragmentación neumática de tuberías de alcantarillado o Cracking, en comparación con el método tradicional; en el Perú 2018.	Hi1: Existe beneficio de 30% del tiempo de ejecución en la aplicación del sistema de fragmentación neumática de tuberías de alcantarillado o Cracking en comparación al método tradicional; en el Perú 2018	Mejora en el proceso constructivo en el Perú 2018	No experimental - Descriptivo
PE2: ¿Cuánto es el porcentaje del beneficio del costo directo, en la aplicación del sistema de fragmentación neumática de tuberías de alcantarillado o cracking en comparación al método tradicional; en el Perú 2018?	OE2: Determinar el porcentaje del beneficio de los costos directos en la aplicación del sistema de fragmentación neumática de tuberías de alcantarillado o Cracking en comparación al método tradicional; en el Perú 2018.	Hi2: Existe beneficio del 20% en el costo directo en la aplicación del sistema de fragmentación neumática de tuberías de alcantarillado o Cracking en comparación al método tradicional; en el Perú 2018.		
PE3: ¿Cuánto es el porcentaje del beneficio de la productividad prevista vs la real, en la aplicación del sistema de fragmentación neumática de tuberías de alcantarillado o cracking, y cuanto es el porcentaje del beneficio de la productividad prevista vs la real en las partidas principales aplicando el método tradicional; en el Perú 2018?	OE3: Determinar el porcentaje del beneficio de la productividad prevista vs la real en la aplicación del sistema de fragmentación neumática de tuberías de alcantarillado o Cracking, así mismo, determinar el porcentaje del beneficio de la productividad prevista vs la real en las principales partidas aplicando el método tradicional; en el Perú 2018.	Hi3: Existe un porcentaje de beneficio en la productividad prevista vs la real en la aplicación del sistema de fragmentación neumática de tuberías de alcantarillado o Cracking, así mismo, existe un porcentaje de beneficio en la productividad prevista vs la real en las partidas principales aplicando el método tradicional; en el Perú 2018.		

Yo, Mg. Enrique Eduardo Huaroto Casquillas

Docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, sede Lima Norte), revisor(a) de la tesis titulada:

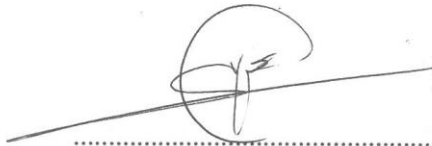
" Estudio del sistema de fragmentación neumática de tuberías de alcantarillado o Cracking, como mejora en el proceso constructivo en el Perú 2018 "

del (de la) estudiante Sofy Garnica Roger

constato que la investigación tiene un índice de similitud de 20 % verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Lugar y fecha Lima 6 de diciembre 2019



Firma

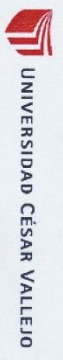
Nombres y apellidos del (de la) docente:

Enrique Eduardo Huaroto Casquillas

DNI: 08129578

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Responsable de SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	--------------------	--------	---------------------------------

Testido del sistema de fragmentación numérica de tuberías de aluminio fundido o Castings, como mejora en el proceso constructivo en el Perú 2018



FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

"Estado del sistema de fragmentación numérica de tuberías de aluminio fundido o Castings, como mejora en el proceso constructivo en el Perú 2018"

Perú 2018

TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR:

Cecilio Gabriel Rivera

ASESOR:

Mg. Enrique Tabarín Huarcá Casillas

LINEA DE INVESTIGACION:

Diseño de edificaciones industriales y saneamiento

Lima - Perú

2013

Handwritten signature and name: Mg. Enrique Huarcá

20%

Resumen de coincidencias

Se están viendo fuentes estándar. Ver fuentes en inglés (Beta)

Coincidencias	Porcentaje
1 Entregando a Universidad...	4%
2 Entregando a Universidad...	2%
3 oa opin es	1%
4 www.sandgati.com.pe	1%
5 www.sandgatis.agh.pe	1%
6 tesis.unsain.edu.pe	1%
7 repositorio.uox.edu.pe	1%
8 hstliberty.primo.org	1%
9 Ingenieros sabina loyaga...	1%



**AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE
TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL
UCV**

Código : F08-PP-PR-02.02
Versión : 09
Fecha : 23-03-2018
Página : 1 de 1

Yo Roger Gabry Garnica, identificado con DNI N° 09977298
egresado de la Escuela Profesional de ING. CIVIL de la
Universidad César Vallejo, autorizo (X), No autorizo () la divulgación y
comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado
"Estudio del sistema de fragmentación neumática
de tuberías de alcantarillado o cracking, como
mejora en el proceso constructivo en el Perú 2018"
";
en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>),
según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derechos de
Autor, Art. 23 y Art. 33

Fundamentación en caso de no autorización:

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....


FIRMA

DNI: 09977298

FECHA: 14 de noviembre de 2019.

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Responsable de SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	--------------------	--------	---------------------------------



CENTRO DE INVESTIGACIONES Y DESARROLLO TECNOLÓGICO
UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE
La Escuela de Ingeniería Civil

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

GODOY GARNICA, ROGER

INFORME TÍTULADO:

*ESTUDIO DEL SISTEMA DE FUNDAMENTACIÓN NEUMÁTICA
DE TUBERÍAS DE MONTAJE CRACKING COMO MEDIO EN
EL PROCESO CONTINUO EN EL AÑO 2018*

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

Ingeniero Civil

SUSTENTADO EN FECHA:

5/12/2018

NOTA O MENCIÓN :

15 (Quince)



[Firma]
Firma del Coordinador de Investigación de
Ingeniería Civil