UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS APLICADAS

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL

**Reducción de Pérdidas Económicas Aplicando Tecnología No Tradicional
en la Instalación de Tuberías Hasta 300 mm en Paracas - Pisco**

TESIS

Para optar el título profesional de Ingeniera Civil

AUTORA

Quispe Romero, Teresa Cynthia (0000-0002-8728-7707)

ASESOR

Silva Dávila, Marisa Rosana (0000-0003-4910-5252)

Lima, 16 de julio del 2020

DEDICATORIA

A mis padres

AGRADECIMIENTOS

A mi asesora la MSc. Ing. Marisa Silva Dávila, quien me apoyó en todo el proceso de elaboración del presente trabajo de investigación, con sus consejos y aportes.

A la universidad por haber permitido mi crecimiento personal y profesional, así como a todas las personas que fueron partícipes de este proceso.

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo de investigación es determinar el porcentaje de reducción de pérdidas económicas en la instalación de tuberías con el uso de la tecnología no tradicional en el proyecto Oasis, identificando los ratios de producción y costos con la tecnología tradicional con excavación zanjas, y realizar la respectiva comparación con los ratios de producción y costos con la tecnología No tradicional Rocket Plough la cual consiste en la instalación mediante un arado vibratorio directamente bajo el terreno, prescindiendo de la excavación de zanja convencional.

Para lo cual se plantean tres escenarios de análisis, el primero es una simulación del tiempo, productividad y costos de instalación de tuberías en el proyecto Oasis usando la tecnología tradicional con excavación de zanjas, el segundo es realizando la medición en del tiempo, productividad y costos, a los que se incurre durante la instalación de tuberías usando la tecnología Rocket Plough, el tercer escenario es la simulación de instalación de tuberías de un proceso óptimo usando la tecnología Rocket Plough.

Finalmente, se obtiene la productividad de la mano de obra y de los equipos para los tres escenarios planteados, para hacer la comparación respectiva y determinar el porcentaje de aumento de productividad de ambos recursos, asimismo se realiza la comparación de los costos en los tres escenarios, para determinar el porcentaje de reducción de costos finales con el uso de la tecnología Rocket Plough, de este modo tener ratios de productividad y costos para la ejecución de proyectos de instalación de tuberías.

Palabras Claves:

Pérdidas económicas; instalación de tuberías; zanjas, tecnologías sin zanja; arado vibratorio.

ABSTRACT

The objective of this research work is to determine the percentage of reduction of economic losses in the installation of pipes with the use of non-traditional technology in the Oasis project, identifying the production and cost indexes with traditional technology with trenching, and Make the respective comparison with the production and cost indexes with the Non-traditional Rocket Ploguh technology. The quality consists of the installation by means of a vibrator directly under the ground, without the need for conventional trenching.

For which three analysis scenarios are proposed, the first is a simulation of the time, productivity and costs of pipe installation in the Oasis project using traditional technology with trenching, the second is the measurement in time, productivity and costs, which are incurred during pipe installation using Rocket Plow technology, the third scenario is the pipe installation simulation of a process activated using Rocket Plow technology.

Finally, the productivity of labor and equipment is obtained for the three scenarios proposed, to make the respective comparison and determine the percentage of increase in productivity of both resources, comparing the costs in the three scenarios, to determine the percentage of final cost reduction with the use of Rocket Plow technology, thus having productivity and cost relationships for the execution of pipe installation projects.s.

Keywords:

Economic losses; installation of pipelines; trenches, trenchless technologies; Rocket Plough.

ÍNDICE

ÍNDICE.....	V
ÍNDICE DE FIGURAS	VIII
ÍNDICE DE TABLAS.....	X
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Antecedentes.....	1
1.2. Realidad problemática	4
1.3. Formulación del Problema	5
1.4. Hipótesis	5
1.4.1. Hipótesis de Investigación.....	5
1.4.2. Hipótesis Nula	5
1.4.3. Hipótesis Alternativa 1	5
1.5. Objetivo General	5
1.6. Objetivos Específicos	5
1.7. Metodología.....	5
1.8. Descripción de los capítulos de la tesis	6
2. MARCO TEÓRICO	8
2.1. Método de instalación de tuberías a zanja abierta.	8
2.1.1. Generalidades	8
2.1.2. Consideraciones constructivas.....	8
2.1.2.1. Clasificación del terreno.....	8
2.1.2.2. Excavación de zanja	9
2.1.2.3. Entibado y tablaestacado	9
2.1.2.4. Suministro e instalación de tuberías	10
2.1.2.5. Relleno de zanjas	10
2.1.3. Ventajas y desventajas del uso de la metodología a zanja abierta.....	10
2.1.4. Limitaciones.	11
2.2. Tecnología Rocket Plough para Instalación de Tuberías	11
2.2.1. Tecnología Rocket Plough	11
2.2.2. Características específicas de proyectos para aplicación de la tecnología. 13	13
2.2.3. Ventajas y desventajas del uso de la tecnología Rocket Plough	13
2.2.4. Limitaciones.	14
2.3. Riesgos de accidentes en instalación de tuberías.....	14
2.4. Factores que afectan la productividad	15
2.4.1. Factores que tienen efecto negativo sobre la productividad.....	15
2.4.2. Factores que tienden a mejorar la productividad.....	16
2.4.3. Causas de pérdidas de productividad.....	19
2.4.4. Descripción de los factores que afectan la productividad de proyectos de saneamiento	20
2.4.4.1. Materiales de Construcción	20
2.4.4.2. Mano de obra	21
2.4.5. Medio Ambiente	21
2.4.5.1. El impacto sobre el ecosistema.....	22
2.4.5.2. Recursos naturales	22
2.4.5.3. Impacto en la comunidad o impacto social	23

2.5.	Riesgos económicos	23
3.	MATERIAL Y MÉTODOS	26
3.1.	Material.....	26
3.1.1.	Población	26
3.1.2.	Muestra	26
3.2.	Método.....	26
3.2.1.	Nivel de investigación	26
3.2.2.	Diseño de investigación.....	26
3.2.3.	Variables de estudio y operacionalización	27
3.2.4.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	28
3.2.5.	Técnicas de procesamiento y análisis de datos.....	28
4.	RESULTADOS	29
4.1.	Descripción de las características Generales del proyecto Oasis	29
4.1.1.	Ubicación del proyecto.....	29
4.1.2.	Área del Terreno:.....	30
4.1.3.	Accesibilidad	30
4.1.4.	Altitud.....	30
4.1.5.	Clima	30
4.1.6.	Red de Distribución de Agua Potable	30
4.1.7.	Red de Distribución de Alcantarillado	31
4.1.8.	Estudio de Suelos	31
4.1.9.	Metrado.....	32
4.1.10.	Factores que afecta la productividad	33
4.2.	Reportes de costos en proyectos previos	34
4.2.1.	Proyecto: Redes de Abastecimiento de Agua y de Recolección de Alcantarillado de la Habilitación Urbana "Alto del Prado" – distrito de Asia – provincia Cañete, de la empresa Inmobiliaria Los Portales	34
4.2.2.	Proyecto: Ampliación y Mejoramiento del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado para el Macro Proyecto Pachacútec del Distrito de Ventanilla – Etapa 1	36
4.3.	Descripción del sistema tradicional para el proyecto Oasis	39
4.3.1.	Detalle del proceso constructivo.....	39
4.3.2.	Riesgos de Accidentes.....	40
4.3.3.	Riesgos económicos en el Proyecto Oasis.....	42
4.4.	Descripción del sistema no tradicional para el Proyecto Oasis	43
4.4.1.	Detalle del proceso constructivo.....	43
4.4.2.	Riesgos de Accidentes	44
4.5.	Productividad y costos en instalación de tuberías con la tecnología Tradicional	44
4.5.1.	El presupuesto	44
4.5.2.	Cronograma de construcción	45
4.5.3.	Productividad.....	46
4.6.	Productividad y costos en instalación de tuberías con la tecnología No Tradicional.....	47
4.6.1.	Presupuesto de Instalación de tuberías en el Proyecto Oasis mediante la tecnología Rocket Plough.....	47
4.6.2.	Cronograma de construcción	48
4.6.3.	Productividad.....	49
4.7.	Productividad y costos en instalación de tuberías con la tecnología No Tradicional en condiciones óptimas	49

4.7.1.	Presupuesto de Simulación de Instalación de tuberías en el Proyecto Oasis mediante la tecnología Rocket Plough en condiciones óptimas.....	50
4.7.2.	Cronograma de construcción.....	51
4.7.3.	Productividad.....	51
4.8.	Procedimiento específico para el uso óptimo del Rocket Plough.	51
4.8.1.	OBJETIVO	52
4.8.2.	ALCANCE	52
4.8.3.	DOCUMENTOS DE REFERENCIA	52
4.8.4.	ABREVIATURAS Y DEFINICIONES.....	52
4.8.5.	RECURSOS	53
4.8.5.1.	PERSONAL INVOLUCRADO	53
4.8.5.2.	EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL	54
4.8.5.3.	EQUIPOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA	54
4.8.5.4.	MAQUINARIA, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS.....	54
4.8.6.	PROCEDIMIENTO SEGURO DE TRABAJO	54
4.8.6.1.	TRABAJOS PRELIMINARES.....	54
4.8.6.2.	TRAZO Y REPLANTEO.....	55
4.8.6.3.	INSTALACIÓN DE TUBERÍAS	55
4.8.7.	PELIGROS	58
4.8.8.	RIESGOS	58
4.8.9.	MEDIDAS DE CONTROL DE RIESGOS.....	59
4.8.10.	ASPECTOS AMBIENTALES	59
4.8.11.	IMPACTOS AMBIENTALES.....	59
4.8.12.	MEDIDAS DE CONTROL AMBIENTAL	59
5.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	60
5.1.	Verificación de los resultados.....	60
5.2.	Discusión	60
5.2.1.	Comparación de la productividad en instalación de tuberías en el proyecto Oasis	60
5.2.2.	Comparación de costos en instalación de tuberías en el proyecto Oasis	65
5.2.3.	Reducción de pérdidas económicas	70
6.	CONCLUSIONES.....	71
7.	RECOMENDACIONES	73
8.	BIBLIOGRAFÍA	74
9.	ANEXOS.....	77
9.1.	Anexo N° 1 Matriz de Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos ..	77
9.2.	Anexo N° 2 Resumen de las partidas a ejecutar para la instalación de tuberías	87
9.3.	Anexo N° 3 Análisis de precios Unitarios.....	100
9.4.	Anexo N° 4 Presupuestos	109
9.5.	Anexo N° 5 Panel Fotográfico	115

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1.1: Población según formas de abastecimiento de agua: 2012-2016 (Miles de personas y porcentaje)	1
Figura N° 1.2: Número de accidentes relacionados al uso maquinas autopropulsadas en la industria de la construcción en Australia.....	3
Figura N° 2.1: Esquema de instalación con Rocket Plough.....	11
Figura N° 2.2: Principales categorías de pérdidas de productividad.....	17
Figura N° 2.3: Composición normal de contenido de trabajo	19
Figura N° 2.4: Principales causas de pérdida de productividad.	19
Figura N° 4.1: Ubicación Regional del Proyecto Oasis	29
Figura N° 4.2: Ubicación General del Alto el Prado.....	34
Figura N° 4.3: Ubicación del Proyecto Pachacutec.....	37
Figura N° 4.4: Secuencia de las actividades a realizar para la instalación de tuberías ..	39
Figura N° 4.5: Secuencia de las actividades a realizar para la instalación de tuberías ..	43
Figura N° 4.6: Cronograma Gantt de Instalación de Tuberías con el Método Tradicional en el Proyecto Oasis	46
Figura N° 4.7: Cronograma Gantt de Instalación de Tuberías con Rocket Plough en el Proyecto Oasis	48
Figura N° 4.8: Cronograma Gantt de Instalación de Tuberías con Rocket Plough en el Proyecto Oasis - óptimo	51
Figura N° 4.9: Tecnología Rocket Plough- Pozo de ingreso e inicio de instalación.....	55
Figura N° 4.10: Tecnología Rocket Plough-Instalación de tubería.....	57
Figura N° 4.11: Tecnología Rocket Plough-Pozo de Salida y finalización de instalación de tubería	57
Figura N° 5.1: Comparación de productividad de mano de obra (HH).....	62
Figura N° 5.2: Comparación de productividad de equipos (HM)	63
Figura N° 5.3: Comparación de Gasto de Horas Hombre	64
Figura N° 5.4: Comparación de Gasto de Horas Máquina.....	64
Figura N° 5.5: Comparación de costos directos del proyecto Oasis	66
Figura N° 5.6: Distribución de los costos para la Instalación de tuberías Con Zanja	67

Figura N° 5.7: Distribución de los costos para la Instalación de tuberías con Rocket Plough en obra.....	67
Figura N° 5.8: Distribución de los costos para la Instalación de tuberías con Rocket Plough óptimo	68
Figura N° 5.9: Costo de recursos en cada caso analizado	69

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 2.1: Matriz de Evaluación de Riesgos.....	14
Tabla N° 2.2: Categorización de Riesgos.....	24
Tabla N° 4.1: Metrado de tuberías del proyecto Oasis.....	32
Tabla N° 4.2: Factores que afectan la productividad	33
Tabla N° 4.3: Resumen de Presupuesto del Proyecto Alto el Prado	36
Tabla N° 4.4: Resumen del Presupuesto del Proyecto Pachacútec	39
Tabla N° 4.5: Resumen de Nivel de Significancia de Riesgos Identificados.....	40
Tabla N° 4.6: Resumen de Nivel de Significancia de Riesgos Identificados.....	44
Tabla N° 4.7: Resumen de Presupuesto de Instalación de Tuberías con el Método Tradicional en el Proyecto Oasis	45
Tabla N° 4.8: Resumen de costos directos	45
Tabla N° 4.9: Producción diaria de Instalación de Tuberías con el Método Tradicional en el Proyecto Oasis	46
Tabla N° 4.10: Cuadrilla típica de instalación de tuberías	46
Tabla N° 4.11: Resumen de Presupuesto de Instalación de Tuberías con el Método No Tradicional (Rocket Plough) en el Proyecto Oasis	47
Tabla N° 4.12: Resumen de costos directos	48
Tabla N° 4.13: Producción diaria en Instalación de Tuberías	49
Tabla N° 4.14: Cuadrilla típica de instalación de tuberías	49
Tabla N° 4.15: Resumen de Presupuesto de Instalación de Tuberías con el Método No Tradicional (Rocket Plough) en el Proyecto Oasis	50
Tabla N° 4.16: Resumen de costos directos	50
Tabla N° 4.17: Producción diaria en Instalación de Tuberías	51
Tabla N° 5.1: Productividad de HH con Tecnología Tradicional	60
Tabla N° 5.2: Productividad de HM con Tecnología Tradicional.....	61
Tabla N° 5.3: Productividad de HH con Tecnología Rocket Plough en obra	61
Tabla N° 5.4: Productividad de HM con Tecnología Rocket Plough en obra	61
Tabla N° 5.5: Productividad de HH con Tecnología Rocket Plough en condiciones óptimas	62

Tabla N° 5.6: Productividad HM con Tecnología Rocket Plough en condiciones óptimas	62
Tabla N° 5.7: Resumen Comparativo de Productividad de mano de obra (HH)	62
Tabla N° 5.8: Resumen Comparativo de Productividad de equipos (HM)	63
Tabla N° 5.9: Gasto de Horas Hombre.....	64
Tabla N° 5.10: Gasto de Horas Máquina.....	64
Tabla N° 5.11: Resumen comparativo de costos de instalación de tuberías en el proyecto Oasis.	65
Tabla N° 5.12: Incidencia de Costos de Instalación de tuberías Con Zanja.....	66
Tabla N° 5.13: Incidencia de Costos de Instalación de tuberías con Rocket Plough en obra	67
Tabla N° 5.14: Incidencia de Costos de Instalación de tuberías con Rocket Plough óptimo	68

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes

La construcción de redes de tuberías es una de las actividades que aportan al crecimiento de un país, ya que estas transportan recursos como agua, combustibles, telecomunicaciones, gas natural, aguas residuales, cables eléctricos, etc. En el Perú las redes de tuberías son principalmente usadas para los sistemas de saneamiento, transporte y distribución de gas natural, y en menos proporción telecomunicaciones y electricidad. La presente investigación se enfoca en la instalación de redes de tuberías para transporte de agua potable y alcantarillado. El INEI, en su boletín “Perú: Formas de acceso al agua y saneamiento básico” indica que en el país 4.4 millones de personas no tienen acceso directo de agua a través de alguna red pública dentro de su vivienda, como se muestra en la Figura N° 1.1, por lo que estas familias consumen agua que no provienen de las redes públicas de agua (río, manantial, lluvia, camión cisterna o pilón de uso público).

Figura N° 1.1: Población según formas de abastecimiento de agua: 2012-2016
(Miles de personas y porcentaje)

Fuente: (Instituto Nacional de Estadística e Informática - INEI, 2016)

Por otro lado, según la Escuela de Gestión Pública de la Universidad del Pacífico en su publicación “Un Plan para salir de la pobreza: Plan Nacional de Infraestructura 2016 - 2025”, la brecha de infraestructura para agua potable a mediano plazo es de US\$ 1,624

millones, la construcción de redes de tuberías para el transporte de agua potable es una de las principales actividades que se deben realizar para minimizar la brecha de infraestructura de saneamiento, así como para aumentar la tasa de distribución de agua potable a las viviendas.

La construcción de redes de tuberías para el transporte de agua potable se realiza mediante la excavación de zanjas. Actualmente existen diversas tecnologías con las que se podría reemplazar este método, reduciendo el tiempo de instalación, por consiguiente reduciendo recursos y reduciendo al mínimo la probabilidad de ocurrencia de accidentes ya que sin zanja se elimina la probabilidad de accidentes relacionados a estos en la construcción de tuberías.

Muchos de los accidentes que ocurren en el sector construcción implican el uso de excavadoras y retroexcavadoras (Lingard, Cooke, & Gharaie, 2013). En el Perú no existen estudios con estadísticas específicas de accidentes en excavación de zanjas, sin embargo en otros países como en Australia, Estados Unidos e Inglaterra se han realizado estudios de las causas de los accidentes relacionados al uso de maquinarias de construcción. Por ejemplo en Australia se realizó un estudio acerca de la relación entre el uso de equipos y accidentes, como se ve en la Figura N° 1.2, se analizó los accidentes en los que esté implicado el uso maquinaria de construcción entre los años 1997 al 2007, se puede observar que los accidentes que implican el uso de excavadoras y retroexcavadoras son los que generan más accidentes en comparación a otros equipos usados en la construcción.

Figura N° 1.2: Número de accidentes relacionados al uso maquinas autopropulsadas en la industria de la construcción en Australia

Fuente: (Lingard, Cooke, & Gharaie, 2013)-Traducción Propia

Por otro lado en EEUU se analizaron 296 informes relacionados con accidentes fatales durante las actividades en zanjas. Después de derrumbes, los tipos más frecuentes de accidentes fatales son por golpeo con objetos en movimiento y/o porque las personas son atrapadas o comprimidas por objetos o equipos. Muchos de estos accidentes involucraron el contacto con una excavadora, o una parte móvil de una excavadora. El análisis mostró que estos accidentes fueron causados principalmente por el uso de métodos inseguros/secuenciación del trabajo y/o falta de capacitación adecuada del personal (Arboleda & Abraham, 2004).

Para evitar la ocurrencia de accidentes, el primer paso hacia la seguridad en zanjas es saber cuándo se necesita protección. Occupational Safety and Health Administration (OSHA) indica que zanjas de 5 pies (1.50 m) de profundidad o mayores requieren de un sistema de protección.

Hay varios sistemas de protección para la seguridad en zanjas para elegir, incluyendo sobre excavaciones, paredes verticales, apuntalamiento y entibados.

La sobre-excavación que sirve para proteger a los trabajadores mediante la reducción de la pared de la zanja en un ángulo inclinado lejos de la excavación. El apuntalamiento se usa cuando la ubicación o la profundidad de la zanja hace que la sobre-excavación sea impracticable. Hay dos tipos básicos de apuntalamiento: la madera y el aluminio

hidráulico, ambos protegen a los trabajadores al impedir el movimiento del suelo. Apuntalamiento hidráulico proporciona una ventaja de seguridad respecto a apuntalamiento de madera porque los trabajadores no tienen que entrar en la zanja para instalarlos. Es también más rentable desde el equipo, tiempo y mano de obra para instalar a comparación del apuntalamiento de madera. (Construction Distribution, 2006)

Los entibados, son diferentes al apuntalamiento, ya que está destinado principalmente a proteger a los trabajadores contra derrumbes en lugar de apoyar a la pared de la zanja. El área excavada entre el exterior del entibado y la pared de la zanja debe ser tan pequeña como sea posible este espacio debe rellenarse para evitar el movimiento lateral del entibado.

1.2. Realidad problemática

Las pérdidas económicas en las instalaciones de tuberías de agua y alcantarillado mediante el sistema tradicional son principalmente causadas por la ocurrencia de accidentes, el uso de equipos de protección colectiva, uso de maquinaria pesada adicional a la excavadora para terminar el trabajo y baja productividad por mano de obra pobremente calificada.

La excavación en general es reconocida como una de las operaciones de construcción más peligrosas. Los derrumbes de zanjas causan decenas de accidentes cada año, por lo que la comprensión de la seguridad en zanjas es vital para la industria de la construcción y la vida de los trabajadores. La ocurrencia de accidentes afectan la salud y pueden incluso ocasionar pérdidas de vida, cuyo valor económico es invaluable. Además, tienen consecuencias económicas cuantificables tales como multas, pérdidas de horas de trabajo, etc.

Por otro lado para mantener la estabilidad de las zanjas dependiendo del tipo de suelo usualmente se usan entibados o se sobre-excava, estas actividades traen sobre costos ya sea por el alquiler del entibado o por el gasto de equipo horas máquina, tiempo y personal en la sobre excavación.

El sistema tradicional para instalación de tuberías mediante zanja requiere el uso de diversas medidas de seguridad, las cuales al ser aplicadas reducen el rendimiento general de la actividad.

1.3. Formulación del Problema

¿La tecnología no tradicional permite reducir el tiempo y los costos de instalación de tuberías con diámetros de hasta 300 mm (12")?, y de ser así, ¿cuál es la reducción porcentual de costos?

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis de Investigación

La tecnología no tradicional Rocket Plough reduce el costo y tiempo de construcción de redes de tuberías en un porcentaje mayor 30%.

1.4.2. Hipótesis Nula

La tecnología no tradicional Rocket Plough no reduce el costo, ni tiempo de construcción de redes de tuberías

1.4.3. Hipótesis Alterna 1

La tecnología no tradicional Rocket Plough reduce el costo y tiempo de construcción de redes de tuberías en un porcentaje menor a 30%.

1.5. Objetivo General

Demostrar que el uso de la tecnología no tradicional Rocket Plough optimiza, entre otros factores, los recursos humanos, los recursos de maquinarias y los tiempos de obra reduciendo así los costos de instalación de tuberías hasta 300 mm (12") y determinar el porcentaje de reducción de costos y tiempos en la instalación

1.6. Objetivos Específicos

1. Analizar las diferencias entre los costos y tiempos de instalación de tuberías mediante los métodos tradicional y no tradicional.
2. Analizar los riesgos económicos en los proyectos que usan esta tecnología y plantear soluciones.
3. Diseñar las especificaciones técnicas del proceso constructivo para el uso óptimo de la tecnología Rocket Plough

1.7. Metodología

Para el desarrollo de la presente tesis se consideran las siguientes etapas:

- Recopilación de la siguiente información de un proyecto que usa la tecnología no tradicional:
 - Tipo de tecnología usada para la instalación de tuberías
 - Tipo de suelo en el que se instalaran las tuberías.
 - Diámetros de tuberías a instalar
 - Profundidad de instalación de tuberías.
- Recopilación de la siguiente información del proyecto durante la ejecución
 - Tiempo total de instalación de tuberías
 - Costo total de instalación de tuberías
 - Cantidad de Accidentes
- Análisis de las principales variables de que inciden en la productividad, tiempo y costo.
 - Productividad de Horas Hombres
 - Productividad de Horas Máquina
- Finalmente se diseñan las consideraciones técnicas para el uso exitoso de la tecnología no tradicional.

1.8. Descripción de los capítulos de la tesis

La tesis cuenta con cinco capítulos, en el primer capítulo se desarrolla el marco teórico en el cual se describe el método de instalación de tuberías a zanja abierta, la tecnología Rocket Plough, riesgos de accidentes en instalación de tuberías, factores que afectan la productividad y finalmente los riesgos económicos a los cuales pueden estar afectos este tipo de proyectos. En el segundo capítulo se describen los materiales y métodos que se usaron en la elaboración de la presente investigación. En el tercer capítulo se desarrolla los resultados de la investigación empezando por la recopilación y procesamiento de reportes de costos de proyectos previos con características similares a los del proyecto Oasis, seguido por la descripción del sistema tradicional y no tradicional Rocket Plough para el proyecto Oasis, finalmente se desarrolla el cálculo de la productividad y costos finales para tres escenarios planteados para el análisis, finalmente se describe el procedimiento de trabajo para el uso exitoso de la tecnología no tradicional. En el cuarto

capítulo se desarrolla la discusión de resultados en la cual se realiza la comparación de las productividades y costos de los tres escenarios analizados. Finalmente, en el capítulo cinco se presenta las conclusiones y recomendaciones finales a las que se llega la presente Tesis.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Método de instalación de tuberías a zanja abierta.

La instalación de tuberías a zanja abierta es el método más usado actualmente, ya que para su ejecución no es necesario equipos muy sofisticados ni mano de obra muy especializada, por lo que ambas son muy fáciles de conseguir.

2.1.1. Generalidades

El método a zanja abierta consiste en la excavación a mano o con equipo mecánico de zanjas a trazos con anchos y profundidades de acuerdo a los planos de obra y/o especificaciones técnicas del proyecto.

Para la ejecución de las excavaciones se debe conocer anticipadamente las características físicas del terreno como: la naturaleza del terreno, nivel de napa freática, topografía, existencia de interferencias entre otros.

Las dimensiones de la zanja en especial el ancho debe permitir el montaje de los tubos, en condiciones ergonómicas de trabajo, así como, las excavaciones no deben efectuarse con demasiada anticipación a la construcción, para evitar derrumbes y accidentes, el límite máximo de zanjas excavadas es de 300 m. (CONAGUA, 2012)

2.1.2. Consideraciones constructivas

2.1.2.1. Clasificación del terreno

Para iniciar el excavado de zanjas se debe tener en consideración la clasificación del terrenos, ya que dependiendo del tipo de suelos se determina el uso de entibados o tablaestacados.

El terreno se caracterizó de la siguiente forma:

MATERIAL SUELTO: Se considera así, a todo material que puede ser excavado eficientemente sin ayuda de maquinaria, aunque ésta se utilice para obtener mayores rendimientos. Se consideran en esta clasificación a las arenas, los suelos arcillo - limosos, suelos agrícolas y materiales sueltos (arenas limosas y/o arcillosas), con un contenido de grava de hasta 50% y de diámetro máximo de 75 mm.

ROCA SUELTA: Se denomina con este término al material que pudiendo ser excavado con dificultad a mano, requiere por razones de eficiencia, del empleo de equipo mecánico para movimiento de tierras. Están comprendidas dentro de esta clasificación, las rocas descompuestas y/o fisuradas, los conglomerados medianamente cementados, los conglomerados sueltos con cantos rodados (hasta un 70%), las areniscas blandas y las piedras sueltas de diámetros mayores de 75 mm, pero menores de 750 mm.

ROCA FIJA: Se considera como roca fija a todo material de gran dureza, cuya extracción requiere el uso de explosivos o agentes químicos no explosivos y de equipo mecánico (martillos, barrenos, etc.). Se incluye en esta clasificación, todas las rocas duras, tales como: granitos, dioritas, riolitas, rocas basálticas, andesitas, areniscas y conglomerados fuertemente cementados, así como las rocas o pedrones de diámetros mayores de 750 mm.

2.1.2.2. Excavación de zanja

Para la excavación se prioriza el uso de equipos y/o maquinarias donde el terreno lo permita, y solo se usa la excavación a mano cuando no sea posible el acceso de los equipos a las zonas de excavación, o cuando el uso de estos represente peligro para las estructuras (interferencias). Acerca del ancho de la zanja Sedapal indica:

“El ancho de la zanja debe permitir el fácil montaje de las tuberías y debe ser lo más angosta posible dentro de los límites practicables, y debe ser la misma en toda la longitud de la excavación.” (SEDAPAL, 2014)

2.1.2.3. Entibado y tablaestacado

Los entibados o tablaestacados son el conjunto de medios mecánicos o físicos que se utiliza transitoriamente para impedir que la zanja excavada cause derrumbes y por ende daños al personal y/o retraso en la ejecución de la instalación. El material que se emplea en la construcción de entibados es en su mayoría la madera, Pero en casos de empujes muy elevados se considera el uso de perfiles metálicos y/o la combinación de ambas. Los entibados se desarrollan dependiendo del tipo de suelo en el que se hace la excavación y el tamaño de la zanja a realizarse, por ejemplo: los entibados con apuntalamiento, que se realizan sólo a una lado de la zanja que es probablemente la que tenga más riesgo de derrumbe y que se debe mantener fija para proseguir la estabilidad del proyecto, en instalación de tuberías este tipo de entibado casi nunca se usa ya que es preferible para excavaciones masivas; los entibados abiertos, que son los más usados en terrenos firmes

y para zanjas de poca profundidad, ya que no cubre toda la pared de la excavación, dejando pocas porciones de tierra sin entibado; los entibados cerrados que se usan especialmente de excavaciones de profundidades medias o a cualquier altura en suelos sueltos ya que estos entibados cubren completamente las paredes laterales de la excavación.

2.1.2.4. Suministro e instalación de tuberías

El tipo y material de las tuberías es determinado por el proyectista de acuerdo a las características específicas del proyecto. El transporte de las tuberías se hace evitando golpes y trepidaciones siguiendo la instrucción y recomendaciones de los fabricantes, la descarga de las tuberías se realiza en paralelo y al borde a las zanjas donde serán instaladas. Para la instalación se nivela y redefine (perfila) las zanjas tanto las paredes como el fondo, en el fondo se efectúa la cama de apoyo según las especificaciones del proyectista, posteriormente se baja las tuberías a las zanjas manteniendo las distancias mínimas reglamentarias (20 cm) de separación de otros servicios (si existen interferencias).

2.1.2.5. Relleno de zanjas

El relleno de las zanjas debe seguir a la instalación de tubería tan cerca como sea posible, proporcionando un lecho para la tubería y una capa de material que sirva como amortiguador al impacto de cargas exteriores. El material de relleno debe estar libre de desperdicios orgánicos o material compresible, no debe tener piedras o fragmentos de piedras y contar con humedad óptima, y químicamente no debe ser agresiva a la tubería o su recubrimiento.

2.1.3. Ventajas y desventajas del uso de la metodología a zanja abierta.

Las principales ventajas del uso de esta metodología es que se puede tener el control absoluto de la instalación, ya que se puede visualizar completamente las operaciones, también cabe resaltar que no es necesario tener mucho tiempo de planificación. La principal desventaja es los peligros ocupacionales al que se someten los trabajadores, como los daños a causas del deslizamiento del talud de las zanjas, polvo, ruido, desventajas sociales, como cierre de calles, interrupción del tráfico peatonal, también puede ser una actividad muy cara dependiendo de las profundidades a excavar, pues necesitan entibados mucho más caros.

2.1.4. Limitaciones.

Esta tecnología casi no tiene limitaciones, pero se torna mucho más cara y peligrosa a mayor profundidad, además no se puede realizar la excavación de zanjas a zanja abierta cuando se deben hacer cruces de calles, ferrocarriles o ríos.

Como ya se mencionó el uso de esta tecnología es la más usada actualmente en el Perú para la instalación, renovación y rehabilitación de tuberías de agua potable y alcantarillado ya que no requiere mano de obra muy especializada, además de ser mucho más fácil de planificar, sin embargo con el crecimiento de las ciudades cada vez es más difícil la utilización de este método ya que se debe intervenir vías ocasionando malestares sociales principalmente por la interrupción del tránsito.

2.2. Tecnología Rocket Plough para Instalación de Tuberías

2.2.1. Tecnología Rocket Plough

La tecnología Rocket Plough no es una tecnología “Sin Zanja” propiamente dicha ya que se requiere una zanja de entre 5 y 15 cm, pero es considerado dentro de las “Tecnologías Sin Zanja”, ya que todo el trabajo de montaje (uniones, soldaduras, etc.) se realiza en la superficie. (ISTT, s.f.). El método fue creado originalmente para la instalación de cables subterráneos de telecomunicaciones, y con el tiempo la técnica se ha ido adaptando a otros sistemas, por ejemplo a la instalación de tuberías, en Alemania se usa esta tecnología desde 1997.

El ingeniero español Víctor Yepes define esta tecnología como:

“La técnica Rocket Plough es un procedimiento de instalación de tuberías que utiliza un arado preparado como máquina de tracción. De este modo, se abre un surco en la tierra a través del que se tracciona una tubería premontada en el exterior. (...)” (YEPES PIQUERAS, 2013)

El equipo a usar para esta técnica consiste en un vehículo de remolque, con los componentes del vehículo y el arado que se adapta a la tubería a instalar como se muestra en la Figura N° 2.1 , el elemento más importante de esta tecnología es la geometría de la pala del arado y el cuerpo de desplazamiento (FA. GEORG FÖCKERSPERGER GMBH, 2002)

Figura N° 2.1: Esquema de instalación con Rocket Plough

Fuente: (Ditch Witch, 2014)

En el proceso de Rocket Plough, el suelo es deslizado estáticamente lateralmente por una cuchilla de arado, la tubería se acopla al arado y de este modo se introduce en el surco creado.

El arado crea una cavidad por el proceso de desplazamiento, en dicha cavidad las tuberías se pueden alimentar con sus respectivas conexiones a prueba de tensión, por ejemplo polietileno o hierro fundido, el control de la profundidad de instalación depende del sistema de palanca que tenga el equipo. Es importante señalar que las tuberías se encuentran sometidas a fricción como consecuencia directa de la aplicación del método, y estas deben tener protección especial, por ejemplo bentonita (como lubricante), para reducir la fuerza de fricción que se producen entre el tubo y el suelo. La longitud total de las tuberías a instalar debe ser pre-ensamblada de forma que esta debe permanecer sin fallas durante toda la instalación de la tubería.

Esta técnica se usa especialmente cuando se tiene que instalar longitudes largas de tuberías y con pocas derivaciones conexas, además se debe considerar que el terreno en el que realiza la instalación debe ser normal, suelto o poco consolidado, además no debe tener interferencias por ejemplo en zonas aun no urbanizadas o poco urbanizadas. Antes de iniciar el trabajo de instalación con el método de Rocket Plough, debe conocerse la ubicación exacta de las interferencias, por ejemplo tuberías de drenaje o cables de alimentación, así como las condiciones de conexión a tierra de la tubería. Cuando se planifica, en particular, para los proyectos de tuberías con métodos de instalación alternativos, debe disponerse de información suficiente sobre el suelo esperado para comprobar qué procedimientos pueden utilizarse. La determinación de la tecnología a usar debe ser realizada por personal cualificado o empresas especializadas.

2.2.2. Características específicas de proyectos para aplicación de la tecnología.

Esta tecnología no es recomendable para todos los tipos de proyecto ya que requiere características específicas de terreno estos deben ser suelos tipo sueltos, normales o poco consolidados, además de las características propias proyecto. Debido al tamaño del equipo y la forma de operación, esta técnica es recomendable para líneas construidas en áreas rurales o no urbanizadas, sobre distancias de 1 Km o superiores, donde se no encuentre instalaciones previas de servicios, que cuenten con el suelo tipo suelo o roca suelta esta tecnología se debe usar en profundidades no mayores a 1.80 metros.

Un requisito previo para el desplazamiento del suelo es una clasificación favorable de la mezcla del suelo, de modo que las cavidades de las fracciones gruesas se llenan con gránulos de una fracción más fina del grano. Por ejemplo, los suelos de partículas mixtas con una forma de estado blando a duro pueden desplazarse fácilmente. El uso este método pretende demostrar que puede ser económico y respetuoso con el medio ambiente al instalar las tuberías bajo el nivel freático.

2.2.3. Ventajas y desventajas del uso de la tecnología Rocket Plough

Las principales ventajas son que al evitar de hacer zanja y movimientos de terrenos, se evita gran parte de la contaminación por polvo que en casos de terrenos arenosos es la mayor fuente de contaminación, al tener menos equipos necesarios para la misma tarea de instalación de tubería, se va a generar menos ruidos de obra por equipos, menos problemas de tránsito, también al tener menos equipos se van a generar menos consumo de combustible y generación de gases de combustión provocados por los equipos, las ventajas sociales, son que al ser el tiempo de instalación más corto, el impacto en el público es mucho menor, al no tener tantas zanjas abiertas, el público en general siente menos los efectos de la obra y tiene una mejor percepción de la obra, con esta tecnología no se impide el ingreso a los comercios, garajes, etc. como usualmente ocurre al tener abierta una zanja con sus respectivos tiempos de instalación, al tener menor tránsito de equipos, también incomoda menos a la comunidad, en terrenos arenosos, la estabilidad del terreno es un problema, el hecho de no excavar zanjas permite que la gente se sienta más segura con respeto a cualquier problema de estabilidad del terreno qué se pueda percibir como consecuencias negativas. Por último la aplicación de esta tecnología es muy rápida.

2.2.4. Limitaciones.

La tecnología Rocket Plough tiene las siguientes limitaciones, es muy cara si se aplica en tramos cortos, no se aplica a todo tipo de suelo, estos deben ser sueltos, normales o poco consolidados, es preferible la instalación se realice en tramos que no tengan interferencias (instalaciones previas de otros servicios), tiene un límite de profundidad de 1.80 m y diámetro máximo de instalación de 300 mm (12”).

Según lo descrito anteriormente se puede observar que la tecnología Rocket Plough es apta para la instalación de tuberías en los terrenos de Paracas, ya que en su mayoría son terrenos de grava suelta o suelos arenosos, y además, el lugar no cuenta con instalaciones de servicios previas, por lo que no existe interferencias.

2.3. Riesgos de accidentes en instalación de tuberías

El reglamento de la ley de Seguridad y Salud en el trabajo define riesgo como Probabilidad de que un peligro se materialice en determinadas condiciones y genera daños a las personas, equipos y al ambiente. Por lo que para determinar los índices de riesgos primero debemos definir los peligros asociados a la instalación de tuberías. El proceso constructivo de instalación de tuberías tiene al menos siguiente secuencia de actividades:

- Clasificación del terreno
- Excavación de zanja
- Entibado y tablaestacado
- Suministro e instalación de tuberías
- Relleno de zanjas

En la Tabla N° 2.1 se muestra la Matriz de Evaluación de Riesgos en la cual se indica los índices de riesgo que son evaluados en el presente trabajo.

Tabla N° 2.1: Matriz de Evaluación de Riesgos

MATRIZ DE EVALUACIÓN DE RIESGO			PROBABILIDAD			
			No existen controles. Ha ocurrido más de una vez en el último año.	Existen controles y no se cumplen. Ha ocurrido una vez en el último año.	Existen controles y se cumplen. Ha ocurrido alguna vez.	Existen controles y se cumplen. No ha ocurrido.
			FRECUENTE	PROBABLE	OCASIONAL	IMPROBABLE
SEVERIDAD			4	3	2	1
CATASTRÓFICO	Lesiones que conducen a la muerte de la persona sometida al riesgo; pérdida de facultades físicas permanentemente, tales como: amputaciones, pérdida de los sentidos como sordera, daños psicológicos, lumbalgia, hipoacusia, entre otros.	4	8	7	6	5
CRÍTICO	Pérdida de las facultades físicas temporalmente por: laceraciones, quemaduras, conmociones, torceduras importantes, fracturas, dermatitis, intoxicaciones, el tratamiento médico continúa o queda imposibilitado de laborar, luego de 24 horas de someterse al riesgo.	3	7	6	5	4
MARGINAL	Daños superficiales, cortes leves, magulladuras pequeñas, irritación en los ojos, molestias vagas, dolores de cabeza leves, quemaduras leves. Sólo requiere tratamiento médico ambulatorio, sin quedar imposibilitado de laborar, por necesidad de descanso médico o con descanso médico no mayor de 24 horas.	2	6	5	4	3
INSIGNIFICANTE	Primeros auxilios, tratamiento médico menor sin pérdida de días de trabajo.	1	5	4	3	2

Fuente: Elaboración Propia

En el Anexo N° 1 se muestra la matriz de identificación de peligros y evaluación de riesgos de las actividades consideradas en las instalaciones de tuberías, de la evaluación realizada se puede observar que las actividades que se relacionan con el movimiento de tierras, como la excavación y compactación son las actividades que tienen más tareas con riesgos caracterizados como “Riesgo Medio” a pesar del uso de medidas de control para mantener el índice de riesgo a un nivel aceptable para la continuación de dicha actividad de manera segura.

2.4. Factores que afectan la productividad

Serpell define la productividad como la relación de lo producido y lo que se gasta para producir, lo que se puede expresar como:

$$Productividad = \frac{Cantidad\ Producida}{Recursos\ Empleados}$$

Se puede definir también como la medición de la eficiencia del uso de recursos para completar un producto específico. La productividad abarca también la efectividad ya que de nada sirve el uso efectivo de recursos si no se cuida la calidad final del producto.

La productividad está asociada a un proceso de transformación, al cual se ingresan los recursos necesarios para producir un bien, y que a través del proceso, se obtiene un producto, en la construcción los principales recursos empleados son: los materiales, mano de obra y las maquinarias y equipos.

Existen diversos factores que tienen algún efecto den la productividad en actividades de construcción:

2.4.1. Factores que tienen efecto negativo sobre la productividad

1. Sobretiempo programado o fatiga

2. Errores y omisiones en planos y especificaciones
3. Muchas modificaciones durante la ejecución del proyecto
4. Diseños complejos
5. Diseños incompletos o atrasados
6. Agrupamiento de trabajadores en espacios reducidos
7. Falta de supervisión del trabajo
8. Reasignación de la mano de obra de tarea en tarea
9. Ubicación inapropiada de los materiales
10. Temperatura o clima adverso
11. Mala o escasa iluminación de los frentes de trabajo
12. Nivel de agua subterránea muy superficial
13. Mucho ausentismo de trabajadores
14. Mucha rotación de personal (contrataciones y despidos)
15. Falta de materiales cuando se necesitan
16. Falta de equipos y herramientas cuando se necesitan
17. Alta tasa de accidentes de trabajo
18. Disputas jurisdiccionales entre cuadrillas
19. Disponibilidad limitada de mano de obra adecuada y capacitada
20. Composición y tamaño inadecuado de cuadrillas
21. Situación económica del país y nivel de desempleo
22. Exceso de tiempo en la toma de decisiones
23. Ubicación de la obra en lugares de difícil acceso
24. Exigencias excesivas de control de calidad
25. Interrupciones no controladas (café, ida a los servicios, etc.)
26. Hora del día y día de la semana, que provocan variaciones en el desempeño de las personas
27. Características de tamaño y duración de la obra, poco motivadoras para el personal.

2.4.2. Factores que tienden a mejorar la productividad

1. Aprovechamiento del fenómeno de aprendizaje
2. Programas educacionales y de capacitación del personal
3. Programas de seguridad en la obra
- 4. Uso de materiales y equipos innovadores**
5. Prefabricación de partes de obra
6. Empleo de técnicas modernas de planificación
7. Utilización de ayudas computacionales

8. Uso de hormigón premezclado
9. Aplicación de ingeniería de valor
10. Programas de motivación personal
11. Revisión de diseño para una construcción más simple (mejoramiento de la constructabilidad)
12. Estandarización de las partes y elementos de la obra
13. Pre-planificación de las operaciones
14. Programación a intervalos cortos, a nivel de cuadrillas
15. Practicas eficientes de adquisiciones
16. Uso de modelos a escala para el análisis de la ejecución de operaciones y de la distribución de áreas
17. Estimular un espíritu de competencia entre cuadrillas
18. Usar incentivos en los contratos de obras
19. Utilización eficiente de subcontratistas
20. Disponibilidad suficiente de herramientas
21. Uso de estudios de tiempos y movimientos, para mejorar la eficiencia, reducir la fatiga y trabajar racionalmente
22. Buena supervisión del trabajo
23. Análisis de videos con intervalos de tiempo para el estudio y mejoramiento de métodos
24. Aplicación de las herramientas de ingeniería industrial, a la construcción
25. Uso del muestreo del trabajo e informes de cotos para controlar la eficiencia de la dirección de la obra
26. Optimización del sistema productivo (instalaciones)

Como se muestra en la Figura N° 2.2, Serpell resumen los efectos de los factores que reducen la productividad a cinco categorías de pérdidas de productividad.

Figura N° 2.2: Principales categorías de pérdidas de productividad

Fuente (Serpell Bley, 2002)

Por otro lado es importante establecer que la productividad incluye la obtención de calidad requerida para la obra sus componentes, es importante resaltar este aspecto ya que a menudo se prioriza a producción, y en el afán de obtener incentivos el trabajador va dejando de lado la calidad, lo que genera la inmediata aparición de un factor que es extremadamente negativo para la productividad, que es rehacer los trabajos.

Por otro lado para medir la efectividad de la administración de los factores productivos Serpell propone el uso del método cuantitativo de “Estudio de Trabajo” el cual puede lograr un incremento de la productividad mediante la reorganización del trabajo, basando principalmente en dos técnicas; la medición del trabajo, que es la determinación del tiempo que el trabajador o equipo invierten en ejecutar una operación y Estudios de Métodos del trabajo, que es la observación y registro de las actividades realizan para llevar a cabo un tarea.

El contenido de trabajo de una tarea se puede determinar con la herramienta Carta Balance. Esta se ejecuta cuando es necesario y en ella se reporta la actividad que realiza un trabajador en un determinado lapso de tiempo, que puede ser cada media hora.

El contenido de trabajo se compone de:

Trabajo No Contributorio: Cualquier actividad que no corresponda a algunas de las categorías siguientes.

Trabajo Contributorio: Es aquel trabajo de apoyo, que se debe realizar para que se pueda ejecutar el trabajo productivo, por ejemplo, recibir o dar instrumentos, leer planos, retirar materiales, etc.

Trabajo productivo: Es aquel que porta directamente a la producción

La Figura N° 2.3 se muestra la distribución normal del contenido de trabajo.

Figura N° 2.3: Composición normal de contenido de trabajo

Fuente: (Serpell Bley, 2002)

2.4.3. Causas de pérdidas de productividad

Serpell categoriza las causas que provocan pérdidas en la productividad en siete tipos tal como se muestra en la Figura N° 2.4.

Figura N° 2.4: Principales causas de pérdida de productividad.

Fuente: (Serpell Bley, 2002)

Cada una de estas causas tiene respectivamente factores que las determinan:

Problemas de diseño y planificación: este problema produce las siguientes deficiencias: problemas de la interface Ingeniería – Construcción, lo que ocasiona atraso en el diseño;

falta de planificación preliminar y operacional, deficiente estimación de costos, falta de información y herramientas de control del proceso de ejecución, poca constructabilidad

Ineficiencia de la administración: Falta de supervisión efectiva, problemas de coordinación y comunicación, planificación realizada por persona no calificada para dicha tarea, la administración normalmente es más reactiva que preventiva.

Métodos inadecuados de trabajo: deficiente utilización de recursos, uso de tecnologías inadecuadas, no considerar alternativas más eficientes; mala calidad del proceso de construcción.

Grupos y actividades de apoyo deficientes: Insuficiencia de recursos para realizar los trabajos; no disponibilidad de recursos; control inadecuado del uso de recursos; inadecuado mantenimiento de recursos; inapropiada distribución de trabajo.

Problemas del recurso humano: Capacitación deficiente, grandes problemas de seguridad, falta de gestión eficiente de recursos humanos.

Problemas de seguridad: los niveles de seguridad de las obras generalmente son inadecuado por la falta de conciencia de la administración acerca de la importancia que tienen los accidentes en el desempeño del trabajo, lo cual impacta directamente en la motivación y ambiente de trabajo, por otro lado los accidentes producen pérdida personales, de productividad y económicas que pueden ser de gran magnitud.

Problemas de los sistemas formales de control: La mayoría de los sistemas de control adolecen de varias deficiencias como: no miden la productividad; no muestran los problemas de productividad de forma explícita; no se identifica claramente las responsabilidades, enfatiza en la atención de elementos que sobrepasan el presupuesto.

2.4.4. Descripción de los factores que afectan la productividad de proyectos de saneamiento

2.4.4.1. Materiales de Construcción

Malas prácticas constructivas: este factor es a causa de un bajo nivel de supervisión o control, que influye directamente en el desempeño del maestro de obra y/o operarios, lo que conduce a la premura de concluir la instalación que índice a descuido en la manipulación de los materiales.

Incumplimiento de las especificaciones y de las dimensiones dada en planos: Esta deficiencia se debe a un bajo nivel de dirección técnica del proyecto, este incumplimiento implica que la parte avanzada se tenga que volver a ejecutar, lo que trae como

consecuencia la pérdida de material y desperdicio de horas hombre, horas maquinas entre otras cosas.

Clima: Cuando el proyecto se encuentra en una zona de difícil acceso, el mal tiempo agrava las condiciones de los caminos de acceso, por lo que se debe prever el hecho de tener que acondicionar los acceso de forma que no dificulte el ingreso de materiales equipos, esto es un costo adicional que se debe tomar en cuenta.

Calidad de materiales. El empleo de materiales defectuosos o que no cumplan con los requisitos especificados, obliga al constructor a reemplazarlos, con el consecuente atraso y costo adicional.

2.4.4.2. Mano de obra

Clima: Este factor es importante considerar en el momento de analizar el rendimiento de la mano de obra, ya que la presencia de lluvia o exceso de calor implica la reducción en los rendimientos e incrementos de costos, así como el uso de equipos de protección personal especiales para esas condiciones.

Calidad de Mano de Obra: Se debe tener en cuenta que el rendimiento de la mano de obra varía en función de la capacitación del trabajador, así como un empleado sin capacitación es menos consciente de la seguridad en la obra lo que aumenta el riesgo de accidentes.

Condiciones del proyecto: Las condiciones del proyecto que pueden afectar el rendimiento de la mano de obra son las condiciones topográficas del terreno, tipo de suelo, condiciones laborales entre otras. Por otro lado si las condiciones laborales son deficientes la productividad se verá disminuida, por lo que se debe proveer al trabajador condiciones óptimas mínimas, de tal forma que puedan desempeñar su trabajo satisfactoriamente.

2.4.5. Medio Ambiente

Cualquier proyecto de desarrollo para mejorar la calidad de vida conlleva impactos positivos y negativos. Los proyectos de desarrollo deberían planificarse de manera que produzcan la mayor cantidad de impactos positivos y un mínimo de impactos negativos sobre el medioambiente (Kaur y Arora, 2012). La predicción de los impactos medioambientales causados por la construcción en las primeras etapas del proyecto puede conducir al mejoramiento del comportamiento medioambiental de los proyectos de construcción (Gangoellis, 2011). Por lo tanto, se espera que la construcción produzca

daños en el frágil medioambiente debido a los impactos adversos de la construcción, entre los que se encuentran el agotamiento de los recursos, pérdida de la diversidad biológica debido a la uso de materias primas, vertido de residuos, menor productividad laboral, efectos adversos para la salud humana debido a la mala calidad del aire interior, calentamiento global, lluvia ácida y smog causado por las emisiones generadas por la fabricación de productos para la construcción y el transporte que consume energía (Lippiatt, 1999). Chang clasifica los impactos medioambientales en tres categorías: impactos sobre los ecosistemas, sobre los recursos naturales y sobre la comunidad

2.4.5.1. El impacto sobre el ecosistema

Según Zolfagharian, si tenemos en cuenta los proyectos de construcción en curso, el impacto sobre el ecosistema se ha convertido un asunto de importancia. Los impactos adversos para el medioambiente son: desechos, ruido, polvo, residuos sólidos, generación de tóxicos, contaminación del aire y del agua, malos olores, cambio climático, uso del suelo, operaciones con remoción de la vegetación y emisiones peligrosas. Las emisiones al aire son generadas por los gases de los escapes de los vehículos y el polvo durante la etapa de construcción. Estas emisiones contienen CO₂, NO₂ y SO₂, Las emisiones de ruidos son generadas por los diversos equipos, compresores de aire y vehículos. Los equipos para la construcción y otras fuentes generan ruidos en el rango de los 70 a 120 DB en los alrededores de la obra. Los residuos son generados por las actividades de la construcción, campamentos, plantas de tratamiento de residuos u otras fuentes, así como las aguas residuales son generados por las actividades constructivas.

2.4.5.2. Recursos naturales

Durante un proceso constructivo normal se usan diversos recursos naturales tales como energía, suelo, materiales y agua. Además, la operación de los equipos consume gran cantidad de recursos naturales, como electricidad y/o combustibles fósiles. El sector de la construcción es responsable de consumir un gran volumen de recursos naturales y de generar una gran cantidad de contaminantes como resultado del consumo de energía durante la extracción y transporte de la materia prima. Según Stern este sector genera importantes impactos medioambientales adversos en todo el mundo, contribuye con cerca de la mitad del consumo energético total de los países de altos ingresos y es el responsable de un gran porcentaje de las emisiones de gases de efecto invernadero, también en los países en vías de desarrollo. Algunas de las estadísticas disponibles indican que la

construcción y operación de las edificaciones son responsables de un 12-16 % del consumo de agua; un 25% de la madera cosechada; un 30-40 % del consumo energético; un 40% de los materiales vírgenes extraídos y un 20-30% de las emisiones de gases de efecto invernadero.

2.4.5.3. Impacto en la comunidad o impacto social

La mayoría de los proyectos de construcción se ubican en una zona altamente poblada. Por lo tanto, las personas que viven en las cercanías de los sitios en construcción están expuestos a efectos dañinos para su salud como polvo, vibraciones y ruido causados por cierto tipo de actividades constructivas como excavaciones. Durante la fase de construcción, el polvo y el ruido son los principales factores que afectan la salud humana. La instalación de tuberías mediante el método tradicional con excavación de zanjas abiertas son capaces de causar grandes daños al comercio y público en general, por lo tanto para minimizar estos impacto existen diversas tecnología que reducen los impactos causados por la ejecución de este tipo de proyectos, como, menos tiempo de intervención de vías. A diferencia de otros costos, este costo es muy difícil de estimar, ya que es muy variable dependiendo del tipo de proyecto, ubicación, y otras circunstancias particulares de cada proyecto.

Retrasos en el transporte urbano, los trabajos de construcción generalmente provocan retenciones de tráfico vehicular significativos ya que el cierre de carriles de las vías. Por otro lado los peatones a veces se ven obligados a desviarse de su ruta normal debido a estas actividades.

2.5. Riesgos económicos

Los riesgos económicos se pueden definir como riesgos que afectan el costo final del proyecto, el PMBOK define riesgo como:

“El riesgo de un proyecto es un evento o condición incierta que, de producirse, tiene un efecto positivo o negativo en uno o más de los objetivos del proyecto”
(PMI 5ta Edición, 2013)

Como se sabe los objetivos generales de los proyectos son; el cumplimiento del alcance, el cronograma, el costo y la calidad planeada, por lo que, si un riesgo afecta de alguna manera a estos objetivos generales se traduce en la afectación del costo final del proyecto. Las condiciones de riesgo pueden incluir aspectos del entorno del proyecto o de la organización que contribuyan a poner en riesgo el proyecto, tales como las prácticas

deficientes de dirección de proyectos, la falta de sistemas de gestión integrados, la concurrencia de varios proyectos o la dependencia de participantes externos fuera del ámbito de control directo del proyecto.

Los riesgos del proyecto tienen su origen en la incertidumbre que está presente en todos los proyectos. Los riesgos conocidos son aquellos que han sido identificados y analizados, lo que hace posible planificar respuestas para tales riesgos. A los riesgos conocidos que no se pueden gestionar de manera proactiva se les debe asignar una reserva para contingencias. Los riesgos desconocidos no se pueden gestionar de manera proactiva y por lo tanto se les puede asignar una reserva de gestión. Un riesgo negativo del proyecto que se ha materializado se considera un problema.” (PMI 5ta Edición, 2013)

Categorización de riesgos.

Usar categorías de riesgos ayuda a identificar nuevos riesgos. Las categorías pueden ser distintas dependiendo del tipo de proyecto, en la Tabla N° 2.2, se observa las categorías y subcategorías de los riesgos según la clasificación del PMBOK.

Tabla N° 2.2: Categorización de Riesgos

Riesgos del Proyecto - Categoría y Subcategorías		
Categoría	Subcategoría	Ejemplo
Técnicos	Requisitos	Especificaciones pocos precisas
	Tecnología	Dependencia de "nuevos avances" de poco uso real
	Complejidad	Identificar como interactuará (interfaces)
	Rendimiento y fiabilidad	Por novedad, imposible estimar velocidad y fiabilidad
Externos	Proveedores o Subcontratistas	Retrasos en envíos o entregas.
	Normativa	Un cambio legal puede variar alcance y costes
	Mercado	Competidores pueden adelantarse presentando propuestas similares
	Cliente	Los usuarios podrían cambiar la dirección del proyecto
	Climatología	(sólo en algunas regiones, para ciertos tipos de proyecto)
Organizativos	Dependencias	Tareas críticas del proyecto dependen de la culminación de otros proyectos
	Recursos y Priorización	Otros proyectos podrían afectar la disponibilidad de recursos
	Financiación	Presupuesto afectado por la coyuntura económica
Gestión del proyecto	Estimación	Estimaciones del trabajo y costes son incompletos o parciales
	Planificación	Se desconoce el uso de software de planificación
	Control	Cambios constantes en los criterios para valorar el progreso
	Comunicación	Informes poco claros sobre la evolución del proyecto

Fuente: (PMI 5ta Edición, 2013)

Así mismo, según el PMBOK los riesgos se pueden clasificar según sus fuentes, es decir, según las causas que los provocan. Existen dos grandes categorías en la que agrupar las fuentes de los riesgos:

- Fuentes de riesgos internos
- Fuentes de riesgos externos.

Los riesgos externos son aquellos que tienen sus fuentes fuera de la organización que esponsoriza el proyecto. Sin embargo, los riesgos internos tienen sus fuentes dentro de la organización, incluyendo el proyecto. Los riesgos internos pueden ser controlados por el equipo de proyecto.

Obviamente, las fuentes de los riesgos y la exposición a pérdidas potenciales son factores dependientes del proyecto. Las siguientes tablas muestran ejemplos de la clasificación de las fuentes de los riesgos tanto internos como externos que ayudan a la identificación de los mismos.

3. MATERIAL Y MÉTODOS

3.1. Material

3.1.1. Población

La población para el trabajo de investigación, son los proyectos que incluyen instalación de tuberías de agua potable y alcantarillado con diámetros hasta 300 mm (12”), en zonas donde no haya existencia de interferencias y con suelo tipo suelto o roca suelta.

3.1.2. Muestra

La prueba se realiza en el proyecto “Habilitación Urbana Oasis de Paracas” en el Distrito de Paracas, Provincia de Pisco y Departamento de Ica.

En el cual se instala tuberías de los siguientes diámetros 90 mm (3 ½”), 110 mm (4”), 220 mm (8”). El tipo de suelo del proyecto es superficialmente hasta 0.30m de espesor se encuentran depósitos de 90% de arenas (arenas limosas y arenas limosas mal gradadas) y 10% de gravas (gravas bien y mal gradadas y gravas limosas); bajo esta capa, hasta una profundidad aproximada de 1.50m se encuentra un estrato de suelo conformado por suelos de la misma naturaleza (50% arenas y 49% gravas).

3.2. Método

3.2.1. Nivel de investigación

El nivel de investigación es descriptivo y explicativo, descriptivo ya que con esta investigación se pretende establecer los parámetros para la utilización óptima de la tecnología Rocket Plough y explicativo porque el Perú no está familiarizado con las tecnologías sin zanja para instalación de tuberías.

3.2.2. Diseño de investigación

La investigación se realiza en campo, tomando datos realizados en el proyecto “Habilitación Urbana Oasis de Paracas” por los siguientes diámetros de tuberías de HDPE 90 mm, 110 mm, 220 mm.

Explicando Desarrollando

3.2.3. Variables de estudio y operacionalización

Tabla 3.1: Variables de estudio

Variable	Dimensiones	Indicador	Unidad de medida	Instrumento de Investigación
Independiente (VI)				
X1: Tipo de tecnología a usar	X1.1: Tecnología Tradicional X1.2: Tecnología No Tradicional (Rocket Plough)	Longitud de tubería instalada	m	Formato de control de proyecto
X2: Tipo de suelo	X2.1: Material Suelto X2.2: Roca suelta X2.3: Roca fija	Caracterización de suelo de la zona donde se realizará la instalación de la tubería		Formato de control de proyecto
X3: Diámetro de tubería	X3.1: 90 mm (3 ½") X3.2: 110 mm (4") X3.2: 220 mm (8") X3.2: 220 mm (8")	Diámetro de tubería a instalar mediante ambas tecnologías	mm	Formato de control de proyecto
X4: Profundidad de instalación	X4.1: 1.30 m X4.2: 1.50 m X4.3: 1.80 m	Profundidad de instalación de tubería por ambas tecnologías	m	Formato de control de proyecto
Dependiente				
Y1: Tiempo de instalación	Y1: Tiempo de instalación	Tiempo de instalación total	horas	Formato de control de proyecto
Y2: Costo de instalación	Y2: Costo de instalación total del proyecto	Costo de instalación por metro lineal instalado	Soles	Formato de control de proyecto, valorización final del proyecto
Y3: Nro de Accidentes	Y3: Número de Accidentes e incidentes reportados durante la ejecución del proyecto.	Número accidentes e incidentes ocurridos durante la instalación	Cantidad de accidentes	Reporte de accidentes e incidentes del proyecto
Y4: Productividad de HH	Y4: Productividad de HH por metro lineal de tubería instalada	Cantidad de Horas hombre consumidos por instalación de un metro lineal de tubería	HH/m	Formato de control de proyecto
Y5: Productividad de HM	Y5: Productividad de HM por metro lineal de tubería instalada	Cantidad de horas maquina consumidos por la instalación de un metro lineal de tubería	HM/m	Formato de control de proyecto

3.2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnica: La técnica principal para la recolección de datos del estudio es la observación, la cual se lleva a cabo en el área de trabajo, durante el uso de la tecnología Rocket Plough

Instrumentos: El instrumento de recolección de datos es el formato de control del proyecto, en el cual se indica el avance diario usando la metodología Rocket Plough, así como las observaciones que se pueden presentar en la ejecución del proyecto.

3.2.5. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Para el procesamiento: Tabulación, presentaciones en Cuadros, Tablas, Gráficos.

Para el análisis: Se usa comparación mediante cuadros, gráficos de barras, gráficos de pasteles para observar y medir las ventajas del método no tradicional Rocket Plough.

4. RESULTADOS

En este capítulo se hace una recopilación de los costos de los proyectos ejecutados con la tecnología tradicional para evidenciar las pérdidas económicas a los que se incurre en la instalación de tuberías; se toman en cuenta proyectos que tienen características similares al proyecto Oasis en cuanto a tipo de terreno, profundidad de instalación, pendiente de instalación. Así mismo, se describe como sería el procedimiento constructivo en el proyecto Oasis si se desarrollara de la forma tradicional incluyendo el análisis de la productividad y el cálculo de los costos directo de dicha instalación. Además, se identifican los principales problemas para plantear alternativas de solución. Finalmente se desarrolla el cálculo de la productividad y costos del proyecto con el uso de la tecnología no tradicional, uso del Rocket Plough.

4.1. Descripción de las características Generales del proyecto Oasis

La instalación de tuberías de agua potable y alcantarillado en el proyecto Oasis se realizará usando la tecnología no tradicional denominada Rocket Plough, sin embargo para el análisis respectivo se realiza el desarrollo teórico del proyecto usando la tecnología tradicional de excavación de zanjas, así mismo hacemos la descripción respectiva de las características principales del proyecto:

4.1.1. Ubicación del proyecto

La Compañía Inmobiliaria Paracas desarrolla un proyecto inmobiliario de lotes para casas de playa llamado “Oasis”, el cual cuenta con un área aproximada de 38 hectáreas; como parte de la habilitación urbana se desarrolla la instalación de las redes de agua potable y alcantarillado.

El terreno en estudio se encuentra ubicado en la Habilitación Oasis, en el Distrito de Paracas, Provincia de Pisco y Departamento de Ica, en la Figura N° 4.1 se observa la ubicación del proyecto.

Figura N° 4.1: Ubicación Regional del Proyecto Oasis

Fuente: (INNCCIVE, 2013)

4.1.2. Área del Terreno:

El área total de terreno es de 29,915.91 m², y está dividido en lotes de vivienda, de acuerdo al plano de lotización del distrito.

4.1.3. Accesibilidad

El área en estudio se ubica en el km 231 de la carretera panamericana sur aproximadamente teniendo una ruta de acceso desde la ciudad de pisco por la Av. José de San Martín intersectado por la Av. Demetrio miranda teniendo un Acceso Principal por la Av. Genaro Medrano a la altura del km 18.

4.1.4. Altitud

El área de estudio se encuentra a una altura aproximada de 15 msnm.

4.1.5. Clima

Su clima tiene una temperatura promedio anual de 22 °C y es mayormente soleado. Es un territorio muy ventoso cuyas fortísimas corrientes de aire portadoras de arena, conocidos como paracas, tienen una velocidad media de 25 km/h y con máximas de 60 km/h.

4.1.6. Red de Distribución de Agua Potable

Las redes de distribución proyectadas estarán conformadas por tuberías de HDPE ISO PE100 DN 90 mm (3 ½") a 150 mm (6") con norma de fabricación NTP ISO 1452:2011.

4.1.7. Red de Distribución de Alcantarillado

Para recolectar los desagües se han diseñado colectores de DN 90 mm (3 ½”) y DN 200mm (8”) de diámetro, según norma ISO PE100, considerando que cada lote descargará en forma directa a la red de recolección que pasa frente a este.

El diseño se realizó teniendo en cuenta las pendientes de la tubería proyectada, la fuerza tractiva y el perfil de rasante de vías, con la finalidad de que todos los lotes descarguen sin ningún problema a la red exterior.

4.1.8. Estudio de Suelos

Descripción General del Terreno: El área explorada tiene diferentes características y densidad del suelo, superficialmente hasta 0.30m de espesor se encuentran depósitos de 90% de arenas (arenas limosas y arenas limosas mal gradadas) y 10% de gravas (gravas bien y mal gradadas y gravas limosas); bajo esta capa, hasta una profundidad aproximada de 1.50m se encuentra un estrato de suelo conformado por suelos de la misma naturaleza (50% arenas y 49%gravas), sin embargo, en la parte central del lote se encontró, de acuerdo a la clasificación de suelos del laboratorio un suelo arcilloso de alta plasticidad que representa aproximadamente el 1% del área total investigada. El análisis químico indica que gran parte de estos suelos tienen presencia de sales y carbonatos que aportan cohesión por lo que tienen alta compacidad y resistencia al esfuerzo cortante en sus condiciones naturales tal cual se investigó in situ. Finalmente, y hasta una profundidad promedio de 3.00m se encuentran estratos conformados por 20% de arenas y 75% de gravas que tienen un alto grado de compacidad producto de sales y carbonatos (suelos tipo caliche) y 5% de suelos finos limosos de baja y alta plasticidad. (INNCIVE, 2013)

En las zonas donde se realizó ensayos SPTs en general se encontró bajo el nivel de 3,0m suelos arenosos SP y SM, y gravas GP-GM. Sin embargo, en tales lugares no se tiene la certeza de la profundidad del nivel freático, pero de acuerdo a las curvas de nivel solo se infiere que está más debajo de la profundidad de rechazo.

Nivel Freático:

- No Alcanzado en el 98% del total de sectores investigados.
- Se llegó a un Nivel Freático Promedio de 2.90m en algunos sectores.

El estudio de suelos recomienda que las excavaciones se pueden realizar manualmente o mediante uso de equipo mecánico; asimismo, las tuberías deben apoyarse sobre una cama de afirmado y/o arena en un espesor no menor de 10cm la cual se encuentra sobre los

suelos arenosos limosos, limos arenosos y suelo gravoso (hormigón típico de río) en estado semicompacto, por otro lado las excavaciones que se realicen en la zona de estudio con afloramientos de agua ya sea por aniegos, napa freática, bofedales, etc., se deben de extraer con algún sistema de bombeo a la hora de cimentar las estructuras, además, cuando existen indicios de que las condiciones del suelo y la napa freática son desfavorables para la excavación, es recomendable hacer tabla estacado, entibado, pañeteo de paredes y/o drenaje de zanjas.

Para el relleno se está empleando el mismo material, eliminando las partículas mayores de 2" y/o material de préstamo consistente en un suelo gravoso de cantera, compactado por capas al 95% de la Máxima Densidad seca del Proctor Modificado, el primer relleno compactado que comprende a partir de la cama de apoyo de la tubería, hasta 0,30 m por encima de la clave del tubo es de material selecto. Este relleno se coloca en capas de 0,10 m de espesor terminado, compactándolo íntegramente con pisones manuales de 20 a 30 kg de peso, teniendo cuidado de no dañar la tubería, el segundo relleno compactado, está comprendido entre el primer relleno hasta el nivel superior del terreno y se realiza a humedad óptima verificándolas en capas no mayores a 15cm, se compacta el relleno hasta obtener una densidad no menor del 95% según lo calculado (se obtiene mediante ensayo Proctor Estándar), además, el material seleccionado para la base de la pavimentación es de afirmado de acuerdo a la clasificación AASHTO. El cual está libre de materia vegetal y terrones de tierra, manteniendo una cantidad de finos que garanticen su trabajabilidad y den estabilidad a la superficie antes de colocar el riego de imprimación. Se compacta utilizando rodillos vibratorios hasta alcanzar la densidad especificada. El porcentaje de compactación no será menor al 100% de la máxima densidad seca del Proctor modificado (AASHTO-T-180).

4.1.9. Metrado

En la Tabla N° 4.1 se muestra el metrado de la red de las tuberías a instalarse en el proyecto Oasis, la cual servirá de base para el análisis del proyecto.

Tabla N° 4.1: Metrado de tuberías del proyecto Oasis

DESCRIPCIÓN	UND	METRADO
Instalación de Tubería HDPE DN 90 agua	m	3645.00
Instalación de Tubería HDPE DN 160 agua	m	945.00
Instalación de Tubería HDPE DN 90 alcantarillado	m	695.00
Instalación de Tubería HDPE DN 110 alcantarillado	m	810.00

Fuente: (INNCIVE, 2013)

4.1.10. Factores que afecta la productividad

Los principales factores que afectan el rendimiento de la instalación de tuberías están relacionadas a la planificación de las actividades que la componen, en este caso el hecho de que se cuenta sólo con una cuadrilla de fusión, pone a esta actividad como una actividad “cuello de botella”, ya que de no planificarse correctamente las actividades previas a esta, la cuadrilla puede tener pérdida de productividad por tiempos de espera; otro factor importante que afecta la productividad de la ubicación de las tuberías y los accesorios, es decir si estos se encuentran cerca del personal que lo va a usar en cuanto lo necesite.

Por otro lado identificamos las oportunidades que se podrían presentar durante la planificación y ejecución del proyecto.

Tabla N° 4.2: Factores que afectan la productividad

Factores que tienen efecto negativo sobre la productividad	Factores que tienden a mejorar la productividad
<ol style="list-style-type: none">1. Sobretiempo programado o fatiga2. Errores y omisiones en planos y especificaciones3. Muchas modificaciones durante la ejecución del proyecto4. Diseños incompletos o atrasados5. Falta de supervisión del trabajo6. Ubicación inapropiada de los materiales7. Temperatura o clima adverso8. Falta de materiales cuando se necesitan9. Falta de equipos y herramientas cuando se necesitan10. Alta tasa de accidentes de trabajo11. Composición y tamaño inadecuado de cuadrillas12. Exceso de tiempo en la toma de decisiones13. Exigencias excesivas de control de calidad14. Interrupciones no controladas (café, ida a los servicios, etc.)15. Hora del día y día de la semana, que provocan variaciones en el desempeño de las personas16. Características de tamaño y duración de la obra, poco motivadoras para el personal.	<ol style="list-style-type: none">1. Aprovechamiento del fenómeno de aprendizaje2. Programas educacionales y de capacitación del personal3. Programas de seguridad en la obra4. Pre-planificación de las operaciones5. Programación a intervalos cortos, a nivel de cuadrillas6. Practicas eficientes de adquisiciones7. Usar incentivos en los contratos de obras8. Utilización eficiente de subcontratistas9. Disponibilidad suficiente de herramientas10. Uso de estudios de tiempos y movimientos, para mejorar la eficiencia, reducir la fatiga y trabajar racionalmente11. Buena supervisión del trabajo.

4.2. Reportes de costos en proyectos previos

Los proyectos a tomar en cuenta para el análisis de la productividad y respectivo análisis de reducción de costos, son los tramos de proyectos con características similares a las del proyecto Oasis, con respecto al tipo de suelo, diámetros de tuberías, profundidad de instalación etc., A continuación se realiza una breve descripción de los proyectos que tienen tramos con características similares al proyecto del presente estudio.

4.2.1. Proyecto: Redes de Abastecimiento de Agua y de Recolección de Alcantarillado de la Habitación Urbana "Alto del Prado" – distrito de Asia – provincia Cañete, de la empresa Inmobiliaria Los Portales

Ubicación: El Área del proyecto a intervenir se encuentra ubicada en el distrito de Asia, provincia de Cañete, Departamento de Lima, la Habitación Urbana Alto del Prado se ubicada a la altura del Km 104 de la Panamericana Sur, tal como se muestra en la Figura N° 4.2.

Figura N° 4.2: Ubicación General del Alto el Prado

Fuente: (LYCONS S.R.L., 2017)

Acceso a la Zona de Estudio

El acceso es por la panamericana sur altura km 104.

Tipo de Suelo

Descripción General del Terreno: El área explorada tiene diferentes características y densidad del suelo.

De 0.00m hasta 1.00m encontramos un material de relleno de limo arenoso con presencia de hormigón de color marrón claro seco y compacto

De 1.00m hasta 3.00m de profundidad, se presenta estratos de arena limosas de compacidad media y ligeramente húmeda. (LYCONS S.R.L., 2017)

Nivel Freático:

- No Alcanzado en el 100% del total de sectores investigados.

Superficialmente hasta 0.10m de espesor se encuentran depósitos de 10% de arenas (arenas limosas) y 40% de finos (arcilla limosa - arenosa) 1.10m de espesor aproximado. Subyacen suelos gravosos (grava pobremente graduada con arena) en un 50% hasta una profundidad de 3.00m

Realizar Las excavaciones manualmente o mediante uso de equipo mecánico.

Las tuberías estarán apoyadas sobre suelos arenosos y areno arcillosos, en general en estado semicompacto, sobre una cama de arena en un espesor no menor de 10cm.

El Relleno de las zanjas se recomienda emplear el mismo material eliminando las partículas mayores de 2" y/o material de préstamo de cantera, compactado por capas al 95% de la Máxima Densidad seca del Proctor Modificado.

El primer relleno compactado que comprende a partir de la cama de apoyo de la tubería, hasta 0,30 m por encima de la clave del tubo será de material selecto. Este relleno se colocará en capas de 0,10 m de espesor terminado, compactándolo íntegramente con pisones manuales de 20 a 30 kg de peso, teniendo cuidado de no dañar la tubería. El segundo relleno compactado, estará comprendido entre el primer relleno hasta el nivel superior del terreno y será hara a humedad optima verificándolas en capas no mayores a 15cm, se irá compactando el relleno hasta obtener una densidad no menor del 95% según lo calculado (se obtiene mediante ensayo Proctor Modificado).

Tipo de Terreno: Normal

Reubicación de Interferencias: No

En la Tabla N° 4.3, se presenta el resumen del presupuesto del costo total de instalación del tramo a analizar del proyecto Ica.

Tabla N° 4.3: Resumen de Presupuesto del Proyecto Alto el Prado

DESCRIPCIÓN	UND	METRADO	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL DE INSTALACIÓN
Instalación de tubería PVC de agua Potable DN 90mm (3 ½")	m	1,963.96	S/. 101.39	S/. 199,125.90
Instalación de tubería PVC de agua Potable DN 110mm (4")	m	685.28	S/. 107.85	S/. 73,907.45
Instalación de tubería PVC de agua Potable DN 160mm (6")	m	10.00	S/. 114.36	S/. 1,143.60
Instalación de tubería PVC de agua Potable DN 200mm (8")	m	277.15	S/. 120.17	S/. 33,305.12
Instalación de tubería PVC de Alcantarillado DN 200mm (8")	m	2,176.32	S/. 175.55	S/. 382,052.98

Fuente: (LYCONS S.R.L., 2017)

4.2.2. Proyecto: Ampliación y Mejoramiento del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado para el Macro Proyecto Pachacútec del Distrito de Ventanilla – Etapa 1

Ubicación De La Zona De Estudio

La Ciudad de Pachacútec y anexos pertenece al Distrito de Ventanilla, se ubica a una distancia de 39 Km al noreste de la ciudad de Lima. Tiene como límites al Norte con

Distrito de Santa Rosa, por el Este y Sur con los cerros del Distrito de Puente Piedra y por el Oeste con el Océano Pacífico. Las variaciones de nivel van desde los 0 msnm hasta los 400 msnm y geográficamente se encuentra entre los 77°07'27" de longitud y 11°52'15" de latitud; las cotas de nivel oscilan entre 0 msnm hasta los 400 msnm, tal como se muestra en la Figura N° 4.3: Ubicación del Proyecto Pachacutec.

De acuerdo a la sectorización de SEDAPAL comprende los sectores: 282, 283, 284, 285, 286, 287, 288, 289, 290 y 291.

Figura N° 4.3: Ubicación del Proyecto Pachacutec

Fuente: (INNCIVE, 2013)

Acceso a la zona de estudio

Se puede acceder a la ciudad de Pachacútec a través de dos vías, una es a través de la Av. Elmer Faucett siguiendo por el Aeropuerto Internacional Jorge Chávez rumbo hacia el Norte, para luego empalmar con la Av. Néstor Gambeta hasta llegar a Ventanilla; otro acceso es a través de la Carretera Panamericana Norte, luego del distrito de Puente Piedra existe un intercambio vial a la izquierda a la altura del km. 39 que conduce directamente hacia el distrito de Ventanilla. Internamente, en la ciudad existen 3 vías integradoras longitudinalmente que son las avenidas 225, “E” y Los Arquitectos

Estudio de mecánica de suelos

Descripción General del Terreno: El área explorada tiene diferentes características y densidad del suelo; de 0.00m hasta 2.00 m encontramos un material de relleno de arena limosa presencia de hormigón de color marrón claro seco y compacto; de 2.00 m hasta 3.00m de profundidad, se presenta estratos de arena mal gradada con limos de compacidad media y ligeramente húmeda (SM); de 3.00 m hasta 7.00m de profundidad, se presenta estratos de arena.

Nivel Freático:

- No Alcanzado en el 98% del total de sectores investigados.
- Se llegó a un Nivel Freático Promedio de 1.10m. en el 2% de sectores.

El material de cama de apoyo de la tubería será material propio de la excavación ya que en todas las excavaciones de calicatas se han encontrado arenas, la cama de arena y protección de la tubería será hasta 30cm sobre la clave del tubo, además, el material de relleno será propio de la excavación previo zarandeo o eliminación de partículas mayores a 4 pulgadas, por ultimo para la compactación recomienda que el fondo de zanja deberá ser compactado al 95% de la máxima densidad seca del proctor estándar, la instalación se efectuará siguiendo el procedimiento detallado en las especificaciones técnicas del proyecto, todo trabajo de compactación se efectuará en capas de espesor no mayor de 0.20m.

El estudio de suelos recomienda que la zanja debe de excavar de acuerdo al trazo indicado en el plano, considerándose las dificultades que el terreno presenta como árboles, raíces canales, postración, otros ductos el ancho es variable por el tipo de material encontrado, para que el ancho de la cama permita una adecuada compactación alrededor de la tubería, asimismo, las zanjas excavadas respetaran alineación, cotas de fondo, pendientes, ángulos de desvíos, y especificaciones, además el fondo de las zanjas deben de limpiarse, eliminando piedras, afloramientos rocosos, bolones de material arcillosos, piedras tipo bolonerías y cualquier otro obstáculo, por último, en toda el área de apoyo de las tuberías se procederá a re compactar, por alteraciones durante el proceso de excavaciones, debiéndose mejorar con material de préstamo agregado clasificado fino de $E=0.10$ metro y compactar con vibro apisonadores y o equipo similar para proceder con las pruebas de compactación respectivas.

En la Tabla N° 4.4: Resumen del Presupuesto del Proyecto Pachacútec, se presenta el resumen del presupuesto del costo total de instalación del tramo a analizar, proyecto Pachacutec.

Tabla N° 4.4: Resumen del Presupuesto del Proyecto Pachacútec

DESCRIPCIÓN	UND	METRADO	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Instalación de tubería PVC de agua Potable DN 250 mm (9 ¾")	m	867.48	S/. 133.26	S/. 115,600.38
Instalación de tubería PVC de agua Potable DN 200 mm. (8")	m	3,005.86	S/. 105.04	S/. 315,735.53
Instalación de tubería PVC de agua Potable DN 160 mm (6")	m	13,943.60	S/. 81.15	S/. 1,131,523.14
Instalación de tubería PVC de agua Potable DN 110 mm (4")	m	38,432.70	S/. 82.88	S/. 3,185,302.18
Instalación de tubería PVC de agua Potable DN 90 mm (3 ½")	m	216,950.53	S/. 53.84	S/. 11,680,616.54
Instalación de tubería PVC de agua Potable DN 63 mm (2 ½")	m	6,631.23	S/. 52.57	S/. 348,603.76
Instalación de tubería PVC de agua Potable DN 48 mm (1 ¾")	m	96.09	S/. 51.40	S/. 4,939.03

Fuente: (INNCIVE, 2013)

4.3. Descripción del sistema tradicional para el proyecto Oasis

4.3.1. Detalle del proceso constructivo

El proceso constructivo a seguir usando la metodología tradicional de excavación de zanjas, se describe en el documento “Especificaciones Técnicas y Formas de Pago” del Expediente técnico de Saneamiento del Proyecto (INNCIVE, 2013), que a su vez cita al manual de instalación de tuberías de polietileno y el Reglamento Nacional de Edificaciones RNE OS0.50, en la Figura N° 4.4, se observa la secuencia de actividades que se realizan para la instalación de las tuberías. Asimismo, se presenta en el Anexo N° 2 Resumen de las partidas a ejecutar para la instalación de tuberías materia de la presente investigación.

Figura N° 4.4: Secuencia de las actividades a realizar para la instalación de tuberías

Fuente: Elaboración Propia

4.3.2. Riesgos de Accidentes

Para determinar los índices de riesgos de las actividades que se consideran representativas, se desarrolló la Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos (IPER) en el Anexo 1, en las cuales se determinó el índice de riesgo de las tareas involucradas en dichas actividades, así como las medidas de control que se toman generalmente para reducir estos índices de riesgo.

Los peligros ocupacionales al que se someten los trabajadores en esta etapa del proyecto si se realiza la instalación de tuberías con la tecnología tradicional de excavación de zanjas pueden ser; daños a causas del deslizamiento del talud de las zanjas, polvo, ruido, disminuye la productividad de los trabajadores, ya que estos cuando se sienten expuestos al peligro no realizan su trabajo con la celeridad planificada.

Luego de análisis de los riesgos de accidentes, y aplicación de su respectiva medida de control, se observa en la Tabla N° 4.5, el resumen del nivel de significancia de los riesgos de accidentes identificados y evaluados.

Tabla N° 4.5: Resumen de Nivel de Significancia de Riesgos Identificados.

Puesto de Trabajo	Tarea	Descripción del Peligro	Nivel de Significancia
Personal Civil	Acondicionamiento y señalización del área	Pisos resbaladizos, dispares y con obstáculos	Bajo
		Radiaciones no ionizantes (radiación solar)	Bajo

Puesto de Trabajo	Tarea	Descripción del Peligro	Nivel de Significancia
		Animales (cercanía de perros)	Bajo
Excavadores	Excavación manual	Aplastamiento	Mediano
		Objetos punzocortantes	Bajo
		Objetos que pueden caer desde altura (escombros)	Bajo
		Carga térmica (Calor),	Bajo
		Ruido	Bajo
		Radiaciones no ionizantes (radiación solar)	Bajo
		Polvo, tierra	Bajo
		Carga de trabajo dinámica. Peligros asociados a levantar/manejar objetos manualmente.	Bajo
		Ejecución de tareas en posición prolongada.	Bajo
		Ruido	Bajo
		Violencia personal (delincuencia)	Bajo
		Animales (cercanía de perros)	Bajo
Operadores de Máquinas y Equipos	Excavación mecánica	Partes en movimiento (brazo de retroexcavadora, brazo de minicargador)	Mediano
		Vehículos (circulación de máquinas y equipos, volquete)	Mediano
		Proyección de Objetos	Bajo
		Contacto eléctrico directo (interferencias eléctricas)	Bajo
		Líquidos Inflamables	Mediano
		Líquidos Inflamables	Bajo
		Ruido	Bajo
		Vibraciones	Bajo
		Polvo, tierra	Bajo
		Carga postural estática (movimientos repetitivos)	Bajo
		Ejecución de tareas en posición prolongada	Bajo
		Zanja Abierta	Mediano
Supervisores y Prevencionista	Supervisión de Obra	Vehículos (peligro de transporte)	Mediano
		Proyección de Objetos	Bajo
		Sustancias que pueden ser inhaladas (gases, polvo, vapores, etc.)	Bajo
		Ejecución de tareas en posición prolongada (trabajos de pie)	Bajo
		Violencia Personal	Bajo
		Animales (cercanía de perros)	Bajo
Todos los involucrados en trabajos	Trabajos de excavación de zanjas	Terremotos, maremotos, tsunamis, sismos	Mediano

La ventaja principal del uso de la metodología tradicional es que se puede tener el control absoluto de la instalación, ya que se puede visualizar completamente las operaciones. Las principales desventajas son los peligros ocupacionales al que se someten los trabajadores, como los daños a causas del deslizamiento del talud de las zanjas, polvo, ruido, así como el uso de la electrofusión para la unión de tuberías, ya que esta por ser una actividad subcontratada y por la magnitud del proyecto tendría que tener e material listo para su

fusión en el momento en el que llegue el fusionista, planificando muy detalladamente las actividades previas a la soldadura, pues es normal que en una obra de esta magnitud sólo se encuentra un fusionista, y por lo tanto se debe aprovechar al máximo su participación evitando que se convierta en un cuello de botella. Por otro lado, el tipo de suelo que en su mayoría es suelto, requiere el uso de entibados o tablaestacados lo que genera gastos adicionales para la instalación de tuberías

4.3.3. Riesgos económicos en el Proyecto Oasis

Los riesgos económicos en la instalación de tuberías mediante la excavación de zanjas, son principalmente los riesgos a incurrir en gastos que no se encuentran planificados, por lo que es necesario realizar un análisis y planificación de respuesta a estos riesgos. Los riesgos económicos identificados son los que se mencionan a continuación:

Riesgo de aumento de precio de suministros, sin embargo ya que por la duración del proyecto este presenta una baja probabilidad de ocurrencia, no se elabora el plan de respuesta; riesgo de huelga de trabajadores, huelgas o bloqueos en los caminos de acceso a la obra, en caso de la ocurrencia de este riesgo el contrato está respaldado por demoras en tiempo por cuestiones ajenas al ejecutor del proyecto, sin embargo el tener que ampliar el plazo de ejecución también conlleva a obtener pérdidas económicas, en este caso se tiene una reserva del 1% del presupuesto total del proyecto, de sobrepasar los gastos este 1% la administración de la empresa debe gestionar una Adenda al contrato original; riesgo de terremoto con la respectiva consecuencia de tsunami, este riesgo tiene alto impacto pero baja probabilidad, en este caso de ocurrir este riesgo el proyecto debe contar con un seguro contra desastres naturales; riesgo de ocurrencia de accidentes ocupacionales, en caso de ocurrencia de este riesgo el proyecto tiene un plan de respuesta a emergencia para atender al personal accidentado y la inmediata continuación de las actividades, con la posterior retroalimentación a los trabajadores respecto a la cadena de acontecimientos que llevaron a la ocurrencia de dicho accidente.

4.4. Descripción del sistema no tradicional para el Proyecto Oasis

4.4.1. Detalle del proceso constructivo

El proceso constructivo a seguir usando la metodología No tradicional sin excavación de zanjas, se describe a muestra en la Figura N° 4.5; por motivos de disponibilidad del contratistas de termofusión de las tuberías de HDPE, se realiza la instalación cada 100m que es la longitud de presentación de la tuberías de 90mm (3 ½”), 110mm (4”), en cuanto a las tuberías de 160mm (6”) se realiza primero la termofusión hasta alcanzar una longitud aproximada a 110mm (4”), y luego se realiza la instalación. En la siguiente figura, se observa la secuencia de actividades que se realizan para la instalación de las tuberías.

Figura N° 4.5: Secuencia de las actividades a realizar para la instalación de tuberías

Fuente: Elaboración Propia

Según lo detallado anteriormente se puede observar que para el proyecto Oasis se tiene una serie de secuencia de actividades con un alto nivel de dependencia de sus predecesoras, por lo que se elabora el cronograma teniendo en cuenta estas dependencias, asimismo se realiza el análisis de costos y presupuesto, en la Instalación de tuberías en el Proyecto Oasis mediante le tecnología Rocket Plough y se realiza una simulación en condiciones ideales para analizar la productividad y costos.

4.4.2. Riesgos de Accidentes

Para determinar los índices de riesgos de las actividades que se consideran representativas, se desarrolló la Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos (IPER) en el Anexo 1, en las cuales se determinó el índice de riesgo de las tareas involucradas en dichas actividades, así como las medidas de control que se toman generalmente para reducir estos índices de riesgo.

Luego de análisis de los riesgos de accidentes, y aplicación de su respectiva medida de control, se observa en la Tabla N° 4.6, el resumen del nivel de significancia de los riesgos de accidentes identificados y evaluados.

Tabla N° 4.6: Resumen de Nivel de Significancia de Riesgos Identificados.

Puesto de Trabajo	Tarea	Descripción del Peligro	Nivel de Significancia
Personal Civil	Acondicionamiento y señalización del área	Pisos resbaladizos, dispares y con obstáculos	Bajo
		Radiaciones no ionizantes (radiación solar)	Bajo
		Animales (cercanía de perros)	Bajo
Supervisores y Prevencionista	Supervisión de Obra	Vehículos (peligro de transporte)	Mediano
		Proyección de Objetos	Bajo
		Sustancias que pueden ser inhaladas (gases, polvo, vapores, etc.)	Bajo
		Ejecución de tareas en posición prolongada (trabajos de pie)	Bajo
		Violencia Personal	Bajo
		Animales (cercanía de perros)	Bajo
Todos los involucrados en trabajos	Trabajos de instalación de tuberías	Terremotos, maremotos, tsunamis, sismos	Mediano

Fuente: Elaboración Propia

4.5. Productividad y costos en instalación de tuberías con la tecnología Tradicional

Se realizó una simulación de costos y productividad del proyecto de instalación de tuberías en el Proyecto Oasis con la tecnología tradicional con excavación de zanjas, tomando como base los costos y productividades de los proyectos analizados previamente con características similares al proyecto Oasis

4.5.1. El presupuesto

Teniendo en cuenta las tareas que se debe realizar para la instalación se realizan un Análisis de Precios Unitarios para cada partida que se muestra en el Anexo N° 3, la cual

permitió desarrollar el presupuesto de instalación de tuberías con el método tradicional y que se resume en la Tabla N° 4.7.

Tabla N° 4.7: Resumen de Presupuesto de Instalación de Tuberías con el Método Tradicional en el Proyecto Oasis

ÍTEM	Descripción	Parcial (S/.)	TOTAL
01.	REDES SECUNDARIAS		761,450.29
01.01	OBRAS PROVISIONALES Y PRELIMINARES	85,071.63	
01.02	REDES SECUNDARIAS PROYECTADAS - AGUA POTABLE	499,573.16	
01.02.01	SUMINISTRO DE TUBERÍA	190,938.60	
01.02.02	SUMINISTRO DE ACCESORIOS	18,203.40	
01.02.03	INSTALACIÓN DE TUBERÍAS	54,298.40	
01.02.04	INSTALACIÓN DE ACCESORIOS	27,774.00	
01.02.05	MOVIMIENTO DE TIERRAS	205,264.80	
01.02.06	PRUEBAS	3,093.96	
01.03	REDES SECUNDARIAS ALCANTARILLADO	176,805.50	
01.03.01	SUMINISTRO DE TUBERÍA	66,992.80	
01.03.02	SUMINISTRO DE ACCESORIOS	10,158.60	
01.03.03	INSTALACIÓN DE TUBERÍA	18,915.18	
01.03.04	INSTALACIÓN DE ACCESORIOS	12,404.00	
01.03.05	MOVIMIENTOS DE TIERRAS	67,303.60	
01.03.06	PRUEBAS	1,031.32	

Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla N° 4.8 se presenta el resumen de los costos directos de la instalación de tuberías para el proyecto Oasis, en el cual se puede observar que la mano de obra representa el 17%, materiales 46%, equipos 24% y 13% en subcontratos, con referencia al recurso subcontrato, se refiere a los servicios de soldadura por electro-fusión incluye prueba de verificación de soldadura.

Tabla N° 4.8: Resumen de costos directos

RECURSO	PARCIAL (S/.)	% DE INCIDENCIA
MANO DE OBRA	S/. 150,875.58	19.81%
MATERIALES	S/. 329,138.96	43.22%
EQUIPOS	S/. 197,393.61	25.92%
SUBCONTRATOS	S/. 84,064.43	11.04%

Fuente: Elaboración Propia

4.5.2. Cronograma de construcción

En la Figura N° 4.6 se muestra el cronograma de instalación que se desarrolló para el proyecto Oasis, usando la tecnología tradicional, tal como se tenía planificado inicialmente se muestra en la , en caso se será de la siguiente forma:

Figura N° 4.6: Cronograma Gantt de Instalación de Tuberías con el Método Tradicional en el Proyecto Oasis

Fuente: Elaboración Propia

El tiempo total del proyecto Instalación de Redes Secundarias es de 133 días calendario, teniendo en cuenta los rendimientos de los proyectos estudiados anteriormente.

4.5.3. Productividad

Se desarrolla el análisis de los rendimientos y el desarrollo de la planificación del proyecto, se observa en la Tabla N° 4.9, la producción diaria esperada durante la ejecución del proyecto.

Tabla N° 4.9: Producción diaria de Instalación de Tuberías con el Método Tradicional en el Proyecto Oasis

DESCRIPCIÓN	METRADO	DURACIÓN	PRODUCCIÓN
	m	Días	m/día
Tubería HDPE DN 90 agua	3645.00	36	101
Tubería HDPE DN 160 agua	945.00	10	95
Tubería HDPE DN 90 alcantarillado	695.00	7	99
Tubería HDPE DN 220 alcantarillado	810.00	11	74

Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla N° 4.10, se presenta la conformación de las cuadrillas de trabajo para las partidas principales así como su respectiva

Tabla N° 4.10: Cuadrilla típica de instalación de tuberías

Cargo	Cantidad
Capataz	1
Operario	4
Operario excavadora	1
Oficial	4

Peón	9
------	---

Fuente: Elaboración Propia

4.6. Productividad y costos en instalación de tuberías con la tecnología No Tradicional

Se realizó el análisis de costos y productividad del proyecto de instalación de tuberías en el Proyecto Oasis, obtenido en obra usando la tecnología no tradicional Rocket Plough sin excavación de zanjas.

El proyecto en su planificación fue concebido para el uso de la tecnología tradicional, por lo cual el abastecimiento de materiales ya se encontraba programado, lo cual ocasionó retrasos en la ejecución, a continuación se presenta el resumen de los costos y la productividad real del proyecto Oasis.

4.6.1. Presupuesto de Instalación de tuberías en el Proyecto Oasis mediante la tecnología Rocket Plough

Teniendo en cuenta las tareas que se debe realizar para la instalación se realizan un Análisis de Precios Unitarios para cada partida que se muestra en el Anexo N° 4 y que permitió hacer el presupuesto de instalación de tuberías con el método no tradicional que se muestra en el Anexo N° 4 y que se resume en la Tabla N° 4.11.

Tabla N° 4.11: Resumen de Presupuesto de Instalación de Tuberías con el Método No Tradicional (Rocket Plough) en el Proyecto Oasis

ÍTEM	Descripción	Parcial (S/.)	TOTAL
01.	REDES SECUNDARIAS		558,231.96
01.01	OBRAS PROVISIONALES Y PRELIMINARES	43,679.33	
01.02	REDES SECUNDARIAS PROYECTADAS - AGUA POTABLE	360,315.50	
01.02.01	SUMINISTRO DE TUBERÍA	190,938.60	
01.02.02	SUMINISTRO DE ACCESORIOS	18,203.40	
01.02.03	INSTALACIÓN DE TUBERÍAS	123,399.50	
01.02.04	INSTALACIÓN DE ACCESORIOS	27,774.00	
01.02.05	MOVIMIENTO DE TIERRAS	0.00	
01.02.06	PRUEBAS	0.00	
01.03	REDES SECUNDARIAS ALCANTARILLADO	154,237.13	
01.03.01	SUMINISTRO DE TUBERÍA	66,992.80	
01.03.02	SUMINISTRO DE ACCESORIOS	10,158.60	
01.03.03	INSTALACIÓN DE TUBERÍA	64,681.73	
01.03.04	INSTALACIÓN DE ACCESORIOS	12,404.00	
01.03.05	MOVIMIENTOS DE TIERRAS	0.00	
01.03.06	PRUEBAS	0.00	

Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla N° 4.12 se presenta el resumen de los costos directos de la instalación de tuberías para el proyecto Oasis, en el cual se puede observar que la mano de obra representa el 6%, materiales 55%, equipos 28% y 11% en subcontratos, con referencia al recurso subcontrato, se refiere a los servicios de soldadura por electro-fusión incluye prueba de verificación de soldadura.

Tabla N° 4.12: Resumen de costos directos

RECURSO	PARCIAL (S/.)	% DE INCIDENCIA
MANO DE OBRA	S/. 34,445.53	6.17%
MATERIALES	S/. 307,634.31	55.11%
EQUIPOS	S/. 153,763.18	27.54%
SUBCONTRATOS	S/. 62,407.33	11.18%

Fuente: Elaboración Propia

4.6.2. Cronograma de construcción

En la Figura N° 4.7 se muestra el cronograma de instalación tal cual se desarrolló durante la ejecución del proyecto Oasis, usando la tecnología tradicional, en la siguiente figura:

Figura N° 4.7: Cronograma Gantt de Instalación de Tuberías con Rocket Plough en el Proyecto Oasis

Fuente: Elaboración Propia

El tiempo total del proyecto Instalación de Redes Secundarias es de 74 días calendarios, cabe señalar que en la ejecución del proyecto se produjeron retrasos ya que este no tenía el material en obra, ocasionando horas muertas durante la ejecución del proyecto.

4.6.3. Productividad

Se desarrolla el análisis de los rendimientos y el desarrollo de la planificación del proyecto, se observa en la Tabla N° 4.13, la producción diaria esperada durante la ejecución del proyecto.

Tabla N° 4.13: Producción diaria en Instalación de Tuberías

DESCRIPCIÓN	METRADO	DURACIÓN	PRODUCCIÓN
	m	Días	m/día
Tubería HDPE DN 90 agua	3645.00	15	243
Tubería HDPE DN 160 agua	945.00	5	189
Tubería HDPE DN 90 alcantarillado	695.00	3	232
Tubería HDPE DN 200 alcantarillado	810.00	4	203

Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla N° 4.14, se presenta la conformación de las cuadrillas de trabajo para las partidas principales así como su respectiva

Tabla N° 4.14: Cuadrilla típica de instalación de tuberías

Cargo	Cantidad
Operario Plough	1
Operario excavadora	1
Oficial	1
Peón	1

Fuente: Elaboración Propia

4.7. Productividad y costos en instalación de tuberías con la tecnología No Tradicional en condiciones óptimas

Se realizó una simulación de costos y productividad del proyecto de instalación de tuberías en el Proyecto Oasis usando la tecnología no tradicional Rocket Plough sin excavación de zanjas, teniendo en cuenta condiciones óptimas como el abastecimiento oportuno de materiales, a continuación se presenta el resumen de los costos y la productividad óptima del proyecto Oasis.

4.7.1. Presupuesto de Simulación de Instalación de tuberías en el Proyecto Oasis mediante la tecnología Rocket Plough en condiciones óptimas

Teniendo en cuenta las tareas que se debe realizar para la instalación se realizan un Análisis de Precios Unitarios para cada partida que se muestra en el Anexo N° 4 y que permitió hacer el presupuesto de instalación de tuberías con el método no tradicional que se muestra en el Anexo N° 4 y que se resume en la Tabla N° III.16

Tabla N° 4.15: Resumen de Presupuesto de Instalación de Tuberías con el Método No Tradicional (Rocket Plough) en el Proyecto Oasis

ITEM	Descripción	Parcial (S/.)	TOTAL
01.	REDES SECUNDARIAS		442,466.31
01.01	OBRAS PROVISIONALES Y PRELIMINARES	38,729.33	
01.02	REDES SECUNDARIAS PROYECTADAS - AGUA POTABLE	290,081.75	
01.02.01	SUMINISTRO DE TUBERÍA	190,938.60	
01.02.02	SUMINISTRO DE ACCESORIOS	18,203.40	
01.02.03	INSTALACIÓN DE TUBERÍAS	53,165.75	
01.02.04	INSTALACIÓN DE ACCESORIOS	27,774.00	
01.02.05	MOVIMIENTO DE TIERRAS	0.00	
01.02.06	PRUEBAS	0.00	
01.03	REDES SECUNDARIAS ALCANTARILLADO	113,655.23	
01.03.01	SUMINISTRO DE TUBERÍA	66,992.80	
01.03.02	SUMINISTRO DE ACCESORIOS	10,158.60	
01.03.03	INSTALACIÓN DE TUBERÍA	24,099.83	
01.03.04	INSTALACIÓN DE ACCESORIOS	12,404.00	
01.03.05	MOVIMIENTOS DE TIERRAS	0.00	
01.03.06	PRUEBAS	0.00	

Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla N° III.17 se presenta el resumen de los costos directos de la instalación de tuberías para el proyecto Oasis, en el cual se puede observar que la mano de obra representa el 6%, materiales 55%, equipos 28% y 11% en subcontratos, con referencia al recurso subcontrato, se refiere a los servicios de soldadura por electro-fusión incluye prueba de verificación de soldadura.

Tabla N° 4.16: Resumen de costos directos

RECURSO	PARCIAL (S/.)	% DE INCIDENCIA
MANO DE OBRA	S/. 23,439.42	5.30%
MATERIALES	S/. 307,634.31	55.11%
EQUIPOS	S/. 53,972.39	9.67%
SUBCONTRATOS	S/. 57,457.33	10.29%

Fuente: Elaboración Propia

4.7.2. Cronograma de construcción

En la Figura N° 4.8 se muestra el cronograma de instalación que se desarrolló para el proyecto Oasis, usando la tecnología tradicional, tal como se tenía planificado inicialmente:

Figura N° 4.8: Cronograma Gantt de Instalación de Tuberías con Rocket Plough en el Proyecto Oasis - óptimo

Fuente: Elaboración Propia

El tiempo total del proyecto Instalación de Redes Secundarias es de 50 días calendarios, este es el tiempo más óptimo a tomar en cuenta si en la planificación se habría priorizado el abastecimiento de tuberías habilitadas para la instalación.

4.7.3. Productividad

Se desarrolla el análisis de los rendimientos y el desarrollo de la planificación del proyecto, se observa en la Tabla N° 4.17, la producción diaria esperada durante la ejecución del proyecto.

Tabla N° 4.17: Producción diaria en Instalación de Tuberías

DESCRIPCIÓN	METRADO	DURACIÓN	PRODUCCIÓN
	m	Días	m/día
Tubería HDPE DN 90 agua	3645.00	5	730
Tubería HDPE DN 160 agua	945.00	2	475
Tubería HDPE DN 90 alcantarillado	695.00	1	730
Tubería HDPE DN 200 alcantarillado	810.00	2.5	320

Fuente: Elaboración Propia

4.8. Procedimiento específico para el uso óptimo del Rocket Plough.

Para el uso óptimo y seguro del Rocket Plough se elaboró un procedimiento teniendo en cuenta los aspectos de seguridad y medio ambiente.

4.8.1. OBJETIVO

Definir una metodología que garantice la ejecución segura y eficiente de la operación de INSTALACIÓN DE TUBERÍA HDPE CON ROCKET PLOUGH respetando las normas legales vigentes, pertinentes y concordantes a las especificaciones técnicas. Priorizando la máxima protección al personal, instalaciones, equipos comprometidos y cuidado ambiental del área de influencia directa e indirecta del proyecto.

Hacer conocer a todo el personal involucrado en el desarrollo de la actividad, las etapas previas y posteriores a la actividad.

4.8.2. ALCANCE

Este procedimiento aplica para todos los Proyectos o Servicios, que usen la tecnología Rocket Plough.

4.8.3. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

- Ley 29783. “Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo” y sus modificatorias.
- DS 005-2012-TR Reglamento de la Ley 29783, Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo y sus modificaciones.
- Norma G.050 “Seguridad Durante la Construcción”.
- Ley General del Ambiente 28611.
- Decreto Legislativo N° 1278 .- que aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos

4.8.4. ABREVIATURAS Y DEFINICIONES

- **Arado Vibrante o Rocket Plough.** - Sistema que utiliza una hoja o cuchilla de arado especialmente diseñada que se jala a través del terreno usando un dispositivo de tracción o de ruedas sobre orugas. Aplicado en terrenos sueltos o poco consolidados como arena, en el cual, se puede instalar tuberías sin prácticamente hacer una zanja, con un análisis detallado de la composición del suelo y el plan de instalación de preestablecido, un arado vibrante o Plough permite el corte del terreno de acuerdo al ancho de hoja, no más de 4 cm.
- **Diámetro nominal.**- Medida que corresponde al diámetro exterior, mínimo de una tubería.

- **Electro fusión.**- Método de unión de Tubería de PEHD y sus accesorios Consiste en la unión tuberías y accesorios con el uso de ACCESORIOS ELECTRO-SOLDABLES. Los accesorios electro soldables tienen incorporado en su interior un filamento eléctrico, el cual, conectado a una tensión eléctrica durante un tiempo determinado, genera un calentamiento a una temperatura que provoca su fusión y permite que los elementos a unir queden soldados.
- **Prueba Hidráulica.**- Es el ensayo que permite determinar la calidad de la instalación, se efectuará la prueba correspondiente a un tramo tubería instalada incluyendo sus conexiones domiciliarias.
- **Termo fusión.**- Método de unión de Tubería de PEHD y sus accesorios. La superficie de las partes que se van a unir se calientan a temperatura de fusión y se unen por aplicación de presión, con acción hidráulica, de acuerdo al tamaño de la tubería y sin usar elementos adicionales de unión. Después se deja enfriar la unión hasta que dejar de mantener las partes. Apropia para la unión de tuberías de la misma relación ϕ espesor, con diámetros desde 1/2" hasta 48".
- **Terreno normal:** Conformado por materiales sueltos tales como: arena, limo, arena limosa, gravillas, etc. y terrenos consolidados tales como; hormigón compacto, afirmado o mezcla de ellos, etc. Este procedimiento se utilizará para los terrenos de denominación normal, no se ejecutará para terrenos semi rocosos, ni rocosos.
- **Terreno suelto.**- Es aquel que puede excavar a mano o mecánicamente sin previa disgregación, esto es, directamente por medio de herramientas cortantes que penetran por simple presión, o bien, por ablandamiento por percusión con útiles cortantes que los dejan en condiciones de ser recogidos con la pala.
- **Tubería.**- Tubería en PEHD, DN 90 mm (3 1/2") a 250 mm (10") que abastece a los ramales.

4.8.5. RECURSOS

4.8.5.1. PERSONAL INVOLUCRADO

- Ingeniero / Supervisor de perforación
- Operador de Rocket Plough
- Operador de Excavadora

- Ayudante
- Oficial

4.8.5.2. EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL

- Casco de seguridad
- Barbiquejo
- Lentes de seguridad
- Zapatos de seguridad con punta de acero
- Guantes de badana
- Chaleco Reflectivo
- Tapones Auditivos
- Protectores Auditivos

4.8.5.3. EQUIPOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA

- Conos de señalización para el área de trabajo del Rocket Plough
- Conos de señalización para el Rocket Plough
- Delimitación de área de proyecto

4.8.5.4. MAQUINARIA, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

- Tractor RT 115
- Rocket Plough H1032 (ver ficha técnica)
- Retro excavadora
- Herramientas manuales.

4.8.6. PROCEDIMIENTO SEGURO DE TRABAJO

4.8.6.1. TRABAJOS PRELIMINARES

- Todo el personal contará con su equipo de protección personal, recibirá charla de 10 minutos y deberán llenar el AST correspondiente.

- Antes de Iniciar la actividad se debe verificar las Condiciones de Seguridad correcto para su desarrollo normal.
- Reconocimiento del área de trabajo.
- Se verificará lo siguiente:
 - El habilitado de las tuberías y accesorios se realizará en una zona despejada y apropiada para su almacenaje y se presentará en el sitio de obra antes de la instalación.
 - Habilitar el material de acuerdo a necesidades y planos.
 - Teniendo en cuenta el material de la tubería y de los accesorios a habilitar, se seguirán las recomendaciones del fabricante, proveedores y de los planos de Proyecto.

4.8.6.2. TRAZO Y REPLANTEO

- La cuadrilla de topografía realizará el replanteo del trazo de las tuberías, para lo cual utilizará cal u yeso. El trazo debe contemplar el eje de la tubería más marcas laterales equidistantes para que el operador se guíe, para una mejor percepción del área sobre la cual se va a trabajar.
- Se efectuará el trazado marcando el recorrido de la tubería y ubicación de las válvulas.

4.8.6.3. INSTALACIÓN DE TUBERÍAS

- Previo a los trabajos de instalación de la tubería se procederá con la excavación de los pozos de ingreso de la tubería, pudiendo ejecutarse estos con retroexcavadora y/o mini-excavadoras, tal como se muestra en la Figura N° 4.9.
- La tubería HDPE se suministrará a través de rollos de 100 m de longitud o barras (los cuales serán transportados y tendidos cerca al pozo de ingreso), en caso de ser necesario se soldará en tramos de la longitud a instalar.
- La tubería HDPE será conectada a la unidad de arado de manera que la tubería pueda ser instalado directamente en el terreno.
- Para iniciar el proceso de arador, la hoja se baja al pozo de ingreso a la profundidad de instalación requerida, $h = 1.20\text{m}$

Figura N° 4.9: Tecnología Rocket Plough- Pozo de ingreso e inicio de instalación

Fuente: (Sedapal - Lycons S. R. L., 2015)

- El arado vibratorio a continuación, se jala hacia adelante con el equipo, de manera que la hoja del arado, que tiene una punta en cuña en la dirección de desplazamiento, penetra hacia delante en el terreno para crear un hueco. La cinta de advertencia y la tubería se instalan a continuación en este vacío a través de un dispositivo, que está unido a la unidad de arado para que ambos puedan ser movidos independientemente el uno del otro.
- En ese momento se procede a accionar el vibrado de la cuchilla, lo que permite el fácil avance de la cuchilla a través del terreno y el ingreso de la tubería en el terreno a profundidad adecuada.
- El operador tiene que controlar dirección y profundidad de instalación.
- Al llegar al punto final de instalación, el operador ira sacando la hoja para dejar la tubería al descubierto. Una vez instalados las tuberías, se iniciaran la ejecución de los pozos de empalme en caso que no correspondan con los pozos de salida. Se procederá a la unión de las tuberías por termo u electro fusión e instalación de los accesorios como válvulas u hidrantes.
- Una vez instalada las tuberías, se procederá a la instalación de las conexiones domiciliarias. En ciertos casos, la tubería de la conexión también podrá ser instalada con el sistema Rocket Plough, adaptando la hoja de instalación al diámetro de la tubería de conexión.

- Se procederá a una compactación del sitio por donde paso la hoja de instalación de la tubería para dejar el terreno en las condiciones iniciales.
- El rendimiento diario estimado para los trabajos de instalación de tubería de HDPE con arado vibratorio (Rocket Plough) se estima en 600 a 750 ml / día dependiendo de las dificultades del terreno.

Figura N° 4.10: Tecnología Rocket Plough-Instalación de tubería

Fuente: (Sedapal - Lycons S. R. L., 2015)

- La tubería HDPE podrá ser soldada con anterioridad, esto dependerá de la longitud de tramo a instalar, el método para unir tubos será el de termo fusión y para unir tubos con accesorios será por electro fusión.
- La instalación de la tubería termina cuando este llega al pozo de salida, donde la hoja o cuchilla del arado vibrante se levantará al nivel de terreno para trasladarse hacia el siguiente tramo de instalación, dejando la tubería para su preparación de unión con los accesorios respectivos.

Figura N° 4.11: Tecnología Rocket Plough-Pozo de Salida y finalización de instalación de tubería

Fuente: (Sedapal - Lycons S. R. L., 2015)

- Luego de la instalación de la tubería y de los accesorios se procederá al relleno con material propio de los pozos de ingreso y salida, y compactado con equipos apropiados (vibro pisón o plancha compactadora)
- Al final de los trabajos diarios y antes de retirarse, el personal deberá taponar los ingresos de los extremos libres de la línea para prevenir el ingreso de polvo y animales.

4.8.7. PELIGROS

- Vía de acceso con pendiente inclinada
- Generación de ruido
- Área expuesta a la radiación solar

4.8.8. RIESGOS

- Aplastamientos
- Atrapamientos mecánicos
- Exposición al ruido, daño auditivo
- Atropellos
- Caídas a nivel
- Caídas a desnivel
- Heridas, cortes, quemaduras
- Exposición a la radiación solar

4.8.9. MEDIDAS DE CONTROL DE RIESGOS

- Difusión del presente PETS (Procedimiento Escrito de Trabajo Seguro) difundido por el responsable de SSOMA.
- Trabajo realizado por personal capacitado
- Supervisión in situ
- Control documentario
- Planificación realizada por personal especialista
- Uso de Equipos de Protección Personal
- Uso de bloqueador solar
- Orden y limpieza

4.8.10. ASPECTOS AMBIENTALES

- Consumo de hidrocarburos
- Generación de ruido

4.8.11. IMPACTOS AMBIENTALES

- Contaminación del aire
- Contaminación sonora

4.8.12. MEDIDAS DE CONTROL AMBIENTAL

- Uso de agua para mitigar el material particulado en la excavación.

5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. Verificación de los resultados

Para la verificación de los resultados se tomó como base el análisis de los proyectos previos, lo cuales tienen características similares al proyecto Oasis, de esta forma se realizó la evaluación de tres casos propuestos, el primero es la instalación de tuberías con la tecnología tradicional con excavación de zanjas, teniendo en cuenta los rendimientos de los proyectos previos para una simulación ajustada a la realidad, el segundo caso analizado es la medición den obra del rendimiento y costos a los cuales se incurrió durante la ejecución del proyecto, y por último se realizó una simulación de la instalación de tuberías en el mismo proyecto, pero en condiciones óptimas para el mejoramiento del rendimiento, como es la habilitación de las tuberías al momento de instalar evitando generar retrasos en la ejecución.

5.2. Discusión

5.2.1. Comparación de la productividad en instalación de tuberías en el proyecto Oasis

Se realiza el análisis de productividad de las partidas involucradas directamente con la actividad de Instalación de tuberías, en los casos descritos anteriormente.

- Instalación de tubería mediante tecnología tradicional CON zanja (Tabla N° 5.1y Tabla N° 5.2)
- Instalación de tubería mediante Rocket Plough analizada en el proyecto OASIS (Tabla N° 5.3 y Tabla N° 5.4)
- Instalación de tubería mediante Rocket Plough si se realizara de manera óptima (Tabla N° 5.5 y Tabla N° 5.6)

Para el caso de Instalación de tuberías con la metodología tradicional con excavación de zanjas, se realiza una simulación de la productividad en base a los proyectos analizados anteriormente.

Tabla N° 5.1: Productividad de HH con Tecnología Tradicional

SIMULACIÓN CON ZANJA	metrado	duración días	Cuadrilla	hh/día	hh total	Productividad m/hh
Agua 160 mm (6")	3645	36	19	152	5472	0.67
Agua 90 mm (3 ½")	945	10	19	152	1520	0.62
Desagüe 90 mm (3 ½")	695	7	19	152	1064	0.65
Desagüe 220 mm (8")	810	11	19	152	1672	0.48

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 5.2: Productividad de HM con Tecnología Tradicional

SIMULACIÓN CON ZANJA	metrado	duración días	Cant de Equipos	hh/día	hh total	Productividad m/hh
Agua 160 mm (6")	3645	36	5	40	1440	2.53
Agua 90 mm (3 ½")	945	10	5	40	400	2.36
Desagüe 90 mm (3 ½")	695	7	5	40	280	2.48
Desagüe 220 mm (8")	810	11	5	40	440	1.84

Fuente: Elaboración Propia

Para el caso de Instalación de tuberías con la tecnología Rocket Plough sin excavación de zanjas, se analiza los datos tomados en campo, se resalta que la productividad en campo no es la óptima ya que durante la ejecución del proyecto existieron deficiencias en la planificación, por ejemplo en el abastecimiento de tuberías, como el proyecto inicialmente estuvo planificado realizarse con la tecnología tradicional de excavación de zanja, las fechas de abastecimiento ya se encontraban pre-establecidas, teniendo horas muertas por falta de tuberías a instalar, otro problema que se detectó durante la ejecución fue que la empresa subcontratista encargada de la termofusión de las tuberías no se encontraba disponible según el requerimiento del proyecto.

Tabla N° 5.3: Productividad de HH con Tecnología Rocket Plough en obra

SIN ZANJA - REAL	metrado	duración días	Cuadrilla	hh/día	hh total	Rendimiento m/hh
Agua 160 mm (6")	3645	15	4	32	480	7.59
Agua 90 mm (3 ½")	945	5	4	32	160	5.91
Desagüe 90 mm (3 ½")	695	3	4	32	96	7.23
Desagüe 220 mm (8")	810	4	4	32	128	6.32

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 5.4: Productividad de HM con Tecnología Rocket Plough en obra

SIN ZANJA - REAL	metrado	Duración días	Cant de Equipos	HM/día	HM total	Rendimiento m/HM
Agua 160 mm (6")	3645	15	2	16	240	15.18
Agua 90 mm (3 ½")	945	5	2	16	80	11.81
Desagüe 90 mm (3 ½")	695	3	2	16	48	14.45

Desagüe 220 mm (8")	810	4	2	16	64	12.63
---------------------	-----	---	---	----	----	-------

Fuente: Elaboración Propia

Para el caso de instalación de tuberías con la tecnología Rocket Plough sin excavación de zanjas, se analiza un caso óptimo en el cual las tuberías se encuentran disponibles en el momento de la instalación, así como la subcontrata de termofusión avanza acorde al requerimiento del proyecto.

Tabla N° 5.5: Productividad de HH con Tecnología Rocket Plough en condiciones óptimas

SIN ZANJA - ÓPTIMO	metrado	duración días	Cuadrilla	hh/día	hh total	Rendimiento m/hh
Agua 160 mm (6")	3645	5	4	32	160	22.77
Agua 90 mm (3 ½")	945	2	4	32	64	14.77
Desagüe 90 mm (3 ½")	695	1	4	32	32	21.68
Desagüe 220 mm (8")	810	2.5	4	32	80	10.11

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 5.6: Productividad HM con Tecnología Rocket Plough en condiciones óptimas

SIN ZANJA - ÓPTIMO	metrado	Duración días	Cant de Equipos	HM/día	HM total	Rendimiento m/HM
Agua 160 mm (6")	3645	5	2	16	80	45.54
Agua 90 mm (3 ½")	945	2	2	16	32	29.53
Desagüe 90 mm (3 ½")	695	1	2	16	16	43.36
Desagüe 220 mm (8")	810	2.5	2	16	40	20.21

Fuente: Elaboración Propia

Luego de haber realizado las mediciones respectivas en los tres casos analizados se presenta el resumen de las productividades de mano de obra en la Tabla N° 5.7, asimismo en la Figura N° 5.1 se observa gráficamente las diferencias de las productividades.

Tabla N° 5.7: Resumen Comparativo de Productividad de mano de obra (HH)

Resumen de Rendimientos m/hh	SIMULACIÓN CON ZANJA	SIN ZANJA - REAL	SIN ZANJA - ÓPTIMO
Agua 160 mm (6")	0.67	7.59	22.77
Agua 90 mm (3 ½")	0.62	5.91	14.77
Desagüe 90 mm (3 ½")	0.65	7.23	21.68
Desagüe 220 mm (8")	0.48	6.32	10.11

Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 5.1: Comparación de productividad de mano de obra (HH)

Fuente: Elaboración Propia

Luego de haber realizado las mediciones respectivas en los tres casos analizados se en la Tabla N° 5.8 presenta el resumen de las productividades de los equipos involucrados en la instalación de tuberías, asimismo en la Figura N° 5.2 se observa gráficamente las diferencias de las productividades.

Tabla N° 5.8: Resumen Comparativo de Productividad de equipos (HM)

Resumen de Productividad m/hh	SIMULACIÓN CON ZANJA	SIN ZANJA - REAL	SIN ZANJA - ÓPTIMO
Agua 160 mm (6")	2.53	15.18	45.54
Agua 90 mm (3 ½")	2.36	11.81	29.53
Desagüe 90 mm (3 ½")	2.48	14.45	43.36
Desagüe 220 mm (8")	1.84	12.63	20.21

Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 5.2: Comparación de productividad de equipos (HM)

Fuente: Elaboración Propia

Finalmente el gasto de mano de obra total en la instalación de tuberías en el proyecto Oasis, por cada escenario analizado fue tal como se muestra en la Tabla N° 5.9 y se expresa gráficamente en la Figura N° 5.3.

Tabla N° 5.9: Gasto de Horas Hombre

TIPO DE INSTALACIÓN	HH
SIMULACIÓN CON ZANJA	9728
SIN ZANJA - REAL	864
SIN ZANJA - ÓPTIMO	336

Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 5.3: Comparación de Gasto de Horas Hombre

Fuente: Elaboración Propia

De la mismo forma se puede observar el consumo horas máquina total en la instalación de tuberías en el proyecto Oasis, por cada escenario analizado fue tal como se muestra en la Tabla N° 5.10 y se expresa gráficamente en la Figura N° 5.4 .

Tabla N° 5.10: Gasto de Horas Máquina

TIPO DE INSTALACIÓN	HM
SIMULACIÓN CON ZANJA	2560
SIN ZANJA - REAL	432
SIN ZANJA - ÓPTIMO	168

Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 5.4: Comparación de Gasto de Horas Máquina

Fuente: Elaboración Propia

5.2.2. Comparación de costos en instalación de tuberías en el proyecto Oasis

Se realiza el análisis de costos de las partidas involucradas directamente con la actividad de Instalación de tuberías, en los siguientes casos analizados.

- Instalación de tubería mediante tecnología tradicional CON zanja
- Instalación de tubería mediante Rocket Plough analizada en el proyecto OASIS
- Instalación de tubería mediante Rocket Plough si se realizara de manera óptima

Para el caso de Instalación de tuberías con la metodología tradicional con excavación de zanjas, se analiza el presupuesto de las partidas involucradas directamente con la instalación de zanja.

Tabla N° 5.11: Resumen comparativo de costos de instalación de tuberías en el proyecto Oasis.

ÍTEM	Descripción	Con Zanja	Rocket Plough	Variación %	Rocket Plough (Óptimo)	Variación %
01.	REDES SECUNDARIAS	S/. 761,450.29	S/. 558,231.96	-27%	S/. 442,466.31	-42%
01.01	OBRAS PROVISIONALES Y PRELIMINARES	S/. 85,071.63	S/. 43,679.33	-49%	S/. 38,729.33	-54%
01.02	REDES SECUNDARIAS PROYECTADAS - AGUA POTABLE	S/. 499,573.16	S/. 360,315.50	-28%	S/. 290,081.75	-42%
01.02.01	SUMINISTRO DE TUBERÍA	S/. 190,938.60	S/. 190,938.60	0%	S/. 190,938.60	0%
01.02.02	SUMINISTRO DE ACCESORIOS	S/. 18,203.40	S/. 18,203.40	0%	S/. 18,203.40	0%
01.02.03	INSTALACIÓN DE TUBERÍAS	S/. 54,298.40	S/. 123,399.50	127%	S/. 53,165.75	-2%
01.02.04	INSTALACIÓN DE ACCESORIOS	S/. 27,774.00	S/. 27,774.00	0%	S/. 27,774.00	0%
01.02.05	MOVIMIENTO DE TIERRAS	S/. 205,264.80	S/. -	-100%	S/. -	-100%
01.02.06	PRUEBAS	S/. 3,093.96	S/. -	-100%	S/. -	-100%
01.03	REDES SECUNDARIAS ALCANTARILLADO	S/. 176,805.50	S/. 154,237.13	-13%	S/. 113,655.23	-36%
01.03.01	SUMINISTRO DE TUBERÍA	S/. 66,992.80	S/. 66,992.80	0%	S/. 66,992.80	0%
01.03.02	SUMINISTRO DE ACCESORIOS	S/. 10,158.60	S/. 10,158.60	0%	S/. 10,158.60	0%
01.03.03	INSTALACIÓN DE TUBERÍA	S/. 18,915.18	S/. 64,681.73	242%	S/. 24,099.83	27%
01.03.04	INSTALACIÓN DE ACCESORIOS	S/. 12,404.00	S/. 12,404.00	0%	S/. 12,404.00	0%
01.03.05	MOVIMIENTOS DE TIERRAS	S/. 67,303.60	S/. -	-100%	S/. -	-100%
01.03.06	PRUEBAS	S/. 1,031.32	S/. -	-100%	S/. -	-100%

Fuente: Elaboración Propia

Como se puede observar la Tabla N° 5.11 el costo total de la instalación de tuberías usando la tecnología no tradicional se redujo en 27%, sin embargo de haber realizado la planificación adecuada se pudo haber reducido hasta en 42%.

En la Figura N° 5.5 se puede observar las variaciones de costos en los tres casos analizados.

Figura N° 5.5: Comparación de costos directos del proyecto Oasis

Fuente: Elaboración Propia

Luego se procede a realizar el análisis de incidencia de los costos solo en las partidas que implican la instalación de tuberías, es decir, sin tener en cuenta la partida de OBRAS PROVISIONALES, en las tablas Tabla N° 5.12, Tabla N° 5.13 y Tabla N° 5.14, se muestra las incidencias de los costos de la instalación de tuberías en el proyecto Oasis para cada escenario analizado, asimismo se puede observar en las figuras Figura N° 5.6, Figura N° 5.7 y Figura N° 5.8 gráficamente la distribución de los costos directos en cada caso.

Tabla N° 5.12: Incidencia de Costos de Instalación de tuberías Con Zanja

Recurso	Costo	% de Incidencia
MANO DE OBRA	S/. 139,076.15	21%
MATERIALES	S/. 298,688.27	44%

EQUIPOS	S/. 195,865.20	29%	
SUBCONTRATOS	S/. 42,706.43	6%	

Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 5.6: Distribución de los costos para la Instalación de tuberías Con Zanja

Fuente: Elaboración Propia

Para el caso de instalación de tuberías mediante la tecnología tradicional de excavación de zanjas después del análisis del presupuesto y sus respectivos costos unitarios se observa que existe mayor incidencia en el costo de Materiales con 44%, seguido por el costo de equipos 29%, y el costo de Mano de Obra de 21%, teniendo el menor porcentaje de incidencia el recurso Subcontrato con 6%.

Tabla N° 5.13: Incidencia de Costos de Instalación de tuberías con Rocket Plough en obra

Recurso	Costo	% de Incidencia
MANO DE OBRA	S/. 25,465.37	5%
MATERIALES	S/. 294,060.02	57%
EQUIPOS	S/. 152,291.26	30%
SUBCONTRATOS	S/. 42,689.33	8%

Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 5.7: Distribución de los costos para la Instalación de tuberías con Rocket Plough en obra

Fuente: Elaboración Propia

Para el caso de instalación de tuberías mediante la tecnología no tradicional Rocket Plough en el proyecto Oasis, analizados luego de la ejecución de la obra con los costos finales en los cuales se incurrió y después del análisis del presupuesto y sus respectivos costos unitarios se observa que existe mayor incidencia en el costo de Materiales con 57%, seguido por el costo de equipos 30%, teniendo una mínima incidencia en los recursos de Mano de Obra de 5%, el recurso Subcontrato con 8%.

Tabla N° 5.14: Incidencia de Costos de Instalación de tuberías con Rocket Plough
óptimo

Recurso	Costo	% de Incidencia
MANO DE OBRA	S/. 14,459.25	4%
MATERIALES	S/. 294,060.02	73%
EQUIPOS	S/. 52,500.47	13%
SUBCONTRATOS	S/. 42,689.33	11%

Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 5.8: Distribución de los costos para la Instalación de tuberías con Rocket
Plough óptimo

Fuente: Elaboración Propia

Para el caso de instalación de tuberías mediante la tecnología no tradicional Rocket Plough si se habría realizado de una manera óptima, priorizando en el abastecimiento de tuberías habilitadas de acuerdo a requerimiento de avance del Rocket Plough, realizamos el análisis del presupuesto y sus respectivos costos unitarios se observa que existe mayor incidencia en el costo de Materiales con 73%, teniendo una mínima incidencia en los costos los siguientes recursos equipos 13%, Mano de Obra de 4%, el recurso Subcontrato con 11%.

Finalmente observamos las diferencias costos en la Instalación de tuberías para los tres casos:

Figura N° 5.9: Costo de recursos en cada caso analizado

Fuente: Elaboración Propia

Se puede observar que con el uso de la tecnología no tradicional Rocket Plough, el costo de Mano de Obra es el que se reduce más.

5.2.3. Reducción de pérdidas económicas

La reducción de pérdidas económicas con el uso de la tecnología Rocket Plough son principalmente en la reducción del uso del recurso mano de obra y equipos, asimismo como se puede observar en el Anexo N° 4 Presupuestos, la partida de Obras provisionales las cuales incluían las siguientes subpartidas,

- Seguridad, Higiene Ocupacional
- Equipos de Protección individual para personal de la obra (Uniformes, botines, cascos, protectores visuales y de oído, guantes, arneses de seguridad)
- Equipos de protección colectiva para la obra (Señalizaciones, barandas, escaleras y otros)

Las cuales dependían del tiempo de ejecución de obra y o de la cantidad de personal involucrado en la obra, donde se reduce los costos ya que con el uso de la tecnología Rocket Plough, se reducen ambos factores y por ende los costos finales de dichas subpartidas.

Por otro lado, la exclusión de la excavación de zanjas en el proyecto redujo la probabilidad de ocurrencia de accidentes relacionados a las zanjas, disminuyendo de esta forma las posibles pérdidas económicas a las cuales se podrían incurrir en caso se produjera algún accidente, con pérdidas de horas hombre.

6. CONCLUSIONES

- En la actualidad el uso de zanjas es el método más usado en la instalación de tuberías, ya que tiene como principal ventaja del control total de las operaciones, pues se visualiza todo el procedimiento y sirve para cualquier profundidad pero se torna más cara a mayores profundidades pues se tiene que usar más elemento de protección colectiva e individual, por otro lado la baja productividad de la mano de obra y los equipos ocasiona tiempos largos de instalación y como consecuencia mayores costos.
- La tecnología Rocket Plough, consiste en la instalación de tuberías directamente debajo del terreno prescindiendo de la excavación de zanjas, su principal ventaja como ya se mencionó es que evita hacer excavaciones de zanjas optimizando los costos y tiempos de instalación además de minimizar la contaminación auditiva y del aire reduciendo la emisión de polvo hacia la atmosfera, por otro lado el Rocket Plough solo puede ser usado en proyectos con las siguientes características específicas; tipo de suelo suelto o poco consolidado, a profundidad máxima de 1.80 m, diámetros de máximo 300 mm (12") en proyectos que no cuenten con muchas interferencias
- La productividad de la mano de obra en instalación de tuberías para el proyecto Oasis si se habría usado la metodología tradicional con excavación de zanjas, habría sido de 0.60 m/hh en promedio, la productividad de la instalación de tuberías con la tecnología Rocket Plough fue de 7.5 m/hh, y si se habría trabajado de forma óptima con una adecuada planificación la productividad habría sido de 17.4 m/hh.
- La productividad de los equipos en instalación de tuberías en el proyecto Oasis si se habría usado la metodología tradicional con excavación de zanjas, habría sido de 2.3 m/hm en promedio, la productividad de la instalación de tuberías con la tecnología Rocket Plough fue de 13.53 m/hm, y si se habría trabajado de forma óptima con una adecuada planificación la productividad habría sido de 34.7 m/hm.
- El tiempo de instalación de tuberías del proyecto Oasis, de haberse realizado mediante la tecnología tradicional con excavación de zanjas que fue como fue planificado habría sido de 64 días, la duración real del proyecto con el uso de la tecnología Rocket Plough fue de 27 días, y si se habría trabajado de forma óptima con una adecuada planificación la duración habría sido de 11 días.

- El costo de instalación de tuberías del proyecto Oasis, de haberse realizado mediante la tecnología tradicional con excavación de zanjas habría sido de 761.4 mil soles, el costo real del proyecto con el uso de la tecnología Rocket Plough fue de 558. 2 mil soles, y si se habría trabajado de forma óptima con una adecuada planificación el costo final habría sido de 442.5 mil soles.
- Luego del análisis de los tiempos de instalación se observó que el uso de la tecnología Rocket Plough redujo el tiempo del proyecto en un 58% y de haberse realizado el proyecto con una planificación adecuada se pudo haber reducido en 83%.
- Se redujeron los costos de instalación con el uso de la tecnología Rocket Plough en 27% y de haberse realizado el proyecto con una planificación adecuada se pudo haber reducido en 42%.
- El uso de la tecnología Rocket Plough reduce los riesgos económico en el proyecto, pues cuenta con menos variables que controlar como la cantidad de personal en obra y los equipos, lo cual reduce los niveles de riesgo.
- Para el uso óptimo de la tecnología Rocket Plough, es necesario identificar el tipo de suelo, la cantidad de interferencias y tener una planificación optima de la adquisición de recursos.

7. RECOMENDACIONES

- Es recomendable tener los estudios de mecánica de suelos y la ubicación de interferencias del área del proyecto de instalación de tuberías, ya que a partir de estas características se podrá decidir si se usa la tecnología tradicional de excavación de zanjas o la tecnología Rocket Plough.
- Cuando se decida usar la tecnología Rocket Plough para la instalación de tuberías se debe prever la planificación de acuerdo a la producción del equipo, es decir las tuberías se deben encontrar habilitadas para la instalación en el momento oportuno, de este modo evitar horas muertas por falta de materiales.
- Todo el personal involucrado en las tareas de instalación de tuberías con la tecnología Rocket Plough deben estar capacitados en el procedimiento de trabajo presentado en el ítem 4.8 Procedimiento específico para el uso óptimo del Rocket Plough., el cual se debe adaptar al proyecto según sus requerimientos específicos.

8. BIBLIOGRAFÍA

- Arboleda, C., & Abraham, D. (2004). Fatalities in trenching operations-Analysis Using Models of Accident Causation. *JOURNAL OF CONSTRUCTION ENGINEERING AND MANAGEMENT*, 273-280.
- CONAGUA. (2012). *Manual de Instalación de Tuberías de Drenaje Sanitario*. México D.F.: CONAGUA.
- Consortio Aguas de Ica. (2013). *Expediente Técnico de Obras del "Proyecto Ampliación y mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable de la ciudad de Ica – provincia de Ica – departamento de Ica"*. Ica: Lycons S.R.L.
- Consortio SYU. (2016). *Expediente Técnico de Obra del proyecto "SECTORIZACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE LA PARTE ALTA DE CHORRILLOS - MATRIZ PRÓCERES - CHORRILLOS"*. Lima: Lycons S.R.L.
- Construcction Distribution. (2006). Safety in trenches. *Construcction Distribution*, 26.
- Ditch Witch. (2014). *Manual de Operación del Equipo Rocket Plough*. Perry Oklahoma: Ditch Witch.
- Edwards, D., & Holt, G. (2008). Health and safety issues relating to construction excavators and their attachments. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 15(4), 321-335.
- Escuela de Gestión Pública de la Universidad del Pacífico. (2015). *Un Plan para salir de la pobreza: Plan Nacional de Infraestructura 2016 - 2025*. Lima: Asociación para el Fomento de la Infraestructura Nacional.
- FA. GEORG FÖCKERSPERGER GMBH. (2002). *Untersuchungen zur Erfassung der Lasteinwirkungen auf Rohre aus Polyethylen hoher Dichte und Erarbeitung der statischen Berechnungsverfahren bei Umwelt entlastender und grabenloser Rohrverlegung mit dem Raketenpflug (Pflugschwert mit Aufweitkörper)*. Hirtenberg: GMBH.
- Griffin, J. (1999). Protecting life and limb in trenches. *Engineering-Civil Engineering, Building And Construction*, 82-84.
- INNClVE. (2013). *Estudio de Mecánica de Suelos del Macroproyecto Pachacutec*. Lima: Lycons SRL.

- INNOCIVE. (2013). *Expediente Técnico de Obra del Proyecto "SISTEMA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO"*. Lima: Lycons S.R.L.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática - INEI. (Setiembre de 2016). Perú: Formas de acceso al agua y saneamiento básico. Lima, Perú.
- ISTT. (s.f.). *Why Trenchless*. Recuperado el 23 de Enero de 2017, de The International Society for Trenchless Technology: <http://www.istt.com/why-trenchless-no-dig>
- Junbok Lee, S. J. (1999). SAVING LIVES AND MONEY WITH ROBOTIC TRENCHING AND PIPE INSTALLATION. *JOURNAL OF AEROSPACE ENGINEERING* /, 43-49.
- Kamardeen, I. (2009). Strategic safety management information system for building projects in Singapore. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 16(1), 8-25.
- Lawrene W.C. Lai, K. W. (s.f.). Prospect for No-Dig Technology in Hon Kong Construcción Industry. *JOURNAL OF CONSTRUCTION ENGINEERING AND MANAGEMENT*, 159.
- Lingard, H., Cooke, T., & Gharaie, E. (2013). A case study analysis of fatal incidents involving excavators in the Australian construction industry. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 20(5), 488-504.
- LYCONS S.R.L. (2017). *Expediente Técnico de Obra del Proyecto Alto el Prado*. Cañete: Lycons SRL.
- McKim, R. A. (1997). Selection Method for Trenchless Technologies. *JOURNAL OF INFRASTRUCTURE SYSTEMS*, 117-125.
- PINZÓN ABAUNZA, J. A. (2011). *Evaluación y perspectivas de la utilización de tecnologías sin zanja en redes de alcantarillado de Bogotá (tesis de grado para optar el título de Ingeniero Civil)*. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana.
- PMI 5ta Edición. (2013). *Guia de los fundamentos de dirección de proyectos (Guia del PMBOK)*. Pensilvania, EEUU: Project Management Institute, Inc.
- Rojas Guevara, P. C. (1999). *Modelo de costos para obras de urbanización tesis para optar el título de Ingeniero Civil*. Costa Rica: Universidad de Costa Rica.
- Samuel T. Ariaratnam, A. M. (1999). UTILIZATION OF TRENCHLESS CONSTRUCTION METHODS BY CANADIAN MUNICIPALITIES. *JOURNAL OF CONSTRUCTION ENGINEERING AND MANAGEMENT*, 76-86.
- Sedapal - Lycons S. R. L. (2015). *Instalación de Tubería HDPE para redes secundarias con Plough*. Lima.

- SEDAPAL. (2014). *Especificaciones Técnicas para Líneas y Redes de Agua del Proyecto "Amauta 3"*. Lima.
- Serpell Bley, A. (2002). *Administración de operaciones de construcción*. Santiago: Alfaomega.
- Sinha, Y. J. (2007). Evaluation of Trenchless Technology Methods for Municipal Infrastructure System. *JOURNAL OF INFRASTRUCTURE SYSTEMS* © ASCE, 144-156.
- Tubb, M. (2001). How Trenchless Construction Is Helping Solve Austin's Wastewater Problems. *Austin. TX*, 8-10.
- VIANA VIDAL, F. E. (2004). *Técnicas de construcción fundamentadas en la tecnología sin zanjas (Tesis para optar al título de Ingeniero Civil)*. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.
- YEPES PIQUERAS, V. (3 de Setiembre de 2013). *Instalación de tuberías mediante la técnica Rocket Plough*. Recuperado el 23 de Enero de 2017, de sitio Web de Universidad Politécnica de Valencia: <http://victoryepes.blogs.upv.es/2013/12/03/instalacion-de-tuberias-mediante-la-tecnica-rocket-plough/#more-2502>

9. ANEXOS

9.1. Anexo N° 1 Matriz de Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos

		Matriz de Identificación de Peligros, Valoración y Control de Riesgos																										
		COLOCACION DE ENTIBADOS																										
Identificación de peligros				Evaluación del Riesgo Ocupacional (RO Base)				Control de Riesgo Base								Evaluación del Riesgo Ocupacional (RO Residual)				Control de Riesgo Residual								
Puesto de Trabajo	Actividad	Tarea	Descripción del Peligro	Riesgo	Situación de Operación	Normal	Anormal	Emergencia	IP: Índice Probabilidad	IS: Índice Severidad	RO: Índice	Significativo SI / NO	Eliminar	Sustilar / Aslar	Control de Ingeniería	Control de Ingeniería / Señalizaciones	EPP	Plan de Emergencias N°	IP: Índice Probabilidad	IS: Índice Severidad	RO: Índice	Significativo SI / NO	Eliminar	Sustilar / Aslar	Control de Ingeniería	Control de Ingeniería / Señalizaciones	EPP	
Personal Civil		Acondicionamiento y señalización del área	703	Vehículos (transito vehicular)	Atropello, colisión Choque	Muertes, fracturas, hematomas, enfermedades pulmonares	X			1	3	4	Mediano				Señalizar con Flomobos, Mallas, Portacinta Paneles de Peligro Obra, Transferir por zonas seguras, ATS, Charla de 5 Minutos, se dispondrá de un efectivo policial.	Uso de ropa de trabajo, casco, botas de seguridad. Señalización en Obra.										
			1091	Pisos resbaladizos, desechos y con obstáculos	Caidas al mismo nivel y a desnivel resbalones / golpes	Golpes, fracturas, magulladuras	X			1	2	3	Bajo				Procedimiento para colocación de entibados. Procedimiento de Orden y Limpieza. Transferir por zonas seguras. Charla de 5 min. ATS.	Uso de ropa de trabajo, casco, botas de seguridad. Señalización en Obra.										
			1111	Radiaciones no ionizantes (radiación solar)	Exposición a rayos solares	Enfermedades a la piel, insolación, inflamación de la piel	X			1	2	3	Bajo				Uso de bloqueador solar, Llenado ATS, Charla de 5 minutos.	Uso de ropa de trabajo, casco, botas de seguridad. Uso de bloqueador solar.										
			1003	Animales (cerveza de perros)	Mordedura de animales	Infección, hematomas y laceración	X			1	2	3	Bajo				Charla de 5 minutos, correcto llenado de ATS, precaución ante presencia de animales callejeros.	Uso de ropa de trabajo, casco, botas de seguridad. Señalización en Obra.										
Escritorios	Colocación de Entibados	Perifoneo de las paredes de la zanja	701	Aplastamiento	Derribo de Zanja	Contusiones, fracturas, arañías, muerte	X			1	3	4	Mediano			Entubamiento de la zona de trabajo, Colocación de escalera de	Inspección de la zona de trabajo, Contar con vigia en la parte superior, ATS, Charla de 5 min.	Uso de arnes, línea de vida, uso de casco, lentes, guantes de cuero										
			703	Vehículos (trabajos en vía pública)	Atropellos	Contusiones múltiples, fracturas, muerte	X			2	3	5	Mediano				Señalización del área de trabajo. Vigia en campo. Plan de Contingencia y Emergencias. Contar con efectivo policial en Obra. OCTR vigente. Charla de 5 min. ATS.	Uso de dotación reflectiva. Señalización de vehículos en Obra.										
			705	Objetos punzocortantes	Contacto con elementos punza cortantes, golpeado post contra,	Golpes, fracturas, magulladuras	X			1	2	3	Bajo				Procedimiento para colocación de entibados. Inspección de Herramientas. Orden y Limpieza. Programa de Inspección de herramientas y equipos. ATS, Charla de 5 min.	Uso de zapatos de seguridad, guantes de cuero, uniforme completo de trabajo.										
			1104	Objetos que pueden caer desde altura (herramientas manuales)	Caida de herramientas manuales	Golpes, fracturas	X			1	2	3	Bajo				Procedimiento de Orden y Limpieza. Charla de 5 min. ATS.	Uso de ropa de trabajo, casco, botas de seguridad. Señalización en Obra.										
			1108	Carga térmica (Calor)	Exposición a estrés térmico.	Sudoración, deshidratación	X			1	1	2	Bajo				Contar con la zona de trabajo con abastecimiento de agua, ATS, Charla de 5 minutos.	Uso de ropa de trabajo, casco, botas de seguridad.										
			1111	Radiaciones no ionizantes (radiación solar)	Exposición a rayos solares	Lesiones dérmicas, insolación, quemaduras, golpe de calor	X			1	1	2	Bajo				Uso de bloqueador solar. Descanso del personal por períodos de tiempo ATS, Charla de 5 min.	Uso de ropa de trabajo manga larga, lentes de seguridad, bloqueador solar.										
			1115	Poko, tierra	Exposición prolongada al polvo	Inflación en vías respiratorias	X			1	1	2	Bajo				Exámenes médicos ocupacionales. Riego zona de acumulación de polvo, Charla de 5 min. ATS.	Uso de mascarilla desechable, uso de ropa de trabajo.										
			1302	Carga de trabajo dinámica. Peligros asociados a levantar/mover objetos manualmente.	Sobreesfuerzo en columna, lesión muscular, esguincha	Lesiones musculares, esguincha, dorsalgia, lumbalgia	X			1	2	3	Bajo				Exámenes médicos ocupacionales. Capacitación en Ergonomía, posturas adecuadas para levantar objetos manualmente, Charla de 5 min. ATS.	Uso de ropa de trabajo manga larga, lentes de seguridad. Uso de guantes de cuero.										
			1001	Violencia personal (delincuencia)	Agresiones físicas y/o verbales	Golpes, traumatismo	X			1	1	2	Bajo				En caso sea necesario se contratará seguridad para obra. Plan de Contingencia (Programa de comunicación en caso de conflictos sociales)	Uniforme de trabajo con cinta reflectiva. Señalización en Obra.										
			1004	Zanja Abierta	Caidas a desnivel	Golpes, atrapamiento, contusiones.	X			1	3	4	Mediano				No caminar por los bordes de la zanja, Transferir por zonas seguras, ATS, Charla de 5 minutos.	Uso de dotación reflectiva. Uso de ropa de trabajo, casco, botas de seguridad.										
			1001	Violencia Personal	Asaltos, robos, agresiones físicas y verbales	Contusiones, cortes, lesiones múltiples, traumatismo	X			1	2	3	Bajo				En caso sea necesario se contratará seguridad para obra. Plan de Contingencia (Programa de comunicación en caso de conflictos sociales)	Uso de ropa de trabajo, casco, botas de seguridad.										
			1003	Animales (cerveza de perros)	Mordedura de animales	Infección, hematomas y laceración	X			1	2	3	Bajo				Procedimiento correcto llenado de ATS, precaución ante presencia de animales callejeros.	Uso de ropa de trabajo, casco, botas de seguridad.										
Trabajos en Vía Pública			503	Terremotos, maremotos, tsunamis, sismos	Caidas al mismo nivel y a desnivel, resbalones, golpes, atrapamiento	Golpes, fracturas, laceraciones, magulladuras, traumatismo	X			1	3	4	Mediano				Plan de Contingencia y Emergencia, Capacitación en Evacuación en caso de Emergencias, Ubicar las rutas de escape, ATS, Charla de 5 minutos.	Uso de ropa de trabajo, casco, botas de seguridad.										
Elabora: Fecha: Marzo 2017						Revise: Fecha: Marzo 2017						Aprobo: Fecha: Marzo 2017																

Matriz de Identificación de Peligros, Valoración y Control de Riesgos															CÓDIGO	ODP-PHSBACCAF-001										
EXCAVACIONES Y ZANJAS															VERSION	01										
															FECHA DE VIGENCIA	01/03/2017										
Identificación de peligros					Evaluación del Riesgo Ocupacional (RO Base)					Control de Riesgo Base					Evaluación del Riesgo Ocupacional (RO Residual)											
Punto de Trabajo	Actividad	Tarea	Código Categoría del Peligro	Descripción del Peligro	Riesgo		Situación de Operación		PE Índice Probabilidad	RE Índice Severidad	ROB	Significado SI NO	Emitir	Sustituir / Adar	Controles de Ingeniería	Controles de Administración / Señalizaciones	EPP	PE Índice Probabilidad	RE Índice Severidad	ROB	Significado SI NO	Emitir	Sustituir / Adar	Controles de Ingeniería	Controles de Administración / Señalizaciones	EPP
					Evento Peligroso	Daño	Normal	Anormal																		
Personal Civil		Acondicionamiento y señalización del área	703	Vehículos (transito vehicular)	Atropello, colisión, Choque, Monóxido de Carbono (CO2)	Muerte, fracturas, hematomas, enfermedades pulmonares	X		1	3	4	Mediano				Señalizar con Conos, Mallas, Protecciones Paralelas de Peligro Clara, Transferir por zonas seguras, ATS, Charla de 5 minutos, se dispondrá de un efectivo patrullero.	Uso de ropa de trabajo, casco, botas de seguridad, Señalización en Odra.									
			1101	Pisos resbaladizos, desperfecto y con obstáculos	Caidas al mismo nivel y/o desnivel, resbalones / golpes	Golpes, fracturas, magulladuras	X		1	2	3	Bajo				Procedimiento para Excavaciones y Zanjas, Procedimiento de Orden y limpieza, Transferir por zonas seguras, Charla de 5 min. ATS	Uso de ropa de trabajo, casco, botas de seguridad, Señalización en Odra.									
			1111	Radiaciones no ionizantes (radiación solar)	Exposición a radiaciones no ionizantes	Enfermedades a la piel, insolation, inflamación de la piel	X		1	2	3	Bajo				Llevar ATS, Charla de 5 minutos.	Uso de ropa de trabajo, casco, botas de seguridad, Uso de bloqueante solar									
			1603	Animales (cacería de perros)	Mordeduras de animales	Infección, hematomas y laceración	X		1	2	3	Bajo				Charla de 5 minutos, correcto lavado de ATS, precaución ante presencia de animales callejeros.	Uso de ropa de trabajo, casco, botas de seguridad, Señalización en Odra.									
Extraccionistas	Extracción manual	701	Apilamiento	Derumbe de carga	Contusiones, fracturas, esguince, muerte	X		1	3	4	Mediano			Entrenamiento de la zona de trabajo, Colocación de cintas de emergencia	Inspección de la zona de trabajo, Control con vigía en la parte superior, ATS, Charla de 5 min.	Uso de casco, línea de vida, uso de cinturón de seguridad, guantes de cuero, botas de seguridad.										
		703	Vehículos (trabajo en via publica)	Atropello	Contusiones múltiples, fracturas, muerte	X		2	3	5	Mediano			Señalización del área de trabajo, Vigía en campo, Plan de Contingencia y Emergencias, Control con efectivo adicional en Odra, SCTR vigente, Charla de 5 min. ATS	Uso de botas de seguridad, Señalización de vehículos y en Odra.											
		705	Objetos punzocortantes	Contacto con elemento punzo cortante, golpeando personas,	Golpes, fracturas, magulladuras	X		1	2	3	Bajo				Procedimiento para Excavaciones y Zanjas, Inspección de herramientas, Orden y limpieza, Programa de inspección de herramientas y equipos, ATS, Charla de 5 min.	Uso de zapatos de seguridad, guantes de cuero, uniforme completo de trabajo										
		801	Contacto eléctrico directo (interferencias eléctricas)	Electrocucion	Quemaduras, shock eléctrico	X		1	3	4	Mediano			Herramientas manuales (Baterías) deben estar con aislante eléctrico	Plan de mantenimiento preventivo, Capacitación en riesgo eléctrico, chequeo List de identificación de interferencias, ATS, Charla de 5 min. Procedimiento de Localización de Interferencias.	Uso de botas de seguridad, guantes de cuero, anti corte, ropa manga larga										
		1101	Pisos resbaladizos, desperfecto y con obstáculos	Caidas al mismo nivel y/o desnivel, resbalones / golpes	Golpes, fracturas	X		1	2	3	Bajo				Procedimiento para Excavaciones y Zanjas, Procedimiento de Orden y limpieza, Transferir por zonas seguras y libre de obstáculos, Presencia de vigías, Charla de 5 min. ATS.	Uso de ropa de trabajo, casco, botas de seguridad, Señalización en Odra.										
		1104	Objetos que pueden caer desde altura (desmonte)	Caida de rocas	Golpes, aplastamiento, fracturas, magulladuras	X		1	2	3	Bajo				Procedimiento para Excavaciones y Zanjas, Procedimiento de Orden y limpieza, Mantener a mínima distancia a ODS, control del borde de zanja como mínimo, Presencia de vigías, Charla de 5 min. ATS.	Uso de ropa de trabajo, casco, botas de seguridad, Señalización en Odra.										
		1108	Carga térmica (Calor)	Exposición a estrés térmico.	Sudoración, deshidratación	X		1	1	2	Bajo				Control con la zona de trabajo con abastecimiento de agua, ATS, Charla de 5 minutos.	Uso de ropa de trabajo, casco, botas de seguridad.										
		1109	Ruido	Exposición a ruido	Pérdida de la audición	X		1	1	2	Bajo				Programa de Mantenimiento de máquinas e equipos	Exámenes médicos ocupacionales, Charla de 5 min. ATS.	Uso de protección auditiva									
		1111	Radiaciones no ionizantes (radiación solar)	Exposición a radiaciones no ionizantes	Lesiones dérmicas, insolation, quemadura, golpe de calor	X		1	1	2	Bajo				Exámenes médicos ocupacionales, Descanso del personal por periodos de tiempo, ATS, Charla de 5 min.	Uso de ropa de trabajo manga larga, botas de seguridad, bloqueante solar.										
		1115	Pólvora, tierra	Exposición prolongada al polvo	Irritación en vías respiratorias	X		1	1	2	Bajo				Exámenes médicos ocupacionales, Charla de 5 min. ATS, Pólvora zona de acumulación de polvo.	Uso de mascarilla desechable, uso de ropa de trabajo.										
		1202	Carga de trabajo (dinámico) (pesos asociados a levantar/mover/dar/mantener/mover/mantener)	Sobreesfuerzo en columna, lesión muscular, esguince, lumbalgia	Lesiones musculares, esguinces, lumbalgia	X		1	2	3	Bajo				Exámenes médicos ocupacionales, Capacitación en Ergonomía, posturas adecuadas para levantar/cargar/mover/mantener, Charla de 5 min. ATS.	Uso de ropa de trabajo manga larga, botas de seguridad, Uso de guantes de cuero.										

[illegible]

Matriz de Identificación de Peligros, Valoración y Control de Riesgos															CÓDIGO		GOP-PROB-ACCA-F-001							
															VERSION		01							
MANIPULEO, TRANSPORTE Y DISPOSICION FINAL DE TUBERIA															FECHA DE VIGENCIA		01/03/2017							
Identificación de peligros					Evaluación del Riesgo Ocupacional (RO Base)					Control de Riesgo Base					Evaluación del Riesgo Ocupacional (RO Residual)					Control de Riesgo Residual				
Punto de Trabajo	Actividad	Tarea	Código Categoría del Peligro	Descripción del Peligro	Riesgo		Situación de Operación		R1 Índice Probabilidad	R2 Índice Severidad	R3 Índice Significativo SI/NO	Eliminar	Sustituir / Atenuar	Controles de Ingeniería	EPP	R4 Índice Probabilidad	R5 Índice Severidad	R6 Índice Significativo SI/NO	Eliminar	Sustituir / Atenuar	Controles de Ingeniería	EPP		
					Evento Peligroso	Daño	Normal	Anormal															Emergencia	
Operador de Grúa, Riggo, vertieros	Manipuleo de tuberías		703	Vehículos (peligro de transporte)	Atropellos, Choques, Colisión	Muerte, fracturas, golpes, lesiones musculoesqueléticas	X		1	3	4	Mediano			Capacitación en Manejo Defensivo, ATS, Charla de 5 minutos,SOAT vigente, Brevete del Conductor, Cronograma de mantenimiento vehicular, Uso de conos y luces de seguridad.	Uso de botas deelectricos, guantes de cuero, anti-cortes, ropa manga larga								
			708	Objetos pesados	Golpeado por, resquebrajamiento, proyección de objetos	Contusiones múltiples, fracturas	X		1	3	4	Mediano			Procedimiento de izaje de cargas, Operador de grúa y riggo capacitado y certificado, Mantener, Solo personal autorizado, Check list de Equipo, Delimitación del área, Procedimiento de Operación de Vehículos y Equipo, Plan de contingencia, Seguro vehicular y contra terceros, Charla de 5 min. ATS	Uniforme de trabajo con cinta reflectiva, Guantes de cuero, botas punta de acero, Señalización de equipos en Obra								
			801	Contacto eléctrico directo	Exposición a energía eléctrica	Electrocución, shock eléctrico, muerte	X		1	3	4	Mediano			Localizar distancia de seguridad a cables eléctricos aéreos, Check List de Pre-Usos, ATS, Charla de 5 min.	Uso de botas deelectricos, Uniforme de trabajo con cinta reflectiva, Guantes de cuero, Señalización de equipos en Obra								
			1101	Piso resbaladizo, derrames y con obstáculos (ver con mantenimiento)	hundimientos, volcaduras	Contusiones, fracturas, muerte	X		1	2	3	Bajo			Procedimiento de Orden y Limpieza, Transferir por zonas seguras, Presencia de vigas, Charla de 5 min. ATS, Procedimiento de izaje de cargas, Operador de grúa y riggo capacitado y certificado, Delimitación del área, Check list previo de elementos de izaje, Realizar inspección de la zona de trabajo, posicionar vehículo grúa sobre un terreno nivelado, línea de demarcación, Uso de conos y conos de seguridad, Charla de 5 min. ATS	Uso de zapatos deelectricos, guantes de cuero, uniforme completo de trabajo, Señalización de equipos en Obra								
			1104	Objetos que pueden caer desde altura	Caida de objetos	Aplastamiento, golpes, fracturas, muerte	X		1	3	4	Mediano			Procedimiento de izaje de cargas, Operador de grúa y riggo capacitado y certificado, Vigas permanentes, Mantener, Solo personal autorizado, Check list de Equipo, Delimitación del área, Procedimiento de Operación de Vehículos y Equipo, Plan de contingencia, Seguro vehicular y contra terceros, Charla de 5 min. ATS	Uso de zapatos deelectricos, guantes de cuero, uniforme completo de trabajo, Señalización de equipos en Obra								
			1105	Ruido (conorte con amoladora)	Exposición a ruido	Disminución de la audición	X		1	2	3	Bajo			Pruebas audiométricas de control, Charla de 5 min. ATS	Uso de protección auditiva								
			1111	Radaciones no ionizantes (radiación solar)	Exposición a radiaciones no ionizantes	Quemadura solar, insolación, queratosis	X		1	2	3	Bajo			Uso de Bloqueador solar, limitar las horas de exposición a radiación solar	Uso de uniforme completo de trabajo, cubrebocas, lentes de seguridad con protector UV								
Transporte de tuberías		703	Vehículos (peligro de transporte)	Atropellos, Choques, Colisión	Muerte, fracturas, golpes, lesiones musculoesqueléticas	X		1	2	3	Bajo			Capacitación en Manejo Defensivo, ATS, Charla de 5 minutos,SOAT vigente, Brevete del Conductor, Uso de conos y luces de seguridad.	Uso de botas deelectricos, guantes de cuero, anti-cortes, ropa manga larga									
		708	Objetos pesados (tuberías que pueden caer)	Golpeado por, aplastamiento, proyección de objetos	Contusiones múltiples, fracturas, aplastamiento	X		1	3	4	Mediano			Conductores capacitados, Asegurar correctamente la carga, Inspección de estribos y grúas, Verificación previa del terreno y ruta conveniente, Plan de contingencia, Seguro vehicular, Charla de 5 min. ATS	Uniforme de trabajo con cinta reflectiva, Vehículos que cuenten con señalización preventiva									

Matriz de Identificación de Peligros, Valoración y Control de Riesgos															CÓDIGO	00P-PHSE-ACCA-P001													
															VERSION	01													
MANIPULEO, TRANSPORTE E INSTALACION DE TUBERIA															FECHA DE VIGENCIA	1/05/2017													
Identificación de peligros					Evaluación del Riesgo Ocupacional (IRO Base)				Control de Riesgo Base				Evaluación del Riesgo Ocupacional (RRO Residual)		Control de Riesgo Residual														
Puesto de Trabajo	Actividad	Tarea	Código Categoría del Peligro	Descripción del Peligro	Riesgo		Situación de Operación		IP: Índice Probabilidad	IS: Índice Severidad	IR: Índice	Significativo SI/NO	Eliminar	Suavizar /Atenuar	Contrarrestar de Ingeniería	Contrarrestar de Administración / Organización	EPP	Plan de Emergencias N°	IP: Índice Probabilidad	IS: Índice Severidad	IR: Índice	Significativo SI/NO	Eliminar	Suavizar /Atenuar	Contrarrestar de Ingeniería	Contrarrestar de Administración / Organización	EPP		
					Evento Peligroso	Daño	Normal	Anormal																				Emergencia	
Operador de Olla	Carga y descarga de tuberías	703	Vehículos (peligro de transporte)	Atropellos, Choques, Colisión	Muerte, fractura, golpes, lesiones músculo esqueléticas	X			1	3	4	Mediano				Capacitación en Manejo Defensivo, ATS, Charla de 5 minutos, SOAT vigente, Brevete del Conductor, Cronograma de mantenimiento vehicular, Uso de conos y tacos de seguridad	Uso de botas de seguridad, guantes de cuero, anti-cortes, ropa manga larga												
		702	Partes en movimiento	Golpes con / contra, Contacto con energía eléctrica, cercanía de instalaciones eléctricas	Golpes, fracturas, electrocución, shock eléctrico	X			1	3	4	Mediano				Realizar Check List de Pre-uso, Capacitación en manejo de maquinaria, contar con Riggar, ATS, Charla de 5 min.	Uso de botas de seguridad, guantes de cuero, anti-cortes, ropa manga larga												
		708	Objetos pesados	Originado por, apilamiento, proyección de objetos	Contusiones múltiples, fracturas	X			1	3	4	Mediano				Procedimiento de izaje de cargas, Operador de grúa y riggar calificados y certificados, Vienteros, Solo personal autorizado, Check list de Equipo, Delimitación del área, Procedimiento de Operación de Vehículos y Equipos, Plan de contingencia, Seguro vehicular y contra terceros Charla de 5 min. ATS	Uniforme de trabajo con cinta reflectiva, Guantes de cuero, botas punta de acero, Señalización de equipos en Obra												
		801	Contacto eléctrico directo	Exposición a energía eléctrica	Electrocución, shock eléctrico, muerte	X			1	3	4	Mediano				Localizar distancia de seguridad a cables eléctricos aereos, Check List de Pre-Use, ATS, Charla de 5 min.	Uso de botas de seguridad, guantes de cuero, uniforme de trabajo con cinta reflectiva, Guantes de cuero, Señalización de equipos en Obra												
		1101	Pisos resbaladizos, desperfectos, o con obstáculos	Desnivel de terreno, Caída al mismo nivel y a desnivel, resbalones / golpes	Voleadura, Contusiones múltiples, fracturas	X			1	2	3	Bajo				Procedimiento para Manipulación, transporte e instalación de tuberías, Procedimiento de Orden y Limpieza, Tránsito por zonas seguras, Presencia de vigas, Charla de 5 min. ATS, Procedimiento de izaje de cargas, Operador de grúa y riggar calificados y certificados, Vigía permanente, Vienteros, Solo personal autorizado, Check list de Equipo, Delimitación del área, Check list previo de elementos de izaje, Realizar inspección de la zona de trabajo, posicionar vehículos grúa sobre un terreno nivelado, libre de obstáculos, SOAT, Uso de tacos y conos de seguridad, Charla de 5 min. ATS	Uso de zapatos de seguridad, guantes de cuero, uniforme de trabajo, Señalización de equipos en Obra												
		1104	Objetos que pueden caer desde altura	Caida de objetos	Apilamiento, golpes, fracturas, muerte	X			1	3	4	Mediano				Procedimiento de izaje de cargas, Operador de grúa y riggar calificados y certificados, Vigía permanente, Vienteros, Solo personal autorizado, Check list de Equipo, Delimitación del área, Procedimiento de Operación de Vehículos y Equipos, Plan de contingencia, Seguro vehicular y contra terceros Charla de 5 min. ATS	Uso de zapatos de seguridad, guantes de cuero, uniforme de trabajo, Señalización de equipos en Obra												
Riggar, venteros, asustantes, supervisores	Manipulación, transporte e instalación de tuberías	1109	Ruido	Exposición a ruido	Disminución de la audición	X			1	2	3	Bajo				Pruebas audiométricas de control, Charla de 5 min. ATS	Uso de protección auditiva												
		1111	Radiaciones no ionizantes (radiación solar)	Exposición a radiaciones no ionizantes	Quemadura solar, insolación, quemaduras	X			1	2	3	Bajo				Uso de Bloqueador solar, limitar las horas de exposición a radiación solar	Uso de uniforme completo de trabajo, cubrenuevas, lentes de seguridad con protector UV												
		1405	Ejecución de tareas en posición prolongada	Sobreesfuerzo en columnación lumbar, lesiones músculo esqueléticas	Lesiones lumbares, múltiples, fracturas, apilamiento	X			1	2	3	Bajo				Capacitación en pausas activas, ATS, Charla de 5 min.	Uso de botas punta de seguridad, guantes de balsaína, protección auditiva, protección respiratoria, ropa de trabajo												
Conductores de vehículos	Manipulación, transporte e instalación de tuberías	703	Vehículos (peligro de transporte)	Atropellos, Choques, Colisión	Muerte, fractura, golpes, lesiones músculo esqueléticas	X			1	2	3	Bajo				Capacitación en Manejo Defensivo, ATS, Charla de 5 minutos, SOAT vigente, Brevete del Conductor, Uso de conos y tacos de seguridad	Uso de botas de seguridad, guantes de cuero, anti-cortes, ropa manga larga												
		708	Objetos pesados (tuberías que pueden caer)	Originado por, apilamiento, proyección de objetos	Contusiones múltiples, fracturas, apilamiento	X			1	3	4	Mediano				Conductores capacitados, Asegurar correctamente la carga, Inspección de ensayos y griletes, Verificación previa del terreno y ruta conveniente, Plan de contingencia, Seguro vehicular, Charla de 5 min. ATS	Uniforme de trabajo con cinta reflectiva, Guantes de cuero, Señalización de equipos en Obra												

Matriz de Identificación de Peligros, Valoración y Control de Riesgos																		CÓDIGO		GDP-PHE-ACCA-P001									
RELLENO Y COMPACTACION																		VERSION		01									
RELLENO Y COMPACTACION																		FECHA DE VIGENCIA		01/03/2017									
Identificación de peligros					Evaluación del Riesgo Ocupacional (R.O Base)				Control de Riesgo Base									Evaluación del Riesgo Residual											
Peligro de Trabajo	Actividad	Tarea	Código Categoría del Peligro	Descripción del Peligro	Riesgo		Situación de Operación		Evaluación del Riesgo Ocupacional (R.O Base)				Control de Riesgo Base					Evaluación del Riesgo Residual											
					Evento Peligroso	Daño	Normal	Anormal	Emergencia	IP-Índice Probabilidad	IS-Índice Severidad	ROR-Índice de Riesgo	Significativo SI/NO	Eliminar	Sustituir / Alisar	Control de Ingeniería	Capacitación Administrativa / Señalización	EPP	Plan de Emergencia N°	IP-Índice Probabilidad	IS-Índice Severidad	ROR-Índice de Riesgo	Significativo SI/NO	Eliminar	Sustituir / Alisar	Control de Ingeniería	Capacitación Administrativa / Señalización	EPP	
Conductores de vehículos		Trasporte de herramientas y equipos	703	Vehículos (peligro de transporte)	Atropellos, Choques, Colisión	Muerte, fractura, golpes, lesiones musculó-esqueléticas	X		1	3	4	Mediano				Capacitación en Manejo Defensivo, ATS, Charla de 5 minutos, SOAT vigente, Brevete del Conductor. Cronograma de mantenimiento vehicular	Uso de dotación reflectiva.												
			1405	Ejecución de tareas en posición prolongada	Sobreesfuerzo en columna,zona lumbar, lesiones musculó-esqueléticas.	Lesiones lumbares, musculó-esqueléticas.	X		1	2	3	Bajo				Capacitación en Ergonomía, pausas activas, ATS, Charla de 5 min	Uso de ropa de trabajo, casco, botas de seguridad. Señalización en Obra.												
			1601	Violencia Personal	Asalto,robos,agresiones	Magulladuras, cortes, pérdida de equipos topográficos	X		1	2	3	Bajo				En caso sea necesario se contratará seguridad para obra. Plan de Contingencia (Diagrama de comunicación en caso de conflictos sociales)	Uso de dotación reflectiva.												
Ayudantes		Desarrollo de herramientas, materiales	701	Pisos resbaladizos, desperfectos y con obstáculos	Cadidas al mismo nivel y a desnivel resbalones / golpes	Golpes, fracturas	X		1	2	3	Bajo				Procedimiento para Corte y Rotura de Pavimento. Procedimiento de Orden y Limpieza. Transferir por zonas seguras. Charla de 5 min. ATS	Uso de ropa de trabajo, casco, botas de seguridad. Señalización en Obra.												
			703	Vehículos (trabajos en vía pública)	Atropellos	Golpes, fracturas, muerte	X		2	3	5	Mediano				Señalización del área de trabajo. Vigia en campo. Plan de Contingencia y Emergencias. Contar con efectivo policial en Obra.Seguro vehicular y SCTR. Charla de 5 min. ATS	Uso de dotación reflectiva. Señalización de vehículos y en Obra												
			1104	Objetos que pueden caer desde altura (maquinas y herramientas)	Cadidas de objetos a desnivel	Golpes, fracturas, contusiones.	X		1	3	4	Mediano				Delimitación del radio de acción. Se realizará la descarga entre 4 personas como mínimo, según el peso del equipo. Capacitación en Manejo de Maquina cortadora. Plan de contingencia. Charla de 5 min. ATS.	Uso de botas de seguridad, guantes de cuero, protección auditiva, protección respiratoria, ropa de trabajo. Señalización de vehículos y equipos en Obra												
			1107	Radiaciones no ionizantes (radiación solar)	Exposición a radiaciones no ionzantes	Lesiones dermaticas, irritación, quemaduras, golpe de calor	X		1	2	3	Bajo				Exámenes médicos ocupacionales. Descanso del personal por períodos de tiempo.ATS, Charla de 5 min.	Uso de ropa de trabajo manga larga, lentes de seguridad, bloqueador solar												
			1302	Carga postural dinámica, Peligros asociados a levantar/mover o objetos manualmente	Sobreesfuerzo en columna/zona lumbar, lesiones musculó-esqueléticas	Lesiones lumbares, musculó-esqueléticas	X		1	2	3	Bajo				La descarga de maquinas se realizará entre 4 personas como mínimo. Levantamiento máximo de 25 kg por persona. Charla de 5 min. ATS	Uso de ropa de trabajo manga larga, lentes de seguridad, bloqueador solar.												
			1601	Violencia Personal	Asalto,robos,agresiones	Contusiones, cortes, lesiones múltiples, pérdida de equipos topográficos	X		1	2	3	Bajo				En caso sea necesario se contratará seguridad para obra. Plan de Contingencia (Diagrama de comunicación en caso de conflictos sociales)	Uso de ropa de trabajo manga larga, lentes de seguridad, bloqueador solar.												
			702	Partes en movimiento (cucharon de mezclador)	Golpes con / contra, Contacto con energía eléctrica,cercanía de instalaciones eléctricas	Golpes, fracturas, electrocución, shock eléctrico	X		1	3	4	Mediano				Realizar Check List de Pre-uso, Capacitación en manejo de maquinaria, contar con vigía, ATS, Charla de 5 min.	Uso de botas de seguridad, guantes de cuero, anti-cortes, ropa manga larga												
Operadores de mezclador, Retroexcavadora		Trasporte de material y banco de zanja	703	Vehículos (maquinaria en movimiento, retroexcavadora)	Atropellos	Golpes, fracturas, muerte	X		1	3	4	Mediano				Procedimiento de Operación de Equipos y Vehículos. Operaciones capacitados. Transferir por zonas señalizadas con portafaltas y mallas. Presencia de vigías. Exámenes médicos ocupacionales. Charla de 5 min. ATS	Uso de botas de seguridad, guantes de cuero. Señalización de vehículos y en Obra												
			1002	Contacto eléctrico indirecto	Contacto con cables eléctricos sueltos	Electrocución, muerte, pérdidas materiales	X		1	3	4	Mediano				Procedimiento de Operación de Equipos y Vehículos. Operaciones capacitadas. Registro de Interferencias. Verificación previa del terreno. Plan de contingencia. Plan de desvíos. Seguro vehicular y contra terceros. Presencia de vigías. Exámenes médicos ocupacionales. Charla de 5 min. ATS	Uso de botas de seguridad, guantes de cuero. Señalización de vehículos y en Obra												
			1002	Sustancias que pueden ser inhaladas	Exposición al polvo	Irritación de vías respiratorias	X		1	2	3	Bajo				Exámenes médicos ocupacionales. Charla de 5 min. ATS, Riego zona de acumulación de polvo	Uso de mascarilla desechable, uso de ropa de trabajo												
			1109	Ruido	Exposición a ruido	Pérdida de la audición	X		1	2	3	Bajo				Exámenes médicos ocupacionales. Charla de 5 min. ATS	Uso de protección auditiva												
			1113	Vibraciones	Exposición a vibraciones	Lumbalgias, dolores de columna, dolor en articulaciones, daños en el sistema nervioso	X		1	2	3	Bajo				Check List de Equipos. Procedimiento para Relleno y Compactación. Exámenes médicos ocupacionales. Capacitación en pausas activas. Capacitación en IPR. Charla de 5 min. ATS	Uso de botas de seguridad, guantes de cuero												
Sustituir y compactación refina minerales			1604	Trabajos en zonas abiertas, desprendimientos, voladuras	Derribos, caída de objetos, desprendimientos, voladuras	Fracturas, invalidez, muerte	X		1	3	4	Mediano				Procedimiento de Excavaciones y Zanjas. Comunicación constante. Presencia de vigías. Permiso de trabajo para excavaciones. Plan de contingencias.	Uso de dotación reflectiva. Señalización de vehículos y en Obra												
			703	Vehículos (maquinas en movimiento)	Atropellos	Golpes, fracturas, muerte	X		1	3	4	Mediano				Vigía en todo momento. Check list de Equipos. Delimitación del área. Procedimiento de Operación de Vehículos y Equipos. Plan de contingencia. Mantener distancia de seguridad de maquinaria. Charla de 5 min. ATS	Uso de dotación reflectiva. Señalización de vehículos y equipos en Obra												
			704	Objetos en movimiento (vibroapisonadora)	Golpeado por / Contra, contacto eléctrico directo	Golpes, fracturas, electrocución, muerte	X		1	3	4	Mediano				Check list del Equipo (cables, conexiones, mangas). Delimitación del radio de acción. Capacitación en Manejo de Vibroapisonador. Charla de 5 min. ATS	Uso de botas de seguridad, guantes de cuero, protección auditiva, protección respiratoria, ropa de trabajo												

Obreros, Andarés		Operarios de Vibraciones, Rodillo		Supervisión y Prevención de		Todos los trabajadores en trabajos de emergencia																																																																																																			
Perfilado de zona con herramienta		Compartido de zona		Supervisión en obra		Trabajos en vía pública																																																																																																			
705	Obreros punzoncortantes (herramientas manuales)	Contacto con elementos punzo cortantes, golpeado por/corria	Golpes, raspones, magulladuras, esguinces	X		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
1002	Sustancias que pueden ser inhaladas	Exposición a polvo/ material particulado	Enfermedades respiratorias, irritación en vías nasales	X		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
1109	Ruido	Exposición a ruido	Defensor de la audición	X		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
1604	Trabajos en zanjas abiertas	Caidas al mismo nivel y a desnivel resbalones / golpes	Golpes, fracturas, magulladuras	X		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
702	Partes en movimiento (vibrotornador, rodillo)	Golpeado por, aplastamiento, proyección de objetos	Golpes, fracturas, esguinces	X		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
901	Líquidos inflamables	Derribo de combustible	Contaminación Ambiental	X		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
1002	Sustancias que pueden ser inhaladas (polvo)	Exposición al polvo	Irritación de vías respiratorias	X		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
1109	Ruido	Exposición a ruido	Defensor de la audición	X		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
1111	Radiaciones no ionizantes (radiación solar)	Exposición al clima (calor)	Insolación, irritación de la piel	X		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
1113	Vibraciones	Exposición a vibraciones	Lumbalgia, dolores de columna, daños en articulaciones	X		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
1302	Peligros asociados a levantamiento de objetos manualmente	Sobreesfuerzo en columna/lumbar, lesiones musculares, esguinces	Lesiones lumbares, musculares, esguinces	X		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
1405	Ejecución de tareas en posición prolongada	Sobreesfuerzo en columna/lumbar, lesiones musculares, esguinces	Lesiones lumbares, musculares, esguinces	X		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
1601	Violencia Personal	Asaltos, robos, agresiones físicas y/o verbales	Golpes, pérdidas materiales	X		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
703	Vehículos (peligro de transporte)	Atropellos, Choques, Colisión	Muertes, fracturas, golpes, lesiones musculares, esguinces	X		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
1002	Sustancias que pueden ser inhaladas (polvo)	Exposición a polvo material particulado, productos tóxicos	Irritación en vías respiratorias	X		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
1109	Ruido	Exposición al Ruido	Disminución auditiva	X		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
1405																																																																																																									

9.2. Anexo N° 2 Resumen de las partidas a ejecutar para la instalación de tuberías

Anexo : Resumen de las partidas a ejecutar para la instalación de tuberías

El proceso constructivo a seguir usando la metodología tradicional de excavación de zanjas, se describe en el documento “Especificaciones Técnicas y Formas de Pago” del Expediente técnico de Saneamiento del Proyecto (INNCIVE, 2013), que a su vez cita al manual de instalación de tuberías de polietileno y el Reglamento Nacional de Edificaciones.

En base a los documentos mencionados se presenta el resumen de las partidas características de interés para esta investigación.

P 01. Trazo y replanteo inicial del proyecto, para líneas-redes con estación total

El trazo y replanteo se ejecutará de acuerdo a lo que indican los planos aprobados del proyecto respetando los alineamientos y las gradientes, para lo cual se deben establecer primero los puntos base de control, durante la ejecución de esta tarea se debe conservar los puntos, estacas, marcas de gradientes, esquinas conocidas de los lotes, así como los registros.

En esta tarea se deben realizar los siguientes trabajos

Puntos de Control: Los puntos base de control, tanto horizontal como vertical, están establecidos dentro del área del proyecto

Ejecutar todos los levantamientos topográficos, planos de disposición, y trabajos de medición adicionales que sean necesarios.

Nivel de referencia: Todas las elevaciones indicadas o especificadas se refieren al Datum WGS 84, mantenida por el Instituto Geográfico Nacional (I.G.N.). Todas las elevaciones indicadas o especificadas se refieren al nivel medio del mar y están expresadas en metros.

Así mismo se garantiza la protección de la información de levantamiento topográfico, conservando todos los puntos, estacas, marcas de gradientes, esquinas conocidas de los lotes, Bench Marks, hechos o establecidos para el Trabajo y restablecerlos si son removidos y manteniendo los registros de las mediciones ordenados y legibles así como los cálculos hechos en relación con la disposición del trabajo.

P 02. Cerco de malla HDP de 1 m altura para límite de seguridad de obra

Para salvaguardar la integridad de la obra se realiza el suministro, colocación y retiro de cerco de mallas HDP, cumpliendo con las normas de protección y seguridad, con señalizaciones en el área de trabajo, con precaución y control permanente para evitar daños e inconvenientes a las personas, actividades y bienes.

P 03. Riego de zona de trabajo para mitigar la contaminación - polvo

Cuando las maquinarias pesadas circulen dentro del predio, se riega la superficie transitada u ocupada con agua para evitar la generación de polvo. Esta medida es de obligatorio cumplimiento, por otro lado los vehículos destinados al transporte de arena, ripio, tierra, cascajo o materiales de construcción son protegidos con una lona de manera que la carga no se derrame sobre la vía y llevan dos banderas de color rojo de 30 x 50 centímetros colocadas en un lugar visible en la parte delantera y en la parte trasera del vehículo. Durante la noche llevarán una luz roja indicativa de peligro. Los operadores están capacitados en el manejo de equipos y en medidas de seguridad industrial.

P 04. Limpieza y retiro de basura, maleza a zona aledaña

Como parte de los trabajos preliminares se debe hacer la limpieza de la zona de trabajo para retirar generalmente desechos de tipo residencial, desechos varios que no sean mayores de 60 cm en alguna de sus dimensiones y combinados con material vegetal y de otro tipo.

P 05. Acarreo de desmante

Comprende la eliminación del material sobrante, después de haber efectuado las partidas de excavaciones, nivelación y rellenos de la obra, así como la eliminación de desperdicios de obra como son residuos de mezclas, ladrillo, listones de madera, basura, etc., producidos durante la ejecución de la construcción.

Estos materiales son acarreados hacia los puntos de acopio internos de la obra, desde donde serán derivados según las especificaciones técnicas de eliminación de desmante con maquinaria fuera de la obra.

El área donde se desarrolla la obra se despeja con elementos necesarios que permita eliminar maleza u otro tipo de inconveniente que presentase el terreno, debiendo quedar rastrillado y nivelado.

P 06. Suministro de Tubería para Agua potable

Las tuberías a emplear en el proyecto son de polietileno es uno de los materiales plásticos más utilizados para tuberías. Las ventajas de los tubos de polietileno pueden resumirse en la ligereza del material facilita un rápido montaje; al comparar tuberías similares se encontró que las tuberías de PEHD pesan 8 veces menos que el acero (cédula 40) y 3 veces menos que el asbesto cemento, lo que genera ahorros considerables en el manejo para acarreo e instalación de éstos sistemas; la flexibilidad simplifica los trayectos sinuosos; en todos los diámetros de la tubería de PEHD es posible disminuir considerablemente la cantidad de codos para el cambio de dirección (horizontal y vertical), debido a su gran flexibilidad, se adapta a diferentes perfiles topográficos, generando ahorros considerables en conexiones y en tiempos de instalación; las condiciones de nivelado del lecho de la zanja son menos exigentes; la tubería de PEHD es un sistema que puede operar sin encamado en el fondo de la zanja (Sólo si está libre de piedras con aristas), y no es necesario recurrir a material seleccionado (De algún banco) para el relleno de la misma.

La tubería de polietileno de alta densidad – HDPE para conducción de agua potable a presión, estará de acuerdo a la Norma NTP - ISO 4427: 2008, serán de SDR 17 y PN 10 como mínimo. De acuerdo al sistema de clasificación de la Norma ASTM D 3350 el polietileno para las tuberías y accesorios será PE 355434C, cumplirá con los siguientes requerimientos:

• Densidad	Cell 3
• Índice de fusión	Cell 5
• Módulo de flexión	Cell 5
• Resistencia a la tensión	Cell 4
• Resistencia a la rajadura	Cell 3
• Parámetro de diseño hidrostático	Cell 4
• Código de color	C

P 07. Excavación de zanja

La zanja debe excavarse de acuerdo a la alineación requerida y profundidad mostrada en la Fuente:

Figura N° **¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento.**-1. El ancho de la zanja variará con su profundidad y también con el tipo de arena presente. Se recomienda abrir zanjas para la instalación de acuerdo a la longitud de la tubería ensamblada sobre la zanja, referirse a la Tabla N° **¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento.**..1. El ancho de la cama debe permitir una adecuada compactación alrededor de la tubería. El material excavado, si es piedra libre y se fractura bien por la excavadora, puede proporcionar un apropiado asiento del material.

Tabla N° **¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento...1: Dimensiones de excavación según diámetro exterior de tubería**

Diámetro	Ancho de zanja (sin entibado)	Ancho de zanja (con entibado)
200	0.80	1.00
250	0.80	1.00
315	0.90	1.10
355	0.90	1.10

Fuente: (INNCIVE, 2013)

La flexibilidad y grandes diámetros de las tuberías de HDPE, junto con su habilidad de fusión térmica en grandes diámetros conectados en tierra, permiten el uso de técnicas de instalación que son diferentes a las técnicas de instalación utilizadas en tuberías de otros materiales.

Las paredes de la zanja pueden estar en un declive de un ángulo de 45° o el ángulo de reposo del material. Cuando sean necesarias zanjas anchas, el relleno de zanja debe ser compactado por niveles para poder así resistir la carga final.

Fuente: (INNOCIVE, 2013)

Figura N° [Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento -1: Geometría Típica de Zanja

P 08. Instalación de Tubería de HDPE

Por la naturaleza del terreno, en algunos casos será necesario el tablestacado, entibamiento y/o pañeteo de las paredes, a fin de que estas no cedan

Transporte y descarga

Es conveniente efectuar el transporte en vehículos cuya plataforma sea del largo del tubo, evitando en lo posible el balanceo y golpes con barandas u otros, el mal trato al material trae como consecuencia problemas en la instalación y fallas en las pruebas, lo cual ocasiona pérdidas de tiempo y gastos adicionales.

Si se utiliza ataduras para evitar el desplazamiento de los tubos al transportarlos o almacenarlos, el material para las ataduras no deberán producir indentaciones, raspaduras o aplastamiento de los tubos.

Los tubos deben ser colocados siempre horizontalmente, tratando de no dañar las campanas, pudiéndose para efectos de economía introducir los tubos uno dentro de otros, cuando los diámetros lo permitan.

Es recomendable que el nivel de apilamiento de los tubos no exceda de 1,50 m o como máximo los 2,5 m de altura de apilado con la finalidad de proteger contra el aplastamiento los tubos de las capas inferiores.

Bajada a zanja

La carga y descarga se efectuara mediante el uso de elementos mecánicos de izaje, no se permitirá que la tubería sea bajada del camión al suelo arrojándolo, los procedimientos para que la tubería sea bajada a la zanja hasta el fondo es necesario evitar la descarga violenta y los choques o impactos con objetos duros y cortantes.

- Pruebas hidráulicas a zanja abierta o zanja tapada y desinfección. (Esta actividad comprenden los siguientes trabajos: Suministro de agua para el ensayo, Llenado del agua para el ensayo; instalación de tapones del tramo en prueba; Presurización del tramo en prueba, desinfección de las tuberías, eliminación del agua del ensayo). La prueba hidráulica y desinfección se podrá hacer en conjunto y a zanja tapada.
- Lavado de la tubería, una vez que la desinfección de la tubería ha sido aprobado, se procederá al lavado de la tubería para eliminar el cloro residual y antes de su puesta en marcha; para esto se debe aplicar agua potable desde el punto más alto y purgar por el punto más bajo hasta que el cloro residual presente sea igual a menor a 1.00 mg/l.

P 09. Prueba hidráulica y desinfección de tubería agua potable

La excavación en corte abierto será hecha a mano o con equipo mecánico, a trazos, anchos y profundidades necesarias para la construcción, de acuerdo a los planos replanteados en obra, por la naturaleza del terreno, en algunos casos será necesario el tablestacado, entibamiento y/o pañeteo de las paredes, a fin de que estas no cedan, las excavaciones no deben efectuarse con demasiada anticipación a la construcción o instalación de las estructuras, para evitar derrumbes, accidentes y problemas de tránsito.

Requisitos previos

La longitud de la línea de tubería a probar no debe exceder de los 400 m, recomendándose longitudes menores a medida que se instalen tubos de mayores diámetros.

El equipo básico para la prueba consiste en una bomba de presión, un manómetro y una válvula de retención.

De acuerdo al diámetro de la línea de agua y su correspondiente presión de prueba se elegirá el tipo de bomba de prueba, de preferencia la que puede ser accionada manualmente.

Los manómetros tendrán rangos de presión apropiada, preferentemente en ambos extremos del circuito a probar.

La bomba de prueba, deberá instalarse en la parte más baja de la línea y de ninguna manera en las altas para evitar que el aire acumulado en ese punto produzca variaciones en el manómetro o golpe de aire.

Los extremos de las líneas de tuberías en prueba deberán cerrarse con tapones especiales y anclados de manera tal que se garantice la hermeticidad del tapón y la resistencia a la presión que se registre durante la prueba.

Para expulsar el aire de la línea de agua que se está probando, deberá necesariamente instalarse purgas adecuadas en los puntos altos, cambios de dirección y extremos de la misma.

El supervisor previamente al inicio de las pruebas verificara e estado de funcionamiento de los manómetros.

P 10. Entibado metálico ambas caras, tipo cajón (Box), de zanjas (Inchuye. Instalación, mantenimiento y retiro)

Se define como entibado al conjunto de medios mecánicos o físicos utilizados en forma transitoria para impedir que una zanja excavada modifique sus dimensiones (geometría) en virtud al empuje de tierras.

Antes de decidir sobre el uso de entibados en una zanja se deberá observar cuidadosamente lo siguiente:

- Al considerar que los taludes de las zanjas no sufrirán grandes deslizamientos, no se deberá olvidar que probablemente se producirán pequeñas deformaciones que traducidas en asentamientos diferenciales pueden dañar estructuras vecinas.
- Las fluctuaciones del nivel freático en el terreno modifican su cohesión, ocasionando por lo tanto rupturas del mismo.
- La presencia de sobrecargas eventuales tales como maquinaria y equipo o la provocada por el acopio de la misma tierra, producto de la excavación, puede ser determinante para que sea previsto un entibamiento. En estos casos será la experiencia y el buen criterio los factores que determinen o no el uso de un entibado.
- Los elementos de un entibado que vienen a ser las piezas que se utilizan, reciben sus nombres de acuerdo con su posición en la zanja (véase figura 3), conforme se indica a continuación:
- Estacas: Son colocadas en posición vertical. El largo utilizado para clavar la estaca se denomina ficha; si la tierra la empuja directamente se llamarían tablestacas.
- Vigas (o tablonés): Llamado también soleras, son colocados longitudinalmente y corren paralelas al eje de la zanja.
- Puntal: Son colocadas transversalmente, cortan el eje de la zanja y transmiten la fuerza resultante del empuje de la tierra desde un lado de la zanja para el otro. Se acostumbra emplear como puntales rollizos.

Materiales empleados en el entibado,

Acero: Son piezas de acero laminado en perfiles tipo "I" o "H" o perfiles compuestos de los anteriores, soldados (ejemplo doble I) o en perfiles de sección especial, lo que se denomina Estaca-Plancha metálica (tablestaca) en este último caso pueden ser de ensamble normalizado. Las dimensiones son suministradas con dimensiones normalizadas, típicas para cada fabricante (Metal flex, Armco, Bethlem Steel, etc.). Los más utilizados son los perfiles "I" de 6"; 8" y el perfil "H" de 6" x 6". Se utilizarán también tablestacas de palanca, y tubos huecos en montaje telescópico, que pueden ser trabados por rosca o presión de aceite.

P 11. Refine y nivel de zanja terreno normal

El refine consiste en el perfilamiento tanto de las paredes como del fondo, teniendo especial cuidado que no queden protuberancias rocosas que hagan contacto con el cuerpo del tubo, para proceder a instalar las líneas, previamente las zanjas excavadas deberán estar refinadas y niveladas.

El fondo de la zanja constituye la zona de asiento de la tubería debe ser continuo, plano y libre de piedras, troncos o materiales duros y cortantes, asimismo debe tener la pendiente prevista en los planos del proyecto, libre de protuberancias o cangrejas, las cuales deben ser rellenadas con material adecuado y convenientemente compactado al nivel del suelo natural, en la zona se retira las rocas o piedras del borde de la zanja, para evitar el deslizamiento al interior de ocasiones posibles roturas.

Cama de Apoyo para Tuberías

La tubería es tendida sobre un lecho de arena y libre de piedras, la cual es colocada en el fondo de la zanja con un espesor de 0,10 m y 0,15 m para suelo o roca, respectivamente. Dicho material será no cohesivo y su granulometría deberá corresponder a la de arena gruesa, transportado desde la cantera.

P 12. Relleno compactación de zanja en terreno normal

Los rellenos son contruidos según el trazo, alineamientos y secciones transversales, indicadas en los planos, se puede aumentar o disminuir el ancho de los taludes en las secciones de los rellenos, si es necesario para mejorar la estabilidad de las estructuras, cualquier material que después de ser colocado en el relleno demuestre ser inadecuado deberá ser removido y reemplazado por un material adecuado, en caso de áreas que van a ser cubiertas por el pavimento, se deja el relleno hasta la parte inferior de la base del pavimento. Obtener la aprobación con respecto al tiempo que debe transcurrir antes de iniciar el relleno sobre las estructuras. Antes de proceder a rellenar, retirar todo desperdicio o resto orgánico del espacio excavado antes de rellenar.

Material para Relleno

El relleno de preferencia debe hacerse con material propio extraído durante la excavación de la zanja, libre de desperdicios, materia orgánica u otros materiales inadecuados, los materiales utilizados para el relleno, deberán estar conformes con los requerimientos especificados en el estudio de suelos. Si el material procedente de las excavaciones, no cumplen con las condiciones granulométricas requeridas, se procederá al zarandeo y/u otros medios para separar el material incompetente, el contenido de materia orgánica no podrá ser superior al 5% y el material que pasa la malla N° 40, tendrá un límite líquido máximo de 35% y un índice de plasticidad máximo de 20%,

Relleno inicial de zanjas para tuberías

Colocar a mano el relleno con material selecto de tierra cernida desde la parte superior de la cama de apoyo, hasta 0,30 m por encima de la parte superior de la tubería, usando como lecho de tubería, material selecto el cual el 90 por ciento quede retenido en un tamiz No. 8, y el 100 por ciento en el tamiz de ½ pulgada. El material esta compuesto por materiales dentro de estos límites.

El relleno inicial de zanjas para tuberías tendría el siguiente procedimiento:

Después que las tuberías han sido tendidas y cualquier prueba requerida ha sido llevada a cabo, se puede proceder al relleno lateral con material de tierra cernida. El material usado para el relleno lateral debe ser colocado alrededor de las tuberías y cuidadosamente compactado a mano en capas sucesivas. Este proceso es llevado a cabo uniformemente en ambos lados de la tubería hasta la línea de centro de esta. Es importante que no se dejen vacíos por debajo de las tuberías y que el relleno lateral firmemente compactado entre las tuberías y las paredes de zanja. El entibado debe ser progresivamente retirado conforme se proceda con el trabajo de relleno. La próxima capa del relleno lateral debe ser continuada hasta una altura a nivel con la parte superior de la tubería, finalmente debe extenderse hasta un nivel 0,30 m sobre la parte superior de la tubería y debe ser compactada con pisoneros ligeros solo en los lados de la tubería. No debe apisonarse en esta capa sobre la parte superior de la tubería.

Relleno de Zanjas

Las capas finales sobre el nivel 0,30 m de la parte superior de la tubería deben rellenarse con relleno común y deben ser compactadas en el ancho completo de la zona en capas uniformes de no más de 0,15 m de espesor y compactar utilizando equipo mecánico y neumático. No utilizar métodos manuales para compactar. Compactar el relleno a no menos de 95% de la densidad máxima obtenible según Norma ASTM D 1557. Asimismo, evitar que caiga material desde una distancia vertical considerable, directamente sobre la tubería, dentro de la zanja al momento de rellenar. No permitir que el material de relleno proveniente de una cubeta, caiga directamente sobre la tubería. En todos los casos, bajar la cubeta para evitar que el golpe de la caída a tierra cause daño. En el caso de tramos de trabajo donde existan pavimentos y/o veredas, la zanja será rellenada hasta el nivel de sub-rasante del pavimento y/o vereda, en los lugares donde sea usado entibamiento de zanja, debe ser removido cuidadosamente removido conforme cada capa de relleno sea colocado.

Base de Afirmado

Donde exista pavimento (de cualquier tipo), se deberá conformar una base de afirmado según lo existente o un espesor mínimo de 0.20 m., antes de la reposición del pavimento.

El afirmado se presenta como capa de material selecto procesado o semiprocado de acuerdo a diseño, que se coloca sobre la subrasante ó sub base. Funciona como capa de rodadura y de soporte al tráfico en vías no pavimentadas.

En vías pavimentadas el afirmado o material granular se coloca como Base y corresponde a la capa intermedia de la estructura del pavimento ubicada entre la subrasante (o sub-base si existiera) y la carpeta de rodamiento.

La Base es un elemento básicamente estructural que cumple las siguientes funciones:

- Ser resistente y distribuir adecuadamente las presiones solicitantes.
- Absorber las deformaciones de la subrasante debido a cambios volumétricos.
- Servir de dren para evacuar el agua que se infiltra desde arriba (capa de rodadura) o impedir la ascensión capilar proveniente del subsuelo hacia la base.

Los materiales que se usarán como base serán selectos, provistos de suficiente cantidad de vacíos para garantizar su resistencia, estabilidad y capacidad de drenaje.

Los agregados para la construcción del afirmado deberán ajustarse a alguna de las franjas granulométricas mostradas en Tabla N° **¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento..2.**

Tabla N° **¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento..2: Franjas granulométricas**

Tamiz	Porcentaje que pasa	
	A-1	A-2
50 mm (2")	100	---
37.5 mm (1½")	100	---
25 mm (1")	90 - 100	100
19 mm (¾")	65 - 100	80 - 100
9.5 mm (3/8")	45 - 80	65 - 100
4.75 mm (N° 4)	30 - 65	50 - 85
2.0 mm (N° 10)	22 - 52	33 - 67
4.25 um (N° 40)	15 - 35	20 - 45
75 um (N° 200)	5 - 20	5 - 20

Fuente: AASHTO M-147

- Además deberán satisfacer los siguientes requisitos de calidad:
- Desgaste Los Angeles: 50% máx. (MTC E 207)
- Límite Líquido: 35% máx. (MTC E 110)
- Índice de Plasticidad: 4 - 9 (MTC E 111)
- CBR (1): 40% mín. (MTC E 132)
- Equivalente de Arena: 20% mín (MTC E 114)

(1) Referido al 100% de la Máxima Densidad Seca y una Penetración de Carga de 0.1" (2.5 mm)

Las Bases de material granular serán suelos granulares del tipo A-1-a ó A-1-b, del sistema de clasificación AASHTO, es decir gravas o gravas arenosas compuestas por partículas duras y durables y de aristas vivas.

Podrán provenir de depósitos naturales, del chancado de rocas o de una combinación de agregado zarandeado y chancado con un tamaño de preferencia máximo de 38,10 mm (1 1/2"). El material para la capa base estará libre de material vegetal y terrones de tierra. Debe contener una cantidad de finos que garanticen su trabajabilidad y den estabilidad a la superficie antes de colocar el riego de imprimación o la capa de rodamiento.

Para Bases el material retenido en el Tamiz NTP 4,75 mm (N° 4), tendrá como mínimo 50% de material con una cara de fractura ó ser de forma angulosa.

Requisitos de granulometría para el material granular seleccionado para bases y sub bases:

Tabla N° 3: Requisitos de granulometría para el material granular seleccionado para bases y sub bases

TAMIZ NTP (abertura cuadrada) AASHTO T-11 y T-27	Porcentaje en peso que pasa			
	A (1) Graduación	B Graduación	C Graduación	D Graduación
50 mm (2")	100	100	--	--
25 mm (1")	--	75 - 95	100	100
9,5 mm (3/8")	30 - 65	40 - 75	50 - 85	60 - 100
4,75 mm (N° 4)	25 - 55	30 - 60	35 - 65	50 - 85
2,00 mm (N° 10)	15 - 40	20 - 45	25 - 50	40 - 70
425 mm (N° 40)	8 - 20	15 - 30	15 - 30	25 - 45
750 mm (N° 200)	2 - 8	5 - 15	5 - 15	8 - 15

Fuente NTP 339.116 (equivalente a ASTM D 1241)

En caso que se mezcle dos o más materiales para lograr la Granulometría requerida, los porcentajes serán referidos en volumen.

Otras condiciones físicas y mecánicas por satisfacer serán:

- C.B.R. : mínimo 80 % en base, 30 % en sub base
- Límite Líquido : menor de 25 % en base y máximo 25 % en sub base
- Índice de plasticidad : menor de 5% en base y máximo 6% en sub base
- Equivalencia de arena : mínimo 50 % en base y 25 % en sub base
- Desgaste de abrasión : menor de 50% en base

El material de base será colocado y extendido sobre la subrasante aprobada (o capa de sub-base si la hubiera), en volumen apropiado para que una vez compactado alcance el espesor indicado en los planos.

Equipo para Compactación

Llevar a cabo toda la compactación con equipos y métodos adecuados y aprobados. No se utiliza métodos manuales de compactación tales como apisonadores de mano.

Compactar los suelos con baja cohesividad donde sea factible, con compactadoras del tipo de rodillos neumáticos con llantas, o con equipos vibradores. Utilizar un equipo vibrador pequeño, en otros lugares, para compactar el material de relleno sin cohesividad.

No utilizar equipo de compactación pesado sobre tuberías u otras estructuras, a menos que el relleno sea lo suficientemente profundo para distribuir adecuadamente la carga.

El Contratista deberá disponer de los equipos necesarios para realizar las labores de nivelación, escarificación, riego y compactación. El tipo de equipo para las diferentes operaciones, deberá estar en óptima condiciones y ser sometido a la aprobación de la Supervisión.

La compactación del material en áreas donde no sea práctico el uso de rodillos deberá efectuarse con pisonés mecánicos aprobados, tales como vibro-apisonadores, compactadores a percusión, etc.

P 13. Eliminación de desmonte

La eliminación del material sobrante, después de haber efectuado las partidas de excavaciones, nivelación y rellenos de la obra, así como la eliminación de desperdicios de obra como son residuos de mezclas, ladrillo, listones de madera, basura, etc., producidos durante la ejecución de la construcción.

Estos materiales deberán ser eliminados con volquetes fuera de los límites de la obra a una distancia mínima promedio de 10 km. y en los lugares permitidos por las autoridades locales de acuerdo a las disposiciones y necesidades municipales no permitiendo la acumulación del material excedente por más de 72 horas.

El área donde se desarrollará la obra es despejada con elementos necesarios que permita eliminar maleza u otro tipo de inconveniente que presentase el terreno, debiendo quedar rastreado y nivelado bajo la supervisión del Ing. Supervisor, quién verificará el área y/o volumen despejado. Tratándose de zona Urbana, los excedentes no deben apilarse en lugares que causen molestias tanto a peatones como para el carguío y transporte de los materiales a eliminar.

P 14. Traslado adicional de material excavado a zona aledaña

Todos los materiales provenientes de las excavaciones de la explanación que sean utilizables y, según los planos y especificaciones, necesarios para la construcción o protección de terraplenes, pedraplenes u otras partes de las obras proyectadas, se deberán utilizar en ellos. Los materiales provenientes de la remoción de capa vegetal deberán almacenarse para su uso posterior en sitios accesibles; estos materiales se deberán usar preferentemente para el recubrimiento de los taludes de los terraplenes terminados: todos los materiales sobrantes se deberán extender y emparejar de tal modo que permitan el drenaje de las aguas alejándolas de la vía, sin estancamiento y sin causar erosión, y se deberán conformar para presentar una buena apariencia

P 15. Prueba de compactación de suelos (proctor modificado y de control de compactación - densidad de campo)

Cuando se trate de reparación de pavimentos como consecuencia de la instalación de tuberías, el número de pruebas a desarrollarse en el relleno de zanjas será de una prueba mínima cada 50 m de zanja, para verificar la compactación de sub-rasantes, se utilizará la Norma de densidad de campo (ASTM 1556, NTP 339.143). La frecuencia de este ensayo será cada 240 m², en puntos dispuestos en tresbolillo; para verificar la compactación de la Base de Pavimentos se utilizará la Norma de densidad de campo (ASTM D1556). Este ensayo se realizará cada 200 m² de superficie compactada, en puntos dispuestos en tresbolillo.

Densidad de campo

Se hace un hueco en el terreno, de forma cilíndrica; se pesa el suelo extraído en estado húmedo y seco, y el volumen, que es el del hueco, se mide llenándolo de arena curzosa (de Ottawa o Guamo, Tolima), que debe lavarse y gradarse periódicamente. El grado de compactación se mide de dos posibles maneras, con el porcentaje de compactación GC, o con la relación de compactación Cr.

- GC = 90% es el mínimo para pocas exigencias de resistencia e incompresibilidad.
- GC = 95% es el mínimo para terraplenes.
- GC = 100% es el mínimo para subrasante.

Fuente: (INNOCIVE, 2013)

Figura N° ¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento.-2: **Figura: Equipo para ensayo de densidad de campo "Cono de arena"**

Prueba de Proctor

En mecánica de suelos, el ensayo de compactación Proctor es uno de los más importantes procedimientos de estudio y control de calidad de la compactación de un terreno. A través de el es posible determinar la compactación máxima de un terreno en relación con su grado de humedad, condición que optimiza el inicio de la obra con relación al costo y el desarrollo estructural e hidráulico.

Existen dos tipos de ensayo Proctor normalizados; el "Ensayo Proctor Normal", y el "Ensayo Proctor Modificado". La diferencia entre ambos estriba en la distinta energía utilizada, debido al mayor peso del pisón y mayor altura de caída en el Proctor modificado.

Ambos ensayos se deben al ingeniero que les da nombre, Ralph R. Proctor (1933), y determinan la máxima densidad que es posible alcanzar para suelos o áridos, en unas determinadas condiciones de humedad, con la condición de que no tengan excesivo porcentaje de finos, pues la prueba Proctor está limitada a los suelos que pasen totalmente por la malla No 4, o que tengan un retenido máximo del 10 % en esta malla, pero que pase (dicho retenido) totalmente por la malla 3/8". Cuando el material tenga retenido en

la malla 3/8" deberá determinarse la humedad óptima y el peso volumétrico seco máximo con la prueba de Proctor estándar.

El Grado de compactación de un terreno se expresa en porcentaje respecto al ensayo Proctor; es decir, una compactación del 95% de Proctor Normal quiere decir que se alcanza el 95% de la máxima densidad posible para ese terreno.

Las principales normativas que definen estos ensayos son las normas americanas ASTM D-698 (ASTM es la American Society for Testing Materials, Sociedad Americana para el Ensayo de Materiales) para el ensayo Proctor estándar y la ASTM D-1557 para el ensayo Proctor modificado.

P 16. Replanteo final de la obra, para líneas redes con estación total

Cuando se termine la ejecución de la obra se realiza nuevamente el replanteo topográfico que consiste en el registro de profundidades de buzones, longitud de tramos, pendientes, etc, posteriormente la información se procesa en gabinete y se entrega a través de planos para actualizar el catastro técnico.

9.3. Anexo N° 3 Análisis de precios Unitarios

Partida	1	Trazo y replanteo inicial del proyecto, para líneas-redes con estación total					km	656.04
Rendimiento	HH	1.7	km/día					
	HM	1.7	km/día					
	Código	1	Descripción Recurso	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	P.U.	PARCIAL
	MO		Mano de Obra					425.34
	MO	MO1	MO: Técnico incluye leyes sociales	HH	1.0000	4.7059	21.45	100.94
	MO	MO2	MO: Topógrafo incluye leyes sociales	HH	1.0000	4.7059	24.66	116.05
	MO	MO3	MO: Capataz incluye leyes sociales	HH	0.1000	0.4706	27.54	12.96
	MO	MO9	MO: Peon incluye leyes sociales	HH	3.0000	14.1176	13.84	195.39
	MAT		Materiales					74.67
	MAT	MAT2	Fo. construcción : (costo promedio)	kg		4.5000	2.37	10.67
	MAT	MAT6	Cal de obra en bolsa (20 Kg)	und		7.0000	7.00	49.00
	MAT	MAT15	Pintura esmalte sintético	gl		0.2500	60.00	15.00
	EQ		Equipos					156.03
	EQ	EQ1	Herramientas complementarias (%MO)	%MO		2.0000	425.34	8.51
	EQ	EQ3	Nivel topográfico segun especificaciones con trípode y accesorios	HM	1.0000	4.7059	7.77	36.56
	EQ	EQ4	Equipo de estación total precisión segun especificaciones incl.prismas jalones telescópicos	HM	1.0000	4.7059	21.00	98.82
	EQ	EQ5	Equipo de cómputo incluye software	HM	1.0000	4.7059	2.58	12.14
Partida	2	Replanteo final de la obra, para líneas redes con estación total					km	285.27
Rendimiento	HH	11	km/día					
	HM	7	km/día					
	Código	2	Descripción Recurso	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	P.U.	PARCIAL
	MO		Mano de Obra					190.23
	MO	MO1	MO: Técnico incluye leyes sociales	HH	3.0000	2.1818	21.45	46.80
	MO	MO2	MO: Topógrafo incluye leyes sociales	HH	3.0000	2.1818	24.66	53.80
	MO	MO3	MO: Capataz incluye leyes sociales	HH	0.2000	0.1455	27.54	4.01
	MO	MO4	MO: Dibujante incluye leyes sociales	HH	2.0000	1.4545	10.42	15.16
	MO	MO9	MO: Peon incluye leyes sociales	HH	7.0000	5.0909	13.84	70.46
	MAT		Materiales					19.58
	MAT	MAT7	Ploteo de planos	m2		4.5000	4.35	19.58
	EQ		Equipos					75.46
	EQ	EQ1	Herramientas complementarias (%MO)	%MO		2.0000	190.23	3.80
	EQ	EQ3	Nivel topográfico segun especificaciones con trípode y accesorios	HM	2.0000	2.2857	7.77	17.76
	EQ	EQ4	Equipo de estación total precisión segun especificaciones incl.prismas jalones telescópicos	HM	2.0000	2.2857	21.00	48.00
	EQ	EQ5	Equipo de cómputo incluye software	HM	2.0000	2.2857	2.58	5.90
Partida	3	Cercos de malla HDP de 1 m altura para límite de seguridad de obra					km	1.25
Rendimiento	HH	240	km/día					
	HM	240	km/día					
	Código	3	Descripción Recurso	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	P.U.	PARCIAL
	MO		Mano de Obra					0.61
	MO	MO3	MO: Capataz incluye leyes sociales	HH	0.1000	0.0033	27.54	0.09
	MO	MO7	MO: Operario incluye leyes sociales	HH	0.1000	0.0033	18.36	0.06
	MO	MO9	MO: Peon incluye leyes sociales	HH	1.0000	0.0333	13.84	0.46
	MAT		Materiales					0.63
	MAT	MAT3	Arena gruesa	m3		0.0010	45.51	0.05
	MAT	MAT4	Piedra partida-grava de 1/2" - 3/4"	m3		0.0010	51.38	0.05
	MAT	MAT5	Cemento portland I sector público en bolsa	und		0.0030	17.03	0.05

	MAT	MAT8	Malla HDP co/naranja de 1m altura p/cerco	m	0.1050	2.58	0.27	
	MAT	MAT12	Madera para encofrado y carpintería	p2	0.0310	4.25	0.13	
	MAT	MAT14	Pintura esmalte para tráfico, envase por galón	und	0.0013	65.80	0.08	
	EQ		Equipos					0.01
	EQ	EQ1	Herramientas complementarias (%MO)	%MO	2.0000	0.61	0.01	
Partida	4		Puente de madera para pase peatonal sobre zanja s/d (prov. durante obra)			und		340.29
Rendimiento	HH	3	und/día					
	HM	3	und/día					
	Código	4	Descripción Recurso	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	P.U.	PARCIAL
	MO		Mano de Obra					134.25
	MO	MO3	MO: Capataz incluye leyes sociales	HH	0.1000	0.2667	27.54	7.34
	MO	MO7	MO: Operario incluye leyes sociales	HH	1.0000	2.6667	18.36	48.96
	MO	MO8	MO: Oficial incluye leyes sociales	HH	1.0000	2.6667	15.39	41.04
	MO	MO9	MO: Peon incluye leyes sociales	HH	1.0000	2.6667	13.84	36.91
	MAT		Materiales					203.35
	MAT	MAT1	Clavo c/cabeza para madera (promedio)	kg		0.2500	2.98	0.75
	MAT	MAT12	Madera para encofrado y carpintería	p2		47.6700	4.25	202.60
	EQ		Equipos					2.69
	EQ	EQ1	Herramientas complementarias (%MO)	%MO	2.0000	134.25	2.69	
Partida	5		Puente de madera para pase vehicular sobre zanja según diseño			und		1,740.98
Rendimiento	HH	3	und/día					
	HM	3	und/día					
	Código	5	Descripción Recurso	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	P.U.	PARCIAL
	MO		Mano de Obra					134.25
	MO	MO3	MO: Capataz incluye leyes sociales	HH	0.1000	0.2667	27.54	7.34
	MO	MO7	MO: Operario incluye leyes sociales	HH	1.0000	2.6667	18.36	48.96
	MO	MO8	MO: Oficial incluye leyes sociales	HH	1.0000	2.6667	15.39	41.04
	MO	MO9	MO: Peon incluye leyes sociales	HH	1.0000	2.6667	13.84	36.91
	MAT		Materiales					1,604.04
	MAT	MAT1	Clavo c/cabeza para madera (promedio)	kg		0.2500	2.98	0.75
	MAT	MAT12	Madera para encofrado y carpintería	p2		324.0000	4.25	1,377.00
	MAT	MAT13	Viga de fierro "H" 5"x3"x5" e= 3/4"	m		0.9000	251.43	226.29
	EQ		Equipos					2.69
	EQ	EQ1	Herramientas complementarias (%MO)	%MO	2.0000	134.25	2.69	
Partida	6		Riego de zona de trabajo para mitigar la contaminación - polvo (Incl. Costo de agua y transporte Surtidor a obra)			m		1.74
Rendimiento	HH	1000	m/día					
	HM	1000	m/día					
	Código	6	Descripción Recurso	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	P.U.	PARCIAL
	MO		Mano de Obra					0.24
	MO	MO3	MO: Capataz incluye leyes sociales	HH	0.1000	0.0008	27.54	0.02
	MO	MO9	MO: Peon incluye leyes sociales	HH	2.0000	0.0160	13.84	0.22
	MAT		Materiales					1.50
	MAT	MAT9	Agua, incluye transporte a pie de obra (Camión cisterna y Motobomba)	m3		0.1000	15.00	1.50
Partida	7		Instalación a zanja abierta tub. HDPE DN 90 incl. prueba			m		11.74
Rendimiento	HH	100	m/día					
	HM	100	m/día					
	Código	7	Descripción Recurso	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	P.U.	PARCIAL
	MO		Mano de Obra					5.13

	MO	MO3	MO: Capataz incluye leyes sociales	HH	0.1000	0.0080	27.54	0.22
	MO	MO7	MO: Operario incluye leyes sociales	HH	1.0000	0.0800	18.36	1.47
	MO	MO8	MO: Oficial incluye leyes sociales	HH	1.0000	0.0800	15.39	1.23
	MO	MO9	MO: Peon incluye leyes sociales	HH	2.0000	0.1600	13.84	2.21
	EQ		Equipos					0.10
	EQ	EQ1	Herramientas complementarias (%MO)	%MO		2.0000	5.13	0.10
	SUB		SUBCONTRATOS					6.51
	SUB	SUB4	Prueba hidráulica de tubería p/desague DN 160 - 250	m		1.0000	6.10	6.10
	SUB	SUB9	Puesta a pie de zanja de tubería PVC DN 160 - 250	m		1.0000	0.41	0.41
Partida	8		Instalación a zanja abierta tub. HDPE DN 160 incl. prueba				m	11.74
Rendimiento	HH	100	m/día					
	HM	100	m/día					
	Código	8	Descripción Recurso	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	P.U.	PARCIAL
	MO		Mano de Obra					5.13
	MO	MO3	MO: Capataz incluye leyes sociales	HH	0.1000	0.0080	27.54	0.22
	MO	MO7	MO: Operario incluye leyes sociales	HH	1.0000	0.0800	18.36	1.47
	MO	MO8	MO: Oficial incluye leyes sociales	HH	1.0000	0.0800	15.39	1.23
	MO	MO9	MO: Peon incluye leyes sociales	HH	2.0000	0.1600	13.84	2.21
	EQ		Equipos					0.10
	EQ	EQ1	Herramientas complementarias (%MO)	%MO		2.0000	5.13	0.10
	SUB		SUBCONTRATOS					6.51
	SUB	SUB4	Prueba hidráulica de tubería p/desague DN 160 - 250	m		1.0000	6.10	6.10
	SUB	SUB9	Puesta a pie de zanja de tubería PVC DN 160 - 250	m		1.0000	0.41	0.41
Partida	9		Instalación a zanja abierta tub. HDPE DN 200 incl. prueba				m	13.07
Rendimiento	HH	80	m/día					
	HM	80	m/día					
	Código	9	Descripción Recurso	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	P.U.	PARCIAL
	MO		Mano de Obra					6.43
	MO	MO3	MO: Capataz incluye leyes sociales	HH	0.1000	0.0100	27.54	0.28
	MO	MO7	MO: Operario incluye leyes sociales	HH	1.0000	0.1000	18.36	1.84
	MO	MO8	MO: Oficial incluye leyes sociales	HH	1.0000	0.1000	15.39	1.54
	MO	MO9	MO: Peon incluye leyes sociales	HH	2.0000	0.2000	13.84	2.77
	EQ		Equipos					0.13
	EQ	EQ1	Herramientas complementarias (%MO)	%MO		2.0000	6.43	0.13
	SUB		SUBCONTRATOS					6.51
	SUB	SUB4	Prueba hidráulica de tubería p/desague DN 160 - 250	m		1.0000	6.10	6.10
	SUB	SUB9	Puesta a pie de zanja de tubería PVC DN 160 - 250	m		1.0000	0.41	0.41
Partida	10		Excavac. zanja (máq.) p/tub. terr-normal DN 90 - 160 de toda profundidad				m	20.53
Rendimiento	HH	100	m/día					
	HM	100	m/día					
	Código	10	Descripción Recurso	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	P.U.	PARCIAL
	MO		Mano de Obra					4.03
	MO	MO3	MO: Capataz incluye leyes sociales	HH	0.1000	0.0080	27.54	0.22
	MO	MO7	MO: Operario incluye leyes sociales	HH	1.0000	0.0800	18.36	1.47
	MO	MO8	MO: Oficial incluye leyes sociales	HH	1.0000	0.0800	15.39	1.23
	MO	MO9	MO: Peon incluye leyes sociales	HH	1.0000	0.0800	13.84	1.11
	EQ		Equipos					16.50
	EQ	EQ1	Herramientas complementarias (%MO)	%MO		2.0000	4.03	0.08
	EQ	EQ9	Retroexcavadora sobre oruga 115 -165HP 0,75 - 1,6Yd3	HM	1.0000	0.0800	205.23	16.42

Partida	11	Refine y nivel de zanja terr-normal para tub. DN 90 - 160 para toda profund.				m	2.48	
Rendimiento	HH	100	m/día					
	HM	100	m/día					
	Código	11	Descripción Recurso	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	P.U.	PARCIAL
	MO		Mano de Obra					2.43
	MO	MO3	MO: Capataz incluye leyes sociales	HH	0.1000	0.0080	27.54	0.22
	MO	MO9	MO: Peon incluye leyes sociales	HH	2.0000	0.1600	13.84	2.21
	EQ		Equipos					0.05
	EQ	EQ1	Herramientas complementarias (%MO)	%MO		2.0000	2.43	0.05
	EQ	EQ9	Retroexcavadora sobre oruga 115 -165HP 0,75 - 1,6Yd3	HM			205.23	
Partida	12	Relleno comp.zanja(pulso) p/tub t-normal DN 90 - 160 de 1,01 m a 1,25 m Prof.				m	21.71	
Rendimiento	HH	100	m/día					
	HM	100	m/día					
	Código	12	Descripción Recurso	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	P.U.	PARCIAL
	MO		Mano de Obra					9.06
	MO	MO3	MO: Capataz incluye leyes sociales	HH	0.1000	0.0080	27.54	0.22
	MO	MO7	MO: Operario incluye leyes sociales	HH	3.0000	0.2400	18.36	4.41
	MO	MO9	MO: Peon incluye leyes sociales	HH	4.0000	0.3200	13.84	4.43
	MAT		Materiales					0.75
	MAT	MAT9	Agua, incluye transporte a pie de obra (Camión cisterna y Motobomba)	m3		0.0500	15.00	0.75
	MAT	MAT3	Arena gruesa	m3			45.51	
	EQ		Equipos					11.90
	EQ	EQ1	Herramientas complementarias (%MO)	%MO		2.0000	9.06	0.18
	EQ	EQ6	Cargador sob. llanta 80-95HP 1,5-1,75 Yd3	HM	1.0000	0.0800	123.45	9.88
	EQ	EQ8	Compactadora vibrat. de plancha 4 HP	HM	1.0000	0.0800	7.40	0.59
	EQ	EQ10	Rodillo liso vibrat. 0,8-1,1 ton manual ó de control remoto	HM	1.0000	0.0800	15.65	1.25
Partida	13	Elimin. desmonte(c+v) t-normal D=20km p/tub. DN 90 - 160 para toda Prof.				m	27.63	
Rendimiento	HH	100	m/día					
	HM	100	m/día					
	Código	13	Descripción Recurso	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	P.U.	PARCIAL
	MO		Mano de Obra					9.06
	MO	MO3	MO: Capataz incluye leyes sociales	HH	0.1000	0.0080	27.54	0.22
	MO	MO7	MO: Operario incluye leyes sociales	HH	3.0000	0.2400	18.36	4.41
	MO	MO9	MO: Peon incluye leyes sociales	HH	4.0000	0.3200	13.84	4.43
	MAT		Materiales					0.75
	MAT	MAT9	Agua, incluye transporte a pie de obra (Camión cisterna y Motobomba)	m3		0.0500	15.00	0.75
	MAT	MAT3	Arena gruesa	m3			45.51	
	EQ		Equipos					17.59
	EQ	EQ1	Herramientas complementarias (%MO)	%MO		2.0000	9.06	0.18
	EQ	EQ2	Camión volquete 4x2 210 - 280 HP 8m3	HM	1.0000	0.0800	180.60	14.45
	EQ	EQ6	Cargador sob. llanta 80-95HP 1,5-1,75 Yd3	HM	0.3000	0.0240	123.45	2.96
	SUB		SUBCONTRATOS					0.23
	SUB	SUB1	Costo por disposicion final de desmonte en centro de acopio autorizado	m3		0.0100	22.50	0.23
Partida	14	Pruebas compactación suelos (proctor modificado y de control de compactación)				und	54.28	
Rendimiento	HH	50	und/día					
	HM	50	und/día					
	Código	14	Descripción Recurso	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	P.U.	PARCIAL

MO		Mano de Obra						18.11
MO	MO3	MO: Capataz incluye leyes sociales	HH	0.1000	0.0160	27.54	0.44	
MO	MO7	MO: Operario incluye leyes sociales	HH	3.0000	0.4800	18.36	8.81	
MO	MO9	MO: Peon incluye leyes sociales	HH	4.0000	0.6400	13.84	8.86	
MAT		Materiales						0.75
MAT	MAT9	Agua, incluye transporte a pie de obra (Camión cisterna y Motobomba)	m3		0.0500	15.00	0.75	
MAT	MAT3	Arena gruesa	m3			45.51		
EQ		Equipos						35.19
EQ	EQ1	Herramientas complementarias (%MO)	%MO		2.0000	18.11	0.36	
EQ	EQ2	Camión volquete 4x2 210 - 280 HP 8m3	HM	1.0000	0.1600	180.60	28.90	
EQ	EQ6	Cargador sob. llanta 80-95HP 1,5-1,75 Yd3	HM	0.3000	0.0480	123.45	5.93	
SUB		SUBCONTRATOS						0.23
SUB	SUB1	Costo por disposición final de desmonte en centro de acopio autorizado	m3		0.0100	22.50	0.23	
Partida	15	Instalación con Rocket Plough tub. HDPE DN 90				m		22.01
Rendimiento	HH	350 m/día						
	HM	350 m/día						
Código	15	Descripción Recurso	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	P.U.	PARCIAL	
MO		Mano de Obra						1.54
MO	MO6	MO: Operador de equipo mediano, incl. leyes sociales	HH	1.0000	0.0229	18.98	0.43	
MO	MO5	MO: Operador de maquinaria-equipos pesado, incl. leyes sociales	HH	1.0000	0.0229	19.14	0.44	
MO	MO8	MO: Oficial incluye leyes sociales	HH	1.0000	0.0229	15.39	0.35	
MO	MO9	MO: Peon incluye leyes sociales	HH	1.0000	0.0229	13.84	0.32	
EQ		Equipos						13.96
EQ	EQ1	Herramientas complementarias (%MO)	%MO		2.0000	1.54	0.03	
EQ	EQ11	Roquet Plough	HM	1.0000	0.0229	500.00	11.43	
EQ	EQ7	Cargador retroexcavador 0,5-0,75Yd3 62HP	HM	1.0000	0.0229	109.32	2.50	
SUB		SUBCONTRATOS						6.51
SUB	SUB4	Prueba hidráulica de tubería p/desague DN 160 - 250	m		1.0000	6.10	6.10	
SUB	SUB9	Puesta a pie de zanja de tubería PVC DN 160 - 250	m		1.0000	0.41	0.41	
Partida	16	Instalación con Rocket Plough tub. HDPE DN 160				m		45.25
Rendimiento	HH	140 m/día						
	HM	140 m/día						
Código	16	Descripción Recurso	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	P.U.	PARCIAL	
MO		Mano de Obra						3.84
MO	MO6	MO: Operador de equipo mediano, incl. leyes sociales	HH	1.0000	0.0571	18.98	1.08	
MO	MO5	MO: Operador de maquinaria-equipos pesado, incl. leyes sociales	HH	1.0000	0.0571	19.14	1.09	
MO	MO8	MO: Oficial incluye leyes sociales	HH	1.0000	0.0571	15.39	0.88	
MO	MO9	MO: Peon incluye leyes sociales	HH	1.0000	0.0571	13.84	0.79	
EQ		Equipos						34.90
EQ	EQ1	Herramientas complementarias (%MO)	%MO		2.0000	3.84	0.08	
EQ	EQ11	Roquet Plough	HM	1.0000	0.0571	500.00	28.57	
EQ	EQ7	Cargador retroexcavador 0,5-0,75Yd3 62HP	HM	1.0000	0.0571	109.32	6.25	
SUB		SUBCONTRATOS						6.51
SUB	SUB4	Prueba hidráulica de tubería p/desague DN 160 - 250	m		1.0000	6.10	6.10	
SUB	SUB9	Puesta a pie de zanja de tubería PVC DN 160 - 250	m		1.0000	0.41	0.41	
Partida	17	Instalación con Rocket Plough tub. HDPE DN 220				m		60.76
Rendimiento	HH	100 m/día						
	HM	100 m/día						
Código	17	Descripción Recurso	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	P.U.	PARCIAL	

	MO		Mano de Obra						5.39
	MO	MO6	MO: Operador de equipo mediano, incl. leyes sociales	HH	1.0000	0.0800	18.98	1.52	
	MO	MO5	MO: Operador de maquinaria-equipos pesado, incl. leyes sociales	HH	1.0000	0.0800	19.14	1.53	
	MO	MO8	MO: Oficial incluye leyes sociales	HH	1.0000	0.0800	15.39	1.23	
	MO	MO9	MO: Peon incluye leyes sociales	HH	1.0000	0.0800	13.84	1.11	
	EQ		Equipos						48.86
	EQ	EQ1	Herramientas complementarias (%MO)	%MO		2.0000	5.39	0.11	
	EQ	EQ11	Roquet Plough	HM	1.0000	0.0800	500.00	40.00	
	EQ	EQ7	Cargador retroexcavador 0,5-0,75Yd3 62HP	HM	1.0000	0.0800	109.32	8.75	
	SUB		SUBCONTRATOS						6.51
	SUB	SUB4	Prueba hidráulica de tubería p/desague DN 160 - 250	m		1.0000	6.10	6.10	
	SUB	SUB9	Puesta a pie de zanja de tubería PVC DN 160 - 250	m		1.0000	0.41	0.41	
Partida	18	Instalación con Rocket Plough tub. HDPE DN 90 (óptimo)						m	11.03
Rendimiento	HH	1200	m/día						
	HM	1200	m/día						
	Código	18	Descripción Recurso	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	P.U.	PARCIAL	
	MO		Mano de Obra						0.45
	MO	MO6	MO: Operador de equipo mediano, incl. leyes sociales	HH	1.0000	0.0067	18.98	0.13	
	MO	MO5	MO: Operador de maquinaria-equipos pesado, incl. leyes sociales	HH	1.0000	0.0067	19.14	0.13	
	MO	MO8	MO: Oficial incluye leyes sociales	HH	1.0000	0.0067	15.39	0.10	
	MO	MO9	MO: Peon incluye leyes sociales	HH	1.0000	0.0067	13.84	0.09	
	EQ		Equipos						4.07
	EQ	EQ1	Herramientas complementarias (%MO)	%MO		2.0000	0.45	0.01	
	EQ	EQ11	Roquet Plough	HM	1.0000	0.0067	500.00	3.33	
	EQ	EQ7	Cargador retroexcavador 0,5-0,75Yd3 62HP	HM	1.0000	0.0067	109.32	0.73	
	SUB		SUBCONTRATOS						6.51
	SUB	SUB4	Prueba hidráulica de tubería p/desague DN 160 - 250	m		1.0000	6.10	6.10	
	SUB	SUB9	Puesta a pie de zanja de tubería PVC DN 160 - 250	m		1.0000	0.41	0.41	
Partida	19	Instalación con Rocket Plough tub. HDPE DN 160 (óptimo)						m	13.28
Rendimiento	HH	800	m/día						
	HM	800	m/día						
	Código	19	Descripción Recurso	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	P.U.	PARCIAL	
	MO		Mano de Obra						0.67
	MO	MO6	MO: Operador de equipo mediano, incl. leyes sociales	HH	1.0000	0.0100	18.98	0.19	
	MO	MO5	MO: Operador de maquinaria-equipos pesado, incl. leyes sociales	HH	1.0000	0.0100	19.14	0.19	
	MO	MO8	MO: Oficial incluye leyes sociales	HH	1.0000	0.0100	15.39	0.15	
	MO	MO9	MO: Peon incluye leyes sociales	HH	1.0000	0.0100	13.84	0.14	
	EQ		Equipos						6.10
	EQ	EQ1	Herramientas complementarias (%MO)	%MO		2.0000	0.67	0.01	
	EQ	EQ11	Roquet Plough	HM	1.0000	0.0100	500.00	5.00	
	EQ	EQ7	Cargador retroexcavador 0,5-0,75Yd3 62HP	HM	1.0000	0.0100	109.32	1.09	
	SUB		SUBCONTRATOS						6.51
	SUB	SUB4	Prueba hidráulica de tubería p/desague DN 160 - 250	m		1.0000	6.10	6.10	
	SUB	SUB9	Puesta a pie de zanja de tubería PVC DN 160 - 250	m		1.0000	0.41	0.41	
Partida	20	Instalación con Rocket Plough tub. HDPE DN 220 (óptimo)						m	20.08
Rendimiento	HH	400	m/día						
	HM	400	m/día						
	Código	20	Descripción Recurso	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	P.U.	PARCIAL	

MO		Mano de Obra						1.35
MO	MO6	MO: Operador de equipo mediano, incl. leyes sociales	HH	1.0000	0.0200	18.98	0.38	
MO	MO5	MO: Operador de maquinaria-equipos pesado, incl. leyes sociales	HH	1.0000	0.0200	19.14	0.38	
MO	MO8	MO: Oficial incluye leyes sociales	HH	1.0000	0.0200	15.39	0.31	
MO	MO9	MO: Peon incluye leyes sociales	HH	1.0000	0.0200	13.84	0.28	
EQ		Equipos						12.22
EQ	EQ1	Herramientas complementarias (%MO)	%MO		2.0000	1.35	0.03	
EQ	EQ11	Roquet Plough	HM	1.0000	0.0200	500.00	10.00	
EQ	EQ7	Cargador retroexcavador 0,5-0,75Yd3 62HP	HM	1.0000	0.0200	109.32	2.19	
SUB		SUBCONTRATOS						6.51
SUB	SUB4	Prueba hidráulica de tubería p/desague DN 160 - 250	m		1.0000	6.10	6.10	
SUB	SUB9	Puesta a pie de zanja de tubería PVC DN 160 - 250	m		1.0000	0.41	0.41	
Partida	21	Suministro de tubería HDPE PE 100, DNE 160 mm (incl. desperd. 2%)				m		45.76
Rendimiento	HH	m/día						
	HM	m/día						
	Código	21 Descripción Recurso	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	P.U.	PARCIAL	
	MAT	Materiales						45.76
	MAT	MAT10 Flete-transporte de accesorios (PVC, HDPE, GRP ó similar)	kg		4.5800	0.10	0.46	
	MAT	MAT17 Tubería HDPE PE 100, PN 10 (SDR 17), DN 160 mm	m		1.0200	44.41	45.30	
Partida	22	Suministro de tubería HDPE PE 100, DNE 200 mm (incl. desperd. 2%)				m		47.94
Rendimiento	HH	m/día						
	HM	m/día						
	Código	22 Descripción Recurso	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	P.U.	PARCIAL	
	MAT	Materiales						47.94
	MAT	MAT10 Flete-transporte de accesorios (PVC, HDPE, GRP ó similar)	kg		4.5800	0.10	0.46	
	MAT	MAT18 Tubería HDPE PE 100, PN 10 (SDR 17), DN 200 mm	m		1.0200	46.55	47.48	
Partida	23	Suministro de tubería HDPE PE 100, DNE 90 mm (incl. desperd. 2%)				m		40.52
Rendimiento	HH	m/día						
	HM	m/día						
	Código	23 Descripción Recurso	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	P.U.	PARCIAL	
	MAT	Materiales						40.52
	MAT	MAT10 Flete-transporte de accesorios (PVC, HDPE, GRP ó similar)	kg		4.5800	0.10	0.46	
	MAT	MAT19 Tubería HDPE PE 100, PN 10 (SDR 17), DN 90 mm	m		1.0200	39.27	40.06	
Partida	24	Codo electrofusion HDPE, DN 90 mm x 90° - 45° - 22.5° - 11.25°				und		120.00
Rendimiento	HH	und/día						
	HM	und/día						
	Código	24 Descripción Recurso	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	P.U.	PARCIAL	
	MAT	Materiales						120.00
	MAT	MAT10 Flete-transporte de accesorios (PVC, HDPE, GRP ó similar)	kg		0.5000	0.10	0.05	
	MAT	MAT20 Codo electrofusion HDPE, DN 90 mm x 90° - 45° - 22.5° - 11.25° SF	und		1.0200	117.60	119.95	
Partida	25	Codo electrofusion HDPE, DN 160 mm x 90° - 45° - 22.5° - 11.25°				und		284.52
Rendimiento	HH	und/día						
	HM	und/día						
	Código	25 Descripción Recurso	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	P.U.	PARCIAL	
	MAT	Materiales						284.52
	MAT	MAT10 Flete-transporte de accesorios (PVC, HDPE, GRP ó similar)	kg		0.5500	0.10	0.06	

	MAT	MAT21	Codo electrofusion HDPE, DN 160 mm x 90° - 45° - 22.5° - 11.25 * SF	und		1.0200	278.88	284.46
Partida		26	Codo electrofusion HDPE, DN 200 mm x 90° - 45° - 22.5° - 11.25 *			und		387.93
Rendimiento	HH		und/día					
	HM		und/día					
	Código	26	Descripción Recurso	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	P.U.	PARCIAL
	MAT		Materiales					387.93
	MAT	MAT10	Flete-transporte de accesorios (PVC, HDPE, GRP ó similar)	kg		0.5800	0.10	0.06
	MAT	MAT22	Codo electrofusion HDPE, DN 200 mm x 90° - 45° - 22.5° - 11.25 * SF	und		1.0200	380.26	387.87
Partida		27	Instalación de accesorios de HDPE DN 90 mm - Electrofusion			und		247.37
Rendimiento	HH	6	und/día					
	HM	6	und/día					
	Código	27	Descripción Recurso	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	P.U.	PARCIAL
	MO		Mano de Obra					82.95
	MO	MO5	MO: Operador de maquinaria-equipos pesado, incl. leyes sociales	HH	1.0000	1.3333	19.14	25.52
	MO	MO8	MO: Oficial incluye leyes sociales	HH	1.0000	1.3333	15.39	20.52
	MO	MO9	MO: Peon incluye leyes sociales	HH	2.0000	2.6667	13.84	36.91
	EQ		Equipos					147.42
	EQ	EQ1	Herramientas complementarias (%MO)	%MO		2.0000	82.95	1.66
	EQ	EQ7	Cargador retroexcavador 0,5-0,75Yd3 62HP	HM	1.0000	1.3333	109.32	145.76
	SUB		SUBCONTRATOS					17.00
	SUB	SUB5	Unión de accesorios y/o tuberías de HDPE DN 90 mm - Electrofusion SC	und		2.0000	8.50	17.00
Partida		29	Instalación de accesorios de HDPE DN 160 mm - Electrofusion			und		249.83
Rendimiento	HH	6	und/día					
	HM	6	und/día					
	Código	29	Descripción Recurso	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	P.U.	PARCIAL
	MO		Mano de Obra					82.95
	MO	MO5	MO: Operador de maquinaria-equipos pesado, incl. leyes sociales	HH	1.0000	1.3333	19.14	25.52
	MO	MO8	MO: Oficial incluye leyes sociales	HH	1.0000	1.3333	15.39	20.52
	MO	MO9	MO: Peon incluye leyes sociales	HH	2.0000	2.6667	13.84	36.91
	EQ		Equipos					147.42
	EQ	EQ1	Herramientas complementarias (%MO)	%MO		2.0000	82.95	1.66
	EQ	EQ7	Cargador retroexcavador 0,5-0,75Yd3 62HP	HM	1.0000	1.3333	109.32	145.76
	SUB		SUBCONTRATOS					19.46
	SUB	SUB6	Unión de accesorios y/o tuberías de HDPE DN 160 mm - Electrofusion SC	und		2.0000	9.73	19.46
Partida		30	Instalación de accesorios de HDPE DN 200 mm - Electrofusion			und		252.83
Rendimiento	HH	6	und/día					
	HM	6	und/día					
	Código	30	Descripción Recurso	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	P.U.	PARCIAL
	MO		Mano de Obra					82.95
	MO	MO5	MO: Operador de maquinaria-equipos pesado, incl. leyes sociales	HH	1.0000	1.3333	19.14	25.52
	MO	MO8	MO: Oficial incluye leyes sociales	HH	1.0000	1.3333	15.39	20.52
	MO	MO9	MO: Peon incluye leyes sociales	HH	2.0000	2.6667	13.84	36.91
	EQ		Equipos					147.42
	EQ	EQ1	Herramientas complementarias (%MO)	%MO		2.0000	82.95	1.66

EQ	EQ7	Cargador retroexcavador 0,5-0,75Yd3 62HP	HM	1.0000	1.3333	109.32	145.76
SUB		SUBCONTRATOS					22.46
SUB	SUB7	Unión de accesorios y/o tuberías de HDPE DN 200 mm - Electrofusion SC	und		2.0000	11.23	22.46
Partida	31	Unión de tuberías de HDPE DN 90 mm - Electrofusion				und	8.50
Rendimiento	HH	und/día					
	HM	und/día					
Código	31	Descripción Recurso	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	P.U.	PARCIAL
SUB		SUBCONTRATOS					8.50
SUB	SUB5	Unión de accesorios y/o tuberías de HDPE DN 90 mm - Electrofusion SC	und		1.0000	8.50	8.50
Partida	32	Unión de tuberías de HDPE DN 160 mm - Electrofusion				und	9.73
Rendimiento	HH	und/día					
	HM	und/día					
Código	32	Descripción Recurso	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	P.U.	PARCIAL
SUB		SUBCONTRATOS					9.73
SUB	SUB6	Unión de accesorios y/o tuberías de HDPE DN 160 mm - Electrofusion SC	und		1.0000	9.73	9.73
Partida	33	Unión de tuberías de HDPE DN 200 mm - Electrofusion				und	11.23
Rendimiento	HH	und/día					
	HM	und/día					
Código	33	Descripción Recurso	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	P.U.	PARCIAL
SUB		SUBCONTRATOS					11.23
SUB	SUB7	Unión de accesorios y/o tuberías de HDPE DN 200 mm - Electrofusion SC	und		1.0000	11.23	11.23

9.4. Anexo N° 4 Presupuestos

PRESUPUESTO DE INSTALACIÓN DE TUBERÍAS CON EL MÉTODO TRADICIONAL

ÍTEM	Descripción	Und.	Metrado	Precio (S/.)	Parcial (S/.)
01.	REDES SECUNDARIAS				761,450.29
01.01	OBRAS PROVISIONALES Y PRELIMINARES				85,071.63
01.01.01	Trazo y replanteo inicial del proyecto, para líneas-redes con estación total	km	6.10	S/. 656.04	S/. 3,998.56
01.01.02	Replanteo final de la obra, para líneas redes con estación total	km	6.10	S/. 285.27	S/. 1,738.72
01.01.03	Seguridad, Higiene Ocupacional	mes	4.40	S/. 5,000.00	S/. 22,000.00
01.01.04	Cerco de malla HDP de 1 m altura para límite de seguridad de obra	km	6095.00	S/. 1.25	S/. 7,618.75
01.01.05	Puente de madera para pase peatonal sobre zanja s/d (prov. durante obra)	und	12.00	S/. 340.29	S/. 4,083.48
01.01.06	Puente de madera para pase vehicular sobre zanja según diseño	und	9.00	S/. 1,740.98	S/. 15,668.82
01.01.07	Riego de zona de trabajo para mitigar la contaminación - polvo (Incl. Costo de agua y transporte Surtidor a obra)	m	6095.00	S/. 1.74	S/. 10,605.30
01.01.08	Equipos de Protección individual para personal de la obra (Uniformes, botines, cascos, protectores visuales y de oído, guantes, arneses de seguridad)	trab	23.00	S/. 746.00	S/. 17,158.00
01.01.09	Equipos de protección colectiva para la obra (Señalizaciones, barandas, escaleras y otros)	mes	4.40	S/. 500.00	S/. 2,200.00
01.02	REDES SECUNDARIAS PROYECTADAS - AGUA POTABLE				499,573.16
01.02.01	SUMINISTRO DE TUBERÍA				190,938.60
01.02.01	Suministro de tubería HDPE PE 100, DNE 90 mm (incl. desperd. 2%)	m	3645.00	S/. 40.52	S/. 147,695.40
01.02.02	Suministro de tubería HDPE PE 100, DNE 160 mm (incl. desperd. 2%)	m	945.00	S/. 45.76	S/. 43,243.20
01.02.02	SUMINISTRO DE ACCESORIOS				18,203.40
01.02.02.01	Codo electrofusion HDPE, DN 90 mm x 90° - 45° - 22.5° - 11.25 °	und	45.00	S/. 120.00	S/. 5,400.00
01.02.02.02	Codo electrofusion HDPE, DN 160 mm x 90° - 45° - 22.5° - 11.25 °	und	45.00	S/. 284.52	S/. 12,803.40
01.02.03	INSTALACIÓN DE TUBERÍAS				54,298.40
01.02.03.01	Instalación a zanja abierta tub. HDPE DN 90 incl. prueba	m	3645.00	S/. 11.74	S/. 42,792.30
01.02.03.02	Instalación a zanja abierta tub. HDPE DN 160 incl. prueba	m	945.00	S/. 11.74	S/. 11,094.30
01.02.03.03	Unión de tuberías de HDPE DN 90 mm - Electrofusion	und	37.00	S/. 8.50	S/. 314.50
01.02.03.04	Unión de tuberías de HDPE DN 160 mm - Electrofusion	und	10.00	S/. 9.73	S/. 97.30
01.02.04	INSTALACIÓN DE ACCESORIOS				27,774.00
01.02.04.01	Instalación de accesorios de HDPE DN 90 mm - Electrofusion	und	45.00	S/. 247.37	S/. 11,131.65
01.02.04.02	Instalación de accesorios de HDPE DN 160 mm - Electrofusion	und	45.00	S/. 249.83	S/. 11,242.35
01.02.04.03	Concreto f'c 175 kg/cm2 para anclajes de accesorios DN 110 - 160	und	90.00	S/. 60.00	S/. 5,400.00
01.02.05	MOVIMIENTO DE TIERRAS				205,264.80
01.02.05.01	Excavac. zanja (máq.) p/tub. terr-normal DN 90 - 160 de toda profundidad	m	4590.00	S/. 20.53	S/. 94,232.70
01.02.05.02	Refine y nivel de zanja terr-normal para tub. DN 90 - 160 para toda profund.	m	4590.00	S/. 2.48	S/. 11,383.20
01.02.05.03	Relleno comp.zanja(pulso) p/tub t-normal DN 90 - 160 de 1,01 m a 1,25 m Prof.	m	4590.00	S/. 21.71	S/. 99,648.90
01.02.05.06	Elimin. desmonte(c+v) t-normal D=20km p/tub. DN 90 - 160 para toda Prof.	m	0.00	S/. 27.63	S/. -
01.02.06	PRUEBAS				3,093.96
01.02.06.01	Pruebas compactación suelos (proctor modificado y de control de compactación)	und	57.00	S/. 54.28	S/. 3,093.96
01.03	REDES SECUNDARIAS ALCANTARILLADO				176,805.50
01.03.01	SUMINISTRO DE TUBERÍA				66,992.80
01.03.01.01	Suministro de tubería HDPE PE 100, DNE 90 mm (incl. desperd. 2%)	m	695.00	S/. 40.52	S/. 28,161.40
01.03.01.02	Suministro de tubería HDPE PE 100, DNE 200 mm (incl. desperd. 2%)	m	810.00	S/. 47.94	S/. 38,831.40
01.03.02	SUMINISTRO DE ACCESORIOS				10,158.60
01.03.02.01	Codo electrofusion HDPE, DN 90 mm x 90° - 45° - 22.5° - 11.25 °	und	20.00	S/. 120.00	S/. 2,400.00

ÍTEM	Descripción	Und.	Metrado	Precio (S/.)	Parcial (S/.)
01.03.02.02	Codo electrofusion HDPE, DN 200 mm x 90° - 45° - 22.5° - 11.25 °	und	20.00	S/. 387.93	S/. 7,758.60
01.03.03	INSTALACIÓN DE TUBERÍA				18,915.18
01.03.03.01	Instalación a zanja abierta tub. HDPE DN 90 incl. prueba	m	695.00	S/. 11.74	S/. 8,159.30
01.03.03.02	Instalación a zanja abierta tub. HDPE DN 200 incl. prueba	m	810.00	S/. 13.07	S/. 10,586.70
01.03.03.03	Unión de tuberías de HDPE DN 160 mm - Electrofusion	und	7.00	S/. 9.73	S/. 68.11
01.03.03.04	Unión de tuberías de HDPE DN 200 mm - Electrofusion	und	9.00	S/. 11.23	S/. 101.07
01.03.04	INSTALACIÓN DE ACCESORIOS				12,404.00
01.03.04.01	Instalación de accesorios de HDPE DN 90 mm - Electrofusion	und	20.00	S/. 247.37	S/. 4,947.40
01.03.04.02	Instalación de accesorios de HDPE DN 200 mm - Electrofusion	und	20.00	S/. 252.83	S/. 5,056.60
01.03.04.03	Concreto f'c 175 kg/cm2 para anclajes de accesorios DN 110 - 160	und	40.00	S/. 60.00	S/. 2,400.00
01.03.05	MOVIMIENTOS DE TIERRAS				67,303.60
01.03.05.01	Excavac. zanja (máq.) p/tub. terr-normal DN 90 - 160 de toda profundidad	m	1505.00	S/. 20.53	S/. 30,897.65
01.03.05.02	Refine y nivel de zanja terr-normal para tub. DN 90 - 160 para toda profund.	m	1505.00	S/. 2.48	S/. 3,732.40
01.03.05.03	Relleno comp.zanja(pulso) p/tub t-normal DN 90 - 160 de 1,01 m a 1,25 m Prof.	m	1505.00	S/. 21.71	S/. 32,673.55
01.03.05.04	Elimin. desmonte(c+v) t-normal D=20km p/tub. DN 90 - 160 para toda Prof.	m	0.00	S/. 27.63	S/. -
01.03.06	PRUEBAS				1,031.32
01.03.06.01	Pruebas compactación suelos (proctor modificado y de control de compactación)	und	19.00	S/. 54.28	S/. 1,031.32

PRESUPUESTO DE INSTALACIÓN DE TUBERÍAS CON EL MÉTODO NO TRADICIONAL (ROCKET PLOUGH) EN OBRA

ÍTEM	Descripción	Und.	Metrado	Precio (S/.)	Parcial (S/.)
01.	REDES SECUNDARIAS				558,231.96
01.01	OBRAS PROVISIONALES Y PRELIMINARES				43,679.33
01.01.01	Trazo y replanteo inicial del proyecto, para líneas-redes con estación total	km	6.10	S/. 656.04	S/. 3,998.56
01.01.02	Replanteo final de la obra, para líneas redes con estación total	km	6.10	S/. 285.27	S/. 1,738.72
01.01.03	Seguridad, Higiene Ocupacional	mes	2.50	S/. 5,000.00	S/. 12,500.00
01.01.04	Cerco de malla HDP de 1 m altura para límite de seguridad de obra	km	6095.00	S/. 1.25	S/. 7,618.75
01.01.05	Puente de madera para pase peatonal sobre zanja s/d (prov. durante obra)	und	0.00	S/. 340.29	S/. -
01.01.06	Puente de madera para pase vehicular sobre zanja según diseño	und	0.00	S/. 1,740.98	S/. -
01.01.07	Riego de zona de trabajo para mitigar la contaminación - polvo (Incl. Costo de agua y transporte Surtidor a obra)	m	6095.00	S/. 1.74	S/. 10,605.30
01.01.08	Equipos de Protección individual para personal de la obra (Uniformes, botines, cascos, protectores visuales y de oído, guantes, arneses de seguridad)	trab	8.00	S/. 746.00	S/. 5,968.00
01.01.09	Equipos de protección colectiva para la obra (Señalizaciones, barandas, escaleras y otros)	mes	2.50	S/. 500.00	S/. 1,250.00
01.02	REDES SECUNDARIAS PROYECTADAS - AGUA POTABLE				360,315.50
01.02.01	SUMINISTRO DE TUBERÍA				190,938.60
01.02.01	Suministro de tubería HDPE PE 100, DNE 90 mm (incl. desperd. 2%)	m	3645.00	S/. 40.52	S/. 147,695.40
01.02.02	Suministro de tubería HDPE PE 100, DNE 160 mm (incl. desperd. 2%)	m	945.00	S/. 45.76	S/. 43,243.20
01.02.02	SUMINISTRO DE ACCESORIOS				18,203.40
01.02.02.01	Codo electrofusion HDPE, DN 90 mm x 90° - 45° - 22.5° - 11.25 °	und	45.00	S/. 120.00	S/. 5,400.00
01.02.02.02	Codo electrofusion HDPE, DN 160 mm x 90° - 45° - 22.5° - 11.25 °	und	45.00	S/. 284.52	S/. 12,803.40
01.02.03	INSTALACIÓN DE TUBERÍAS				123,399.50
01.02.03.01	Instalación con Rocket Plough tub. HDPE DN 90	m	3645.00	S/. 22.01	S/. 80,226.45
01.02.03.02	Instalación con Rocket Plough tub. HDPE DN 160	m	945.00	S/. 45.25	S/. 42,761.25
01.02.03.03	Unión de tuberías de HDPE DN 90 mm - Electrofusion	und	37.00	S/. 8.50	S/. 314.50
01.02.03.04	Unión de tuberías de HDPE DN 160 mm - Electrofusion	und	10.00	S/. 9.73	S/. 97.30
01.02.04	INSTALACIÓN DE ACCESORIOS				27,774.00
01.02.04.01	Instalación de accesorios de HDPE DN 90 mm - Electrofusion	und	45.00	S/. 247.37	S/. 11,131.65
01.02.04.02	Instalación de accesorios de HDPE DN 160 mm - Electrofusion	und	45.00	S/. 249.83	S/. 11,242.35
01.02.04.03	Concreto f'c 175 kg/cm2 para anclajes de accesorios DN 110 - 160	und	90.00	S/. 60.00	S/. 5,400.00
01.02.05	MOVIMIENTO DE TIERRAS				0.00
01.02.05.01	Excavac. zanja (máq.) p/tub. terr-normal DN 90 - 160 de toda profundidad	m		S/. 20.53	S/. -
01.02.05.02	Refine y nivel de zanja terr-normal para tub. DN 90 - 160 para toda profund.	m		S/. 2.48	S/. -
01.02.05.03	Relleno comp.zanja(pulso) p/tub t-normal DN 90 - 160 de 1,01 m a 1,25 m Prof.	m		S/. 21.71	S/. -
01.02.05.06	Elimin. desmonte(c+v) t-normal D=20km p/tub. DN 90 - 160 para toda Prof.	m		S/. 27.63	S/. -
01.02.06	PRUEBAS				0.00
01.02.06.01	Pruebas compactación suelos (proctor modificado y de control de compactación)	und		S/. 54.28	S/. -
01.03	REDES SECUNDARIAS ALCANTARILLADO				154,237.13
01.03.01	SUMINISTRO DE TUBERÍA				66,992.80
01.03.01.01	Suministro de tubería HDPE PE 100, DNE 90 mm (incl. desperd. 2%)	m	695.00	S/. 40.52	S/. 28,161.40
01.03.01.02	Suministro de tubería HDPE PE 100, DNE 200 mm (incl. desperd. 2%)	m	810.00	S/. 47.94	S/. 38,831.40
01.03.02	SUMINISTRO DE ACCESORIOS				10,158.60
01.03.02.01	Codo electrofusion HDPE, DN 90 mm x 90° - 45° - 22.5° - 11.25 °	und	20.00	S/. 120.00	S/. 2,400.00

ÍTEM	Descripción	Und.	Metrado	Precio (S/.)	Parcial (S/.)
01.03.02.02	Codo electrofusion HDPE, DN 200 mm x 90° - 45° - 22.5° - 11.25 °	und	20.00	S/. 387.93	S/. 7,758.60
01.03.03	INSTALACIÓN DE TUBERÍA				64,681.73
01.03.03.01	Instalación con Rocket Plough tub. HDPE DN 90	m	695.00	S/. 22.01	S/. 15,296.95
01.03.03.02	Instalación con Rocket Plough tub. HDPE DN 220	m	810.00	S/. 60.76	S/. 49,215.60
01.03.03.03	Unión de tuberías de HDPE DN 160 mm - Electrofusion	und	7.00	S/. 9.73	S/. 68.11
01.03.03.04	Unión de tuberías de HDPE DN 200 mm - Electrofusion	und	9.00	S/. 11.23	S/. 101.07
01.03.04	INSTALACIÓN DE ACCESORIOS				12,404.00
01.03.04.01	Instalación de accesorios de HDPE DN 90 mm - Electrofusion	und	20.00	S/. 247.37	S/. 4,947.40
01.03.04.02	Instalación de accesorios de HDPE DN 200 mm - Electrofusion	und	20.00	S/. 252.83	S/. 5,056.60
01.03.04.03	Concreto f'c 175 kg/cm2 para anclajes de accesorios DN 110 - 160	und	40.00	S/. 60.00	S/. 2,400.00
01.03.05	MOVIMIENTOS DE TIERRAS				0.00
01.03.05.01	Excavac. zanja (máq.) p/tub. terr-normal DN 90 - 160 de toda profundidad	m		S/. 20.53	S/. -
01.03.05.02	Refine y nivel de zanja terr-normal para tub. DN 90 - 160 para toda profund.	m		S/. 2.48	S/. -
01.03.05.03	Relleno comp.zanja(pulso) p/tub t-normal DN 90 - 160 de 1,01 m a 1,25 m Prof.	m		S/. 21.71	S/. -
01.03.05.04	Elimin. desmonte(c+v) t-normal D=20km p/tub. DN 90 - 160 para toda Prof.	m		S/. 27.63	S/. -
01.03.06	PRUEBAS				0.00
01.03.06.01	Pruebas compactación suelos (proctor modificado y de control de compactación)	und		S/. 54.28	S/. -

PRESUPUESTO DE INSTALACIÓN DE TUBERÍAS CON EL MÉTODO NO TRADICIONAL (ROCKET PLOUGH) - ÓPTIMO

ÍTEM	Descripción	Und.	Metrado	Precio (S/.)	Parcial (S/.)
01.	REDES SECUNDARIAS				442,466.31
01.01	OBRAS PROVISIONALES Y PRELIMINARES				38,729.33
01.01.01	Trazo y replanteo inicial del proyecto, para líneas-redes con estación total	km	6.10	S/. 656.04	S/. 3,998.56
01.01.02	Replanteo final de la obra, para líneas redes con estación total	km	6.10	S/. 285.27	S/. 1,738.72
01.01.03	Seguridad, Higiene Ocupacional	mes	1.60	S/. 5,000.00	S/. 8,000.00
01.01.04	Cerco de malla HDP de 1 m altura para límite de seguridad de obra	km	6095.00	S/. 1.25	S/. 7,618.75
01.01.05	Puente de madera para pase peatonal sobre zanja s/d (prov. durante obra)	und	0.00	S/. 340.29	S/. -
01.01.06	Puente de madera para pase vehicular sobre zanja según diseño	und	0.00	S/. 1,740.98	S/. -
01.01.07	Riego de zona de trabajo para mitigar la contaminación - polvo (Incl. Costo de agua y transporte Surtidor a obra)	m	6095.00	S/. 1.74	S/. 10,605.30
01.01.08	Equipos de Protección individual para personal de la obra (Uniformes, botines, cascos, protectores visuales y de oído, guantes, arneses de seguridad)	trab	8.00	S/. 746.00	S/. 5,968.00
01.01.09	Equipos de protección colectiva para la obra (Señalizaciones, barandas, escaleras y otros)	mes	1.60	S/. 500.00	S/. 800.00
01.02	REDES SECUNDARIAS PROYECTADAS - AGUA POTABLE				290,081.75
01.02.01	SUMINISTRO DE TUBERÍA				190,938.60
01.02.01	Suministro de tubería HDPE PE 100, DNE 90 mm (incl. desperd. 2%)	m	3645.00	S/. 40.52	S/. 147,695.40
01.02.02	Suministro de tubería HDPE PE 100, DNE 160 mm (incl. desperd. 2%)	m	945.00	S/. 45.76	S/. 43,243.20
01.02.02	SUMINISTRO DE ACCESORIOS				18,203.40
01.02.02.01	Codo electrofusion HDPE, DN 90 mm x 90° - 45° - 22.5° - 11.25 °	und	45.00	S/. 120.00	S/. 5,400.00
01.02.02.02	Codo electrofusion HDPE, DN 160 mm x 90° - 45° - 22.5° - 11.25 °	und	45.00	S/. 284.52	S/. 12,803.40
01.02.03	INSTALACIÓN DE TUBERÍAS				53,165.75
01.02.03.01	Instalación con Rocket Plough tub. HDPE DN 90 (optimo)	m	3645.00	S/. 11.03	S/. 40,204.35
01.02.03.02	Instalación con Rocket Plough tub. HDPE DN 160 (optimo)	m	945.00	S/. 13.28	S/. 12,549.60
01.02.03.03	Unión de tuberías de HDPE DN 90 mm - Electrofusion	und	37.00	S/. 8.50	S/. 314.50
01.02.03.04	Unión de tuberías de HDPE DN 160 mm - Electrofusion	und	10.00	S/. 9.73	S/. 97.30
01.02.04	INSTALACIÓN DE ACCESORIOS				27,774.00
01.02.04.01	Instalación de accesorios de HDPE DN 90 mm - Electrofusion	und	45.00	S/. 247.37	S/. 11,131.65
01.02.04.02	Instalación de accesorios de HDPE DN 160 mm - Electrofusion	und	45.00	S/. 249.83	S/. 11,242.35
01.02.04.03	Concreto fc 175 kg/cm2 para anclajes de accesorios DN 110 - 160	und	90.00	S/. 60.00	S/. 5,400.00
01.02.05	MOVIMIENTO DE TIERRAS				0.00
01.02.05.01	Excavac. zanja (máq.) p/tub. terr-normal DN 90 - 160 de toda profundidad	m		S/. 20.53	S/. -
01.02.05.02	Refine y nivel de zanja terr-normal para tub. DN 90 - 160 para toda profund.	m		S/. 2.48	S/. -
01.02.05.03	Relleno comp.zanja(pulso) p/tub t-normal DN 90 - 160 de 1,01 m a 1,25 m Prof.	m		S/. 21.71	S/. -
01.02.05.06	Elimin. desmonte(c+v) t-normal D=20km p/tub. DN 90 - 160 para toda Prof.	m		S/. 27.63	S/. -
01.02.06	PRUEBAS				0.00
01.02.06.01	Pruebas compactación suelos (proctor modificado y de control de compactación)	und		S/. 54.28	S/. -
01.03	REDES SECUNDARIAS ALCANTARILLADO				113,655.23
01.03.01	SUMINISTRO DE TUBERÍA				66,992.80
01.03.01.01	Suministro de tubería HDPE PE 100, DNE 90 mm (incl. desperd. 2%)	m	695.00	S/. 40.52	S/. 28,161.40
01.03.01.02	Suministro de tubería HDPE PE 100, DNE 200 mm (incl. desperd. 2%)	m	810.00	S/. 47.94	S/. 38,831.40
01.03.02	SUMINISTRO DE ACCESORIOS				10,158.60
01.03.02.01	Codo electrofusion HDPE, DN 90 mm x 90° - 45° - 22.5° - 11.25 °	und	20.00	S/. 120.00	S/. 2,400.00

ÍTEM	Descripción	Und.	Metrado	Precio (S/.)	Parcial (S/.)
01.03.02.02	Codo electrofusion HDPE, DN 200 mm x 90° - 45° - 22.5° - 11.25 °	und	20.00	S/. 387.93	S/. 7,758.60
01.03.03	INSTALACIÓN DE TUBERÍA				24,099.83
01.03.03.01	Instalación con Rocket Plough tub. HDPE DN 90 (optimo)	m	695.00	S/. 11.03	S/. 7,665.85
01.03.03.02	Instalación con Rocket Plough tub. HDPE DN 220 (optimo)	m	810.00	S/. 20.08	S/. 16,264.80
01.03.03.03	Unión de tuberías de HDPE DN 160 mm - Electrofusion	und	7.00	S/. 9.73	S/. 68.11
01.03.03.04	Unión de tuberías de HDPE DN 200 mm - Electrofusion	und	9.00	S/. 11.23	S/. 101.07
01.03.04	INSTALACIÓN DE ACCESORIOS				12,404.00
01.03.04.01	Instalación de accesorios de HDPE DN 90 mm - Electrofusion	und	20.00	S/. 247.37	S/. 4,947.40
01.03.04.02	Instalación de accesorios de HDPE DN 200 mm - Electrofusion	und	20.00	S/. 252.83	S/. 5,056.60
01.03.04.03	Concreto fc 175 kg/cm2 para anclajes de accesorios DN 110 - 160	und	40.00	S/. 60.00	S/. 2,400.00
01.03.05	MOVIMIENTOS DE TIERRAS				0.00
01.03.05.01	Excavac. zanja (máq.) p/tub. terr-normal DN 90 - 160 de toda profundidad	m		S/. 20.53	S/. -
01.03.05.02	Refine y nivel de zanja terr-normal para tub. DN 90 - 160 para toda profund.	m		S/. 2.48	S/. -
01.03.05.03	Relleno comp.zanja(pulso) p/tub t-normal DN 90 - 160 de 1,01 m a 1,25 m Prof.	m		S/. 21.71	S/. -
01.03.05.04	Elimin. desmonte(c+v) t-normal D=20km p/tub. DN 90 - 160 para toda Prof.	m		S/. 27.63	S/. -
01.03.06	PRUEBAS				0.00
01.03.06.01	Pruebas compactación suelos (proctor modificado y de control de compactación)	und		S/. 54.28	S/. -

9.5. Anexo N° 5 Panel Fotográfico

PANEL FOTOGRÁFICO

DATOS DEL EQUIPO	
NOMBRE:	RT115 con oruga cuádruple Arado Vibratorio - Rocket Plough (TRACTOR + ARADO)
MARCA:	DITCH WICH
MODELO:	TRACTOR RT115Q + ARADO H1032

Foto N° 1: Presentación de Arado Vibratorio (Rocket Plough) – Vista Lateral

Foto N° 2: Presentación de Arado Vibratorio (Rocket Plough) – Vista del Arado (PLOW H1032)

Foto N° 3: Presentación de Arado Vibratorio (Rocket Plough) – Movilización en terreno con pendiente

Foto N° 4: Presentación de Arado Vibratorio (Rocket Plough) – Instalación de tubería DN110

Foto N° 5: Presentación de Arado Vibratorio (Rocket Plough) – Finalización de instalación de tubería DN110

Foto N° 6: Presentación de Arado Vibratorio (Rocket Plough) – Pozo de Ingreso, inicio de instalación de tubería

Foto N° 7: Instalación de tubería de DN110

Foto N° 8: Presentación de Arado Vibratorio (Rocket Plough) – Vista Frontal

Foto N° 9: Presentación de Arado Vibratorio (Rocket Plough) – Vista Posterior

Foto N° 10: Numero de motor

Foto N° 11: Placa de fabricación del Tractor