

**PROPUESTA DE ANALISIS DE RIESGOS OPERATIVOS PARA LA
CONSTRUCCIÓN DEL POLIDUCTO MEDELLÍN-CARTAGO A CARGO DE LA
EMPRESA MORELCO S.A.**

JORDY STEVEN GOMEZ DIAZ

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍA FÍSICOQUÍMICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA DE PETRÓLEOS
BUCARAMANGA**

2018

**PROPUESTA DE ANALISIS DE RIESGOS OPERATIVOS PARA LA
CONSTRUCCIÓN DEL POLIDUCTO MEDELLÍN-CARTAGO A CARGO DE LA
EMPRESA MORELCO S.A.**

JORDY STEVEN GOMEZ DIAZ

Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero de Petróleos

DIRECTOR(A):

KATHY MARGARITA DAZA BROCHERO

Magister en Gestión Integral en la Industria de Hidrocarburos.

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍA FÍSICOQUÍMICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA DE PETRÓLEOS
BUCARAMANGA**

2018

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la Universidad Industrial de Santander, a la escuela de Ingeniería de Petróleos-UIS, y a cada uno de sus docentes por todo el apoyo y orientación.

A la empresa MORELCO S.A, por la orientación y colaboración para el planteamiento y ejecución del presente proyecto.

A la ingeniera Katty, por su confianza, apoyo y colaboración de este trabajo.

DEDICATORIA

A Dios, por todas sus bendiciones a lo largo de mi vida.

A mi querida madre, que con tanto esfuerzo, dedicación y amor ha contribuido en mi educación.

A mi hermana Carolina por todo su apoyo y cariño.

A mi novia Diana cornejo por todo el acompañamiento y enseñanzas.

A mi familia en general por todo el apoyo y afecto brindado.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	16
1. POLIDUCTOS.....	18
1.1 TRANSPORTE DEL HIDROCARBURO POR MEDIO DE POLIDUCTOS.....	18
1.2 MÉTODOS DE INSPECCIÓN DE TUBERÍAS	20
1.3 ANÁLISIS DE RIESGOS.....	21
1.4 NORMA ISO: 9001:2015.....	22
1.5 PENSAMIENTO BASADO EN RIESGOS.....	24
1.6 MATRIZ DE RIESGOS	25
1.7 MATRIZ DOFA.....	27
1.8 MATRIZ DE INDICADORES.....	28
1.9 MATRIZ DE REQUISITOS.....	30
2. INFORMACIÓN CORRESPONDIENTE AL POLIDUCTO MEDELLÍN- CARTAGO	31
2.1 GENERALIDADES	31
2.2 ACCESOS	32
2.3 CONDICIONES CLIMATOLÓGICAS.....	33
2.4 ESTUDIOS DE INGENIERÍA	33
2.5 SUMINISTRO DE MATERIALES.....	34
2.6 ALMACENAMIENTO Y CONTROL DE MATERIALES.....	34

2.7 ADECUACIÓN DEL TERRENO PARA RESPECTIVA CONSTRUCCIÓN DE LA RED POLIDUCTO	35
2.8 TRAZADO DEL TERRENO	35
2.8.1 Cruce de Vías	39
2.8.2 paso por Berma de Vía	40
2.9 TUBERÍA AÉREA O ENTERRADA	42
3. METODOLOGIA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE MATRICES.....	43
3.1 METODOLOGÍA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA MATRIZ DE RIESGOS OPERATIVOS. (MATRIZ DE RIESGOS SE SACA DE GTC 450 PG: 4-17)	43
3.1.1 Recolecta de Información y Definición de Instrumento	44
3.1.2 Respectiva clasificación de los procesos, actividades y tareas respectivas .	45
3.1.3 Identificación de Posibles Peligros.....	45
3.1.4 Definición de Posibles Efectos Negativos	45
3.1.5 Definición de controles existentes.....	46
3.1.6 Definición de la Evaluación del Riesgo	46
3.2 METODOLOGÍA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA MATRIZ DOFA	49
3.3 METODOLOGÍA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA MATRIZ DE REQUISITOS.....	53
3.5 METODOLOGÍA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA MATRIZ DE INDICADORES.	55
4. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS DETERMINACIÓN DE MATRICES.	57
4.1 RESULTADOS MATRIZ DOFA	58

4.2 RESULTADOS MATRIZ DE RIESGOS	61
4.3 RESULTADOS PARA EL ANÁLISIS DE LA MATRIZ DE INDICADORES	62
4.4 RESULTADOS MATRIZ DE REQUISITOS	64
5. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	65
6. CONCLUSIONES	85
7. RECOMENDACIONES.....	87
BIBLIOGRAFÍA.....	88
ANEXOS.....	92

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Matriz de indicadores lógica vertical	29
Tabla 2. Matriz de indicadores lógica.....	29
Tabla 3. Valores para los niveles de deficiencia (ND).	46
Tabla 4. Numeración para niveles de exposición.....	47
Tabla 5. Valores para los niveles de probabilidad.....	47
Tabla 6. Valores para niveles de riesgo	48
Tabla 7. Valores para niveles de aceptabilidad del riesgo.	48
Tabla 8. Lista de factores DOFA.....	50
Tabla 9. Estrategias de análisis DOFA.	52
Tabla 10. Matriz de requisitos legales.....	54
Tabla 11. Matriz de indicadores de resultados (MIR).....	55
Tabla 12. Procedimiento para la construcción de líneas de hidrocarburos.....	57
Tabla 13. Resultados análisis DOFA.	58

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Funcionamiento de un poliducto.	19
Figura 2. Representación de la estructura norma internacional con el ciclo PHVA	23
Figura 3. Esquema generalizado correspondiente a la evaluación del riesgo.	26
Figura 4. Variante del proyecto Medellín-Cartago.....	32
Figura 5. Ciclo anual de precipitación	33
Figura 6. Trazado de terreno por zona de cedros.....	36
Figura 7. Nuevo trazado de terreno por zona de cedros.....	36
Figura 8. Rectificación del trazado para eliminación de curvas	37
Figura 9. Rectificación de trazado para eludir poste eléctrico.....	37
Figura 10. Ajuste de trazo para eludir poste eléctrico	38
Figura 11. Alineamiento para eludir zona inestable	39
Figura 12. Cruce 1. Por vía privada, acceso a finca.	40
Figura 13. Cruce2. Vegas de Poblano.	40
Figura 14. Paso por berma 1. Vegas de Poblano.	41
Figura 15. Paso por berma 2. Parcelación de Montenegro.....	41
Figura 16. Metodología para la valoración de riesgos y peligros.	44
Figura 17. Apropiación de proyecto.	66
Figura 18. Tala y poda de árboles	67
Figura 19. Apertura DDV	68

Figura 20. Traslado de materiales	68
Figura 21. Desarrollo de actividades planteadas para minimizar vulnerabilidad del sistema de transporte.....	69
Figura 22. Cumplimiento de requerimientos por ICA Y PMA	70
Figura 23. Transporte de maquinaria y personal	71
Figura 24. Desarrollo de actividades operativas a tiempo planeado.....	72
Figura 25. Base de datos personal	73
Figura 26. Sistematización de procesos operativos.....	74
Figura 27. Estabilidad de terreno	74
Figura 28. Control de seguridad.....	75
Figura 29. Control de comunicación	76
Figura 30. Investigación de la ANLA.....	76
Figura 31. Modificaciones de terreno.....	77
Figura 32. Capacitación para trabajos de alto riesgo.....	78
Figura 33. Mantenimiento de equipos operativos.	78
Figura 34. Control de certificados trabajos de altura.....	79
Figura 35. Inspección de equipos preventivos y capacitación de personal.....	80
Figura 36. Capacitación de personal para riesgos biológicos	80
Figura 37. Capacitación de personal para trabajos operativos	81
Figura 38. Evaluación de las condiciones de rutas	82
Figura 39. Plan HSE	82
Figura 40. Inicio del proyecto	83
Figura 41. Culminación del Proyecto	84

LISTA DE ANEXOS

(Ver Anexo Adjunto al CD y en Base de datos de la Biblioteca UIS)

ANEXO A. INFORME TÉCNICO PARA LA EMPRESA MORELCO S.A.

ANEXO B. CARTA ENTREGA DOCUMENTO INFORME A MORELCO S.A.

ANEXO C. MATRIZ DE RIESGO

ANEXO D. MATRIS DOFA

ANEXO E. MATRIZ DE INDICADORES DE RESULTADOS – INICIALIZACIÓN

ANEXO F. MATRIZ DE INDICADORES DE RESULTADOS – FINALIZACIÓN

ANEXO G. MATRIZ DE REQUISITO LEGALES

RESUMEN

TÍTULO: PROPUESTA DE ANÁLISIS DE RIESGOS OPERATIVOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL POLIDUCTO MEDELLÍN-CARTAGO A CARGO DE LA EMPRESA MORELCO S.A.*

AUTOR: JORDY STEVEN GOMEZ DIAZ**

PALABRAS CLAVES: Análisis de riesgo, Matriz DOFA, Mapa de Riesgos, Matriz de Indicadores, Matriz de Requisitos Legales, Poliducto

DESCRIPCIÓN:

En la construcción de poliductos los proyectos se ven expuestos a diferentes tipos de riesgos, que de materializarse podrían generar consecuencias tan graves como la pérdida de vidas humanas, fracasos financieros, impactos ambientales irremediables, repercusiones sociales entre otros. Por este motivo nace la necesidad de generar una propuesta de estrategias que permitan determinar los riesgos operativos que afectan la construcción de una línea de transporte de hidrocarburo, para así identificar, priorizar y categorizar el impacto que genera al proyecto.

En el presente trabajo de grado se realiza un análisis de los diferentes riesgos operativos que se pueden presentar en la construcción del poliducto Medellín-Cartago en el sector de Rio Poblano del PK89+100 al PK92+100, para esto se establece una matriz DOFA, un mapa de riesgos operativos, una matriz de indicadores y una matriz de requisitos legales.

Para el desarrollo de la matriz DOFA se presenta de forma general los análisis externos e internos de la empresa, generando con ello una serie de estrategias para maximizar las fortalezas y oportunidades minimizando los riesgos y amenazas. En el mapa de riesgos se hace una identificación de riesgos operativos y una valoración tomando como guía la norma GTC 45, luego se procede a realizar una matriz de indicadores la cual busca evaluar los objetivos de cada indicador, mirar el objetivo de la medición y su cumplimiento, y por último realizamos una matriz de requisitos legales en la cual, se presenta los requisitos y normas establecidas por ley, las cuales se deben cumplir en el la construcción del poliducto.

* Trabajo de Grado.

** Facultad de Ingeniería Físicoquímicas. Escuela de Ingeniería de Petróleos. Director(a): M.Sc Kathy Margarita Daza,

ABSTRACT

TITLE: PROPOSAL OF ANALYSIS OF OPERATIONAL RISKS FOR THE CONSTRUCTION OF THE MEDELLÍN-CARTAGO POLIDUCT IN CHARGE OF THE COMPANY MORELCO S.A.*

AUTHOR: JORDY STEVEN GOMEZ DIAZ**

KEYWORDS: Risk Analysis, SWOT Matrix, Risk Map, Indicators Matrix, Legal Requirements Matrix, Poliducto

DESCRIPTION:

In the construction of polyduct pipelines, projects are exposed to different types of risks, which could result in consequences as serious as the loss of human lives, financial failures, irremediable environmental impacts, social repercussions among other things. For this reason, the need arose to generate a proposal of strategies that allow us to determine the operational risks that affect the construction of a hydrocarbon transport line, and to identify, prioritize and categorize the impact generated by the project.

Presently degree work is being done analyzing the different operational risks that can occur in the construction of the Medellin-Cartago pipeline in the Rio Poblano sector from PK89 + 100 to PK92 + 100. That is why a SWOT matrix is established, which is a map of operational risks, a matrix of indicators and a matrix of legal requirements.

For the development of the SWOT matrix, the external and internal analyzes of the company are presented in a general manner, generating a series of strategies to maximize the strengths and opportunities while minimizing the risks and threats. On the risk map, the identification of operational risks and an assessment is made using the GTC 45 standard as a guide. Then a matrix of indicators is carried out which seeks to evaluate the objectives of each indicator, looking at at the measurement objective and its completion. Finally we are creating a matrix of legal requirements, which shows the requirements and rules established by law that must be met during the construction of the pipeline

* Degree work

** Physic-Chemical Engineering Faculty. Petroleum Engineering School. Advisors: M.Sc Kathy Margarita Daza.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la industria de los hidrocarburos mantiene un amplio rango de importancia en el mercado energético, ya que a lo largo del tiempo su crecimiento se ha presentado de manera exponencial, no sólo en Colombia, sino alrededor del mundo¹. Debido a esto, el transporte de productos hidrocarburos se vuelve un trabajo bastante relevante, desarrollando diferentes logísticas para su correspondiente distribución, la cual se hace a través de barcos tanqueros, buques cisterna, líneas, o por medios terrestres por redes de oleoductos, gasoductos o poliductos, siendo éstas una de las formas más seguras de transporte². Estos últimos manejan el transporte de diferentes productos destilados del petróleo, tales como nafta, combustibles de aviación, gas oil, kerosene, entre otros, para diferentes compañías a nivel global, representando un mecanismo de transporte confiable para transportar grandes volúmenes de estos productos. Sin embargo la construcción de un poliducto maneja procesos altamente complejos, ya que se debe tener en cuenta, además del proceso operativo, restricciones legales, geográficas, entre otras.³

El desarrollo de una obra de tal magnitud, requiere de constante evaluación, formulación, y ejecución de proyectos, los cuales mantienen y optimizan las redes de transporte, tanto nacionales como internacionales. Para el desarrollo de estos, se requieren inversiones altas, para la construcción de estaciones iniciales y terminales, con las respectivas líneas de ductos que contienen a su vez tanques de almacenamiento, bombas, sistemas de tratamiento de aguas residuales y aceitosas,

¹ GREAT LAKES COMMISSION DES GRANDS LACS. Crude Oil Transport: Risks and Impacts. Issue Brief 3. February 20 2015. p. 1.

² HANSEN, Megan E. and DURSTELER Ethan. Pipelines Rail & Trucks. Economic, environmental, and safety impacts of transporting oil and gas in the U.S. Strata. 2017. p. 4.

³ GREEN, Kenneth P. JACKSON, Taylor. Safety in the Transportation of Oil and Gas: Pipelines or Rail? From the Centre for Natural Resource Studies. Fraser Research Bulletin. August 2015. p. 3

equipos contra incendios, subestaciones eléctricas, centros de control, oficinas, talleres de mantenimiento mecánico y almacenes de materiales.⁴

Los derrames de hidrocarburo pueden generar un alto impacto en la salud humana, el medio ambiente y la economía, ya que al filtrarse en el suelo pueden producir la contaminación de aguas subterráneas.⁵ Para este proyecto se realiza un análisis de los procesos operativos que involucran la construcción de un poliducto, implementando las matrices DOFA, matriz de riesgos, matriz de indicadores y matriz de requisitos legales. A partir de estas matrices se generan estrategias que permitan el avance y crecimiento de la empresa con el fin de mejorar la capacidad competitiva, manteniendo la seguridad operativa y de personal.

⁴ AMERICAN PETROLEUM INSTITUTE. Oil & Natural Gas Transportation & Storage Infrastructure: Status, Trends, & Economic Benefits. IHS Global Inc. Washington, D.C. December 2013. p. 7.

⁵ GREAT LAKES COMMISSION DES GRANDS LACS. Crude Oil Transport: Risks and Impacts. Issue Brief 3. February 20 2015. p. 7.

1. POLIDUCTOS

Los poliductos, hacen referencia sistemas de tuberías destinadas al transporte de hidrocarburos, manejando una línea de transporte desde las refinerías, hasta terminales y depósitos, donde son almacenados y posteriormente distribuidos a comercializadoras para su respectiva venta.⁶ Este proceso conlleva una serie de pasos para su correcta ejecución y mantenimiento, ya que constantemente estas redes están expuestas a factores climáticos y de suelo, que pueden afectar con corrosión⁷. Estos consisten en una planificación adecuada, teniendo en cuenta los diferentes riesgos que puede presentar un proyecto de tal magnitud, además de su respectivo control en lo que respecta al estado en el que se transporta dicho material.⁸ Un poliducto puede conectar diferentes destinos, para que estos operen con normalidad, cada tubería debe permanecer llena, y propulsada por bombas que ayuden a aportar energía necesaria que necesita el producto para llegar a su destino.⁹

1.1 TRANSPORTE DEL HIDROCARBURO POR MEDIO DE POLIDUCTOS

El transporte de hidrocarburos por medio de poliductos, presenta una gran particularidad, a diferencia de otros mecanismos de transporte, debido a que a través de una misma red, viajan diferentes productos, sin ningún agente separador.

⁶ PORTILLA LAZO, Carlos Alberto y AMORES CRISTÓBAL, Franklin Gabriel. Estudio para incrementar la capacidad de transporte de derivados de petróleo – análisis hidráulico, en el poliducto Libertad – Manta, operado por EP Petroecuador. La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena, 2014. p. 1.

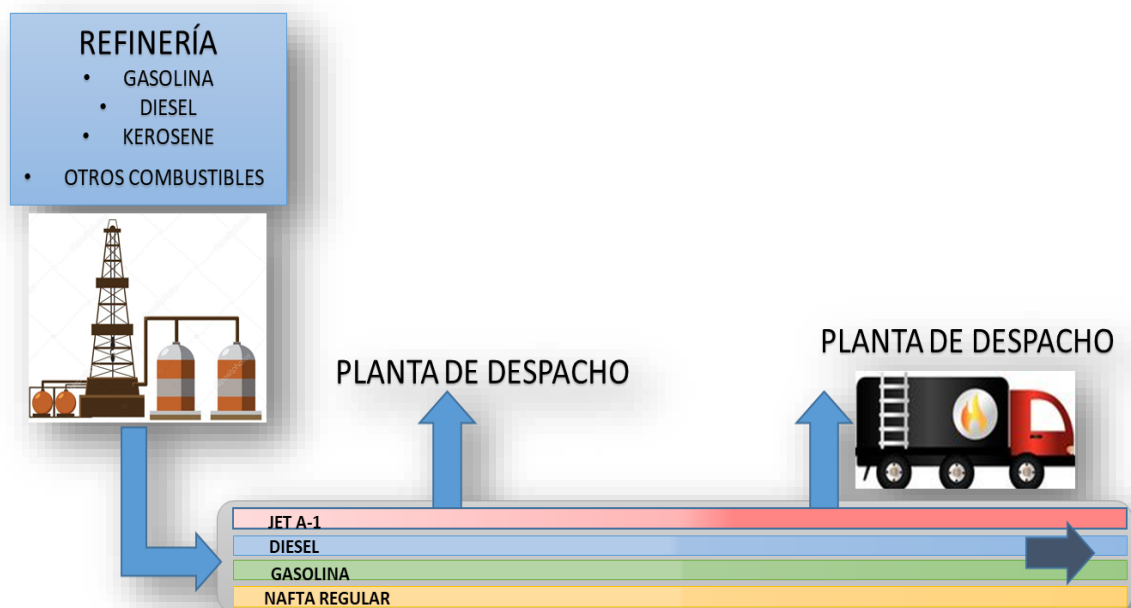
⁷ SCIENCE MEDIA CENTRE OF CANADA. The Engineering Science of Oil Pipelines. 2012. p 2.

⁸ HERRÁN GONZÁLEZ, D. Alberto. Modelado, planificación y control de sistemas de distribución de Gas y derivados del petróleo. Universidad Complutense de Madrid. Departamento de Arquitectura de Computadores y Automática. Tesis de Doctorado. Madrid, Marzo de 2008. p 28.

⁹ CAFARO, Diego C. Programación óptima de operaciones en sistemas de transporte de combustibles múltiples a través de poliductos. Universidad Nacional del Litoral. Facultad de Ingeniería Química. Tesis Doctoral. Santa Fe, 2009. p. 6.

Como consecuencia de esto, se obtienen diferentes mezclas, formando una interface de productos contaminados, los cuales requieren de un correspondiente tratamiento al final de su destino.¹⁰ A través de una red de poliductos, se transporta keroseno, combustible de aviación, gasolina, diésel y gases licuados. A continuación se presenta un esquema simple del funcionamiento de un poliducto. (Ver Figura 1)

Figura 1. Funcionamiento de un poliducto.



Fuente: HERRÁN GONZÁLEZ, D. Alberto. Modelado, planificación y control de sistemas de distribución de Gas y derivados del petróleo. Universidad Complutense de Madrid. Departamento de Arquitectura de Computadores y Automática. Tesis de Doctorado. Madrid, Marzo de 2008. p 13.

Normalmente un poliducto de grandes dimensiones, puede contener en distintos puntos de su recorrido desde cuatro hasta cinco productos diferentes. Estos

¹⁰ HERRÁN GONZÁLEZ, D. Alberto. Modelado, planificación y control de sistemas de distribución de Gas y derivados del petróleo. Universidad Complutense de Madrid. Departamento de Arquitectura de Computadores y Automática. Tesis de Doctorado. Madrid, Marzo de 2008. pp. 3-4.

productos son entregados en diferentes terminales de recepción, las cuales son ubicadas a lo largo de la ruta que maneja la red, con el fin de mantener un mayor control en el transporte. Durante este proceso, las presiones y velocidades de desplazamiento que se implementan en cada punto son un parámetro clave, por tal razón, son monitoreadas por medio de centros de computación.¹¹

La construcción de un poliducto puede tener cierto tipo de complicaciones debido a que el hidrocarburo puede presentar viscosidades altas, y su inversión inicial además de su mantenimiento puede implicar altos costos. Sin embargo, presenta una serie de ventajas, ya que constituye un medio de fácil automatización y su consumo energético es bajo.¹²

1.2 MÉTODOS DE INSPECCIÓN DE TUBERÍAS¹³

Durante un proyecto de construcción de red de poliducto, se debe tener en cuenta los métodos de inspección, entre los cuales se encuentran:

- **Inspección visual:** En este tipo de inspección se incluyen efectos externos de uniones soldadas, deformación, defectos de recubrimiento, abolladuras entre otros.
- **Líquidos penetrantes:** El líquido implementado revelador se aplica en forma de aerosol, el cual permite ubicar, y dimensionar discontinuidades entre conexiones de accesorios y juntas soldadas de tubería.

¹¹ *Ibíd.* p. 13

¹² GARCÍA SÁNCHEZ, Álvaro. Programación del transporte de hidrocarburos por oleoductos mediante la combinación de técnicas metaheurísticas y simulación. Universidad Politécnica de Madrid. 2007. pp. 40-41

¹³ TERÁN ESTRELLA, María Belén. Desarrollo de un Método para Análisis de Integridad en Poliductos. Escuela Politécnica Nacional. Facultad de Ingeniería en Geología y Petróleos. Proyecto de Pregrado. Quito, Diciembre de 2016. p. 57.

- **Partículas magnéticas:** Esta prueba se aplica a todos los materiales ferrosos, excluyendo el acero comercial. El proceso inicia con la magnetización del área que se desea examinar, para después aplicar partículas ferromagnéticas finamente divididas.
- **Ultrasonido:** Esta prueba determina discontinuidades internas planares, las cuales deben ser lo suficientemente grandes como para producir reflexión de un haz ultrasónico introducido a la pared del componente de forma perpendicular.
- **Radiografía:** Esta prueba permite detectar fallas, aprovechando los rayos x o gama.
- **Emisión acústica:** Esta técnica ayuda a detectar fallas bajo la acción de una carga, presión o esfuerzo.

1.3 ANÁLISIS DE RIESGOS¹⁴

Asegurar la integridad y cumplimiento de un proceso operativo es de gran importancia para una empresa, ya que de esto depende el éxito o fracaso de la misma. Para garantizar la seguridad de un trabajo operativo se debe tener en cuenta las habilidades de los operadores, y los sucesos externos que puedan afectar la ejecución de lo planificado.

El análisis de riesgos, es una manera de evaluar cada una de las amenazas que conlleva el realizar una tarea operativa, a través de la detección de las debilidades

¹⁴ MONTEFORT RESÉNDIZ, Marissa. Comparación de Métodos de Análisis de Riesgos de Oleoductos. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Ingeniería. Tesis de Pregrado. México D.F. 2013. pp. 11-16.

que presenta una empresa, con el fin último de mitigar el riesgo de causar un desastre.

A través de un análisis detallado, se analiza, identifica, evalúa y jerarquiza las diferentes amenazas, de tal modo que se implemente un enfoque metódico y organizado, para realizar una documentación de resultados y determinar la severidad de las consecuencias de los diferentes escenarios de riesgos, para prevenir los futuros accidentes y lesiones relacionadas con las actividades a realizar durante el desarrollo del proyecto.

Es de vital importancia invertir en la prevención de accidentes de cualquier índole, además de la correcta capacitación del personal, ya que la ocurrencia de alguno de estos puede significar un problema legal para la empresa, para esto es necesario identificar las definiciones que implican una evaluación de riesgos:

PELIGRO: Fuente con capacidad para producir daños¹⁵

RIESGOS: Probabilidad de que se produzca daño en determinadas condiciones.¹⁶

EVALUACIÓN DE RIESGOS: Valoración de probabilidad para producción de daños.¹⁷

1.4 NORMA ISO: 9001:2015¹⁸

La norma ISO 9001 del 2015 basa sus principios de gestión de calidad con los descritos en la norma 9000. Esta norma genera un enfoque de eficacia de un

¹⁵ COMISSIÓ OBRERA NACIONAL DE CATALUNYA. Curso Básico de Salud Laboral: SL 22 Evaluación de Riesgos. Escuela de formación sindical. 2017. p. 2.

¹⁶ Ibíd. p. 2.

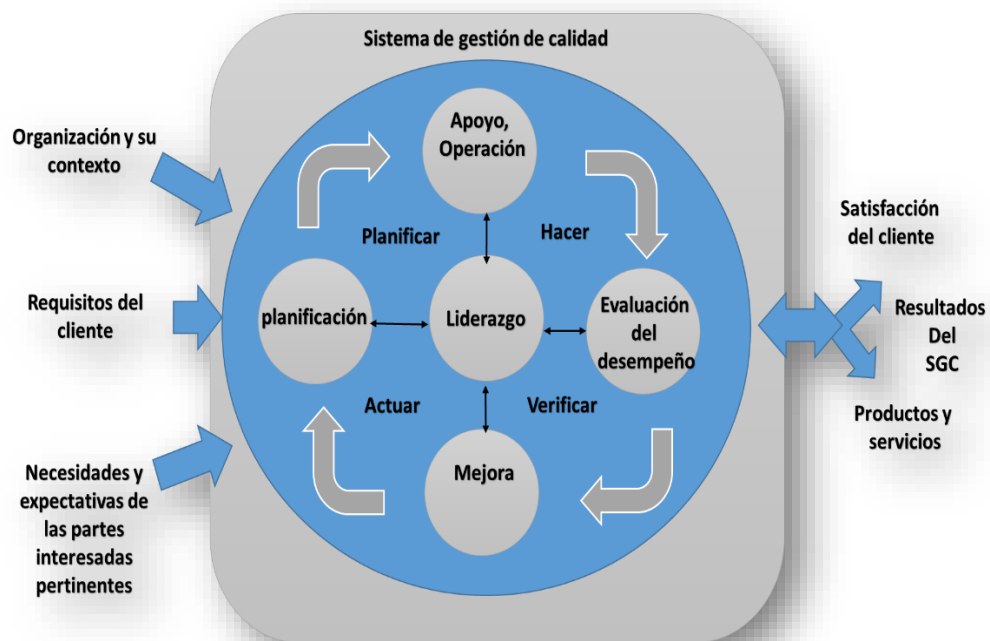
¹⁷ Ibíd. p. 2.

¹⁸ INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMALIZACION Y CERTIFICACION. Sistema de gestión de calidad: requisitos. NTC-ISO 9001. Bogotá D.C. 2015. p. II-V.

sistema de control de calidad, con el fin de generar un porcentaje de satisfacción bastante alto del cliente.

Todos los procesos que se interrelacionan como un sistema, implican la eficacia y eficiencia de la organización para el logro de las metas u objetivos planificados, controlando cada uno de estos procesos, con el fin de generar mejoras a nivel global de la organización. Utilizando el ciclo PHVA (planificar, hacer, verificar, actuar) se puede lograr la gestión de procesos y el sistema en su conjunto. Este ciclo se presenta de manera gráfica en la siguiente Figura.

Figura 2. Representación de la estructura norma internacional con el ciclo PHVA



Fuente: INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMALIZACION Y CERTIFICACION. Sistema de gestión de calidad: requisitos. NTC-ISO 9001. Bogotá D.C. 2015.p.IV.

Este ciclo es posible aplicarlo a todos los procesos en general y como un todo al sistema de gestión de calidad. Este ciclo PHVA puede explicarse de la siguiente manera:

- **PLANIFICAR:** Se trazan los objetivos o metas que se quieren alcanzar teniendo en cuenta los criterios o requisitos del cliente, además de las políticas organizacionales y recursos necesarios. En este ítem se identifican y abordan los riesgos y oportunidades.
- **HACER:** Se ejecuta la planificación establecida anteriormente.
- **VERIFICAR:** Se realiza un control y medición de los procesos, además de los productos y servicios resultantes en lo que respecta a las políticas, las metas, requisitos y actividades planificadas, e informar sobre los respectivos resultados.
- **ACTUAR:** Implicar mejorar el desempeño, si es necesario, realizando una serie de actividades que ayuden a lograrlo.

1.5 PENSAMIENTO BASADO EN RIESGOS

El pensamiento basado en riesgos es de gran importancia a la hora de lograr un sistema de gestión de calidad altamente eficaz. Este pensamiento implica llevar a cabo acciones preventivas que permitan mitigar o eliminar riesgos potenciales, analizándolo y aplicando una serie de actividades, para evitar la repetición de futuras eventualidades que amenazan el proceso.

Para el éxito de la implementación de esta norma, es necesaria la planificación detallada, con el fin de poder abordar los riesgos y oportunidades que se presenten para establecer una base aumentando la eficacia del sistema de gestión de calidad.

Estas oportunidades pueden ser el resultado de una situación favorable para alcanzar la planificación establecida.

1.6 MATRIZ DE RIESGOS

El riesgo operativo, hace referencia al riesgo de pérdida por la inadecuación, fallas en los procesos, en los sistemas internos o externos de una empresa.¹⁹

Uno de los objetivos principales de la realización de la matriz de riesgos, es la identificación de los peligros, y la respectiva valoración de los riesgos, sin importar la complejidad de la misma, ya que ésta es la base para la gestión de seguridad, y debe garantizar el cumplimiento de su propósito. Esta evaluación debe tener la participación y compromiso de los diferentes niveles de organización y de las partes interesadas. Para realizar este proceso, todos los trabajadores, deben identificar y comunicar los peligros que se asocian a cada actividad laboral correspondiente, obteniendo como respuesta la respectiva evaluación a estos riesgos por parte de los empleadores.²⁰

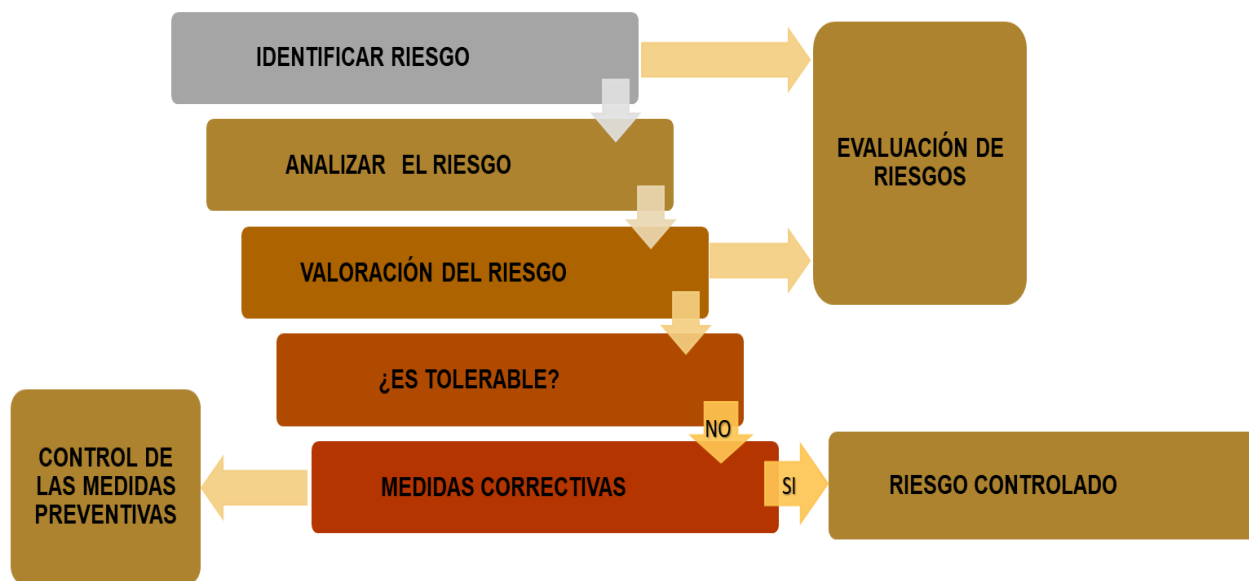
La matriz de riesgos, está destinada a implementarse en situaciones en las que se puedan ver afectadas la seguridad o salud, y que además no exista un control claro o adecuado para la prevención. Además se implementa en situaciones previas a realizar respectivas modificaciones en los procesos de la empresa, o en las organizaciones que desean realizar mejoras continuas en sus sistemas de gestión de seguridad, para el cumplimiento de requisitos legales.

¹⁹ BÁEZ, Bruno Matriz de Riesgo Operacional BV28. Confederación Alemana de Cooperativas. Asunción, Paraguay, Mayo de 2010. p. 4.

²⁰ INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN (ICONTEC). GTC-450: Guía para la identificación de los peligros y la valoración de los riesgos en Seguridad y Salud Ocupacional. 2011. p. 4.

La matriz debe construirse de tal manera que sea una herramienta flexible, donde se muestre de manera clara y precisa cada proceso, para facilitar su respectivo análisis y diagnóstico objetivo de la situación global de riesgo. Además debe permitir la realización de comparaciones entre proyectos, áreas, procesos o actividades, lo cual constituye un soporte conceptual y funcional de un sistema de gestión de riesgo efectivo.²¹ A continuación se presenta un esquema generalizado correspondiente a la evaluación del riesgo. (Ver Figura 3).

Figura 3. Esquema generalizado correspondiente a la evaluación del riesgo.



Fuente: BEITIA, Iñaki. Evaluación Riesgos: Unidad Didáctica 01. Diseño y maquetación: 11 BARRI. Madrid: Lea-Artibai Ikastetxea. 2009. p. 18.

La correcta evaluación del riesgo operativo, ayuda a medir la magnitud de los riesgos a los que se está expuesto, y que se pueden evitar. Por medio de este

²¹ EL PORTAL DE LOS EXPERTOS EN PREVENCIÓN DE RIESGOS DE CHILE. Matriz de Riesgo, Evaluación y Gestión de Riesgos. SIGWEB. 2016. p. 2-3.

esquema se obtiene información, a partir de la cual la empresa inicia análisis para toma de decisiones apropiadas, para tomar acciones preventivas.

1.7 MATRIZ DOFA

La matriz DOFA, permite tener una eficiencia mucho más alta para las organizaciones al momento de crear nuevas estrategias, partiendo de la situación actual de la empresa, con el fin de tener un análisis del estado de cada área de la empresa o de toda la organización, para poder asumir responsabilidades más compartidas al momento de toma de decisiones, teniendo en cuenta las metas finales establecidas al inicio de un proyecto.²²

El análisis DOFA consiste en realizar un análisis de factores, que en su conjunto contribuyen de manera significativa para la toma de decisiones, por medio de un análisis de la situación interna y externa de la empresa, así como de las oportunidades, amenazas, fortalezas y debilidades.²³

Para el desarrollo de esta matriz, se deben definir diferentes aspectos claves para un mejor entendimiento del proceso, tales como:

DEBILIDADES: Hace referencia a la carencia de aspectos en los que la compañía u organización tiene desempeños bajos o vulnerabilidad, presentando desventajas competitivas con respecto a otras organizaciones.²⁴

²² ROJAS GARCÍA, Abigail. Guía práctica para el mejoramiento de los elementos administrativos en las pymes del sector construcción. Instituto Tecnológico de la Construcción. Tesis de Pregrado. México D.F. Abril de 2004. p. 42.

²³ PONCE TALANCÓN, Humberto. La matriz FODA: una alternativa para realizar diagnósticos y determinar estrategias de intervención en las organizaciones productivas y sociales. Escuela Superior de Comercio y Administración - Unidad Santo Tomás. Septiembre 2006. p. 12.

²⁴ RAMÍREZ ROJAS, José Luis. Procedimiento para la Elaboración de un Análisis FODA como una Herramienta de Planeación Estratégica en las Empresas. Ciencia Administrativa. Instituto de

FORTALEZAS: Hace referencia a todas las capacidades o ventajas que tiene una compañía con respecto a su competencia, además de las ventajas en relación a los recursos que posee.²⁵

AMENAZAS: Son todas aquellas fuerzas externas, que presentan resistencia interviniendo negativamente con el cumplimiento de los objetivos o metas establecidos.²⁶

OPORTUNIDADES: Son todas aquellas fuerzas externas que generan un entorno que beneficia o promueve las actividades de la organización o empresa.²⁷

1.8 MATRIZ DE INDICADORES²⁸

Esta matriz permite la vinculación de diferentes instrumentos para el diseño. Organización, ejecución, seguimiento, evaluación y mejora de programas o procesos planificados anteriormente. Esta herramienta de planeación estratégica incorpora indicadores que permiten medir los objetivos y resultados esperados, los cuales son un referente para el seguimiento y evaluación. Además incluye supuestos sobre riesgos y contingencias que pueden afectar el objetivo final.²⁹

Para realizar el correcto procedimiento para la matriz de indicadores, se debe tener en cuenta, la matriz de indicadores lógica vertical, la cual se muestra en la tabla 1.

Investigaciones y Estudios Superiores de las Ciencias Administrativas de la Universidad Veracruzana - IIESCA. 2009. p. 55.

²⁵ El proceso de dirección estratégica: Recopilación del libro Conceptos y Técnicas de la Dirección y Administración Estratégicas. Thompson – Strickland 1985. Editorial Mc Graw-Hill. p. 7.

²⁶ Fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas: Página 163.

²⁷ Fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas. Página 163.

²⁸ CARDENAS, María, CORTES, Fernando, ESCOBAR, Agustín, NAHMAD, Salomón, SCOTT, John, TERUEL, Graciela, Guía para la elaboración de la matriz de indicadores para resultados (diferente de la primera edición). México DF: Coneval, 2013. P.16-21

²⁹ Guía MIR. Página 24.

Tabla 1. Matriz de indicadores lógica vertical

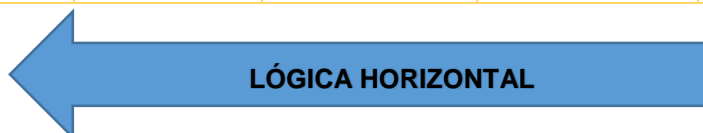
	RESUMEN NARRATIVO	INDICADORES	MEDIOS DE VERIFICACIÓN	SUPUESTOS
FIN				
PROPÓSITO				
COMPONENTES				
ACTIVIDADES				

Fuente: CARDENAS, María, CORTES, Fernando, ESCOBAR, Agustín, NAHMAD, Salomón, SCOTT, John y TERUEL, Graciela. Guía para la elaboración de la matriz de indicadores para resultados (diferente de la primera edición). México DF: Coneval, 2013. p. 20

La finalidad de esta matriz es determinar si hace falta implementar acciones complementarias a las diferentes problemáticas que se pueden presentar durante un proyecto, identificando los posibles riesgos a los cuales la organización se enfrenta, para de esta forma, las actividades presentadas con los respectivos supuestos, permitan que se realicen los componentes para optimizar el proceso. Además se debe tener en cuenta el análisis de la lógica horizontal, la cual se muestra a continuación en la tabla 2.

Tabla 2. Matriz de indicadores lógica

	RESUMEN NARRATIVO	INDICADORES	MEDIOS DE VERIFICACIÓN	SUPUESTOS
FIN				
PROPÓSITO				
COMPONENTES				
ACTIVIDADES				



FUENTE: CARDENAS, María, CORTES, Fernando, ESCOBAR, Agustín, NAHMAD, Salomón, SCOTT, John y TERUEL, Graciela. Guía para la elaboración de la matriz de indicadores para resultados (diferente de la primera edición). México DF: Coneval, 2013. p. 20

Esta lógica corresponde a los elementos de monitoreo y evaluación del programa que ayudan a controlar si los objetivos establecidos se cumplen. Al considerar el conjunto de la lógica horizontal y vertical, se tiene como resultado la MIR.

1.9 MATRIZ DE REQUISITOS

La matriz de requisitos reúne los requisitos legales o normativos que se le exigen a la empresa, de acuerdo a las actividades propias o inherentes que desempeña en el área productiva, los cuales dan requerimientos normativos y técnicos para desarrollar correctamente el sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo, teniendo en cuenta la actualización a medida que sean emitidas nuevas disposiciones legales.³⁰

³⁰ COLOMBIA. MINISTERIO DE TRABAJO. Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST): Guía técnica de implementación del SG SST para Mipymes. Dirección de Riesgos Laborales. Bogotá D.C. 2016. p. 7.

2. INFORMACIÓN CORRESPONDIENTE AL POLIDUCTO MEDELLÍN- CARTAGO.³¹

En este capítulo se establece la información pertinente al proyecto Medellín – Cartago, incluyendo las actividades que se tienen en cuenta para la construcción y ejecución de diferentes actividades que intervienen para la construcción y mantenimiento del poliducto de estudio.

2.1 GENERALIDADES

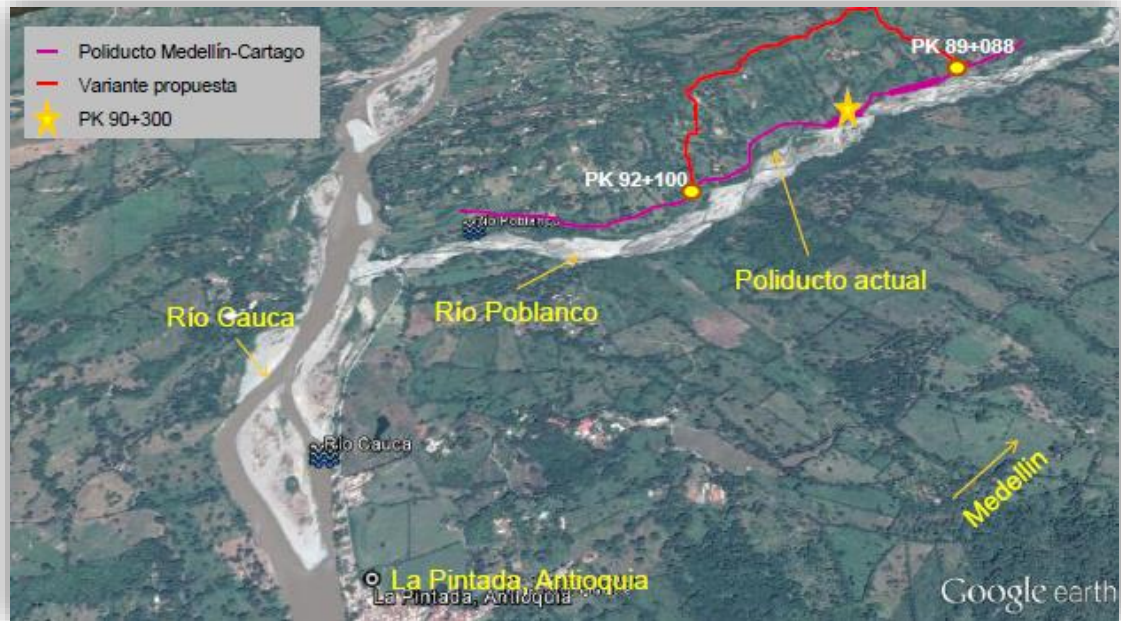
Debido a la ubicación geográfica del poliducto, se encontraron una serie de riesgos que se presentan en la zona, debido a la presencia del Río Poblano en la margen derecha donde discurre la red de poliducto, presentando erosión, por la intervención antrópica descontrolada de la zona aledaña. Esto a su vez ha provocado que el terreno sea inestable sobre las laderas, debido a actividades de sobrepastoreo, a la presencia de agua de escorrentía y la divagación del río a lo largo de su cauce, lo cual socava el talud derecho sobre el que se encuentra el poliducto. La presencia de estos agentes amenazadores del proyecto, han generado roturas y exposición de la tubería en algunas partes de la red que componen el poliducto.

El río Poblano se encuentra en el departamento de Antioquia, área rural del municipio de la Pintada, vereda Vegas de Poblano. La construcción de la variante del poliducto, cuya función es el transporte de hidrocarburos, va encaminada a alejarlo de la zona de influencia del río, disminuyendo las posibilidades de erosión y deslizamientos que afectan la tubería. A continuación se presenta la imagen de la variante de POBLANO del poliducto Medellín- Cartago, el cual sufrió rotura en

³¹ MORELCO. Revisión y Apropiación de la Ingeniería. Info Proyecto. Enero 26 de 2018. pp. 17-27

noviembre del 2010. Ésta red cuenta con una tubería de 10", API 5LX 60 PSL2, espesor de 0,344" revestimiento TPP, incluyendo los empalmes a la línea existente.

Figura 4. Variante del proyecto Medellín-Cartago



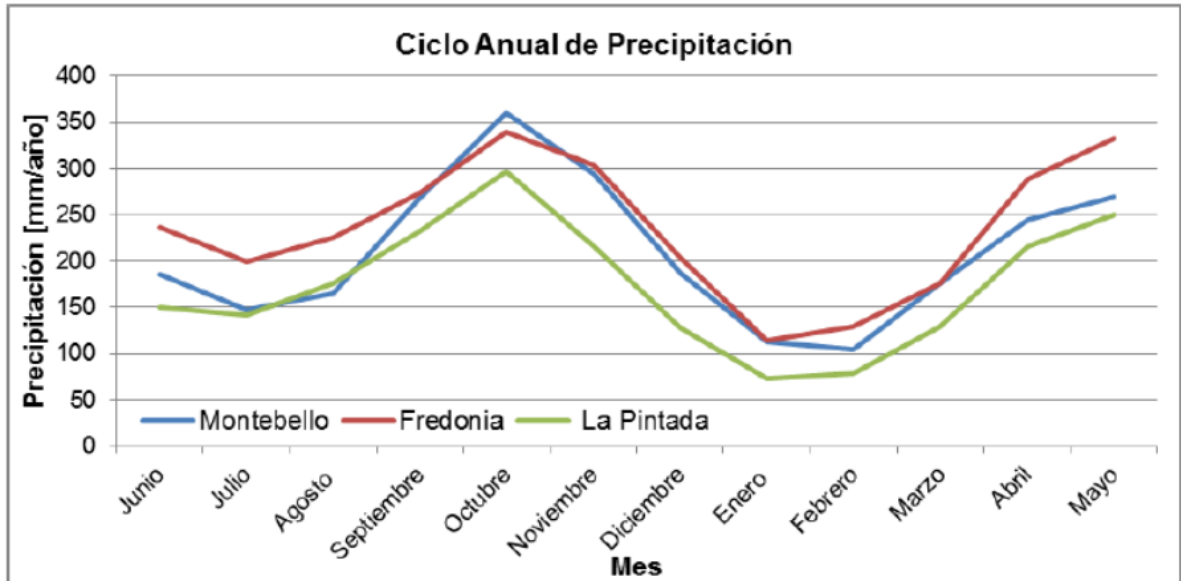
2.2 ACCESOS

Para el acceso se establecen diferentes sitios, realizando un estudio detallado de las vías, estableciendo las respectivas coordenadas, y haciendo análisis del tipo de vehículos transitables por estas zonas, el tráfico de éstas tanto de peatones, vehículos, motocicletas y otro tipo de transporte, esto con el fin de determinar el tránsito de los medios de transportes que se implementan entre los que se encuentran tracto mulas, camiones, cama baja y cama alta, los cuales se encuentran equipados con materiales, maquinaria y equipos.

2.3 CONDICIONES CLIMATOLÓGICAS

Se presenta en la zona de trabajo precipitaciones entre los periodos abril a mayo y septiembre a noviembre, como se puede apreciar en la Figura 5.

Figura 5. Ciclo anual de precipitación



Como se puede apreciar en la Figura 5 se tiene un período de precipitaciones medias entre los meses de diciembre y febrero, los meses que presentan menor precipitación corresponden a enero y febrero.

2.4 ESTUDIOS DE INGENIERÍA

Para realizar la correspondiente intervención del proyecto, se realizan estudios de ingeniería básica y detallada, tareas que son ejecutadas por una empresa contratista. Es responsabilidad de la contratista revisar a totalidad los documentos de ingeniería implementados en las diferentes estrategias que se diseñen para la respectiva construcción, accesos, geotecnia, clima, condiciones de entorno,

permisos ambientales y demás parámetros a considerar presentados por los estudios de ingeniería.

2.5 SUMINISTRO DE MATERIALES

Para el suministro de materiales, la empresa contratista debe entregar de manera completa los materiales empleados para el correcto desarrollo del proyecto y ejecución de la obra. Estos implementos deben ser sometidos a diferentes ensayos conforme lo establecido, además deben ser nuevos y de alta calidad, ya que deben cumplir con las normas establecidas, las cuales deben ser certificadas, además se debe hacer la respectiva entrega de registros de importación, facturas, entre otros. Los equipos necesarios para el respectivo desarrollo del proyecto, deben ser manejados, suministrados y custodiados por la respectiva contratista en la zona de obra bajo la absoluta responsabilidad y riesgo de la misma, la cual debe garantizar las respectivas licencias ambientales y normas legales.

2.6 ALMACENAMIENTO Y CONTROL DE MATERIALES

La compañía tiene derecho a solicitar semanalmente a la empresa contratista un informe detallado de los materiales existentes y del estado en que se encuentran, con las respectivas especificaciones, tales como tipo de material, defectos que posiblemente se presenten, materiales desmantelados o en abandono.

Una vez montada la tubería respectiva para su transporte a la obra se debe garantizar que los extremos sean biselados protegidos, en caso tal de que se presenten defectos, golpes, abolladuras, el valor de los costos que se generen deben ser cubiertos por la empresa contratista, además ésta deberá hacerse responsable de los retrasos que se produzcan.

2.7 ADECUACIÓN DEL TERRENO PARA RESPECTIVA CONSTRUCCIÓN DE LA RED POLIDUCTO

Se debe estudiar a detalle el terreno de trabajo, con el objetivo de plantear soluciones técnicas que sean apropiadas para la construcción de la red. Para esto se tiene en cuenta si la tubería debe construirse de manera enterrada, o si por el contrario debe ser aérea. Esto se determina teniendo en cuenta la facilidad constructiva, las pendientes que presente el terreno, permisos legales, entre otros. Finalmente teniendo en cuenta las correctas prácticas ingenieriles, se desarrolla una estrategia técnico económica viable.

2.8 TRAZADO DEL TERRENO

El trazado del terreno se realiza con la finalidad de validar las respectivas licencias ambientales, por lo cual requiere que se presenten los principales aspectos y hallazgos encontrados, identificando los puntos claves y los diferentes temas en los que es pertinente realizar un enfoque detallado en la construcción de la variante.

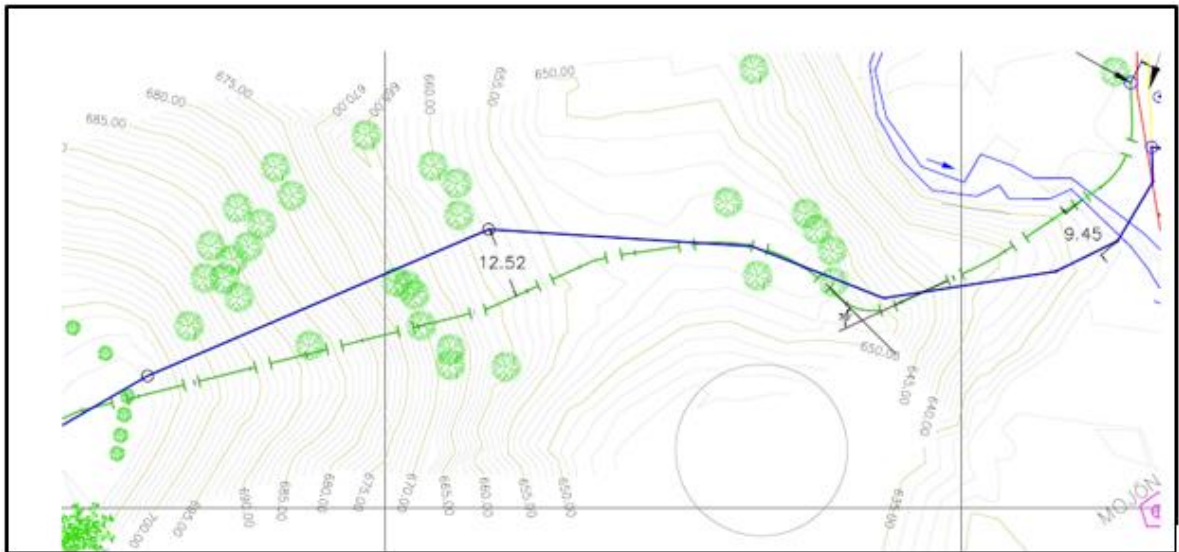
Para el desarrollo del proyecto se realizaron varios recorridos para la correcta verificación de las condiciones topográficas, ambientales, geotécnicas y de construcción, encontrando los siguientes hallazgos:

Figura 6. Trazado de terreno por zona de cedros



La Figura 6 corresponde la zona de tramo PK0+150, correspondiente a alta pendiente, donde se puede detectar la presencia de varios cedros sobre el trazado proyectado, lo cual indica que se debe realizar una modificación, la cual se muestra en la Figura 7.

Figura 7. Nuevo trazado de terreno por zona de cedros



Para el nuevo trazado se realiza un desplazamiento del eje a la derecha, con la finalidad de eludir la presencia de árboles, para mantenerlo y evitar su afectación.

El siguiente hallazgo se realiza para rectificar o ajustar el trazado, tal como se indica en la siguiente Figura:

Figura 8. Rectificación del trazado para eliminación de curvas



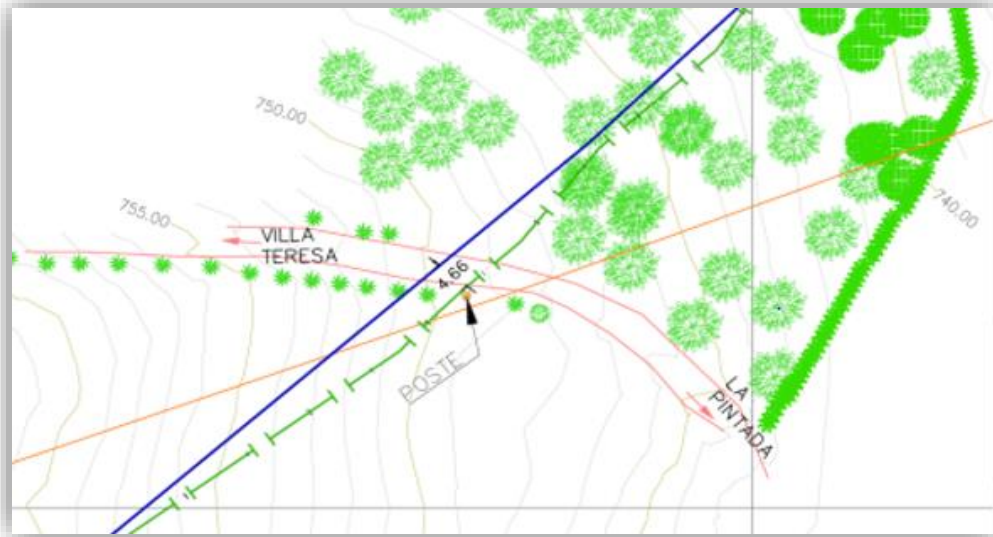
Se determina que las curvas presentadas en el plano son innecesarias, por tanto se realiza la negociación de predios correspondiente y los respectivos ajustes de licenciamiento ambiental.

Figura 9. Rectificación de trazado para eludir poste eléctrico.



El siguiente trazado corresponde a la zona PK0+785, donde se encuentra un poste de energía eléctrica a menos de un metro del eje proyectado. Para rectificación se plantea el siguiente plano:

Figura 10. Ajuste de trazo para eludir poste eléctrico



Para el ajuste de trazo, se establece el desplazamiento del eje 4.66 metros hacia la derecha del alineamiento con el fin de evitar afectaciones.

La siguiente zona comprendida entre el PK2+020 y el PK2+090 presenta inestabilidad del terreno.

Figura 12. Cruce 1. Por vía privada, acceso a finca.



Figura 13. Cruce2. Vegas de Poblano.



Los anteriores cruces se deben realizar por el método de cielo abierto. Estos cruces se construyen a una profundidad de 1.50m respecto a la cota clave de la tubería.

2.8.2 paso por Berma de Vía. Los pasos por berma, en las vías privadas correspondientes, se construyen a una profundidad de 1.20m respecto de la cota clave de la tubería. Las figuras 14 y 15 muestran diferentes aspectos del terreno de estudio.

Figura 14. Paso por berma 1. Vegas de Poblano.



Figura 15. Paso por berma 2. Parcelación de Montenegro.



Se realizan los respectivos ajustes, debido a que se quiere evitar la afectación de la alcantarilla que se ubica en el acceso del predio.

2.9 TUBERÍA AÉREA O ENTERRADA

Existen una serie de formas para construir una red de poliducto, estas son de manera enterrada o aérea, donde se tienen que tener en cuenta diferentes aspectos como lo son la estabilidad del terreno, el acceso a las vías para transporte de maquinarias y equipos, entre otros. Para la construcción del tramo poliducto que es objeto de estudio, se construyen algunos tramos especiales, debido a problemas que se presentan de ámbito social, ya que algunos de los propietarios presentan quejas del tramo planificado, por razón de división de terreno debido a la línea de poliducto que pasa por el lugar. Para la construcción del poliducto, se tiene en cuenta las siguientes actividades:

- Winchado en zonas de pendiente
- Tendido de tubería
- Limpieza interna
- Predoblado y doblado de tubería
- Alineación y soldadura de tubería
- Revestimiento (o recubrimiento) de juntas
- Apertura de zanja, bajado y tapado

Cada una de las anteriores actividades, demandan un especial cuidado y atención por parte del personal encargado y de la empresa, ya que se debe garantizar el cumplimiento de las normas legales establecidas, además de la seguridad del personal.

3. METODOLOGIA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE MATRICES

En el siguiente capítulo se describe cada una de las metodologías correspondientes para cada matriz que se desarrolla en este proyecto, teniendo en cuenta las diferentes normas establecidas para su construcción, tomándolas como guías para el desarrollo de las mismas.

3.1 METODOLOGÍA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA MATRIZ DE RIESGOS OPERATIVOS³².

Para la elaboración de la matriz de riesgos operativos, se toma como base la guía GTC-45, la cual proporciona diferentes parámetros para identificar los peligros, valorar los posibles riesgos en lo que respecta a la seguridad, teniendo en cuenta que cada organización se debe ajustarse a sus lineamientos según su naturaleza. La siguiente Figura, corresponde a la metodología para la identificación de los peligros y la correcta valoración de cada uno de los posibles riesgos.

³² INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN (ICONTEC). GTC-450: Guía para la identificación de los peligros y la valoración de los riesgos en Seguridad y Salud Ocupacional. 2011. pp. 4-17.

Figura 16. Metodología para la valoración de riesgos y peligros.



Fuente: INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN (ICONTEC). GTC-450: Guía para la identificación de los peligros y la valoración de los riesgos en Seguridad y Salud Ocupacional. 2011. p. 7.

3.1.1 Recolecta de Información y Definición de Instrumento. Cada compañía debe tener un sistema automatizado para la organización de la información de identificación de peligros y la correspondiente valoración de los riesgos, con el fin de facilitar su acceso, ya que esta base de datos deberá ser consultada periódicamente.

3.1.2 Respectiva clasificación de los procesos, actividades y tareas respectivas. Para la respectiva clasificación del riesgo, es necesario realizar una lista de actividades, donde se reúna toda la información posible, para agruparla de tal manera que sea entendible, de fácil manejo y razonable. Para esta tarea se debe incluir las actividades no rutinarias de mantenimiento, trabajos rutinarios y diarios. Además, cada empresa debe acordar una serie de criterios para la clasificación de los diferentes procesos, actividades o tareas de acuerdo a sus necesidades, de tal manera que se adapte a su operación.

3.1.3 Identificación de Posibles Peligros. Para la identificación de peligros, es de vital importancia tener en cuenta no pasar por alto ninguna situación en particular, es decir, se debe entender que cada proceso o tarea que se lleva a cabo en una compañía, por más sencilla que sea, puede implicar una serie de riesgos y peligros que deben ser identificados, analizados y controlados.

3.1.4 Definición de Posibles Efectos Negativos. Para la identificación de los posibles efectos negativos sobre la integridad o salud de los trabajadores, que pueden traer consigo los peligros determinados, se debe incluir dos preguntas fundamentales:

1. ¿Cómo puede ser afectada la parte expuesta?
2. ¿Qué daños se pueden producir?

Cada efecto determinado debe garantizar el reflejo de las consecuencias de cada peligro identificado, teniendo en cuenta las afectaciones que se tienen tanto a corto como a largo plazo, así como las respectivas enfermedades.

3.1.5 Definición de controles existentes. La compañía debe generar un plan de acción con su respectiva revisión, de la mano de personal calificado interno o externo, con el fin de garantizar que las valoraciones realizadas sean prevenidas de manera adecuada, permitiendo un desarrollo del proceso eficaz.

3.1.6 Definición de la Evaluación del Riesgo. Para la evaluación del riesgo, se tienen en cuenta diferentes ítems, tal como se muestra a continuación:

- 1. NIVEL DE DEFICIENCIA:** el detalle con el que se realice la evaluación del nivel de deficiencia, debe determinar la organización del proceso, ya que determinar esto al detalle, implica un ajuste al presupuesto destinado al proyecto. A continuación, se presenta en la tabla 3.

Tabla 3. Valores para los niveles de deficiencia (ND).

DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE DEFICIENCIA		
Nivel de deficiencia	Valor ND	Significado
Muy alto (MA)	10	Se detectan peligros con consecuencias significativas, o la eficacia de las medidas preventivas nulas o no existentes.
Alto (A)	6	Se detectan peligros con consecuencias significativas, además las respectivas medidas preventivas presentan eficacia baja.
Medio (M)	2	Se detectan peligros con consecuencias poco significativas o la eficiencia de las medidas es baja
Bajo (B)	No se asigna valor	No se detectan peligros con alguna consecuencia o la eficacia de las medidas que se toman como prevención es alta y por tanto el riesgo es controlado

2. NIVEL DE EXPOSICIÓN: El nivel de exposición se determina siguiendo Los parámetros de la tabla 4.

Tabla 4. Numeración para niveles de exposición

NIVEL DE EXPOSICIÓN		
Nivel de exposición	Valor NE	Significado
Continua (CE)	4	La exposición es prolongada durante toda la jornada laboral.
Frecuente (EF)	3	La exposición se presenta por tiempos cortos varias veces al día.
Ocasional (EO)	2	La exposición es presentada por tiempos cortos con corta periodicidad.
Esporádica (EE)	1	La exposición es presentada de manera esporádica y con poca repetición.

3. NIVEL DE PROBABILIDAD: Para la determinación de los diferentes valores de probabilidad se hace uso de la siguiente tabla de valores:

Tabla 5. Valores para los niveles de probabilidad

NIVELES DE PROBABILIDAD		
Nivel de probabilidad	Valor de nivel de probabilidad	Significado
Muy alto (MA)	40-24	Situación con exposición continua o frecuente, normalmente con ocurrencia frecuente
Alto (A)	20-10	Se presenta una situación con exposición ocasional o esporádica , es decir el riesgo es posible que se presente en varias ocasiones laborales
Medio (M)	8-6	Se presenta una situación deficiente donde la exposición es esporádica, con posibilidad de que suceda el daño alguna vez.
Bajo (B)	4-2	Se presenta una situación mejorable, sin anomalía destacable, puede ser concebible que se materialice el daño.

4. INTERPRETACIÓN DEL NIVEL DE RIESGO: Para realización del análisis del nivel de riesgo se tiene en cuenta la siguiente tabla:

Tabla 6. Valores para niveles de riesgo

NIVELES DE RIESGO		
Nivel de riesgo	Valor de NR	Significado
I	4 000-600	Aquí se presenta una situación donde se deben suspender todas las actividades, hasta que el riesgo baje, ya que esta es crítica y se debe intervenir urgentemente
II	500-150	Si el nivel de riesgo se encuentra por encima de un valor de 360 se deben suspender las actividades, realizando un control inmediato
III	120-40	Se mejora de ser posible, justificando la intervención y evaluando su rentabilidad
IV	20	se deben hacer mejoras periódicamente para mantener un riesgo aceptable, y mantener los controles pertinentes

5. VALORACIÓN DEL RIESGO: Para la valoración de los diferentes niveles de riesgo, se implementa la siguiente tabla de valores.

Tabla 7. Valores para niveles de aceptabilidad del riesgo.

NIVELES PARA ACEPTABILIDAD DEL RIESGO	
Nivel del riesgo	Significado
I	No aceptable
II	No aceptable o aceptable con control específico
III	Aceptable
IV	Aceptable

6. MEDIDAS DE INTERVENCIÓN: terminada la valoración de los riesgos, es deber de la empresa realizar el respectivo análisis e implementación de medidas preventivas que resguarden la integridad del personal, determinando si los controles existentes son suficientes o si por el contrario se requieren de nuevas medidas de control.

- **Eliminación:** En este ítem se tiene en cuenta la eliminación del peligro, modificando diseños.
- **Sustitución:** Se realiza la sustitución de un material peligroso, por uno de menor peligro.
- **Controles de ingeniería:** Se realiza la respectiva instalación de diversos equipos, tales como sistemas de ventilación, protección para máquinas, entre otros.
- **Controles administrativos, señalización, advertencia:** Se realiza la instalación de equipos de advertencia, tales como alarmas. Además se realizan inspecciones de equipos y la respectiva capacitación de personal.

3.2 METODOLOGÍA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA MATRIZ DOFA

Para la realización del análisis del contexto se tiene en cuenta la implementación del análisis DOFA³³. Es importante tener en cuenta que esta matriz se implementa como una herramienta diagnóstico y de análisis para la creación de diferentes estrategias que se pueden implementar para el mejoramiento y optimización tanto

³³ CONTRERAS ARÉVALO, Andry Marcela. Diseño del plan de transición del sistema de gestión de calidad de Freskaleche S.A basado en la norma NTC ISO 9001:2008 A LA NTC ISO 9001:2015. Universidad Industrial de Santander. Facultad de Físico-Mecánicas. Trabajo de Pregrado. Bucaramanga. 2016. p. 20.

de los procesos operativos como de la empresa en general³⁴. Según Serna (1997) este análisis se realiza con la finalidad de ayudar a la organización a formular nuevas estrategias que permitan aprovechar las fortalezas, prevenir las debilidades que la organización puede presentar, utilizar a tiempo y de manera oportuna las oportunidades y anticipar los efectos negativos que puedan presentar las amenazas.³⁵ Para la construcción de esta matriz, se tiene en cuenta diferentes aspectos, tanto internos como externos que puedan afectar o beneficiar la compañía. A continuación se presenta una metodología para la construcción de la misma.

Inicialmente se presenta un análisis de cada uno de los factores implementados, estos son: debilidades (D), oportunidades (O), fortalezas (F) y amenazas (A), aquí se realiza el análisis tanto interno como externo de la empresa teniendo en cuenta las condiciones operativas, para realizar este análisis se implementa la siguiente tabla de factores DOFA.

Tabla 8. Lista de factores DOFA³⁶

FORTALEZAS	DEBILIDADES
F1	D1
F2	D2
...	...
Fn	Dr
OPORTUNIDADES	AMENAZAS
O1	A1
O2	A2
...	...
Os	As

³⁴ RUÍZ BALLÉN, Xiomara. Análisis DOFA. Direccionamiento Institucional. Universidad Nacional de Colombia. Julio de 2012. p. 1.

³⁵ Diseño e Implementación de un Plan Estratégico para la Empresa Disempack Ltda. Página 18.

³⁶ INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL Metodología para el Análisis FODA. Secretaría Técnica. Dirección de Planeación y Organización. Marzo de 2002. p. 7.

En la tabla 8 se despliega cada una de los factores teniendo en cuenta lo siguiente: Los factores fortalezas y debilidades, varían según cada organización. Para el caso de este proyecto se tienen en cuenta los aspectos operativos.

1. **FORTALEZAS:** Las fortalezas son aquellas condiciones internas que potencializan las metas y objetivos las cuales se deben implementar en función de los servicios prestados.³⁷
2. **DEBILIDADES:** Son aquellas condiciones internas que dificultan o entorpecen el desarrollo de las actividades normales que se desarrollan en una organización, produciendo que los proyectos o programas planificados se lleven a cabo de manera lenta.³⁸

Para el análisis de las oportunidades y amenazas las cuales son factores externos, se consideran diferentes factores, tanto ambientales, sociales, geográficos, entre otros.

3. **OPORTUNIDADES:** Las oportunidades son generadas de los ambientes externos. En este ítem las organizaciones no tienen un control directo, sin embargo se pueden crear nuevas estrategias con el fin de crear nuevas oportunidades que beneficien el desarrollo de la organización.³⁹
4. **AMENAZAS:** Las amenazas pueden afectar de manera directa o indirecta a la organización de manera negativa las actividades operativas de la empresa.⁴⁰

³⁷ *Ibíd.* p. 5.

³⁸ *Ibíd.* p. 6.

³⁹ *Ibíd.* p. 3.

⁴⁰ *Ibíd.* p. 4.

Una vez determinados cada uno de los factores anteriores se prosigue a determinar cada una de las estrategias a implementar, esto se realiza por medio de la siguiente tabla.

Tabla 9. Estrategias de análisis DOFA.⁴¹

	LISTA DE FORTALEZAS	LISTA DE DEBILIDADES
	F1 F2 ... Fn	D1 D2 ... Dr
LISTA DE OPORTUNIDADES	FO (Maxi-Maxi)	DO (Mini-Maxi)
O1 O2 ... Op	Se establecen estrategias para maximizar las fortalezas y oportunidades	Se requiere minimizar las debilidades y maximizar las oportunidades
LISTA DE AMENAZAS	FA (Maxi-Mini)	DA (Mini-Mini)
A1 A2 ... Ap	Se requiere maximizar las fortalezas y minimizar las amenazas	se requiere minimizas las debilidades y las amenazas

- **ESTRATEGIAS (DA):** El fin de las estrategias (DA), consiste en la disminución de las debilidades y amenazas. Encontrarse con una compañía que se encuentra en una situación de debilidad interna y amenaza externa, es aquella que presenta una situación de dificultad en cuanto a su integridad o sostenimiento.⁴²

⁴¹ Ibíd. p. 9.

⁴² Ibíd. p. 8.

- **ESTRATEGIAS (DO):** La generación de estas estrategias, permite a la compañía disminuir las debilidades y aprovechar de una mejor manera las oportunidades, aunque éstas últimas no dependen directamente de la organización, la compañía puede generar planes de acción que permitan que se presenten⁴³.
- **ESTRATEGIAS (FA):** Estas estrategias consisten en el aumento de las fortalezas y la disminución de las amenazas, esto con el fin de mantener la integridad de la compañía⁴⁴.
- **ESTRATEGIAS (FO):** Consisten en la generación de estrategias que incrementen tanto las fortalezas como las oportunidades. Este tipo de atmósfera es de gran beneficio para la compañía, y es de gran importancia basarse en la implementación de las fortalezas que ésta presenta para la generación de nuevas oportunidades externas⁴⁵.

3.3 METODOLOGÍA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA MATRIZ DE REQUISITOS

Para el desarrollo de la matriz de requisitos legales se tiene en cuenta los parámetros que componen la tabla 10.

⁴³ *Ibíd.* p. 8.

⁴⁴ *Ibíd.* p. 9.

⁴⁵ *Ibíd.* p. 9.

Tabla 10. Matriz de requisitos legales

MATRIZ DE REQUISITOS LEGALES						
No	REQUISITO	NOMBRE DE REQUISITO	AÑO	TEMA	EXIGENCIA	RESPONSABLE
1	R1	N1	AÑO 1	T1	E1	R1
2	R2	N2	AÑO 2	T2	E2	R2
...
Xn	Rn	Nn	AÑO n	Tn	En	Rn

- **REQUISITOS:** Estos requisitos hacen referencia a las normas legales establecidas, es decir, las leyes y regulaciones colombianas, además de los estándares nacionales e internacionales propios de la industria de Oil & Gas que se apliquen para el proyecto.
- **NOMBRE DE LOS REQUISITOS:** Especifica el nombre del ítem correspondiente a la norma que se está aplicando.
- **AÑO:** Se refiere al año en que se realiza la correspondiente publicación de la norma legal.
- **TEMA:** Hace referencia a la actividad que se desarrolla, en este caso establece las actividades operativas ejecutadas en un poliducto.
- **EXIGENCIA:** Son los requisitos que se deben cumplir.
- **RESPONSABLE:** Son las personas responsables de las tareas que se desarrollan en la parte operativa.

La correcta construcción de la matriz de requisitos legales es de gran importancia, ya que rigiéndose de las normas ya establecidas se conocen las diferentes directrices de seguridad que se establecen al momento de realizar una tarea de la empresa.

3.5 METODOLOGÍA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA MATRIZ DE INDICADORES.⁴⁶

La matriz de indicadores es una herramienta facilitadora que incluye diferentes instrumentos para el diseño, organización, ejecución, control y evaluación de los procesos, con el fin de establecer mejoras, las cuales son el resultado de la respectiva planeación anticipada, implementando las respectivas metodologías. Esta planeación se realiza en base a la siguiente tabla de indicadores.

Tabla 11. Matriz de indicadores de resultados (MIR)

No	Proceso	Objetivo del proceso	Indicador	Tipo de indicador	Objetivo de la medición	Calculo	Meta	Tolera ncia	Frec uencia	Registr o	Responsabl es
1	P1	OBJ 1	IND 1	TIPO 1	OBJM-1	CAL-1	M-1	T-1	F-1	R-1	RP-1
2	P2	OBJ 2	IND 2	TIPO 2	OBJM-2	CAL-2	M-2	T-2	F-2	R-2	RP-2
...
Xn	Pn	OBJ n	IND n	TIPO n	OBJM-n	CAL-n	M-n	T-n	F-n	R-n	RP-n

La matriz de indicadores de resultados, se trabaja como una herramienta de planeación estratégica⁴⁷, ésta incluye diferentes parámetros tales como la incorporación de parámetros que miden los objetivos y resultados esperados, los cuales son un referente para el control y seguimiento. Además identifican diferentes

⁴⁶ SECRETARÍA DE HACIENDA Y CRÉDITO PÚBLICO. Guía para el diseño de la matriz de indicadores para resultados. Estados Unidos Mexicanos. 14 de octubre de 2016. p. 24

⁴⁷ Ibíd. p. 14

medios de obtención y verificación de la respectiva información de los indicadores y tipos de indicadores, estableciendo metas, porcentaje de tolerancia, frecuencia y especificando los responsables del área.

4. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS DETERMINACIÓN DE MATRICES.

En el siguiente capítulo se presentan los resultados obtenidos para cada una de las matrices, las cuales se implementan para análisis de riesgo. Inicialmente se muestra la matriz DOFA, seguida de la matriz de riesgos, y posteriormente la de indicadores para resultados y de requisitos legales.

Tabla 12. Procedimiento para la construcción de líneas de hidrocarburos

Desplazamiento de equipos, herramientas y personal		Respectiva aplicación de soldadura
Carga, movilización y descargue de tuberías, materiales, equipos y herramientas	Paro de bombeo	Realización de ensayos no destructivos
Correcta señalización del área	Cierre de válvulas de bloqueo y entrega de la línea	Reconexión y puesta en operación de las URPC
Adecuación correspondiente de accesos, áreas de trabajo y campamentos	Respectiva verificación de atmósfera explosiva	Comunicación para apertura de válvulas
correcta detección de tuberías, cauces con otros ductos	Armado respectivo de fast tank	Desmantelación de tubería
Respectivas evacuaciones manual, mecánica	Tareas de alistamiento e instalación de accesorios para hot tap	Apertura de válvulas de bloqueo
desarrollo de actividades mecánicas tempranas	hot tap para venteo y drenaje	Aplicación de recubrimiento
Desconexión de la urpc (unidades rectificadores de protección catódica)	Respectivo drenaje de línea	Reunión del cierre de corte y empalme
verificación de material explosivo	corte en frío	reconformación final del terreno
armado fast tank	aseguramiento de los extremos de la tubería	Orden, aseo y entrega del área intervenida
tendido de tubería, alineación, soldadura de la lingada, ensayos no destructivos en la lingada	montaje y alineación del tramo a reponer	desmovilización de personal, equipo y herramienta

4.1 RESULTADOS MATRIZ DOFA

A continuación, en la tabla 13, se presenta el análisis correspondiente a la matriz DOFA, donde se tienen en cuenta los factores tanto internos que pueden favorecer la empresa, como externos que la pueden perjudicar.

Tabla 13. Resultados análisis DOFA.

MATRIZ DOFA	
Oportunidades (Externas)	Amenazas (Externas)
<ul style="list-style-type: none"> • El desarrollo tecnológico e innovaciones en equipos y maquinaria • Facilidad de préstamo de los bancos • La empresa cuenta con un nuevo apoyo financiero de inversionistas • La empresa cuenta con sedes en diferentes partes del país • Existe nueva normativa que obliga a la empresa al mejoramiento en cada una de sus respectivas áreas • Disponer de personal altamente calificado en la zona • Generar alianzas con nuevas empresas que abran opciones de mercadeo • Tener oportunidad en negocios por la trayectoria adquirida por la empresa. 	<ul style="list-style-type: none"> • Exposición de la tubería frente al clima, produciendo fracturas en algunos sectores del poliducto • Desbordamiento del río afectando la operación • Inestabilidad potencial sobre las laderas por acciones de sobrepastoreo, por escorrentía superficial, y subsuperficial • Acción erosiva por divagación del río a lo largo de su cauce • Grupos al margen de la ley presentes en el territorio que se desarrolla la obra • Pérdida de maquinaria y equipos • Falta de cobertura celular o de radios en la zona • Presencia de material arqueológicos en la zona • Pérdida de personal esencial en la obra • Posible dificultad para obtener licencias ambientales para la ejecución del proyecto. • Complicaciones para la construcción del poliducto por cuestiones geográficas
Fortalezas (Internas)	Debilidades (Internas)
<ul style="list-style-type: none"> • Contar con personal competente • Tener medios y recursos disponibles • Equipos adecuados y calibrados • Codificación de documentación • Programas de seguridad y salud en el trabajo 	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de personal al momento de realizar las actividades de transporte • Mala coordinación en la logística de equipos y maquinaria, retrasando las actividades del proyecto • Rotación continua de personal • Falta de documentación requerida al día.

MATRIZ DOFA	
<ul style="list-style-type: none"> • Programas de capacitación en la prevención de riesgos • La empresa cuenta con más de 70 proyectos en el sector petrolero, con un monto superior a los \$USD 1.400 MM • La empresa está ejecutando actividades desde 1994 • Cuenta con más de 627 km de ductos construidos (poliductos- oleoductos mayores de 2") • Implementación de obras de drenaje como canales, corta corrientes y de subdrenaje como filtros en la espina de pescado, con el fin de evitar la saturación del terreno. 	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de control en áreas donde existen pocos clientes • Falta de estrategias de mercado en sectores diferentes al de hidrocarburos • Organización en el área financiera en el desarrollo de proyectos • Pocos mecanismos en el aprendizaje de errores

Se tienen en cuenta factores operativos y algunos factores generales, como la trayectoria de la empresa, número de proyectos en los que ha participado, entre otros. Una vez determinados cada uno de los parámetros se prosigue a generar estrategias que ayuden a reducir las amenazas y debilidades, aprovechando las fortalezas para generar nuevas oportunidades. En el Anexo D, se presentan las estrategias implementadas en el análisis de la matriz DOFA.

Como se puede observar en el Anexo D, se determinan una serie de estrategias, las cuales son claves para las respectivas mejoras de la compañía. Es importante tener en cuenta que el control a aplicar sobre éstas, es de gran importancia para asegurar su cumplimiento, y como tal lograr mitigar el impacto o las afectaciones que las amenazas y debilidades analizadas puedan provocar.

Una característica esencial que se ha evidenciado en el análisis DOFA es contar con el personal idóneo capacitado y disponible, ya que es eje fundamental en el desarrollo de actividades, tales como calidad, logística, programación de obra y transporte.

Una de las amenazas de alto impacto para la empresa, así como para la integridad del personal es la exposición a grupos al margen de la ley que se encuentren en la zona del desarrollo de actividades operativas. A pesar de contar con estrategias como el apoyo del ejército nacional de Colombia y un equipo de vigilantes, los riesgos expuestos por parte de estos grupos tales como secuestro, asesinatos, atentado a infraestructura o al personal de la empresa, no dejan de ser latentes y prioritarias para la toma de decisiones de las actividades. Por este motivo, la estrategia de implementar un equipo de seguridad de respaldo el cual conozca plenamente la zona, rutas viales, grupos delincuenciales que operen en la zona, amenazas recibidas, son claves para proporcionar la respectiva seguridad con la que se debe contar para el desarrollo del proyecto.

Una de las estrategias que permite abrir nuevos mercados ya sean nacionales o internacionales, tiene que ver con el avance de nuevas tecnologías, éstas generan mejores rendimientos en la parte operativa, y a su vez un menor impacto ambiental.

4.2 RESULTADOS MATRIZ DE RIESGOS

Para la matriz de riesgos se toman en cuenta diferentes aspectos operativos, para la construcción y mantenimiento de una red de poliductos. Tales puntos son analizados y valorados con el fin de reducir o eliminar las afectaciones que se producen a raíz de su desarrollo. Tal como se muestra en el anexo C.

En esta matriz se analiza los diferentes riesgos operativos que se puede presentar durante la operación de la construcción de un poliducto, teniendo en cuenta actividades como el desplazamiento de maquinaria, equipos, materiales y personal a la zona de la obra, tareas de soldadura, entre otros.

En cuanto a la interpretación del nivel de riesgo, se presenta en la matriz tres categorías, lo que significa que se maneja un riesgo desde aceptable hasta aceptable con control específico aplicando medidas de intervención para la mitigación de los perjuicios que se pueden generar.

Durante el análisis se encuentra una mayor exposición al riesgo en tareas operativas que implican la manipulación y desplazamiento de herramientas o equipos, además de los respectivos mantenimientos que se deben hacer a estos. Otras de las actividades que implican un nivel de riesgo II cuando son las tareas en las cuales el personal se encuentra expuesto a animales venenosos, lo cual sucede cuando el personal desempeña labores de campo.

En las actividades que realiza el personal, uno de los riesgos expuestos constantemente en diferentes tipos de cargo es la carga de material o equipos, la exposición a esta activada puede generar consecuencias inmediatas como fracturas, lesiones, cortes. Por este motivo es fundamental el acompañamiento del equipo HSE, además de un delegado ARL y una constante capacitación al

personal, realizando charlas informativas sobre el riesgo, que se realicen de manera previa a la actividad.

Las tareas realizadas en alturas, incrementan el riesgo, tanto así que en algunas ocasiones, de no se implementar mecanismos de control tales como arnés cursos de altura, altura avanzada, experiencia por parte del operario quien es el encargado de desarrollar la actividad, no se pueden llevar a cabo estas actividades operativas. Gracias a estos controles, se permite una mitigación del riesgo llegando a niveles tolerables para el desarrollo de las actividades.

El transporte de personal, maquinaria o materiales, implica una exposición a accidentes de tránsito, los cuales pueden generar traumas, contusiones, fracturas o incluso la muerte. Esta actividad está asociada a múltiples variables. Por este motivo se requiere un control estricto en cuanto a las capacitaciones por parte del conductor para el manejo defensivo, la realización constante de pruebas de alcoholemia, exámenes médicos de control, para observar el estado del personal, monitoreo constante por GPS, el cual nos puede indicar los excesos de velocidad y la frecuencia con que se ejecutan, además de los respectivos controles de mantenimiento a los medios de transporte y chequeo pre-operacional que se le debe hacer a cada uno de los equipos.

4.3 RESULTADOS PARA EL ANÁLISIS DE LA MATRIZ DE INDICADORES

Para el análisis de matriz de indicadores se tiene en cuenta los diferentes riesgos, debilidades y amenazas que puede presentar la empresa, por eso es importante realizar los correspondientes análisis de la matriz DOFA, el mapa de riesgos y la matriz de requisitos legales, para con esta información poder construir los indicadores que nos servirían para evaluar los resultados y así medir el desempeño de la empresa.

Para el análisis de la matriz de indicadores, se tienen en cuenta actividades como las aperturas de derecho de vía, las adecuaciones en general, las respectivas movilizaciones o desplazamientos de las herramientas de trabajo y de personal, entre otras que se pueden apreciar en la siguiente matriz. Aquí se emite el objetivo de cada uno de los procesos estipulados.

De la matriz de indicadores se puede realizar un seguimiento a cada uno de los respectivos procesos mostrados, para la empresa los indicadores representan el cumplimiento de las actividades, por lo cual resulta importante su identificación, además de sus respectivas formas de valorarlo.

En el Anexo E se muestra los indicadores en una etapa de inicio del proyecto, la cual comprende los primeros 15 días a partir de la firma del acta de inicio.

En el Anexo F, se muestra los indicadores en la finalización del proyecto, esta etapa comprende los últimos 15 días del proyecto, dentro de los resultados vemos como se presenta el cumplimiento al 100% de la mayoría de los ítems tenidos en cuenta en la matriz.

Si vemos uno de los ítems de los cuales se ve afectado por múltiples variables tiene que ver con el desarrollo de actividades operativas al tiempo planificado, la programación de tareas siempre va de la mano de la compañía de gente experimentada, la cual puede estimar los tiempos en los cuales se van a ejecutar dichas actividades, pero siempre existen inconvenientes de improviso, adversidades, problema con proveedores, demoras en los transportes, dificultad en los accesos, condiciones climáticas desfavorables y demás circunstancias que contribuyen a retrasos del tiempo.

Los demás ítems indicadores vemos su culminación al 100%, estas actividades, esta información es suministrada por parte del programador y supervisores,

igualmente se constata con las exigencias pactadas por parte del cliente, ya que el cumplimiento de las actividades debe ser superior al 99% para continuar contratando con la empresa, por eso la empresa cumple con los estándares establecidos en el contrato, y busca la constante mejora para el óptimo rendimiento de la empresa.

4.4 RESULTADOS MATRIZ DE REQUISITOS

Dentro de las normativas legales para la construcción del poliducto Medellín-Cartago, encontramos las siguientes normas legales que se aplicaron para el desarrollo del proyecto, las cuales se pueden apreciar en el Anexo G.

Para la construcción de esta matriz se tiene en cuenta las diferentes actividades que se desarrollan en el transcurso del proyecto. Estas normas legales permiten realizar un seguimiento, tanto de las herramientas en cuanto a la calidad y correcto funcionamiento, como de las respectivas y adecuadas actividades que el personal contratado debe seguir y hacer cumplir.

La normatividad como respectivo responsable de la ejecución de la misma es fundamental en la planificación y control de la construcción del oleoducto, ya que permite la reducción de riesgos operativos que se pueden presentar en las diferentes actividades que se realizan en el proyecto, además de cumplir con parámetros nacionales e internacionales que contribuyen a cumplir los estándares de calidad requeridos.

5. ANÁLISIS DE RESULTADOS

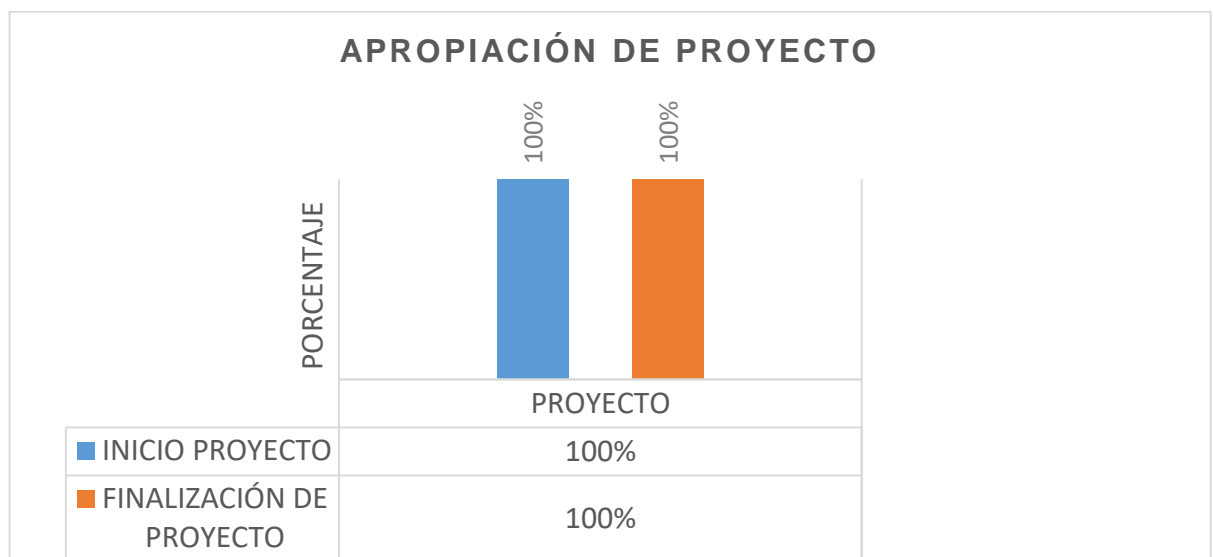
Uno de los recursos principales que tiene una empresa de manera general es el personal calificado que contrata, debido a que cada una de las tareas ejecutadas desde la más pequeña hasta la más grande, aporta para el desarrollo de la misma, por eso es importante adecuar las condiciones de seguridad en el trabajo ya que se pueden generar riesgos psicosociales que pueden afectar de forma significativa el rendimiento por parte de estos. Dentro de los riesgos expuestos se encuentran horarios laborales extensos, presión y estrés generado por las actividades desarrolladas del clima en el cual se llevan a cabo las actividades. En muchas ocasiones el personal se mantiene a disposición 24 horas frente alguna emergencia, lo cual puede generar, estrés laboral, incapacidades, problemas de cansancio y bajos rendimientos.

Uno de los problemas más presentados durante el análisis de riesgos, incluye las posturas y esfuerzos a los que están sometidos los trabajadores, ya sea por carga de equipos o por posturas, además de las exposiciones de los de las condiciones climatológicas y de terreno, las cuales deben ser monitoreadas constantemente, debido a que las lluvias constantes y deslizamientos por saturación del terreno, pueden exponer al personal en accidentes de trabajo de gran magnitud al implementar maquinaria pesada en estas zonas. Por este motivo es importante realizar todos los mecanismos de control, como filtros en espina de pescado de tal forma que se evite la saturación del terreno. Además es de gran importancia realizar una inspección previa del terreno, realizando actividades para planteamiento de la línea, con lo ajustes respectivos del trazado de ser necesarios, teniendo en cuenta la presencia de tramos de alta pendiente, las consideraciones de construcción de tubería enterrada o aérea, permisos legales y licenciamiento ambiental.

A continuación se presentan cada uno de los parámetros analizados, observando su comportamiento tanto al inicio del proyecto como al final:

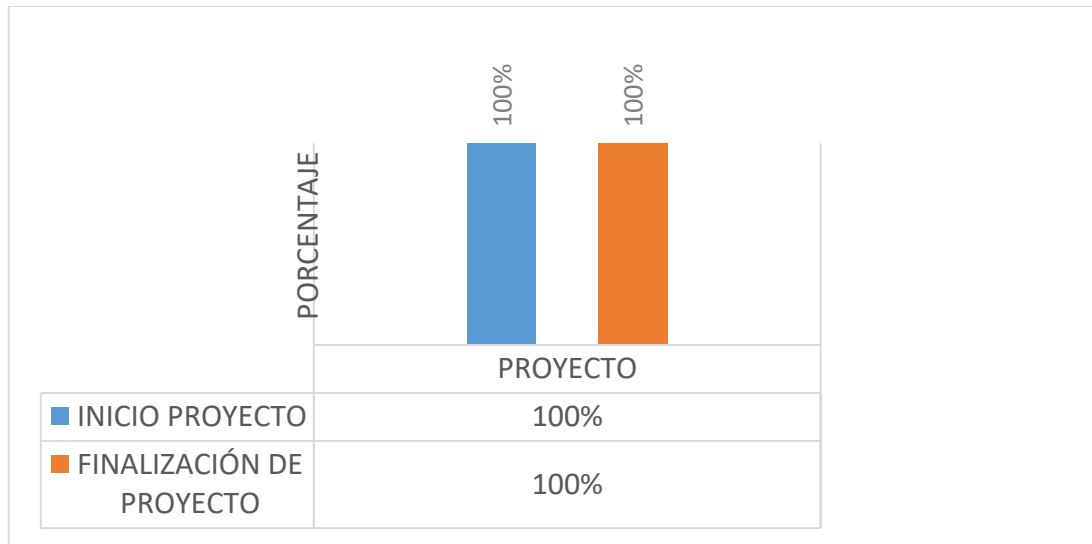
APROPIACIÓN DE INGENIERÍA: Es el acople que se realiza con la información que entrega el cliente como lo es con el fin de comprender la viabilidad técnica y solucionar problemas que se puedan presentar, este indicador está totalmente completado desde la etapa inicial, ya que es de total importancia para el inicio del proyecto, dentro de la apropiación de ingeniería se presenta: especificaciones, planos, informes, check list, hojas de cálculo y demás documentos que permita dar especificaciones del proyecto con el fin de reducir los riesgos y darle apertura al proyecto.

Figura 17. Apropiación de proyecto.



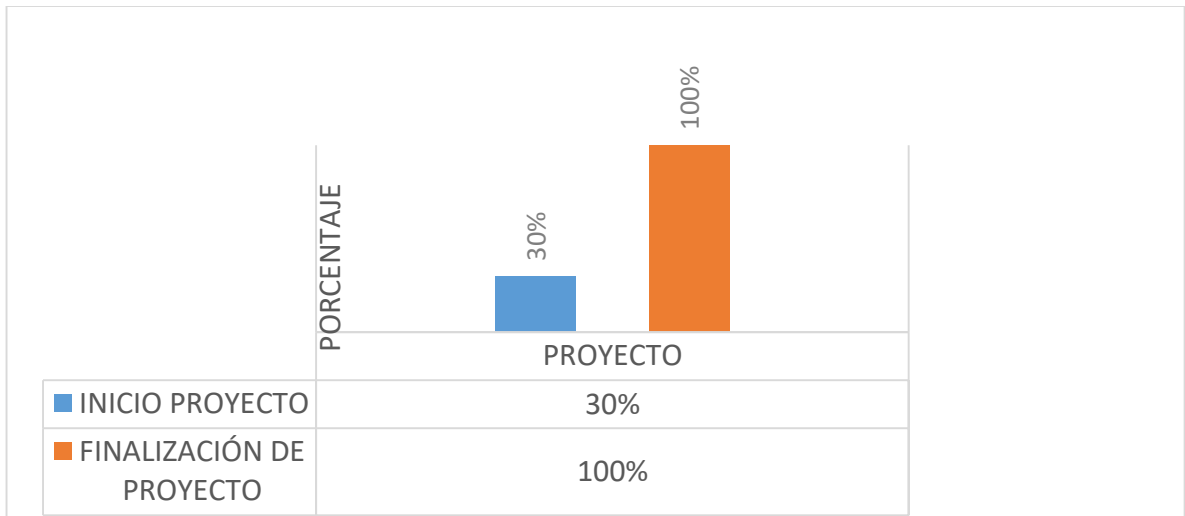
TALA Y PODA DE ÁRBOLES: Fue programado para su realización los primeros 14 días del proyecto, por este motivo dentro de la etapa temprana del proyecto se encuentra en su total realización, estas actividades iniciaron después de la firma de acta de inicio y contaron con todo el soporte legal ambiental, esta información puede consultarse en la matriz de requisitos

Figura 18. Tala y poda de árboles



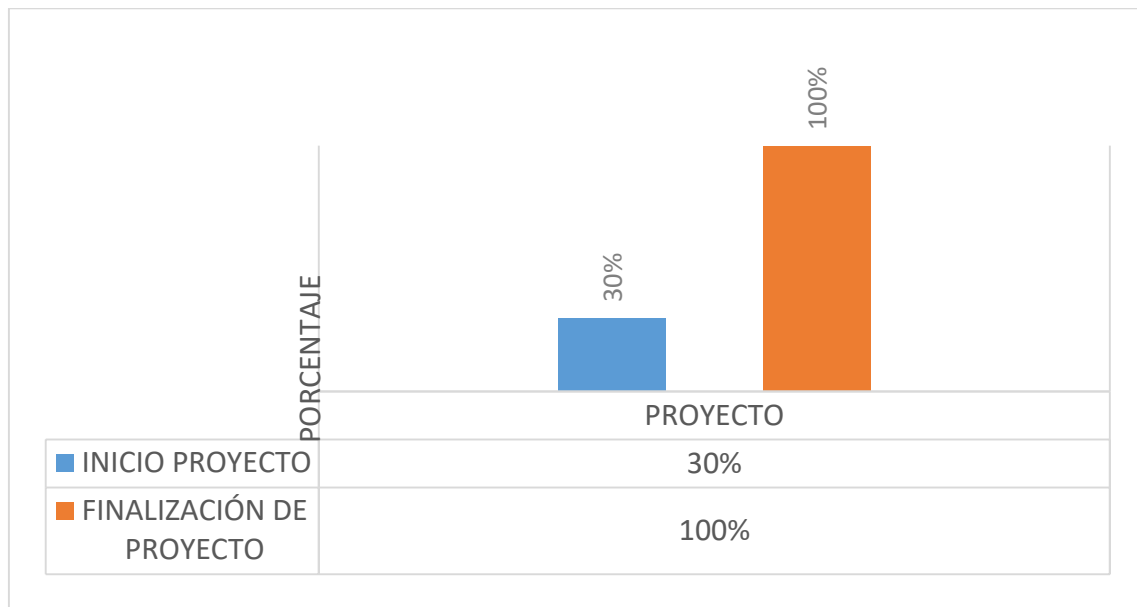
APERTURA DDV: El derecho de vía para el proyecto es una de las etapas iniciales, por este motivo las actividades que se realizaron de localización y replanteo fueron ejecutadas después del primer día de la firma de acta de inicio, comprendiendo un tiempo de 7 días y elaborado en su totalidad, pero este tramo solo es una de las actividades del ítem, también se ejecutaron acciones posteriores que fueron la apertura del derecho de vía, reconfirmación del terreno DDV, por este motivo solo se ejecutó el 30% de las actividades en la etapa inicial, pero al finalizar la obra se completó el 100% de la meta para este indicador.

Figura 19. Apertura DDV



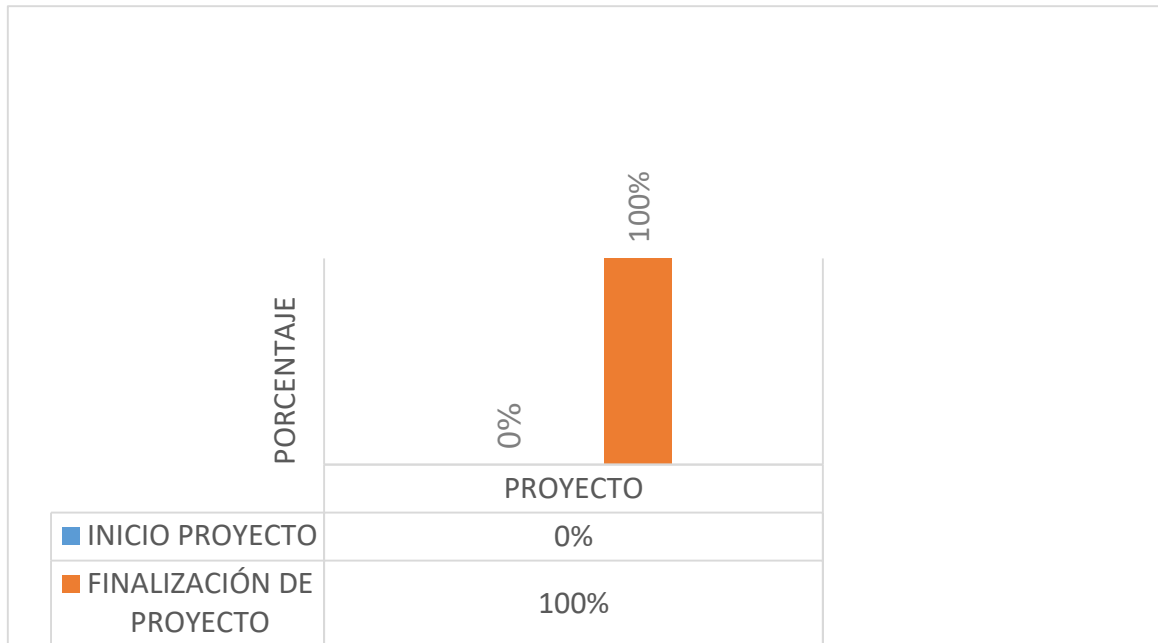
TRASLADO DE MATERIAL: El traslado de materia se debe coordinar junto con el cliente, por este motivo dentro de los primeros 15 días se realizó el traslado de una parte de todo el material suministrado, siendo alrededor de un 30%, pero que una vez transcurrido el tiempo se completó en su totalidad, ya que el material es fuente primaria con la que se realizan las actividades del proyecto

Figura 20. Traslado de materiales



DESARROLLO DE ACTIVIDADES PLANTEADAS PARA MINIMIZAR LA VULNERABILIDAD DEL SISTEMA DE TRANSPORTE: En este ítem contemplamos actividades como: alineación, doblado, soldadura, revestimientos, inspecciones, ensayos no destructivos, dentro de la etapa primaria del proyecto no se comprendido ninguna de estas actividades, la primera de ellas inicio después de un mes de haber firmado el acta de inicio, pero en la finalización del proyecto se cumplió a totalidad, ya que esto están dentro de los parámetros evaluados por parte del cliente para futuras contrataciones

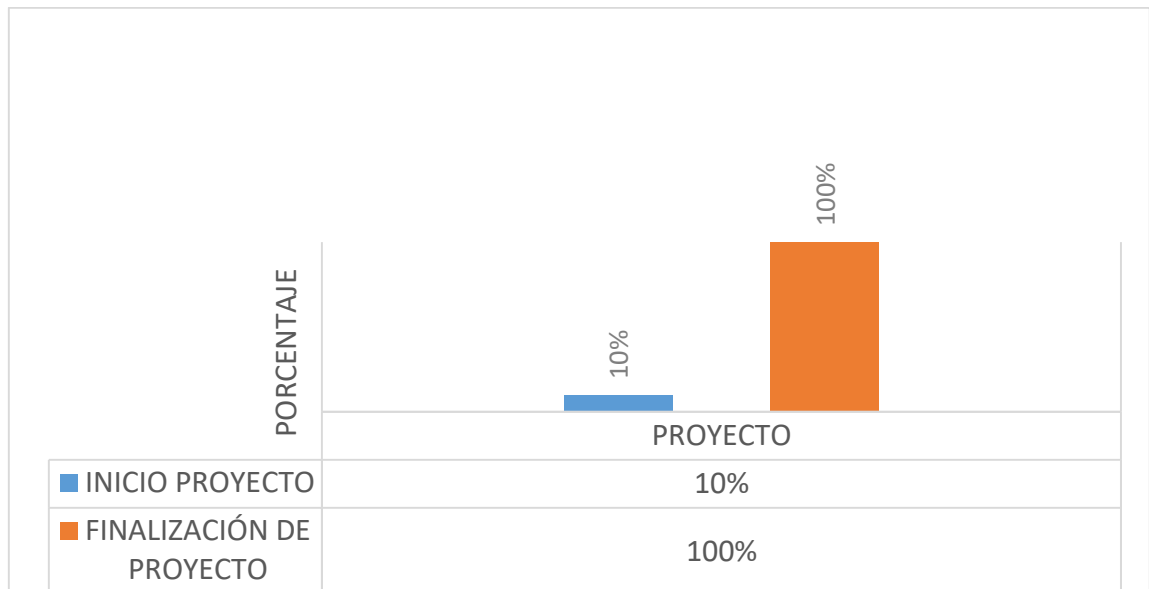
Figura 21. Desarrollo de actividades planteadas para minimizar vulnerabilidad del sistema de transporte.



CUMPLIMIENTO DE REQUERIMIENTOS POR ICA Y PMA: En la etapas iniciales del proyecto contamos con un bajo valor de este ítem, ya que por ser un lapso de tiempo corto, no se verifica el cumplimiento requeridos por el ICA y PMA, si se realizan verificación del área de trabajo, pero en la finalización del proyecto vemos

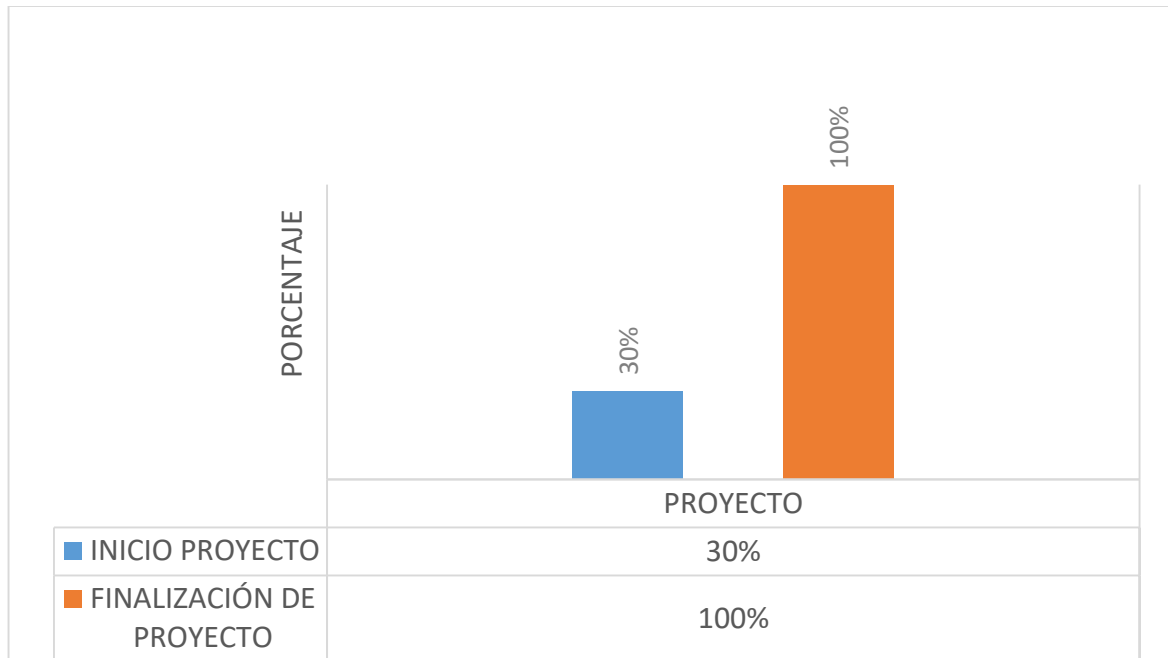
su total culminación, siendo las actividades de entrega del área de trabajo igual o mejor que lo encontrada uno de las ultimas tareas ejecutadas en el proyecto.

Figura 22. Cumplimiento de requerimientos por ICA Y PMA



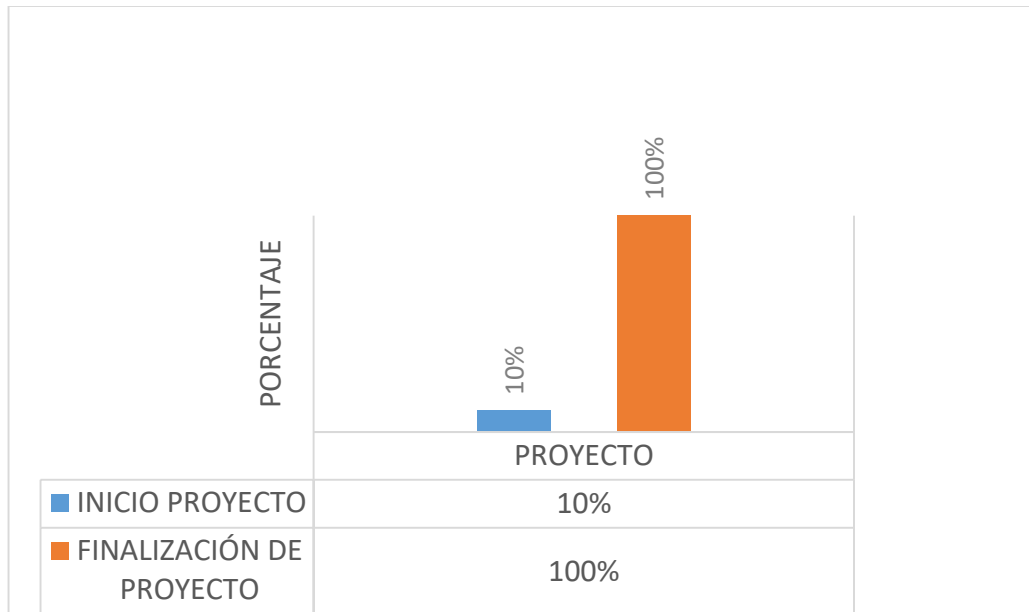
TRANSPORTE DE PERSONAL Y MAQUINARIA: En los primeros días se realiza el movimiento de equipos y maquinaria principal, como son las retroexcavadoras, y equipos como motobombas, entre otros, pero este indicador es una actividad que se realiza todos los días, ya que en el transcurso de la obra existen constante movilización de personal y maquinaria, además del personal operativo, también del personal administrativo para inspección y control, al finalizar la obra este ítem se encuentra totalmente completado.

Figura 23. Transporte de maquinaria y personal



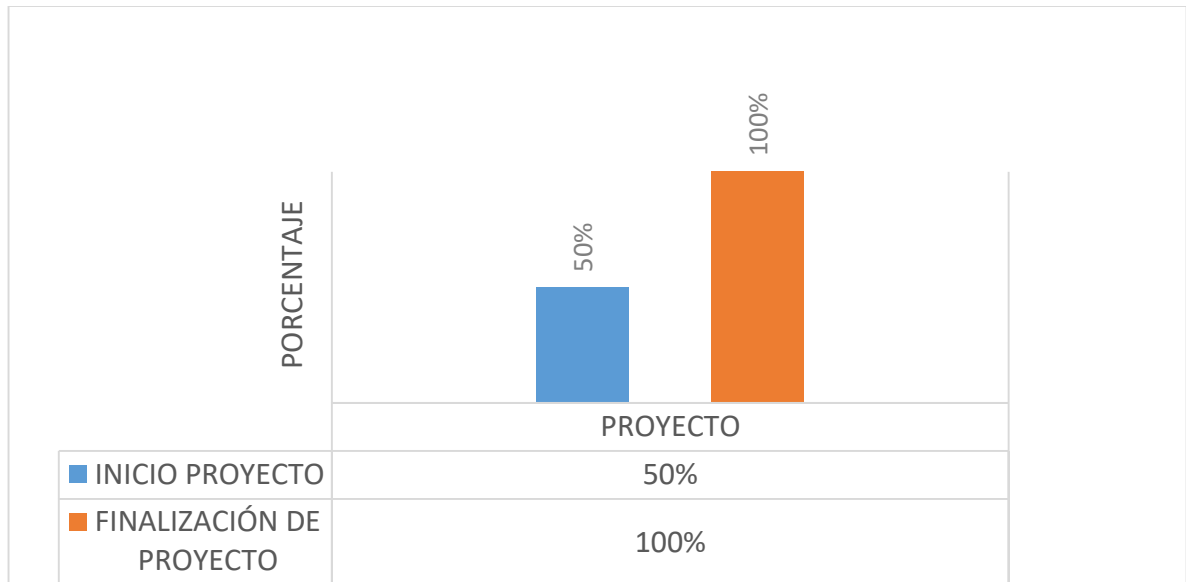
DESARROLLO DE ACTIVIDADES OPERATIVAS A TIEMPO PLANEADO: Dentro de la etapa inicial estas actividades son muy mínimas, pero si todos los procesos ya deben estar identificados al igual que la programación del proyecto que realiza el director de proyecto junto con el programador. En la construcción de un poliducto se ve influenciada a múltiples variables que hace totalmente una odisea realizar estimaciones aproximadas de cumplimientos de actividades, este es el caso de picaduras de serpientes, manifestaciones, mal clima, trancones, falta de personal, entre otras que pueden afectar de forma significativa el cumplimiento establecido de las actividades operativas planeadas, por este motivo el ítem no cumple a cabalidad, si bien es cierto que al finalizar la actividad fue cumplida, las tareas parciales no presentaba un total cumplimiento en las fechas programadas

Figura 24. Desarrollo de actividades operativas a tiempo planeado



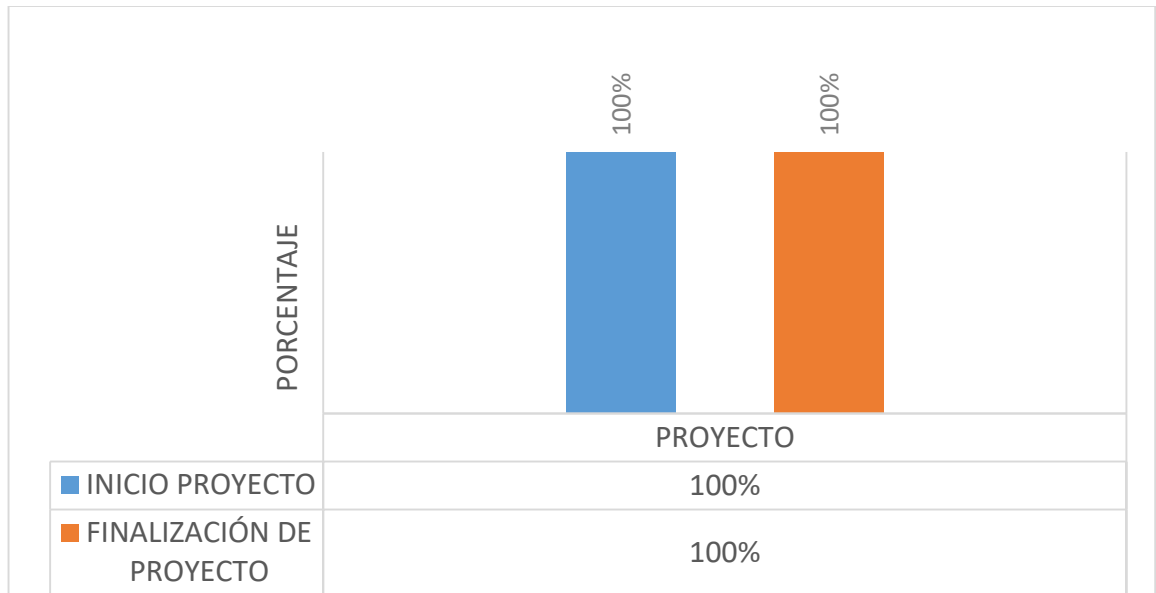
BASE DE DATOS DEL PERSONAL: La mayor parte del personal se agrega a una base de datos para ser tenidos en cuenta en futuros trabajos, ya que la empresa cuenta con trabajos especializados, por este motivo existen áreas con poco personal capacitado, este indicador es muy importante para mantener los estándares de calidad exigidos, pero en la etapa temprana no se hace contratación total personal, eso se va desarrollando a medida que avance el proyecto, además que existen actividades imprevistas las cuales necesiten persona, cuando se termina el proyecto ya se tiene culminada la totalidad de la base de datos, cabe resaltar la importancia de contar con un número fijo para la empresa, y la constante cobertura para futuras comunicación con el personal.

Figura 25. Base de datos personal



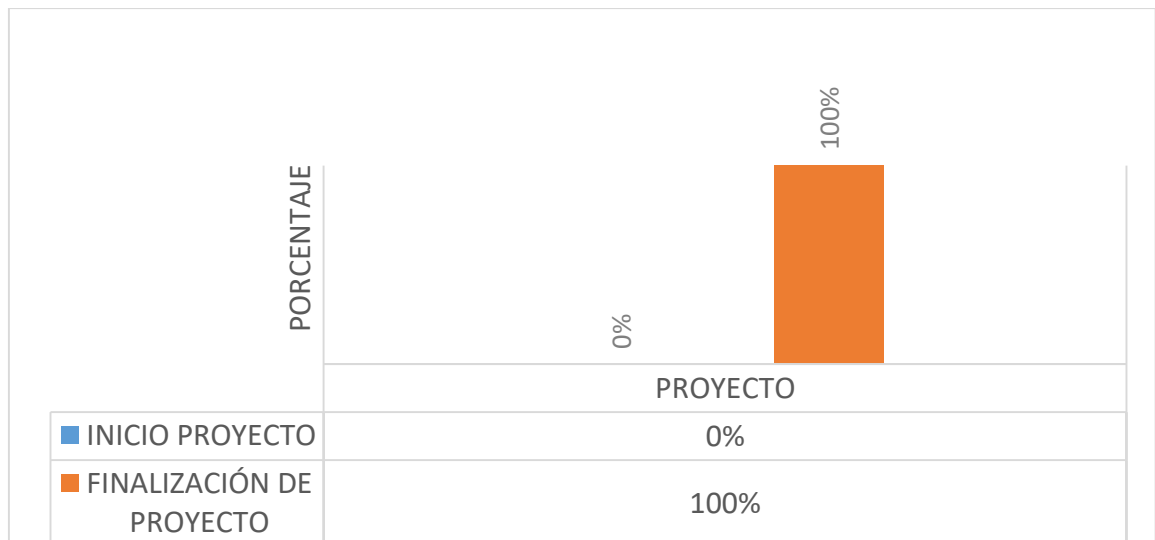
SISTEMATIZACIÓN DE PROCESOS OPERATIVOS: Dentro del desarrollo de cada una de las actividades se debe contar siempre con documentos como pre operacionales, análisis de riesgos, procedimientos entre otros, pero estos procedimientos debido a la antigüedad de la empresa, a su experiencia, y al desarrollo de innumerables proyectos ya cuenta con una base de datos de las actividades principales del proyecto, por este motivo, el paso a paso de cómo se deben ejecutar las actividades ya se cuenta establecido, siendo como un requisito la divulgación de este documento por parte del supervisor a quienes vayan a ejecutar labores. Es por este motivo que este indicador ya se encuentra completado en la parte inicial del proyecto.

Figura 26. Sistematización de procesos operativos



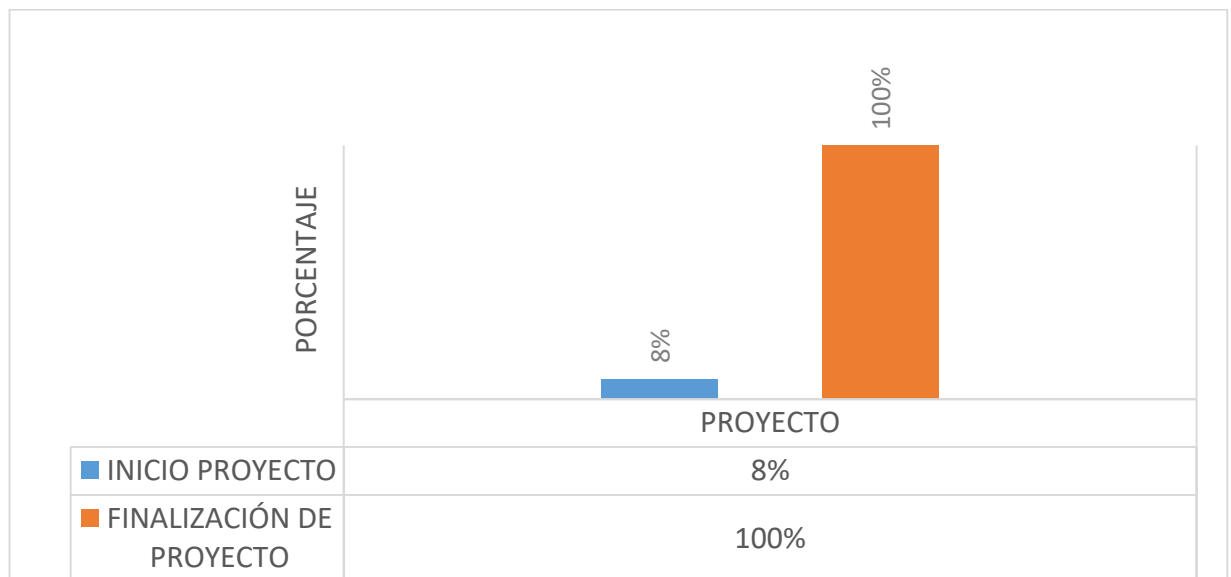
ESTABILIDAD DEL TERRENO: Es una de las actividades tempranas del proyecto pero durante los primeros 15 días no se desarrolla ninguna actividad de estabilidad del terreno, estas fueron ejecutadas posteriormente, unos días antes de cumplir el mes de haber hecho la firma del acta de inicio.

Figura 27. Estabilidad de terreno



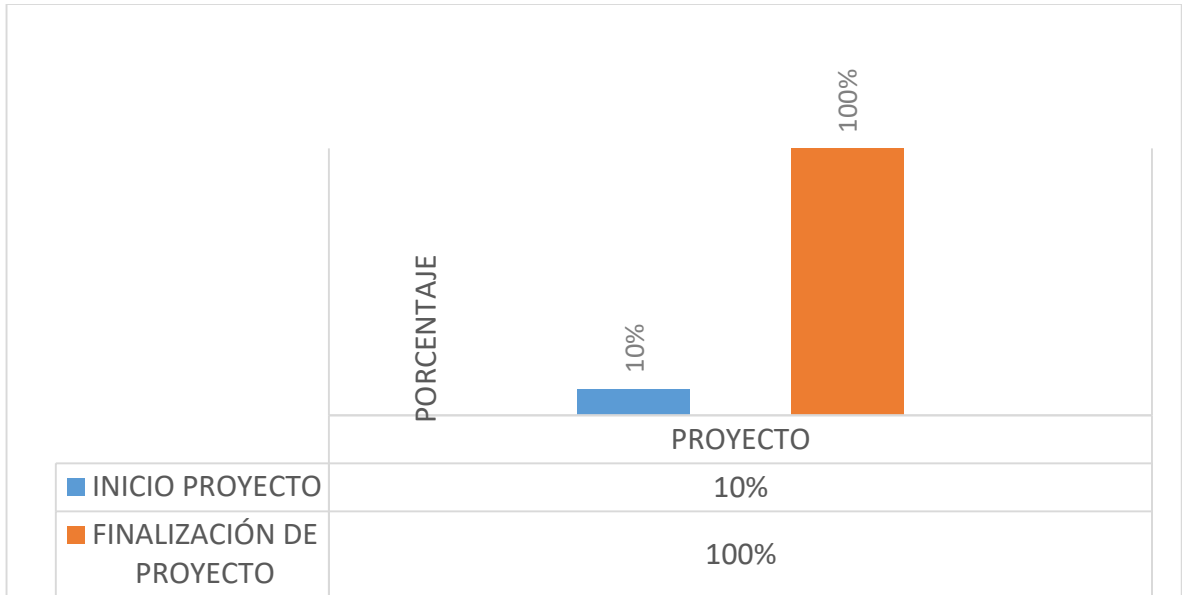
CONTROL DE SEGURIDAD: Dentro de este indicador se contempla toda la seguridad del personal, equipos y maquinaria, en la parte inicial del proyecto es un valor bajo debido al poco tiempo que ha transcurrido del proyecto, pero durante todo el proyecto se siguió el protocolo establecido para el préstamo de equipos, además del acompañamiento constante de un personal de seguridad, y guardias en la noche cuando no se están realizando actividades.

Figura 28. Control de seguridad



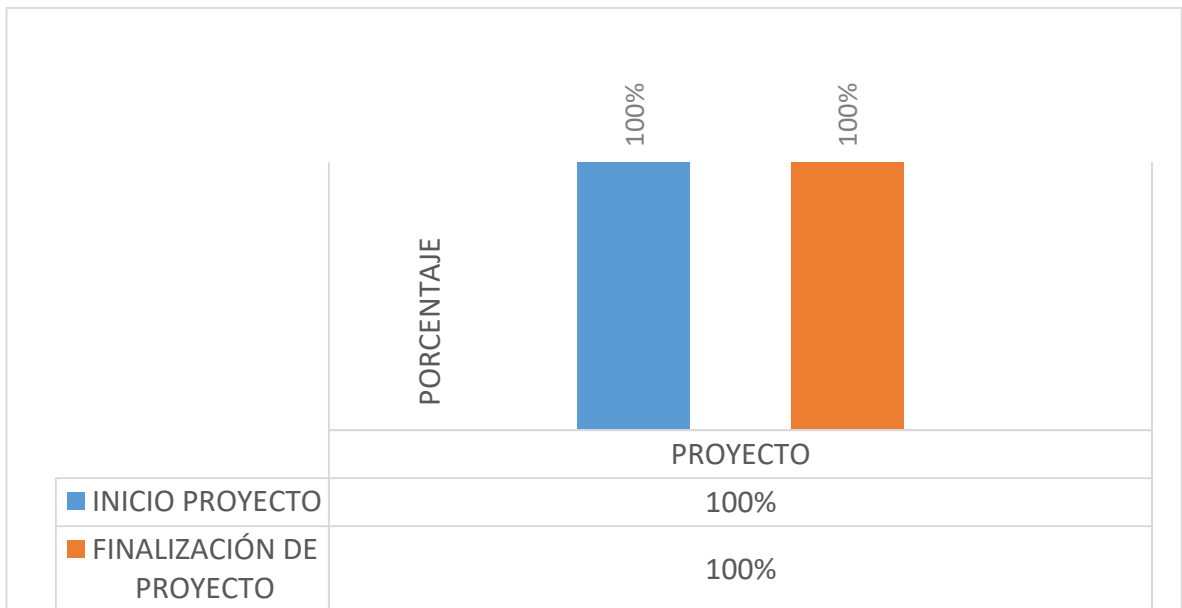
CONTROL DE COMUNICACIÓN: El desarrollo del indicador comprende garantizar la comunicación del personal, pero al estar a una etapa temprana del proyecto el acceso a los equipos Avantel que tiene el personal es poco, además de haber una constante rotación del personal por parte de la empresa, y un transcurso del tiempo poco al compararlo con el desarrollo de toda la obra, ya finalizada se ve como se suministró equipos de comunicaciones Avantel, y radio en algunos casos

Figura 29. Control de comunicación



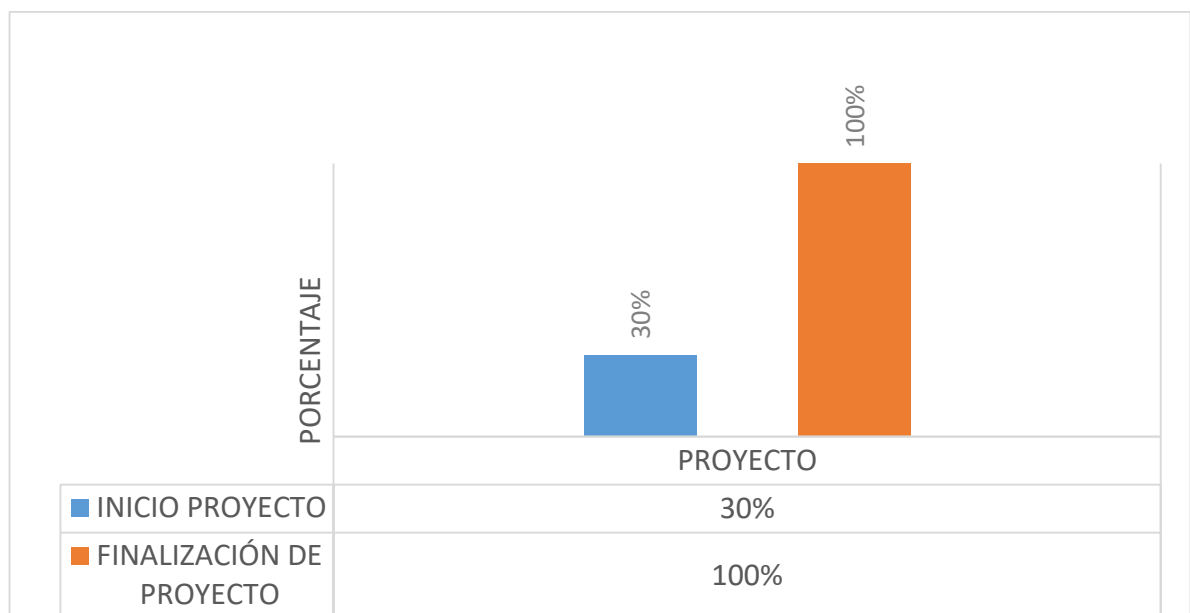
INVESTIGACION DE LA ANLA: En la parte inicial del proyecto ya se cuenta con la documentación requerida por parte de la ANLA por este motivo ya está con un 100%.

Figura 30. Investigación de la ANLA



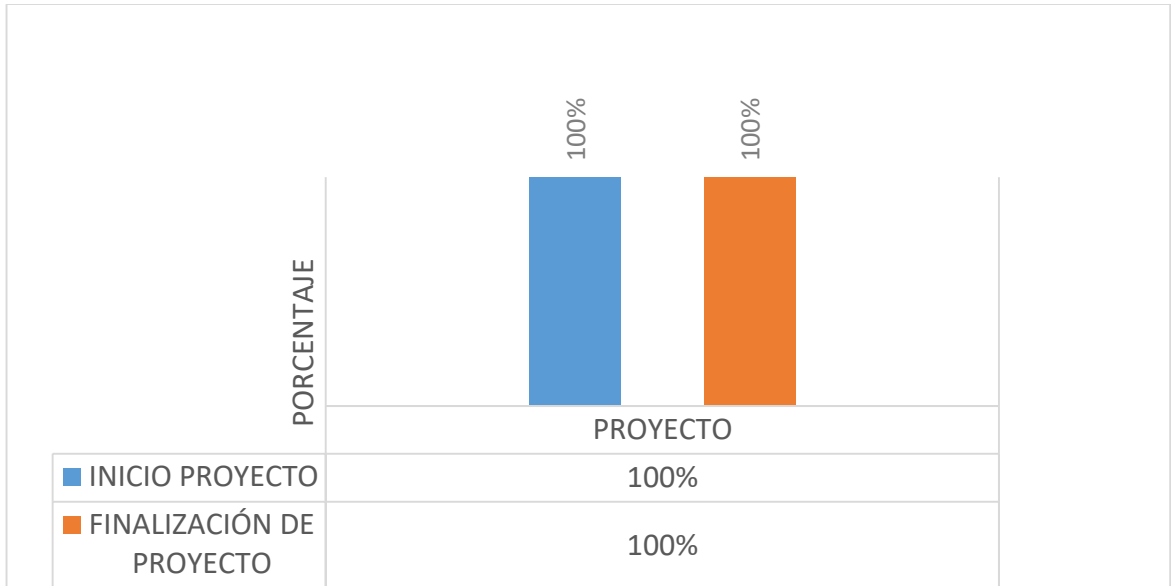
MODIFICACIONES DE TERRENO: Se realizan estudios de terreno en las diferentes zonas dispuestas para la construcción de redes, teniendo en cuenta las futuras modificaciones, de manera que se debe garantizar la construcción de la misma por medio de documentación legal. Por esta razón al inicio del proyecto presenta un 30%, sujetándose a modificaciones, para que al final sea completado en un 100%.

Figura 31. Modificaciones de terreno



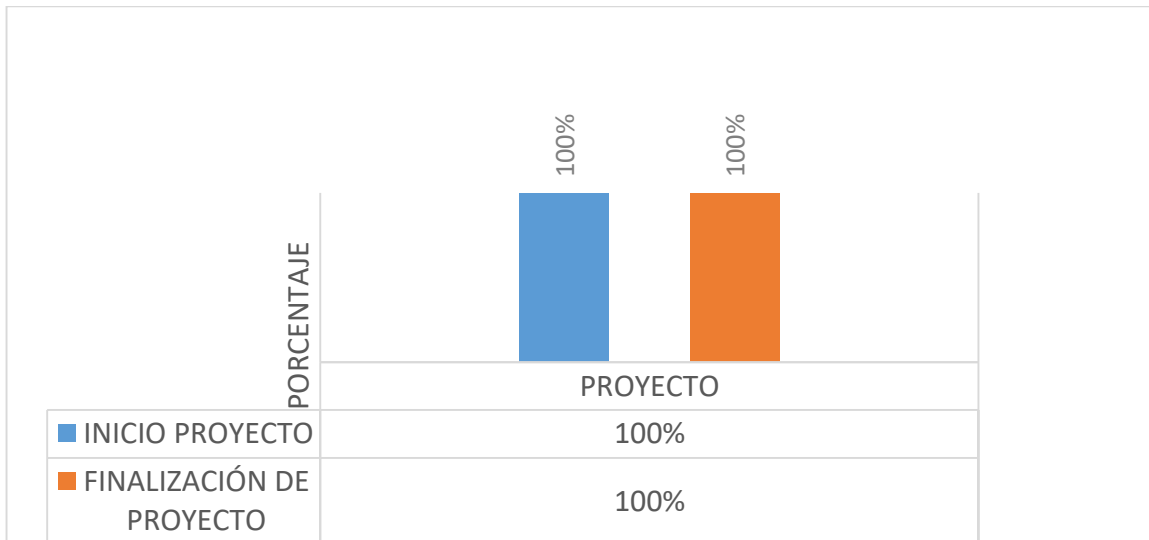
CAPACITACIÓN PARA TRABAJOS DE ALTO RIESGO: Esta actividad se desarrolla con la finalidad de prevenir accidentes o lesiones. Al inicio del proyecto cada persona que se vaya a contratar debe estar altamente calificado para desarrollar operaciones de alto riesgo, por esta razón se presenta con un porcentaje del 100%.

Figura 32. Capacitación para trabajos de alto riesgo



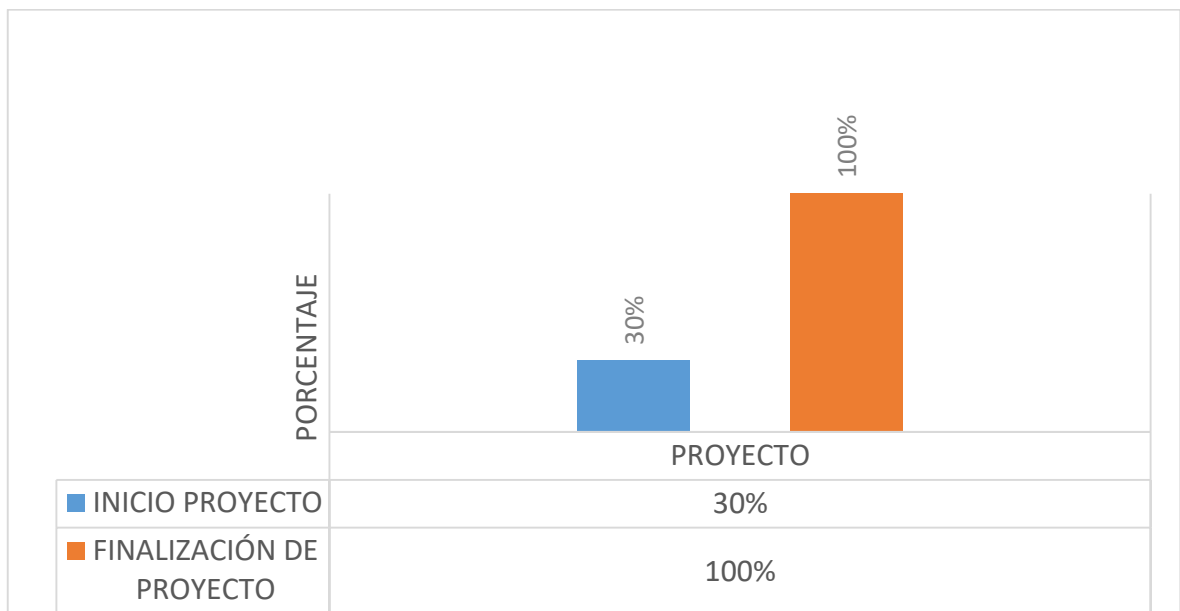
MANTENIMIENTO DE EQUIPOS OPERATIVOS: Esta actividad se realiza con el fin de prevenir accidentes o lesiones por fallas mecánicas. Tanto al inicio de proyecto como al final, estas herramientas operativas deben estar con el mantenimiento respectivo, por esta razón se presenta en un 100% de inicio a fin.

Figura 33. Mantenimiento de equipos operativos.



CONTROL DE CERTIFICADOS DE TRABAJOS DE ALTURA: Cada trabajador debe presentar al momento de contratación el 100% de los certificados correspondientes para realizar dicha actividad. Al inicio del proyecto el control tiene un valor del 30% debido a que a medida que avanza la obra se van empleando nuevos trabajadores, por tanto este porcentaje va en incremento hasta la culminación de los trabajos.

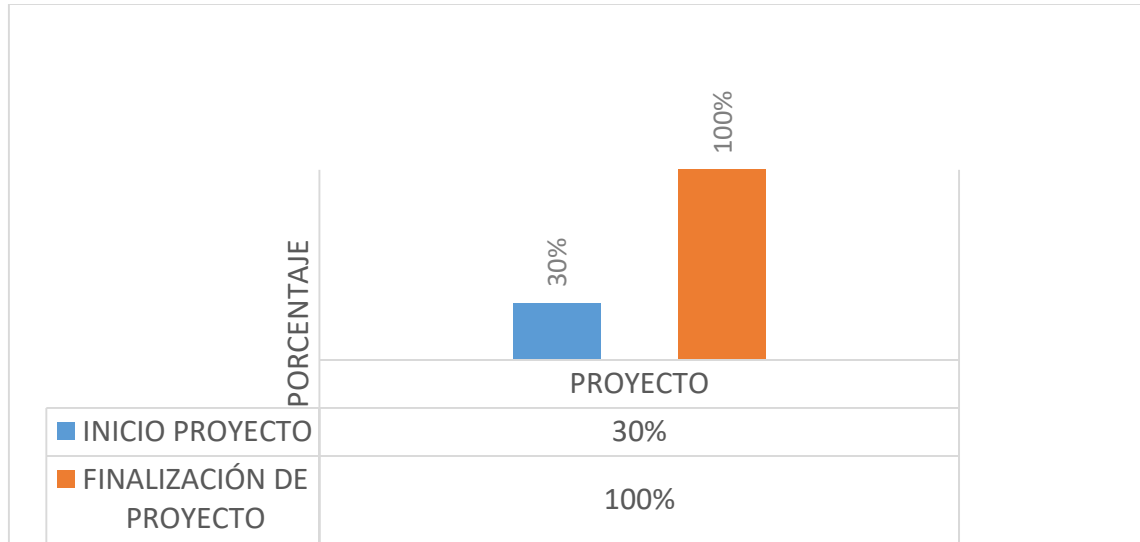
Figura 34. Control de certificados trabajos de altura



INSPECCIÓN DE EQUIPOS PREVENTIVOS Y CAPACITACIÓN DE PERSONAL:

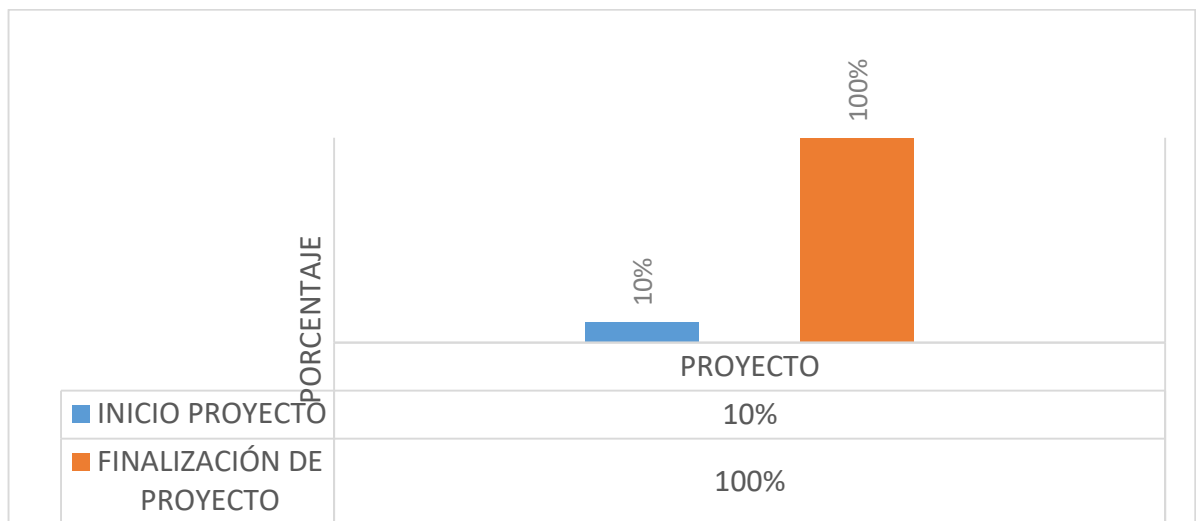
Durante el desarrollo del proyecto se debe tener las herramientas necesarias para suplir cualquier emergencia que se presente durante la obra, además el personal a cargo de los trabajos debe estar en la total capacidad para la manipulación de éstas de manera adecuada. Al inicio de la obra, se presenta la inspección y capacitación en un 30%, ya que a medida que avanzan los trabajos se van construyendo nuevas localidades, las cuales se deben suplir de los equipos necesarios, por tanto este valor se va incrementado hasta llegar a la culminación del proyecto.

Figura 35. Inspección de equipos preventivos y capacitación de personal



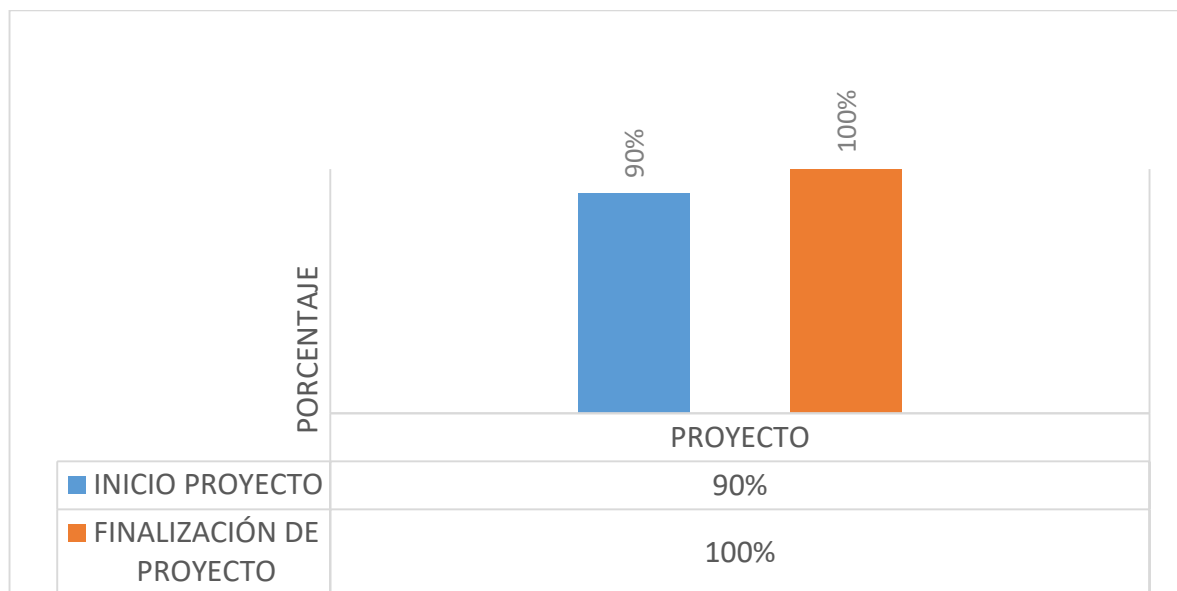
CAPACITACIÓN DE PERSONAL PARA RIESGOS BIOLÓGICOS: En caso de presentarse alguna emergencia en campo por riesgos biológicos, el personal debe estar en capacidad de atender una emergencia mientras llega el equipo médico correspondiente, esto con el fin de prestar primeros auxilios para salvaguardar la vida del equipo de trabajo. Al inicio del proyecto presenta un valor del 30%, el cual se va incrementando a medida que la obra y trabajos en campo avanzan.

Figura 36. Capacitación de personal para riesgos biológicos



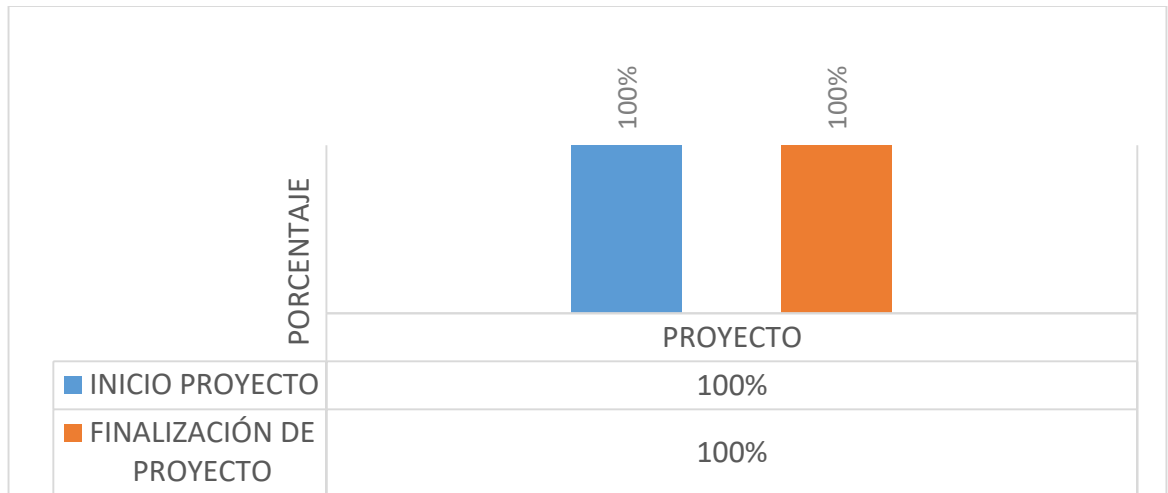
CAPACITACIÓN DE PERSONAL PARA TRABAJOS OPERATIVOS: Al inicio de la obra, se realiza la mayor parte de la contratación, para esto cada trabajador debe tener la certificación que se requiere además de la experiencia laboral para ejecutar las tareas de manera efectiva. Por tanto se presenta al inicio un porcentaje del 90%, el cual va ir incrementando a medida que la obra avanza.

Figura 37. Capacitación de personal para trabajos operativos



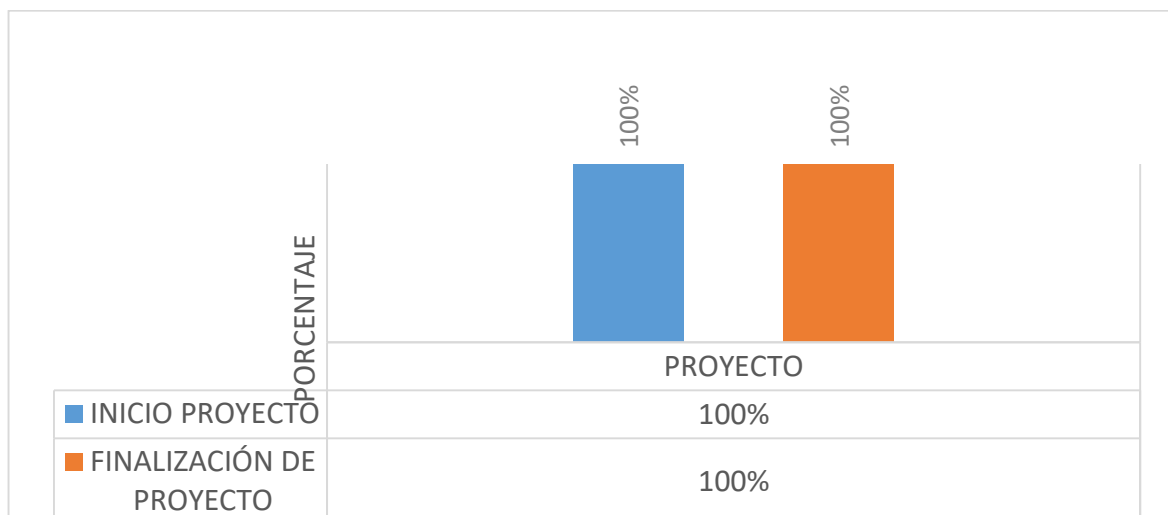
EVALUACION DE LAS CONDICIONES DE RUTAS: Desde el inicio del proyecto se debe especificar en un documento legal, las evaluaciones respectivas de las rutas de accesos, y el plan detallado para el levantamiento de vecindad, todo con el fin de poder garantizar los seguimientos respectivos de ley para dejar el sitio de trabajo en iguales o mejores condiciones que al inicio, esto se realiza por medio de documentos legales.

Figura 38. Evaluación de las condiciones de rutas



ELABORACIÓN DE UN PLAN HSE: La respectiva valoración, análisis y prevención de los riesgos a los cuales se encuentra expuesto un trabajador se debe tener verificada al 100% al inicio de cualquier actividad operativa que se desee llevar a cabo, con el fin de garantizar la seguridad e integridad de los trabajadores. Por tanto la empresa está en la responsabilidad de delegar al área de HSE, los respectivos planes a desarrollar, además de su control y ejecución.

Figura 39. Plan HSE



COMPARACIÓN ANALISIS DE CUMPLIMIENTO DE OPERACIONES PARA ANTES Y DESPUES DE LA OBRA.

Figura 40. Inicio del proyecto

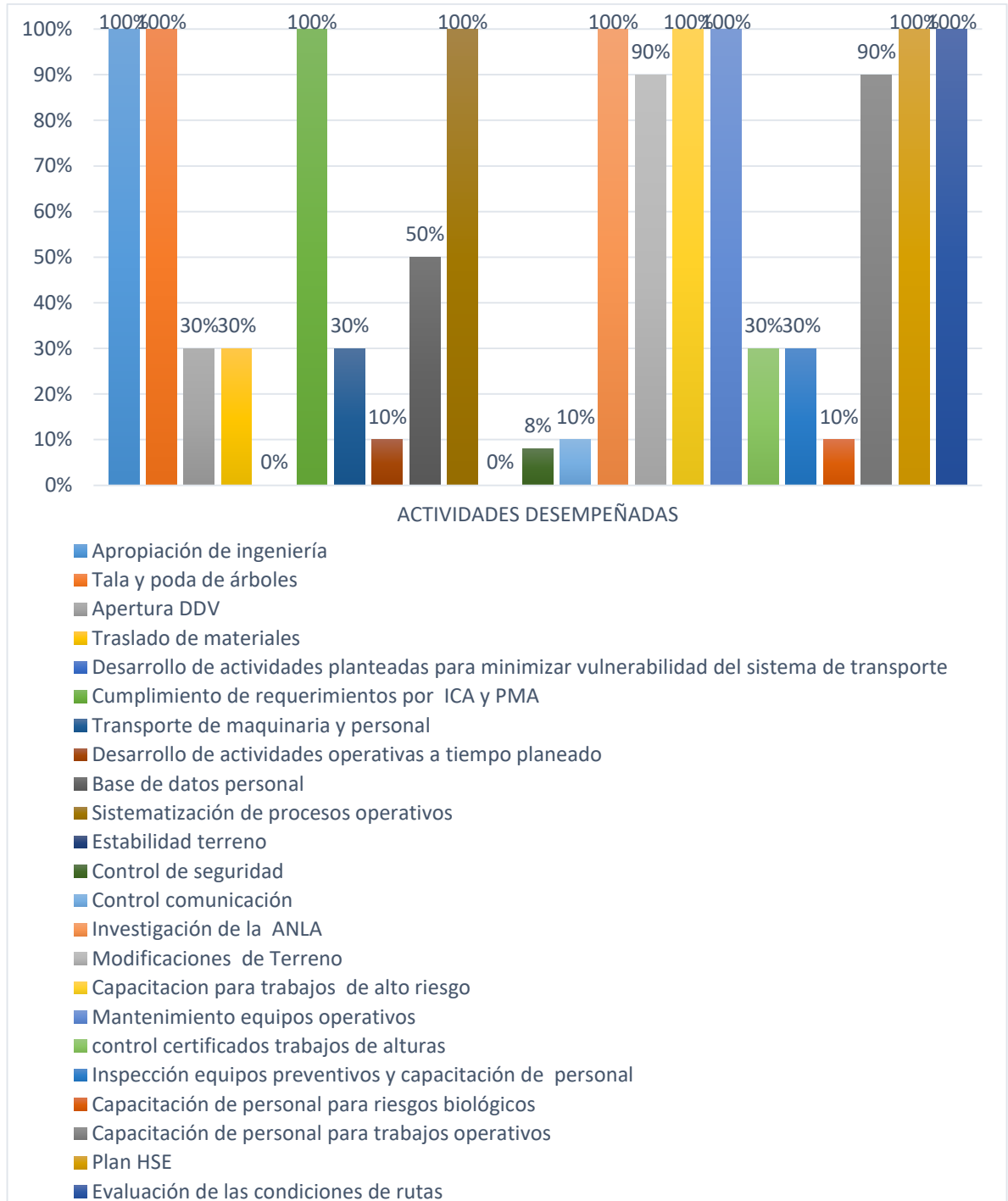
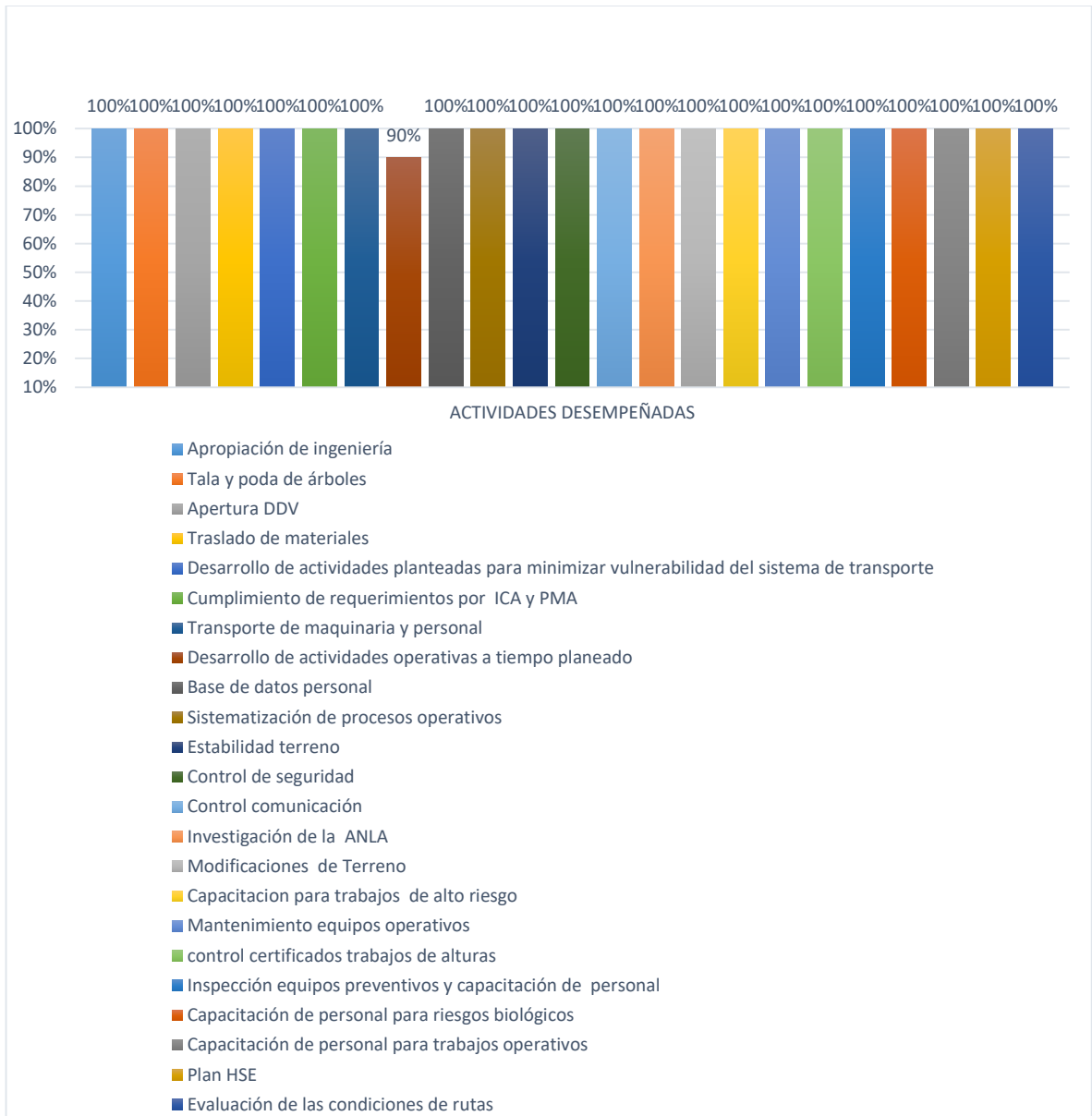


Figura 41. Culminación del Proyecto



6. CONCLUSIONES

- Para los diferentes trabajos operativos realizados durante la construcción de la red de poliducto, es necesario y fundamental tener en cuenta los riesgos a los que cada trabajador está expuesto, además de la seguridad al momento de realizar diversas actividades que involucren la manipulación de maquinarias o herramientas con el fin de prevenir y mitigar los posibles accidentes o fallas.
- Es importante tener en cuenta al momento de realizar los respectivos análisis, determinar las necesidades que presenta la empresa, con el fin de adaptar las normas requeridas, tomando estas como guías para cada proceso operativo.
- Es necesario tener a detalle un trazo confiable de terreno sobre el cual se trabaja la red, ya que se pueden encontrar senderos o colinas que compliquen la obra, además los riesgos que se presentan varían acorde al terreno, teniendo en cuenta, la estabilidad, el grado de inclinación que presente, entre otros factores.
- Los estudios desarrollados para la construcción de matrices y análisis de riesgos, se llevan a cabo de la mano de supervisores altamente calificados, y demás equipo de la empresa MORELCO S.A.
- La total disposición e implementación de los elementos de protección personal (EPP) requeridos para cada una de las tareas operativas que se desarrollan es de vital importancia, no se debe operar ni tocar ninguna clase de equipo que se encuentre en operación, sin el seguimiento de esta norma.
- La total disposición e implementación de los elementos de protección personal (EPP) requeridos para cada una de las tareas operativas que se desarrollan es

de vital importancia, no se debe operar ni tocar ninguna clase de equipo que se encuentre en operación, sin el seguimiento de esta norma.

7. RECOMENDACIONES

- Se recomienda llevar a cabo un análisis de riesgo para las demás áreas de la empresa, tal como, comercial, compras, financiera, licitación, gestión social, recursos humanos, tecnología, entre otras, para tener un mayor control en el funcionamiento de la misma, con el fin de generar nuevas estrategias que ayuden al crecimiento de la compañía.
- Es recomendable realizar al inicio del proyecto el análisis de riesgos operativos, con el fin de salvaguardar la integridad del personal contratado, además de cumplir con normativas legales, que aunque requiriendo cierto porcentaje de inversión, puede llegar a evitar grandes sumas de dinero para indemnizaciones.
- Es importante detectar a tiempo, las debilidades y amenazas que puedan llegar a afectar el marketing y el posicionamiento de la empresa en el mercado de este sector de los hidrocarburos; por lo anterior, deben tener dentro de la parte administrativa financiera, personal encargado de hacer seguimiento y control a este tema.

BIBLIOGRAFÍA

AMERICAN PETROLEUM INSTITUTE. Oil & Natural Gas Transportation & Storage Infrastructure: Status, Trends, & Economic Benefits. IHS Global Inc. Washington, D.C. December 2013. p. 7.

BÁEZ, Bruno Matriz de Riesgo Operacional BV28. Confederación Alemana de Cooperativas. Asunción, Paraguay, Mayo de 2010. p. 4.

BEITIA, Iñaki. Evaluación Riesgos: Unidad Didáctica 01. Diseño y maquetación: 11 BARRI. Madrid: Lea-Artibai Ikastetxea. 2009. p. 18.

CAFARO, Diego C. Programación óptima de operaciones en sistemas de transporte de combustibles múltiples a través de poliductos. Universidad Nacional del Litoral. Facultad de Ingeniería Química. Tesis Doctoral. Santa Fe, 2009. p. 6.

CARDENAS, María, CORTES, Fernando, ESCOBAR, Agustín, NAHMAD, Salomón, SCOTT, John y TERUEL, Graciela. Guía para la elaboración de la matriz de indicadores para resultados (diferente de la primera edición). México DF: Coneval, 2013. p. 20.

COLOMBIA. MINISTERIO DE TRABAJO. Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST): Guía técnica de implementación del SG SST para Mipymes. Dirección de Riesgos Laborales. Bogotá D.C. 2016. p. 7.

COMISSIÓ OBRERA NACIONAL DE CATALUNYA. Curso Básico de Salud Laboral: SL 22 Evaluación de Riesgos. Escola de formació sindical. 2017. p. 2.

CONTRERAS ARÉVALO, Andry Marcela. Diseño del plan de transición del sistema de gestión de calidad de Freskaleche S.A basado en la norma NTC ISO 9001:2008 A LA NTC ISO 9001:2015. Universidad Industrial de Santander. Facultad de Físico-Mecánicas. Trabajo de Pregrado. Bucaramanga. 2016. p. 20.

EL PORTAL DE LOS EXPERTOS EN PREVENCIÓN DE RIESGOS DE CHILE. Matriz de Riesgo, Evaluación y Gestión de Riesgos. SIGWEB. 2016. p. 2-3.

GARCÍA SÁNCHEZ, Álvaro. Programación del transporte de hidrocarburos por oleoductos mediante la combinación de técnicas metaheurísticas y simulación. Universidad Politécnica de Madrid. 2007. pp. 40-41.

GREAT LAKES COMMISSION DES GRANDS LACS. Crude Oil Transport: Risks and Impacts. Issue Brief 3. February 20 2015. p. 1

GREEN, Kenneth P. JACKSON, Taylor. Safety in the Transportation of Oil and Gas: Pipelines or Rail? From the Centre for Natural Resource Studies. Fraser Research Bulletin. August 2015. p. 3.

HANSEN, Megan E. and DURSTELER Ethan. Pipelines Rail & Trucks. Economic, environmental, and safety impacts of transporting oil and gas in the U.S. Strata. 2017. p. 4

HERRÁN GONZÁLEZ, D. Alberto. Modelado, planificación y control de sistemas de distribución de Gas y derivados del petróleo. Universidad Complutense de Madrid. Departamento de Arquitectura de Computadores y Automática. Tesis de Doctorado. Madrid, Marzo de 2008. p 28.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMALIZACION Y CERTIFICACION. Sistema de gestión de calidad: requisitos. NTC-ISO 9001. Bogotá D.C. 2015. p. II-V.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN (ICONTEC). GTC-450: Guía para la identificación de los peligros y la valoración de los riesgos en Seguridad y Salud Ocupacional. 2011. p. 4.

INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL Metodología para el Análisis FODA. Secretaría Técnica. Dirección de Planeación y Organización. Marzo de 2002. p. 7.

MONTEFORT RESÉNDIZ, Marissa. Comparación de Métodos de Análisis de Riesgos de Oleoductos. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Ingeniería. Tesis de Pregrado. México D.F. 2013. pp. 11-16.

MORELCO. Revisión y Apropiación de la Ingeniería. Info Proyecto. Enero 26 de 2018. pp. 17-27.

PONCE TALANCÓN, Humberto. La matriz FODA: una alternativa para realizar diagnósticos y determinar estrategias de intervención en las organizaciones productivas y sociales. Escuela Superior de Comercio y Administración - Unidad Santo Tomás. Septiembre 2006. p. 12.

PORTILLA LAZO, Carlos Alberto y AMORES CRISTÓBAL, Franklin Gabriel. Estudio para incrementar la capacidad de transporte de derivados de petróleo – análisis hidráulico, en el poliducto Libertad – Manta, operado por EP Petroecuador. La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena, 2014. p. 1.

RAMÍREZ ROJAS, José Luis. Procedimiento para la Elaboración de un Análisis FODA como una Herramienta de Planeación Estratégica en las Empresas. Ciencia Administrativa. Instituto de Investigaciones y Estudios Superiores de las Ciencias Administrativas de la Universidad Veracruzana - IIESCA. 2009. p. 55.

ROJAS GARCÍA, Abigail. Guía práctica para el mejoramiento de los elementos administrativos en las pymes del sector construcción. Instituto Tecnológico de la Construcción. Tesis de Pregrado. México D.F. Abril de 2004. p. 42.

RUÍZ BALLÉN, Xiomara. Análisis DOFA. Direccionamiento Institucional. Universidad Nacional de Colombia. Julio de 2012. p. 1.

SCIENCE MEDIA CENTRE OF CANADA. The Engineering Science of Oil Pipelines. 2012. p 2.

SECRETARÍA DE HACIENDA Y CRÉDITO PÚBLICO. Guía para el diseño de la matriz de indicadores para resultados. Estados Unidos Mexicanos. 14 de octubre de 2016. p. 24.

TERÁN ESTRELLA, María Belén. Desarrollo de un Método para Análisis de Integridad en Poliductos. Escuela Politécnica Nacional. Facultad de Ingeniería en Geología y Petróleos. Proyecto de Pregrado. Quito, Diciembre de 2016. p. 57.

ANEXOS