

**MEJORA AL PLAN DE TRABAJO EN LA CONSTRUCCIÓN DE DUCTOS PARA
EL TRANSPORTE DE HIDROCARBUROS EN COLOMBIA**

**HERIBERTO NAVARRO ACOSTA
MARIA JULIANA NAVARRO ORTIZ**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO MECÁNICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES
ESPECIALIZACIÓN EN EVALUACIÓN Y GERENCIA DE PROYECTOS
BUCARAMANGA**

2015

**MEJORA AL PLAN DE TRABAJO EN LA CONSTRUCCIÓN DE DUCTOS PARA
EL TRANSPORTE DE HIDROCARBUROS EN COLOMBIA**

**HERIBERTO NAVARRO ACOSTA
MARIA JULIANA NAVARRO ORTIZ**

**Monografía para optar al título de Especialista en Evaluación y Gerencia de
Proyectos**

**Director
CARLOS EDUARDO DIAZ BOHORQUEZ
Especialista en gerencia de proyectos**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO MECÁNICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES
ESPECIALIZACIÓN EN EVALUACIÓN Y GERENCIA DE PROYECTOS
BUCARAMANGA**

2015

DEDICATORIA

A Dios por guiar cada uno de mis pasos y darme la fortaleza por realizarme cada día más como persona.

A mis padres Leonor Ortiz Flórez y Heriberto Navarro Acosta, quienes han sido mi más grande ejemplo a seguir y apoyo; las palabras sobran para agradecerles todo lo que han hecho por mí.

María Juliana Navarro Ortiz

A mi esposa Leonor Ortiz Flórez, a mi hija María Juliana Navarro Ortiz, por el amor, apoyo y fortaleza que me inspiran para seguir avanzando en mi formación académica.

Heriberto Navarro Acosta

AGRADECIMIENTOS

A mis padres por su comprensión y apoyo incondicional durante mi especialización fue un gran aliciente para mí.

A mi Director de monografía Carlos Eduardo Díaz Bohórquez, quien con su gran experiencia nos orientó para alcanzar la aprobación de la monografía.

María Juliana Navarro Ortiz

A mi esposa Leonor Ortiz Flórez y a mi hija María Juliana Navarro Ortiz, que son los pilares de mi vida.

A los docentes que impartieron sus conocimientos para que fueran asimilados durante el desarrollo de la especialización, en especial a nuestro director de monografía Carlos Eduardo Díaz Bohórquez y al docente de los talleres de monografía Néstor Raúl Ortiz Pimiento.

Heriberto Navarro Acosta

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	22
1. ANTECEDENTES	23
2. JUSTIFICACIÓN	24
3. OBJETIVOS DEL PROYECTO	25
3.1. OBJETIVO GENERAL	25
3.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS	25
4. MARCO TEORICO	27
4.1. ¿QUÉ ES UN PROYECTO?	27
4.1.1. Características de un Proyecto	27
4.2. LA RESTRICCIÓN EXTENDIDA	28
4.2.1. Qué son las restricciones de un proyecto.	28
4.2.2. Triple restricción de un proyecto'	28
4.3. RIESGOS DE UN PROYECTO	29
4.4. STAKEHOLDERS	29
4.5. PMI	29
4.6. PMBOK ®	30
4.7. CICLO DE VIDA DE UN PROYECTO	30
4.7.1. Características del Ciclo de Vida del Proyecto.	31
4.8. DIRECCIÓN DE PROYECTOS	32
4.9. ÁREAS DE CONOCIMIENTO	34
4.10. METODOLOGÍA PARA LA GESTIÓN DE PROYECTOS	35

4.10.1. Método Escala	35
5. INFRAESTRUCTURA DEL TRANSPORTE DE HIDROCARBUROS EN COLOMBIA	39
5.1. REDES DE OLEODUCTOS –GASODUCTOS Y POLIDUCTOS EN COLOMBIA	40
5.2. OLEODUCTOS EN COLOMBIA	42
5.2.1. Oleoducto Central S.A (Ocensa).....	42
5.2.2. Oleoducto de Colombia (ODC).	43
5.2.3. Oleoducto Caño Limón – Coveñas (ACN).	44
5.2.4. Oleoducto del Alto Magdalena (OAM).	45
5.2.5. Oleoducto Central de los Llanos.	46
5.2.6. Oleoducto Bicentenario de Colombia (OBC).....	47
5.3. PRINCIPALES OLEODUCTOS EN COLOMBIA EN LA FASE DE PLANEACION	48
5.3.1. Oleoducto al Pacifico (OAP).	48
5.3.2. Conexión Caguán y Putumayo (Oleoducto Tapir).....	49
5.3.3. Oleoducto SISUR.....	49
6. CONSTRUCCIÓN DE OLEODUCTOS.....	51
6.1. IDENTIFICACIÓN DE STAKEHOLDERS	51
6.2. ACTA DE CONSTITUCIÓN DEL PROYECTO	51
6.3. DEFINICIÓN DE ALCANCE	52
6.4. CREACIÓN DE WBS.....	52
6.5. VERIFICACIÓN DEL ALCANCE.....	52
6.6. DEFINICIÓN DE ACTIVIDADES	53
6.7. RECURSOS DE ACTIVIDADES.....	53
6.8. DURACIÓN DE ACTIVIDADES	53
6.9. DESARROLLO DEL CRONOGRAMA	54

6.10. CONTROL DE CRONOGRAMA	54
6.11. ESTIMACIÓN DE COSTOS.....	54
6.12. CONTROL DE COSTOS	54
6.13. PLAN DE CALIDAD	55
6.14. PLAN DE RECURSOS HUMANOS	55
6.15. PLAN DE COMUNICACIONES	55
6.16. PLAN DE RIESGOS	55
6.17. PLAN DE ADQUISICIONES	56
6.18. FASES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE DUCTOS PARA EL TRANSPORTE DE HIDROCARBUROS.....	57
6.18.1. Fase I: Adecuación y/o construcción de accesos.	59
6.18.2. Fase II: Localización y replanteo.....	59
6.18.3. Fase III: Rocería y desmonte.....	60
6.18.4. Fase IV: Obras de geotecnia preliminar.....	60
6.18.5. Fase V: Descapote, apertura y conformación del DDV.....	60
6.18.6. Fase VI: Manejo de tubería.....	61
6.18.7. Fase VII: Apertura de la zanja.....	63
6.18.8. Fase VIII: Bajado de la tubería.....	64
6.18.9. Fase IX: Tapado de la tubería.....	64
6.18.10. Fase X: Reconformación y limpieza final	65
6.19. CIERRE DE CONSTRUCCIÓN	65
7. METODO PERFORACIÓN HORIZONTAL DIRIGIDA (PHD)	66
7.1. INTRODUCCIÓN	66
7.2. CONSIDERACIONES DEL METODO PHD.....	66
7.2.1. Principales Equipos y Elementos Utilizados	66
7.2.2. Espacio de Trabajo	67
7.2.3. Proceso de Perforación.....	68

8. INFORMACIÓN GUÍA.....	73
8.1. PROYECTO A	73
8.2. PROYECTO B	78
8.3. PROYECTO C	78
8.4. LISTADO Y CLASIFICACIÓN DE INCONVENIENTES	80
8.5. REGISTRO FOTOGRAFICO DE LOS CASOS PLANTEADOS EN LOS PROYECTOS A, B Y C.....	80
8.5.1. Sector 1.....	81
8.5.2. Sector 2.....	82
8.5.3. Sector 3.....	85
8.5.4. Sector 4.....	87
8.5.5. Sector 6.....	88
8.5.6. Sector 7.....	89
8.5.7. PHD	89
8.6. LECCIONES APRENDIDAS	95
8.6.1. Protocolo mejorado propuesto.	99
8.6.2. Protocolo Mejorado para la Planeación del Proceso Licitatorio y Construcción de Ductos para el Transporte de Hidrocarburos.	100
9. CONCLUSIONES	110
10. RECOMENDACIONES.....	112
BIBLIOGRAFÍA.....	113
ANEXOS.....	115

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
figura 1. triple restricción.....	28
figura 2. ciclo de vida del proyecto.....	32
figura 3. diagrama de procesos de seguimiento y control.....	33
figura 4. grupos de procesos.....	33
figura 5. red de oleoductos.	40
figura 6. red de poliductos.....	41
figura 7. red de gasoductos.	42
figura 8. oleoducto central s.a (ocensa).....	43
figura 9. oleoducto de colombia (odc).....	44
figura 10. oleoducto caño limón-coveñas (acn).....	45
figura 11. oleoducto del alto magdalena (oam).....	46
figura 12. oleoducto central de los llanos.....	47
figura 13. oleoducto al pacífico (oap).....	49
figura 14. oleoducto sisur.....	50
figura 15. diagrama de flujo para la construcción de ductos para el transporte de hidrocarburos en colombia.....	58
figura 16. típico apertura de derecho de vía.	61
figura 17. transporte de tubería.....	62
figura 18. tendido de tubería.	62
figura 19. pre-doblado y doblado de tubería.	63
figura 20. soldadura de tubería.	63
figura 21. zanjado de tubería.	64
figura 22. bajado de la tubería.	64
figura 23. rig side.	67
figura 24. pipe side.....	68

figura 25. taladro de perforación piloto.....	69
figura 26. reaming o escariado de la perforación piloto.	70
figura 27. cabeza de halado.....	71
figura 28. tambor de limpieza.....	71
figura 29. pullback o halado de la lingada.	72
figura 30. antes de construir opg´s para ensanchar ddvc	80
figura 31. opg´s para ensanchar el ddvc.....	81
figura 32. opg´s preliminares y definitivas para ensanchar el ddvc.....	81
figura 33. opg´s preliminares y definitivas para ensanchar el ddvc.....	82
figura 34. apertura ddvc con trinchos.....	82
figura 35. invasión ddvc (implico suspensión de trabajos).	83
figura 36. recuperación y protección del área invadida.....	83
figura 37. continuación de los trabajos.....	84
figura 38. continuación de los trabajos.....	84
figura 39. recuperación área afectada.	85
figura 40. invasión ddvc generó suspensión del trabajo.	85
figura 41. construcción de gaviones para mitigar el impacto causado.	86
figura 42. demolición de roca para el zanjado.....	86
figura 43. ddvc recuperado.	87
figura 44. obras de contención para ganar hombro.	87
figura 45. obras de contención y drenaje para ganar hombro.....	88
figura 46. recuperación de hombro.	88
figura 47. típico cruce de líneas.	89
figura 48. inicio perforación piloto.	89
figura 49. fin perforación piloto.....	90
figura 50. lanzamiento de lingada.	90
figura 51. atascamiento de lingada.	91
figura 52. martillo para rescate de lingada.	92
figura 53. martillo en cabezal de rescate.	92

figura 54. cabezal con martillo para recuperación de lingada.	93
figura 55. rescate con winche y martillo.	93
figura 56. anclaje del winche con 2 retroexcavadoras y sideboom.	94
figura 57. lingada rescatada.....	94
figura 58. segundo lanzamiento de la lingada.....	95
figura 59. lanzamiento exitoso de la lingada.	95
figura 60. flujograma del protocolo mejorado para el proceso de construcción ...	107

LISTADO DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Listado y clasificación de inconvenientes (Parte I)	115
Anexo C. Listado y clasificación de inconvenientes (Parte III)	119
Anexo D. Protocolo para la planeación, del proceso licitatorio y construcción de ductos para el transporte de hidrocarburos	121
Anexo E Comparación cronograma ejecutado vs cronograma con protocolo	122

GLOSARIO

ACCESOS: Vías principales, primarias, secundarias, terciarias o carreteables, públicas o privadas que se utilizan para llegar hasta el derecho de vía (DDV).

ANLA: Autoridad nacional de licencias ambientales.

CAMBIO DE HOMBRO: Se refiere cuando el alineamiento de la línea pasa de un lado al otro del derecho de vía (DDV).

CAR: Corporación autónoma regional.

CORREDOR: Es una franja de aproximadamente de 500 m de ancho, sobre la cual tiene influencia los ductos que transportan hidrocarburos, gas y sus derivados.

CRUCE DE LÍNEAS: Término utilizado para indicar cuando en un derecho de vía compartido las líneas cambian de hombro y se cruzan con otras líneas.

DDVC: Derecho de vía compartido. Derecho de vía que se utiliza para dos o más ductos de diferentes propietarios, donde la distancia entre líneas debe ser menor a 21m.

DDV: Derecho de vía. Franja de terreno cuyo ancho varía dependiendo el diámetro del ducto a instalar, así como el método constructivo a utilizar, esta franja debe ser lo suficientemente ancha para que permita la maniobrabilidad de equipos durante la construcción y los mantenimientos futuros que se requieran.

En la mayoría de los casos esta franja no es adquirida por el propietario de la línea, sino que se constituyen servidumbres legales mediante escritura pública.

EDT: Estructura de desglose de trabajo.

GASODUCTO: Tubería de gran calibre para la conducción de gas.

HDD: Siglas del inglés para referirse a la perforación horizontal dirigida (Horizontal Directional Drilling).

HOMBRO DERECHO: Lado derecho del DDV, se mira siempre en sentido aguas abajo del flujo.

HOMBRO IZQUIERDO: Lado izquierdo del DDV, se mira siempre en sentido aguas abajo del flujo.

LANZAMIENTO O HALADO: Término utilizado cuando se utiliza el método PHD, para referirse al proceso en el cual se inserta la lingada a la PHD.

LINGADA: Tramo conformado por varios tubos soldados uno tras otro.

LÍNEA: Término utilizado para referenciar los ductos.

LÍNEA BASE: Término utilizado en la construcción de ductos para referirse a las condiciones iniciales, de los sitios que se intervendrán durante la construcción.

LÍNEA ESPECIAL: Término utilizado cuando por las condiciones adversas no es posible obtener en la ejecución, rendimientos similares a los de los trabajos en línea regular, en estos casos los tiempos se incrementan hasta en un 500%.

LÍNEA REGULAR: Término utilizado cuando se puede realizar los trabajos en forma normal, y los rendimientos son los típicos para la construcción de líneas.

MAVDT: Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial.

OAP: Oleoducto al Pacífico.

OLEODUCTO: Conducción en tubería para transportar petróleo crudo.

OPG: Obras de protección geotécnica.

OUT SIDE: Término del inglés para referirse a la plataforma de salida cuando se utiliza el método HDD.

PDT: Plan detallado de trabajo.

PERFORACIÓN PILOTO: Perforación guía utilizada cuando se emplea el método de perforación horizontal dirigida (PHD).

PHD: Perforación horizontal dirigida.

PMA: Plan de manejo ambiental

PMBOK: Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos, la cual describe normas, métodos y buenas prácticas, proporcionando un modelo para la dirección de proyectos.

PMI: Project Management Institute.

POLIDUCTO: Conducción en tubería para transportar derivados del petróleo.

RECORRIDO PASO A PASO: Término empleado para indicar la inspección del 100% de los sitios donde se construirá la línea proyectada para el transporte de hidrocarburos, gas y sus derivados.

RECORRIDO PUNTUAL: Término empleado para indicar la inspección de puntos específicos los cuales presentan dificultades para la construcción normal de los ductos para el transporte de hidrocarburos, gas y sus derivados.

RIG SIDE: Término del inglés para referirse a la plataforma de entrada cuando se utiliza el método HDD.

RIMADO: Ensanche de la perforación piloto cuando se utiliza el método PHD.

WBS: Work breakdown structure.

RESUMEN

TÍTULO: MEJORA AL PLAN DE TRABAJO EN LA CONSTRUCCIÓN DE DUCTOS PARA EL TRANSPORTE DE HIDROCARBUROS EN COLOMBIA.*

AUTORES: María Juliana Navarro Ortiz, Heriberto Navarro Acosta.**

PALABRAS CLAVES: PMI, HDD, PHD, PMBOK.

CONTENIDO:

En Colombia durante la fase de construcción, seguimiento y control en la gran mayoría de proyectos de construcción de ductos para el transporte de gas, hidrocarburos y sus derivados, los constructores se encuentran con una serie de actividades adicionales que deben desarrollar previamente y que no fueron consideradas en la fase de planeación, las cuales son generadas principalmente por no haberse teniendo en cuenta la variedad del clima, topografía, geología, morfología, hidrología, vegetación, creencias y culturas, situación que dificulta el normal desarrollo de los proyectos.

Teniendo en cuenta lo anterior, se busca encontrar, identificar y clasificar las principales causas generadoras de inconvenientes en la construcción de ductos, para implementar un protocolo mejorado que al ser empleado en futuros proyectos mitigue o elimine los inconvenientes, para de esta manera elaborar un mejor plan de trabajo a la hora de construir un ducto.

Para la generación del protocolo se tiene en cuenta los resultados observados en varios proyectos, los cuales al momento del cierre arrojaron un desfase entre los costos y tiempo, presupuestados inicialmente para la fase de construcción con respecto a los realmente empleados hasta el cierre de la fase constructiva, siendo sus principales causas: errores en proceso licitatorio, subestimación del estricto cumplimiento a las exigencias en las áreas ambiental, seguridad ocupacional e industrial, derechos humanos, aspectos sociales, subestimación del riesgo, planeación deficiente, resistencia al cambio, entre otras.

Implementando el protocolo mejorado se quiere que al momento de ser aplicado se pueda elaborar un plan de trabajo en el que se considere el alcance, tiempo y costo.

* Trabajo de grado

** Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas, Escuela de estudios industriales, Especialización en evaluación y gerencia de proyectos Director: Carlos Eduardo Díaz Bohórquez.

ABSTRACT

TITLE: IMPROVING THE WORK PLAN IN THE CONSTRUCTION OF PIPELINES TO TRANSPORT HYDROCARBONS IN COLOMBIA.*

AUTHORS: María Juliana Navarro Ortiz, Heriberto Navarro Acosta.**

KEY WORDS: PMI, HDD, PHD, PMBOK

CONTENT:

In Colombia during the phase of construction, monitoring and control in most projects of construction pipelines for transporting gas, hydrocarbons and their derivate, builders find a number of additional activities to be previously developed and were not considered in the planning phase which are generated mainly by the variety of climate, topography, geology, morphology, hydrology, vegetation, beliefs and cultures, these situations affect the development of projects.

Considering the above, it seeks to find, identify and classify the main causes of problems in the construction of pipelines, to implement an improved protocol to be used in future projects mitigates or eliminates the drawbacks.

For the generation of protocol the results observed in several projects take into account, which threw at closing a gap between costs and time, initially budgeted for the construction phase with respect to the actually used until the closing phase constructive, its main causes: errors in bidding process, underestimation of strict compliance with the requirements in environmental areas, occupational and industrial security, human rights, social, underestimation of risk, poor planning, resistance to change, among others.

Implementing the enhanced protocol are to be applied when can develop a work plan in which the scope, time and cost is considered.

* Graduation Project

** Faculty of Physical-Mechanical Engineering, School of industrial studies, Specialization in assessment and project management Director: Carlos Eduardo Díaz Bohórquez.

INTRODUCCIÓN

Colombia es un país productor de gas, petróleo y sus derivados, y su distribución principal se hace a través de Gasoductos, Oleoductos y Poliductos, que atraviesan el país desde los campos de producción hasta los sitios de distribución, exportación, refinación, y en el caso de los refinados, desde los sitios de refinación a los sitios de distribución.

Actualmente los diseños y construcción de ductos para el transporte de hidrocarburos, gas y sus derivados se rigen mediante protocolos ya establecidos por las diferentes empresas líderes en el sector de hidrocarburos. Estos protocolos se basan principalmente en datos obtenidos de aerofotografías, evitando así los recorridos paso a paso y/o puntuales donde se realizará la construcción de la línea.

Teniendo en cuenta que los protocolos mencionados anteriormente omiten características relevantes que finalmente se traducen en inconvenientes al momento de la ejecución del proyecto, se busca realizar un protocolo mejorado el cual incluirá los aspectos que generan discontinuidad en el proceso constructivo.

1. ANTECEDENTES

La gran mayoría de proyectos de construcción de líneas para el transporte de hidrocarburos, los cuales se desarrollan con los protocolos de cada una de las empresas constructoras y/o contratantes, se ven enfrentados a una serie de inconvenientes, que finalmente los lleva a un desfase considerable entre los tiempos y costos planeados para el desarrollo de los ciclos de construcción, seguimiento y control (realizados por EL CONTRATISTA, LA INTERVENTORIA o LA GESTORÍA), con respecto a los tiempos y costos reales utilizado en la construcción y seguimiento. En el desarrollo de esta monografía, se tratarán las principales causas generadoras de dichos sobretiempos.

2. JUSTIFICACIÓN

Con los protocolos actuales, los proyectos presentan grandes desviaciones con relación a los tiempos y costos planeados.

Esta monografía busca que mediante la implementación del protocolo mejorado, se logre mitigar o eliminar los impactos en tiempos y costos durante la fase de construcción, monitoreo y control de futuros proyectos para la construcción de ductos.

3. OBJETIVOS DEL PROYECTO

3.1. OBJETIVO GENERAL

Generar un protocolo mejorado, incluyendo actividades que actualmente se omiten en la fase de planeación, y que son estrictamente necesarias al momento de la construcción, el cual se recomendará, se utilice como guía al adelantar un proyecto para el transporte de gas, hidrocarburos y sus derivados, desde la fase de planeación, así como en la elaboración del PDT para el desarrollo de trabajos.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

En los objetivos específicos solo se tratará lo referente al impacto en el tiempo (basados en la metodología por ruta crítica sin tener en cuenta el impacto en tiempo generado por la metodología de cadena crítica), omitiendo lo referente al impacto en los costos debido a que la monografía se apoyará en tres (3) proyectos específicos y por confidencialidad no se tiene acceso a los costos ni a la disponibilidad de recursos.

Con estos objetivos se busca:

- Identificar las principales causas que generan inconvenientes al momento de ejecutar los trabajos de construcción de ductos para el transporte de gas, hidrocarburos y sus derivados, que afectan el tiempo y costos de ejecución.

- Caracterizar las principales causas que generan inconvenientes al momento de ejecutar los trabajos de construcción de ductos para el transporte de gas, hidrocarburos y sus derivados, que afectan el tiempo y costos de ejecución.
- Clasificar las principales causas que generan inconvenientes al momento de ejecutar los trabajos de construcción de ductos para el transporte de gas, hidrocarburos y sus derivados, que afectan el tiempo y costos de ejecución.
- Integrar las mejoras a la generación del protocolo, de tal manera que permitan mitigar y manejar los principales inconvenientes que se presentan al momento de ejecutar los trabajos de construcción de ductos para el transporte de gas, hidrocarburos y sus derivados, que afectan el tiempo y costo de ejecución.

4. MARCO TEÓRICO

4.1. ¿QUÉ ES UN PROYECTO?

“Un proyecto es un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único”.¹

Es **temporal** ya que tiene un comienzo y un fin definido, el inicio se da cuando es aprobado y el fin cuando termina, ya sea que se logre o no se logren los objetivos, es de elaboración gradual, progresiva y realizada mediante incrementos.

4.1.1. Características de un Proyecto²

- Temporal: Tiene un principio y final definido.
- Producto, servicio o resultado único: Un proyecto crea entregables únicos, los cuales son productos, servicios o resultados tangibles.
- Elaboración gradual: Significa que el desarrollo de un proyecto aumentará a medida que este se realice.
- Requisición de recursos.
- Cuenta con patrocinadores y/o clientes.

¹ PMO INFORMATICA.COM. La Oficina de Proyectos de Informática Guía del PMBOK® Quinta edición [en línea], [Citado 18 de diciembre de 2014] disponible en: <http://www.pmoinformatica.com/2013/08/borrador-pmbok-5-en-espanol.html>

² Ibíd. Página 3

4.2. LA RESTRICCIÓN EXTENDIDA³

4.2.1. Qué son las restricciones de un proyecto. Las restricciones de un proyecto son condicionantes las cuales al experimentar un cambio, provocan cambios en otros condicionantes de este mismo.

4.2.2. Triple restricción de un proyecto⁴ Todos los proyectos deben elaborarse bajo ciertas restricciones, comúnmente se emplea las restricciones de alcance, tiempo y costo; la cual es conocida como el triángulo de la gestión de proyectos.

Se puede decir que un proyecto es exitoso si el producto final logra satisfacer:

- Los requerimientos identificados.
- A los grupos de interés con diferentes necesidades y expectativas.
- Alcance, tiempo, costo, riesgos y calidad.

Figura 1. Triple restricción



³ Ibíd. Página 6

⁴ Ibíd. Página 6

4.3. RIESGOS DE UN PROYECTO ⁵

Los riesgos de un proyecto tienen su origen en la incertidumbre que está presente a lo largo de este. Los riesgos se dividen en dos grupos:

- **Riesgos conocidos:** Son aquellos que han sido identificados y analizados, lo que hace posible planificar respuestas para tales riesgos.
- **Riesgos desconocidos específicos:** Son los que no se pueden gestionar de manera proactiva, lo que sugiere que el equipo del proyecto deba crear un plan de contingencia.

4.4. STAKEHOLDERS⁶

Son todas aquellas partes que podrían ser impactados positiva o negativamente durante el desarrollo del proyecto; dentro de los Stakeholders podemos identificar: sociedades, gobierno, organizaciones, clientes etc.

4.5. PMI

PMI es una organización internacional sin fines de lucro fundada en 1969 en Estados Unidos, cuyo objetivo es la profesionalización del gerenciamiento de proyectos.

⁵ Ibíd. Página 11

⁶ Ibíd. Página 550

La guía del PMI orienta la gestión de proyectos a través de un grupo de 47 procesos apoyados en cinco (5) grupos de administración de proyectos y 10 áreas del conocimiento.

4.6. PMBOK ®

La guía del PMBOK es un estándar en la dirección de proyectos desarrollado por el Project Management Institute (PMI). Comprende dos grandes secciones, la primera sobre los procesos y contextos de un proyecto, la segunda sobre las áreas de conocimiento específico para la gestión de un proyecto.

Los principales fundamentos de la dirección de proyectos descritos en la guía del PMBOK son:

- Definición del ciclo de vida del proyecto
- Grupos de procesos de dirección de proyectos
- Diez áreas de Conocimiento (5th edition)

4.7. CICLO DE VIDA DE UN PROYECTO ⁷

El ciclo de vida de un proyecto se encarga de enlazar las fases de inicio y fin del proyecto.

Las principales características del ciclo de vida de un proyecto son:

- Define que trabajo técnico se debe realizar en cada fase del proyecto

⁷ Ibíd. Página 38

- Define cuando se deben generar los productos entregables de cada fase, incluyendo la revisión, verificación y validación de estos.
- Describe quien está involucrado en cada fase del proyecto.
- Describe como se debe controlar y aprobar cada fase del proyecto.

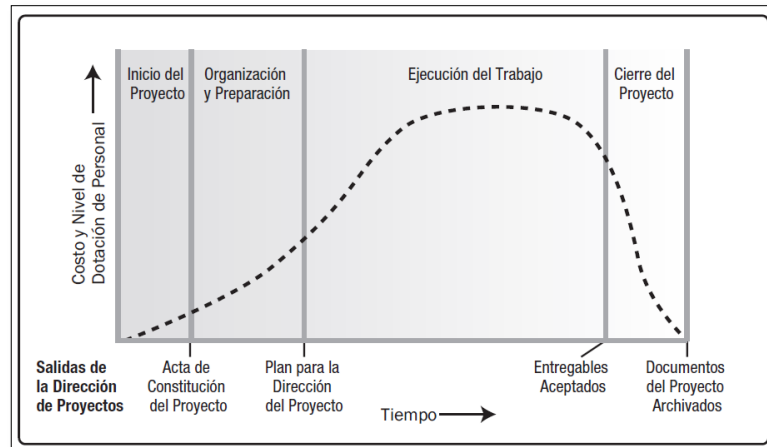
4.7.1. Características del Ciclo de Vida del Proyecto. Los proyectos varían en tamaño y complejidad, a continuación se presenta la estructuración que puede llevar cualquier tipo de proyecto:

- Inicio
- Organización y preparación
- Ejecución del trabajo
- Cierre

La configuración del ciclo de vida de un proyecto presenta por lo general las siguientes características:

- Los costos del proyecto son bajos al inicio de este y se incrementan durante la planeación y ejecución del trabajo, y descienden notoriamente al cierre de este.
- La participación de los Stakeholders, riesgos y otros factores son más críticos al inicio del proyecto, los cuales disminuyen durante el desarrollo del proyecto.

Figura 2. Ciclo de vida del proyecto



Fuente: PMO INFORMATICA.COM. La Oficina de Proyectos de Informática Guía del PMBOK ® Quinta edición [en línea], [Citado 18 de diciembre de 2014] disponible en: <http://www.pmoinformatica.com/2013/08/borrador-pmbok-5-en-espanol.html>

4.8. DIRECCIÓN DE PROYECTOS ⁸

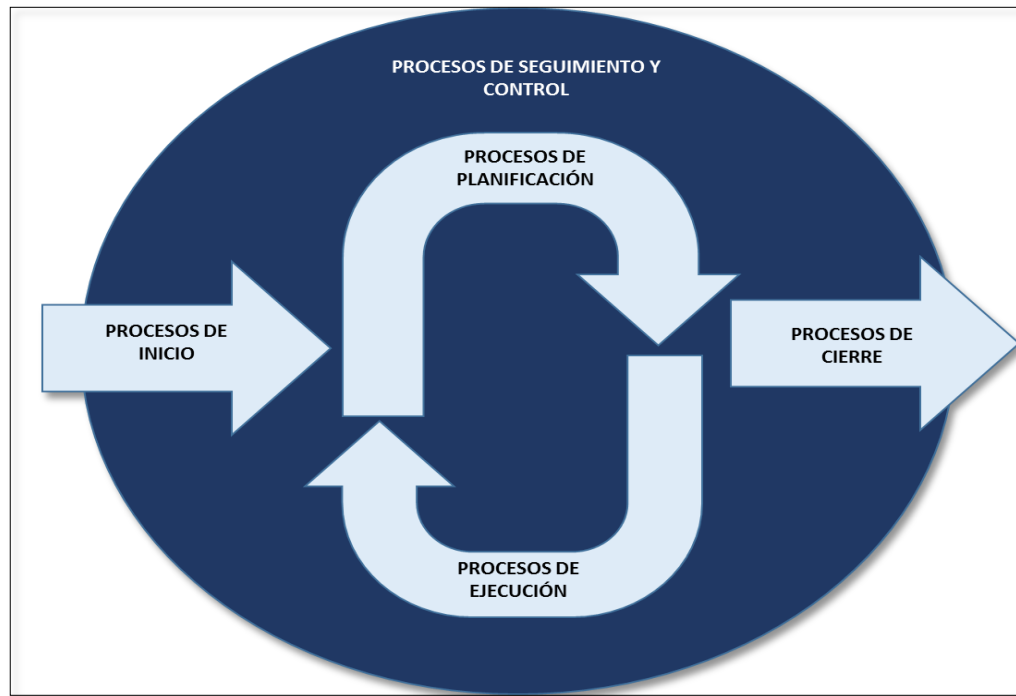
La dirección de proyectos es la aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas a las actividades de un proyecto para satisfacer sus requisitos. La gestión de proyectos se logra mediante la aplicación e integración de los procesos de gestión de inicio, planificación, ejecución, seguimiento, control y cierre (Figura 3).

- Procesos de iniciación: Define y autoriza el proyecto o una fase.
- Procesos de planificación: Define objetivos, planifica acciones para el logro de objetivos.

⁸ Ibíd. Página 47

- Procesos de seguimiento y control: Monitorea sistemáticamente el avance, identifica desvíos respecto de la planificación, toma medidas correctivas.
- Procesos de ejecución: Integra y gestiona personas y otros recursos para ejecutar el plan de gestión del proyecto.
- Procesos de cierre: Formaliza la aceptación del producto, servicio o resultado.

Figura 3. Diagrama de procesos de seguimiento y control



Fuente: Adaptación PMI, Guía PMBOK Quinta Edición Figura 3-1. Página 50

Figura 4. Grupos de procesos



4.9. ÁREAS DE CONOCIMIENTO⁹

Se enfocan en cada uno de los aspectos a tener en cuenta, para la exitosa gestión de proyectos.

- **Gestión de la integración:** identifica, define, combina, unifica y coordina los diversos procesos de la dirección del proyecto.
- **Gestión del alcance:** garantiza que el proyecto incluya todo el trabajo requerido para completar el proyecto con éxito.
- **Gestión del tiempo:** se encarga de incluir los diferentes procesos para ejecutar la terminación en el plazo del proyecto.
- **Gestión de costos:** planifica, estima, presupuesta, financia, gestiona y controla los costos del proyecto logrando de esta manera que se complete dentro del presupuesto aprobado.
- **Gestión de la calidad:** se encarga de realizar el seguimiento de políticas y procedimientos para asegurar la satisfacción de las necesidades definidas y requerimientos de los clientes.
- **Gestión del recurso humano:** organiza y dirige el equipo para que actúen en pro de lograr los objetivos.

⁹ Ibíd. Página 61

- **Gestión de comunicaciones:** asegura la recopilación, distribución y disposición final de la información del proyecto. Logra los enlaces cruciales entre las personas y la información.
- **Gestión de riesgos:** Incluye los procesos para llevar a cabo la planificación de la gestión de riesgos, así como la identificación, análisis, planificación de respuesta y control de riesgos de un proyecto.
- **Gestión de adquisiciones:** son los procesos necesarios para comprar o adquirir productos o servicios que se deben obtener para lograr los objetivos del proyecto.
- **Gestión de los interesados del proyecto:** identifica las personas, grupos u organizaciones que pueden afectar o ser afectados por el proyecto, para de esta manera analizar las expectativas de los interesados.

4.10. METODOLOGÍA PARA LA GESTIÓN DE PROYECTOS

El Método Escala ha sido utilizado en diferentes proyectos, permitiendo reducir considerablemente los riesgos de estos, elevando el porcentaje de éxito de los proyectos donde se ha implementado.

Considerando el párrafo anterior, se empleará el Método Escala para el protocolo mejorado en esta monografía.

4.10.1. Método Escala. El principal objetivo del método Escala es cumplir con los objetivos de tiempo, costo y calidad, buscando la satisfacción del cliente y de los

involucrados del proyecto; al mismo tiempo que se desarrolla relaciones a largo plazo con proveedores y demás integrantes del grupo.

Las recomendaciones para aplicar el método escala se encuentran en la guía de Administración Profesional de Proyectos (Yamal Chamoun, 2002), la cual plantea:

- **Inicio del proyecto**

- ✓ Realizar el Project Charter, documentando las diferentes expectativas de los involucrados al proyecto (Stakeholders).

- **Planeación del proyecto**

- ✓ Definir el alcance del proyecto, para de esta manera fijar los diferentes entregables.
- ✓ Luego de definir el alcance del proyecto, se debe desarrollar la EDT (WBS) para así llevar un control de los entregables planteados con anterioridad.
- ✓ Elaborar la matriz de riesgos en la cual se debe identificar los riesgos del proyecto; para de esta manera aplicar los correctivos necesarios a los riesgos que pudiesen afectar la EDT del proyecto.
- ✓ Elaborar el programa del proyecto detallando la ruta crítica de este, se debe tener en cuenta la EDT y las restricciones por parte de los Stakeholders.
- ✓ Definir el presupuesto base del proyecto, en el cual se estimarán los costos alineándolos al presupuesto autorizado en el Project Charter.

- ✓ Elaborar la matriz de abastecimientos, en la cual se define: la forma de contratación, presupuesto para cada contrato, tipo de contrato y responsables del contrato.
 - ✓ Elaborar la matriz de roles y funciones, en la cual se asegura que cada uno de los entregables del alcance sea asignado a un equipo u individuo del proyecto.
 - ✓ Establecer el formato en el cual se realizarán los reportes de avance del proyecto solicitado por los Stakeholders, donde se acordará la prioridad de los informes y el medio en el que se entregarán.
 - ✓ Elaborar el calendario de eventos del proyecto, donde se establecen las diferentes fechas de revisión y entrega de los diferentes entregables, fechas de facturación y pagos, así como eventos importantes que se presenten a lo largo del proyecto.
 - ✓ Definir el sistema de control de cambios con el cual se podrá llevar de una manera ordenada los cambios que se generen en los diferentes entregables del proyecto durante el desarrollo de este.
- **Ejecución del proyecto**
 - ✓ Sustentar las diferentes decisiones tomadas en el proyecto empleando matrices de evaluación de alternativas.
 - ✓ Conformar el equipo de trabajo del proyecto tanto directo como indirecto.

- ✓ Administrar los diferentes contratos llevando trazabilidad de pagos y estados de cuenta.
- ✓ Revisar el cumplimiento de los estándares de calidad en los diferentes trabajos desarrollados a lo largo de la ejecución del proyecto.
- **Control del proyecto**
 - ✓ Tomar acciones preventivas y correctivas si se presenta una desviación en el tiempo y costo del proyecto.
 - ✓ Emplear el sistema de control de cambios, documentando las diferentes variaciones que se generen a lo largo del proyecto.
 - ✓ Llevar un registro de las lecciones aprendidas durante el desarrollo del proyecto.
- **Cierre del proyecto**
 - ✓ Elaborar un reporte final donde se especifique los cambios del proyecto y lecciones aprendidas.
 - ✓ Realizar el cierre administrativo del proyecto.

5. INFRAESTRUCTURA DEL TRANSPORTE DE HIDROCARBUROS EN COLOMBIA

Colombia es un país con amplia diversidad topográfica. Actualmente el país cuenta con una red de aproximadamente 9000 kilómetros de oleoductos y poliductos, los cuales se dirigen a los principales terminales como lo son: Coveñas, Santa Marta, Buenaventura y Tumaco.

Las diferentes redes permiten la circulación de crudo, gas y otros derivados del petróleo, llegando a diferentes puntos de abastecimiento para los consumidores (Campos de producción y refinación).

5.1. REDES DE OLEODUCTOS –GASODUCTOS Y POLIDUCTOS EN COLOMBIA

Figura 5. Red de oleoductos.



Fuente: VBOUVIER. Mapa oleoductos. [en línea] [Citado 17 de diciembre de 2014] disponible en: <https://vbouvier.files.wordpress.com/2013/11/mapa-oleoductos.gif>

Figura 6. Red de poliductos.



Fuente: ECOPEPETROL. Mapa Oleoductos. [en línea] citado 16 de diciembre de 2014 disponible en: <http://www.ecopetrol.com.co/documentos/mapa-poliductos.gif>

Figura 7. Red de gasoductos.



Fuente: DINAGAS. Mapa Gasoductos [en línea] [citado 17 de diciembre de 2014] disponible en: <http://www.dinagas.com.co/images/mapa-gasoductos.gif>

5.2. OLEODUCTOS EN COLOMBIA

5.2.1. Oleoducto Central S.A (Ocensa). La tubería del oleoducto es de 16", 30" y 36" de diámetro, con una longitud offshore de 836 kilómetros; transporta el crudo

Cupiagua-Cusiana localizados en los municipios de Aguazul y Tauramena (Casanare), finalizando en el terminal marítimo de Coveñas y 12 kilómetros de longitud con un diámetro de 42” On-Shore entre el terminal marítimo de Coveñas y la monoboya TLU 2.

El oleoducto de Orensa atraviesa aproximadamente 45 municipios de los departamentos de Casanare, Boyacá, Santander, Antioquia, Córdoba, Sucre, y la zona montañosa de los Andes, posicionándose como uno de los principales oleoductos de Colombia.

Figura 8. Oleoducto central S.A (OCENSA).



Fuente: SLIDESHARECDN. Transporte por oleoducto Central. [en línea] [citado 13 de diciembre de 2014] disponible en: <http://image.slidesharecdn.com/transporteporproductos-121020001900-phppapp02/95/transporte-por-ductos-83-638.jpg?cb=1350710569>

5.2.2. Oleoducto de Colombia (ODC). La tubería del oleoducto es de 24” de diámetro y 481 kilómetros de longitud, conecta la estación Vasconia con el puerto de Coveñas.

Figura 9. Oleoducto de Colombia (ODC).



Fuente: SLIDESHARECDN. Mapa Gasoducto de Colombia [en línea] [citado 10 de diciembre de 2014], disponible en: <http://image.slidesharecdn.com/transporteproduktos-121020001900-phpp02/95/transporte-por-ductos-25-638.jpg?cb=1350710569>

5.2.3. Oleoducto Caño Limón – Coveñas (ACN). La tubería del oleoducto es de 18”, 20” y 24” de diámetro y 770 kilómetros de longitud, transporta crudo proveniente de los campos localizados en Caño Limón (Arauca) hasta el Terminal marítimo en Coveñas.

Figura 10. Oleoducto Caño limón-Coveñas (ACN)



Fuente: LA VOZ DEL CINARUCO. Oleoducto Caño Limón Coveñas. [en línea] [citado 12 de diciembre de 2014], disponible en: <http://www.lavozdelcinaruco.com/data/archivos/galerias/1/OLEODUCTO%20CANO%20LIMON.jpg>

5.2.4. Oleoducto del Alto Magdalena (OAM). La tubería del oleoducto es de 20” de diámetro y 400 kilómetros de longitud, transporta los crudos que se obtienen en el valle superior del Magdalena en el departamento del Huila de los campos Dina, Palagua y Guando.

Figura 11. Oleoducto del Alto Magdalena (OAM).



Fuente: ECOPETROL. Mapa oleoductos Alto Magdalena [en línea] [citado 12 de diciembre de 2014], disponible en: <http://www.ecopetrol.com.co/documentos/mapa-oleoductos-altomagdalena.gif>

5.2.5. Oleoducto Central de los Llanos. La tubería del oleoducto está conformada por diferentes diámetros, conecta los campos de producción de Chichimene-Apiay, Maní-Santiago, Trinidad-Caño Garzas con la estación Porvenir.

Figura 12. Oleoducto Central de los Llanos.



Fuente: ECOPELROL. Mapa oleoductos de los Llanos [en línea] [citado 12 de diciembre de 2014], disponible en: <http://www.ecopetrol.com.co/documentos/mapa-oleoductos-llanos.gif>

5.2.6. Oleoducto Bicentenario de Colombia (OBC). El oleoducto se encuentra en proceso de construcción, su longitud será de aproximadamente 960 kilómetros en tubería de 42" de diámetro, cuyo propósito será operar un oleoducto de uso privado en la región de los Llanos Orientales, el cual partirá desde el departamento del Casanare hasta el puerto de Coveñas.

Su construcción está planeada por fases, en la actualidad se encuentra construida la Fase I entre Araguaneý – Banadia.

5.3. PRINCIPALES OLEODUCTOS EN COLOMBIA EN LA FASE DE PLANEACIÓN

5.3.1. Oleoducto al Pacífico (OAP). El oleoducto al pacífico (OAP), unirá a San Martín ubicado en el departamento del Meta con el puerto del pacífico localizado a 60 kilómetros al sur de Buenaventura en el departamento del Valle del Cauca. El OAP proyecta transportar de 250.000 a 400.000 barriles diarios crudo pesado, procedente de las cuencas de los llanos y Caguán a través de 780 kilómetros de tubería de acero al carbón con diámetros de 30” y 36”, el cien por ciento de la tubería se encontrará enterrada.

La línea atravesará las tres cordilleras Colombianas (oriental, central y occidental) y 35 municipios pertenecientes a los departamentos de Meta, Huila, Tolima y Valle del Cauca. En el departamento del Tolima se deberá entrar en negociaciones con seis comunidades indígenas conocidos como los Pijao y ocho comunidades afro descendientes del Pacífico.

El OAP contará con seis estaciones de compresión, un terminal en el Pacífico, encargado de la entrega off shore por un oleoducto submarino de 25 kilómetros a una monoboya, para el cargue del crudo a los buques. Adicionalmente contará con una línea de conducción paralela en acero al carbón de 14” de diámetro, con capacidad de transportar en sentido Occidente - Oriente 80.000 barriles de diluyente, el cual se importará para inyectar al crudo pesado con el fin de facilitar su transporte.

La Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA), mediante el Auto 2598 de agosto de 2013 autorizó el inicio del trámite administrativo de evaluación de un diagnóstico ambiental de alternativas para el oleoducto; el corredor aprobado es

de una longitud de 780 kilómetros por un ancho de 5 kilómetros, al cual se le debe hacer el estudio de aspectos e impactos ambientales para definir el trazado.

Figura 13. Oleoducto al Pacífico (OAP).



Fuente: ASORINOQUIA. Mapa Oleoducto al Pacífico [en línea] [citado 11 de diciembre de 2014], disponible en: <http://www.asorinoquia.org/sites/default/files/images/Corredor.jpg>

5.3.2. Conexión Caguán y Putumayo (Oleoducto Tapir). Este oleoducto se proyecta como alimentador del OAP con un aporte de 50.000 a 150.000 barriles diarios por una línea 24” a 30” de diámetro, procedente de la cuenca Caguán – Putumayo.

Este oleoducto contará con una línea paralela para transportar en sentido contrario al oleoducto, de 20.000 a 50.000 barriles de diluyente el cual se inyectará para facilitar el transporte de crudo pesado.

El corredor para el Oleoducto Tapir, se encuentra en estudio por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA).

5.3.3. Oleoducto SISUR. Debido al incremento en la producción de crudo del bloque Sur Oriente perteneciente a VETRA (Exploración y producción Colombia, Suroco) y Ecopetrol ubicada en el sur del país (departamento del Putumayo), se vio la necesidad de buscar nuevas alternativas para la evacuación de crudo

diferentes al transporte por carrotanques, a raíz de una tarifa costosa generada por los largos desplazamientos que se tienen que realizar para el descargue de crudo. Por tal razón se escoge la alternativa de implementar un oleoducto, teniendo en cuenta no solo la conexión de la red de oleoductos de Colombia ubicadas en el departamento del Putumayo sino también la conexión a oleoductos ubicados al norte del Ecuador.

Dicho oleoducto partirá desde la estación Cohembí (Colombia) hasta la estación Amazonas (ubicada en Lago Agrio, provincia de Sucumbíos de Ecuador), para luego hacer el despacho de estos crudos por el OCP (Oleoducto de crudos pesados), hacia Esmeraldas (Océano Pacífico).

El oleoducto SISUR tendrá una longitud aproximada de 71,97 km y un diámetro de 20"; actualmente se tiene aprobado un corredor de 20 m de ancho en el lado Colombiano, para el lado Ecuatoriano se encuentra en trámites la aprobación del ancho del corredor del oleoducto por parte del ministerio del medio ambiente del Ecuador.

Figura 14. Oleoducto SISUR.



6. CONSTRUCCIÓN DE OLEODUCTOS

A continuación se presentan los pasos a tener en cuenta para la construcción de un oleoducto.

6.1. IDENTIFICACIÓN DE STAKEHOLDERS

El contratante (entidad privada u gubernamental) identificará todas las personas, organizaciones, comunidades etc., impactadas por el proyecto iniciando los primeros acercamientos con ellos.

El contratista recibirá del contratante algunos documentos como lo son: actas de socialización con comunidades, licencias y trámites con entidades (CAR, municipio, MAVDT), entre otros. En el contrato deberá quedar explícitamente la zona en la cual se llevará a cabo el proyecto y las diferentes características que presente dicha zona, identificando también los interesados de la zona.

Esta identificación se recopila en la etapa de factibilidad y diseño del proyecto.

6.2. ACTA DE CONSTITUCIÓN DEL PROYECTO

En los diferentes proyectos de construcción de oleoductos, el acta de constitución es un documento generado por el patrocinador, en el cual se da inicio formal al proyecto.

Dentro del acta de constitución se designa al gerente del proyecto y sus responsabilidades, por otra parte se define el nombre del proyecto, propósito, justificación, objetivo general y específicos, requisitos, descripción, exclusiones, supuestos, restricciones, riesgos, resumen del cronograma de hitos, listado de interesados y requisitos de aceptación del proyecto.

6.3. DEFINICIÓN DE ALCANCE

El alcance será definido en el contrato y es establecido previamente por el contratante, detallando el proyecto y producto el cual será suministrado y limitado por el contratista en los pliegos de condiciones y en las cláusulas contractuales.

6.4. CREACIÓN DE WBS

La WBS de la construcción la suministra el contratista al contratante, en la cual detalla las actividades a ejecutar.

6.5. VERIFICACIÓN DEL ALCANCE

El alcance podrá verificarse en las actas de obras parciales y sus acumulados, al igual que con la facturación programada vs la facturación ejecutada.

6.6. DEFINICIÓN DE ACTIVIDADES

Las actividades a ejecutar son estipuladas por el contratante en el presupuesto inicial.

Si en el desarrollo del contrato se presentan variaciones en las actividades automáticamente genera variaciones en el alcance, cronograma y presupuesto respectivamente.

6.7. RECURSOS DE ACTIVIDADES

Se estimará los recursos en la programación por actividad específica del proyecto. Se debe tener en cuenta la disponibilidad de recursos y la secuencia de las actividades.

6.8. DURACIÓN DE ACTIVIDADES

La duración de las actividades se estimará teniendo en cuenta la realización de las actividades mediante rendimientos adquiridos en la elaboración de las actividades del proyecto. Con la estimación de la duración de actividades se realizará el cronograma detallado del proyecto tomando como base el plazo establecido por el contratante.

6.9. DESARROLLO DEL CRONOGRAMA

Para el desarrollo del cronograma se tendrá en cuenta los recursos, rendimientos y precedencias de cada una de las actividades que se desarrollarán durante el ciclo de vida del proyecto.

6.10. CONTROL DE CRONOGRAMA

El control del cronograma se llevará a cabo con la verificación del cronograma de avance de obra programado vs ejecutado.

6.11. ESTIMACIÓN DE COSTOS

La estimación de costos es fijado por el contratista y no se podrá modificar.

6.12. CONTROL DE COSTOS

Se actualizará el avance de obra por mes y se comparará con el avance proyectado para cada periodo (presupuesto de avance de obra programado vs ejecutado).

6.13. PLAN DE CALIDAD

Los requisitos de calidad serán suministrados por el contratante mediante normas técnicas nacionales e internacionales. Legislación aplicable, planes de calidad de la empresa contratante, entre otros.

6.14. PLAN DE RECURSOS HUMANOS

Teniendo en cuenta las exigencias del contratante elaborará el plan de recursos humanos; teniendo en cuenta la contratación de mano de obra no calificada de la región.

La selección de personal y contratación deberá realizarse entre el director del proyecto y el jefe de personal.

6.15. PLAN DE COMUNICACIONES

Los comités de obra informaran a los interesados del proyecto (contratante) los avances y características del proyecto, se analizará los problemas y se gestionará la solución de estos.

6.16. PLAN DE RIESGOS

En los proyectos de construcción de líneas para el transporte de hidrocarburos, gas y sus derivados, se presentan riesgos externos comunes inherentes a la construcción tales como orden público, clima, entre otros.

Los contratistas identificarán riesgos internos del proyecto como lo son: cambios y demoras en los diseños, condiciones de la zona, etc. Teniendo en cuenta los riesgos las empresas constructoras realizarán un listado y lo enumeran en orden de afectación; considerando que los riesgos más importantes son los que afectarán el tiempo, costo y calidad del proyecto.

Con los resultados de los avances de obra en las actas de cobro, se podrá monitorear los riesgos más importantes.

6.17. PLAN DE ADQUISICIONES

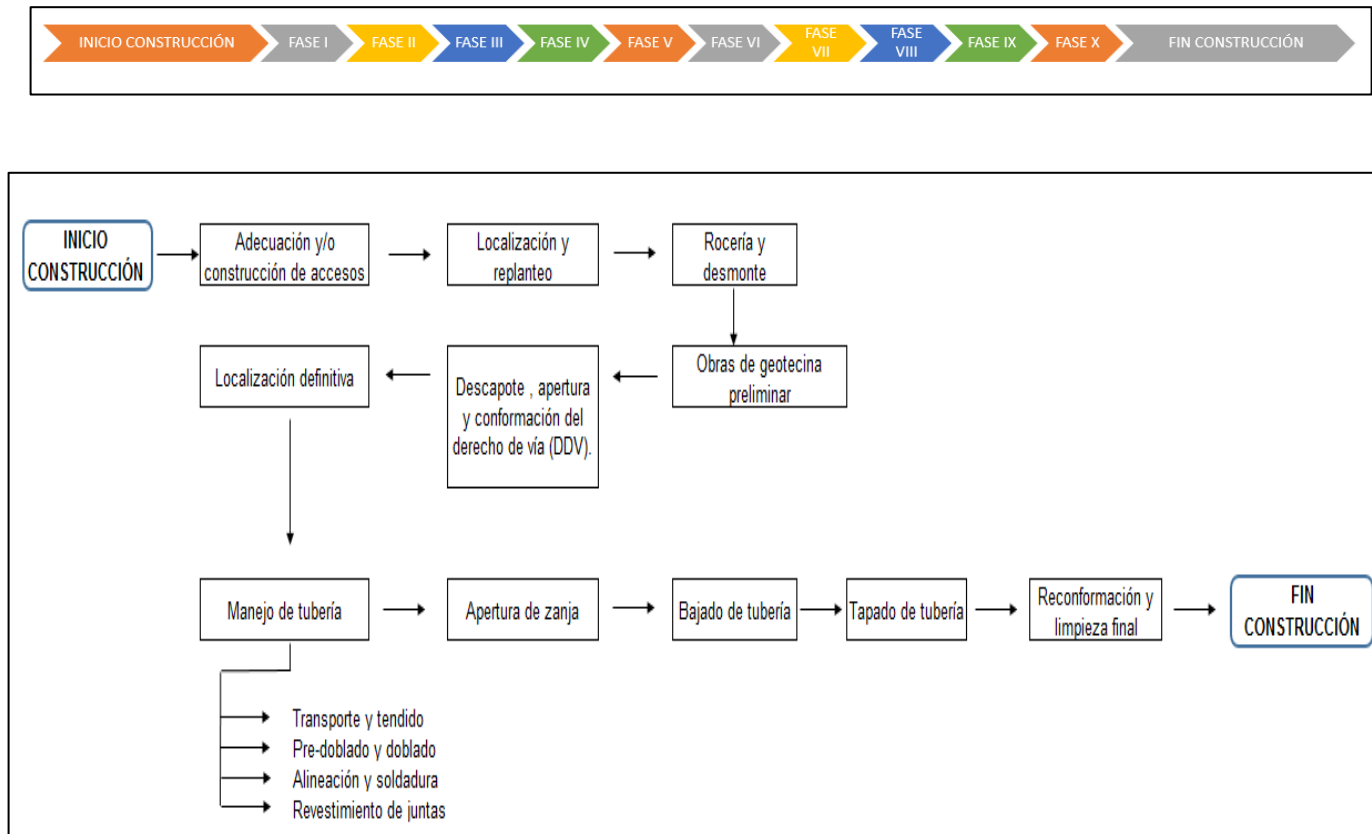
El plan de adquisiciones se desarrollará, teniendo en cuenta:

- Las especificaciones técnicas y requerimientos de los materiales y/o recursos a utilizar en todas las fases del proyecto.
- El proceso de registro y selección de proveedores.
- Tiempos requeridos para la utilización de los materiales y/o recursos vs tiempos de entrega contemplados por los proveedores.
- Desempeño de proveedores y su competencia para el cumplimiento de los requisitos descritos en las especificaciones de la compra, incluyendo el tiempo de garantía de la adquisición realizada.
- Costos razonables y competitivos en el mercado.

6.18. FASES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE DUCTOS PARA EL TRANSPORTE DE HIDROCARBUROS

Las fases de construcción de un ducto para el transporte de hidrocarburos son secuenciales. El siguiente diagrama de flujo representa el ciclo de vida de construcción de un ducto.

Figura 15. Diagrama de flujo para la construcción de ductos para el transporte de hidrocarburos en Colombia



6.18.1. Fase I: Adecuación y/o construcción de accesos. La adecuación y/o construcción de las vías de acceso, hasta el derecho de vía corresponde a una fase preliminar que se debe implementar, garantizando el fácil acceso de maquinaria, equipos, herramientas, tubería, entre otros.

Las fases principales para la adecuación y/o construcción de accesos incluyen:

- Ampliar y ensanchar los carretables para el paso de tracto mulas con carga larga y/o pesadas correspondientes a maquinaria, equipos, materiales, herramienta y tubería, necesaria para las labores de construcción e instalación del oleoducto.
- Reforzar las estructuras (puentes, alcantarillas, box culvert) para paso de cargas pesadas.
- Habilitar los pasos temporales para maquinaria y equipo de construcción.
- Nivelar con material seleccionado en sectores deprimidos o afectados por la acumulación de aguas de escorrentía.
- Restablecer cunetas y descoles para permitir una mejor evacuación de las aguas captadas.

6.18.2. Fase II: Localización y replanteo. El principal objetivo de esta fase es materializar el eje de la tubería proyectada en el ancho del corredor autorizado, mediante la colocación de estacas o marcas visibles. Esta se realiza de acuerdo a los planos de diseño y las carteras de topografía.

Esta fase se realiza en dos (2) momentos:

- **Pre localización**, consiste en localizar con GPS el eje aproximado de la línea para marcar la franja donde se adelantarán las actividades de rocería, desmonte, OPG preliminares, descapote y apertura del DDV.
- **Localización definitiva**, esta actividad se realiza topográficamente con aparatos de precisión para determinar el alineamiento definitivo en planta y perfil de la tubería, esta actividad se realiza después de la apertura del DDV.

6.18.3. Fase III: Rocería y desmonte. Consiste en despejar el área del DDV, removiendo árboles, arbustos y troncos que se localicen dentro de esta franja.

6.18.4. Fase IV: Obras de geotecnia preliminar. Las obras de geotecnia preliminar corresponden a las fases previas a la construcción del DDV, cuyo objetivo es la conservación y protección de las zonas aledañas a este, a través de la instalación de obras temporales necesarias para el manejo y retención de los materiales de corte y protección de los cuerpos de agua.

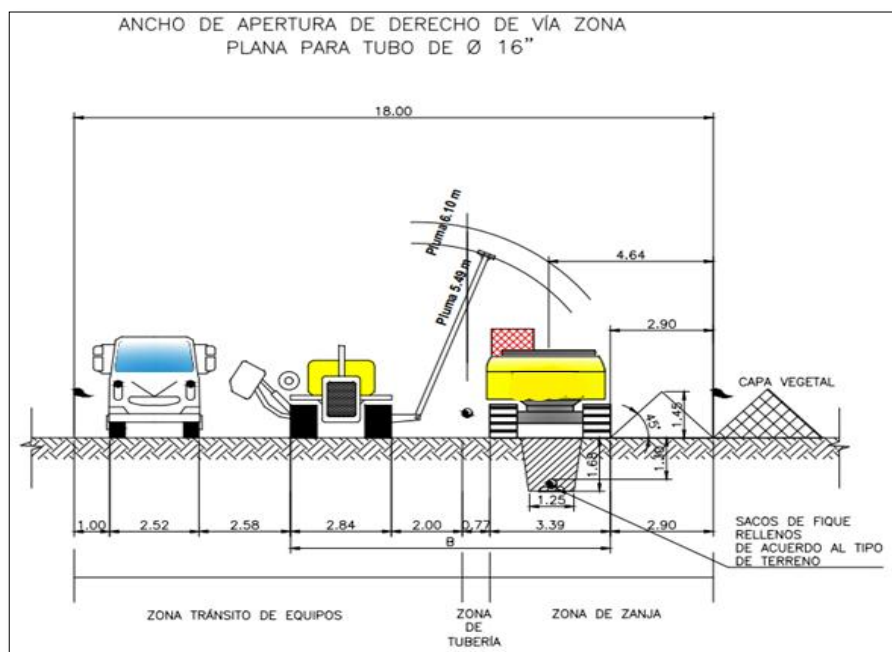
6.18.5. Fase V: Descapote, apertura y conformación del DDV. Primero se realiza el descapote, el cual consiste en retirar la capa vegetal, la cual se dispone a un lado del DDV de tal forma que no se mezcle con el material proveniente del corte del derecho de vía o de la zanja y pueda ser utilizada en la reconfiguración.

Luego se realiza la conformación de una franja para el tránsito de la maquinaria, equipo, manipulación e instalación de la tubería.

El ancho se define en función del diámetro y el peso de la tubería a instalar, debido a que son los parámetros que determinan el tipo y capacidad de la maquinaria y equipos a utilizar en la construcción y mantenimientos futuros.

La figura 16 representa un ejemplo para la determinación del ancho del DDV para instalar tubería de 16”.

Figura 16. Típico apertura de derecho de vía.



6.18.6. Fase VI: Manejo de tubería. Para el manejo de la tubería se debe tener presente las actividades como: transporte, acopio, tendido, pre-doblado, doblado, alineación, soldadura, revestimiento de juntas.

Para las actividades planteadas anteriormente se utiliza únicamente el corredor o los accesos autorizados para el transporte y tendido de la tubería. Luego de tender la tubería se procede al pre-doblado donde se determina a través de métodos

topográficos el grado de curvatura necesario en cada tubo para que se ajuste al perfil del terreno, para posteriormente hacer el doblado en frío en una dobladora, y realizar la soldadura de la tubería.

Figura 17. Transporte de tubería.



Figura 18. Tendido de tubería.



Figura 19. Pre-doblado y doblado de tubería.



Figura 20. Soldadura de tubería.



6.18.7. Fase VII: Apertura de la zanja. Se demarca el eje donde queda instalada la tubería con el fin de tener un trazado guía. La profundidad de la zanja en el DDV debe ser tal que se conserve una cobertura mínima de 1.20 m sobre la cota clave de la tubería.

Figura 21. Zanjado de tubería.



6.18.8. Fase VIII: Bajado de la tubería. Previo al bajado, el fondo de la zanja debe estar libre de presencia de materiales que puedan afectar las características de la tubería; se debe utilizar bandas (fajas) adecuadas para evitar daños en el revestimiento.

Figura 22. Bajado de la tubería.



6.18.9. Fase IX: Tapado de la tubería. Luego de efectuar el bajado de la tubería se debe realizar inmediatamente el tapado de tal manera que la zanja no permanezca por largos periodos abierta, exponiendo el tubo a adversidades como

caída de material pétreo, agua y barro que afecte la tubería , por otra parte se evita que animales o personas caigan en la zanja.

6.18.10. Fase X: Reconformación y limpieza final. Consiste en restablecer todas las áreas intervenidas a las condiciones iniciales, la reconformación incluye: perfilación del terreno, restablecimiento de especies vegetales, retiro de desecho, restablecimiento de cercas, cauces, etc.

6.19. CIERRE DE CONSTRUCCIÓN

El cierre de la construcción se da por finalizado mediante el acta de liquidación final de la obra.

7. MÉTODO PERFORACIÓN HORIZONTAL DIRIGIDA (PHD)

7.1. INTRODUCCIÓN

La perforación horizontal dirigida, en la actualidad es utilizada en proyectos donde esquivar obstáculos naturales así como acatar normas ambientales se hace indispensable, la técnica de PHD es capaz de atravesar aluviales facilitando la construcción de diversos oleoductos en el sector de hidrocarburos.

7.2. CONSIDERACIONES DEL METODO PHD

7.2.1. Principales Equipos y Elementos Utilizados Los principales equipos y elementos utilizados son:

- Plantas generadoras de potencia
- Taladro perforador
- Cabina de mando y control
- Brocas de perforación
- Barras de perforación
- Rimas de ensanche
- Tambores de limpieza
- Planta para preparación de lodos bentónicos
- Planta para reciclaje de lodos bentónicos y clasificación de recortes de la perforación.
- Bombas para lodos
- Bombas para agua

- Carro tanques
- Retroexcavadoras
- Equipos de izaje (grúas telescópicas, sidebooms)
- Elementos para deslizamiento de la lingada

7.2.2. Espacio de Trabajo. Las áreas necesarias para realizar la técnica de perforación horizontal dirigida son:

- a. **Rig Side:** Área requerida para la posición de los equipos adaptados a la configuración del terreno. En la figura 22 se presenta un esquema con el posicionamiento de los equipos:

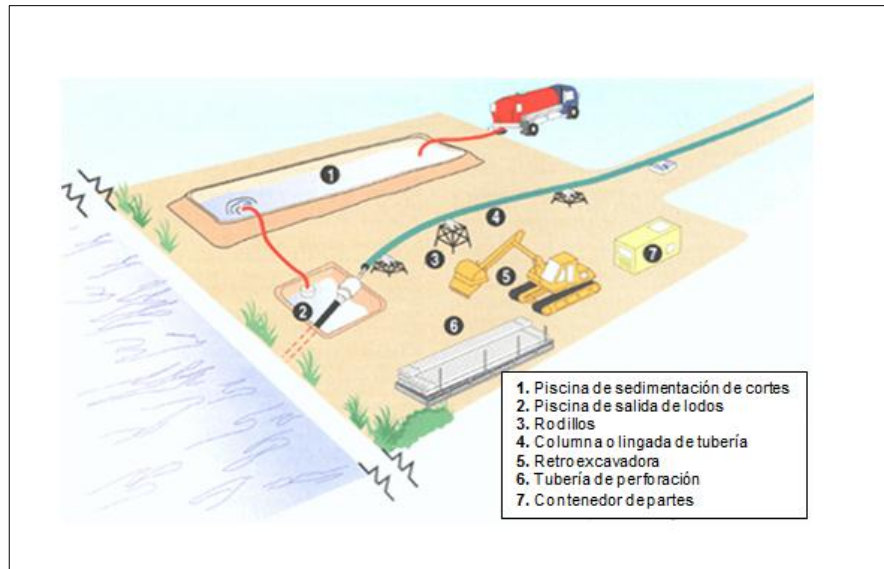
Figura 23. Rig side.



Fuente: SOPETROIL. Adaptación Rig side. [en línea] [citado 14 de diciembre de 2014], disponible en: <http://sopetroil.com/html/cruces.html>

- **Pipe Side:** El pipe side corresponde al sitio programado donde saldrá la perforación y el área para construir la lingada que se introducirá en la perforación. La figura 23 muestra la distribución de dicha área.

Figura 24. Pipe side.



Fuente: SOPETROIL. Adaptación Pipe. [en línea] [citado 14 de diciembre de 2014] disponible en: <http://sopetroil.com/html/cruces.html>

7.2.3. Proceso de Perforación. Las principales etapas constructivas son:

- Planificación y ubicación de los sitios de entrada (rig side) y salida (pipe side) de la perforación
- Taladro de la perforación piloto
- Reaming o escariado
- Pullback o halado

A continuación se hace la descripción de estas etapas requeridas para una perforación horizontal dirigida (PHD).

- **Perforación Piloto**

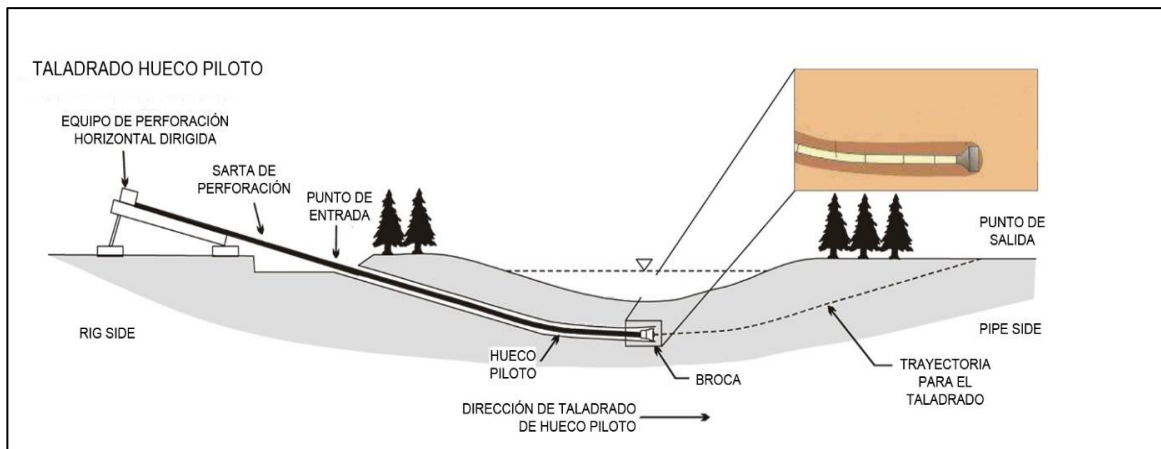
Después de establecer las áreas de trabajo (rig side y pipe side), el montaje y ubicación de los equipos para la perforación horizontal dirigida (PHD), primero se

realiza una perforación piloto a lo largo de la trayectoria que fue establecida en el diseño geométrico bajo el lecho del río.

Terminado el túnel piloto, se desplaza el equipo de perforación unos 10 m dentro de la locación para perforar otro túnel piloto paralelo al primero, esta vez como fase previa para el túnel que albergara la tubería.

Se utiliza inyección de fluidos de perforación (bentonita) para proporcionar presión de lodos, los cuales enfrían las puntas de las brocas reduciendo la fricción y además estabilizan las paredes del túnel mientras se esté perforando.

Figura 25. Taladro de perforación piloto.



Fuente: SOPETROIL. Adaptación Taladro de perforación piloto. [en línea] [citado 14 de diciembre de 2014], disponible en: <http://sopetroil.com/html/cruces.html>

- **Reaming**

El proceso de escariado (Reaming) consiste en la ampliación del agujero piloto. El reamer actúa como una broca, esta vez en reversa, y los materiales de corte van saliendo por ambos lados del cruce desplazados por los lodos de perforación.

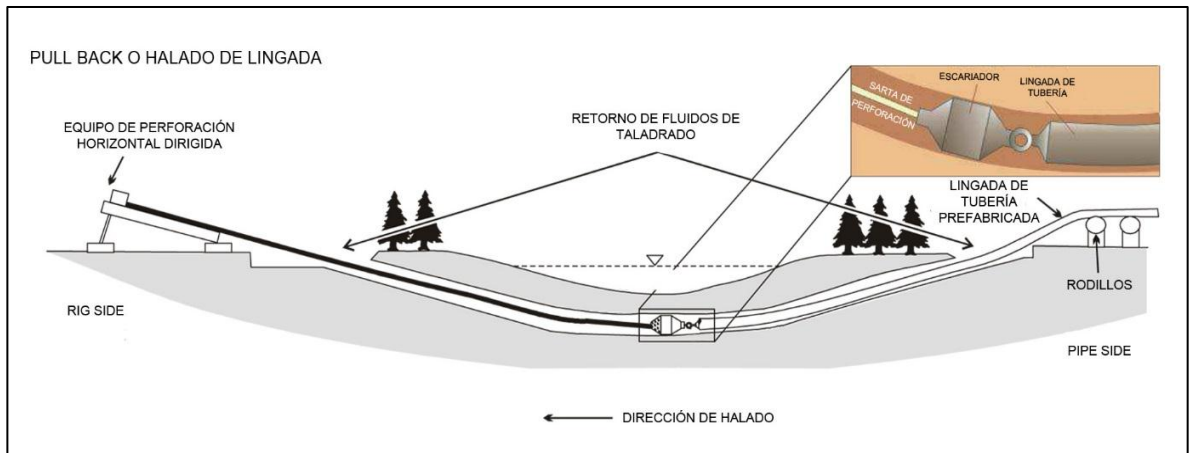
Figura 27. Cabeza de halado.



Figura 28. Tambor de limpieza.



Figura 29. Pullback o halado de la lingada.



Fuente: SOPETROIL. Adaptación Pullback o halado de la lingada.. [en línea] [citado 14 de diciembre de 2014], <http://sopetroil.com/html/cruces.html>

8. INFORMACIÓN GUÍA

El desarrollo de esta monografía se basa en la experiencia recolectada en diferentes proyectos. Para el estudio específico y generación del protocolo mejorado, se escogieron tres (3) proyectos que reflejan un desfase significativo en las fases de ejecución y control, las causas que motivaron el desfase son las que generalmente se presentan en este tipo de proyectos.

Los proyectos base del estudio no se llamarán por sus nombres ni se revelará los datos exactos para mantener la confidencialidad.

No se tratará a fondo los impactos generados en los costos debido a que por confidencialidad no se tiene acceso a éstos.

8.1. PROYECTO A

Este proyecto correspondió a la construcción de un Poliducto con una longitud mayor a 100 kilómetros la cual en gran parte fue desarrollada en DDVC. La línea se caracterizó por presentar:

- Paso por sectores con topografía plana, ondulada, pendientes moderadas y altas.
- Paso por diferentes conformaciones geológicas.
- Paso por diferentes tipos de clima (Cálido, medio , frío y paramos)
- Paso por corrientes de agua (caños, quebradas y ríos con gran variación de ancho, profundidad y caudal)

- Paso por vías (camino carreteables y autopistas)
- Paso por terrenos utilizados para diferentes actividades como lo son el agro, pastoreo, cultivos, industria, etc.

El proyecto presento un retraso equivalente al 100% en tiempo respecto al plazo pactado, (incidiendo significativamente en los costos) motivado por las siguientes causas:

1. El contratista desconocía los acuerdos pactados entre los propietarios de las líneas existentes y las nuevas líneas a construir, para adelantar trabajos en el DDVC, con las siguientes implicaciones:

- Se inició con la localización preliminar del lineamiento del poliducto, sin tener en cuenta que en los tramos donde se avanzaría por el DDVC, el distanciamiento entre líneas debía cumplir ciertos requisitos pactados con anterioridad, situación que implicó repetir la actividad casi en la totalidad del trazado.
- El levantamiento de la línea base en DDVC, debía ser detallado, referenciado y amarrado al sistema de coordenadas nacional, incluyendo todas las OPG siguiendo los procedimientos y requerimientos previamente acordados.
Los requerimientos anteriores, implicaron el incremento en tiempo, equipos y en recursos humanos para desarrollar la actividad.
- Previo al inicio de apertura del DDV, se deberían localizar la totalidad de las líneas existentes mediante estacado y realización de apiques manuales, según tablas de distanciamientos previamente acordados por las empresas propietarias del DDVC, situación que implicó el incremento en tiempo, equipos y en recurso humano para desarrollar la actividad.

- Para los cruces de línea, el diseño y procedimientos deberían ser aprobados por cada uno de los propietarios de las líneas a cruzar, donde las excavaciones se deberían realizar manualmente dentro de una franja determinada cumpliendo los estándares por los propietarios, situación que implicó el incremento en tiempo y en recursos humanos para desarrollar la actividad.
- La movilización de maquinaria y equipos a lo largo del DDVC tenía restricciones con respecto al acercamiento a las líneas existentes, situación que en determinados tramos hizo necesario la instalación de una barrera física, situación que restringió significativamente la movilidad de equipos.
- En lugares donde la construcción de la nueva línea se encontraría a una distancia dentro de un rango determinado previamente pactado, se debía contar con el acompañamiento permanente de personal asignado por el propietario de la línea existente, situación que obligó al estricto cumplimiento de los procedimientos; los costos por salarios, manutención, alojamiento, transporte, oficinas, elementos de trabajo etc., generados por el personal de los propietarios de las líneas contiguas y que velaba por la integridad, se cargaron al proyecto.
- Donde la construcción de la nueva línea pusiera en riesgo la integridad de las líneas existentes, se debía presentar un diseño el cual garantizaría la integridad y aceptación por los propietarios de las líneas, situación que incrementó las labores de ingeniería de detalle.

2. Paso del trazado por sitios especiales:

- Pasos por lomos angostos, lo que implicó la construcción de obras adicionales y complementarias antes de la construcción de la nueva línea, produciendo

tiempos de espera en los frentes de trabajo por los diseños y construcción de las obras previas.

- Paso por sitios inestables, siendo necesario estabilizarlos antes de intervenirlos, produciendo tiempos de espera en los frentes de trabajo por los diseños y construcción de las obras previas.
- Paso por sectores de alta pendiente, fue necesario la construcción de anclajes para trabajar con la maquinaria winchada, reduciéndose notoriamente los rendimientos.

3. Paso del trazado por sitios ambientalmente sensibles:

- Paso por zonas de paramos, situación que genero cambio en los procedimientos de trabajo para minimizar el impacto ambiental, afectando significativamente los rendimientos.
- Paso por zonas con presencia de palmas de cera, las cuales se encuentran en vía de extinción, situación que obligo a realizar un realineamiento, en el cual se incluye cambios de hombro generando cruces con otras líneas, situación que implicó nuevos diseños; los cruces de líneas con terceros implicaron un incremento del 500% del tiempo respecto al de la línea regular.
- Cruce con nacederos de agua, lo que en algunos casos genero realineamientos y cambios de procedimientos constructivos.
- A pesar de contar con el aprovechamiento forestal, en determinados sectores los árboles a talar se encontraban con especies epifitas las cuales fue necesario desmontarlas y mantenerlas en viveros para ser nuevamente

plantadas al momento de recomposición y restauración morfológica de las áreas intervenidas, situación que afectó el ritmo normal de los frentes de trabajo que le antecedían.

4. Suspensiones promovidas por la comunidad (2 meses) debido a:

- Inconformidad por la utilización de vías, no contratación de mano de obra local, no adquisición de materiales en el comercio local, contratación de alquiler de vehículos no de la región.
- Exigencia al contratista en la realización de obras para la región siendo responsabilidad del Estado.

5. Suspensiones generadas por la entidad contratada debido a:

- Accidentes presentados durante la ejecución del proyecto, lo cual generó reinducción a todo el personal involucrado en la obra sobre las políticas HSE.

6. Suspensiones por los propietarios de otras líneas del DDVC:

- Subestimación del contratista de los puntos acordados de no producir afectación, situación que motivó el cese de labores en dos frentes de trabajos por varios meses hasta que se lograra subsanar el daño causado.

7. Retrasos en el desarrollo de los trabajos por negociación de predios:

- Inconformidad de los propietarios por los precios pactados

- Presión de los propietarios de predios debido a que el frente de trabajo proyecta iniciar obras en el predio antes del pago de las afectaciones a este.

8. Pérdidas de obras en el DDVC por:

- Deslizamientos
- Avalancha en ríos caudalosos

8.2. PROYECTO B

Este proyecto correspondió a la construcción de un gasoducto con una longitud mayor a 250 kilómetros, las características del trazado fueron similares a las del “Proyecto A” descrito anteriormente, por ese motivo no se entrarán a describir.

El proyecto B a diferencia del proyecto A, presento una variación en el tiempo de entrega superior al 100% del tiempo planeado.

8.3. PROYECTO C

Este proyecto correspondió a la reposición de 1,5 km de tubería de acero al carbón por la modalidad de contrato EPC (ENGINEERING, PROCUREMENT AND CONSTRUCTION) de un oleoducto en el cruce subfluvial de un río por el método PHD a una profundidad de más de 30 metros.

El proyecto presentó un retraso equivalente al 53% en tiempo respecto al plazo pactado, motivado entre otros por las siguientes causas:

1. Omisión de las recomendaciones en el pliego de condiciones del proceso licitatorio y adjudicación del contrato:

- El contratista no realizó los estudios de suelos complementarios recomendados en los pliegos y se apoyó únicamente en los datos de la ingeniería básica, para la elaboración de la ingeniería de detalle a implementar en el proceso constructivo.
- Al momento de realizar la perforación piloto, se encontró con una serie de inconvenientes no previstos en la ingeniería de detalle, que finalmente después de varios intentos termino con la pérdida del 50% de la perforación piloto realizada.
- El contratista subestimó las recomendaciones sobre la capacidad de almacenamiento de agua y lodos en las plataformas de entrada y salida. La anterior inconsistencia provocó paradas intermitentes del proceso de perforación y rimado en espera del reciclaje de lodos.
- El contratista subestimó las recomendaciones sobre la adecuación de accesos debido a que dicha adecuación se realizó en época de verano, y el fuerte del proyecto se realizó en época de lluvias, presentándose algunos retrasos por condiciones en los accesos.

2. Subestimación de las recomendaciones en los textos técnicos de la PHD:

- El contratista subestimó la recomendación sobre el diámetro mínimo al cual se debe ensanchar la perforación, dependiendo del diámetro de la tubería a instalar.

- El diámetro de la perforación se dejó menor que el mínimo recomendado, y al momento del lanzamiento, la lingada se atascó, de tal manera que no fue posible su retroceso con el equipo de perforación, inclusive complementándolo con winche, retroexcavadoras y sidebooms. La recuperación de la lingada se logró mediante la utilización de un equipo no convencional para la labor recurriendo a la implementación de winche. Al recuperar y adecuar la lingada para realizar el lanzamiento nuevamente
- causo un retraso de 3 semanas en el PDT.

8.4. LISTADO Y CLASIFICACIÓN DE INCONVENIENTES

En los anexos A, B y C se presenta la clasificación de los inconvenientes presentados en los proyectos A, B y C descritos en los apartes 8.1, 8.2 y 8.3.

8.5. REGISTRO FOTOGRÁFICO DE LOS CASOS PLANTEADOS EN LOS PROYECTOS A, B Y C

Figura 30. Antes de construir OPG'S para ensanchar DDVC



Figura 31. OPG´S para ensanchar el DDVC.



8.5.1. Sector 1. Fue necesario ampliar el hombro antes de la instalación de la nueva línea.

Figura 32. OPG´S preliminares y definitivas para ensanchar el DDVC.



Figura 33. OPG'S preliminares y definitivas para ensanchar el DDVC.



8.5.2. Sector 2. Afectación al DDVC situación que generó suspensión de los trabajos durante dos (2) meses, tiempo que se requirió para presentar ante el propietario del DDV afectado, la metodología e implementación de la mitigación del impacto causado, adicionalmente después de la instalación de la línea se necesitó un tiempo y costos adicionales para la construcción de las OPG, las cuales se prolongaron hasta superar la franja DDV de la línea afectada.

Figura 34. Apertura DDVC con trinchos.



Figura 35. Invasión DDVC (Implico suspensión de trabajos).



Figura 36. Recuperación y protección del área invadida.



Figura 37. Continuación de los trabajos.



Figura 38. Continuación de los trabajos.



Figura 39. Recuperación área afectada.



8.5.3. Sector 3. Afectación al DDVC situación que generó suspensión de los trabajos durante cuatro y medio (4,5) meses para la mitigación del impacto causado, adicionalmente después de la instalación de la línea se necesitó tiempo y costos adicionales para la construcción de las OPG, las cuales se prolongaron en un 200% después de salir de la franja del DDV de la nueva línea.

Figura 40. Invasión DDVC generó suspensión del trabajo.



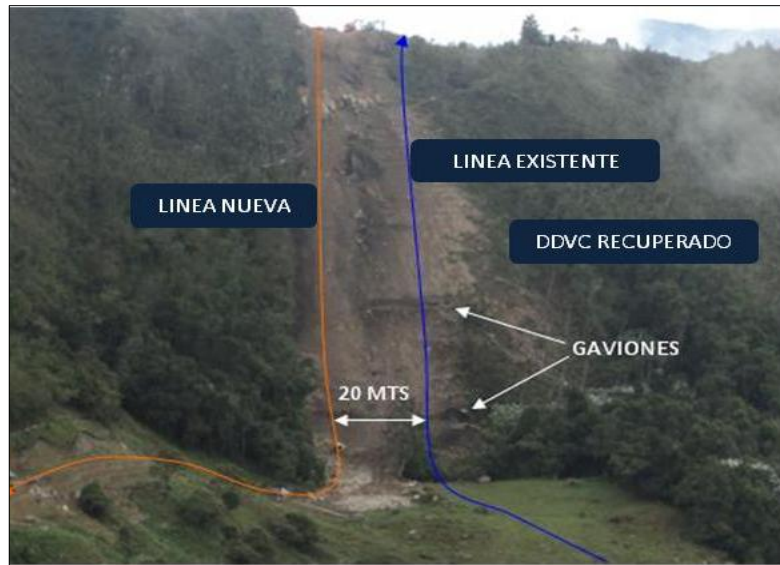
Figura 41. Construcción de gaviones para mitigar el impacto causado.



Figura 42. Demolición de roca para el zanjado.



Figura 43. DDVC recuperado.



8.5.4. Sector 4. Fue necesario ampliar el hombro antes de la instalación de la nueva línea.

Figura 44. Obras de contención para ganar hombro.



Figura 45. Obras de contención y drenaje para ganar hombro.



8.5.5. Sector 6. Fue necesario recuperar la banca antes de la instalación de la nueva línea

Figura 46. Recuperación de hombro.



8.5.6. Sector 7. Cruce de líneas.

Figura 47. Típico cruce de líneas.



8.5.7. PHD

Figura 48. Inicio perforación piloto.



Figura 49. Fin perforación piloto.



Figura 50. Lanzamiento de lingada.



Figura 51. Atascamiento de lingada.



Primer Lanzamiento

En el primer intento de realizar la perforación piloto, se presentó una serie de desviaciones por el tipo de suelo encontrado en la trayectoria, situación que obligó a abandonar dicha perforación piloto cuando se encontraba a más del 50% de su trayectoria. Después de corregir la trayectoria se ensancho la perforación con una dimensión menor a la mínima recomendada, finalmente al hacer el lanzamiento la lingada se atascó cuando había avanzado una longitud mayor a 200 metros, después de intentar rescatar la lingada por métodos tradicionales (Winche y taladro) y no lograr el objetivo, se optó por un método no tradicional. (Winche y martillo).

Figura 52. Martillo para rescate de lingada.



Figura 53. Martillo en cabezal de rescate.



Figura 54. Cabezal con martillo para recuperación de lingada.



Figura 55. Rescate con Winche y martillo.



Figura 56. Anclaje del Winche con 2 retroexcavadoras y sideboom.



Figura 57. Lingada rescatada.



Figura 58. Segundo lanzamiento de la lingada.



Figura 59. Lanzamiento exitoso de la lingada.



8.6. LECCIONES APRENDIDAS

- Durante las actividades preliminares de “LOCALIZACIÓN, Y LEVANTAMIENTO DE LA LÍNEA BASE” en el DDVC, fue necesario emplear

mayor tiempo con relación al que se utiliza normalmente debido a mayores exigencias de las empresas propietarias de las líneas vecinas, situación que no le fue advertida al contratista constructor antes del inicio de las fases de licitación y construcción.

MITIGACIÓN: Para futuros proyectos se debe implementar en el proceso de licitación el contenido de los acuerdos pactados entre los propietarios de las líneas del DDVC, para que los proponentes estimen en sus propuestas los sobretiempos y sobrecostos.

- La actividad de “TALA Y DESMONTE” debió suspenderse debido a la presencia de especies epifitas en los árboles, lo que ambientalmente obligó a bajarlas y mantenerlas en vivero para su posterior reimplantación de la etapa de reconformación y restitución de las áreas intervenidas.

MITIGACIÓN: Para futuros proyectos se debe incluir en el inventario forestal para la obtención de la licencia ambiental, la existencia de estas especies para que se programe con suficiente tiempo su retiro y conservación y así evitar paradas sorpresivas en el frente de tala y desmonte.

- Durante la “APERTURA DEL DDV, MOVIMIENTO DE MAQUINARIA, ZANJADO, CRUCES DE LÍNEAS”, el avance o rendimiento fue menor al programado, debido a las restricciones establecidas en los estándares de las empresas propietarias de las líneas vecinas, situación que no le fue advertida al contratista constructor en el proceso licitatorio y que solo tuvo conocimiento durante la fase de construcción.

MITIGACIÓN: El contratante debe incluir en el pliego de condiciones los acuerdos y estándares aplicables acordados con los propietarios de líneas del DDVC.

- En varios sectores fue necesario suspender el avance para generar variaciones en el alineamiento debido a la presencia de especies vegetales en vía de extinción, zonas de nacaderos de agua, etc.

MITIGACIÓN: El contratante debe contemplar en la ingeniería básica y en la ingeniería de detalle, los alineamientos cumpliendo con lo estipulado en el PMA.

- En varios sectores no se pudo seguir el proceso constructivo como línea regular debido a que el trazado cruzaba “LOMOS ANGOSTOS, LADERAS ANGOSTAS, LADERAS INSESTABLES”, siendo necesario ampliar, ó estabilizar el corredor mediante la implementación de obras de contención, obras que consumieron varios meses los cuales no fueron contemplados en el proceso licitatorio ni en la elaboración del PDT para los ciclos de construcción y el de seguimiento y control.

MITIGACIÓN: Para futuros proyectos se debe implementar que en los recorridos para determinar el corredor, se haga en forma física y con la presencia de expertos y especialistas en todas las aéreas afines con la construcción de oleoductos. (En la actualidad la gran mayoría de estudios se hacen utilizando aerofotografías, evitando los recorridos físicos).

- En algunos sectores se presentó suspensión por varios meses en el avance de los trabajos debido a que el contratista omitió precauciones y afectó el DDV de

las líneas vecinas, debiendo restaurar las condiciones para continuar con el avance.

MITIGACIÓN: Para futuros proyectos el contratista debe tomar conciencia de los acuerdos y condiciones pactados entre los propietarios de líneas del DDVC.

- Durante el desarrollo de la mayoría de los contratos de construcción de líneas para el transporte de hidrocarburos y sus derivados se presenta inconvenientes al momento de negociar las servidumbres para el DDV, sobre todo cuando se inicia la fase de construcción sin tener la negociación con todos los propietarios de los predios a intervenir.

MITIGACIÓN: Para futuros proyectos se debe:

- ✓ Negociar el 100% de las servidumbres del DDV y los accesos, antes de iniciar la fase de construcción.
 - ✓ Implementar la política de contratar personal del área de “COMUNIDADES y TIERRAS” con alto nivel en el poder de negociación.
- En el proceso de PHD es repetitivo la pérdida de perforaciones, los atascamientos, la pérdida de lingadas, el no cumplimiento de las condiciones geométricas mínima solicitada, etc., debido principalmente a la omisión de estudios detallados de suelos, recomendaciones de los estudios e investigadores de la PHD.

MITIGACIÓN: Para futuros proyectos de PHD se debe:

- ✓ Enfatizar en la obligatoriedad de realizar un estudio de suelos detallados para generar la ingeniería de detalle.

- ✓ Seguir obligatoriamente como mínimo las recomendaciones para PHD.
- ✓ Evitar la contratación por la modalidad EPC (ENGINEERING, PROCUREMENT AND CONSTRUCTION) debido a que:

El constructor en el afán de iniciar la ejecución, puede sub-estimar ciertas condiciones para el diseño, situación que finalmente puede traer ciertos inconvenientes al ejecutar las obras.

- En la actualidad son repetitivos los paros promovidos por las comunidades del área de influencia de los proyectos de construcción de líneas para el transporte de hidrocarburos y sus derivados, algunos con justa causa y otros sin justa causa.

MITIGACIÓN: Para mitigar y minimizar los paros promovidos por las comunidades se debe:


- ✓ Socializar los proyectos desde la fase de planeación, con mayor énfasis antes del inicio de la fase de construcción.
- ✓ Contratar personal no calificado de la región.
- ✓ Implementar el sistema de selección de personal a través de entidades como el SENA.
- ✓ Implementar la política de contratar personal del área de “COMUNIDADES y TIERRAS” con alto nivel en el poder de negociación.


8.6.1. Protocolo mejorado propuesto. A continuación se presenta el protocolo mejorado propuesto para: la planeación, del proceso licitatorio y construcción de ductos para el transporte de hidrocarburos y la planeación del proceso de construcción.

8.6.2. Protocolo Mejorado para la Planeación del Proceso Licitatorio y Construcción de Ductos para el Transporte de Hidrocarburos. El flujograma del protocolo mejorado para el proceso licitatorio, se muestra en el Anexo D.


Teniendo como base el flujograma, se presenta el procedimiento de las actividades para la planeación del proceso licitatorio y construcción de ductos.


Tabla 1. Procedimiento para la Planificación del Proceso Licitatorio y Construcción de Ductos para el Transporte de Hidrocarburos.


MEJORA AL PLAN DE TRABAJO EN LA CONSTRUCCIÓN DE DUCTOS PARA EL TRANSPORTE DE HIDROCARBUROS EN COLOMBIA		
	PROCEDIMIENTO PARA LA PLANEACIÓN, DEL PROCESO LICITATORIO Y CONSTRUCCIÓN DE DUCTOS PARA EL TRANSPORTE DE HIDROCARBUROS	Heriberto Navarro Acosta María Juliana Navarro Ortiz
1. ESTUDIOS DE ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTALES DEL CORREDOR APROBADO		
Actividad	Descripción de la actividad	Responsable
1.1	Recorrido paso a paso del alineamiento o trazado planteado. En este recorrido se debe determinar, si existen puntos que requieran tratamientos especiales ambientalmente como el caso de nacaderos, paramos, especies en vía de extinción, especies epifitas, entre otras.	Especialista ambiental Especialista en biología Especialista en arqueología
1.2	Listado de sitios críticos impactados ambientalmentes Clasificar los sitios según los aspectos e impactos que puedan ser afectados por la construcción (paramos, nacaderos de agua, humedales, especies en vía de extinción etc.)	Especialista ambiental Especialista en biología Especialista en arqueología
1.3	Planteamiento de alternativas Para el planteamiento se debe considerar, según cada caso: - Cambiar de alineamiento o trazado. - Transplante de especies	Especialista ambiental Especialista en biología Especialista en arqueología
1.4	Selección de la alternativa de menor afectación Para la selección de la alternativa, se debe considerar principalmente: - Menor riesgo humano - Menor riesgo ambiental - Menor riesgo en costos	Especialista ambiental Especialista en biología Especialista arqueología Area de ingeniería Especialista financiero
1.5	Planteamiento de la estrategia a implementar. Teniendo en cuenta los pasos 1.3 y 1.4, se determina la estrategia definitiva a implementar en la construcción.	Especialista ambiental Especialista en biología Especialista arqueología Area de ingeniería Especialista financiero


MEJORA AL PLAN DE TRABAJO EN LA CONSTRUCCIÓN DE DUCTOS PARA EL TRANSPORTE DE HIDROCARBUROS EN COLOMBIA		
	PROCEDIMIENTO PARA LA PLANEACIÓN, DEL PROCESO LICITATORIO Y CONSTRUCCIÓN DE DUCTOS PARA EL TRANSPORTE DE HIDROCARBUROS	Heriberto Navarro Acosta María Juliana Navarro Ortiz
2. ESTUDIOS GEOTECNICOS DEL CORREDOR APROBADO		
Actividad	Descripción de la actividad	Responsable
2.1	Recorrido paso a paso del alineamiento o trazado planteado. En este recorrido se debe determinar, si existen puntos que requieran tratamientos especiales como: - Lomos angostos - Laderas inestables - Laderas angostas	Especialista en geotecnia
2.2	Listado de zonas que requieran estudios especiales. Clasificar los sitios que requieran tratamientos especiales, para evitar daños durante o después de la construcción (lomos angostos, laderas angostas, laderas inestables, altas pendientes etc.)	Especialista en geotecnia
2.3	Planteamiento de alternativas Para el planteamiento se debe considerar , según cada caso: - Cambiar de alineamiento o trazado. - Construir previamente estructuras de contención - Ensanche del lomo y/o ladera - Variación del metodo constructivo (por perforación horizontal dirigida (PHD), lanzamiento, tubo a tubo, etc.)	Especialista en geotecnia Especialista en PHD Especialista en tuberías
2.4	Selección de la mejor alternativa Para la selección de la alternativa, se debe considerar principalmente: - Menor riesgo humano - Menor riesgo ambiental - Menor riesgo en costos	Especialista en geotecnia Especialista en PHD Especialista en tuberías Especialista ambiental Especialista financiero
2.5	Planteamiento de estrategia a implementar. Teniendo en cuenta los pasos 2.3 y 2.4 , se determina la estrategia definitiva a implementar en la construcción.	Especialista en geotecnia Especialista en PHD Especialista en tuberías Especialista ambiental Especialista financiero

MEJORA AL PLAN DE TRABAJO EN LA CONSTRUCCIÓN DE DUCTOS PARA EL TRANSPORTE DE HIDROCARBUROS EN COLOMBIA

	PROCEDIMIENTO PARA LA PLANEACIÓN, DEL PROCESO LICITATORIO Y CONSTRUCCIÓN DE DUCTOS PARA EL TRANSPORTE DE HIDROCARBUROS	Heriberto Navarro Acosta María Juliana Navarro Ortiz
3. ESTUDIOS HIDROLOGICOS DEL CORREDOR APROBADO		
Actividad	Descripción de la actividad	Responsable
3.1 Recorrido puntual a los cruces de la línea con fuentes hídricas	Se debe hacer un recorrido puntual en los sitios, donde la línea cruce : - Corrientes de aguas principales (ríos). - Corrientes de aguas secundarias (quebradas) - Corrientes de aguas menores (caños)	Especialista en hidrología Especialista en hidráulica Especialista ambiental
3.2 Listado de cruces con fuentes hídricas	Identificar y clasificar los puntos de cruce, para definir el proceso constructivo a emplear en estos (ríos, quebradas, caños etc.)	Especialista en hidrología Especialista en hidráulica Especialista ambiental
3.3 Planteamiento de alternativas	Para el planteamiento se debe considerar, según cada caso: - Cambiar de alineamiento o trazado. - Construcción del cruce a cielo abierto (desviación de cauces temporal) - Construcción por el método de perforación horizontal dirigida (PHD)	Especialista en PHD Especialista en tuberías Especialista ambiental
3.4 Selección de la mejor alternativa	Para la selección de la alternativa , se debe considerar principalmente: - Menor riesgo humano - Menor riesgo ambiental - Menor riesgo en costos	Especialista en PHD Especialista en tuberías Especialista ambiental Especialista financiero
3.5 Planteamiento de estrategia a implementar.	Teniendo en cuenta los pasos 3.3 y 3.4 , se determina la estrategia definitiva a implementar en la construcción.	Especialista en PHD Especialista en tuberías Especialista ambiental Especialista financiero

MEJORA AL PLAN DE TRABAJO EN LA CONSTRUCCIÓN DE DUCTOS PARA EL TRANSPORTE DE HIDROCARBUROS EN COLOMBIA		
	PROCEDIMIENTO PARA LA PLANEACIÓN, DEL PROCESO LICITATORIO Y CONSTRUCCIÓN DE DUCTOS PARA EL TRANSPORTE DE HIDROCARBUROS	Heriberto Navarro Acosta María Juliana Navarro Ortiz
4. ESTUDIOS SOCIALES		
Actividad	Descripción de la actividad	Responsable
4.1	Recorrido puntual en zonas especiales Se debe hacer un recorrido puntual en los sitios, donde la línea afecte comunidades especiales : - Grupos indígenas. - Grupos afro-descendientes - Comunidades conflictivas	Especialista social
4.2	Listado de zonas especiales Identificar y clasificar las zonas de afectación social, para definir metodologías para su mitigación.	Especialista social
4.3	Planteamiento de alternativas Para el planteamiento se debe considerar, según cada caso: - Cambiar de alineamiento o trazado. - Implementación de programas sociales que beneficien a la comunidad del área de influencia.	Especialista social Especialista en geotecnia Especialista en tuberías Especialista financiero
4.4	Selección de la mejor alternativa Para la selección de la alternativa, se debe considerar principalmente: - Menor riesgo social - Menor riesgo ambiental - Menor riesgo en costos	Especialista social Especialista en geotecnia Especialista en tuberías Especialista financiero
4.5	Planteamiento de estrategia a implementar. Teniendo en cuenta los pasos 4.3 y 4.4 , se determina la estrategia definitiva a implementar en la construcción.	Especialista social Especialista en geotecnia Especialista en tuberías Especialista financiero

MEJORA AL PLAN DE TRABAJO EN LA CONSTRUCCIÓN DE DUCTOS PARA EL TRANSPORTE DE HIDROCARBUROS EN COLOMBIA		
	PROCEDIMIENTO PARA LA PLANEACIÓN, DEL PROCESO LICITATORIO Y CONSTRUCCIÓN DE DUCTOS PARA EL TRANSPORTE DE HIDROCARBUROS	Heriberto Navarro Acosta María Juliana Navarro Ortiz
5. ELABORACIÓN DE PLIEGOS DE CONDICIONES PARA PROCESO LICITATORIO		
Actividad	Descripción de la actividad	Responsable
5.1 Trabajos en derechos de vía exclusivos	Cuando el alcance del proyecto se desarrolle en el derecho de vía exclusivo o propiedad de la entidad contratante, en el pliego de condiciones del proceso licitatorio se debe incluir como mínimo : - Condiciones de la entidad contratante. - Estandares de la entidad contratante. - Rendimientos historicos de la entidad contratante. - Matriz de riesgos de la entidad contratante.	Gerente del proyecto
5.2 Trabajos en derecho de vía compartido	Cuando el alcance del proyecto se desarrolle en el derecho de vía compartido, en el pliego de condiciones del proceso licitatorio se debe incluir como mínimo: - Acuerdo celebrado entre el propietario de la nueva línea con los propietarios de las líneas existentes en el DDVC (lo relacionado con el proceso constructivo). - Condiciones de la entidad contratante. - Condiciones de las entidades propietarias de las otras líneas del DDVC. - Estandares de la entidad contratante. - Estándares de los propietarios de las otras líneas del DDVC. - Rendimientos historicos de la entidad contratante. - Rendimientos historicos de los propietarios de las otras líneas del DDVC. - Matriz de riesgos de la entidad contratante. - Matriz de riesgos de los propietarios de las otras líneas del DDVC.	Gerente del proyecto

MEJORA AL PLAN DE TRABAJO EN LA CONSTRUCCIÓN DE DUCTOS PARA EL TRANSPORTE DE HIDROCARBUROS EN COLOMBIA			
	PROCEDIMIENTO PARA LA PLANEACIÓN, DEL PROCESO LICITATORIO Y CONSTRUCCIÓN DE DUCTOS PARA EL TRANSPORTE DE HIDROCARBUROS	Heriberto Navarro Acosta María Juliana Navarro Ortiz	
6. PROCESO LICITATORIO Y CONTRATACIÓN			
Actividad	Descripción de la actividad	Responsable	
6.1	Entrega del pliego de condiciones.	Entrega de la documentación del numeral 5	Gerente del proyecto
6.2	Visita de obra	Programar visita de obra según el caso, si: - La construcción no requiere condiciones especiales (programar visita tradicional). - La construcción requiere condiciones especiales (programar visita tradicional complementandola con visita a los sitios que requieren condiciones especiales).	Gerente del proyecto
6.3	Proceso de contratación	Realizar el proceso de selección según condiciones y lineamientos establecidos por la entidad contratante.	Gerente del proyecto

PROTOCOLO MEJORADO PARA LA PLANEACIÓN DEL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN

A continuación se presenta el flujograma del protocolo mejorado para el proceso de construcción y el procedimiento de las actividades para dicho proceso.

Figura 60. Flujograma del protocolo mejorado para el proceso de construcción

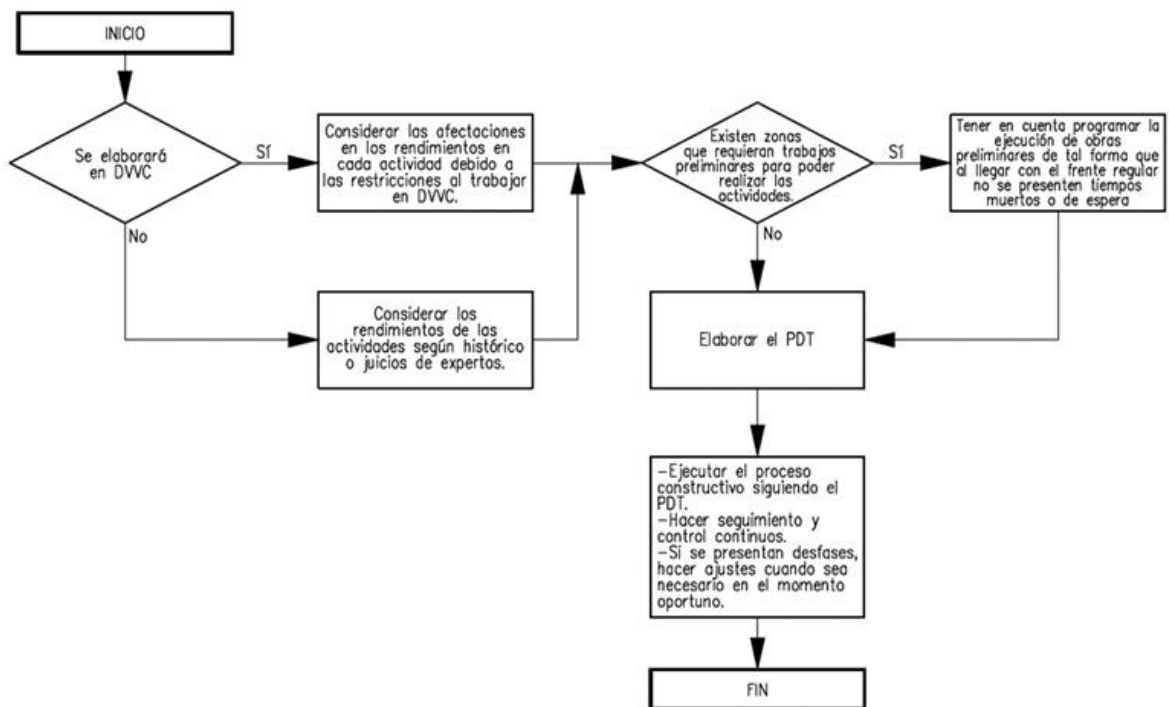




Tabla 2. Procedimiento para la Planificación del Proceso Licitatorio y Construcción de Ductos para el Transporte de Hidrocarburos.

MEJORA AL PLAN DE TRABAJO EN LA CONSTRUCCIÓN DE DUCTOS PARA EL TRANSPORTE DE HIDROCARBUROS EN COLOMBIA		
	PROCEDIMIENTO PARA LA PLANEACIÓN DEL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN	Heriberto Navarro Acosta María Juliana Navarro Ortiz
1. DESGLOSE DE ENTREGABLES DEL PROCESO CONSTRUCTIVO		
Actividad	Descripción de la actividad	Responsable
1.1	Listado de entregables Elaborar el listado de todas las actividades necesarias para desarrollar la fase de construcción del proyecto (directas y/o complementarias).	Planner
1.2	Clasificación de entregables Determinar las obras complementarias, las cuales son indispensables desarrollar inicialmente para que luego se pueda construir las obras estrictamente relacionadas directamente con el proyecto.	Planner Gerente Proyecto Área de ingeniería
2. ESTIMACIÓN DEL TIEMPO (WBS)		
Actividad	Descripción de la actividad	Responsable
2.1	Estimación del tiempo de cada entregable. Tener en cuenta los rendimientos esperados según: - Rendimientos normales según historicos y juicio de expertos - Rendimientos restringidos debido a condiciones especiales exigidas al trabajar en DDVC	Planner Gerente Proyecto Área de ingeniería
2.2	Precedencias de los entregables Tener en cuenta la secuencia : - Logica constructiva para líneas de ductos. - Obras preliminares necesarias para la construcción	Planner Gerente Proyecto Área de ingeniería
2.3	Elaboración de ruta crítica Se encadena secuencialmente las obras preliminares de tal manera que permitan el desarrollo normal de las demás actividades sin producir retrasos.	Planner

MEJORA AL PLAN DE TRABAJO EN LA CONSTRUCCIÓN DE DUCTOS PARA EL TRANSPORTE DE HIDROCARBUROS EN COLOMBIA		
 Universidad Industrial de Santander	PROCEDIMIENTO PARA LA PLANEACIÓN DEL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN	Heriberto Navarro Acosta María Juliana Navarro Ortiz
3. CONSTRUCCIÓN - SEGUIMIENTO Y CONTROL		
Actividad	Descripción de la actividad	Responsable
3.1	Programación de recursos	Programar cada uno de los recursos para que todas las actividades directas y/o complementarias puedan ser realizadas dentro de los tiempos programados.
3.2	Seguimiento y control	Llevar control del alcance, costo y tiempo del proyecto; esto deberá medirse en el programa del proyecto, control presupuestal y técnica del valor ganado.
		Planner Gerente de adquisiciones Gerente de recursos humanos Gerente del proyecto Área de ingeniería
		Gerente de proyecto Planner

9. CONCLUSIONES

Después de hacer un análisis de varios proyectos relacionados con la construcción y mantenimiento de ductos para el transporte de gas, hidrocarburos y sus derivados, se puede concluir que en la gran mayoría de ellos son repetitivas las fallas en su desarrollo, debido principalmente a:

- Errores en el proceso licitatorio, debido a que en Colombia, las entidades contratantes pretenden que sus obras se desarrollen con costos relativamente bajos, situación que es más probable lograr si no se divulga algunas situaciones generadoras de dificultades, que finalmente se traducen en sobre costos y sobretiempos.
- Con frecuencia el contratista (constructor) opta por correr riesgos altos, en procura de ahorrar costos y tiempos.
- En el gremio de la construcción de ductos para el transporte de gas, hidrocarburos y sus derivados, la gran mayoría de ejecutantes directos en campo (capataz, supervisor, etc.) son personas de mucha experiencia en la rama y generalmente no aceptan recomendaciones ni sugerencias y consideran que los inconvenientes que se presentan son normales, porque siempre ocurren, sin preocuparse por eliminarlos, corregirlos o mitigarlos.
- Las exigencias ambientales, seguridad ocupacional, derechos humano, etc., actualmente son más estrictas con relación a épocas anteriores y por lo general en el proceso licitatorio no es considerada su repercusión (incidencia) en tiempos y costos durante el proceso constructivo.

- En la gran mayoría de proyectos de construcción de ductos para el transporte de gas, hidrocarburos y sus derivados, no se adelanta un proceso de planeación acorde a cada situación específica, generalmente se replican los de otros proyectos sin considerar que cada proyecto tiene necesidades y compromisos diferentes.

10. RECOMENDACIONES

Se recomienda para futuros proyectos de construcción de líneas para el transporte de gas, hidrocarburos y sus derivados, se tenga en cuenta el protocolo generado en esta monografía, haciendo énfasis en:

- En los estudios preliminares y de ingeniería de detalle, se debe tener en cuenta las condiciones anormales que afecten el normal desarrollo de la construcción.
- Antes del inicio de la fase de construcción y seguimiento, se deben realizar recorridos puntuales a los sitios identificados como críticos, e implementar las estrategias a seguir de tal manera que no se generen contratiempos al llegar al punto con la construcción de la línea regular.
- En la elaboración del PDT involucrar además del método de La Ruta Crítica, el método de La Cadena Crítica. Debido a que los recursos disponibles entran a jugar un papel muy importante dentro de la cadena crítica, obligando a implementar recursos adicionales cuando se presente la simultaneidad en el desarrollo de las tareas.
- Los contratantes y contratistas deben implementar para su personal que eviten la resistencia al cambio.

BIBLIOGRAFÍA

ASORINOQUIA. Mapa Oleoducto al Pacífico [en línea] [citado 11 de diciembre de 2014], disponible en: <http://www.asorinoquia.org/sites/default/files/images/Corredor.jpg>

CHAMOUN NICOLÁS, Juan Yamal. Administración Profesional de Proyectos México, D.F, McGraw-Hill, 2002.

DAVID A. WILLOUGH. Horizontal Directional Drilling, McGraw-Hill.

DINAGAS. Mapa Gasoductos [en línea] [citado 17 de diciembre de 2014] disponible en: <http://www.dinagas.com.co/images/mapa-gasoductos.gif>

ECOPETROL. Mapa oleoductos Alto Magdalena [en línea] [citado 17 de diciembre de 2014] disponible en: <http://www.ecopetrol.com.co/documentos/mapa-oleoductos-altomagdalena.gif>

ECOPETROL. Mapa Oleoductos. [en línea] [citado 16 de diciembre de 2014] disponible en: <http://www.ecopetrol.com.co/documentos/mapa-poliductos.gif>

LA VOZ DEL CINARUCO. Oleoducto Caño Limón Coveñas. [en línea] [citado 12 de diciembre de 2014], disponible en: <http://www.lavozdelcinaruco.com/data/archivos/galerias/1/OLEODUCTO%20CANO%20LIMON.jpg>

PLAN DE EJECUCIÓN DE PROYECTOS. Línea Arguaney-Banadia

PMO INFORMATICA.COM. La Oficina de Proyectos de Informática Guía del PMBOK ® Quinta edición [en línea] [Citado 18 de diciembre de 2014], disponible en: <http://www.pmoinformatica.com/2013/08/borrador-pmbok-5-en-espanol.html>

PROJECT MANAGMENT INSTITUTE. Guía de los fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK®). Quinta edición.

SLIDESHARECDN. Transporte por oleoductos . [en línea] [citado 13 de diciembre de 2014] disponible en: <http://image.slidesharecdn.com/transporteporductos-121020001900-phpapp02/95/transporte-por-ductos-83-638.jpg?cb=1350710569>

SOPETROIL. Adaptación Pipe. [en línea] [citado 14 de diciembre de 2014], disponible en: <http://sopetroil.com/html/cruces.html>

SOPETROIL. Adaptación Rig side. [en línea] [citado 14 de diciembre de 2014], disponible en: <http://sopetroil.com/html/cruces.html>

VBOUVIER. Mapa oleoductos. [en línea] [Citado 17 de diciembre de 2014] disponible en: <https://vbouvier.files.wordpress.com/2013/11/mapa-oleoductos.gif>

ANEXOS

Anexo A. Listado y clasificación de inconvenientes (Parte I)

ID	DESCRIPCIÓN DE LOS INCONVENIENTES	CAUSA BÁSICA	MITIGACIÓN A INTEGRAR EN EL PROTOCOLO MEJORADO	TIPO DE INCONVENIENTE
11	Repetición de localización preliminar	Desconocimiento de exigencias para trabajar en DDVC	Inclusión de condiciones para trabajar en DDVC en pliego de condiciones.	Previsible
12	Condiciones adicionales para levantamiento de la línea base	Desconocimiento de exigencias para trabajar en DDVC	Inclusión de condiciones para trabajar en DDVC en pliego de condiciones.	Previsible
13	Localización de líneas existentes y apiques manuales para visualizar las líneas existentes	Desconocimiento de exigencias para trabajar en DDVC	Inclusión de condiciones para trabajar en DDVC en pliego de condiciones.	Previsible
14	Condiciones especiales para los cruces entre líneas	Desconocimiento de exigencias para trabajar en DDVC	Inclusión de condiciones para trabajar en DDVC en pliego de condiciones.	Previsible
15	Restricciones para el movimiento de maquinarias en la ejecución de los trabajos del DDVC	Desconocimiento de exigencias para trabajar en DDVC	Inclusión de condiciones para trabajar en DDVC en pliego de condiciones.	Previsible

ID	DESCRIPCION DE LOS INCONVENIENTES	CAUSA BÁSICA	MITIGACIÓN A INTEGRAR EN EL PROTOCOLO MEJORADO	TIPO DE INCONVENIENTE
16	No acogimiento del seguimiento y estándares de otras compañías	Desconocimiento de exigencias para trabajar en DDVC	Inclusión de condiciones para trabajar en DDVC en pliego de condiciones.	Previsible
17	Presentación de diseños a otras compañías	Desconocimiento de exigencias para trabajar en DDVC	Inclusión de condiciones para trabajar en DDVC en pliego de condiciones.	Previsible
18	Construcción de obras adicionales por pasos por lomos angostos	Problemas GEOTECNICOS	Inclusión en el recorrido de visita de obra en el proceso licitatorio.	Previsible

Anexo B. Listado y clasificación de inconvenientes (Parte II)

ID	DESCRIPCION DE LOS INCONVENIENTES	CAUSA BÁSICA	MITIGACIÓN A INTEGRAR EN EL PROTOCOLO MEJORADO	TIPO DE INCONVENIENTE
I9	Construcción de obras adicionales Por pasos en sitios inestables	Problemas GEOTECNICOS	Inclusión en el recorrido de visita de obra en el proceso licitatorio.	Previsible
I10	Paso por sectores de alta pendiente	Problemas GEOTECNICOS	Inclusión en el recorrido de visita de obra en el proceso licitatorio.	Previsible
I11	Paso por terrenos saturados	Problemas GEOTECNICOS	Inclusión en el recorrido de visita de obra en el proceso licitatorio.	Previsible
I12	Paso por paramos	Problemas AMBIENTALES	Inclusión en el recorrido de visita de obra en el proceso licitatorio.	Previsible
I13	Paso por sectores con especies vegetales en vía de extinción	Problemas AMBIENTALES	Inclusión en el recorrido de visita de obra en el proceso licitatorio.	Previsible
I14	Paso por nacederos de agua	Problemas AMBIENTALES	Inclusión en el recorrido de visita de obra en el proceso licitatorio.	Previsible

ID	DESCRIPCION DE LOS INCONVENIENTES	CAUSA BÁSICA	MITIGACIÓN A INTEGRAR EN EL PROTOCOLO MEJORADO	TIPO DE INCONVENIENTE
I15	Manejo de especies epifitas	Problemas AMBIENTALES	Inclusión en el recorrido de visita de obra en el proceso licitatorio.	Previsible
I16	Protestas por inconformidad en el porcentaje de materiales adquiridos en el comercio local	Problemas SOCIALES	Inclusión en la socialización del proyecto, e implementación del uso de recursos locales	Previsible

Anexo C. Listado y clasificación de inconvenientes (Parte III)

ID	DESCRIPCION DE LOS INCONVENIENTES	CAUSA BÁSICA	MITIGACIÓN A INTEGRAR EN EL PROTOCOLO MEJORADO	TIPO DE INCONVENIENTE
I17	Protestas por la no contratación de vehículos de la región	Problemas SOCIALES	Inclusión en la socialización del proyecto	Previsible
I18	Protestas por la no construcción de obras en la región	Problemas SOCIALES	Inclusión en la socialización del proyecto	Previsible
I19	Retrasos por el no acceso a predios debido a inconformidades por propietarios	Problemas INMOBILIARIOS	Inclusión en la socialización del proyecto	Previsible
I20	Retrasos por el no acceso a predios debido a la presión de los propietarios para obtener mayores beneficios	Problemas INMOBILIARIOS	Inclusión en la socialización del proyecto	Previsible
I21	Suspensión por afectación a la integridad de las propiedades de otras compañías del DDVC	Problemas por DDVC	Inclusión de condiciones para trabajar en DDVC en Pliego de condiciones	Previsible
I22	Omisión de estudios y/o ensayos complementarios que conllevaron a inconvenientes en el cruce por PHD	Falsas economías y exceso de confianza	Inclusión de la obligatoriedad en el pliego de condiciones. Evitar los contratos con la modalidad de precio global fijo.	Previsible

ID	DESCRIPCION DE LOS INCONVENIENTES	CAUSA BÁSICA	MITIGACIÓN A INTEGRAR EN EL PROTOCOLO MEJORADO	TIPO DE INCONVENIENTE
I23	Atascamiento de la lingada durante el lanzamiento por el método PHD	Falsas economías y exceso de confianza	Inclusión en el pliego de condiciones el dimensionamiento mínimo del rimado para cruces por el método PHD. Evitar los contratos por la modalidad EPC (ENGINEERING, PROCUREMENT AND CONSTRUCTION)	Previsible
I24	Pérdida de obras de contención por avalanchas	Hidráulica de cauces	Manejo de cauces	Previsible

Anexo D. Protocolo para la planeación, del proceso licitatorio y construcción de ductos para el transporte de hidrocarburos

(Ver Documento adjunto)

Anexo E Comparación cronograma ejecutado vs cronograma con protocolo

(Ver Documento adjunto)