

**REDIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE CRUDO  
COMBUSTIBLE Y DIÉSEL EN LA PLANTA CAUCASIA**

**ECOPETROL S.A.**

**RICHARD ALONSO PEÑARANDA VILLAMIZAR**

**INFORME DE PRÁCTICA PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO INDUSTRIAL**

**ASESOR PRÁCTICA ACADÉMICA**

María Elena Bedoya Gómez



**UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA**  
1803  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**CAUCASIA-ANTIOQUIA**

**2018**

## Contenido

1. Glosario.....	6
2. Resumen.....	9
3. Introducción.....	10
4. Objetivos.....	12
4.1. Objetivo General.....	12
4.2. Objetivos específicos.....	12
5. Planteamiento del Problema.....	13
5.1. Descripción de los Antecedentes.....	13
5.2. Formulación del Problema.....	14
6. Marco Teórico.....	16
6.1. Generalidades de la empresa.....	16
6.1.1. Misión.....	16
6.1.2. Visión.....	17
6.2. Conceptos y herramientas aplicadas durante el desarrollo de la práctica.....	20
6.2.1. Almacenamiento.....	20
6.2.2. Dimensionamiento del tanque.....	21
6.2.3. Requerimientos del fabricante CATERPILLAR para el crudo combustible Densidad (Calidad API).....	22
6.2.4. Gestión de Proyectos.....	24
6.2.5. Gestión de Procesos Metodología PMI.....	24
6.2.5.1. Pasos para la metodología PMBOK del PMI.....	25

6.2.6.	Mejora continua ciclo PHVA.....	27
6.2.5.1.	Planear.....	28
6.2.5.2.	Hacer.....	29
6.2.5.3.	Verificar.....	29
6.2.5.4.	Actuar .....	29
6.2.6.	Diagramas de Flujo.....	29
7.	Metodología .....	30
7.1.	Fase I: Gestión del proyecto.....	30
7.1.1.	Proceso de Iniciación .....	30
7.1.2.	Proceso de Planificación .....	30
7.3.	Fase III: Requerimiento de Adquisiciones .....	31
7.3.1.	Equipos Adquiridos .....	31
7.3.2.	Servicios Adquiridos.....	31
7.3.3.	Planos .....	31
7.4.	Fase IV: Implementación .....	31
7.5.	FASE V: Arranque del Sistema .....	31
7.6.	Fase VI: Término de Obra.....	32
7.7.	Análisis estadístico .....	32
8.	Resultado y Análisis .....	36
8.1	Propuestas de mejora .....	40
8.2	Lecciones aprendidas.....	41
9.	Conclusiones.....	42
	Referencias bibliográficas .....	45

10. Anexos.....	47
Anexo 1. Acta de Constitución del Proyecto .....	47
Anexo 2. Lineamientos del Proyecto .....	48
Anexo 3. Registro de Interesados.....	53
Anexo 4. Plan de Gestión del Alcance.....	56
Anexo 5. Desarrollo de la Propuesta .....	57
Anexo 6. Plan de la Gestión de Requisitos .....	59
Anexo 7. Línea Base del Alcance .....	63
Anexo 8. Estructura Detallada de Trabajo (EDT) .....	64
Anexo 9. Plan de Gestión de Costo.....	65
Anexo 10. Plan de Gestión de Tiempo .....	69
Anexo 11. Formato de Requerimiento De Cambio.....	72

### **Lista de Ilustraciones**

Ilustración 1 Mapa estratégico ECOPETROL. Fuente: web ECOPETROL S.A.	16
Ilustración 2 Esquema ODC. Fuente: oleoductodecolombia.com.....	17
Ilustración 3 Sistema de Oleoductos Ecopetrol. Fuente: <a href="https://www.casadebolsa.com.co">https://www.casadebolsa.com.co</a> .....	18
Ilustración 4 Ubicación de la Planta Caucasia. Fuente propia. ....	19
Ilustración 5 tanques del sistema de combustible de la Planta Caucasia ODC.- Fuente propia.....	19
Ilustración 6 PMI relación entre las áreas de conocimiento y los grupos de proceso. Fuente: <a href="http://www.todoPMP.com">www.todoPMP.com</a> .....	25
Ilustración 7 Ciclo PHVA. Fuente: <a href="http://www.calidadtotal.com">www.calidadtotal.com</a> .....	28

Ilustración 8 Grafico registro de consumos mensuales planta Caucasia 2013-2018. Fuente:propia. ....	33
Ilustración 9 Diagrama de Ejecución del Proyecto. Fuente Propia. ....	34
Ilustración 10 Diagrama de Flujo Proyecto Tanques. Fuente: propia .....	35
Ilustración 11 Ubicación de los Tanques de Combustible Planta Caucasia ODC. Fuente: propia .....	38
Ilustración 12 Plano PI&D de la Modificación Propuesta para el Sistema de Almacenamiento de Combustibles en la Planta Caucasia del ODC. Fuente: propia .....	38
Ilustración 13 Plano Isométrico del Montaje a realizar. Fuente: propia .....	39

### Lista de tablas

Tabla 1 Especificaciones para el combustible motores serie 3600. Fuente www.CATERPILLAR.com.....	23
Tabla 2 Resumen mensual consumos diésel últimos 5 años .....	32
Tabla 3 Datos estadística descriptiva consumos mensuales diésel 2018 Planta Caucasia .....	33
Tabla 4 comparativa actual sistema de crudo combustible y diésel. Fuente: propia .....	36
Tabla 5 Comparativo actual capacidades de almacenamiento redimensionadas a las necesidades reales de la planta. ....	37

## 1. Glosario

- **Altura de Referencia:** Es la distancia desde el fondo del tanque hasta el punto de referencia
- **ANSI:** (*American National Standards Institute*), es una organización sin fines de lucro que supervisa el desarrollo de estándares para productos, servicios, procesos y sistemas.
- **API:** El American Petroleum Institute, conocido comúnmente como API, en español Instituto Americano del Petróleo, es la principal asociación comercial de los EE.UU. representando cerca de 400 corporaciones implicadas en la producción, el refinamiento, la distribución, y muchos otros aspectos de la industria del petróleo y del gas natural.
- **Barril:** Unidad de medida volumétrica equivalente a 42 galones.
- **Bache:** Lote o volumen de crudo de determinada calidad. En el ODC el esquema de transporte se maneja por baches de crudo castilla, crudo mezcla y crudo rubiales.
- **Bls:** Significa barriles estándar de petróleo, la que es equivalente a 42 galones (158,98 litros)
- **Cinta de Medición:** Es la cinta de acero, graduada, usada para la medición de un producto en un tanque.
- **Crudo:** El petróleo crudo es una mezcla de hidrocarburos líquidos aun sin recibir ningún tratamiento.
- **Crudo Combustible:** Crudo que ha sido tratado por centrifugación para separar los residuos sólidos y el contenido de agua. Crudo en condiciones para ser usado como combustible en los motores de combustión interna.

- **Grado API:** Es una medida de densidad que, en comparación con el agua a temperaturas iguales, precisa cuán pesado o liviano es el petróleo.
- **Isométrico:** Representación simplificada que permite ver con claridad los componentes del sistema y se suelen identificar con ítems para que quien interpreta el plano determine la cantidad o detalles de los componentes.
- **ECOPETROL:** Empresa Colombia de Petróleo.
- **ODC:** Oleoducto de Colombia una filial del grupo empresarial ECOPEPETROL.
- **Medición a fondo:** Este método consiste en bajar una cinta con su plomada al interior del tanque hasta tocar ligeramente el fondo de este. El nivel del líquido se determina por la lectura correspondiente a una marca de la cinta mojada. El uso de este método se aplica para el aforo de tanques de cualquier tipo, a fin de realizar la medición del nivel total del líquido y el del agua libre en el fondo del tanque. Para esta medición se utiliza la siguiente formula  $NL = \text{cm}$ .
- **Medición a vacío:** Este método consiste en bajar una cinta con la plomada al interior del tanque hasta penetrar una cierta profundidad del nivel del líquido. El uso de este método se aplica al aforo de tanques de cualquier tipo, incluyendo la medición del nivel de agua libre; siempre y cuando el tanque tenga su plataforma de aforo y su respectivo punto de referencia y su correspondiente altura de referencia.
- **NPSHR:** (Net Positive Suction Head Required) indica la succión de ingreso, expresada en metros de columna de agua, requerida por la bomba para comportarse de acuerdo a su curva de performance y

para evitar la evaporación y (eliminar) la cavitación dentro de la bomba.

- **P&ID:** (Piping and Instrumentation Diagram, P&ID) es un diagrama que muestra el flujo del proceso en las tuberías, así como los equipos instalados y el instrumental.
- **PMI:** (Project Management Institute) Es una organización sin fines de lucro que avanza la profesión de la dirección de proyectos a través de estándares y certificaciones reconocidas mundialmente.
- **Proyecto:** De conformidad con el Project Management Institute (PMI), "un proyecto es un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único.
- **Sprinklers:** Los rociadores automáticos o regadores automáticos (en inglés fire sprinklers), son uno de los sistemas de extinción de incendios. Generalmente forman parte de un sistema contra incendio basado en una reserva de agua para el suministro del sistema y una red de tuberías de la cual son elementos terminales. Por lo general se activan al detectar los efectos de un incendio, como el aumento de temperatura asociado al fuego, o el humo generado por la combustión
- **Tanque:** Recipiente para almacenamiento de fluidos gas y líquidos.
- **TK-501:** Tanque de almacenamiento de crudo combustible con capacidad de 2000 Bls.
- **TX-501:** Tanque de almacenamiento de diésel con capacidad de almacenamiento de 2000 Bls equivalentes a 84000 galones.
- **TX-502:** tanque de almacenamiento diésel para consumo diario con capacidad de 200 Bls equivalentes a 8400 galones.
- **Válvula:** Dispositivo mecánico para controlar fluidos.
- **Vasconia:** Estación inicial del oleoducto Colombia ODC.

## 2. Resumen

Se realizó un estudio de la capacidad instalada de almacenamiento de combustibles vs los registros de consumo diario mediante la recolección de datos diarios de consumos de combustible.

Aplicando técnicas de análisis estadístico a los registros diarios de consumo de diésel se pudo observar que la capacidad de almacenamiento de diésel diario el TX-502 (8000 gls) era suficiente para cubrir las necesidades de la planta y por lo tanto, se podía disponer del TX-501 para almacenar crudo combustible.

Por lo tanto, era viable aprovechar la infraestructura existente de tanques de almacenamiento de combustible para adecuarla a las necesidades actuales. Fundamentalmente, se necesitaba incrementar la capacidad de almacenamiento de crudo combustible sin necesidad de construir un nuevo tanque; solo se requirió sacar de servicio el TX-501 como tanque de diésel y construir una interconexión con el sistema de recibo de crudo para que de ahora en adelante pueda almacenar crudo combustible y duplicar de esta manera el almacenamiento de crudo combustible para las unidades.

### 3. Introducción

En el desarrollo de este trabajo se contó con la máxima colaboración de toda la empresa ECOPETROL S.A. especialmente de la gerencia de operaciones norte, la jefatura de departamento de operaciones puerto Coveñas y la coordinación de la Planta Caucasia.

El reto fué realizar el trabajo sin afectaciones a las operaciones diarias de la planta y garantizar que la nueva capacidad de almacenamiento propuesta para el combustible diésel fuera suficiente, ya que se reduciría significativamente.

Los registros históricos de consumo de combustible diésel y el registro de las calidades del crudo combustible de los últimos 5 años fueron la base para elaborar la propuesta para redimensionar la capacidad de almacenamiento reduciendo la diésel y duplicando la de crudo combustible en vista de asegurar existencias suficientes de los crudo de mejor calidad.

La metodología para gestionar y dirigir este proyecto es la del PMI, que trata de estandarizar la dirección de proyectos y se consolida como la institución referente para proyectos.

ECOPETROL S.A. es la empresa más grande del país y la principal compañía petrolera en Colombia. Por su tamaño, pertenece al grupo de las 39 petroleras más grandes del mundo y es una de las cinco principales de Latinoamérica. Oleoducto de Colombia es una de las filiales del grupo empresarial ECOPETROL.

La aplicación de esta metodología en una planta contribuye a fortalecer el desempeño integral del grupo de operaciones y mostrar que además de las competencias propias del cargo, el personal de operaciones puede contribuir con el mejoramiento continuo de la empresa para dar valor agregado a su trabajo realizando análisis del proceso, identificando riesgos, limitaciones, formular soluciones y ejecutar las acciones correctivas y/o de mejora.

El Proyecto busca aprovechar la infraestructura existente para almacenamiento de combustibles en la planta Caucaasia del ODC y dimensionar esta capacidad a las necesidades actuales de operación.

El almacenamiento de crudo combustible va a duplicar su capacidad al interconectar Los TK-501 y TX-501 por vasos comunicantes con una línea por construir de 6" ANSI 150 y poder así usar el TX-501 como tanque de almacenamiento de crudo combustible. Mientras que el Sistema de almacenamiento de combustible diésel se reducirá a solo la capacidad de almacenamiento del TX-502.

## 4. Objetivos

### 4.1. Objetivo General

Optimizar el sistema de almacenamiento de combustibles tanto diésel como crudo dimensionándolos a las necesidades actuales.

### 4.2. Objetivos específicos

- Observar, comprender y analizar el proceso actual.
- Diseñar, Operar y Mantener Sistemas de Hidrocarburos de una manera óptima y confiable.
- Duplicar la capacidad de almacenamiento de crudo combustible para autoconsumo de la planta Caucasia.
- Garantizar la continuidad operativa del bombeo.
- Reducir costos operativos.
- Mantener un ambiente de trabajo agradable, donde se pueda lograr un buen trabajo en equipo con eficiencia y productividad.
- Plantear ideas y propuestas que puedan surgir durante el período de la práctica.

## 5. Planteamiento del Problema

### 5.1. Descripción de los Antecedentes

Los motores de las unidades principales de la estación ODC operan con crudo combustible, utilizando el diésel únicamente para arranques y paradas de las mismas. Normalmente dos de estos motores de las unidades principales de bombeo funcionan las 24 horas del día, los 7 días de la semana. Su operación es constante durante todo el año. Los demás motores tales como: los motores de los generadores y el motor de una unidad contra incendio, utilizan el diésel como combustible pero su operación no es continua, normalmente solo funcionan pocos minutos cuando se les realiza la rutina semanal de prueba a sistema de contra incendios y a prueba a los generadores eléctricos de emergencia.

Por lo tanto de manera comparativa se requiere de una mayor capacidad para almacenar crudo combustible porque los equipos son más grandes, consumen más combustible y además porque trabajan continuamente, y no se necesita que el almacenamiento de diésel sea de la misma capacidad que el de crudo combustible porque su consumo es mucho menor.

Actualmente, el sistema de crudo combustible consta de un tanque de almacenamiento para crudo (TK-501, 2.000 bls), una planta de tratamiento Alfa-Laval, dos tanques diarios para el almacenamiento de crudo tratado (TK-502 / 503, 400 bls c/u). El sistema de diésel consta de un tanque para almacenamiento de diésel (TX-501, 2.000 bls) y otro para la operación diaria de las bombas principales (TX-502, 200 bls).

Inicialmente el oleoducto ODC transportaba varias clases de crudo, el crudo mezcla con 25 ° API, el crudo castilla con 21°API y crudo Cusiana de

36° API. Siendo el crudo Cusiana el de mejores condiciones para ser usado como crudo combustible para las unidades de la planta Caucaasia. La planta de tratamiento ALFA LAVAL se configuró para esta clase de crudo. Al reducirse la disponibilidad de crudo Cusiana, el sistema se adapta para usar crudo mezcla de 25°API como el nuevo crudo combustible con buen resultado para el funcionamiento de los motores.

Actualmente los crudos que transporta el ODC son crudo Rubiales de 17° API, crudo Castilla de 20 ° API y crudo mezcla de 22°API son crudos más pesados. Se procura que la estación Vasconia prepare un bache de crudo mezcla con la mejor calidad posible para ser usado como combustible en las unidades de la planta Caucaasia.

## **5.2. Formulación del Problema**

La capacidad actual del sistema de almacenamiento de crudo combustible es de 2.000 bls de los cuales 200 bls corresponden al volumen muerto del tanque y los otros 1.800 bls nominales son suficientes para abastecer durante 10 días las unidades de bombeo; pasados estos 10 días se requiere un nuevo abastecimiento de crudo para el autoconsumo de la Planta Caucaasia. Las bajas existencias de crudo combustible obligan a tomar el próximo bache de crudo mezcla que esté por llegar sin importar que su calidad no sea la mejor para usarlo como crudo combustible y por lo tanto, se coloca en riesgo al motor de la unidad de sufrir una avería mecánica. Cada motor tiene 12 cilindros, 12 inyectores a un costo de 1'000.000 cada uno.

La calidad API requerida de los crudos mezcla para ser usados como crudo combustible debe ser mayor a 25° API. Esta calidad se ha reducido

hasta llegar a 20.5° API y siendo poco frecuentes los baches con especificaciones aptas para ser tomados como crudo combustible.

Se busca incrementar la capacidad de almacenamiento de crudo combustible para aprovechar los baches de crudo mezcla con las mejores calidades disponibles para ser usadas como crudo combustible y reducir así mismo el riesgo de avería mecánica de los motores y la consecuente pérdida de disponibilidad de los equipos para la operación.

Referente al sistema de combustible diésel actualmente se recibe y almacena en el TX-501 que es un tanque de 2.000 bls (84.000 gls.). La misma capacidad de almacenamiento que se tiene para el crudo combustible. 13.818 gls corresponden al volumen muerto del TX-50. Recordemos que el volumen muerto de un tanque es la cantidad de producto en el fondo del tanque que no puede ser aprovechada porque ya no da el NPSHR<sup>1</sup> por las bombas de transferencia.

El TX-501 se mantiene en el nivel muerto 329 bls equivalentes a 13.818 gls que gradualmente se van evaporando. El costo promedio del galón de biodiesel para el mes de agosto en Colombia fue de \$9.906.

El volumen muerto del TX-501 tiene un costo de:  $3.818 \text{ gls} \times \$9.906/\text{gl} =$  **\$136'881.108 pesos** que se gastaron y no se pueden aprovechar mientras estén almacenados en el TX-501.

---

<sup>1</sup> NPSHR (Net Positive Suction Head Required) indica la succión de ingreso, expresada en metros de columna de agua, requerida por la bomba para comportarse de acuerdo a su curva de performance y para evitar la evaporación y (eliminar) la cavitación dentro de la bomba.

## 6. Marco Teórico

### 6.1. Generalidades de la empresa

Ecopetrol S.A. es la empresa más grande del país y la principal compañía petrolera en Colombia. Por su tamaño, Ecopetrol S.A. pertenece al grupo de las 39 petroleras más grandes del mundo y es una de las cinco principales de Latinoamérica. Oleoducto de Colombia es una de las filiales del grupo empresarial ECOPETROL.



Ilustración 1 Mapa Estratégico ECOPETROL. Fuente: web ECOPETROL S.A.

Teniendo como fundamentos los criterios de creación de valor, sostenibilidad, viabilidad financiera y nivel de riesgo. Con base en lo anterior se redefine la estrategia y se crea un nuevo Marco Estratégico, así como los lineamientos que orientarán el rumbo del Grupo Ecopetrol.

#### 6.1.1. Misión

Trabajamos todos los días para construir un mejor futuro:

- Rentable y sostenible
- Con una operación sana, limpia y segura
- Asegurando la excelencia operacional y la transparencia en cada una de nuestras acciones
- Construyendo relaciones de mutuo beneficio con los grupos de interés.

### 6.1.2 Visión

Ecopetrol será una compañía integrada de clase mundial de petróleo y gas, orientada a la generación de valor y sostenibilidad, con foco en Exploración y Producción, comprometida con su entorno y soportada en su talento humano y la excelencia operacional.

En Oleoducto de Colombia S.A. operamos un sistema de ductos que recorre 483 kilómetros que atraviesan el país. Para lograrlo, se cuenta con un centro administrativo y de planeación en Bogotá y con instalaciones de operación y mantenimiento en Vasconia, Caucasia y Coveñas.



Ilustración 2 Esquema ODC. Fuente: Oleoductodecolombia.com

La planta de Caucaasia es una estación de rebombeo<sup>2</sup> del oleoducto Colombia (ODC) cuenta con tres unidades principales de bombeo con motores de combustión interna CAT 3612 que utilizan combustible biodiesel para los ciclos de arranque y parada y crudo mezcla de 25 grados API<sup>3</sup> como combustible durante su operación a régimen normal.



Ilustración 3. Sistema de Oleoductos Ecopetrol, Fuente: <https://www.casadebolsa.com.co>

<sup>2</sup> Estación de Rebombeo: o estación booster, es una estación intermedia para reimpulsar con unidades de bombeo

<sup>3</sup> Grado API; Medida adimensional de la calidad de los hidrocarburos a mayor API el hidrocarburo es más livianos. Un crudo de 35 API es más liviano que un crudo de 20 API y por lo tanto más fácil de refinar

**ESQUEMA ACTUAL OPERATIVO SISTEMA VASCONIA - COVEÑAS**

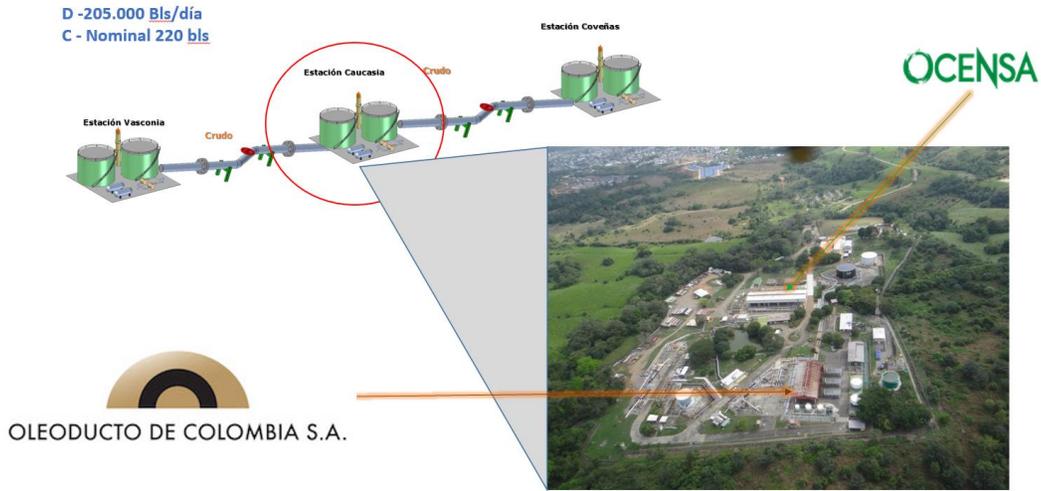


Ilustración 4 Ubicación de la Planta Caucaasia. Fuente propia.

**OBJETIVO**

- ✓ Aumentar capacidad de almacenamiento
- ✓ Mayor tiempo para decantación de producto
- ✓ Ahorro en consumo de energía, HH y repuestos por Utilización de Centrifugadora
- ✓ Mayor confiabilidad en los inyectores de las Unidades.

**SISTEMA ODC - CAUCASIA**

D - 205.000 Bls/día  
C - Nominal 220 Kbls



Ilustración 5. Tanques del Sistema de Combustible de la Planta Caucaasia ODC. Fuente propia

## **6.2. Conceptos y herramientas aplicadas durante el desarrollo de la práctica**

### **6.2.1. Almacenamiento<sup>4</sup>**

Los sistemas de almacenamiento de combustible se dimensionan principalmente de acuerdo a los requerimientos de los equipos. El sistema de combustible ha venido adaptándose a los cambios de productos disponibles. Inicialmente se usaban crudos livianos como el Cusiana; al reducirse la disponibilidad de este producto, se optó por una mezcla entre crudos mezcla y mezcla liviana.

Actualmente el ODC se autoabastece tomando crudo combustible de las mezclas con API mayores o iguales a 25 grados.

El combustible es una mezcla de crudos livianos con 25 grados de API en promedio, tomados directamente desde el ODC. Se almacena en un tanque con capacidad nominal de 2000 bls y operativa de 1800 bls (90% capacidad nominal). Teniendo en promedio un consumo diario de 125 Bls y descontando 336 bls de "volumen muerto" las existencias de este tanque solo son suficientes para 11 días de operación continua. O sea que se está requiriendo tres baches por mes de crudo mezcla en condiciones aptas para autoconsumo.

Ahora bien, los sistemas de combustible no solo deben considerar las cantidades requeridas sino también la disponibilidad de los productos. Es necesario redimensionar las facilidades instaladas y adecuarlas a las necesidades actuales de la planta.

---

<sup>4</sup> Información propia de mi autoría para la elaboración de los instructivos de proceso para almacenamiento de combustibles en la planta Caucasia.

Gracias a la disciplina operativa y excelencia operacional se han reducido considerablemente los consumos de diésel por lo que es suficiente el almacenamiento de biodiesel en el TX-502 de 400 bls para abastecer el consumo de las unidades principales.

### **6.2.2. Dimensionamiento del tanque**

Para el cálculo y dimensionamiento del tanque, se utilizará la norma API 650 (American Petroleum Institute) que establece los criterios para tanques de almacenamiento de agua o combustible y para tanques a presión atmosférica (Estrada, 1994).

Además, la norma API 650 cubre los criterios de diseño para los componentes a los que va ligado el tanque, como por ejemplo:

- Soldadura de componentes.
- Espesor de los paneles.
- Tuberías y conexiones al tanque.
- Pintura y mantenimiento.
- Protección catódica.

Teniendo en cuenta los requerimientos de consumo, se determina un número de tanques y el volumen de cada uno de ellos. El tiempo de operación con diésel corresponde a los 15 minutos de enfriamiento en el proceso de apagado o al tiempo que le tome a la unidad durante el proceso de arranque alcanzar los 149°F para que pueda asumir carga y recibir permiso de cambio de combustible de diésel a crudo.

Consumo promedio mensual durante el último año es de  $Q = 2.177$  galones / mes. Dato obtenido por balance volumétrico del TX-502.

$V_t = 2200$  galones

Aplicando un factor de seguridad del 4% se determina la capacidad total requerida:

$$V \text{ diseño tanque} = V_t \cdot 1.04$$

$$V \text{ diseño tanque} = 2.200 \cdot 1.04 = 2.288 \text{ se aproxima a } 2.300 \text{ gls.}$$

Un tanque para almacenar diésel con capacidad de 2.300 gls sería suficiente para cubrir los requerimientos operativos de la planta.

No se requiere construir ningún tanque nuevo dado que el TX-502 que se encuentra instalado tiene una capacidad de 8.200 gls, suficientes para operar durante 3.5 meses.

### **6.2.3. Requerimientos del fabricante CATERPILLAR para el crudo combustible Densidad (Calidad API)**

La gravedad específica se define como la densidad de un material en comparación con la densidad del agua. La gravedad específica del combustible se determina a una temperatura de 15.5 ° C, y el agua está a la misma temperatura. La gravedad específica es la relación entre el peso en un volumen dado y el agua. La gravedad específica se mide cuando se coloca un hidrómetro en el combustible. Teniendo en cuenta el punto en que el nivel se cruza con la escala. Las correcciones deben hacerse de acuerdo con la temperatura de la muestra en el momento de la prueba.

La gravedad específica de un material aumenta con la densidad. Los combustibles de alta densidad se producen a través de procesos de craqueo. La principal preocupación con los combustibles de alta densidad es la separación. Los separadores con una tasa de flujo adecuada pueden eliminar el agua y las partículas sólidas en los combustibles. La densidad del

fuel oil no puede exceder los 991 kg / m<sup>3</sup> a 15 ° C (59 ° F) si se usa un separador convencional. Algunos separadores pueden limpiar el combustible con densidades de hasta 1010 kg / m<sup>3</sup> (CATERPILLAR, 2001)

**Caterpillar Requirements  
for Fuel Delivered to the Fuel Injection System of Caterpillar Engines\***

Fuel Properties and Characteristics	Preferred Fuels Distillates	Permissible Fuels	
		Blended Fuels	Crude Oil
Cetane Number PC Engines** DI Engines ***	35 minimum 40 minimum	35 minimum 40 minimum	35 minimum 40 minimum
Water and Sediment % Volume	0.1% maximum	0.5% maximum	0.5% maximum
Pour Point	6°C (10°F) below ambient temperature		
Cloud Point	Not higher than ambient temperature		
Sulfur	0.5% Maximum See page 4 to adjust oil TBN for higher sulfur content		
Viscosity at 38°C (100°F)	1.4 cSt minimum 20 cSt maximum	1.4 cSt minimum	20 cSt maximum
API Gravity	30 minimum 45 maximum		30 minimum 45 maximum
Specific Gravity	0.8017 minimum 0.875 maximum		0.8017 minimum 0.875 maximum
Gasoline and Naptha Fraction			35% maximum
Kerosene and Distillate Fraction			30% minimum
Carbon Residue	1.05%		3.5% maximum

$$\text{API Gravity (}^\circ\text{)} = \frac{141.5}{\text{Specific Gravity}} - 131.5$$

*Tabla 1 Especificaciones para el Combustible Motores serie 3600. Fuente [www.CATERPILLAR.com](http://www.CATERPILLAR.com)*

La densidad del fuel oil debe discutirse con el fabricante del separador. Esta discusión asegurará la entrega del tipo correcto de separador.

Nota: Una separación pobre conducirá a la obstrucción de los filtros. La separación deficiente también ocasionará el desgaste prematuro del motor. Estos problemas se deben a partículas y agua en el combustible.

#### **6.2.4. Gestión de Proyectos**

“Es la aplicación del conocimiento, de las habilidades, y de las técnicas para ejecutar los proyectos en forma eficiente y efectiva. Es una competencia estratégica para las organizaciones, y les permite atar los resultados de los proyectos a las metas del negocio, y así competir mejor en su mercado. La misma se ha practicado siempre informalmente, pero comenzó a surgir como una profesión distinta a mediados del siglo XX.

Un proyecto es una actividad grupal temporal para producir un producto, servicio, o resultado, que es único. Es temporal dado que tiene un comienzo y un fin definido, y por lo tanto tiene un alcance y recursos definidos. Es único ya que no es una operación rutinaria, sino un conjunto específico de operaciones diseñadas para lograr una meta particular”. (PMI , 2018)

#### **6.2.5. Gestión de Procesos Metodología PMI**

PMI son las siglas de “Project Management Institute”, una organización internacional sin ánimo de lucro, que se dedica al estudio y promoción de la Dirección de Proyectos. Esta organización pretende establecer un conjunto de directrices que orienten la dirección y gestión de proyectos, proponiendo aquellos procesos de gestión más habituales que la práctica ha demostrado que son efectivos. La asociación describe los fundamentos de la Dirección de Proyectos a través del texto, A Guide to the Project Management Body of Knowledge, (PMBOK® Guide), una guía donde se establecen los estándares que orientan la gestión de proyectos, y que configura lo que se considera como el método (OBS Business School, 2018)



### Grupos de procesos

Grupos de procesos							
Inicio	Planeación			Ejecución	Monitoreo y control		Cierre
2.- Identificar a los interesados	4.- Planificar el involucramiento de los interesados			29.- Gestionar la participación de los Interesados	39.- Monitorear el involucramiento de los interesados		
	26.- Planificar la gestión de las adquisiciones			34.- Efectuar las adquisiciones	48.- Controlar la adquisiciones		
	12.- Planificar la gestión de los riesgos	14.- Realizar el análisis cualitativo de riesgos	16.- Planificar la respuesta a los riesgos	36.- Implementar la respuesta a los riesgos		43.- Monitorear los riesgos	
	13.- Identificar los riesgos	15.- Realizar el análisis cuantitativo de riesgos		33.- Gestionar las comunicaciones		42.- Monitorear las comunicaciones	
	25.- Planificar la gestión de las comunicaciones.			30.- Adquirir recursos	31.- Desarrollar el equipo	32.- Dirigir al equipo	45.- Controlar los recursos
	17.- Planificar la gestión de recursos			35.- Gestionar la calidad			44.- Controlar la calidad
	20.- Estimar los recursos de las actividades			41.-Controlar los costos			
	24.- Planificar la gestión de la calidad			40.- Controlar el cronograma			
	18.- Planificar la gestión de los costos	19.- Estimar los costos	23.- Determinar el presupuesto	46.- Validar el alcance			
	9.- Planificar la gestión del cronograma	11.-Secuenciar las actividades	22.- Desarrollar el cronograma	47.- Controlar el alcance			
	10.- Definir las actividades	21.- Estimar la duración de las actividades		37.- Monitorear y controlar el trabajo del proyecto			38.- Realizar el control integrado de cambios
	5.- Planificar la gestión del alcance	7.- Definir el alcance		27.- Dirigir y gestionar el trabajo del proyecto			49.- Cerrar el proyecto o fase
	6.- Recopilar los requisitos	8.- Crear la EDT/WBS		28.- Gestionar el conocimiento del proyecto			
1.- Desarrollar el acta de constitución del proyecto	3.- Desarrollar el plan para la dirección del proyecto			37.- Monitorear y controlar el trabajo del proyecto		38.- Realizar el control integrado de cambios	
	27.- Dirigir y gestionar el trabajo del proyecto			28.- Gestionar el conocimiento del proyecto		49.- Cerrar el proyecto o fase	



Adaptación: Ing. Oscar Gascón PMP  
todopmp.com

### Relación entre las áreas de conocimiento y los grupos de procesos

Ilustración 6 PMI Relación entre las Áreas de Conocimiento y los Grupos de Proceso. Fuente: [www.todoPMP.com](http://www.todoPMP.com)

#### 6.2.5.1. Pasos para la metodología PMBOK del PMI

Un proyecto se logra con la integración de los procesos de la administración de proyectos. El PMBOK utiliza una variación del Ciclo de Deming para el mejoramiento continuo con 5 etapas del ciclo de vida.

#### Planeación:

- Autorice el proyecto
- Comprometa a la organización con el proyecto o fase
- Fije la dirección general

- Defina los objetivos de nivel superior del proyecto
- Asegure las aprobaciones y los recursos necesarios
- Valide el alineamiento del proyecto con los objetivos generales del negocio
- Asigne un encargado del proyecto
- Integración administrativa

### **Ejecución:**

- Defina el alcance del proyecto
- Refine los objetivos del proyecto
- Defina todos los entregables requeridos
- Cree el marco para el cronograma del proyecto
- Proporcione el foro para la información que compartirá con los miembros del equipo y stakeholders
- Defina todas las actividades requeridas
- Ordene secuencialmente todas las actividades
- Identifique las habilidades y los recursos requeridos
- Estime el esfuerzo de trabajo
- Efectúe el análisis de riesgos y de contingencia
- Defina y estime todos los costos requeridos
- Obtenga la aprobación de financiamiento del proyecto
- Establezca su plan de la comunicación
- Coordine los recursos, desarrollo del equipo
- Aseguramiento de la calidad
- Seleccione y acerque a los subcontratistas
- Distribuya la información
- Trabaje el plan

### **Supervisión y Control:**

- Gestión del equipo, stakeholders y subcontratistas
- Medición del progreso y supervisión del desempeño (general, alcance, cronograma, costos, calidad)
- Toma de acciones correctivas donde sean necesarias. Resolución del tema y avance
- Gestión de los cambios solicitados
- Gestión del Riesgo (técnico, calidad, desempeño, gerencia de proyecto, organización, externo)
- Informes de desempeño. Comunicaciones

### **El cierre:**

- Concluya las actividades
- Cierre administrativo hacia fuera (el frunce, distribuye, información del archivo para formalizar la terminación del proyecto, aceptación/fin de conexión, evaluación, valoraciones del miembro, las lecciones aprendidas).
- Cierre de contrato (terminación del contrato de proyecto incluyendo la resolución de temas inconclusos y la aceptación formal de la entrega final). La gerente de proyecto es responsable de los objetivos del proyecto entregar el producto final que se ha definido, dentro de los apremios del alcance del proyecto, del tiempo, del costo y de la calidad requerida.

#### **6.2.6. Mejora continua ciclo PHVA**

En la actualidad, las empresas tienen que enfrentarse a un nivel tan alto de competencia que para poder crecer y desarrollarse, y a veces incluso para lograr su propia supervivencia, han de mejorar continuamente, evolucionar y renovarse de forma fluida y constante. El ciclo PHVA de mejora

continua es una herramienta de gestión presentada en los años 50 por el estadístico estadounidense Edward Deming.

Tras varias décadas de uso, este sistema o método de gestión de calidad se encuentra plenamente vigente (ha sido adoptado recientemente por la familia de normas ISO) por su comprobada eficacia para: reducir costos, optimizar la productividad, ganar cuota de mercado e incrementar la rentabilidad de las organizaciones. Logrando, además, el mantenimiento de todos estos beneficios de una manera continua, progresiva y constante.

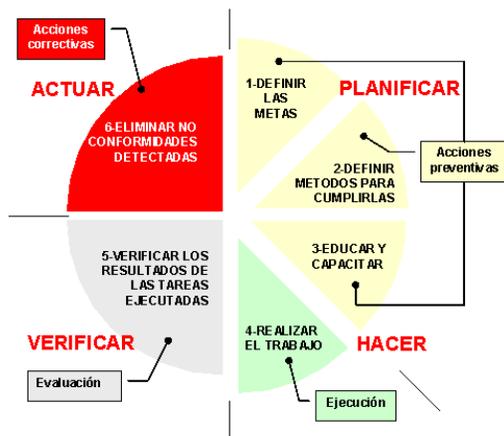


Ilustración 7. Ciclo PHVA. Fuente: [www.calidadtotal.com](http://www.calidadtotal.com)

Las siglas del ciclo o fórmula PHVA forman un acrónimo compuesto por las iniciales de las palabras Planificar, Hacer, Verificar y Actuar. Cada uno de estos 4 conceptos corresponde a una fase o etapa del ciclo:

### 6.2.5.1. Planear

En la etapa de planificación se establecen objetivos y se identifican los procesos necesarios para lograr unos determinados resultados de acuerdo a las políticas de la organización. En esta etapa se determinan también los parámetros de medición que se van a utilizar para controlar y seguir el proceso.

#### **6.2.5.2. Hacer**

Consiste en la implementación de los cambios o acciones necesarias para lograr las mejoras planteadas. Con el objeto de ganar en eficacia y poder corregir fácilmente posibles errores en la ejecución, normalmente se desarrolla un plan piloto a modo de prueba o testeo.

#### **6.2.5.3. Verificar**

Una vez se ha puesto en marcha el plan de mejoras, se establece un período de prueba para medir y valorar la efectividad de los cambios. Se trata de una fase de regulación y ajuste.

#### **6.2.5.4. Actuar**

Realizadas las mediciones, en el caso de que los resultados no se ajusten a las expectativas y objetivos predefinidos, se realizan las correcciones y modificaciones necesarias. Por otro lado, se toman las decisiones y acciones pertinentes para mejorar continuamente el desarrollo de los procesos. (ISOtools, 2015).

#### **6.2.6. Diagramas de Flujo**

Un diagrama de flujo es una representación gráfica de la secuencia de etapas, operaciones, movimientos, esperas, decisiones y otros eventos que ocurren en un proceso. Su importancia consiste en la simplificación de un análisis preliminar del proceso y las operaciones que tienen lugar al estudiar características de calidad. Ésta representación se efectúa a través de formas y símbolos gráficos usualmente estandarizados, y de conocimiento general. Los ingenieros industriales usualmente recurrimos a la norma ASME - Guía para la elaboración de un diagrama de proceso.

## 7. Metodología

Para desarrollar este trabajo se utilizaron varias metodologías, entre ellas el análisis estadístico y la gestión de proyectos de acuerdo al PMI<sup>5</sup>

El trabajo se ejecutó como un proyecto aplicando la metodología del PMI desarrollando varias fases. Abajo se listan las fases del proyecto y las actividades desarrolladas en cada fase, a saber:

### 7.1. Fase I: Gestión del proyecto

#### 7.1.1. Proceso de Iniciación

- Gestión de la Integración: Acta de constitución del proyecto. Para mayor información ver Anexo 1. Acta de Constitución del Proyecto
- Gestión de las Comunicaciones: Registro de Interesados. Ver Anexo 3. Registro de Interesados

#### 7.1.2. Proceso de Planificación

- Gestión de la Integración: Plan para la Dirección del Proyecto.
- Gestión del Alcance:
  - ✓ Plan de Gestión del Alcance. Para mayor información ver Anexo 4. Plan de Gestión del Alcance del Proyecto.
  - ✓ Plan de gestión de requisitos.
  - ✓ Declaración del alcance del proyecto.
  - ✓ Estructura de Desglose de Trabajo- EDT.
  - ✓ Diccionario de la Estructura de Desglose de Trabajo- EDT
- Gestión de Tiempo: Plan de Gestión del Tiempo.  
Para mayor información ver Anexo 2. Lineamientos del Proyecto

---

<sup>5</sup> PMI es la sigla de Project Management Institute Es una organización sin fines de lucro que avanza la profesión de la dirección de proyectos a través de estándares y certificaciones reconocidas mundialmente

## **7.2. Fase II: Diseño**

- Dibujo isométrico del montaje.
- DCS (Sistema de control Distribuido) HMI  
Ver Anexo 5. Desarrollo de la Propuesta

## **7.3. Fase III: Requerimiento de Adquisiciones**

Ver Anexo 6. Plan de Gestión de Requisitos

### **7.3.1. Equipos Adquiridos**

- Tubería de acero 6" ANSI 150
- Válvula manual 6" x 150.

### **7.3.2. Servicios Adquiridos**

- Servicio de Soldadura API
- Servicio de Montaje mecánico
- Servicio de Gestión HSE
- Servicio de Logística baños portátiles

### **7.3.3. Planos**

- Actualización Plano PID
- Actualización DGC Diagrama Grande de Control.
- Actualización gráficos en el DCS (Sistema de control Distribuido)  
HMI

## **7.4. Fase IV: Implementación**

- Prefabricado del montaje
- Prueba hidrostática del montaje
- Prueba de fintas y RX a las soldaduras
- Trasiego del diésel remanente en el TX-501 hacia el TX-502

## **7.5. FASE V: Arranque del Sistema**

### **7.5.1. Comisionamiento**

- Prueba de estanqueidad a las válvulas.

- Inspección de soportes de tubería.
- Inspección Kit de aislamiento eléctrico de protección catódica

### 7.5.2. Puesta en marcha

- Prueba de recibo de crudo combustible con los tanques TK-501 y TX-501 en paralelo por vasos comunicantes.

### 7.5.3. Operación Asistida

### 7.6. Fase VI: Término de Obra

- Informe de Pruebas Aprobado.
- Planos y Control de Cambios Actualizados.
- Informe de Monitoreo del Primer mes de operación.

### 7.7. Análisis estadístico

El análisis estadístico de los registros históricos de los consumos de los últimos 5 años permitió determinar la tendencia decreciente de los valores de consumo mensuales de diésel, esta herramienta fue fundamental para determinar que era posible y recomendable redimensionar el volumen de diésel almacenado actualizando el almacenaje a las necesidades actuales.

*Tabla 2 Resumen mensual consumos diésel últimos 5 años*

Registro mensual consumo de diesel en galones de la planta ODC Caucasia						
AÑO	2013	2014	2015	2016	2017	2018
ENERO	4346	2617	5011	5901	2217	1462
FEBRERO	1511	3491	5033	997	3175	2259
MARZO	2864	3401	4554	1918	3207	1562
ABRIL	6766	5181	6045	5125	2332	2226
MAYO	4757	12127	6205	9336	1693	2537
JUNIO	12122	7373	1395	2386	1713	2017
JULIO	5325	5972	2094	1893	2518	3953
AGOSTO	3848	7062	3265	2938	3072	1548
SEPTIEMBRE	7401	11848	3361	3265	2496	1359
OCTUBRE	8005	4406	4260	2249	2085	2945
NOVIEMBRE	4812	12936	3286	1638	1827	
DICIEMBRE	5603	6392	3571	1838	3419	
PROMEDIO	5613	6901	4007	3290	2480	2187

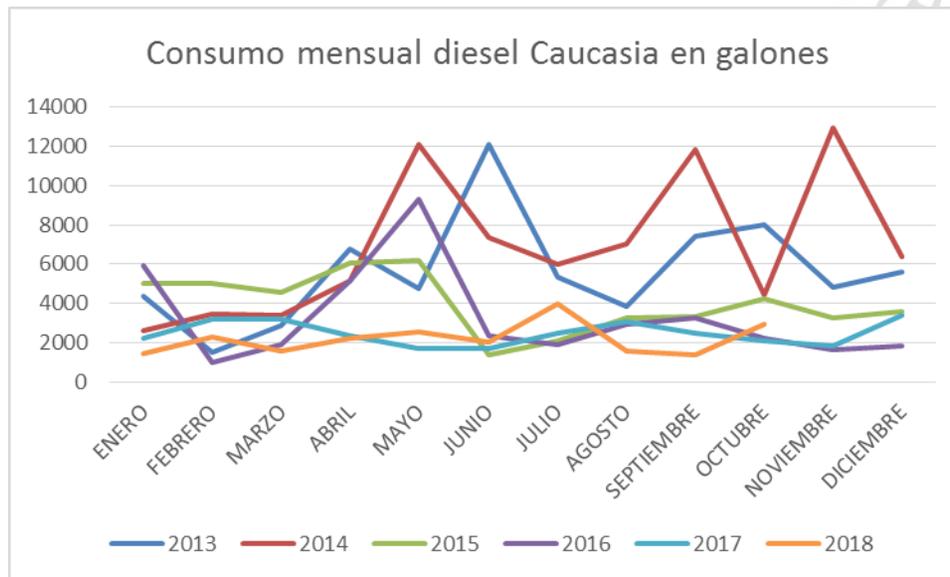


Ilustración 8. Gráfico Registro de Consumos Mensuales Planta Caucasia 2013-2018. Fuente: Propia.

Tabla 3. Datos Estadística Descriptiva Consumos Mensuales diésel 2018 Planta Caucasia

Consumo	
Media	2177,3
Error típico	251,988759
Mediana	2096,5
Moda	#N/A
Desviación e	796,858422
Varianza de	634983,344
Curtosis	1,39256967
Coeficiente	1,20353601
Rango	2560
Mínimo	1359
Máximo	3919
Suma	21773
Cuenta	10

Para el desarrollo del proyecto fue necesario realizar el siguiente diagrama el cual describe el paso a paso de la ejecución del proyecto, que permita garantizar un orden en el proceso de ejecución, así:

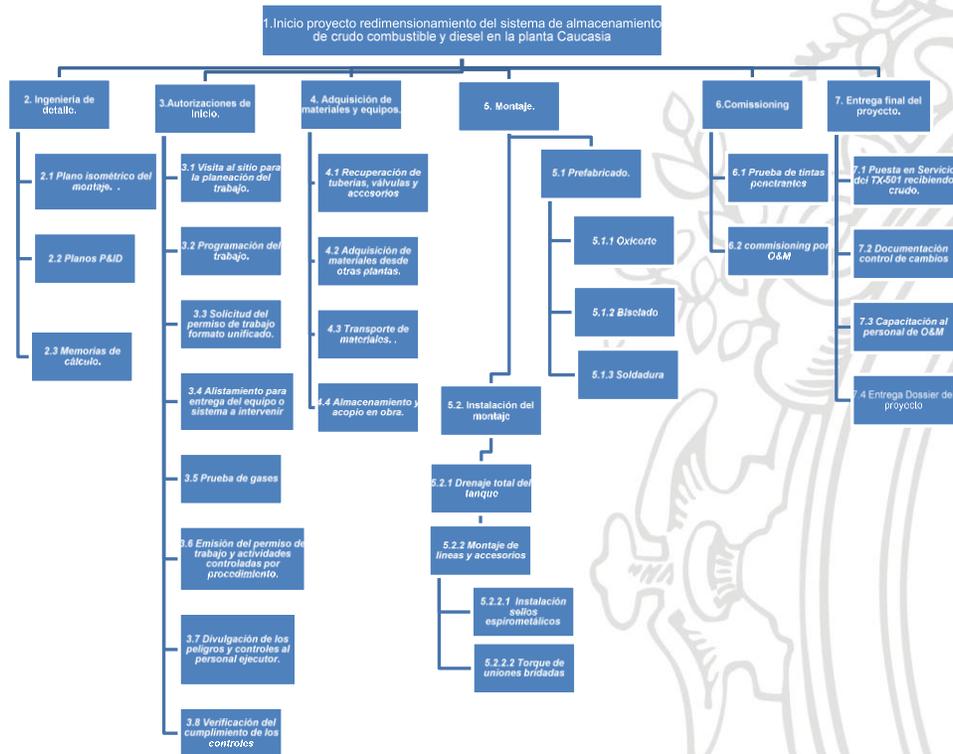
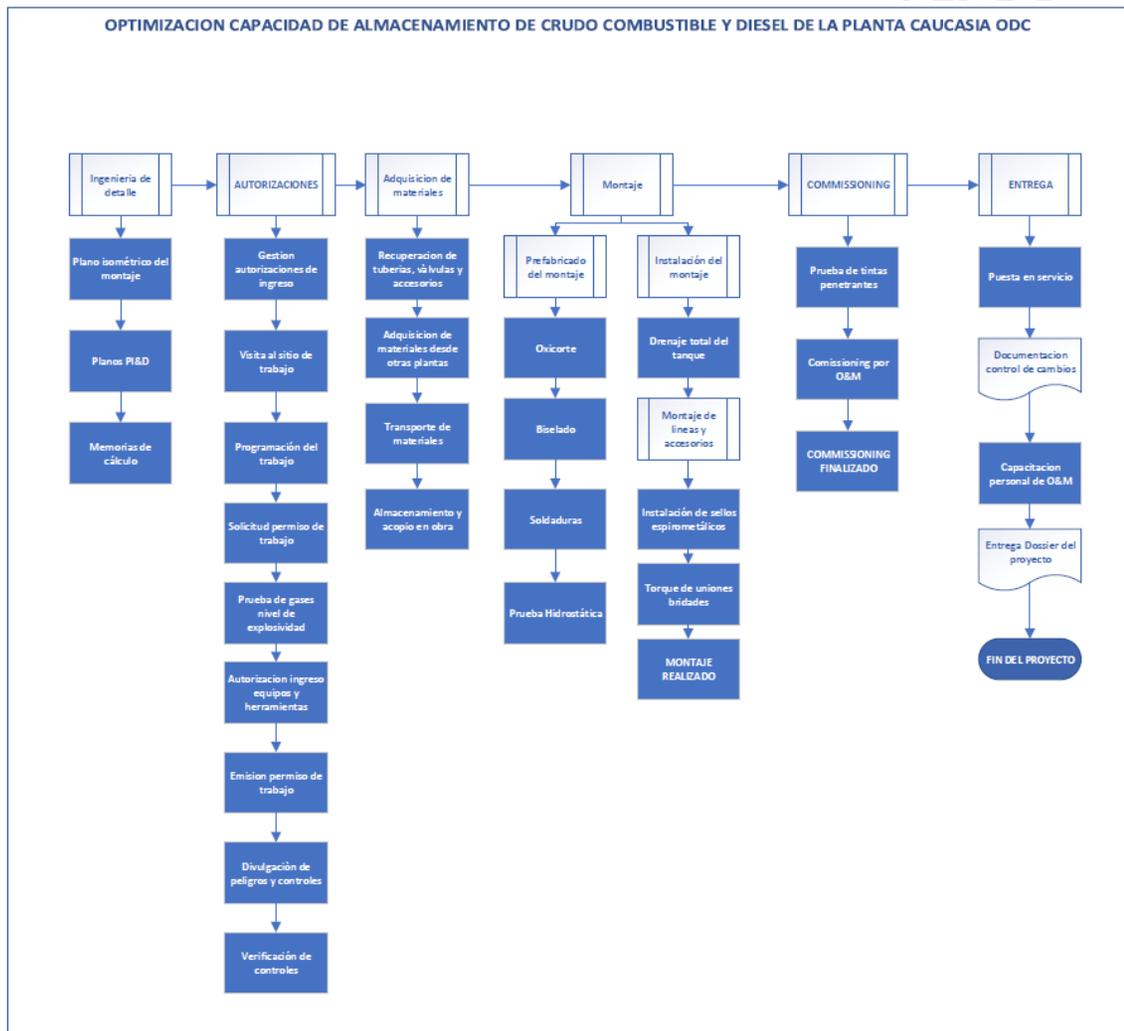


Ilustración 9 Diagrama de Ejecución del Proyecto. Fuente Propia.



*Ilustración 10. Diagrama de Flujo Proyecto Tanques. Fuente: propia*

Estas herramientas nos permitirán ejecutar el proyecto que busca aprovechar la infraestructura existente para almacenamiento de combustibles en la planta Caucaasia del ODC y dimensionar esta capacidad a las necesidades actuales de operación.

## 8. Resultado y Análisis

El Proyecto busca aprovechar la infraestructura existente para el almacenamiento de combustibles en la planta Caucaasia del ODC y dimensionar esta capacidad a las necesidades actuales de operación.

Tabla 4. Comparativa Actual Sistema de Crudo Combustible y Diésel. Fuente: propia

Dato en Barriles	TK-501	TK-502	TK-503	TX-501	TX-502
Capacidad	2000	400	400	2000	200
Volumen muerto	182	48	48	329	30
Volumen disponible	1818	352	352	1671	170
Capacidad Total	2800			2200	
Consumo promedio mensual	3540			77	
Factor de relacion capacidad / consumo	0,712			23,890	
Reorden teorico (dias)	21			717	
reorden real (dias)	10			126	

En la tabla se puede observar que las capacidades de almacenamiento para crudo combustible y diésel son prácticamente iguales, mientras los consumos promedio mes son muy diferente. Es evidente que este esquema no era funcional y además generaba los costos de mantener un volumen muerto de diésel en el TX-501

El almacenamiento de crudo combustible va a duplicar su capacidad al interconectar Los TK-501 y TX-501 por vasos comunicantes con una línea por construir de 6" ANSI 150 y poder así usar el TX-501 como tanque de almacenamiento de crudo combustible. Mientras que el Sistema de

almacenamiento de combustible diésel se reducirá a solo la capacidad de almacenamiento del TX-502.

*Tabla 5. Comparativos Actuales Capacidades de Almacenamiento Redimensionadas a las Necesidades reales de la Planta.*

Dato en Barriles	TK-501	TX-501	TK-502	TK-503	TX-502
Capacidad	2000	2000	400	400	200
Volumen muerto	182	182	48	48	30
Volumen disponible	1818	1818	352	352	170,4
Capacidad Total	4800				200
Consumo promedio mensual	3540				77
Factor de relacion capacidad / consumo	1,226				2,211
Reorden teorico (días)	37				66
reorden real (días)	20				39

Se aprecia que se ha eliminado el volumen muerto de diésel en el TX-501 lo que constituye un ahorro importante para el Oleoducto Colombia (ODC). Se duplica la capacidad de almacenamiento de crudo combustible y esto permite que al tener un período de reorden 20 días para realizar un nuevo abastecimiento se pueda esperar el bache programado con las mejores condiciones para usarlo como crudo combustible.

Las existencias de diésel solo se tienen en el TX-502 suficientes para operar durante 66 días y se asegura el abastecimiento oportuno realizando una solicitud de abastecimiento cada 39 días.

En resumen, se logró optimizar el sistema de almacenamiento de combustibles en la planta Caucasia. Reduciendo costos por mano de obra al reducir la frecuencia de los abastecimientos, se reduce el riesgo de daño a los equipos al suministrarles crudo combustible con las especificaciones requeridas por el fabricante.

Se entregó documento del proyecto a Ecopetrol usando la metodología PMI para la gestión del proyecto.

**PLAN DE ACCIÓN**



**AJUSTAR LA CONFIGURACIÓN DEL PROCESO, ASÍ:**

- **TX-501: 2.000 Bls (Almacenamiento de Diesel):** Utilizar como almacenamiento de Crudo, mejorando los inventarios del sistema y permitiendo tomas oportunas de acuerdo a programación.
- TK-501 + TX-501 = 4.000 Bls
- **TX-502: 200 Bls (Tanque consumo diario Diesel):** Recibir de manera periódica, de acuerdo a inventarios, el Diesel necesario para la operación.



Ilustración 11. Ubicación de los Tanques de Combustible Planta Caucaasia ODC. Fuente: propia

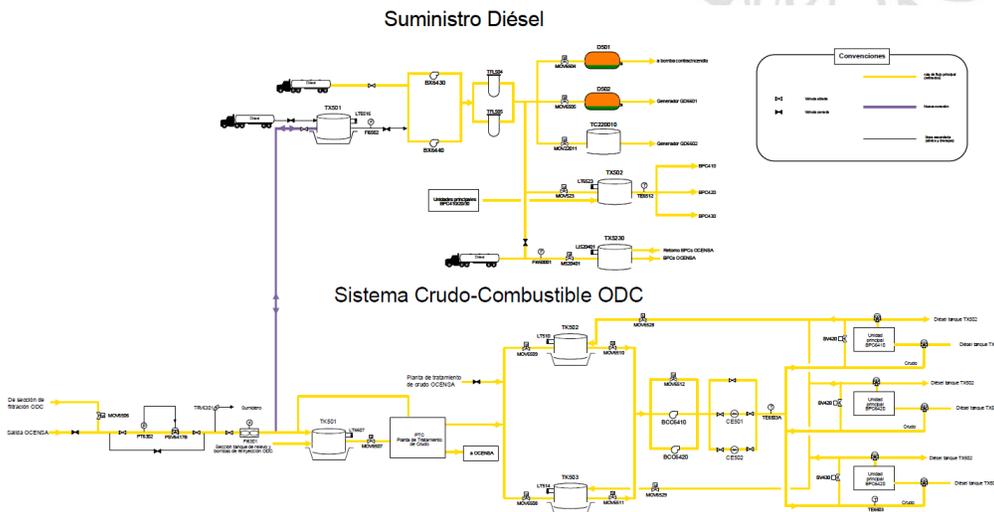
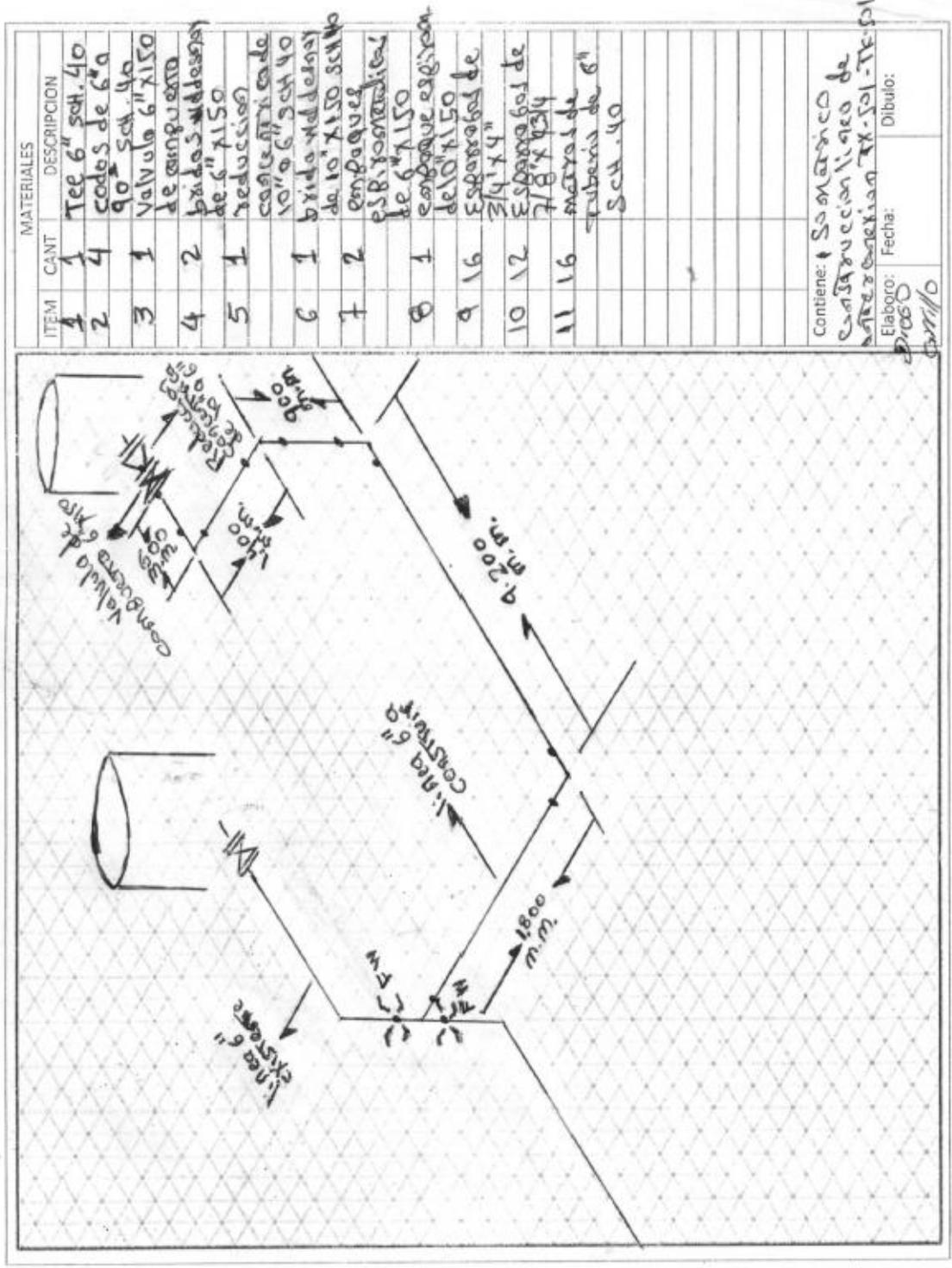


Ilustración 12 Plano PI&D de la Modificación Propuesta para el Sistema de Almacenamiento de Combustibles en la Planta Caucaasia del ODC. Fuente: propia



MATERIALES	
ITEM	DESCRIPCION
1	Tep 6" sch. 40
2	4 codos de 6" 90° sch. 40
3	1 Valvula 6" X 1.50 de cerramiento
4	2 bridas de 6" X 1.50 de reduccion
5	1 conector de 1.50 X 1.50
6	1 brida de 1.50 X 1.50
7	2 empaques de 6" X 1.50
8	1 empaque especial de 1.50 X 1.50
9	16 Esparos de 3/4" X 4"
10	12 Esparos de 7/8" X 3/4"
11	16 tuberia de 6" sch. 40

Contiene: 1 Soporte de conexion  
 Elaboro: Fecha: Dibujo: 2/06/00

Ilustración 13 Plano Isométrico del Montaje a realizar. Fuente: propia

La construcción de la línea de interconexión entre los tanques TK-501 y TX-501 permite que el TX-501 pueda ser usado como tanque de almacenamiento de crudo y también sigue con su función inicial de diseño integrado al sistema de combustible diésel. El TX-501 ahora es un tanque de función dual.

## 8.1 Propuestas de mejora

Durante el desarrollo de la práctica empresarial en la planta Caucasia de Ecopetrol, se pudo identificar las siguientes oportunidades de mejora:

- La verificación de nivel de los tanques de almacenamiento se está realizando por comparación de la medida por radar vs la medición a fondo<sup>6</sup> por cinta. Se recomienda realizar esta comparación pero midiendo al vacío y no a fondo. La medición al vacío es más precisa, más limpia y por lo tanto la más conveniente.
- Revisando el sistema de espuma contra incendios de la casa de bombas principales (sistema de sprinklers<sup>7</sup>) se observa que es un sistema único que cubre toda el área de casa de bombas. En caso de un incendio si el sistema se activa la espuma cae sobre todas las tres (3) unidades de bombeo; recordemos que Caucasia siempre opera con un esquema de dos unidades en línea y una en standby, así pues si cae espuma sobre todas las tres unidades se logra apagar el incendio de la unidad en emergencia, y se corre el riesgo por choque térmico se pueda partir el motor de la otra unidad que estaba en línea.

---

<sup>6</sup> Ver glosario

<sup>7</sup> Sprinklers; Es uno de los sistemas de extinción de incendio por rociadores automáticos.

Se recomienda individualizar el sistema de espuma contraincendios para cada unidad, con esto logramos controlar la emergencia sin afectar la integridad de los demás equipos. Además, del ahorro de los recursos como agua y espuma porque no habrá desperdicio al evitar rociar innecesariamente toda la caseta.

## **8.2 Lecciones aprendidas**

### **8.2.1. Alerta de seguridad casi accidente**

Durante un recorrido en planta, se detecta deslizamiento de tuberías de 24" las cuales caen a nivel de piso desde una altura entre 2 y 3 metros, no se presentan afectaciones o lesiones al personal ni a la infraestructura.

Como acción de aseguramiento se realiza el aislamiento y demarcación del área por parte del personal de operaciones de la planta.

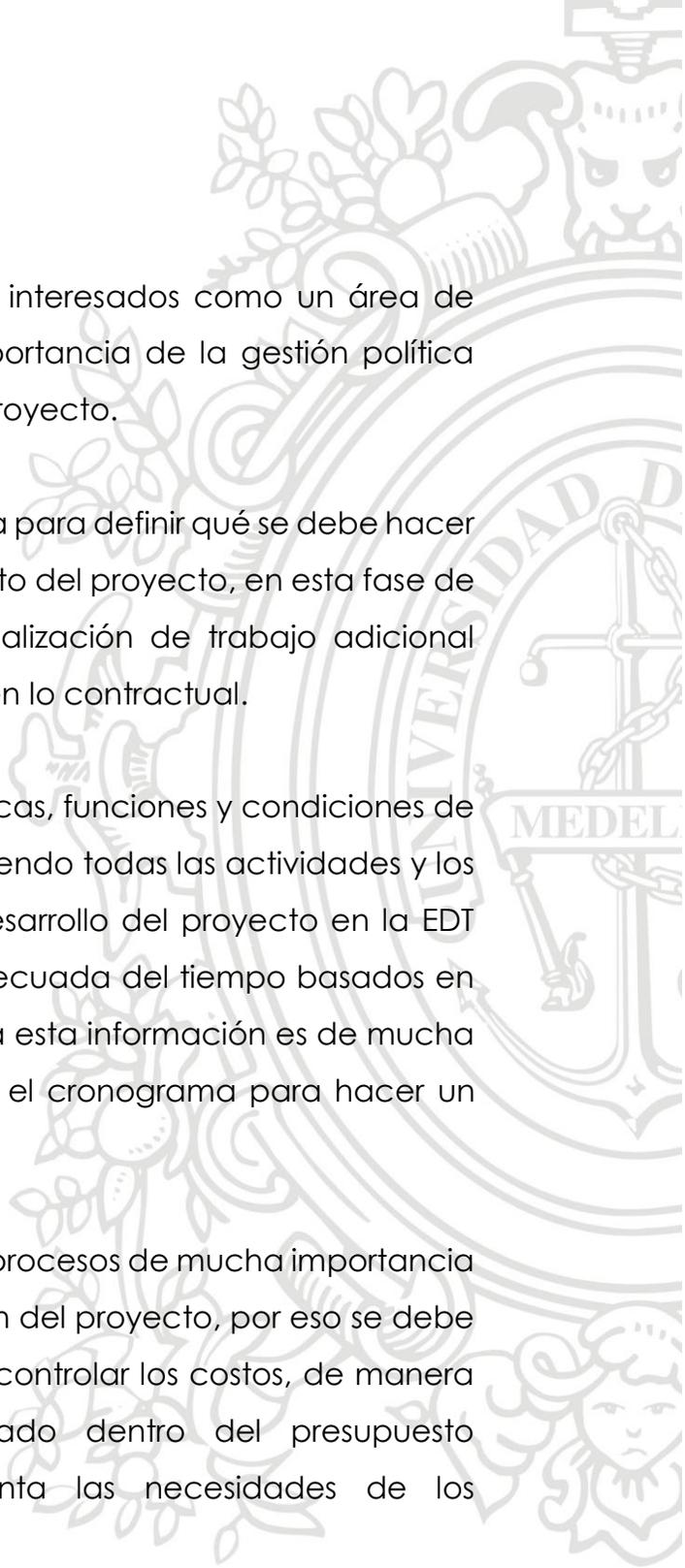
Evitar el tránsito vehicular y peatonal en las zonas laterales a los bancos de almacenamiento de tuberías como medida preventiva para evitar lesiones o accidentes.

Realizar el mantenimiento periódico a la infraestructura de almacenamiento de bancos de tuberías.

Fortalecer la habilidad de observación y reporte oportuno de desviaciones para estar conectado siempre con la seguridad

## 9. Conclusiones

- La ingeniería nos brinda múltiples herramientas y técnicas para resolver problemas de toda índole, ya sea algo técnico o administrativo. Aplicar los métodos aprendidos durante el estudio de ingeniería industrial me permitió fortalecer mis habilidades laborales.
- El TX-501 está en proceso de convertirse en un tanque de servicio con dualidad de funciones. Puede almacenar diésel como era su función inicial o crudo combustible para autoconsumo del ODC.
- La optimización del sistema de almacenamiento de combustible diésel dejando únicamente al TX-502 como tanque de diésel implica un ahorro de casi \$140'000.000, ya que se eliminó el volumen muerto de diésel que se mantenía en el TX-501. También se ha presentado como oportunidad de negocio para el ODC arrendar el TX-501 para que sea usado por la compañía OCENSA que lo está requiriendo.
- Se implementaron hojas de cálculo para facilitar el reporte y análisis de proceso de todas las variables de proceso dentro de planta. Esto ha permitido mejorar la gestión de los recursos y ahorros significativos en la operación.
- De la aplicación del sistema de gestión de proyectos según el método de PMI se puede concluir que:
  - Al comenzar un proyecto, es fundamental establecer claramente lo que se pretende lograr y el alcance para conseguirlo. El proyecto surge a partir de una idea que constituye el punto de inicio del mismo y debe ir alineado con los objetivos estratégicos de la organización.

- 
- Con la inclusión de la gestión de interesados como un área de conocimiento se reconoce la importancia de la gestión política para el logro de los objetivos del proyecto.
  - La gestión del alcance es necesaria para definir qué se debe hacer y que no para la ejecución con éxito del proyecto, en esta fase de planeación se garantiza la no realización de trabajo adicional tanto en lo precontractual como en lo contractual.
  - Se debe establecer las características, funciones y condiciones de cada elemento proyecto, describiendo todas las actividades y los entregables necesarios para el desarrollo del proyecto en la EDT teniendo en cuenta la gestión adecuada del tiempo basados en la experiencia de los expertos toda esta información es de mucha importancia dejarla plasmada en el cronograma para hacer un mejor control y seguimiento.
  - La gestión de los costos considera procesos de mucha importancia que inciden dentro de la ejecución del proyecto, por eso se debe planificar, estimar, presupuestar y controlar los costos, de manera que el proyecto sea completado dentro del presupuesto aprobado y teniendo en cuenta las necesidades de los interesados.
- La Gestión del Tiempo del Proyecto incluye los procesos requeridos para administrar la finalización del proyecto a tiempo, estos procesos interactúan entre sí dependiendo de las necesidades, cuando se genera

un plan de gestión del cronograma se selecciona una metodología, una herramienta de planificación, y se establece el formato y los criterios para desarrollar y controlar el cronograma del proyecto esto proporciona un panorama general de la planificación y ayuda a tener éxito en el desarrollo del proyecto al tener claridad de sus fases y tiempos.



## Referencias bibliográficas

API standard 653 fourth edition, april 2009

API standard 650 eleventh editions, june 2007 addendum 3: august 2011.

A recommended practice 575 second editions, may 2005. Guidelines and methods for inspection of existing atmospheric and low-pressure storage tanks

ASME 797 "standard practice for measuring thickness by manual ultrasonic pulse-echo contact method".

CATERPILLAR. (2001). *Maintenance and Tecnichal Handbook for 3600 Diesel Engines*.

Código ASME, sección v. "non-destructive examination". Edition 2010

Consultores, A. (2013). Diagrama de Pareto. Recuperado el 27 de marzo de 2015, de <http://www.aiteco.com/diagrama-de-pareto/>

Consultores, A. (2013). Que es un diagrama de Flujo. Recuperado el 26 de marzo de 2015, de <http://www.aiteco.com/que-es-un-diagrama-de-flujo/>

Ecp-vin-m-mee-gt-002 guía técnica para inspección de tanques de almacenamiento en instalaciones

ECP-VIN-M-MEE-GT-014 GT Inspección de Cuerpos de Tanques de Almacenamiento API.

ECP-VIN-M-MEE-GT-012 Guía Técnica Inspección de Techos Fijos en Tanques de Almacenamiento.

Estrada, J. M. (1994). *Diseño y Cálculo de Recipientes a Presión*. Mexico.

Fuentes, W. (2013). Acta de constitución del proyecto. In SlideShare. Recuperado el 17 de agosto de 2018 de <https://es.slideshare.net/WalterFuentesCavides/01-modelo-acta-de-constitucion-2013-vv131113>

Manual de Operaciones planta Caucasia.

PMI . (02 de 11 de 2018). *PMI*. Obtenido de PMI: <https://americalatina.pmi.org/latam/AboutUS/QueEsLaDireccionDeProyectos.aspx>

Procedimiento control cambios Planes y Programas DSB-DSB-P-27 (firmado).pdf

## 10. Anexos

### Plan de Gestión de la Integración

#### Anexo 1. Acta de Constitución del Proyecto

Documento que autoriza formalmente la existencia del proyecto y da al PM la autoridad para aplicar los recursos organizacionales a las actividades del proyecto. A continuación, se presenta el Acta de Constitución correspondiente al proyecto "Redimensionamiento del sistema de almacenamiento de crudo combustible y diésel en la planta Caucasia"

<b>ACTA DE CONSTITUCIÓN DEL PROYECTO</b>					
<b>CÓDIGO FGPR-001</b>					
PROYECTO	Redimensionamiento del sistema de almacenamiento de crudo combustible y diésel en la planta Caucasia				
PATROCINADOR	Rafael Antonio Angel Castilla–Coordinador O&M planta				
PREPARADO POR	Daniela Restrepo Cortés / Estefanía Zapata / María Hernández	FECHA	16	08	18
REVISADO POR	Richard Alonso Peñaranda Villamizar	FECHA	17	08	18
APROBADO POR		FECHA	20	08	18
REVISIÓN (Correlativo)	DESCRIPCIÓN (REALIZADA POR) (Motivo de la revisión y entre paréntesis quien la realizó)	FECHA (revisión)			
01	Preparación del Acta de Constitución (Daniela	18	08	18	
02					

## Anexo 2. Lineamientos del Proyecto

<b>LINEAMIENTOS DEL PROYECTO</b>	
1. OBJETIVOS ESTRATÉGICOS DE LA ORGANIZAC	2. PROPÓSITO DEL PROYECTO (Beneficios que tendrá la organización una vez que el producto del proyecto esté operativo o sea entregado)
<p>1.1. Fortalecer los segmentos de transporte y refinación centrandos sus inversiones en la excelencia operativa, el mantenimiento y la integridad de sus activos.</p> <p>1.2. Consolidar ahorros y eficiencias.</p> <p>1.3. Mantener la infraestructura adecuada, que permita la operación continua y</p>	<p>2.1. Duplicar la capacidad de almacenamiento. Mayor volumen de almacenamiento de Crudo Combustible utilizado para la operación de la Planta Caucaasia.</p> <p>2.2. Mayor aprovechamiento de producto. Al tener un menor volumen muerto de almacenamiento de diésel.</p> <p>2.3. Mejorar la calidad del crudo combustible disponible para autoconsumo. Al Seleccionar los baches con mejores especificaciones para crudo combustible.</p> <p>2.4. Maximiza el transporte de crudos pesados por el ODC. Al Facilitar la programación más frecuente de despacho de crudos pesados.</p>

<p style="text-align: center;"><b>3. OBJETIVOS DEL PROYECTO</b></p> <p style="text-align: center;">Principalmente en términos de costo, tiempo, alcance, calidad)</p>
<p>3.1. Optimizar sistema de almacenamiento de combustibles tanto diésel como crudo dimensionando la capacidad a las necesidades actuales.</p> <p>3.2. Reducir costos de operación.</p> <p>3.3. Construir e instalar línea de interconexión en 6" entre los TK-501 y TX-501.</p> <p>3.4. Entregar el proyecto finalizado, cumpliendo con todos los estándares de calidad.</p>
<p style="text-align: center;"><b>4. FACTORES CRITICOS DE ÉXITO DEL PROYECTO</b></p> <p style="text-align: center;">(Componentes o características que deben cumplirse en el proyecto para considerarlo exitoso)</p>
<p>4.1 Proceso de fabricación y montaje dentro de los plazos establecidos y las características requeridas.</p> <p>4.2 Diseño acorde a los requerimientos de la parte interesada (stakeholder).</p> <p>4.3 Proyecto ejecutado sin accidentes o incidentes laborales</p> <p>4.4 Realizada la gestión completa de control de cambios</p>
<p style="text-align: center;"><b>5. REQUERIMIENTOS DE ALTO NIVEL</b></p> <p style="text-align: center;">(Principales condiciones y/o capacidades que debe cumplir el producto o servicio y la Gestión del Proyecto)</p>
<p>5.1. Cumplir con las especificaciones técnicas de la norma API 653</p> <p>5.2. Actualizar DGC (Diagrama Grande Control) plan de excelencia operacional</p> <p>5.3. Actualizar "pantallazos del DCS (Sistema de Control Distribuido)</p>
<p style="text-align: center;"><b>EXTENSION Y ALCANCE DEL PROYECTO</b></p>

<p>6. FASES DEL PROYECTO</p> <p>(Agrupamiento lógico de actividades)</p>	<p>7. PRINCIPALES ENTREGABLES</p> <p>(Un único y verificable producto, resultado o capacidad de realizar un servicio que debe ser elaborado para completar un proceso, una fase o un proyecto)</p>
<p>8. INTERESADOS CLAVE</p> <p>(Persona u organización que esta activamente involucrado en el proyecto, cuyos interés pueden ser afectados positiva o negativamente por la ejecución del</p>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Presidente del ODC.</li> <li>2. Gerente de Oleoductos zona Norte.</li> <li>3. Jefe de departamento Coveñas.</li> <li>4. Coordinador de O&amp;M planta Caucasia.</li> <li>5. Supervisor de mantenimiento de planta Caucasia.</li> <li>6. Grupo de Operaciones planta Caucasia.</li> <li>7. Profesional de programación de crudos.</li> <li>8. Jefe de turno CCO Bogotá.</li> <li>9. Operador Consola de crudos CCO Bogotá.</li> <li>10. Operador de la consola de balance en el CCO de Bogotá</li> </ol>	
<p>9. RIESGOS</p> <p>(Evento o condición incierta que, si ocurriese, tiene un efecto positivo o negativo sobre los objetivos del proyecto)</p>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>9.1. Demora en el proceso de Adquisición.</li> <li>9.2. Demora en la ejecución del proyecto por paro del sindicato USO.</li> <li>9.3. Demora en la ejecución del proyecto por bloqueo de la comunidad al acceso de</li> </ol>	
<p>10. HITOS PRINCIPALES DEL PROYECTO</p> <p>(Un evento significativo para el proyecto)</p>	

10.1. Aprobación de la propuesta 10.2. Ingeniería de detalle 10.3. Autorización para inicio ejecución del proyecto. 10.4. Adquisición de Materiales. 10.5. Montaje.		
<b>11. PRESUPUESTO DEL PROYECTO</b> ( La estimación aprobada para el proyecto o cualquier otro componente de la estructura de desalose de trabajo u otra actividad del cronograma)		
El costo del proyecto será asumido en un 100% por el Patrocinador (Coordinación de		
<b>12. REQUERIMIENTOS DE APROBACION DEL PROYECTO</b> (Quien evalúa los FCE, decide el éxito y cierre del proyecto)		
FCE (Ver punto 4)	Evaluador (Nombres/apellidos y cargo de la	Firma el Cierre del Proyecto (Nombres/apellidos y
Proceso de fabricación y montaje dentro de los plazos establecidos y las características requeridas (Punto 4.1)	<b>Johana Ditta</b> Profesional de Ductos y Tanques	<b>Rafael Antonio Ángel Castilla</b> Coordinador de O&M Planta Caucasia
Diseño acorde a los requerimientos de la parte interesada (Stakeholder). (Punto 4.2)	<b>Johana Ditta</b> Profesional de Ductos y Tanques	
Proyecto ejecutado sin accidentes o incidentes laborales (Punto 4.3)	<b>Rafael Antonio Ángel Castilla</b> Coordinador de	

13. GERENTE DE PROYECTO ASIGNADO

(Nombres/apellidos y cargo de la persona asignada como Gerente del proyecto)

El Gerente del Proyecto será el Ing. Richard Alonso Peñaranda Villamizar– Líder de entrenamiento de excelencia operacional y disciplina operativa

14. AUTORIDAD ASIGNADA

( Autoridad asignada al Gerente del proyecto para el uso de recursos)

El encargado de los recursos del patrocinador será la supervisora de mantenimiento de la planta Caucasia

Patrocinador: Ing. Rafael Antonio Ángel Castilla – Coordinado de O&M Caucasia

Autoridad Asignada: Ing. Pablo Monterrosa– Supervisor de mantenimiento planta Caucasia.

### Anexo 3. Registro de Interesados

REGISTRO DE INTERESADOS											
CÓDIGO FGPR-002											
Versión 1.0											
PROYECTO	Redimensionamiento del sistema de almacenamiento de crudo combustible y diésel en la planta										
PREPARADO POR	Daniela Restrepo Cortés / Estefanía Zapata / María Hernández				FECHA	12	08	18			
REVISADO POR	Richard Alonso Peñaranda Villamizar				FECHA	12	08	18			
APROBADO POR					FECHA	12	08	18			
Nombres y Apellidos	Organización	Cargo / Dependencia	Información de Contacto	Requerimientos sobre el producto	Influencia					Influencia Sobre	Tipo de Interés
					I	P	E	S	C		
	ODC	Presidencia	Por confidencialidad se	Sistema optimizado.	A	F			A	Fase de Inicio, planificación y cierre	Logro de objetivos estratégicos
	ECOPETROL	Gerencia de Oleoductos Norte	Por confidencialidad se	Sistema optimizado.	A	F			A	Fase de Inicio, planificación y cierre	Logro de objetivos estratégicos

	ECOPETROL	Jefe de departamento o Coveñas	Por confidencialidad se omite la	Sistema optimizado.	F	F	A	A	F	Fase de Inicio, planificación y cierre	Logro de objetivos estratégicos
Rafael Antonio Ángel Castilla.	ECOPETROL	Coordinador de O&M planta Caucasia	(57+1)2344 000 ext. 53724	Sistema optimizado. Documentación actualizada- Gestión HSE.	A	A	A	A	A	Fase de Inicio, planificación, ejecución, Supervisión y, Control y	Logro de objetivos estratégicos
Pablo Monterrosa Cantillo	ECOPETROL	Supervisor de mantenimiento de planta	(57+1)2344 000 ext. 53727	Sistema optimizado. Documentación	F	F	F	F	F	Fase de Inicio, planificación, ejecución,	Logro de objetivos estratégicos
	ECOPETROL	Grupo de Operaciones planta	(57+1)2344 000 ext. 53724	Sistema optimizado. Documentación	A	A	A	A	A	Fase de Inicio, planificación, ejecución,	Logro de objetivos estratégicos
	CENIT	Profesional	Por confidencialidad se	Sistema optimizado.	F	F	F	F	F		Logro de objetivos estratégicos
	ECOPETROL	Jefatura de turno CCO Bogotá.	Por confidencialidad se	Sistema optimizado.	F	F	F	F	F		Logro de objetivos estratégicos

	ECOPETROL	Operador Consola de crudos CCO	Por confidencialidad se	Sistema optimizado.	F	F	F	F	F		Logro de objetivos estratégicos
	ECOPETROL	Operador de la consola de balance	Por confidencialidad se	Sistema optimizado	F	F	F	F	F		Logro de objetivos estratégicos
	ECOPETROL	Grupo operaciones estación	Por confidencialidad se	Sistema optimizado.	F	F	F	F	F		Logro de objetivos estratégicos
	ECOPETROL	Grupo de operaciones estación	Por confidencialidad se	Sistema optimizado.	F	F	F	F	F	Diseño técnico de la solución, Implementació	Logro de objetivos estratégicos
Jesús	MORELCO	Supervisor Caucasia	(57+1)2344 000 ext. 53726		A	F	A	A	A	Diseño técnico de la solución, implementació	Económico (Venta).

**Influencia** I:Inicio; P:Planificación; E:Ejecución; S:Supervisión y Control; C:Cierre  
F:Favorable; C: Contraria/ A: Alta; R: Regular; B: Baja.

#### Anexo 4. Plan de Gestión del Alcance

<b>PLAN DE GESTIÓN DEL ALCANCE DEL PROYECTO</b> <b>CÓDIGO FGPR-002A</b>	
PROYECTO	Redimensionamiento del sistema de almacenamiento de crudo combustible y diésel en la planta Caucaasia
PREPARADO POR	Richard Alonso Peñaranda Villamizar
FECHA	20/08/2018
<p>1. Describir cómo será administrado el alcance del Proyecto: Las iniciativas de alcances serán canalizadas a través de la coordinación de operaciones y mantenimiento de la planta Caucaasia, revisadas con el Gerente del Proyecto y aprobadas por la Presidencia del ODC.</p>	
<p>2. Evaluar la estabilidad del alcance del proyecto (cómo manejar los cambios, la frecuencia e impacto de los mismos): Los cambios del proyecto deben ser evaluados y aprobados. El Gerente de Proyecto debe cuantificar el impacto y proveer alternativas de solución, informando a la Coordinación de Operaciones y mantenimiento de la planta Caucaasia. Los cambios solicitados serán revisados en las reuniones semanales, se indica el estado de los mismos en la reunión siguiente a la que fue solicitado</p>	
<p>3. ¿Cómo los cambios al alcance, serán identificados y clasificados? El Gerente del Proyecto o la persona que designe, revisará las solicitudes de cambios del alcance y hará una evaluación del mismo. Podrá requerir al solicitante información adicional.</p>	

<p>4. Describir cómo los cambios del alcance serán integrados al proyecto: Si el impacto del cambio no modifica la línea base del proyecto será aprobado por el Gerente del Proyecto, en caso contrario será aprobado por el Coordinador de la planta Caucaasia y se actualizará las líneas base y todos los planes del proyecto.</p>
<p>5. Comentarios adicionales: NA</p>

## Anexo 5. Desarrollo de la Propuesta

<b>DESARROLLO DE LA PROPUESTA</b>
<p>3. DESCRIPCION DEL PRODUCTO DEL PROYECTO (Características, funcionalidades, soporte, entre otros)</p>
<p>El Proyecto busca aprovechar la infraestructura existente para almacenamiento de combustibles en la planta Caucaasia del ODC y dimensionar esta capacidad a las necesidades actuales de operación.</p> <p>Para aumentar la capacidad de almacenamiento de crudo combustible, se propuso convertir el tanque de almacenamiento de diésel TX-501 con una capacidad nominal de 2000 bls, en un nuevo tanque para almacenar crudo combustible.</p> <p>El TX-501 se interconecta por vasos comunicantes con el TK-501 a través de una tubería de 6" ANSI 150 con una válvula de corte a pie de tanque de 6" x 150. De este modo, se duplica la capacidad de almacenamiento del</p>
<p>4. DESCRIPCION DE LOS ENTREGABLES DEL PROYECTO (Características, funcionalidades, soporte, entre otros)</p>

<u>ENTREGABLE</u> (Ver punto 10- Acta de Constitución)	<u>DESCRIPCION</u>
<b>Diseño</b>	
Aprobación de la propuesta	Presentación de la propuesta al comité técnico del ODC en formato PowerPoint establecido por la
Ingeniería de detalle	Elaboración de diagrama isométrico del montaje. Plano PI&D del sistema de almacenamiento de crudo
Autorización para inicio ejecución del proyecto	Listado de personal autorizado, parafiscales de afiliación a ARL, AR, permiso de trabajo.
Adquisición de Materiales	Material recuperado de la planta, material transportado desde otras plantas, compras de material.
Montaje	Prefabricación del montaje, pruebas de ensayos no destructivos,
Commissioning	Checklist de verificación de pruebas, verificación visual del montaje.
Entrega Final del proyecto	Dossier con la información completa del proyecto, certificado de capacitación al personal, control de
<b>CONTEXTO DEL PROYECTO</b>	
5. LIMITES O EXCLUSIONES DEL PROYECTO (Entregables no considerados como parte del proyecto)	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• El proyecto no incluye actualización de la herramienta SINOPER.</li> <li>• El proyecto no incluye configuraciones de control en el DCS.</li> </ul>	

## 6. RESTRICCIONES

(Estado, calidad o sensación de estar forzado a tomar un determinado curso de acción o inacción. Una restricción o limitación impuesta, sea interna o externa, afectará el rendimiento del

- No desmontar la tubería y accesorios existentes en el TX-501.
- El personal del proyecto solamente debe estar en el área asignada.
- No ejecutar o iniciar labores sin abrir el permiso de trabajo

## 7. ASUNCIONES

(Factores que, para efectos de planificación, se consideran verdaderas, reales o ciertas sin necesidad de pruebas o

- Durante la ejecución del proyecto, se deberá garantizar la continuidad operativa del bombeo sin que se presente afectaciones a la disponibilidad de los equipos.
- El personal de ECOPETROL estará disponible en las fechas y horarios establecidos para la realización de entrevistas de levantamiento de información y procesos actuales, dentro de los marcos de planificación temporales definidos, para lo cual estas fechas y horarios se fijarán de común acuerdo entre ECOPETROL y el equipo de proyecto.
- Los recursos necesarios deberán estar disponibles a la fecha de inicio en la planificación para la realización del proyecto.
- Se debe contemplar capacitación para el personal de la empresa para actualizar la operación de los sistemas de combustible.
- El descargue de carro-tanques y almacenamiento de diésel se hará directamente en el TX-502 (tanque diario para las unidades de bombeo).

### **Anexo 6. Plan de la Gestión de Requisitos**

<b>PLAN DE GESTION DE REQUISITOS</b>					
<b>CÓDIGO FGPR-003</b>					
PROYECTO	Redimensionamiento del sistema de almacenamiento de crudo combustible y diésel en la planta Caucasia				
PREPARADO POR	Daniela Restrepo Cortés /Estefanía Zapata / María Hernández	FECHA	25	08	18
REVISADO POR	Richard Alonso Peñaranda Villamizar	FECHA	25	08	18
APROBADO POR		FECHA			
<p>1. RECOPIACION DE REQUISITOS</p> <p>(¿Cómo se va a realizar la recopilación de los requerimientos?)</p> <p>¿Cómo se planifica la recopilación?</p>					
<p>1. Entrevistas a interesados, consulta expertos.</p> <p>2. Entrevistas personales con los Proveedores.</p>					
<p>2. PRIORIZACION DE REQUISITOS</p> <p>(¿Cómo se va a realizar la priorización de los requerimientos?)</p>					

Para la priorización de requerimientos utilizaremos un listado de todos los requerimientos clasificándolos en una escala del 1 al 10 donde consideraremos el poder (Capacidad de cada interesado en hacer cumplir su requerimiento) y el impacto (Cuanto puede afectar el requerimiento al proyecto), el porcentaje de influencia en la calificación total será de 60% y 40% respectivamente. Dicha calificación será la que determine la priorización de requerimientos, por ejemplo:

Ítem	Interesado	Requisito	Pod er	Impac to	Clasificaci ón	Observacio nes
1	Coordinador de O&M Caucasia	Autorización de ingreso y permiso de trabajo	9	10	9,4	Requerimiento de alta importancia

### 3. TRAZABILIDAD

(Definición de los atributos de los requerimientos que serán empleados

Para hacer el seguimiento ordenado a los requerimientos de los interesados utilizaremos una matriz de trazabilidad donde detallaremos los requerimientos, descripción, prioridad, código EDT, estado actual y fecha, según el siguiente formato:

Impacto del Proyecto	
4. GESTION DE LA CONFIGURACION	
Alto	8 a 10
Intermedio	5 a 7
Bajo	0 a 4
Contrario	
Alto	8 a 10
Intermedio	5 a 7
Bajo	0 a 4

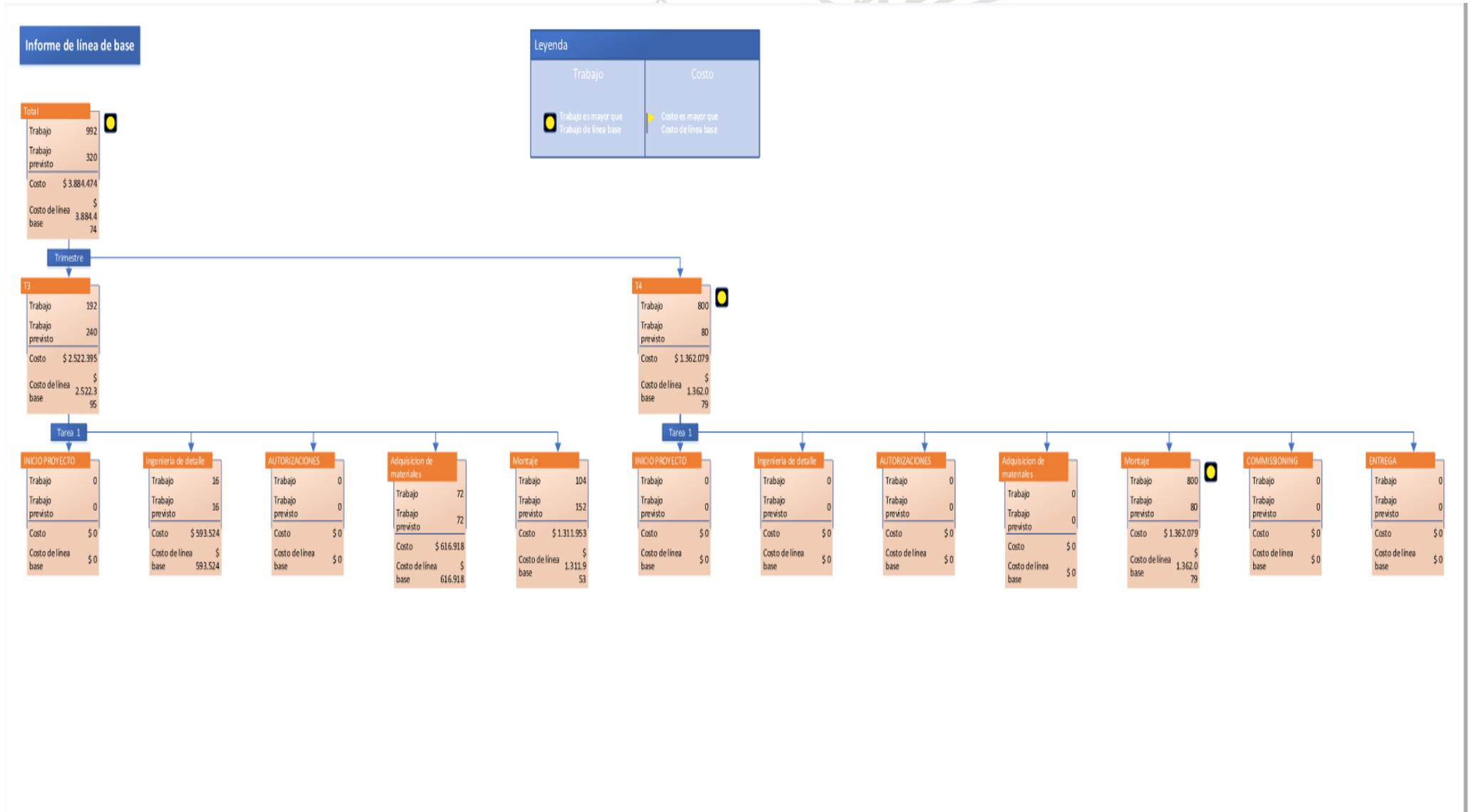
- ✓ El supervisor de mantenimiento o el grupo de operaciones Caucasia podrán solicitar algún cambio a los requerimientos.
- ✓ El requerimiento pasará en primera instancia al Gerente de Proyecto quien realizará un análisis del impacto, el cual será presentado a la coordinación de la planta para su V°B°.
- ✓ Es el Gerente del Proyecto y el Coordinador de planta Caucasia, quienes pueden Aprobar y/o Rechazar la solicitud de Cambio.

#### 5. VERIFICACION DE REQUISITOS

(Métodos para verificación de requerimientos, incluyendo las métricas

- La revisión de cada requerimiento será responsabilidad del propietario del mismo.
- Número de entregables presentados dentro de plazo.

## Anexo 7. Línea Base del Alcance





## Anexo 9. Plan de Gestión de Costo

La gestión de los Costos del Proyecto incluye los procesos involucrados en estimar, presupuestar y controlar los costos de modo que se complete el proyecto dentro del presupuesto aprobado.

PLAN DE GESTIÓN DEL COSTO CÓDIGO FGPR 011 versión 1.0					
PROYECTO	Optimización del sistema de almacenamiento de crudo combustible y diésel en la planta Caucasia				
PREPARADO POR:	Daniela Restrepo / Estefanía Zapata / María Hernández	FECHA	13	9	2018
REVISADO POR:	Richard Peñaranda	FECHA	15	9	2018
APROBADO POR:		FECHA	17	9	2018
<b>Persona(s) autorizada(s) a solicitar cambios en el costo:</b>					
<b>Nombre</b>	<b>Cargo</b>	<b>Ubicación</b>			
Ing. Pablo Monterrosa	Supervisor de Mantenimiento	Oficina de Mantenimiento			
Richard Peñaranda	Gerente del proyecto	Oficina de Proyectos			
<b>Persona(s) que aprueba(n) requerimientos de cambios en costo contractual:</b>					
<b>Nombre</b>	<b>Cargo</b>	<b>Ubicación</b>			
Ing. Rafael Antonio Ángel castilla	Coordinador de O&M Caucasia	Oficina de coordinación de planta			
Richard Peñaranda	Gerente del proyecto	Oficina de Proyectos			
<b>Persona(s) que aprueba(n) requerimiento de cambio de costo interno ofrecido:</b>					
<b>Gerente de Proyecto, Coordinador de planta Caucasia</b>					

**Razones aceptables para cambios en el Costo del Proyecto** (por ejemplo:

*Aprobación de cambios en el alcance, incremento de costos en los materiales,*

- *Adecuación en el Alcance del Proyecto (cambios)*
- *Ampliaciones en el Alcance del Proyecto*
- *Incremento de los costos de los sub contratistas*
- *Cambios en las fechas de entrega (aceleraciones)*
- *Restricción presupuestal*
- *Otros debidamente sustentados.*

**Describir como calcular e informar el impacto en el proyecto por el cambio en el costo** (tiempo, calidad, etc.):

Para reportar el impacto por cambios en el costo se utilizará el formato N° FGPR-011-A, que incluye la siguiente información:

- Persona que solicita el cambio.
- Descripción de las características de la situación que requiere una solicitud de cambio de costos.
- Impacto del mismo sobre el proyecto (Costo, Calidad, tiempo y alcance).
- Descripción de las alternativas de solución detallando el impacto en las diferentes áreas (costo, calidad, tiempo y alcance).
- Recomendación en la selección de la alternativa de solución (Propuesta)
- Documentos de soporte.

El tiempo máximo de respuesta que tiene el o las personas encargadas para dar la aprobación.

**Describir cómo serán administrados los cambios en el costo:**

Los cambios en el costo se denominarán presupuestos adicionales o deductivos, según sea el caso. La persona autorizada a solicitar cambios en el costo deberá elevar su solicitud a la persona autorizada para aprobar el cambio propuesto, sustentando su pedido en forma documentada. Sólo procederán presupuestos adicionales si se demuestra que éstos son necesarios e imprescindibles para lograr el alcance del proyecto y que sean originados por omisiones o defectos en la formulación del alcance. Las modificaciones al alcance que no cumplan con este requisito podrán ser aprobadas sólo si cuentan con la autorización del sponsor del proyecto. En caso contrario no se modificará el costo del proyecto, siendo de responsabilidad del equipo de trabajo los mayores costos en que éste incurra. Para el caso de presupuestos deductivos, sólo serán aceptados aquellos que se produzcan por reducciones en el alcance del proyecto o por decisiones del sponsor del proyecto.

El procedimiento a seguir para aprobar un presupuesto adicional o un deductivo será el siguiente:

2. Dentro de los quince días calendario posterior al hecho que determine una modificación del costo del proyecto, la persona autorizada a solicitar cambios en el costo, deberá sustentar su pedido, indicando las causas que originaron el adicional o el deductivo, debiendo acompañar, necesariamente, una propuesta de la modificación del presupuesto precisando los montos y el sustento analítico necesario. Esta documentación deberá ser presentada a la persona autorizada para aprobar el cambio propuesto.
3. La persona autorizada para aprobar el cambio propuesto, dentro de los cinco días calendario, posteriores a la recepción de la solicitud, deberá analizar el pedido y, de encontrarlo conforme en forma total o parcial, deberá emitir la orden de proceder, autorizando el cambio del costo.

Una vez emitida la orden de proceder, será responsabilidad del equipo de trabajo actualizar los documentos que se vean afectados por dicha orden de proceder.

**NOTA: El presupuesto se basa en los precios y tarifas establecidas por la empresa ECOPETROL para el año en curso 2018.**

Presupuesto Proyecto optimizacion de la capacidad de almacenamiento de combustibles de la planta Caucaasia del ODC										
Tarea	Tarea 1	Tarea 2	Tarea 3	Tarea 4	Recursos	Tipi	Costo	Costo real	Costo acumulado	Costo de linea base
Projecto grupo 4	INICIO PROYECTO				Sin asignar	Trabajo	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
<b>Total INICIO PROYECTO</b>										
<b>\$ 0 \$ 0 \$ 0 \$ 0</b>										
Ingenieria de detalle	Plano isométrico del montaje				Tubero	Trabajo	\$ 263.405	\$ 263.405	\$ 263.405	\$ 263.405
	Planos P&ID				Profesional junior nivel IX	Trabajo	\$ 360.981	\$ 360.981	\$ 360.981	\$ 360.981
	Memorias de cálculo				Profesional ductos y Tanques	Trabajo	\$ 579.969	\$ 579.969	\$ 579.969	\$ 579.969
<b>Total Ingenieria de detalle</b>										
<b>\$ 1.204.355 \$ 1.204.355 \$ 1.204.355 \$ 1.204.355</b>										
AUTORIZACIONES	Gestion autorizaciones de ingreso				Daniela Restrepo	Trabajo	\$ 166.656	\$ 166.656	\$ 166.656	\$ 166.656
	Visita al sitio de trabajo				Profesional ductos y Tanques	Trabajo	\$ 289.985	\$ 289.985	\$ 289.985	\$ 289.985
					Profesional junior nivel IX	Trabajo	\$ 360.981	\$ 360.981	\$ 360.981	\$ 360.981
					Daniela Restrepo	Trabajo	\$ 83.328	\$ 83.328	\$ 83.328	\$ 83.328
					Estefania Zapata	Trabajo	\$ 83.328	\$ 83.328	\$ 83.328	\$ 83.328
					María Hernández	Trabajo	\$ 83.328	\$ 83.328	\$ 83.328	\$ 83.328
					Richard Peñaranda	Trabajo	\$ 133.328	\$ 133.328	\$ 133.328	\$ 133.328
	Solicitud permiso de trabajo				Richard Peñaranda	Trabajo	\$ 133.328	\$ 0	\$ 133.328	\$ 133.328
	Proyecto incluido en programacion semanal d				Sin asignar	Trabajo	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
	Prueba de gases nivel de explosividad				Profesional junior nivel IX	Trabajo	\$ 360.981	\$ 0	\$ 360.981	\$ 360.981
	Autorizacion ingreso equipos y herramientas				María Hernández	Trabajo	\$ 645.792	\$ 0	\$ 645.792	\$ 645.792
	Emision permiso de trabajo				Richard Peñaranda	Trabajo	\$ 133.328	\$ 0	\$ 133.328	\$ 133.328
	Divulgación de peligros y controles				Estefania Zapata	Trabajo	\$ 83.328	\$ 0	\$ 83.328	\$ 83.328
					María Hernández	Trabajo	\$ 83.328	\$ 0	\$ 83.328	\$ 83.328
	Verificación de controles				Daniela Restrepo	Trabajo	\$ 83.328	\$ 0	\$ 83.328	\$ 83.328
<b>Total AUTORIZACIONES</b>										
<b>\$ 2.724.347 \$ 1.200.934 \$ 2.724.347 \$ 2.724.347</b>										
Adquisicion de materia	Recuperacion de tuberias, válvulas y accesor				Ayudante Técnico 1	Trabajo	\$ 381.150	\$ 0	\$ 381.150	\$ 381.150
					Ayudante Técnico 2	Trabajo	\$ 381.150	\$ 0	\$ 381.150	\$ 381.150
	Adquisicion de materiales desde otras plantas				Profesional junior nivel IX	Trabajo	\$ 2.526.867	\$ 0	\$ 2.526.867	\$ 2.526.867
	Transporte de materiales				Vehículo 4x4 doble cabina con p	Material	\$ 433.680	\$ 0	\$ 433.680	\$ 433.680
	Almacenamiento y acopio en obra				Ayudante Técnico 1	Trabajo	\$ 190.575	\$ 0	\$ 190.575	\$ 190.575
<b>Total Adquisicion de materiales</b>										
<b>\$ 3.913.422 \$ 0 \$ 3.913.422 \$ 3.913.422</b>										
Montaje	Prefabricado del montaje				Ayudante Técnico 1	Trabajo	\$ 762.300	\$ 0	\$ 762.300	\$ 762.300
					Ayudante Técnico 2	Trabajo	\$ 762.300	\$ 0	\$ 762.300	\$ 762.300
					Soldador IA	Trabajo	\$ 526.810	\$ 0	\$ 526.810	\$ 526.810
					Tubero	Trabajo	\$ 1.053.620	\$ 0	\$ 1.053.620	\$ 1.053.620
					Motosoldador LINCON SA-300	Material	\$ 116.152	\$ 0	\$ 116.152	\$ 116.152
					Biseladora de 6" a 8"	Material	\$ 220.690	\$ 0	\$ 220.690	\$ 220.690
					Corta tubo de 4" a 6", con cuchil	Material	\$ 185.846	\$ 0	\$ 185.846	\$ 185.846
					Grapa alineadora 4" a 6"	Material	\$ 17.423	\$ 0	\$ 17.423	\$ 17.423
					Prueba hidrostática	Material	\$ 10.335.513	\$ 0	\$ 10.335.513	\$ 10.335.513
					Tee de 6" sch 40	Material	\$ 560.000	\$ 0	\$ 560.000	\$ 560.000
					Codos de 6" sch 40	Material	\$ 2.240.000	\$ 0	\$ 2.240.000	\$ 2.240.000
					Bridas weldoed 6" x 150	Material	\$ 1.560.000	\$ 0	\$ 1.560.000	\$ 1.560.000
					Reducción concentrica de 10 x 6	Material	\$ 850.000	\$ 0	\$ 850.000	\$ 850.000
					Bridas weldoed 10" x 150	Material	\$ 1.050.000	\$ 0	\$ 1.050.000	\$ 1.050.000
					Tuberia acero al carbon 6" sch 4	Material	\$ 20.000.000	\$ 0	\$ 20.000.000	\$ 20.000.000
					Sin asignar	Trabajo	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
	Instalación del montaje	Drenaje total del te			Sin asignar	Trabajo	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
		Montaj Instalaci			Ayudante Técnico 1	Trabajo	\$ 381.150	\$ 0	\$ 381.150	\$ 381.150
					Ayudante Técnico 2	Trabajo	\$ 381.150	\$ 0	\$ 381.150	\$ 381.150
					Válvula 6" x 150 tipo compuerta	Material	\$ 2.850.000	\$ 0	\$ 2.850.000	\$ 2.850.000
					Empaque espirometáico de 6 x	Material	\$ 508.000	\$ 0	\$ 508.000	\$ 508.000
					Empaque espirometáico de 10 x	Material	\$ 356.000	\$ 0	\$ 356.000	\$ 356.000
					Torque d	Ayudante Técnico 1	\$ 190.575	\$ 0	\$ 190.575	\$ 190.575
					Ayudante Técnico 2	Trabajo	\$ 190.575	\$ 0	\$ 190.575	\$ 190.575
					Esparragos de 3/4" x 4"	Material	\$ 896.000	\$ 0	\$ 896.000	\$ 896.000
					Esparragos de 7/8" x 8 3/4"	Material	\$ 864.000	\$ 0	\$ 864.000	\$ 864.000
<b>Total Montaje</b>										
<b>\$ 46.858.104 \$ 0 \$ 46.858.104 \$ 46.858.104</b>										
<b>MONTAJE REALIZADO</b>										
<b>\$ 0 \$ 0 \$ 0 \$ 0</b>										
<b>Total MONTAJE REALIZADO</b>										
<b>\$ 0 \$ 0 \$ 0 \$ 0</b>										
COMMISSIONING	Prueba de tintas penetrantes				Inspector Mecanico herramienta	Trabajo	\$ 456.542	\$ 0	\$ 456.542	\$ 456.542
	Comissioning por O&M				Profesional ductos y Tanques	Trabajo	\$ 289.985	\$ 0	\$ 289.985	\$ 289.985
					Richard Peñaranda	Trabajo	\$ 133.328	\$ 0	\$ 133.328	\$ 133.328
<b>Total COMMISSIONING</b>										
<b>\$ 879.855 \$ 0 \$ 879.855 \$ 879.855</b>										
<b>COMMISSIONING FINALIZADO</b>										
<b>\$ 0 \$ 0 \$ 0 \$ 0</b>										
<b>Total COMMISSIONING FINALIZADO</b>										
<b>\$ 0 \$ 0 \$ 0 \$ 0</b>										
ENTREGA	Puesta en servicio				Profesional junior nivel IX	Trabajo	\$ 360.981	\$ 0	\$ 360.981	\$ 360.981
					Richard Peñaranda	Trabajo	\$ 133.328	\$ 0	\$ 133.328	\$ 133.328
	Documentacion control de cambios				Daniela Restrepo	Trabajo	\$ 194.432	\$ 0	\$ 194.432	\$ 194.432
					Estefania Zapata	Trabajo	\$ 194.432	\$ 0	\$ 194.432	\$ 194.432
					María Hernández	Trabajo	\$ 194.432	\$ 0	\$ 194.432	\$ 194.432
	Capacitacion personal de O&M				Richard Peñaranda	Trabajo	\$ 66.664	\$ 0	\$ 66.664	\$ 66.664
	Entrega Dossier del proyecto				Daniela Restrepo	Trabajo	\$ 10.416	\$ 0	\$ 10.416	\$ 10.416
					Estefania Zapata	Trabajo	\$ 10.416	\$ 0	\$ 10.416	\$ 10.416
					María Hernández	Trabajo	\$ 10.416	\$ 0	\$ 10.416	\$ 10.416
					Richard Peñaranda	Trabajo	\$ 16.666	\$ 0	\$ 16.666	\$ 16.666
<b>Total ENTREGA</b>										
<b>\$ 1.192.183 \$ 0 \$ 1.192.183 \$ 1.192.183</b>										
<b>FIN DEL PROYECTO</b>										
<b>\$ 0 \$ 0 \$ 0 \$ 0</b>										
<b>Total FIN DEL PROYECTO</b>										
<b>\$ 0 \$ 0 \$ 0 \$ 0</b>										
Reunion de Control y	Reunion de Control y Seguimiento 1				Profesional ductos y Tanques	Trabajo	\$ 289.985	\$ 0	\$ 289.985	\$ 289.985
					Profesional junior nivel IX	Trabajo	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
					Daniela Restrepo	Trabajo	\$ 83.328	\$ 0	\$ 83.328	\$ 83.328
					Estefania Zapata	Trabajo	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
					María Hernández	Trabajo	\$ 83.328	\$ 0	\$ 83.328	\$ 83.328
					Richard Peñaranda	Trabajo	\$ 133.328	\$ 0	\$ 133.328	\$ 133.328
					Servicio Catering	Costo	\$ 250.000	\$ 0	\$ 250.000	\$ 250.000
	Reunion de Control y Seguimiento 2				Profesional ductos y Tanques	Trabajo	\$ 289.985	\$ 0	\$ 289.985	\$ 289.985
					Profesional junior nivel IX	Trabajo	\$ 360.981	\$ 0	\$ 360.981	\$ 360.981
					Daniela Restrepo	Trabajo	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
					Estefania Zapata	Trabajo	\$ 83.328	\$ 0	\$ 83.328	\$ 83.328
					María Hernández	Trabajo	\$ 83.328	\$ 0	\$ 83.328	\$ 83.328
					Richard Peñaranda	Trabajo	\$ 133.328	\$ 0	\$ 133.328	\$ 133.328
					Servicio Catering	Costo	\$ 250.000	\$ 0	\$ 250.000	\$ 250.000
	Reunion de Control y Seguimiento 3				Profesional ductos y Tanques	Trabajo	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
					Profesional junior nivel IX	Trabajo	\$ 360.981	\$ 0	\$ 360.981	\$ 360.981
					Daniela Restrepo	Trabajo	\$ 83.328	\$ 0	\$ 83.328	\$ 83.328
					Estefania Zapata	Trabajo	\$ 83.328	\$ 0	\$ 83.328	\$ 83.328
					María Hernández	Trabajo	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
					Richard Peñaranda	Trabajo	\$ 133.328	\$ 0	\$ 133.328	\$ 133.328
					Servicio Catering	Costo	\$ 250.000	\$ 0	\$ 250.000	\$ 250.000
<b>Total Reunion de Control y Seguimiento</b>										
<b>\$ 2.951.883 \$ 0 \$ 2.951.883 \$ 2.951.883</b>										
<b>Reserva de contingencia</b>										
<b>\$ 5.000.000 \$ 0 \$ 5.000.000 \$ 5.000.000</b>										
<b>Total Reserva de contingencia</b>										
<b>\$ 5.000.000 \$ 0 \$ 5.000.000 \$ 5.000.000</b>										
<b>Total Proyecto grupo 4</b>							\$ 64.724.148	\$ 2.405.289	\$ 64.724.148	\$ 64.724.148
<b>Total general</b>							\$ 64.724.148	\$ 2.405.289	\$ 64.724.148	\$ 64.724.148

## Anexo 10. Plan de Gestión de Tiempo

### CÓDIGO FGPR- 07 versión 1.0

<b>Membre del Preparado por:</b>	Optimización del sistema de almacenamiento de crudo combustible y diésel en la planta Caucasia	
	Richard Alonso Peñaranda Villamizar	
<b>Fecha:</b>	<b>18/09/18</b>	
<b>Persona(s) autorizada(s) a solicitar cambio en cronograma:</b>		
<b>Nombre</b>	<b>Carg</b>	<b>Ubicación</b>
Ing. Pablo Monterrosa	Supervisor de Mantenimiento	Oficina de Mantenimiento
Richard Peñaranda	Gerente del proyecto	Oficina de Proyectos
<b>Persona(s) que aprueba(n) requerimiento de cambio de cronograma:</b>		
<b>Nombr</b>	<b>Carg</b>	<b>Ubicación</b>
Ing. Rafael Antonio Ángel castilla	Coordinador de O&M Caucasia	Oficina de coordinación de planta
Richard Peñaranda	Gerente del proyecto	Oficina de Proyectos
<b>Razones aceptables para cambios en cronograma del Proyecto</b> (por ejemplo, retrasos debido a entrega de materiales o disponibilidad de personal; clima; adelantar el cumplimiento debido a término de fase o proceso, etc.):		
<ul style="list-style-type: none"><li>• Solicitud de cambio de alcance por parte del Cliente.</li><li>• Desastres naturales. (Alerta roja por emergencia en Hidroituango, actualmente está en alerta amarilla)</li><li>• -Huelgas del sindicato</li><li>• Bloqueos por parte de la comunidad</li><li>• Accidentes de trabajo.</li><li>- Incumplimiento del proveedor en la entrega de materiales.</li></ul>		

**Describir cómo calcular y reportar el impacto en el proyecto por el cambio en cronograma (tiempo, costo, calidad, etc.):**

Para reportar el impacto por cambios en el cronograma se utilizará el formato N° FGPR- 007-A que incluye la siguiente información:

- Indicar en el informe a la persona responsable del mismo y fecha de ocurrencia del problema.
- Descripción del problema indicando el grado de urgencia.
- Impacto del mismo sobre el proyecto (Costo, Calidad, tiempo y alcance).
- Descripción de las alternativas de solución detallando el impacto en las diferentes áreas (costo, calidad, tiempo y alcance).
- Recomendación en la selección de la alternativa de solución.
- Documentos de soporte

El informe será entregado a la persona correspondiente para ser analizado en reunión de trabajo con la finalidad de discutir las alternativas, seleccionar la mejor con los ajustes necesarios.

**Describir cómo los cambios al cronograma serán administrados:**

La administración del alcance se efectuará de la siguiente manera:

**1) Designación de Responsabilidades :**

- - **Planificación.** Richard Peñaranda / Rafael Ángel
- - **Ejecución.** Daniela Restrepo / Estefanía Zapata
- - **Seguimiento y Control.** María Fernanda Hernández.

**2) Modalidad de Cambios :**

**a)** Cuando las solicitudes sean realizadas por los sub contratistas se procederá de la siguiente manera: Cada semana se recibirán las solicitudes de cambio en el cronograma, las cuales deben ser presentadas por el representante del sub contratista.

Las solicitudes de cambio deberán presentarse, a más tardar, a los 2 días de que se produce el inconveniente que genera el retraso en la entrega del entregable.

Estas solicitudes serán revisadas por el equipo de proyecto para evaluar, en primera instancia, si es un cambio “viable” según el plan de gestión del alcance (No debe pasar del 10% del cronograma del proyecto).

Las solicitudes de cambio de cronograma comenzarán a revisarse los días sábados de cada semana, teniendo un plazo máximo de 2 días para dar respuesta a la solicitud.

La solicitud de cambio será aprobada con la firma del Gerente de Proyecto.

**b)** Cuando las solicitudes son realizadas por las personas autorizadas del equipo del proyecto, se procederá de la siguiente manera :

El responsable de seguimiento y control, después de evaluar la causa de demora en el cronograma, informará al Gerente de Proyecto la necesidad de realizar un cambio en el cronograma.

El Gerente del Proyecto (Richard Peñaranda), junto con el equipo de proyecto, evaluará la situación para determinar la criticidad del cambio. Dependiendo de la misma se procederá de la siguiente manera:

1) En caso el problema que genera la solicitud de cambio del cronograma afecte el alcance del proyecto o sobrepase los límites de cronograma establecidos en el plan de gestión del proyecto, entonces se deberá presentar el formato N° FGPR-007-A al coordinador de planta (Rafael Angel) quien es el representante de ECOPETROL y del ODC para que este último tome la decisión de aprobar o rechazar la propuesta.

Si la propuesta es aprobada por el coordinador de planta, esta es presentada al Gerente del proyecto para su evaluación y negociación.

El Gerente General tiene un plazo máximo de 2 días para tomar la decisión de aprobar o rechazar la propuesta.

## Anexo 11. Formato de Requerimiento De Cambio

### CODIGO FPGR-07-A Versión 1.0

<b>Nombre del Proyecto:</b>	Optimización del sistema de almacenamiento de crudo combustible y diésel en la planta Caucasia				
<b>Preparado</b>	Nombre				
<b>Fecha de Ocurrencia:</b>	29-03-2010				
<b>Persona(s) que solicita(n) el cambio:</b>					
<b>Número del</b>	01				
<b>Fase</b>	<input type="checkbox"/>	<b>Iniciació</b>	<input type="checkbox"/>	<b>Planeamie</b>	<input type="checkbox"/>
				<b>Ejecución</b>	<input checked="" type="checkbox"/>
				<b>contro</b>	<input type="checkbox"/>
				<b>Cierre</b>	<input type="checkbox"/>
<b>Descripción detallada del cambio solicitado</b>					
<b>Justificación de la solicitud del cambio:</b>					
<b>Evaluación del cambio (Grado de Urgencia):</b>					
<b>Cambio</b>		<b>Cambio medio</b>		<b>Cambio</b>	
<b>Efectos en el costo del Proyecto:</b>					
<input type="checkbox"/> Sobre costo proyectado: % aproximado					
<input type="checkbox"/> Estimación de reducción del Costo: % aproximado					
<b>Efectos en el Cronograma:</b>					
<input type="checkbox"/> Fecha de arranque del sistema: DD/MM / AAAA					
<input type="checkbox"/> Nueva fecha de arranque del sistema: DD/MM / AAAA					
<b>Efectos en el Alcance:</b>					
<b>Descripción y Recomendaciones de las Alternativas de Solución:</b>					

